



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

**DISEÑO DE UN PLAN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA Y PLAN DE  
CONTINGENCIA PARA LA MUNICIPALIDAD DE FRAIJANES**

**Francisco Rolando Castillo Gaitán**

Asesorado por el Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel

Guatemala, febrero de 2014

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**DISEÑO DE UN PLAN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA Y PLAN DE  
CONTINGENCIA PARA LA MUNICIPALIDAD DE FRAIJANES**

TRABAJO DE GRADUACIÓN  
PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

**FRANCISCO ROLANDO CASTILLO GAITÁN**  
ASESORADO POR EL ING. JAIME HUMBERTO BATTEN ESQUIVEL  
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, febrero DE 2014

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADOR	Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
SECRETARIA	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **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 DE UN PLAN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA Y PLAN DE CONTINGENCIA PARA LA MUNICIPALIDAD DE FRAIJANES**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 09 de diciembre de 2010.

  
**Francisco Rojando-Castillo Gaitán**



Guatemala, 12 de febrero de 2013.

REF.EPS.DOC.195.02.13.

Ingeniera  
Sigrid Alitza Calderón de León De de León  
Directora Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimada Inga. Calderón de León De de León.


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, **Francisco Rolando Castillo Gaitan**, Carné No. **199317890** procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DE UN PLAN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA Y PLAN DE CONTINGENCIA PARA LA MUNICIPALIDAD DE FRAIJANES”**.

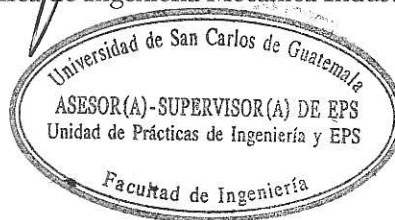
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

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



Guatemala, 12 de febrero de 2013.  
REF.EPS.D.85.02.13

Ingeniero  
César Ernesto Urquizú Rodas  
Director  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ing. Urquizú Rodas.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **“DISEÑO DE UN PLAN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA Y PLAN DE CONTINGENCIA PARA LA MUNICIPALIDAD DE FRAIJANES”** que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Francisco Rolando Castillo Gaitan** 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. Sigríd Ariza Cardelón de León

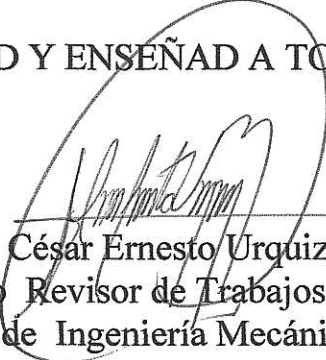


SACdLDdL/ra



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DISEÑO DE UN PLAN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA Y PLAN DE CONTINGENCIA PARA LA MUNICIPALIDAD DE FRAIJANES**, presentado por el estudiante universitario **Francisco Rolando Castillo Gaitán**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, febrero de 2013.

/mgp



FACULTAD DE INGENIERIA

REF.DIR.EMI.007.014

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 DE UN PLAN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA Y PLAN DE CONTINGENCIA PARA LA MUNICIPALIDAD DE FRAIJANES**, presentado por el estudiante universitario **Francisco Rolando Castillo Gaitán**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Ing. César Ernesto Urquiza Rodas  
DIRECTOR  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, enero de 2014.

/mgp





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 DE UN PLAN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA Y PLAN DE CONTINGENCIA PARA LA MUNICIPALIDAD DE FRAIJANES**, presentado por el estudiante universitario: **Francisco Rolando Castillo Gaitán**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olimpo Paiz  
Decano



Guatemala, febrero de 2014

/cc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por su infinito amor.
<b>Mis padres</b>	Francisco Rolando Castillo y Zonia Gaitán de Castillo. Gracias por su apoyo y cariño.
<b>Mi esposa</b>	Susana Marroquín de Castillo. Por su amor y ayuda incondicional.
<b>Mis hijos</b>	María Andrea, Francisco Javier y Sebastián Rolando. Por ser la razón de mi vida.
<b>Mi hermana</b>	Shisselle Ivonne Castillo, con amor fraternal.
<b>La municipalidad de Fraijanes</b>	Por su apoyo para la realización del EPS.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>La Municipalidad de Fraijanes</b>	Por la colaboración brindada a mi persona en la elaboración del presente trabajo de graduación.
<b>Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel</b>	Por el tiempo invertido en el asesoramiento del presente trabajo de graduación.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por mi formación profesional.
<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Mi alma máter.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
GLOSARIO.....	XIII
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN.....	XXI
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	1
1.1. Identificación de la empresa.....	1
1.1.1. Reseña histórica.....	1
1.1.2. Visión.....	2
1.1.3. Misión.....	2
1.1.4. Valores.....	3
1.1.5. Estructura organizacional.....	3
1.1.6. Ubicación.....	5
2. PLAN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN EL MUNICIPIO DE FRAIJANES, CON EL FIN DE MEJORAR EL MEDIO AMBIENTE.....	7
2.1. Diagnóstico de la situación actual.....	7
2.1.1. Diagrama de causa y efecto.....	8
2.1.2. Volúmenes de producción de basura.....	9
2.1.3. Formas actuales de recolección.....	11
2.1.4. Formas actuales de reciclaje.....	11
2.1.5. Manejo de la basura.....	12
2.1.6. Contaminación ambiental.....	14

2.1.7.	Costos y recolección actual.....	17
2.2.	Propuesta de mejora.....	18
2.2.1.	Personal que monitoreará el plan de Producción más Limpia.....	18
2.2.1.1.	Estructura.....	18
2.2.1.2.	Organigrama.....	20
2.2.1.3.	Funciones de puestos.....	21
2.2.1.4.	Sueldos.....	27
2.2.1.5.	Procedimientos en la implementación del programa.....	27
2.2.1.6.	Controles en el procedimiento.....	30
2.2.1.7.	Evaluación del programa.....	32
2.2.2.	Reducción del volumen de los desechos sólidos.....	32
2.2.2.1.	Manejo de desechos.....	34
2.2.2.2.	Manejo de desechos inorgánicos	40
2.2.2.3.	Manejo de desechos peligrosos..	42
2.2.2.4.	Relleno sanitario.....	43
2.2.2.5.	Tratamiento de lixiviados.....	53
2.2.3.	Diseño de un plan de reciclaje.....	54
2.2.3.1.	Venta de productos reciclados....	64
2.2.3.2.	Diseño del área del compostaje..	65
2.2.3.3.	Modernizar la recolección de basura.....	66
2.2.3.4.	Camión verde.....	66
2.2.3.5.	Camión amarillo.....	68
2.2.3.6.	Costos de instalación.....	68
2.2.3.7.	Costos de operación.....	72
2.2.4.	Nuevas normativas.....	77

	2.2.4.1.	Recaudación del cobro del servicio.....	84
	2.2.4.2.	Clausura de basureros ilegales...	85
	2.2.4.3.	Multas por no cumplir las normas	86
2.2.5.		Utilización del biogás.....	87
	2.2.5.1.	Utilización del biogás en el relleno sanitario.....	87
	2.2.5.2.	Utilización del biogás en la planta de tratamiento de agua....	87
2.2.6.		Innovaciones tecnológicas en el ahorro en la iluminación y agua.....	91
	2.2.6.1.	Ventaja del ahorro energético.....	93
	2.2.6.2.	Costo de cambio de tecnología...	94
	2.2.6.3.	Ahorro del consumo en iluminación.....	94
	2.2.6.4.	Ahorro en el consumo de agua...	100
3.		DISEÑO DE UN PLAN DE CONTINGENCIA QUE PUEDA SER IMPLEMENTADO EN EL MOMENTO QUE LA MUNICIPALIDAD LO REQUIERA.....	103
	3.1.	Plan de contingencia ante desastres.....	103
		3.1.1. ¿Qué es una contingencia?.....	103
		3.1.2. Cómo desarrollar un plan de contingencia.....	104
		3.1.3. Evaluación de riesgos.....	104
		3.1.3.1. Evaluación de sismos.....	105
		3.1.3.2. Evaluación de incendio.....	131
		3.1.3.3. Evaluación de erupciones volcánicas.....	134

3.1.3.4.	Evaluación de inundaciones o huracanes.....	137
3.1.3.5.	Evaluación de epidemias.....	138
3.1.3.5.1.	Recolección de los datos.....	138
3.1.3.5.2.	Análisis de los datos.....	143
3.1.3.5.3.	Presentación de los resultados y conclusiones.....	144
3.1.3.5.4.	Seguimiento.....	145
3.1.3.6.	Evaluación de desplazamientos..	145
3.1.3.6.1.	Descripción de los parámetros de la metodología.....	149
3.1.3.7.	Evaluación de explosiones o fugas de sustancias tóxicas.....	154
3.1.3.8.	Evaluación de accidentes laborales.....	156
3.1.4.	Equipamiento de seguridad.....	161
3.1.5.	Equipo para el personal.....	162
3.1.6.	Elaboración de un folleto del plan de contingencia.....	162
3.1.7.	Simulacros.....	169
3.1.7.1.	Procedimientos.....	169
3.1.7.2.	Evaluación.....	173
3.1.8.	Instituciones con quienes coordinar el plan de contingencia.....	174
3.1.9.	Albergues.....	174

3.1.10.	Medios de activación.....	174
3.1.10.1.	Activación del plan.....	174
3.1.10.2.	Criterios de activación por amenaza.....	175
3.1.11.	Brigadas de evacuación.....	175
3.1.12.	Señalización.....	175
3.1.12.1.	Rótulos.....	175
3.1.12.2.	Colores.....	177
3.1.12.3.	Rutas de evacuación.....	177
4.	CAPACITACIÓN COMUNITARIA RESPECTO DE LA COLABORACIÓN SOBRE RECICLAJE DE BASURA, AHORRO DE AGUA Y ENERGÍA ELÉCTRICA.....	179
4.1.	Planificación de capacitaciones.....	179
4.1.1.	Capacitación a vecinos.....	180
4.1.2.	Capacitación a las escuelas.....	183
4.2.	Diseño de una guía informativa.....	186
4.3.	Diseño de publicidad para afiches.....	187
4.4.	Desarrollo.....	188
4.5.	Evaluación.....	189
4.6.	Resultados.....	190
	CONCLUSIONES.....	191
	RECOMENDACIONES.....	193
	BIBLIOGRAFÍA.....	195
	APÉNDICES.....	199





## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Organigrama vertical.....	4
2.	Ubicación del municipio.....	5
3.	Edificio que ocupa la municipalidad de Fraijanes.....	6
4.	Diagrama de causa y efecto.....	8
5.	Camiones recolectores.....	10
6.	Pepenadores del basurero La Periquera.....	12
7.	Basurero La Periquera.....	13
8.	Terreno útil del basurero La Periquera, el terreno restante es barranco.....	14
9.	Focos de contaminación en el municipio de Fraijanes.....	16
10.	Organigrama del plan.....	21
11.	Descripción del puesto de administrador.....	22
12.	Descripción del puesto de los choferes.....	23
13.	Descripción del puesto de los ayudantes.....	24
14.	Descripción del puesto de guardián.....	25
15.	Descripción del puesto de los operarios.....	26
16.	Reporte de producción de abono orgánico.....	30
17.	Reporte de ingreso de camiones.....	31
18.	Lombrices.....	37
19.	Tamaño promedio de una lombriz.....	37
20.	Instalaciones de <i>Lombricompost</i> de una franja.....	38
21.	<i>Lombricompost</i> casero.....	39
22.	Máquinas picadoras.....	40
23.	Utilización de los desechos inorgánicos.....	41

24.	Sección de trinchera.....	50
25.	Sección transversal de la trinchera.....	50
26.	Sección longitudinal de las trincheras y planta de conjunto del terreno.....	51
27.	Registro de la propiedad del terreno donde se realizó el estudio de la planta de reciclaje.....	52
28.	Pendiente del terreno.....	53
29.	Esquema de drenaje para tratamiento de lixiviados.....	54
30.	Planta de distribución.....	55
31.	Isométrico del área de descarga.....	56
32.	Planta acotada.....	57
33.	Esquema del área de separación de desechos orgánicos e inorgánicos.....	58
34.	Área de separación de desechos orgánicos e inorgánicos.....	59
35.	Elevaciones y secciones.....	60
36.	Detalle de pileta de compostaje.....	61
37.	Pileta de compostaje.....	61
38.	Pileta de compostaje.....	62
39.	Área de parqueos.....	64
40.	Camión para la recolección.....	67
41.	Señalización de prohibición de botar basura.....	85
42.	Multas por incumplimiento.....	86
43.	Planta de tratamiento de agua.....	89
44.	Desfogue al río.....	90
45.	Tanques de tratamiento.....	90
46.	Bombillas LED para uso residencial.....	97
47.	Bombillas LED para alumbrado público.....	99
48.	Bombillas LED alimentadas con energía solar y energía eléctrica....	99

49.	Comparativo de iluminación entre las bombillas de mercurio, sodio y LED.....	100
50.	Reductores, costo \$ 1,87.....	102
51.	Vulnerabilidad baja.....	106
52.	Vulnerabilidad media.....	106
53.	Vulnerabilidad alta.....	107
54.	Vulnerabilidad baja en muros.....	107
55.	Vulnerabilidad media en muros.....	108
56.	Vulnerabilidad alta en muros.....	108
57.	Vulnerabilidad baja en muros estructurales.....	109
58.	Vulnerabilidad media en muros estructurales.....	109
59.	Vulnerabilidad alta en muros estructurales.....	110
60.	Juntas de pega en mortero.....	110
61.	Vulnerabilidad media en juntas.....	111
62.	Vulnerabilidad alta en juntas.....	112
63.	Vulnerabilidad baja en las unidades de mampostería.....	112
64.	Vulnerabilidad media en las unidades de mampostería.....	113
65.	Vulnerabilidad alta en las unidades de mampostería.....	113
66.	Vulnerabilidad baja en la calidad de los materiales.....	114
67.	Vulnerabilidad media en la calidad de los materiales.....	115
68.	Vulnerabilidad alta en la calidad de los materiales.....	115
69.	Vulnerabilidad baja en muros confinados y reforzados.....	116
70.	Vulnerabilidad media en muros confinados y reforzados.....	116
71.	Vulnerabilidad alta en muros confinados y reforzados.....	117
72.	Vulnerabilidad baja en columnas y vigas de confinamiento.....	118
73.	Vulnerabilidad media en columnas y vigas de confinamiento.....	118
74.	Vulnerabilidad alta en columnas y vigas de confinamiento.....	119
75.	Vulnerabilidad baja en vigas de amarre o corona.....	119
76.	Vulnerabilidad media en vigas de amarre o corono.....	120

77.	Vulnerabilidad alta en vigas de amarre o corona.....	120
78.	Vulnerabilidad baja en aberturas de muros.....	121
79.	Vulnerabilidad media en aberturas de muros.....	121
80.	Vulnerabilidad alta en aberturas de muros.....	122
81.	Vulnerabilidad baja en entrepiso.....	122
82.	Vulnerabilidad media en entrepiso.....	123
83.	Vulnerabilidad alta en entrepiso.....	123
84.	Vulnerabilidad baja en amarre de cubiertas.....	124
85.	Vulnerabilidad media en amarre de cubiertas.....	124
86.	Vulnerabilidad alta en amarre de cubiertas.....	125
87.	Vulnerabilidad baja en vigas de cimentación.....	125
88.	Vulnerabilidad media en vigas de cimentación.....	126
89.	Vulnerabilidad alta en vigas de cimentación.....	126
90.	Vulnerabilidad baja en la topografía.....	127
91.	Vulnerabilidad media en la topografía.....	128
92.	Vulnerabilidad alta en la topografía.....	128
93.	Vulnerabilidad baja en suelos.....	129
94.	Vulnerabilidad media en suelos.....	129
95.	Vulnerabilidad alta en suelos.....	130
96.	Esquema de cobertura de las erupciones volcánicas.....	135
97.	Mapa de riesgo volcánico en Guatemala.....	136
98.	Estructura administrativa del plan de contingencia.....	162
99.	Señalización de evacuación.....	176
100.	Rutas de evacuación.....	177
101.	Capacitación en la aldea El Chocolate.....	180
102.	Capacitación en la municipalidad.....	181
103.	Capacitación en el barrio San Antonio.....	182
104.	Capacitación en el colegio Naleb.....	184
105.	Capacitación en la escuela Telecentro.....	185

106.	Trifoliar informativo.....	186
107.	Afiches publicitarios.....	188
108.	Capacitación sobre reciclaje a maestros.....	189

## TABLAS

I.	Volúmenes extraídos por el primer camión.....	9
II.	Volúmenes extraídos por el segundo camión.....	10
III.	Costos actuales de recolección.....	17
IV.	Calculo de sueldos.....	27
V.	Implementación del programa.....	28
VI.	Población en el municipio de Fraijanes.....	44
VII.	Crecimiento poblacional estimado 2010-2015.....	45
VIII.	Estimación del incremento de basura 2010-2015.....	47
IX.	Relación poblacional / incremento de basura 2010-2015.....	48
X.	Proyección de acumulación de basura 2010-2015.....	49
XI.	Costos de instalación de maquinaria.....	69
XII.	Capital fijo.....	69
XIII.	Ingreso desechos orgánicos.....	70
XIV.	Ingreso de desechos inorgánicos.....	71
XV.	Ingreso por la recolección de basura.....	71
XVI.	Total de ingresos.....	72
XVII.	Total de egresos.....	72
XVIII.	Relación costo beneficio.....	75
XIX.	Normativa.....	78
XX.	Costo de energía eléctrica en Centroamérica, hasta abril del 2010.....	93
XXI.	Comparativo LEDs contra incandescentes con 10 bombillas....	94
XXII.	Ahorro en el consumo durante 10 años.....	95

XXIII.	Comparativo LEDs contra ahorradoras con 10 bombillas.....	95
XXIV.	Costos de instalación y operación.....	96
XXV.	Comparativo LEDs contra sodio con 16,000 bombillas de alumbrado público.....	97
XXVI.	Costos de instalación y operación.....	98
XXVII.	Evaluación de vulnerabilidad a los sismos.....	130
XXVIII.	Evaluación del riesgo de incendio.....	133
XXIX.	Índice de vulnerabilidad de las estructuras principales.....	137
XXX.	Factores de influencia negativa.....	137
XXXI.	Factores de influencia positiva.....	138
XXXII.	Clasificación de la susceptibilidad al deslizamiento.....	148
XXXIII.	Clases de pendientes, condiciones del terreno, colores sugeridos y valoración del parámetro Sp.....	149
XXXIV.	Valoración del parámetro de susceptibilidad litológica, caso macizos rocosos según RMR.....	150
XXXV.	Valoración de parámetro de susceptibilidad litológica, caso suelos.....	151
XXXVI.	Valores asignados a los promedios mensuales de lluvia.....	152
XXXVII.	Valoración del parámetro de humedad del terreno (Sh).....	152
XXXVIII.	Valoración del parámetro de disparo por sismicidad Ds.....	153
XXXIX.	Valoración del parámetro de disparo por lluvias Dll.....	153
XL.	Factor de incidencia.....	155
XLI.	Valoración de la incidencia.....	156
XLII.	Funciones de soporte.....	165
XLIII.	Interpretación de los colores de alerta.....	169
XLIV.	Procedimientos.....	170
XLV.	Actividades de los comités internos.....	173
XLVI.	Hoja de evaluación.....	190

## GLOSARIO

<b>Ambiente</b>	Conjunto de elementos naturales o inducidos por el hombre que interactúan en un espacio y tiempo determinados.
<b>Basura</b>	Se entiende por basura todo residuo sólido o semisólido a excepción de excretas de origen humano o animal que carece de valor para el que la genera o para su inmediato poseedor. Están comprendidos en la misma definición los desechos, cenizas, elementos de barrido de calles, residuos industriales, de hospitales y de mercados, entre otros. Es sinónimo de desechos o residuos sólidos.
<b>Biodegradable</b>	Dicho de la materia orgánica, cualidad de ser metabolizada por medios biológicos.
<b>Biogás</b>	Mezcla de gases de bajo peso molecular (metano, bióxido de carbono, etc.), producto de la descomposición anaerobia de la materia orgánica.
<b>Contaminante</b>	Todo elemento, materia, sustancia compuesto, así como toda forma de energía térmica, radiación ionizante, vibración o ruido, que al incorporarse o actuar en cualquier elemento del medio físico, altera o



modifica su estado y composición o afecta la flora, la fauna o la salud humana.

**Control** Vigilancia y aplicación de las medidas necesarias para el cumplimiento de las disposiciones establecidas.

**Densidad** Masa o cantidad de materia de un determinado residuo sólido, contenida en una unidad de volumen.

**Diseño** Trazo o delineación de una obra o figura. Se aplica el término al proyecto básico de la obra.

**Percolado o lixiviado** Líquido producido fundamentalmente por la precipitación pluvial que se infiltra a través del material de cobertura y atraviesa las capas de basura, transportando concentraciones apreciables de materia orgánica en descomposición y otros contaminantes. Otros factores que contribuyen a la generación de lixiviados son el contenido de humedad propio de los desechos, el agua de la descomposición y la infiltración de aguas subterráneas.

**Lombricultura** Cultivo de lombrices del género *Eisenia foetida*, utilizado en la producción de alimento para animales y de humus, mejorador de suelos.

**Nivel freático** Profundidad a la que se encuentran las aguas freáticas. Este nivel baja en tiempo de estiaje y sube en etapa de lluvias.

<b>Reciclaje</b>	Proceso mediante el cual ciertos materiales de la basura se separan, recogen y clasifican y almacenan, a fin de reincorporarlos al ciclo productivo como materia prima.
<b>Recuperación</b>	Actividad relacionada con la obtención de materiales secundarios, bien sea por separación, desempaquetamiento, recolección o cualquier otra forma de selección de los residuos sólidos, con el objeto de reciclarlos o volverlos a utilizar.
<b>Reuso</b>	Es el retorno de un bien o producto a la corriente económica para ser utilizado de la misma manera que antes, sin cambio alguno en su forma o naturaleza.
<b>Vida útil</b>	Periodo durante el cual el relleno sanitario estará apto para recibir basura de manera continua.



## **RESUMEN**

De acuerdo con el objetivo propuesto para el desarrollo de la presente investigación, se intenta diseñar un plan de producción de reciclaje más limpio y eficiente, que ayude a evitar la contaminación en el municipio de Fraijanes, así como un plan de contingencia para la municipalidad de Fraijanes.

El estudio está dirigido a la municipalidad de Fraijanes y se pretende que por medio de este se brinde un aporte para el mejoramiento del municipio en el área de contaminación ambiental, así como la seguridad industrial.

El proceso de seguridad debe ser eficiente y confiable, basado en métodos preestablecidos y probados para actuar con rapidez, evitar los riesgos posibles en el momento de una catástrofe.

La estandarización de rubros de ahorro en electricidad y agua proporcionarán al municipio una mejora en su economía.

Durante el desarrollo del trabajo de graduación, se analizaron profundamente todas las variables involucradas en los procesos de evacuación y reciclaje.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Proponer una alternativa de Producción más Limpia en el municipio de Fraijanes, con el fin de reducir los desechos sólidos y ambientales y los costos de energía eléctrica; así como la solución para la contingencia que pueda ser implementada en el momento que la municipalidad lo requiera, y brindar las respectivas capacitaciones a la comunidad para que ayuden al reciclaje de la basura, ahorro del agua y energía eléctrica.

### **Específicos**

1. Elaborar una planta de reciclaje para la reducción de los desechos sólidos del municipio de Fraijanes.
2. Elaborar un estudio del consumo actual de energía eléctrica de instalaciones peatonales y ver cuánto es el ahorro usando otro tipo de tecnología.
3. Mejorar la reducción de metano de la planta de tratamiento de aguas residuales.
4. Elaborar un folleto informativo sobre los planes de contingencia en la municipalidad.

5. Señalizar los lugares de rutas de escape en el edificio municipal y escuelas del municipio.
6. Investigar los posibles desastres existentes ocurrir en el municipio de Fraijanes.
7. Elaborar un proyecto de capacitación tanto a las escuelas como a la población.
8. Proponer actividades de publicidad e incentivos para las personas que colaboren con el ornato del municipio.

## INTRODUCCIÓN

Existe la legislación para cada país y normativas internacionales que han establecido reglas claras que las empresas deben cumplir, como mínimo, para ofrecer a su personal un apropiado ambiente laboral, sin peligros a la integridad física y salud del mismo. Específicamente para Guatemala, es el IGSS quien establece la legislación y junto con el Ministerio de Trabajo tienen la responsabilidad de aplicar e inspeccionar lo que los reglamentos establecen; asimismo, a nivel internacional, la OIT ha ratificado acuerdos con el país, relacionados con la seguridad e higiene ocupacional.

Las empresas deben contar con programas de seguridad, en particular las municipalidades, para evitar riesgos de que ocurra un accidente; estos programas tienen el objetivo de mantener las instalaciones y el ambiente laboral, en general, adecuado para los trabajadores de una organización, además de asignar responsabilidad a personas que velen porque dichas condiciones se mantengan en buen estado y se mejoren constantemente.

Ligado a la seguridad del personal de una organización, está la salud de las personas ajenas a la misma, la cual va relacionada con el cuidado al medio ambiente; esto obliga a las empresas a controlar sus desechos antes de realizar la descarga al drenaje. Estas consideraciones se deben tomar en cuenta para la extracción de basura, y evitar la acumulación de la misma, debiendo implementar un tratamiento adecuado, y controlar que las mismas no sean perjudiciales para el entorno externo de la municipalidad.



Por lo que se propone el desarrollo de un plan de Producción más Limpia, con la implementación de un proyecto de recolección, al mismo tiempo proponer medidas para economizar energía eléctrica y agua potable.

# **1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA**

## **1.1. Identificación de la empresa**

Para poder identificar la empresa en cuestión, a continuación se describe la historia de la misma, su misión, visión, valores, estructura organizacional y su ubicación.

### **1.1.1. Reseña histórica**

El municipio de Fraijanes fue creado el 12 de junio de 1924, ya que era hasta ese entonces una aldea que pertenecía al municipio de Villa Canales; y sus habitantes vivían en extrema pobreza, carecían de vivienda, transporte y la obtención de productos básicos era muy escasa, pues se debía hacer un viaje que llevaría varias horas hasta la capital. Al momento de su creación perteneció al departamento de Amatitlán, hoy municipio de Amatitlán.

A menos de un año de su creación, Fraijanes fue anexado al departamento de Guatemala el 23 de abril de 1925 y el 15 de julio de 1925, durante el Gobierno del presidente José María Orellana, se establecieron nuevos linderos del municipio de Fraijanes.

El nombre de Fraijanes tiene su origen allá por el año 1770, cuando un grupo de Frailes Juanes llegaron al pueblo con la tarea de velar por el bien espiritual de la población, ganando con ello el respeto y aprecio de cada uno de sus vecinos.

Por la gran labor que estos frailes hicieron a este municipio, se le llamó Fray Juanes; sin embargo aproximadamente 200 años después se le bautizó con el nombre titular de Fraijanes.

Hasta hoy que se ha dado un reconocimiento histórico a los antiguos Frailes Juanes durante la administración de Marco Tulio Meda Mendoza, con la inauguración del parque central en la cabecera municipal, bautizándole con el nombre de parque central Fray Juanes.

### **1.1.2. Visión**

La visión municipal es: “Ser una de las mejores municipalidades del país que brinda servicios con eficiencia y eficacia, con una administración consolidada, participativa, solidaria, transparente y concertadora. Además de ser promotora del desarrollo sostenible, para bienestar de la población en armonía con el ambiente, respetuosa de su identidad y defensora de su autonomía, jurisdicción e integridad territorial, es parte estimulante de principios y valores que permiten la integración de sus habitantes como unidad generadora del desarrollo del municipio de Fraijanes.”

### **1.1.3. Misión**

Es un gobierno local con plena autonomía, política administrativa y financiera, destinado a la administración de los recursos locales la prestación eficiente, eficaz y oportuna de los servicios públicos municipales, en beneficio de la población, en constante búsqueda del desarrollo integral del territorio municipal enfocados hacia el bienestar de cada uno de los pobladores, procurando la participación colectiva con pleno respeto hacia nuestro ambiente.

#### **1.1.4. Valores**

Se plantan los valores municipales siguientes:

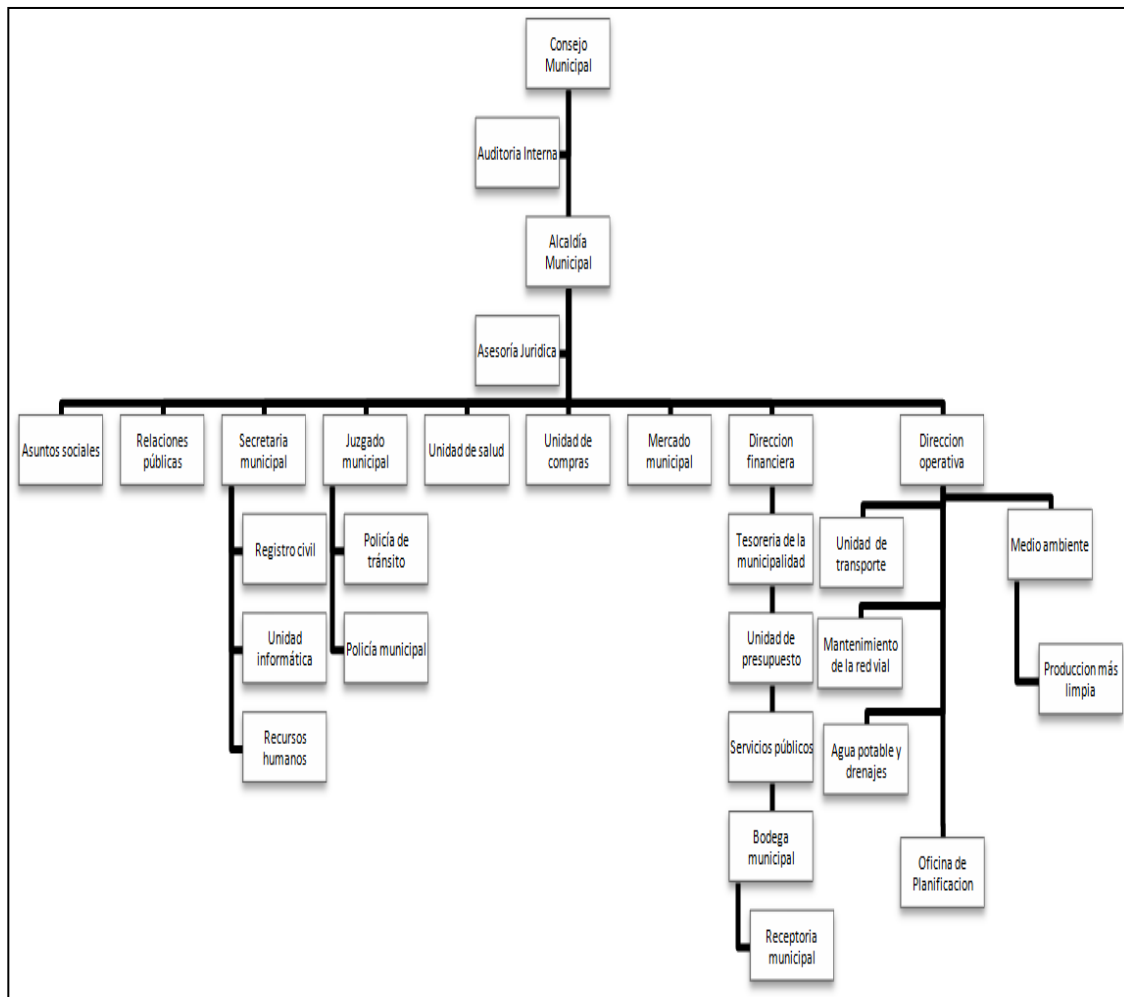
- Respeto a la persona y la familia: el ser humano y su familia y la búsqueda de su desarrollo integral es el centro de nuestro trabajo.
- Calidad de vida: buscamos el desarrollo sano, armónico y feliz, tanto de las familias que habitan la comuna como de nuestros trabajadores.
- Preocupación por los más necesitados: trabajaremos por ayudar especialmente a los más necesitados, débiles y vulnerables, procurándoles herramientas que les permitan superar definitivamente esta condición.
- Excelencia en el trabajo: buscamos la excelencia, la innovación y la satisfacción de nuestros clientes y trabajadores, mediante un desempeño honesto, responsable y eficiente en el trabajo.
- Trascendencia: el trabajo y la actividad pública pretende perdurar en el tiempo.

#### **1.1.5. Estructura organizacional**

La estructura que maneja la municipalidad es funcional también conocida como departamentalización funcional. Esta estructura, se podría llamar tradicional ya que predomina en la mayor parte de las organizaciones, tanto privadas como públicas; se fundamenta en los principios de la teoría clásica; un ejemplo gráfico de este tipo de estructura es el organigrama.

Los sistemas de organización se representan en forma intuitiva y con objetividad en los llamados organigramas, conocido también como gráficas de organización. Consisten en hojas en los que cada puesto de un jefe se representa por un cuadro, representándose, por la unión de los cuadros mediante líneas, los canales de autoridad y responsabilidad.

Figura 1. **Organigrama vertical**



Fuente: elaboración propia, con datos proporcionados por la municipalidad de Fraijanes.



Figura 3. Edificio que ocupa la municipalidad de Fraijanes



Fuente: municipalidad de Fraijanes.

## **2. PLAN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN EL MUNICIPIO DE FRAIJANES CON EL FIN DE MEJORAR EL MEDIO AMBIENTE**

### **2.1. Diagnóstico de situación actual**

Para llevar a cabo el proyecto se realizaron algunas actividades, con el objetivo de cumplir con las expectativas de la municipalidad y obtener resultados de la implementación de un programa de Producción más Limpia. Entre ellos están los siguientes:

- Se observó si en la actualidad el municipio cuenta con medidas para no contaminar el medio ambiente. Esto incluye si se están reciclando los desechos sólidos.
- Se realizó un estudio para determinar cuánta basura se produce a diario en el municipio y cuánto se puede reciclar o degradar y qué se puede hacer con la basura no reciclable.
- Se estudió la posibilidad de un cambio de tecnología en el sistema de iluminación, para el ahorro de energía eléctrica.

Con los resultados obtenidos de la recopilación de la información, se realizó el diagrama de causa y efecto, por medio de las diferentes visitas realizadas al municipio, en donde se pudo constatar la cantidad de 9 basureros clandestinos, en donde es evidente la proliferación de plagas como la de ratas.

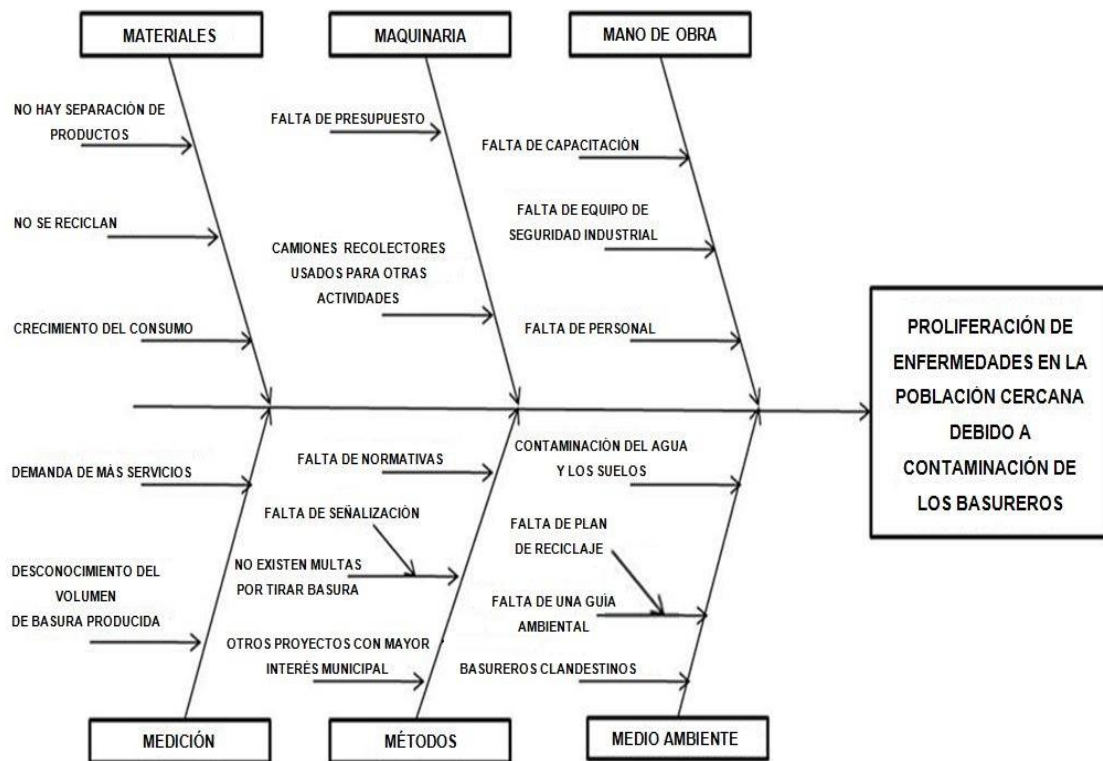


Lo anterior evidenció que en la actualidad la municipalidad de Fraijanes no cuenta con un programa que establezca normas ambientalistas. .

### 2.1.1. Diagrama de causa y efecto

El problema principal se debe al surgimiento de basureros clandestinos lo cual conlleva a la proliferación de enfermedades para los habitantes cercanos a los mismos; esto se puede solucionar con un mejor control, recolectando y reciclando estos materiales.

Figura 4. Diagrama de causa y efecto



CAUSA RAÍZ: GUÍA AMBIENTAL QUE CUBRA TODAS LAS NECESIDADES DEL MUNICIPIO

Fuente: elaboración propia.

### 2.1.2. Volúmenes de producción de basura

En el casco urbano se recolecta la basura por medio de dos camiones.

Por medio de un cálculo realizado en campo, se midieron los metros cúbicos que producen los dos camiones que usa la municipalidad para la recolección de la basura, mostrando los siguientes datos:

El primer camión, placas 372DNX marca KIA: tiene un volumen de 1.7 metros de frente X 2 metros de alto X 2.8 metros de largo, que resulta un volumen de 9.52 metros<sup>3</sup>.

Tabla I. Volúmenes extraídos por el primer camión

DÍAS	VIAJES
Lunes	5
Martes	4
Miércoles	4
Jueves	4
Viernes	4
Sábado	2
TOTAL	23 viajes

Fuente: elaboración propia.

Esto da un total de  $23 \times 9.52 = 218.96$  metros<sup>3</sup> a la semana.

Figura 5. **Camiones recolectores**



Fuente: municipio de Fraijanes.

El segundo camión, placas 363BBG marca JMC: tiene un volumen de 1.70 metros de alto X 1.90 metros de alto X 4.33 metros de largo, que resulta un volumen de 13.99 metros<sup>3</sup>.

Tabla II. **Volúmenes extraídos por el segundo camión**

DÍAS	VIAJES
Lunes	3
Martes	4
Miércoles	3
Jueves	3
Viernes	3
Sábado	2
TOTAL	18 viajes

Fuente: elaboración propia.

Esto totaliza  $18 \times 13.99 = 251.82$  metros<sup>3</sup> a la semana.

El total es de  $251.82 \text{m}^3 + 218.96 \text{m}^3 = 470.78 \text{m}^3$ , aproximado; el casco urbano de Fraijanes produce a la semana un total de 471 metros<sup>3</sup>.

### **2.1.3. Formas actuales de recolección**

En el casco urbano la municipalidad cuenta con dos camiones para la recolección de la basura, los cuales trabajan de lunes a sábado. El costo de este servicio es de Q 10.00; las unidades que lo prestan se encuentran en un estado aceptable y el servicio es igual; el problema surge cuando una de las dos unidades necesita algún tipo de reparación, esto genera que solo una tenga realizar todo el trabajo, produciendo atrasos y acumulación de basura.

Afuera del casco urbano existe un servicio privado que cobra Q40.00 mensuales por servicio, este servicio cuenta con mejores unidades y un servicio de calidad.

### **2.1.4. Formas actuales de reciclaje**

Los camiones que recolectan la basura del casco urbano la depositan en un barranco que es propiedad de la municipalidad llamado “La Periquera” (ver figura 5). Allí trabajan personas llamadas “pepenadores” los cuales lo hacen por su cuenta, recolectando lo que les pueda servir para luego revender. Siendo esta la única forma de revitalización con la que cuenta el municipio.

Figura 6. **Pepenadores del basurero La Periquera**



Fuente: basurero La Periquera, municipio de Fraijanes.

### **2.1.5. Manejo de la basura**

Existen dos caminos finales para la basura: basureros clandestinos que toman personas que no pagan el servicio y basurero municipal La Periquera.

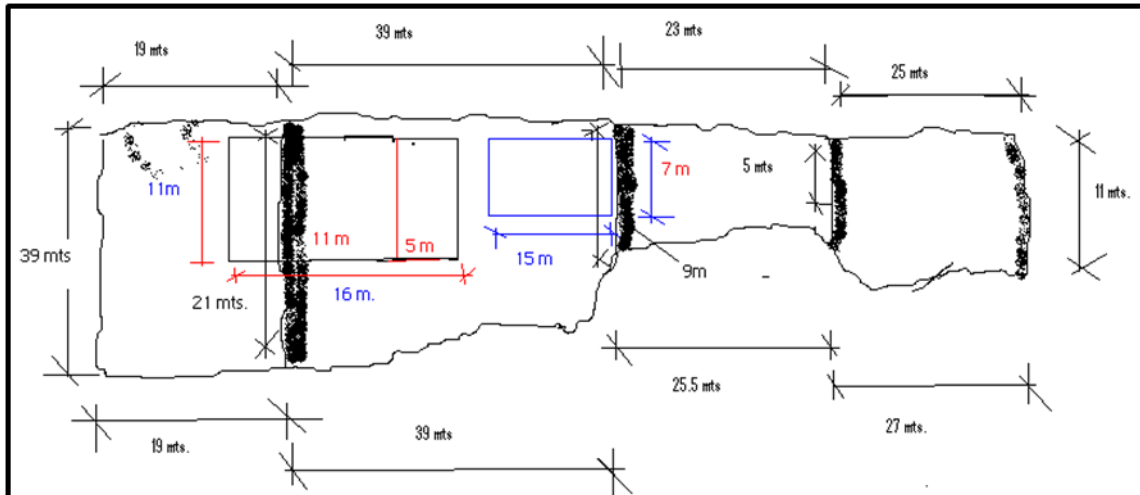
El vecino no hace ningún tipo de reciclaje de la basura ni la municipalidad.

