

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE ARQUITECTURA  
ESCUELA DE ARQUITECTURA

# PLANTA PARA EL MANEJO INTEGRADO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS HABITACIONALES EN GUALÁN, ZACAPA





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE ARQUITECTURA  
ESCUELA DE ARQUITECTURA

# PLANTA PARA EL MANEJO INTEGRADO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS HABITACIONALES EN GUALÁN, ZACAPA

Proyecto desarrollado por:

**ELLIETTE MABEL QUIROA HERNÁNDEZ**

para optar al título de  
**ARQUITECTA**

GUATEMALA, OCTUBRE DEL 2019

"Me reservo los derechos de autor haciéndome responsable de las doctrinas sustentadas adjuntas, en la originalidad y contenido del Tema, en el Análisis y Conclusión final, eximiendo de cualquier responsabilidad a la Facultad de Arquitectura de la Universidad de San Carlos de Guatemala"



## JUNTA DIRECTIVA

<b>Decano</b>	MSc. Arq. Edgar Armando López Pazos
<b>Vocal I</b>	Arq. Gloria Ruth Lara Cordón de Corea
<b>Vocal II</b>	Arq. Sergio Francisco Castillo Bonini
<b>Vocal III</b>	MSc. Arq. Alice Michele Gómez García
<b>Vocal IV</b>	Br. Andrés Cáceres Velazco
<b>Vocal V</b>	Br. Andrea María Calderón Castillo
<b>Secretario académico</b>	Arq. Marco Antonio de León Villaseca

## TRIBUNAL EXAMINADOR

<b>Decano</b>	MSc. Arq. Edgar Armando López Pazos
<b>Secretario académico</b>	Arq. Marco Antonio de León Villaseca
<b>Examinador</b>	Arq. Alejandro Muñoz Calderón
<b>Examinador</b>	Dr. Juan Luis Morales Barrientos
<b>Examinador</b>	MSc. Arq. Giovanna Beatrice Maselli Loaiza de Monterroso



## ACTO QUE DEDICO

### A Dios

Por darme la vida y no desampararme en cada momento que necesitaba de su fuerza y amor, por ayudarme incansablemente y guiarme en cada momento a lo largo de los años...

### A mis padres

Mabel y Jorge, sin ustedes nada de esto sería posible. A lo largo de los años siempre han estado para mí, especialmente en mi vida universitaria, cuando necesitaba un consejo de diseño, un café en las noches de desvelo y un abrazo en los momentos de estrés de la entrega. Confiaron en mí, incluso cuando yo quería desertar, fueron mi luz y mi guía. Gracias por todo su amor...

### A mi hermana

Estefany, por ser mi mejor amiga, mi consejera y apoyo cuando más lo necesitaba. Siempre me escuchó en mis momentos de desesperación y nunca se negó cuando requería su ayuda en mis maquetas, planos y demás asignaciones. Por siempre estaré agradecida...

### A mis abuelitas

Tina y Lesvia, por elevar sus oraciones por mí, por todo su amor, cariño y comprensión, y por todas sus palabras de aliento...

### A mi familia

Tías, primos, sobrinos, etc... por estar pendientes de mí durante los años de universidad, porque siempre me dieron su apoyo. Especialmente, a mi prima Erlyn, por ser mi compañera de desvelos, por ayudarme y aguantar el caos de las entregas de diseño...

### **A mis amigos**

Por acompañarme y compartir conmigo en las buenas y las malas. Sin duda alguna, sin su compañía mi vida universitaria no hubiese sido igual. Especialmente, a María José y Alberto, gracias porque dentro y fuera de la universidad siempre fueron mi apoyo y porque llenaron de alegría esas noches de desvelo y trabajo...

### **A mis asesores**

Por su consejo y guía para elaborar este proyecto. Gracias por el impulso en el último tramo de la carrera...

### **A la Universidad San Carlos de Guatemala**

Por ser mi casa de estudio, por todas las enseñanzas y experiencias que me brindó que me formaron como persona y profesional. Por darme la oportunidad de tener educación superior pública y, sobretodo, enseñarme que hay un país que necesita buenos profesionales...



# ÍNDICE



	Índice de esquemas	12
	Índice de mapas	12
	Índice de tablas	13
	Índice de ilustraciones	14
	Introducción	17
<b>1</b>	<b>MARCO INTRODUCTORIO</b>	<b>19</b>
1.1	Antecedentes	21
1.2	Problema	23
1.3	Justificación	24
1.4	Delimitación	25
1.4.1	Temática	25
1.4.2	Temporal	26
1.4.3	Geográfica	26
1.4.4	Poblacional	26
1.4.5	Objetivos	27
1.4.6	Metodología	28
<b>2</b>	<b>MARCO TEÓRICO</b>	<b>33</b>
2.1	Ambiente	35
2.1.1	Concepto	35
2.1.2	Factores abióticos	35
2.1.3	Factores bióticos	36
2.1.4	Recursos renovables	36
2.1.5	Recursos no renovables	36
2.1.6	Contaminación y degradación ambiental	38
2.1.7	Calidad ambiental	40
2.1.8	Impactos ambientales	45
2.2	Desechos y residuos sólidos	47
2.2.1	Concepto	47
2.2.2	Clasificación de los residuos y desechos sólidos	47
2.3	Gestión integral de los residuos	48
2.3.1	Generación	50
2.3.2	Clasificación	50
2.3.3	Recolección	50
2.3.4	Tratamiento	50
2.3.5	Reciclaje	50
2.3.6	Disposición final	51
2.4	Aspectos técnicos para el tratamiento de los desechos sólidos	52
2.4.1	Vertedero	52
2.4.2	Relleno Sanitario	52
2.4.3	Incinerador	55
2.4.4	Compostaje	56
2.5	Arquitectura sustentable	57
2.5.1	Concepto	57
2.5.2	Principios de la arquitectura sustentable	57
2.5.3	Uso de materiales dentro de la arquitectura sustentable	59
2.5.4	Factores que intervienen dentro de la arquitectura sustentable	59
2.5.5	Ejemplo de arquitectura sustentable	60
2.6	Casos de estudio	63

# 3

2.6.1	Planta para Tratamiento de Residuos UTE Los Hornillos, Valencia, España	63
2.6.2	Plan de manejo de desechos sólidos de Riberalta, Beni, Bolivia	69
3	MARCO LEGAL	77
3.1	Convenios internacionales	79
3.2	Objetivos de desarrollo sostenible	79
3.2.1	Declaración de Estocolmo	80
	Constitución Política de la República de Guatemala (Reformada por Acuerdo legislativo No. 18-93 del 17 de noviembre de 1993)	81
3.3	Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente (Decreto número 68-86)	81
3.4	Ley Marco de Cambio Climático (Decreto Número 7-2013)	82
3.5	Código de salud (Decreto 90-97)	
3.6	Código municipal (Decreto número 12- 2002)	83
3.7	Creación la Mesa Coordinadora para la Gestión y Manejo Integral de los Residuos y los Desechos Sólidos (Acuerdo Ministerial Número 666-2013)	83
3.8	Reglamento Orgánico Interno del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (Acuerdo Gubernativo Número 50-2015)	84
3.9	Política nacional para el manejo integral de los residuos y desechos sólidos (Acuerdo gubernativo 281-2015)	84

# 4

4	CONTEXTO	86
4.1	Localización y ubicación	87
4.2	Variables físicas	88
4.2.1	Orografía	88
4.2.2	Suelos	88
4.2.3	Hidrología	88
4.2.4	Clima	89
4.3	Variables naturales	90
4.3.1	Biomás	90
4.3.2	Zonas de vida	91
4.3.3	Cobertura forestal	92
4.3.4	Vegetación dominante	92
4.4	Variables sociales	93
4.4.1	Demografía	93
4.4.2	Económicas	94
4.4.3	Culturales	95

# 5

5	Diagnóstico actual del manejo de los desechos sólidos en Gualán	97
5.1	Análisis de los actores sociales e institucionales	100
5.2	Análisis de ámbitos	101
5.3	Análisis de sitio	108

<b>6</b>	6	Conceptualización	115
	6.1	Datos preliminares	117
	6.2	Caracterización de los residuos	120
	6.3	Mobiliario, herramientas y equipo	122
	6.4	Programa arquitectónico	127
	6.5	Premisas de diseño	129
	6.6	Diagramas de flujo	137
	6.7	Conceptualización formal	141
<b>7</b>	7.1	Conjunto – criterios y conceptos aplicados	145
	7.2	Conjunto – fases constructivas	147
	7.3	Conjunto – criterios ambientales	149
	7.4	Secciones de conjunto	151
	7.5	Vistas de conjunto	153
	7.6	Centro de visitantes, capacitación y administración	157
	7.7	Vistas de Centro de visitantes, capacitación y administración	169
	7.8	Área de recuperación de materiales	171
	7.9	Vistas de Área de recuperación de materiales	177
	7.10	Producción de composta	179
	7.11	Vistas de Producción de composta	183
	7.12	Áreas complementarias	185
	7.13	Presupuesto	187
	7.14	Programa de ejecución- fase 1	189
	7.15	Programa de ejecución- fase 2	197
	7.16	Programa de ejecución- fase 3	205
<b>8</b>	8	Lineamientos para la elaboración del plan de manejo	215
	8.1	Etapas 1: Uniendo esfuerzos	218
	8.2	Etapas 2: Conociendo nuestra situación	218
	8.3	Etapas 3: Marcando el camino	222
	8.3.1	Alcances del plan de manejo	222
	8.3.2	Actividad 2: Definición de misión, visión y objetivos	222
	8.4	Etapas 4: Buscando soluciones	224
	8.4.1	Viabilidad ambiental	225
	8.4.2	Viabilidad económica	228
	8.4.3	Viabilidad social	230
		CONCLUSIONES	233
		RECOMENDACIONES	234
		BIBLIOGRAFÍA	235
		Anexo I	239
		Apéndice I	253
	Apéndice II	261	
	Apéndice III	265	
	Apéndice IV	271	
	Apéndice V	279	

## ÍNDICE DE ESQUEMAS

ESQUEMA 1	
DELIMITACIÓN TEMÁTICA	25
ESQUEMA 2	
ÁRBOL DE PROBLEMAS SOBRE LOS DESECHOS SÓLIDOS	28

ESQUEMA 3	
CLASIFICACIÓN SEGÚN EL AGENTE CONTAMINANTE	37
ESQUEMA 4	
CLASIFICACIÓN SEGÚN EL MEDIO CONTAMINADO	37
ESQUEMA 5	
ESTRUCTURA DE LA GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS PRIDES	49
ESQUEMA 6	
PRINCIPIOS DE LA ARQUITECTURA SUSTENTABLE	58
ESQUEMA 7	
FACTORES QUE GARANTIZAN LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LOS EDIFICIOS	59
ESQUEMA 8	
ÁNÁLISIS DE NECESIDADES Y OPORTUNIDADES QUE REPRESENTA EL DESARROLLO DE UNA PTR	65
ESQUEMA 9	
CANTIDAD DE MATERIALES RECICLABLES Y SU TRATAMIENTO O DISPOSICIÓN FINAL	70
ESQUEMA 10	
ORGANIGRAMA DE LA GESTIÓN/PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE ASEO MUNICIPAL DE RIBERALTA	72
ESQUEMA 11	
EJES DE LA POLÍTICA NACIONAL PARA EL MANEJO INTEGRAL DE LOS DESECHOS Y RESIDUOS SÓLIDOS	84
ESQUEMA 12	
ESQUEMA PARA LA ELABORACIÓN DEL DIAGNÓSTICO	99
ESQUEMA 13	
COMPOSICIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS	120
ESQUEMA 14	
COMPOSICIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS	121
ESQUEMA 15	
ACTORES POTENCIALES PARA CONFORMAR EL COMITÉ COORDINADOR	218
ESQUEMA 16	
OBJETIVOS PARA EL PLAN DE MANEJO DE DESECHOS Y RESIDUOS SÓLIDOS	223

## ÍNDICE DE MAPAS

MAPA 1	
LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO UTE LOS HORNILLOS	63
MAPA 2	
UBICACIÓN DEL COMPLEJO PARA LOS DESECHOS SÓLIDOS EN RIBERALTA, BOLIVIA	69
MAPA 3	
LOCALIZACIÓN DE GUATEMALA RESPECTO AL CONTINENTE AMERICANO	87
MAPA 4	
LOCALIZACIÓN DEL MUNICIPIO DE GUALÁN	88
MAPA 5	
CUENCAS HIDROLÓGICAS DE GUATEMALA	89
MAPA 6	
ECOREGIONES DE GUATEMALA	90
MAPA 7	
ZONAS DE VIDA DE GUATEMALA	91
MAPA 8	
COBERTURA FORESTAL DE GUATEMALA	92

MAPA 9	
UBICACIÓN DEL VERTEDERO MUNICIPAL RESPECTO AL CASCO URBANO	109
MAPA 10	
TOPOGRAFÍA	112
MAPA 11	
VISTAS Y ANÁLISIS FOTOGRÁFICO	113
MAPA 12	
ANÁLISIS DE FACTORES AMBIENTALES	114

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1	
PROYECCIÓN DE POBLACIÓN Y CÁLCULO DE MUESTRA	30
TABLA 2	
CRITERIOS DE VALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	45
TABLA 3	
MATRIZ DE LEOPOLD	46
TABLA 4	
ÁREA TOTAL REQUERIDA PARA RELLENO SANITARIO POR POBLACIÓN Y GENERACIÓN	54
TABLA 5	
PROGRAMA ARQUITECTÓNICO	66
TABLA 6	
POTENCIAL ECONÓMICO DE LA PTRS DE RIBERALTA	71
TABLA 7	
PROGRAMA ARQUITECTÓNICO	74
TABLA 8	
DATOS DE POBLACIÓN POR GÉNERO Y GRUPOS ETARIOS	93
TABLA 9	
DATOS DE POBLACIÓN POR GRUPOS ÉTNICOS	94
TABLA 10	
LUGARES POBLADOS EN DONDE EXISTEN BASUREROS CLANDESTINOS	103
TABLA 11	
CÁLCULO DE CANTIDAD DE DESECHOS PRODUCIDOS POR HABITANTE POR DÍA	119
TABLA 12	
CONTENEDORES PARA EL ALMACENAMIENTO DE RSU	122
TABLA 13	
TIPOS DE VEHÍCULOS Y SUS CARACTERÍSTICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS	123
TABLA 14	
TIPOS DE MÁQUINAS Y MOBILIARIO Y SUS CARACTERÍSTICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS	124
TABLA 15	
CUADRO SÍNTESIS DE LA CANTIDAD DE CONTENEDORES, VEHÍCULOS MOBILIARIO Y MAQUINARIA QUE SE UTILIZARÁ DENTRO DE LA PLANTA	126
TABLA 16	
CALIFICACIÓN DE LOS FACTORES POR MAGNITUD	225
TABLA 17	
CALIFICACIÓN DE LOS FACTORES POR IMPORTANCIA	226

TABLA 18	
MATRIZ DE IMPACTOS AMBIENTAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS Y RESIDUOS SÓLIDOS	227
TABLA 19	
CRONOGRAMA GENERAL DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO	229
TABLA 20	
ESTIMACIÓN DE LA RECAUDACIÓN ANUAL POR LA VENTA DE MATERIALES RECICLABLES	229
TABLA 21	
ESTIMACIÓN DE LA RECAUDACIÓN ANUAL POR LA VENTA DE COMPOSTAJE	230
TABLA 22	
IMPACTOS DIRECTOS SOBRE EL ÁMBITO SOCIAL QUE PROVOCARÁ LA PLANTA DE TRATAMIENTO	231
TABLA 23	
ESTIMACIÓN DE LA GENERACIÓN DE EMPLEO DE LA PLANTA EN SU FUNCIONAMIENTO COMPLETO	231
TABLA 24	
CÁLCULO DE RECAUDACIÓN POR EL COBRO DE Q6.00 POR LA EXTRACCIÓN DE BASURA	273
TABLA 25	
CÁLCULO DE RECAUDACIÓN POR EL COBRO DE Q20.00 POR LA EXTRACCIÓN DE BASURA	274

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1	
ESQUEMA DE LA PROYECTACIÓN PARALELA	32
ILUSTRACIÓN 2	
ÁREAS DE LA PROYECCIÓN PARALELA Y LOS COMPONENTES DE DISEÑO	32
ILUSTRACIÓN 3	
CONTAMINACIÓN DE LAGOS DE GUATEMALA	38
ILUSTRACIÓN 4	
CONTAMINACIÓN DEL SUELO	39
ILUSTRACIÓN 5	
COMPONENTES DEL RELLENO SANITARIO	53
ILUSTRACIÓN 6	
ELEVADOR GENERADOR DE ENERGÍA	61
ILUSTRACIÓN 7	
IRRADIACIÓN DE CALOR	61
ILUSTRACIÓN 8	
RECUPERACIÓN DEL AIRE CALIENTE DEL EXTERIOR	61
ILUSTRACIÓN 9	
PANELES SOLARES	61
ILUSTRACIÓN 10	
SANITARIOS QUE PRODUCEN COMPOSTAJE	62
ILUSTRACIÓN 11	
SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES	62
ILUSTRACIÓN 12	
RECOLECCIÓN DE AGUAS PLUVIALES	62
ILUSTRACIÓN 13	
ACCESIBILIDAD	62
ILUSTRACIÓN 14	
SERVICIOS PARA CICLISTAS	62
ILUSTRACIÓN 15	
ESCALERAS CON DISEÑO ACTIVO	62
ILUSTRACIÓN 16	
LA CONCEJALA DE MEDIO AMBIENTE DEL AYUNTAMIENTO DE VALENCIA, PILAR SORIANO, DURANTE LA PRESENTACIÓN DEL PROGRAMA PILOTO.	64

ILUSTRACIÓN 17	
ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL	66
ILUSTRACIÓN 18	
PLANTA DE CONJUNTO DE LA PTRS	66
ILUSTRACIÓN 19	
PAISAJE DE VALENCIA	66
ILUSTRACIÓN 20	
CONCEPTO DE DISEÑO	67
ILUSTRACIÓN 21	
PLANTA DE TECHOS DE LA PTRS	67
ILUSTRACIÓN 22	
VISTA DEL CONJUNTO DE LA PTRS	67
ILUSTRACIÓN 23	
FOTOGRAFÍA DE LA PTRS EN FUNCIONAMIENTO	67
ILUSTRACIÓN 24	
ESQUEMAS ESTRUCTURALES DEL EDIFICIO	68
PRINCIPAL	
ILUSTRACIÓN 25	
PERSPECTIVA LATERAL DEL EDIFICIO	
ADMINISTRATIVO	68
ILUSTRACIÓN 26	
PERSPECTIVA LATERAL DEL EDIFICIO DE TRATAMIENTO DE	
DESECHOS	68
ILUSTRACIÓN 27	
PERSPECTIVA DE INGRESO A LA PLANTA DE	
TRATAMIENTO	68
ILUSTRACIÓN 28	
CAMIÓN RECOLECTOR DE DESECHOS	70
ILUSTRACIÓN 29	
PERSONAS SEPARANDO DESECHOS EN EL VERTEDERO DE	
LA PAZ	70
ILUSTRACIÓN 30	
PERSONAL DE RECOLECCIÓN DE DESECHOS	70
ILUSTRACIÓN 31	
RECUPERADORES DURANTE UN DÍA DE TRABAJO	72
ILUSTRACIÓN 32	
CHARLA SOBRE EDUCACIÓN AMBIENTAL	73
ILUSTRACIÓN 33	
PROCESO GESTIÓN DE RESIDUOS EN LOS	
VECINDARIOS	73
ILUSTRACIÓN 34	
VISTA ÁREA DEL COMPLEJO PARA LOS DESECHOS	
SÓLIDOS	74
ILUSTRACIÓN 35	
COMPACTADOR DE PLÁSTICOS Y LATAS	75
ILUSTRACIÓN 36	
TRITURADOR DE DESECHOS	75
ILUSTRACIÓN 37	
PUNTO DE INGRESO Y EGRESO AL COMPLEJO	75
ILUSTRACIÓN 38	
LAGUNA DE DILUCIÓN PARA EL TRATAMIENTO DE	
LIXIVIADOS	75
ILUSTRACIÓN 39	
PILAS PARA EL COMPOSTAJE	75

DIAGRAMA 1	
DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO DEL GOBIERNO MUNICIPAL DE GUALÁN	100
DIAGRAMA 2	
DIAGRAMA GENERAL DEL MANEJO INTEGRADO DE LOS DESECHOS Y RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS	137
DIAGRAMA 3	
DIAGRAMA DE FLUJO SOBRE EL COMPOSTAJE MANUAL	138
DIAGRAMA 4	
DIAGRAMA DE FLUJO DE UNA INSTALACIÓN PARA LA RECUPERACIÓN DE MATERIALES	139
DIAGRAMA 5	
DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO EN UN RELLENO SANITARIO	140
GRÁFICA 1 TIPO DE COMUNIDAD	101
GRÁFICA 2 TIPO DE INMUEBLE ENCUESTADO	101
GRÁFICA 3 TIPO DE RESIDUO	101
GRÁFICA 4 TIPO Y CANTIDAD DE DESECHOS GENERADOS	102
GRÁFICA 5 LUGAR EN DONDE DEPOSITAN LOS DESECHOS DOMICILIARES GENERADOS	102
GRÁFICA 6 TIPO DE SITIO EN DONDE SE VIERTEN LOS DESECHOS QUE RECOGEN DE LOS DOMICILIO	103
GRÁFICA 7 ¿CREE QUE LA BASURA DAÑA EL MEDIO AMBIENTE?	104
GRÁFICA 8 ¿CONOCE O HA ESCUCHADO ALGO SOBRE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS?	104
GRÁFICA 9 DE SER SÍ SU RESPUESTA ANTERIOR, ¿QUÉ RESIDUOS SEPARA DEL RESTO?	104
GRÁFICA 10 ¿ACOSTUMBRA USTED CLASIFICAR SUS DESECHOS?	104
GRÁFICA 11 ¿PAGA POR EL SERVICIO DE EXTRACCIÓN DE BASURA?	105
GRÁFICA 12 ¿CUÁNTO PAGA POR EL SERVICIO?	105
GRÁFICA 13 ¿EXISTE EL SERVICIO DE TREN DE ASEO EN SU INMUEBLE?	106
GRÁFICA 14 ¿QUIÉN ADMINISTRA EL TREN DE ASEO QUE PASA POR SU VIVIENDA?	106
GRÁFICA 15 ¿EN QUÉ VEHÍCULO LE PROPORCIONAN EL SERVICIO?	107
GRÁFICA 16 ¿CON QUÉ FRECUENCIA PASA EL TREN DE ASEO POR SU INMUEBLE?	107
GRÁFICA 17 ¿CUÁNTAS HORAS PASA AL DÍA EN EL VERTEDERO?	118
GRÁFICA 18 ¿CUÁNTOS DÍAS A LA SEMANA TRABAJA EN EL VERTEDERO?	118
GRÁFICA 19 ¿LE GUSTARÍA TENER UN ÁREA TECHADA PARA CUBRIRSE DEL SOL?	118
GRÁFICA 20 SI PASA SU HORA DE ALMUERZO DENTRO DEL VERTEDERO, ¿EN DÓNDE CONSUME SUS ALIMENTOS?	118
GRÁFICA 21 ¿CREE NECESARIO UN SERVICIO SANITARIO DENTRO DEL VERTEDERO?	118
GRÁFICA 22 ¿TIENE EN DÓNDE LAVARSE LAS MANOS Y ASEARSE DESPUÉS DE SUS LABORES?	118
GRÁFICA 23 ¿CUÁNTOS CAMIONES MUNICIPALES OBSERVA QUE INGRESAN AL VERTEDERO AL DÍA?	120
GRÁFICA 24 BALANCE DE INGRESOS Y EGRESOS MONETARIOS	228
GRÁFICA 25 ¿CONOCE O HA ESCUCHADO ALGO SOBRE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS?	230



# INTRODUCCIÓN

En Guatemala, el manejo y tratamiento de los desechos sólidos se ha convertido en una de las problemáticas más grandes. Actualmente, se producen entre 6,000 y 7,000 toneladas de basura diarias, generando un 54% en las zonas urbanas y un 46% en las zonas rurales. Tal es el caso del municipio de Gualán, Zacapa, puesto que presenta un aumento en la generación de residuos y desechos sólidos, debido al crecimiento urbano de su cabecera municipal y aldeas circunvecinas. Este crecimiento urbano sin control, conlleva hábitos de consumo y de actividades por parte de los habitantes, las cuales implican un impacto directo en el medio ambiente, y consecuentemente, en la calidad de vida de todos los pobladores al existir contaminación en el entorno en el que habitan.

En cuanto a la disposición final de los desechos, la técnica más utilizada a nivel nacional es el botadero cielo abierto, sin embargo, en pocos de estos botaderos los desechos se disponen de forma controlada, por lo que, en la mayoría no se toman las medidas necesarias para evitar la contaminación que estos causan. Además, es importante recalcar, que una gran cantidad de botaderos no poseen la infraestructura y equipamiento necesarios para dar el tratamiento adecuado a los desechos. Ante tal situación, el Club Rotario y la municipalidad de Gualán, han mostrado interés por la construcción de dichas instalaciones, dada la importancia de las mismas.

El municipio cuenta con un tren de aseo y un vertedero a cielo abierto, que dan servicio únicamente a la cabecera municipal y tres aldeas cercanas. El sitio se localiza en la zona periurbana contiguo al cementerio, y debido a la falta de una gestión integral en el manejo de los desechos sólidos provoca problemas e impactos ambientales negativos en las áreas circunvecinas, tales como, mal olor, proliferación de vectores, contaminación del subsuelo, aire y agua.

Dicho terreno tiene una extensión aproximada de 2,000 metros cuadrados, de los cuales solamente el 20% ha sido utilizado, por lo que existen condiciones propicias para plantear el diseño y planificación de las instalaciones. Se prevé que el complejo cuente con áreas de clasificación de los desechos, edificio administrativo, edificio de servicio para el personal, módulo educativo, para proporcionar capacitaciones al personal y realizar visitas de los centros educativos, y sectores de trincheras para la disposición final de los desechos orgánicos, entre otras, las cuales serán definidas durante el proceso de investigación y diseño. Además, dentro de los resultados esperados del proyecto, se plantearán algunos lineamientos que puedan aportar al eje ambiental del plan de desarrollo municipal que actualmente se está elaborando en el municipio. Se estima que la población beneficiada será de aproximadamente 29,418 habitantes, de acuerdo a las proyecciones demográficas realizadas por el INE.

Se espera que el proyecto contribuya al desarrollo ambiental y social del municipio, proporcionando una mejor calidad de vida para sus habitantes y mejorando la conciencia ambiental con respecto al tema de los desechos sólidos que generan todos los pobladores día a día. También, se presume que aporte al fortalecimiento económico del mismo, no solo al generar trabajo, sino también, al mejorar el arbitrio municipal por la prestación del servicio de colecta de los desechos. Además, otras experiencias a nivel mundial respecto al tema de manejo de los desechos, han demostrado que este puede encadenar actividades educativas y de innovación con relación al tema de reciclaje y reutilización de los recursos; actividades que inherentemente tendrán un impacto positivo para la población gualanteca.





# MARCO

## Introdutorio

---



## 1

# MARCO INTRODUCTORIO

## 1.1 ANTECEDENTES

Según la Cuenta Integrada de Residuos –CIRE–<sup>1</sup>, un estudio realizado por el Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad –IARNA–<sup>2</sup>, detectó que el acelerado desarrollo y crecimiento poblacional a nivel mundial ha provocado un aumento en la generación y acumulación de residuos y desechos sólidos, repercutiendo en la salud humana y el deterioro ambiental.<sup>3</sup> Guatemala no es la excepción, puesto que el tema del manejo y tratamiento de los desechos sólidos se ha abordado de forma escueta y pocos han sido los esfuerzos realizados para solucionar la problemática. Ejemplo de ello es son el relleno sanitario de la zona 3, de la ciudad capital y el relleno sanitario de Amatitlán. Aunque en ambos casos, existen instituciones responsables de la administración de los mismos, la Municipalidad de Guatemala y AMSA, los esfuerzos realizados no han sido suficientes. En el caso de la zona 3, en mayo del año 2016 el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales –MARN–, consideró que el relleno cumplió su vida útil y fijó un plazo de seis meses para el cierre técnico del mismo. Sin embargo, a pesar de las advertencias siguió en uso, por lo que creó condiciones insalubres en los siguientes años, causando contaminación atmosférica, hídrica, de suelo y visual. Además, también se detectó en el momento de remover los desechos en el relleno se percibían temblores, lo cual pone en riesgo a los

más de mil quinientos recolectores que trabajan en el sitio.<sup>4</sup> Por su parte, el relleno sanitario de Amatitlán, ha enfrentado el problema de la cantidad desmesurada de desechos que ingresan diariamente, lo cual ha causado que el sitio destinado para el vertedero sea insuficiente.

Se estima que diariamente se producen entre 6,000 y 7,000<sup>5</sup> toneladas de basura; generándose un 54% en las zonas urbanas y un 46% en las zonas rurales. En el departamento de Zacapa, específicamente, existen registros que indican que se producen alrededor de 86 toneladas de basura diaria. Sin embargo, únicamente el 31%<sup>6</sup> de esta basura es recolectada mediante un tren de aseo<sup>7</sup>, y llevada a los diez vertederos municipales legalmente autorizados en el departamento.<sup>8</sup> Esta cifra refleja, claramente, que la problemática relativa a los desechos sólidos es causada por una débil institucionalidad y gobernabilidad, falta de planificación y de políticas que oriente la reutilización y el reciclaje de los mismos.<sup>9</sup> A pesar de que existe un sinnúmero de empresas recicladoras de capital privado, no existe ninguna entidad estatal que trate el tema del reciclaje. El MARN, ente encargado de regular el manejo de los desechos y residuos a través de su “Departamento para el Manejo de los Residuos y los Desechos Sólidos”, se limita únicamente a facilitar el contacto de 56 empresas.

<sup>1</sup> CIRE es una cuenta que se desarrolló con base en el marco analítico del Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica Integrada (SCAEI) de Guatemala, el cual es una plataforma de análisis que proporciona información a nivel nacional sobre las existencias y flujos asociados al subsistema natural, brindando una descripción detallada de las interrelaciones de éste y el subsistema económico.

<sup>2</sup> El Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad (IARNA) es una instancia académica creada por la Universidad Rafael Landívar (URL) para impulsar la investigación científico-crítica sobre la situación actual del ambiente natural, así como de los procesos que lo explican y las tendencias posibles, tanto a escala nacional y territorial-local, como mesoamericana.

<sup>3</sup> Instituto de agricultura, recursos naturales y ambiente-IARNA- «Cuenta Integrada de Residuos Resultados y análisis» (Guatemala, 2009), [http://www.infoiarna.org.gt/wp-content/](http://www.infoiarna.org.gt/wp-content/uploads/2017/11/Coedicin33.CuentaIntegradadeResiduosCIRE.Resultadosyanalisis.pdf)

[uploads/2017/11/Coedicin33.CuentaIntegradadeResiduosCIRE.Resultadosyanalisis.pdf](http://www.infoiarna.org.gt/wp-content/uploads/2017/11/Coedicin33.CuentaIntegradadeResiduosCIRE.Resultadosyanalisis.pdf).

<sup>4</sup> Edwin Pitán, «Ambiente pide el cierre de relleno sanitario en la zona 3 – Prensa Libre». Prensa Libre, 2016, <https://www.prensalibre.com/guatemala/comunitario/ambiente-pide-el-cierre-de-relleno-sanitario-en-la-zona-3/>.

<sup>5</sup> Naciones Unidas, «Gestión de residuos», s. f., [http://www.un.org/esa/dsd/dsd\\_aofw\\_ni\\_ni\\_pdfs/NationalReports/guatemala/waste.pdf](http://www.un.org/esa/dsd/dsd_aofw_ni_ni_pdfs/NationalReports/guatemala/waste.pdf).

<sup>6</sup> El porcentaje de basura recolectada no contempla los desechos en basureros clandestinos.

<sup>7</sup> Naciones Unidas, «Gestión de residuos».

<sup>8</sup> «Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales», 2007, <http://www.marn.gob.gt/>.

<sup>9</sup> Instituto de agricultura recursos naturales y ambiente-IARNA-, «Cuenta Integrada de Residuos Resultados y análisis».

En el municipio de Gualán, el tema de los desechos sólidos no ha sido incluido en la agenda de trabajo municipal durante los últimos años. Actualmente, el municipio cuenta con un tren de aseo y un vertedero a cielo abierto, del cual no se tiene fecha exacta de creación, que dan servicio a la cabecera municipal y veintidós aldeas alrededor de la misma. Sin embargo, existen otros 175 lugares poblados que no reciben servicio de recolección de basura, por lo que, los pobladores han optado por quemar los desechos sólidos que producen durante sus actividades diarias, o por depositarlos en sitios clandestinos, cercanos a zonas boscosas o cuerpos de agua. Esto ha causado un alto impacto negativo en el ambiente, puesto que los desechos generan mal olor, proliferación de vectores y contaminación del subsuelo, aire y agua.

El vertedero se ubica en un sitio contiguo al cementerio, y cuenta con 27,936 metros cuadrados, de los cuales, únicamente un 20% ha sido utilizado. También, existe un muro perimetral en el ingreso y un área de guardianía. Actualmente, los desechos están siendo depositados dentro del predio sin tratamiento alguno, por lo que, es un foco de contaminación latente para la cabecera municipal. Es importante mencionar, que la Municipalidad de Gualán ha realizado pocos esfuerzos para solucionar el impacto negativo que generan los desechos sólidos. A través de la Unidad de Gestión Ambiental, han reciclado cientos de envases PET, los cuales se utilizan para la creación de invernaderos y se construyen en conjunto con los niños de las guarderías municipales como parte del programa de educación ambiental. También, recientemente la municipalidad implemento la colocación de bolsas para la basura en todos los microbuses de transporte colectivo del municipio. De esa forma, se evitará que los pobladores tiren la basura desde los vehículos hacia las calles y caminos rurales. Ante la falta de interés de las autoridades y la poca asignación presupuestaria que existe para solucionar el tema del manejo de residuos y desechos sólidos, el Club Rotario ha mostrado interés por la construcción de una planta de tratamiento que contribuya con la mejora de la calidad ambiental del municipio.

## 1.2 PROBLEMA

La falta de interés e iniciativas respecto al manejo de los desechos sólidos está causando un deterioro ambiental notable en el municipio de Gualán. Los indicadores ambientales mostrados en el Plan de desarrollo municipal 2011-2025 muestran datos alarmantes, pues en los últimos años se registró un aumento del 1.9%<sup>10</sup> en la generación de basura anual, obteniendo, en el año 2018 un aproximado de 9,210<sup>11</sup> toneladas de

desechos y residuos sólidos sin tratamiento. Además, se detectó que existe contaminación por desechos sólidos en todo el municipio, a causa de la existencia de basureros sin control, falta de normativa sanitaria y poca conciencia ambiental en la población.<sup>12</sup> Esta amenaza fue priorizada con nivel de riesgo muy alto dentro de la identificación de problemáticas ambientales del municipio, por lo que debe ser resulta con urgencia, porque que los desechos están contaminando el subsuelo, el aire, y, sobre todo, las aguas del río Motagua, cuenca importante para muchos de los lugares poblados del municipio de Gualán.

Es importante recalcar que también existe un bajo interés político y falta de financiamiento para generar programas de recolección, lo cual representa un gran desafío ante la necesidad de tratar los residuos previos a su disposición final.<sup>13</sup> Ejemplo de ello es la reciente intención de demanda por parte de Honduras hacia la República de Guatemala, debido a la contaminación por desechos sólidos, especialmente plásticos, que acarrea el río Motagua hacia los 45 kilómetros de playa de Omoa. En busca de una solución a dicha problemática, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales contempla implementar, a corto plazo, el programa "Mi Río Motagua", en donde se ejecutarán programas educativos y cada corporación municipal se deberá responsabilizar por cuidar el caudal en su jurisdicción<sup>14</sup>

<sup>10</sup> Rubén Narciso et al., *Caracterización departamental Zacapa 2013, 1ra. edici* (Guatemala: Instituto Nacional de Estadística -INE-, 2014). Edición PDF.

<sup>11</sup> *Datos proyectados a partir de lo expuesto ene documento Caracterización departamental Zacapa 2013*

<sup>12</sup> Jose Luis y Bahamon Montealegre, *Plan de Desarrollo Municipal, Alcaldia Municipal De Gualán*, 2015, <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.

<sup>13</sup> Instituto de agricultura recursos naturales y ambiente -IARNA-, «Cuenta Integrada de Residuos Resultados y análisis».

<sup>14</sup> Edwin Pitán, «Contaminación de río Motagua origina reclamo de Honduras», *Prensa Libre*, 30 de agosto de 2016, <https://www.prensalibre.com/guatemala/comunitario/contaminacion-de-rio-motagua-origina-reclamo-de-honduras/>.

## 1.3 JUSTIFICACIÓN

El acelerado crecimiento de la población gualanteca, la urbanización y el crecimiento horizontal de la cabecera municipal, así como los patrones de producción y consumo, tal como el uso desmesurado de productos plásticos, de aluminio, cartón y papel, han ocasionado un notable incremento en la generación de residuos. Si bien se sabe que la contaminación por los desechos sólidos causa un alto impacto ambiental, y es una amenaza a tratar con prioridad dentro del Plan de Desarrollo Municipal –PDM<sup>15</sup>, las acciones para abordar la problemática de manera responsable, integral y eficiente son escasas. Esto se debe a que, hasta el 2015, no existía ninguna ley relacionada con el tema, y a pesar de su creación, la “Política nacional para el manejo integral de los residuos y desechos sólidos” únicamente se limita a describir los ejes principales que se deben abordar para tratar el manejo de los desechos. Tampoco hay un reglamento que obligue a las municipalidades a realizar acciones concretas para reducir la contaminación ambiental por desechos sólidos, tal como es el caso de las aguas residuales, en el que en el año 2016, se estableció un reglamento que establece los límites máximos permisibles de descargas a cuerpos receptores para aguas residuales municipales y de urbanización no conectadas al alcantarillado público, y se determinó que para el 2019 todas las municipalidades están obligadas a operar sistemas de tratamiento primario para las descargas.<sup>16</sup> Asimismo, es importante decir, que todos los delitos relacionados con la contaminación ambiental por desechos sólidos no tienen penalización legal alguna, por lo que dificulta el cumplimiento de esfuerzos que minimicen el impacto ambiental de los desechos.

Esta situación no solo se observa en el municipio de Gualán, sino a nivel nacional. Muestra de ello es la existencia de apenas diez sistemas de manejo de desechos sólidos en todo el país, los cuales no operan en su totalidad.<sup>17</sup> Ante la carencia de un manejo apropiado, surge la necesidad de diseñar una planta de tratamiento en donde no solo se clasifiquen y traten los desechos sólidos sino también, se promuevan acciones que permitan concientizar a la población entorno a la problemática. Este proyecto no solo beneficiará la calidad ambiental del municipio, sino también se integrará al programa del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, en los esfuerzos por reducir la contaminación de los cuerpos de agua de la región.

Se espera que el proyecto contribuya al desarrollo ambiental y social del municipio, proporcionando una mejor calidad de vida para sus habitantes y mejorando la conciencia ambiental respecto al

tema de los desechos sólidos que generan todos los pobladores día a día. También, se presume que aporte al fortalecimiento económico del mismo, no solo al generar trabajo, sino al mejorar el arbitrio municipal por la prestación del servicio de colecta de los desechos. Además, otras experiencias a nivel mundial respecto al tema del manejo de los desechos, han demostrado que éste puede encadenar generación de energía a partir de mecanismos como la incineración directa, la producción de biogás o el aprovechamiento de los residuos como combustibles. Asimismo, se proyecta que en la planta de tratamiento se puedan desarrollar actividades educativas y de innovación con relación al tema de reciclaje y reutilización de los recursos; acciones que inherentemente tendrán un impacto positivo para la población gualanteca.

Finalmente, cabe destacar que, según el Plan Nacional de Desarrollo K’atun: nuestra Guatemala 2032, se espera que, para dicho año, el 100% de los municipios implementen acciones participativas de manejo integrado de los desechos sólidos y se encuentren organizados para el tratamiento de sus desechos por medio de rellenos sanitarios con tecnología avanzada. Por lo tanto, el proyecto se enmarca dentro del plan de desarrollo puesto que contribuirá con los lineamientos de realizar propuestas comunitarias o municipales para la implementación de centros de recolección y clasificación de desechos sólidos en lugares estratégicos, y, a diseñar infraestructura adecuada que considere la ubicación, geología, tipos de suelo, orografía, condiciones climáticas, accesibilidad e infraestructura, distancia y, sobre todo, los aspectos socioeconómicos y culturales, para el manejo de los desechos, también establecidos dentro del plan.

<sup>15</sup> *Un plan de desarrollo municipal es una guía ordenada y priorizada para la toma de decisiones sobre la inversión del municipio. Además, es un instrumento de política pública municipal que sirve como base de los planes de gobierno, en donde se crean estrategias de desarrollo sobre una línea base.*

<sup>16</sup> Kimberly López, «Municipalidades tendrán hasta 2019 para operar sistema de tratamiento de aguas», *La Hora*, 23 de diciembre de 2016, [lahora.gt/municipalidades-tendran-2019-operar-sistema-tratamiento-aguas/](http://lahora.gt/municipalidades-tendran-2019-operar-sistema-tratamiento-aguas/).

<sup>17</sup> Instituto de agricultura recursos naturales y ambiente-IARNA-, «Cuenta Integrada de Residuos Resultados y análisis».



## 1.4 DELIMITACIÓN

En el siguiente apartado se delimitará el presente proyecto de graduación con la finalidad de establecer los alcances y las áreas de incidencia del mismo. Es decir, que se planteará una realidad concreta, fácil de manejar en los marcos temáticos, temporales, geográficos y poblacionales.

### ▶ 1.4.1 TEMÁTICA

El proyecto pretende ser un aporte para reducir la contaminación ambiental causada por los desechos sólidos. En el mismo, se desarrollará a nivel de anteproyecto, el diseño de un complejo para la planta de tratamiento y manejo integrado de los desechos sólidos en Gualán, Zacapa. La planta de tratamiento atenderá todos los desechos domiciliarios del municipio, siendo estos papel, plástico, cartón, aluminio, desechos orgánicos, vidrio, metal, papel sanitario y pañales. Se excluirán todos los desechos industriales, hospitalarios y especiales.

Con el paso de los años, el proyecto requerirá de varias fases de ampliación, las cuales las determinarán el crecimiento poblacional y el incremento de residuos. En cada fase se necesitará construir nuevas áreas de almacenamiento y transferencia de desechos, así como implementar nuevas tecnologías para tratar los mismos. Sin embargo, el diseño en este proyecto de graduación contempla únicamente la fase inicial, en donde se dará un tratamiento primario a todos los desechos, es decir, que únicamente se clasificarán y serán preparados para ser trasladados a otras instalaciones en donde se les dé un tratamiento secundario para su reutilización. El esquema a continuación, explica en base a que tema se desarrollará el proyecto y los alcances que tendrá el mismo.

*Esquema 1- Delimitación temática  
Fuente: elaboración propia*



## ▶ 1.4.2 TEMPORAL

Tal como se indicó anteriormente, el proyecto se desarrollará en varias fases. El diseño de cada una de ellas dependerá directamente del crecimiento poblacional y el incremento en la generación de residuos. La primera fase de la planta de tratamiento contemplará las áreas de transferencia de los residuos, es decir, las bodegas en donde se clasificarán y embalarán todos los residuos para ser enviados a los otros centros de tratamiento secundario, el área del relleno sanitario y el área de compostaje. Se proyecta que la fase de inicio tenga una vida útil de 15 años. Posteriormente, para la ampliación de la planta y la instalación de nuevas tecnologías se requerirá de otros estudios que evalúen la cantidad de desechos producidos y la composición de los mismos.

## ▶ 1.4.3 GEOGRÁFICA

El proyecto, mediante su servicio de tren de aseo, atenderá a la población de todo el municipio, sin embargo, la planta de tratamiento se ubicará en las zonas periurbanas de la cabecera municipal de Gualán, en el predio en el que actualmente existe el vertedero municipal. El sitio se localiza contiguo al cementerio, en las coordenadas geográficas 15.110123, -89.368429, y se separa del casco urbano por medio del río Las Naranjas, vertiente del río Grande o Motagua. El predio cuenta con 27,936 metros cuadrados y colinda al norte y oeste con un terreno municipal, al sur con un camino de servidumbre o paso y al este con un terreno privado.

## ▶ 1.4.4 POBLACIONAL

El proyecto tendrá un radio de influencia en todo el municipio, abarcando los 198 lugares poblados que lo conforman con un aproximado de 59,527 habitantes. Es importante decir que la planta de tratamiento atenderá los desechos domiciliarios de conglomerados, poblaciones y no individuales. Quiere decir, que el tren de aseo recogerá los desechos de las viviendas del casco urbano, aldeas y caseríos, y no recibirá todos aquellos desechos producidos por las industrias o actividades agroindustriales, puesto que los mismos deben ser tratados por cada agente que los produce debido a sus características especiales.

## ▶ 1.4.5 OBJETIVOS

### 1.4.5.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar áreas de tratamiento de desechos sólidos con tecnología avanzada y la implementación de acciones participativas para el manejo integrado, que contribuyan a reducir la contaminación ambiental, tal como lo establece el Plan Nacional de Desarrollo, K'atun 2032.<sup>18</sup>

### 1.4.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

o Formular criterios básicos para la implementación de un plan municipal para la gestión integral de residuos y desechos sólidos domiciliarios.

o Calcular la cantidad de desechos producidos e identificar las etapas de tratamiento para desarrollar un programa arquitectónico que cumpla con los requerimientos necesarios para que la planta funcione correctamente y permita tener espacios que dignifiquen las labores que el personal realizará en ella.

o Diseñar una planta de tratamiento que atienda todos los residuos y desechos sólidos domiciliarios del municipio de Gualán.

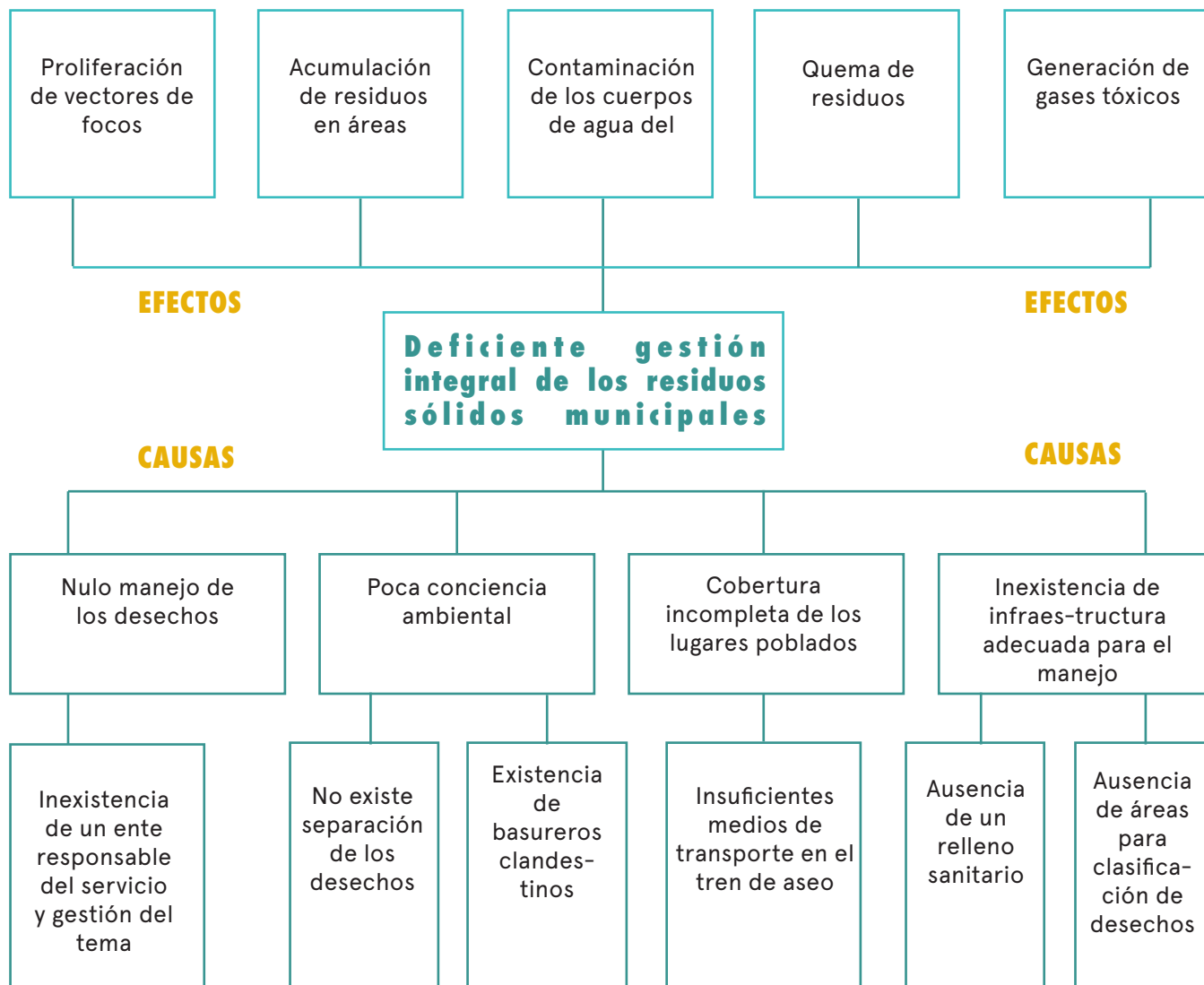
---

<sup>18</sup> Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural., Plan Nacional de Desarrollo K'atun: nuestra Guatemala 2032, ed. Isabel Aguilar, 1ra. edición (Guatemala: Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia -SEGEPLAN-, 2014),

## ► 1.4.6 METODOLOGÍA

La poca conciencia ambiental, la falta de interés y el crecimiento poblacional hacen que la contaminación por desechos sólidos crezca con el paso de los años. El municipio de Gualán, Zacapa, presenta datos alarmantes en el “Plan de desarrollo municipal”, puesto que, en el 2010, año de elaboración del mismo, se detectaron varios sitios de basureros clandestinos y se diagnosticó que los desechos no estaban siendo tratados de forma alguna en el vertedero municipal. Por tal motivo, el presente proyecto pretende contribuir con la reducción de la contaminación ambiental por desechos sólidos. Para ello, la investigación se propuso indagar la cantidad de desechos producidos por los habitantes día con día, para poder formular criterios básicos para la implementación de un plan municipal para la gestión integral de residuos y desechos sólidos en el que se desarrolle el diseño de una planta de tratamiento como primera fase. Para facilitar la comprensión del problema detectado, se elaboró un árbol de problemas para visualizar las causas y los efectos del mismo. Además, dicha herramienta facilitó la identificación de las herramientas necesarias para recabar información en campo.

Esquema 2 Árbol de problemas sobre los desechos sólidos  
Fuente: elaboración propia



## PROYECCIÓN POBLACIONAL

El desarrollo del proyecto titulado “Diseño del complejo para la planta de tratamiento y manejo integrado de los desechos sólidos en Gualán, Zacapa” se enmarcó dentro de una investigación de orden mixto. La investigación de orden mixto es el tipo de estudio en donde el investigador mezcla o combina técnica de investigación, métodos, enfoques, conceptos o lenguaje cuantitativo o cualitativo en un solo estudio.<sup>19</sup> Sin embargo, es importante mencionar que en este tipo de investigación, los métodos cuantitativos se utilizaron en una etapa o fase y los cualitativos en otra.

El orden mixto utilizado contempló dos fases, las que, por cronología, se nombraron fase I y fase II. La fase I, también, denominada trabajo de campo, la cual corresponde a la recolección de datos e información acerca del tema y del proyecto. La fase II, también, llamada trabajo de gabinete utiliza la información de la anterior para completar la información que utiliza el método de diseño arquitectónico seleccionado. Cada una de estas fases se describe a continuación:

### FASE I: ENFOQUE CUANTITATIVO Y MÉTODO DESCRIPTIVO

La fase I tenía como objetivo principal recabar toda la información en campo relacionada con cantidades de generación de desechos, nivel de conciencia ambiental, cantidad de días de recolección de los residuos, entre otros, utilizando un enfoque cuantitativo. Asimismo, por medio del método descriptivo, el cual busca especificar propiedades, características y perfiles importantes del fenómeno que está siendo sometido a un análisis, se recabó la información ambiental, topográfica, climática y física del área del vertedero municipal. Es por ello, que de forma general, se puede decir que la fase I se utilizó como un acercamiento a la problemática detectada. Es importante mencionar, que previo a desarrollar los instrumentos para recabar datos, fue necesario determinar cuánta y qué población iba a ser encuestada. Por tal motivo, se realizaron varios cálculos de población.

Para realizar la proyección poblacional del municipio se utilizaron los datos poblacionales proporcionados por la DMP. Sin embargo, dicho documento poseía los datos del último censo realizado en el año 2009, por lo que se utilizó una fórmula en la que se empleó la tasa de crecimiento poblacional para conocer la cantidad de habitantes hasta el año 2018.

$$P_f = P_o \left(1 + \frac{r}{100}\right)^n$$

En donde,  
 Pf= Población futura  
 Po=Población actual  
 r=tasa de crecimiento  
 n=años de proyección

En Gualán, la población del año 2009 era de 51,420 con una tasa de crecimiento del 1.64%<sup>20</sup> por debajo de la tasa de crecimiento a nivel nacional del 3%. Se calculó la diferencia de años entre el 2018 y 2009, obteniendo como cantidad de años de proyección 9.

$$P_f = 51,420 \left(1 + \frac{0.164}{100}\right)^9$$

$$P_f = 59,527 \text{ habitantes}$$

### CÁLCULO DE LA MUESTRA

Seguidamente del cálculo de población para el año 2018 se procedió a realizar el cálculo de la muestra. Para ello se utilizó como herramienta una página *web*. Se utilizó la siguiente fórmula<sup>21</sup>

19 Johnson, B. y Onwuegbuzie, A. (2004, October). *Mixed Methods Research: A Research Paradigm Whose Time Has Come* [Los métodos de investigación mixtos: un paradigma de investigación cuyo tiempo ha llegado]. *Educational Researcher*, 33(7), 14-26.

20 Narciso et al., Caracterización departamental Zacapa 2013.  
 21 Feedback Networks, «Calcular la muestra correcta», accedido 7 de marzo de 2019, <https://www.feedbacknetworks.com/cas/experiencia/sol-preguntar-calcular.html>.

$$n = \frac{k^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{(e^2 \cdot (N-1)) + k^2 \cdot p \cdot q}$$

El cálculo se realizó con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%, obteniendo así un total de muestra de:

**381**

En donde:

N: es el tamaño de la población

k: es el nivel de confianza que asignemos

p: es la proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio.

e: es el error muestral deseado.

q: es la proporción de individuos que no poseen esa característica

n: es el tamaño de la muestra

Como se mencionó anteriormente, la muestra se seleccionó dentro de los treinta lugares poblados que reciben el servicio de recolección de basura y debido a que la cantidad de población en cada aldea varía, se optó por prorratear el número de encuestas que se iban a realizar en cada una de ellas. La tabla que se muestra a continuación, contiene en su primera columna el nombre del lugar poblado, seguidamente la cantidad de población registrada en el 2009 y la proyección hasta el año 2018. Luego, se calculó, en la cuarta columna, el porcentaje de habitantes que representa cada aldea respecto a la población total del municipio. Finalmente, utilizando la columna anterior se obtuvo la cantidad de encuestas que debían de realizarse en cada lugar poblado de acuerdo a su número de habitantes.

Tabla 1 Proyección de población y cálculo de muestra

Fuente: elaboración propia

NO	LUGAR POBLADO NOMBRE DEL LUGAR POBLADO	POBLACIÓN 2009 <sup>22</sup>	POBLACIÓN 2018	CANTIDAD DE ENCUESTAS POR ALDEA	% DE REPRESENTACIÓN DE LA POBLACIÓN TOTAL
1	MAYUELAS	4,189	4,849	13.31	51
2	SHIN SHIN	1,580	1,829	5.02	19
3	EL TRIUNFO	568	658	1.81	7
4	LOS LIMONES 2	350	405	1.11	4
5	LOS LIMONES	329	381	1.05	4
6	ACHIOTES ABAJO	332	384	1.05	4
7	ACHIOTES ARRIBA	281	325	0.89	3
8	ARENAL	637	737	2.02	8
9	DOÑA MARÍA	527	610	1.67	6
10	EL LOBO	1,089	1,261	3.46	13
11	ENCINITOS	463	536	1.47	6
12	GARCÍA	239	277	0.76	3
13	JUAN PONCE	1,562	1,808	4.96	19
14	LAS VERAPACES	757	876	2.40	9
15	LLANO LARGO	225	260	0.71	3
16	MANZANOTAL	338	391	1.07	4
17	MESTIZO	208	241	0.66	3
18	ZARZAL	205	237	0.65	2

22 Datos recopilados por el censo realizado por la DMP en el año 2009 y tabulados por la Arq. Lidia Jordán

19	SAMARIA	94	109	0.30	1
20	SANTIAGO	1,578	1,827	5.01	19
21	TEMPISQUE	209	242	0.66	3
22	EL TECOLOTE	166	192	0.53	2
23	GUAYABAL (LLANO REDONDO)	42	49	0.13	1
24	ACHIOTES	11	13	0.03	1
25	GUAYABAL (ZARZAL)	62	72	0.20	1
26	VALLE DEL MOTAGUA	921	1,066	2.92	11
27	MOFANG	1,279	1,481	4.06	15
28	CASCO URBANO (10 BARRIOS)	11,816	13,679	37.53	143
29	LA VAINILLA	826	956	2.62	10
30	SANTA TERESA IGUANA	598	692	1.90	7

## INSTRUMENTOS UTILIZADOS

Con la premisa de que el comportamiento y los hábitos de la población inciden directamente en la generación de los residuos sólidos se utilizó un cuestionario para recabar información de ello. La encuesta es una herramienta de la investigación que sirve para obtener información específica de una muestra de la población mediante el uso de cuestionarios estructurados que se utilizan para obtener datos precisos de las personas encuestadas. Para facilitar la recopilación y tabulación de los datos se diseñaron las encuestas con respuestas de tipo múltiple. Se realizaron tres tipos de encuestas debido a que era necesario conocer la perspectiva de los distintos actores que interactúan en la generación y manejo de los desechos. La primera de ellas se diseñó dirigida al encargado del tren de aseo municipal, la segunda, para los recolectores de desechos en el vertedero, también llamados guajeros, y la tercera, para los habitantes del municipio. Cada encuesta, se diseñó de forma "dúplex", puesto que en la cara de la misma se colocaron las preguntas a realizar y en el reverso se anotó información del encuestador, de la comunidad y lo más importante, la casilla de validación. Esta casilla, pretendía verificar que los encuestadores hubieran visitado las aldeas correctamente, por ello en el espacio debían colocar el sello del COCODE del lugar poblado.

Es importante mencionar que como método de cotejo de la información, las tres encuestas tenían preguntas similares o temas relacionados, se pretendía que en el momento de tabular los datos se pudiera relacionar las respuestas de los tres tipos de encuestas y así saber si las tendencias e ideas de las mismas eran congruentes entre diferentes actores de la población. Para consultar las boletas ver apéndice I.

Además, como parte de la fase I, se realizó la ficha de campo, la cual tenía como objetivo principal ayudar a identificar de forma más práctica las características del sitio en donde se ubicaría el proyecto. La ficha de campo se estructuró en ocho secciones, puesto que cada una de ellas analizaba un aspecto diferente del terreno en estudio. Es importante decir que la misma se llenó mediante la técnica de observación, por lo que las ponderaciones colocadas fueron decididas por el evaluador y proponente del proyecto, por ello puede ser un tanto subjetiva. A continuación se muestra la ficha diseñada.

## FASE II

La fase II tenía como objetivo principal sintetizar los datos de la fase anterior y desarrollar con ellos el proyecto arquitectónico. Por ello, esta fase asumió el método de la proyección paralela de Edwin Haramoto para plantear la propuesta arquitectónica. La metodología de proyección paralela busca sincerar el proceso creativo de la arquitectura, asumiendo que este proceso nunca es lineal, sino más bien es un proceso complejo donde convergen múltiples factores tanto racionales como intuitivos.<sup>23</sup>



Es importante decir que se adoptó esta metodología debido a la complejidad del tema de desechos sólido, puesto que el mismo engloba factores ambientales, sociales y técnicos, que necesitan ser abordados paralelamente para desarrollar un plan de manejo integrado. Así mismo, la proyección paralela propone que existen múltiples conocimientos que se deben obtener para el desarrollo de un diseño. Se plantea el proceso proyectual como una continua incorporación de conocimientos que acompañan todo el proceso sin un orden específico. Haramoto propone cuatro áreas del conocimiento que se deben integrar en el proceso de diseño: el proyectual-espacial, el racional-reflexivo, el intuitivo-sensitivo y el social-cultural.<sup>24</sup> El esquema a continuación, explica a qué se refiere cada área y los componentes del proceso arquitectónico que pertenecen a cada una.



*Ilustración 2 Áreas de la proyección paralela y los componentes de diseño Fuente: elaboración propia*

<sup>23</sup> Mariela Gaete-Reyes et al., Metodología de Diseño Arquitectónico Edwin Haramoto. Adopciones y Adaptaciones, accedido 21 de mayo de 2019, www.adreditora.cl.  
<sup>24</sup> Gaete-Reyes et al.





# 2 MARCO

Teórico

---



# 2

## MARCO TEÓRICO

### 2.1 AMBIENTE

#### ▶ 2.1.1 CONCEPTO

El término ambiente posee amplio significado, porque es un concepto que involucra muchos elementos en su significado. Se entiende por ambiente todo el espacio físico que rodea al hombre y con el cual puede interactuar en las actividades cotidianas. Dicho espacio físico se constituye de una variedad de elementos, tales como los habitantes, la naturaleza que lo circunda, los factores ambientales y climáticos y las edificaciones e infraestructura construidas, entre otros. A la interacción de todos estos elementos se le denomina impacto medio ambiental. Sin embargo, aunque todos estos elementos que conforman el ambiente están estrechamente relacionados, se les suele dividir en dos clasificaciones: factores abióticos y factores bióticos. Los factores abióticos son todos aquellos componentes conformados por la hidrósfera, relacionada con todos los cuerpos de agua, la litósfera, relacionada con toda la masa terrestre y suelos, y la atmósfera, relacionada con el aire. Los factores bióticos son todos aquellos organismos vivos que habitan en el medio ambiente.

#### 2.1.2 FACTORES ABIÓTICOS

Los factores abióticos del ambiente son todos aquellos componentes no vivos que rodean a los organismos vivos y les permiten vivir. El término abiótico se compone del prefijo "a", que significa sin y la raíz "bio", que significa vida. Es importante destacar que los factores bióticos son los que determinan

qué tipo de vida se desarrolla en un lugar, es porque afectan la capacidad de los organismos vivos para sobrevivir y reproducirse. Dentro de los factores abióticos más relevantes podemos mencionar:



Clima



Relieve



Agua



Suelo



Aire

Como se mencionó anteriormente, los factores abióticos determinan las características de los organismos que habitan cada espacio del planeta, es por ello, que se crean distintos tipos de biomas sobre la superficie terrestre. Dichos biomas se definen por los factores limitantes, son los límites de toleración que regulan la expansión de las poblaciones y su crecimiento. Por lo tanto, los organismos vivos habitan lugares en donde los factores y componentes les permiten para vivir, adaptándose y evolucionando a las condiciones que los factores abióticos presentan.

25 Julio Ponce, Medio ambiente y desarrollo sostenible (España: Universidad Pontificia Comillas, 2001).

## ► 2.1.3 FACTORES BIÓTICOS

Los factores bióticos son todos los organismos vivos del ecosistema, los cuales se caracterizan por poseer la capacidad de nacer, crecer, reproducirse y morir. La forma más simple de clasificar a los organismos vivos es, principalmente, por su forma de obtener e incorporar el alimento. Por eso surgen los tres grandes grupos. El primer grupo los consumidores o heterótrofos, son aquellos que consumen el ecosistema que los rodea. El segundo grupo, los descomponedores o detritívoros, se caracterizan por ser aquellos que descomponen o se comen a los organismos muertos. Por último, los productores o autótrofos, son todos aquellos seres vivos que son capaces de producir su propio alimento.<sup>26</sup>

El ambiente es todo el espacio físico que se compone de seres vivos y no vivos, también llamados factores bióticos y abióticos. Es importante mencionar que ambos factores estarán siempre relacionados, determinando dónde puede vivir un organismo y cuánto puede crecer una población

Otro de los términos importantes que ayudan a comprender el concepto de ambiente, es la palabra recurso. Un recurso es cualquier cosa que se obtiene del ambiente para satisfacer las necesidades y deseos del ser humano. Un recurso puede provenir tanto de los organismos vivos, factores bióticos, como de los organismos no vivos, factores abióticos. Los recursos, al igual que los factores mencionados anteriormente, pueden ser clasificados de acuerdo a su disponibilidad en tiempo, regeneración y ritmos de uso. De allí surgen dos grandes grupos, los recursos renovables y los recursos no renovables.

## ► 2.1.4 RECURSOS RENOVABLES

Un recurso renovable, es aquel que, teóricamente, puede durar de forma indefinida sin reducir la reserva indefinible. Ejemplo de este tipo de recursos son la energía solar, el suelo fértil, la materia vegetal, el agua y el aire no contaminados, entre otros.

## ► 2.1.5 RECURSOS NO RENOVABLES

Por su parte, los recursos no renovables son aquellos de los que existe una cantidad fija y tiene posibilidades de renovación únicamente mediante procesos geológicos, físicos y químicos que toman muchos años para su desarrollo. Por ello, estos recursos pueden agotarse con un uso inadecuado. Ejemplo de este tipo de recurso son los combustibles fósiles, los minerales metálicos como hierro, cobre y aluminio, entre otros.<sup>27</sup>

Es importante destacar que de la buena utilización de los recursos depende el rendimiento sostenible de los mismos. El término rendimiento sostenible se refiere a la tasa de utilización de los mismos sin reducir su reserva de disponibilidad. Si se excede del abasto disponible, el recurso empieza a disminuir su cantidad, provocando un proceso conocido como degradación ambiental. Esto será desarrollado de mejor manera en el siguiente apartado.

Los recursos renovables y no renovables son componentes esenciales del ambiente. El cuidado en su utilización debe existir para no incurrir en degradación ambiental que provoque agotar los mismos.

## ► 2.1.6 CONTAMINACIÓN Y DEGRADACIÓN AMBIENTAL

La contaminación, también llamada infición, es cualquier cambio o alteración indeseable en las características del aire, el agua, el suelo, que afecte nocivamente la salud, sobrevivencia o las actividades del ser humano. Recientemente, se ha escuchado mucho sobre los problemas ambientales, ya que los mismos están creando crisis a nivel mundial. Las causas principales de esta contaminación ambiental son las acciones que el ser humano lleva a cabo. La mayoría de los contaminantes son sustancias químicas sólidas, líquidas o gaseosas producidas como subproductos o desechos, cuando los recursos son extraídos, procesados y transformados en productos. También, otras formas de contaminación pueden ser la producción de energías indeseables y perjudiciales, como calor excesivo, ruido y radiación.<sup>28</sup>

<sup>26</sup> Factores bióticos; Tipos, relaciones, ejemplos y concepto biótico | OVACEN <https://ecosistemas.ovacen.com/biocenos/bioticos/>

<sup>27</sup> Tyler Miller, Ecología y medio ambiente, 1ra. edici (México: Grupo editorial Iberoamérica, S.A., 1994).

<sup>28</sup> Miller.

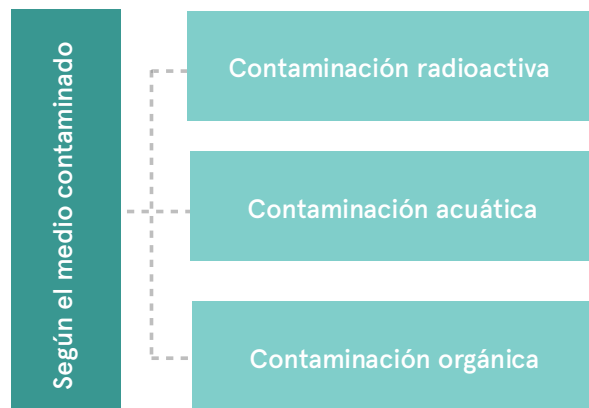
## Los 10 contaminantes principales reconocidos al final del siglo XX

- Dióxido de carbon
- Mnóxido de carbon
- Dióxido de azufre
- Óxido de nitrógeno
- Fosfatos
- Mercurio
- Plomo
- Petróleo
- DDT e insecticidas
- Radiaciones

La contaminación es un proceso que modifica el ambiente desfavorablemente, puesto que sus patrones de distribución físico-químicos se ven alterados, y, por ende, se trastornan los ecosistemas y las condicione en las que las especies viven. Todas estas acciones y modificaciones ambientales también tienen repercusiones en la vida humana, directamente mediante la contaminación de los recursos naturales que se utilizan para la supervivencia.

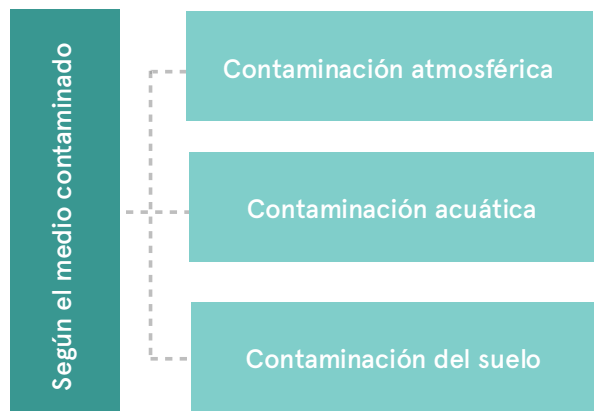
Si lugar a duda, la contaminación es un problema ambiental muy complejo, debido a que no todas las transformaciones son visibles o notorias rápidamente. Incluso, algunos de los cambios en el ambiente pueden notarse varias décadas después. Actualmente, existen distintos tipos de clasificación de la contaminación, las cuales se catalogan de acuerdo a los agentes contaminantes. Los diagramas a continuación muestran ejemplos de algunos tipos de clasificación.<sup>29</sup>

Esquema 3 Clasificación según el agente contaminante



Fuente: Ecología y medio ambiente. Tyler Miller.

Esquema 4 Clasificación según el medio contaminado



Fuente: Ecología y medio ambiente. Tyler Miller

De momento se ha descrito únicamente el concepto de contaminación y sus tipos, sin embargo, es importante describir cuáles son sus efectos. A los efectos de la contaminación se le llama degradación ambiental, y tal como se dijo anteriormente, la degradación también se relaciona con el deterioro de los recursos naturales. La contaminación puede tener varios efectos indeseados, entre ellos podemos mencionar:

### Molestias y deterioro:

Se producen olores y sabores desagradables, así como se reduce la visibilidad atmosférica.

### Daño de la propiedad:

Existe daños en las edificaciones habitadas, tales como corrosión de los metales o disolución de los materiales de construcción.

### Daño a la vida vegetal y animal:

Se produce una reducción en el crecimiento vegetal, efectos nocivos para la salud de los animales y extinción de especies.

### Daño a la salud humana:

Aumento de enfermedades infecciosas, irritación y padecimiento del sistema respiratorio, daño genético y cancerígeno.

### Alteración de los sistemas naturales:

Ocurre un cambio de clima, de suministros energéticos y biodiversidad en los sistemas que soportan la vida a nivel local, regional y global.

29 Estrella del Mar y An Hernández, Nuestro medio ambiente, ed. Centro Cultural Poveda (Santo Domingo, 2014).

## 2.1.6.1 CONTAMINACIÓN POR RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS:

Los residuos sólidos ordinarios y los residuos sólidos peligrosos son causa de problemas ambientales en las áreas urbanas, rurales y especialmente en las zonas industrializadas de los municipios, ya que generan impacto ambiental negativo por el inadecuado manejo de los mismos y amenazan la sostenibilidad ambiental<sup>30</sup>

A través de toda la historia, el ser humano siempre se ha enfrentado al problema del manejo de los residuos que los centros urbanos producen. A medida que estos se concentraron, la cantidad de desechos generados fue aumentando, volviendo así más difícil su disposición final. La generación excesiva de desechos afecta el entorno de los seres humanos de distintas maneras, destacando especialmente los siguientes aspectos: los factores ambientales, especialmente los recursos naturales, y los factores sociales, especialmente la salud pública.

## 2.1.6.2 FACTORES AMBIENTALES

### Recurso hídrico:

Los recursos hídricos son todos aquellos cuerpos de agua que posee el planeta, tanto las aguas superficiales, como río, lagos, quebradas, océanos, lagunas, entre otros, como aguas subterráneas, como pozos y manantiales. La mala disposición de los desechos sólidos causa contaminación en este recurso de distintas formas.

Cuando se vierten estos a las aguas superficiales, usualmente la materia orgánica reacciona produciendo bacterias, microorganismos y dióxido de carbono, que acidifican el agua, eliminando el oxígeno, elemento vital para la vida de las especies acuáticas, y contaminando el agua de consumo humano. Además, la basura flotante puede causar obstrucciones en represas y caudales, lo cual puede afectar el flujo normal de agua en los ríos o quebradas. Por el contrario, en las épocas de lluvia, cuando el caudal de los ríos aumenta, las obstrucciones de basura pueden afectar el paso de agua, causando inundaciones y desbordando los ríos. Otro problema encontrado con la basura en las aguas superficiales es que, al ser contaminadas, los costos de tratamiento para purificarla nuevamente son exuberantes. Por último, se puede mencionar que el impacto de los desechos sólidos en los recursos hídricos no solo afecta al elemento propiamente, sino impacta también las costas de ríos y mares. Este efecto, no solo deteriora ambientalmente las playas y ecosistemas costeros, sino afecta social y

económicamente a las comunidades que residen en estas áreas, reduciendo notablemente las actividades de turismo, pesca y recreación, entre otras.

Por otra parte, la contaminación de las aguas subterráneas, ocurre cuando los lixiviados, que son los líquidos producidos por los desechos sólidos orgánicos en proceso de descomposición, se filtran y llegan al manto freático. Al igual que con las aguas superficiales, el tratamiento del agua contaminada es altamente costoso, y pueden llegar a afectar comunidades enteras, que dependen completamente de dicha fuente de agua para sobrevivir.



*Ilustración 3 Contaminación de lagos de Guatemala  
Fuente: Hemeroteca de Prensa Libre*

30 Ministerio de Ambiente de Perú, «Contaminación ambiental causada por los residuos sólidos», s. f., [http://www.minam.gob.pe/proyecolegios/Curso/cursos-virtual/Modulos/modulo2/2Primaria/m2\\_primaria\\_sesion\\_aprendizaje/Sesion\\_5\\_Primaria\\_Grado\\_6\\_RESIDUOS\\_SOLIDOS\\_ANEXO4.pdf](http://www.minam.gob.pe/proyecolegios/Curso/cursos-virtual/Modulos/modulo2/2Primaria/m2_primaria_sesion_aprendizaje/Sesion_5_Primaria_Grado_6_RESIDUOS_SOLIDOS_ANEXO4.pdf).

### Recurso atmosférico:

Cuando los desechos sólidos entran en descomposición, inician un proceso de generación de malos olores, produciendo gases como metano y dióxido de carbono, que contribuyen al efecto invernadero que sufre el planeta. Así mismo, puede ocurrir contaminación del aire cuando los desechos son quemados de una forma descontrolada, porque generan humo y partículas que pueden afectar el sistema respiratorio de los seres vivos.

### Recurso suelo:

El suelo es el recurso que se ve afectado directamente cuando se disponen de forma incorrecta los desechos sólidos. La contaminación de los suelos ocurre cuando los lixiviados empiezan a filtrarse en él, llegando así hasta el manto freático. La existencia de lixiviados en el suelo afecta la productividad y matan la micro fauna que vive en él, como los insectos, hongos y musgos. Esto es lo que produce la desertificación del mismo, lo cual se refiere a la pérdida de nutrientes que hacen el suelo fértil, causando que la flora de la zona no pueda regenerarse y aumentando la presencia de plagas y vectores.



*Ilustración 4 Contaminación del suelo  
Fuente: Blog Verde*

### Recurso paisajístico

Este recurso es uno de los menos mencionados dentro de la contaminación por desechos sólidos. Sin embargo, con la disposición incorrecta de ellos se deteriora el paisaje, ya que irrumpen las vistas de las áreas verdes.

## ▶2.1.7 CALIDAD AMBIENTAL

Se puede entender la calidad ambiental como una condición de equilibrio natural que describe el conjunto de procesos geoquímicos, biológicos y físicos, que tienen lugar sin, o con la mínima, intervención humana. En otras palabras, se puede decir que la calidad ambiental se ve impactada positiva o negativamente por las acciones humanas. Con la finalidad de no limitar la definición misma, es importante entender la calidad ambiental, dentro del marco del desarrollo sostenible. Dicho modelo, contempla tres dimensiones esenciales: la social, la ambiental y la económica. Por lo tanto, la calidad ambiental se relaciona no solo con el equilibrio de los recursos naturales, sino también con el equilibrio y control de las acciones humanas.<sup>31</sup>

Como se mencionó anteriormente, debido a que es un concepto complejo, es necesario tener parámetros que nos permitan medir y comprender mejor la calidad ambiental. Para ello se utilizan los indicadores

ambientales, que permiten comparar factores físicos, químicos o biológicos que se consideran relevantes del sistema o recurso que se encuentra en estudio.

En Guatemala, el ente regulador de la calidad ambiental es el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, el cual, en el año 2003, publicó el "Manual de indicadores del ambiente y los recursos naturales". Este manual pretende ser una referencia para la creación de estadísticas y parámetros que proporcionen información sobre las condiciones y fenómenos ambientales. El manual contiene un total de 39 indicadores, los cuales abarcan los temas de agua, aire, desechos sólidos, energía, materia prima, lodos, agua residual, rutas de evacuación de desechos y reciclaje.<sup>32</sup> A continuación, se muestran las boletas relacionadas con el tema de desechos sólidos. Posteriormente en el documento, se completarán las mismas para la fase diagnóstica del tema en estudio.

---

<sup>31</sup> Marcela Jager y Rosario Zúñiga, Gestión de la calidad ambiental, ed. Jenny Ortiz (San José, Costa Rica: Impresos Ruiz, s. f.).

<sup>32</sup> Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Manual de indicadores del ambiente y los recursos naturales, 2003.



INDICADORES DE DESECHOS SÓLIDOS Y PELIGROSOS  
Manual de Indicadores del Ambiente y los Recursos Naturales

23. DESECHOS SÓLIDOS MUNICIPALES GENERADOS	
Eje Temático: <b>DESECHOS SÓLIDOS Y RESIDUOS PELIGROSOS</b>	Tipo de Indicador: <b>ESTADO</b>
Entidad encargada de la medición: <b>MARN – INFOM - ANAM – Municipalidades</b>	
Definición y propósito: <b>Cuantificación del volumen de desechos sólidos, es decir, de todos aquellos materiales sólidos o semisólidos, putrescibles o no putrescibles, con excepción de excretas de origen humano, provenientes de la actividad domiciliar, comercial, institucional, industrial (pequeña industria y artesanal), barrido y limpieza de áreas públicas y cuya gestión es responsabilidad de las autoridades municipales. Este indicador medirá la tendencia de aumento de la generación de desechos sólidos, proveyendo información base para la evaluación y adopción de políticas de conservación y mejoramiento ambiental, con vistas a minimizar la existencia de botaderos clandestinos.</b>	
Unidad de medida: <b>kg / persona / día</b>	Periodicidad de medición: <b>Semestral</b>
Escala geográfica de la medición: <b>Municipal</b>	
Limitantes del indicador: <b>Este indicador considera exclusivamente los desechos sólidos municipales; no cuantifica desechos hospitalarios ni peligrosos. Ni mide directamente el nivel de vida, consumo, ni aspectos sociales, políticos o culturales de las poblaciones. No es un valor absoluto, sino una proyección estadística.</b>	
Referencia de recursos metodológicos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="http://www.umwelt-schweiz.ch/imperia/md/content/abfall/siedlungsabfall_e.pdf">http://www.umwelt-schweiz.ch/imperia/md/content/abfall/siedlungsabfall_e.pdf</a></li> </ul>	
Valores de referencia: <b>No existen valores de referencia para este indicador.</b>	
Comentarios: <b>La generación de desechos sólidos municipales está relacionada fundamentalmente con el aumento de la población, con el nivel de desarrollo económico e industrial, urbanización, patrones de consumo y aspectos culturales. Lo cual, aunado a la poca o nula capacidad de gestión de los desechos en cuestión, han propiciado la multiplicación de botaderos clandestinos, con el consecuente deterioro de la calidad de vida y salud de los habitantes y a los ecosistemas naturales. Este indicador puede ser considerado de PRESION para el eje temático de Contaminación Visual.</b>	
Descripción Metodológica: <b>La generación de desechos sólidos municipales está estrechamente relacionada con el nivel de vida y hábitos de consumo de una población. La cuantificación del volumen de desechos sólidos municipales, deberá de realizarse – por lo menos- a nivel municipal, realizando una encuesta estadísticamente significativa sobre la cantidad de basura que se genera por hogar y por persona. Dichos resultados serán extrapolados al total de habitantes de la población en cuestión.</b>	

INDICADORES DE DESECHOS SÓLIDOS Y PELIGROSOS  
Manual de Indicadores del Ambiente y los Recursos Naturales

<b>24. PORCENTAJE DE DESECHOS SÓLIDOS SIN DISPOSICIÓN FINAL AUTORIZADA</b>	
Eje Temático: <b>DESECHOS SÓLIDOS Y RESIDUOS PELIGROSOS</b>	Tipo de Indicador: <b>PRESIÓN</b>
Entidad encargada de la medición: <b>MARN – INFOM – ANAM</b>	
Definición y propósito: <b>Cuantificación del porcentaje de desechos sólidos municipales, que no están sujetos a una disposición final en un relleno autorizado, respecto del total de desechos producidos por municipio.</b> Este indicador medirá la capacidad institucional de gestionar los desechos sólidos municipales, con el objetivo de prevenir y minimizar la contaminación real y potencial del suelo, aire y agua, con riesgo de incidir sobre la salud humana.	
Unidad de medida: <b>Porcentaje</b>	Periodicidad de medición: <b>Semestral</b>
Escala geográfica de la medición: <b>Municipal</b>	
Limitantes del indicador: <b>Este indicador considera exclusivamente los desechos sólidos municipales; no cuantifica desechos hospitalarios ni peligrosos. No mide la existencia de lugares acondicionados para el depósito de los desechos; ni mide directamente el nivel de vida, consumo, ni aspectos sociales, políticos o culturales de las poblaciones. No es un valor absoluto, sino una proyección estadística.</b>	
Referencia de recursos metodológicos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="http://www.geocities.com/sociedadpga/publicaciones/anoInro1/contaminacion_ambiental_desechos.htm">http://www.geocities.com/sociedadpga/publicaciones/anoInro1/contaminacion_ambiental_desechos.htm</a></li> <li>• <a href="http://www.cepis.org.pe/eswww/fulltext/curso/destino/destino2.html">http://www.cepis.org.pe/eswww/fulltext/curso/destino/destino2.html</a></li> </ul>	
Valores de referencia: <b>No existen valores de referencia para este indicador.</b>	
Comentarios: <b>La disposición final de los desechos sólidos municipales, en la mayoría de los casos, presenta las siguientes características: ubicación próxima a centros poblados, no existe conciencia de la peligrosidad de los desechos hospitalarios, tóxicos o peligrosos ni separación de los mismos; la ubicación de los botaderos no contemplan ningún tipo de prevención de contaminación de los recursos naturales</b>	
Descripción Metodológica: <b>La disposición inadecuada de los desechos sólidos municipales puede obedecer a múltiples causas, tales como analfabetismo, pobreza, niveles de educación ambiental, conocimiento de los riesgos para la salud, inexistencia de lugares acondicionados para la disposición final, inexistencia de sistema de recolección, etc.</b> <b>La cuantificación del volumen de desechos sólidos municipales sin disposición final autorizada, deberá de realizarse – por lo menos- a nivel municipal, cuantificando la diferencia entre la proyección de desechos sólidos municipales que se generan, menos la cantidad de desechos sólidos municipales que son depositados en un sitio autorizado para tal efecto, por parte de las autoridades municipales y ambientales.</b>	

INDICADORES DE DESECHOS SÓLIDOS Y PELIGROSOS  
Manual de Indicadores del Ambiente y los Recursos Naturales

<b>25. MORBILIDAD POR ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR VECTORES ASOCIADOS</b>	
<b>Eje Temático: DESECHOS SÓLIDOS Y RESIDUOS PELIGROSOS</b>	<b>Tipo de Indicador: IMPACTO</b>
Entidad encargada de la medición: <b>MINISTERIO DE SALUD-MARN-INFOM-ANAM</b>	
Definición y propósito: <b>Cuantificación del número de individuos, por género y edad, de una población que se ven obligados a demandar un servicio de salud (consulta externa) como consecuencia de enfermedades transmitidas por vectores asociados a desechos sólidos municipales.</b> La importancia de los DSM como causa directa de enfermedades no está bien determinada; sin embargo, se les atribuye una incidencia en la transmisión de algunas de ellas, junto a otros factores, principalmente por vías indirectas. La más importante se refiere a la proliferación de vectores (animales) portadores de microorganismos que transmiten enfermedades. Estos vectores son, entre otros, moscas, mosquitos, ratas y cucarachas, que, además de reproducirse con éxito, transmiten enfermedades, desde simples diarreas hasta cuadros severos de tifoidea, salmonellosis, rabia, septicemia, malaria, conjuntivitis, dengue hemorrágicos, etc.	
Unidad de medida: <b>Número de personas</b>	Periodicidad de medición: <b>ANUAL</b>
Escala geográfica de la medición: <b>Municipal</b>	
Limitantes del indicador: <b>Este indicador considera exclusivamente los desechos sólidos municipales; no cuantifica poblaciones de vectores transmisores de enfermedades. No cuantifica el costo de atención a los pacientes.</b>	
Referencia de recursos metodológicos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="http://cariari.ucr.ac.cr/~ciedes/Proyectos/damas/damas.htm">http://cariari.ucr.ac.cr/~ciedes/Proyectos/damas/damas.htm</a></li> </ul>	
Valores de referencia: <b>No existen valores de referencia para este indicador.</b>	
Comentarios: <b>Este indicador está relacionado con otros indicadores de salud, en particular los que se refieren a los más jóvenes, como la tasa de mortalidad infantil y la esperanza de vida al nacer, al igual que con indicadores de calidad del aire y agua, e indicadores tales como el gasto en el sector de la salud.</b>	
Descripción Metodológica: <b>La medición de la morbilidad por enfermedades transmitidas por vectores asociados a los desechos sólidos municipales se realizará por medio de la coordinación con centros de salud, hospitales y clínicas médicas, para llevar un registro de todos los casos en que se solicita un servicio de salud, por alguna enfermedad potencialmente asociada con desechos sólidos municipales.</b> <b>Se llevará registro por tipo de enfermedad, con enfoque de género y edad.</b>	

INDICADORES DE DESECHOS SÓLIDOS Y PELIGROSOS  
Manual de Indicadores del Ambiente y los Recursos Naturales

26. PORCENTAJE DE POBLADOS QUE CUENTAN CON UN TREN DE ASEO (RECOLECCIÓN, TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN FINAL)	
Eje Temático: <b>DESECHOS SÓLIDOS Y RESIDUOS PELIGROSOS</b>	Tipo de Indicador: <b>RESPUESTA</b>
Entidad encargada de la medición: <b>MARN</b>	
Definición y propósito: <b>Cuantificación del número de centros poblados que cuentan con tren de aseo organizado para la recolección, transporte y disposición final de desechos sólidos municipales.</b>	
Este indicador medirá la capacidad institucional de educación ambiental y de gestión municipal orientada hacia la mejora de la calidad y condiciones de vida de las poblaciones, a través de la ejecución de planes de saneamiento ambiental y ordenamiento territorial.	
Unidad de medida: <b>Porcentaje de centros poblados con tren de aseo, respecto al total nacional</b>	Periodicidad de medición: <b>Semestral</b>
Escala geográfica de la medición: <b>Municipal</b>	
Limitantes del indicador: <b>Este indicador no medirá el presupuesto asignado a la gestión de los desechos sólidos municipales, ni el personal asignado a tareas de gestión de los mismos, municipales o privados.</b>	
Referencia de recursos metodológicos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="http://www.renace.cl/campanas/residuos_solidos_a_resolver.pdf">http://www.renace.cl/campanas/residuos_solidos_a_resolver.pdf</a></li> </ul>	
Valores de referencia: <b>No existen valores de referencia para este indicador.</b>	
Comentarios: <b>Los problemas de la mala o nula gestión de los desechos sólidos municipales, no solo tienen que ver con la salud humana por efectos de vectores transmisores de enfermedades, sino que también están relacionados con problemas de contaminación del agua superficial y subterránea, de la atmósfera y de los suelos. Este indicador está relacionado con indicadores de calidad de vida, ordenamiento territorial, desarrollo, etc.</b>	
Descripción Metodológica: <b>La medición del porcentaje de poblados que cuentan con un tren de aseo (recolección, transporte y disposición final) se realizará llevando un registro simple.</b>	
El número de poblados se dividirá entre el total de poblados que existen en Guatemala y se multiplicará por cien.	

## ► 2.1.8 IMPACTOS AMBIENTALES

El impacto ambiental es un tema íntimamente relacionado con la contaminación y la calidad del ambiente. La contaminación produce un alto impacto ambiental deteriorando el mismo, por ende, existirá una baja calidad. El impacto ambiental se puede definir como la alteración del medio ambiente, provocada directa o indirectamente por un proyecto o actividad en un área determinada. Usualmente, el termino se relaciona más con todas las actividades de industria y construcción que involucran el aprovechamiento de los recursos naturales o la ocupación de territorio.<sup>33</sup>

En el país, al igual que con la calidad ambiental, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, es el

ente encargado de verificar los impactos ambientales que la población produce. Es por ello que, en el año 2015, el ministerio lanzó la “Guía de instrumentos ambientales”, la cual tiene como objetivo exponer de manera clara y concisa los requisitos y procedimientos para obtener una resolución ambiental. Los impactos difieren de un proyecto a otro, por lo tanto, se deben categorizar y jerarquizar según convenga. Dentro de las categorías más comunes se encuentran el carácter del impacto, la duración, la magnitud del efecto y la importancia del componente afectado. Posterior a categorizar los impactos, cada uno debe ser valorado, tal como se muestra en la tabla a continuación.<sup>34</sup>

Tabla 2 Criterios de valuación de impactos ambientales  
Fuente: Jerarquización de impactos ambientales, MDA3

CRITERIO	VALORES			
	POSITIVO (+)	NEGATIVO (-)	NEUTRO (N)	PREVISIBLE (X)
CRITERIOS DE LA NATURALEZA				
CERTEZA (PROBABILIDAD)	CIERTO (C) MAYOR AL 75%	PROBABLE (D) ENTRE 50 Y 74.99%	IMPROBABLE (I) MENOR AL 49.99%	
TIPO DE IMPACTO	PRIMARIO (PR)	SECUNDARIO (SC)	ACUMULATIVO (AC)	
TIEMPO EN APARECER	CORTO PLAZO (C) INMEDIATO O EN 6 MESES	MEDIANO PLAZO (M) DE 6 MESES A 5 AÑOS DESPUÉS	LARGO PLAZO (L) DESPUÉS DE 5 AÑOS	
IMPORTANCIA	SIN IMPORTANCIA (0)	MENOR IMPORTANCIA (1)	MODERADA IMPORTANCIA (2)	IMPORTANTE (3)
REVERSIBILIDAD	REVERSIBLE (1)		IRREVERSIBLE (2)	

33 «IMPACTO AMBIENTAL IMPACTOS MEDIO AMBIENTALES I GRN», Gestión en Recursos Naturales, 2018, <https://www.grn.cl/impacto-ambiental.html>.

34 Mabel Hernández, «Jerarquización de impactos ambientales», en Manejo y diseño ambiental 3 (Facultad de Arquitectura, USAC, 2017).

Uno de los instrumentos más prácticos que se utilizan para medir los impactos es la "Matriz de Leopold". Esta matriz está constituida por 100 columnas, en las que se representan las acciones del proyecto, y, 88 filas, relacionadas con factores ambientales. En estas casillas, se debe seleccionar todos los incisos que el proyecto puede llegar a causar. La dificultad de trabajar con dicho instrumento es que se vuelve muy extenso, por lo que generalmente se trabaja con 100 criterios, de los cuales se extraen 50 incisos que sean impactos significativos. La matriz a continuación es un ejemplo de lo descrito anteriormente.

# MATRIZ DE LEOPOLD MATRIZ DE LEOPOLD MATRIZ DE LEOPOLD

Tabla 3 Matriz de Leopold  
Fuente: Evaluación de impactos de la construcción

Valoración del Impacto			ESTADO INICIAL																				VALORACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL			
			IMPORTANCIA										IMPACTO				MAGNITUD		VALORACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL							
			ATRIBUTOS										NEGATIVO		POSITIVO		MAGNITUD		CUANTITATIVA							
			N	M	D	P	A	SI	E	RV	RC	RC	INI	INF	IPI	IPF	EX	MAG	IAI	IAF	IAI	IAF				
Dimensión	Componente	Impacto	1-5	+/-	1-5	1-5	1-5	1-5	1-5	1-5	1-5	1-5	1-5	20-100	1-10	13-65	1-10	1-5	2-10	1-5	2-10	+/-1 a +/10	+/-1 a +/10			
DIMENSIÓN FÍSICA	GEOLOGIA	Meteorización	3	-1	3	5	5	4	3	5	5	-93	-9					2	5	-7					SEVERO	
		Erosión	3	-1	4	4	4	3	4	3	2	-66	-6					2	5	-6					MODERADO ALTO	
	GEOMORFOLOGIA	Modificación paisajística	2	-1	5	5	4	3	4	5	4	-87	-9					2	4	-6					SEVERO	
		Procesos de remoción en masa	3	-1	5	2	1	2	3	4	3	2	-50	-4					2	5	-5					MODERADO
		Socavación	3	-1	4	5	2	3	3	5	3	1	-64	-6					2	5	-5					MODERADO ALTO
		Estabilidad geotécnica	3	-1	3	3	3	1	3	4	3	1	-49	-4					2	5	-5					MODERADO
		Deposición de sedimentos	3	-1	4	4	2	3	3	4	2	1	-55	-5					2	5	-5					MODERADO
	SUELO	Cambio en las condiciones físico químicas del suelo	3	-1	3	5	2	4	4	5	5	-90	-9					2	5	-7					SEVERO	
		Cambio de uso del suelo	3	-1	5	5	2	3	3	5	5	-87	-9					2	5	-7					SEVERO	
	HIDROGEOLOGIA	Afectación de la calidad de aguas subterráneas	1	-1	3	4	3	4	3	5	4	-72	-7					2	3	-5					MODERADO ALTO	
		Modificación del nivel freático	1	-1	3	4	2	5	2	2	4	4	-71	-7					2	3	-5					MODERADO ALTO
	AIRE	Deterioro de la calidad del aire	2	-1	5	3	4	3	3	5	3	-65	-6					2	4	-5					MODERADO ALTO	
		Aumento en decibeles de ruido	2	-1	5	3	4	3	3	5	3	-65	-6					2	4	-5					MODERADO ALTO	
	RECURSO HÍDRICO	Alteración de la calidad del agua	3	-1	5	3	5	4	4	5	3	-71	-7					3	6	-6					SEVERO BAJO	
Disminución del recurso hídrico		2	-1	5	3	4	3	4	5	3	-68	-6					2	4	-5					MODERADO ALTO		
Disminución en la capacidad de transporte		2	-1	4	3	1	4	4	5	3	-66	-6					2	4	-5					MODERADO ALTO		
	Alteración del cauce	2	-1	3	3	2	3	1	5	5	-69	-7					1	3	-5					MODERADO		
BIÓTICA	ECOSISTEMAS DULCEACUÍCOLAS	Afectación de la calidad del hábitat dulceacuícola	3	-1	5	5	3	5	5	3	-82	-8					2	5	-6					SEVERO BAJO		
		Cambio en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas.	3	-1	4	3	2	3	4	5	3	-65	-6					2	5	-5					MODERADO ALTO	
	FLORA	Disminución de cobertura vegetal	4	-1	5	5	2	4	4	5	5	-92	-9					2	6	-7					SEVERO	
		Pérdida de biodiversidad	3	-1	5	5	2	4	4	5	5	-92	-9					2	5	-7					SEVERO	
	FAUNA	Cambio en la estructura y composición florística	4	-1	5	5	2	4	4	5	5	-92	-9					2	6	-7					SEVERO	
		Cambio en la riqueza y abundancia (diversidad) en las comunidades de fauna silvestre	3	-1	4	5	3	1	2	3	4	-71	-7					4	7	-7					SEVERO	
	Fragmentación del hábitat	3	-1	5	5	5	5	5	5	-100	-10							5	8	-9					CRÍTICO BAJO	
	Afectación de especies focales (UCN, CITES, migratorias, endémicas, restringidas a un hábitat)	3	-1	4	5	3	2	3	4	4	-76	-7					4	7	-7					SEVERO		
SOCIOECONÓMICA Y CULTURAL	Demografía / Población	Cambio sobre el componente demográfico	-1	4	3	4	3	3	3	3	-62	-6					4	8	-7					SEVERO		
		Cambio en la dinámica de empleo	1	5	3	4	2	5	5					48	7	4	8	8	7						BENEFICIOSO	
	Procesos Económicos	Cambio en los ingresos de la población	1	5	3	3	3	5					43	6	3	6	6	6							BENEFICIOSO BAJO	
		Cambio en las actividades económicas	1	4	3	3	2	3	4					39	6	3	6	6	6						BENEFICIOSO BAJO	
		Cambio económico por modificación uso del suelo	-1	5	3	2	1	1	5	3	3	-53	-5					3	6	-5					MODERADO ALTO	
		Generación de expectativas sociales	-1	4	3	3	3	3	4	3	3	-62	-6					4	8	-7					SEVERO	
	Procesos Sociopolíticos	Cambio en la capacidad de gestión y participación de la comunidad	1	4	3	3	3	3	3					40	6	3	5	5	5						MUY FAVORABLE ALTO	
		Cambios en la seguridad pública	-1	3	3	3	1	1	3	2	2	-43	-4					4	7	-5					MODERADO ALTO	
	Dimensión Espacial	Cambio en la prestación de servicios públicos y/o sociales	-1	5	3	3	2	2	4	3	3	-58	-5					3	6	-6					MODERADO ALTO	
		Cambio en el acceso y movilidad	-1	5	3	3	3	3	4	3	2	-61	-6					4	8	-7					SEVERO	
	Dimensión Cultural	Afectación a la salud pública	-1	5	3	1	2	1	3	2	2	-45	-4					3	6	-5					MODERADO ALTO	
		Desplazamiento involuntario de unidades familiares por compra de predio con vivienda	-1	5	4	4	2	2	5	4	3	-68	-6					5	10	-8					SEVERO ALTO	
	Pérdida, daño y/o afectación al patrimonio arqueológico	-1	5	5	1	1	1	2	5	5	-73	-7					2	4	-5					MODERADO ALTO		

■ COMPATIBLE  
■ MODERADO  
■ SEVERO  
■ CRÍTICO  
  
■ FAVORABLE  
■ BENEFICIOSO

El proyecto arquitectónico que se plantea con la presente tesis de graduación, se presume tendrá altos impactos ambientales. Sin embargo, tal como se explicó anteriormente, los impactos se miden antes, durante y después de la construcción y operación de los proyectos, por lo tanto, la planta de tratamiento tendrá:

**Fase constructiva:**

Impactos ambientales negativos por la ocupación de territorio, la contaminación producida por la construcción, verbigracia el ripio, impacto en la imagen visual del paisaje y contaminación sonora producida por el uso de maquinaria, entre otros.

**Fase de operación:**

Impactos ambientales positivos por la finalidad de la planta, la cual busca reducir la contaminación ambiental por desechos sólidos, mediante la clasificación de los residuos y el correcto tratamiento para todos aquellos desechos orgánicos que producen vectores y generan lixiviados que contaminan los suelos y el manto freático.

## 2.2 DESECHOS Y RESIDUOS SÓLIDOS

### ▶ 2.2.1 CONCEPTO

A menudo, los términos desechos y residuos tienen a utilizarse como sinónimos. Sin embargo, en los últimos años, debido a que se han hecho más estudios especializados en el tema, se aclaró que ambos términos tienen distinto significado. Según la organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, los desechos sólidos son todos aquellos elementos generados como resultado de una actividad del hombre o cualquier otro organismo vivo, que, en muchos casos, es difícil de reincorporar en los ciclos naturales. Por otra parte, la organización, define que un desecho cualquier elemento resultante del consumo o de un bien de actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios, y que es susceptible al aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con un valor económico o de disposición final. En otras palabras, se puede concluir que un desecho sólido es un desperdicio sin utilidad después de un proceso, mientras que un residuo tiene utilidad después de su uso<sup>35</sup>

### ▶ 2.2.2 CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS

Existen distintos tipos de clasificación en el tema. A continuación, se describirán algunas formas de clasificar los residuos y desechos.

**POR SU COMPOSICIÓN:**

**Orgánicos**

**Biodegradables:**

Son todos aquellos que tienen la capacidad de pudrirse y generar malos olores. Además, producen vectores y lixiviados. Algunos ejemplos son las verduras, frutas y los desperdicios de comida.

**No biodegradables:**

Son todos aquellos que al desintegrarse no producen malos olores, ni lixiviados ni vectores. Aproximadamente, tardan de 200 a 600 en descomponerse. Generalmente, se pueden reciclar en domicilios, instituciones, empresas y centros educativos. Algunos ejemplos son el papel y el cartón.

**Inorgánicos**

Son todos aquellos residuos que no pueden desintegrarse fácilmente. Son de origen no biológico, usualmente requiere de algún proceso para su creación, y tardan de 200 a 500 años para desintegrarse. Ejemplo de ellos son los metales, las telas industriales y el vidrio.<sup>36</sup>

35 Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, Guía para la gestión integral de los desechos sólidos urbanos (Mérida, México: OPS, 2007).

## SEGÚN SU ORIGEN:

### •Domiciliario:

Todo aquello que provienen de viviendas.

### •Industrial:

Su origen es producto de procesos de transformación de la materia o manufactura.

### •Hospitalario:

Todos aquellos que son considerados residuos peligrosos, pueden ser orgánicos e inorgánicos.

### •Comercial:

Todos los que provienen de ferias, oficinas, tiendas de comercio, entre otros. En su mayoría su composición es orgánica.

### •Urbano:

Corresponde a los desechos que se generan en las áreas verdes y recreativas de las ciudades como, parques, jardín, mobiliario urbano inservible.<sup>37</sup>

## POR SU MANEJO:

### •Residuos comunes:

Todos aquellos que provienen de domicilios, comercios, industrias: de áreas municipales, agrícolas, urbanas y rurales que no sean peligrosos.

### •Residuos especiales:

Son todos aquellos que en grandes cantidades adquieren características especiales. Por ejemplo, medicinas vencidas, grandes cantidades de llantas, grandes cantidades de ripio, etc.

### •Residuos peligrosos:

Son todos los residuos que necesitan un manejo especial por sus características bioinfecciosas, tóxicas, explosivas, venenosas e inflamables, entre otras. Ejemplo de ello son todos los desechos hospitalarios.

en toda serie de actividades asociadas al control de la generación, separación, almacenamiento, recolección, barrido, transporte, tratamiento y disposición final de los mismo; logrando que todos estos procesos armonicen con los principios de la salud pública, economía, ingeniería, estética y otras consideraciones ambientales y respondan a las expectativas públicas.<sup>38</sup>Otro concepto importante, que se relaciona con la gestión integral, es el manejo de los desechos y residuos. Se define como el conjunto de operaciones dirigidas a darle a los mismos el destino más adecuado de acuerdo con el aprovechamiento racional de sus características, con la finalidad de prevenir daños o riesgos a la salud humana o al ambiente.<sup>39</sup> Actualmente, la municipalidad de Gualán, no cuenta con un plan para el manejo de los desechos y residuos, por lo que el lote municipal destinado para la basura, se utiliza únicamente como vertedero.

Recientemente, en el año 2016, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, en conjunto con la Cooperación Alemana para el Desarrollo, publicó una guía para la formulación de planes municipales para la gestión integral de residuos y desechos sólidos. La guía tiene como objetivo principal ser un referente para la creación de planes municipales que puedan velar por la gestión integral en el tema de la basura. El documento está estructurado de tal forma que el tema sea abordado desde diferentes enfoques, haciendo que las municipalidades no solo se preocupen por el funcionamiento y la parte operativa, sino también se involucre la población y la municipalidad se fortalezca institucionalmente, creando unidades que se enfoquen especialmente en la temática. La gráfica a continuación, muestra la estructura de la guía.

## 2.3 GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS

Como se mencionaba anteriormente, en el apartado de contaminación, los residuos y desechos sólidos causan un alto impacto ambiental negativo, si no se manejan adecuadamente. Por ello, en los últimos años, ha tomado realce el tratamiento de los mismo, logrando crear una gestión integral. La gestión integral de residuos y desechos, consiste

<sup>36</sup> Otto Sandoval, «Política nacional para la gestión integral de residuos y desechos sólidos», en Desechos sólidos EMPSUM (Guatemala: DEMARDs, 2018).

<sup>37</sup> J. López, J. Pereira, y R. Rodríguez, Eliminación de los Residuos Sólidos Urbanos, ed. Editores Técnicos Asociados S.A. (Barcelona, España, 1980).

<sup>38</sup> Melissa Alvarez, Guía práctica para la formulación de planes municipales para la gestión integral de residuos y desechos sólidos, 1ra. edici (Guatemala: Ministerio de ambiente y recursos naturales -MARN-, 2016).

<sup>39</sup> Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, Guía para la gestión integral de los desechos sólidos urbanos.





*Esquema 5 Estructura de la guía para la elaboración de los PRIDES  
Fuente: Guía práctica para la formulación de planes municipales para la gestión integral de residuos y desechos sólidos. DEMARDs*

Para que exista una gestión integrada de los desechos y residuos, es importante entender los conceptos que se describen a continuación.

## ▶ 2.3.1 GENERACIÓN

Según la Real Academia Española, generar es la acción y efecto de producir. Por lo tanto, la generación de los residuos o desechos sólidos se refiere a todas aquellas acciones que produzca uno de ellos. También, se puede definir como todas aquellas actividades en donde los materiales son identificados como sin ningún valor y son tirados en recipientes para su posterior evacuación. Como se indicó anteriormente en la sección 2.2.2, los residuos pueden tener varias fuentes de generación. De forma general se puede decir que los mismos se pueden producir desde los domicilios, las industrias, los hospitales, los comercios y las áreas verdes de las ciudades. No es común que la población acostumbre clasificar los desechos y residuos, por lo que usualmente, todos se depositan en un mismo recipiente después de generarlos. Relacionado con la generación, se encuentra el principio de la reducción, el cual busca concientizar a la población acerca de la utilización de los recursos, buscando que se utilicen únicamente los necesarios.

## ▶ 2.3.2 CLASIFICACIÓN

La clasificación se refiere a la separación de los residuos adecuadamente para garantizar su aprovechamiento y la posibilidad de transformarlos para darles nuevo uso. La clasificación es una de las etapas más importantes en la gestión integral, puesto que una buena clasificación desde la generación garantiza un eficiente funcionamiento de la planta de tratamiento.

La separación en origen proporciona las fracciones más limpias y mejor definidas de residuos para el subsiguiente reciclaje y reutilización. Los residuos que deberían separarse en el origen son:

- Residuos alimenticios
- Papel y cartón
- Plástico
- Metales
- Vidrio

Cabe recalcar que los demás residuos domésticos que se generan en el hogar y no puede dirigirse a la planta de tratamiento por no ser reciclables, como los residuos voluminosos (muebles, piezas

de vehículos, electrodomésticos, etc.), residuos de jardín o peligrosos, deben dirigirse a los centros de recogida, en donde se buscará su reutilización.

## ▶ 2.3.3 RECOLECCIÓN

La recolección es la fase relacionada con el transporte de los desechos. Esta fase comprende de la actividad mediante la cual se pretende, con rutas establecidas y frecuencia de paso, evacuar los residuos de los centros o fuentes generadoras.

## ▶ 2.3.4 TRATAMIENTO

La etapa de tratamiento se refiere a la alteración física, química o biológica de los residuos. Es decir, que durante esta fase existe la posibilidad de transformarlos para darles nuevos usos.

## ▶ 2.3.5 RECICLAJE

El reciclaje es un proceso o práctica que consiste en someter a una transformación a un residuo para aprovechar nuevamente su materia y así reintroducirlo a un ciclo de vida en el que pueda utilizarse nuevamente. Esta práctica permite utilizar los materiales repetidas veces para hacer nuevos productos. Con ello, se supone se reduce la cantidad de desechos, al mismo tiempo que se ahorra energía, tiempo y dinero de su extracción o fabricación por primera vez.<sup>41</sup> Aunque se utiliza únicamente como una denominación didáctica, se puede clasificar la práctica del reciclaje en dos categorías. El reciclaje directo es el que ocurre cuando el residuo puede ser recuperado o reutilizado de forma inmediata. Es decir, que pueden ser utilizados de nuevo sin tener que actuar previamente o someterlos a un proceso. Por el contrario, el reciclaje indirecto les ocurre a todos los materiales que necesitan someterse a un proceso, físico o químico, para poder ser aprovechados nuevamente.<sup>42</sup> Para la gestión integral de los residuos y desechos, el reciclaje es una de las etapas más importantes. En esta fase, no solo se seleccionan los materiales que serán clasificados, sino también se clasifican según su tipo.

41 Ana Isan, «Definición de reciclaje», Ecología verde, 2017, <https://www.ecologiaverde.com/definicion-de-reciclaje-240.html>.

42 Xavier Castells, Tipología de los residuos en orden a su reciclaje (Madrid, España: Ediciones Días de Santos, 2012).

## ► 2.3.6 DISPOSICIÓN FINAL

La disposición final es la última etapa de una gestión integral de los residuos. De preferencia, se deberá hacer separando los componentes biodegradables, es decir, todos aquellos que se pueden aprovechar nuevamente mediante el reciclaje. De acuerdo a la cantidad de desechos y residuos generados, y la cantidad de recursos que existan destinados al tratamiento de los mismo, se pueden utilizar las siguientes técnicas como disposición final:

### •A cielo abierto:

Es una de las técnicas más económicas, consiste en verter la basura en un espacio a cielo abierto. Sin embargo, debido a que la basura se encuentra a la intemperie, puede atraer ratas, mosquitos y moscas, así como puede ser propenso a fuego y genera humo mal oliente.<sup>43</sup>

### •Relleno sanitario:

Es una de las técnicas que no requiere mucha inversión económica. Un relleno sanitario puede estar cercano a parques, jardines y campos deportivos, no es aceptable para zonas de vivienda. Es importante saber que para centro urbanos mayores de 20,000 pobladores los rellenos sanitarios requieren de equipo especializado, en los menores será suficiente un tractor y un camión. Las desventajas de este tipo de disposición es que requiere de mantenimiento continuo y puede llegar a contaminar el manto freático.<sup>44</sup>

### •Incineración:

La incineración es un proceso en el cual se quema la basura en áreas con equipo especializado. Este proceso puede resultar provechoso si se utiliza la energía generada y se convierte en electricidad. Además, las cenizas resultantes pueden ser utilizadas para la fabricación de ladrillos y cemento. Las desventajas que este sistema presenta es el costo inicial alto, ya que se requiere purificadores y varias medidas de mitigación para evitar la polución en el aire.<sup>45</sup>

### •Compostaje:

El compostaje es un proceso mediante el cual se produce abono y gas metano con los desechos biodegradables. Este sistema puede generar grandes resultados mediante el aprovechamiento del compost como abono en las comunidades agrícolas. Sin embargo, sino se trabaja de la forma adecuada, puede producir malos olores.<sup>46</sup>

---

43 SECRETARÍA GENERAL DE CONSEJO NACIONAL DE Y PLANIFICACIÓN -SEGEPLAN- ECONÓMICA, PRINCIPIOS Y LINEAMIENTOS TÉCNICOS PARA LA PROGRAMACIÓN DE EQUIPAMIENTO COMUNITARIO Y SERVICIOS PÚBLICOS (Guatemala, Guatemala, 1982).

44 Ídem.

45 Ídem.

46 Ídem.

## 2.4 ASPECTOS TÉCNICOS PARA EL TRATAMIENTO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS

El tratamiento y manejo de los desechos sólidos varían de acuerdo a la zona geográfica en donde se realice la disposición, el tipo de material que se deseche, el uso de tierra y la superficie que se tenga disponible. A continuación, se describirán algunos métodos utilizados para el tratamiento de los desechos y algunos aspectos técnicos importantes que requiere cada uno de ellos:

### 2.4.1 VERTEDERO

Un vertedero es un lugar donde se depositan basuras, residuos o escombros, generalmente situado a las afueras de un poblado. Las operaciones que requiere un vertedero implican depositar los desechos en el suelo, siendo ésta la práctica más común para el tratamiento de los residuos. Cuando se maneja adecuadamente los desechos en este tipo de disposición final, los vertederos se pueden convertir en una opción relativamente barata y bastante higiénica.

#### Aspectos técnicos:

- La ubicación del sitio debe estar en las afueras de un poblado
- Para mitigar los olores se puede utilizar cal
- Para contener los lixiviados se puede utilizar arcilla o algún revestimiento plástico en el suelo

### 2.4.2 RELLENO SANITARIO

El relleno sanitario es una forma de disposición final de los residuos sólidos en el que no se causan molestias, ni peligro para la salud o seguridad pública. En esta técnica se utiliza el principio del confinamiento de los residuos, en un área lo más estrecho posible.

Estos residuos se cubren con capas de tierra diariamente y se compactan para reducir el volumen. Además, se prevé la contaminación por lixiviados y gases que pueda producir la materia orgánica en descomposición<sup>47</sup> Se puede decir que un relleno sanitario tendrá resultados positivos, sí y solo sí, la selección del sitio en donde operará fue buena, se opera de buena manera y se controla constantemente. A continuación, se

describirán los componentes de un relleno sanitario:

#### Celda:

Área en donde se deposita un volumen de materia durante un período de explotación relativamente corto, usualmente días. Una celda incluye los propios residuos sólidos depositados y el material de cobertura con frecuencia diaria y cuyo objetivo es eliminar la existencia de olores procedentes de la descomposición de éstos. Esta cobertura tendrá un espesor de unos 15 cm de un material con características determinadas y que preferiblemente se pueda extraer de una zona cerca al relleno sanitario para minimizar costos de transporte.

#### Berma:

Son terrazas utilizadas cuando la altura del relleno sanitario es considerable y tienen como objetivo mantener su estabilidad. También son utilizadas para la ubicación de los canales para el drenaje de aguas superficiales y tuberías para la recuperación de gas.

#### Impermeabilización de la celda:

Se realiza con materiales naturales y/o artificiales en función de la magnitud y tipo de relleno. Estos materiales deben recubrir el fondo y las superficies naturales. Los recubrimientos son diseñados para proveer la impermeabilización del vaso y evitar la migración del lixiviado.

#### Lixiviado:

Líquido producido por la humedad presente en los residuos y cuando el agua procedente de la escorrentía superficial y/o lluvia se pone en contacto con los residuos depositados y adquiere características de líquido contaminante.

#### Frente de Trabajo:

Es el lugar donde los vehículos descargan los residuos para su posterior colocación, compactación y recubrimiento.

#### Biogás:

Mezcla de gases, producto del proceso de descomposición anaeróbica de la materia orgánica o biodegradable de los residuos, cuyos componentes

<sup>47</sup> Jorge Jaramillo, Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (OPS/CEPIS), 2002).

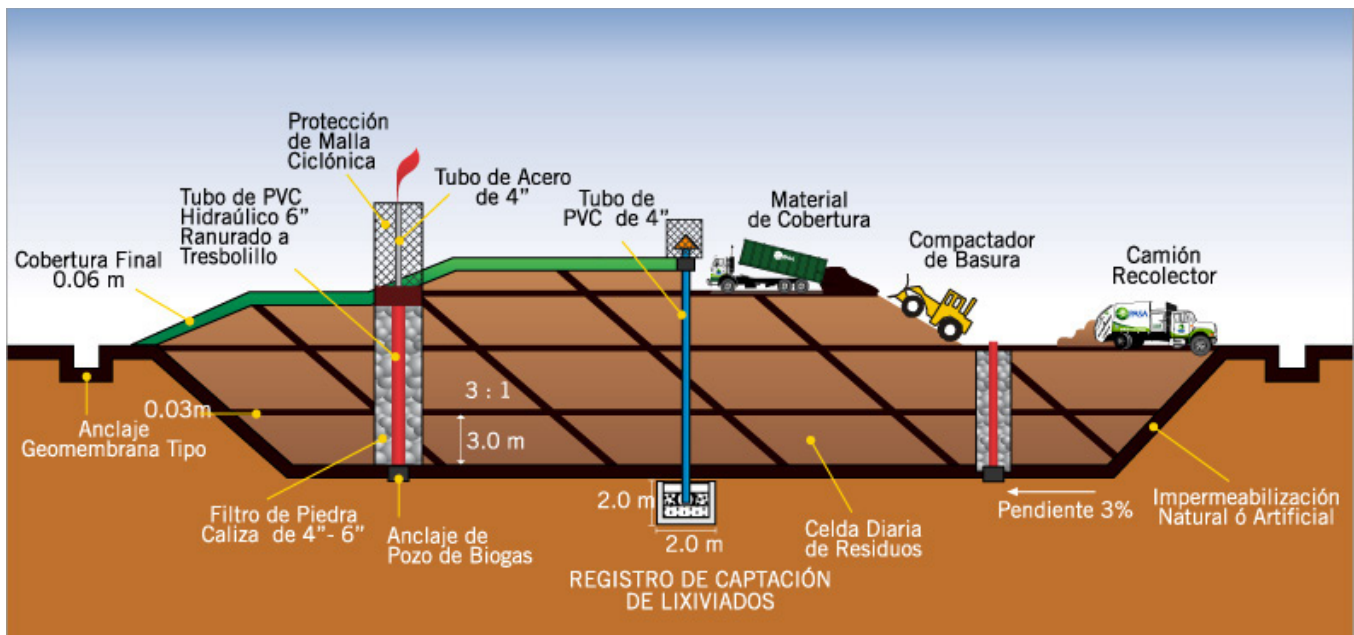


Ilustración 5 Componentes del relleno sanitario

Fuente: obtenido de la web

Existen tres tipos de rellenos sanitarios, los cuales se clasifican en función a la cantidad de desechos generados y la población.

#### Relleno sanitario manual:

Es método diseñado para poblaciones menores a 40,000 habitantes, cuya generación de residuos no exceda las 20 toneladas por día. Las técnicas utilizadas en este tipo de relleno son manuales, por lo que para las operaciones de compacto y cobertura puede utilizarse únicamente un mini cargador. Es un método diseñado para poblaciones entre 40,00 a 100 habitantes, que producen entre 20 a 40 toneladas por día. Usualmente, se utiliza maquinaria como un bulldozer u oruga de cadena de 45 HP para

#### Relleno sanitario semi mecanizado:

Realizar las operaciones que se requieran en el relleno. es un método diseñado para poblaciones mayores a los 100,000 habitantes, en la que la generación de residuos excede las 40 toneladas diarias. Se utiliza maquinaria pesada para todas las operaciones y movimiento de los desechos como tractor compactador, retroexcavadora, volquete, camión, entre otros. El área requerida para el relleno sanitario debe estimarse en función a la población servida, la

#### Relleno mecanizado:

Producción de residuos, la densidad de los residuos estabilizados y la estimación de la altura por alcanzar. También debe considerarse un aumento de área para las piscinas o lagunas de lixiviados y obras complementarias, como la construcción de instalaciones administrativas, vías de circulación, patio de maniobras, maestranza o mecánica de vehículos, caseta de control, canales perimetrales, cerca perimetral, arborización perimetral y otros que se indicarán más adelante. Para el cálculo de Área Total, al Área requerida para el relleno sanitario, se incrementará entre un 20 a 30% adicional.

El área requerida para el relleno sanitario debe estimarse en función a la población servida, la producción de residuos, la densidad de los residuos estabilizados y la estimación de la altura por alcanzar. También debe considerarse un aumento de área para las piscinas o lagunas de lixiviados y obras complementarias, como la construcción de instalaciones administrativas, vías de circulación, patio de maniobras, maestranza o mecánica de vehículos, caseta de control, canales perimetrales, cerca perimetral, arborización perimetral y otros que se indicarán más adelante. Para el cálculo de Área Total, al Área requerida para el relleno sanitario, se incrementará entre un 20 a 30% adicional.

*Tabla 4 Área total requerida para relleno sanitario por población y generación  
Fuente: Ingeniería ambiental*

MUNICIPIO	HABITANTES	GENERACIÓN TON/DÍA	ÁREA TOTAL REQUERIDA
POBLACIÓN A	2000-10000	ENTRE 2 A 5	2 A 5 HA
POBLACIÓN B	10,000- 50,000	ENTRE 5 A 25	5 A 10 HA
POBLACIÓN C	50,000-100,000	ENTRE 25 A 50	10 A 20 HA
POBLACIÓN D	100,000-500,000	ENTRE 50 A 350	20 A 30 HA
POBLACIÓN E	500,000-1,000,000	ENTRE 350 A 650	30 A 40 HA
POBLACIÓN F	MÁS DE 1,000,000	MÁS DE 650	MÁS DE 40 HA

Los factores ambientales están relacionados con las posibles alteraciones e impactos que el relleno sanitario puede generar sobre diferentes aspectos del medio. Los factores a evaluar son:

**Proximidad a centros poblados:**

Desde el punto de vista ambiental, la ubicación del terreno juega un papel importante en cuanto a la distancia al último centro poblado, se recomienda que la ubicación del relleno deberá estar como mínimo a una distancia de 1.000 metros.

**Proximidad a otras instalaciones:**

Se deberán listar las infraestructuras existentes cercanas al área de influencia, tales como: líneas de transmisión, torres de energía eléctrica, gasoductos, oleoductos o poliductos, acueductos,

servidumbres de paso y en general las obras civiles y de comunicación. El sitio seleccionado deberá estar fuera de estas instalaciones y en su caso respetar las franjas o derechos de vía correspondiente. Para fines de la presente guía se recomienda establecer una distancia mínima de 500 m desde el límite del terreno.

**Presencia de zonas de recarga acuífera o fuentes de abastecimiento de agua potable:**

El emplazamiento del sitio debe estar fuera de las zonas de recarga, de acuerdo a norma se establece que, desde el límite del terreno, deberá considerarse una distancia mínima de 500 m a cuerpos de agua superficial y pozos de agua para consumo doméstico, industrial, riego o ganadero, de manera de evitar riesgos de contaminación, así como la inestabilidad geológica de las celdas en operación.

## 2.4.3 INCINERADOR

La incineración de desechos es un método que elimina los mismos mediante la combustión de los materiales. Pueden ser descritos también como “tratamientos térmicos”, debido a que convierten los desechos en calor, gas, vapor y ceniza. Este método también puede ser utilizado para eliminar desechos líquidos y gaseosos, así como también residuos peligrosos, entre ellos desechos médicos. Usualmente, este método es utilizado en países como Japón, los cuales carecen de espacio para desarrollar otras técnicas para el manejo de desechos. La ventaja principal de los incineradores es que no requieren de mucho espacio y además, la energía obtenida por la combustión puede aprovecharse para generar calor, vapor o electricidad.

Sin embargo, la incineración es un método polémico para la eliminación de desechos, debido a las emisiones de gases contaminantes que puede involucrar. El método de incineración no siempre es perfecto, por lo que hay ocasiones en las que los micro contaminantes pueden ingresar al aire. La mayor preocupación se ha centrado en algunos desechos orgánicos persistentes como las dioxinas que pueden ser creados dentro del incinerador y que pueden tener graves consecuencias para el medio ambiente en el área inmediatamente cercana a la incineradora.<sup>48</sup>

### Ventajas principales:

- Existe una reducción drástica del volumen a ser descartado, debido a que el proceso deja como resultado cenizas que generalmente son inertes.

- Existe una reducción del impacto ambiental comprado con el método de relleno sanitario, ya que minimiza la preocupación del monitoreo constante del manto freático, ya que los residuos tóxicos son destruidos por completo.**

- La incineración contribuye con la desintoxicación de las bacterias, virus y compuestos orgánicos, debido a que los desechos son sometidos a temperaturas de hasta 900°C.

- Se puede recuperar la energía a través de la combustión de los desechos.**

La incineración debe ser un proceso planificado con anterioridad para que sea exitoso. Por tanto, existen ciertas características que los residuos sólidos deben tener para poder ser incinerados. Dependiendo del material que constituya el residuo, se debe revisar el poder calorífico inferior, el cual indica cuánto calor se libera durante la quema; la humedad, la cual indica el porcentaje de agua dentro del material (una alta humedad perjudica la recuperación de energía); la composición de elementos químicos, esto sirve para conocer si existen elementos dañinos durante la quema del residuo, y algunas características especiales.

### Aspectos técnicos:

Dentro de las tecnologías y tipos de incineradores existentes, se pueden encontrar los siguientes:

#### •Aire controlado:

incinerador en el cual el flujo del aire de combustión es reducido, con el propósito de minimizar la turbulencia y la generación de partículas volátiles.

#### •Horno rotativo:

incinerador con tambor rotativo, para que el residuo gire y quede expuesto al aire de combustión.

#### •Cámaras múltiples:

incinerador con compartimientos en serie para acomodar diferentes fases de la incineración y facilitar la separación de partículas. Parrillas móviles: incinerador típico para los residuos sólidos municipales, provisto de parrillas, cuyo movimiento permite la distribución gradual del residuo a lo largo del incinerador.

#### •Inyección de líquido:

incinerador con tubos atomizadores para la incineración del residuo líquido que se encuentra en suspensión.

#### •Lecho fluidizado:

lecho cilíndrico vertical con arena mantenida en alta turbulencia por flujo de aire recirculante, especialmente indicado para residuos en forma de lodo.

#### •Hornos de cemento:

grandes hornos utilizados para la producción de cemento, y que debido a la alta temperatura de operación y a la gran masa de materia prima procesada, permiten la incineración de varios tipos de residuos.

#### •Quemadores de gas:

dispositivos para la quema de gases combustibles residuales, provenientes de procesos de fabricación.

28 Instituto de pesquisas tecnológicas Brasil -IPT-, «Parte 4 Incineración 1 ¿Qué es la incineración?», en Manual de gestión integral: residuos sólidos urbanos, ed. Compromiso empresarial para el reciclaje-CEMPRE- (Uruguay, 1998), [http://cempre.org.uy/docs/manual\\_girsu/parte\\_4\\_incineracion.pdf](http://cempre.org.uy/docs/manual_girsu/parte_4_incineracion.pdf).

#### •Incineración catalítica:

proceso de destrucción de residuos gaseosos, en que el catalizador permite el uso de temperaturas menores.

#### •Régimen de operación:

se puede incinerar residuos en régimen de tandas, o sea, su-ministrando una carga a la vez y esperando que se complete su incineración, para luego suministrar otra carga; o en régimen continuo, en el cual la alimentación de residuos no se detiene durante la incineración. El régimen de tandas es típico de incineradores pequeños y, generalmente, presenta los inconvenientes de la disminución de la temperatura y el aumento de turbulencia en el momento de la alimentación de cada carga, causando emisiones indeseables.

**Las etapas existentes para el proceso de incineración son tres:**

#### •Pre-tratamiento:

En esta etapa los residuos sólidos pueden ser manipulados a granel. Primero son colocados en fosos de almacenamiento en donde los vierten los camiones. Luego, se trasladan hacia el incinerador.

#### •Incineración:

En esta etapa se queman los desechos dentro de las calderas.

#### •Control de contaminación:

En esta etapa se verifican todos los controles del impacto ambiental que la quema produce, y se aprovecha la energía generada.

**En cuanto a los tipos de instalación de incineradores, existen dos grandes categorías, los cuales se pueden utilizar dependiendo la cantidad de residuos que se produzca en una población:**

#### •Incineradores para la quema masiva:

Se utilizan cuando se producen de 50 a 1,000 toneladas de desechos diarias.

#### •Incineradores modulares:

Pueden quemar de 5 a 120 toneladas de basura por día.

## 2.4.4 COMPOSTAJE

Se define el compostaje como una técnica que imita a la naturaleza para transformar los desechos orgánicos en compost o mantillo, que posteriormente se asocia al humus, que es lo que hace al suelo fértil, saludable y equilibrado. El compostaje se basa en un proceso biológico que causa la fermentación de los desechos de manera aeróbica, es decir con aire. Por ello, todos los desechos se convierten en un elemento homogéneo

que es asimilado por el suelo. En dicho proceso biológico, a parte del aire, intervienen microorganismos como las bacterias, ascomicetos y hongos, los cuales son los responsables de un 95% del proceso.<sup>49</sup>

#### oBeneficios del compostaje:

- Causa efectos positivos en la estructura del suelo, al facilitar la formación de conglomerados y permitieron la aireación y humedad correcta.
- Mejora la salud del suelo al eliminar compuestos químicos, ya que funciona como bactericida y fungicida.
- Es un producto rico en nutrientes que contribuye con el crecimiento de la vegetación.
- El proceso de elaboración del producto es muy sencillo.

#### oAspectos técnicos:

- Para que el proceso de compostaje se realice de la manera adecuada existe cierta serie de requisitos que un compostador debe poseer:
- Sistema de ventilación para permitir la entrada de oxígeno
- Sistema de cierre lateral para mantener las condiciones de temperatura
- Sistema de cierre superior, para evitar la inundación por lluvia
- Facilidad de apertura y manejo
- Sin base, para permitir la entrada del aire y acceso de organismo que habitan en el suelo y se encargan de la composición de los materiales

#### oProceso del compostaje:

El primer paso para preparar el compost obtener de los desechos, todos los residuos orgánicos. Es recomendable tomar en cuenta que no se debe utilizar residuos de carne o pescado, así como derivados de la leche o productos que contengan levaduras y grasas. Tampoco se puede utilizar ceniza o carbón, heces pañales, papel de revista y polvo de los restos de la aspiradora, filtros de cigarrillos, ni tejidos sintéticos. En el segundo paso se debe preparar la mezcla para ingresarla al compostador. Se debe asegurar que los desechos estén lo más triturados posibles y que únicamente existan desechos orgánicos dentro de la mezcla.

49 Abarrataldea, «Manual práctico de técnicas de compostaje», 2005, www.abarrataldea.org.



## 2.5 ARQUITECTURA SUSTENTABLE

### 2.5.1 CONCEPTO

La Comisión mundial para el medio ambiente y el desarrollo, perteneciente a la Organización de las Naciones Unidas (ONU), define la sustentabilidad como la acción de satisfacer las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones. En otras palabras, se puede decir que esta es la forma racional de relacionar el desarrollo y el progreso del ser humano con el entorno que lo rodea y el manejo de los recursos. Como bien se sabe, el desarrollo y progreso de la civilización a lo largo del tiempo ha traído con ello la generación de todo tipo de productos y la expansión urbana, en donde el crecimiento de las ciudades y la construcción de viviendas y edificios es cada vez mayor.

En la arquitectura específicamente, la sustentabilidad se define como la forma racional y responsable de crear espacios habitables para el ser humano, bajo las premisas del ahorro de los recursos naturales, financieros y humanos. Además, estos espacios deben de cumplir con los requerimientos de habitabilidad del presente y del futuro. El papel de la arquitectura en el desarrollo de las ciudades y centros de población, es propiciar los adecuados edificios e instalaciones que albergarán todas aquellas actividades que van a permitir el progreso y desarrollo de la sociedad, pero que desafortunadamente traerán consecuencias negativas en materia ambiental, social y económica. Por estas razones, no debemos confundir, por un lado, a la arquitectura verde o ecológica que sólo resuelve de manera parcial los problemas del enfoque sustentable, con la arquitectura sustentable, la cual es la actividad que solucionará de manera completa y global el problema de los impactos generados por la actividad de la arquitectura, edificación y urbanismo en forma integral.<sup>50</sup>

### 2.5.2 PRINCIPIOS DE LA ARQUITECTURA SUSTENTABLE

1. Respetar las condiciones y características del paisaje y del contexto en el proceso de creación del edificio, desde su trazado hasta su construcción y mantenimiento.
2. Tomar en cuenta el ciclo de vida de los edificios como auxiliar en el proceso de diseño.
3. Tomar en cuenta todas las características físicas del lugar como clima, viento, suelo y agua para hacer un proyecto acorde y con ventajas en el confort térmico, acústico, aspectos visuales, consumos de energía y agua, etc.
4. Asimismo, se deben respetar los requerimientos arquitectónicos básicos como programas o partidas arquitectónicas, superficies, volúmenes, texturas, colores, etc., en relación con los requerimientos de tipo sustentable.
5. En el diseño del proyecto sustentable se deben integrar los seis elementos principales del manejo de recursos en edificación que son: manejo del sitio, manejo de la energía del edificio, manejo de la calidad del interior del edificio, manejo del agua en los edificios, manejo de los materiales y manejo de los desechos y desperdicios generados en el proceso y en todo el ciclo de vida de los edificios, que incluye también el ciclo de vida de los materiales.
6. Respetar y seguir las normas existentes que regulan la calidad de los edificios, y aunque en muchos países aún no existen normas y legislación completas acerca de la edificación sustentable, los desarrolladores del proyecto como responsables del diseño y construcción, tienen la obligación de plantear propuestas de diseño sustentable y diseñar sobre la base de criterios y lineamientos de desarrollo sustentable y ecológico y hacer que los proyectos respeten al medio ambiente, reduzcan al mínimo el consumo de los recursos naturales, reduzcan la contaminación, incrementen el confort en los usuarios y reduzcan los desechos que genera esta gran industria de la arquitectura.

50 Silverio Hernández, «El Diseño Sustentable como Herramienta para el Desarrollo de la Arquitectura y Edificación en México», Acta Universitaria 18, n.o 2 (2008): 18-23, <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41618203>.  
51 Hernández.

*Esquema 6 Principios de la arquitectura sustentable  
Fuente: diagramación basada en artículo de Silverio Hernández*



Los principios del diseño sustentable en arquitectura se resumen en el esquema anterior. El diseño sustentable se centra principalmente en prevenir la contaminación y disminuir el impacto ambiental causado por todos aquellos productos de la arquitectura. Cada uno de estos principios del diseño

sustentable generan a su vez varias estrategias a tomar en cuenta para los procesos de diseño, construcción, uso y mantenimiento del edificio; y estas estrategias permiten a su vez la propuesta y generación de métodos para reducir el impacto ambiental por parte de arquitectos y urbanistas.

## 2.5.3 USO DE MATERIALES DENTRO DE LA ARQUITECTURA SUSTENTABLE

Tal como indica el apartado anterior, uno de los principios de la arquitectura sustentable se refiere a la generación y uso de energía y desechos provocados por los materiales con los que se edifican los proyectos. Por ello, existe una serie de materiales de bajo consumo energético que pretenden ser la solución al problema. Estos materiales suelen ser elementos naturales o bien, materiales renovables o reciclados. Los principales materiales sustentables son:

- **Madera:** es un material principalmente sostenible porque los troncos de madera, aun después de haber sido talados, siguen desempeñando la función de absorber el dióxido de carbono y liberar oxígeno. Es un material 8 renovable, reciclable y fácil de reutilizar; y estas construcciones tienen una duración muy larga, más de lo que tarda un árbol en crecer. Pero, por otra parte, la madera no retiene ni libera el calor de forma gradual, y, por lo tanto, puede provocar rápidas fluctuaciones de temperatura.
- **Cob:** es un material muy parecido al adobe, y es un recurso ilimitado, inocuo y 100% reciclable. Es muy duradero, maleable, y de excelentes cualidades térmicas; pero requiere una técnica lenta de aplicar, y se debe construir sobre cimientos de obras para evitar la humedad.
- **Ladrillos de arcilla sin cocer:** son materiales cuya fabricación es de bajo consumo energético, no son caros, tienen una alta masa térmica, son higroscópicos<sup>5</sup>; y como desventaja, solo se pueden utilizar en paredes que no sean maestras.
- **Ladrillos cocidos:** a diferencia de los ladrillos sin cocer, son materiales de alto consumo energético, pero están fabricados con productos naturales y son reciclables, son muy duraderos, requieren poco mantenimiento, y tienen una masa térmica elevada.
- **Balas de paja:** son productos naturales y renovables, que requieren poco consumo de energía en su procesado. Es económico y fácil de usar, muy aislante, y resistente al fuego.

## 2.5.4 FACTORES QUE INTERVIENEN DENTRO DE LA ARQUITECTURA SUSTENTABLE

El fin último de la arquitectura sustentable es que todos los proyectos que se desarrollen bajo sus principios logren conseguir una eficiencia energética, para ello se deben tomar en cuenta los siguientes factores para conseguirlo.



Esquema 7 Factores que garantizan la eficiencia energética en los edificios  
Fuente: Elaboración propia

## 2.5.5 EJEMPLO DE ARQUITECTURA SUSTENTABLE

El caso que se muestra a continuación es un ejemplo de cómo se aplican los principios de la arquitectura sustentable a las edificaciones del siglo 21. En los últimos años, debido a los alarmantes desastres que está causando el cambio climático, muchas fundaciones y entidades se han sumado al esfuerzo de promover acciones y generar cambios para frenar el mismo. Tal es el caso de la Fundación Bullitt, una entidad que, desde hace seis años, busca hacer de la costa del pacífico norte de Estados Unidos un modelo global de sustentabilidad y resiliencia en todas sus ciudades. Su misión es salvaguardar el medioambiente promoviendo actividades humanas responsables con el entorno y comunidades sostenibles. En sus inicios la fundación promovió el mantenimiento de parques y áreas públicas para la recreación, posteriormente, se enfocaron en preservar los paisajes y la vida silvestre, pero sin duda alguna, el proyecto que destacó su compromiso con el medio ambiente fue la construcción del "Bullitt Center", ejemplo total de ecología urbana, en donde se minimiza el impacto ambiental de las edificaciones.<sup>52</sup>

El "Bullitt Center" es un edificio ubicado en Seattle, Washington, y es considerado el edificio comercial más sostenible del mundo. El edificio se construyó en el 2012 y tiene 50,00 metros cuadrados repartidos en 6 niveles. Durante su construcción se utilizaron más de 350 materiales que no perjudican la salud ni el medioambiente y se logró que fuera enérgicamente autosuficiente, lo que lo certificó con un galardón de Living Building. Además, el edificio obtiene toda la energía que necesita de los paneles solares instalados en su cubierta, los cuales generan 230.000 Kilovatios/hora al año; está pensado para que las personas que trabajan en él puedan beneficiarse de la luz natural durante el 92 % del horario laboral, los grandes ventanales se abren y cierran automáticamente en función del clima, el sistema de calefacción cuenta con 26 pozos geotérmicos, los cuartos de baño funcionan con un sistema de compostaje, las descargas de los sanitarios solo requieren dos cucharadas de agua debido a que funcionan con jabón orgánico, y almacena y suministra agua procedente de las lluvias gracias a una cisterna con capacidad para 56.000 litros que está situada en el sótano; cantidad suficiente para hacer frente a 3 meses de sequía.<sup>53</sup>

---

52 High Performance y Building Case Study, «Living Proof», 2014, <http://www.bullittcenter.org/wp-content/uploads/2015/08/living-proof-bullitt-center-case-study.pdf>.