Figura 7. Basurero La Periquera



Fuente: basurero La Periquera, municipio de Fraijanes.

Figura 8. **Terreno útil del basurero La Periquera, el terreno restante es barranco**



Fuente: elaboración propia.

### 2.1.6. Contaminación ambiental

A medida que se deteriora el ambiente físico dentro y alrededor de las ciudades, los más afectados son las personas de escasos recursos que viven en el casco urbano. Entre las principales preocupaciones ambientales están los problemas de salud de estos habitantes, ya que no los protege de los desechos humanos, ni de la contaminación del aire interior.

La contaminación del aire es un creciente problema que afecta a toda la población; la mayor complicación que presenta este tipo de contaminación es que no es tan visible, ya que es más común su manifestación en enfermedades respiratorias.

Las emisiones urbanas representan una parte importante y creciente de los gases de invernadero y los responsables de la destrucción de la capa del ozono.

La administración ineficiente del tratamiento de los desechos municipales e industriales y de las operaciones de eliminación, hace del control de la contaminación una de las primeras prioridades en la mayoría de las regiones urbanas. Las instituciones públicas carecen de los recursos necesarios para realizar el trabajo, pero requieren poco de esfuerzo involucrar al sector público en la provisión de servicios ambientales urbanos bajo condiciones que favorecerían las operaciones eficientes.

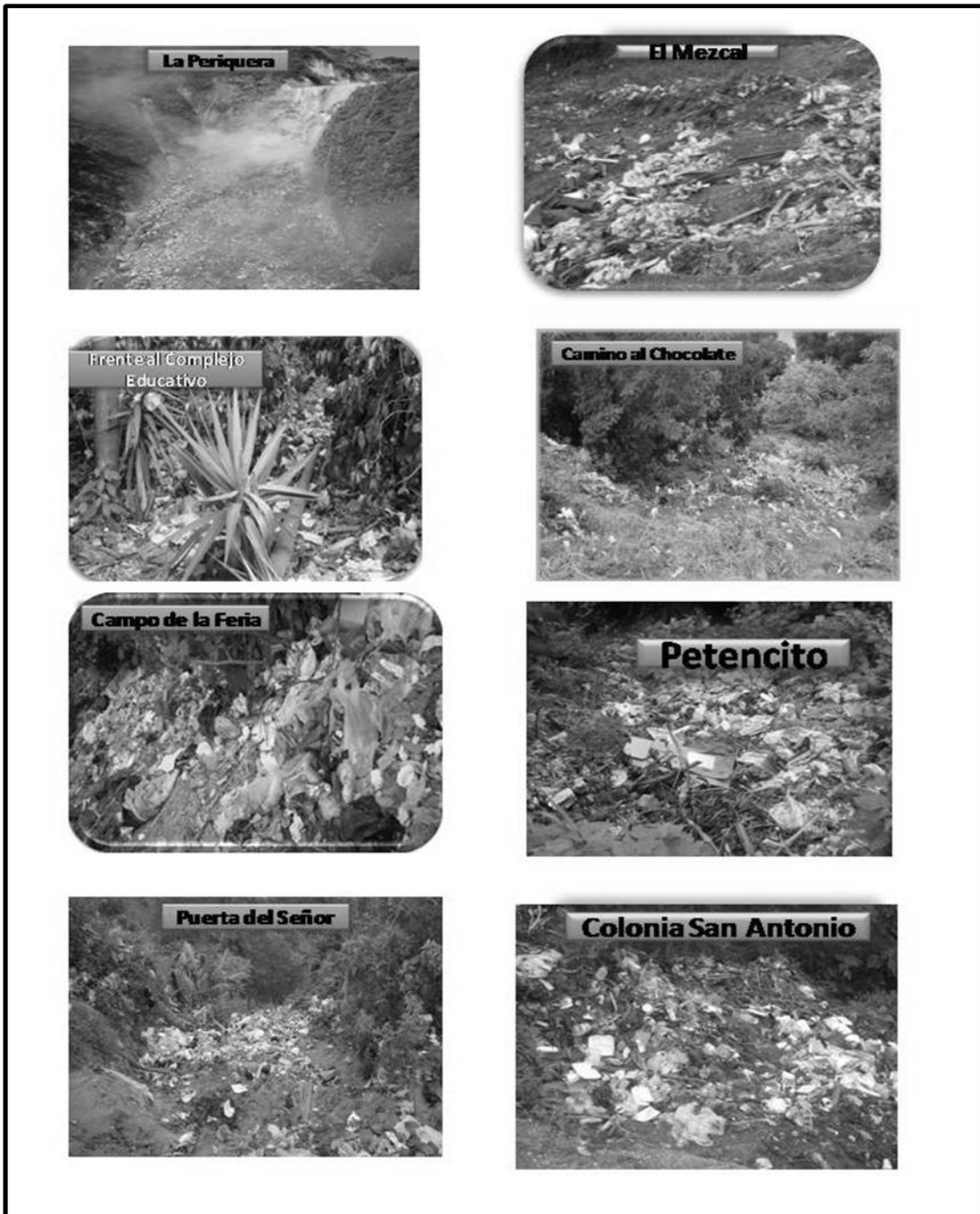
Los controles intelectivos del uso de la tierra y sistemas de derecho de propiedad. Los problemas en torno a los derechos de propiedad, contribuyen a la degradación de la tierra y de los recursos naturales, y a la distribución desigual de tales recursos. Pocos países han resuelto los problemas básicos de la tenencia de la tierra, que impiden la movilización de recursos domésticos y comunitarios para lograr mejoras ambientales básicas.

La contaminación ambiental es generada por los basureros clandestinos que generan los vecinos al no pagar el servicio de extracción que presta la municipalidad. Esto ha llevado que sean contaminados los mantos freáticos y se propaguen las plagas.

Aunque la municipalidad ha tratado de concientizar las personas del municipio, intentando brindar capacitaciones, brindando mantenimiento a la planta de aguas residuales, reforestando al municipio y purificando los pozos, estos esfuerzos no han tenido resultados; se siguen incrementando los niveles de contaminación en este municipio.



Figura 9. Focos de contaminación en el municipio de Fraijanes



Fuente: basureros clandestinos de Fraijanes.

### 2.1.7. Costos y recolección actual

La basura es un producto de las actividades humanas al cual se le considera de valor igual a cero por el desechado.

Normalmente se coloca en lugares previstos para la recolección, para ser canalizada a tiraderos o vertederos, rellenos sanitarios u otro lugar. Actualmente se usa ese término para denominar aquella fracción de residuos que no son aprovechables y que por lo tanto debería ser tratada y dispuesta para evitar problemas sanitarios o ambientales.

Tabla III. **Costos actuales de recolección**

PERSONAL MEDIO AMBIENTE	Costo del personal anual en Q.	Costo de mantenimiento de las unidades anual	Costo de mantenimiento de las unidades anual	Costo anual	Costo mensual	Ingreso por el servicio de recolección	Déficit mensual por el servicio de recolección	Déficit anual por el servicio de recolección
Administrador	98 000,00	Diésel al año	75 000,00			17 260,00		
Gerente de medio ambiente	70 000,00	Servicios	52 600,00					
2 secretarias	98 000,00							
2 choferes	126 000,00							
4 ayudantes	140 000,00							
Total	532 000,00		127 600,00	659 600,00	54 967,00	17 260,00	37 707,00	- 452 484,00

Fuente: elaboración propia.

Los costos actuales de recolección en el municipio no alcanzan para satisfacer las necesidades de toda la población; son bajos, en comparación de otros municipios aledaños no satisfacen la demanda requerida, por los que se hace necesario realizar una propuesta para el mejoramiento de este servicio, ya que los recursos existentes se están perdiendo al no contar con un manejo residual adecuado.

## **2.2. Propuesta de mejora**

A continuación se presenta una propuesta para la mejora del medio ambiente.

### **2.2.1. Personal que monitoreará el plan de Producción más Limpia**

Se sugiere implementar un plan de Producción más Limpia necesitando únicamente a 10 personas. Este personal tendrá que ser originarios del municipio para que haya una identificación.

#### **2.2.1.1. Estructura**

El tipo de estructura utilizada en la municipalidad es de tipo funcional, la cual “es el tipo de estructura organizacional que aplica el principio funcional o de la especialización de las funciones para cada tarea”<sup>1</sup>.

Esta estructura está basada en la autoridad del especialista, que tiene el conocimiento técnico, pero no el mando y la decisión. En esta estructura no funciona el principio de unidad de mando, ya que cada jefe se dedica a una especialidad, y cada persona puede estar subordinada simultáneamente a varios jefes, dentro de la especialización de cada uno.

Las características de la estructura funcional son las siguientes:

- Autoridad funcional y dividida.

---

<sup>1</sup> CHIAVENATO, Idalberto. Introducción a la teoría general de la administración. p. 257.

- Líneas directas de comunicación
- Descentralización de las decisiones

Entre las ventajas y desventajas de la estructura funcional están:

- Ventajas:
  - Especialización de las jefaturas, que permite que cada jefe trabaje dentro de su especialidad.
  - Comunicaciones directas, rápidas y sin intermediarios entre las personas y los especialistas.
  - Descentralización de las decisiones, que pasan a ser resueltas en el local y en el mismo momento sin demoras de tiempo.
- Desventajas:
  - Debido a que la autoridad funcional es dividida y compartida entre varios jefes, el subordinado recibe órdenes diferentes y muchas veces contradictorias, lo que causa enorme confusión en el trabajo.
  - Cada jefe, restringido a su especialidad, tiende a pensar exclusivamente desde su punto de vista, e intenta imponerlo a los subordinados y a luchar por él contra los demás jefes, acarreando conflictos a la organización.

- La cúpula de la organización tiende a quedarse fuera de lo que sucede en la empresa, ya que pierde la posibilidad de coordinar y dirigir el trabajo.

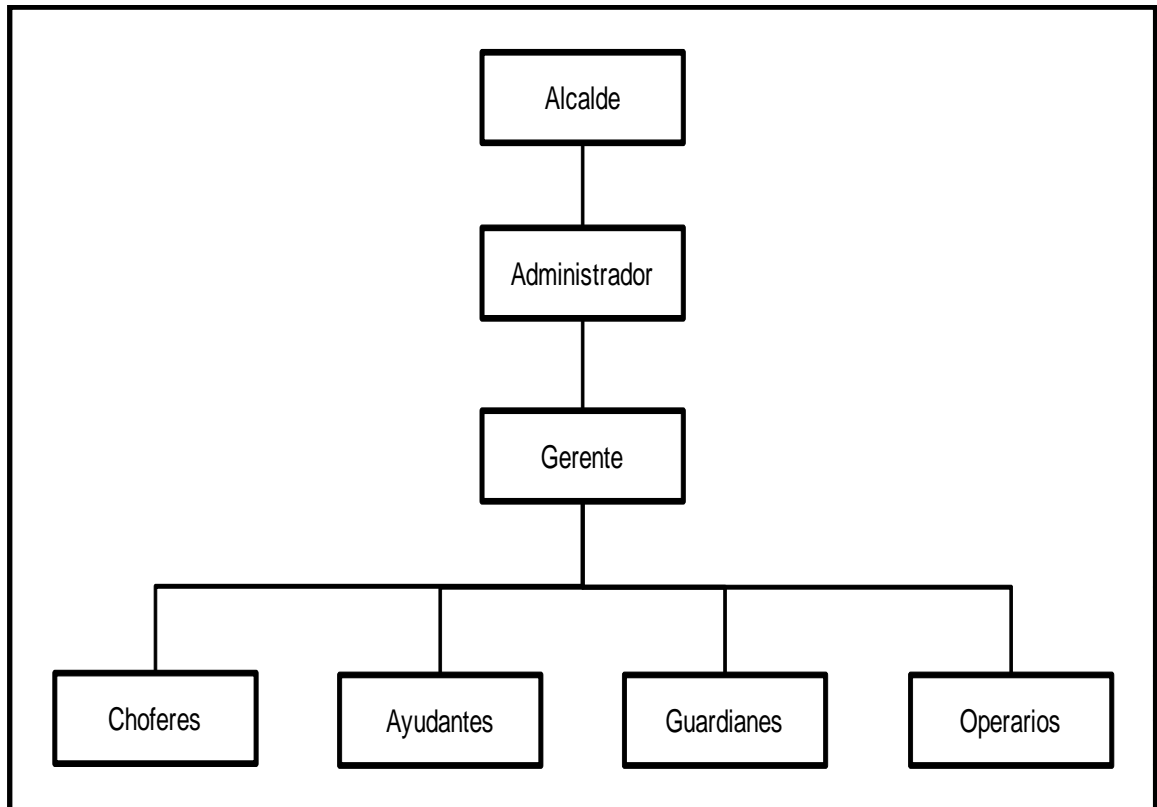
La estructura estará integrada por:

- Alcalde municipal
- Un administrador
- Gerente de medio ambiente
- Dos choferes
- Dos ayudantes
- Dos guardianes
- Tres operarios

#### **2.2.1.2. Organigrama**

A continuación se muestra la propuesta del organigrama para la mejora del plan.

Figura 10. **Organigrama del plan**



Fuente: elaboración propia.


### **2.2.1.3. Funciones de puestos**

- Administrador: será el encargado de que el plan de Producción más Limpia se lleve a cabo en todo el municipio
- Choferes y ayudantes
- Dos policías para el cuidado de la planta de reciclaje
- Tres ayudantes en la producción

A continuación se realiza una breve descripción de los puestos.



Figura 12. Descripción del puesto de los choferes

<p>DEPARTAMENTO DE RECURSOS HUMANOS DEPARTAMENTO DE MEDIO AMBIENTE PALNIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA</p>	
<p>FECHA: _____</p>	
<p>PUESTO: CHOFERES</p>	
<p>FUNCIONES:</p>	
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Encargado de la transportación de materiales desde los proveedores hacia la planta</li><li>2. Transportar persona cuando se necesite</li><li>3. Brindar servicio de mensajería</li><li>4. Realizar cualquier otra actividad que sea solicitado por su jefe inmediato</li><li>5. Llevar a mantenimiento el vehículo</li></ol>	
<p>(f) _____ ALCALDE</p>	
<p>(f) _____ ENCARGADO DE MEDIO AMBIENTE</p>	<p>(f) _____ CHOFER</p>


Fuente: elaboración propia.





Figura 14. Descripción del puesto del guardián

DEPARTAMENTO DE RECURSOS HUMANOS  
DEPARTAMENTO DE MEDIO AMBIENTE  
PALNIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA



FECHA: \_\_\_\_\_

PUESTO: GUARDIÁN

FUNCIONES:

1. Responder por la seguridad de la planta
2. Ejercer durante la noche rondas constantes
3. Velar porque no se introduzca armas, licor, sustancias alucinógenas
4. Velar por las herramientas, equipo, maquinaria de la planta
5. Velar por el horario de entrada y salida personal


(f) \_\_\_\_\_  
ALCALDE

(f) \_\_\_\_\_  
ENCARGADO DE MEDIO  
AMBIENTE

(f) \_\_\_\_\_  
GUARDIÁN

Fuente: elaboración propia.

Figura 15. Descripción del puesto de los operarios

DEPARTAMENTO DE RECURSOS HUMANOS DEPARTAMENTO DE MEDIO AMBIENTE PALNIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA	
FECHA: _____	
PUESTO: OPERARIOS	
FUNCIONES:	
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Manejar y velar la adecuada utilización de la maquinaria a su cargo</li><li>2. Hacer cuidadosamente el cargue y descargue de los bienes o materiales</li><li>3. Seguir normas de seguridad pertinentes</li><li>4. Mantener en buen estado las herramientas manuales</li><li>5. Ejercer las demás funciones que le asignen</li><li>6. Cumplir con los horarios</li><li>7. Colaborar con el personal administrativo</li></ol>	
(f) _____ ALCALDE	
(f) _____ ENCARGADO DE MEDIO AMBIENTE	(f) _____ OPERARIO

Fuente: elaboración propia.

#### 2.2.1.4. Sueldos

Se hizo un cálculo de los puestos necesarios para una planta de tratamiento de desechos. Esta se trabaja con el mínimo personal para que genere el máximo productividad.

Tabla IV. Cálculo de los sueldos


NUMERO DE PERSONAL	PUESTO	SUELDO AL MES	TOTAL AL MES	COSTO AL AÑO, INCLUYE BONO14 Y AGUINALDO
	MANO DE OBRA INDIRECTA			
1	ADMINISTRADOR	3 500,00	3 500,00	49 000,00
2	GUARDIANES	1 850,00	3 700,00	51 800,00
	Total			Q. 100 800,00
	MANO DE OBRA DIRECTA			
2	AYUDANTES	1 850,00	3 700,00	51 800,00
2	CHOFERES	2 300,00	4 600,00	64 400,00
3	OPERARIOS	1 850,00	5 550,00	77 700,00
	Total			Q. 193 900,00
10	TOTAL AL AÑO			Q. 294 700,00

Fuente: elaboración propia.

#### 2.2.1.5. Procedimientos en la implementación del programa


A continuación se describe el procedimiento para la implementación del programa.

Tabla V. **Implementación del programa**

<p>DEPARTAMENTO DE RECURSOS HUMANOS  DEPARTAMENTO MEDIO AMBIENTE  PLANIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA</p> <p>FECHA: _____</p>	
<p><b>PASOS A SEGUIR</b></p> <p><b>Paso 1. Inicio del ciclo</b></p> <p>Esta fase consiste en lograr el apoyo gerencial, definir los objetivos principales del programa y realizar la planificación de actividades generales. La empresa debe asignar personal de diversos departamentos para formar un grupo de P+L dentro de la organización.</p> <p><b>Paso 2. Análisis de la situación actual</b></p> <p>Para plantear mejoras, es necesario conocer cómo se encuentra la empresa en el momento inicial.</p> <p>Por esto, debe realizarse una recopilación de la información disponible de la organización, así como efectuar un recorrido por la planta para identificar los sitios de alto consumo de materias y recursos, y los que poseen emisiones o vertidos importantes.</p> <p>Una vez definidos los procesos de importancia en la empresa, se procede a su esquematización, la cual se realiza desarrollando diagramas de flujo e identificando entradas y salidas en dichos procesos.</p> <p><b>Paso 3. Balance de materiales / análisis del proceso</b></p> <p>Cuando se han esquematizado los procesos de interés de la empresa y se han identificado tanto las entradas como las salidas de las operaciones unitarias que los conforman, se inicia con el seguimiento de parámetros. De esta forma, se definen los recursos y materias primas que se van a cuantificar, así como los puntos y períodos de tiempo para la cuantificación.</p> <p>En esta etapa, también se lleva a cabo un análisis de las posibles causas de los problemas identificados.</p> <p>También en este paso se debe implementar los controles.</p>	

Fuente: elaboración propia.

Continuación de la tabla V.


<p>DEPARTAMENTO DE RECURSOS HUMANOS DEPARTAMENTO MEDIO AMBIENTE PLANIFICACION DE PRODUCCION MAS LIMPIA</p> <p>FECHA: _____</p>	
<p>PASOS A SEGUIR</p> <p><b>Paso 4. Definición de opciones de mejora</b></p> <p>Esta etapa requiere una importante capacidad de análisis por parte del grupo de Producción más Limpia de la empresa. Por tal motivo, si los integrantes de este grupo no cuentan con esta competencia, es necesario primero capacitarlos en este tema.</p> <p>Posterior, se debe abrir sesiones de discusión para la generación de opciones de mejora, que respondan a un análisis de causas, efectos, descripción de los efectos y costos actuales. Para esto existen diversas técnicas, tales como el diagrama del Ishikawa o espina de pescado.</p> <p><b>Paso 5. Asignación de prioridad a las opciones</b></p> <p>Análisis orientado a definir el orden de prioridad de implementación del plan.</p> <p>Análisis de factibilidad técnica, ambiental y económica de cada opción encontrada y que no es sujeta a implementación inmediata.</p> <p><b>Paso 6. Definición de planes de implementación</b></p> <p>Especificar el período de ejecución de cada opción. Dicho período obedece al orden de importancia de implementación obtenido en la etapa anterior. El plan define actividades, responsables, fechas, recursos, costos de implementación.</p> <p>Análisis de avances o retrocesos resultantes de la implementación de las medidas.</p> <p><b>Paso 7. Seguimiento</b></p> <p>Supervisar que se sigan los planes. Esta actividad para que de las directrices para las acciones correctivas.</p>	

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.1.6. Controles en el procedimiento

Entre los controles que se deben de llevar está el de la generación de basura.


Figura 16. Reporte de producción de abono orgánico

REPORTE SEMANAL DE LA PRODUCCIÓN DE ABONO ORGÁNICO		
FECHA: _____		
ENCARGO DE TURNO: _____		
LUNES: _____	MARTES: _____	
KILOS: _____	KILOS: _____	
MIÉRCOLES: _____	JUEVES: _____	
KILOS: _____	KILOS: _____	
VIERNES: _____	SÁBADO: _____	
KILOS: _____	KILOS: _____	
PROCESO _____		
PRODUCTO _____		

Fuente: elaboración propia.

Figura 17. Reporte de ingreso de camiones

REPORTE DIARIO DE INGRESO DE CAMIONES DE BASURA



FECHA: \_\_\_\_\_

ENCARGO DE TURNO: \_\_\_\_\_

HORA: \_\_\_\_\_

<p>CAMIÓN PLACAS NÚMERO: _____</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">VIAJE</th> <th style="text-align: left;">HORA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td></tr> </tbody> </table>	VIAJE	HORA	1		2		3		4		5		6		7		<p>CAMIÓN PLACAS NÚMERO: _____</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">VIAJE</th> <th style="text-align: left;">HORA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td></tr> </tbody> </table>	VIAJE	HORA	1		2		3		4		5		6		7	
VIAJE	HORA																																
1																																	
2																																	
3																																	
4																																	
5																																	
6																																	
7																																	
VIAJE	HORA																																
1																																	
2																																	
3																																	
4																																	
5																																	
6																																	
7																																	

<p>CAMIÓN PLACAS NÚMERO: _____</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">VIAJE</th> <th style="text-align: left;">HORA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td></tr> </tbody> </table>	VIAJE	HORA	1		2		3		4		5		6		7		<p>CAMIÓN PLACAS NÚMERO: _____</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">VIAJE</th> <th style="text-align: left;">HORA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td></tr> </tbody> </table>	VIAJE	HORA	1		2		3		4		5		6		7	
VIAJE	HORA																																
1																																	
2																																	
3																																	
4																																	
5																																	
6																																	
7																																	
VIAJE	HORA																																
1																																	
2																																	
3																																	
4																																	
5																																	
6																																	
7																																	

PROCESO \_\_\_\_\_

PRODUCTO \_\_\_\_\_

ELABORADO \_\_\_\_\_

Fuente: elaboración propia.



### **2.2.1.7. Evaluación del programa**

La evaluación del plan va a tener varios puntos:

- Evaluación del proceso: se examina si el programa cumplió con los objetivos planificados.
- Evaluación de las repercusiones: se determina si se ha producido un cambio.
- Evaluación de los resultados: se determina si se ha tenido éxito o no.

### **2.2.2. Reducción del volumen de los desechos sólidos**

Partiendo de la premisa que “el mejor residuo es el que no se produce”, se reducirá su generación a través de un menor consumo de los recursos, un mejor aprovechamiento y una mayor durabilidad de los mismos, buscando el acercarse a lo que se llama una “Producción Limpia”.

Para solucionar un problema hay que tratar la causa; en este caso es cualquier persona cuya acción cause la transformación de un material en un residuo. Explicando el esquema anterior, dentro del embudo, se encuentran tres acciones para llegar a la minimización de la generación de residuos sólidos.

- Concientización: consiste en demostrar las razones por las cuales es importante el proceso de minimización a los habitantes de los hogares de del municipio de Fraijanes, a través de campañas.

- Reducción: toma lugar en el hogar, con el conocimiento obtenido, los pobladores tomarán decisiones más conscientes al momento de comprar un producto; por ejemplo, tomarán en cuenta el material del cual está elaborado el empaque, eligiendo el producto que produzca menos residuos, que sea retornable, reciclable, o bien, demandar productos con el mayor porcentaje de materiales reciclados en ellos. Sin demanda, el proceso de reciclaje se detiene.
- Separación: desde un punto de vista de eficiencia del rendimiento de estos sistemas de reducción de los sólidos, la clasificación debe darse desde el lugar de origen, en este caso cada vivienda, por lo cual debe llevarse a cabo una separación sencilla como puede ser entre materia orgánica e inorgánica.

Después de desarrollados los tres puntos mencionados anteriormente, toman lugar las actividades de recolección, transporte, tratamiento intermedio y disposición final. En otras palabras, después de la planificación se abre paso a la ejecución.

El programa de minimización se ha estructurado en dos partes:

- Acciones para la minimización: son una serie de medidas a realizar con el fin de favorecer la minimización, a través de la planificación, desde el momento que se generan los residuos sólidos domiciliarios.
- Soluciones técnicas de minimización: son las medidas que se pueden tomar a través de la reutilización o reciclaje.

Las acciones para la minimización requiere de lograr los objetivos de minimización en la municipalidad de Fraijanes será mediante actuaciones encaminadas a:

- Acceso a la información y concientización medioambiental a la población.
- Proyectos de demostración sectorial de minimización.
- Difusión de estudios y programas de minimización.
- Ejecución de un sistema de recolección y transporte acorde a los estudios realizados.
- Disposición de un área, dentro del municipio para los procesos de tratamiento intermedio y disposición final de los residuos sólidos.
- Creación del centro de minimización y caracterización de residuos, encargado de que los procesos descritos anteriormente se lleven a cabo sin anomalías.

El plan contempla la reducción de desechos orgánicos e inorgánicos de los cuales se reducirán al 100 %.

#### **2.2.2.1. Manejo de desechos orgánicos**

Para los desechos orgánicos se utilizará el método de *lombricompost* o lombricultura. Este método genera abono orgánico.

Dicho método será utilizado tanto para la planta de reciclaje como en colegios, oficinas, centros comerciales y casas particulares, poniendo en práctica los puntos desarrollados con anterioridad. Se tendrá un diseño de un dispensador sencillo para que las personas puedan reciclar los desechos orgánicos. Este abono lo pueden usar para sus jardines y la sobreproducción podrá ser recogido por el camión verde de la municipalidad.

La manera en la cual es manejado el proceso de compostaje, resultará en un compost de calidad en el menor tiempo posible, reducir al mínimo los olores, la contaminación generada por los residuos y sus lixiviados y otros problemas relacionados con el proceso. Además, un buen manejo ayuda a mejorar el uso de los materiales, equipos, terreno y mano de obra.

El control y monitoreo de la temperatura en las pilas de *compost* es uno de los parámetros más importantes, es importante que las pilas alcancen temperaturas sobre 55 °C, para asegurar la destrucción de semillas de malezas, patógenos y parásitos.

El contenido de humedad de una pila es importante porque los microorganismos responsables del compostaje necesitan agua para sobrevivir y crecer. El contenido de humedad óptimo para el proceso es 50% a 60%. Un método efectivo de comprobar la humedad consiste en pesar en húmedo y seco una muestra de la pila, comparando los pesos al final.

Durante todo el proceso de compostaje se recomienda voltear las pilas con el objeto de homogeneizar los materiales y temperatura dentro de la pila, asegurar una adecuada cantidad de oxígeno y humedad. Durante el primer mes se recomienda dar vuelta la pila una vez por semana, luego cada 15 a 20 días.

Es importante controlar el contenido de humedad de la pila en cada volteo, a fin de agregar agua en caso de ser necesario, con el objeto de distribuirla uniformemente.

Luego de la fase activa del compostaje se requiere de un periodo de tiempo mayor a un mes para que el proceso termine y el *compost* desarrolle las características deseadas para sus aplicaciones posteriores. Durante esta etapa de maduración no se requiere de volteos si las pilas tienen un tamaño suficientemente pequeño para permitir un adecuado intercambio gaseoso.

Algunos problemas que pueden surgir en la abonera podría ser que el volumen no se reduce, lo cual significa que falta aire y la solución es revolver la material.

Cuando la temperatura no aumenta, puede ser por falta de agua, exceso de agua o poco estiércol, en cada caso se debe verificar lo que hace falta y agregarlo, en caso del exceso de agua la solución es revolver el *compost*, y si el problema es el desprendimiento de olor amonio se debe al exceso de materia verde, para lo cual hay que agregar paja.

Los beneficios del compostaje sobre el suelo:

- Da consistencia a los terrenos ligeros y suelta a los demasiados compactos
- Aumenta la retención de agua
- Facilita el abonado químico y hace que los minerales se disuelvan mejor
- Aumenta el contenido de materia orgánica del suelo
- Aumenta la resistencia de las plantas a las enfermedades

Figura 18. **Lombrices**



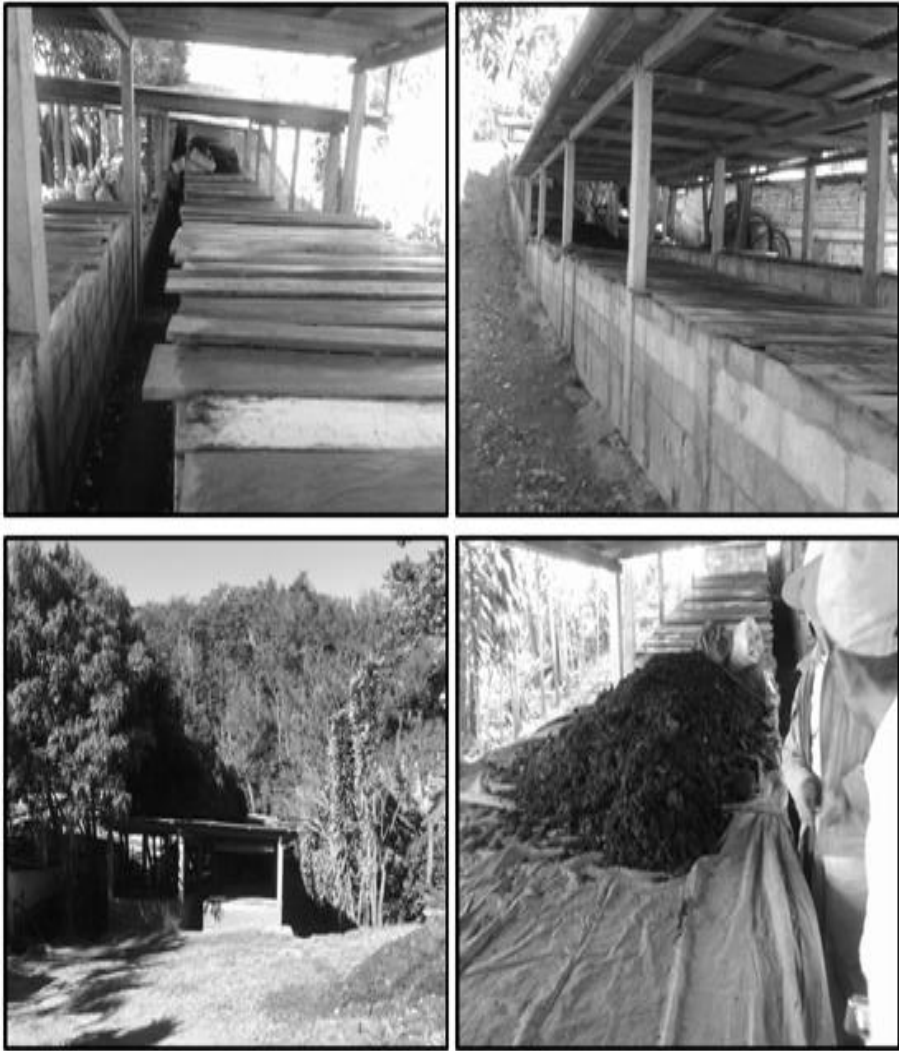
Fuente: <http://ferwo3.tripod.com>. Consulta: 22 de febrero 2012.

Figura 19. **Tamaño promedio de una lombriz**



Fuente: <http://ferwo3.tripod.com>. Consulta: 22 de febrero 2012.

Figura 20. Instalaciones de *Lombricompost* de una franja



Fuente: planta de lombricultura en la finca de café Bellavista, municipio de Villa Canales.

Figura 21. *Lombricompost casero*



Fuente: <http://www.planetahuerto.es>. Consulta: 28 de febrero 2012.



### 2.2.2.2. Manejo de desechos inorgánicos

Los productos que se pueden reciclar serán separados para que puedan ser empacados y ser vendidos a las diferentes empresas de reciclaje, como son Reciclados Avanzados Elmars, S.A., Recilajes Miranda, Recicladora Nacional, Rcindustrial, entre otras.

Los productos no reciclables pasarán a un proceso de triturado en donde se reducen en volumen; estas máquinas son picadoras de madera las cuales pueden ser usadas para otros materiales de igual o menos dureza a la madera. Después del proceso de picado pasarán a la trinchera.

Figura 22. Máquinas picadoras

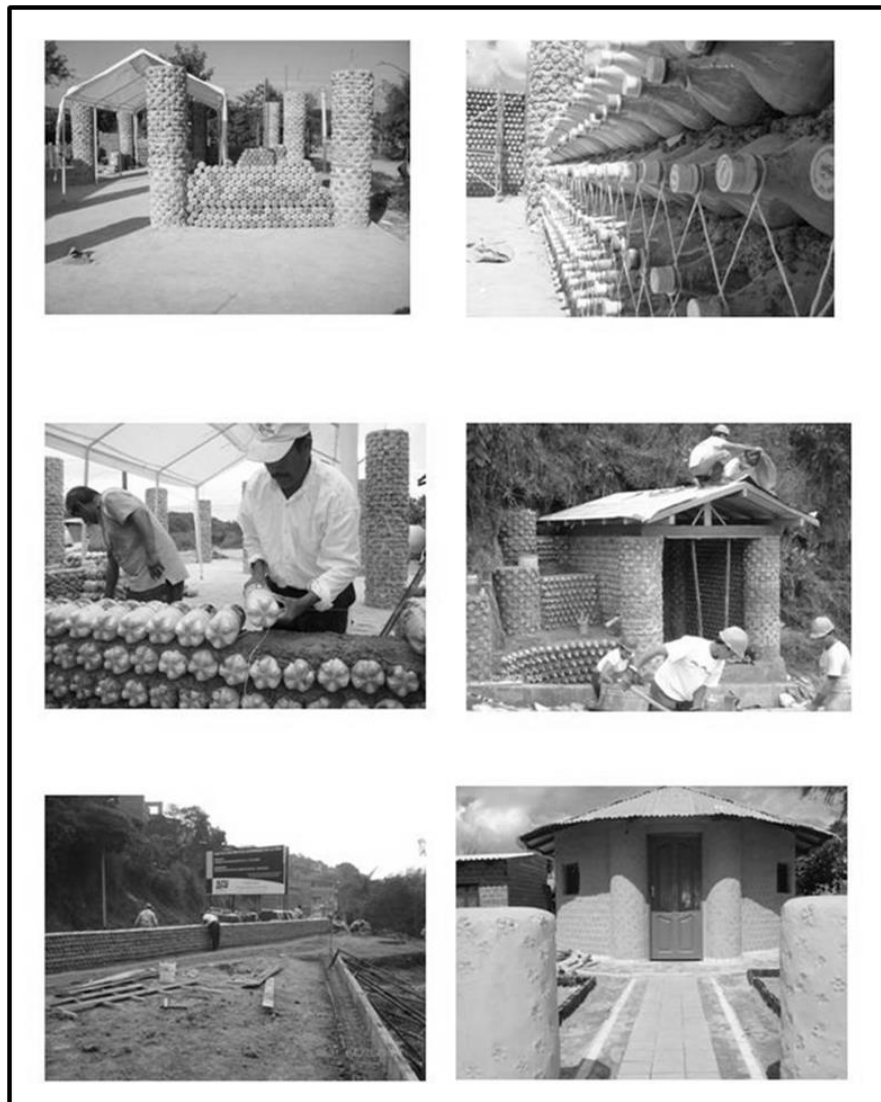


Fuente: planta de lombricultura en la finca de café Bellavista.

Una forma de utilizar un desecho inorgánico es el caso de las botellas Pet, estas pueden ser utilizadas para construcciones de viviendas de un nivel, parques, tanques de agua y otras. Dichas botellas deben de ser del mismo tamaño y ser reforzadas con columnas de concreto, metal o de las mismas botellas pet con una combinación de concreto y hierro.

Esta forma de construcción ya se realiza en otras partes del mundo como África y Honduras en niveles económicos bajos. Estos tipos de casas tendrán un ahorro del 30 al 40 % sobre las construcciones tradicionales.

Figura 23. **Utilización de los desechos inorgánicos**



Fuente: <http://ideiasgreen.com.br>. Consulta: 3 de marzo 2012.

### **2.2.2.3. Manejo de desechos peligrosos**

Existen varios tipos de desechos peligrosos para los cuales existen empresas dedicadas a su reciclaje, cómo la Recicladora Nacional, cuando se refiere a desechos hospitalarios y desechos industriales la empresa se llama BIO-TRASH y trabaja de la siguiente forma:

- Desechos hospitalarios orgánicos: estos tienen un proceso de incineración destruyendo los desechos mediante un proceso de combustión, reduciéndolos a cenizas y liberando CO<sub>2</sub> al medio ambiente y vapor de agua. Luego estas cenizas se disponen finalmente de ellas en el relleno sanitario, sin afectar el medio ambiente.
- Desechos hospitalarios inorgánicos: este tipo de desecho tiene dos procesos:
  - Esterilización: garantiza la eliminación de los agentes patógenos de los desechos. El producto pierde su forma, derritiéndose, ayudando a evitar su reuso posterior.
  - Trituración: el desecho se reduce al 70% de su volumen original en partículas de pequeño tamaño irreconocibles e inofensivas mitigando el impacto ambiental al momento de su disposición final.

Otros desechos peligrosos son los aceites que se cambian de los vehículos y máquinas industriales, los cuales son reutilizados para alimentar hornos de cemento y hornos de fundición de materiales como plomo.

Entre las empresas que se dedican: a esto están DVG Servicios, S.A. y Multifiltros FAMA.

#### **2.2.2.4. Relleno sanitario**

El relleno sanitario es la disposición final de los desechos que no pueden ser rehusados o reciclados; esta técnica hace reducir el volumen de la basura siempre compactándola con tierra diariamente para evitar la proliferación de plagas y enfermedades.

Existen los siguientes tipos de rellenos sanitarios:

- Relleno sanitario mecanizado: es para grandes ciudades y generan 40 toneladas de basura diarias. Es operado con equipo pesado.
- Relleno sanitario semimecanizado: es para poblaciones que generan 16 a 40 toneladas de basura diarias; este es el más adecuado para Fraijanes.
- Relleno sanitario manual: es el adecuado para ciudades pequeñas que generan menos de 15 toneladas de basura diarias; en estos rellenos se usan más del apoyo de hombres y de herramienta manual; esto para evitar los costos de compra de equipos grandes que pueden generar un gran gasto económico al iniciar una planta de tratamiento. Este sería el recomendado para el municipio.

Existen dos métodos de hacer los rellenos sanitarios, el método de trinchera y el de área. El método de trinchera se hace agujeros rectangulares de 3 a 7 metros de profundidad y se llenan con basura. El método de área es cuando se tienen terrenos planos y no se quiere excavar la tierra.

El relleno sanitario después de ser clausurado, podrá ser utilizado como campos deportivos, parques, etc. Pero no se recomienda para la construcción de escuelas o viviendas por la fragilidad del terreno.

Para poder diseñar el tamaño del relleno sanitario se hace necesario saber la cantidad de población que se tiene en la actualidad, el posible aumento poblacional dentro de 4 o 5 años.

Se tienen datos del censo del año 2002 que la población total de Fraijanes era de 30,701 habitantes; con los datos del INE se determina una tasa de crecimiento del 2.5 %. Se puede a través de fórmula, calcular la cantidad de habitantes para años futuros y así predecir la cantidad de basura que se generará.

Se tiene una distribución de la población según el INE.

Tabla VI. **Población en el municipio de Fraijanes**

	<b>Año 2002</b>	<b>SEXO</b>	<b>Año 2002</b>
Población urbana	19 454	Hombres	15 837
Población rural	11 247	Mujeres	14 864
Total	30 701	Total	30 701

Fuente: INE, 2002.

Población total para los siguientes años será:

Población futura = Poblacional actual (1 + tasa de crecimiento)<sup>N</sup>

N = años

El 2.5% que es la tasa de crecimiento, 8 es el número de años desde el 2002 hasta el 2010, (2010-2002=8).

Año 2010 =  $30,701 (1+0.025)^8 = 37,406$  habitantes.

Año 2010 =  $19,454 (1+0.025)^8 = 23,703$  habitantes población urbana.

Año 2011 =  $30,701 (1+0.025)^9 = 38,341$  habitantes.

Año 2011 =  $19,454 (1+0.025)^9 = 24,295$  habitantes población urbana.

Año 2012 =  $30,701 (1+0.025)^{10} = 39,289$  habitantes.

Año 2012 =  $19,454 (1+0.025)^{10} = 24,903$  habitantes población urbana.

Año 2013 =  $30,701 (1+0.025)^{11} = 40,282$  habitantes.

Año 2013 =  $19,454 (1+0.025)^{11} = 25,525$  habitantes población urbana.

Año 2014 =  $30,701 (1+0.025)^{12} = 41,289$  habitantes.

Año 2014 =  $19,454 (1+0.025)^{12} = 26,163$  habitantes población urbana.