53 «Bullitt Center, el edificio comercial más sostenible del mundo | Noticias INMESOL», accedido 6 de junio de 2019, <http://www.inmesol.es/blog/bullitt-center-el-edificio-comercial-mas-sostenible-del-mundo>.

Los factores para garantizar la eficiente energética que integró el diseño del edificio son los siguientes:<sup>54</sup>

Ilustración 7 Irradiación de calor

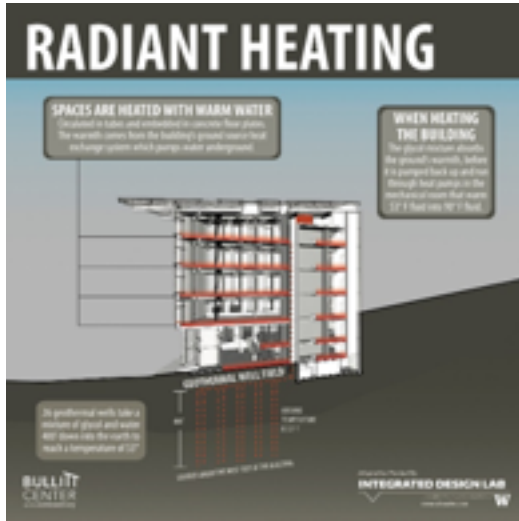


Ilustración 6 Elevador generador de energía

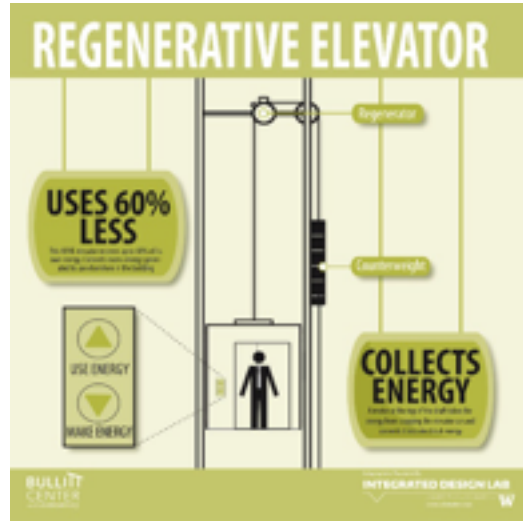


Ilustración 8 Recuperación del aire caliente del exterior

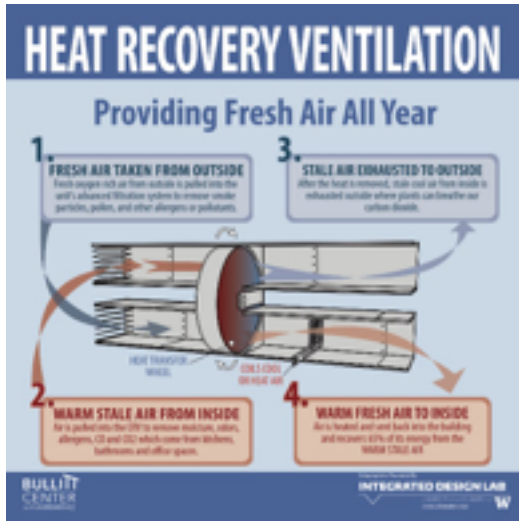
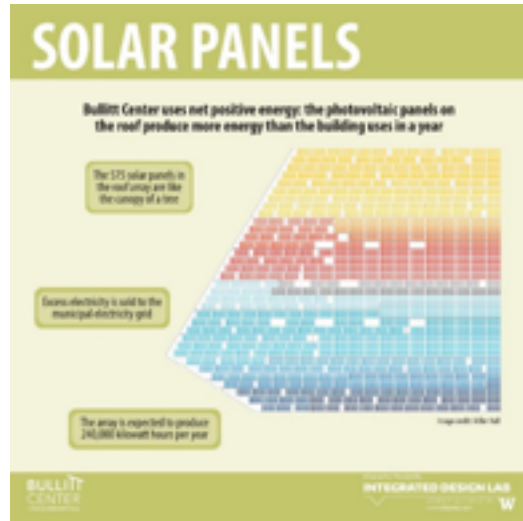


Ilustración 9 Paneles solares



54 Todas las imágenes de las características del edificio fueron tomadas de la página web a continuación citadas. Las traducciones se realizaron por elaboración propia, Bullitt Foundation, «Building Features | Bullitt Center», 2013, <http://www.bullittcenter.dreamhosters.com/building/building-features/>.

Además, el edificio también integró un tratamiento de aguas pluviales para que la misma sea utilizada dentro del edificio.

Ilustración 10 Sanitarios que producen compostaje



Ilustración 12 Recolección de aguas pluviales caliente del exterior

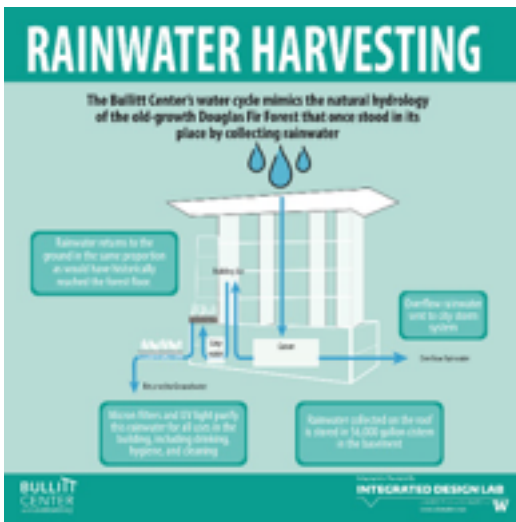


Ilustración 15 Escaleras con diseño activo



Ilustración 11 Sistema de reutilización de aguas grises

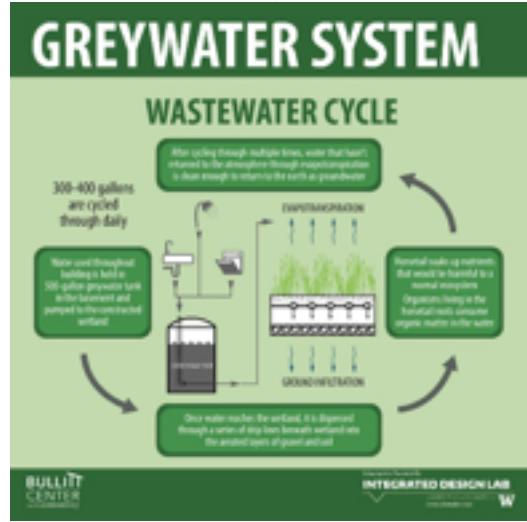


Ilustración 13 Accesibilidad



Ilustración 14 Servicios para ciclistas



## 2.6 CASOS DE ESTUDIO

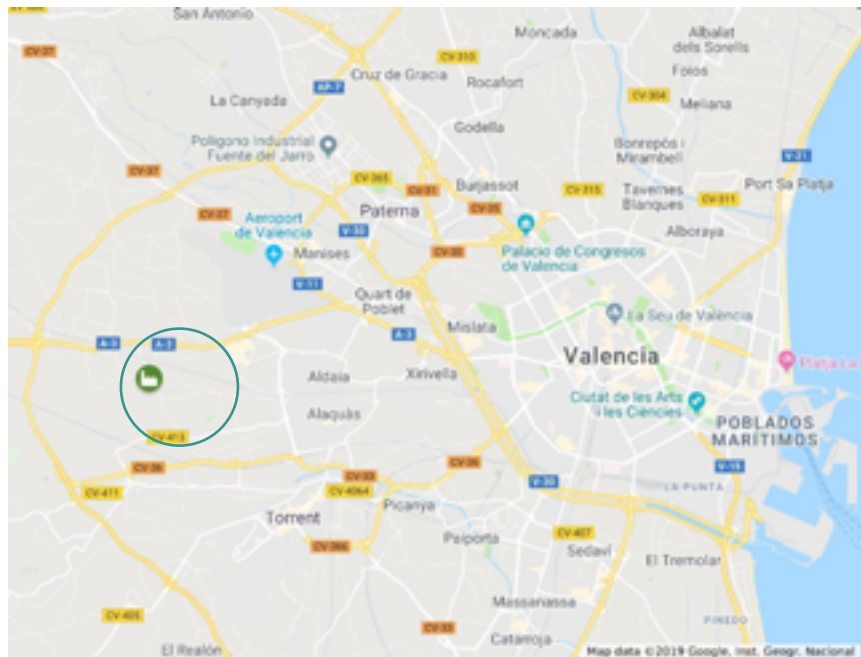
### 2.6.1 PLANTA PARA TRATAMIENTO DE RESIDUOS UTE LOS HORNILLOS, VALENCIA, ESPAÑA

#### LOCALIZACIÓN:

Valencia es un municipio de España que se ubica en la costa mediterránea de la península ibérica, entre los ríos Júcar y Turia. Cuenta con una población 1,550,855 habitantes y es la tercera ciudad y área metropolitana más poblada de España, detrás de Madrid y Barcelona.<sup>55</sup> La planta para tratamiento de residuos (PTR) se ubica en los límites de la ciudad de Valencia, en la zona llamada Quart de Poblet, próxima al aeropuerto, donde se extienden los campos de cultivo y las huertas, y tendrá un área de 70,576 m<sup>2</sup>.

*Mapa 1 Localización de la planta de tratamiento UTE Los Hornillos*

*Fuente: elaboración propia con la herramienta MyMaps de Google Drive*



55 <https://es.wikipedia.org/wiki/Valencia#Localizaci%C3%B3n>

## PROBLEMA

La problemática relacionada al tema de desechos sólidos se hizo evidente en el año 2009, debido a que los servicios de barrido, recolección y transporte no eran suficientes, demostrando incapacidad técnica y gerencial de la corporación municipal a cargo de los mismos. Según el Instituto Nacional de Estadística, se producen 1.538<sup>56</sup> kilogramos de residuos por habitante por día, por lo que el municipio, con su millón y medio de pobladores, genera aproximadamente 1,300 toneladas diarias, las cuales al no ser tratadas adecuadamente se convierten en un problema a de salud pública.

Errores en la implementación de la ordenanza, cobro excesivo 9de la tarifa de aseo, acumulación de desechos en escuelas, avenidas, calles, centros de salud, comercios y comunidad, aunado a las protestas de trabajadores de las empresas y cooperativas prestadoras del servicio por pagos atrasados, falta de uniformes, y equipos de seguridad han causado fallas en el manejo de los desechos sólidos. Además, se presenta una ausencia de política apropiada para la recaudación y administración del impuesto, puesto que para el año 2013, únicamente el 25% de familias pagaba el servicio. También, según las previsiones es posible que la capacidad de los vertederos se agote entre los años 2018 y 2020.

Ante tal problemática, el ministerio de Medio Ambiente propone la construcción de plantas de incineración y compostaje, y la mejora de las plantas de clasificación de los residuos para lograr aprovechar más del 54% del material que llega a ellas.

### Descripción del plan de manejo

Durante el mes de noviembre del año 2016, el ayuntamiento de Valencia puso en marcha un programa piloto para recoger selectivamente la materia orgánica. Dicho plan inició en los barrios Benimaclet y Sant Marcel·lí, así como recogiendo los desechos de grandes productores como los centros escolares, mercados, centros de salud y supermercados. Posteriormente, se llevó a cabo en toda la ciudad. El proyecto se inició con una campaña de información y comunicación, y con la instalación de 250 contenedores, identificados con color marrón, en donde se debía depositar todos los desechos orgánicos.

El proyecto ha comenzado con una campaña de información y comunicación personalizada, que incluirá el reparto de cartelería, así como tarjetas de uso familiar para la recogida de biorresiduos. Se podrán utilizar los nuevos contenedores de fracción orgánica, materia que podrá ser reutilizada

posteriormente para fabricar compost y abono de alta calidad. La carga recogida se trasladará a la planta de tratamiento de Los Hornillos de la Entidad Metropolitana de Tratamiento de Residuos (EMTRE), donde existen todas las adecuaciones técnicas necesarias para la correcta gestión de la materia orgánica, con una línea propia de tratamiento.



*Ilustración 16 La concejala de Medio Ambiente del Ayuntamiento de Valencia, Pilar Soriano, durante la presentación del programa piloto. Obtenido de la web*

Los vecinos recibirán un kit de recogida orgánica para el hogar compuesto por un cubo de 10 litros, un rollo de 30 bolsas biocompostables, 3 bolsas de rafia de 20 litros para el resto de residuos reciclables y 1 embudo para reciclado de aceite de cocina usado. Los contenedores de fracción orgánica se recogerán separadamente con una frecuencia inicial de 4 veces por semana, mientras que los restantes se seguirán recogiendo con la frecuencia actual.<sup>57</sup>

56 <http://confirmado.com.ve/manejo-de-residuos-solidos-es-un-problema-de-salud-publica-en-valencia/>

57 <https://www.residuosprofesional.com/valencia-recogida-materia-organica/>



## DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Tal como se mencionó anteriormente, el proyecto se ubica en las afueras de la ciudad y es concebido como un equipamiento público y no como una instalación molesta. Por ello, en él se incorpora un centro de visitantes y un área educativa para hacer visibles las posibilidades energéticas y medioambientales de la planta y concientizar a los ciudadanos, también implicados en la gestión de la basura. La PTR es concebido como un lugar para estudiar, comprender y contemplar la sociedad contemporánea, a modo de observatorio. Los elementos del entorno como la topografía, la escala, los colores y las texturas, se utilizan como fuente de inspiración, respondiendo, al mismo tiempo, con precisión y rigor a un programa funcional complejo con una idea sencilla y una imagen unitaria, estableciendo una intensa relación entre paisaje y tecnología.

El proyecto construye un fragmento de ciudad a través de una pequeña plaza de acceso, un lugar público de encuentro y de reunión para trabajadores y visitantes, donde el agua y la vegetación, a base de naranjos autóctonos, adquieren gran importancia. La implantación y la organización del proceso de tratamiento del residuo, que trabaja a favor de la gravedad, se han desarrollado a partir del óptimo aprovechamiento de las condiciones topográficas y de acceso al emplazamiento elegido.

Esquema 8 *Án*alisis de necesidades y oportunidades que representa el desarrollo de una PTR



*Previo a la construcción del edificio se realizó una serie de estudios y análisis que permitieron identificar todas las amenazas y necesidades que debían ser atendidas por el mismo. Este análisis permitió que se planteran premisas de diseño que se convirtieron en oportunidades para responder a las necesidades detectadas*

## ANÁLISIS DEL PROGRAMA ARQUITECTÓNICO:

El edificio se encuentra fragmentado en cuatro bandas longitudinales, las cuales funcionalmente responden al proceso interno de tratamiento de los residuos. Existen ocho grandes áreas, las cuales se presentan sintetizadas en la siguiente tabla. Además, es importante destacar, que una de las áreas principales es el centro de visitantes, puesto que se ha diseñado un recorrido para visitantes que incluye un aula educativa y expositiva que pone en relación el residuo, la energía y la ciudad, como un pequeño observatorio, de tal forma que el edificio pueda ser considerado como un verdadero equipamiento público y una herramienta de educación ambiental.

# 450,000 TONELADAS

de desechos sólidos urbanos son tratadas anualmente en la planta

ZONA	AMBIENTE
PÚBLICA	1 CONTROL DE INGRESO Y PESAJE 2 CENTRO DE VISITANTES
PRIVADA	3 EDIFICIO PRINCIPAL DE PROCESAMIENTO DE MATERIA 4 ÁREA DE EXTRACCIÓN DE TIERRA 5 ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE MATERIAL VEGETAL 6 ÁREA DE SELECCIÓN 7 BIOFILTROS 8 ÁREA DE RECUPERACIÓN DE PRODUCTOS 9 LABORATORIO, TALLER, ALMACENAMIENTO Y GARAJE

Tabla 5 Programa arquitectónico  
Fuente: elaboración propia a partir de Plataforma Arquitectura

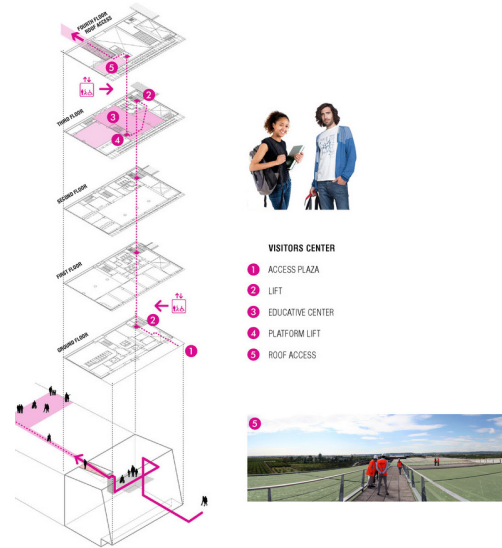


Ilustración 17 Esquema de distribución espacial  
Fuente: Plataforma Arquitectura

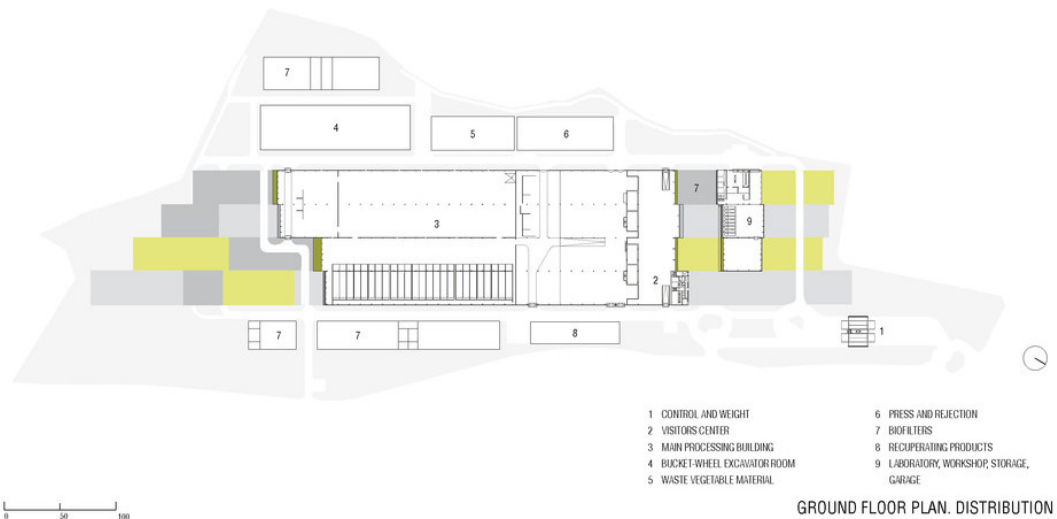


Ilustración 18 Planta de conjunto de la PTRS  
Fuente: Plataforma arquitectura

## ANÁLISIS FORMAL:

La conceptualización formal del proyecto surgió a raíz del análisis del entorno que lo rodea. Tal como se muestra en la fotografía de la derecha, el paisaje natural de Valencia se caracteriza por ser un valle rodeado de montañas en donde la traza de los cultivos es bastante notoria. Además, la paleta de colores posee tonos verdes y tierra, los cuales, transmiten tranquilidad a los visitantes.

La idea inició observando los patrones de los cultivos que rodean el terreno de la PTR. El patrón predominante es la forma rectangular, sin embargo, el mismo se repite, pero variando sus dimensiones, por lo que se crean una repetición dinámica de formas paralelogramas. La fotografía en la esquina superior izquierda, muestra el proceso de la conceptualización volumétrica, en el cual, después de obtener la forma en planta a partir de los ejes de los cultivos, se elevaron cuatro secciones longitudinales que respondían al espacio en donde se desarrollarán las actividades de clasificación principal.

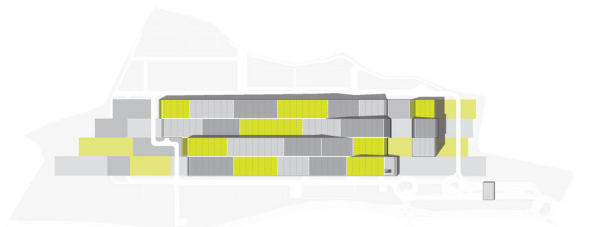


Ilustración 21 Planta de techos de la PTRS  
Fuente: Plataforma arquitectura



Ilustración 19 Paisaje de Valencia  
Fuente: Plataforma arquitectura

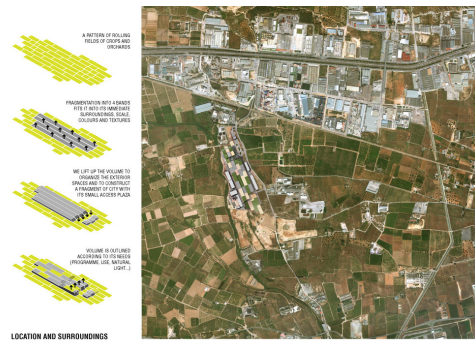


Ilustración 20 Concepto de diseño  
Fuente: Plataforma arquitectura



Ilustración 22 Vista del conjunto de la PTRS  
Fuente: Plataforma arquitectura

El producto final, tal como se puede observar en la ilustración 12 fue una planta de conjunto con formas rectangulares que poseen ritmo al alternar las dimensiones de las mismas. Al igual que en la planta de conjunto, el ritmo de las figuras rectangulares se plasmó en las fachadas y el diseño del área verde que rodea al edificio. Estas bandas, que se prolongan en el suelo con gravas de colores y césped natural en continuidad con las fachadas y las cubiertas del edificio principal, dialogan en escala con el paisaje y vinculan el proyecto a la tierra y a su entorno inmediato. Las cubiertas reproducen, al mismo tiempo, el proceso industrial y el paisaje que lo rodea.<sup>58</sup>

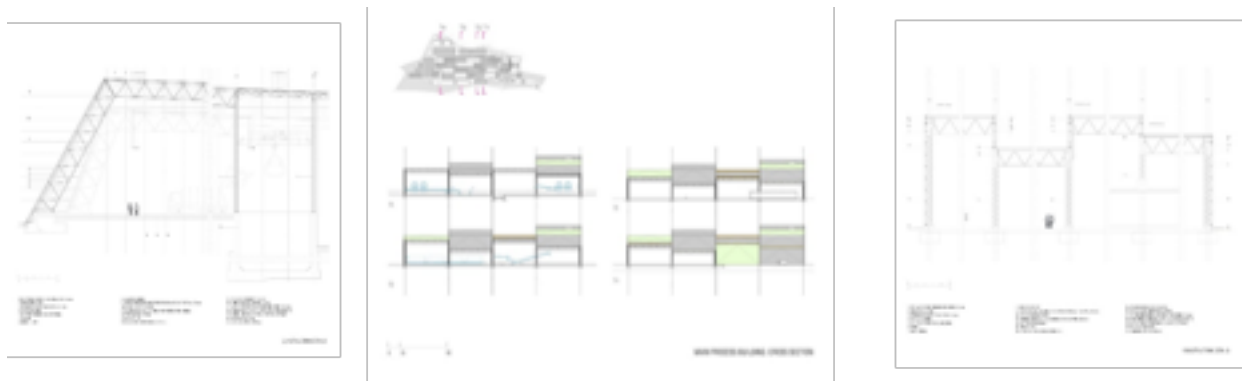
58 <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-305022/planta-para-tratamiento-de-residuos-israel-alba/52707b48e8e44ef4c20006df-planta-para-tratamiento-de-residuos-israel-alba-section>

## ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y DE MATERIALES:

Tal como se muestran en el esquema y la fotografía siguiente, la estructura principal fue diseñada en acero debido a que se necesitaban cubrir grandes luces. Las vigas utilizadas fueron tipo pratt y las columnas se diseñaron del alma vacía, puesto que de esa forma se lograba conseguir sensación de amplitud en el área principal del tratamiento de la materia orgánica. La cubierta utilizada fue lámina, mientras que los cerramientos verticales fueron planchas de PVC DE 1.2 mm.

*Ilustración 23 Fotografía de la PTRS en funcionamiento*

*Fuente: Plataforma Arquitectura*



*Ilustración 24 Esquemas estructurales del edificio principal*

*Fuente: Plataforma arquitectura*

Es importante destacar, que los acabados del proyecto, en su mayoría, eran materiales expuesto. En el interior, la estructura metálica era vista, eso garantizaba un ahorro en el costo y también permitía ampliar los espacios debido a que no existían barreras visuales



*Ilustración 25 Perspectiva lateral del edificio administrativo*

*Fuente: Plataforma Arquitectura*



*Ilustración 26 Perspectiva lateral del edificio de tratamiento de desechos*

*Fuente: Plataforma Arquitectura*



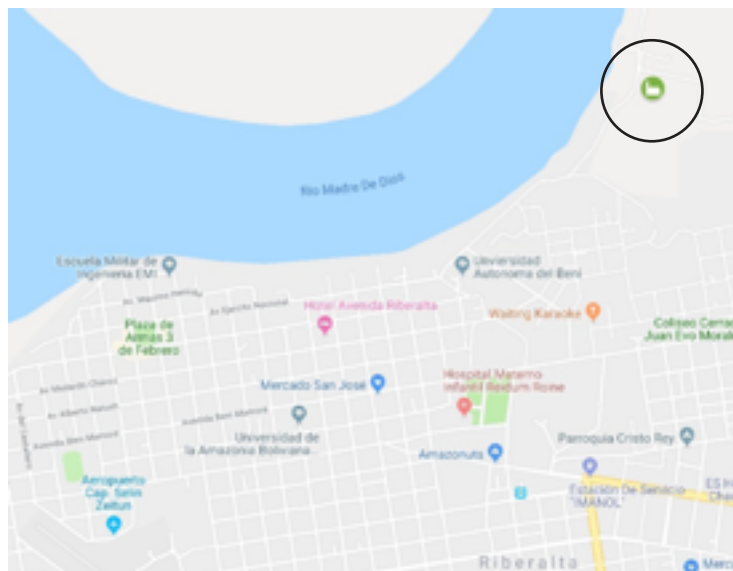
*Ilustración 27 Perspectiva de ingreso a la planta de tratamiento*

*Fuente: Plataforma Arquitectura*

## 2.6.2 PLAN DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS DE RIBERALTA, BENI, BOLIVIA

### LOCALIZACIÓN

Riberalta es una ciudad del departamento de Beni, ubicada en la amazonia boliviana. Geográficamente, se sitúa en la cuenca amazónica en donde confluyen los ríos Beni y Madre de Dios. Es la segunda ciudad más grande del departamento, puesto que cuenta con una población de 99,070 habitantes, según el censo del 2012. El Complejo para los desechos sólidos se ubica al norte de la ciudad, en un área



*Mapa 2 Ubicación del Complejo para los desechos sólidos en Riberalta, Bolivia  
Fuente: elaboración propia con herramienta de Google MyMap*

### PROBLEMA

A nivel nacional, los cambios en la conducta y hábitos de consumo de la sociedad, añadido al incremento en la producción de productos, están generando diferentes tipos de residuos sólidos cuyo tratamiento y disposición final requiere de mayores recursos, tanto humanos como tecnológicos y económicos. El constante incremento en la cantidad de residuos, su composición y el manejo inadecuado de estos, está incidiendo directamente en el deterioro al medio ambiente, la madre tierra y en la salud de la población y principalmente en las fuentes de agua para consumo humano. La información y conocimiento de lo que sucede acerca del manejo y gestión de los residuos sólidos que se realiza en Bolivia, es parcial y limitada en todos sus aspectos y en las diferentes instancias

de los niveles de estado, hecho que ha dificultado en la toma de decisiones oportunas para implementar políticas que permitan abordar de forma estructural la problemática del manejo de residuos sólidos.

En Bolivia se genera un aproximado de 3,530 toneladas de residuos sólidos por día, es decir que cada habitante produce alrededor de 0.40 kg al día. Se detectó que al menos el 86% de todos los desechos provienen de las ciudades, sin embargo, para el tratamiento final de los mismos, el país únicamente cuenta con un relleno sanitario, ubicado en La Paz. La falta de gestión integral sobre la temática está causando que Bolivia no logre controlar la contaminación ambiental.



Ilustración 28 Camión recolector de desechos  
Fuente: SwissContact



Ilustración 29 Personas separando desechos en el vertedero de La Paz  
Fuente: SwissContact

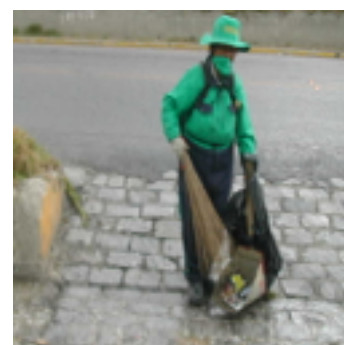
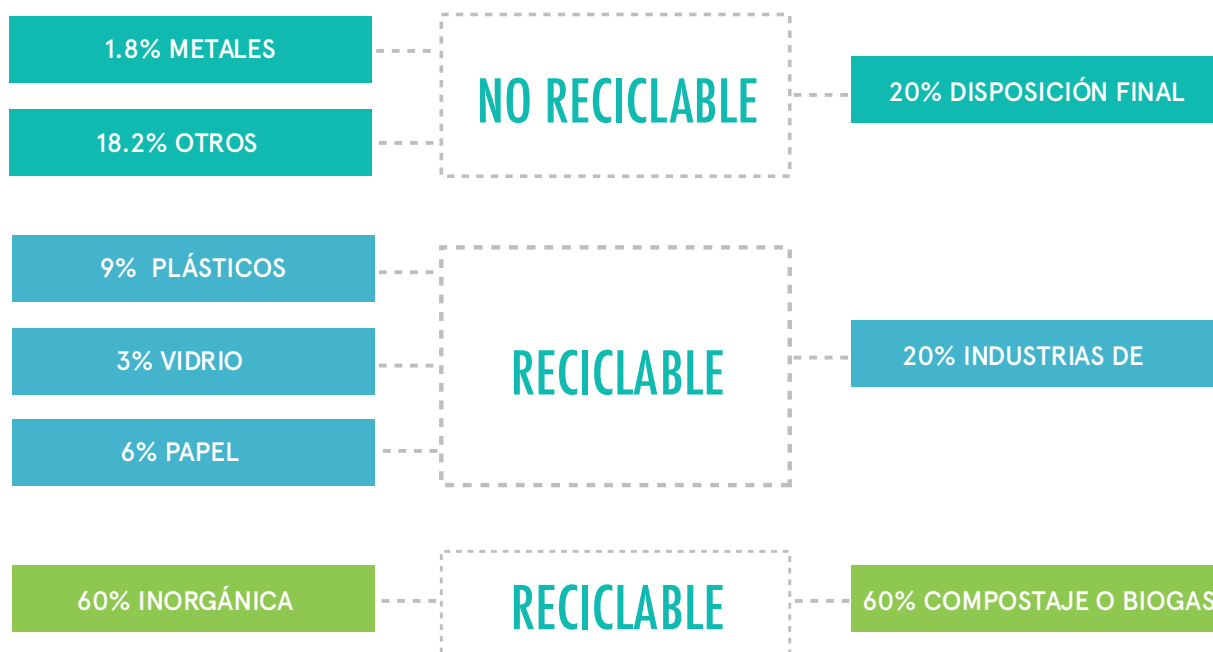


Ilustración 30 Personal de recolección de desechos  
Fuente: SwissContact

## DESCRIPCIÓN DEL PLAN DE MANEJO

El plan de manejo presentado para la ciudad de Riberalta se enfoca en cinco pilares esenciales, en donde enfoca como objetivo principal concientizar a la población para garantizar una menor generación, eficiente recolección y transporte, aprovechamiento mediante un buen tratamiento, mejora en la disposición final y en la recuperación de botaderos. Todo ello, permitirá que aproximadamente un 80% de los residuos generados

Esquema 9 Cantidad de material reciclable y su tratamiento o disposición final  
Fuente: SwissContact



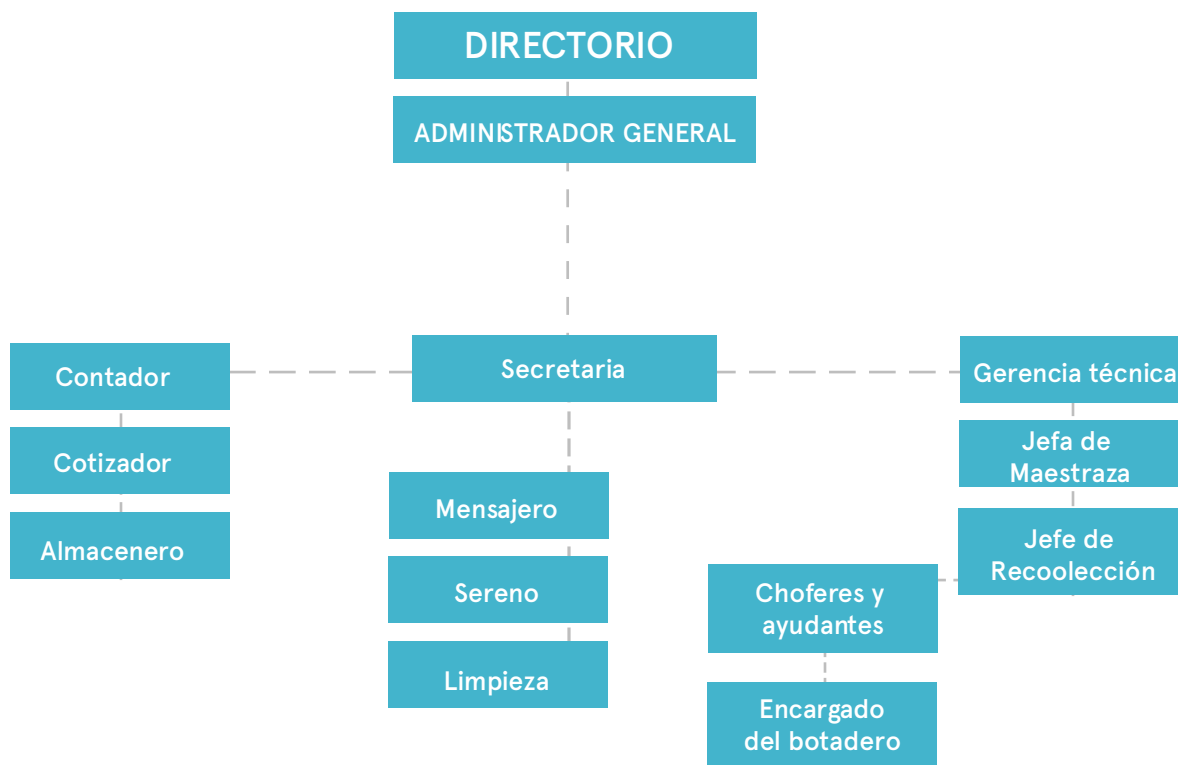
Como primera instancia para la creación de un plan de manejo que permitiera gestionar de forma integral los desechos sólidos de la ciudad de Riberalta, fue necesario conocer la retribución económica que podían generar los desechos para saber si la misma era sostenible o no. La tabla a continuación es una aproximación de la cantidad de ganancias que podía generar el vender todos los recursos reciclables que se recolectarían en la planta de tratamiento. Dentro del análisis elaborado por los técnicos bolivianos es importante destacar que una de las conclusiones fue que un sistema de reciclaje nunca logrará una recaudación económica del 100%, pero al menos se garantiza que se logre un 50%. Por ello, con los datos que se observan en la tabla a continuación, Bolivia, en la planta de tratamiento de Riberalta tiene un potencial económico de recaudar 30 millones de dólares al año al vender todo el material reciclable.

*Tabla 6 Potencial económico de la PTRS de Riberalta  
Fuente: SiwssContact*

TIPO DE RESIDUOS REICLABLES	PRECIO DEL MERCADO [PROMEDIO USD/KG]	CANTIDAD [KG / AÑO]	MONTO [USD/AÑO]
METALES	0.42	23'192'100	9'740'682.-
PLÁSTICOS	0.20	115'960'500	23'192'100.-
VIDRIO	0.06	38'653'500	2'319'210.-
PAPEL Y CARTÓN	0.15	77'307'000	11'596'050.-
ORGÁNICOS (ABONO)	0.30	77'307'000	23'192'100.-
<b>TOTAL</b>		<b>298'239'000</b>	<b>58'455'689.-</b>

Posterior al análisis de la factibilidad económica del proyecto, se procedió a realizar una mejora en el ente que debía administrar el mismo. La Empresa Municipal de Aseo Urbano de Riberalta (EMAUR), fue constituida en septiembre de 2002. Administrativamente, está conformada por dos niveles de decisión jerárquica, el primer nivel lo conforma el Directorio, integrada por el Alcalde Municipal, el Presidente del Comité de Vigilancia, Presidente del Comité Regional y Directores de Administración de Finanzas y Planificación y Desarrollo de la Municipalidad. El siguiente nivel está conformado por un órgano ejecutivo, técnico y operativo, representados por la Administración General, que a su vez cuenta con dos áreas de decisión: Contabilidad y Gerencia Técnica, esta última tiene a su vez dos jefaturas relacionadas a la Maestría y Supervisión de los servicios de Recolección, Transporte y Disposición Final; los servicios de Barrido y Limpieza no forman parte de esta Entidad. Se estima que en total EMAUR emplea a 38 personas. El esquema a continuación muestra una propuesta para el organigrama del personal que prestará el servicio de aseo en la ciudad.

*Esquema 10 Organigrama de la gestión/prestación del servicio de aseo Municipio de Riberalta(EMAUR)  
Fuente: Adaptado de Organigrama Empresa de Aseo Riberalta (EMAUR)*



## PLAN DE INCLUSIÓN SOCIAL Y FORMALIZACIÓN DE RECUPERADORES DE RIBERALTA, AJUSTADO (PISO)

Una parte esencial del organigrama es el personal que trabajará en la planta de tratamiento. Dentro del plan de manejo, se diseñó un programa de inclusión social de los recuperadores. El programa tiene como finalidad generar alternativas laborales para integrar a los recuperadores al mercado laboral, logrando que generen un ingreso para el núcleo familiar. Para ello, se preparó un programa en donde se capacitó a todos los recuperadores para prestar el servicio de aseo en un distrito de la ciudad. El programa los educó acerca de horarios, rutas, frecuencia y calidad del servicio, y se evaluó que todos los recolectores cumplieran con asistencia, puntualidad y dedicación en sus tareas.

*Ilustración 31 Recuperadores durante un día de trabajo*



*Fuente: SwissContact*



## PROYECTO ECOVECINDARIOS

Otro de los aspectos importantes en la realización del plan era la concientización de la población respecto al cuidado del medio ambiente y la participación activa y constante en la clasificación de sus desechos. Para ello, se diseñó el proyecto de ecovecindarios, en el cual se trabajaron dos líneas de acción en donde los vecinos tienen un rol asignado. La primera de ellas fue la "Educación y sensibilización" y la segunda el "Sistema de recolección vecinal". En la primera línea en coordinación con los comités de vecinos se organizaron charlas sobre educación ambiental y desechos sólidos. Por otra parte, el sistema de recolección vecinal tiene como objetivo principal hacer que los vecinos apoyen en la recolección de los desechos en el vecindario. Cada vecindario cuenta con un Centro de Acopio, en donde se recolectan todos los desechos y se preparan para ser llevados al complejo de tratamiento. De esta forma, se incentiva a que toda la comunidad participe en la gestión de residuos puesto que las ganancias apoyan a la creación de empleo, la protección ambiental y actividades para el vecindario.

Ilustración 32 Charla sobre educación ambiental  
Fuente: SwissContact

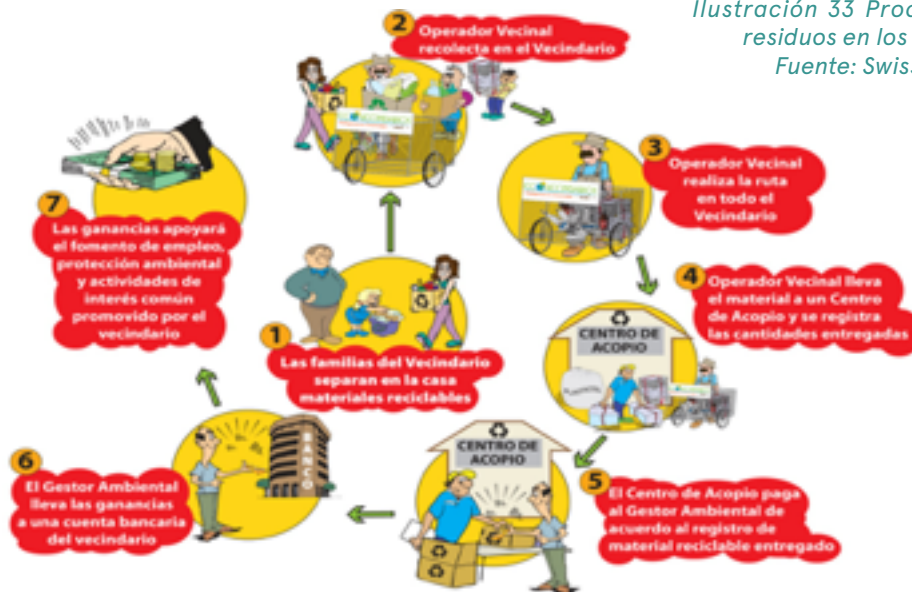


Ilustración 33 Proceso gestión de residuos en los vecindarios  
Fuente: SwissContact

# ANÁLISIS DEL PROGRAMA ARQUITECTÓNICO:

El complejo cuenta con siete áreas distintas para el tratamiento de los desechos. El proyecto pretende atender a los más de 89,000 habitantes de la ciudad de Riberalta y con ello garantizar que no será un foco de enfermedad para los niños, ni contaminación para las aguas, tanto las subterráneas como la de los ríos y lagos. La tabla a continuación detalla los espacios dentro de la planta.

# 328,752 TONELADAS

de desechos sólidos urbanos son tratadas anualmente en la planta

Ambiente
1 Planta de tratamiento de lixiviados con laboratorio
2 Planta de compostaje con equipamiento
3 Efundadora y compactadora para la planta de reciclaje
4 Macro celda de disposición final de residuos domiciliarios
5 Galpón y caseta de transformadores
6 Oficinas administrativas
7 Comedor y sala de sanidad

Tabla 7 Programa arquitectónico  
Fuente: elaboración propia a partir de iResiduo

El conjunto, como se muestra en las fotografías a continuación, se diseñó de forma dispersa, sin embargo, cumple con los espacios de estacionamiento y radio de giro para los vehículos que circulan dentro de él. Es importante recalcar que el sitio que se seleccionó se ubica en las afueras de la ciudad y se tomó en cuenta que existiera una barrera vegetal alrededor de él para mitigar los olores provenientes de la planta y crear una barrera visual.



- LAGUNA DE LIXIVIADOS
- ÁREA DE COMPOSTAJE Y RECUPERACIÓN
- OFICINAS ADMINISTRATIVAS Y ÁREA DE EMPLEADOS
- INGRESO Y CONTROL DE CAMIONES

Ilustración 34 Vista área del complejo para los desechos sólidos Fuente: encontrado en la web

Las áreas para el compostaje y la recuperación de los materiales reciclables fueron diseñadas con estructuras metálicas y vigas tipo joist para garantizar que se pudieran cubrir grandes luces. Los acabados utilizados fueron simples, puesto que la mayor parte del complejo dejó el material expuesto, tal es el caso del piso, en donde únicamente se vació el concreto y se alisó como acabado final. Esto permitió tener un ahorro significativo en los costos.

Además, para disminuir el tiempo de construcción se utilizaron muros prefabricados para las pilas de compostaje. En las fotografías 25 y 26 se puede observar que también se implementó maquinaria y tecnología para la compactación y trituración del material reciclable. De esta forma, se garantiza menor volumen al momento de embalar y preparar el material para que sea vendido fuera del complejo.



*Ilustración 36 Triturador de desechos*  
*Fuente: obtenido de la web*



*Ilustración 35 Compactador de plásticos y latas*  
*Fuente: obtenido de la web*



*Ilustración 37 Punto de ingreso y egreso al complejo*  
*Fuente: obtenido de la web*



*Ilustración 39 Pilas para el compostaje*  
*Fuente: obtenido de la web*



*Ilustración 38 Laguna de dilución para el tratamiento de lixiviados*  
*Fuente: obtenido de la web*





3

Marco  
Legal





## 3

## MARCO LEGAL

En este capítulo, se mencionarán el marco jurídico y normativo que rige el tema del manejo de desechos y residuos sólidos, y la calidad y cuidado del medio ambiente. Es importante decir que si bien, algunas de las regulaciones no enuncian directamente los términos de residuos y desechos sólidos, sí guardan relación con algunos aspectos de la materia. La revisión de dichos documentos permitirá que el proyecto se desarrolle bajo las bases y directrices que se tienen establecidas dentro de la política ambiental nacional.

### 3.1 CONVENIOS INTERNACIONALES

#### 3.2.1 OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Los Objetivos de desarrollo sostenible cobraron vida en el año 2015, con la aprobación de la Agenda 2030, en donde más de 150 jefes de estado y gobierno se reunieron en la Cumbre de Desarrollo Sostenible. La agenda fue creada con 17 objetivos de aplicación universal, y su finalidad principal es buscar que los países adopten medidas para promover la prosperidad al mismo tiempo que protegen los recursos naturales del planeta. Además, los mismos reconocen que las iniciativas para acabar con la pobreza deben ir de la mano de estrategias que favorezcan el crecimiento económico y aborden una serie de necesidades sociales, entre las que cabe señalar la educación, la salud, la protección social y las oportunidades de empleo, a la vez que luchan contra el cambio climático

y promueven la protección del medio ambiente.

A pesar de que los ODS no son jurídicamente obligatorios, se espera que los gobiernos los adopten como propios y establezcan marcos nacionales para su logro. Dentro de los objetivos no se planteó uno específicamente para el manejo de los desechos sólidos, sin embargo, la temática tiene relación e incidencia en otros, que al cumplirse se garantizará que mejore la calidad del medio ambiente. Los objetivos aplicables al proyecto son:

#### 1.Objetivo 3: Salud y bienestar

El objetivo 3, a grandes rasgos, persigue que se garantice una vida saludable y que promueva el bienestar universal. Para lograrlo, "es necesario crear iniciativas para erradicar por completo una amplia gama de enfermedades y para hacer frente a numerosas y variadas cuestiones persistentes y emergentes relativas a la salud. Si nos centramos en proporcionar una financiación más eficiente de los sistemas de salud, mejorar el saneamiento y la higiene, aumentar el acceso a los servicios médicos y proveer más consejos sobre cómo reducir la contaminación ambiental, lograremos progresos significativos en ayudar a salvar las vidas de millones de personas."

La planta de tratamiento contribuirá significativamente a cumplir la meta 9, puesto que, indirectamente, logrará reducir sustancialmente el número de muertes y enfermedades producidas por productos químicos peligrosos y la contaminación del aire, el agua y el suelo.

#### 2.Objetivo 6: Agua limpia y saneamiento

Vivir en un plante con agua libre de impurezas y accesible para todos es la meta que persigue el objetivo 6. Actualmente, "escasez de recursos hídricos, junto con la mala calidad del agua y el saneamiento inadecuado repercuten en la seguridad alimentaria, los medios de subsistencia y la oportunidad de educación para las familias pobres en todo el mundo." El manejo integrado de los desechos sólidos contribuirá a mejorar el saneamiento y calidad del agua, garantizando así, que esta sea apta para el consumo, puesto que no existirá contaminación del recurso hídrico por medio de lixiviados.

#### 3.Objetivo 7: Energía asequible y no contaminante

Con un manejo adecuado, los desechos sólidos pueden ser convertidos en energía renovable. Por ello, el proyecto de la planta de tratamiento contribuirá a la meta 2 deseada por el objetivo 7: "aumentar considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas." Trabajar para alcanzar las metas de este objetivo es especialmente importante ya que afecta directamente en la consecución de otros objetivos

de desarrollo sostenible. Es vital apoyar nuevas iniciativas económicas y laborales que aseguren el acceso universal a los servicios de energía modernos, mejoren el rendimiento energético y aumenten el uso de fuentes renovables para crear comunidades más sostenibles e inclusivas y para la resiliencia ante problemas ambientales como el cambio climático.

#### **4.Objetivo 12: Producción y consumo responsable**

El objetivo 12, de todos los ODS planteados, es el que mayor relación tiene con las actividades que se desarrollarán dentro de la planta de tratamiento. Este plantea que "el consumo y la producción sostenible consisten en fomentar el uso eficiente de los recursos y la energía, la construcción de infraestructuras que no dañen el medio ambiente, la mejora del acceso a los servicios básicos y la creación de empleos ecológicos, justamente remunerados y con buenas condiciones laborales. Todo ello se traduce en una mejor calidad de vida para todos y, además, ayuda a lograr planes generales de desarrollo, que rebajen costos económicos, ambientales y sociales, que aumenten la competitividad y que reduzcan la pobreza."

La planta de tratamiento será una oportunidad para que el municipio de Gualán mejore sus indicadores de calidad ambiental por medio de la reducción en la contaminación por desechos sólidos. Además, con el tratamiento de materiales reutilizables la planta garantizará una reducción en el uso de plásticos, latas, papel entre otros, puesto que habrá una reutilización de dichos materiales. También, el manejo integrado de desechos sólidos permitirá crear una serie de empleos y oportunidades para la población más vulnerable, logrando así, reducir la pobreza.

## **3.2.2 DECLARACIÓN DE ESTOCOLMO**

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente firmó la declaración de Estocolmo en el año 1972. En ella, el objetivo principal era discutir, regular y acordar criterios y principios comunes que ofrezcan a los pueblos del mundo inspiración y guía para preservar y mejorar el medio ambiente. Al firmar dicho tratado, Guatemala aceptó cumplir con ciertas acciones en pro de velar por los recursos naturales que posee. Una de las temáticas tratadas en el acuerdo fue el manejo de los desechos sólidos, en donde se establece dentro de los principios que:

*"Los recursos naturales de la Tierra, incluidos, el aire, el agua, la tierra, la flora y la fauna y especialmente muestras representativas de los ecosistemas naturales, deben preservarse en beneficio de las generaciones presentes y futuras mediante una cuidadosa planificación u ordenación, según convenga."*

Por ello, es importante cuidar el manejo de los desechos y residuos sólidos, puesto que de esa manera se evitará la contaminación de los principales recursos naturales. Además, en los principios 6 y 7, también se menciona que debe evitarse a toda costa la contaminación del recurso hídrico con sustancias o descargas tóxicas. También, en su principio 19 establece que es importante recalcar los temas de educación ambiental, para garantizar que la población cuente con sentido de responsabilidad en cuanto a la protección y mejoramiento del medio ambiente.

*"Principio 6. Debe ponerse fin a la descarga de sustancias tóxicas o de otras materias y a la liberación de calor, en cantidades o concentraciones tales que el medio no pueda neutralizarlas, para que no se causen daños graves irreparables a los ecosistemas. Debe apoyarse la justa lucha de los pueblos de todos los países contra la contaminación."*

*"Principio 7. Los Estados deberán tomar todas las medidas posibles para impedir la contaminación de los mares por sustancias que puedan poner en peligro la salud del hombre, dañar los recursos vivos y la vida marina, menoscabar las posibilidades de esparcimiento o entorpecer otras utilidades legítimas del mar."*

*"Principio 19. Es indispensable una labor de educación en cuestiones ambientales, dirigida tanto a las generaciones jóvenes como a los adultos y que preste la debida atención al sector de población menos privilegiado, para ensanchar las bases de una opinión pública bien informada y de una conducta de los*



*individuos, de las empresas y de las colectividades inspirada en el sentido de su responsabilidad en cuanto a la protección y el mejoramiento del medio en toda su dimensión humana. Es también esencial que los medios de comunicación de masas eviten contribuir al deterioro del medio humano y difundan, por el contrario, información de carácter educativo sobre la necesidad de protegerlo y mejorarlo, a fin de que el hombre pueda desarrollarse en todos los aspectos.”*

## 3.2 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA (REFORMADA POR ACUERDO LEGISLATIVO NO. 18-93 DEL 17 DE NOVIEMBRE DE 1993)

Se utiliza como principal referencia la Constitución Política de la República de Guatemala, puesto que en ella se contempla como un derecho humano el propiciar un ambiente sano y promover el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del medio ambiente. En el artículo 97, el cual trata sobre el “Medio ambiente y equilibrio ecológico”, se establece que tanto el estado, como las municipalidades y los habitantes del territorio

nacional están obligados a prever la contaminación ambiental y mantener el equilibrio ecológico. Además, indica que se dictarán todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, se realicen racionalmente, evitando su depredación.<sup>59</sup> Por ello, se puede concluir que el proyecto de la planta de tratamiento promoverá la reducción de la contaminación ambiental, así como garantizará el aprovechamiento de los recursos reciclables y tratará los desechos orgánicos, disminuyendo considerablemente el impacto ambiental de la basura. Complementarios a este artículo, se relacionan los artículos 1, 2, 64, 93, 193 y 195, en los cuales se declara la importancia de garantizar el bienestar de la población a través de la conservación del patrimonio natural.

<sup>59</sup> Constitución Política de la República de Guatemala, (Guatemala: Congreso de la República, 1993), artículo 1, 2, 64, 93, 97, 193 y 195., s. f.

## 3.3 LEY DE PROTECCIÓN Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE (DECRETO NÚMERO 68-86)

Debido a que toda obra de construcción, cualquiera sea su tipo, produce un impacto en la huella ecológica del entorno inmediato durante su construcción y en la fase de funcionamiento, se utilizará la Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente como directriz para fundamentar los criterios y premisas de diseño que promuevan la concepción de un proyecto sostenible y de bajo impacto. Para ello, se considerará lo dictado en el Artículo 8, en donde expresa lo siguiente:

*“Para todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que por sus características pueda producir deterioro a los recursos naturales renovables o no, al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional, será necesario previamente a su desarrollo un estudio de evaluación del impacto ambiental, realizado por técnicos en la materia y aprobado por la Comisión del Medio Ambiente.”*

Así mismo, debido a que durante el funcionamiento de la planta de manejo se dará tratamiento a los desechos y residuos sólidos producidos por los pobladores del municipio, se estará cumpliendo con el objetivo de la ley, al mejorar la calidad de vida de los habitantes, tal como lo indica en el Artículo 11. También, se velará por la reducción de la contaminación en el sistema atmosférico (calidad del aire, Artículo 14), en el sistema hídrico (calidad del agua, Artículo 15) y en el sistema edáfico (calidad del suelo, Artículo 16).<sup>61</sup>

### 3.4 LEY MARCO DE CAMBIO CLIMÁTICO (DECRETO NÚMERO 7-2013)

Considerando que los desechos y residuos sólidos son componentes que poseen una relación directa con el calentamiento global, fenómeno que afecta a todas las naciones del mundo, se procedió a la revisión de la presente ley. El proyecto de la planta de tratamiento aportará con el cumplimiento del Artículo 1, en donde se establece que el objetivo primordial de la ley es “prevenir, planificar y responder de manera urgente, adecuada, coordinada y sostenida a los impactos del cambio climático en el país.” Por ello, al diseñar la infraestructura adecuada para el tratamiento de los desechos y residuos producidos en el municipio de Gualán, se contribuirá notablemente en la reducción de la contaminación ambiental del entorno natural del mismo. Así mismo, tal y como se indicó con el artículo 72 del Código Municipal, muchas de las regulaciones que presenta esta ley se utilizarán para poner en marcha el funcionamiento de la planta de tratamiento. Uno de los artículos destacados es el Artículo 6, en donde se describen los principios rectores, en el inciso C “Quien contamina paga y rehabilita”. Dicho principio permitirá regular la existencia de basureros clandestinos, puesto que hace responsable a la persona que contamina y está obligada a cargar con los costos de resarcimiento y rehabilitación. Por ello, se garantizará que teniendo la normativa necesaria que regule la disposición final de los desechos y residuos, se reduzca el número de basureros clandestinos y la mayor cantidad de ellos sean tratados en la planta de manejo.<sup>62</sup>

### 3.5 CÓDIGO DE SALUD (DECRETO 90-97)

Tal y como lo indica el La Constitución Política de la República de Guatemala, la salud es un derecho fundamental del ser humano y es obligación de las instituciones promover la modernización, construcción y coordinación de infraestructura, personal, políticas, programas y servicios, a efectos de lograr la universalidad en la cobertura de los servicios. Por ende, una buena calidad ambiental asegura una buena salud para los pobladores. Por esto que el Código de Salud contempla algunos artículos que pretenden, a través de disposiciones municipales, establecer responsabilidades sobre el manejo de los desechos sólidos. Los artículos en referencia se encuentran en la Sección IV, la cual se titula “Desechos sólidos” y expresan lo siguiente:

*ARTÍCULO 102: Responsabilidad de las municipalidades. Corresponde a las Municipalidades la prestación de los servicios; de limpieza o recolección, tratamiento y disposición de los desechos sólidos de acuerdo con las leyes específicas y en cumplimiento de las normas sanitarias aplicables. Las municipalidades podrían utilizar lugares para la disposición de desechos sólidos o construcción de los respectivos rellenos sanitarios, previo dictamen del Ministerio de Salud y la Comisión Nacional del Medio Ambiente, el que deberá ser elaborado dentro del plazo improrrogable de dos meses de solicitado. De no producirse el mismo será considerado emitido favorablemente, sin perjuicio de la responsabilidad posterior que se produjera, la que recaerá en el funcionario o empleado que no emitió el dictamen en del plazo estipulado.*

*ARTÍCULO 103: Disposición de los desechos sólidos. Se prohíbe arrojar o acumular desechos sólidos de cualquier tipo en lugares no autorizados, alrededor de zonas habitadas y en lugares que puedan producir daños a la salud a la población, al ornato o al paisaje, utilizar medios inadecuados para su transporte y almacenamiento o proceder a su utilización, tratamiento y disposición final, sin la autorización municipal correspondiente, la que deberá tener en cuenta el cumplimiento de las medidas sanitarias establecidas para evitar la contaminación del ambiente, específicamente de los derivados de la contaminación de los afluentes provenientes de los botaderos de basura legales o clandestinos.*

<sup>62</sup> «Ley Marco para Regular la Reducción de la Vulnerabilidad, la Adaptación Obligatoria ante los Efectos del Cambio Climático y la Mitigación de Gases de Efecto Invernadero, (Guatemala: Congreso de la República, 2013), artículo 1 y 72.», s. f.

*ARTÍCULO 105: Sitios y espacios abiertos. Los propietarios o poseedores de predios, sitios o espacios abiertos en sectores urbanos y rurales, deberán cercarlos y mantenerlos libres de desechos sólidos, malezas y aguas estancadas. Las autoridades municipales, en coordinación con las sanitarias, son responsables de hacer cumplir esta disposición.*

Es importante mencionar que la planta de tratamiento no tendrá la capacidad de atender sustancias tóxicas o residuos industriales peligrosos. Es por ello, que tal y como lo indican los artículos 106, 107 y 108, los residuos hospitalarios deben de ser incinerados dentro de las instalaciones del equipamiento de salud, y los residuos industriales y agropecuarios deberán ser recolectados, transportados, depositados y eliminados mediante sistemas adecuados que posean las empresas.<sup>63</sup>

## 3.6 CÓDIGO MUNICIPAL (DECRETO NÚMERO 12-2002)

El Código Municipal, bajo el "Título V: Administración municipal", en el "Capítulo I: Competencias municipales", describe ciertas atribuciones que los municipios deben cumplir respecto al tema ambiental. En el artículo 67, llamado "Gestión de intereses del municipio", se indica que el mismo deberá de promover toda clase de actividades ambientales, entre otras, que contribuyan a mejorar la calidad de vida, a satisfacer las necesidades y aspiraciones de la población del municipio. El artículo 68, en su inciso A, habla acerca de poseer una limpieza y ornato adecuada y realizar la recolección, el tratamiento y la disposición correcta de los desechos sólidos. De ambos artículos, se puede concluir que el tratamiento de los residuos y desechos sólidos son competencia directa de la gestión municipal en turno, y debe ser un tema primordial a tratar en la agenda de trabajo. Asimismo, otra de las atribuciones municipales, es la prestación de servicios públicos, tal y como lo indica el artículo 72.<sup>64</sup> Uno de ellos es el servicio de recolección de basura, el cual debe poseer un funcionamiento eficaz, seguro y continuo. Dicho servicio es parte fundamental dentro de los cinco pilares de la gestión integral de los residuos y desechos sólidos. Por ello, aunque la presente tesis de grado no aborde la elaboración de un plan de manejo municipal es importante considerar este artículo para el futuro funcionamiento del proyecto.

<sup>63</sup> «Código de salud, (Guatemala: Congreso de la República, 1997), sección IV artículos 102, 103, 105, 106, 107 y 108.», s. f.

## 3.7 CREACIÓN LA MESA COORDINADORA PARA LA GESTIÓN Y MANEJO INTEGRAL DE LOS RESIDUOS Y LOS DESECHOS SÓLIDOS (ACUERDO MINISTERIAL NÚMERO 666-2013)

Es importante destacar que para que el manejo de los desechos sólidos se realice de forma integral, propiciando el desarrollo de distintas formas de recolección, organizando el transporte, minimizando la cantidad de desechos colocados en los sitios de disposición final y garantizando un tratamiento adecuado, es necesario que exista un ente rector de todo el proceso. Por ello, en el año 2013, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales procedió a la creación de la Mesa Coordinadora, la cual se encargará de coordinar de forma interinstitucional e intersectorial a diversos actores relacionados con el control y manejo de los desechos sólidos, dará asesoría y consultoría sobre el tema y capacitará técnicamente a diversas instituciones relacionadas con el tema, tal y como lo indica en su artículo 2 Funciones.<sup>65</sup>

Además, esta Mesa Coordinadora, permitió que, en el año 2015, a través del Acuerdo Ministerial Número 51-2015, existiera la Creación del Departamento para el Manejo Integral de los Residuos y Desechos Sólidos. Este ente, a futuro, será parte importante del control y seguimiento que se le deberá realizar a la planta de tratamiento y manejo de los desechos y residuos sólidos. Con la asesoría adecuada se garantizará que el proyecto funcione durante el período proyectado de manera óptima, aprovechando al máximo las instalaciones.<sup>66</sup>

<sup>64</sup> «Código municipal, (Guatemala: Congreso de la República, 2002), sección V, capítulo I, artículos 67, 68 y 72.», s. f.

<sup>65</sup> «Creación la Mesa Coordinadora para la Gestión y Manejo Integral de los Residuos y los Desechos Sólidos (Guatemala: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2013), artículo 2.», s. f.

<sup>66</sup> «Creación del Departamento para el Manejo Integral de los Residuos y Desechos Sólidos (Guatemala: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2013).», s. f.

### 3.8 REGLAMENTO ORGÁNICO INTERNO DEL MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (ACUERDO GUBERNATIVO NÚMERO 50-2015)

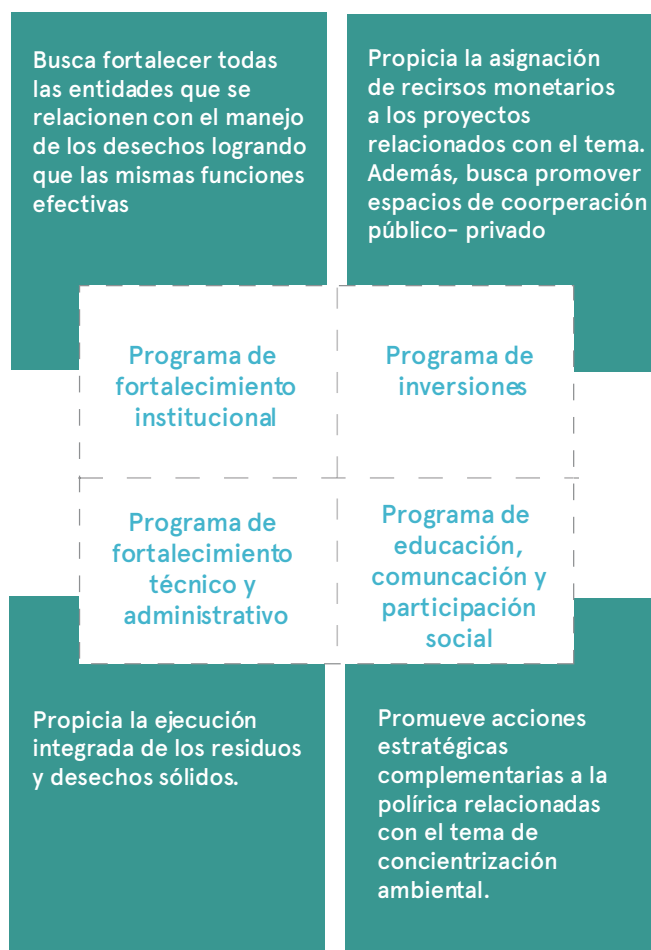
Debido a que existe una relación directa entre la contaminación de los cuerpos de agua y los residuos y desechos sólidos, se procedió a la revisión del acuerdo gubernativo número 50-2015, el cual pretende crear un registro de los cuerpos de agua para conocer de qué forma están siendo utilizados en las comunidades. Dicho tema, concierne directamente al proyecto a desarrollar puesto que el tratamiento de los desechos orgánicos producirá lixiviados, los cuales, sin un tratamiento adecuado producen contaminación de las aguas subterráneas, los cuerpos de agua superficiales y el suelo. Por ello, la aplicación de dicho reglamento garantizará que, con un adecuado manejo, se evite la contaminación del sistema hídrico.<sup>67</sup>

### 3.9 POLÍTICA NACIONAL PARA EL MANEJO INTEGRAL DE LOS RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS (ACUERDO GUBERNATIVO 281-2015)

Ante el carente manejo de los desechos y residuos sólidos en Guatemala, el cual se ha concentrado básicamente en la eliminación de los mismos en botaderos a cielo abierto, rellenos sanitarios o la incineración, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales inició con la promoción de acciones que incentivarán la gestión integral. El primer esfuerzo se concretó con la formulación de la Política Nacional en el año 2005, y posteriormente, con la creación de la Mesa Coordinadora para la Gestión y el Manejo Integral de los Residuos y los Desechos Sólidos en el año 2013. El objetivo principal de la presente política es lograr la gestión integral de los residuos y desechos sólidos a nivel nacional, por medio de la participación de varios sectores sociales y partiendo de los tres principios de desarrollo sostenible.

Para llevar a cabo dicho objetivo, la política posee cuatro ejes principales. Estos ejes se enfocan en generar cambios en los procesos de producción y modelos de consumo, logrando así la reducción del impacto ambiental de los desechos y residuos. El esquema a continuación sintetiza cada uno de los ejes mencionados anteriormente.<sup>68</sup>

*Esquema 11 Ejes de la Política nacional para el manejo integral de los residuos y desechos sólidos*



<sup>67</sup> «Reglamento Orgánico Interno del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (Guatemala: Congreso de la República, 2015)», s. f.  
<sup>68</sup> «Departamento para el Manejo de los Residuos y los Desechos Sólidos, Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos (Guatemala: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2015)», s. f.



4

Contexto

---



# 4

## CONTEXTO

### 4.1 LOCALIZACIÓN Y UBICACIÓN

Guatemala es un país que se sitúa en la zona central del continente americano. Colinda al Norte con México, al Este con Belice y el mar Caribe, al Sur con Honduras y El Salvador, y al Oeste con el océano Pacífico. Se ubica sobre las coordenadas 15°46'48"N 90°11'42"O y posee una superficie total de 108.889 km<sup>2</sup> y una población aproximada de 15,530,000 habitantes, según proyecciones hasta el año 2014. El país se divide en 22 departamentos, los cuales están agrupados de tal manera que conforman 8 regiones. El proyecto en estudio se desarrollará en la región III, nororiente, del país, específicamente, en el municipio de Gualán, perteneciente al departamento de Zacapa.

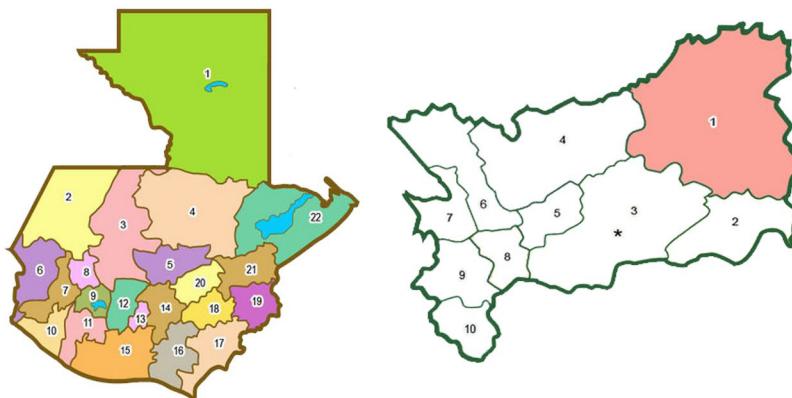
El municipio de Gualán, Zacapa, se ubica entre las coordenadas de 15°06'44" N y 89°21'45" O. Es el municipio más grande del departamento de Zacapa, con una extensión territorial de 738 kilómetros cuadrados. La cabecera municipal se localiza entre el río Zapote y el río Motagua y se encuentra a una altitud de 130 metros sobre el nivel del mar. Además, se ubica 48 kilómetros de la cabecera departamental y a 173 kilómetros de la ciudad capital.<sup>69</sup>

Mapa 3 Localización de Guatemala respecto al continente americano



El municipio de Gualán se ubica entre las coordenadas de 15°06' 44" N y 89°21' 45" O. Es el municipio más grande del departamento de Zacapa, con una extensión territorial de 738 kilómetros cuadrados. La cabecera municipal se localiza entre el río Zapote y el río Motagua y se encuentra a una altitud de 130 metros sobre el nivel del mar. Además, se ubica 48 kilómetros de la cabecera departamental y a 173 kilómetros de la ciudad capital.<sup>69</sup>

Mapa 4 Localización del municipio de Gualán



Fuente: Elaboración propia

## 4.2 VARIABLES FÍSICAS

### 4.2.1 OROGRAFÍA

Debido a que el municipio posee una gran extensión territorial, su topografía se clasifica en dos grandes grupos. El área de la Sierra del Merendón y la Sierra de las Minas se caracteriza por ser un terreno predominantemente de ondulado a muy inclinado, encontrando pendientes que van desde el 15% hasta 45%. Por otro lado, todo el sector del valle del río Motagua es relativamente plano, con pendientes que se encuentran entre el 0-5%.<sup>70</sup>

### 4.2.2 SUELOS

Según la clasificación de suelos de Guatemala, el municipio de Gualán cuenta con doce tipos distintos. Entre ellos, los cuatro tipos que se destacan son:

**•Valles del río Motagua:**

Poseen suelos de tipo zacapa y suelos de los valles

**•Sierra de las Minas:**

Posee el tipo de suelo civija

**•Sierra del Merendón:**

Posee los tipos de suelo gacho y capucal

De acuerdo con mapa de uso de suelo, el 23.94% del mismo está siendo utilizado para la agricultura en el municipio, el 45.55% lo ocupan los arbustos y matorrales, es decir vegetación de estrato medio, el 25.62% es bosque natural, el 0.73% lo constituyen lugares poblados y el 1.13% corresponde a cuerpos de agua dulce, como ríos y quebradas.<sup>71</sup>

### 4.2.3 HIDROLOGÍA

Gualán es un municipio rico en cuanto al recurso hídrico. Dentro del mismo se definen diez microcuencas hidrográficas, que se clasifican en dos grandes grupos, que drenan hacia el río Motagua. El primer grupo proviene de la Sierra de las Minas, y comprende de las microcuencas de los ríos Santiago, Los Achiotos, Mayuelas, El Lobo, Doña María, El Mestizo, Guaranjá y Zapote. El segundo grupo proviene de la Sierra del Merendón y comprende de las microcuencas de los ríos Naranjo, Biafra, El Islote y las Lajas.<sup>72</sup>

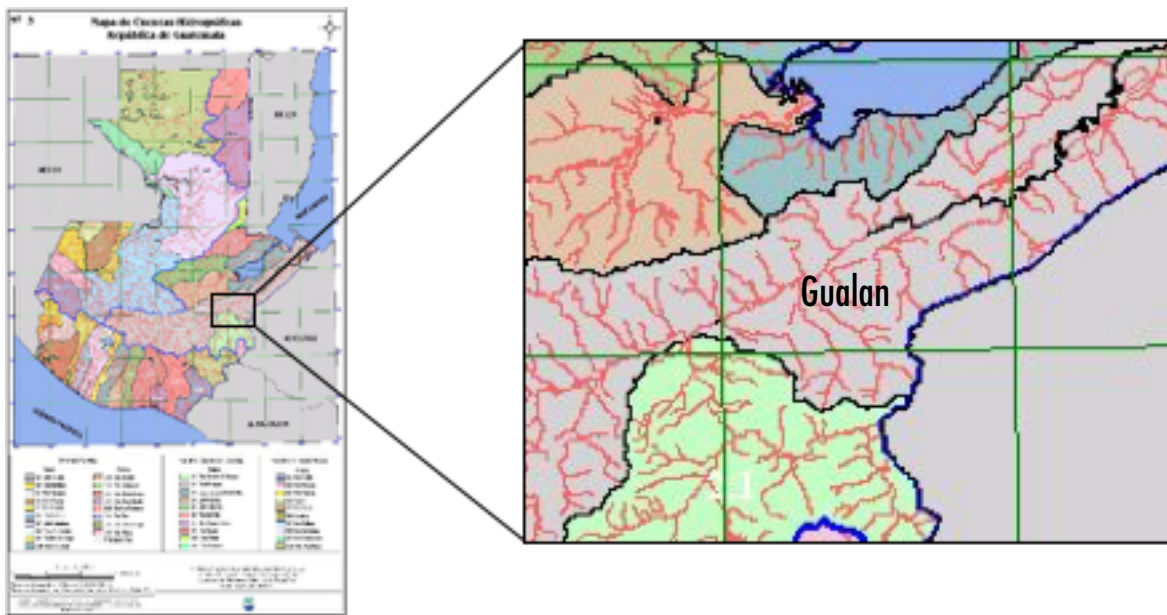
69 Luis y Montealegre, Plan de Desarrollo Municipal

70 Información tomada a partir del análisis del "Mapa de elevación del terreno de la república de Guatemala" elaborado por el MARN.

71 Luis y Montealegre, Plan de Desarrollo Municipal.

72 Luis y Montealegre. Plan de Desarrollo Municipal.





*Mapa 5 Cuencas hidrográficas de Guatemala*  
*Fuente: Ministerio de agricultura, ganadería y alimentación*  
*-MAGA-*

## 4.2.4 CLIMA

Aunque la región oriente del país se caracteriza por poseer un clima extremadamente cálido, el municipio de Gualán tiene características climáticas particulares. En la parte baja, su clima es cálido, con una temperatura promedio anual de 28° a 33° C. Por el contrario, en la parte superior de la sierra de Las Minas y la sierra del Merendón, el clima es templado y lluvioso, con una temperatura promedio de 19° a 21°C.

Así mismo, se tienen registros de la precipitación pluvial anual, la cual también varía en la parte baja y la parte montañosa del municipio. En los alrededores de la cabecera municipal, la parte de poco relieve, se obtiene una precipitación de 800 mm anuales. Sin embargo, en toda la zona montañosa se llega hasta los 2,000 mm anuales de lluvia.<sup>73</sup>

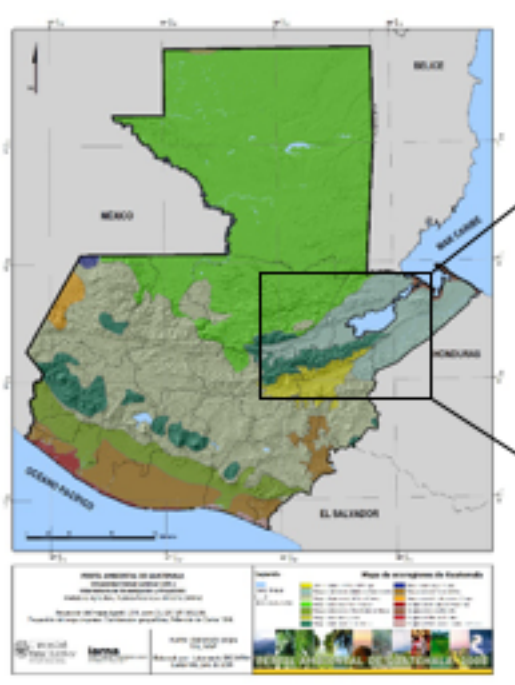
El viento predominante sopla en dirección noreste-suroeste y se perciben vientos secundarios del este debido a la cercanía con el mar caribe y río Motagua que bordea el municipio al noreste y este.

73 Luis y Montealegre. Plan de Desarrollo Municipal.

## 4.3 VARIABLES NATURALES

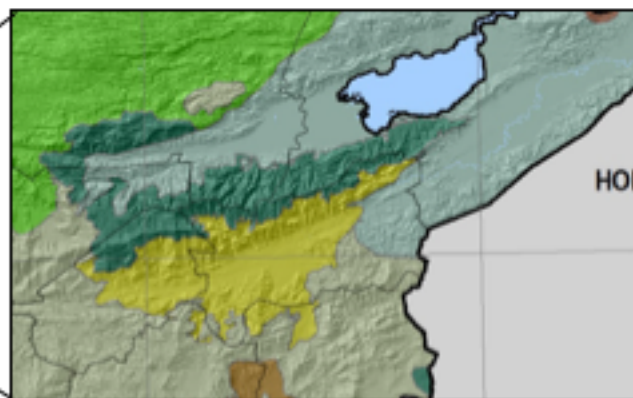
### 4.3.1 BIOMAS

Guatemala es un país mega diverso, de allí deriva que posee siete biomas, los cuales fueron descritos por Villar Anleu en 1998. Gualán es un municipio que cuenta con tres biomas, en las partes bajas se encuentra el chaparral espinoso, la selva de montaña y el bosque húmedo subtropical. El chaparral espinoso es un bioma típico de los valles rodeados por montañas, los cuales generan el fenómeno conocido como "sombra de lluvia" con bajos niveles de precipitación pluvial. En esta área del municipio la flora se caracteriza por resistir el clima árido, por lo que en su mayoría son cactales y zarzales de baja altura. El segundo bioma, la selva de montaña, posee una estructura compleja de flora, debido a que los terrenos quebrados se ubican entre los 1100 y 2900 msnm. En este bioma existe abundante lluvia, por lo que los niveles de humedad se mantienen altos, presentando el clima perfecto para que crezcan los musgos y helechos. Finalmente, en el tercer bioma, es aquel en donde existe abundante lluvia y posee una vegetación latifoliada, es decir, que posee muchos árboles o arbustos de hoja ancha y frondosos.<sup>73</sup>



Mapa 6 Ecoregiones de Guatemala

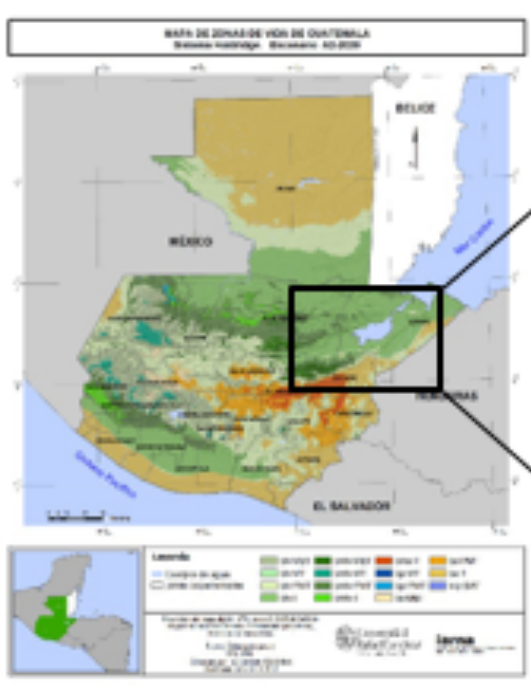
Fuente: IARNA



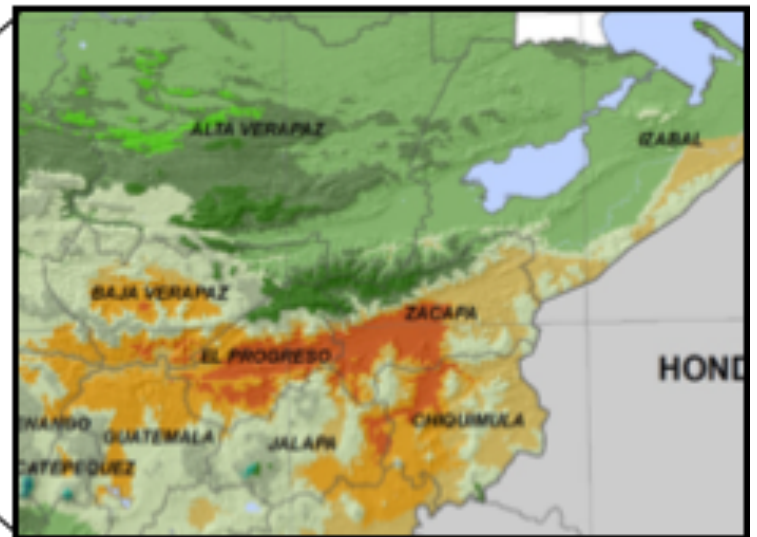
74 Concejo Nacional de Areas Protegidas -CONAP-, «Paises Mega Diversos » Los siete biomas de Guatemala», 2016, <http://paisemegadiversos.org/english-guatemalas-seven-biomes/>.

## 4.3.2 ZONAS DE VIDA

Las zonas de vida del municipio se ubican de acuerdo con la altitud de las microrregiones. En el área baja, las zonas aledañas al valle del río Motagua, se ubica el monte espinoso subtropical, el cual se caracteriza por ser una zona de vida semiárida. Al pie de las sierras se puede encontrar el bosque pluvial montano bajo subtropical, el cual posee bosques con vegetación de mediana altura. Finalmente, en la parte superior de las sierras se encuentra la zona de vida el bosque húmedo subtropical con clima templado. En él se puede encontrar bosques con vegetación de grandes dimensiones y una precipitación pluvial considerable.



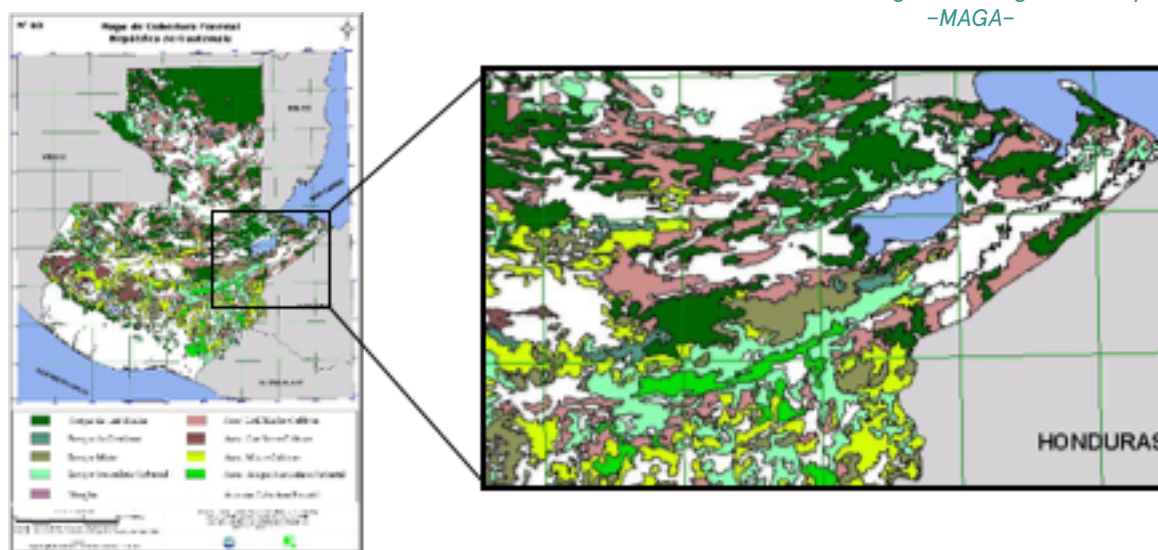
Mapa 7 Zonas de vida de Guatemala  
Fuente: IARNA



### 4.3.3 COBERTURA FORESTAL

En general, la región se caracteriza por poseer zonas de vida semiáridas, con bosques secos y montes espinosos, ubicados mayormente en el valle del Motagua, y zonas de vida con bosques húmedos subtropicales debido a su colindancia con la Sierra de las Minas al Norte, las montañas de Jalapa sobre la meseta central al Sur y la Sierra del Merendón al Este. Por ello, también posee altitudes que van desde los 140 msnm hasta los 560 msnm. La región es atravesada por el río Motagua, el cual es alimentado por numerosos ríos y arroyos procedentes de las sierras.<sup>75</sup>

Mapa 8 Cobertura forestal de Guatemala  
Fuente: Ministerio de agricultura, ganadería y alimentación  
-MAGA-



### 4.3.4 VEGETACIÓN DOMINANTE

La vegetación natural predominante del municipio son arbustos y plantas espinosas, representado el 37.21% del área del departamento, colocando a Gualán como el municipio con mayor cobertura vegetal del departamento de Zacapa. Las especies predominantes son: pino de ocote, encino, roble, cedro, chico zapote, nance y santa maría. La mayor concentración de estos recursos forestales se encuentra en el área de la Sierra de las Minas y la Sierra del Merendón, en donde las condiciones topográficas y climáticas permiten que el crecimiento vegetal sea mayor.

75 perfil ambiental nororiental

## 4.4 VARIABLES SOCIALES

### 4.4.1 DEMOGRAFÍA

Hacia el año 2010, el Instituto Nacional de Estadística (INE) proyectó una población de 39,964 habitantes. Sin embargo, un año antes, en el 2009, la Oficina Municipal de Planificación –OMP– realizó un censo municipal, encontrando que el número de habitantes era de 51,833, dato que, hasta la fecha, sigue siendo utilizado para el diseño y la planificación de proyectos del municipio. Entre ambos censos se encontró una diferencia de 11,869 habitantes, dato que claramente, incide en la toma de decisiones y planificación de proyectos municipales y programas sociales.

#### 4.4.1.1 DENSIDAD POBLACIONAL

Según los datos del censo del INE, la densidad poblacional del municipio es de 58 habitantes por kilómetro cuadrado en el año 2010. Del total poblacional, el 37.60% se ubica en el casco urbano, mientras que el otro 62.40% se ubica en el área rural. Este dato refleja claramente, que en el área rural existe mayor necesidad de atención de los servicios básicos.<sup>77</sup>

#### 4.4.1.2 POBLACIÓN POR GÉNERO Y GRUPOS ETARIOS

De la población total del municipio, se encuentra que el 51% son hombres y el 49% son mujeres. La tabla que se muestra a continuación contiene información acerca de los grupos etarios de Gualán, encontrando que la mayor cantidad de población se encuentra entre los 19 y 59 años de edad.<sup>78</sup>

*Tabla 8 Datos de población por género y grupos etarios  
Fuente: INE, 2010*

	POBLACIÓN			GRUPO DE EDAD				
	TOTAL	GÉNERO		0-4	5-14	15-59	60-64	65+
		H	M					
<b>HABITANTES</b>	39,964	20,223	19,741	5,424	10,531	20,646	1,006	2,357
<b>PORCENTAJES</b>	100	51	49	13.57	26.35	51.66	2.51	5.89

### 4.4.1.3 POBLACIÓN POR GRUPOS ÉTNICOS

Según la información del censo realizado por la OMP, toda la población encuestada se identifica como ladina. Sin embargo, en un estudio realizado por la plataforma Plaza Pública en el año 2012, encontró que sí existen habitantes de la población, xinca maya y garífuna en el municipio, aunque su porcentaje respecto a la población ladina es bajo. Dicho estudio, utilizó los datos que poseía Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia –SEGEPLAN–.<sup>79</sup>

*Tabla 9 Datos de población por grupos étnicos  
Fuente: SEGEPLAN, 2012*

MUNICIPIO	POBLACIÓN XINCA	POBLACIÓN GARÍFUNA	POBLACIÓN MAYA	POBLACIÓN LADINA
GUALÁN	135	11	125	39,051

## 4.4.2 ECONÓMICAS

### 4.4.2.1 PRINCIPALES ACTIVIDADES ECONÓMICAS

Al igual que la mayoría de municipios vecinos de la región, la principal actividad económica de Gualán es la producción agrícola. Los cultivos que predominan son el maíz, el frijol, el cardamomo, el tomate, el chile, la sandía y el pepino. Además, se realizan actividades como ganadería que también son fuente económica principal para las dinámicas del municipio. En general, se puede decir que las actividades agrícolas constituyen la principal fuente de ingresos para la mayor parte de familias del municipio.

comunidades en épocas de siembras y cosechas. Sin embargo, también existen algunas migraciones hacia el departamento de El Petén, la ciudad capital e inclusive hacia los Estados Unidos de América, en busca de nuevas oportunidades con fines laborales, para mejorar su condición de vida y la de sus familias.

### 4.4.2.2 EMPLEO Y MIGRACIÓN

Según las últimas proyecciones del censo del INE, en el año 2002, el 39% de la población es la que se encuentran laborando, siendo de este porcentaje el 77% hombres y el 23% mujeres. Cabe destacar que el sector agropecuario absorbe el 57% de la población laborando, especialmente el trabajo en cultivos. La segunda actividad económica importante, son los trabajos en la industria y construcción, absorbiendo el 14% de la población activa. El restante 29% de la población se encuentra distribuida en el sector de servicios, entre ellos servicios de salud, personales, transporte y comunicaciones. Según registros de la Dirección de Planificación Municipal, la migración temporal de la población es de un 3%, la cual ocurre internamente entre

<sup>77</sup> Luis y Montealegre. Plan de Desarrollo Municipal.

<sup>78</sup> Luis y Montealegre. Plan de Desarrollo Municipal.

<sup>79</sup> Luis y Montealegre. Plan de Desarrollo Municipal.

## 4.4.3 CULTURALES

### 4.4.3.1 HISTORIA

Gualán se caracteriza por ser uno de los municipios más antiguos del departamento de Zacapa, aunque no se tiene certeza de la fecha de su fundación, debido a que no se ha localizado ningún documento que se refiera a ella. Sin embargo, se tiene documentado que en el año de 1,821 se otorgó al municipio el título de "Villa", por disposición de las Cortes de España, pero fue hasta el 11 de octubre de 1,825 que se reconoció a Gualán como municipio de Zacapa. Se ha reconocido, desde tiempos coloniales, como un poblado importante por su profusión de comercio y condiciones de vida. Durante la colonia, existía un fuerte comercio acuático entre la corona española y Guatemala. Por ello, todos los productos eran trasladados por el río Motagua, el cual poseía un extenso caudal, y el poblado servía como punto de almacenamiento de los mismo y trasbordo de pasajeros.

### 4.4.3.2 TRADICIONES

La tradición más importante del municipio es la feria titular en honor al patrono San Miguel Arcángel, la cual se celebra del 3 al 9 de mayo, aunque el día principal es el 24 del mismo mes.

### 4.4.3.3 VALORES PATRIMONIALES

Dentro de los valores patrimoniales se encuentran los edificios de las estaciones del Ferrocarril del Norte, la cual fue construida durante el período del presidente José María Reina Barrios. El tramo del Ferrocarril del Norte, que recorría de Zacapa hasta Puerto Barrios, fue inaugurado el 22 de noviembre de 1896<sup>80</sup>. Dentro del municipio se ubica un edificio en la cabecera municipal y el otro en la aldea Iguana. Actualmente son edificaciones que se encuentran en completo abandono.

---

80 La ilustración Guatemalteca, La línea Norte (Guatemala: Síguere, Guirola y Cia., 1896).





# 5 Diagnóstico actual del manejo

---





# 5

## DIAGNÓSTICO ACTUAL DEL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS EN GUALÁN

Luego de contextualizar las características ambientales y sociales del municipio, se presenta a continuación un diagnóstico de la situación actual. El mismo, se realizó con base en la “Guía Práctica para la Formulación de Planes Municipales para la Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos” que elaboró el DEMARs.<sup>81</sup> La guía está diseñada para formular el Plan de Gestión Integral de los Residuos y Desechos Sólidos –PIRDES– a nivel municipal. Sin embargo, como se indicó anteriormente, este proyecto contemplará específicamente el diseño arquitectónico de la planta de tratamiento, pero se tomará la estructura de la fase de diagnóstico como modelo debido a que permitirá identificar los temas de mayor importancia o prioridad al momento de elaborar el programa arquitectónico.

Esquema 12 Esquema para la elaboración del diagnóstico  
Fuente: DEMARs



<sup>81</sup> El Departamento para el Manejo de los Residuos y los Desechos Sólidos –DEMARs– es la entidad creada por el MARN encargada de orientar las acciones a la reducción de la generación de residuos y desechos sólidos en el origen, la reutilización de materiales, el compostaje, el reciclado y, como última opción, la disposición final adecuada de los residuos y desechos que no pudieron ser valorizados en el proceso, a través del fomento de la creación de empleo dignificado en la gestión para impulsar el desarrollo económico.

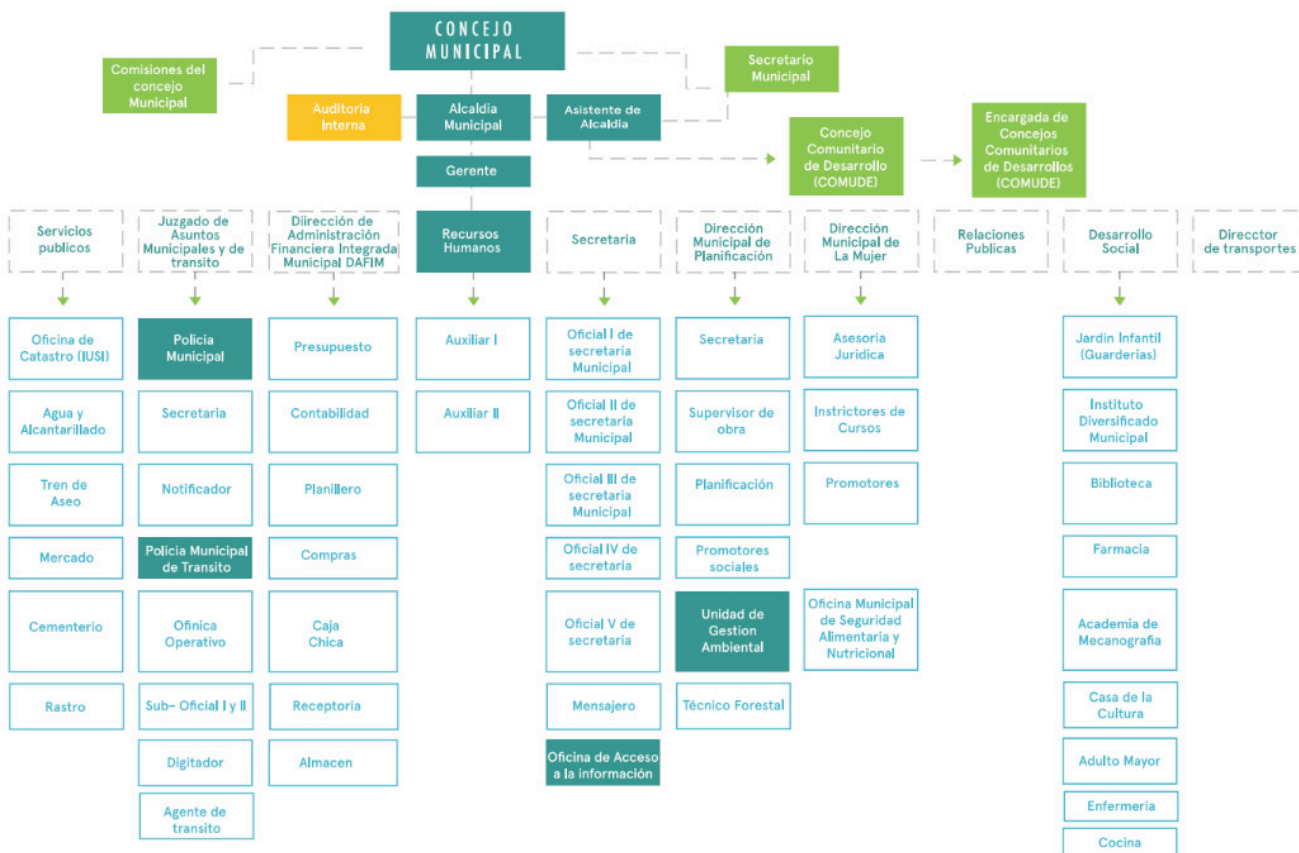
# 5.1 ANÁLISIS DE LOS ACTORES SOCIALES E INSTITUCIONALES

Gualán, al igual que los otros municipios de Guatemala, posee un gobierno municipal, que se encuentra regulado por diversa legislación nacional. El ente rector de este gobierno es el Concejo Municipal, el cual se integra por el alcalde, los síndicos y concejales, electos por el sufragio universal y secreto para un período de cuatro años. Además, también existe el Comité Municipal de Desarrollo (COMUDE), el cual se reúne una vez al mes para exponer y solucionar la problemática que surge. El COMUDE a su vez, está conformado por miembros de los diferentes COCODES, los cuales son los Comités Comunitarios de Desarrollo, y son aquellos que se encargan de velar por la mejora de las aldeas o comunidades en donde residen.<sup>82</sup>

municipal, existen diversas unidades o dependencias que trabajan en temas específicos para el crecimiento y desarrollo del municipio. En la municipalidad de Gualán, la Dirección Municipal de Planificación por medio de su Unidad de Gestión Ambiental, es el ente encargado de velar por el cuidado y manejo ambiental del territorio. Sin embargo, actualmente, la unidad está conformada por dos personas, las cuales se encargan de trabajar en proyectos de reforestación, educación ambiental y reciclaje. Aunque se están realizando estos esfuerzos, no son suficientes, debido a que dentro de la agenda municipal no existen planes o programas bien estructurados que aborden los temas ambientales principales. Además, tampoco existe interés por el manejo de los desechos sólidos.

Internamente, en la organización de la corporación

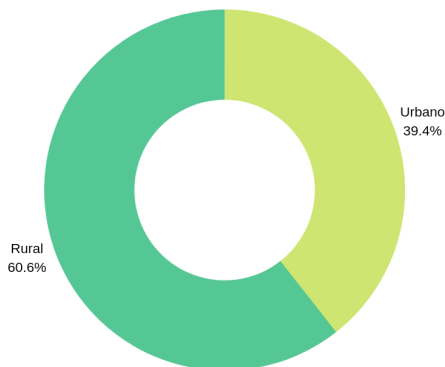
Diagrama 1  
Diagrama de funcionamiento del gobierno municipal de Gualán  
Fuente: Elaboración propia



## 5.2 ANÁLISIS DE ÁMBITOS

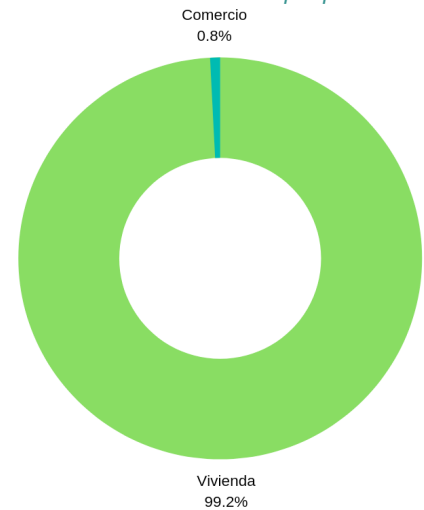
La información que se mostrará a continuación es el análisis de los resultados de una serie de encuestas realizadas relacionadas con la temática de generación y manejo de los desechos sólidos. Las encuestas se realizaron con la finalidad de recabar información, debido a que la Unidad de Gestión Ambiental –UGAM– no contaba con datos respecto al tema, más que un mapa de puntos en donde se ubican los basureros clandestinos en el municipio. Tal y como se mencionó anteriormente, se analizarán seis ámbitos distintos: ambiental, socio-cultural, legal, económico-financiero, institucional y técnico. Previo a discutir los resultados, es relevante anotar que las encuestas se realizaron tratando de cubrir diversos sectores poblados del municipio. Las gráficas a continuación, muestran información sobre las comunidades y los inmuebles encuestados.

Gráfica 1 Tipo de comunidad  
Fuente: elaboración propia

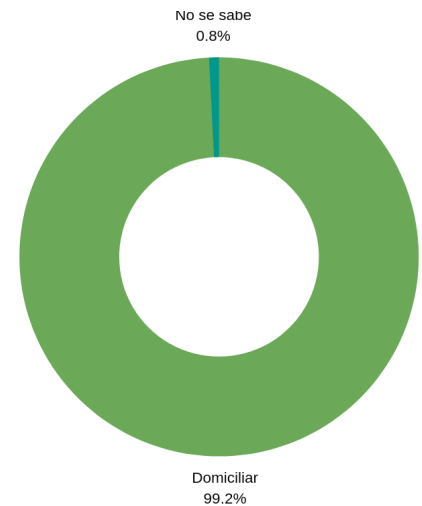


La gráfica 1 muestra el tipo de comunidades visitadas durante la realización de encuestas. Como se puede observar el tren de aseo municipal presta servicio tanto a los lugares poblados ubicados en el área urbana como en el área rural. El gráfico a la izquierda presenta un mayor porcentaje de encuestas en el área rural debido a que la cantidad de habitantes en las aldeas sobrepasa a los del casco urbano.

Gráfica 2 Tipo de inmueble encuestado  
Fuente: elaboración propia



Gráfica 3 Tipo de residuo  
Fuente: elaboración propia



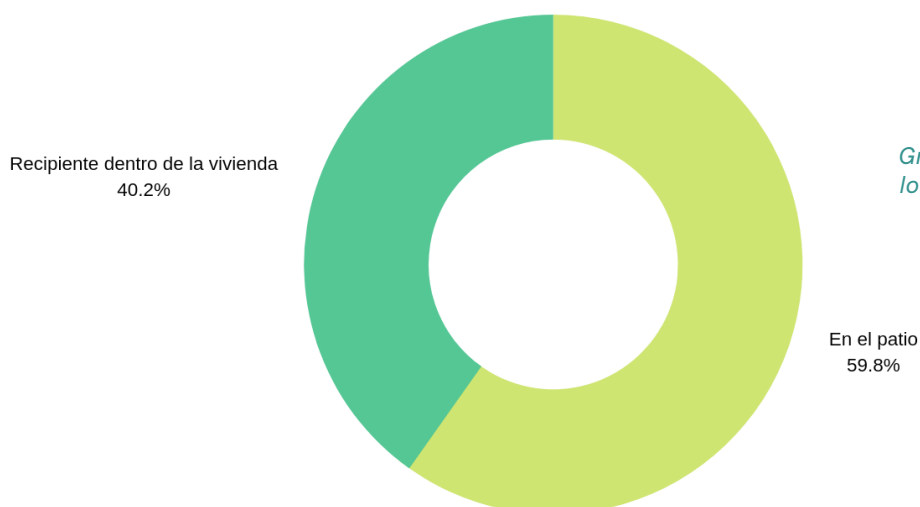
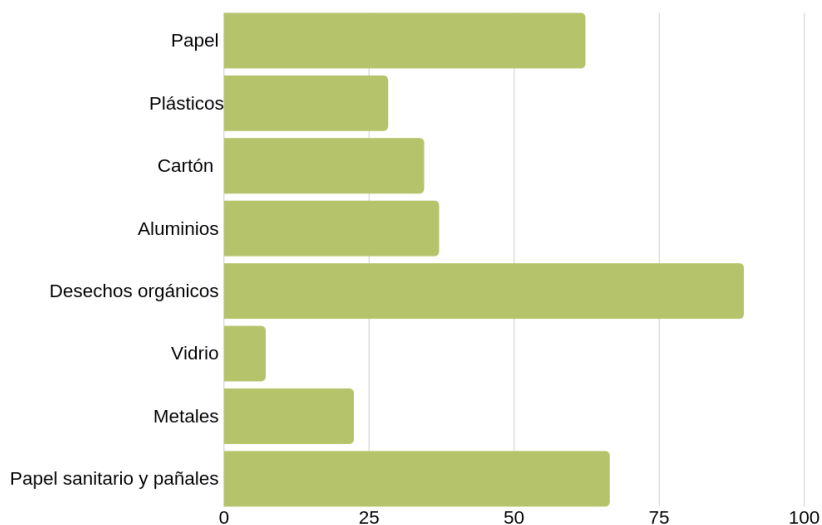
La gráfica 2 muestra el tipo de inmuebles encuestados. En la gráfica se observa que casi el 100% de las encuestas se realizaron en viviendas, únicamente en una de ellas se marcó que existía comercio puesto que dentro de la misma vivienda poseían una pequeña tienda, que era el medio de subsistencia de la familia. Tal como se comentó anteriormente en las delimitaciones del tema, el presente proyecto tiene como finalidad dar tratamiento a todos los desechos sólidos domiciliarios. Sin embargo, es importante tomar en cuenta que dentro del plan de manejo se deben considerar tarifas diferenciadas para todos aquellos inmuebles de usos mixtos que generan más desechos que el promedio, puesto que de esa forma se garantiza que el programa sea sostenible.

## ÁMBITO AMBIENTAL

De forma generalizada, se puede decir que el municipio de Gualán posee abundantes recursos naturales, sin embargo, durante los últimos años estos han sufrido impactos negativos por la contaminación generada por los lugares poblados. A través de los resultados de la encuesta se determinó que la mayor cantidad de desechos producidos son los orgánicos, seguidos por el papel, el aluminio y el cartón, demostrando así la factibilidad funcional de la planta de tratamiento. Asimismo, es importante destacar que alrededor del 60% de los pobladores mantienen los desechos

en el patio de sus viviendas, aumentando las posibilidades de provocar vectores y contaminar los suelos, puesto que, las características climáticas de la región aceleran la descomposición de los mismos. Finalmente, se puede decir que el 100% de los encuestados aseguró que los desechos producidos en su vivienda son llevados al vertedero municipal, sin embargo, al no darle tratamiento alguno, los efectos de los desechos en el medio ambiente son similares a los producidos en los patios de las viviendas.

Gráfica 4 Tipo y cantidad de desechos generados  
Fuente: elaboración propia



Gráfica 5 Lugar en donde depositan los desechos domiciliarios generados  
Fuente: elaboración propia

Gráfica 6 Tipo de sitio en donde se vierten los desechos que recogen de los domicilio  
Fuente: elaboración propia



## ÁMBITO SOCIO-CULTURAL

La encuesta realizada reflejó que la mayoría los pobladores conocen la importancia sobre el cuidado ambiental. Casi el 100% de los encuestados coincide en que los desechos dañan el medio ambiente, sin embargo, solo el 40% separa los residuos que pueden ser reciclados del resto de la basura que producen en su vivienda. Respecto al reciclaje, gran cantidad de encuestados respondió que el tipo de desechos que más separan es el papel y las latas. Además, casi el 100% de los pobladores encuestados coincide en que todos los desechos recogidos por el tren de aseo municipal se dirigen hacia el vertedero. Sin embargo, como se explicó en los antecedentes, únicamente 30 lugares poblados reciben el servicio, por tanto, existen varios puntos en el municipio que se han convertido en basureros clandestinos. Actualmente, la municipalidad ubicó 11 aldeas en donde los pobladores vierten sus desechos en áreas verdes, predios baldíos o a un costado de las carreteras.

La tabla que se presenta a continuación muestra los nombres de las aldeas y la cantidad de basureros clandestinos encontrados en cada localidad. Es importante mencionar que estos 11 lugares poblados reciben el servicio del tren de aseo, por lo tanto, se puede concluir que existe una contradicción entre el nivel de conciencia ambiental, reflejado en la encuesta, y la puesta en práctica de acciones que reduzcan la contaminación mediante desechos sólidos. Por ello, una de las recomendaciones importantes, previo a poner en funcionamiento la planta de tratamiento, es conocer el nivel de satisfacción respecto a la actual recolección y manejo

de los desechos y realizar un estudio económico que analice la capacidad de pago de los usuarios.

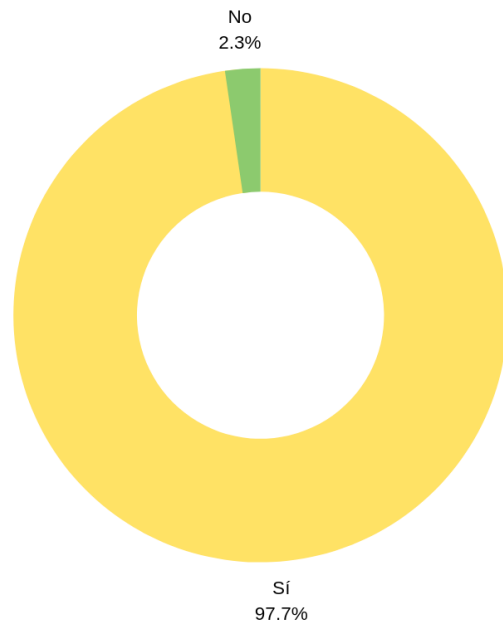
Tabla 10 Lugares poblados en donde existen basureros clandestinos  
Fuente: elaboración propia

LUGAR POBLADO	CANTIDAD DE BASUREROS CLNANDESTINOS
SANTA TERESA IGUANA	3
EL ZARZAL	1
EL CACAO	3
BIAFRA	2
EL TEMPISQUE	1
SHIN SHIN	1
PIEDRAS AZULES	1
LOS JUTES	3
LA VAINILLA	1
CASCO URBANO	1

Gráfica 7 ¿Acostumbra usted clasificar sus desechos?  
Fuente: elaboración propia



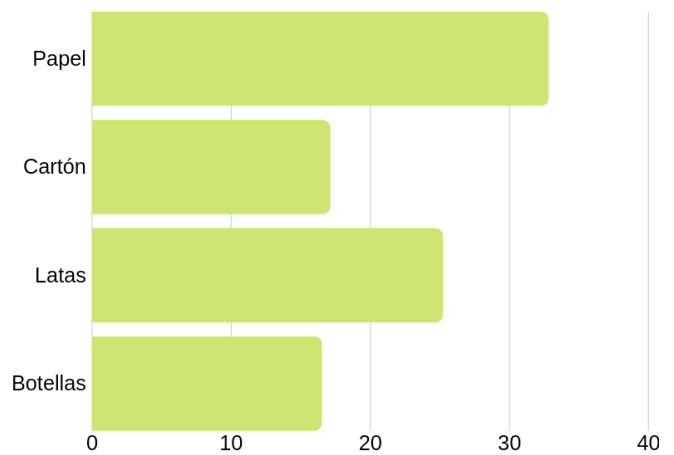
Gráfica 8 De ser sí su respuesta anterior, ¿qué residuos separa del resto?  
Fuente: elaboración propia



Gráfica 9 ¿Conoce o ha escuchado algo sobre plantas de tratamiento de desechos sólidos?  
Fuente: elaboración propia



Gráfica 7 ¿Cree que la basura daña el medio ambiente?  
Fuente: elaboración propia





## ÁMBITO LEGAL

Actualmente, en el municipio de Gualán no existe reglamento alguno relacionado con los desechos sólidos. En la encuesta realizada a los pobladores, se optó por no colocar preguntas relacionadas con el tema puesto que se creyó que no se obtendría información alguna.

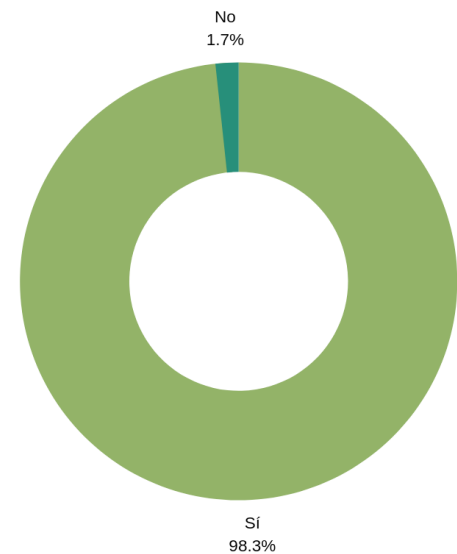
## ÁMBITO ECONÓMICO FINANCIERO

En el ámbito económico financiero, la encuesta consultaba a los encuestados directamente el monto que pagaban por el servicio del tren de aseo municipal. La respuesta del 97% fue de Q6.00 mensual, sin embargo, hubo algunos vecinos que respondieron que la cuota podía subir hasta Q15.00 y Q20.00. En este aumento, se puede asumir que ocurre cuando algún vecino quiere desechar grandes cantidades residuos o desechos no domiciliarios, por lo que los encargados del tren de aseo aumentan la tarifa mensual. Gran parte de la factibilidad económica del proyecto, depende de la disposición y capacidad de pago de los vecinos que recibirán el servicio del tren de aseo, puesto que, tal como lo muestran los casos análogos presentados con anterioridad, en el costo del servicio se debe contemplar vehículos con más capacidad de carga, más personal para operar la planta, costo de los recipientes o contenedores en los que se separará cada tipo de residuo.

Recientemente, en los meses de octubre y noviembre del año 2018, la municipalidad experimentó una crisis financiera para operar el tren de aseo. Según declaraciones del alcalde, los fondos destinados para el pago de combustible y servicio de los vehículos se habían agotado en el mes de septiembre, por lo que se optó por paralizar el servicio totalmente. Dicha situación genera varias reflexiones respecto al tema, la primera de ellas sobre la optimización de los vehículos y la buena planificación de las rutas de recolección y la segunda, del manejo de los fondos exclusivamente para el tren de aseo. Pevio a operar la planta de tratamiento, es de suma importancia realizar un estudio de factibilidad y analizar la cantidad de fondos que deben ser asignados por parte de la municipalidad para operar la misma. Por ello, se recalca nuevamente la importancia de la existencia de una unidad o dependencia que administre la planta de tratamiento y garantice la transparencia de todos los procesos.

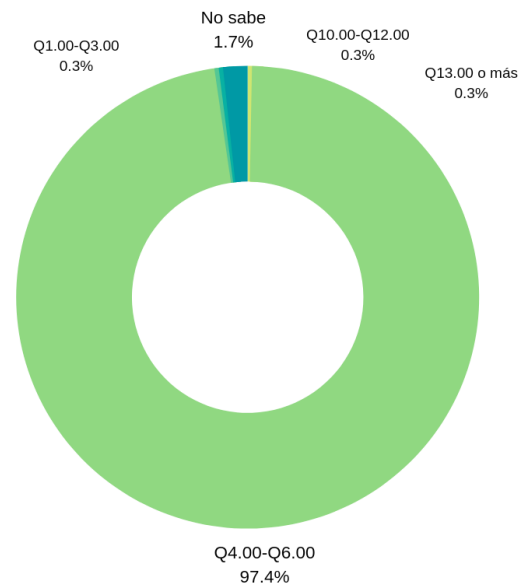
Gráfica 11 ¿Paga por el servicio de extracción de basura?

Fuente: elaboración propia



Gráfica 12 ¿Cuánto paga por el servicio?

Fuente: elaboración propia

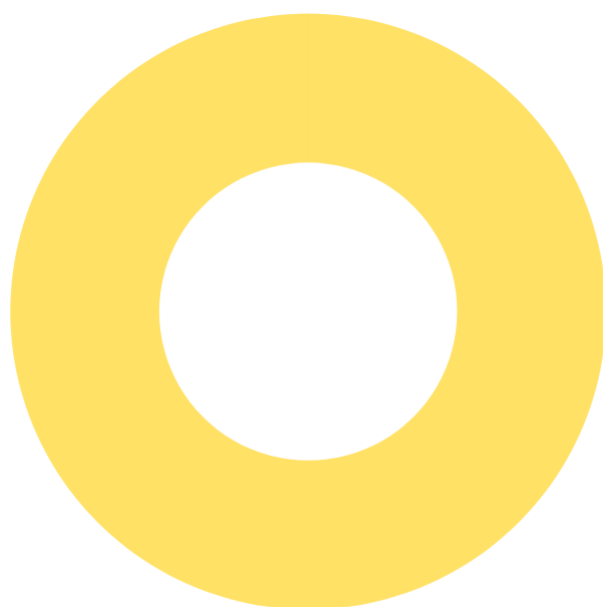


## ÁMBITO INSTITUCIONAL

La encuesta reflejó que el 100% de los pobladores encuestados aseguran que el tren de aseo es administrado por la municipalidad. Además, en la encuesta realizada a los recolectores de desechos en el vertedero, se preguntó si durante el día observaban a carros particulares ingresar a dejar o recoger desechos, obteniendo como respuesta del 100% que no. Con ello, se puede asumir que la planta de tratamiento y la municipalidad como la administradora de la misma tendrán el control de todos los desechos generados por los pobladores. No obstante, es conveniente considerar que, en el momento de operar con los residuos reciclables ya clasificados, pueden surgir individuos o entidades que aprovechen la situación para beneficio propio al vender estos a las empresas recicladoras fuera del municipio. Por consiguiente, dentro del plan de manejo, la municipalidad o el ente administrador deberán considerar estrategias de concientización y manejo de los desechos para garantizar que el 100% de los mismos llegue a la planta de tratamiento.

Gráfica 13 ¿Existe el servicio de tren de aseo en su inmueble?

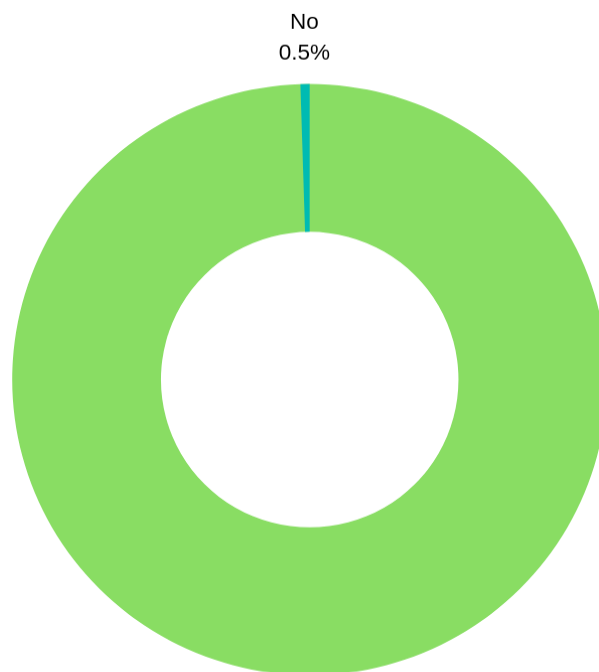
Fuente: elaboración propia



Servicio municipal  
100%

Gráfica 14 ¿Quién administra el tren de aseo que pasa por su vivienda?

Fuente: elaboración propia

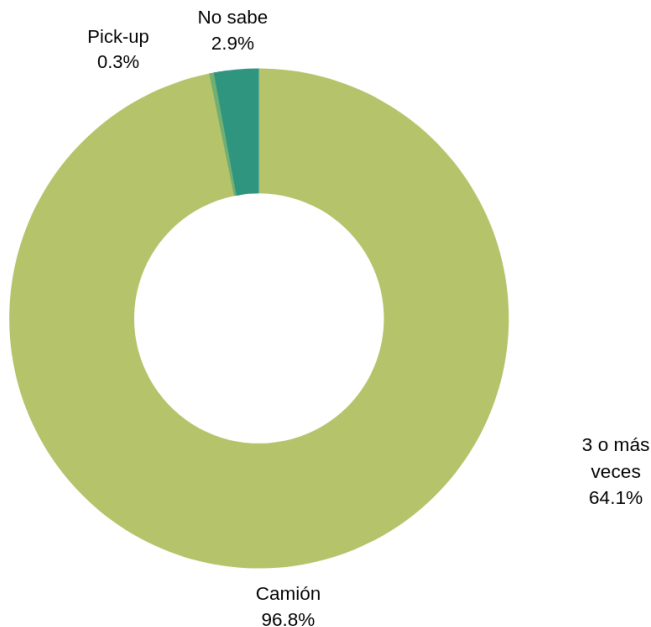


Sí  
99.5%

## ÁMBITO TÉCNICO

Actualmente, existen tres vehículos que forman parte del tren de aseo, siendo ellos dos camiones y un *pick-up*. En la encuesta, más del 60% de los pobladores aseguró que reciben el servicio tres veces por semana, cantidad de días aceptable si lo comparamos con las empresas que prestan el servicio en el municipio de Guatemala, la mayoría recogen los desechos tres veces a la semana en todos los inmuebles. Empero, en la pregunta siguiente, relacionada con el tipo de vehículo en el que reciben el servicio, la mayoría respondió que era por medio de camiones; lo cual hace cuestionar, tal como se mencionó anteriormente, la eficiencia del servicio actual y el manejo de los fondos y recursos utilizados para la prestación del mismo. Para que la planta de tratamiento inicie su funcionamiento al 100%, será importante realizar un análisis de las rutas y tiempos de recolección del tren de aseo, para garantizar que los vehículos existentes, y los nuevos por adquirir, se optimicen de la mejor manera.

Gráfica 15 ¿En qué vehículo le proporcionan el servicio?  
Fuente: elaboración propia



Gráfica 16 ¿Con qué frecuencia pasa el tren de aseo por su inmueble?  
Fuente: elaboración propia



## 5.3 ANÁLISIS DE SITIO

El análisis de sitio se refiere a una evaluación que se realiza al terreno del proyecto en desarrollo y que sirve para conocer características del mismo que puedan ser determinantes para la propuesta de diseño. Es importante mencionar que el análisis de sitio se realiza previo a iniciar con la fase de diseño, pues como se dijo anteriormente pueden existir condicionantes que alteren el mismo en el momento de visitar el sitio. A continuación, se presenta el análisis de sitio para el proyecto de la planta de tratamiento para el municipio de Gualán. El mismo se estructura en dos partes, en la primera de ellas se describirá la ubicación del sitio y en la segunda, se explicarán las características del mismo y se evaluarán algunas condicionantes del terreno. Previo al análisis detallado del sitio en estudio es importante mencionar algunos datos relevantes de la cabecera municipal, puesto que el terreno se ubica dentro del mismo. Actualmente, el casco urbano cuenta con una población de 13,679 habitantes, los cuales se distribuyen en diez barrios.

### UBICACIÓN DEL PROYECTO

Actualmente, la municipalidad de Gualán cuenta con un vertedero a cielo abierto el cual será el terreno utilizado para la planificación de la nueva planta de tratamiento de desechos sólidos. El sitio se ubica contiguo a la cabecera municipal, aproximadamente a un kilómetro del parque central. Como se mencionó anteriormente en las características orográficas del municipio, Gualán se caracteriza por poseer un suelo con bastante relieve y varios cuerpos de agua que cruzan los lugares poblados. Como se muestra en el mapa a continuación, el sitio del vertedero no es la excepción a las características descritas anteriormente cuenta con una depresión en el suelo formada por la vertiente del río Naranjo, el cual bordea la cabecera y se une al río Motagua, se ubica a 500 metros del terreno en estudio. Éste quizá sea uno de los datos más relevantes en cuanto a los impactos ambientales que puede provocar la planta de tratamiento, debido a que el manto freático se ubica a pocos metros de profundidad, por lo que los lixiviados y cualquier otro contaminante provocando por la planta deberá ser tratado con prioridad durante la fase de operación. Es importante mencionar que el sitio cuenta con una vía de acceso y se puede llegar desde el parque central tomando la calle que se dirige hacia la aldea de Piedras Azules. Algunos puntos de referencia cercanos al terreno son el cementerio general el cual se ubica a 700 metros y el Instituto de Básicos Municipal –IBM–, el cual dista 500 metros.

*Mapa 9 Ubicación del vertedero  
municipal respecto al casco urbano  
Fuente: elaboración propia*

## CARACTERÍSTICAS DEL SITIO

La tabla que se muestra a continuación, es una ficha de campo que se utilizó durante la visita al sitio. Los elementos que en la ficha se evaluaron fueron la accesibilidad, los servicios básicos, la topografía, el equipamiento y vivienda, las vistas, el soleamiento y ventilación, los cuerpos de agua cercanos, y la vegetación. La tabla ponderó de

cero a tres cada criterio, siendo cero el valor más bajo, cuando el criterio a evaluar no existe dentro del sitio, y tres el más alto. Además, se agregaron observaciones en la última columna para profundizar un poco más en las características de cada criterio evaluado. Luego de la tabla, se encontrarán algunos mapas que ejemplifican las características del sitio.

<b>Ficha de campo: análisis de sitio</b>			
La siguiente ficha deberá ser completada anotando en la columna de "Pts." La cifra que el evaluador considere pertinente, tomando como puntuación más alta tres, la cual representa buenas condiciones, y cero como puntuación más baja, la cual representa malas condiciones. El número uno y dos será utilizada como puntuación medio, en caso de que un criterio se cumpla o sí exista, pero las condiciones no sean			
	<b>CRITERIO</b>	<b>PTS.</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
<b>ACCESIBILIDAD</b>	Se puede acceder al sitio por una vía de orden principal.	2	Sí existe una vía de acceso, sin embargo, es de carácter secundario.
	La vía de acceso se encuentra en buenas condiciones y es de dimensiones aceptables.	2	La vía de acceso posee dimensiones adecuadas, sin embargo, no se encuentra pavimentada, por lo que durante el período de invierno puede complicarse el ingreso de vehículos.
	El terreno se encuentra limitado en todos o la mayoría de los bordes por vías de circulación pavimentadas.	1	El sitio únicamente cuenta con muro perimetral en la parte frontal.
<b>SERVICIOS BÁSICOS</b>	El sitio cuenta con instalación de agua potable.	3	El sitio cuenta con instalación de agua potable.
	El sitio cuenta con instalación de electricidad.	0	No se cuenta con instalación eléctrica
	El sitio cuenta con drenajes.	0	No se cuenta con drenajes.
<b>TOP.</b>	La pendiente predominante del terreno se encuentra entre 3-5%.	3	El terreno posee buenas condiciones topográficas, por lo que el movimiento de tierras será leve.
<b>EQUIPAMIENTO Y VIVIENDAS</b>	Se pueden ubicar viviendas cercanas al sitio en un radio de 500 metros.	2	Existen algunas viviendas cercanas debido a invasiones en terrenos municipales. Sin embargo, se observó que las viviendas no eran construcciones formales, por lo que de ser necesario se puede reubicar a las familias en otro sitio.
	Se puede ubicar equipamiento de salud cercano al sitio en un radio de 500 metros.	3	El centro de salud se encuentra en el extremo opuesto de la cabecera municipal.
	Se puede ubicar equipamiento de educativo cercano al sitio en un radio de 500 metros.	1	A 500 metros se encuentra el Instituto de Básicos Municipal -IBM-.

	Se puede ubicar equipamiento especial cercano al sitio en un radio de 500 metros.	3	A 700 metros se encuentra el cementerio general.
VISTAS	El terreno cuenta con vistas importantes hacia paisajes urbanos o naturales.	3	Desde el vertedero se puede apreciar el río Naranjo y parte del casco urbano.
	Existen barreras visuales considerables en alguno de los bordes del terreno.	0	Por no poseer un muro perimetral en la mayoría de sus bordes el sitio no tiene barreras visuales considerables.
SOLEAMIENTO Y VENTILACIÓN	El terreno se encuentra ubicado en la sección longitudinal en el eje este-oeste.	0	El eje longitudinal del sitio se encuentra ubicado en dirección NE SO, por lo que se deberá considerar medidas de mitigación pasivas para las condiciones climáticas.
	El viento predominante fluye hacia el terreno de forma que no acarree malos olores de otros sitios a la redonda.	3	El viento predominante favorece la ubicación del sitio, haciendo que los olores provocados por los desechos viajen en sentido contrario a la ubicación de viviendas,
CUERPOS DE AGUA	Existen cuerpos de agua importantes cercanos al sitio en los que el proyecto pueda tener algún impacto.	1	A 500 metros del terreno se encuentra el río Naranjo, vertiente del río Motagua.
VEGETACIÓN	Existe vegetación y áreas verdes cercanos al sitio en los que el proyecto pueda tener algún impacto.	1	Los sectores aledaños al sitio aún se encuentran sin ser ocupados por lo que se deberá preservar el entorno natural que actualmente existe.
<b>Total</b>		<b>28/37</b>	
<p>Se concluye que el sitio en donde actualmente se ubica el vertedero municipal, posee características potencialmente buenas para el diseño de la nueva planta de tratamiento. Sin embargo, existen aspectos importantes a tomar en cuenta, como los servicios básicos y la existencia de cuerpos de agua cercanos, que deben resolverse para permitir que el proyecto se desarrolle de la mejor.</p>			

*Mapa 10 Análisis de factores  
ambientales*

*Fuente: elaboración propia*



*Mapa 11 Análisis de factores  
ambientales*

*Fuente: elaboración propia*

*Mapa 12 Análisis de factores  
ambientales*

*Fuente: elaboración propia*



6

# Conceptualización

---





# 6

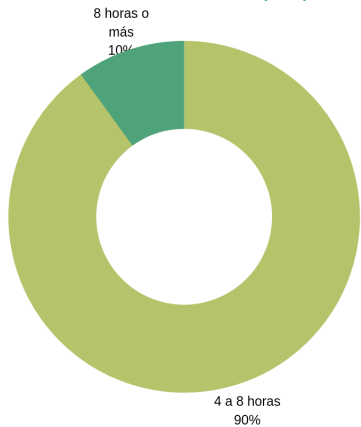
## CONCEPTUALIZACIÓN

### 6.1 DATOS PRELIMINARES

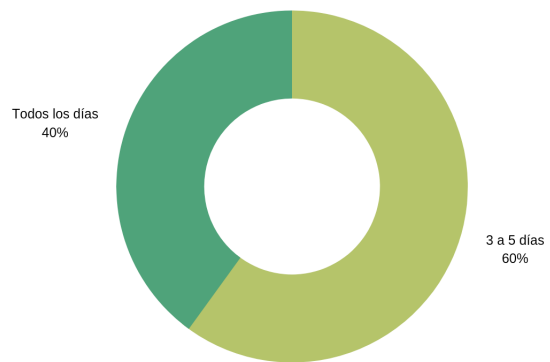
En el siguiente apartado, se definirá el programa arquitectónico del proyecto en estudio. Un programa arquitectónico se determina como el compendio de necesidades espaciales que requiere un proyecto, las cuales deben ser vinculadas y jerarquizadas para lograr *comfort* y habitabilidad dentro de edificio. Esta información se obtiene de dos fuentes distintas. La primera de ellas es el análisis previamente realizado en los capítulos anteriores, en donde se estudia el contexto del proyecto y las condiciones en las que el mismo se desarrollará. La segunda fuente es mediante una entrevista y acercamiento que se tiene con el cliente y/o usuarios del proyecto. En el caso de la planta de tratamiento para el municipio de Gualán, esta última fuente de información se obtuvo directamente de los usuarios, los “guajeros”, los cuales fueron encuestados con la “Boleta tipo B: recolectores de desechos” mostrada con anterioridad en la metodología. De la encuesta realizada, se tomaron las preguntas más relevantes relacionadas con la formulación del programa arquitectónico para mostrar las inquietudes y necesidades de los recolectores de desechos, las cuales se muestran a continuación.

El 90% de los encuestados respondió que se encuentra en el vertedero la mayor parte de su tiempo. Se puede asumir que muchos de los recolectores, toman la clasificación de desechos como un trabajo a tiempo completo, pues la mayoría permanece cinco días a la semana por ocho horas al día en el vertedero. En tal sentido, es importante considerar espacios confortables para los usuarios

Gráfica 17 ¿Cuántas horas pasa al día en el vertedero?  
Fuente: elaboración propia

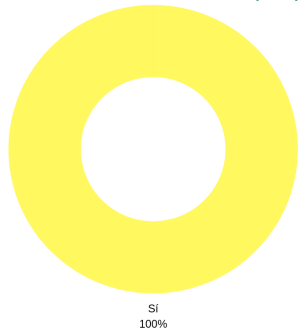


Gráfica 18 ¿Cuántos días a la semana trabaja en el vertedero?  
Fuente: elaboración propia



Actualmente, de acuerdo a las fotografías e información mostrada en el análisis de sitio, se observó que no existen facilidades o servicios para los recolectores de desechos. En tal sentido, tal como lo muestran las respuestas de la encuesta, es necesario considerar dentro del programa arquitectónico áreas de aseo, áreas de descanso y comedores dentro del programa arquitectónico.

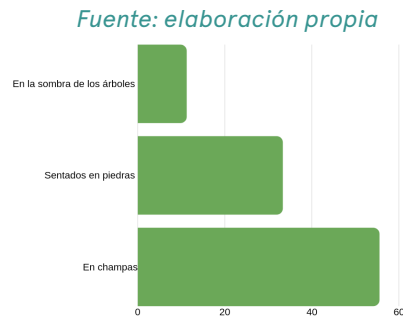
Gráfica 19 ¿Cree necesario un servicio sanitario dentro del vertedero?  
Fuente: elaboración propia



Gráfica 21 ¿Le gustaría tener un área techada para cubrirse del sol?  
Fuente: elaboración propia



Gráfica 20 Si pasa su hora de almuerzo dentro del vertedero, ¿en dónde consume sus alimentos?  
Fuente: elaboración propia



Gráfica 22 ¿Tiene en dónde lavarse las manos y asearse después de sus labores?  
Fuente: elaboración propia



Es importante decir que el programa arquitectónico obliga a pensar en cada una de las necesidades del proyecto, así como a pensar en el lugar de las personas que ocuparán o habitarán el proyecto. Por tal motivo, previo a enlistar todos los espacios que conformarán los edificios de la planta de tratamiento, se necesitó calcular la cantidad de desechos que ingresará a la misma diariamente para poder proyectar las áreas a necesitar. Para conocer dicha cantidad, se tomó como valor de referencia el dato de 0.51 kg/habitante/día<sup>83</sup>. Cabe destacar que debido a que la Municipalidad de Gualán carece de información y datos relacionados con el tema, se utilizó una referencia del municipio de Guatemala, puesto que de forma generalizada se puede decir que los patrones de consumo no varían a nivel nacional. Posteriormente, se estudió la ruta que el tren de aseo toma actualmente y se calculó tomando como referencia la población proyectada en la metodología anteriormente, la cantidad de desechos que produce cada lugar poblado por día.

Tabla 11 Cálculo de cantidad de desechos producidos por habitante por día

La tabla que se muestra a continuación, contiene la información de cada lugar poblado, el total de los desechos producidos y una columna al final de la misma en donde se calculó el promedio de desechos que ingresará a la planta de tratamiento cada día.

Parámetro de referencia:		0.519 kg/habitante/día			
	Lugar poblado	Habitantes	Kg de desechos producidos	Total por día	Promedio en kg
Lunes	Casco urbano	13,679	7,099	10,116	5,600
	La Verapaces	876	455		
	Santiago	1,827	948		
	Tempisque	242	126		
	Shin Shin	1,829	949		
	El Triunfo	658	342		
Martes	Los Limones	381	198	5,931	
	Mayuelas	4,849	2,517		
	Valle del Motagua	1,066	553		
	La Mofang	1,481	769		
	Manzanotal	391	203		
	Juan Ponce Arriba	904	469		
Miércoles	Casco urbano 20%	2,736	1,420	8,727	
	Casco urbano	13,679	7,099		
	Juan Ponce Abajo	904	469		
	Achiotes	709	368		
	Arenal	737	383		
	Los Limones	381	198		
Jueves	Las Casitas los limones	405	210	4,634	
	La Mofang	1,481	769		
	Valle del Motagua	1,066	553		
	Mayuelas	4,849	2,517		
	Doña María	610	317		
	Mestizo	241	125		
Viernes	El Tecolote	192	100	9,663	
	García	277	144		
	Casco urbano 30%	213	110		
	Casco urbano	13,679	7,099		
	Guayabal	49	25		
	El Zarzal	237	123		
	Samaría	109	57		
	El Lobo	1,261	654		
	Encinitos	536	278		
Sábado	Shin Shin	1,829	949	65	
	El Triunfo	658	342		
Domingo	Llano Largo	260	135	65	
	Mercados municipales	125	65		
Total de kg de basura semanales			39,200		

83 Dato generado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales a través de un estudio realizado en el municipio de Guatemala. Otto Sandoval, «Presentación de Guía práctica para la formulación de planes municipales para la gestión integral de residuos y desechos sólidos.», en Biólogo (Guatemala, Guatemala: DEMARDs, 2018).

Es importante mencionar que, en la encuesta realizada a los recolectores de desechos, se colocó una pregunta que indagaba sobre la cantidad de camiones que ingresaban al vertedero diariamente. Con la respuesta a la pregunta, se pretendía conocer la cantidad de desechos que ingresaban al vertedero día con día. Sin embargo, al evaluar los resultados se encontró que la cantidad de camiones que ingresaban al vertedero no era una unidad de medida certera, puesto que los mismos podían, o no, llevar más o menos basura de la capacidad del camión. Por lo tanto, las respuestas a estas preguntas fueron eliminadas, sin embargo, a continuación, se muestra el resultado:

Gráfica 23 ¿Cuántos camiones municipales observa que ingresan al vertedero al día?  
Fuente: elaboración propia



La unidad de medida planteada en la . pregunta no es válida. Todos los encuestados aseguran observar que ingresan dos camiones diariamente, sin embargo, no se sabe la cantidad de desechos que cada uno de los camiones lleva

## 6.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS

Otro de los factores determinantes, previo a elaborar el programa arquitectónico para una planta de tratamiento, es conocer la composición de los desechos. Nuevamente tomando como referencia un estudio realizado previamente para el municipio de Guatemala, se conoce que del 100% de los desechos:

Esquema 13 Composición de desechos sólidos  
Fuente: adaptado de DEMARD





Por lo tanto, se puede concluir que diariamente de las 5,600 toneladas de desechos que ingresarán a la planta.



## 6.3 MOBILIARIO, HERRAMIENTAS Y EQUIPO

Tabla 12 Contenedores para el almacenamiento de RSU

Fuente: Ingeniería ambiental por Gerard Kiely

Previo a establecer el programa arquitectónico, se revisó el mobiliario, herramientas y equipo que se utilizarán en la planta de tratamiento para el manejo de los desechos. Este es uno de los análisis más importantes para determinar el tamaño de las áreas de trabajo, ya que, debido a que no se encontró normativa alguna que estableciera dimensiones adecuadas para las actividades que se desarrollan en una planta de tratamiento, se tomará como referencia las dimensiones de los equipos y maquinarias que existen actualmente en el mercado.