Año 2015 =  $30,701 (1+0.025)^9 = 42,321$  habitantes.

Año 2015 =  $19,454 (1+0.025)^9 = 26,818$  habitantes población urbana.

Tabla VII. **Crecimiento poblacional estimado 2010 - 2015**

Año	Población urbana	Población total
2010	23 703	37 406
2011	24 295	38 341
2012	24 903	39 299
2013	25 525	40 282
2014	26 163	41 289
2015	26 818	42 321

Fuente: elaboración propia.

Estos datos sirven para calcular el volumen de basura producida por persona.

Cálculo de la producción de basura por persona por día.

La producción de basura por persona será:

Kilogramos/semana / Población total X 7 días/semana X porcentaje de la población cubierta.

Cálculo de la densidad de la basura en bolsa es de 200kg/M<sup>3</sup>.

$$\text{Producción per cápita} = P_{pc} = \frac{DS/SEM}{POBX 7 X COB}$$

COB= cobertura de servicio= población atendida/población total

COB (cobertura de servicio) = 20,000 / 23,703 = 0.84 o 84%

DS/SEM = cantidad de basura por semana = 471 M<sup>3</sup>/SEM X 200Kg/M<sup>3</sup>=  
94,200 Kg / semana

POBX7XCOB= 23,703 habitantes X 7 días X 0.84= 139,374

$P_{pc} = 94,200 / 139,374 = 0.6758$  aproximando da 0.70 Kg / habitante \* día de basura.

El tamaño de la trinchera para relleno sanitario:

Se tiene aproximadamente para el año 2010, 23,703 habitantes por 0.70 Kg/ hab / día = 16,592 Kg/día. Así se calculan los demás años.

**Tabla VIII. Estimación del incremento de basura 2010 - 2015**

Año	Población urbana	Basura, Kg X día	Población total	Basura, Kg X día
2010	23 703	16 592	37 406	26 184
2011	24 295	17 007	38 341	26 839
2012	24 903	17 432	39 299	27 509
2013	25 525	17 868	40 282	28 197
2014	26 163	18 314	41 289	28 902
2015	26 818	18 773	42 321	29 624

Fuente: elaboración propia.

Del total de metros cúbicos producidos de basura aproximadamente se tiene que el 50% es desechos inorgánicos, de estos desechos inorgánicos más o menos el 80% es reciclable, por lo tanto solamente el 20 % de los desechos inorgánicos va al relleno sanitario.

Cálculo de la basura que va directamente al relleno sanitario por día.

- Población urbana: en el 2010, se tienen  $16,592 \text{ Kg.} \cdot 0.50 \cdot 0.20 = 1,659 \text{ Kg/día}$ . Y así se calcula todos los demás años.
- Población total: en el 2010, se tienen  $26,184 \text{ Kg.} \cdot 0.50 \cdot 0.20 = 2,618 \text{ Kg/día}$ . Y así se calcula todos los demás años.



Tabla IX. **Relación poblacional/incremento de basura 2010 - 2015**

Año	Población urbana cantidad de basura Kg X día	Basura Kg X día al relleno	Población total basura Kg X día	Basura Kg X día al relleno
2010	16 592	1 659	26 184	2 618
2011	17 007	1 701	26 839	2 684
2012	17 432	1 743	27 509	2 751
2013	17 868	1 787	28 197	2 820
2014	18 314	1 831	28 902	2 890
2015	18 773	1 877	29 624	2 962

Fuente: elaboración propia.

Calcular el volumen anual en metros cúbicos.

Volumen anual estabilizado =  $D_{\text{Sanual}} / D_{\text{rsm}} * 365 \text{ días}$

$$\text{Vae 2010} = \frac{1,659 \text{ Kg/día}}{600 \text{ Kg/m}^3} * 365 \text{ días/año} = 1,009 \text{ m}^3/\text{año}$$

600Kg/M<sup>3</sup> que es la densidad de la basura ya compactada.

Le falta agregar el 20 % de tierra, pues esta ayuda a tapar la basura en capas para que no surjan plagas, y para acelerar el proceso de descomposición de la basura.

Para el año 2010,  $1009 * 1.20 = 1,211 \text{ M}^3/\text{año}$ , esto es para la población del casco urbano de Fraijanes.

Tabla X. **Proyección de acumulación de basura 2010 - 2015**

AÑO	Basura Kg X día población urbana	Basura, M <sup>3</sup> Xaño	+20% tierra	Suma acumulada M <sup>3</sup>	Basura Kg X día población total	Basura, M <sup>3</sup> Xaño	+20% tierra	Suma acumulada M <sup>3</sup>
2010	1 659	1 009	1 211	1 211	2 618	1 593	1 912	1 912
2011	1 701	1 035	1 242	2 453	2 684	1 633	1 960	3 872
2012	1 743	1 060	1 272	3 725	2 751	1 674	2 009	5 881
2013	1 787	1 087	1 304	5 029	2 820	1 716	2 059	7 940
2014	1 831	1 114	1 337	6 366	2 890	1 758	2 110	10 050
2015	1 877	1 142	1 370	7 736	2 962	1 802	2 162	12 212
Total			7 736				12 212	

Fuente: elaboración propia

- Diseño de la trinchera en el terreno escogido por la municipalidad de Fraijanes, para el cual se sugiere un diseño escalonado con la forma de una pirámide maya invertida; esto se debe por el gran tamaño de cada trinchera, pues por la acumulación del agua en tiempos de lluvia evitaría cualquier derrumbe.

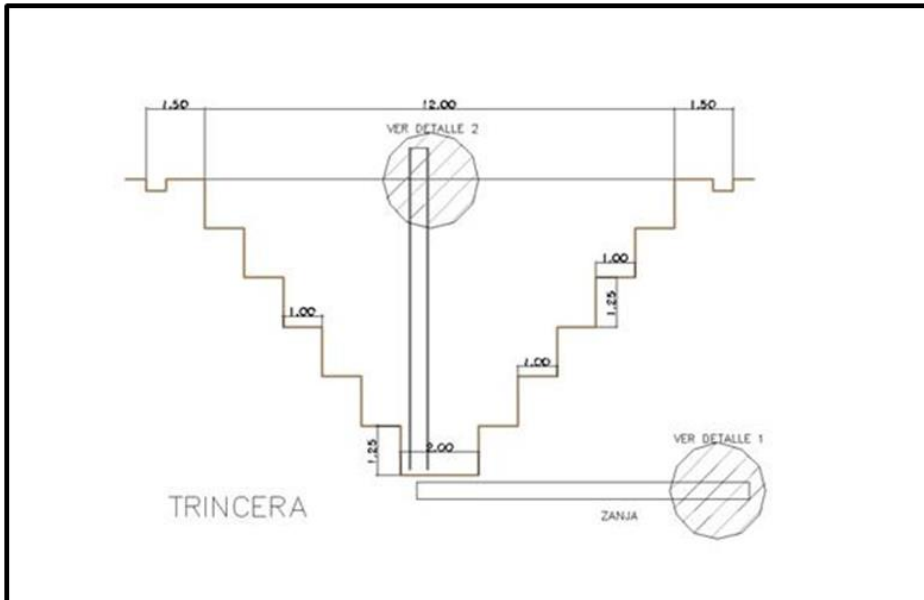
El área aproximada de la trinchera es de:

$(2 \times 1.25) + (4 \times 1.25) + (6 \times 1.25) + (8 \times 1.25) + (10 \times 1.25) + (12 \times 1.25) = 52.5$   
metros cuadrados de sección o de lado.

En el diseño de la trinchera se tiene 68 metros de largo; esto totaliza  $52.5 \times 68 = 3,570$  M<sup>3</sup> por trinchera.

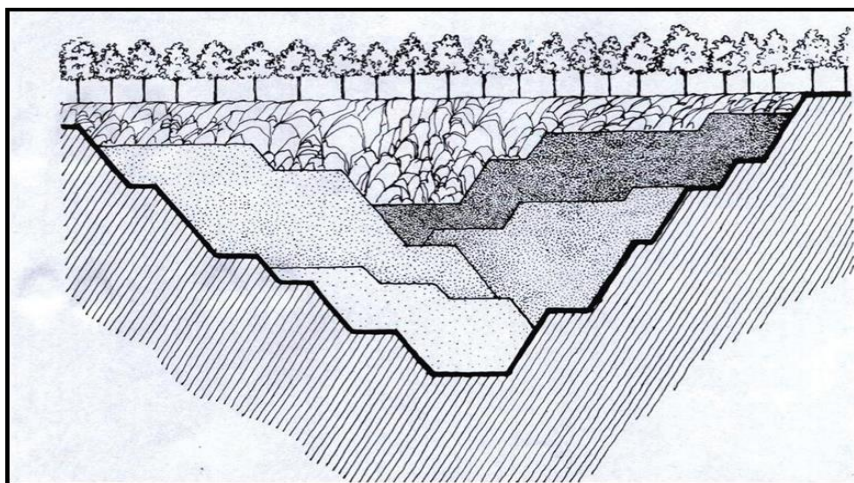
En el terreno se pueden construir un total de 3 trincheras, para tener un total de 10,710 M<sup>3</sup> para el relleno sanitario.

Figura 24. **Sección de trinchera**



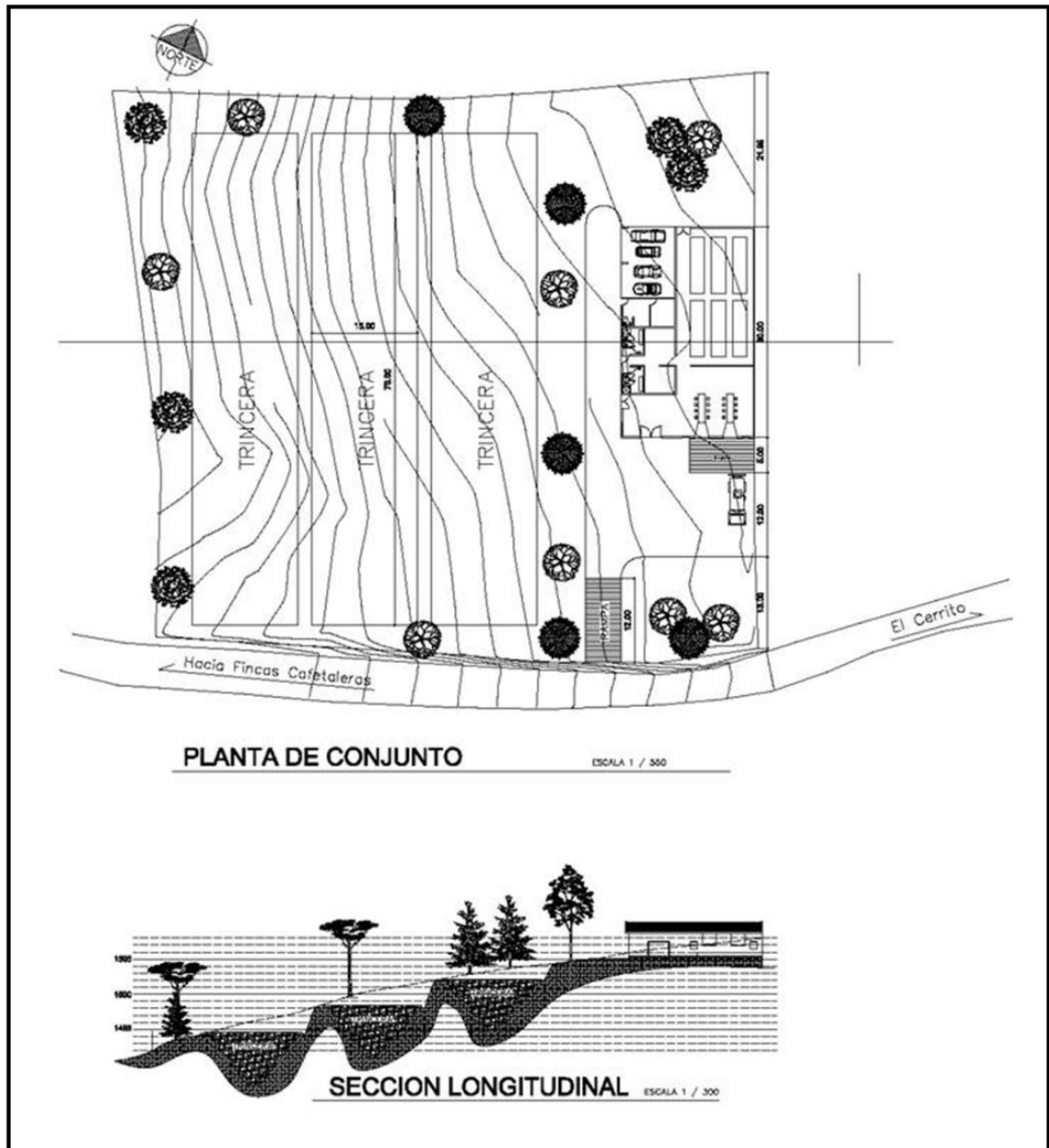
Fuente: elaboración propia.

Figura 25. **Sección transversal de la trinchera**



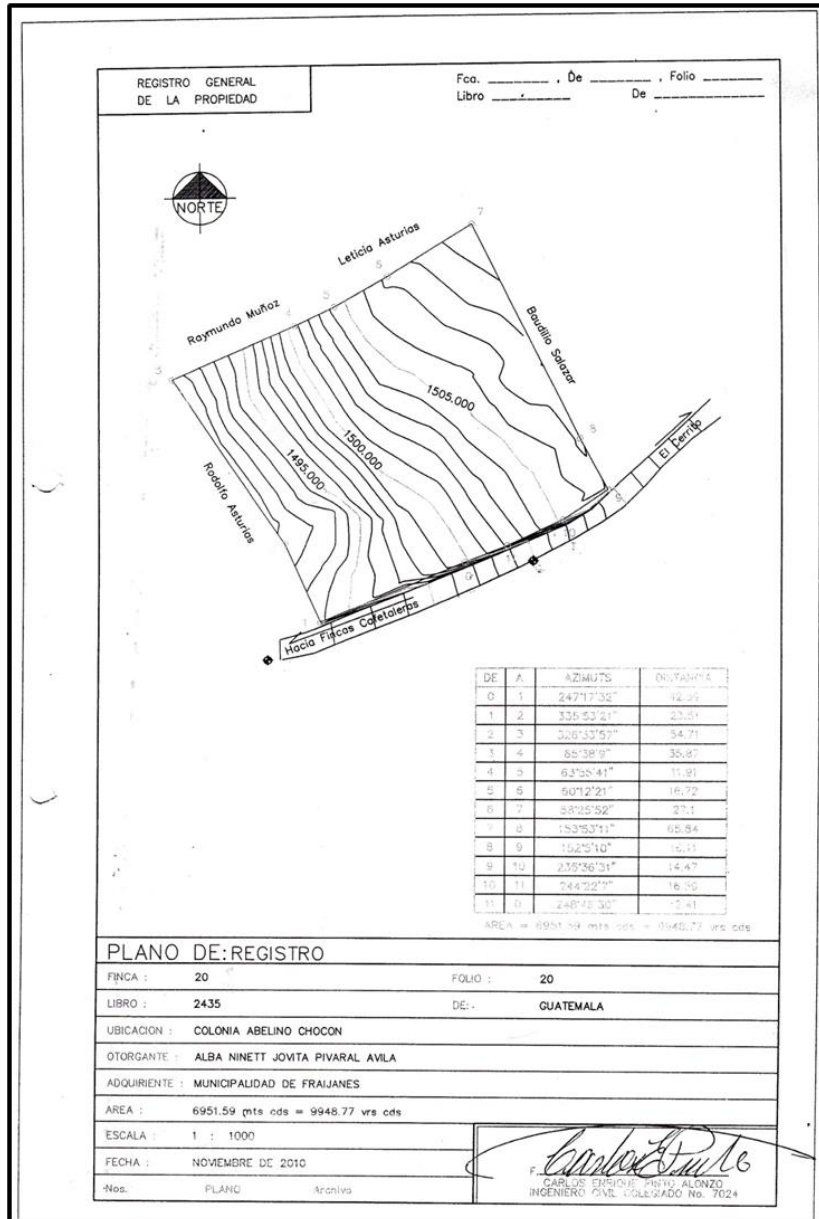
Fuente: elaboración propia.

Figura 26. **Sección longitudinal de las trincheras y planta de conjunto del terreno**



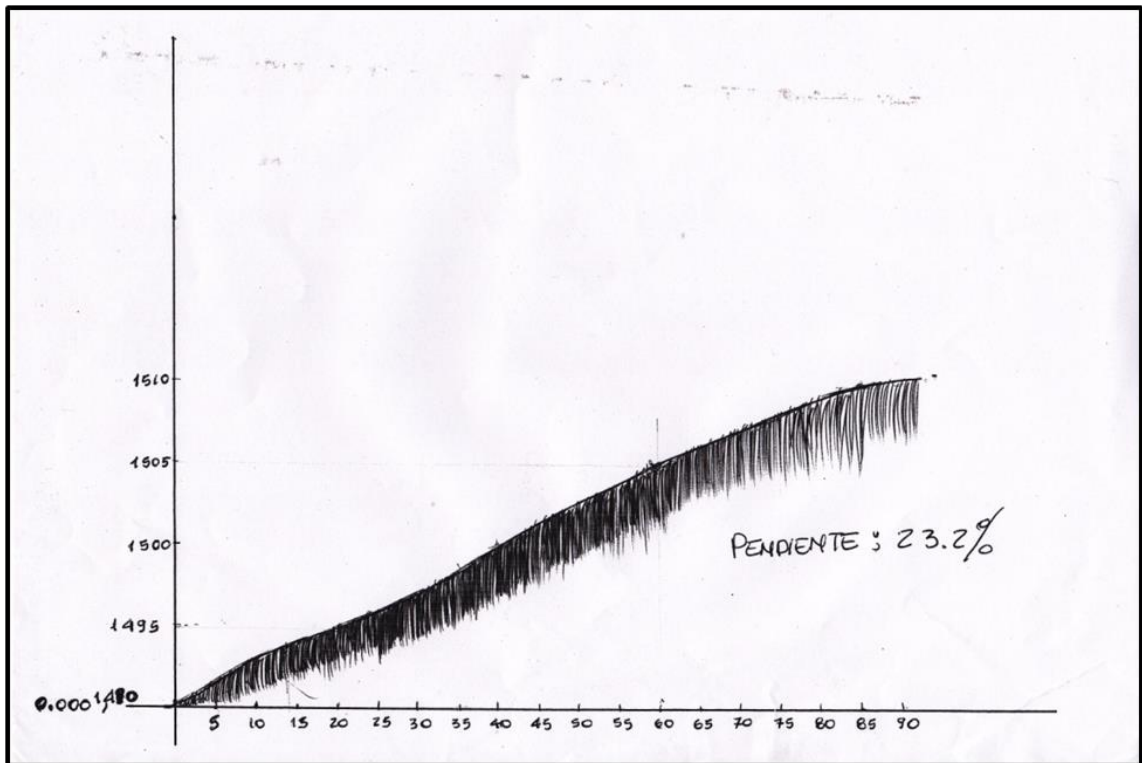
Fuente: elaboración propia.

Figura 27. Registro de la propiedad del terreno donde se realizó el estudio de la planta de reciclaje



Fuente: municipalidad de Fraijanes.

Figura 28. Pendiente del terreno



Fuente: elaboración propia.

### 2.2.2.5. Tratamiento de lixiviados

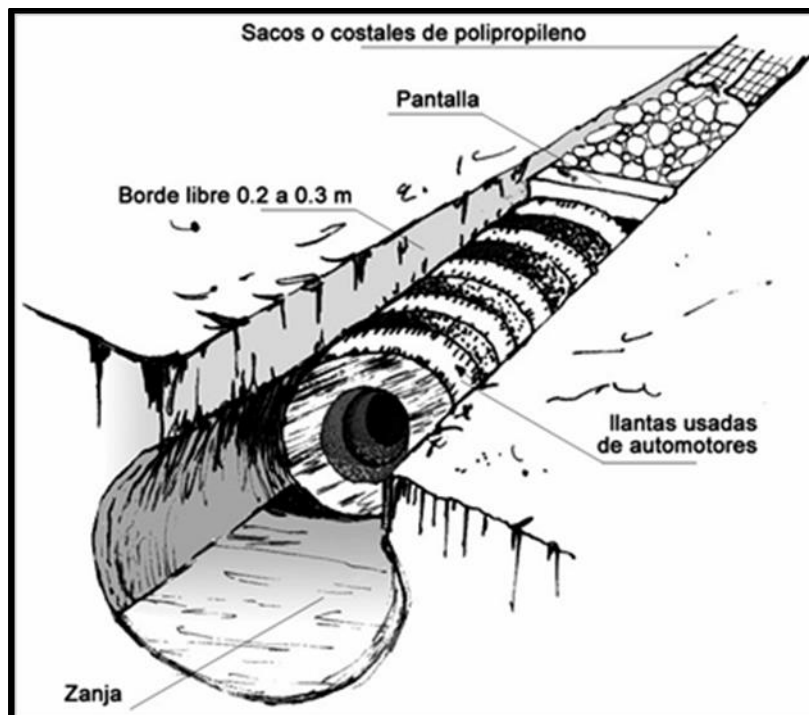
Los desechos orgánicos se manejarán al 100% con el método de *lombricompost* para evitar que lleguen a la trinchera y que estos generen lixiviados.

En la trinchera se colocarán los desechos inorgánicos que no se puedan reciclar, esto para evitar la generación de lixiviados; por seguridad se dejará en el fondo de cada trinchera un drenaje para que se acumule cualquier generación de lixiviados.

Al fondo del relleno sanitario se debe de colocar un drenaje que acumule los lixiviados, el cual puede ser de 60 o 20 centímetros de ancho.

Este canal puede ser llenado de piedras o de llantas automotrices, para que retenga los lixiviados en el interior de las llantas.

Figura 29. **Esquema de drenaje para tratamiento de lixiviados**



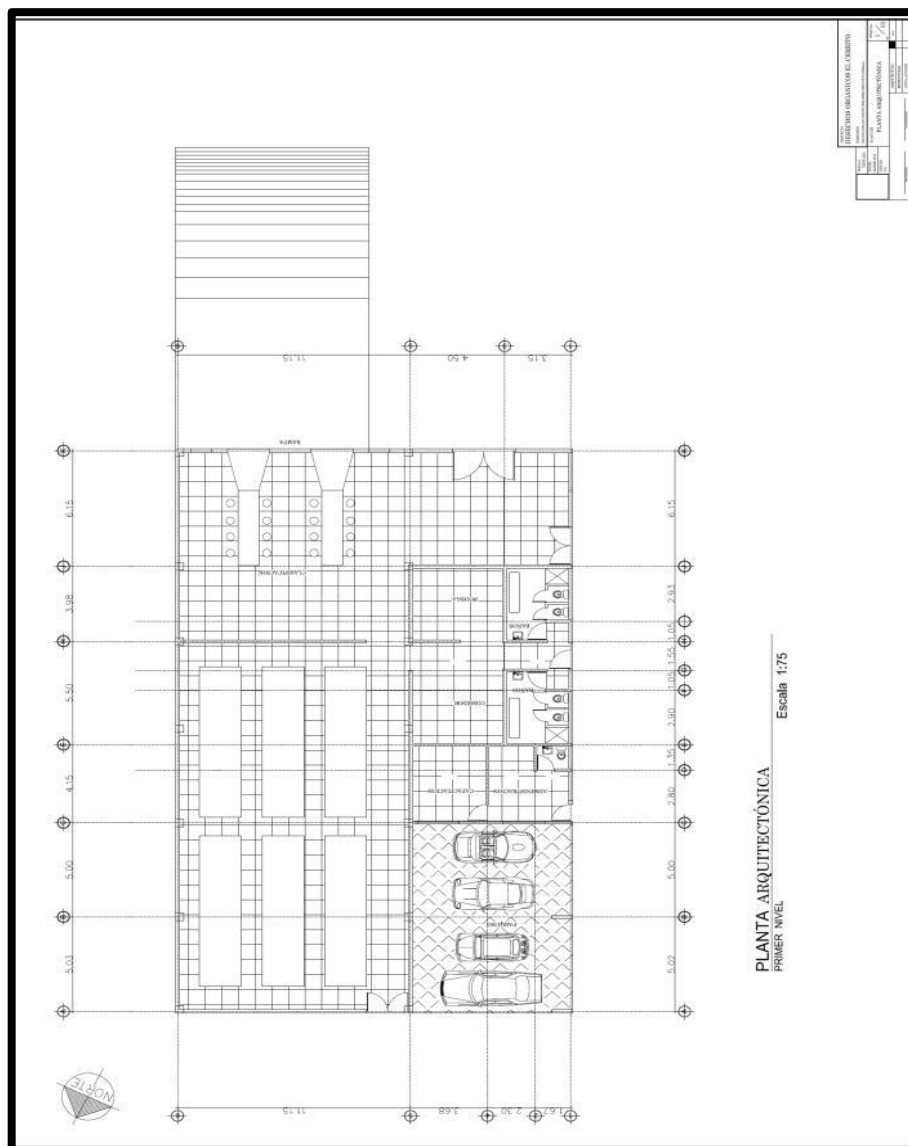
Fuente: <http://www.bvsde.paho.org>. Consulta: e10 de marzo 2012.

### 2.2.3. **Diseño de un plan de reciclaje**

El plan de reciclaje se iniciará con la construcción de la planta de reciclaje y con la implementación de *lombricompost* de franja y casero.

El terreno donde se construirá la planta debe de estar a más de 30 minutos de la ruta tradicional al municipio. La planta de reciclaje tendrá varias operaciones; como se muestran en la siguiente figura.

Figura 30. **Planta de distribución**



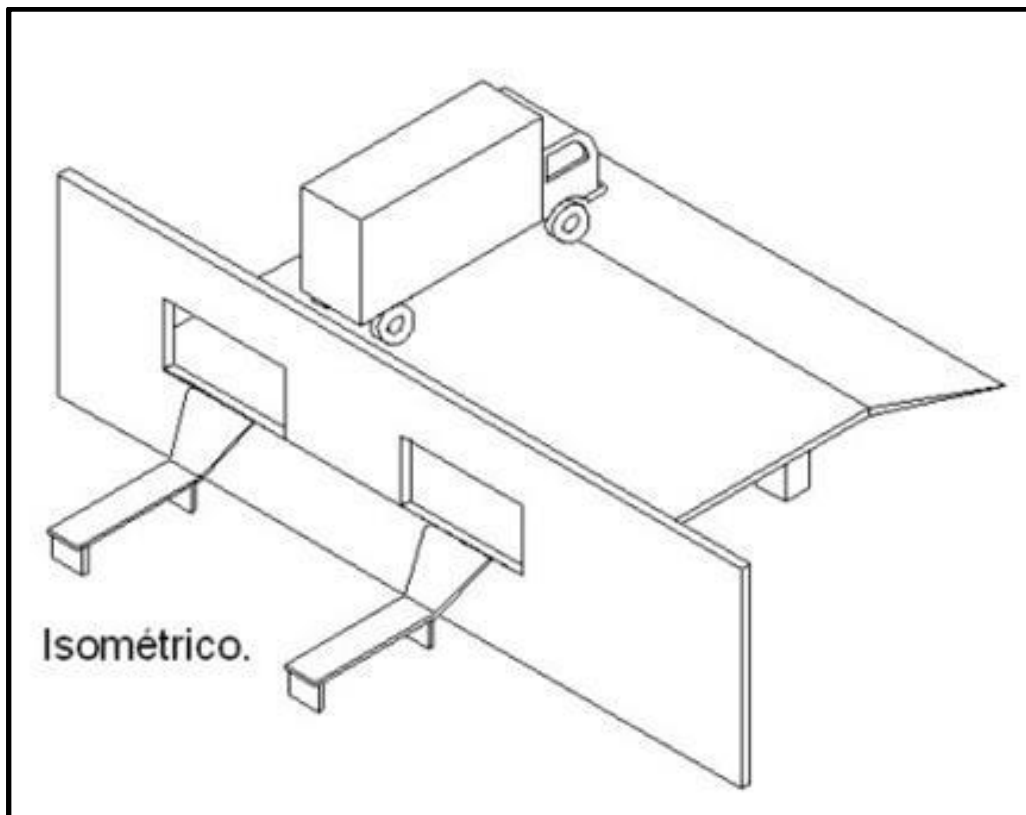
Fuente: elaboración propia.



La planta de distribución tiene las siguientes áreas:

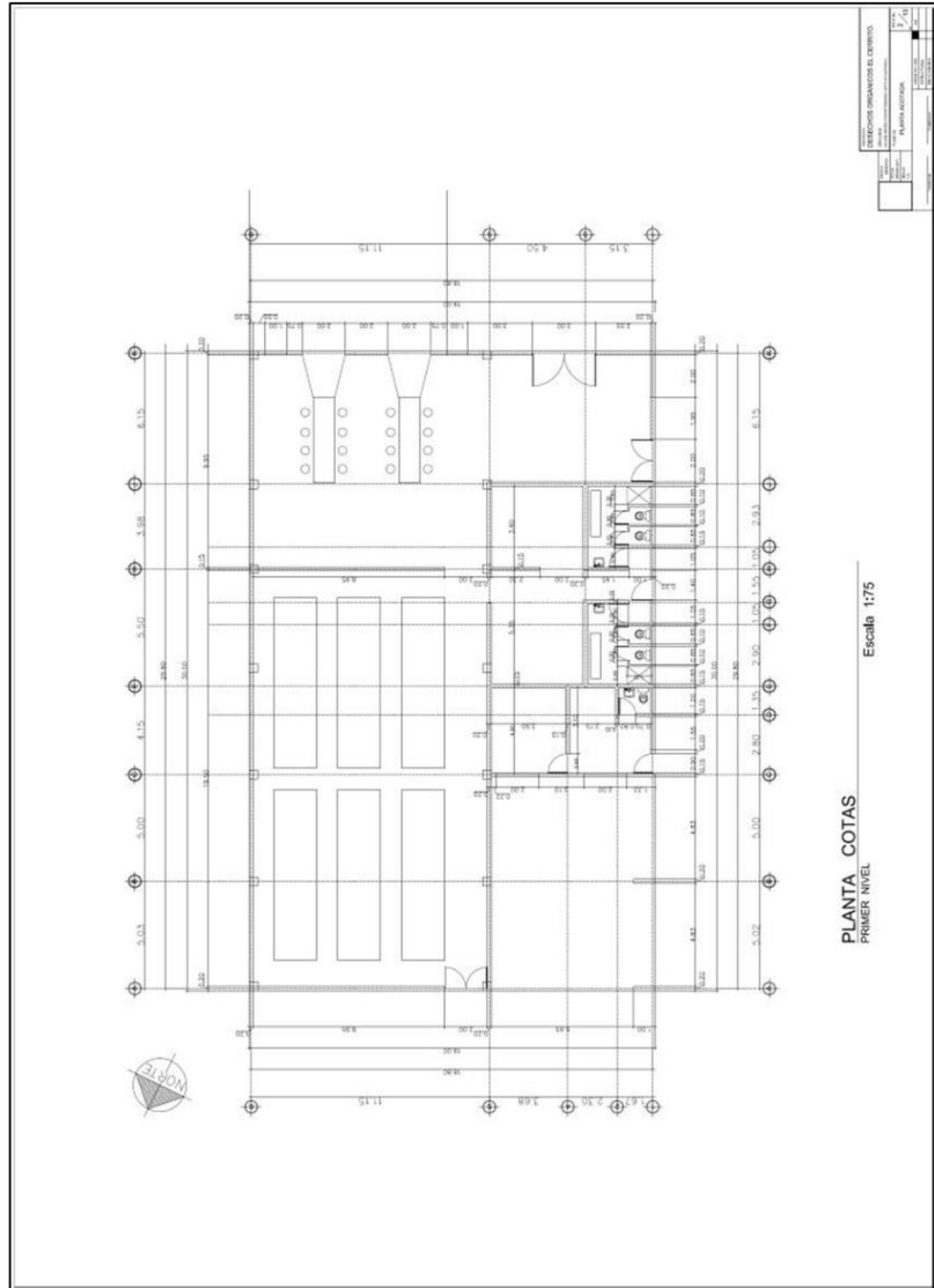
- Área de descarga: es el área en donde los camiones descargan la basura a la planta; está diseñada para que 2 camiones descarguen al mismo tiempo.

Figura. 31. **Isométrico del área de descarga**



Fuente: elaboración propia

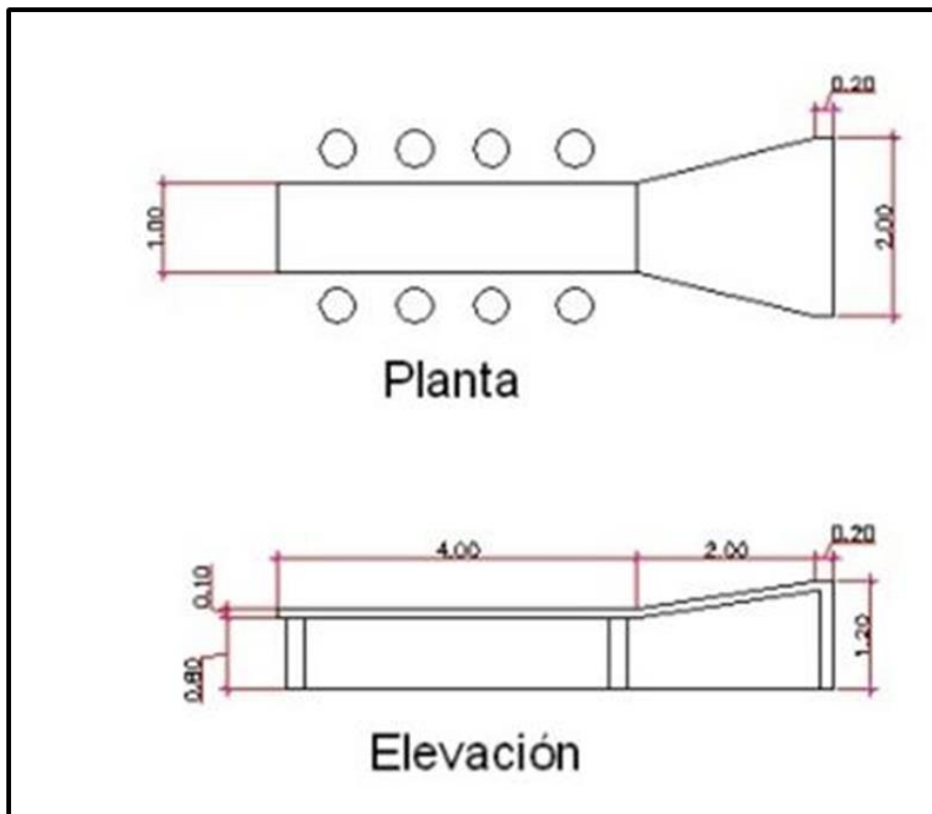
Figura 32. Planta acotada



Fuente: elaboración propia.

- Área separación de desechos orgánicos e inorgánicos: dentro de la planta van a tener dos mesas en las cuales los operarios van separar los desechos. Estas mesas largas serán de concreto para su fácil mantenimiento, bajo costo y larga duración.

Figura 33. **Esquema del área de separación de desechos orgánicos e inorgánicos**



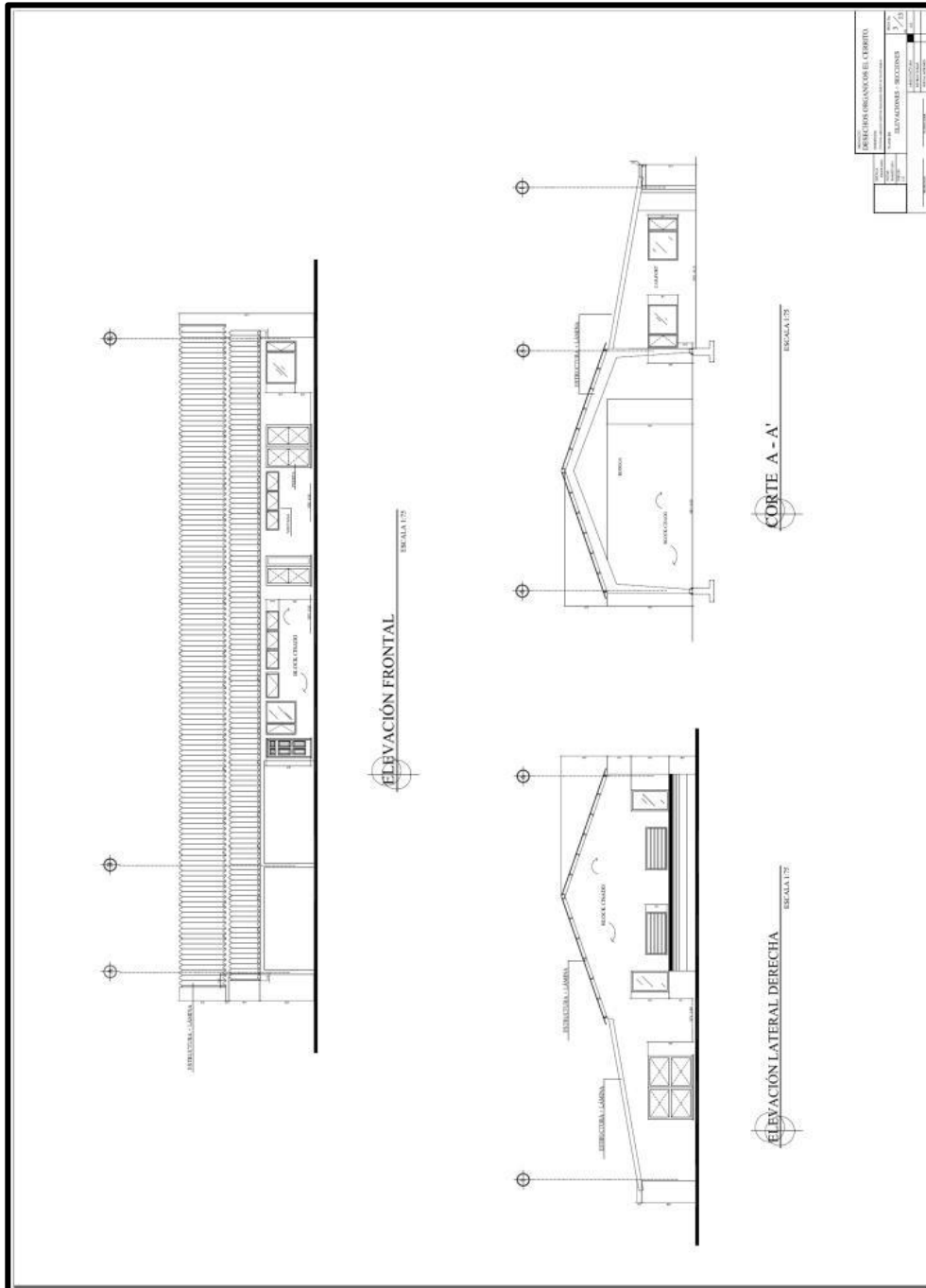
Fuente: elaboración propia.

Figura 34. **Área de separación de desechos orgánicos e inorgánicos**



Fuente: planta de reciclaje en el Irtra de Retalhuleu.

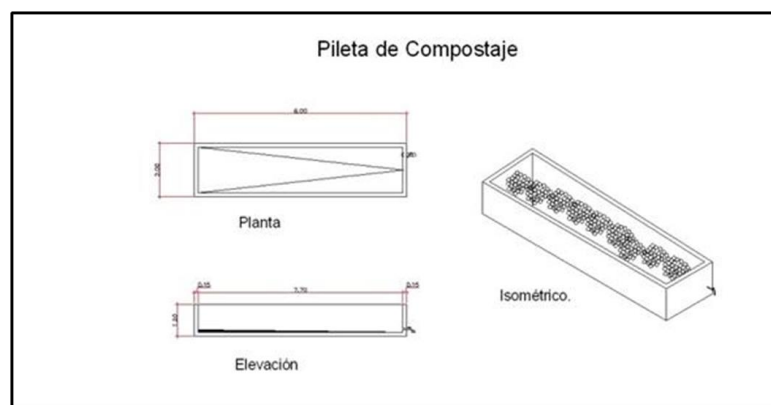
Figura 35. Elevaciones y secciones



Fuente: elaboración propia.

- Área de lombricompostaje: los desechos orgánicos pasarán al área de picado donde una máquina picadora reducirá el volumen de los desechos, para luego ser depositados a las cámaras de lombriz. Cada cámara de lombricompostaje tendrá 16 metros cúbicos.

Figura 36. **Detalle de pileta de compostaje**



Fuente: elaboración propia.

Figura 37. **Compostaje**



Fuente: área de compostaje en la finca de café Bellavista, municipio de Villa Canales.