Tipo de contenedor	Tamaño de contenedor (m)	Volumen (l)			Ilustración
		l	m <sup>3</sup>	ton	
Bolsas					
Plástico	1 x 0.9	110 a 160	0.11 a 0.16		
Papel	1 x 0.9	110 a 160	0.11 a 0.17		
Bolsas en contenedores	1 x 0.9	110 a 160	0.11 a 0.18		
Contenedores sobre ruedas	1 x 0.54 x 0.48	120	0.12		
	1.1 x 0.61 x 0.55	190	0.19		
	1.1 x 0.72 x 0.58	240	0.24		
	1.1 x 0.79 x 0.77	390	0.39		
Contenedores multiviviendas sobre ruedas	1.5 x 2 x 1.2	600 a 1,000	6 a 10	0.006 a 0.01	
Contenedores comunitarios vidrio/metal	2 x 2 x 1.5		0		
Skips de reciclado			0		
	Mini	.2 x 1.2 x 1.2	1700	1.7	
	Maxi	1.1 x 3 x 1.8	6000	6	
Jumbo	1.8 x 4.5 x 1.8	14500	14.5		
Contenedores		10,000 a 25,000	10 a 25	0.01 a 0.025	
Contenedores para camiones	2.4 x 3.6 x 6	40,000	40	0.04	

Tabla 13 Tipos de vehículos y sus características para la recolección de los desechos sólidos

Fuente: elaboración propia

Clasificación	Tipo	Características			Ilustración
		Funcionamiento	Dimensiones en m	Capacidad	
Camiones articulados	Camión tradicional de volteo	Usa pistones hidráulicos para elevar la parte de la caja del camión volcado que se encuentra más cerca de la cabina. La caja de volteo se inclinará y verterá todo lo que está contenido en su interior. El ángulo de volteo puede ser de 30° o 45°, y la inclinación puede ser lateral o hacia atrás. <sup>84</sup>	3.05 x 2.20 x 1.05	7 m <sup>3</sup>	
			6.05 x 2.20 x 1.05	14 m <sup>3</sup>	
	Compactador lateral <sup>85</sup>	Posee puertas laterales, utiliza pistones para activar una plancha que compacta la basura de adelante hacia atrás. Para la descarga la puerta trasera se eleva hacia arriba y los desechos salen hacia atrás.	8.85 x 2.48 x 3.25	7 m <sup>3</sup>	
			8.85 x 2.48 x 3.25	10 m <sup>3</sup>	
			8.90 x 2.48 x 3.25	12 m <sup>3</sup>	
			contenedor haciendo que este gire sobre el camión y vertiendo los desechos en la caja principal.	9.69 x 2.50 x 3.29	16 m <sup>2</sup>
Camión con compartimentos múltiples		Posee varios compartimentos en donde se vierten los desechos ya clasificados.	-	-	
Camiones aspiradores		Usa un tubo de hasta 100 metros de longitud que sirve para zonas de acceso limitado. El tubo funciona como una aspiradora y recolecta todos los desechos en la caja principal.	-	-	
Montacargas	Eléctrico	Se pueden alcanzar alturas de hasta 5.50 metros. Sus ruedas son de poliuretano, por lo cual necesitan un piso relativamente con pocas imperfecciones. Algunos modelos poseen una plataforma rebatible, para que el conductor pueda montarse y desplazarse sin caminar en trayectos largos.	3.83 x 2.60 x 3.48	1,500 kg	





84 «MÉXICO VEHÍCULO CON CAJA DE VOLTEO DE 7 m<sup>3</sup> ESPECIFICACIÓN CFE P0000-51 AGOSTO 2005», accedido 27 de mayo de 2019, <https://lapem.cfe.gob.mx/normas/pdfs/u/P0000-51.pdf>.

85 INPAK, «Camiones para basura», accedido 27 de mayo de 2019, <http://www.inpakequips.com/camiones-para-basura.html>.

86 INPAK

87 INPAK

Tabla 14 Tipos de máquinas y mobiliario y sus características para la recolección de desechos sólidos  
Fuente: elaboración propia

Máquina	Área en donde se ubica	Funcionamiento	Dimensiones	Ilustración
Triturador	Compostaje	Muele o destroza toda clase de alimentos, por medio de una serie de martillos rotativos que impactan repetidamente el producto en su interior, reduciendo su tamaño hasta hacerlo pasar a través de una criba perforada. <sup>88</sup>	<b>Tamaño de la máquina</b> Ancho (m) 0.85 Largo (m) 1.00 Altura (m) 1.50  <b>Carga y descarga</b> Altura de carga: 1.45 m Altura de descarga: 0.65 m	
Cinta transportadora	Clasificación del reciclaje	Funciona con rodillos situados en la parte inferior en forma de V. La longitud de los fotogramas intermedios que construyen los módulos pueden. La capacidad de transporte máxima es de 100 toneladas por hora. <sup>89</sup>	<b>Tamaño de la máquina</b> Largo (m) 2.00 a 6.00 Ancho (m) 0.40, 0.50, 0.60, 0.80	
Alimentador de banda	Clasificación del reciclaje	Alimenta y dosifica el material garantizando que sobre la banda siempre exista una dosis continua de producto sobre la misma. El caudal de alimentación es regulable mediante la altura de la capa del producto. <sup>90</sup>	<b>Tamaño de la máquina<sup>91</sup></b> Altura (m) 0.91 Ancho (m) 0.94 Largo (m) 1.85	
Prensa horizontal hidráulica	Clasificación del reciclaje	Se utiliza únicamente para compactar el cartón y el plástico. Utiliza una conexión trifásica. Para su funcionamiento se llena la tolva y se activa la máquina para iniciar el proceso de compactación. Cuando se indica que los elementos fueron prensados correctamente se amarra con alambre y las máquinas expulsan las balas automáticamente. Las pacas producidas por la máquina pueden pesar 450 kg (según el material que se utilice) y se pueden estibar y almacenar fácilmente sobre distintos tipos de pallets.	<b>Tamaño de la máquina</b> Altura (m) 2.21 Ancho (m) 1.50 Largo (m) 4.85  <b>Dimensión de las balas</b> Altura (m) 0.80 Ancho (m) 1.10 Largo (m) 1.20  <b>Apertura de la puerta</b> Altura (m) 1.00 Ancho (m) 0.90	

MECALUX, «Trituradores de alimentos - Maquinaria para alimentación», accedido 27 de mayo de 2019, <https://www.logismarket.com.mx/trituradores-alimentos/3356761440-cp.html>.  
<https://www.cintasa.com/es/productos/alimentadores/alimentadores-de-banda/>

<http://www.tusa.es/alimentadores.html>  
[http://www.tusa.es/images/catalogos/tusa\\_alimentadores\\_de\\_banda.pdf](http://www.tusa.es/images/catalogos/tusa_alimentadores_de_banda.pdf)

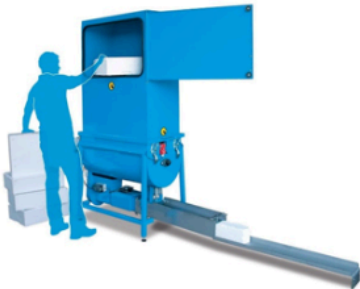


Compactador	Clasificación del reciclaje	<p>Compactador de poli estireno, también llamado duroport. Reduce el volumen de los desechos en una proporción de 40 a 1, produciendo bloques de hasta 300 kg por m3. Para su funcionamiento se carga la tolva y se activa la máquina.</p>	<p>Tamaño de la máquina</p> <p>Altura (m) 2.18 Ancho (m) 1.35 Largo (m) 0.78</p> <p>Dimensión de las balas</p> <p>Altura (m) 0.37 Ancho (m) 0.37</p>	
		<p>Compactador de latas. Para su funcionamiento se compactan las latas de una en una. Como primer paso se colocan las latas, de hasta 30 L, en el compartimento principal. Se activa la máquina para aplastar el contenido y al finalizar se extraen las mismas manualmente. Las latas compactadas ocupan un 90% menos espacio que las llenas.</p>	<p>Tamaño de la máquina</p> <p>Altura (m) 2.18 Ancho (m) 1.35 Largo (m) 0.78</p> <p>Apertura de la puerta</p> <p>Altura (m) 0.51 Ancho (m) 0.86 Largo (m) 0.46</p>	
Estantería	Clasificación del reciclaje	<p>También llamado rack paletizado. Capacidad de carga de hasta 1,000 kg por rack. Diseño de dos y tres niveles.</p>	<p>Tamaño del rack<sup>92</sup></p> <p>Altura (m) 3.50 Ancho (m) 1.10 Largo (m) 1.50</p>	 <p>CAPACIDAD DE ALMACENAJE: 24 PALETAS SUELO + 3 NIVELES DE CARGA</p>

Tabla 15 Cuadro síntesis de la cantidad de contenedores, vehículos mobiliario y maquinaria que se utilizará dentro de la planta

	<b>TIPO</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>CONTENEDORES</b>	Contenedores sobre ruedas	40
	Contenedores para camiones	6
	Contenedores comunitarios	6
<b>VEHÍCULOS</b>	Camiones compactadores traseros de 7 m <sup>3</sup>	6
	Camiones de compartimentos múltiples	6
	Montacargas	2
	Retroexcavadora	1
<b>MAQUINARIA</b>	Triturador	1
	Cinta transportadora	4
	Alimentador de banda	4
	Prensa horizontal hidráulica	1
	Compactador	1
<b>MOBILIARIO</b>	Racks	12

## 6.4 PROGRAMA ARQUITECTÓNICO

La planta de tratamiento, tal como se describió con anterioridad, se ubicará en el sitio en el que actualmente es el vertedero municipal. Dicho terreno cuenta con un área de 25,000 metros cuadrados, por lo que existe el área necesaria para desarrollar todo el programa arquitectónico. Actualmente, el vertedero se encuentra en funcionamiento, por lo que el área norte del terreno ya se encuentra en uso trata de ser un relleno sanitario, por tanto, se diseñó el complejo hacia el sur para seguir utilizando la parte norte como el área para tratar toda la basura que no puede ser reciclada.

El proyecto se conforma de tres grandes áreas, las cuales agrupan las edificaciones por su función. En el esquema a continuación se describe la zonificación de las áreas.

### ÁREA EDUCATIVA

El área educativa se ubica al inicio del ingreso a la planta. Este cuenta con un área destinada a la exposición del proceso de tratamiento de la basura, una sala de audiovisuales y cuatro salones para capacitación del personal. Además, en dicho edificio se ubica el área administrativa del complejo.

### ÁREA DE TRATAMIENTO

El área de tratamiento se compone de tres edificios en donde se clasifica y revisan los desechos. En ellos se compactan y se envían hacia las plantas de reciclaje. En el edificio del compostaje se trata la basura orgánica y todo aquello que no pueda ser reciclado o hecho composta es enviado al área de relleno sanitario.

### ÁREA DE SERVICIO Y RELLENO SANITARIO

El relleno sanitario es el área destinada a la disposición final. Esta porción del terreno es la actualmente se ha utilizado como vertedero, por lo que se espera que con el tratamiento adecuado pueda ser un área aprovechable en un futuro. Contiguo al relleno sanitario, se ubica el área de servicio y mantenimiento para los camiones y maquinaria que se necesitan para operar en la planta.

	Ambiente	Cant.	Usuarios	Norma de referencia	Área de normativo (m2)	Área propuesta	Área de circulación	Total
Educativo	Vestíbulo	1	50	NRD2	1.39	69.5	13.9	83
	Área de estar	1	40	NRD2	1.39	55.6	11.12	67
	Salón de capacitaciones	3	40	NRD2	1.39	55.6	11.12	67
	Sala de exposiciones	1	50	NRD2	0.65	32.5	6.5	39
	Batería de s.s.	1	10	Plazola	*	45	9	54
Administración	Recepción	1	2	NRD2	1.39	2.78	0.556	3
	Sala de espera	1	2	NRD2	1.39	2.78	0.556	3
	Contabilidad	1	3	NRD2	6	18	3.6	22
	Archivo de contabilidad	1	3	NRD2	6	18	3.6	22
	Gerencia	1	1	NRD2	6	6	1.2	7
	Sala de reuniones	1	12	NRD2	1.39	16.68	3.336	20
	Bodega	1	1	*	*	45	9	54
	S.S. uso público	1	4	Plazola	*	45	9	54
	S.S. de gerencia	1	1	Plazola	*	3.5	0.7	4
Compostaje	Selección y separación	1	10	*	*	110	22	132
	Trituración	1	2	*	*	12	2.4	14
	Pilas de degradación	1	10	*	*	205	41	246
	Secado	1	10	*	*	90	18	108
	Cernido	1	10	*	*	55	11	66
	Empacado	1	15	*	*	55	11	66
	Bodega general	1	5	*	*	65	13	78
Clasificación de	Área de descarga	1	5	*	*	30	6	36
	Área de depuración	1	30	*	*	500	100	600
	Área de compactación y empaque	1	10	*	*	200	40	240
	Área de almacenaje	1	10	*	*	400	80	480
	Área de carga	1	5	*	*	30	6	36
Supervisión y área de aseo	Oficina de supervisor	1	1	NRD2	6	20	4	24
	S.S. supervisor	1	1	*	*	3.5	0.7	4
	Batería de s.s.	1	30	*	*	45	9	54
	Lockers	1	50	*	*	30	6	36
Ingreso/Egreso	Área de controles	1	2	*	*	2	0.4	2
	Habitación	1	1	*	*	8	1.6	10
	S.S.	1	1	*	*	3.5	0.7	4
Taller	Área de reparación	1	3	*	*	50	10	60
	S.S.	1	1	*	*	7	1.4	8
<b>Total de área construida</b>						<b>2,337</b>	<b>467</b>	<b>2,804</b>
Estacionamientos	<b>Criterio para plazas de vehículos regulares: 1 cada 200 m<sup>2</sup><sup>93</sup></b>							
	Cantidad de parqueos requeridos:	12	Área de c/ plaza (m2):		18			210
	<b>Criterio para plazas de discapacitados: 5% de la cantidad de vehículos</b>							
	Cantidad de parqueos requeridos:	1	Área de c/ plaza (m2):		24			24
	<b>Criterio para plazas de motocicletas: 3 veces más la cantidad de vehículos</b>							
	Cantidad de parqueos requeridos:	36	Área de c/ plaza (m2):		1.69			61
<b>Total de área de estacionamiento</b>								<b>295</b>
<b>INTEGRACIÓN DE ÁREAS TOTAL</b>						<b>3,099</b>		

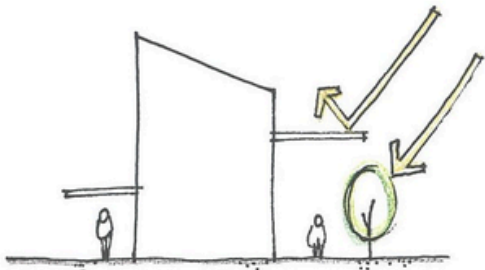
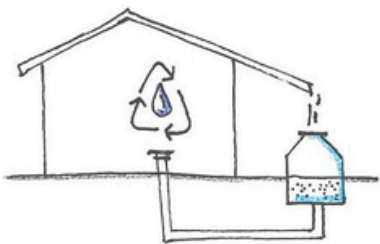
93 El valor de referencia se tomó del "Guía de aplicación: Dotación y diseño de estacionamientos" de la Municipalidad de Guatemala debido a que no existe normativa en el municipio en el que se desarrolla el proyecto. El valor fue tomado del Capítulo II: Dotación regular para uso de suelo no residencial, inciso G, el cual norma las superficies dedicadas a la producción, reparación o almacenamiento de productos; todas ellas funciones que poseerá la planta de tratamiento.



## 6.5 PREMISAS DE DISEÑO

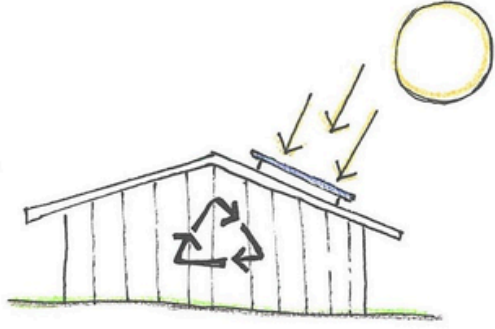
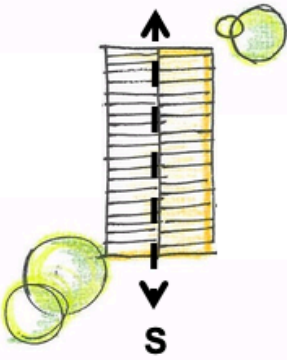
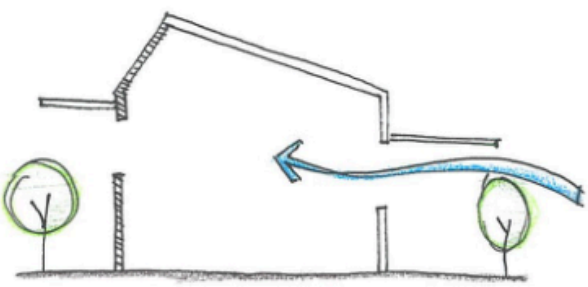
Una premisa de diseño se define como una señal o indicio por donde se infiere algo o se viene conocimiento de ello. En arquitectura, el concepto de premisa se aplica a la idea o indicios previos al planteamiento de un diseño arquitectónico. En otras palabras, se puede definir como un criterio que servirá de guía para que el diseñador establezca una respuesta de diseño adecuada. De forma generalizada se pueden clasificar las premisas en siete grandes tipos: funcionales, económicas, ambientales,

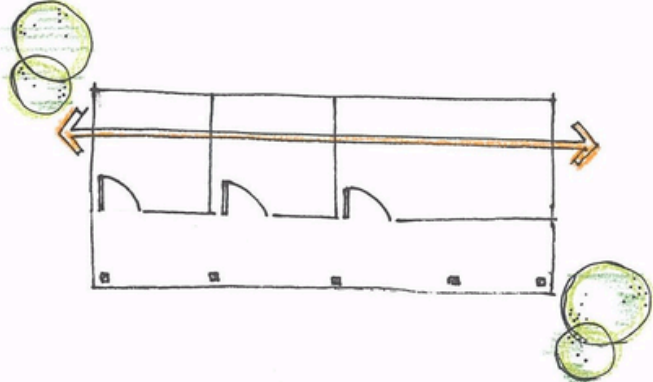
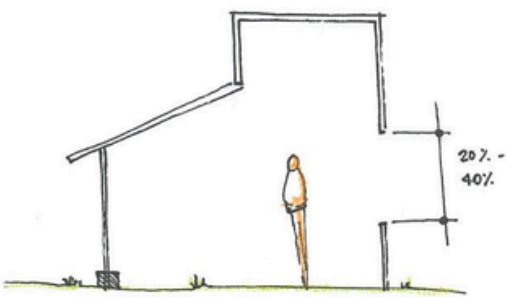
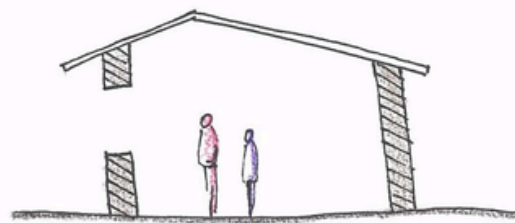
morfológicas, legales, tecnológicas y culturales. Para plantear algunas de las premisas ambientales se utilizó la herramienta de los cuadros de Mahoney, la cual a través de datos climáticos proporciona recomendaciones, tanto para el diseño de conjunto como para los edificios, sobre medidas de mitigación climáticas pasivas. En el cuadro a continuación se muestran las premisas planteadas para el proyecto de la planta de tratamiento.


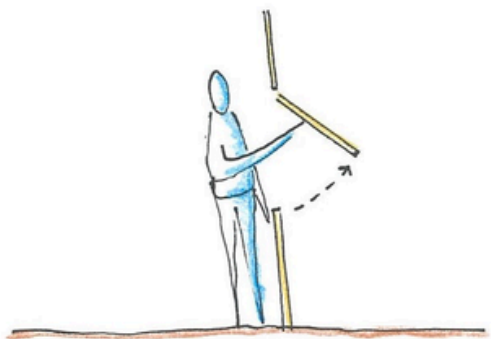
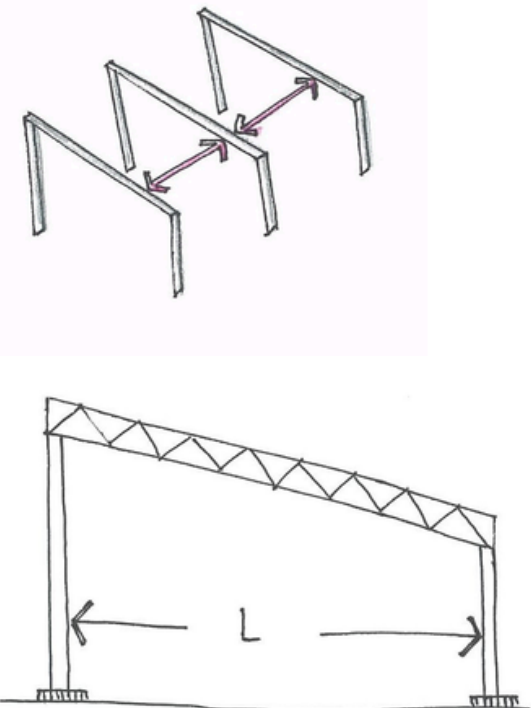
TIPO	PREMISA	ILUSTRACIÓN
Ambientales	Utilizar estrategias de climatización pasiva para mitigar la incidencia solar	
	Proponer un sistema de aprovechamiento y reutilización del agua pluvial	

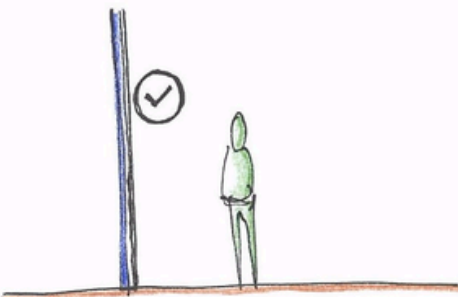
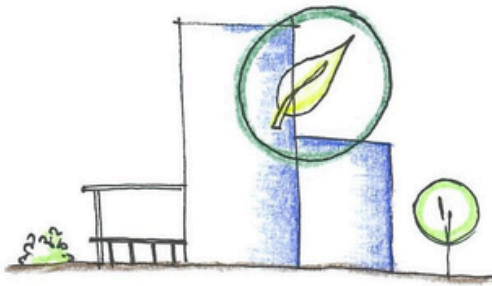
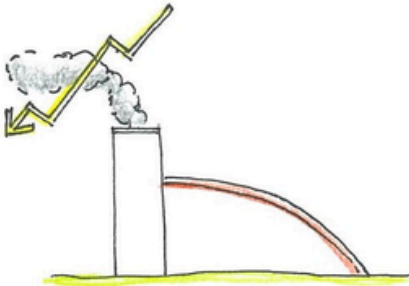
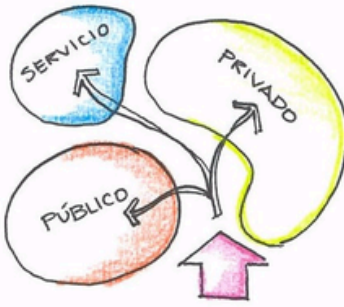
94 <https://es.slideshare.net/LuisSoto32/premisas-de-diseo-97618734>


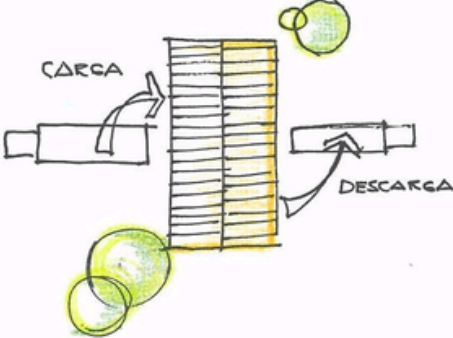
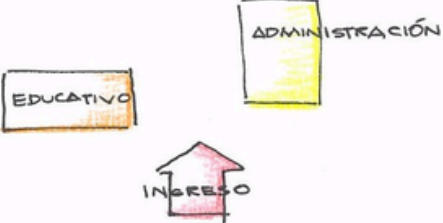
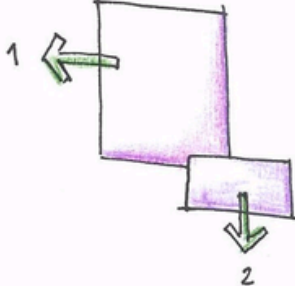

95 Los datos climáticos para el municipio de Gualán fueron tomados de la página web "Wheater Spark", utilizando los promedios del año 2018. «Tiempo promedio en enero en Gualán, Guatemala - Weather Spark», accedido 23 de mayo de 2019, <https://es.weatherspark.com/m/12338/1/Tiempo-promedio-en-enero-en-Gualán-Guatemala#Sections-WindDirection>.

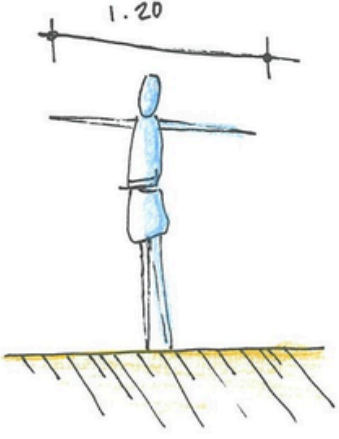
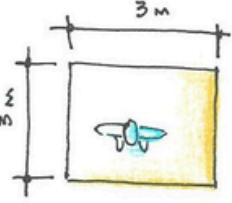
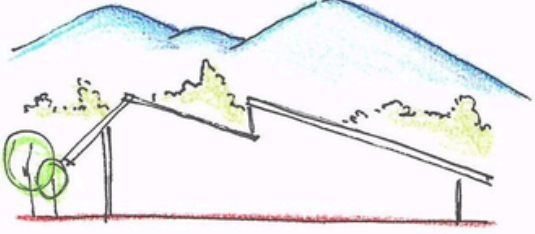
	<p>Proponer un sistema de generación de energía solar</p>	
	<p>Utilizar vegetación endémica como estrategia de climatización pasiva y como barrera vegetal que mitigue los olores generados por el proyecto</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Pino de ocote</li> <li>○ Encino</li> <li>○ Roble</li> <li>○ Cedro</li> <li>○ Chico zapote</li> <li>○ Nance</li> <li>○ Santa María</li> </ul>
	<p>Orientar los edificios sobre eje N-S para reducir la exposición al sol</p>	
	<p>Edificios abiertos para la penetración de la brisa protegiendo las fachadas de los vientos cálidos</p>	

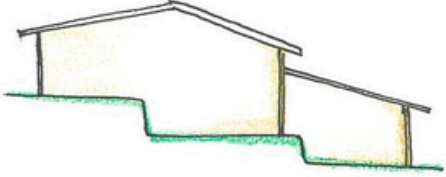
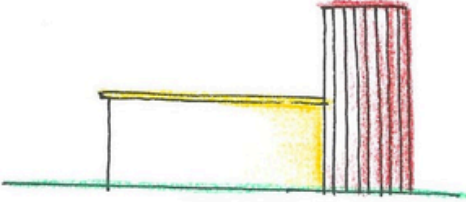
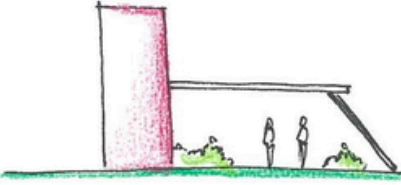
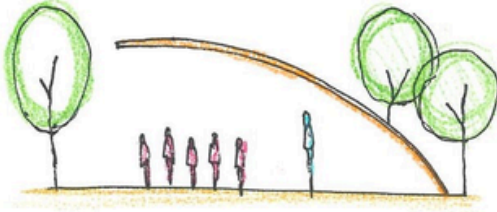
	<p>Disponer habitaciones en hilera única</p>	
	<p>Utilizar aberturas medianas en muros, 20 -40 %, a la altura del cuerpo, en el lado expuesto al viento</p>	
	<p>Utilizar muros pesados para garantizar más de ocho horas de tiempo de transmisión térmica</p>	
	<p>Utilizar cubiertas aisladas ligeras</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Lámina con aislante térmico</li> <li>○ Uso de colores claros</li> <li>○ Uso de monitores</li> <li>○ Extractores de calor</li> </ul>

	<p>Necesidad de protección contra la lluvia intensa</p>	
	<p>Proteger los ambientes de la luz directa del sol</p>	
<p>Constructiva</p>	<p>Utilizar un sistema constructivo de marcos rígidos que permitan una fácil modulación</p> <p>Utilizar un sistema estructural que permita alcanzar grandes luces</p>	

	<p>Utilizar materiales que garanticen un buen acabado y que cumplan con la normativa nacional</p>	
	<p>Utilizar tecnologías y materiales que permitan la disminución de la huella ecológica</p>	
	<p>Utilizar equipos de alta calidad que permitan eficientar el proceso de tratamiento dentro de la planta</p>	
	<p>Utilizar drenajes adecuados para el agua de lluvia</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Drenaje francés para la recarga de mantos freáticos</li> <li>○ Canaletas para la recolección de agua pluvial</li> </ul>
<p>Funcionales</p>	<p>Zonificar adecuadamente el área de uso público, privado y servicio para evitar cruce de circulaciones dentro del complejo</p>	

	<p>En los edificios de clasificación y tratamiento de desechos diseñar todos los espacios en un solo piso para facilitar la carga y descarga de los desechos</p>	
	<p>Separar las áreas de carga y descarga de los desechos para evitar embotellamiento de camiones y vehículos que circulen dentro del conjunto</p>	
	<p>Ubicar el edificio administrativo y educativo contiguo al ingreso para facilitar la cercanía de los visitantes a la planta</p>	
<p>Mitigación de riesgo</p>	<p>Diseñar dos de emergencia por espacio de evacuación o por nivel según indique la norma</p>	
	<p>Proponer espacios con altura mayor a los tres metros</p>	

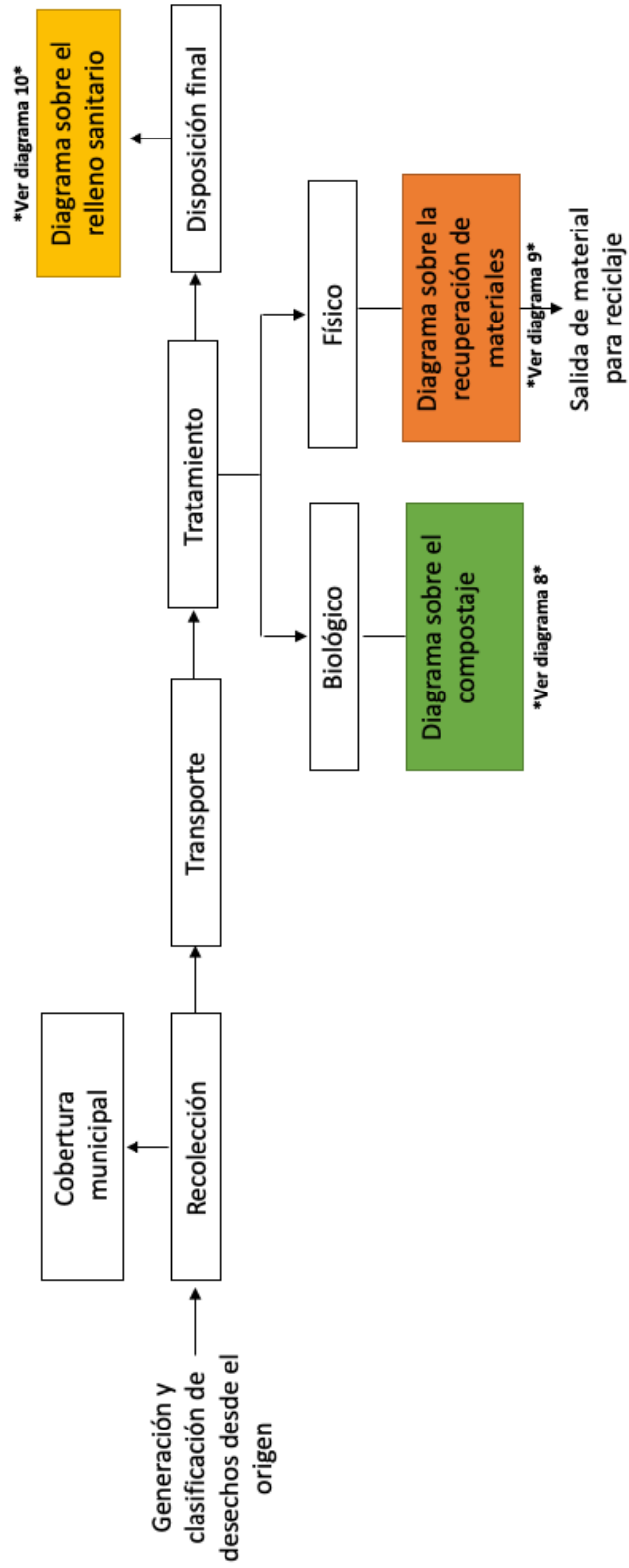
	<p>Diseñar áreas de circulación con un mínimo de 1.20 metros</p>	 <p>Diagrama que muestra un espacio de circulación con una dimensión de 1.20 metros. Se ilustra una figura humana con los brazos extendidos, indicando el ancho requerido para el paso.</p>
	<p>Proponer un mínimo de tres metros de área de trabajo por usuario para garantizar que realice sus actividades dentro de la planta con comodidad</p>	 <p>Diagrama que muestra un área de trabajo cuadrada con una dimensión de 3 metros por 3 metros. Se ilustra una figura humana dentro del espacio, indicando el uso del área.</p>
<p>Morfológicas</p>	<p>Integrar el proyecto al entorno que lo rodea mediante la utilización de formas, texturas y materiales que sean similares al entorno natural que rodea el sitio</p>	 <p>Diagrama que muestra un edificio con un techo inclinado que se integra con el entorno natural. El edificio está rodeado por árboles y montañas, sugiriendo una arquitectura que armoniza con el paisaje.</p>

	<p>Utilizar la pendiente del terreno para aprovechar los cambios de nivel creando formas que se asemejen al entorno natural</p>	
	<p>Crear una jerarquía visual mediante el uso de un elemento volumétrico</p>	
	<p>Utilizar elementos arquitectónicos que proporcionen protección climática y que permitan la creación de espacios interior-exteriores</p>	
<p>Conceptuales</p>	<p>Proveer de espacios flexibles que promuevan la educación ambiental, así como la tecnología y las ciencias mediante la realización de eventos.</p>	



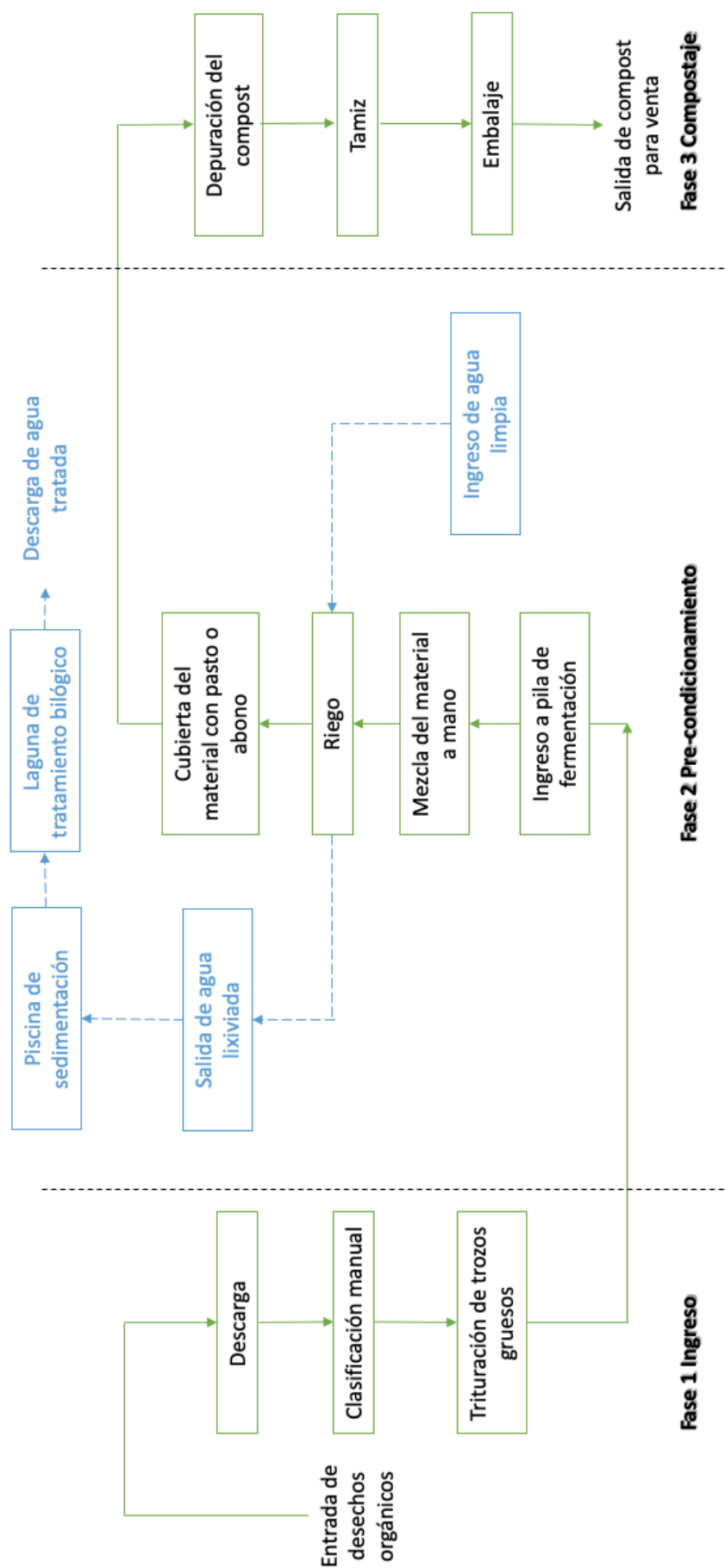
## 6.6 DIAGRAMAS DE FLUJO

A continuación, se muestra una serie de diagramas de flujo que muestran los procesos que se realizan en la planta de tratamiento para el manejo de los desechos sólidos.

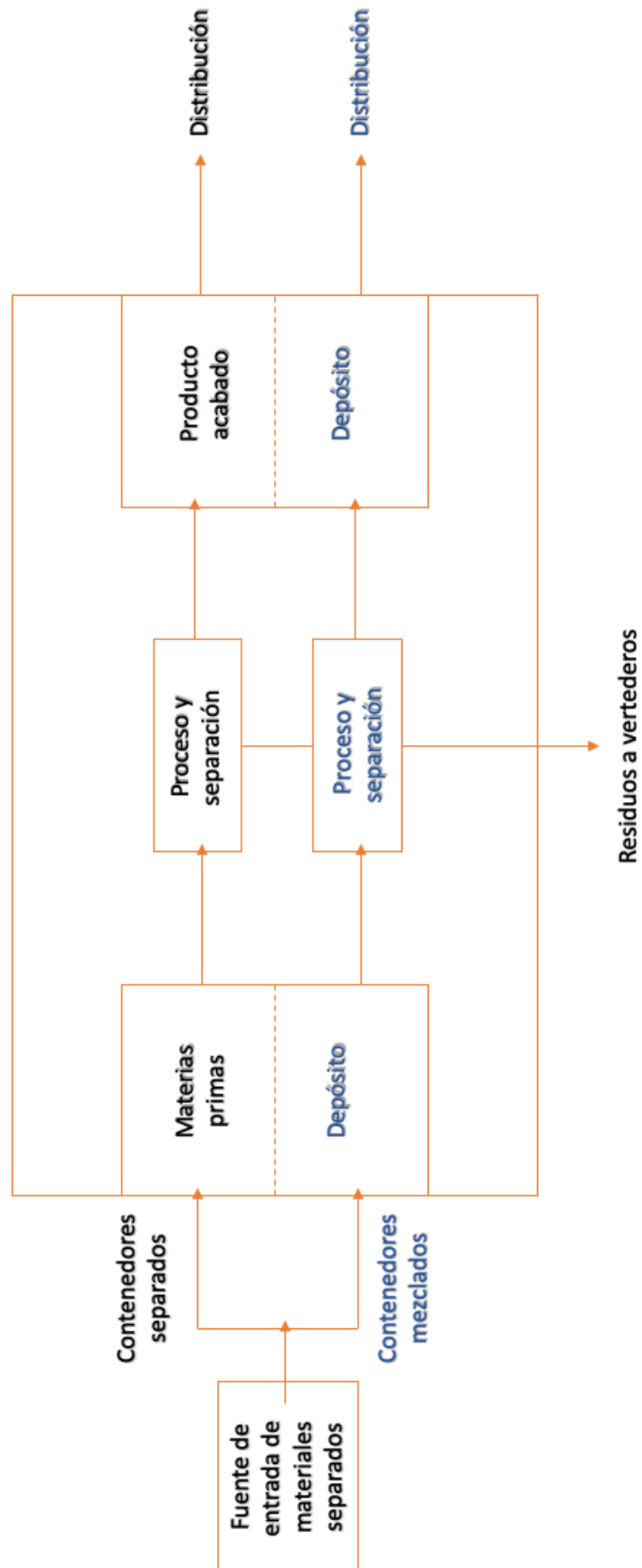


Esquema 7 Diagrama general del manejo y residuos sólidos urbanos  
Fuente: adaptado de Rommel Raudales

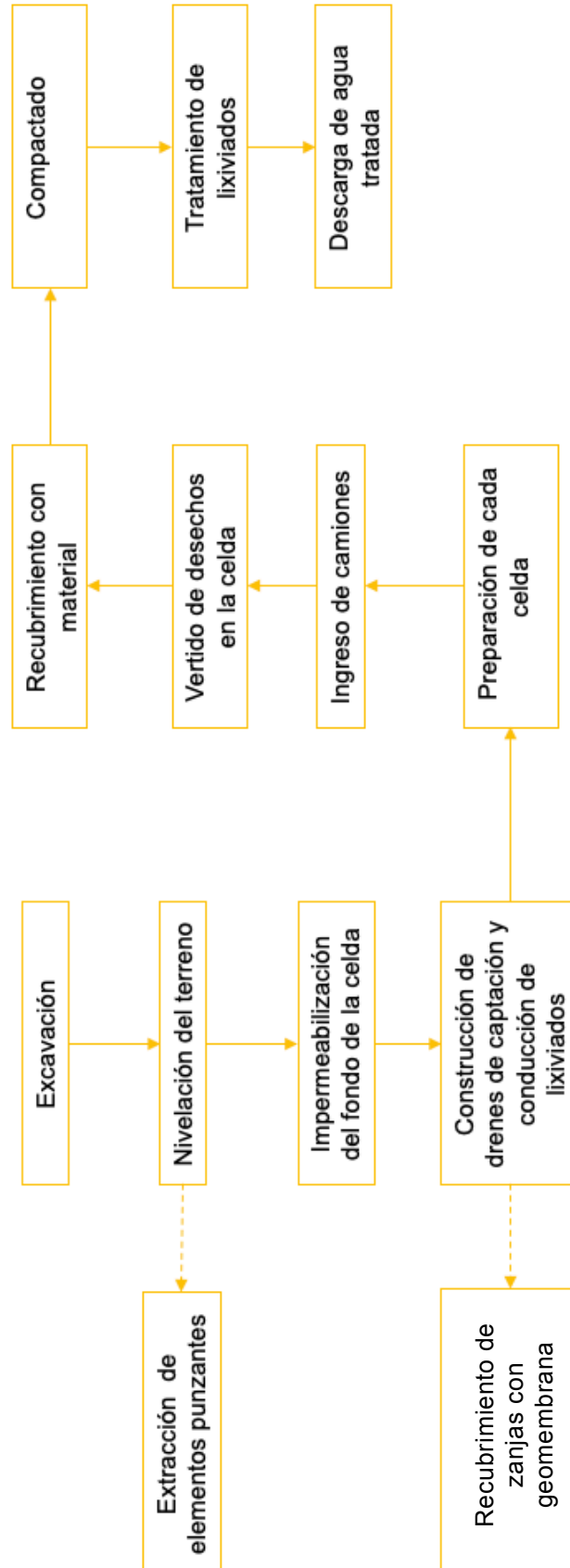
Esquema 8 Diagrama de flujo sobre el compostaje manual  
Fuente: adaptado de Robens



Esquema 9 Diagrama de flujo de una instalación para la recuperación de materiales  
Fuente: Ingeniería ambiental por Gerard Kiely



Esquema 10 Diagrama de flujo del proceso en un relleno sanitario  
Fuente: adaptado a partir de ESAP



## 6.7 CONCEPTUALIZACIÓN FORMAL

Tal y como se planteó anteriormente, en las premisas de diseño, este apartado pretende mostrar indicios del partido arquitectónico con el que se planteará el proyecto. Para ello, se utilizó como método de diseño la analogía. Partiendo de la conclusión de que la esencia u objetivo principal del proyecto es disminuir la contaminación ambiental mediante la reutilización y reciclaje, se identificó el ícono de reciclaje como punto de partida para el diseño arquitectónico. La figura triangular del mismo representa continuidad, circulación, fluidez y funcionalidad, conceptos que se relacionan con el aspecto industrial que la planta de tratamiento debe reflejar.



La gráfica anterior muestra cómo eje central las palabras claves o punto de partida de la idea para desarrollar el proyecto arquitectónico. A la izquierda, se observa el ícono, el cual es el dominio fuerte de donde surge la referencia y, a la derecha, se observa el dominio objetivo, el cual, representará el proceso de abstracción y síntesis al finalizar el proceso de diseño. A continuación, en las siguientes gráficas se mostrará la aplicación de los conceptos a nivel de conjunto y de forma.



The background image shows a rural building with a corrugated metal roof and a concrete base. The building is partially obscured by a large green semi-transparent overlay. In the foreground, there is a dirt road with some litter and grass. The sky is clear and blue.

# 7 Planteamiento Arquitectónico





## CONCEPTOS Y CRITERIOS APLICADOS

LA PLANTA DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS SÓLIDOS DEL MUNICIPIO DE GUALÁN SE DISEÑÓ CONTEMPLANDO REDUCIR EL IMPACTO AMBIENTAL NO SOLO EN LOS PROCESOS DE OPERACIÓN, SINO TAMBIÉN EN SU DISEÑO ARQUITECTÓNICO. LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL FUE DETERMINADA POR LA FUNCIÓN, DE FORMA QUE TANTO LOS PROCESOS DE TRATAMIENTO DENTRO DE LAS ÁREAS DE TRABAJO, COMO LA CIRCULACIÓN PEATONAL Y VEHICULAR DENTRO DEL CONJUNTO SEA CONTINUA.

### UBICACIÓN

El sitio se sitúa en las afueras del casco urbano, ubicación idónea para evitar efectos negativos en la salud de la población. Además, la ubicación permite que el proyecto tenga áreas de crecimiento contigua cuando el mismo cumpla sus 20 años de vida útil.

### ACCESIBILIDAD

En su mayoría, los edificios del conjunto se diseñaron de una sola planta para garantizar facilidad en las maniobras de operación, tal como la carga y descarga de materiales.

### DISPERSIÓN

El conjunto se diseñó de forma dispersa para facilitar la circulación del viento dentro del mismo y garantizar que en todos los edificios pudiera ingresar brisa.

### DISTRIBUCIÓN

1. GARITA DE INGRESO HACIA ÁREA DE TRATAMIENTO
2. RECUPERACIÓN DE CARTÓN
3. RECUPERACIÓN DE PLÁSTICOS
4. RECUPERACIÓN DE VIDRIO
5. RECUPERACIÓN DE PAPEL
6. RECUPERACIÓN DE LATAS
7. BODEGA
8. PRODUCCIÓN DE COMPOSTA
9. ÁREA UTILIZADA ACTUALMENTE
10. ÁREA DE RELLENO SANITARIO
11. PLAZA DE INGRESO
12. GARITA DE INGRESO DE EMPLEADOS Y VISITANTES
13. CENTRO DE VISITANTES Y CAPACITACIÓN
14. ÁREA DE ASEO, CAFETERÍA Y ADMINISTRACIÓN
15. ESTACIONAMIENTO VEHÍCULOS LIVIANOS
16. ESTACIONAMIENTO DE BUSES
17. ESTACIONAMIENTO DE EMPLEADOS Y SERVICIO



SIN ESCALA



### DE USO PÚBLICO

Esta zona la comprende el edificio de capacitación y administración. Se llama de uso público pues es el área en donde los visitantes podrán conocer acerca de los procesos de la planta de tratamiento y recibir temas de educación ambiental. Además, será el punto de reunión para todos los colaboradores de la planta en donde contarán con áreas de estancia, aseo y cafetería.



### DE OPERACIONES

En esta área se agrupan todos los edificios de recuperación de materiales y la producción de composta. Estos se caracterizan por ser un solo piso y con un diseño de funcionamiento lineal, es decir que el material a tratar ingresa por un punto y sale por otro, formando una operación en un solo sentido.



### DE RESTAURACIÓN

La zona de restauración se ubica al final del conjunto. Es la zona más importante del proyecto puesto que su objetivo principal es restaurar el suelo del actual área de vertedero a través de un relleno sanitario controlado que pueda ser reforestado con el paso de los años.

### ZONIFICACIÓN

El conjunto se zonificó en tres sectores distintos de acuerdo al tipo de actividades que se realizan en cada edificio.





## FASES CONSTRUCTIVAS

DEBIDO A LAS DIMENSIONES DEL PROYECTO Y LA INVERSIÓN QUE EL MISMO REQUIERE SE PROYECTA QUE DEBERÁ SER CONSTRUÍDO EN TRES FASES. LA PLANIFICACIÓN DE LAS FASES OBEDECE AL CRECIMIENTO DE LAS RUTAS DEL TREN DE ASEO, POR ELLO, LAS ÁREAS DE RECUPERACIÓN DE MATERIALES SERÁN LAS QUE SE CONSTRUIRÁN PAULATINAMENTE.



### F 1

LA FASE 1 CONTEMPLA LA CONSTRUCCIÓN DE:

- ÁREA DE ASEO Y CAFETERÍA
- DOS ÁREAS DE RECUPERACIÓN DE MATERIALES
- ESTACIONAMIENTO PARA EMPLEADOS
- INGRESOS
- ÁREA DE COMPOSTAJE
- RELLENO SANITARIO

### F 2

LA FASE 2 CONTEMPLA LA CONSTRUCCIÓN DE:

- CENTRO DE VISITANTES
- CENTRO DE CAPACITACIÓN
- DOS ÁREAS DE RECUPERACIÓN DE MATERIALES
- PARQUEO DE VISITANTES
- PARQUEO DE BUSES

### F 3

LA FASE 2 CONTEMPLA LA CONSTRUCCIÓN DE:

- DOS ÁREAS DE RECUPERACIÓN DE MATERIALES

## CIRCULACIÓN DENTRO DE LA PLANTA

### CAMIONES CON DESECHOS RECICLABLES

1. Ingreso a través de la garita
2. Descarga de desechos
3. Carga de material reciclable
4. Salida



### CAMIONES CON DESECHOS ORGÁNICOS

1. Ingreso a través de la garita
2. Descarga de desechos
3. Carga de sacos con composta
4. Salida



### CAMIONES CON DESECHOS ORGÁNICOS

1. Ingreso a través de la garita
2. Uso de parqueo para visitantes
3. Uso de parqueo para buses
4. Uso de parqueo para trabajadores





## CRITERIOS AMBIENTALES APLICADOS

### HABITACIONES EN HILERA ÚNICA

El disponer las habitaciones en hilera única, tanto en el diseño del conjunto como en el diseño de las plantas arquitectónicas, facilitará la circulación de aire.



### PROTECCIÓN DE INCIDENCIA SOLAR

Se diseñó celosías que protejan las fachadas de la luz directa del sol.



### ENERGÍA SOLAR

Se integró un sistema de energía solar a través de la colocación de paneles.



### CUBIERTAS LIGERAS

Se utilizaron cubiertas ligeras y aisladas para evitar la acumulación de calor dentro de los edificios.



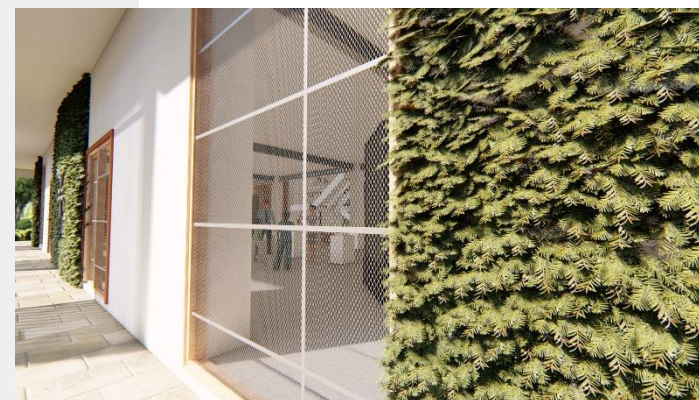
### USO DE VEGETACIÓN ENDÉMICA

Se utilizó vegetación endémica como barrera vegetal para mitigar los olores que se generarán dentro de la planta de tratamiento.



### EDIFICIOS ABIERTOS

Se diseñaron edificios abiertos que permitan la penetración de brisa fresca, sin embargo, las aberturas utilizadas eran de tamaño medio, utilizando del 20-40% del área del muro, ya que de esta forma se protegía el ingreso del aire caliente.



### USO DE MATERIALES

Se utilizaron materiales que permiten la disminución de la huella ecológica y ayuden a mitigar las condiciones climáticas.

#### MADERA LAMINADA



#### MUROS VERDES



#### ADOQUÍN ECOLÓGICO



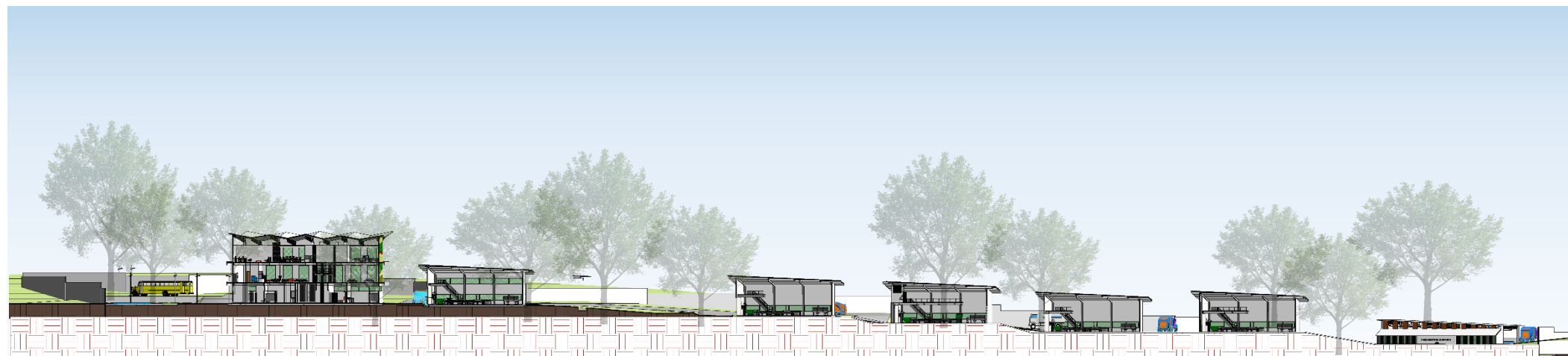


# CONJUNTO

## SECCIONES



ESCALA 1:500



ESCALA 1:500





# CONJUNTO

## VISTAS



VISTA AÉREA DE EDIFICIO DE CENTRO DE VISITANTES Y ADMINISTRATIVO



VISTA AÉREA POSTERIOR DEL CONJUNTO

# CONJUNTO

## VISTAS



PARQUE DE VISITANTES



INGRESO PRINCIPAL PARA VEHÍCULOS CON DESECHOS

# CONJUNTO

## VISTAS



VISTA DE CONJUNTO AÉREA



EDIFICIO PARA LA RECUPERACIÓN DE MATERIALES

# CONJUNTO

## VISTAS



**CIRCULACIÓN A UN COSTADO DE FACHADA POSTERIOR**



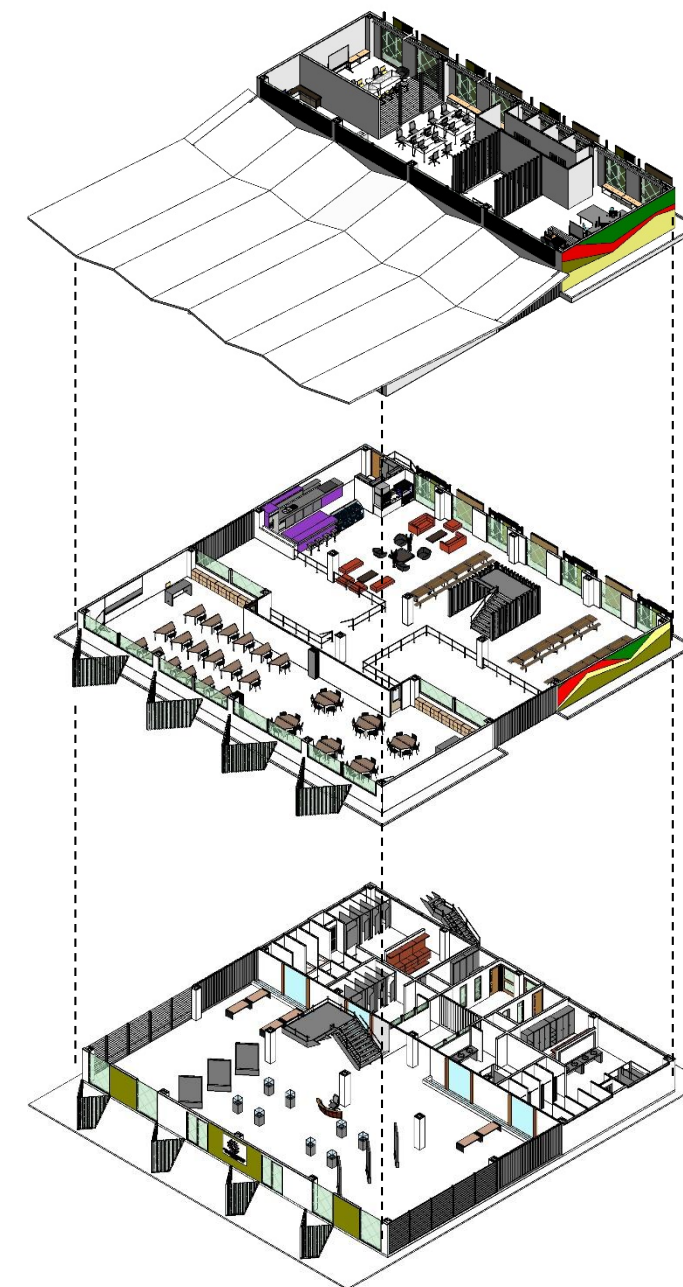
**ÁREA DE PRODUCCIÓN DE COMPOSTAJE Y ACTUAL VERTEDERO EN LA PARTE POSTERIOR**

# CENTRO DE VISITANTES, CAPACITACIÓN Y ADMINISTRACIÓN

UBIACIÓN DENTRO DEL CONJUNTO:



## DISTRIBUCIÓN DEL EDIFICIO



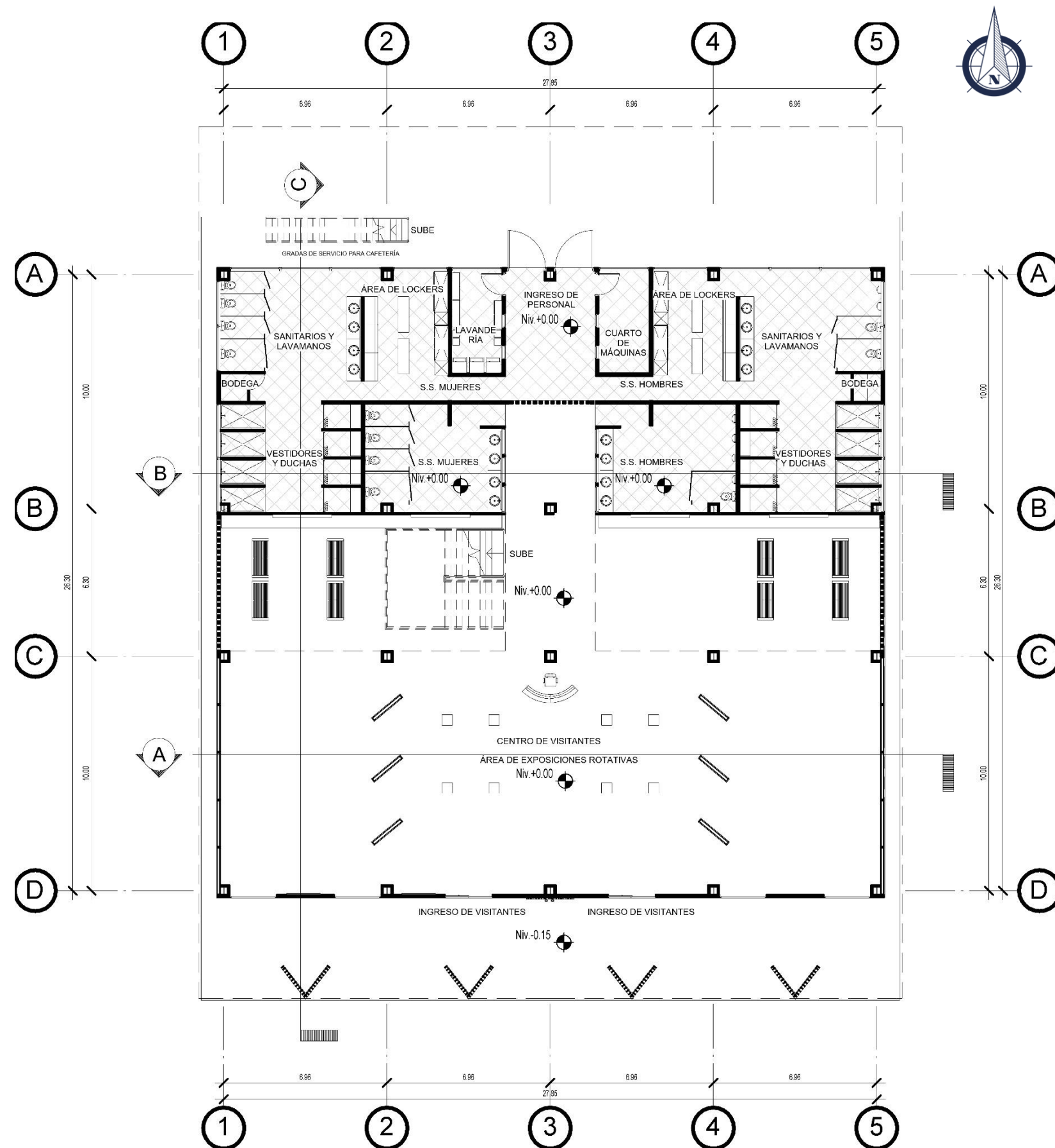
### CENTRO DE VISITANTES:

El centro de visitantes se ubica en el primer nivel, inmediato al ingreso puesto que es el área en donde podrán conocer qué es y cómo funciona la planta de tratamiento del municipio.

El espacio se caracteriza por ser flexible pues una propuesta a futuro es que se pueda incorporar un área interactiva para que los visitantes realicen actividades educativas, de forma dinámica, para aprender sobre el tema de los desechos sólidos.

### ÁREA DE ASEO:

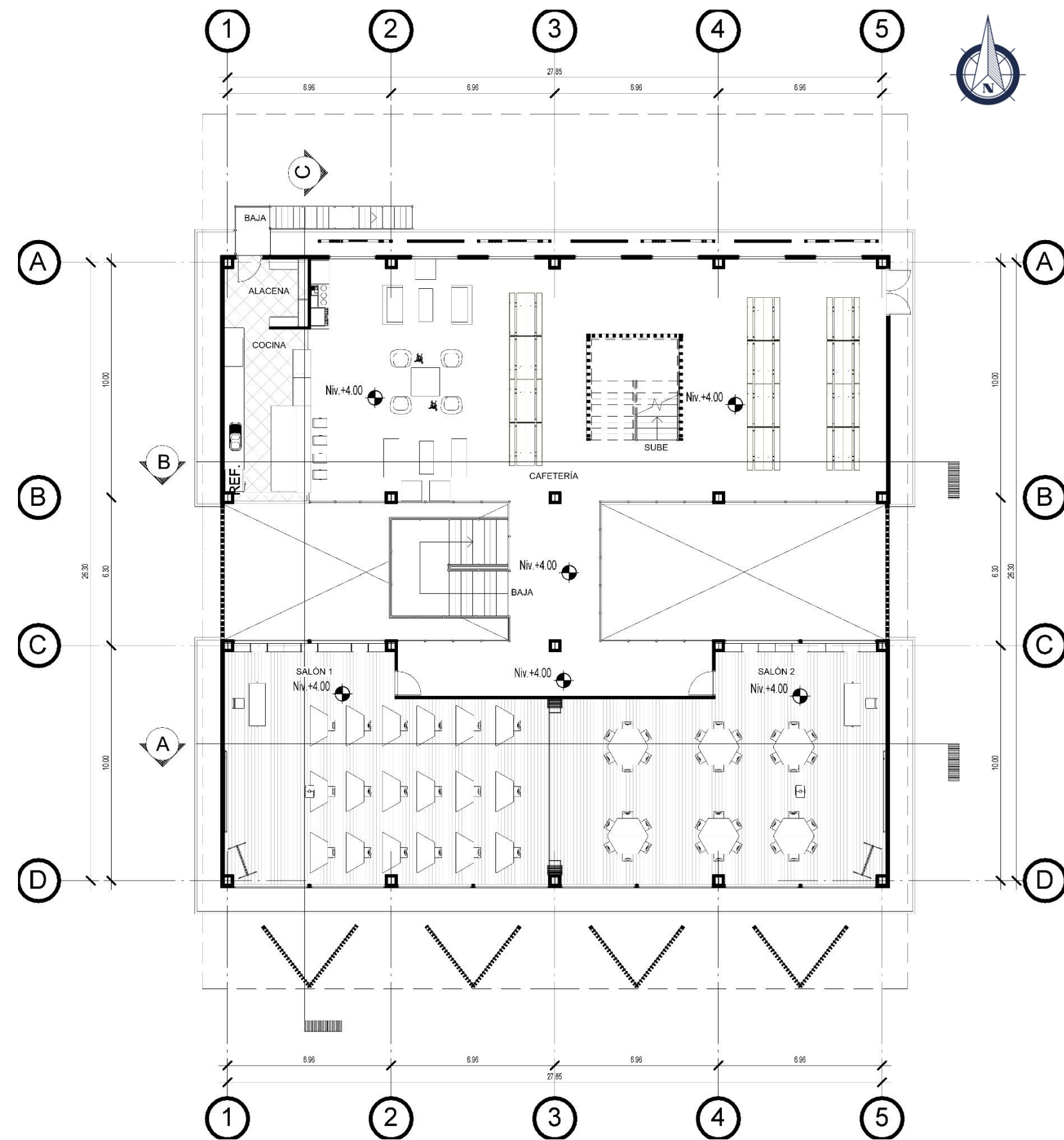
El área de aseo se ubica en el primer piso, en la parte posterior del centro de visitantes. En ella se contempló espacios cómodos para que los colaboradores puedan prepararse para su jornada laboral. Además, se diseñó un espacio de lavandería para la limpieza de los trajes que todos los colaboradores que manipulen desechos deben de portar. También, se incluyó un área de lockers para almacenar todas las cosas de uso personal.



PRIMER NIVEL

ESCALA 1:175

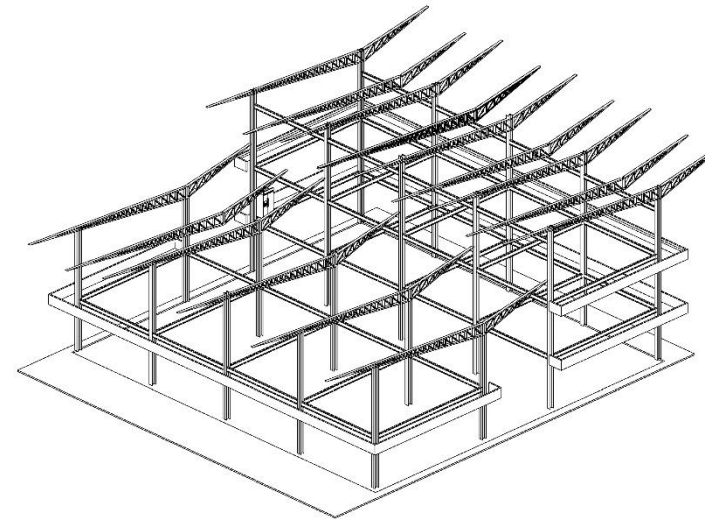




SEGUNDO NIVEL

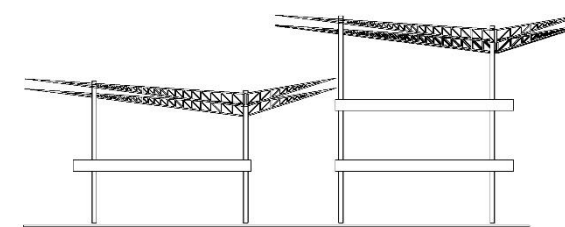
ESCALA 1:175

### SISTEMA DE PÓRTICO DISEÑADO EN ACERO



El diseño en acero permite alcanzar grandes luces sin apoyos intermedios.