Figura 38. **Pileta de compostaje**

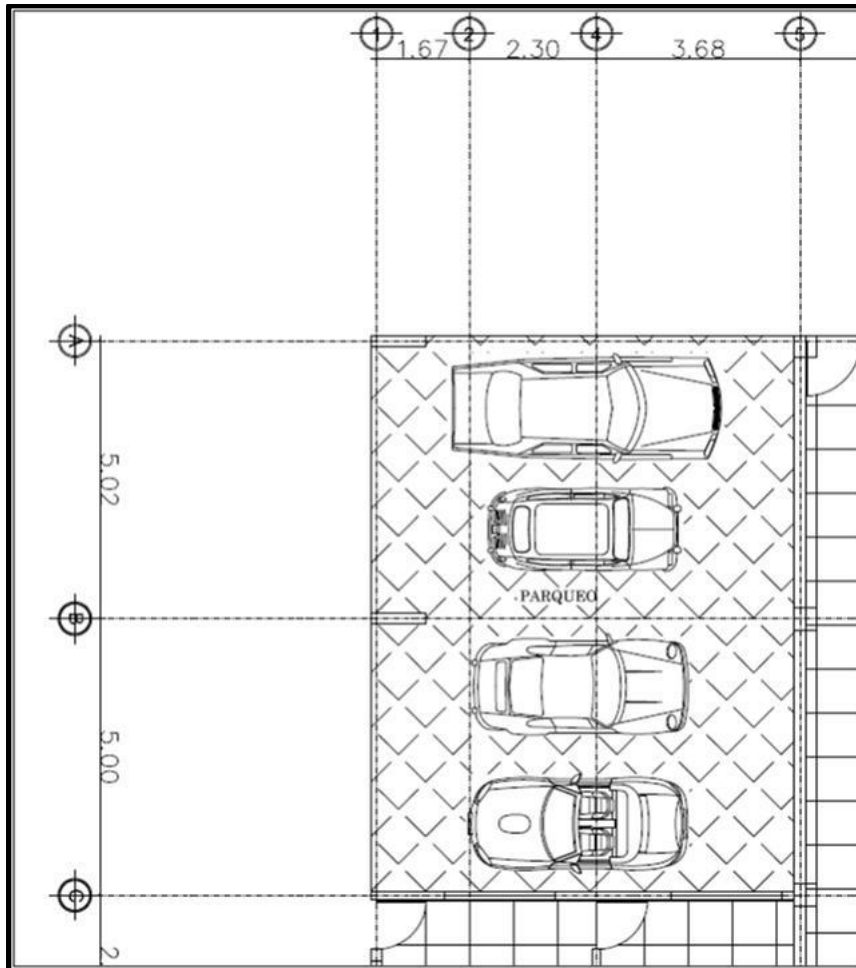


Fuente: área de compostaje en la finca de café Bellavista, municipio de Villa Canales.

- Área de almacenaje de herramientas: en esta sección se colocarán las herramientas manuales de los obreros, las cuales ayudarán a hacer con mayor facilidad el trabajo.
- Área de separación de desechos inorgánicos: en esta sección se separan los desechos que pueden ser vendidos, de los que van directo al relleno sanitario. Generalmente son:
  - Papel y cartón
  - Chatarra y metal
  - Vidrio
  - Plástico
  - Aluminio
- Área de empleados: en esta área los empleados podrán contar con un comedor y baños, en los cuales tendrán su área de duchas y servicios sanitarios, separados para hombres y mujeres.
- Administración y enseñanza: habrá una oficina con baño propio para el administrador y un salón de reuniones y conferencias.
- Relleno sanitario: se contará con tres trincheras las cuales están diseñadas para un tiempo de 5 a 10 años (dependiendo de la basura recolectada).
- Parques: se tendrá un área de parqueo para 4 vehículos bajo techo, y suficiente espacio para buses escolares o más carros.



Figura 39. **Área de paqueos**



Fuente: elaboración propia.

### 2.2.3.1. **Venta de productos reciclados**

Los productos que se pueden recolectar y empacar para la venta serán:

- Libros, cuadernos y hojas: Q 20,00 el quintal
- Botellas pet: Q 20,00 el quintal
- Aluminio: Q 2,50 la libra

- Vidrio: Q 7,00 el quintal
- Papel periódico: Q 20,00 el quintal
- Revistas: Q 15,00 el quintal

### **2.2.3.2. Diseño del área del compostaje**

En esta área se reducirán los desechos orgánicos a humus, para luego ser vendido como abono orgánico.

Las especificaciones técnicas son:

- Debe elaborarse de un material que no deje escapar a la lombriz, recomendado de paredes de block y piso de cemento.
- Para fácil acceso al compost y tener una mayor producción las medidas de cada cámara serán:
  - Altura 120 centímetros
  - Ancho 2 metros
  - Largo 8 metros
  - Generalmente son construidas de block de 10 centímetros de ancho, pues las cargas son mínimas
- Se debe dejar un desnivel del 2% en el piso para que corra el agua que se riega en la cámara. Al final de la cámara se tiene que dejar una salida de agua, para ser recolectada por medio de un depósito plástico. Esta agua es llamada abono floreal; este puede ser aplicado a las plantas por medio de un atomizador o *spray*.

- Las cámaras deberán ser tapadas con plástico negro para que no dejen pasar la luz, pues la lombriz no come cuando hay presencia de luz. El desecho de la lombriz se llama humus, es parecido a la tierra negra y es el abono orgánico que está enriquecido con nutrientes. Generalmente se vende por quintal. El abono se puede aplicar dos veces al año como mínimo.

### **2.2.3.3. Modernizar la recolección de la basura**

Para poder tener una velocidad más rápida en el reciclaje de la basura se debe de educar a los vecinos para poder separar los desechos orgánicos de los inorgánicos desde los hogares; esto representa tener dos basureros.

En colegios, oficinas y centros comerciales se podrá tener basureros con su respectiva clasificación para depositar papel, vidrio, plástico y desechos orgánicos.

Cuando pase el camión de la basura este recogerá la basura ya separada.

### **2.2.3.4. Camión verde**

El camión verde es el que recoge el *lombricompost* producido en los colegios, oficinas, centros comerciales y casas particulares.

También recogerá los desechos orgánicos que no puedan procesar los *lombricompost* caseros.

Figura 40. **Camión para recolección**



Fuente: <http://www.aldeaminera.cl>. Consulta: 12 de marzo 2012.

El camión tendrá divisiones para diferentes desechos, plástico, papel y vidrio.

La producción de *lombricompost* casero ayudará a tener éxito con una mayor rapidez, el reuso de los desechos orgánicos. Se deberá manejar el proyecto en las escuelas, colegios, empresas, condominios, edificios y clubs deportivos.

Las personas que manejen el camión tendrán que dar las capacitaciones, asesorías y visitas necesarias a la comunidad para enseñar el buen uso del *lombricompost* casero (ver figura 16).

#### **2.2.3.5. Camión amarillo**

El camión amarillo seguirá recogiendo basura sin separar, mientras la población como colegios, oficinas y casas particulares tengan la costumbre de reciclar.

Como se mencionó con anterioridad, la idea es separar los desechos desde el hogar, para que los productos no se mezclen y evitar que se manchen o se desperdicien.

Esto no significa que el camión no recoja los dos tipos de basura, siempre y cuando estén separados en dos diferentes bolsas.

#### **2.2.3.6. Costos de instalación**

A continuación se presenta una tabla con los costos de instalación de toda la maquinaria y vehículos a utilizar.

Tabla XI. **Costos de instalación de maquinaria**

Maquinaria	CANTIDAD	OPERACIÓN	PRECIO UNITARIO	COSTO
Bailarina	2	Compactar basura	Q. 17 000,00	Q 34 000,00
Trituradora	2	Deshacer basura	Q. 20 000,00	Q 40 000,00
Camiones	2	Recolección	Q. 140 000,00	Q 280 000,00
Total				Q 354 000,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Capital fijo**

ACTIVOS	COSTO
TERRENO	Q 275 000,00
EDIFICIO	Q 1,021 596,00
MOVIMIENTO TIERRAS	Q 843 948,00
MAQUINARIA	Q 354 000,00
MOBILIARIO Y EQUIPO	Q 15 000,00
PARED PERIMETRAL	Q 223 839,00
DRENAJES TRINCHERAS	Q 18 000,00
TOTAL	Q 2 751 383,00

Fuente: elaboración propia.

Se hará un análisis del valor presente neto para saber si es factible el proyecto.

**Tabla XIII. Ingreso desechos orgánicos**

AÑO	BASURA, Kg X día	Basura orgánica 50 % Kg X día	80% utilización	Basura orgánica en 30 días en Kg.	Producción total de humus 30 % Kg.	Conversión de KG a quintales, X 2.2 / 100	Precio de venta es de Q 60 el quintal al mes	Total al año
2010	16 592	8 296	6 637	199 110	59 733	1 314	Q 78 840,00	Q 946 080,00
2011	17 007	8 504	6 803	204 090	61 227	1 347	Q 80 820,00	Q 969 840,00
2012	17 432	8 716	6 973	209 190	62 757	1 381	Q 82 860,00	Q 994 320,00
2013	17 868	8 934	7 147	214 410	64 323	1 415	Q 84 900,00	Q 1 018 800,00
2014	18 314	9 157	7 326	219 780	65 934	1 451	Q 87 060,00	Q 1 044 720,00
2015	18 773	9 387	7 510	225 300	67 590	1 487	Q 89 220,00	Q 1 070 640,00

Fuente: elaboración propia.

**Tabla XIV. Ingreso de desechos inorgánicos**

Año	Basura Kg X día	Basura inorgánica 50% Kg X día	Basura inorgánica por quintal Kg x 2.2 lbs. / 100 lbs. X quintal X 365 días	80% de utilización	Papel y cartón Q 20.00 X quintal 36.40 %	Plásticos Q 20.00 X quintal 29.20 %	Aluminio Q 250.00 X quintal 2.60 %	Chatarra Q 20.00 X quintal 8.6 %	Vidrio Q 7.00 X quintal 3.20 %	TOTAL
2010	16 592	8 296	66 617	53 294	387 980,00	311 237,00	346 411,00	91 666,00	11 938,00	1 149 232,00
2011	17 007	8 504	68 287	54 630	397 706,00	319 039,00	355 095,00	93 964,00	12 237,00	1 178 041,00
2012	17 432	8 716	69 990	55 992,00	407 622,00	326 993,00	363 948,00	96 306,00	12 542,00	1 207 411,00
2013	17 868	8 934	71 740	57 392,00	417 814,00	335 169,00	373 048,00	98 714,00	12 856,00	1 237 601,00
2014	18 314	9 157	73 531	58 825,00	428 246,00	343 538,00	382 363,00	101 179,00	13 177,00	1 268 503,00
2015	18 773	9 387	75 378	60 302,00	438 999,00	352 164,00	391 963,00	103 719,00	13 508,00	1 300 353,00

Fuente: elaboración propia.

**Tabla XV. Ingreso por la recolección de basura**

Año	Cantidad de casas registradas	Cobro por servicio de recolección de basura	Total
2010	5,926	Q 10,00	59 260,00
2011	5,926	Q 10,00	59 260,00
2012	5,926	Q 10,00	59 260,00
2013	5,926	Q 10,00	59 260,00
2014	5,926	Q 10,00	59 260,00
2015	5,926	Q 10,00	59 260,00

Fuente: elaboración propia.



Tabla XVI. **Total de ingresos**

Año	Ingreso de orgánico	Ingreso de inorgánico	Cobro de basura	Total
2010	Q 946 080,00	Q 1 149 232,00	Q 59 260,00	Q 2 154 572,00
2011	Q 969 840,00	Q 1 178 041,00	Q 59 260,00	Q 2 207 141,00
2012	Q 994 320,00	Q 1 207 411,00	Q 59 260,00	Q 2 260 991,00
2013	Q 1 018 800,00	Q 1 237 601,00	Q 59 260,00	Q 2 315 661,00
2014	Q 1 044 720,00	Q 1 268 503,00	Q 59 260,00	Q 2 372 483,00
2015	Q 1 070 640,00	Q 1 300 353,00	Q 59 260,00	Q 2 430 253,00

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.3.7. Costos de operación

Para hacer un análisis de los costos de operación se realiza la suposición de cierta cantidad de personal dentro de la planta y costos aproximados de consumo de agua, luz y teléfono.

Tabla XVII. **Total de egresos**

RUBRO	COSTO
Teléfono	Q 2 000,00
Luz	Q 1 500,00
Agua	Q 2 500,00
Utensilios varios	Q 2 000,00
Mantenimiento 2 camiones	Q 10 633,00
Total al mes	Q 18 633,00
<b>Total año</b>	<b>Q, 223 596,00</b>
Personal propuesto	Q 294 700,00
Personal trabajando actualmente	Q 529 895,00
Mantenimiento actual 2 camiones, año	Q 127 600,00
<b>Total año</b>	<b>Q 952 195,00</b>
<b>Total de gastos anuales</b>	<b>Q 1 175 791,00</b>

Fuente: elaboración propia.

El análisis de la factibilidad financiera se realiza por medio de la evaluación del flujo de caja y tomando los instrumentos de análisis: valor presente neto, tasa interna de retorno y relación beneficio costo.

Para la elaboración del flujo de caja se siguen los siguientes pasos:

- Elaborar el flujo de caja, tomando en cuenta la proyección de los recursos financieros para la inversión.
- Calcular el valor presente neto, que es un método que toma en cuenta la importancia de los flujos de efectivo en función del tiempo. Consiste en encontrar la diferencia entre el valor actualizado de los flujos de beneficio, de las inversiones y de otros ingresos. La tasa de descuento utilizada es del 24 % anual, que corresponde a la tasa de interés que se encuentra por encima de la tasa promedio a nivel nacional en el sistema bancario, equivalente al 22.70 % anual. Si el VPN es mayor que cero, el proyecto se considera atractivo para invertir.
- Calcular la tasa interna de rendimiento, que es la tasa de descuento que hace que el valor actual de los flujos de beneficio sea igual al valor actual de los flujos de inversión; es decir, la tasa interna de rendimiento será aquel de “r” que verifique la ecuación siguiente:

$$I = R1/(1+r) + R2/(1+r)^2 + \dots + Rn/(1+r)^n$$

I = inversión inicial

R = flujo efectivo futuro por periodo

R = tasa interna de rendimiento

La estimación del valor de la tasa interna de rendimiento se obtiene utilizando un procedimiento iterativo, probando distintos valores para “r” hasta se alcance el valor que verifique la ecuación.

Para calcular la relación beneficio-costos, que indica qué beneficio se va a obtener por cada quetzal invertido en el proyecto. El criterio señala que debe hacerse la inversión si la razón entre el VPN de los ingresos y el VPN de los egresos es mayor que uno.

Para poder establecer el VAN es necesario establecer primero los ingresos y los egresos totales y sus respectivos valores presentes que generará el proyecto para los diversos periodos de vida útil, con una tasa de descuento del 24% anual de la siguiente manera:

Fórmula del valor presente:

$$VP = VF * 1/(1+i)^n$$

Fórmula del valor presente neto:

$$VPN = -Inversión + B1 - C1 / (1+i) + B2 - C2 / (1+i)^2 + ..... + Bn - Cn / (1+i)^n$$

Donde:

VP=valor presente

VF=valor futuro

i=tasa de descuento

n = número de periodos

B=ingresos

C=egresos

I=inversión inicial

Tabla XVIII. **Relación costo beneficio**

Año	Ingresos	Egresos	V.P. ingresos	V.P. egresos	
2010	Q 2 154 572,00	Q 1 175 791,00	Q 1 737 558,00	Q. 948 219,00	Q 978 781,00
2011	Q 2 207 141,00	Q 1 175 791,00	Q 1 435 446,00	Q 764 692,00	Q 1 031 350,00
2012	Q 2 260 991,00	Q 1 175 791,00	Q 1 185 860,00	Q 616 687,00	Q 1 085 200,00
2013	Q 2 315 661,00	Q 1 175 791,00	Q 979 464,00	Q 497 329,00	Q 1 139 870,00
2014	Q 2 372 483,00	Q 1 175 791,00	Q 809 272,00	Q 401 071,00	Q 1 196 692,00
2015	Q 2 430 253,00	Q 1 175 791,00	Q 668 531,00	Q 323 445,00	Q 1 254 462,00
			Q 6 816 131,00	Q 3 551 443,00	

Fuente: elaboración propia.

Valor presente neto:

$$VPN = -Inversión + (VP \text{ ingresos} - VP \text{ egresos})$$

$$VPN = - 2 751 383,00 + (6 816 131,00 - 3 551 443,00)$$

$$VPN = 513 305,00$$

Realizando la evaluación financiera para determinar el rendimiento de la inversión, se obtiene un valor actual neto de Q 513 305,00 con una tasa del 24% anual, que por ser un resultado positivo, se considera como una alternativa negativa para invertir, pero es un proyecto de beneficio social.

La tasa interna de retorno, también es la tasa de rendimiento, es aquella tasa de actualización que hace cero el valor neto de los flujos de un proyecto. Es la tasa de interés con la cual el valor presente de los ingresos netos se hace igual al valor presente de los egresos e inversiones.

La fórmula del VPN es:

$$VPN = BNA - Inversión$$

La TIR es la tasa de interés que el proyecto da al invertir en él, que permite que el BNA, sea igual a la inversión (VAN igual a 0). La TIR es la máxima tasa de descuento que puede tener un proyecto para que sea rentable, pues una mayor tasa ocasionaría que el BNA sea menor que la inversión (VAN menor que 0).

$$I = R1/(1+r) + R2/(1+r)^2 + \dots + Rn/(1+r)^n$$

$$I = Q 2 751 383,00 = Q 978 781,00 / (1+i)^1 + Q 1 031 350,00 / (1+i)^2 + Q 1 085 200,00 / (1+i)^3 + Q 1 139 870,00 / (1+i)^4 + Q 1 196 692,00 / (1+i)^5 + Q 1 254 462,00 / (1+i)^6 = 3 264 689,00$$

Para un interés (i) = 0.12, se tiene un VPN = 1 756 133,00

Para un interés (i) = 0.48, se tiene un VPN = - 785 965,00

Para un valor presente neto=0

La tasa interna de retorno es igual a TIR = 0.37

De acuerdo con el flujo de caja puro del proyecto, se observa que existe un 37% de rentabilidad sobre el capital invertido, tras permitir el reembolso parcial de la inversión inicial.

Cálculo de la relación beneficio / costo, los proyectos de inversión que son mutuamente excluyentes, con sus correspondientes niveles de inversión; se pueden evaluar usando la técnica de beneficio/costo.

Este método utiliza la tasa de descuento para comparar el valor presente neto de los beneficios, dividido entre el valor presente neto de los costos, con el fin de proyectar la rentabilidad del proyecto en términos monetarios.

El criterio de la relación beneficio/costo determina la aceptación o no aceptación del proyecto, si se dan las siguientes condiciones:

- $B/C(i) > 1$ , indica que el proyecto es conveniente
- $B/C(i) = 1$ , indica que el proyecto es indiferente
- $B/C(i) < 1$ , indica que el proyecto no es bueno

Relación beneficio/costo:

Relación B/C = VP ingresos / VP egresos


Relación B/C = Q 6 816 131,00 / 3 551 443,00 = 1.92

Según el criterio de decisión, se puede decir que el proyecto es conveniente, basado en las visitas realizadas al lugar, por medio de las cuales se determino la viabilidad del presente proyecto.


#### **2.2.4. Nuevas normativas**

Para el funcionamiento óptimo de la planta de reciclaje deberá de cumplirse el pago puntual de la recolección de basura (ver figura 30).

Tabla XIX. **Normativa**


<p><b>DEPARTAMENTO DE RECURSOS HUMANOS DEPARTAMENTO MEDIO AMBIENTE PLANIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA NORMATIVAS PARA DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS SÓLIDOS</b></p> <p><b>FECHA:</b> _____</p>	
<p><b>CAPÍTULO I. RECOLECCIÓN DE DESECHOS</b></p> <p>Artículo 1. Es responsabilidad de la municipalidad o las empresas asignadas para realizar la actividad de recolección, retirar todos los desechos que entreguen los usuarios del servicio ordinario o regular.</p> <p>Artículo 2. Si durante el proceso de recolección y transporte los desechos son esparcidos por el prestador de servicio, es obligación de los operarios proceder inmediatamente a recolectarlas.</p> <p>Artículo 3. Es obligación de todo dueño de lote de terreno baldío, mantenerlo cercado, libre de maleza y basura, instalando rótulos dentro del terreno, alusivos a no botar basura. La municipalidad es responsable de hacer cumplir esta disposición.</p> <p>Artículo 4. En caso de que se encuentre a cualquier persona depositando desechos en lotes baldíos, cauces, orillas de la carretera y cuerpos de agua se procederá a sancionar de acuerdo con la ley.</p> <p>Artículo 5. La recolección de los desechos sólidos no peligrosos podrá ser: recolección ordinaria o regular, recolección extraordinaria y recolección especial.</p> <p>a) La municipalidad planificará la actividad de recolección de los desechos tanto de servicio ordinario como de servicio extraordinario, definiendo rutas y horarios, así como la debida comunicación a toda la población. En caso de que la municipalidad contrate a prestadores de servicio o de concesiones, esta deberá aprobar la planificación de las actividades señaladas.</p>	

Continuación de la tabla XIX.


<p><b>DEPARTAMENTO DE RECURSOS HUMANOS</b> <b>DEPARTAMENTO MEDIO AMBIENTE</b> <b>PLANIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA</b> <b>NORMATIVAS PARA DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS</b> <b>SOLIDOS</b> FECHA: _____</p>	
<p>b) El servicio de recolección ordinaria y extraordinaria se realizará de acuerdo con lo planificado en cuanto a cantidad de desechos recolectados, frecuencia de recolección, espacio físico cubierto, equipos disponibles y otros componentes a considerar en la planificación.</p> <p>c) En el servicio de recolección ordinaria y extraordinaria de los desechos sólidos no peligrosos, no se permite la recolección de recipientes que contengan sustancias líquidas, excretas humanas y de animales, plaguicidas, desechos tóxicos, patógenos, combustibles, inflamables, explosivos, volátiles y radioactivos, envases de productos químicos que por su naturaleza sean catalogados como desechos peligrosos.</p> <p>El servicio de recolección especial se realizará de acuerdo con las necesidades prevalecientes en el caso de eventualidades naturales u otras no planificadas.</p> <p>Artículo 6. La recolección de los desechos dispuestos puerta a puerta de las viviendas debe cumplir con lo siguiente:</p> <p>a) Los recipientes deben colocarse al frente de la vivienda, de acuerdo con el horario establecido, antes que los vehículos recolectores pasen por estos sitios.</p> <p>b) El sistema debe ser implementado en zonas residenciales o barrios con infraestructura bien definida, donde el equipo pueda realizar esta actividad.</p> <p>c) En caso de que se usen recipientes retornables, los recolectores deben disponerlos, después de vaciarlos, en el mismo sitio donde se recolectaron los desechos.</p> <p>d) El prestador del servicio deberá establecer horarios y rutas de recolección en cada municipalidad (por zonas, distritos, barrios, otros) de acuerdo con las características propias de cada ciudad, información que se debe dar a conocer a los usuarios de este servicio.</p>	




Continuación de la tabla XIX.

<p><b>DEPARTAMENTO DE RECURSOS HUMANOS</b> <b>DEPARTAMENTO MEDIO AMBIENTE</b> <b>PLANIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA</b> <b>NORMATIVAS PARA DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS</b> <b>SOLIDOS</b> FECHA: _____</p>	
<p>Artículo 7. La recolección de los desechos en puntos de recolección, especificados por la municipalidad, deberá cumplir lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) Cuando las vías son calles principales y transitadas por automotores, se podrá utilizar el sistema de recolección nocturna.</li><li>b) En barrios periféricos y con calles de difícil acceso para los vehículos de recolección, se deberán establecer puntos de recolección equipados con contenedores dimensionados de acuerdo con los volúmenes de producción de desechos del área a servir y ubicados estratégicamente, cubriendo como mínimo un radio de acción de 100 m. La frecuencia de recolección debe ser no mayor de dos días.</li><li>c) Los desechos de mercado deberán ser depositados en pequeños o grandes contenedores, barriles o medios barriles con tapas. Estos deberán estar ubicados en lugares donde no existan concentraciones de personas.</li><li>d) Los desechos de mercados municipales deberán ser recolectados diariamente.</li><li>e) El prestador del servicio de recolección deberá establecer el horario de recolección, y darlo a conocer a todos los usuarios, para que estos dispongan sus desechos antes que el vehículo de recolección pase recogiendo.</li></ul> <p>Artículo 8. El prestador del servicio de recolección de aseo ordinario establecerá la frecuencia óptima de recolección, de tal forma que los desechos sólidos no se alteren o propicien condiciones adversas a la salud de las personas o contaminen al ambiente. La frecuencia de recolección será al menos tres veces por semana.</p> <p>Artículo 9. En centros comerciales la frecuencia de recolección debe ser diaria.</p>	

Continuación de la tabla XIX.

<p><b>DEPARTAMENTO DE RECURSOS HUMANOS</b> <b>DEPARTAMENTO MEDIO AMBIENTE</b> <b>PLANIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA</b> <b>NORMATIVAS PARA DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS</b> <b>SOLIDOS</b> FECHA: _____</p>	
<p>Artículo 10. El prestador del servicio determinará las rutas de recolección más idóneas, las cuales deben ser revisadas y mejoradas por medio de sucesivos ensayos de prueba-error, y corregidas en la práctica, hasta alcanzar la ruta más óptima.</p> <p><b>CAPÍTULO II. TRANSPORTE DE LOS DESECHOS</b></p> <p>Artículo 11. Los vehículos y equipos destinados al transporte de desechos sólidos no peligrosos, se seleccionarán tomando en consideración:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) Cantidad de desechos a transportar</li><li>b) Condiciones topográficas de cada localidad</li><li>c) Condiciones climatológicas del área</li><li>d) Desarrollo de proyectos de reciclaje impulsados por el prestador del servicio de recolección y transporte</li><li>e) Mano de obra calificada para el mantenimiento de los vehículos</li><li>f) Condiciones económicas del municipio</li><li>g) Otros</li></ul> <p>Artículo 12. El prestador del servicio de transporte debe realizar análisis y cálculos para determinar los tipos de equipos de recolección y transporte que utilizará cada localidad para cubrir la demanda del servicio de aseo, se debe calcular el número de vehículos recolectores y la capacidad de cada uno de ellos, así como la frecuencia de recolección, los tiempos de recolección, cuadrilla de recolectores y rutas de recolección. Para la recolección y transporte se pueden utilizar los equipos siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) Los equipos de tracción animal se pueden utilizar para zonas o lugares con condiciones topográficas inaccesibles por vehículos motorizados y áreas suburbanas, con poblaciones menores de 10,000 habitantes.</li><li>b) Vehículos motorizados de pequeña y mediana capacidad, de 1.5 a 4.0 toneladas se permiten utilizar para municipios con poblaciones entre 10,000 – 20,000 habitantes, previendo los gastos económicos</li></ul>	

Continuación de la tabla XIX.

<p><b>DEPARTAMENTO DE RECURSOS HUMANOS</b> <b>DEPARTAMENTO MEDIO AMBIENTE</b> <b>PLANIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA</b> <b>NORMATIVAS PARA DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS SÓLIDOS</b> <b>FECHA:</b> _____</p>	
<p>c) para la operación y mantenimiento respectivo.</p> <p>d) Los equipos motorizados de gran capacidad o mayores de 4 toneladas, se deben utilizar en ciudades con poblaciones mayores a los 20,000 habitantes, los cuales se seleccionarán de acuerdo con las condiciones mencionadas en el numeral 10.1.</p> <p>Artículo 13. No se permite el uso de vehículos y equipos que presenten malas condiciones en la manipulación y transporte de los desechos y que atenten contra la salud y seguridad de los trabajadores y el medio ambiente; los vehículos prestarán el servicio de recolección y transporte hasta que estas condiciones sean corregidas.</p> <p>Artículo 14. El mantenimiento de los vehículos y equipos destinados al transporte y tratamiento de los desechos sólidos, estará a cargo de la municipalidad a través de servicios municipales, salvo los casos que el servicio de recolección y transporte sea a través de contratos.</p> <p>Artículo 15. En los casos de que a los vehículos recolectores se les brinde mantenimiento dentro de los planteles de la alcaldía o de los prestadores del servicio, deberán cumplir en lo que corresponda con las condiciones mínimas requeridas en las normas de gasolinera.</p> <p>Artículo 16. Los vehículos y equipos al terminar la jornada diaria se deben lavar, para mantenerlos en condiciones que no atenten contra la salud y el ambiente de las personas.</p> <p>Artículo 17. Los sitios de lavado de vehículos y equipos utilizados para la recolección, transporte y tratamiento de los desechos sólidos deben ubicarse dentro del sitio de disposición final de los desechos.</p> <p>Artículo 18. Los vehículos destinados al transporte de tierra, escombros, papeles o cualquier otro material que pueda ser esparcido por el viento, deberán proveerse de los mecanismos necesarios para garantizar el</p>	

Continuación de la tabla XIX.

correcto transporte y aislamiento de dichos materiales.

Artículo 19. Todos los vehículos de recolección y transporte deben estar rotulados con el emblema visible de la alcaldía, en caso que el sistema sea dado en contrato, los vehículos deberán tener el emblema del dueño y de la municipalidad respectivamente.


Artículo 20. Los vehículos de recolección y transporte de desechos sólidos no peligrosos deberán ser utilizados únicamente para desarrollar esta actividad.

Artículo 21. Para la recolección y transporte de los desechos sólidos peligrosos se pueden utilizar:

Carretillas de mano, carretillas haladas por animales, carretillas de pedal, carretillas motorizadas, triciclos motorizados.

- a) Se permite el uso de carretillas de mano en recolección casa a casa, en particular recolección a lo largo de calles angostas.
- b) El radio típico de operación de una carretilla será como máximo de 2 km. Se establecerá una estación de transferencia para la recolección y transporte a la disposición final.
- c) La recolección impulsada únicamente por el esfuerzo humano, a través de bicicletas, triciclos, carretones, puede utilizarse para limpieza de calles, áreas suburbanas, barrios pequeños menores a 5,000 habitantes.
- d) Solo personal autorizado por la municipalidad podrá prestar el servicio de recolección, transporte y disposición final en lugares previamente autorizados.
- e) Deberán usarse camiones compactadores cuando por las condiciones propias de la ciudad o municipio sea necesario compactar grandes cantidades de desechos y los volúmenes deban ser compactados o reducidos de  $\frac{1}{2}$  a  $\frac{1}{4}$  del volumen.
- f) Se podrán usar tractores con tráiler en áreas cercanas al relleno, en calles quebradas y en conjunto con los servicios de limpieza de calles.
- g) Se deben usar camiones contenedores en áreas donde las cantidades de desechos así lo requieran, principalmente en mercados y grandes centros comerciales.

Continuación de la tabla XIX.

<p><b>DEPARTAMENTO DE RECURSOS HUMANOS</b> <b>DEPARTAMENTO MEDIO AMBIENTE</b> <b>PLANIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA</b> <b>NORMATIVAS PARA DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS</b> <b>SOLIDOS</b> <b>FECHA:</b> _____</p>	
<p>Artículo 22. Las medidas de higiene y seguridad de los trabajadores en el transporte de los desechos sólidos no peligrosos, deben cumplir con las normativas establecidas para este tipo de actividad.</p> <p>(f) _____ ALCALDE</p> <p>(f) _____ (f) _____ VICEALCALDE ENCARGADO MEDIO AMBIENTE</p>	

Fuente: elaboración propia.

#### **2.2.4.1. Recaudación del cobro del servicio**

La recaudación de la basura debe hacerse de diferentes maneras para que las personas se sientan motivadas a realizar el pago, como por ejemplo:

- Con un solo pago anual de Q 120.00 (Q 10.00 al mes); dando un descuento del 10 %, el pago total sería de Q 108.00.

- Regalar un mes si pagan el año completo, el pago total sería de Q 110.00.
- La otra posibilidad sería cobrar el agua junto con la basura, esto obligaría a la población a pagar este servicio.

#### **2.2.4.2. Clausura de basureros ilegales**

Otro problema de la generación de la basura es el crecimiento de basureros clandestinos, los cuales producen un gran problema a los vecinos cercanos.

Parte del trabajo de la municipalidad será la clausura de los basureros clandestinos, los cuales ya están identificados; estos son 8 basureros. Cercar, limpiar y señalizar para que nadie más pueda usar estos terrenos para este propósito.

Figura 41. **Señalización de prohibición de botar basura**



Fuente: [www.cuidamoselmedioambiente.com](http://www.cuidamoselmedioambiente.com). Consulta; 14 de marzo de 2012.

### 2.2.4.3. Multas por no cumplir con las normas

A veces las multas son difíciles de cobrar cuando no está estipulado en los reglamentos de la municipalidad.

Pero sí se pueden cobrar multas por daño a la propiedad pública.

Figura 42. **Multas por incumplimiento**



Fuente: Boca del Toro, comarca Ngobe-Bulé, Panamá.

## **2.2.5. Utilización del biogás**

A continuación se muestran algunas de las formas en que se puede aprovechar el biogás.

### **2.2.5.1. Utilización del biogás en el relleno sanitario**

Se puede utilizar biogás si en el relleno sanitario no se hace la separación de productos orgánicos e inorgánicos, los cuales hacen que se genere el mismo.

Se hace necesario separar los desechos orgánicos de los inorgánicos, para una mejor reutilización de los productos.

Se trata de que los desechos que lleguen al relleno sean los que ya no se pueden reciclar o reutilizar; sin embargo siempre se dejarán chimeneas para los gases de escapen.

Otro factor será que el relleno sanitario se llenará a un ritmo más lento de los que existen en las grandes ciudades.

### **2.2.5.2. Utilización del biogás en la planta de tratamiento de agua**

La planta de tratamiento de agua es un biodigestor. Los biodigestores son un medio de tratamiento de las excretas de animales y de otros tipos de desechos orgánicos con la ayuda de bacterias y un proceso bioquímico se biotransforma la materia orgánica; todo esto se realiza en un medio sin oxígeno (anaeróbico).



Son muchos los beneficios que se obtienen al utilizar los biodigestores. Entre los más importantes se pueden mencionar los siguientes:

- Proporcionan combustible (biogás) para suplir las necesidades energéticas, incrementando la producción de energía renovable y de bajo costo.
- La planta de tratamiento ya tiene respiraderos, los cuales se puede conectar tubería para poder dirigir el gas hacia un generador eléctrico o hacia una estufa para poder cocinar.

Antes de esto se coloca un manómetro piezómetro, el cual es un instrumento útil y necesario para saber la presión (PSI) que se genera. Este se coloca en una caseta de monitoreo de combustión. La caseta de monitoreo de combustión sirve para ver la calidad de llama que está generando el biogás producido.

Para obtener un biogás de calidad y las equivalencias que se mencionarán, es importante la filtración de biogás y trampas de agua.

- La composición del biogás está compuesta de varios ácidos volátiles, como el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ), ácido sulfhídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ), este al mezclarse con agua reacciona como ácido sulfúrico que es altamente corrosivo.
- El filtro de  $\text{CO}_2$ : puede utilizarse un tubo de PVC de 3", al cual se le introduce agua con cal viva.

- El filtro de  $H_2S$ : puede utilizarse un tubo PVC 3" al cual se le introduce viruta metálica (hierro colado o dulce); en ambos casos se hace pasar el biogás a través de estos filtros.
- Trampa de agua: utilizar tubería de ½" de PVC en forma de U con llave en la parte de baja y drenar a diario, esto por condensación del agua.

Ya con el gas filtrado se puede utilizar para cocinar o generar energía eléctrica por medio de un generador.

Figura 43. **Planta de tratamiento de agua**



Fuente: planta de tratamiento de agua, aldea El Cerrito.

Figura 44. **Desfogue al río**



Fuente: planta de tratamiento de agua, aldea El Cerrito.

Figura 45. **Tanques de tratamiento**



Fuente: planta de tratamiento de agua, aldea El Cerrito.

### **2.2.6. Innovaciones tecnológías en el ahorro en la iluminación y agua**

La implementación de tecnología nueva como la iluminación LED (por sus siglas en inglés *Light Emitting Diode*), por su bajo consumo y alta eficiencia, ya que casi el 90 % de la electricidad que consumen los LEDs es transformada en luz, frente a solo el 10 % en los sistemas de iluminación tradicional.

Los sistemas de iluminación por LEDs pueden llegar a suponer hasta en 80% de ahorro en el consumo eléctrico debido a iluminación, a la vez que su vida es mucho más larga que la de las bombillas tradicionales, lo que puede acabar transformándose en otro ahorro adicional al no requerir mantenimiento, solo sustitución periódica.

No es necesario el cambio de lámparas o instalaciones eléctricas, pues las conexiones son estándar a los sistemas actuales. Simplemente hay que cambiar las bombillas incandescentes, ahorrativas por una LED que tenga el mismo encastre.

Hasta las 50,000 horas de uso es cuando su flujo decae por debajo del 70 % del inicial, esto es 6 años en una aplicación de 24 horas diarias los 365 días del año.

Los LEDs tienen las siguientes ventajas:

- Vida larga de 100 mil a 50 mil horas de uso o más 10 años de uso ininterrumpido, a comparación de las 1,000 horas de vida de las lámparas normales y 8,000 horas de vida de las lámparas ahorrativas o fluorescentes

- Bajo mantenimiento
- Elimina costo de remplazo de lámparas
- Reduce el costo mantenimiento del producto
- Bajo consumo de energía eléctrica, hasta 80 % de ahorro
- Puede iluminar espacios reducidos
- Es controlado digitalmente
- No hay pasos escalonados entre efectos
- 100 % ecológicas, no contiene mercurio tóxico, cosa que sí sucede en los CFLs o fluorescentes
- No existe rotura ni fallos por fundido, sino que su degradación es gradual a lo largo de su vida
- Gama completa de colores
- Ángulos de iluminación para múltiples efectos
- Baja generación de calor
- Pueden trabajar en corriente continua en rango de 5 a 12 voltios y alterna de 120 voltios
- Pueden ser alimentados a partir de baterías portátiles, pilas o aun un panel solar
- Tamaño pequeño
- Resistentes golpes

Las bombillas incandescentes utilizadas comúnmente derrochan energía porque gran parte de la energía que se invierte se transforma en calor en lugar de luz. Los tubos fluorescentes tienen el problema de no ser instantáneos en su encendido, además de producir una luz poco natural.

### 2.2.6.1. Ventajas del ahorro energético

Fraijanes pertenece al distrito central donde se acumula la mayor cantidad de personas e industrias. Cualquier reducción del consumo eléctrico ayudará a que se genere menos demanda y esta debe ser utilizada en otros lugares, sin incrementar el costo.

Por la reducción significativa de consumo de energía se podría negociar con la Empresa Eléctrica para que bajara el precio de KW/hora en el municipio. Esto llamaría la atención a la industria que podrían emigrar al municipio y bajar sus costos operativos; por consiguiente se aumentaría la recaudación de impuestos, activaría la economía por la demanda de recursos.

Los costos del cambio de tecnología se tienen que compartir junto con los vecinos y la municipalidad, obteniendo financiamiento con BANRURAL.

Tabla XX. **Costo de energía eléctrica en Centroamérica, hasta abril del 2010**

PAÍS	COSTO KILOWATT / HORA
GUATEMALA	\$ 0,2168
HONDURAS	\$ 0,2097
NICARAGUA	\$ 0,2097
COSTA RICA	\$ 0,1815
EL SALVADOR	\$ 0,1732
PANAMÁ	\$ 0,2111

Fuente: Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE).

### 2.2.6.2. Costo de cambio de tecnología

El valor de una lámpara LED para alumbrado público es de \$ 770.00, si se tiene encendida 12 horas diarias se recupera la inversión en 3 años, y el tiempo de vida de la lámpara es de 13 años, aproximadamente. Para el cambio en empresas o viviendas que cuentan con focos LEDs de 7 vatios tiene un valor de \$ 35.00, que equivalen a focos incandescentes de 60 vatios o ahorradoras de 15 vatios. También se cuenta con LEDs de 9 vatios que equivalen a 75 vatios incandescentes y 18 vatios de ahorradoras con un valor de \$ 40,00. El cambio de tecnología al principio es elevado, lo cual se recupera con el ahorro diario y la larga duración de las lámparas LEDs.

### 2.2.6.3. Ahorro del consumo en iluminación

La siguiente tabla muestra el ahorro que se puede tener en una casa promedio con 10 bombillos encendidos 12 horas al día.

Tabla XXI. **Comparativo LEDs contra incandescentes con 10 bombillas**

LEDS CONTRA INCANDESCENTES		
COSTOS OPERACIONALES	10 LED de 5 vatios	10 incandescentes de 60 vatios
Cantidad de vatios X 10 bombillas	50 vatios	600 vatios
Cantidad de vatios X 12 horas al día	600 vatios	7 200 vatios
Cantidad de vatios en 30 días	18 000 vatios	216 000 vatios
Convertir los vatios a Kw/Hr consumidos en 30 días	18 Kw/Hr	216 Kw/Hr
Costo EEGSA X Kw/Hr	Q 1,70	Q 1,70
Consumo mensual	Q 30,60	Q 367,20
Consumo anual	Q. 367,20	Q 4 406,40

Fuente: elaboración propia.

En la siguiente tabla se indica que en una casa que usen 10 bombillas por 12 horas diarias habrá un ahorro de Q 4 039,20; esto es solamente el consumo de energía eléctrica, sin tomar en cuenta los costos de instalación. Para un ahorro total en el transcurso de 11 años, se pueden colocar 50 bombillas Incandescente pues el tiempo de vida es de 2 años, por consiguiente hay 5 sustituciones en 10 años. Las bombillas LED duran hasta 12 años.

Tabla XXII. **Ahorro en el consumo durante 10 años**

COSTOS INSTALACIÓN + OPERACIÓN		
	LED 5 vatios	Incandescente 60 vatios
Costo de la bombilla	\$ 35,00 X 10	\$ 0,625 X 50
Costo de las bombilla	\$ 350,00	\$ 31,25
Costo en quetzales, cambio 8 quetzales por dólar.	Q 2 800,00	Q 250,00
Costo operacional ver tabla 2.13	Q 367,20	Q 4 406,40
Consumo en 10 años	Q 3 672,00	Q 44 064,00
Se suman los costos de instalación y el consumo de 10 años	<b>Q 6 472,00</b>	<b>Q 44 314,00</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. **Comparativo LEDs contra ahorradoras con 10 bombillas**

LEDS contra ahorradoras		
COSTOS OPERACIONALES	LEDs 5 vatios	Ahorradoras 11 vatios
Cantidad de vatios X 10 bombillas	50 vatios	110 vatios
Cantidad de vatios X 12 horas al día	600 vatios	1 320 vatios
Cantidad de vatios por 30 días	18 000 vatios	39 600 vatios
Convertir los vatios a Kw/Hr consumidos en 30 días	18 Kw/Hr	39,6 Kw/Hr
Costo EEGSA X KW/Hr	Q. 1,70	Q. 1,70
Costo mensual	Q. 30,60	Q. 67,32
Costo anual	Q. 367,20	Q. 807,84

Fuente: elaboración propia.