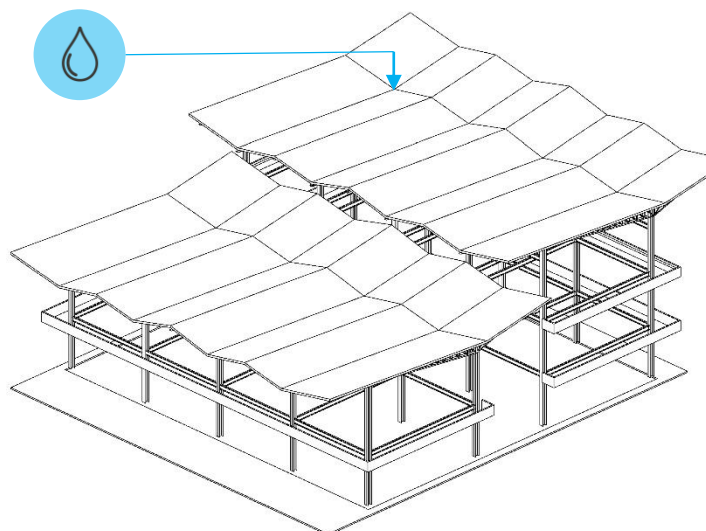
### DOS SISTEMAS ESTRUCTURALES



El edificio funciona con dos estructuras independientes, lo cual permite que durante un sismo cada estructura responda individualmente.

### SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE AGUA

Puntos de recolección



El agua será recolectada en los puntos más bajos de la cubierta, y bajará a través de tubería adosada a las columnas y recubiertas por tabla yeso.

## CENTRO DE VISITANTES, CAPACITACIÓN Y ADMINISTRACIÓN

### CENTRO DE CAPACITACIÓN:

En el segundo nivel, sobre el centro de visitantes, se ubica el área de capacitación. La misma se diseñó para utilizarse con doble propósito. El primero, capacitar constantemente a todos los colaboradores de la planta respecto a temas de sostenibilidad, buenas prácticas de los desechos, uso de maquinaria dentro de la planta, seguridad industrial, entre otros. El segundo, poder capacitar a todos los visitantes sobre la importancia de la educación ambiental y cómo el proyecto aporta a mejorar los índices ambientales del municipio.

El espacio lo conforman dos salones con capacidad para 18 personas. Es importante destacar que al centro no se utiliza un muro tabique tradicional, sino se propone el uso de un muro plegable, ya que de esa forma se aprovecha la flexibilidad del espacio y se pueden desarrollar diversas actividades.

### CAFETERÍA:

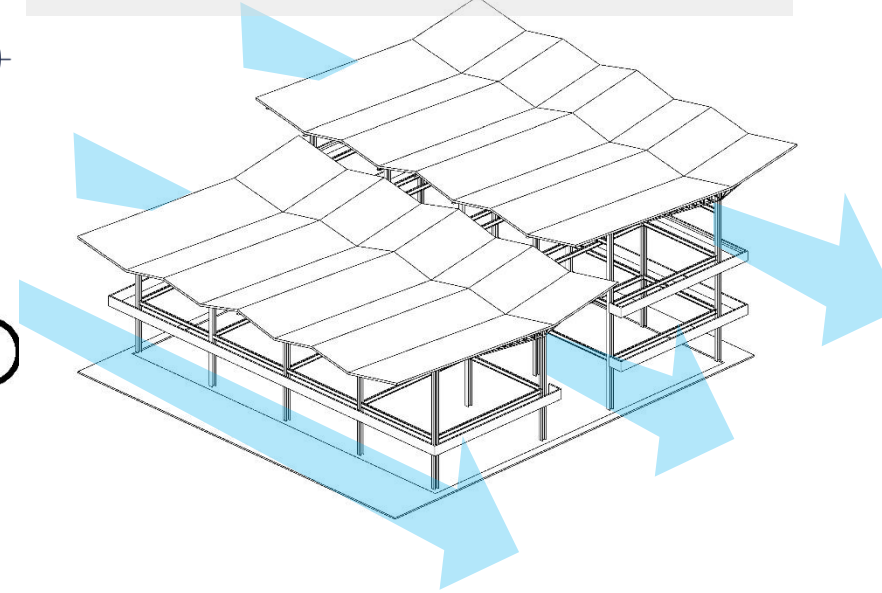
Frente al centro de capacitación se ubica la cafetería. La misma se diseñó sobre el segundo nivel puesto que su uso es de doble propósito. La cafetería no solo será el área de comedor para todos los colaboradores de la planta, sino también es un espacio de carácter público que puede utilizar cualquier visitante del proyecto. Por ello, su diseño se contempló de forma abierta, pues de esa manera invita a cualquier usuario a visitar el espacio, debido a que no hay barreras visuales, ni físicas que limiten la movilidad dentro del edificio.

El diseño abierto también obedece a las condiciones de extremo calor de la región, por ello se evitó utilizar muro que crean espacios



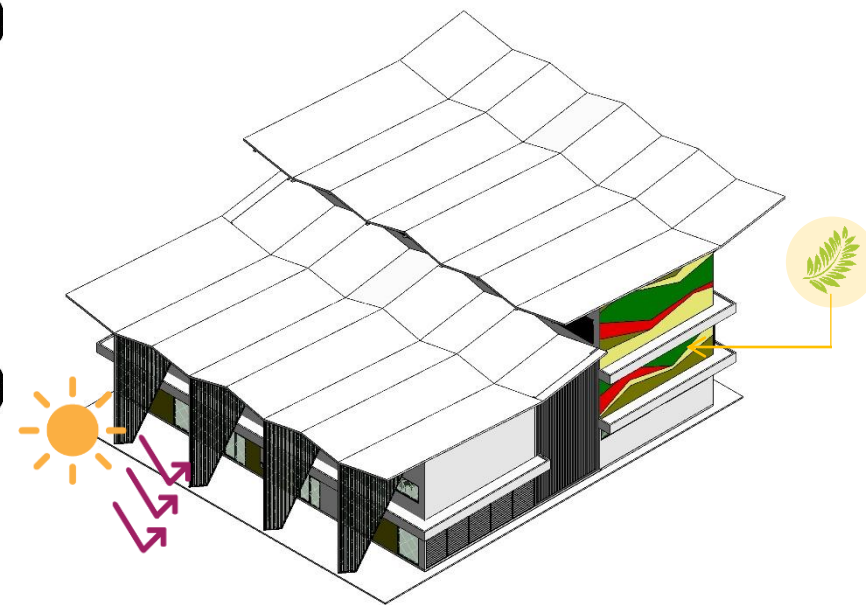


## ESTRATEGIAS DE CLIMATIZACIÓN PASIVA



La distribución del edificio en dos grandes bloques permite que el mismo tenga ventilación a través de ambas fachadas largas.

El bloque del centro es cubierto únicamente por una celosía, por lo que se garantiza el ingreso de ventilación natural.



La fachada crítica al sur del edificio se protegió con un voladizo y parteluces que protegen los ambientes de la incidencia solar.

Se limitó el uso de vidrio por su alta transmitancia térmica. Por ello se sustituyó en todas las ventanas el vidrio por cedazo y celosías.

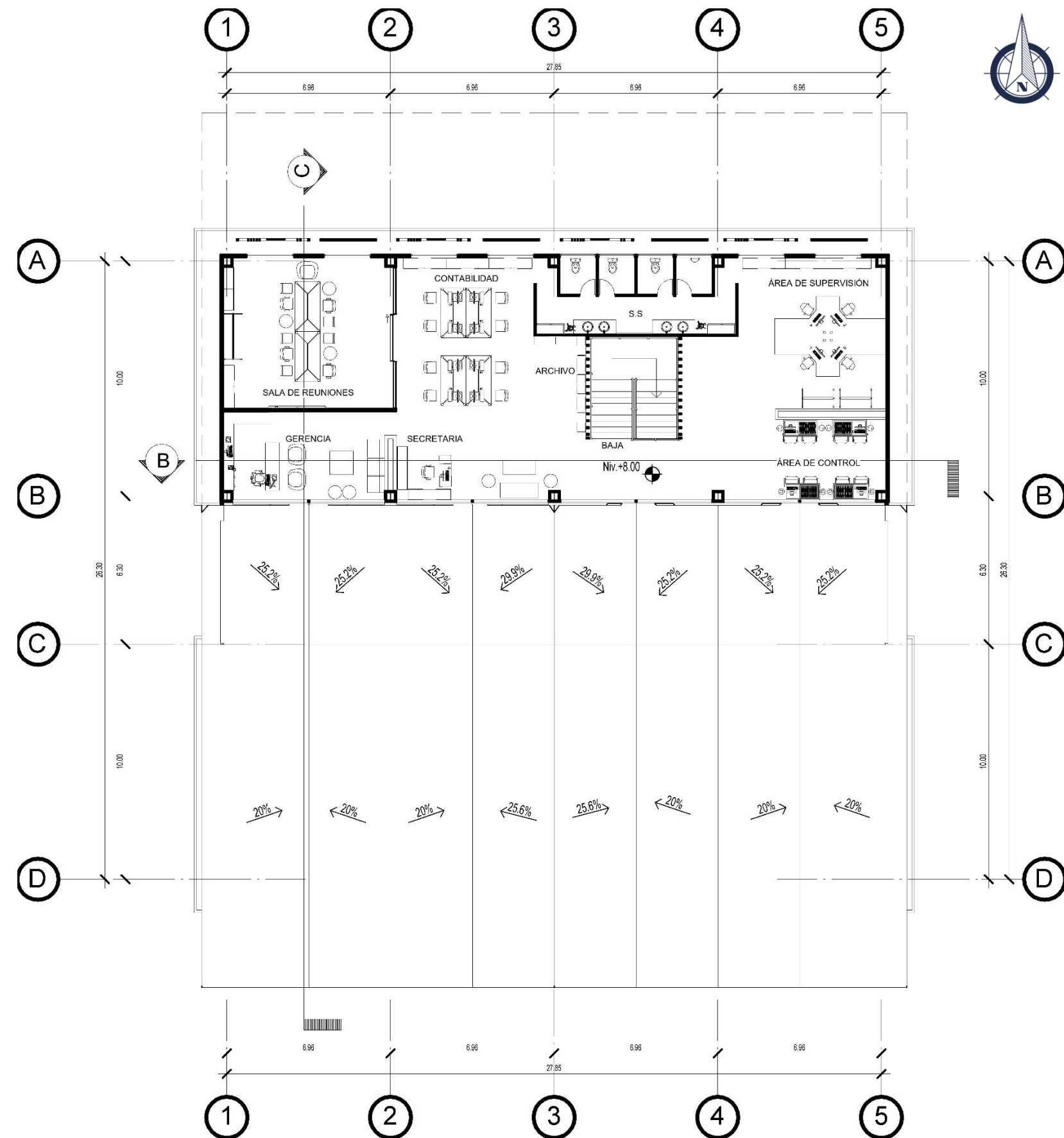
Las fachadas cortas se cerraron para proteger los ambientes ruidos y olores provenientes del lado este de la planta. Además, se colocó un muro verde para filtrar el aire y refrescar internamente los ambientes.

## CENTRO DE VISITANTES, CAPACITACIÓN Y ADMINISTRACIÓN

### ADMINISTRACIÓN:

El último nivel está destinado al área administrativa de la planta de tratamiento. El diseño, al igual que la cafetería se planteó sin barreras físicas y visuales. Esto obedece no solo a las condiciones climáticas, sino a la nueva tendencia de inclusión en el diseño, en donde a través del espacio compartido se fomenta el trabajo en equipo.

El área administrativa con áreas para gerencia, secretaría, contabilidad, supervisión y área de control de cámaras, sin embargo, en caso de que el proyecto llegase a crecer y se requiera de más espacio para el personal, el diseño de planta libre permite ese crecimiento. Esto se debe a que no existen muros tabiques que limiten el espacio, sino más bien es el mobiliario el que determina el diseño y la configuración de los espacios.

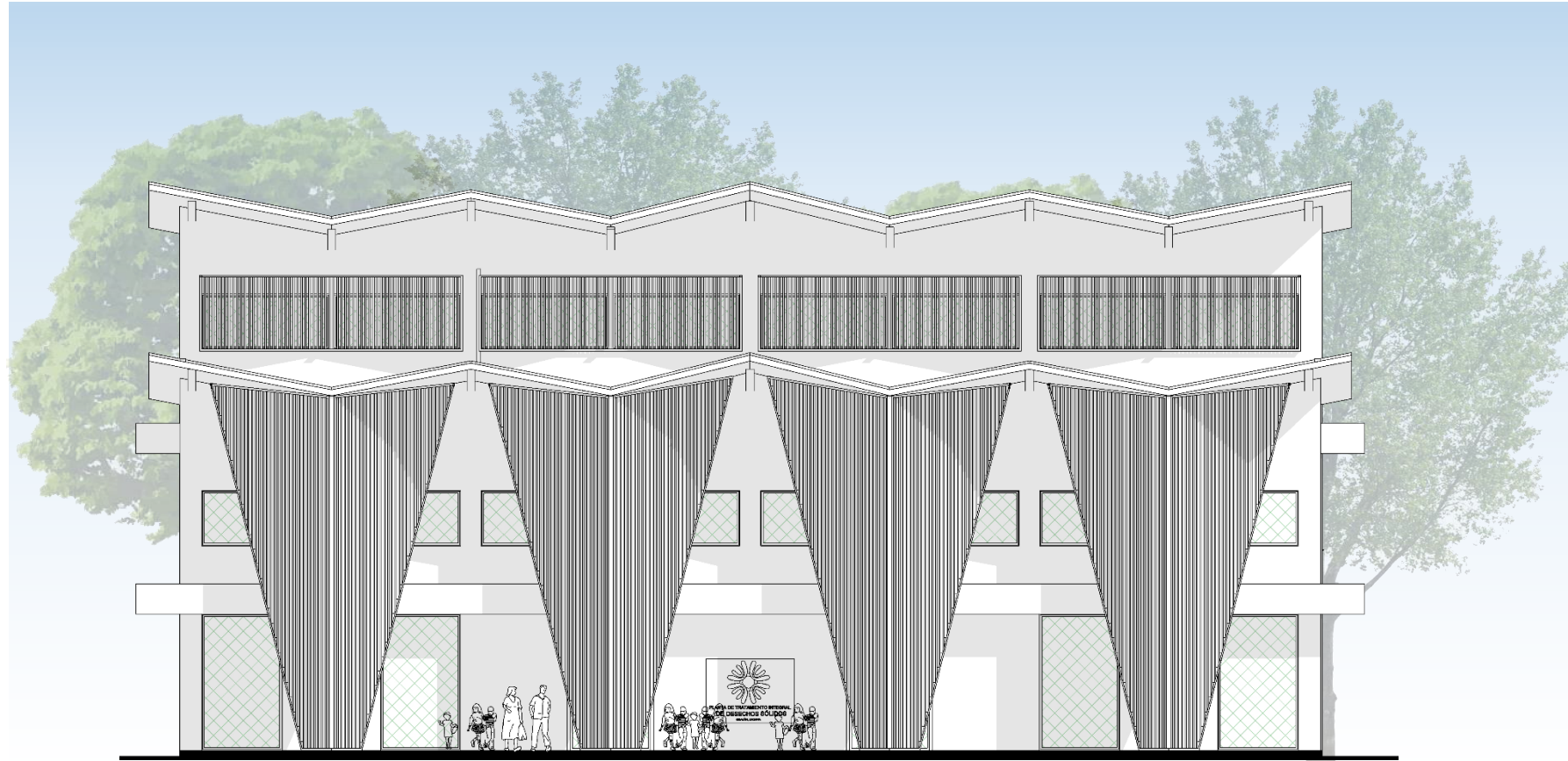


TERCER NIVEL

ESCALA 1:175



## ELEVACIONES Y SECCIONES



ELEVACIÓN SUR | ESCALA 1:150



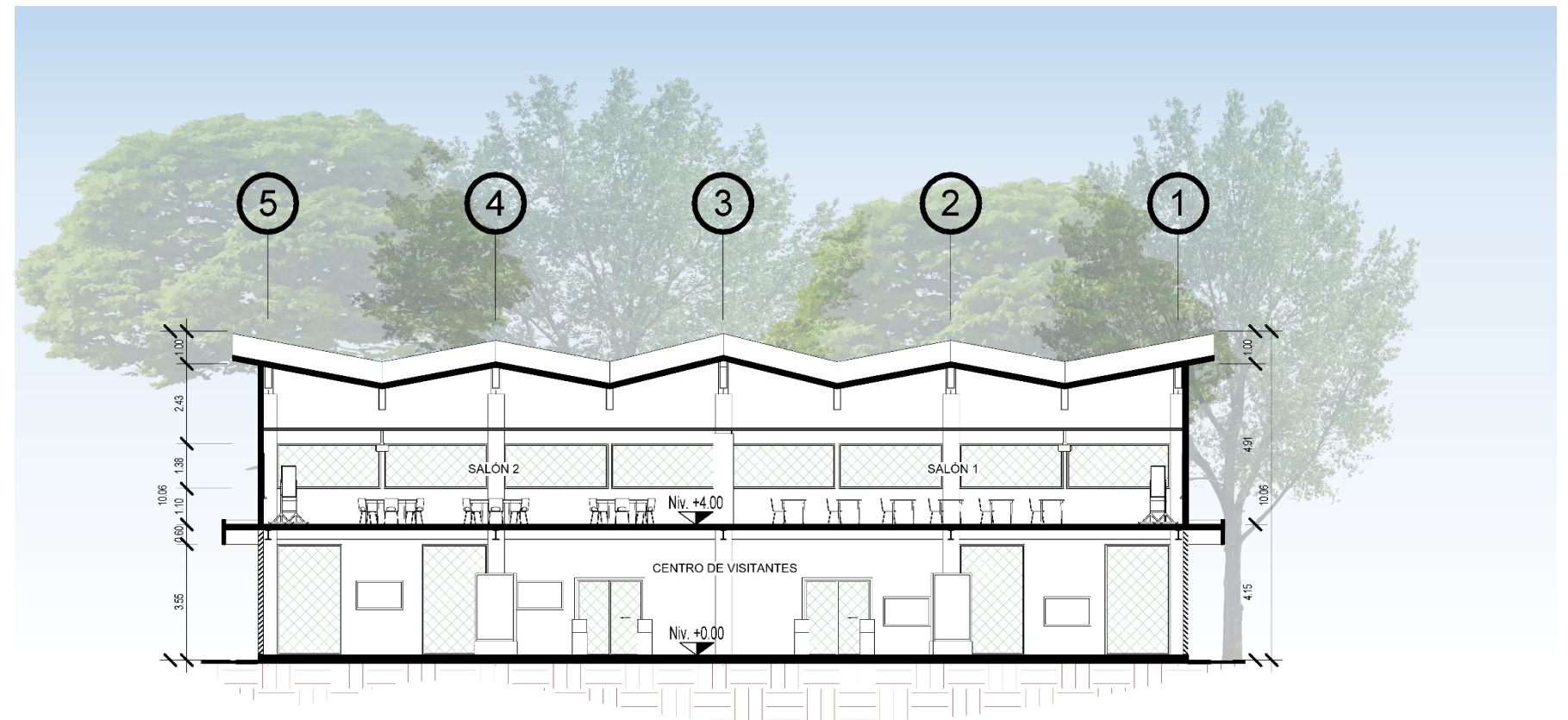
ELEVACIÓN OESTE | ESCALA 1:150



## ELEVACIONES Y SECCIONES



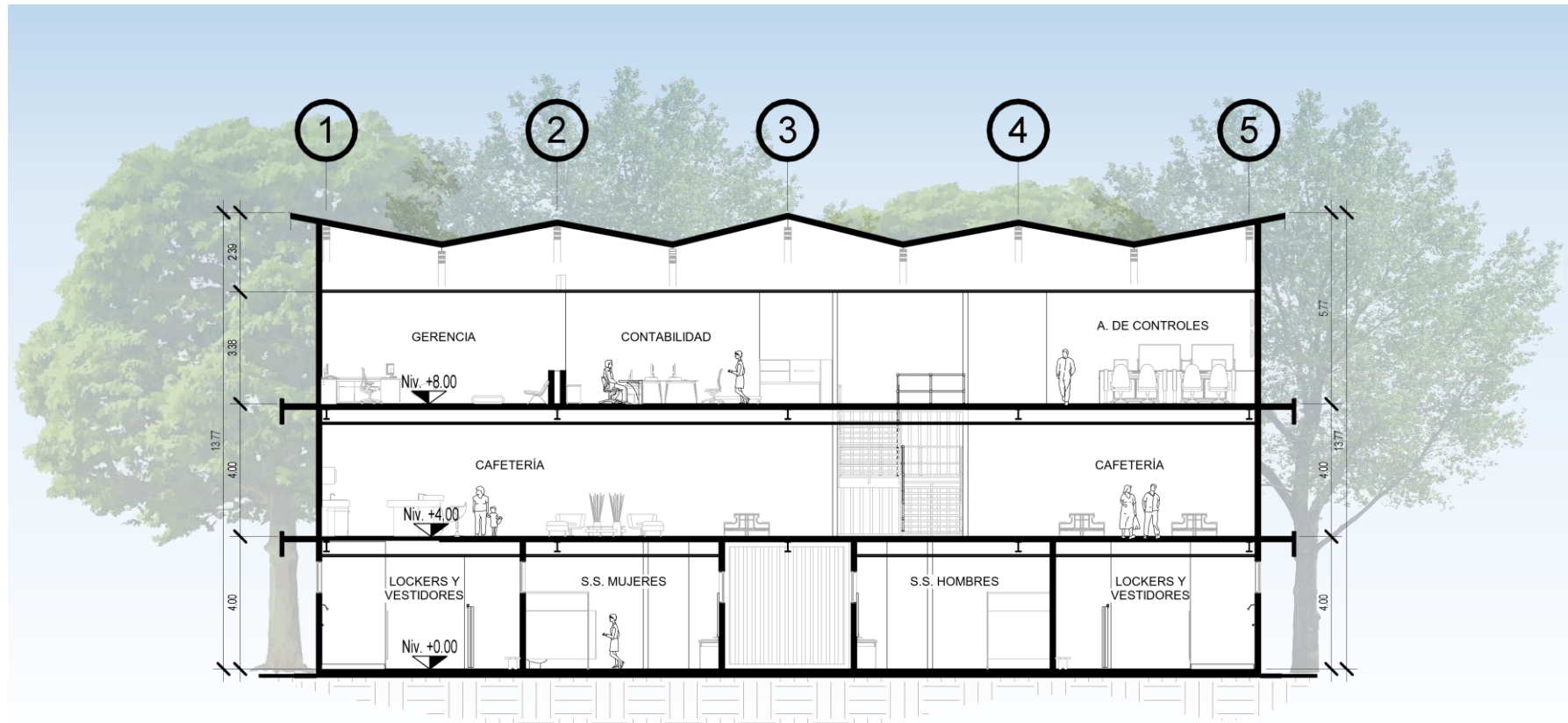
ELEVACIÓN NORTE | ESCALA 1:150



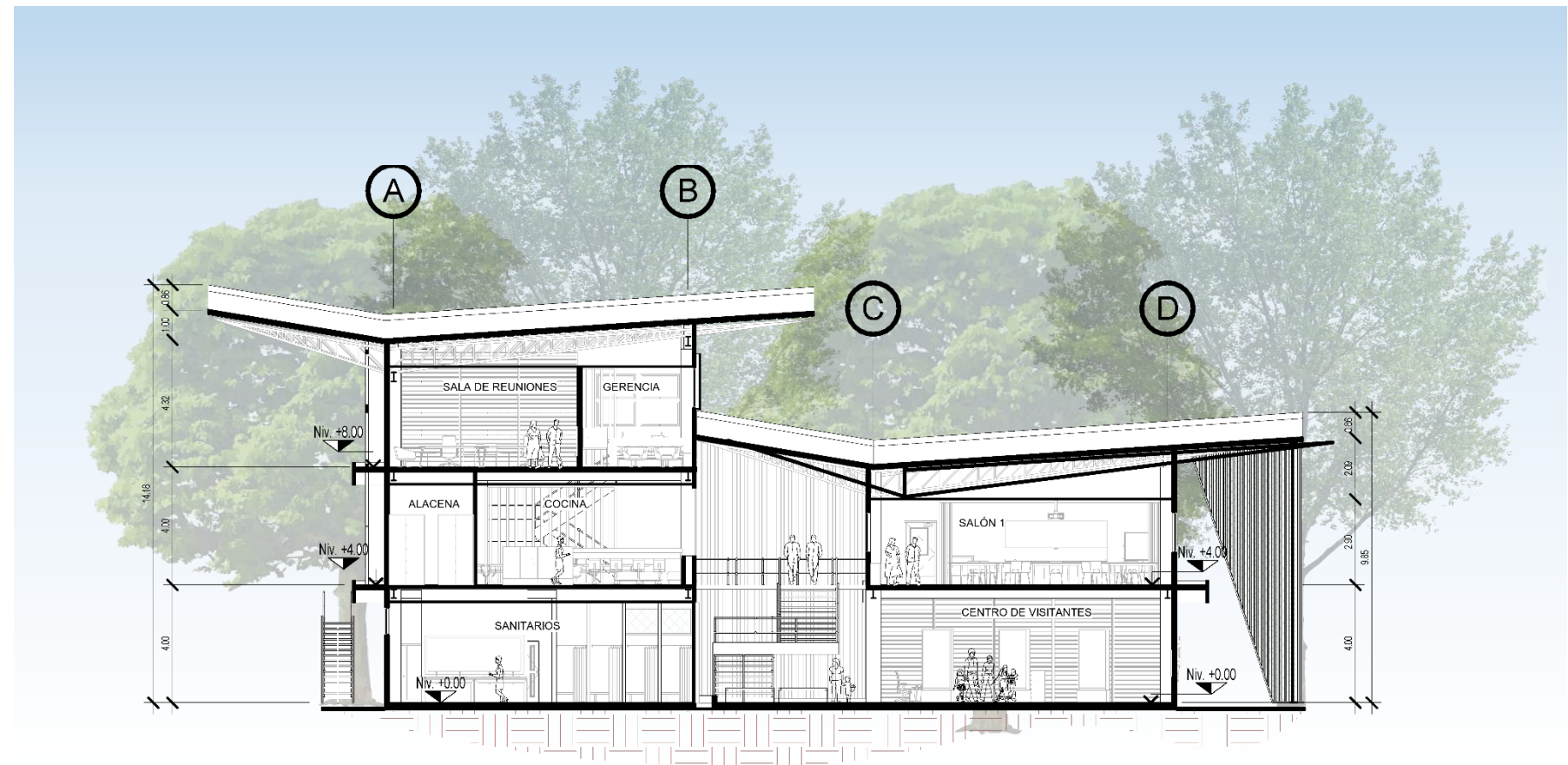
SECCIÓN A-A' | ESCALA 1:150



## ELEVACIONES Y SECCIONES



SECCIÓN B-B' | ESCALA 1:150



SECCIÓN C-C' | ESCALA 1:150







ÁREA DE CAPACITACIÓN PARA PERSONAL Y VISITANTES



CENTRO DE VISITANTES



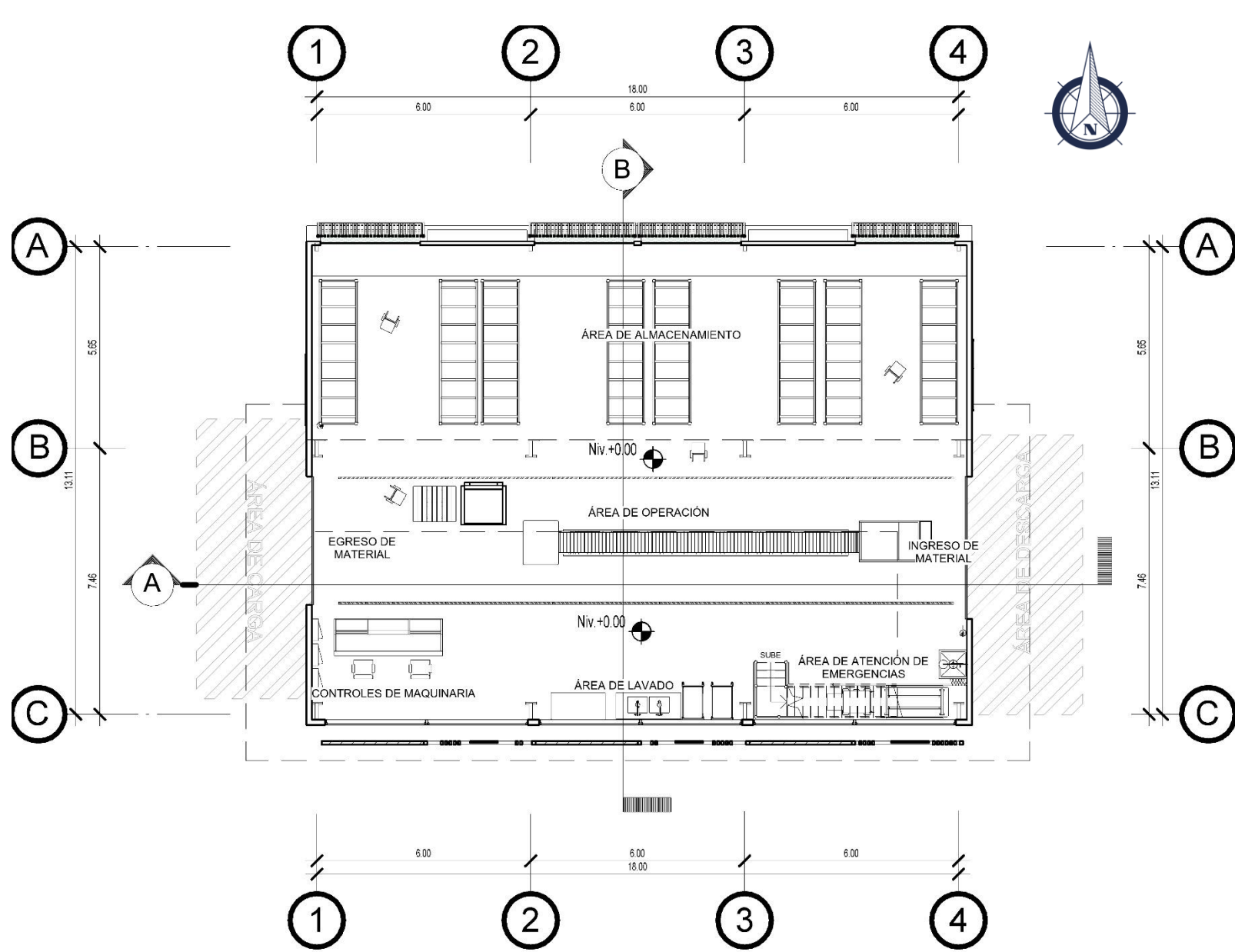
**SALÓN DE REUNIONES DEL ÁREA ADMINISTRATIVA**



**CAFETERÍA**

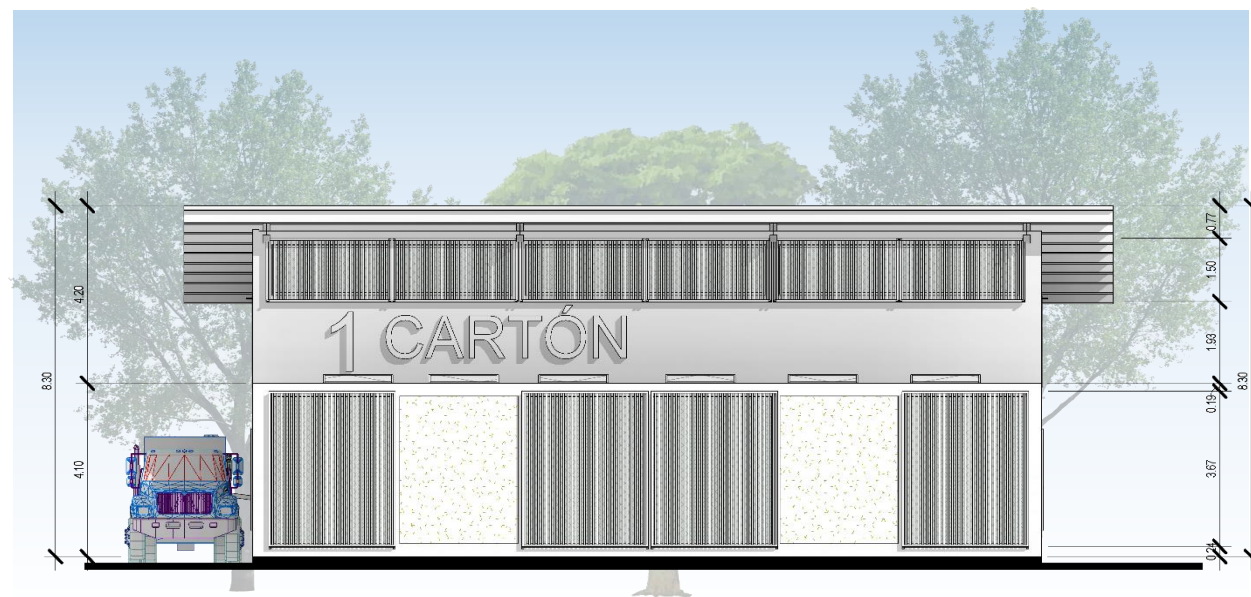
# ÁREA DE RECUPERACIÓN DE MATERIALES

UBIACIÓN DENTRO DEL CONJUNTO:



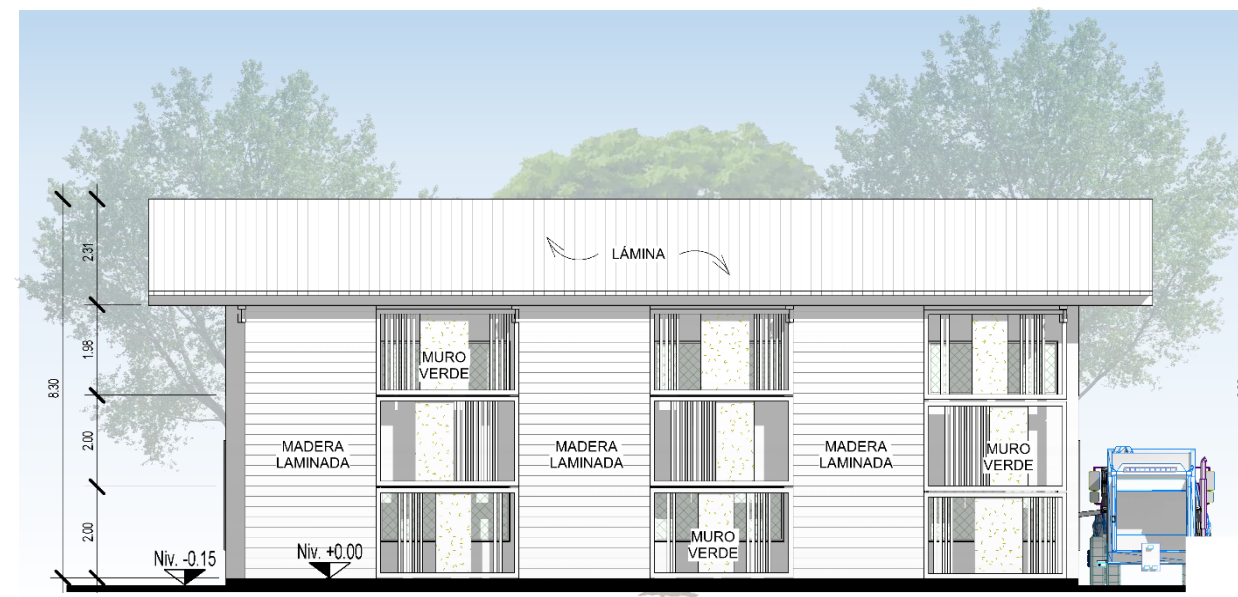
PRIMER NIVEL

ESCALA 1:150



ELEVACIÓN SUR

ESCALA 1:150



ELEVACIÓN NORTE

ESCALA 1:150

## INGRESO DE MATERIALES:

En el área de depuración de reciclaje, el material ingresa a través del punto de descarga mediante una tolva. La tolva se encarga de canalizar el material y depositarlo en la banda transportadora para la siguiente fase de la recuperación.

## SELECCIÓN:

Cuando el material reciclable se encuentra en la banda transportadora el personal de la planta de tratamiento se encargará de realizar el proceso de selección, en donde se descartará cualquier material en mal estado o que necesite limpieza.

## LAVADO:

Si el material es descartado de la banda transportadora y necesita ser lavado, el mismo se traslada hacia el área de correspondiente. Además, se deja secar y una vez listo, se traslada de nuevo con el resto del material.



# ÁREA DE RECUPERACIÓN DE MATERIALES

## COMPACTACIÓN:

Al finalizar el proceso de revisión, el material es sometido a presión para ser embalado y trasladado al área de almacenamiento.

## ALMACENAMIENTO:

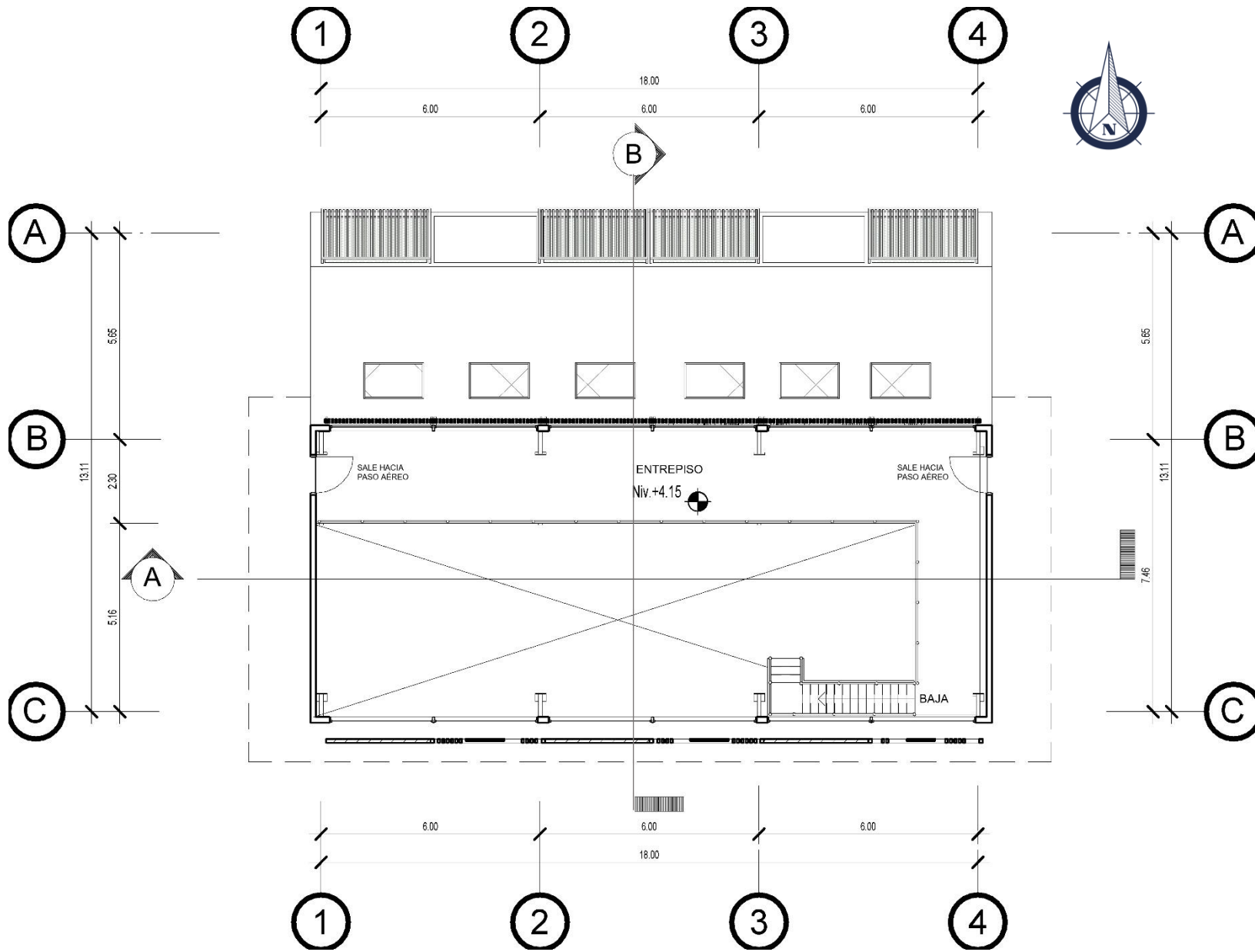
El área de almacenamiento se ubica en la parte sur del edificio. El espacio contempla *racks* de tres niveles.

## SALIDA DEL MATERIAL:

El material sale en el punto de carga, en donde, utilizando equipo de montacargas y *truckers* para llevar las pacas de los *racks* hacia los camiones que comprarán el material.

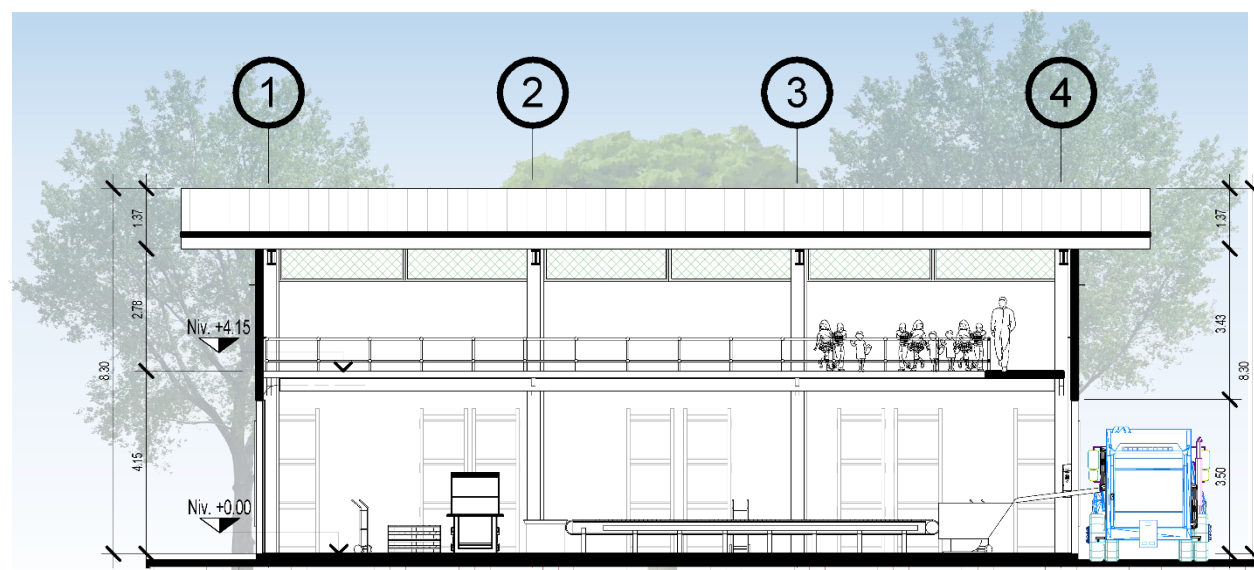
## ENTREPISO:

El edificio se diseñó con un entrepiso mediante el cual los empleados podrán acceder al área de cafetería en el edificio principal. Dicho entrepiso se conecta a través de un puente. Asimismo, el puente puede ser utilizado por los grupos de visitantes, los cuales podrán observar la operación de la planta sin obstruir las actividades que en ella se desarrollan.



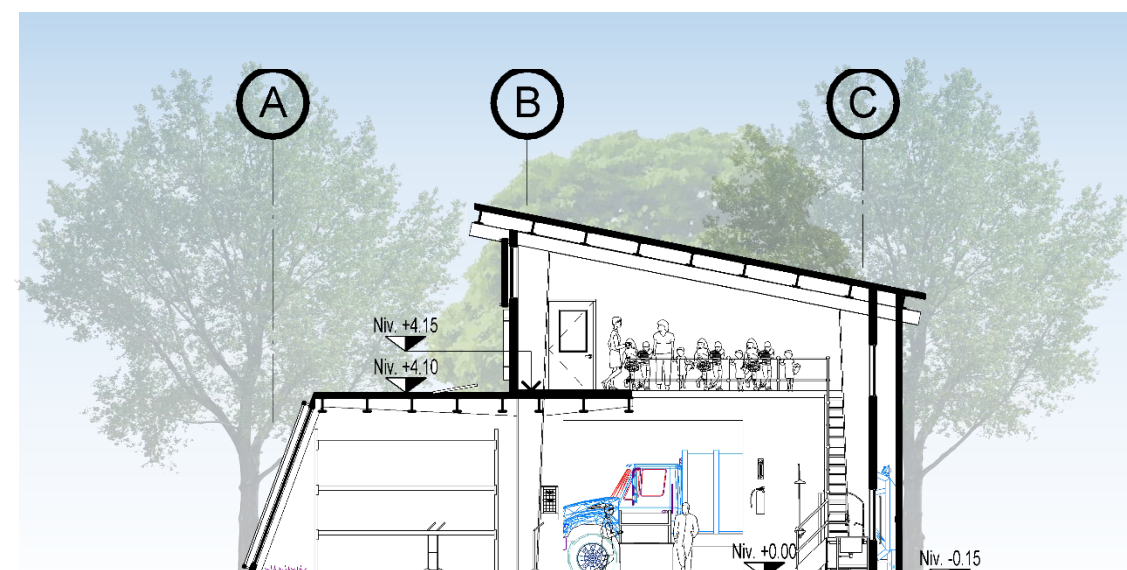
SEGUNDO NIVEL

ESCALA 1:150



SECCIÓN A-A'

ESCALA 1:150



SECCIÓN B-B'

ESCALA 1:150



# ÁREA DE RECUPERACIÓN DE MATERIALES

## SEÑALIZACIÓN INDUSTRIAL

Debido al carácter industrial del proyecto, y al tipo de actividades que se desarrollan en él, es necesario colocar señalización para prevenir la mayor cantidad de incidentes.

Se tomó como referencia la "Guía de Señalización de ambientes y Equipos de seguridad" de la CONRED para ubicar cada tipo de señal y conocer las características de cada una.

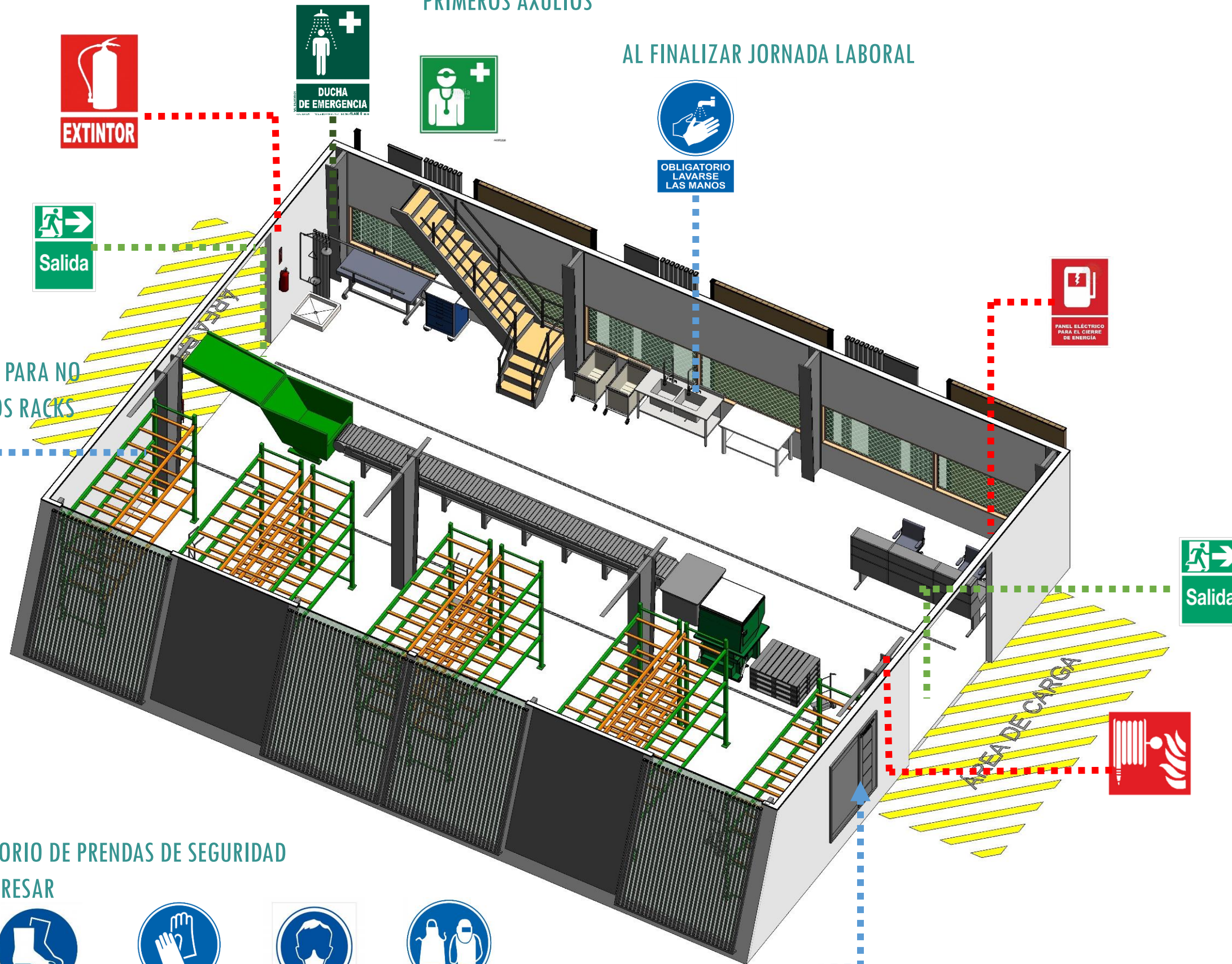
PRIMEROS AUXILIOS

AL FINALIZAR JORNADA LABORAL

CAPACIDAD MAX. PARA NO SOBRECARGAR LOS RACKS

CARGA MAXIMA

USO OBLIGATORIO DE PRENDAS DE SEGURIDAD PREVIAMENTE A INGRESAR







# ÁREA DE RECUPERACIÓN DE MATERIALES

## VISTAS



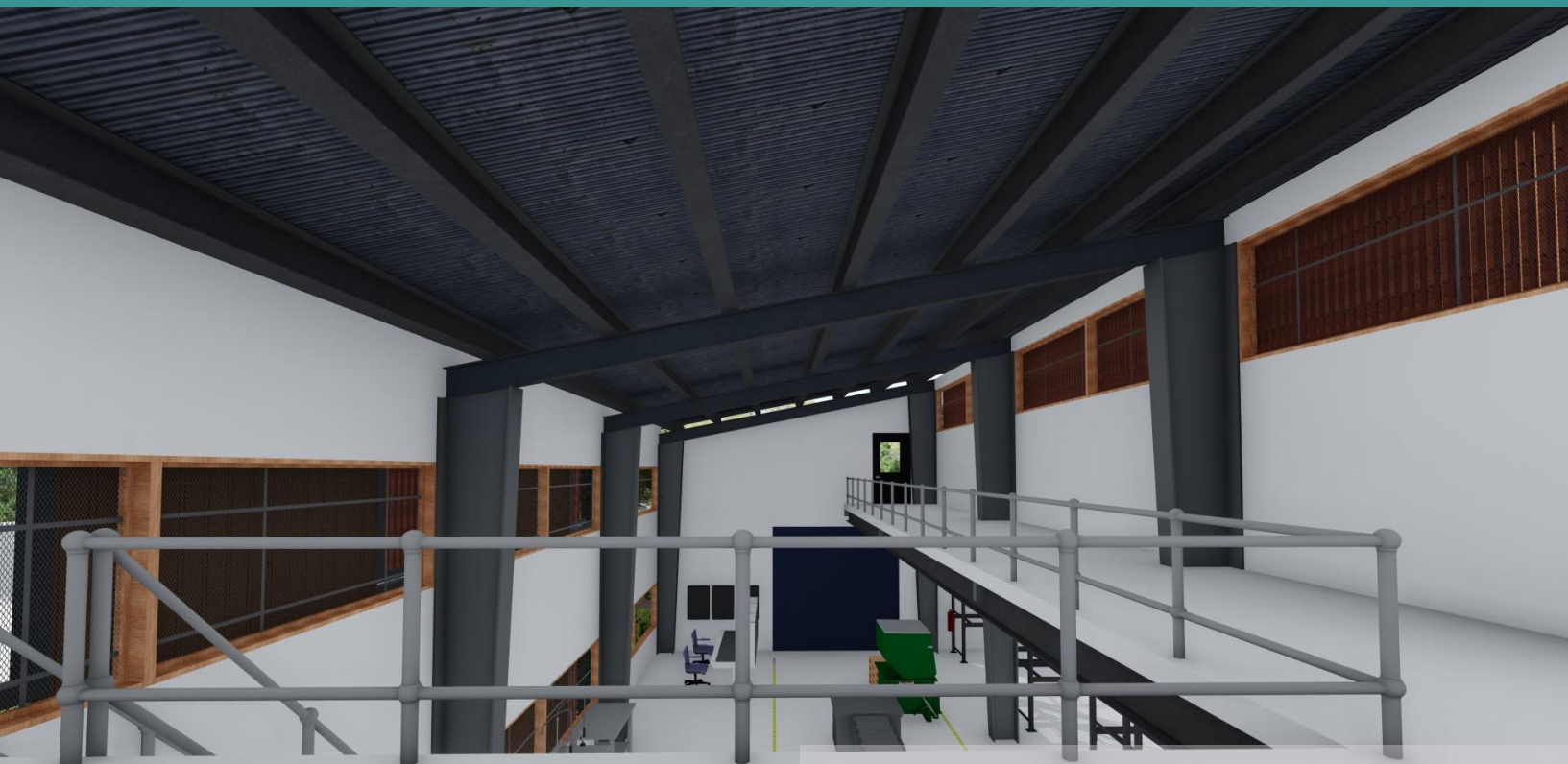
LÍNEA DE REVISIÓN DE MATERIAL RECICLABLE



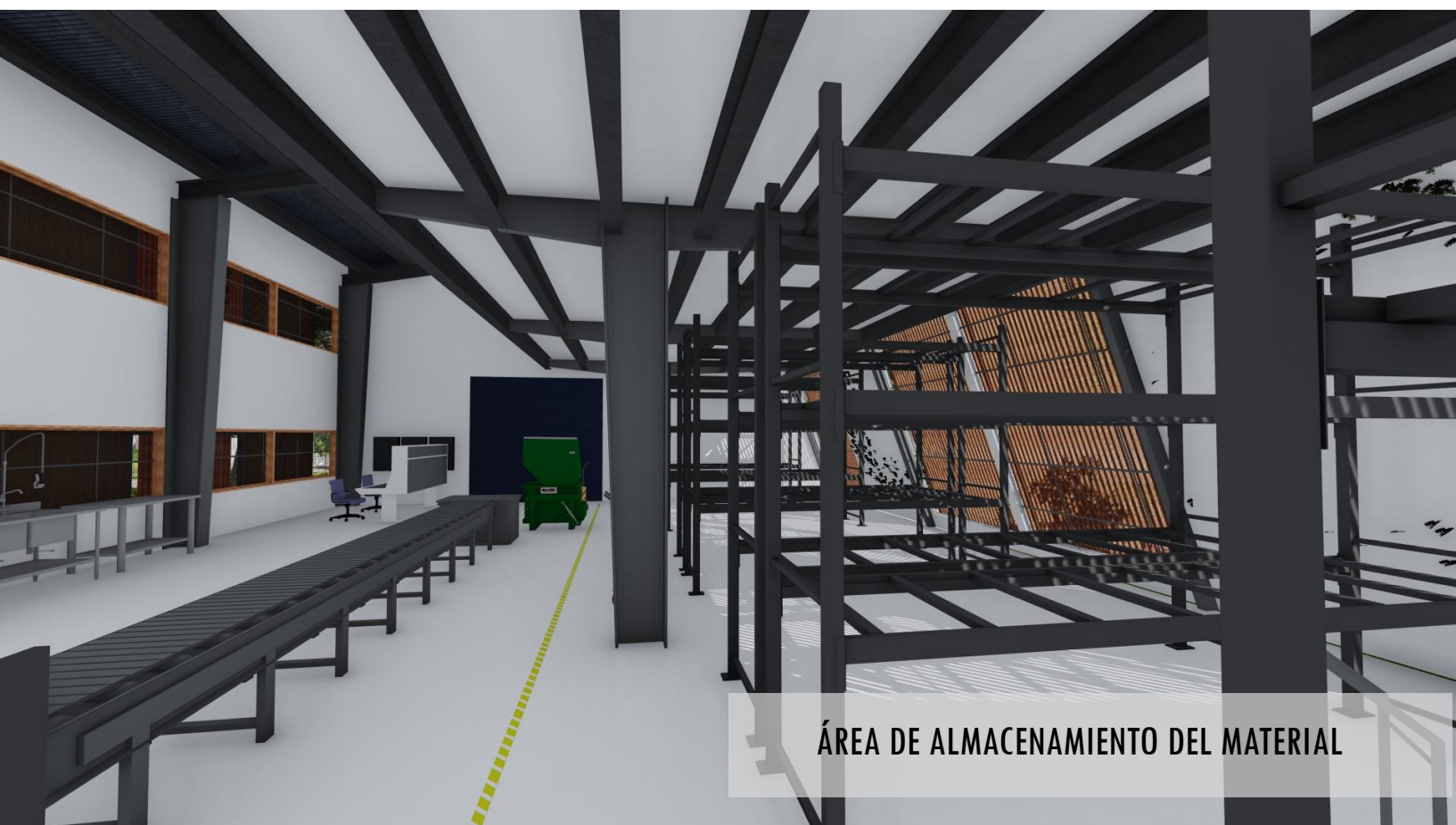
ÁREA DE LAVADO DEL MATERIAL RECICLABLE

# ÁREA DE RECUPERACIÓN DE MATERIALES

## VISTAS



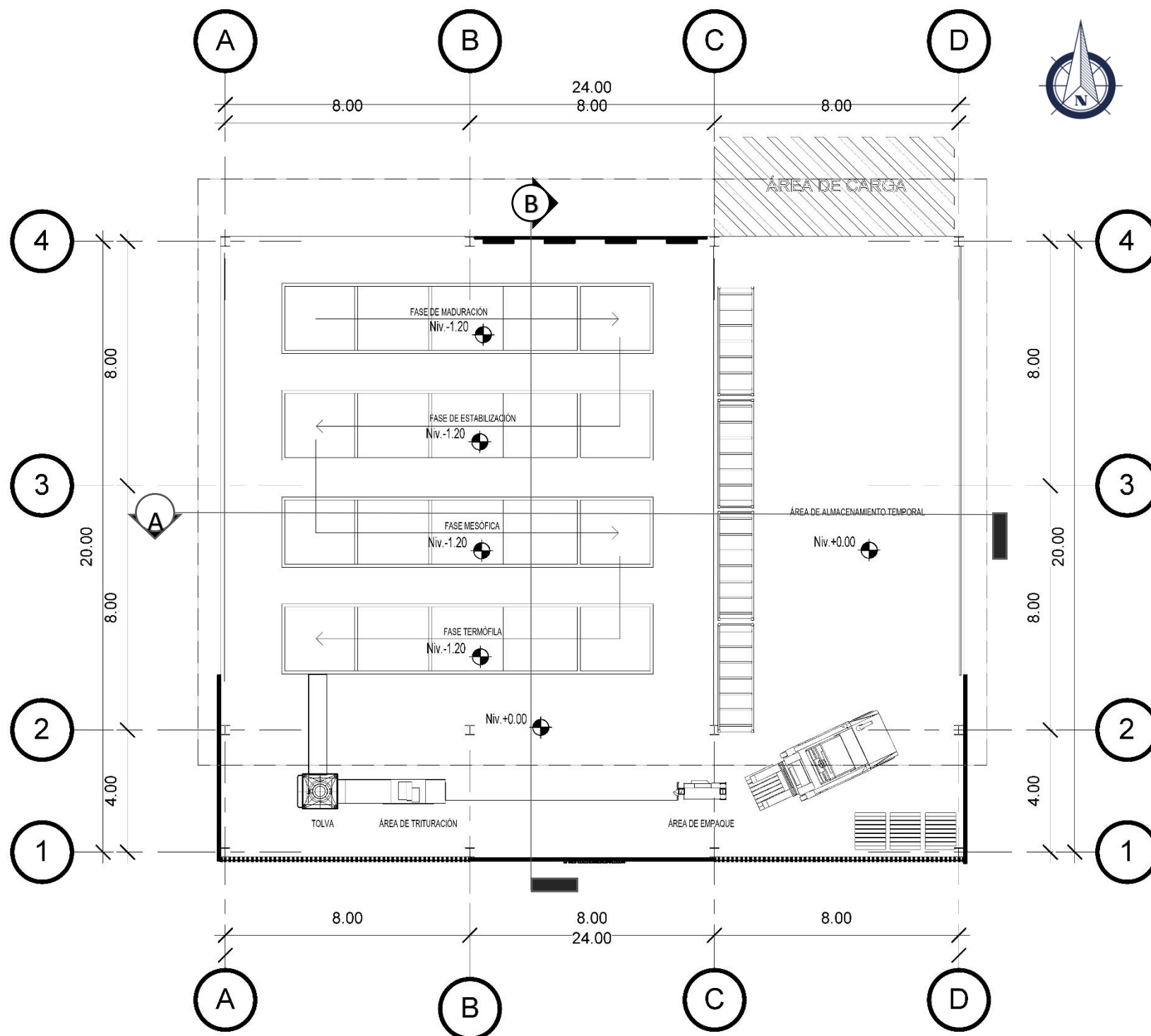
ENTREPISO



ÁREA DE ALMACENAMIENTO DEL MATERIAL

# PRODUCCIÓN DE COMPOSTA

UBIACIÓN DENTRO DEL CONJUNTO:



PRIMER NIVEL

ESCALA 1:150

## INGRESO DE DESECHOS ORGÁNICOS:

Los desechos orgánicos entrarán a través del punto de descarga. Los mismos serán vertidos en pilas con profundidad de 1.65 metros. Las pilas se distribuyen en cuatro filas, correspondientes a los 4 procesos que la materia debe cumplir para ser transformada en composta.

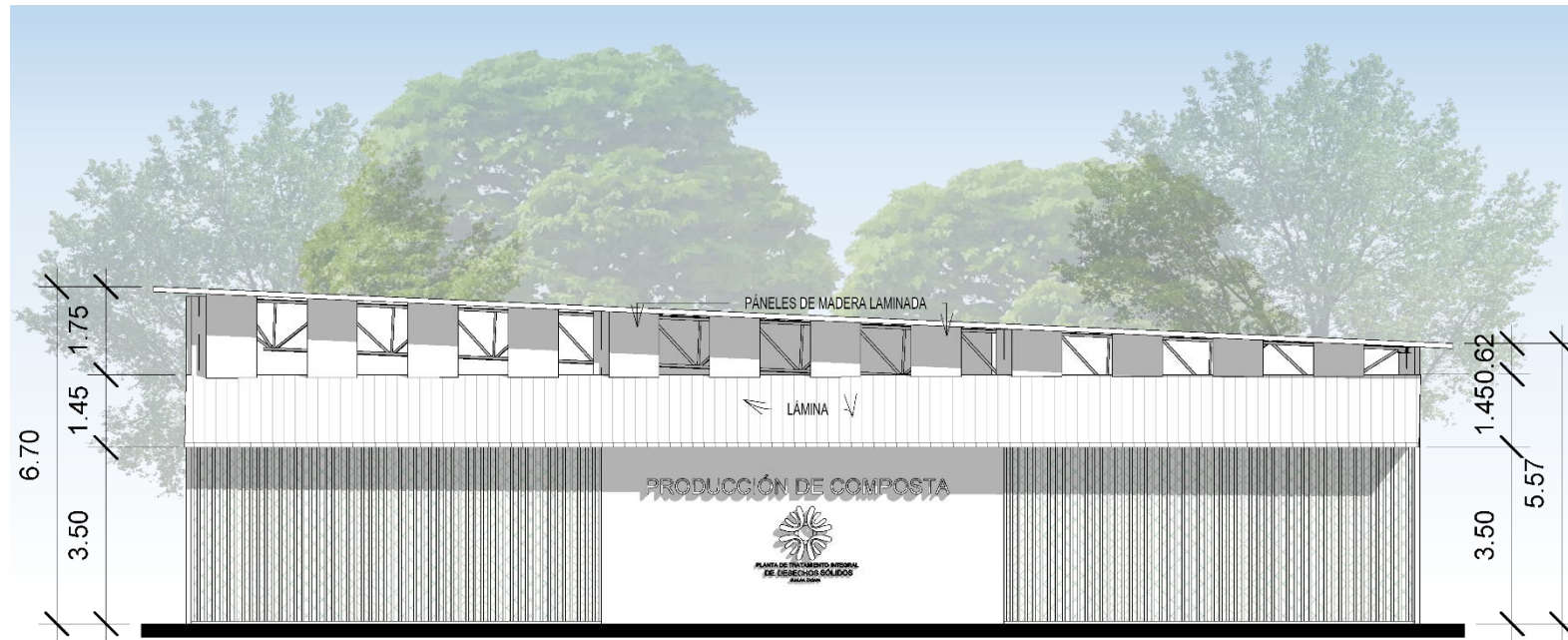
## ÁREA DE SELECCIÓN:

Luego de subir a través de la tolva el material pasará por la banda transportadora en donde el personal se encargará de depurar y desechar trozos grandes o material que no fue descompuesto.

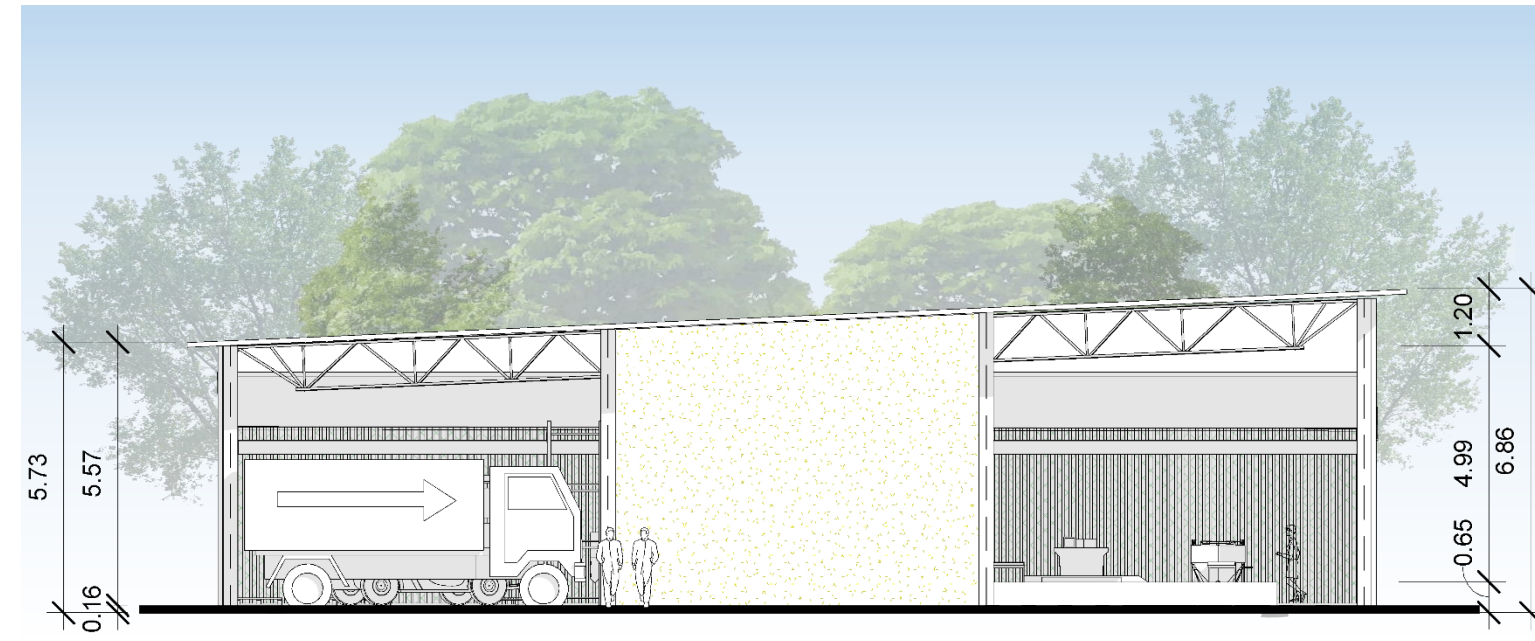
## TRITURACIÓN:

Como tratamiento final, la materia será triturada y empaçada para ser trasladada al área de almacenamiento.