El ahorro total en el transcurso de 11 años: al colocar 50 bombillas ahorradoras pues el tiempo de vida es de 2 años, por consiguiente hay 5 sustituciones en 10 años, mientras las bombillas LED duran hasta 12 años.

Tabla XXIV. **Costos de instalación y operación**

COSTOS INSTALACIÓN + OPERACIÓN		
	LED 5 vatios	AHORRADORAS 11 vatios
Costo de la bombilla	\$35,00 X 10	\$ 3,75 X 50
Costo de las bombillas	\$ 350,00	\$ 187,50
Costo en quetzales al cambio 8 quetzales por un dólar.	Q 2 800,00	Q 1 500,00
Costo operacional ver tabla 2.15	Q 367,20	Q 807,84
Consumo en 10 años	Q 3 672,00	Q 8 078,40
Se suman los costos de instalación y el consumo de 10 años	<b>Q 6 472,00</b>	<b>Q 9 578,40</b>

Fuente: elaboración propia.

La siguiente tabla compara las bombillas ahorradoras con las LEDs; en cuanto a ahorro es mucho menor, pues las bombillas ahorradoras en verdad si economiza, pero se hace necesario recordar que dentro de ellas hay 5 miligramos de mercurio, cantidad suficiente para contaminar 5 000 litros de agua y en muchos lugares del mundo las quieren cambiar por la tecnología LED para el 2015.

Figura 46. **Bombillas LED para uso residencial**



Fuente: <http://www.bombilla-leds.com>. Consulta: el 16 de marzo de 2012.

El alumbrado público: Se hace el análisis del alumbrado público con 16,000 lámparas actuales de 400 vatios, el ahorro de la iluminación en un año es bastante considerable para tomar la idea de cambiar las lámparas a LEDs.

Tabla XXV. **Comparativo LEDs contra sodio con 16,000 bombillas de alumbrado público**

LEDs CONTRA SODIO		
COSTOS OPERACIONALES	LEDs 125 vatios	SODIO 400 vatios
16 000 postes alumbrado público	2 000 000 vatios	6 400 00 vatios
Cantidad de vatios X 12 horas al día	24 000 000 vatios	76 800 00 vatios
Cantidad de vatios por 30 días	720 000 000 vatios	2 304 000,000 vatios
Convertir los vatios a Kw/Hr consumidos en 30 días	720 000 Kw/Hr	2 304 000 Kw/Hr
Costo EEGSA por KW/Hr	Q 1,70	Q 1.70
Costo mensual	Q 1 224 000,00	Q 3 916 800,00
Costo anual operacional	Q 14 688 000,00	Q 47 001 600,00

Fuente: elaboración propia.

Esto sin contar el tiempo de duración de una linterna LED, que se aproxima a 10 años, se ahorra un total de 20 196 por año en 10 años sería un total de Q 201 196,00, solamente con 10 linternas si esto se realiza a una escala mayor el ahorro sería tal que se puede implementar más proyectos.

El ahorro total en el transcurso de 11 años: Se colocan 50 bombillas de sodio, el tiempo de vida es de 2.28 años, por consiguiente hay 4 sustituciones en 10 años, mientras las bombillas LED duran hasta 12 años.

Tabla XXVI. **Costos de instalación y operación**

COSTOS INSTALACIÓN + OPERACIÓN		
	LED 125 vatios 16 000 lámparas	SODIO 400 vatios 64,000 lámparas
Costo lámpara	\$ 770,00	\$ 130,00
Costo de 10 lámpara	\$ 770,00 x 16 000	\$ 130 X 64 000
Costo de 16 000 lámparas	\$12 320 000,00	\$ 8 320 000,00
Costo en quetzales al cambio 8 quetzales por un dólar.	Q 98 560 000,00	Q 66 560 000,00
Costo operacional ver tabla 2,17	Q 14 688 000,00	Q 47 001 600,00
Consumo en 10 años	Q 146 880 000,00	Q 636 416 000,00
Se suman los costos de instalación y el consumo de 10 años	<b>Q 245 440 000,00</b>	<b>Q 702 976 000,00</b>

Fuente: elaboración propia.

Figura 47. **Bombillas LED para alumbrado público**



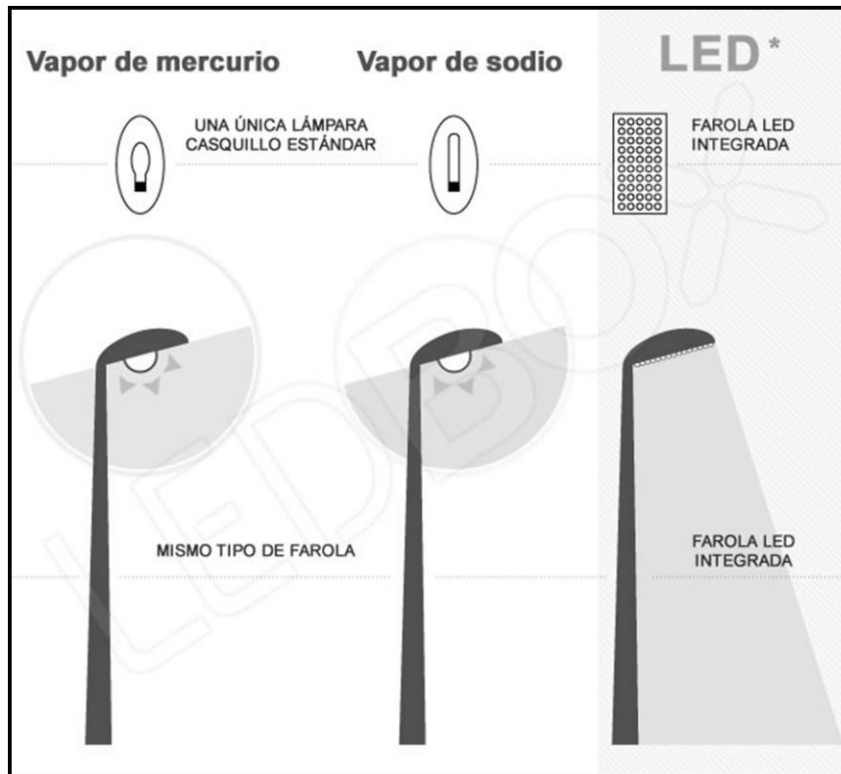
Fuente: <http://www.pge.com>. Consulta: el 16 de marzo de 2012.

Figura 48. **Bombillas LED alimentadas con energía solar y energía eléctrica**



Fuente: <http://www.bombilla-leds.com>. Consulta: el 16 de marzo de 2012.

Figura 49. **Comparativo de iluminación entre las bombillas de mercurio, sodio y LED**



Fuente: [www.ledbox.es](http://www.ledbox.es). Consultada el 16 de marzo de 2012.

#### **2.2.6.4. Ahorro en el consumo de agua**

Generalmente cuando se utiliza agua para uso de higiene personal, se desperdicia hasta el 50 %, porque se deja correr sin usarla, por ejemplo cuando se lava los dientes, las manos, etc.

Cuando se utiliza la ducha se está demasiado tiempo bajo el agua; el tiempo máximo para una ducha debe ser de 4 a 5 minutos.

Con el avance de la tecnología se puede ahora colocar dispositivos en los grifos de las casas, oficinas, edificios, lugares públicos, que mejorarían bastante el ahorro de este vital líquido.

Se presentan a continuación varios tipos de ahorradores de agua:

- Reductores de caudal
- Economizadores de agua
- Sistemas *pusch* o temporizadores
- Economizadores automáticos con sensor infrarrojo
- Orinales economizadores que no utilizan agua
- Sanitario que utiliza un solo litro de agua de descarga
- Sanitario dos formas de descarga

Los reductores de caudal representan la opción más económica y fácil de usar para poder economizar agua en los grifos. Los demás métodos ahorran casi la misma cantidad de agua, pero los costos están fuera del alcance económico de la población.

La reducción de caudal significa una reducción de la cantidad de litros de agua por minuto que pasa por los grifos o duchas; esto sin la disminución de la presión de agua. Por decirlo de otra manera, el agua sale con la presión del grifo con menos cantidad de agua. Generalmente en las duchas hay una entrega de 15 a 25 litros por minuto, sin los reductores; ya instalados los reductores reducen de 8 a 10 litros por minuto. El reductor siempre produce un ahorro, reduciendo el caudal de salida a la mitad.

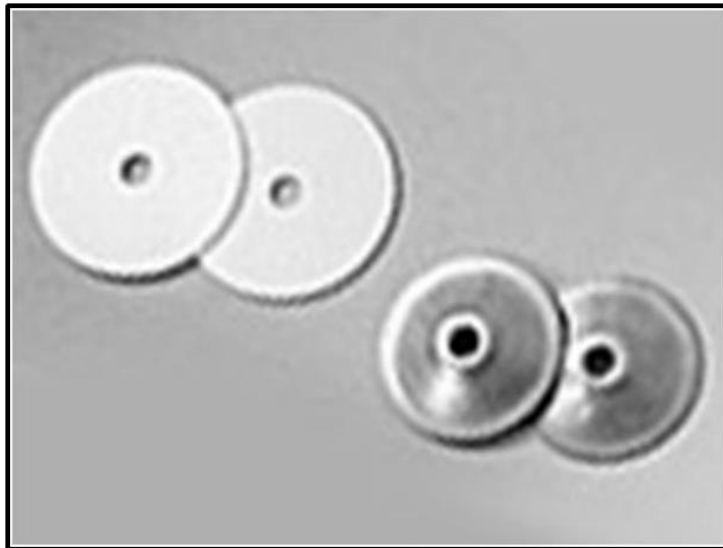
En la ducha hay lugares de presiones de 3 bares; puede haber caudales de 8 litros por minuto.

En otros lugares donde usan bombas, puede llegar la presión a 5 bares; el caudal puede llegar a 17 litros por minuto.

Se calcula un 87 % del agua caliente que se usa en una casa promedio; al reducir el caudal se está reduciendo la cantidad de agua que se tiene que calentar; de esta forma se minimiza el gasto energético; este puede ser energía eléctrica o gas propano. No es lo mismo calentar 50 litros que 25 litros.

Un grifo abierto puede tener un caudal de 16 litros por minuto, sin los reductores, con ellos se puede reducir a 6 litros por minuto. Dando un ahorro de más de un 50%, sin necesidad de eliminar el confort.

Figura 50. **Reductores, costo \$ 1,87**



Fuente: <http://www.solostocks.com.co/>. Consulta: 18 de marzo 2012.

### **3. DISEÑO DE UN PLAN DE CONTINGENCIA QUE PUEDA SER IMPLEMENTADO EN EL MOMENTO QUE LA MUNICIPALIDAD LO REQUIERA**

#### **3.1. Plan de contingencia ante desastres**

Es un acontecimiento que se presenta sorpresivamente y que puede causar un peligro a la salud, a la vida de las personas y a la infraestructura. Una contingencia no atendida puede originar un desastre.

##### **3.1.1. ¿Qué es una contingencia?**

¿Qué es un plan de contingencia?: se refiere a la descripción de las medidas a tomar como contención en situaciones de emergencia derivadas del desarrollo del proyecto, obra, industria o actividad y para situaciones de desastre natural. La contingencia pueden tener los siguientes orígenes:

- Natural
- Tecnológica
- Social

Las naturales se pueden dividir en:

- Geológicas
- Atmosféricas
- Biológicas



Las tecnológicas se pueden dividir en:

- Incendios
- Fugas de sustancias nocivas
- Explosiones
- Derrames

Las sociales se pueden dividir en:

- Accidentes laborales
- Peleas
- Terrorismo

Después de ilustrar los orígenes de las contingencias, a continuación se muestra cómo desarrollar un plan de contingencia, como evaluar estos.

### **3.1.2. Como desarrollar un plan de contingencia**

Se elaborará un resumen que incorpora la evaluación de daños potenciales y detalla las medidas preventivas y la organización de repuesta prevista, así como los medios de control a proveer. Se tendrá que establecer un programa, plan y acciones que realizan los grupos sociales u organizaciones para autoprotgerse y proteger su entorno.

### **3.1.3. Evaluación de riesgos**

La evaluación de riesgo es probablemente el paso más importante en un proceso de gestión de riesgos, y también el más difícil y con mayor posibilidad de cometer errores.

Una vez que los riesgos han sido identificados y evaluados, se aplican los pasos subsiguientes para prevenir que ocurran, protegerse contra ellos y evitar sus consecuencias.

El objetivo fundamental de la evaluación es minimizar y controlar debidamente los riesgos que no han podido ser eliminados, estableciendo las medidas preventivas pertinentes y las prioridades de actuación en función de las consecuencias que tendría su materialización y de la probabilidad de que se produjeran.

La evaluación de riesgos es una actividad que debe ser realizada por personal debidamente cualificado y su procedimiento de actuación debe ser consultado con los representantes de la municipalidad.

Todo ser humano cuenta con alternativas propias de autoprotección, que le permite hacer uso de ellas cuando se encuentra en una situación que lo atemoriza; esto sugiere emplear técnicas antes durante y después de un evento adverso que ayudara a mitigar los riesgos existentes en una zona afectada. Con la puesta en marcha de los planes preconcebidos, se reducirá a un porcentaje bastante considerable, el efecto causado por los eventos adversos.

### **3.1.3.1. Evaluación de sismos**

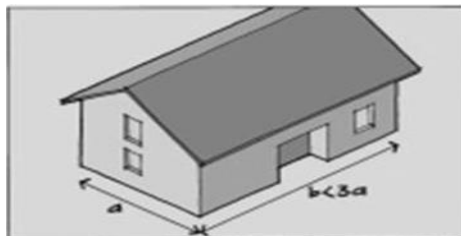
La vulnerabilidad sísmica es la susceptibilidad de la vivienda a sufrir daños estructurales en caso de un evento sísmico determinado.

La vulnerabilidad sísmica depende de aspectos como la geometría de la estructura, aspectos constructivos y estructurales.

La vulnerabilidad sísmica de las viviendas depende de una serie de factores y detalles que deben evaluarse con el mayor cuidado. En la planta de la edificación se dan las siguientes irregularidades:

Vulnerabilidad baja: forma geométrica regular y aproximadamente simétrica. Largo menor que 3 veces ancho. No tiene “entradas y salidas” como las que se muestran en las otras dos figuras, visto tanto en planta como en altura.

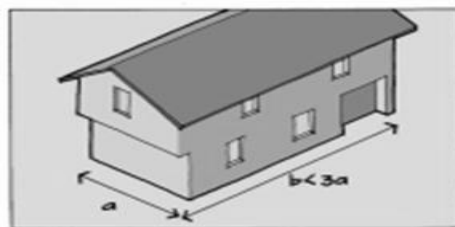
Figura 51. **Vulnerabilidad baja**



Fuente: <http://webserver2.ineter.gob.ni>. Consulta: 20 de marzo 2013.

Vulnerabilidad media: presenta algunas irregularidades en planta o en altura no muy pronunciadas.

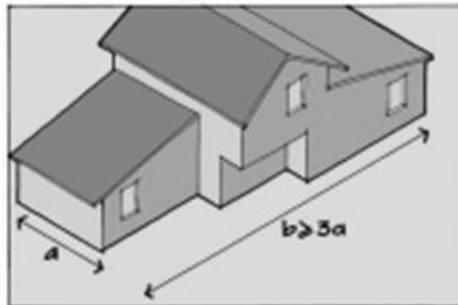
Figura 52. **Vulnerabilidad media**



Fuente: <http://webserver2.ineter.gob.ni>. Consulta: 20 de marzo 2013

Vulnerabilidad alta: el largo es mayor que 3 veces el ancho; la forma es irregular, con entradas y salidas abruptas.

Figura 53. **Vulnerabilidad alta**

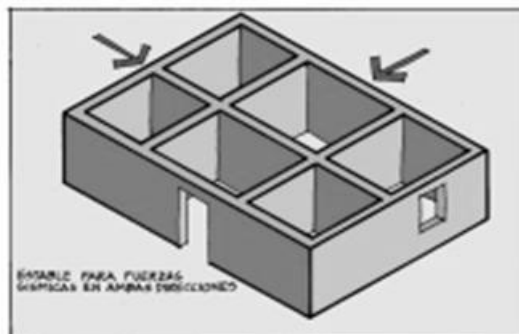


Fuente: <http://webserver2.ineter.gob.ni>. Consulta: 20 de marzo 2013.

La vulnerabilidad en los muros en dos direcciones se da así:

Vulnerabilidad baja: existen muros estructurales en las dos direcciones principales de la vivienda y estos son confinados o reforzados.

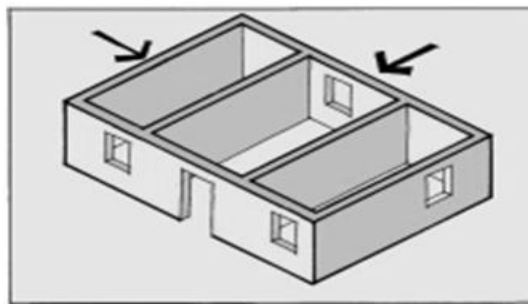
Figura 54. **Vulnerabilidad baja en muros**



Fuente: <http://webserver2.ineter.gob.ni>. Consulta: 20 de marzo 2013.

Vulnerabilidad media: la mayoría de los muros se concentran en una sola dirección aunque existen unos o varios en la otra dirección; la longitud de muros en la dirección de menor cantidad de muros es Ligeramente inferior a la calculada con la fórmula anterior.

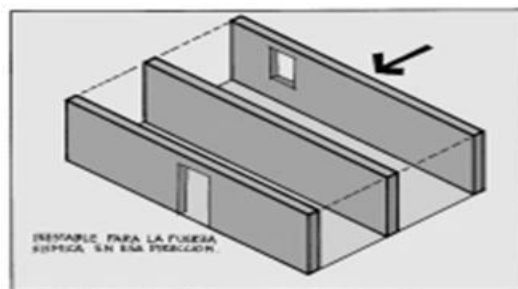
Figura 55. **Vulnerabilidad media en muros**



Fuente: <http://webserver2.ineter.gob.ni>. Consulta: 20 de marzo 2013.

Vulnerabilidad alta: más del 70% de los muros están en una sola dirección; Hay muy pocos muros confinados o reforzados y la longitud total de muros estructurales en cualquier dirección es mucho menor que la calculada con la ecuación anterior.

Figura 56. **Vulnerabilidad alta en muros**

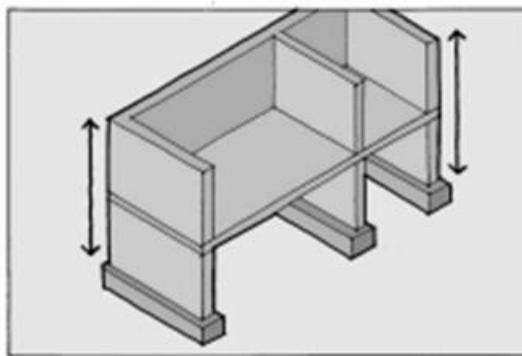


Fuente: <http://webserver2.ineter.gob.ni>. Consulta: 20 de marzo 2013.

Irregularidad en altura:

Vulnerabilidad baja: la mayoría de los muros estructurales son continuos desde la cimentación hasta la cubierta.

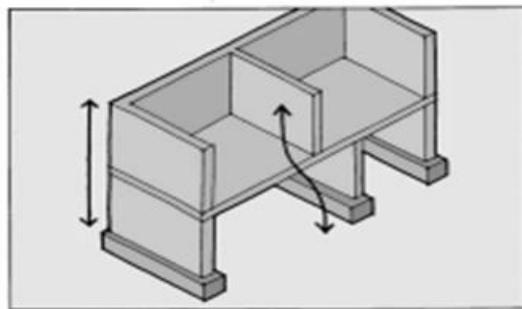
Figura 57. **Vulnerabilidad baja en muros estructurales**



Fuente: <http://webserver2.ineter.gob.ni>. Consulta: 20 de marzo 2013.

Vulnerabilidad media: algunos muros presentan discontinuidades desde la cimentación hasta la cubierta.

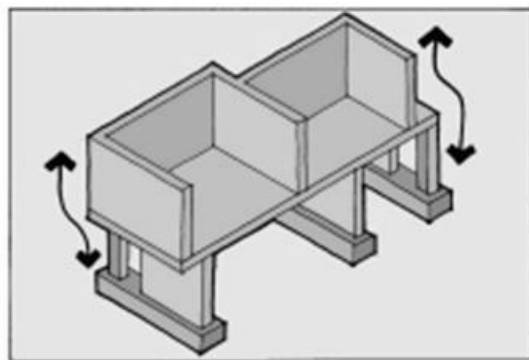
Figura 58. **Vulnerabilidad media en muros estructurales**



Fuente: <http://webserver2.ineter.gob.ni>. Consulta: 20 de marzo 2013.

Vulnerabilidad alta: la mayoría de los muros no son continuos en altura desde su cimentación hasta la cubierta; cambios de alineación en el sistema de muros en dirección vertical y el cambio de sistema de muros en pisos superiores a columnas en el piso inferior.

Figura 59. **Vulnerabilidad alta en muros estructurales**



Fuente: <http://webserver2.ineter.gob.ni>. Consulta: 20 de marzo 2013.

En el aspecto constructivo, puede observarse la calidad de las juntas de pega en mortero:

Figura 60. **Juntas de pega en mortero**

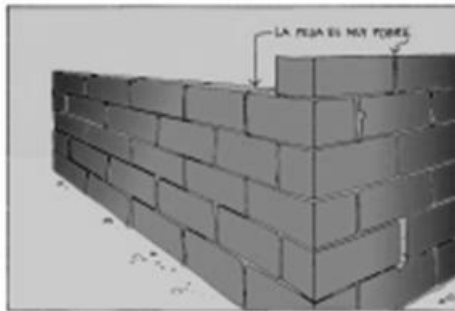


Fuente: <http://webserver2.ineter.gob.ni>. Consulta: el 20 de marzo 2013.

Vulnerabilidad baja: el espesor de la mayoría de las pegas está entre 0.7 y 1.3 cm. Las juntas son uniformes y continuas; hay juntas de buena calidad vertical y horizontal rodeando cada unidad de mampostería y el mortero es de buena calidad y presentan buena adherencia con la pieza de mampostería.

Vulnerabilidad media: el espesor de la mayoría de las pegas es mayor a 1.3 cm o menor de 0.7 cm.; las juntas no son uniformes y no existen juntas verticales o son de mala calidad.

Figura 61. **Vulnerabilidad media en juntas**



Fuente: <http://webserver2.ineter.gob.ni>. Consulta: el 20 de marzo 2013.

Vulnerabilidad alta: la pega es muy pobre entre los bloques, casi inexistente; poca regularidad en la alineación de las piezas; el mortero es de muy mala calidad o evidencia separación con las piezas de mampostería y no existen juntas verticales y/o horizontales en zonas del muro.



Figura 62. **Vulnerabilidad alta en juntas**



Fuente: <http://webserver2.ineter.gob.ni>. Consulta: 20 de marzo 2013.

Tipo y disposición de las unidades de mampostería:

Vulnerabilidad baja: las unidades de mampostería están trabadas; las unidades de mampostería son de buena calidad. No presentan agrietamientos importantes, no hay piezas deterioradas o rotas y las piezas están colocadas de manera uniforme y continua hilada tras hilada.

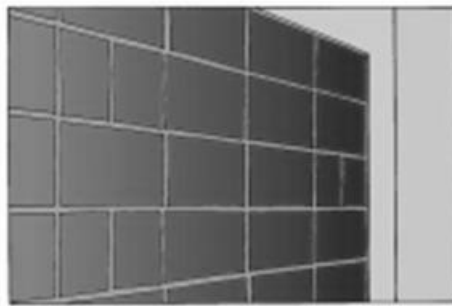
Figura 63. **Vulnerabilidad baja en las unidades de mampostería**



Fuente: <http://webserver2.ineter.gob.ni>. Consulta: 20 de marzo 2013.

Vulnerabilidad media: algunas piezas están trabadas, mientras otras no lo están, siendo la mayoría de la primera clase; algunas piezas presentan agrietamiento o deterioro y algunas piezas están colocadas de manera uniforme y continua hilada tras hilada.

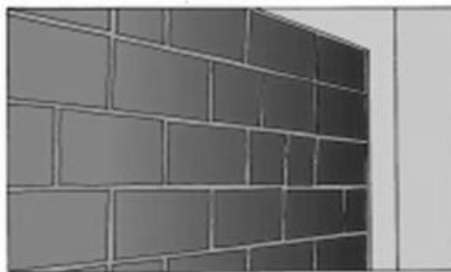
Figura 64. **Vulnerabilidad media en las unidades de mampostería**



Fuente: <http://webserver2.ineter.gob.ni>. Consulta: 20 de marzo 2013.

Vulnerabilidad alta: las unidades de mampostería no están trabadas (petaca); las unidades de mampostería son de muy mala calidad. Se presentan agrietamientos importantes con piezas deterioradas o rotas y las piezas no están colocadas de manera uniforme y continua hiladas tras hiladas.

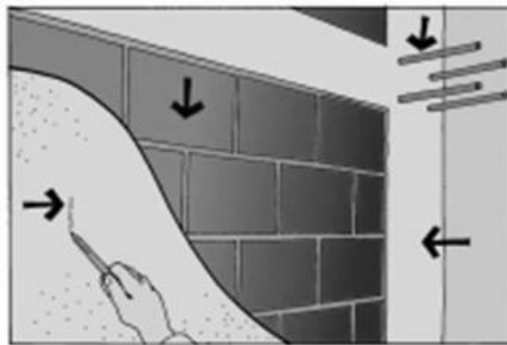
Figura 65. **Vulnerabilidad alta en las unidades de mampostería**



Fuente: <http://webserver2.ineter.gob.ni>. Consulta: 20 de marzo 2013.

En relación con la calidad de los materiales, se puede observar lo siguiente: la vulnerabilidad es baja cuando el mortero no se deja rayar o desmoronar con un clavo o herramienta metálica; el concreto tiene buen aspecto, sin hormigueros y el acero no está expuesto; en los elementos de confinamiento en concreto reforzado, hay estribos abundantes y por lo menos 3 a 4 barras No. 3, en sentido longitudinal y el ladrillo es de buena calidad, no está muy fisurado, quebrado, ni despegado y resiste caídas de por lo menos 2 metros de alto, sin desintegrarse ni deteriorarse en forma apreciable.

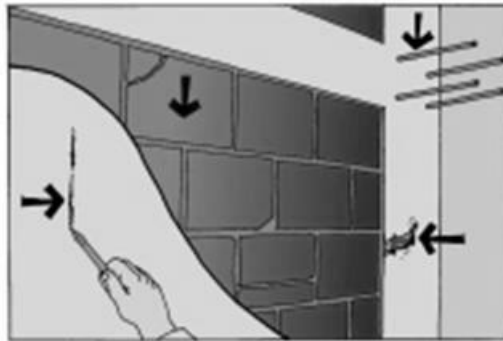
Figura 66. **Vulnerabilidad baja en la calidad de los materiales**



Fuente: <http://webserver2.ineter.gob.ni>. Consulta: 20 de marzo 2013.

Vulnerabilidad media: se cumplen varios de los requisitos mencionados anteriormente.

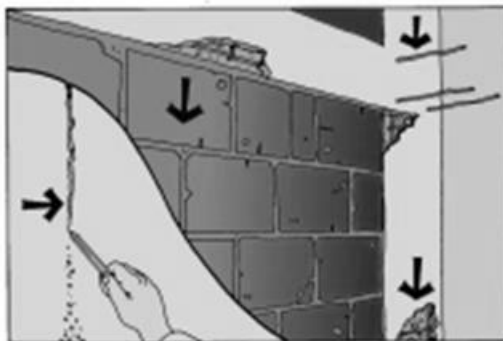
Figura 67. **Vulnerabilidad media en la calidad de los materiales**



Fuente: <http://webserver2.ineter.gob.ni>. Consulta: 20 de marzo 2013.

Vulnerabilidad alta: no se cumplen más de dos requisitos de los mencionados anteriormente.

Figura 68. **Vulnerabilidad alta en la calidad de los materiales**

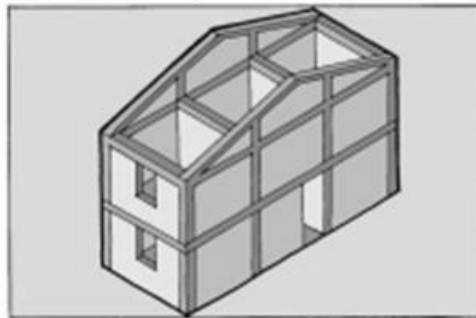


Fuente: <http://webserver2.ineter.gob.ni>. Consulta: el 20 de marzo 2013.

En relación con los aspectos estructurales muros confinados y reforzados: vulnerabilidad baja: todos los muros de mampostería de la vivienda están confinados con vigas y columnas de concreto reforzado alrededor de ellos; el espaciamiento máximo entre elementos de confinamiento es del orden

de 4 mts o la altura entre pisos; todos los elementos de confinamiento tienen refuerzo tanto longitudinal como transversal y están adecuadamente dispuestos, al igual que las culatas y antepechos.

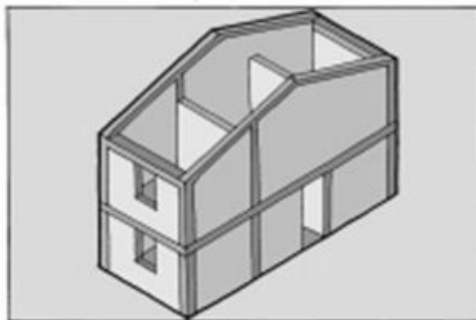
Figura 69. **Vulnerabilidad baja en muros confinados y reforzados**



Fuente: <http://webserver2.ineter.gob.ni>. Consulta: 20 de marzo 2013.

Vulnerabilidad media: algunos muros de la edificación no cumplen con los requisitos mencionados anteriormente.

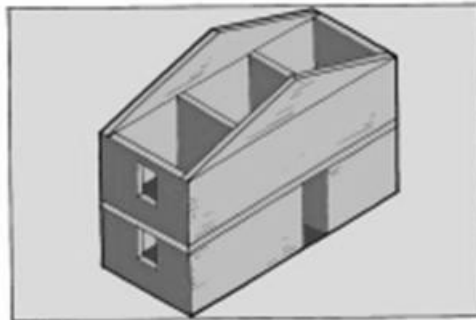
Figura 70. **Vulnerabilidad media en muros confinados y reforzados**



Fuente: <http://webserver2.ineter.gob.ni>. Consulta: 20 de marzo 2013.

Vulnerabilidad alta: la mayoría de los muros de mampostería de la vivienda no tienen confinamiento mediante columnas y vigas de concreto reforzado.

Figura 71. **Vulnerabilidad alta en muros confinados y reforzados**



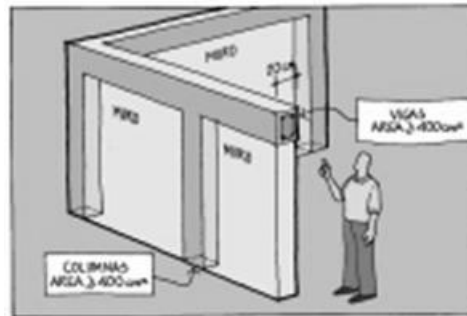
Fuente: <http://webserver2.ineter.gob.ni>. Consulta: 20 de marzo 2013.

Detalles de columna y vigas de confinamiento: vulnerabilidad baja: las columnas y vigas tienen más de 20 cm de espesor o más de 400 cm<sup>2</sup> de área transversal.

Las columnas y vigas tienen al menos 4 barras No. 3 longitudinales y estribos espaciados a no más de 10 a 15 cm y existe un buen contacto entre el muro de mampostería y los elementos de confinamiento.

El refuerzo longitudinal de las columnas y vigas debe estar adecuadamente anclado en sus extremos y a los elementos de la cimentación.

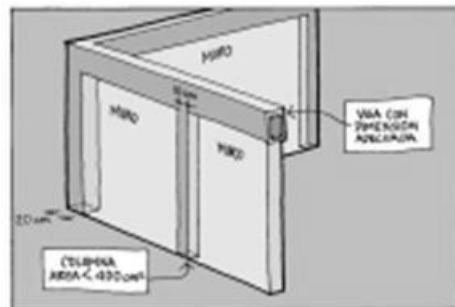
Figura 72. **Vulnerabilidad baja en columnas y vigas de confinamiento**



Fuente: <http://webserver2.ineter.gob.ni>. Consulta: 20 de marzo 2013.

Vulnerabilidad media: no todas las columnas y vigas cumplen con los requisitos anteriores.

Figura 73. **Vulnerabilidad media en columnas y vigas de confinamiento**



Fuente: <http://webserver2.ineter.gob.ni>. Consulta: el 20 de marzo 2013.

Vulnerabilidad alta: la mayoría de las columnas y vigas de confinamiento no cumplen con los requisitos establecidos anteriormente.

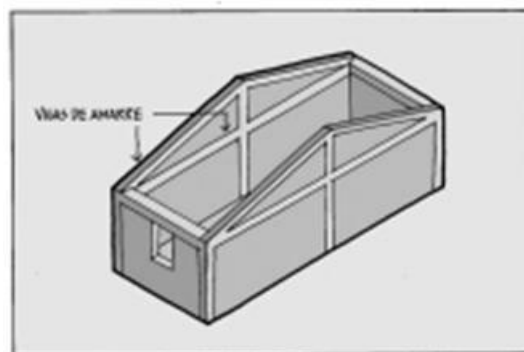
Figura 74. **Vulnerabilidad alta en columnas y vigas de confinamiento**



Fuente: <http://webserver2.ineter.gob.ni>. Consulta: el 20 de marzo 2013.

Vigas de amarre o corona: vulnerabilidad baja: existen vigas de amarre o de corona en concreto reforzado en todos los muros, parapetos, fachadas y culatas en mampostería.

Figura 75. **Vulnerabilidad baja en vigas de amarre o corona**

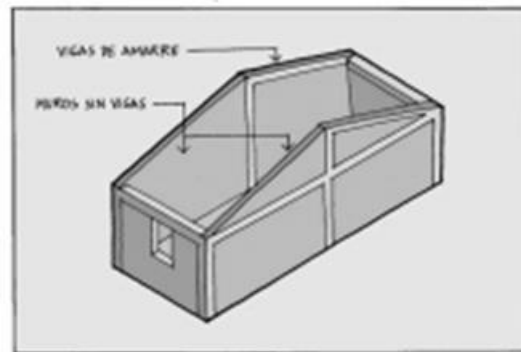


Fuente: <http://webserver2.ineter.gob.ni>. Consulta: 20 de marzo 2013.

Vulnerabilidad media: no todos los muros o elementos de mampostería disponen de vigas de amarre o de corona.



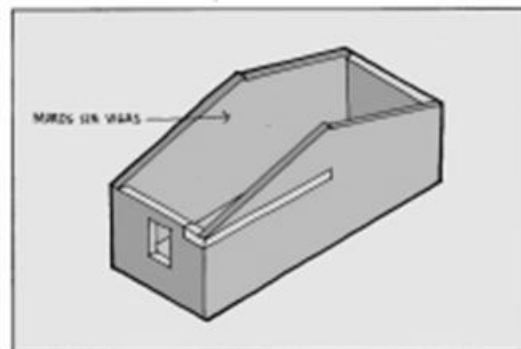
Figura 76. **Vulnerabilidad media en vigas de amarre o corona**



Fuente: <http://webserver2.ineter.gob.ni>. Consulta: 20 de marzo 2013.

Vulnerabilidad alta: la vivienda no dispone de vigas de amarre o corona en los muros o elementos de mampostería.

Figura 77. **Vulnerabilidad alta en vigas de amarre o corona**

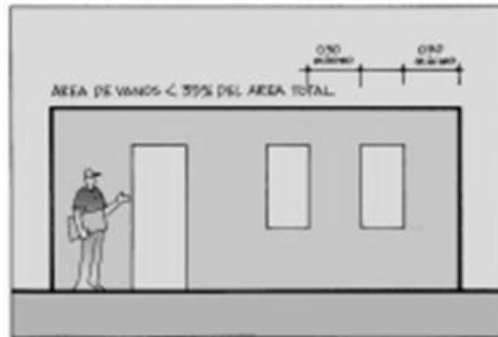


Fuente: <http://webserver2.ineter.gob.ni>. Consulta: 20 de marzo 2013.

Características de aberturas: vulnerabilidad baja: las aberturas en los muros estructurales totalizan menos del 35% del área total del muro; la longitud total de aberturas en el muro corresponde a menos de la mitad de la longitud

total del muro y existe una distancia desde el borde del muro hasta la abertura adyacente, igual a la altura de la misma o 50 cm, la que sea mayor.

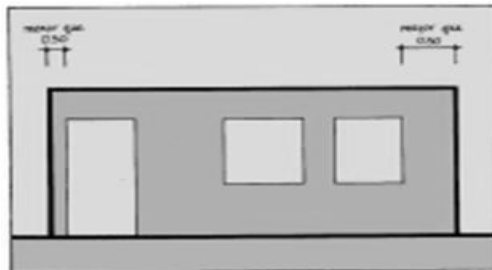
Figura 78. **Vulnerabilidad baja en aberturas de muros**



Fuente: <http://webserver2.ineter.gob.ni>. Consulta: 20 de marzo 2013.

Vulnerabilidad media: no se cumplen algunos de los anteriores requisitos en algunos de los muros de la vivienda.

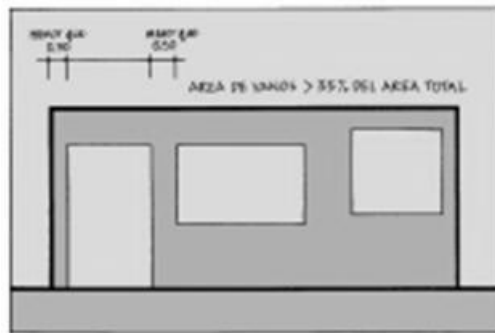
Figura 79. **Vulnerabilidad media en aberturas de muros**



Fuente: <http://webserver2.ineter.gob.ni>. Consulta: el 20 de marzo 2013.

Vulnerabilidad alta: muy pocos o ningún muro estructural de la vivienda cumple con los requisitos anteriores.

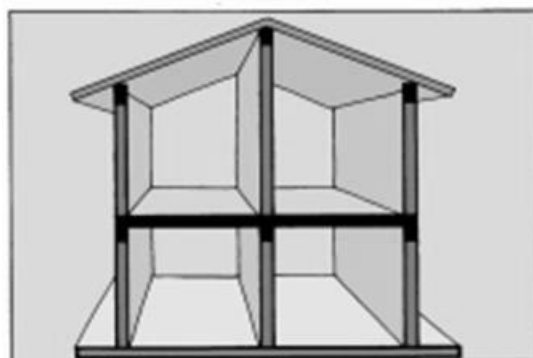
Figura 80. **Vulnerabilidad alta en aberturas de muros**



Fuente: <http://webserver2.ineter.gob.ni>. Consulta: 20 de marzo 2013.

Tipo y disposición del entrepiso: vulnerabilidad baja: el entrepiso está conformado por placas de concreto fundidas en el sitio o placas prefabricadas que funcionan de manera monolítica; la placa de entrepiso se apoya de manera adecuada a los muros de soporte y proporciona continuidad y monolitismo y la placa de entrepiso es continua, monolítica y uniforme en relación con los materiales que lo componen.

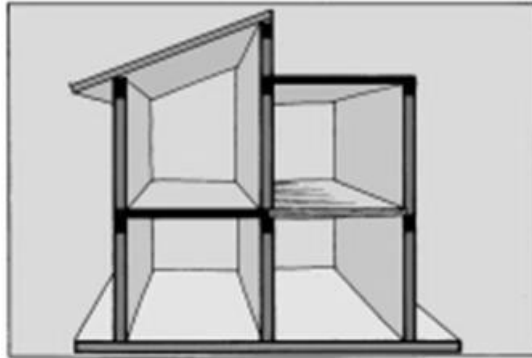
Figura 81. **Vulnerabilidad baja en entrepiso**



Fuente: <http://webserver2.ineter.gob.ni>. Consulta: 20 de marzo 2013.

Vulnerabilidad media: la placa de entrepiso no cumple con algunas de las anteriores consideraciones.

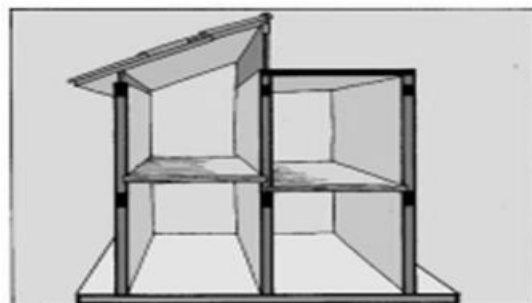
Figura 82. **Vulnerabilidad media en entrepiso**



Fuente: <http://webserver2.ineter.gob.ni>. Consulta: 20 de marzo 2013.

Vulnerabilidad alta: la placa de entrepiso no cumple con varias de las consideraciones anteriores. Los entrepisos están conformados por madera o combinaciones de materiales (guadua, mortero, madera, concreto) y no proporcionan las características de continuidad y amarre deseados.

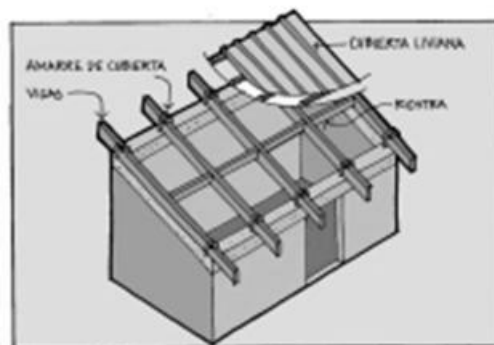
Figura 83. **Vulnerabilidad alta en entrepiso**



Fuente: <http://webserver2.ineter.gob.ni>. Consulta: 20 de marzo 2013.