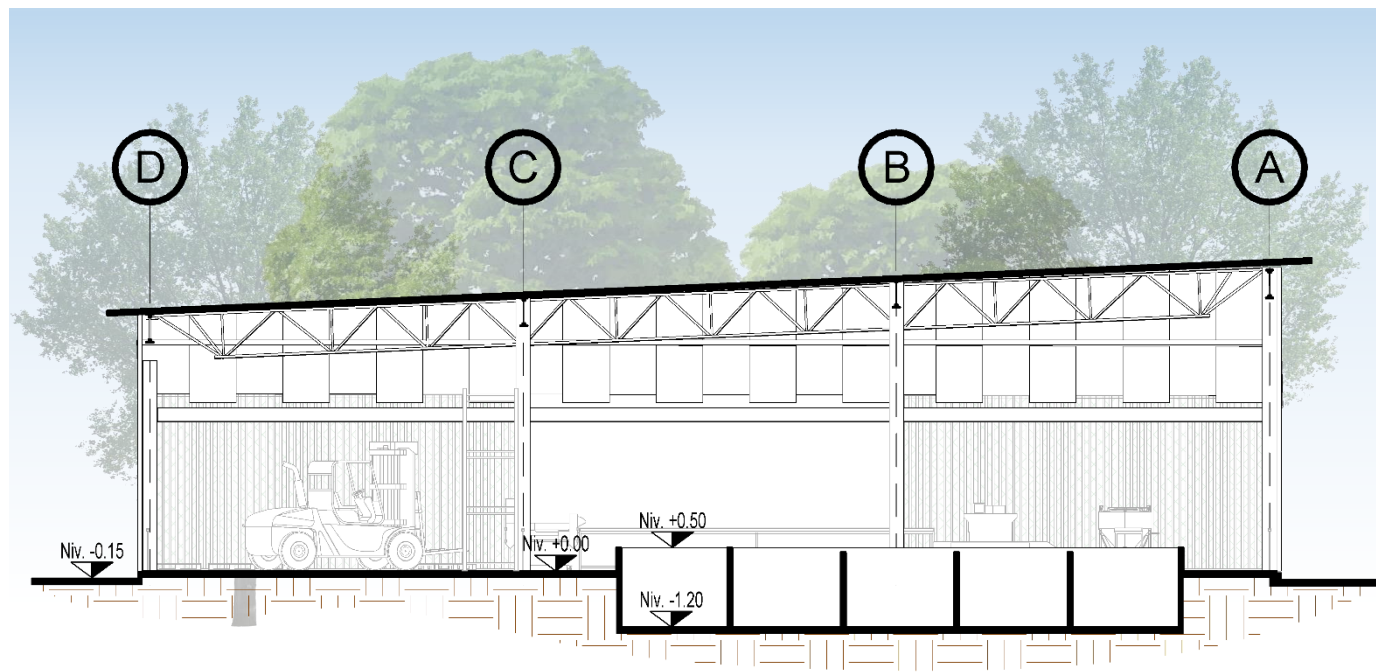




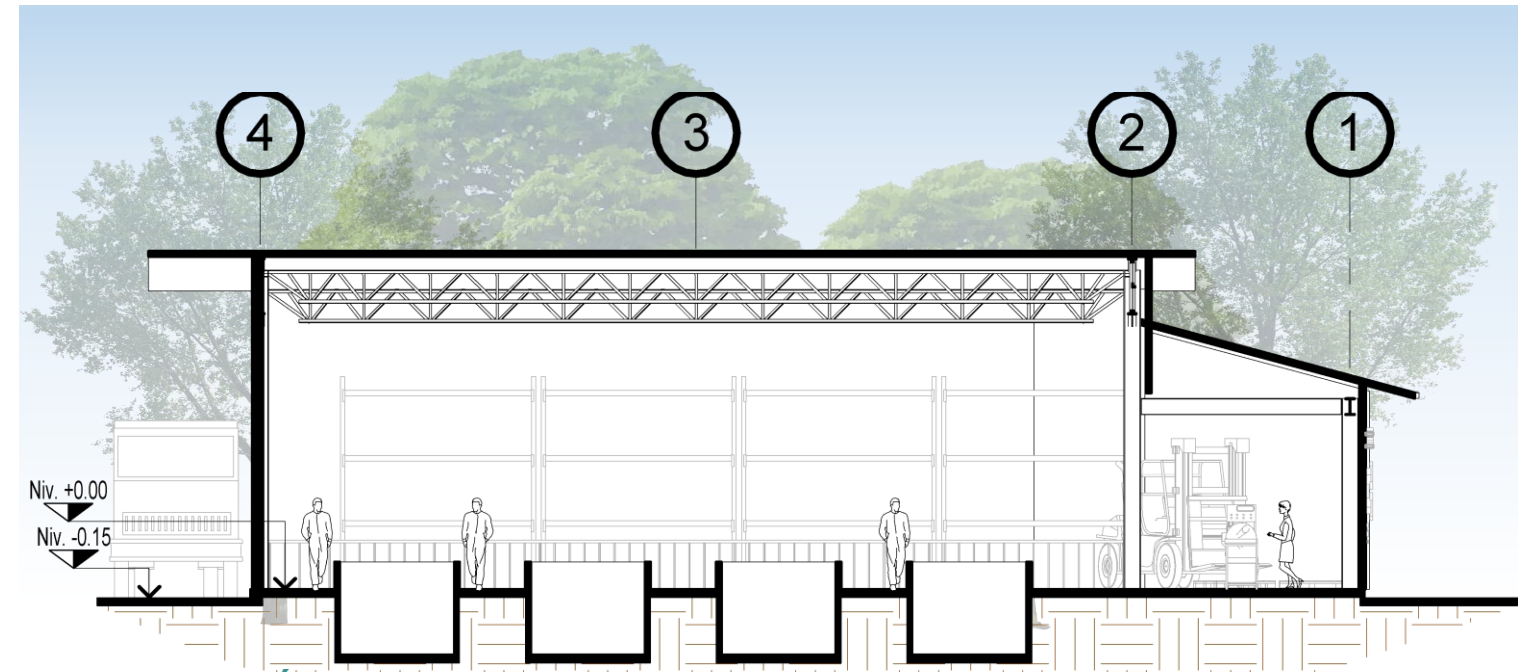
ELEVACIÓN SUR | ESCALA 1:150



ELEVACIÓN NORTE | ESCALA 1:150



SECCIÓN A-A' | ESCALA 1:150



SECCIÓN B-B' | ESCALA 1:150



# PRODUCCIÓN DE COMPOSTA

## VISTAS



PILAS DE SEDIMENTACIÓN DE LA COMPOSTA



TRITURACIÓN Y REVISIÓN DE LA COMPOSTA

# PRODUCCIÓN DE COMPOSTA

## VISTAS



ÁREA DE ALMACENAMIENTO



PILAS DE SEDIMENTACIÓN DE LA COMPOSTA





USO DE MUROS VERDES Y CELOSÍAS



INGRESO PRINCIPAL



PARQUEO PARA BICICLETAS



INGRESO DE VISITANTES



# PRESUPUESTO

## ESTIMADO

		Costo unitario	Cantidad	Unidad	Sub total	
Estudios preliminares y planificación	Estudio de suelo triaxial	Q 30,000.00	1	Documento	Q	30,000.00
	Estudios de factibilidad	Q 25,000.00	1	Documento	Q	25,000.00
	Estudios de impacto ambiental	Q 35,000.00	1	Documento	Q	35,000.00
	Licencia MARN	Q 15,000.00	1	Documento	Q	15,000.00
	Elaboración de plan de manejo	Q 50,000.00	1	Documento	Q	50,000.00
	Elaboración de juego de planos	Q 120,000.00	1	Documento	Q	120,000.00
<b>Sub-total</b>					<b>Q</b>	<b>275,000.00</b>

		Costo unitario	Cantidad	Unidad	Sub total	
PREL.	Limpieza y chapeo del terreno	Q 5.50	3026	m2	Q	16,642.30
	Replanteo topográfico	Q 6,800.00	2	cuadrilla	Q	13,600.00
<b>Sub-total</b>					<b>Q</b>	<b>30,242.30</b>
FASE 1	Área de aseo	Q 4,500.00	118	m2	Q	531,000.00
	Cafetería	Q 4,500.00	118	m3	Q	531,000.00
	Ingreso/Egreso	Q 4,500.00	12	m2	Q	54,000.00
	Compostaje	Q 4,000.00	710	m2	Q	2,840,000.00
	Clasificación de reciclaje	Q 4,000.00	464	m2	Q	1,856,000.00
<b>Sub-total</b>					<b>Q</b>	<b>5,812,000.00</b>
FASE 2	Centro de visitantes	Q 4,500.00	100	m2	Q	450,000.00
	Educativo	Q 4,500.00	100	m2	Q	450,000.00
	Administración	Q 4,500.00	118	m2	Q	531,000.00
	Clasificación de reciclaje	Q 4,000.00	928	m2	Q	3,712,000.00
<b>Sub-total</b>					<b>Q</b>	<b>5,143,000.00</b>
OTROS	Áreas peatonales	Q 2,000.00	1563	m2	Q	3,126,000.00
	Áreas verdes	Q 1,200.00	500	m2	Q	600,000.00
	Áreas exteriores vehiculares	Q 3,500.00	2500	m2	Q	8,750,000.00
<b>Sub-total</b>					<b>Q</b>	<b>12,476,000.00</b>

**COSTO TOTAL DEL PROYECTO**

**Q**

**23,736,242.30**

**COSTO POR METRO CUADRADO**

**Q**

**7,844.10**

EL ESTIMADO NO INCLUYE EL COSTO DE MOBILIARIO, INSTALACIONES ESPECIALES Y MAQUINARÍA QUE REQUIERE EL PROYECTO PARA SU FUNCIONAMIENTO



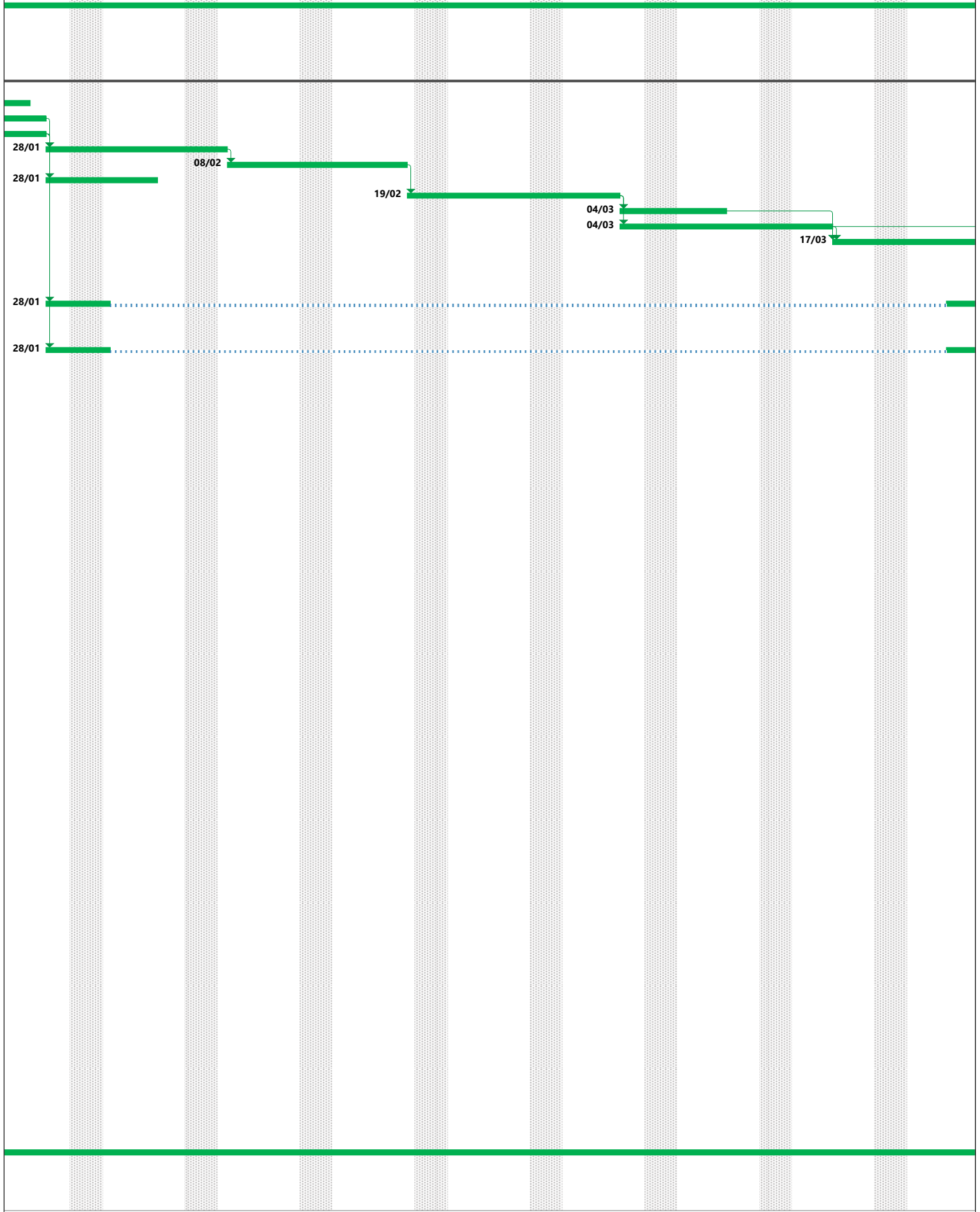
## PROGRAMA DE EJECUCIÓN

# FASE I

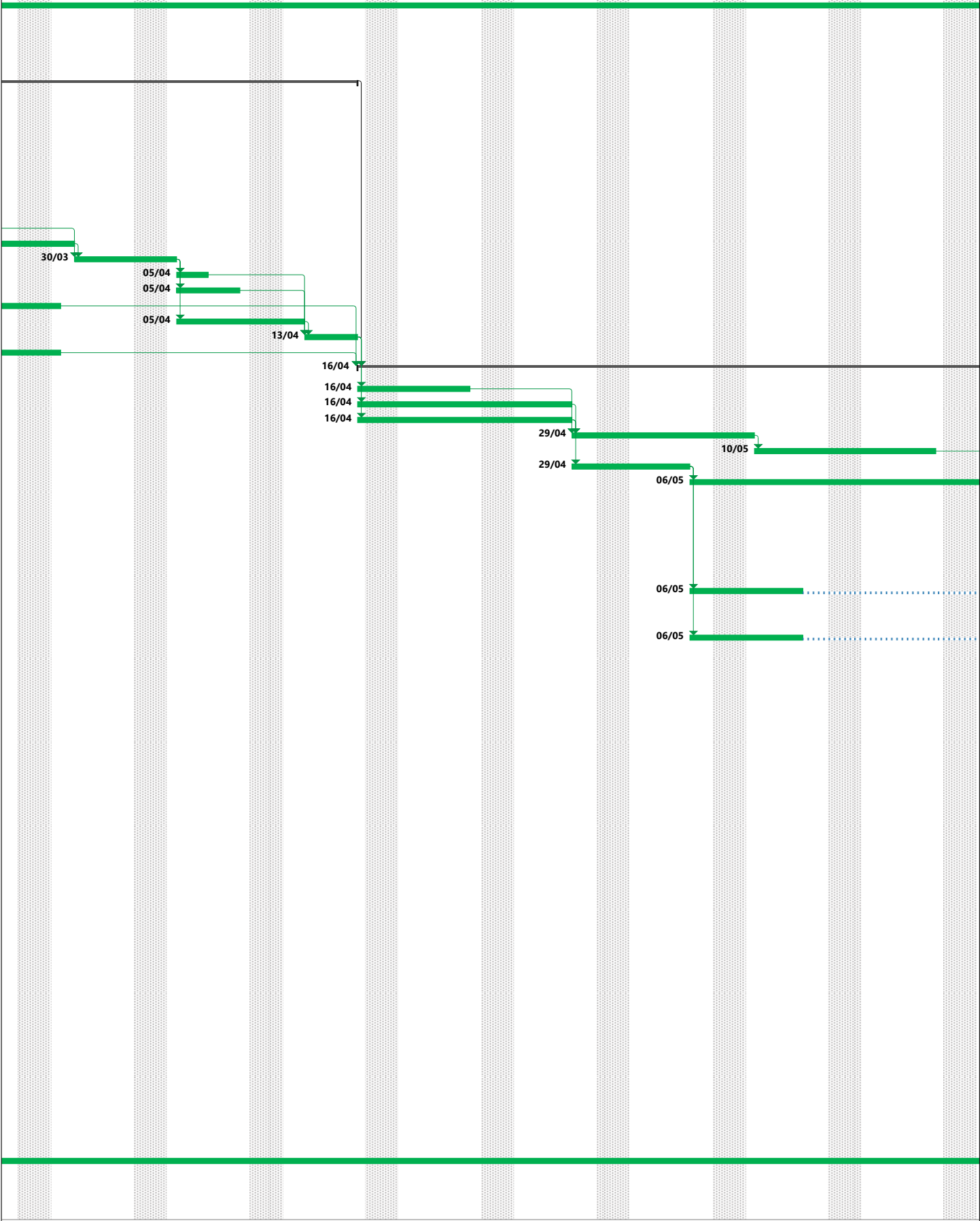


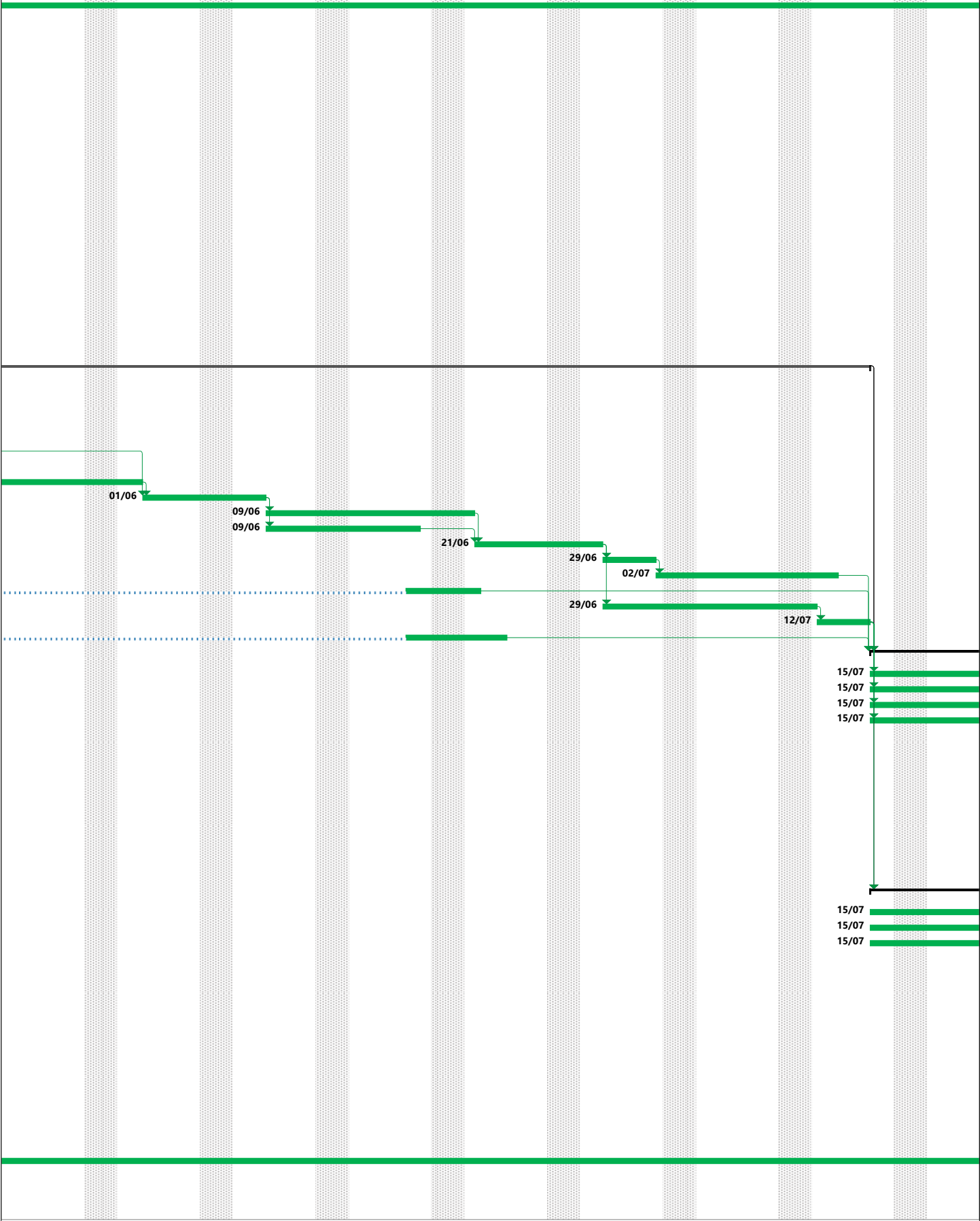
Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	04 ene '21							11 ene '21							18 ene '21							25 ene '21						
							D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S
1		PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS	250 días	lun 04/01/21	mié 10/11/21	2	01																											
2		INICIO DE FASE I	0 días	lun 04/01/21	lun 04/01/21		04/01																											
3		1.0 General	15 días	lun 04/01/21	jue 21/01/21	2	01																											
4		1.1 Limpieza y chapeo	5 días	lun 04/01/21	vie 08/01/21		08/01																											
5		1.2 Replanteo, trazo y estaqueo	10 días	vie 08/01/21	jue 21/01/21	4																												
6		2.0 1 edificio - Módulo de recuperación de materiales	69 días	jue 21/01/21	vie 16/04/21	5,3																												
7		2.1 Excavación	5 días	jue 21/01/21	mié 27/01/21	5																												
8		2.2 Zapatas 2x2	6 días	jue 21/01/21	jue 28/01/21	5																												
9		2.3 Cimiento corrido	6 días	jue 21/01/21	jue 28/01/21	5																												
10		2.4 Columnas (acero perfil W, 60 cm ancho)	8 días	jue 28/01/21	lun 08/02/21	9,8																												
11		2.5 Vigas (acero perfil W, 60 cm peralte)	10 días	lun 08/02/21	vie 19/02/21	10																												
12		2.6 Losa primer nivel	5 días	jue 28/01/21	jue 04/02/21	9																												
13		2.7 Muros	10 días	vie 19/02/21	jue 04/03/21	11																												
14		2.8 Entrepiso	5 días	jue 04/03/21	mié 10/03/21	13																												
15		2.9 Gradass estructura metálica	10 días	jue 04/03/21	mié 17/03/21	13																												
16		2.10 Cubierta losacero	10 días	mié 17/03/21	mar 30/03/21	15,14																												
17		2.11 Cubierta lámina	5 días	mar 30/03/21	lun 05/04/21	15,16																												
18		2.12 Puertas (persiana metálica)	2 días	lun 05/04/21	mié 07/04/21	17																												
19		2.13 Ventanas	4 días	lun 05/04/21	vie 09/04/21	17																												
20		2.14 Instalación hidráulica	6 días	jue 28/01/21	lun 29/03/21	9																												
21		2.15 Instalación eléctrica	6 días	lun 05/04/21	mar 13/04/21	17																												
22		2.16 Instalación eléctrica lámparas inds.	4 días	mar 13/04/21	vie 16/04/21	21,19,18																												
23		2.17 Instalación sanitaria	6 días	jue 28/01/21	lun 29/03/21	9																												
24		3.0 2 edificio - Módulo de recuperación de materiales	72 días	vie 16/04/21	jue 15/07/21	22,6,20,23																												
25		3.1 Excavación	5 días	vie 16/04/21	vie 23/04/21	22																												
26		3.2 Zapatas 2x2	10 días	vie 16/04/21	jue 29/04/21	22																												
27		3.3 Cimiento corrido	10 días	vie 16/04/21	jue 29/04/21	22																												
28		3.4 Columnas (acero perfil W, 60 cm ancho)	8 días	jue 29/04/21	lun 10/05/21	27,25,26																												
29		3.5 Vigas (acero perfil W, 60 cm peralte)	10 días	lun 10/05/21	vie 21/05/21	28																												
30		3.6 Losa primer nivel	6 días	jue 29/04/21	jue 06/05/21	27																												
31		3.7 Muros	20 días	jue 06/05/21	mar 01/06/21	30																												
32		3.8 Entrepiso	6 días	mar 01/06/21	mar 08/06/21	29,31																												
33		3.9 Gradass estructura metálica	10 días	mié 09/06/21	lun 21/06/21	32																												
34		3.10 Cubierta losacero	8 días	mié 09/06/21	vie 18/06/21	32																												
35		3.11 Cubierta lámina	6 días	lun 21/06/21	mar 29/06/21	34,33																												
36		3.12 Puertas (persiana metálica)	4 días	mar 29/06/21	vie 02/07/21	35																												
37		3.13 Ventanas	8 días	vie 02/07/21	mar 13/07/21	36																												
38		3.14 Instalación hidráulica	8 días	jue 06/05/21	lun 21/06/21	30																												
39		3.15 Instalación eléctrica	10 días	mar 29/06/21	lun 12/07/21	35																												
40		3.16 Instalación eléctrica lámparas inds.	4 días	lun 12/07/21	jue 15/07/21	39																												
41		3.17 Instalación sanitaria	10 días	jue 06/05/21	mié 23/06/21	30																												
42		4.0 3 edificio - Módulo de producción de composta	68.38 días	jue 15/07/21	vie 08/10/21	40,24,41,38,37																												
43		4.1 Excavación para cimentación	10 días	jue 15/07/21	mié 28/07/21	40																												
44		4.2 Excavación para pilas sedimentación	10 días	jue 15/07/21	mié 28/07/21	40																												
45		4.3 Zapatas 2x2	15 días	jue 15/07/21	mar 03/08/21	40																												
46		4.5 Cimiento corrido	15 días	jue 15/07/21	mar 03/08/21	40																												
47		4.6 Columnas (acero perfil W, 60 cm ancho)	8 días	mié 04/08/21	vie 13/08/21	46,45,44,43																												
48		4.7 Vigas (joist perfil circular)	6 días	vie 13/08/21	vie 20/08/21	47																												
49		4.8 Losa primer nivel	9.38 días	vie 20/08/21	mié 01/09/21	48																												
50		4.9 Muros	10 días	mié 01/09/21	mar 14/09/21	49																												
51		4.10 Cubierta lámina	8 días	mar 14/09/21	jue 23/09/21	50																												
52		4.11 Baranda metálica	8 días	jue 23/09/21	lun 04/10/21	51																												
53		4.12 Instalación hidráulica	6 días	vie 20/08/21	lun 13/09/21	48																												
54		4.13 Instalación eléctrica	8 días	jue 23/09/21	lun 04/10/21	51,53																												
55		4.14 Instalación eléctrica lámparas inds.	4 días	lun 04/10/21	vie 08/10/21	54,56																												
56		4.15 Instalación sanitaria	6 días	vie 20/08/21	lun 13/09/21	48																												
57		5.0 4 edificio-Edificio principal - Área de aseo y cafetería	82 días	jue 15/07/21	mar 26/10/21	40,24																												
58		5.1 Excavación	10 días	jue 15/07/21	mié 28/07/21																													
59		5.2 Zapatas 2x2	15 días	jue 15/07/21	mar 03/08/21																													
60		5.3 Cimiento corrido	15 días	jue 15/07/21	mar 03/08/21																													
61		5.4 Columnas (acero perfil W, 60 cm ancho)	8 días	mié 04/08/21	vie 13/08/21	60																												
62		5.5 Vigas (acero perfil W, 60 cm peralte)	6 días	vie 13/08/21	vie 20/08/21	61																												
63		5.6 Vigas (joist perfil circular)	4 días	vie 13/08/21	mié 18/08/21	61																												
64		5.7 Losa primer nivel	5 días	mié 18/08/21	mié 25/08/21	63																												
65		5.8 Muros	15 días	mié 25/08/21	lun 13/09/21	64,62																												
66		5.9 Entrepiso 2 nivel losacero	4 días	mié 18/08/21	mar 24/08/21	63																												
67		5.10 Gradass estructura metálica	10 días	mar 24/08/21	lun 06/09/21	66																												
68		5.11 Cubierta lámina	20 días	lun 06/09/21	mié 29/09/21	67																												
69		5.12 Puertas	5 días	mié 29/09/21	mié 06/10/21	68,65																												
70		5.13 Ventanas	8 días	mié 06/10/21	vie 15/10/21	69																												
71		5.14 Instalación hidráulica	10 días	mié 18/08/21	jue 07/10/21	63																												
72		5.15 Instalación eléctrica	15 días	jue 07/10/21	mar 26/10/21	68,73																												
73		5.16 Instalación sanitaria	10 días	mié 18/08/21	jue 07/10/21	63																												
74		6.0 Pavimentación de vías de circulación para camiones	210 días	lun 04/01/21	mar 21/09/21	2	01																											
75		7.0 Construcción de garita principal	15 días	mar 21/09/21	vie 08/10/21	74																												
76		8.0 Jardinerización	25 días	lun 11/10/21	mié 10/11/21	75																												
77		FIN DE LA FASE 1	0 días	mié 10/11/21	mié 10/11/21	76,57,55,52,42,72,1																												

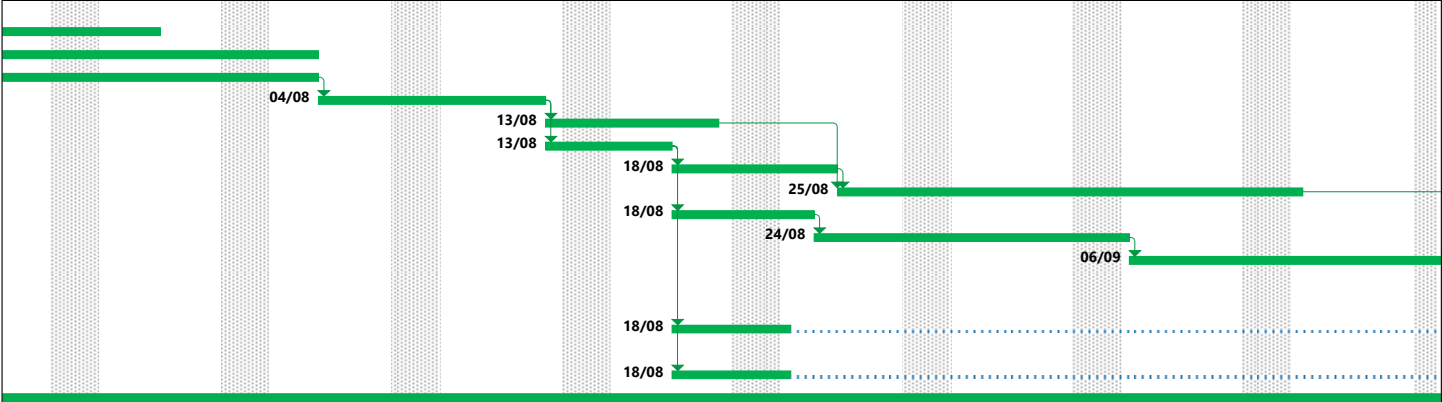
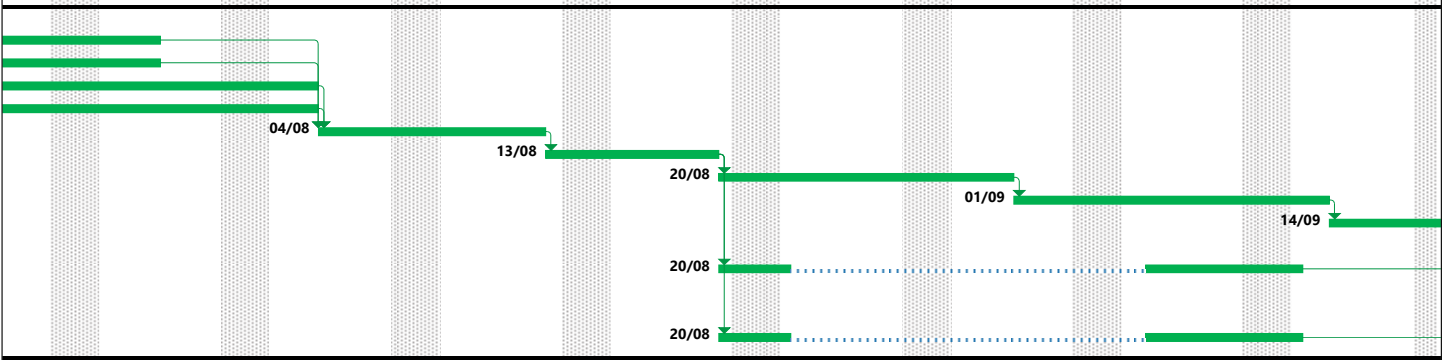
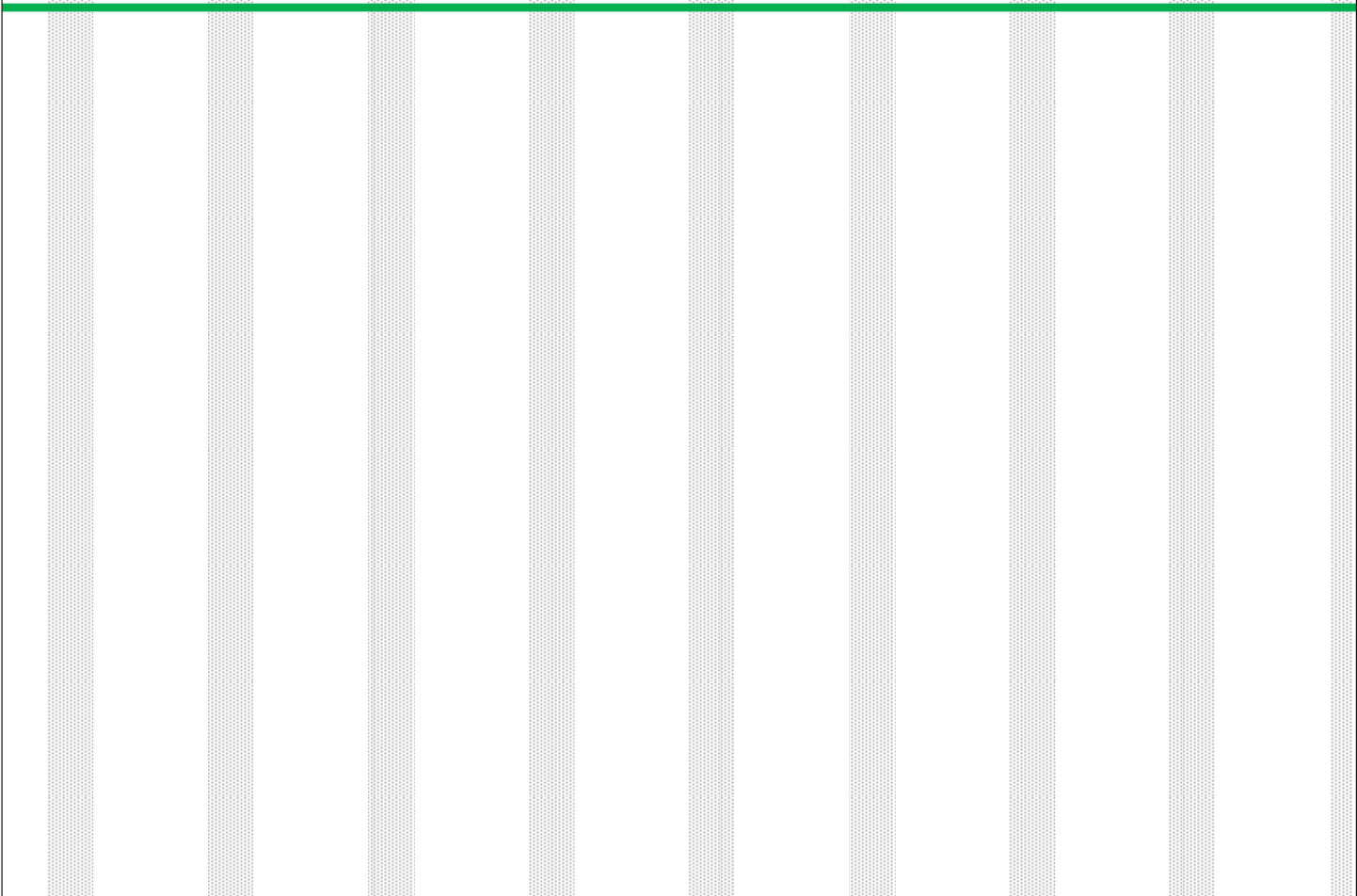
Proyecto: fase 1.mpp |
 Tarea Hito Resumen del proyecto 
  
 División Resumen Fecha límite

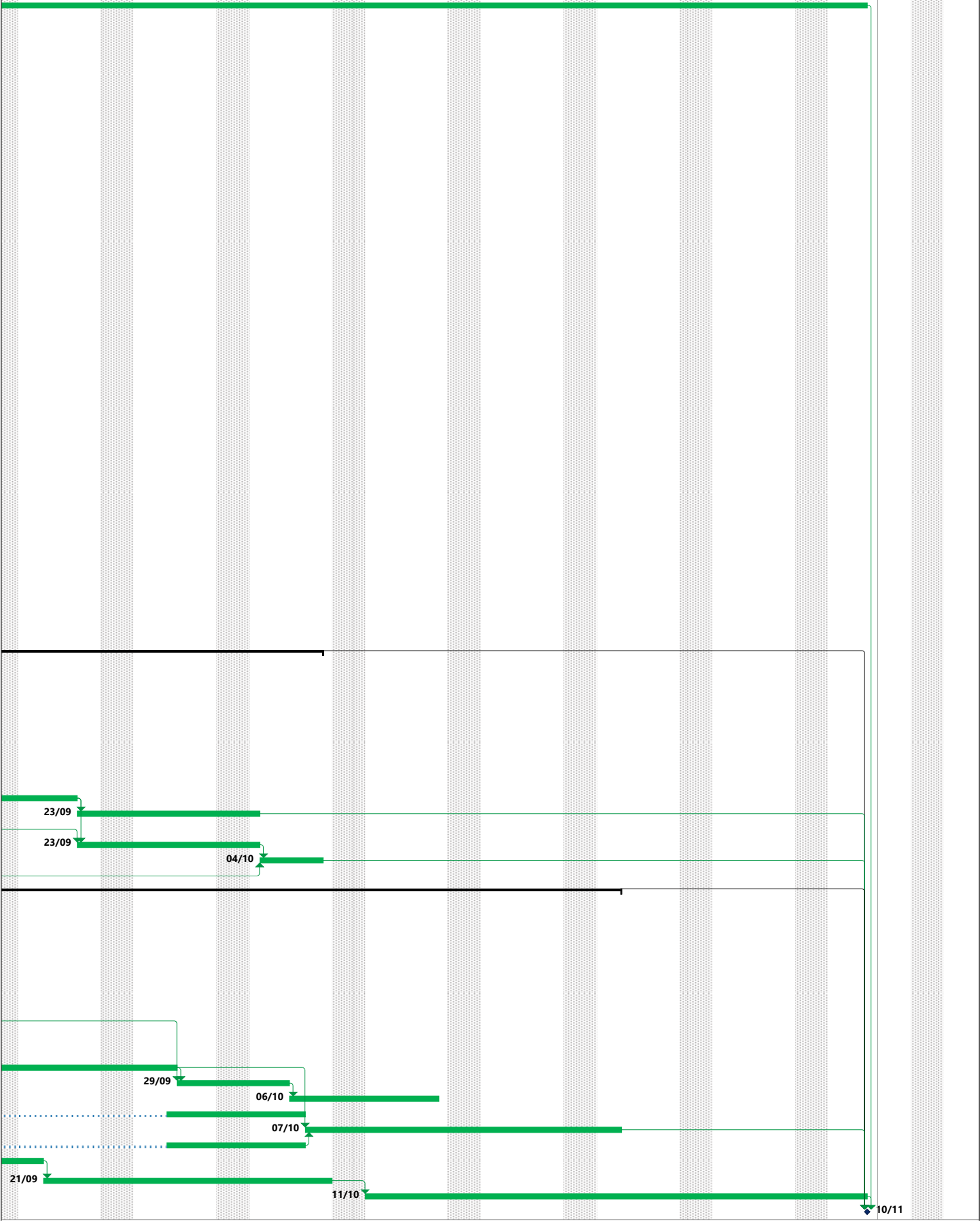












PROGRAMA DE EJECUCIÓN

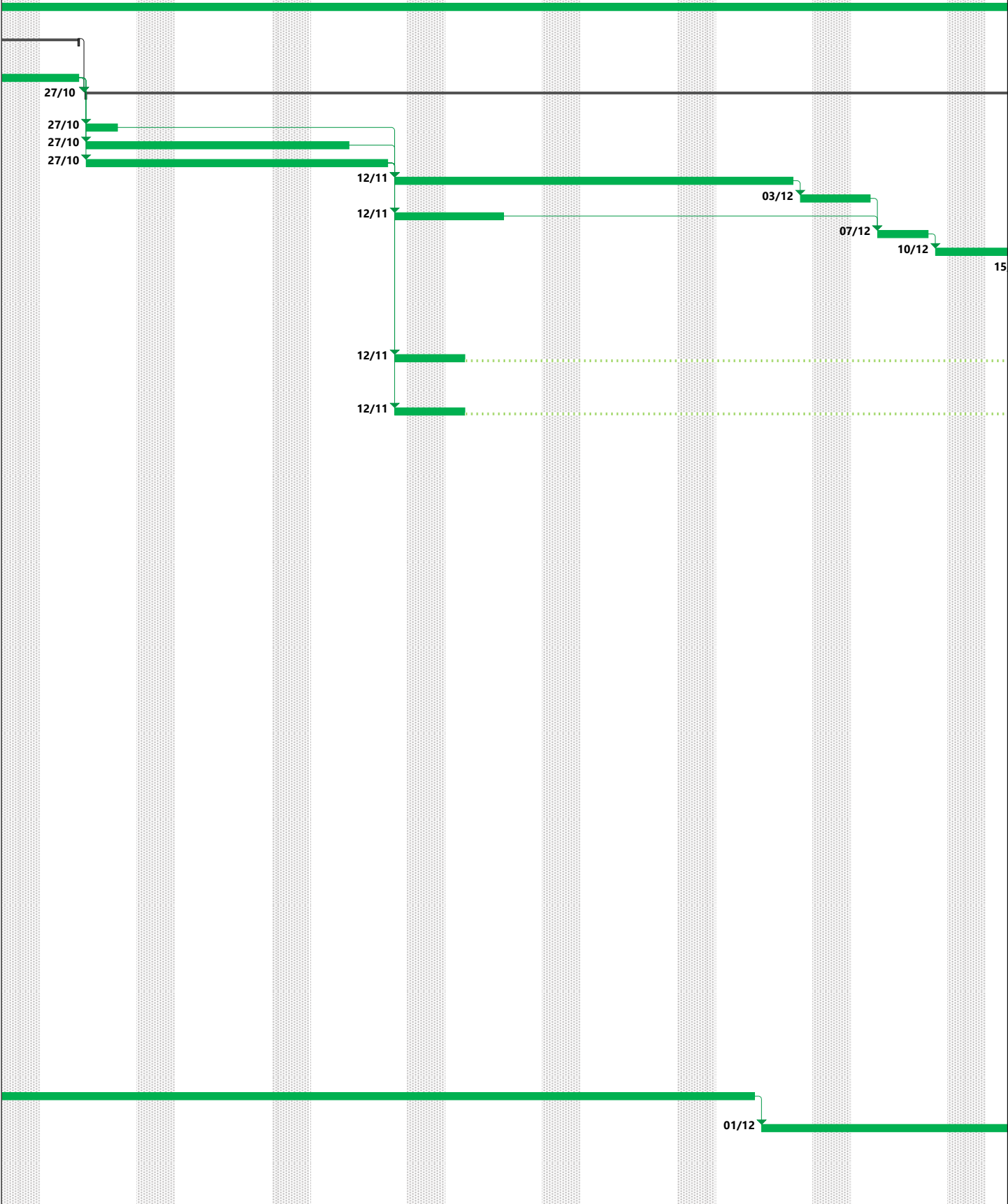
FASE II



Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	04 oct '21							11 oct '21							18 oct '21						
						S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V
1		PROYECTO DE GRADUACIÓN	200 días	lun 04/10/21	vie 08/07/22																					
2		INICIO DE FASE II	0 días	lun 04/10/21	lun 04/10/21																					
3		<b>1.0 General</b>	<b>17 días</b>	<b>lun 04/10/21</b>	<b>mar 26/10/21</b>																					
4		1.1 Limpieza y chapeo	7 días	lun 04/10/21	mar 12/10/21																					
5		1.2 Replanteo, trazo y estaqueo	10 días	mié 13/10/21	mar 26/10/21																					
6		<b>2.0 1 edificio - Módulo de recuperación de materiales</b>	<b>69 días</b>	<b>mié 27/10/21</b>	<b>lun 31/01/22</b>																					
7		2.1 Excavación	2 días	mié 27/10/21	jue 28/10/21																					
8		2.2 Zapatas 2x2	10 días	mié 27/10/21	mar 09/11/21																					
9		2.3 Cimiento corrido	12 días	mié 27/10/21	jue 11/11/21																					
10		2.4 Columnas (acero perfil W, 60 cm ancho)	15 días	vie 12/11/21	jue 02/12/21																					
11		2.5 Vigas (acero perfil W, 60 cm peralte)	2 días	vie 03/12/21	lun 06/12/21																					
12		2.6 Losa primer nivel	4 días	vie 12/11/21	mié 17/11/21																					
13		2.7 Muros	3 días	mar 07/12/21	jue 09/12/21																					
14		2.8 Entrepiso	3 días	vie 10/12/21	mar 14/12/21																					
15		2.9 Gradass estructura metálica	1 día	mié 15/12/21	mié 15/12/21																					
16		2.10 Cubierta losacero	12 días	jue 16/12/21	vie 31/12/21																					
17		2.11 Cubierta lámina	8 días	lun 03/01/22	mié 12/01/22																					
18		2.12 Puertas (persiana metálica)	7 días	jue 13/01/22	vie 21/01/22																					
19		2.13 Ventanas	2 días	jue 13/01/22	vie 14/01/22																					
20		2.14 Instalación hidráulica	6 días	vie 12/11/21	mar 04/01/22																					
21		2.15 Instalación eléctrica	8 días	jue 13/01/22	lun 24/01/22																					
22		2.16 Instalación eléctrica lámparas inds.	5 días	mar 25/01/22	lun 31/01/22																					
23		2.17 Instalación sanitaria	8 días	vie 12/11/21	jue 06/01/22																					
24		<b>3.0 2 edificio - Módulo de recuperación de materiales</b>	<b>54 días</b>	<b>mar 01/02/22</b>	<b>vie 15/04/22</b>																					
25		3.1 Excavación	10 días	mar 01/02/22	lun 14/02/22																					
26		3.2 Zapatas 2x2	12 días	mar 01/02/22	mié 16/02/22																					
27		3.3 Cimiento corrido	15 días	mar 01/02/22	lun 21/02/22																					
28		3.4 Columnas (acero perfil W, 60 cm ancho)	2 días	mar 22/02/22	mié 23/02/22																					
29		3.5 Vigas (hacero perfil W, 60 cm peralte)	4 días	jue 24/02/22	mar 01/03/22																					
30		3.6 Losa primer nivel	3 días	mar 22/02/22	jue 24/02/22																					
31		3.7 Muros	15 días	vie 25/02/22	jue 17/03/22																					
32		3.8 Entrepiso	4 días	mié 02/03/22	lun 07/03/22																					
33		3.9 Gradass estructura metálica	10 días	mar 08/03/22	lun 21/03/22																					
34		3.10 Cubierta losacero	8 días	mar 08/03/22	jue 17/03/22																					
35		3.11 Cubierta lámina	7 días	vie 18/03/22	lun 28/03/22																					
36		3.12 Puertas (persiana metálica)	2 días	mar 29/03/22	mié 30/03/22																					
37		3.13 Ventanas	6 días	jue 31/03/22	jue 07/04/22																					
38		3.14 Instalación hidráulica	6 días	vie 25/02/22	vie 25/03/22																					
39		3.15 Instalación eléctrica	5 días	mar 29/03/22	lun 04/04/22																					
40		3.16 Instalación eléctrica lámparas inds.	9 días	mar 05/04/22	vie 15/04/22																					
41		3.17 Instalación sanitaria	6 días	vie 25/02/22	vie 25/03/22																					
42		<b>4.0 3 edificio-Edificio principal - Área de aseo y cafetería</b>	<b>57 días</b>	<b>lun 18/04/22</b>	<b>mar 05/07/22</b>																					
43		4.1 Excavación	6 días	lun 18/04/22	lun 25/04/22																					
44		4.2 Zapatas 2x2	10 días	lun 18/04/22	vie 29/04/22																					
45		4.3 Cimiento corrido	10 días	lun 18/04/22	vie 29/04/22																					
46		4.4 Columnas (acero perfil W, 60 cm ancho)	8 días	lun 02/05/22	mié 11/05/22																					
47		4.5 Vigas (acero perfil W, 60 cm peralte)	8 días	jue 12/05/22	lun 23/05/22																					
48		4.6 Vigas (joist perfil circular)	8 días	jue 12/05/22	lun 23/05/22																					
49		4.7 Losa primer nivel	2 días	mar 24/05/22	mié 25/05/22																					
50		4.8 Muros	15 días	jue 26/05/22	mié 15/06/22																					
51		4.9 Entrepiso 2 nivel losacero	5 días	mar 24/05/22	lun 30/05/22																					
52		4.10 Entrepiso 3 nivel losacero	5 días	mar 24/05/22	lun 30/05/22																					
53		4.11 Gradass estructura metálica	4 días	mar 31/05/22	vie 03/06/22																					
54		4.12 Cubierta lámina	10 días	lun 06/06/22	vie 17/06/22																					
55		4.13 Puertas	1 día	lun 20/06/22	lun 20/06/22																					
56		4.14 Ventanas	4 días	mar 21/06/22	vie 24/06/22																					
57		4.15 Instalación hidráulica	6 días	mar 24/05/22	vie 17/06/22																					
58		4.16 Instalación eléctrica	12 días	lun 20/06/22	mar 05/07/22																					
59		4.17 Instalación sanitaria	6 días	mar 24/05/22	vie 17/06/22																					
60		<b>5.0 Pavimentación de vías de circulación para visitantes</b>	<b>35 días</b>	<b>mié 13/10/21</b>	<b>mar 30/11/21</b>																					
61		<b>6.0 Construcción de garita secundaria</b>	<b>15 días</b>	<b>mié 01/12/21</b>	<b>mar 21/12/21</b>																					
62		<b>7.0 Pavimentación parqueo de servicio</b>	<b>20 días</b>	<b>mié 22/12/21</b>	<b>mar 18/01/22</b>																					
63		<b>8.0 Pavimentación parqueo de visitas</b>	<b>20 días</b>	<b>mié 22/12/21</b>	<b>mar 18/01/22</b>																					
64		<b>9.0 Jardinería</b>	<b>30 días</b>	<b>mié 19/01/22</b>	<b>mar 01/03/22</b>																					
65		FIN DE FASE II	0 días	vie 08/07/22	vie 08/07/22																					

Proyecto: fase 2.mpp |
 Tarea Hito Resumen del proyecto |
 División Resumen

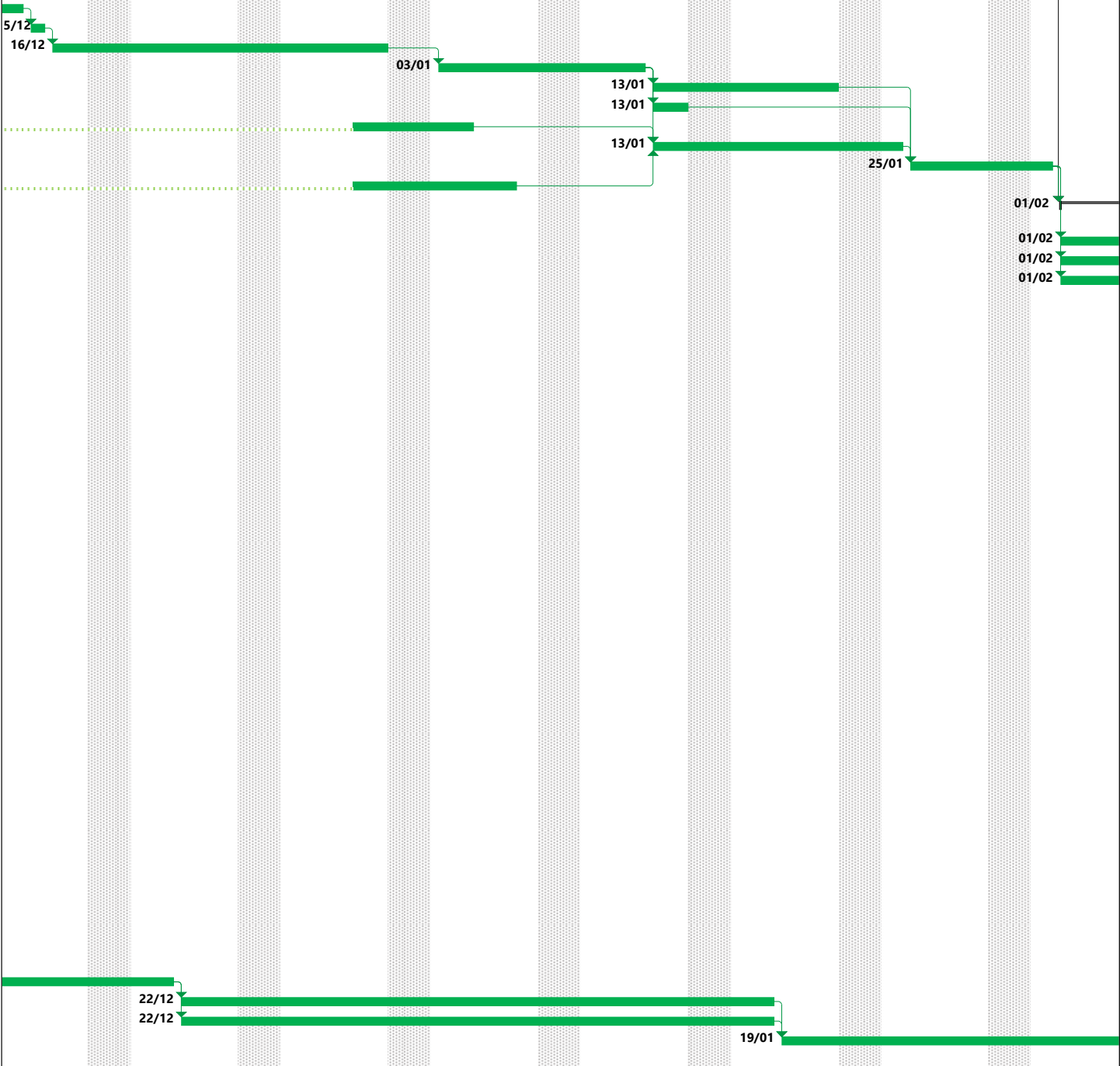
25 oct '21 01 nov '21 08 nov '21 15 nov '21 22 nov '21 29 nov '21 06 dic '21 13 d



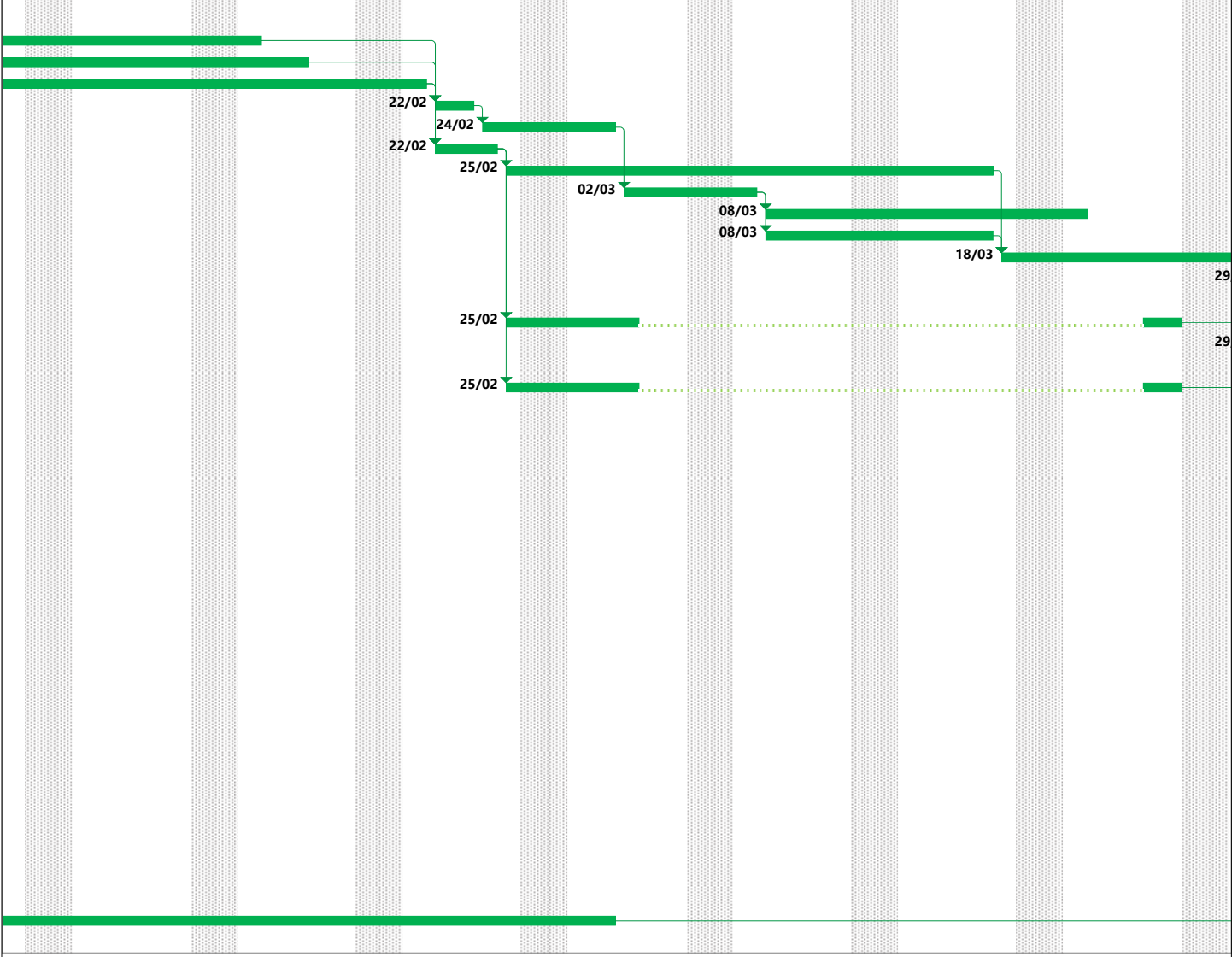
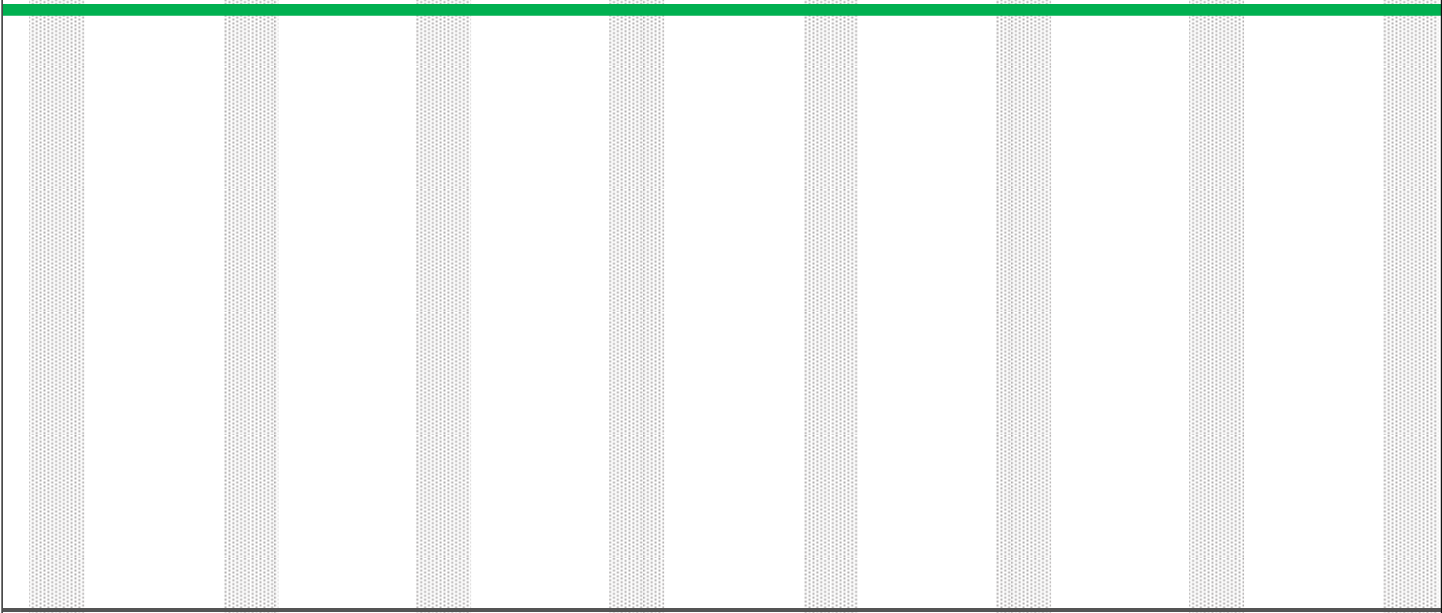
Proyecto: fase 2.mpp | 
 Tarea  Hito  Resumen del proyecto  | 
 División  Resumen 



ic '21 | 20 dic '21 | 27 dic '21 | 03 ene '22 | 10 ene '22 | 17 ene '22 | 24 ene '22 | 31 ene '22  
M X J V S D | L M X J V S D | L M X J V S D | L M X J V S D | L M X J V S D | L M X J V S D | L M X J V S D

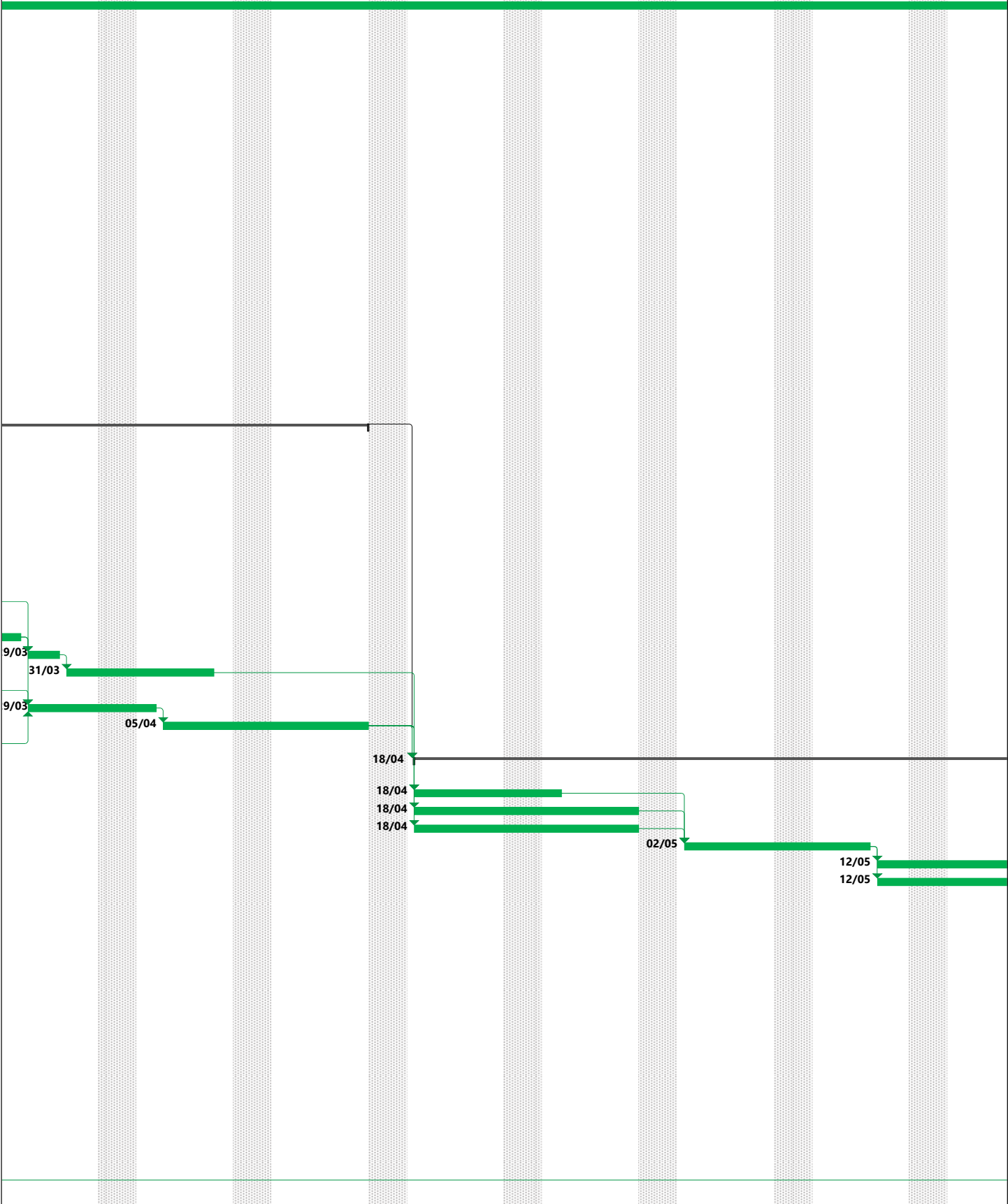


V S D 07 feb '22 L M X J V S D 14 feb '22 L M X J V S D 21 feb '22 L M X J V S D 28 feb '22 L M X J V S D 07 mar '22 L M X J V S D 14 mar '22 L M X J V S D 21 mar '22 L M X J V S D



Proyecto: fase 2.mpp |
 Tarea  Hito  Resumen del proyecto   
 División  Resumen 

28 mar '22 | 04 abr '22 | 11 abr '22 | 18 abr '22 | 25 abr '22 | 02 may '22 | 09 may '22 | 16 may '22



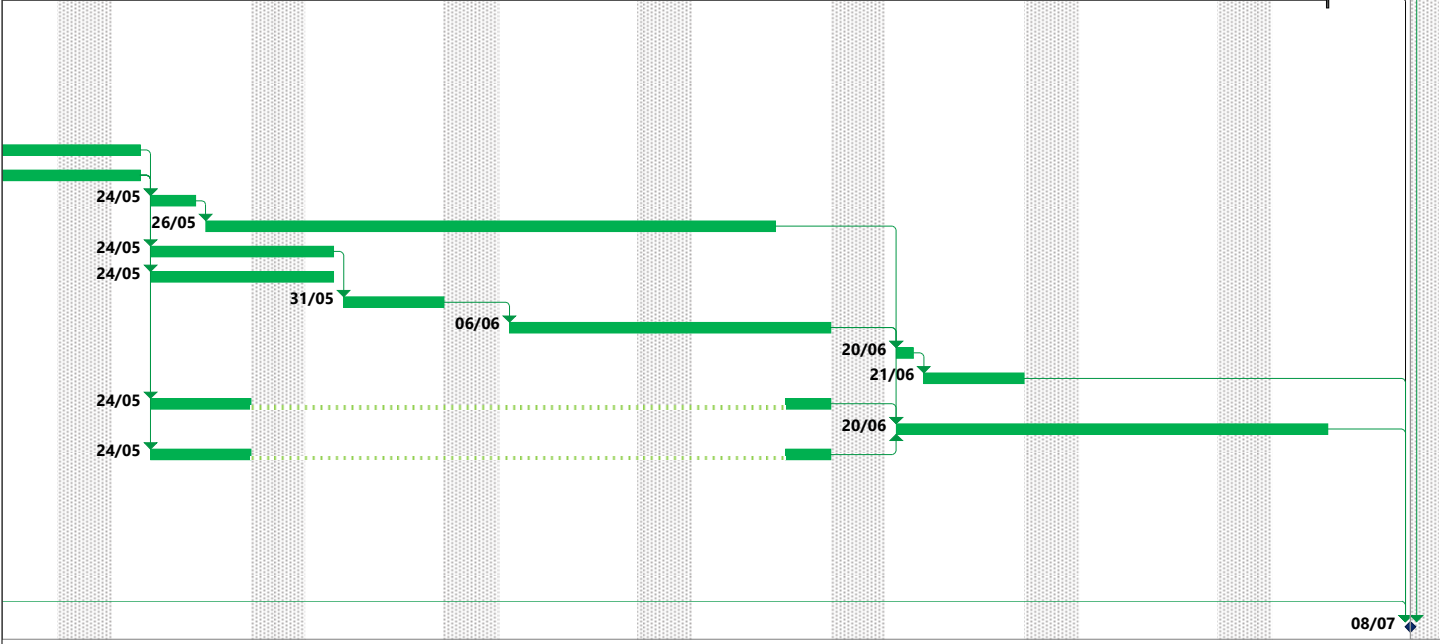
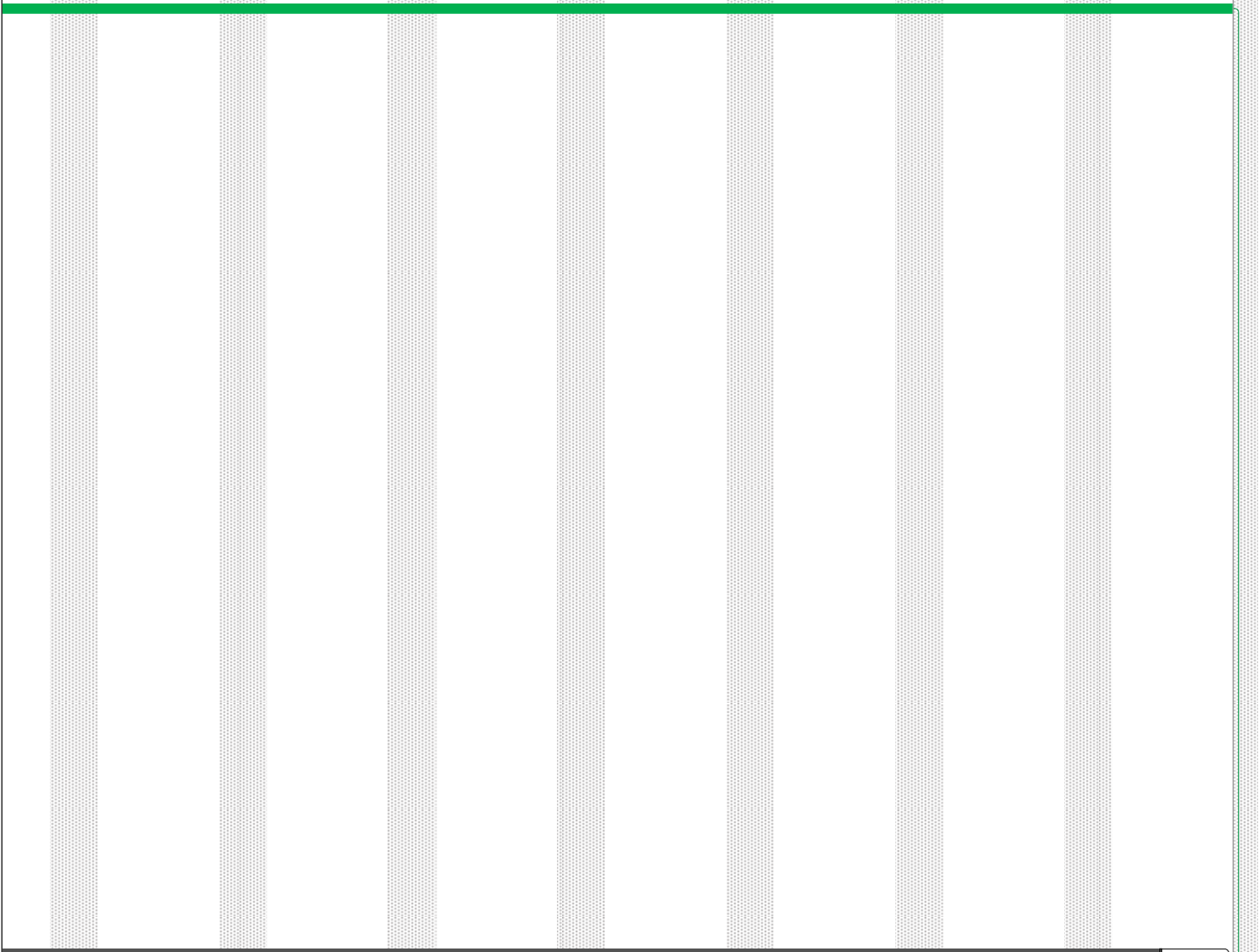
Proyecto: fase 2.mpp