El amarre de cubiertas: vulnerabilidad baja: existen tornillos, alambres o conexiones similares que amarran el techo a los muros. Hay arriostramiento de las vigas y la distancia entre vigas no es muy grande. La cubierta es liviana y está debidamente amarrada y apoyada a la estructura de cubierta.

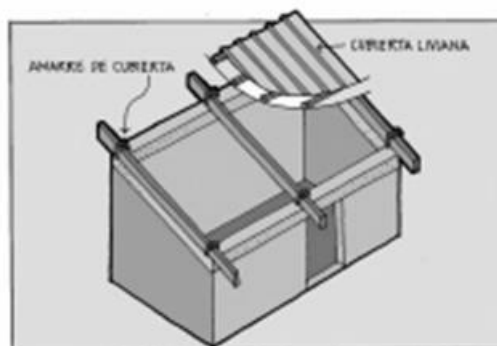
Figura 84. **Vulnerabilidad baja en amarre de cubiertas**



Fuente: <http://webserver2.ineter.gob.ni>. Consulta: 20 de marzo 2013.

Vulnerabilidad media: algunos de los anteriores requisitos se cumplen.

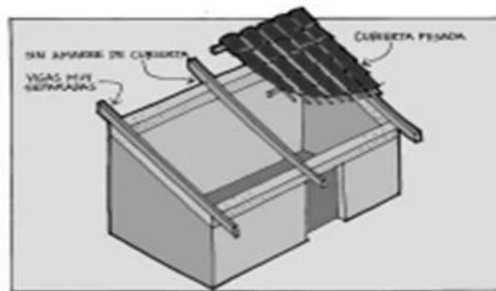
Figura 85. **Vulnerabilidad media en amarre de cubiertas**



Fuente: <http://webserver2.ineter.gob.ni>. Consulta: 20 de marzo 2013.

Vulnerabilidad alta: la mayoría de los requisitos mencionados anteriormente no se cumplen. La cubierta es pesada y no está debidamente soportada o arriostrada.

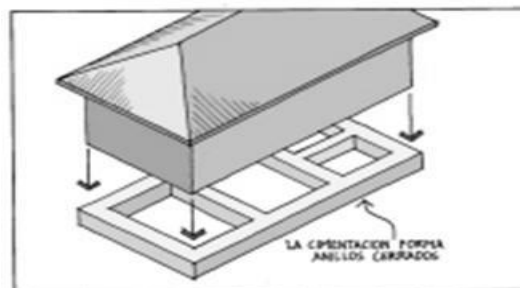
Figura 86. **Vulnerabilidad alta en amarre de cubiertas**



Fuente: <http://webserver2.ineter.gob.ni>. Consulta: 20 de marzo 2013.

Cimentación: vigas de amarre en concreto reforzado, vulnerabilidad baja: la cimentación está conformada por vigas corridas en concreto reforzado bajo los muros estructurales; las vigas de cimentación conforman anillos amarrados y las vigas de cimentación en concreto reforzado cumplen los demás requisitos establecidos en el capítulo I, de este manual.

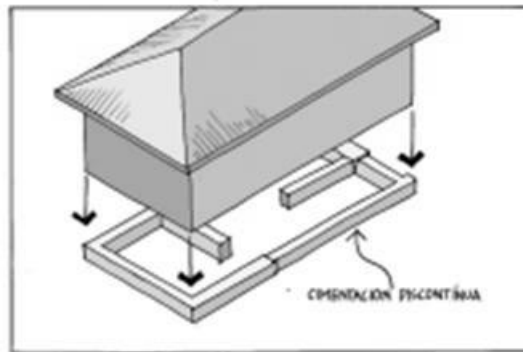
Figura 87. **Vulnerabilidad baja en vigas de cimentación**



Fuente: <http://webserver2.ineter.gob.ni>. Consulta: 20 de marzo 2013.

Vulnerabilidad media: la cimentación no está debidamente amarrada; no se cumplen algunos de los requerimientos anteriores.

Figura 88. **Vulnerabilidad media en vigas de cimentación**



Fuente: <http://webserver2.ineter.gob.ni>. Consulta: 20 de marzo 2013.

Vulnerabilidad alta: la edificación no cuenta con una cimentación adecuada de acuerdo con los requerimientos anteriores.

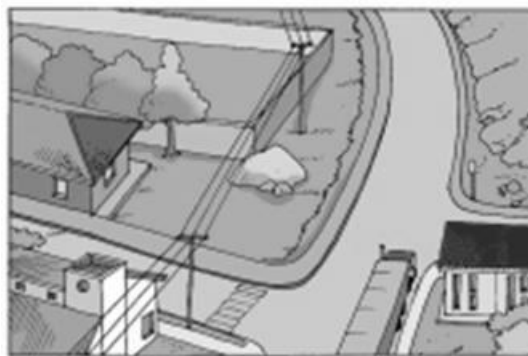
Figura 89. **Vulnerabilidad alta en vigas de cimentación**



Fuente: <http://webserver2.ineter.gob.ni>. Consulta: el 20 de marzo 2013.

En relación con el entorno, se analiza la topografía del terreno y la inclinación del mismo: vulnerabilidad baja: el suelo de la fundación es duro. Esto se puede saber alrededor de la edificación no existen hundimientos, cuando no se evidencian árboles o postes inclinados, no se siente vibración cuando pasa un vehículo pesado cerca de la vivienda o cuando en general las viviendas no presentan agrietamientos o daños generalizados, especialmente grietas en los pisos o hundimientos y desniveles en el mismo.

Figura 90. **Vulnerabilidad baja en la topografía**



Fuente: <http://webserver2.ineter.gob.ni>. Consulta: 20 de marzo 2013.

Vulnerabilidad media: el suelo de la fundación es de mediana resistencia. Se puede presentar en general algunos hundimientos y vibraciones por el paso de vehículos pesados; se pueden identificar algunos daños generalizados en viviendas o manifestaciones de hundimientos pequeños.



Figura 91. **Vulnerabilidad media en la topografía**



Fuente: <http://webserver2.ineter.gob.ni>. Consulta: 20 de marzo 2013.

Vulnerabilidad alta: el suelo de la fundación es blando o arena suelta. Se sabe por el hundimiento en las zonas vecinas, se siente la vibración al paso de vehículos pesados y la vivienda ha presentado asentamientos considerables en el tiempo de construcción; la mayoría de las viviendas de la zona presentan agrietamientos y/o hundimientos.

Figura 92. **Vulnerabilidad alta en la topografía**



Fuente: <http://webserver2.ineter.gob.ni>. Consulta: 20 de marzo 2013.

En relación con los suelos, la vulnerabilidad baja: la topografía donde se encuentra la vivienda es plana o muy poco inclinada.

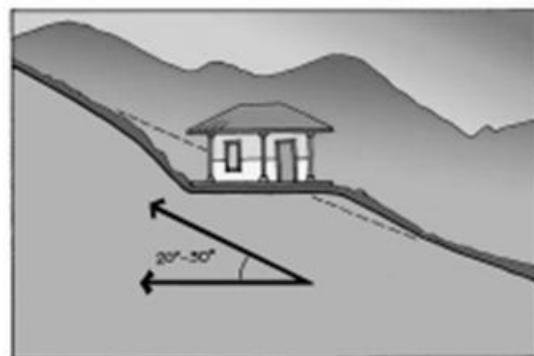
Figura 93. **Vulnerabilidad baja en suelos**



Fuente: <http://webserver2.ineter.gob.ni>. Consulta: 20 de marzo 2013.

Vulnerabilidad media: la topografía donde se encuentra la casa tiene un ángulo entre 20 a 30 grados de inclinación con la horizontal.

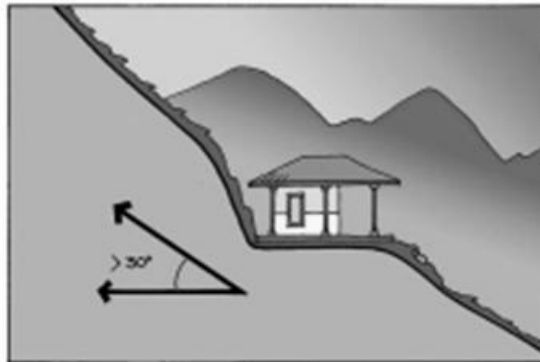
Figura 94. **Vulnerabilidad media en suelos**



Fuente: <http://webserver2.ineter.gob.ni>. Consulta: 20 de marzo 2013.

Vulnerabilidad alta: la vivienda se encuentra localizada en pendientes con una inclinación mayor de 30 grados con la horizontal.

Figura 95. **Vulnerabilidad alta en suelos**



Fuente: <http://webserver2.ineter.gob.ni>. Consulta: 20 de marzo 2013.

Tabla XXVII. **Evaluación de vulnerabilidad a los sismos**

COMPONENTE			
	BAJA	MEDIA	ALTA
<b>ASPECTOS GEOMÉTRICOS</b>			
Irregularidad en planta de la edificación			
Cantidad de muros en las dos direcciones			
Irregularidad en altura			
<b>ASPECTOS CONSTRUCTIVOS</b>			
Calidad de las juntas de pega en mortero			
Tipo y disposición de las unidades de mampostería			
Calidad de las juntas de los materiales			
<b>ASPECTOS ESTRUCTURALES</b>			
Muros confinados y reforzados			

Continuación de la tabla XXVII.

Detalles de columnas y vigas de confinamiento			
Vigas de amarre o corona			
Características de las aberturas			
Entrepiso			
Amarre de cubiertas			
<b>CIMENTACIÓN</b>			
<b>SUELOS</b>			
<b>ENTORNO</b>			
<b>CALIFICACIÓN GLOBAL DE LA VULNERABILIDAD</b>			

Fuente: elaboración propia.

### 3.1.3.2. Evaluación de incendio

El estudio de un riesgo, en cuanto al peligro de incendio, ofrece para el técnico algunas dificultades que en muchos casos disminuyen la eficacia de su actuación.

Hay que considerar, en primer lugar, que la opinión sobre la bondad o no del riesgo es subjetiva, dependiendo, naturalmente, de la experiencia del que tiene que darla.

En muchos casos esto obliga a utilizar con profusión la colaboración de los técnicos expertos, que son pocos, dejando a los que comienzan en un período de rodaje que resulta demasiado largo y costoso.

En un segundo paso, a la hora de tomar decisiones para mejorar las deficiencias que se han observado, el responsable se encuentra con un amplio abanico de posibilidades, entre las cuales tiene que elegir atendiendo a la efectividad de los resultados, en cuanto a protección y al coste de las instalaciones.

Es necesario enfrentar todas esas posibilidades, de forma que de un golpe de vista se pueda ver la influencia de cada una en la mejora del riesgo, observando con facilidad cómo influye cada medida en el resto de las posibles a adoptar.

Es decir, es preciso una clasificación y estructuración de los datos recabados en la inspección.

En resumen, existen suficientes argumentos para utilizar un método de evaluación del riesgo de incendio, que partiendo de la información suficiente consiga una calificación de riesgo.

Tabla XXVIII. Evaluación del riesgo de incendio

EVALUACION DEL RIESGO DE INCENDIO					
Empresa:			Situación:		
Concepto	Coficiente	Puntos	Concepto	Coficiente	Puntos
<b>Construcción</b>			<b>PROPAGABILIDAD</b>		
No. De pisos	Altura		Vertical		
1 ò 2	menor de 6 m	3	Baja	5	
3, 4, ò 5	entre 6 y 15 m	2	Media	3	
6, 7, 8 ò 9	entre 15 y 27	1	Alta	0	
10 ò màs	màs de 30 m	0			
Superficie mayor sector Incendios			Horizontal		
de 0 a 500 m2		5	Baja	5	
de 501 a 1.500m2		4	Media	3	
de 1.501 a 2,500 m2		3	Alta	0	
de 2.501 a 3.500 m2		2			
de 3.501 a 4.500 m2		1			
màs de 4.500m2		0			
<b>Resistencia al fuego</b>			<b>DESTRUCTIBILIDAD</b>		
Resistencia al fuego (hormigòn)		10	Por calor		
No combustible		5	Baja	10	
Combustible		0	Media	5	
			Alta	0	
Falsos techos			Por humo		
sin falsos techos		5	Baja	10	
con falsos techos incombustibles		3	Media	5	
con falsos techos combustibles		0	Alta	0	
<b>FACTORES DE SITUACION</b>			<b>Por corrosión</b>		
Distancia de los bomberos			Baja	10	
menor de 5 km 5 minutos		10	Media	5	
entre 5 y 10 km 5 y 10 min.		8	Alta	0	
entre 10 y 15 km 10 y 15 min.		6			
entre 15 y 25 km 15 y 25 min.		2			
màs de 25 km 25 min.		0			
Accesibilidad de edificios			Por agua		
Buena		5	Baja	10	
Media		3	Media	5	
Mala		1	Alta	0	
Muy mala		0			
<b>PROCESOS</b>			<b>SUBTOTAL (X).....</b>		
Peligros de activaciòn			<b>Concepto</b>	<b>SV</b>	<b>CV</b>
Bajo	10		Extintores portátiles (EXT)	1	2
Medio	5		Bocas de incendio equipadas (BIE)	2	4
Alto	0		Columnas hidratantes extintores (CHE)	2	4
Carga tèrmica			Detección automática (DET)	0	4
Baja (Q<100 Mcal/m2)	10		Rociadores automáticos (ROC)	5	8
Media (100<Q<200 Mcal/m2)	5		Extinción por agentes gaseosos (IFE)	2	4
Alta (Q>200 Mcal/m2)	0				
Combustibilidad			<b>SUBTOTAL (Y).....</b>		
Baja (M.0 y M.1)	5		<b>CONCLUSIÓN (Indicar en el informe de inspección)</b>		
Media (M.2 y M.3)	3		P = 5X + 5Y + 1 (BCI)		
Alta (M.4 y M.5)	0		120 22		
Orden y limpieza					
Bajo	0				
Medio	5				
Alto	10				
Almacenamiento en altura					
menor de 2 m	3				
entre 2 y 4 m	2				
màs de 6 m	0				
<b>FACTOR DE CONCENTRACION</b>			<b>OBSERVACIONES</b>		
Factor de concentraciòn					
menor de 50.00 pls/m2	3				
entre 50 y 200.000 pls/m2	2				
màs de 200.000 pls/m2	0				

Fuente: elaboración propia.

Se realiza una evaluación de la instalación de la empresa y la situación, para obtener un resultado en puntos y aplicarlo a la fórmula, si se cuenta con brigada contra incendios (BCI), se suma un punto:  $P = (5X/120 + 5Y/22) + 1$  (BCI), el riesgo se considera aceptable cuando  $P \geq 5$ .

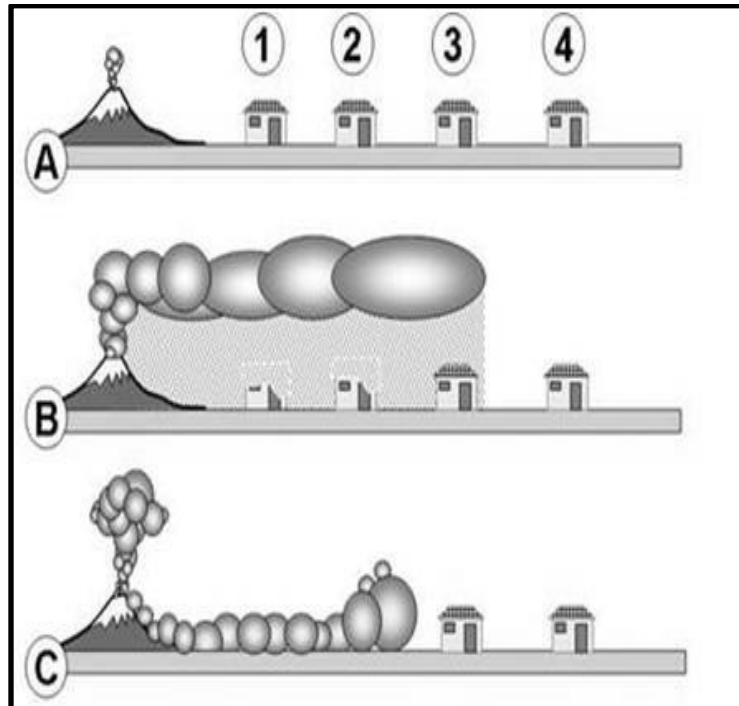
### **3.1.3.3. Evaluación de erupciones volcánicas**

Es el porcentaje esperado de daño (pérdida) que van a sufrir los bienes expuestos si ocurre el evento y se expresa en % del valor total del elemento en riesgo. Este valor, al ser un concepto estadístico, hay que calcularlo para todos los elementos similares (igual tipo de construcción, de cultivo, etc.), por ello se prefiere definir una escala de daños de tres niveles: ligero (0 – 20 %), moderado (10-60 %) y grave (50-100 %) que se superponen por la dificultad real de distinguir si un daño es del 45% ó 55% del total.

No solo las vidas humanas son los elementos de riesgo, ya que nuestra sociedad posee y depende de estructuras básicas muy vulnerables, como los sistemas de comunicación o las redes de distribución de agua y energía. Además, la complejidad de la sociedad tecnológica actual hace que sea mucho más vulnerable que las sociedades primitivas de subsistencia.

Teniendo en cuenta lo anterior, el daño causado por una erupción volcánica depende en primer lugar del tipo y magnitud de la erupción, de la distancia entre el elemento de riesgo y la fuente origen de peligro, de la topografía, del viento y de otras variables meteorológicas, de la vulnerabilidad y finalmente de todas aquellas medidas que se hayan tomado por parte del hombre para mitigar en lo posible el riesgo (alarmas, sistemas de vigilancia, planes de evacuación, etc.).

Figura 96. **Esquema de cobertura de las erupciones volcánicas**



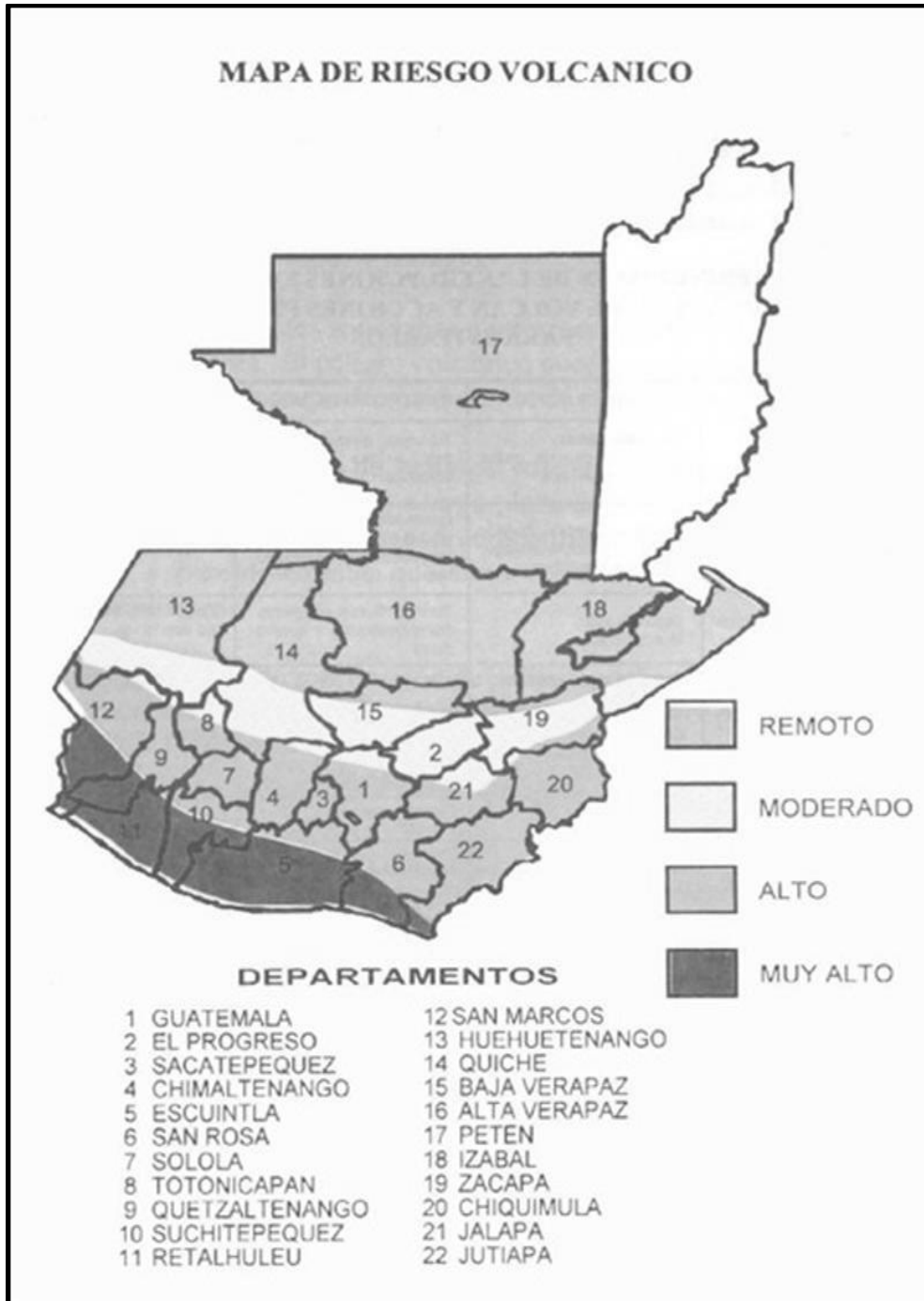
Fuente: <http://www.educa.jcyl.es>. Consulta: el 22 de marzo 2012.

Concepto de riesgo volcánico. La peligrosidad es la probabilidad de que un punto sea afectado por el fenómeno. La exposición son los bienes que hay en cada punto. La vulnerabilidad es el % de daños que produce el evento.

En A se presenta un ejemplo con cuatro casas próximas a un volcán explosivo. Ante una caída de cenizas (B) se tienen daños del 60% en (1), del 20% en (2) y 1% en (3). Para un flujo piroclástico (C) se tiene 100% de daños en 1 y 2.



Figura 97. Mapa de riesgo volcánico en Guatemala



Fuente: <http://desastres.usac.edu.gt>. Consulta: el 22 de marzo 2012.

### 3.1.3.4. Evaluación de inundaciones o huracanes

El método desarrollado considera un primer análisis de la vulnerabilidad del sistema, teniendo en cuenta la ubicación de las estructuras principales con relación al área inundada, y posteriormente, un ajuste considerando diversos factores locales, características del sistema y de la organización de la empresa responsable del servicio, que influyen modificando la vulnerabilidad del sistema.

Tabla XXIX. **Índice de vulnerabilidad de las estructuras principales**

Estructuras principales comprometidas	Índice de vulnerabilidad	
	Máximo	Mínimo
Ninguna		0
Planta de tratamiento	-0,4	0
Estación de bombeo captación	-0,3	0
Estaciones de rebombeo	-0,2	0
Cisternas	-0,1	0
Pozos	-0,4	0
100 % redes de distribución agua	-0,2	0
100 % alcantarillado	-0,2	0

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXX. **Factores de influencia negativa**

FACTORES NEGATIVOS	Índice de vulnerabilidad	
	Máximo	Mínimo
LARGA DURACIÓN	1	0,2
FUERTE PENDIENTE (velocidad de más 1 m/2)	1	0,2
TERRENOS ÁCIDOS / FLUIDIFICABLES	1	0,2
MUCHO EQUIPAMIENTO	1	0,2
ESTRUCTURAS LADRILLO, ADOBE O MADERA	0,5	0,1
TUBERÍAS CONCRETO, ARCILLA	0,5	0,1
ÍNDICE TOTAL	5	1

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXI. **Factores de influencia positiva**

FACTORES POSITIVOS	Índice de vulnerabilidad	
	Máximo	Mínimo
DISEÑO ESPECIAL DE REDES, ESTRUCTURAS	0,20	0,40
EXISTENCIA DE UN PLAN DE EMERGENCIA	0,10	0,20
EXISTENCIA DE RECURSOS DE EMERGENCIA	0,10	0,20
MANTENIMIENTO DEL SISTEMA	0,05	0,10
APLICACIÓN RUTINARIA DE CLORO	0,05	0,10
INDICE TOTAL	0,5	1,0

Fuente: elaboración propia.

Al contar con los tres índices se multiplican, el máximo índice a obtener es -5, los resultado obtenidos tendrán que ser menores a este valor, hasta poder disminuirlos hasta -0,1, que es un número bastante saludable.

### 3.1.3.5. Evaluación de epidemias

Los pasos para llevar a cabo la evaluación son los siguientes:

- Recolección de datos
- Análisis de los datos
- Presentación de los resultados y conclusiones
- Seguimiento

#### 3.1.3.5.1. Recolección de los datos

Las situaciones de emergencia suelen ser caóticas, y la recogida de datos durante una evaluación sanitaria rápida puede que no se realice de manera gradual y lógica. Sin embargo, el plan para la recogida y el análisis de los datos debe ser sistemático.

Además, en ambas etapas deben tenerse presentes las limitaciones de las diversas fuentes de información. Hay cuatro métodos principales de recogida de datos:

- Examen de la información existente
- Inspección ocular de la zona afectada
- Entrevistas con informantes clave
- Encuestas rápidas

El examen de la información básica sobre salud y otros temas existente en los planos nacional y regional, procedente de fuentes gubernamentales, internacionales, bilaterales y de ONG, en relación con lo siguiente:

- Las características geográficas y ambientales de la zona afectada
- Las divisiones administrativas y políticas de la zona afectada
- El tamaño, la composición y el estado de salud y nutrición previo de la población afectada por la emergencia
- Los servicios y programas de salud que funcionaban antes de la emergencia
- Los recursos ya asignados, adquiridos o solicitados para la operación de respuesta a la emergencia

Incluso las fuentes oficiales de datos están sujetas a limitaciones. Por ejemplo, los datos del censo pueden subestimar el tamaño de ciertos subgrupos o de la población en su conjunto. Además, los datos de la vigilancia de la morbilidad pueden representar un panorama incompleto porque habitualmente no se notifican todos los casos de enfermedad y la amplitud de esa insuficiencia suele variar.

Cuando se viaja por vía aérea, se pueden hacer observaciones preliminares provechosas de la zona afectada antes de aterrizar.

Entre ellas cabe mencionar la estimación bruta de la extensión de la zona afectada por el desastre (ejemplo, el alcance de una inundación o de los daños causados por una tormenta), los movimientos masivos de población, el estado de la infraestructura (ejemplo, caminos y vías férreas) y del medio ambiente.

Una visita a pie de la zona afectada por la emergencia puede dar una idea general de la idoneidad de las viviendas, la disponibilidad de alimentos, los factores ambientales (como el drenaje y la reproducción de vectores), otros posibles peligros, y la situación de la población. Se debe estimar el tamaño de la población así como su distribución por edad y por sexo.

Durante la observación, debe hacerse un croquis de la zona afectada, en el que se indicará la extensión de la zona, la distribución de la población y la ubicación de los recursos, en particular instalaciones médicas, fuentes de agua, puntos de distribución de alimentos y refugios temporarios. Incluso una observación detenida puede dar una impresión parcial.

Si la zona visitada está más o menos gravemente afectada que el resto, el observador puede pensar que la situación general de la totalidad de la zona afectada es mejor o peor de lo que en realidad es.

Además, las personas más seriamente perjudicadas suelen ser las menos visibles; lo más probable es que los heridos o enfermos permanezcan en el interior de las viviendas y sean menos accesibles a los visitantes.

Mantener entrevistas con personal clave de la zona y con personas de los distintos sectores de la población afectada:

- Dirigentes de clan, de aldea y de la comunidad.
- Administradores de zona u otros funcionarios públicos, maestros.
- Trabajadores de salud (incluidas las parteras tradicionales y curanderos).
- Personal de organizaciones locales e internacionales de intervención de urgencia, incluidos los órganos de las Naciones Unidas que trabajan en la zona.
- Personas de la población afectada.

La información recogida en esas entrevistas debe hacer referencia a lo siguiente:

- La percepción que los entrevistados tienen del acontecimiento (causa y dinámica).
- Las condiciones imperantes en la zona afectada antes de la emergencia.
- La distribución geográfica y el tamaño de la población afectada.
- La distribución por edad y sexo de la población y el tamaño medio de las familias.
- Las condiciones de seguridad y el nivel de violencia.
- Las tasas y causas de morbilidad y mortalidad.
- Las existencias de víveres, la distribución reciente de alimentos y las necesidades alimentarias futuras.
- El abastecimiento y la calidad del agua.
- Las condiciones de saneamiento.
- Otras necesidades prioritarias de la población afectada, como vivienda y ropa.

- La situación en materia de transporte, combustible, comunicaciones y otras necesidades logísticas.
- Los recursos disponibles en la comunidad afectada, en particular equipo médico, medicamentos y personal sanitario.

Las preocupaciones que manifiesten las personas entrevistadas se podrán investigar más a fondo durante la evaluación sanitaria rápida. Por ejemplo, si los trabajadores de salud dan cuenta de un brote de cólera en la zona afectada por la emergencia, el equipo de evaluación deberá confirmar o desmentir de inmediato esa información. Las entrevistas con personal clave se deben utilizar para planificar el establecimiento de un sistema de vigilancia de la morbilidad, la mortalidad y la situación nutricional.

El personal de evaluación siempre debe tener presente que la información recabada en las entrevistas está teñida por las percepciones de los entrevistados. Esas percepciones son objeto de la misma parcialidad mencionada antes, respecto de las visitas a la zona afectada. Además, los informantes pueden exagerar deliberadamente la magnitud del daño, las lesiones o las enfermedades para solicitar asistencia de emergencia para la población que representan.

Como las encuestas requieren más tiempo y recursos, deben reservarse para los datos que, siendo imprescindibles, no pueden obtenerse de otras fuentes. Esos datos pueden referirse, por ejemplo, a los siguientes asuntos:

- Distribución de la población afectada por sexo y edad.
- Tamaño medio de la familia.

- Número de personas de grupos vulnerables, como niños no acompañados, mujeres solas, hogares a cargo de la mujer, y ancianos indigentes.
- Tasas de mortalidad recientes.
- Tasas recientes de afecciones específicas del tipo de emergencia de que se trate, por ejemplo, diarrea, lesiones traumáticas, quemaduras o disnea.
- Situación nutricional.
- Cobertura de inmunización infantil.
- Condiciones de vivienda.
- Acceso a la atención de salud, los alimentos, el agua y los refugios.

#### **3.1.3.5.2. Análisis de los datos**

Los datos recogidos durante la evaluación rápida deben analizarse sin demora y en forma completa, y los resultados ponerse a disposición de los decisores lo antes posible para sacar el mayor provecho de la información.

En el análisis se deben utilizar técnicas estándares para asegurar la comparabilidad con evaluaciones realizadas en otras situaciones y con evaluaciones ulteriores que se lleven a cabo durante la emergencia de que se trate. Por ejemplo, deben emplearse las definiciones de los casos estándares de las enfermedades.

El análisis debe ser lo más específico posible para lograr la mejor orientación de las intervenciones. Los datos se deben desglosar y tratar en forma separada, de acuerdo con la esfera administrativa, el periodo y el tipo de población, a fin de obtener estimaciones específicas. Siempre se ha de indicar la fuente de los datos y deberá procurarse evaluar su fiabilidad.



### **3.1.3.5.3. Presentación de los resultados y conclusiones**

La presentación de los resultados y las conclusiones de la evaluación rápida deben tener las características siguientes:

Debe ser clara. Los decisores o el personal de las organizaciones locales, nacionales e internacionales cuya acción dependa de los resultados de la evaluación rápida pueden tener poca práctica en la interpretación de los datos epidemiológicos y sanitarios. Debe emplearse un lenguaje sencillo; los gráficos pueden ayudar a comprender más fácilmente los datos y tendencias complejos.

- Debe estar normalizada. Los resultados se presentarán en formatos ampliamente reconocidos para poder compararlos con los de otras evaluaciones. Por ejemplo, la prevalencia de malnutrición moderada y grave debe expresarse como porcentaje de la población de que se trate. En una emergencia debida a un desplazamiento súbito de población, la mortalidad se debe calcular considerando el número de defunciones por 10000 personas por día.
- Debe indicar claramente las necesidades de más alta prioridad y cómo satisfacerlas. Hay que distinguir las enfermedades y necesidades crónicas preexistentes de las nuevas, relacionadas con la emergencia. Los miembros del equipo de evaluación rápida deben formular recomendaciones claras para los organismos de ejecución.
- Debe distribuirse ampliamente y distribuir ejemplares del informe a todas las organizaciones que participan en las operaciones de respuesta de emergencia.

#### **3.1.3.5.4. Seguimiento**

La evaluación sanitaria rápida ha de ser solo el primer paso en la recogida de datos. La recolección continua de datos es necesaria para evaluar el efecto de los programas de salud ejecutados antes o a raíz de la evaluación rápida.

Por ejemplo, después de calcular las tasas recientes de mortalidad o morbilidad a partir de los datos obtenidos en una encuesta realizada durante la evaluación rápida, se debe establecer, o restablecer, un sistema de vigilancia para el seguimiento de las tendencias futuras.

#### **3.1.3.6. Evaluación de deslizamientos**

Se ha empleado la nueva metodología para el estudio de la susceptibilidad al deslizamiento, denominada método Mora-Vahrson-Mora (MVM)<sup>2</sup>, para establecer los sectores con potencial de presentar deslizamientos en caso de lluvias de intensidad alta, sismos de magnitud importante o una combinación de ambos.

La combinación de los factores y parámetros se realiza considerando que los deslizamientos ocurren cuando en una ladera, compuesta por una litología determinada, con cierto grado de humedad y con cierta pendiente, se alcanza un grado de susceptibilidad (elementos pasivos). Bajo estas condiciones, los factores externos y dinámicos, como la sismicidad y las lluvias intensas (elementos activos) actúan como factores de disparo que perturban el equilibrio, la mayoría de las veces precario, que se mantiene en la ladera.

---

<sup>2</sup> Mora, R.; Vahrson, W. y Mora, S. Mapa de amenaza de deslizamiento. p.43.

Es así como se considera que el grado de susceptibilidad al deslizamiento es el producto de los elementos pasivos y de la acción de los factores de disparo:

$$H = EP * D$$

Donde:

H: grado de susceptibilidad al deslizamiento,

EP: valor producto de la combinación de los elementos pasivos, y

D: valor del factor de disparo.

Por su parte el valor de los elementos pasivos se compone de los siguientes parámetros:

$$EP = SI * Sh * Sp$$

Donde:

SI: valor del parámetro de susceptibilidad litológica,

Sh: valor del parámetro de humedad del terreno, y

Sp: valor del parámetro de la pendiente.

El factor de disparo se compone de los siguientes parámetros:

$$D = Ds + DII$$

Donde:

Ds: valor del parámetro de disparo por sismicidad, y DII: valor del parámetro de disparo por lluvia.

Sustituyendo los parámetros apropiados, la ecuación original se puede expresar como:

$$H = (SI * Sh * Sp) * (Ds + DII)$$

De esta ecuación se pueden derivar las relaciones:

$$Hs = (SI * Sh * Sp) * (Ds)$$

$$HII = (SI * Sh * Sp) * (DII)$$

Donde:

Hs: susceptibilidad al deslizamiento por sismicidad, y

HII: susceptibilidad al deslizamiento por lluvias.

Para los resultados de la combinación de todos los factores no se puede establecer una escala de valores única, pues los mismos dependen de las condiciones de cada área estudiada. Por este motivo, se sugiere dividir el rango de valores obtenidos, para el área de estudio, en cinco clases de susceptibilidad y asignar los calificativos que se presentan en la tabla XXXI.

El calificativo de susceptibilidad es una representación cuantitativa de los diferentes niveles de amenaza, que muestran solamente el rango de amenaza relativa en un sitio en particular y no la amenaza absoluta.

Se sugiere que la asignación de rangos se efectúe con la utilización de un histograma de los resultados de la combinación de parámetros.

Se debe enfatizar en que esta clasificación relativa de la susceptibilidad, se basa en la influencia que tienen las diferentes condiciones examinadas en un área específica; es decir, las áreas de susceptibilidad determinadas para un sitio son válidas únicamente para este sitio. Condiciones similares, encontradas fuera del sitio, pueden producir un resultado diferente por una pequeña diferencia en alguno de los factores.

Tabla XXXII. **Clasificación de la susceptibilidad al deslizamiento**

Clase	Calificativo de susceptibilidad al deslizamiento	Característica
I	Muy baja	Sectores estables, no se requieren medidas correctivas. Se debe considerar la influencia de los sectores aledaños con susceptibilidad de moderada a muy alta. Sectores aptos para usos urbanos de alta densidad y ubicación de edificios indispensables como hospitales, centros educativos, estaciones de policía, bomberos, etc.
II	Baja	Sectores estables que requieren medidas correctivas menores, solamente en caso de obras de infraestructura de gran envergadura. Se debe considerar la influencia de los sectores aledaños con susceptibilidad de moderada a muy alta. Sectores aptos para usos urbanos de alta densidad y ubicación de edificios indispensables como hospitales, centros educativos, estaciones de policía, bomberos, etc. Los sectores con rellenos mal compactados son de especial cuidado.
III	Moderada	No se debe permitir la construcción de infraestructura si no se realizan estudios geotécnicos y se mejora la condición del sitio. Las mejoras pueden incluir: movimientos de tierra, estructuras de retención, manejo de aguas superficiales y subterráneas, bioestabilización de terrenos, etc. Los sectores con rellenos mal compactados son de especial cuidado. Recomendable para usos urbanos de baja densidad.
IV	Alta	Probabilidad de deslizamiento alta (< 50%) en caso de sismos de magnitud importante y lluvias de intensidad alta. Para su utilización se deben realizar estudios estabilidad a detalle y la implementación de medidas correctivas que aseguren la estabilidad del sector, en caso contrario, deben mantenerse como áreas de protección.
V	Muy alta	Probabilidad de deslizamiento muy alta (> 50%) en caso de sismos de magnitud importante y lluvias de intensidad alta. Prohibido su uso con fines urbanos, se recomienda usarlos como áreas de protección.

Fuente: elaboración propia.

### 3.1.3.6.1. Descripción de los parámetros de la metodología

Este parámetro utiliza las clases de pendiente de Van Zuidam, con las cuales se describen los procesos característicos y esperados, y las condiciones del terreno, así como una leyenda de colores sugerida por el mismo autor (tabla XXXII).

Las clases de pendientes pueden coincidir con los sectores críticos, donde los procesos de deslizamiento son dominantes<sup>3</sup>.

Tabla XXXIII. **Clases de pendientes, condiciones del terreno, colores sugeridos y valoración del parámetro Sp**

Grados	Condiciones del terreno	Valor del parámetro Sp
0-2	Planicie, sin denudación apreciable.	0
2-4	Pendiente muy baja, peligro de erosión.	1
4-8	Pendiente baja, peligro severo de erosión.	2
8-16	Pendiente moderada, deslizamientos ocasionales, peligro severo de erosión.	3
16-35	Pendiente fuerte, procesos denudacionales intensos (deslizamientos), peligro extremo de erosión de suelos	4
35-55	Pendiente muy fuerte, afloramientos rocosos, procesos denudacionales intensos, reforestación posible	5
> 55	Extremadamente fuerte, afloramientos rocosos, procesos denudacionales severos(caída de rocas), cobertura vegetal limitada	6

Fuente: elaboración propia.

Los tipos de suelos y rocas juegan un papel preponderante en el comportamiento dinámico de las laderas.

---

<sup>3</sup> Van Zuidam, R.A., Aerial photo-interpretation in terrain. p.112.

La composición mineralógica, la capacidad de retención de humedad, los espesores y grado de meteorización, el estado de fracturamiento, el ángulo de buzamiento, la posición y variación de los niveles freáticos, etc., influyen claramente en la estabilidad o inestabilidad de las laderas.

La evaluación de este parámetro puede realizarse según las sugerencias de Mora, R., sin embargo, si se cuenta con descripciones de los macizos rocosos y la evaluación de propiedades geotécnicas de suelos, se recomienda utilizar tablas XXXIII y XXXVI. La tabla XXXIII se ha confeccionado con la utilización de la clasificación de macizos rocosos RMR, y la tabla XXXVI con la modificación del cuadro propuesto por Miles & Keafer.

Tabla XXXIV. **Valoración del parámetro de susceptibilidad litológica, caso macizos rocosos según RMR**

Valoración RMR	Descripción RMR	Valoración del Parámetro SI
< 20	Muy pobre	1
21-40	Pobre	2
41-60	Medio	3
61-80	Bueno	4
81-100	Muy bueno	5

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXV. **Valoración del parámetro de susceptibilidad litológica, caso suelos**

Ángulo de fricción [grados]	Descripción	Valoración del parámetro SI
0-15	Muy bajo	1
15-20	Bajo	2
20-25	Medio	3
25-30	Alto	4
> 30	Muy alto	5

Fuente: elaboración propia.

En este caso se recurre a los promedios mensuales de precipitación, efectuando con ellos un balance hídrico simplificado, en donde se asume una evapotranspiración potencial de 125 mm/mes, por lo tanto, precipitaciones mensuales inferiores a 125 mm no conducen a un aumento de la humedad del terreno, mientras que una precipitación entre 125 y 250 mm si la incrementa, y precipitaciones mensuales superiores a 250 mm conducen a una humedad del suelo muy alta.

Seguidamente, a los promedios mensuales se les asignan los valores de la tabla XXXVI y se efectúa la suma de estos valores para los doce meses del año, con lo que se obtiene un valor que puede oscilar entre 0 y 24 unidades.

El resultado refleja los aspectos relacionados con la saturación y la distribución temporal de humedad en el terreno. La valoración del parámetro se presenta en la tabla XXXVII.



Tabla XXXVI. **Valores asignados a los promedios mensuales de lluvia**

Promedio de precipitación Mensual [mm]	Valor asignado
< 125	0
125-250	1
>250	2

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVII. **Valoración del parámetro de humedad del terreno (Sh)**

Suma de valores asignados a cada mes	Descripción	Valoración del parámetro Sh
0-4	Muy bajo	1
5-9	Bajo	2
10-14	Medio	3
15-19	Alto	4
20-24	Muy alto	5

Fuente: elaboración propia.

La sismicidad es el evento natural que ha causado la mayor destrucción por deslizamientos en Costa Rica. Se ha observado que el potencial de generación de deslizamientos por actividad sísmica puede correlacionarse con la escala de intensidades Mercalli-modificada.

En caso de contar con datos sobre aceleraciones pico (PGA), se ha utilizado la relación de Trifunac & Brady, para establecer los valores correspondientes del parámetro de disparo por sismicidad (Ds x tabla XXXVIII).

Existen otras relaciones entre intensidad y aceleración que pueden ser utilizadas, a criterio de las personas que pongan en práctica esta metodología.

Tabla XXXVIII. **Valoración del parámetro de disparo por sismicidad Ds**

Intensidad Mercalli-Modificada	Aceleración pico (%g) (Trifunac & Brady, 1975)	Valoración del parámetro Ds
I	0.3-0.6	1
II	0.6-1.1	2
III	1.1-2.2	3
IV	2.2-4.5	4
V	4.5-8.9	5
VI	8.9-17.7	6
VII	17.7-35.4	7
VI	35.4-70.5	8
IX	70.5-140.8	9
X	140.8-280.8	10
XI	280.8-560.4	11
XII	> 560.4	12

Fuente: elaboración propia.

En el parámetro de disparo por lluvia DII se consideran las intensidades de lluvias potencialmente generadoras de deslizamientos, se utiliza la lluvia máxima en 24 horas con un período de retorno de 100 años, aplicando la distribución de valores extremos Gumbel tipo I, o LogPearson tipo III, a series temporales con más de 10 años de registro. En la tabla XXXIX se aprecia la valoración del parámetro DII.

Tabla XXXIX. **Valoración del parámetro de disparo por lluvias DII**

Lluvia máxima en 24 horas, período de retorno 100 años [mm]	Descripción	Valor del parámetro DII.
< 100	Muy bajo	1
100-200	Bajo	2
200-300	Medio	3
300-400	Alto	4
> 400	Muy alto	5

Fuente: elaboración propia.

De esta ecuación se pueden derivar las relaciones:

$$H_s = (S_I * S_h * S_p) * (D_s)$$

$$H_{II} = (S_I * S_h * S_p) * (D_{II})$$

Donde:

H<sub>s</sub>: susceptibilidad al deslizamiento por sismicidad, el máximo valor que puede dar es 7,500.

H<sub>II</sub>: susceptibilidad al deslizamiento por lluvias, el máximo valor que puede dar es 3,125.

### **3.1.3.7. Evaluación de explosiones o fugas de sustancias tóxicas**

La elección de las medidas preventivas y de protección a poner en práctica, puede hacerse con ayuda del factor de probabilidad y del factor de incidencia mediante la siguiente matriz.

Tabla XL. **Factor de incidencia**

FACTOR DE PROBABILIDAD	FACTOR DE INCIDENCIA			
	Pequeño: heridas leves	Mediano: heridas simples hasta graves	Grave: heridas con peligro para la vida o muerte	Catastrófico : varios casos de muerte
ALTO Ocurre probablemente por lo menos una vez año durante la vida útil de la instalación.	4	5	6	7
MEDIANO Ocurre probablemente más de una vez durante la vida útil de la instalación	3	4	5	6
Bajo Probablemente no ocurre durante la vida útil de la instalación	2	3	4	5
Muy bajo Es muy improbable que ocurra	1	2	3	3

Fuente: elaboración propia.

Tomando como base los valores determinados en la tabla anterior, en la siguiente tabla se indican las medidas requeridas y los plazos dentro de los cuales estas medidas tienen que ser puestas en práctica:

Tabla XLI. **Valoración de la incidencia**

<b>Valor medido</b>	<b>Medidas a tomar y plazos de tiempo</b>
1-2 Riesgo aceptable	No se requiere medidas adicionales de protección. Posibles medidas de mejoramiento deben considerarse teniendo en cuenta la relación costos provechos. Supervisión continúa para el aseguramiento de la realización de las medidas de protección.
3-4 Es necesario disminuir el riesgo	Dentro de un plazo de tiempo establecido se deben tomar medidas para la reducción del riesgo a un nivel aceptable.
5-7 Es necesaria la inmediata reducción del riesgo	Solo se puede comenzar con los trabajos cuando el riesgo haya sido reducido a un nivel aceptable. Las medidas necesarias de mejoramiento son importantes y deben emplearse inmediatamente para trabajos ya comenzados. Si el riesgo no puede ser disminuido a un nivel aceptable, entonces se tiene que mantener la prohibición de los trabajos.

Fuente: elaboración propia.

### **3.1.3.8. Evaluación de accidentes laborales**

La evaluación del accidente de trabajo, obliga a una rápida acción del área productiva, que debe complementarse con una pronta información del área de higiene y seguridad, que encarnará la investigación del hecho.

Las causas de un accidente deben buscarse en:

- Una condición insegura
- Un acto inseguro
- Una conjunción de ambas

La condición insegura es fácilmente detectable por observación directa. El acto inseguro es más fácil de detectar y puede tener origen en:

- Falta de aptitud física y/o psíquica
  - Visión deficiente
  - Audición deficiente
  - Contextura física inadecuada
  - Inestabilidad emocional, etc.
  
- Actitudes indebidas:
  - Exceso de confianza
  - Falta de atención
  - Indolencia
  - Suficiencia
  
- Falsa hombría: no respeta el método de trabajo
  - Viola normas de seguridad
  - No utiliza elementos de protección personal
  - Bromea durante el trabajo
  - Utiliza herramientas defectuosas o inadecuadas
  
- Falta de conocimiento y/o entrenamiento
  - Desconocimiento del método de trabajo
  - Ignorancia de los riesgos vinculados a la tarea
  - Entrenamiento deficiente

De la gran cantidad de variables que influyen en el acto inseguro, en la actualidad, el acto inseguro tradicional, se subdivide en:

- Acto inseguro propiamente dicho: comprende el rubro de actividades indebidas
- Factor personal inseguro: comprende los rubros de falta de aptitud física y/o psíquica, falta de conocimiento y/o entrenamiento

De esta manera, es posible simplificar la investigación del accidente y optimizar las medidas correctivas a implementar:

- Método del “árbol de causas”: es una representación gráfica, del encadenamiento de causas que han provocado directa o indirectamente el accidente. A partir del accidente se construye el árbol, interrogando a cada hecho sobre su causa y el carácter necesario y suficiente de la misma. En este encadenamiento, pueden aparecer cuatro tipos de relaciones lógicas entre los sucesos vinculados al accidente:
  - Una cadena: un hecho, una única causa. El operario se cayó (hecho) – porque se resbaló (causa).
  - Una conjunción: un hecho, varias causas. El operario pasa junto a un equipo (hecho) – paso habitual obstruido - falta de valla de seguridad - falta de señalización.

- Una división: Varios hechos, derivan de una causa. Valla de contención corrida – intervención del mecánico (Causa) - Carter de bomba retirado - falta de valla de protección de paso - Acoplamiento de bomba en marcha.
- Una independencia: un hecho no es antecedente de causa (independencia). Intervención del mecánico – administrativo atraviesa el taller.

Para la ejecución del proceso de investigación mediante el método del Árbol de causas, se parte del último hecho y se va remontando de hecho en hecho, sistemáticamente preguntándose: ¿Qué fue necesario para que este hecho apareciera? ¿Fue necesaria otra cosa también? ¿Qué otra cosa ha sido necesaria?

- Causa de accidentes: se pueden distinguir 3 (tres) causas de accidentes:
  - Condición insegura: es aquella circunstancia o condición física que hace posible el accidente:
    - Falta de resguardo o guardas de protección
    - Piso deteriorado
    - Derrame de aceites o grasas sobre el suelo
    - Iluminación deficiente
    - Falta de limpieza y orden
  - Acto inseguro: es el acto que por ser realizado u omitido, hace posible que ocurra el accidente:
    - No respetar el método de trabajo



- Violar normas de seguridad
  - Utilizar herramientas inadecuadas o defectuosas
  - Falta de atención en el trabajo
- Condición insegura + acto inseguro: implica la ocurrencia simultánea de causas. El accidente ocurre porque existen causas que lo hacen posible y no es obra de la casualidad, fatalidad o destino.
- Naturaleza de las lesiones: como se expresara, los accidentes que afecten al hombre son considerados como lesiones, pudiendo determinarse las mismas como:
  - Lesión incapacitante: implica pérdidas de días de trabajo. El trabajador permanece alejado de su tarea durante más de una jornada habitual.
  - Lesión no incapacitante: sin pérdidas de días de trabajo.
  - Incapacidad total o parcial temporal.
  - Incapacidad parcial permanente: el trabajador se reintegra con disminución de capacidad laborativa.
  - Incapacidad total: implica el fin de la vida útil de trabajo.
- Accidentología laboral
  - Accidente de trabajo: suceso inesperado súbito y violento que interfiere el normal desarrollo del trabajo. El accidente de trabajo

puede involucrar a hombres, máquinas, equipos, instalaciones, herramientas, materiales (materia prima, en proceso o producto terminado).

- Cuando el accidente involucra al hombre, se dice que este ha sufrido una lesión.
- Cuando el accidente involucra equipos, máquinas, instalaciones, herramientas o tiempo, no personas, se dice haber sufrido un siniestro.
- Cuando el accidente, no produce daños (ni lesión, ni siniestro) se define como incidente.

#### **3.1.4. Equipamiento de seguridad**

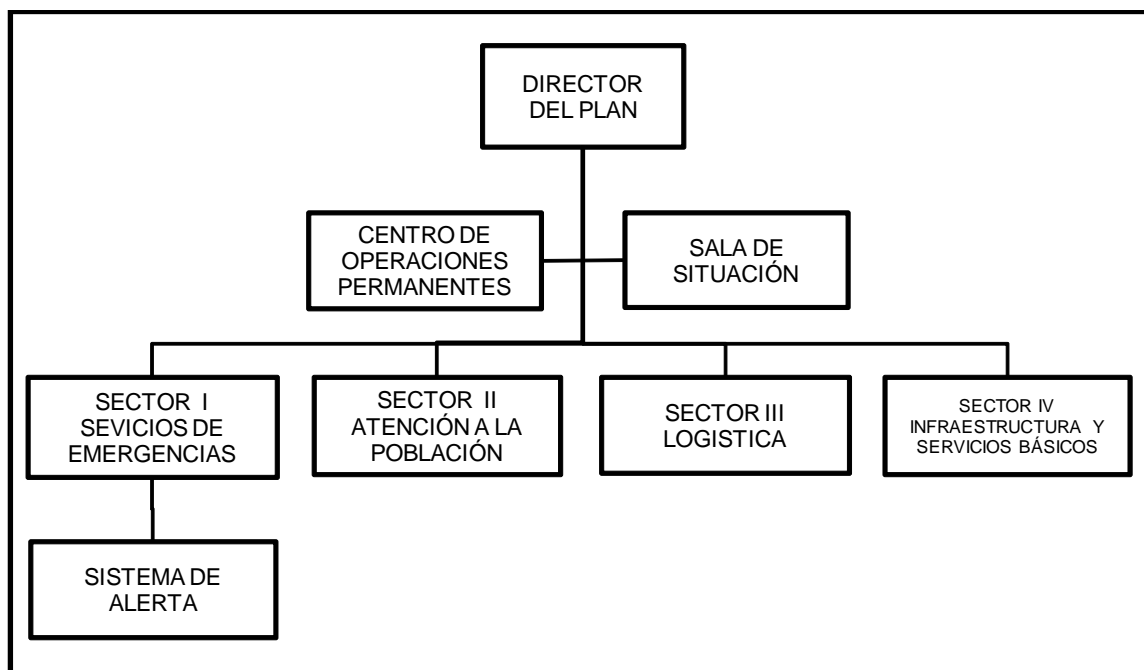
- Extintores portátiles
- Hidrantes
- Sistemas de detección de fugas
- Clínica médica
- Linternas comunes o contra explosiones
- Equipos medición rápida de contaminantes
- Alarma y control de incendios
- Luces de emergencia
- Equipos de comunicación
- Equipo de generación eléctrica

### 3.1.5. Equipo para el personal

- Uniformes, bata, pantalón, camisa y gabacha
- Lentes
- Mascarilla para gases o vapores
- Tapones de oído
- Guantes
- Zapatos
- Cinturón
- Casco

### 3.1.6. Elaboración de un folleto del plan de contingencia

Figura 98. Estructura administrativa del plan de contingencia



Fuente: elaboración propia

- Director del plan: su propósito es coordinar y dar seguimiento a las disposiciones emanadas del consejo, junta y secretaria ejecutiva de Conred. El objetivo es asegurar el funcionamiento del plan antes, durante y después.
  
- Centro de operaciones permanente: su propósito es coordinar y apoyar las coordinaciones de los sectores I, II, III Y IV, antes, durante y después de una emergencia o desastre todo el año, las 24 horas del día. Entre sus objetivos se encuentran:
  - Mantener coordinación con las bases de radio del sistema.
  - Mantener coordinación con los sectores a nivel regional y departamental.
  - Llevar registro y concentrar la mayor cantidad de información proveniente de los lugares de alto riesgo, y de las actividades de respuesta.
  - Llevar registro de la evolución de la respuesta en los lugares impactados.
  
- Sala de situación: el propósito es monitorear los fenómenos y eventos naturales generados de emergencias o desastres, analizar la información de daños y elaborar planes y proyectos con las recomendaciones pertinentes a la municipalidad, iniciar con el proceso de reconstrucción a mediano y largo plazo. El objetivo es brindar información técnico científica que apoye la toma de decisiones del alto nivel para la respuesta, y planificar la reconstrucción a mediano y largo plazo.
  
- Sector I: servicios de emergencia. El propósito es el sector que coordina la atención a las necesidades de respuesta inmediata en situaciones de

emergencia o desastre, atendiendo y coordinando situaciones para salvaguardar vidas humanas. El objetivo es desarrollar actividades operativas en el sitio, dirigidas al manejo masivo de las personas que resulten afectadas por eventos que requieran atención con el soporte de grupos especializados de intervención inicial que usan como metodología de trabajo el Sistema de Comando de Incidentes (SCI).

- Sector II: atención a la población. El propósito es proporcionar a la población cobijo, resguardo alimentación, seguridad y salud, gestionando inmediatamente los insumos necesarios en situaciones de emergencia y/o desastres con la participación ordenada de población voluntaria, manteniendo información consolidada de sus campos de acción. El objetivo es salvar vidas humanas mediante la coordinación de las acciones necesarias para proveer a las víctimas de un desastre: servicios de salud y médicos, abrigo, cobijo, seguridad ciudadana, asistencia alimentaria así como equipos de voluntarios para la administración de las donaciones recibidas y para la distribución de las mismas, entre otras.
- Sector III: de logística. El propósito es encargarse de la planificación, coordinación y administración de la asistencia humanitaria nacional e internacional, utilizando un sistema único de manejo de suministros que satisfaga las necesidades de la población damnificada. El objetivo es administrar la asistencia humanitaria nacional e internacional, a fin de garantizar su manejo efectivo y transparente.
- Sector IV: infraestructura y servicios básicos. El propósito es el sector que brinda apoyo al restablecimiento y mejoras de las líneas vitales, responsable de realizar actividades destinadas a la respuesta rehabilitación y provisión de servicios básicos y de infraestructura en caso

de emergencias y desastres. El objetivo es proveer servicios de ingeniería para rehabilitar las líneas vitales y la infraestructura necesaria, con el objeto de facilitar las operaciones de respuesta a favor de la población afectada y propiciar las condiciones necesarias para iniciar las labores de recuperación.

Tabla XLII. **Funciones de soporte**

<b>FUNCIONES DE SOPORTE</b>	<b>SECTORES</b>	<b>INSTITUCION RECTORA</b>	<b>INSTITUCION DE APOYO</b>
Combate de incendios estructurales	Sector I	Cuerpos de bomberos	Cuerpo de bomberos
Combate de incendios forestales	Sector I	SECONRED	INAB, MAGA, CONAP
Búsqueda y rescate	Sector I	Cuerpos de bomberos	Cuerpos de bomberos
Atención pre hospitalaria	Sector I	Cruz Roja guatemalteca	Bomberos Municipales y Voluntarios
Materiales peligrosos	Sector I	Cuerpos de bomberos	Bomberos Voluntarios y MEM
Manejo de morgues temporales	Sector I	INACIF	MP
Seguridad y orden público	Sector II	MINGOB	Ministerio de la Defensa Nacional
Alimentos	Sector II	SESAN, Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutricional	MAGA
Administración de albergues colectivos de emergencia y temporales	Sector II	SOSEP, Secretaría de Obras Sociales de la Esposa del Presidente	MINEDUC
Albergues de transición	Sector II	SCEP, Secretaría de Coordinación Ejecutiva de la Presidencia	MICIVI
Atención en salud, física y mental	Sector III	MSPAS, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social	IGSS
Logística, transporte y equipo	Sector III	MD	Fondo social de solidaridad
Centro de coordinación de ayuda humanitaria	Sector III	SECONRED, Secretaría Ejecutiva de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres	Ministerio de Relaciones Exteriores
Recursos humanos	Sector III	SECONRED, Secretaría Ejecutiva de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastre	MICUDE, Ministerio de Cultura y Deportes
Administración de centros de acopio	Sector IV	SOSEP, Secretaría de Obras Sociales de la Esposa del Presidente	MINEDUC, Ministerio de Educación
Agua portable y saneamiento	Sector IV	MSPAS, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social	INFOM, Instituto de Fomento Municipal

Continuación de la tabla XLII.

Telecomunicaciones	Sector IV	MICIVI, Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda	
Obra pública e ingeniería	Sector IV	MICIVI, Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda	Fondo social de solidaridad
Energía		MEM, Ministerio de Energía y Minas	CNEE, Comisión Nacional de Energía Eléctrica

Fuente: elaboración propia.

- Sistemas de alerta: propósito: tomar acciones interinstitucionales o públicas específicas, debido a la probable y cercana ocurrencia de un evento adverso o cuando este haya ocurrido de manera súbita. Objetivo: determinar el tipo de acción básica que debe ejecutar de acuerdo con la magnitud del impacto o en un escenario probable, con el fin que las instituciones del sistema CONRED, activen procedimientos preestablecidos y la población tome precauciones necesarias. Estrategia: declarar los tipos de alertas, que se fundamentan en el Acuerdo Gubernativo No. 443-2000, Capítulo VII, Artículo 39, donde se definen dos tipos:
  - Alerta institucional y alerta pública.
    - Alerta institucional: opera únicamente para el personal
    - Alerta pública: será declarada por el Consejo Nacional a propuesta del Coordinador de la Junta y Secretaria Ejecutiva. Deberá mantenerse informada a la población sobre la evolución y comportamiento del evento, a efecto de que esta ponga en práctica las medidas recomendadas previamente, teniendo

especial cuidado de no causar entre la población más alarma de la necesaria. Deberá redactarse un comunicado de prensa basado en la información que establece el procedimiento nacional de respuesta que corresponda. La secretaria ejecutiva procederá a convocar a los medios de comunicación a conferencia de prensa para informar oficialmente de la declaratoria.

- Alcance: de acuerdo con el reglamento de la ley 109-96, para efectos de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres Conred, la declaratoria de alerta institucional es facultad del Ministro de la Defensa Nacional en su calidad de Presidente de Junta y Secretaría de CONRED y aplica para todas las instituciones del sistema. La declaratoria de alerta pública es facultad del consejo nacional, a propuesta del coordinador de la Junta y Secretaria Ejecutiva y aplica para la población afectada.
- Responsabilidades en los dos tipos de alertas: la información oficial, con la cual se recomienda determinar un tipo de alerta, será la siguiente:
  - Los incidentes hidrometeorológico y geológico se fundamentarán en la información proporcionada por el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología –INSIVUMEH-.
  - En los incidentes sanitarios, se fundamentará por la información proporcionada por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.



- En incidentes con químicos se fundamentará en la información proporcionada por el ente rector, en el tema para el cual se toman en cuenta: el Ministerio de Energía y Minas, Sistema de Prevención y Control de Incendios Forestales, y Cuerpos de bomberos.
- En incidentes socio-organizativos, se fundamentará en la información proporcionada por el ente rector: Gobernación Departamental.

Adicionalmente se integrará al proceso el análisis de la información, proveniente de las Coordinadoras Regionales o Departamentales.

De acuerdo con el Artículo 42 del reglamento de la ley 109-96, en caso de desastres o peligro grave, la CONRED informará al Presidente de la República y sugerirá las medidas señaladas en la Ley de Orden Público, señaladas en el capítulo IV, artículos 14 y 15 de la Ley de Orden Público.

El plan nacional de respuesta establece cuatro condiciones para los procedimientos nacionales (hidrológicos, geológicos, sanitarios, químicos, socioorganizativo) y territoriales (regionales, departamentales, municipales); cada una de estas condiciones se entenderá como un color de alerta que funciona para los dos tipos de alerta.

Tabla XLIII. **Interpretación de los colores de alerta**

Verde	Aquella que se mantiene cuando la ocurrencia del evento no es inminente.
Amarillo	Cuando la tendencia ascendente del desarrollo del evento implica situaciones inminentes de riesgo y situaciones de emergencia.
Anaranjado	Cuando una situación o el impacto de un evento sea inminente y provoque situaciones severas de emergencia. Cuando el evento impacta una o varias zonas, presentando efectos adversos a las personas, los bienes, las líneas vitales o el ambiente con menor magnitud, afectación, tiempo y capacidad de respuesta. Regularmente no necesita el apoyo a nivel nacional, únicamente algunos sectores.
Rojo	Cuando el evento impacta una o varias zonas, presentando efectos adversos a las personas, los bienes, las líneas vitales o el ambiente, en mayor magnitud, afectación, tiempo y capacidad de respuesta. Regularmente sí necesita el apoyo a nivel nacional de todos los sectores, además del apoyo internacional.

Fuente: elaboración propia.


### **3.1.7. Simulacros**

A continuación se describe el procedimiento para la práctica de los simulacros.


#### **3.1.7.1. Procedimientos**

El centro de operaciones tomará las medidas correspondientes y designará a jefes de brigadas; estos a su vez serán los encargados de grupos de personas para evacuar la municipalidad.


Tabla XLIV. Procedimientos

<p><b>DEPARTAMENTO DE RECURSOS HUMANOS DEPARTAMENTO MEDIO AMBIENTE PLANIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA</b></p>	
<p><b>COMITÉ INTERNO DE PROTECCIÓN CIVIL</b></p> <p>La integración del comité interno de protección civil, la identificación de riesgos, la organización de simulacros y los procedimientos de evacuación y repliegue en inmuebles con afluencia masiva de personas, adquieren especial relevancia dentro del paradigma de la prevención y se organizan con la finalidad de llevar a cabo medidas para evitar o mitigar el impacto de una emergencia o desastre, con base en el análisis de los riesgos a que estén expuestas las oficinas públicas y privadas, comercios, industrias y otro tipo de instalaciones, por ello se debe sensibilizar a la población que los utiliza.</p> <p>Las acciones de prevención para ejercicios de evacuación, deberán considerar principalmente lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Formación del comité interno de protección civil</li><li>• Formación de brigadas</li><li>• Identificación de riesgos internos y externos</li><li>• Señalización</li><li>• Programas de capacitación y de mantenimiento</li><li>• Realización de evacuación (simulacros)</li></ul> <p>1. El comité interno de protección civil, se forma por un grupo de funcionarios que representan las principales áreas de la institución, con capacidad de decisión sobre las acciones a seguir, cuentan con información que les permita utilizar los recursos disponibles, humanos, materiales, vehículos, médicos, para hacer frente a posibles contingencias, así como, supervisar y coordinar la difusión, capacitación, y orientación del personal, en la realización de simulacros, aplicación de los procedimientos y evacuación y repliegue.</p>	

Continuación de la tabla XLIV.

<p><b>DEPARTAMENTO DE RECURSOS HUMANOS</b> <b>DEPARTAMENTO MEDIO AMBIENTE</b> <b>PLANIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA</b></p>	
<p>El comité interno de protección civil:</p> <p>Coordinar General. Suplente del Coordinador General. Jefe de edificio.</p> <p>Jefe de área. Brigadas.</p> <p>2. Funciones del comité interno de protección civil</p> <p>Coordinador general: Toma decisiones en el caso de presentarse una emergencia, asignar brigadistas y buscar su capacitación.</p> <p>Jefe de edificio: Conocer los distintos tipos de instalaciones eléctricas, gas, sanitarias, agua potable, red contra incendios, contar con programas de mantenimiento, características arquitectónicas, estructuras del edificio y conjuntamente con el coordinador general establecer las estrategias.</p> <p>Jefe de área: Se designa cuando el edificio consta de diferentes niveles o son áreas muy extensas requiriendo asignar esta función a varias personas para que colaboren con el jefe del edificio, coordinando la evacuación de su área bajo su responsabilidad.</p> <p>Brigadas: Generalmente se deben organizar las de evacuación, comunicación, primero auxilios, prevención combate de incendios y cuando el inmueble lo requiere, búsqueda, recate y salvamiento.</p>	

Continuación de la tabla XLIV.


<p><b>DEPARTAMENTO DE RECURSOS HUMANOS DEPARTAMENTO MEDIO AMBIENTE PLANIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA</b></p>	
<p>Tanto los jefes de área como el personal de brigadas, deberán ser seleccionados tomando en consideración vocación de servicio, liderazgo, capacidad de toma de decisiones, responsabilidad e iniciativa.</p> <p>3. Identificación de riesgos</p> <p>Según la ubicación del inmueble se deben analizar los agentes perturbadores a los que podría estar expuesto.</p> <p>Los riesgos pueden ser sismos, erupciones volcánicas, fallas geológicas, inundaciones, deslaves, incendios, explosiones, derrames de sustancias peligrosas, plagas.</p> <p>4. Señalización de inmuebles</p> <p>Definir las rutas de evacuación para la población que utiliza el inmueble. Se deberá tener especial cuidado en definir las áreas de menor riesgo, donde cualquier momento se puede recomendar realizar el despliegue necesario, alejando al personal de las zonas de mayor riesgo. Se definirán las salidas de emergencia. Cuando el inmueble es de varios pisos se utilizarán las escaleras.</p> <p>Se colocará un sistema de alarma que debe ser escuchado en todas las áreas, hidrantes, extintores y herramientas.</p> <p>En el exterior será importante definir el punto de reunión, para que la población se concentre en dicho lugar, donde no existan líneas eléctricas de alta tensión, postes, transformadores, edificios próximos.</p>	

Fuente: elaboración propia.

### 3.1.7.2. Evacuación

Los jefes de brigadas tomarán lista de las personas que están a su cargo, tanto por teléfono o en persona.

Tabla XLV. **Actividades de los comités internos**

<b>DEPARTAMENTO DE RECURSOS HUMANOS DEPARTAMENTO MEDIO AMBIENTE PLANIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA</b>	
<p>Actividades de los integrantes de los comités internos de protección civil:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Establecer el punto de reunión en el exterior del edificio.</li><li>• Difundir el plan de emergencia a los brigadistas.</li><li>• Implementar y probar el sistema de alarma interna.</li><li>• Entregar silbatos a los jefes de piso y brigadistas.</li><li>• Entregar equipo a brigadistas, gafetes, chalecos.</li><li>• Designar funciones como:<ul style="list-style-type: none"><li>○ Guías</li><li>○ Brigadistas control tránsito vehicular</li><li>○ Brigadistas de control de accesos y resguardo del edificio</li><li>○ Observadores</li><li>○ Brigadistas que realizarán censo del personal</li><li>○ Personal que tome el tiempo oficial de evacuación</li><li>○ Recorrer el edificio, siguiendo las rutas de evacuación</li></ul></li></ul> <p>Actividades en el procedimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Activar el sistema de alarma interno.</li><li>• Dirigirán controlar al personal de su piso.</li><li>• Iniciarán del desalojo cuando se le indique.</li><li>• Apoyarán a los demás brigadistas.</li><li>• Auxiliarán a las personas discapacitadas.</li><li>• Iniciarán al personal que proceden en orden, en silencio y caminando con rapidez.</li><li>• Evitarán la utilización de los elevadores.</li><li>• Indicarán a los visitantes las rutas de evacuación.</li><li>• Verificarán que no haya quedado ninguna persona en su piso.</li><li>• Evitarán que alguien regrese a su área de trabajo.</li><li>• En el punto de reunión, realizarán el censo del personal.</li></ul>	

Fuente: elaboración propia.

### **3.1.8. Instituciones con quienes coordinar el plan de contingencia**

El centro de operaciones se comunicará con la policía, bomberos y Conred, para planificar los pasos a seguir en un desastre. El centro de operaciones se comunicará con los diferentes sectores, dependiendo de la emergencia a cubrir.

### **3.1.9. Albergues**

Los albergues serán monitoreados por el sector II, los cuales tendrán que ser equipados con camas, baños, luz, agua potable y comida en conservas. La municipalidad cuenta con varios gimnasios, los cuales pueden estar en la disposición de ser albergues.

### **3.1.10. Medios de activación**

A continuación se describe cómo se activará el plan.

#### **3.1.10.1. Activación del plan**

Será activado debido a la posible e inminente afectación o cuando se dé el impacto de un evento generador de desastre de gran magnitud o por la poca capacidad de respuesta del lugar, a través del director del plan a sugerencia del coordinador, activando el sistema de enlaces interinstitucionales a cualquier hora de los 365 días del año, a través las diferentes procedimientos establecidos en los planes específicos por amenaza y el manual de enlaces.

Si la magnitud del evento sobrepasa la capacidad de respuesta nacional, el coordinador sugerirá al director la solicitud de ayuda y asistencia humanitaria internacional.

#### **3.1.10.2. Criterios de activación por amenaza**

- Geológica
- Hidrometeorológica
- Química
- Socio organizativa
- Sanitaria

#### **3.1.11. Brigadas de evacuación**

Como ya se tiene divididos a los trabajadores de la municipalidad en diferentes departamentos para activar un plan de contingencia, ellos tendrán sus jefes de brigada para poder hacer cualquier tipo de brigadas para evacuar el edificio de la municipalidad sin ningún problema.

#### **3.1.12. Señalización**

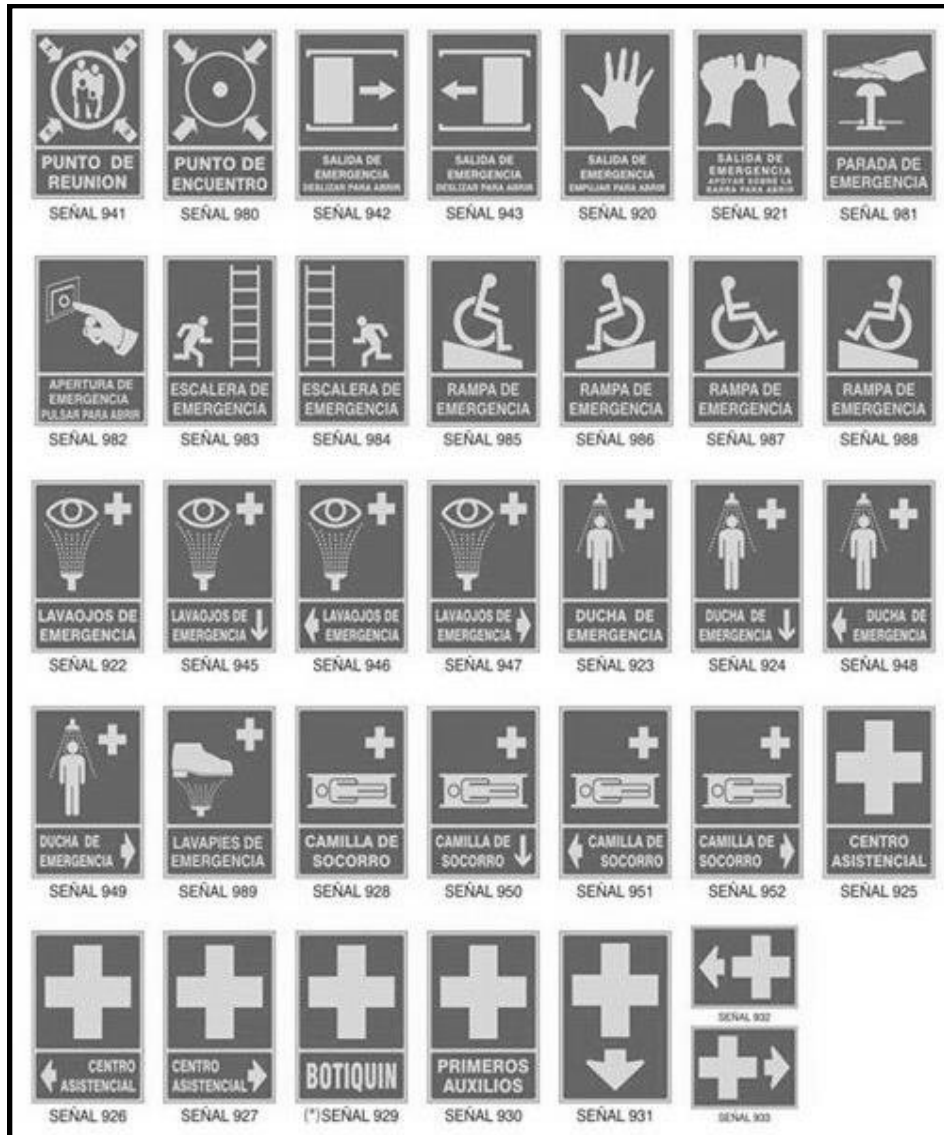
A continuación se muestran algunas de las formas más adecuadas para la correcta señalización para una eficaz evacuación.

##### **3.1.12.1. Rótulos**

En la municipalidad es necesaria cierta rotulación que indique rutas de evacuación y salidas más cercanas.



Figura 99. Señalización de evacuación



Fuente: www.e-señales.com. Consulta: 26 de marzo 2012.

También cuenta con exhibidores para extinguidores, pero no cuenta con el aparato extintor.

En caso de incendio de alguna oficina o de algún vehículo, no se podrá evitar un conato de incendio.

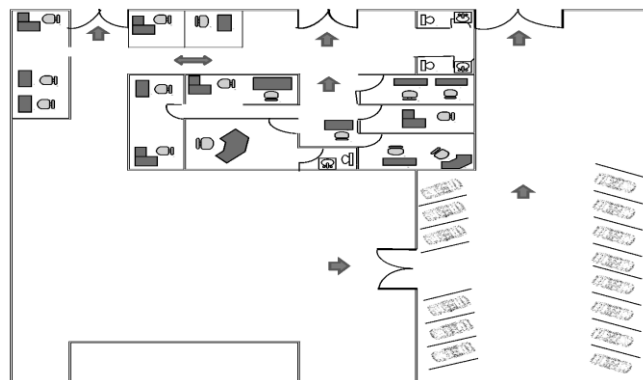
### 3.1.12.2. Colores

Se pondrán rótulos de tipo de alarma en que se encuentra el municipio o país, para que la gente entienda la gravedad de la situación.

### 3.1.12.3. Rutas de evacuación

Se colocará rotulación indicando las puertas de salida; también hace falta colocar linternas de emergencias que se enciendan cuando haga falta la energía eléctrica; la municipalidad está acostumbrada a realizar actividades por las tardes y noches, donde llega bastante gente de la tercera edad, que dificulta la evacuación. También hay ciertas gradas donde está el auditorio, que son muy altas para niños y ancianos y en la oscuridad puede ocasionar un accidente.

Figura 100. Rutas de evacuación



Fuente: elaboración propia.



## **4. CAPACITACIÓN COMUNITARIA RESPECTO A LA COLABORACIÓN SOBRE RECICLAJE DE BASURA, AHORRO DE AGUA Y ENERGÍA ELÉCTRICA**

### **4.1. Planificación de capacitaciones**

La capacitación de los vecinos es importante para establecer un diálogo abierto de los pro y contra de los servicios que presta la municipalidad. En estas capacitaciones surgen preguntas las cuales sirven para tomarlas en cuenta y planificar un mejor servicio.

Las capacitaciones de los vecinos ya se realizaron; las fechas fueron programadas por el departamento de asuntos sociales y se efectuaron en las diferentes zonas y municipios.

El nivel de conocimiento que se quiere que los vecinos obtengan, es lo más básico que cualquier persona o niño pueda entender. Para esto se repartieron trifoliales con información básica de los conceptos de las 3 R, reciclaje, reducir, reusar y manejo de la basura.

Para mejor aprovechamiento y entendimiento, se llevó basura que se puede reusar y reciclar para dar ejemplos fehacientes.

Se dio participación a estudiantes y gente del público para que ellos mismos dieran ejemplos de cómo se puede reusar la basura.

#### 4.1.1. Capacitación a los vecinos

Estas capacitaciones se realizaron como concientización e información de los problemas que genera la basura y el proliferamiento de basureros clandestinos.

Figura 101. Capacitación en la aldea El Chocolate



Fuente: instalaciones del salón municipal aldea El Chocolate.

Figura 102. **Capacitación en la municipalidad de Fraijanes**



Fuente: municipalidad de Fraijanes.

Figura 103. Capacitación en el barrio San Antonio



Fuente: instalaciones municipalidades en el barrio San Antonio.

#### **4.1.2. Capacitación a las escuelas**

Se dieron capacitaciones a la escuela Telecentro y al Colegio Naleb. Pero se necesitan de muchos recursos para tales pláticas, como laptop, cañonera, personal de apoyo, muestras y un compromiso por parte de las instituciones para colocar publicidad.

Se analizó la forma más efectiva y dinámica en que se puede realizar una plática o capacitación para diversas escuelas y grados.

La municipalidad cuenta con diversos recursos como el departamento de relaciones públicas que pueden ser ayuda para la implementación de un programa a largo plazo de las capacitaciones de reciclaje; pero no cuenta con todo el personal necesario para dar tantas capacitaciones en tan poco tiempo, por lo que se llegó a la idea de realizar un video educacional.

Ventajas de hacer un vídeo:

- Fácil de presentar
- Llegar a mayor número de estudiantes en menos tiempo
- Menor recurso humano y monetario para presentarlo
- Dirigido a mayor número de edades
- Vídeo institucional para varios años



Figura 104. Capacitación en el colegio Naleb



Fuente: instalaciones del colegio Naleb.

Figura 105. **Capacitación en la escuela Telecentro**

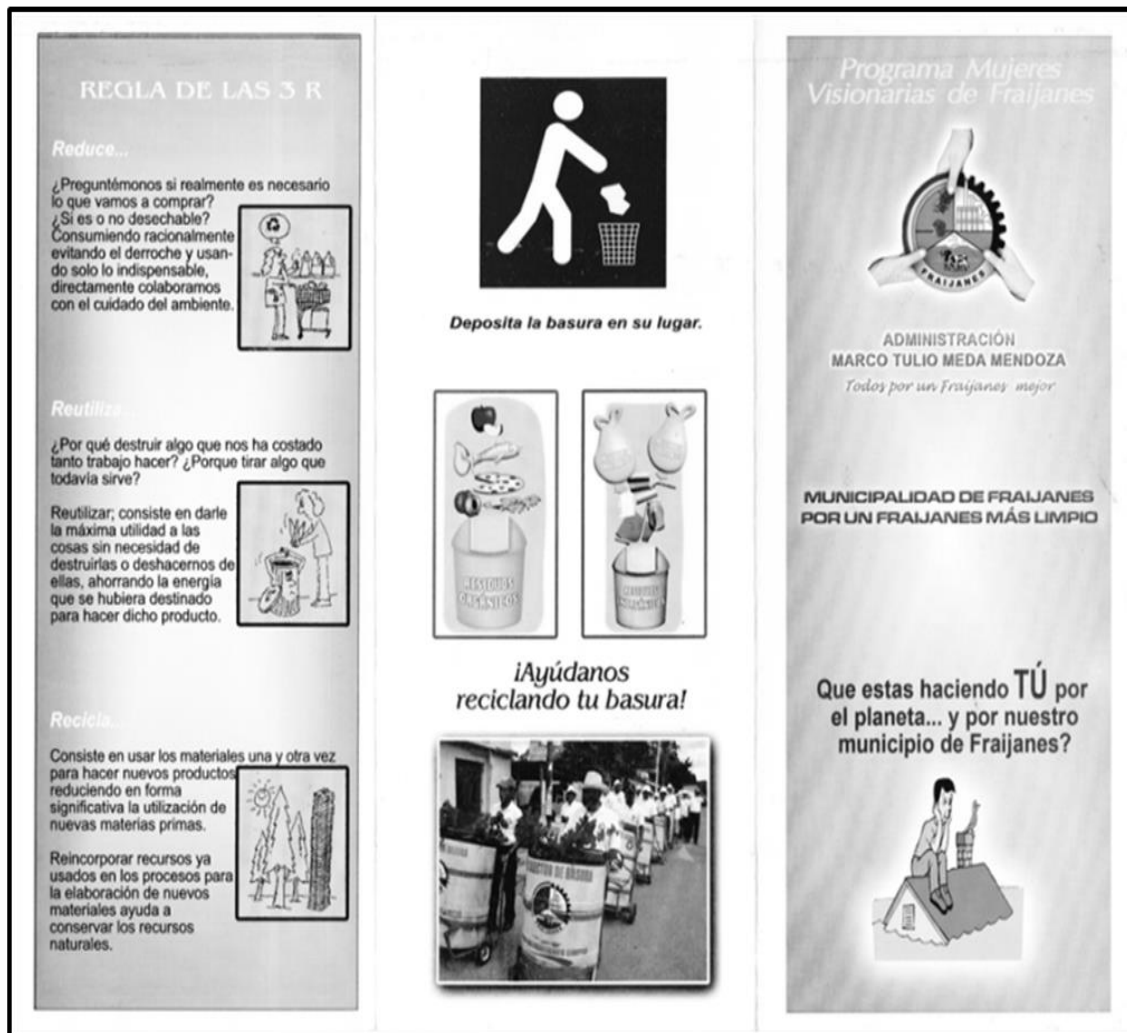


Fuente: instalaciones del colegio Telecentro.


## 4.2. Diseño de una guía informativa

La guía informativa la maneja la municipalidad en forma de tríptico, este se reparte a la gente que recibe la capacitación y también personas que llegan a la municipalidad a realizar un trámite.

Figura 106. Trífoliar informativo



Continuación de la figura 106.




**MISIÓN**  
 Crear planes de acción que contribuyan a tener un ambiente sano, reciclando adecuadamente todos los desechos sólidos generados en nuestro municipio.

**VISIÓN**  
 Implementar una estrategia municipal para el manejo adecuado de los residuos sólidos, contribuyendo para mejorar la calidad de vida de los habitantes.

**OBJETIVO**  
 Crear conciencia para lograr la participación real y efectiva de los ciudadanos en un programa de residuos sólidos, debido al grave deterioro que lo hemos causado a nuestro planeta.

**Por un Fraijanes más limpio...  
 Por un Planeta más limpio...**



*Cuidemos lo que Dios nos ha dado,  
 Es nuestra responsabilidad*

**LA CONTAMINACION :**

La contaminación es uno de los problemas más grandes que existen en el planeta y el más peligroso, ya que al destruir La Tierra y su naturaleza original, termina por destruirnos a nosotros mismos.

La contaminación ambiental consiste en la presencia de sustancias (basuras, pesticidas, aguas sucias) extrañas de origen humano en el medio ambiente, ocasionando alteraciones en la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas.

**BASURA:**


La basura constituye un problema para muchas sociedades, sobre todo para las grandes ciudades así como para el conjunto de la población del planeta. Debido a que la sobre población, las actividades humanas modernas y el consumismo han incrementado la cantidad de basura que generamos.

**TIPOS DE BASURA**

**a) Separación de la basura inorgánica:**


Son aquellos residuos que no pueden ser degradados naturalmente, o bien si esto es posible sufren una descomposición demasiado lenta.

**Papel y cartón:** Hojas, periódico, revistas, cajas de cartón, etc.  
**Vidrio:** Botellas, frascos, etc. (Enjuagado y seco).  
**Plástico:** Bolsas, envolturas, envases, etc. (Limpio y seco).  
**Metal:** Latas, tapaderas, corcholatas, etc.  
**Varios:** Zapatos, madera, hule, trapos, pilas, aerosoles, etc.  
**Control Sanitario:** Algodón, toallas sanitarias, gasas, pañales desechables.  
**Desechos Hospitalarios.**




**b) Separación de la basura orgánica:**

Son aquellos residuos que pueden ser descompuestos por la acción natural. Basura orgánica es todo desperdicio alimenticio, como cáscaras y recortes de frutas y verduras, desperdicio de café, cáscaras de huevo, restos de alimentos (con excepción de carne) y desechos de jardín como pasto y hojas.



**ENFERMEDADES CAUSADAS POR LA BASURA**

- \* *Fiebre Tifoidea:* provoca fiebres altas, dolor de estomago, diarreas, y perfora el intestino.
- \* *Salmonelosis:* provoca diarrea y vómitos.
- \* *Amebiasis.*
- \* *Cólera.*
- \* *Sarna.*
- \* *Malaria*
- \* *Dengue.*
- \* *Parásitos intestinales.*
- \* *Infecciones en la piel.*
- \* *Y otras enfermedades.*



Fuente: municipalidad de Fraijanes.

### 4.3. Diseño de publicidad para afiches

Es necesario hacer tipo de afiches publicitarios dando a conocer los avances que ha tenido la municipalidad respecto del manejo de la basura. Estos pueden ser colocados en las escuelas, colegios, empresas privadas, pues la municipalidad hace un gran esfuerzo para hacer que el municipio cuente con todos los servicios, pero esta información no llega a todas las personas que viven o trabajan en Fraijanes.

Figura 107. Afiches publicitarios



Fuente: municipalidad de Fraijanes.

#### 4.4. Desarrollo

Se visitará a las escuelas invitándolos a que participen en un concurso de proyecto de reciclaje el cual se elegirá a un alumno que representará a su escuela en un concurso final donde participarán todas las escuelas de Fraijanes para seleccionar tres ganadores.

Figura 108. **Capacitación sobre reciclaje a maestros**



Fuente: municipalidad de Fraijanes.

#### 4.5. **Evaluación**

Se enviará un inspector a las escuelas, realizando la siguiente encuesta si las condiciones de la misma están ayudando a maximizar recursos.

Tabla XLVI. Hoja de evaluación

	DESCRIPCIÓN	SÍ	NO	NOTAS
INTERIOR	1. ¿Existen grifos abiertos o cisternas que pierden agua?			
	2. ¿Hay luces encendidas sin necesidad? ¿Dónde?			
	3. ¿Están bien cuidadas las plantas de interior?			
	4. Aspectos estéticos: decoración, murales, ¿Están bien cuidados?			
	5. ¿Hay papeles tirados o suciedad? ¿Dónde?			
	6.			
	7.			
EXTERIOR	1. ¿El jardín está limpio?			
	2. ¿Hay plantas mal cuidadas?			
	3. ¿Los patios están limpios?			
	4. ¿La fachada está deteriorada?			

Fuente: elaboración propia.

#### 4.6. Resultados

Los resultados se presentarán a los directores con las sugerencias que le ayuden a ellos a maximizar sus recursos. Estos resultados son para mejorar los ambientes internos y externos de los alumnos, para que se vayan acostumbrando a convivir en ambientes limpios y reduciendo el consumo de servicios públicos.

## CONCLUSIONES

1. La implementación de una planta de desechos sólidos según el análisis económico es viable.
2. Las nuevas tecnologías de iluminación pueden ayudar a reducir este rubro de energía hasta un 90 %. El problema de Guatemala es que gran parte de la energía eléctrica es generada por derivados del petróleo.
3. El derivado del petróleo se incrementa y decrementa con demasiada rapidez, esto ocasiona que los costos de transmisión de energía eléctrica no sean estables y aumenten en poco tiempo.
4. Las bombillas ahorradoras demuestran un ahorro considerable, lo negativo es que contienen mercurio, el cual una bombilla rota puede llegar a contaminar hasta 5,000 litros de agua.
5. Países desarrollados han puesto fechas límites para el uso de bombillas incandescentes y ahorradoras, lo cual no se ha tomado en cuenta en Guatemala.
6. La reducción de metano en la planta de tratamiento de aguas es viable a un bajo costo, reduciendo el peligro de una explosión.
7. Se elaboró un plan de contingencia para el municipio; como también una guía para analizar riesgos; esta es una guía que ayudará a evaluar los



riesgos para minimizar los daños que puedan causar los fenómenos naturales o accidentes laborales.

8. Se sugirió que haya rutas de escape para la municipalidad.
9. Se impartieron capacitaciones a la población en general, escuelas y colegios de los riesgos del mal manejo de la basura.
10. Con reductores de caudal de agua pueden llegar a ahorrar hasta un 45 % en consumo de agua, cada día la producción de este servicio se complica, debido a la escasez del preciado líquido.
11. Los productos reciclados cada día están siendo más utilizados en la industria, pues el costo de fabricación de los diferentes productos al utilizar materia prima de primera mano, en ocasiones, son excesivos.
12. La creación de humus es demasiado lenta, por lo cual se debe de comprar más lombrices para que estas consuman más volúmenes de basura orgánica.

## RECOMENDACIONES

1. El uso de botellas pet para levantar muros para paredes de casas, parques, paredes perimetrales, puede ser viable para minimizar los costos de fabricación de la planta.
2. Con la mano de obra se puede pedir ayuda a las escuelas para levantar los muros y con esto enseñar a los alumnos métodos de reciclaje.
3. Se debe realizar y rectificar los diagramas de flujo de proceso, cuando esté en marcha la planta.
4. Para evitar que la municipalidad invierta en la planta se puede hablar con empresas que se dedican a reciclar para que ellos hagan la planta de desechos sólidos y el pago será la basura que ellos recolecten.
5. Compra de extintores en la municipalidad, existe el exhibidor pero vacío.
6. Deben instalarse linternas contra apagones de luz.
7. La rotulación de seguridad industrial, es necesaria para rutas de evacuación.
8. Se debe hacer una campaña publicitaria a nivel municipio para hacer conciencia a los vecinos de la nueva planta de reciclaje y del beneficio que esto genera al medio ambiente.

9. Se deberá de rectificar la visión, misión y los valores de la municipalidad para buscar un mejor concepto.

## BIBLIOGRAFIA

1. AGUILAR VÁSQUEZ, William Abel. *Apuntes de ingeniería económica*. Guatemala: Facultad de Ingeniería, Universidad San Carlos de Guatemala, 1992. 301 p.
2. BIENIAWSKI, Richard Z. T. *Engineering rock mass classifications*. New York: John Wiley & Sons, 1989. 251 p.
3. BROWN SALAZAR, Doreem. *Guía para la gestión del manejo de residuos sólidos municipales*. Guatemala: Programa Ambiental Regional para Centroamérica (PROARCA), Guatemala, 2004. 73 p.
4. CHIAVENATO, Idalberto. *Introducción a la teoría general de la administración*. 7a ed. México: McGrawHill, 2000. 562 p.
5. DENYER, Percy; KUSSMAUL, Siegfried. *Atlas geológico de la gran área metropolitana*. San José, Costa Rica: Tecnológica de Costa Rica, 1994. 275 p.
6. FONTAINE, Ernesto R. *Evaluación social de proyectos*. 12a ed. Colombia: Temis, 2000. 285 p.
7. GÁLVEZ, José. *Sistema Integral de gestión de residuos sólidos, municipalidad distrital*. Perú: Oficina Técnica, 2008. 165 p.

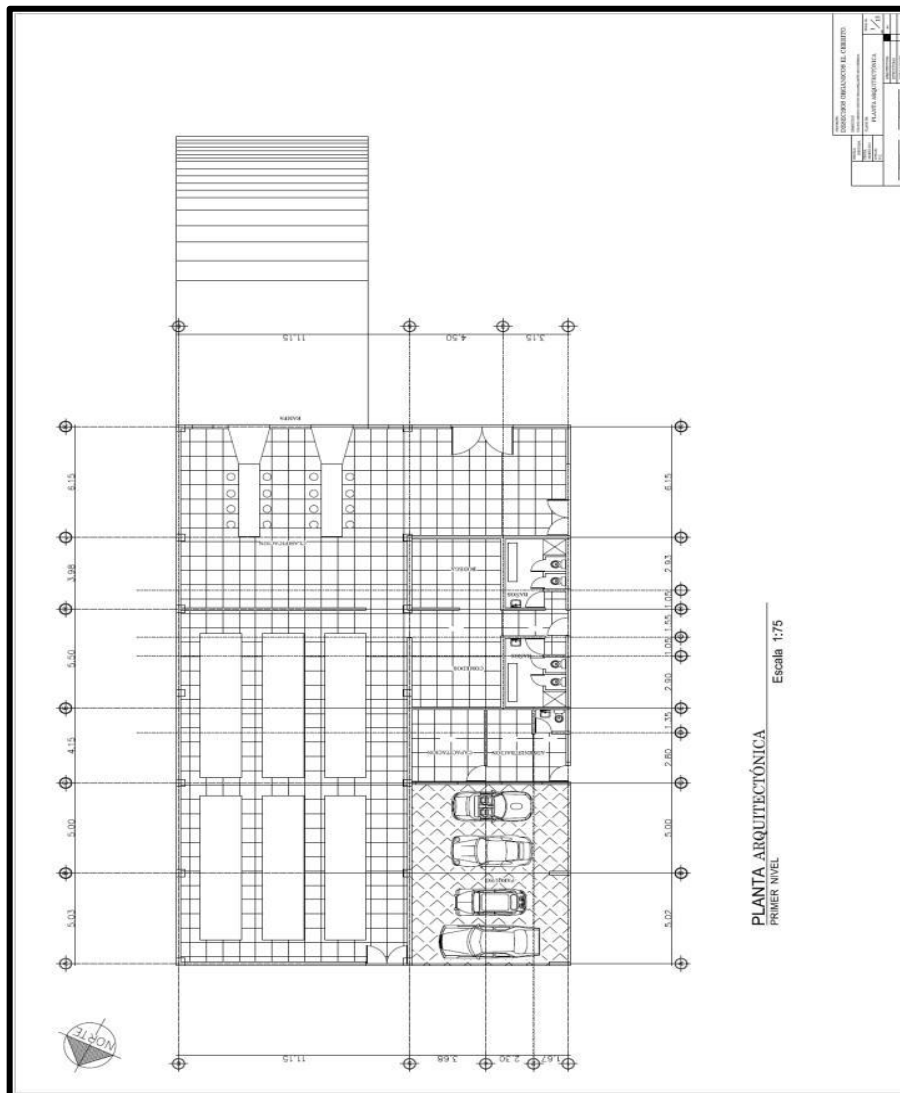
8. GUERRERO SPÍNOLA DE LÓPEZ, Alba Maritza. *Formulación y evaluación de proyectos*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2005. 116 p.
9. JARAMILLO HENAO, Gladys; ZAPATA MARQUEZ, Liliana María. *Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia*. Antioquia, Colombia: Universidad de Antioquia, Facultad de Ingeniería, 2008. 115 p.
10. JARAMILLO, Jorge. *Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales*. Antioquia, Colombia: Universidad de Antioquia, 2002. 287 p.
11. MARÍN XIMENEZ, José Nicolás; KETELHOHN ESCOBAR, Werner. *Inversiones estratégicas*. 3a ed. Costa Rica: Norma, 1988. 288 p.
12. MILES, S. B.; KEAFER, D. K. *Seismic landslide hazard for the city of Berkeley, California*. Minnesota: U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey, 2002. 321 p.
13. MONTALVO, Héctor Rolando. *Proyecto arquitectónico piloto para la sede del programa nacional de desechos sólidos hospitalarios y planta de incineración con relleno sanitario especializado*. Guatemala: Facultad de Arquitectura, 2005. 182 p.
14. MORA, R.; Vahrson, W.; Mora, S. *Mapa de amenaza de deslizamientos*. Centro de Coordinación para la Prevención de Desastres Naturales en América Central (CEPREDENAC), 1992. 152 p.

15. Municipalidad de Fraijanes. *Manual de funciones*. Fraijanes: Oficina Municipal de Planificación, 2006. 150 p.
16. PHILIPS, Víctor D. *Manual para el manejo de residuos sólidos. Una opción ambiental para las comunidades de la sierra Juárez de Oaxaca*. Oaxaca: Universidad Autónoma de Chapingo, 2000. 40 p.
17. SAMUELS, Sydney Alexander. *Preparación y evaluación de proyectos de infraestructura*. Guatemala: Facultad de Ingeniería, Universidad San Carlos de Guatemala, 1997. 157 p.
18. TORRES, Sergio. *Ingeniería de plantas*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004. 160 p.
19. VAN ZUIDAM, Robert. *Aerial photo-interpretation in terrain analysis and geomorphologic mapping*. Canadá: Smits Publishers, The Hague, 1986. 442 p.



# APÉNDICES

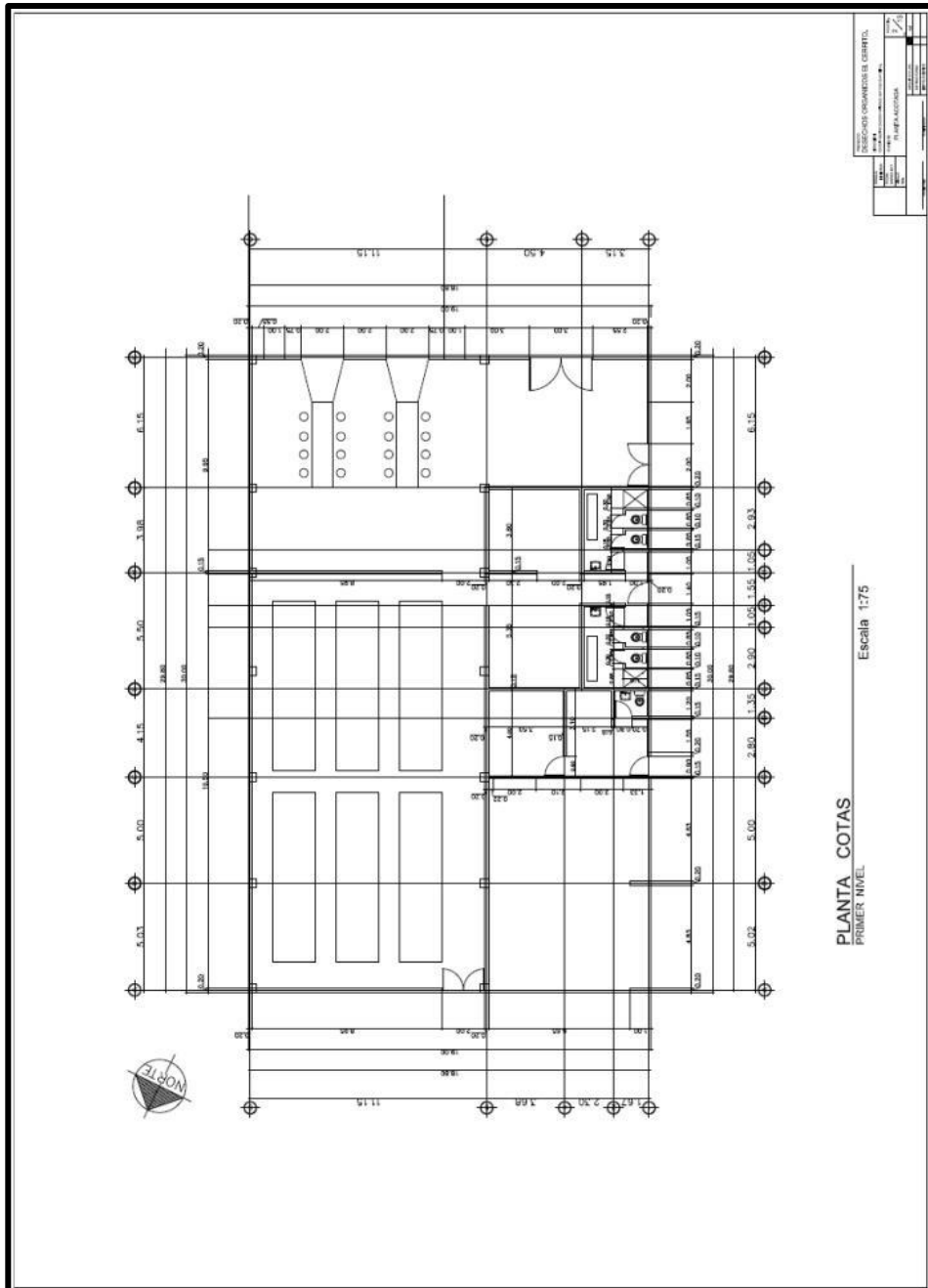
## Apéndice 1. Planta amueblada



Fuente: elaboración propia.



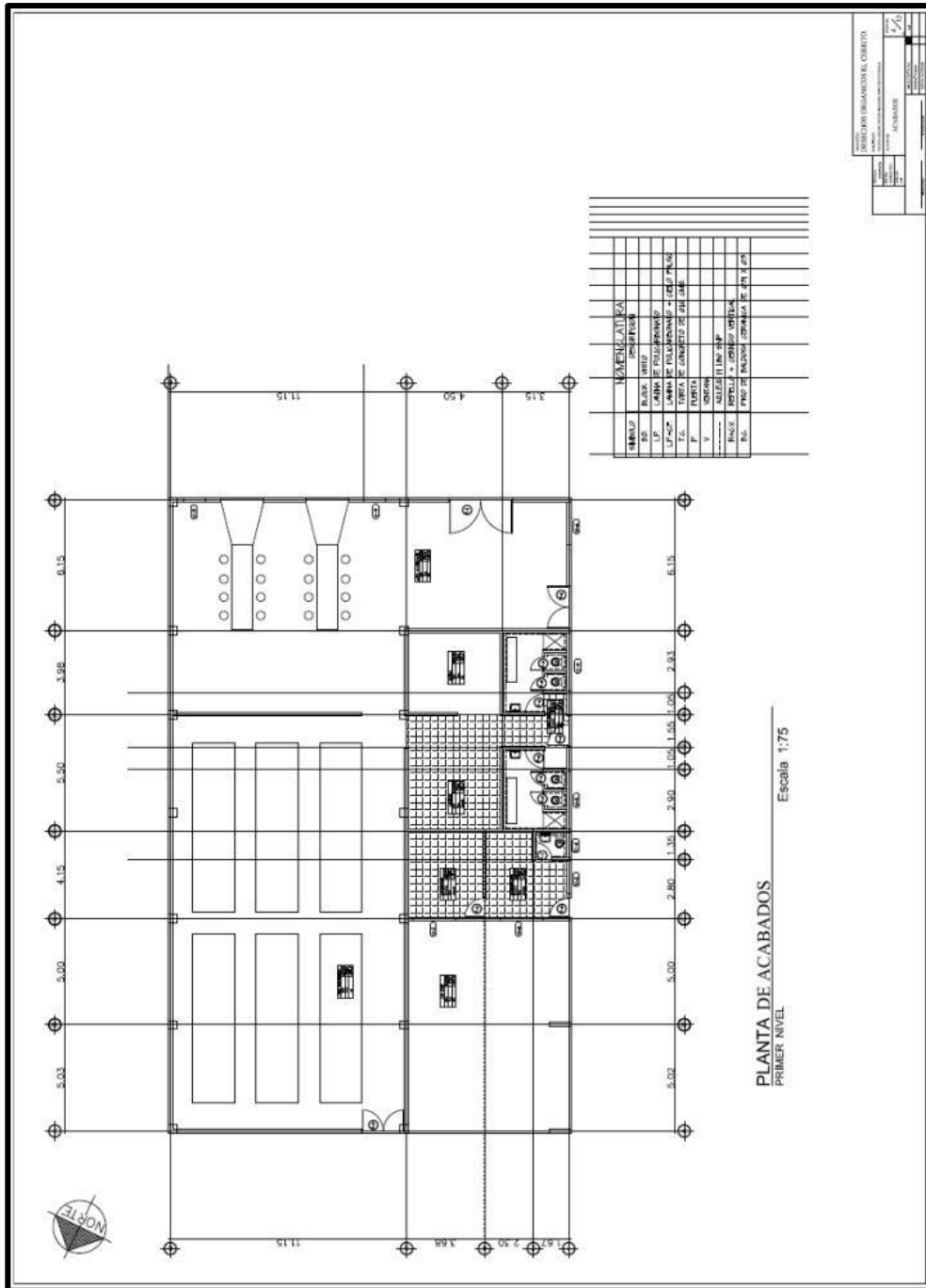
## Apéndice 2. Planta acotada



Fuente: elaboración propia.



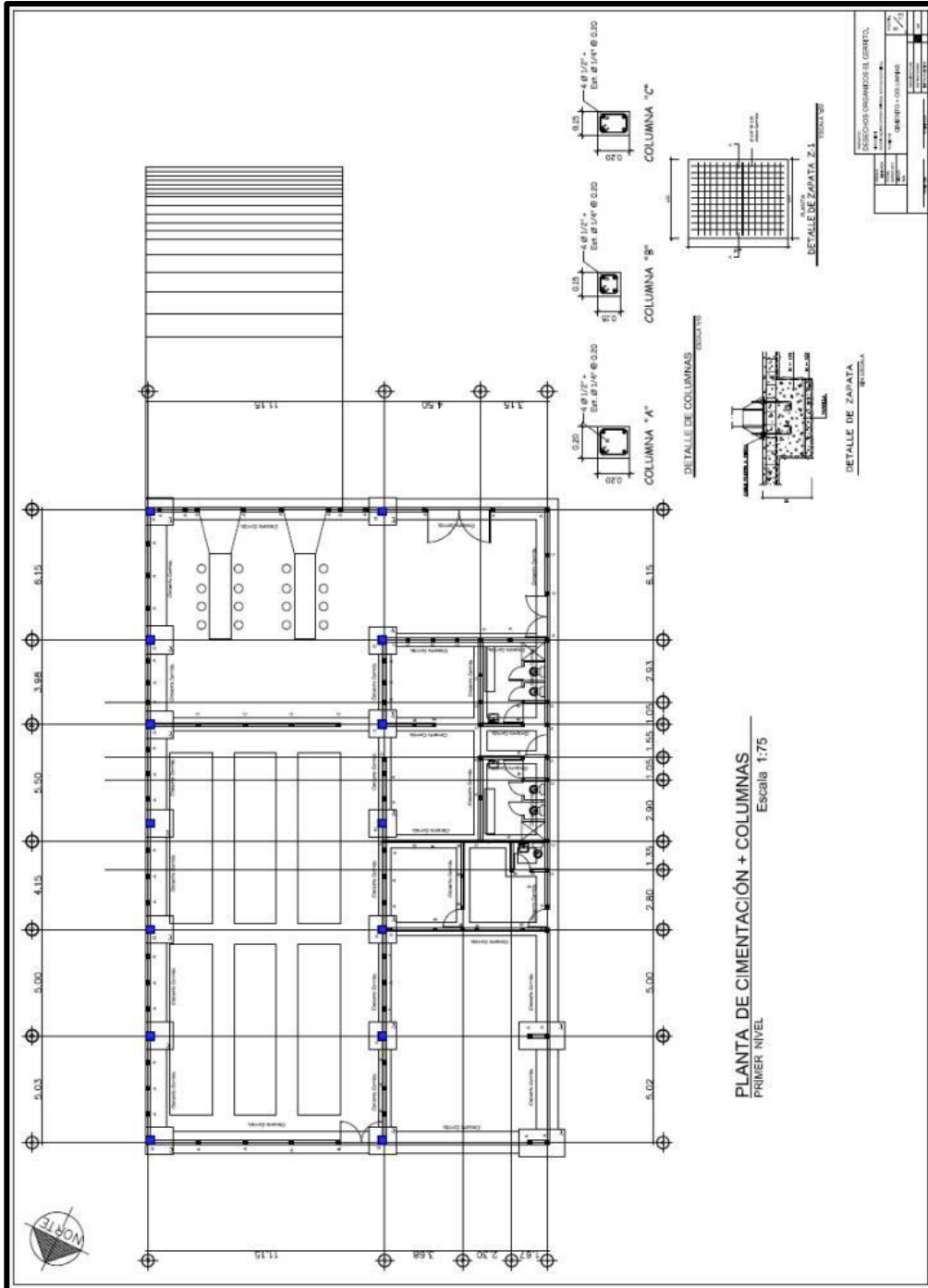
## Apéndice 4. Planta de acabados



Fuente: elaboración propia.

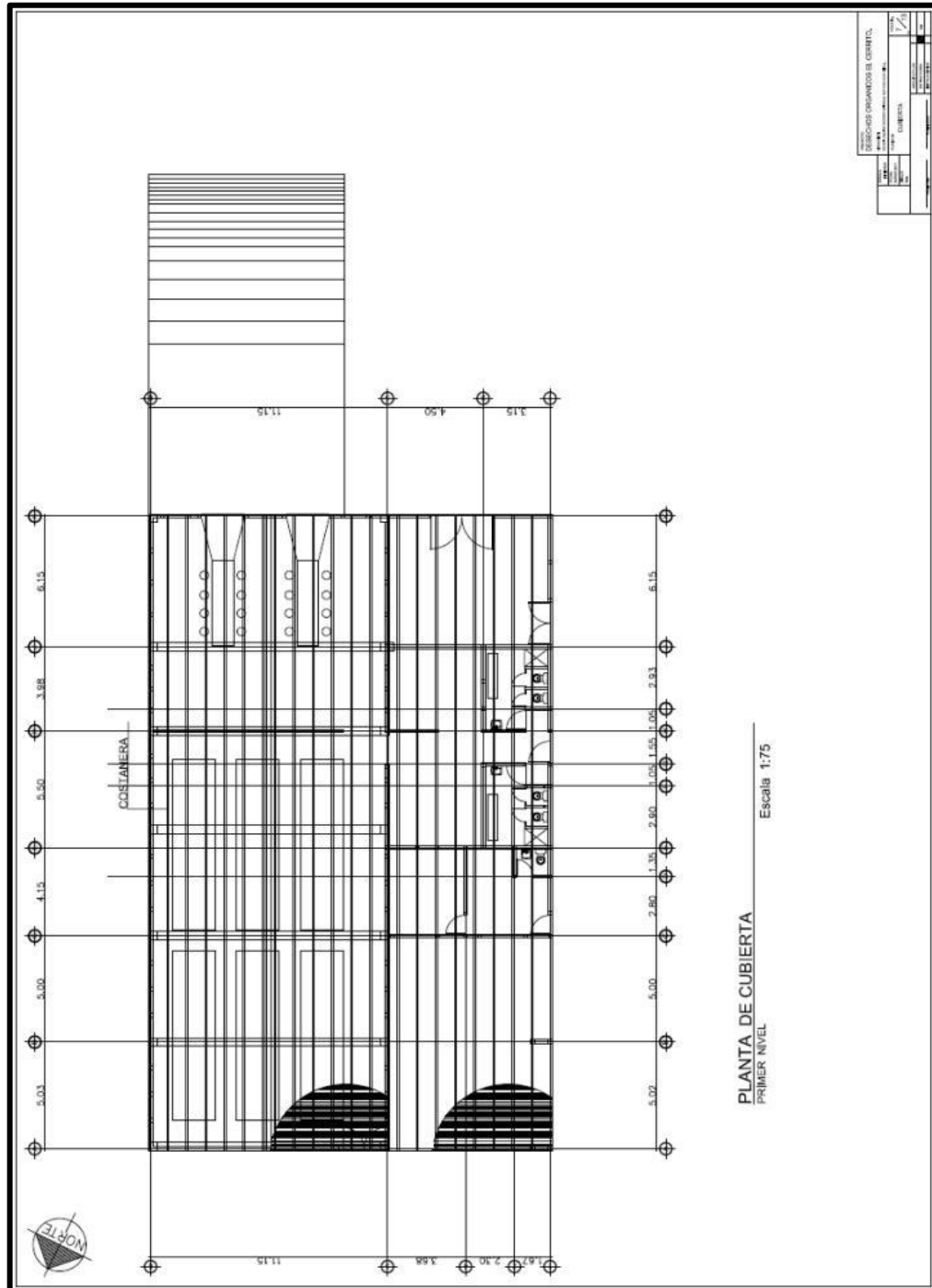


## Apéndice 6. Planta de cimentación y columnas

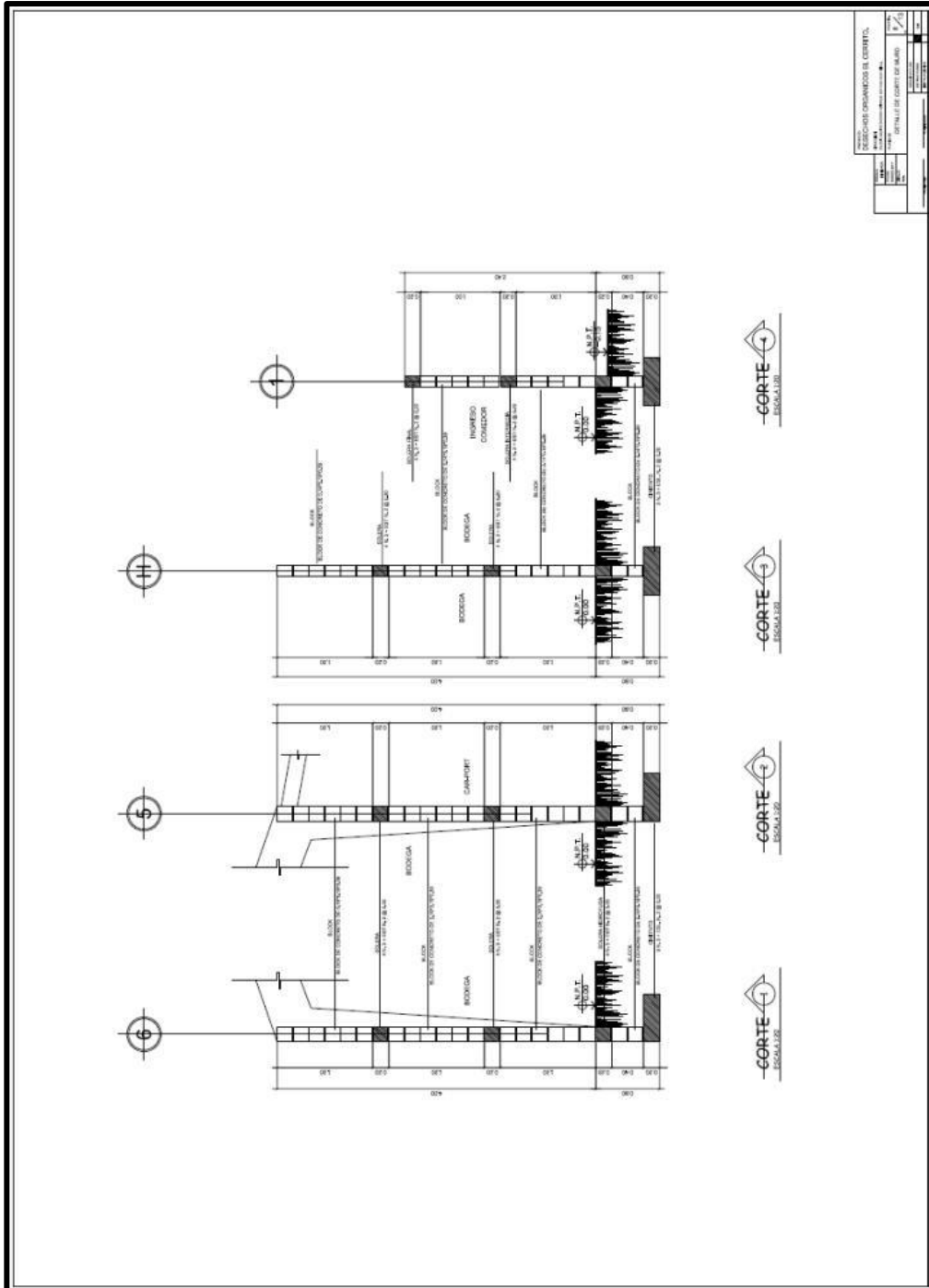


Fuente: elaboración propia.

### Apéndice 7. Planta de cubierta

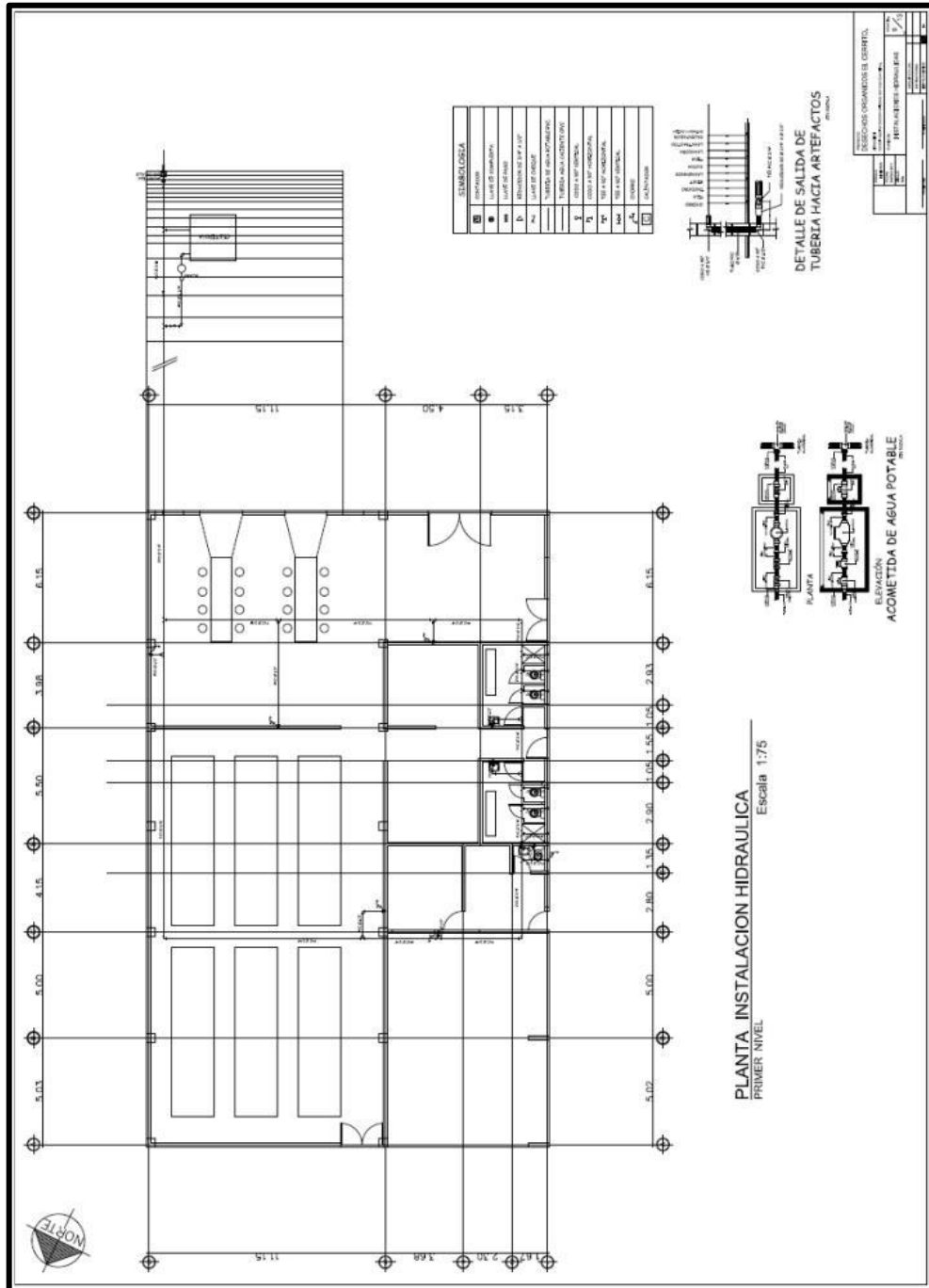


Fuente: elaboración propia.  
**Apéndice 8. Cortes de muros**



Fuente: elaboración propia.

### Apéndice 9. Planta de instalación hidráulica





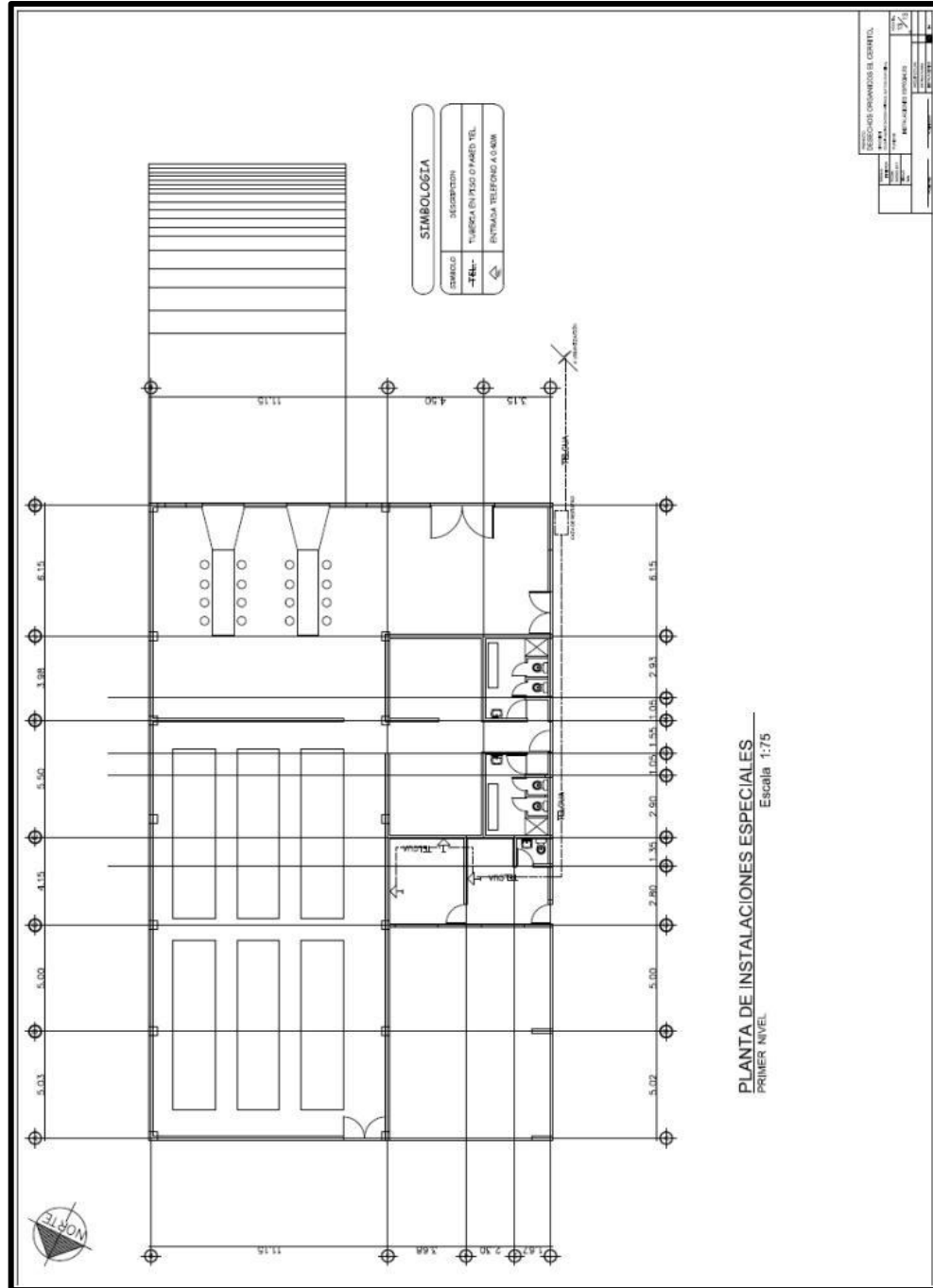






Fuente: elaboración propia.

### Apéndice 13. **Planta de instalaciones especiales**



Fuente: elaboración propia.