Tarea  
División

Hito  
Resumen

Resumen del proyecto

J V S D | 23 may '22 | L M X J V S D | 30 may '22 | L M X J V S D | 06 jun '22 | L M X J V S D | 13 jun '22 | L M X J V S D | 20 jun '22 | L M X J V S D | 27 jun '22 | L M X J V S D | 04 jul '22 | L M X J V S D



Proyecto: fase 2.mpp

Tarea Hito Resumen del proyecto   
 División Resumen






PROGRAMA DE EJECUCIÓN

FASE III

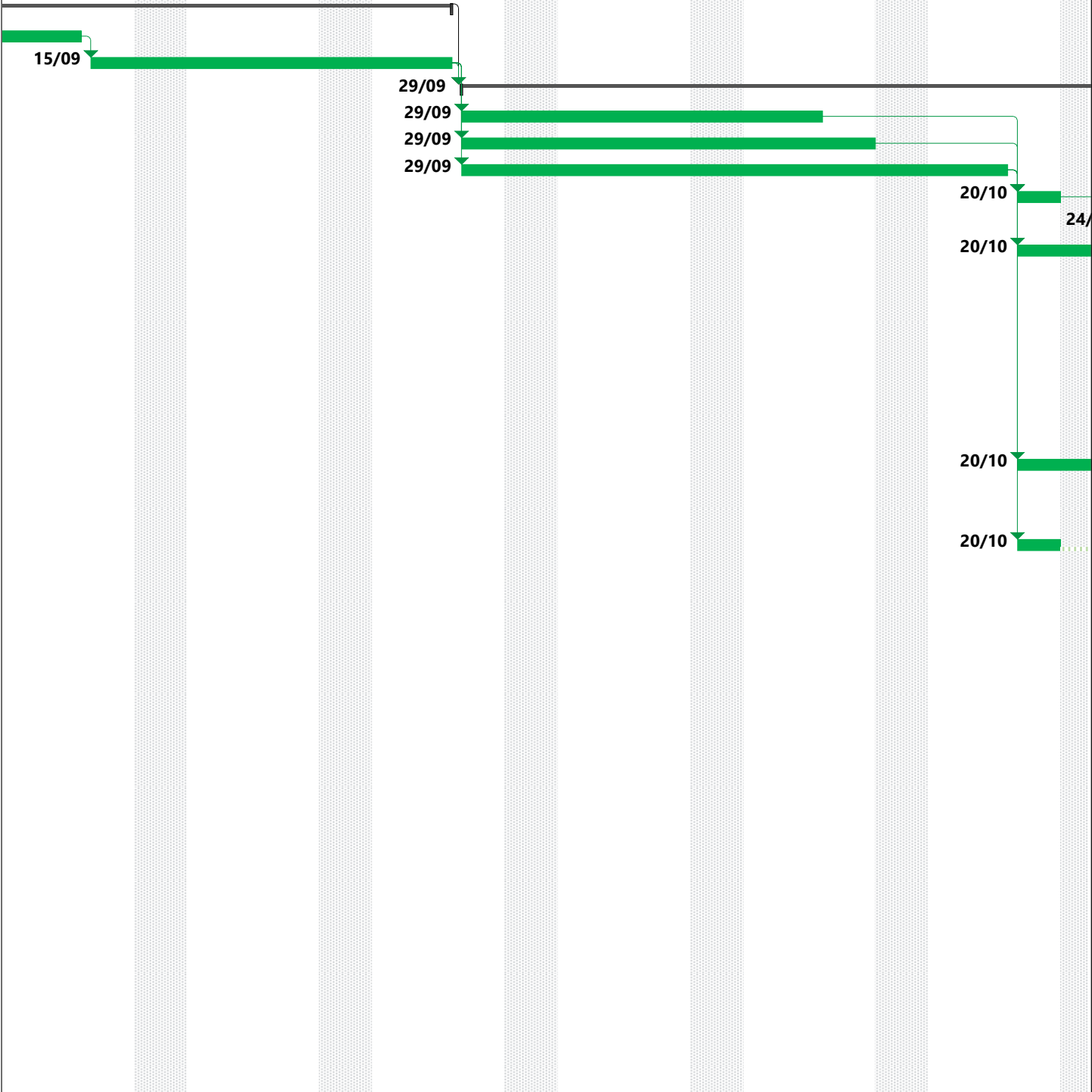


Id	Me de tar	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	05 sep '22									
							S	D	L	M	X	J	V	S	D	
1		<b>PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS</b>	<b>150 días</b>	<b>lun 05/09/22</b>	<b>vie 31/03/23</b>	2										
2		<b>INCIO DE FASE III</b>	<b>0 días</b>	<b>lun 05/09/22</b>	<b>lun 05/09/22</b>											
3		<b>1.0 General</b>	<b>18 días</b>	<b>lun 05/09/22</b>	<b>mié 28/09/22</b>	2										
4		1.1 Limpieza y chapeo	8 días	lun 05/09/22	mié 14/09/22											
5		1.2 Replanteo, trazo y estaqueo	10 días	jue 15/09/22	mié 28/09/22	4										
6		<b>2.0 1 edificio - Módulo de recuperación de materiales</b>	<b>74 días</b>	<b>jue 29/09/22</b>	<b>mar 10/01/23</b>	5,3										
7		2.1 Excavación	10 días	jue 29/09/22	mié 12/10/22	5										
8		2.2 Zapatas 2x2	12 días	jue 29/09/22	vie 14/10/22	5										
9		2.3 Cimiento corrido	15 días	jue 29/09/22	mié 19/10/22	5										
10		2.4 Columnas (acero perfil W, 60 cm ancho)	2 días	jue 20/10/22	vie 21/10/22	9,7,8										
11		2.5 Vigas (acero perfil W, 60 cm peralte)	4 días	lun 24/10/22	jue 27/10/22	10										
12		2.6 Losa primer nivel	3 días	jue 20/10/22	lun 24/10/22	9										
13		2.7 Muros	3 días	vie 28/10/22	mar 01/11/22	11,12										
14		2.8 Entrepiso	8 días	mié 02/11/22	vie 11/11/22	13										
15		2.9 Gradass estructura metálica	12 días	lun 14/11/22	mar 29/11/22	14										
16		2.10 Cubierta losacero	8 días	mié 30/11/22	vie 09/12/22	15										
17		2.11 Cubierta lámina	7 días	lun 12/12/22	mar 20/12/22	16										
18		2.12 Puertas (persiana metálica)	2 días	mié 21/12/22	jue 22/12/22	17										
19		2.13 Ventanas	6 días	mié 21/12/22	mié 28/12/22	17										
20		2.14 Instalación hidráulica	6 días	jue 20/10/22	vie 02/12/22	9										
21		2.15 Instalación eléctrica	5 días	mié 21/12/22	mar 27/12/22	17,20,23										
22		2.16 Instalación eléctrica lámparas inds.	9 días	jue 29/12/22	mar 10/01/23	21,18,19										
23		2.17 Instalación sanitaria	6 días	jue 20/10/22	mar 06/12/22	9										
24		<b>3.0 2 edificio - Módulo de recuperación de materiales</b>	<b>58 días</b>	<b>mié 11/01/23</b>	<b>vie 31/03/23</b>	22,6										
25		3.1 Excavación	10 días	mié 11/01/23	mar 24/01/23	22										
26		3.2 Zapatas 2x2	12 días	mié 11/01/23	jue 26/01/23	22										
27		3.3 Cimiento corrido	15 días	mié 11/01/23	mar 31/01/23	22										
28		3.4 Columnas (acero perfil W, 60 cm ancho)	2 días	mié 01/02/23	jue 02/02/23	27,25										
29		3.5 Vigas (hacero perfil W, 60 cm peralte)	4 días	vie 03/02/23	mié 08/02/23	28										
30		3.6 Losa primer nivel	3 días	mié 01/02/23	vie 03/02/23	27,26										
31		3.7 Muros	3 días	lun 06/02/23	mié 08/02/23	30										
32		3.8 Entrepiso	8 días	jue 09/02/23	lun 20/02/23	29										
33		3.9 Gradass estructura metálica	10 días	mar 21/02/23	lun 06/03/23	32										
34		3.10 Cubierta losacero	8 días	mar 21/02/23	jue 02/03/23	32										
35		3.11 Cubierta lámina	7 días	vie 03/03/23	lun 13/03/23	34,31										
36		3.12 Puertas (persiana metálica)	2 días	mar 14/03/23	mié 15/03/23	35,33										
37		3.13 Ventanas	6 días	jue 16/03/23	jue 23/03/23	36										
38		3.14 Instalación hidráulica	6 días	lun 06/02/23	lun 13/03/23	30										
39		3.15 Instalación eléctrica	5 días	mar 14/03/23	lun 20/03/23	35,41,38										
40		3.16 Instalación eléctrica lámparas inds.	9 días	mar 21/03/23	vie 31/03/23	39										
41		3.17 Instalación sanitaria	7 días	lun 06/02/23	lun 13/03/23	30										
42		<b>4.0 Jardinización</b>	<b>20 días</b>	<b>mar 07/03/23</b>	<b>lun 03/04/23</b>	33										
43		<b>FIN DE FASE III</b>	<b>0 días</b>	<b>lun 03/04/23</b>	<b>lun 03/04/23</b>	40,24,42,1										






Proyecto: fase 3  
Fecha: dom 06/10/19

Tarea  Resumen   
División  Resumen del proyecto   
Hito 

12 sep '22 | 19 sep '22 | 26 sep '22 | 03 oct '22 | 10 oct '22 | 17 oct '22  
 L M X J V S D | L M X J V S D | L M X J V S D | L M X J V S D | L M X J V S D | L M X J V S D

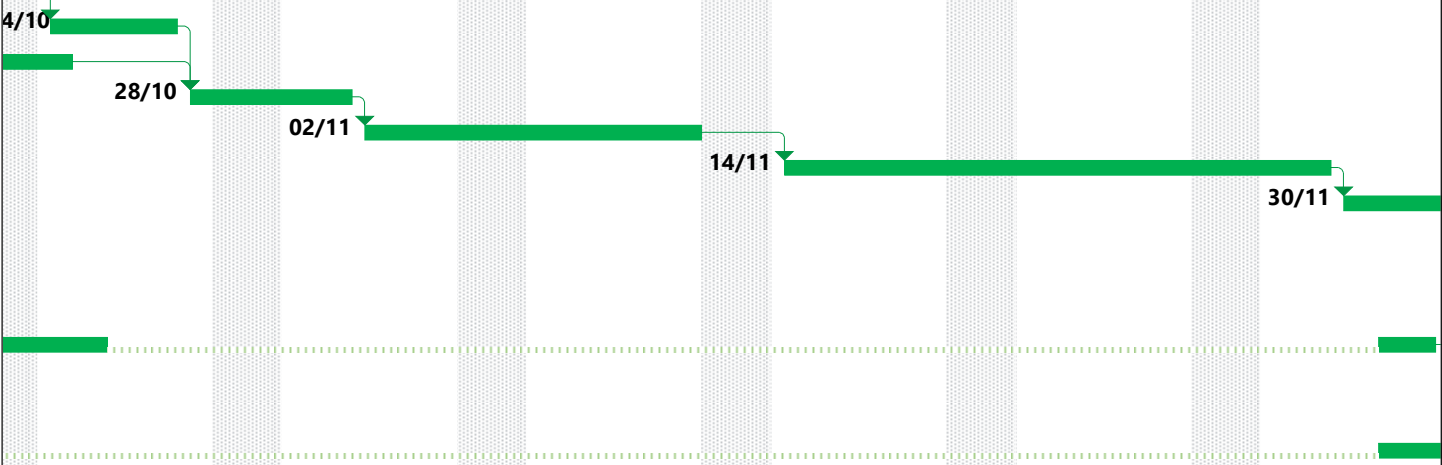


Proyecto: fase 3  
 Fecha: dom 06/10/19






Tarea  Resumen   
 División  Resumen del proyecto   
 Hito 



24 oct '22 31 oct '22 07 nov '22 14 nov '22 21 nov '22 28 nov '22  
D L M X J V S D L M X J V S D L M X J V S D L M X J V S D L M X J V S D



Proyecto: fase 3  
Fecha: dom 06/10/19

Tarea  Resumen   
División  Resumen del proyecto   
Hito 

S D L M X J V S D L M X J V S D L M X J V S D L M X J V S D L M X J V S D L M X J

05 dic '22

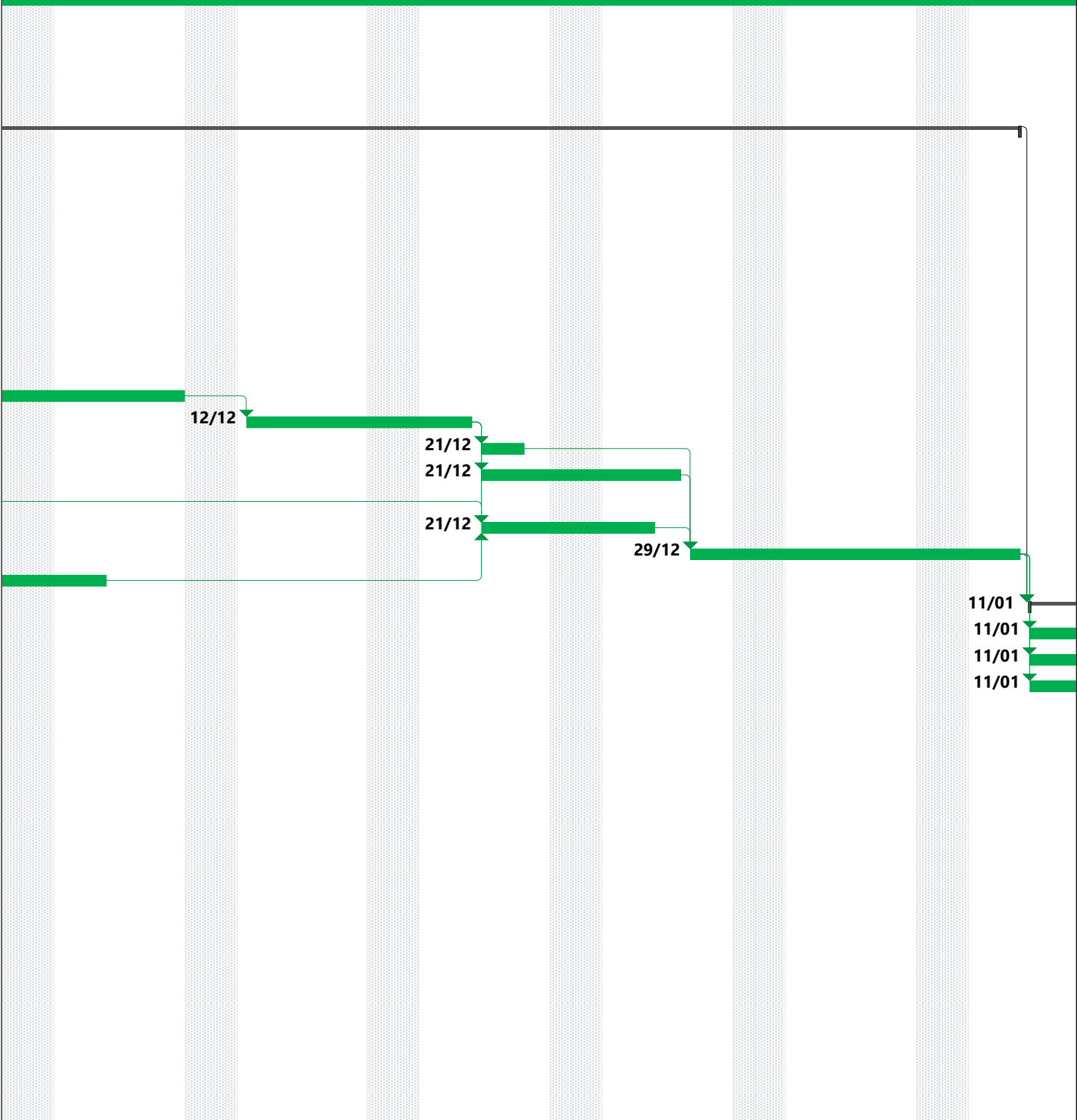
12 dic '22

19 dic '22

26 dic '22

02 ene '23

09 ene '23

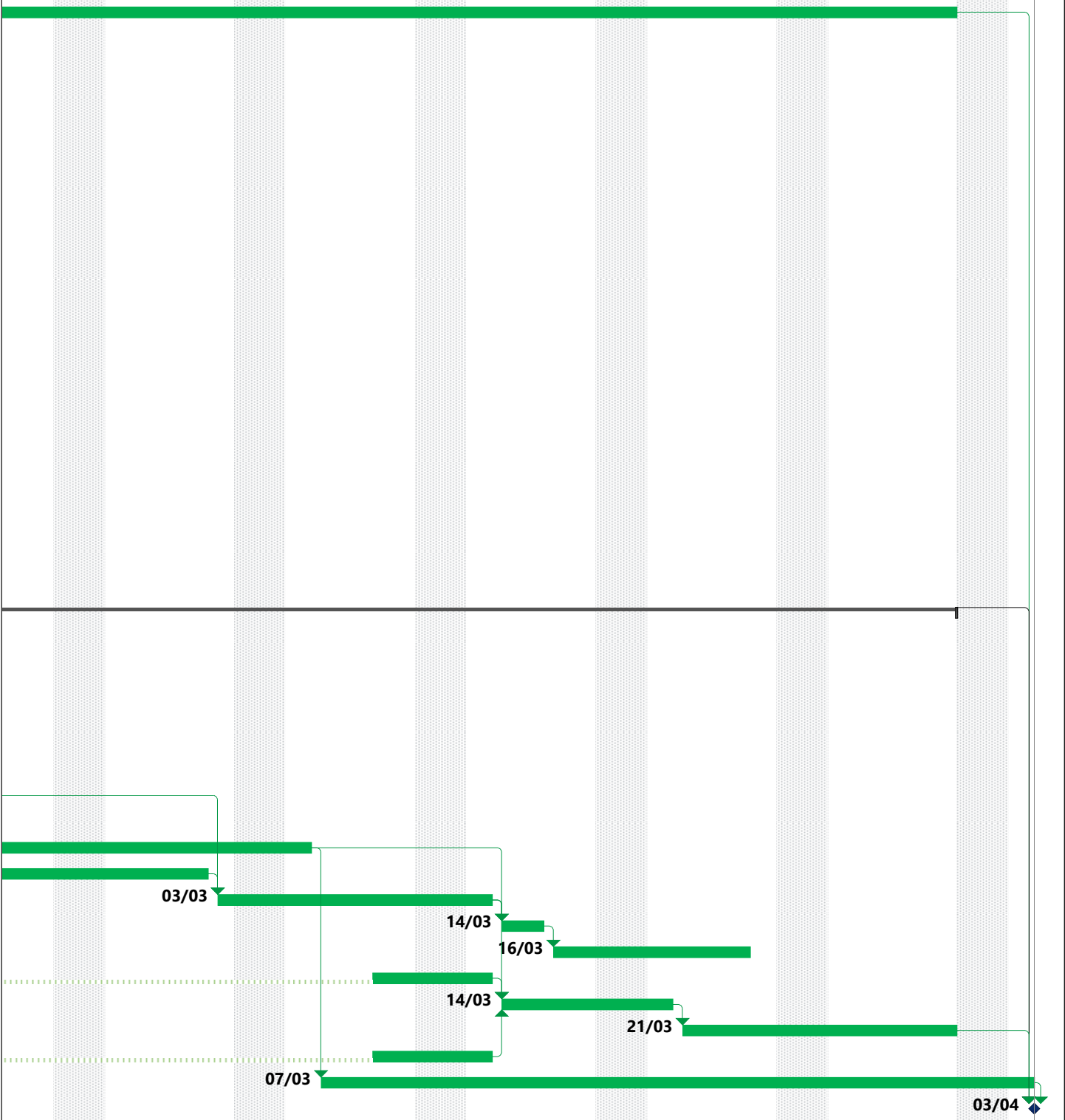


Proyecto: fase 3  
 Fecha: dom 06/10/19






Tarea		Resumen	
División		Resumen del proyecto	
Hito			



J V S D | 27 feb '23 | L M X J V S D | 06 mar '23 | L M X J V S D | 13 mar '23 | L M X J V S D | 20 mar '23 | L M X J V S D | 27 mar '23 | L M X J V S D | 03 abr '23

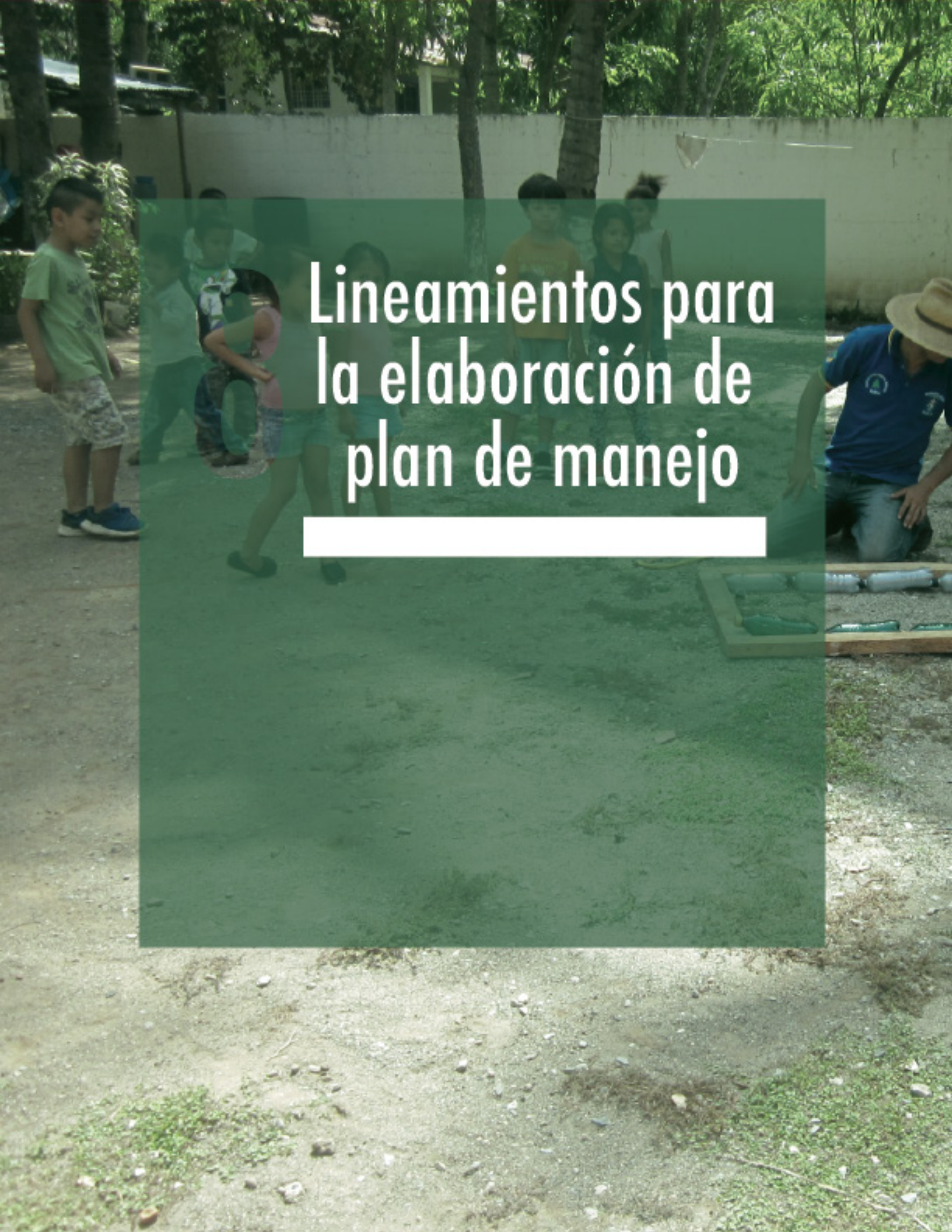


Proyecto: fase 3  
 Fecha: dom 06/10/19

Tarea  Resumen   
 División  Resumen del proyecto   
 Hito 





A group of children and an adult are gathered outdoors in a community setting. The children are standing around a large green rectangular area on the ground. An adult, wearing a blue shirt and a hat, is kneeling on the right side, looking at the green area. The background shows a white wall and trees. The text "Lineamientos para la elaboración de plan de manejo" is overlaid on the green area in white font. Below the text is a white horizontal bar.

# Lineamientos para la elaboración de plan de manejo





## 8 LINEAMIENTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANEJO

Como se mencionó anteriormente, el proyecto se desarrolló utilizando como referencia la Guía Práctica para la Formulación de Planes Municipales para la Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos elaborado por el Departamento para el Manejo de los Residuos y Desechos sólidos del MARN. La guía, tal como lo indica el documento, está dirigida a personal municipal o de la mancomunidad interesada en mejorar o dar solución a la problemática de la contaminación ambiental. Tiene como objetivo principal brindar las etapas para la elaboración y aplicación de un Plan de Gestión Integral de los Residuos y Desechos Sólidos que permita con base en el principio de las 3 Rs (reducir, reutilizar y reciclar) la identificación y ejecución de acciones que proporcionen soluciones viables y sostenibles con la participación de los diferentes actores y sectores, en especial con el involucramiento de la sociedad, para mejorar y fortalecer la gestión.

El PIRDES, siglas abreviadas para Plan de Gestión Integral, se compone de seis etapas. El capítulo a continuación, comenta algunas ideas para la formulación del PIRDES en el municipio de Gualán y sobre la viabilidad del proyecto, para que el mismo se pueda llevar a cabo. Es importante aclarar que no es un plan de manejo y las ideas que se planteen en las siguientes páginas únicamente pretenden mostrar elementos claves para la municipalidad, referentes al manejo y disposición final de los desechos generados por la población. Se recomienda que estos comentarios presentados puedan ser tomados en cuenta, puesto que el fin principal del proyecto es propiciar mejores condiciones sanitarias para el municipio, reduciendo los impactos ambientales y riesgos de salud, y mejorando la calidad de vida de los habitantes.

## 8.1 ETAPA 1 UNIENDO ESFUERZOS

La primera etapa del plan se denomina “Uniendo esfuerzos” puesto que como paso inicial se debe conformar un comité coordinador que será el ente encargado de liderar el proceso. Se recomienda que el comité se conforme entre 5 a 13 personas, procurando tener un número impar de participantes para garantizar que no existan empates en las votaciones. Actualmente, Gualán ya cuenta con una mesa técnica, la cual se creó en el año 2018 para la actualización del Plan de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial PDM-OT. Dicha mesa se conformó por actores de diferentes sectores de todo el municipio, por ello puede conformarse el comité coordinador con los mismos participantes o participantes similares. A continuación, se enlistan algunos de los actores principales que pueden ser considerados para participar:

*Esquema 15 Actores potenciales para conformar el Comité Coordinador*

*Fuente: elaborado a partir de la Guía para la formulación de los planes de manejo de desechos sólidos*



Una vez conformado el comité se debe establecer una agenda de trabajo y estipular tiempo para realizar cada una de las actividades que se enlisten.

## 8.2 ETAPA 2 CONOCIENDO NUESTRA SITUACIÓN

La segunda etapa se enfoca en la elaboración de un diagnóstico. La magnitud del análisis dependerá de las necesidades y el enfoque que el Comité Coordinador establezca posterior a su conformación. Para la elaboración del presente documento, se realizó un diagnóstico con base en lo establecido en la guía del MARN, del cual puede tomar referencia el comité. Sin embargo, el análisis y muestreo se hizo únicamente en 30 lugares poblados, a los cuales actualmente le presta servicio el tren de aseo municipal. Por ello, se recomienda que se pueda elaborar un diagnóstico tomando en cuenta todas aquellas aldeas y caseríos que no reciben el servicio, para conocer de manera más certera hacia dónde se dirigen los desechos que se producen en estos lugares poblados. Algunas de las conclusiones y datos obtenidos en el diagnóstico de este documento pueden ser utilizadas como preguntas generadoras para un nuevo estudio. A continuación, se muestran los resultados.

## ANÁLISIS DE ACTORES SOCIALES O INSTITUCIONALES



Se detectó que actualmente no existe un ente responsable que maneje los desechos en el municipio. Asimismo, tampoco hay presencia de algún ente gubernamental relacionado con el tema, tal como el MARN, el Ministerio de Salud, INFOM, entre otros, que se interese por velar por la mejora de la calidad ambiental. Por tal motivo, es importante que la fase de diagnóstico considere investigar sobre entidades responsables, y que tengan relación, con el manejo de los desechos sólidos, que puedan involucrarse en el plan de manejo, logrando que la responsabilidad no solo recaiga en el ente municipal.

### Preguntas generadoras

- ¿Cómo se conforma la municipalidad? ¿Existe una unidad designada para el tema de desechos sólidos?
- ¿Qué instituciones tienen relación con el tema del manejo de los desechos sólidos?
- ¿Qué entidades tienen poder de influencia para difundir y facilitar la creación del plan de manejo?
- ¿Existen vecinos interesados en el tema?

## ÁMBITO AMBIENTAL



En la visita de campo al vertedero municipal se encontró que actualmente no existe un manejo de los desechos sólidos en el municipio. Hoy en día, todos los residuos se vierten en un sitio y se dejan a la intemperie, causando contaminación del suelo, aire y agua. Además, se observó que el río Motagua, el cual pasa a un costado de la cabecera, lleva consigo un sinnúmero de desechos. Sin embargo, se detectó que la situación del municipio en cuanto a la calidad ambiental aún no se encuentra en un estado catastrófico, y con distintos esfuerzos para reducir la contaminación por los desechos sólidos, se puede mejorar notablemente los indicadores de calidad ambiental.

### Preguntas generadoras

- ¿Cómo medir la calidad ambiental del municipio?
- ¿Cuántos basureros clandestinos existen?

## ÁMBITO SOCIO CULTURAL



Las encuestas y análisis realizados reflejaron que, aunque la población tiene conocimiento de qué es la contaminación ambiental y los efectos que causan los desechos sólidos mal tratados, no realizan una clasificación de los mismos en sus hogares. Por ello, en la fase de diagnóstico es importante analizar si actualmente hay campañas para el fomento de la conciencia ambiental y conocer si en los establecimientos educativos se está realizando algún esfuerzo por educar a la niñez sobre el tema.

### Preguntas generadoras

- ¿Cómo se puede insertar a los recuperadores de desechos dentro del proyecto?
- ¿Qué expectativas tienen los recuperadores del proyecto?
- ¿Cuánto conoce la población sobre la contaminación por desechos sólidos?
- ¿La población está dispuesta a clasificar sus residuos en el hogar?
- ¿Los medios de comunicación local están dispuestos a difundir información sobre la conciencia ambiental?

## ÁMBITO LEGAL



Hoy en día, no existe legislación que regule el tratamiento de los desechos sólidos, tanto a nivel municipal como a nivel nacional. Por tanto, es de suma importancia que la fase de diagnóstico pueda indagar acerca de las posibilidades de crear un reglamento municipal que norme la disposición final de los residuos. Además, en esta fase se debe incluir a diversos sectores de la población, para que de esa forma se comenten ideas que sean incluyentes, se tomen en cuentas las perspectivas de los vecinos, y que haya una aprobación del reglamento desde la concepción del mismo. Esto garantizará que la población no rechace dichas regulaciones cuando las mismas se lleven a la práctica.

### Preguntas generadoras

- ¿Qué opina la población acerca de un reglamento para el manejo de los desechos y residuos sólidos?
- ¿Existen profesionales de la ley que se interesen en el tema ambiental?
- ¿Existe voluntad política para poner en vigencia el reglamento?

## ÁMBITO ECONÓMICO-FINANCIERO



Se detectó que la cuota que cobra el tren de aseo municipal por la recolección de los desechos es muy baja, lo cual hace insostenible al servicio. Durante el diagnóstico será importante realizar un estudio de factibilidad económica que permita detectar cuál sería y cómo se lograría un balance financiero. Además, dicho estudio, también debe contemplar los costos de operación de la planta, las ganancias de la venta de los materiales, el consumo de combustible de los vehículos y maquinaria, y la inserción económica de los recuperadores de desechos que trabajarán en el proyecto, entre otros.

#### Preguntas generadoras

- ¿Quiénes pueden ser los potenciales compradores del material reciclable?
- ¿Tiene capacidad la municipalidad para manejar los fondos del proyecto?
- ¿Cuál debería de ser la cuota a pagar por el servicio para que el proyecto sea sostenible??

## ÁMBITO INSTITUCIONAL



En el análisis efectuado en este documento, se encontró que existe una institución municipal débil y con poco interés en el problema. Actualmente, la unidad que tiene a cargo los temas ambientales es la UGAM, sin embargo, es un ente que no posee la capacidad para dirigir el proyecto puesto que no cuenta con las herramientas ni el personal suficiente. Por ello, en la fase del diagnóstico será necesario analizar las actividades relacionadas con la gestión integral de los residuos para poder buscar una optimización del proceso.

#### Preguntas generadoras

- ¿Con cuánto personal cuenta la municipalidad para prestar el servicio del tren de aseo?
- ¿Cuánto personal administrativo se encarga actualmente de la gestión de los residuos?
- ¿Cuánto personal especializado en la materia ambiental y de desechos sólidos será necesario que la municipalidad incorpore a su equipo de trabajo?

## ÁMBITO TÉCNICO



Hoy en día no existe tratamiento alguno para los desechos sólidos, desde la generación hasta la disposición final. Este es el ámbito más complejo para estudiar, puesto que en él se debe hacer un análisis de todos los componentes del manejo de los desechos. Un análisis detallado de este ámbito permitirá tomar mejores decisiones en cuanto a tipos de procesos a elegir, tipos de disposición final de los desechos, tipos de contenedores a utilizar, etc. Se detectó que no existe información alguna sobre este tema y la población desecha todos los residuos que genera sin tener conciencia de hacia donde se dirigen.

#### Preguntas generadoras

- ¿Cuántos desechos genera una persona por día?
- ¿Cuáles la condición actual del vertedero?
- ¿Qué tipos de desechos se generan diariamente?
- ¿Cuántos residuos reciclables se generan?
- ¿Todos los desechos ingresan al vertedero?
- ¿Los camiones y pickups del tren de aseo se dan abasto?

## 8.3 ETAPA 3 MARCANDO EL CAMINO

La etapa 3 lleva por nombre “Marcando el camino”, puesto que es la fase en la que se inicia con la elaboración del plan de manejo, por lo que se deben trazar los objetivos y metas que se desean alcanzar. Es importante mencionar que lo que se establezca en el plan pueda estar sujeto a cambios, porque, aunque existan cambios en el territorio y la población el objetivo de reducir la contaminación ambiental siempre deberá ser el mismo. En este apartado la guía del DEMARDs propone la realización de dos actividades que encaminen el plan de manejo, la primera de ellas establecer los alcances y la segunda, definir la visión, misión y objetivos.

### 8.3.1 ALCANCES DEL PLAN DE MANEJO

#### oPriorización geográfica

Actualmente, el vertedero se ubica en una finca propiedad de la municipalidad en las afueras del casco urbano. Tal como se mostró en el análisis de sitio, este posee características considerables para que la planta de tratamiento se ubique en él. Sin embargo, es de suma importancia decir que se realizó una proyección de 20 años de vida útil del sitio puesto que dentro del mismo también, se ubica el relleno sanitario. Por ello, dentro del plan debe considerarse otros sitios para que cuando el actual relleno deba ser clausurado exista una alternativa para depositar los desechos que no pueden ser tratados. Por tal motivo, una recomendación es que la municipalidad pueda contemplar como sitios de reserva los alrededores del actual vertedero, para que los mismos puedan ser utilizados como relleno sanitario en el futuro.

#### oDeterminación de tiempo

Debido a que el manejo de los desechos sólidos es un tema bastante complejo es un proyecto que requiere de planificación en varias fases. Por ello, se plantea que el mismo se desarrolle en cuatro fases, culminando la última de ellas después de cuatro años. A grandes rasgos propone que durante la primera fase, por un período aproximado de un año, se realicen los estudios necesarios para elaborar el plan de manejo, así como buscar financiamiento para el proyecto. La segunda fase, se llevará a cabo durante el siguiente año, el cual proyecta la construcción de las instalaciones de la planta de tratamiento. Durante el tercer año, se planifica que se inicie con la operación del tren de aseo, atendiendo a los primeros 30 lugares poblados. En la cuarta fase, se deberá de iniciar con la construcción de los centros de acopio ubicados en las aldeas más lejanas del municipio y se iniciará con la

operación y traslado de los desechos hacia la planta.

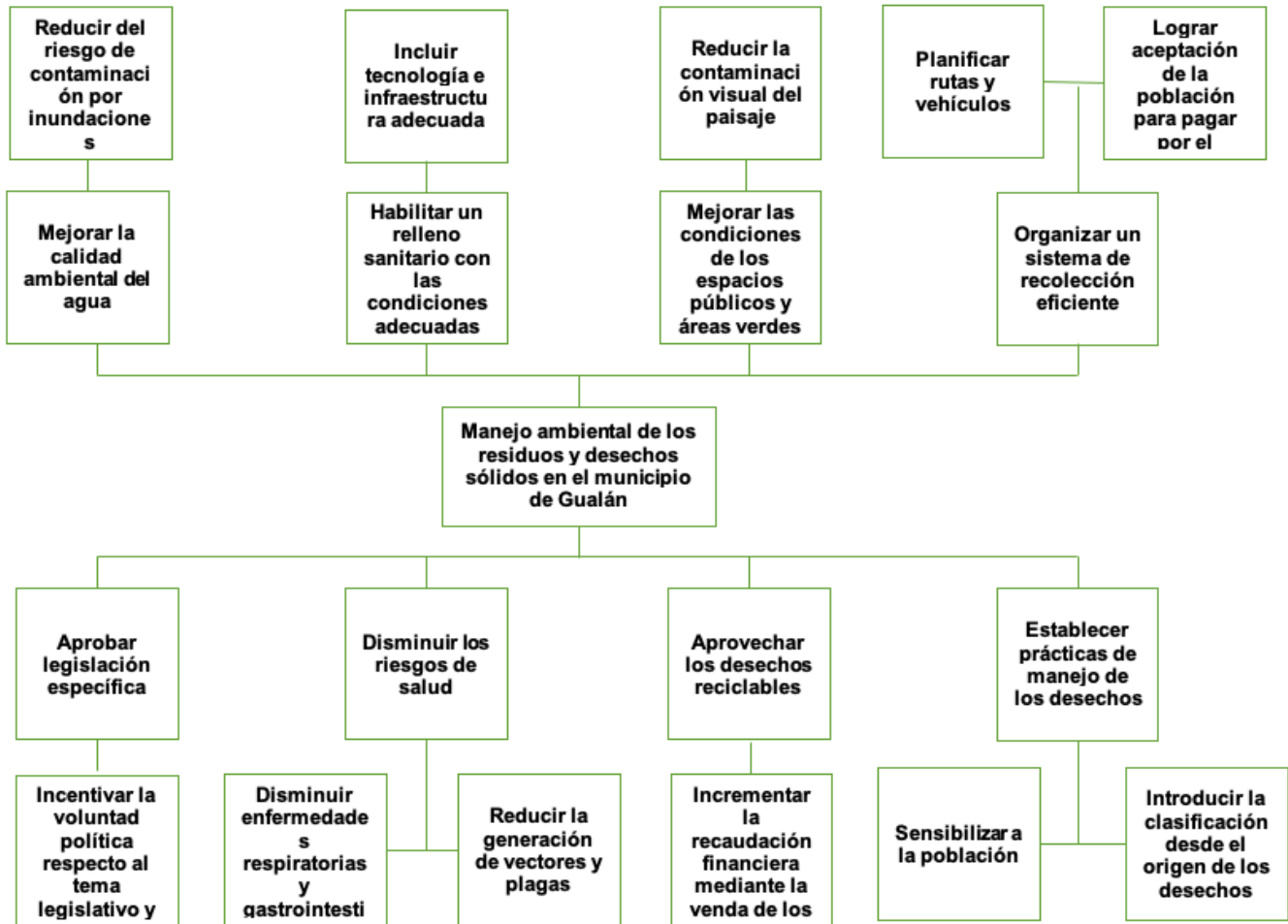
oDefinición del tipo de residuos y desechos a tratar Tal como se indicó en la delimitación del proyecto, la planta de tratamiento atenderá todos los desechos domiciliarios del municipio, siendo estos papeles, plásticos, cartón, aluminios, desechos orgánicos, vidrio, metales, papel sanitario y pañales. Se excluirán todos los desechos industriales, hospitalarios y especiales. Sin embargo, es necesario destacar que dentro del plan de manejo sí deberán considerarse los dos últimos, puesto que el Código Municipal Decreto 22-2010, responsabiliza a las municipalidades del manejo de todos los residuos y desechos sólidos, por lo que será necesario establecer coordinación con aquellas entidades encargadas del manejo especial, por ejemplo, con el centro de salud para el manejo de desechos bio infecciosos y de medicamentos, y con las fincas para el manejo de los desechos de café.

### 8.3.2 ACTIVIDAD 2 DEFINICIÓN DE MISIÓN, VISIÓN Y OBJETIVOS

En esta etapa de la elaboración del plan, es necesario definir qué se desea lograr. La misión, visión y los objetivos deben enfocarse en cómo se proyecta el municipio en el futuro. Es importante que la mesa técnica que se encuentre escribiendo estos tres incisos visualicen el tema de los desechos a largo plazo y planteen objetivos que puedan ser medibles posteriormente en la fase de monitoreo y evaluación. A continuación, se muestran algunos objetivos que para el manejo de los desechos y residuos sólidos<sup>97</sup> en el municipio de Gualán. Al centro del diagrama se ubica el tema central, seguidamente, en la primera línea, se redactaron objetivos generales respecto a temas que se relacionan con los desechos, por ejemplo, calidad ambiental, salud, legislación, entre otros. En la segunda fila, se redactaron objetivos específicos de cada tema.

<sup>97</sup> Alvarez, Guía práctica para la formulación de planes municipales para la gestión integral de residuos y desechos sólidos.

Esquema 16 Objetivos para el plan de manejo de desechos y residuos sólidos  
Fuente: elaboración propia



## 8.4 ETAPA 4 BUSCANDO SOLUCIONES

De acuerdo con la guía, una vez establecidos los objetivos que se desean cumplir con el plan es importante analizar las posibles soluciones y tentativas rutas de trabajo para cumplir cada uno de ellos. A continuación, se disertarán algunas ideas y comentarios acerca de la viabilidad del proyecto, sin embargo, es importante decir que lo planteado a continuación no es un estudio de pre factibilidad ni puede ser tomado como tal. Una vez creado el plan de manejo, este estudio debe ser creado por diferentes profesionales especializados en ingeniería sanitaria, ambiente, sociología, leyes, finanzas y administración para garantizar que dicha evaluación se realice de la mejor manera posible y garantizando resultados certeros que puedan ser utilizados para la toma de decisiones en la siguiente etapa.

Para la ejecución del plan, se recomiendan siete líneas estratégicas<sup>98</sup>. La tabla siguiente muestra como los objetivos planteados en la etapa 3 se relacionan con dichas líneas.

<b>Líneas estratégicas</b>	<b>Objetivos o alternativas de solución</b>
<b>1. Participación social</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lograr aceptación de la población para pagar por el servicio</li> </ul>
<b>2. Diagnóstico y caracterización de los desechos y residuos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducir la cantidad de desechos que se dirigen al relleno sanitario</li> </ul>
<b>3. Manejo de los desechos y residuos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducir del riesgo de contaminación por inundaciones</li> </ul>
<b>4. Ubicación y construcción de la planta de tratamiento y el relleno sanitario</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incluir tecnología e infraestructura adecuada</li> </ul>
<b>5. Programa de recolección efectiva</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planificar rutas y vehículos</li> <li>• Lograr aceptación de la población para pagar por el servicio</li> </ul>
<b>6. Programa de sensibilización y captación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducir la clasificación desde el origen de los desechos</li> <li>• Sensibilizar a la población</li> </ul>
<b>7. Fortalecimiento legal y administrativo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incentivar la voluntad política respecto al tema legislativo y presupuestario</li> <li>• Incrementar la recaudación financiera mediante la venta de los materiales</li> </ul>

El proyecto arquitectónico, especialmente uno como el planteado en este documento, produce una serie de impactos. Por ello, es importante contar con diversos instrumentos de evaluación que permitan medir cada uno de ellos y de esa forma mitigar todos los negativos. En esta ocasión se hará un análisis de los componentes ambientales, sociales y económicos, los cuales serán evaluados a través de matrices.

98 J. ZAMORA, Plan de manejo ambiental de desechos sólidos del municipio de San Andrés Itzapa, Chimaltenango, 2013, [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02\\_3688.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02_3688.pdf).



## 8.4.1 VIABILIDAD AMBIENTAL

Tal y como se indicó previamente, en la arquitectura, la sustentabilidad es la forma racional y responsable de crear espacios habitables para el ser humano con la consigna de tener conciencia sobre el gasto de los recursos naturales, financieros y humanos. En esta ocasión, se comentará específicamente el tema ambiental y sobre cómo este componente aportará para que el proyecto sea viable y sustentable. La herramienta que se utilizó para evaluar los impactos ambientales del proyecto fue la matriz de doble entrada. Se optó por escoger este instrumento debido a que es una de las metodologías más comunes y más utilizadas para evaluar los impactos ambientales. Para su elaboración, se utilizaron como referencia algunos de los criterios propuestos por Leopold, puesto que los criterios que él propone analizan gran cantidad de aspectos de los proyectos. Asimismo, la matriz de doble entrada es una herramienta interactiva que permite identificar qué actividades impactan más el medio ambiente, y cuáles otras aportan a mejorar la calidad ambiental.

En la tabla 16, la cual se muestra en las siguientes páginas, se observa la matriz elaborada. Para realizar la evaluación de la planta de tratamiento se enlistaron 17 actividades que se relacionan con los trabajos realizados dentro de ella, agrupadas en tres grandes fases. En la matriz estas actividades se ubican en la fila superior. El primer grupo contiene seis actividades pertenecientes a la fase de construcción del proyecto. El segundo grupo, enlista nueve de ellas referentes a la fase de operación y mantenimiento, es decir, cuando la planta de tratamiento esté funcionando. Finalmente, el último grupo contiene dos actividades relacionadas con el cierre del área del relleno sanitario cuando el mismo llegue a su capacidad máxima. Por otra parte, en las primeras tres columnas se enlistan los factores ambientales y sociales en los cuales el proyecto tendrá incidencia. Los mismos también, se clasificaron en tres grandes grupos: medio físico, relacionado con los recursos naturales, medio biótico, relacionado con los seres vivos que habitan los distintos ecosistemas, y medio socioeconómico, relacionado con la mejora de la economía y salud de los pobladores.

Los valores que se utilizaron para ponderar cada actividad se encuentran en un rango del -10 al -1 y del +1 al +10.<sup>99</sup> Se utilizaron dos tipos de ponderaciones. Para los factores físicos y bióticos se ponderó la magnitud de la actividad respecto al daño que le hacía al medio ambiente. Los factores socioeconómicos se ponderaron por su importancia, respecto a cuánto podía aportar la planta de tratamiento en la calidad de vida de los pobladores. Los cuadros a continuación muestran el calificativo que representa cada valor.

Tabla 16 Calificación de los factores por magnitud  
Fuente: Alejandro Jara

Magnitud		
Intensidad	Afectación	Calificación
Baja	Baja	+1
Baja	Media	+2
Baja	Alta	+3
Media	Baja	+4
Media	Media	+5
Media	Alta	+6
Alta	Baja	+7
Alta	Media	+8
Alta	Alta	+9
Muy alta	Alta	+10

Magnitud		
Intensidad	Afectación	Calificación
Baja	Baja	-1
Baja	Media	-2
Baja	Alta	-3
Media	Baja	-4
Media	Media	-5
Media	Alta	-6
Alta	Baja	-7
Alta	Media	-8
Alta	Alta	-9
Muy alta	Alta	-10

99 A. Jara, «Elaboración e interpretación de la matriz de leopold by alejandro jara on prezi», accedido 14 de julio de 2019, <https://prezi.com/ksj7ris52knv/elaboracion-e-interpretacion-de-la-matriz-de-leopold/>.

Tabla 17 Calificación de los factores por importancia  
Fuente: Alejandro Jara

Imporancia		
Duración	Influencia	Calificación
Temporal	Puntual	+1
Media	Puntual	+2
Permanente	Puntual	+3
Temporal	Local	+4
Media	Local	+5
Permanente	Local	+6
Temporal	Regional	+7
Media	Regional	+8
Permanente	Regional	+9
Permanente	Nacional	+10

Imporancia		
Duración	Influencia	Calificación
Temporal	Puntual	-1
Media	Puntual	-2
Permanente	Puntual	-3
Temporal	Local	-4
Media	Local	-5
Permanente	Local	-6
Temporal	Regional	-7
Media	Regional	-8
Permanente	Regional	-9
Permanente	Nacional	-10

La matriz de doble entrada funciona de la siguiente manera: en la intersección de cada actividad con los factores se ponderó la incidencia del primero sobre el segundo. El número en la esquina superior izquierda indica cuánto impacta dicha actividad sobre cada factor, los números en negativo indican deterioro, los números en positivo indican mitigación o mejora. Al finalizar de ponderar cada actividad, tanto en las filas como en las columnas, se procedió a sumar cuántas actividades eran impactos positivos y cuántos eran negativos. Seguidamente, se realizó una suma de todos los valores y se colocó en la casilla llamada promedios aritméticos. Previamente a discutir los resultados obtenidos, es importante aclarar que la valoración que se proporcionó para la evaluación fue relativa, debido a que las ponderaciones podrán variar por el grado de reversibilidad y recuperabilidad que posee el proyecto. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- El proyecto obtuvo 95 interacciones positivas contra 53 negativas, lo cual indica que como resultado general la planta de tratamiento aportará en diversas actividades a la mejora de la calidad ambiental del municipio.

- Se determinó que el medio físico será el que mayor daño o impacto sufrirá, puesto que obtuvo una calificación de -1,134, frente a los resultados positivos que obtuvieron el medio biótico con 171 y el medio socioeconómico con 1,089. Esto quiere decir, que el proyecto aportará enormemente en la protección de la flora y la fauna, así como mejorará los ingresos económicos de los pobladores y proporcionará mejoras en las condiciones de salud.

- Las tres actividades que obtuvieron ponderación más baja se clasifican todas en la fase de construcción del proyecto, estas fueron la alteración de la cobertura vegetal del suelo, la quema controlada y la construcción

de las vías secundarias. Por tanto, es importante poner especial atención para proponer medidas de mitigación que eviten que se reduzca la cantidad de polvo que se produce durante la fase constructiva, que se regule la emisión de gases y humo y que se evite en la medida de lo posible alterar el paisaje natural.

- Por el contrario, las actividades que obtuvieron mejor puntuación en la matriz fueron el traslado de desechos recuperables a la planta y el cierre de operaciones en el relleno sanitario. Dichas actividades serán un aporte ambiental importante puesto que con ellas se garantiza que se minimice el daño hacia la fauna, generan empleo y en general, mejoran la calidad de vida de los habitantes de todo el municipio.

- Uno de los componentes que la matriz evalúa dentro del factor socioeconómico es la migración poblacional que el proyecto puede generar debido a que será una fuente de trabajo. Por ello, es importante que durante la fase de planificación se tome en cuenta consultar el Plan de Ordenamiento Territorial del municipio para evitar que los pobladores que busquen una oportunidad de trabajo dentro de la planta e invadan las áreas circundantes al terreno, limitando así las áreas de crecimiento y reserva que se plantean para el mismo.

Se puede concluir que la planta de tratamiento será un proyecto detonador que generará más actividades que promuevan el cuidado del medio ambiente y los recursos naturales que posee el municipio. En la sumatoria final, se ponderó el proyecto con un resultado de 126. Sin embargo, debido a que no es un valor tan alto se debe poner atención a las actividades que alteran el medio, especialmente en la construcción de la planta. Por ello, dentro del diseño se propuso una serie de sistemas verdes que ayuden a que el proyecto sea sostenible ambientalmente.



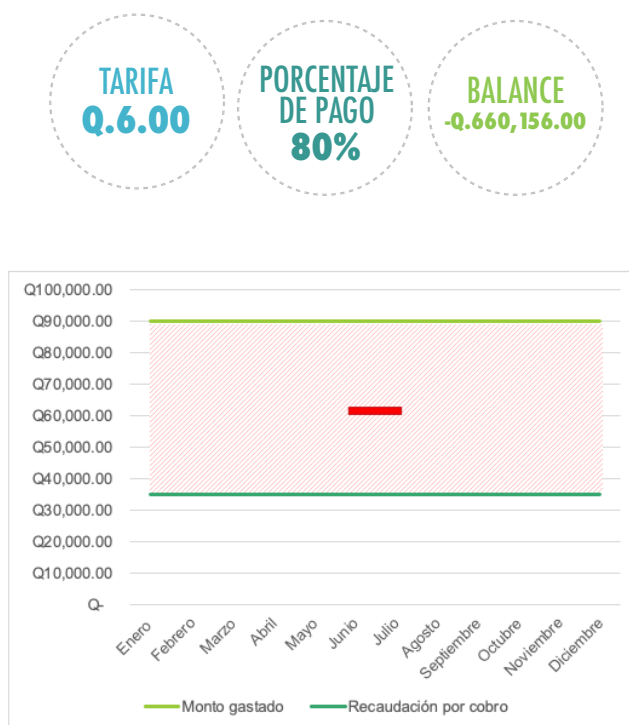
## 8.4.2 VIABILIDAD ECONÓMICA

Una de los componentes fundamentales de todo proyecto es el tema del financiamiento para su construcción y mantenimiento. En el caso del manejo de los desechos sólidos, específicamente la infraestructura que se necesita para tratar la basura y todo el plan logístico y de operación, puede necesitar un alto monto de inversión. Sin embargo, una de las recomendaciones que hace el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales hacia las municipalidades que inician a trabajar en el tema es buscar fuentes de financiamiento externas, con las que se puedan poner en marcha la construcción de las plantas de tratamiento. Para desarrollar este proyecto, la municipalidad de Gualán debe considerar el financiamiento a través del Instituto de Fomento Municipal -INFOM-, porque es una entidad que asiste en la planificación y financiamiento de obras destinadas a mejorar la prestación de servicios públicos municipales, tal como es el caso de la planta de tratamiento de desechos sólidos. Asimismo, los gobiernos locales, principalmente los alcaldes, deben entender que el invertir en el manejo integrado de desechos sólidos puede traer un retorno de inversión hasta el mediano y largo plazo. Recientemente, en octubre del 2018, el municipio se vio en crisis con el tema de la extracción de los desechos, puesto que las autoridades decidieron suspender el servicio del tren de aseo para todo el municipio por falta de recursos económicos. Según los datos presentados por el alcalde ante una sesión con los representantes de los COCODES, se ampliaron las rutas del tren de aseo atendiendo a lugares poblados desde el Zarzal hasta García, e incluyendo sectores como La Vainilla. Por ello, mensualmente se consumía un aproximado de Q90,000.00 de combustible, casi un 38% más de lo que se consumía en el 2015, el cual servía para poner en marcha tres camiones y un *pick up*.

Actualmente, la municipalidad de Gualán cobra una tarifa de Q6.00 mensuales por el servicio de extracción de basura, el cual atiende a 30 lugares poblados del municipio. Asumiendo que únicamente el 80% de los pobladores que reciben el servicio pagan por el mismo, la municipalidad recauda alrededor de Q34,987.00<sup>101</sup> al mes, lo cual suma Q524,807.00 anuales. Si se comparan los dos datos de la captación de ingresos contra los gastos de consumo de combustible se obtiene que mes a mes la municipalidad tiene un déficit de Q55,013.00, sumando un total de Q660,156.00 al año.

Con esto se puede concluir que el actual servicio de tren de aseo de la municipalidad de Gualán no es rentable ni sostenible, porque la municipalidad debe sufragar más de medio millón de quetzales al año para que el mismo funcione, sin tomar en cuenta la depreciación de vehículos y el salario de los trabajadores. La gráfica que se muestran a continuación, resumen los datos presentados anteriormente.

Gráfica 2 Balance de ingresos y egresos monetarios  
Fuente: elaboración propia



Como se puede observar en la gráfica 2, la línea que representa la recaudación por el cobro del servicio se ubica por debajo del monto gastado, lo cual demuestra un déficit o balance negativo para la municipalidad.

100 La sigla COCODE responde a Consejo Comunitario de Desarrollo  
101 Ver Apéndice IV. Contiene el cálculo de recaudación por el cobro de extracción de basura del año 2018

Parte esencial del plan integral para el manejo de los desechos sólidos en todo el municipio de Gualán es buscar la sostenibilidad del proyecto, y como se mencionó anteriormente, uno de los factores principales es económico. Comparado con el retorno de beneficios ambientales y sociales, los cuales usualmente aparecen en el corto plazo, la viabilidad económica encuentra su balance usualmente en el mediano plazo y genera retorno en el largo. Como se muestra a continuación, el proyecto deberá desarrollarse en un plazo de cuatro años para completar sus tres fases de planificación y construcción. Se proyecta que cuando la misma se encuentre operando por completo, se puedan generar ingresos a partir de la venta de material reciclable y compostaje.

*Tabla 19 Cronograma general de ejecución del proyecto  
Fuente: elaboración propia*

Actividad	Año 2020	Año 2021	Año 2022	Año 2023
<b>Fase 1</b>				
Elaboración del plan de manejo para los desechos y residuos sólidos				
<b>Fase 2</b>				
Construcción de la planta de tratamiento				
<b>Fase 3</b>				
Construcción de centros de acopio comunitarios				

Parte del motivo por el cual la municipalidad debe subsidiar gran parte del servicio de extracción de basura es debido a que la tarifa que cobran a los vecinos no es significativa para los costos de operación. Por ello, al momento de implementar un nuevo plan y servicio de tren de aseo es importante socializar con la población todos los costos que el mismo requiere para garantizar la aceptación al momento de hacer un ajuste en la tarifa. Para el presente análisis se tomó como valor de referencia un costo de Q20.00 por la extracción de basura en cada vivienda. Sin embargo, en el momento de poner en marcha el plan es necesario realizar un análisis financiero detallado para saber cuál debe ser el cobro adecuado. Las tablas a continuación, muestran una aproximación de lo que la planta puede recaudar cuando la misma tenga 20 años de operación.

*Tabla 20 Estimación de la recaudación anual por la venta de materiales reciclables  
Fuente: elaboración propia*

Proyección poblacional 2048	82,415	Factor de generación	0.519	kg/día/persona	
Proyección de generación de basura diaria			42,773		
Proyección de generación de basura mensual			1,283,202		
<b>Composición de los desechos</b>					
Tipo	%	Cantidad kg	Cantidad qq	Precio por qq <sup>103</sup>	Sub total
Papel	6	76,992	769.92	Q 25.00	Q 19,248.02
Cartón	6	76,992	769.92	Q 10.00	Q 7,699.21
Vidrio	2	25,664	256.64	Q 9.00	Q 2,309.76
Latas	1	12,832	128.32	Q 3.00	Q 384.96
Plásticos	9	115,488	1154.88	Q 10.00	Q 11,548.81
<b>Ganancia mensual</b>					Q 41,190.77
<b>Ganancia anual</b>					Q 494,289.24

102 Ver Apéndice IV. Contiene el cálculo de recaudación por el cobro de extracción de basura del año 2048

103 Precios sujetos a cambio, obtenidos de «Empresas recicladoras en Guatemala: lista de compradores y precios. Año 2004. | América Central | Guatemala», accedido 30 de agosto de 2019, <https://es.scribd.com/doc/91566128/Empresas-recicladoras-en-Guatemala-lista-de-compradores-y-precios-Año-2004>.

Tabla 21 Estimación de la recaudación anual por la venta de compostaje  
Fuente: elaboración propia

El Triunfo		
El Volcán		
El Zapote		
Fiincas Cartucheras		
Las Brisas Pacayalito		
Las Escaleras		
Los Jutes		
Los Limones		
Oaxaca		

Se puede concluir que la planta de tratamiento sí será un proyecto sostenible, puesto que en un lapso de 20 años se espera aumentar en un 700% el monto de recaudación por el cobro del servicio de extracción de basura. Además, se tendrá como ingreso extra la venta de material y compost.



### 8.4.3 VIABILIDAD SOCIAL

Un proyecto es considerado viable socialmente cuando es aceptado por su población y cuando cumple con ser viable económica y ambientalmente. En el sondeo que se realizó a través de la encuesta, con los vecinos que utilizan el tren de aseo se conoció que el 54.5% de la población ha escuchado acerca de las plantas de tratamiento y están conscientes que la basura daña el medio ambiente. Por lo tanto, se puede asumir que cuando el proyecto se presente a la población, ellos comprenderán que es importante para mejorar la calidad ambiental del municipio, y por tanto aceptarán el proyecto.



Gráfica 25 ¿Conoce o ha escuchado algo sobre plantas de tratamiento de desechos sólidos?  
Fuente: elaboración propia

La planta de tratamiento provocará una serie de impactos directos que resultarán beneficiosos a la población, como lo muestra la tabla a continuación.

Tabla 22 Impactos directos sobre el ámbito social que provocará la planta de tratamiento  
Fuente: elaboración propia

Grupo objetivo que será atendido directamente:	Impactos directos	Nivel de satisfacción:
Sectores de la población más vulnerable	Generación de empleo	Bueno
	Inserción de las mujeres en la economía local	
Grupo objetivo que será beneficiado indirectamente:		Nivel de aceptación:
Población del municipio	Promoción de la capacitación constante de los colaboradores de la planta	Bueno
	Reducción en el número de enfermedades y vectores que atacan a la población	

En cuanto a la generación de empleo, se contempla que el proyecto en su primera fase contrate para su funcionamiento alrededor de 30 personas, siendo al menos 20 de ellos los guajeros que hoy en día trabajan en el rescate de material reciclable en el vertedero. Posteriormente, cuando el municipio cuente con el plan funcionando en todos sus lugares poblados, la planta de tratamiento crecerá a generar alrededor 202 empleos, como se muestra en la tabla a continuación. La primera fase del proyecto será la planta central, de la cual se elaboró la propuesta de diseño en el presente documento. Las siguientes fases contemplan la construcción de centros de recepción de desechos, uno en cada microrregión. Las microrregiones, así como se muestra en el anexo III, están agrupadas de acuerdo al Plan de Desarrollo Municipal de Gualán. En cada una de ellas, se requiere de personal que se encargue del tren de aseo, recolectando los desechos, personal que trabaje en la recepción de los materiales reciclables y los prepare para ser enviados hacia planta de tratamiento y personal que trabaje en el relleno sanitario.

Tabla 23 Estimación de la generación de empleo de la planta en su funcionamiento completo  
Fuente: elaboración propia

	Función	Cantidad
Planta central	Capacitadores	2
	Secretaria	2
	Administrativo	5
	Personal de campo	60
	Supervisores	5
	Guardias	2
	Recolectores	9
	Choferes	3
Centros de recepción	Centro de acopio	34
	Relleno sanitario	46
	Recolección de desechos	34
	<b>Total</b>	<b>202</b>

Para que las metas planteadas anteriormente puedan cumplirse, se describen algunas estrategias que pueden utilizarse.

-Estrategia 1. Socialización del proyecto

Objetivo

1. Informar a la población acerca del plan de manejo de desechos y residuos sólidos

Actividades

1. Utilizar los medios de comunicación local para difundir información acerca del plan y sus componentes  
2. Informar a la población a través de sus líderes comunitarios cómo pueden participar en el proyecto

## Estrategia 2. Participación social en la formulación del proyecto

### Objetivo

1. Contar con el apoyo de los líderes comunitarios para la realización del Plan de manejo de desechos, haciendo suyo el proyecto para asegurar la aceptación del mismo, dentro de la población.
2. Establecer un plan participativo y consensuado con todos los actores y sectores del Municipio

### Actividades

1. Organizar una serie de reuniones asegurando la presencia de representantes de diferentes sectores de la comunidad, especialmente los COCODE para obtener una tormenta de ideas y lograr una planificación participativa.
2. Identificar y propiciar también la participación de empresas privadas, acopiadores y/o empresas recicladoras, empresas recolectoras y representantes de dichas empresas en la región.
3. Los diferentes líderes de las comunidades deberán llevar a cabo la concertación con los miembros para lograr el objetivo principal.



## CONCLUSIONES

- 1** Las encuestas realizadas reflejaron que aunque Gualán cuenta con un servicio de tren de aseo a cargo de la municipalidad, no existe un manejo de los desechos sólidos, porque la disposición final de todos los residuos recolectados es en un vertedero a cielo abierto. Por ello, se evidencia la falta de condiciones de seguridad, sanitarias y ambientales para que este sea eficiente y atienda a toda la población. Además, debido a que la recolección de desechos atiende únicamente treinta lugares poblados, existe una mala disposición de los residuos en el resto de las comunidades, porque son arrojados a un costado de la carretera o en áreas verdes, generando así once basureros clandestinos.
- 2** Se encontró la municipalidad subsidia y absorbe del 65 a 70% de los costos de operación y mantenimiento del servicio de tren de aseo, puesto que cobran una tarifa de seis quetzales por domicilio, tarifa que no todos los que lo reciben cancelan. Por lo tanto, se concluye que no es sostenible para el gobierno local brindar el servicio de recolección de desechos.
- 3** Debido a que la mayor parte de la población no práctica una separación de los desechos generados en cada domicilio, colocando en contenedores separados los desechos orgánicos y el material reciclable, se desaprovecha el potencial de ellos para crear compost y vender lo que puede ser reutilizado o transformado en nuevo material.
- 4** El recurso natural que más se ve afectado por la contaminación de residuos y desechos sólidos es el agua, por una mala disposición, los mismos terminan arrastrados por las corrientes de los ríos que atraviesan el municipio, causando así una alteración en la calidad de la misma a causa de los lixiviados que estos generan.
- 5** La mezcla de la falta de interés y desconocimiento por parte de la población del impacto que causa un mal manejo de desechos, es una de las razones por las que este problema se agudiza, además, de la carencia de interés gubernamental para establecer soluciones de prevención y control para mejorar esta gestión a nivel nacional y municipal alcanzando, con todo ello, el nivel de complejidad de esta problemática.
- 6** La principal estrategia para mejorar el manejo y disposición final de los desechos sólidos en el municipio es construir una planta de tratamiento que pueda preparar el material reciclable para ser vendido o reutilizado, e instalar un relleno sanitario, para que, de forma controlada, se deseche todo aquello que ya no pueda ser utilizado.

## RECOMENDACIONES

- 1** Se recomienda que previo a la construcción de la planta de tratamiento se pueda elaborar un plan de manejo completo que contemple los impactos sociales y económicos del proyecto, así como la participación de la población para garantizar que el mismo tenga un nivel de aceptación alto. Es importante decir, que el plan puede diseñarse utilizando estudiantes epesistas de distintas unidades académicas, por medio del programa multidisciplinario EPSUM de la Universidad de San Carlos de Guatemala; de esa forma, los costos de planificación se reducirían significativamente. Con el plan de manejo terminado, se agilizan los procesos de búsqueda de financiamiento, garantizando que existan entidades u organizaciones interesadas.
- 2** Previo a la construcción de la planta de tratamiento es recomendable realizar un taller/conferencia, en donde se explique a los vecinos qué es una planta y cómo funciona, porque, en la encuesta realizada, más del 60% de pobladores encuestados dicen no saber a qué se refiere el término. Además, es importante involucrar a la comunidad en el proyecto, pues al conocer de qué trata, será más fácil implementar las políticas de concientización ambiental.
- 3** Se recomienda que la municipalidad se fortalezca administrativamente con la creación de una unidad que se especialice en el tema y cuente con personal apto y capaz que pueda darles un correcto seguimiento a las actividades, garantizando así que el plan de manejo se cumpla a cabalidad.
- 4** Se recomienda que el plan de manejo esté acompañado de un marco legal, dirigido a la gestión integral de residuos y desechos sólidos, con regulaciones que sancionen la contaminación y mala disposición de los mismos.
- 5** Se debe analizar si la municipalidad cuenta con la capacidad de operar la planta de tratamiento y todos sus componentes, puesto que cabe la posibilidad de que el proceso de aprovechamiento (recolección, tratamiento y venta) de los residuos reciclables pueda ser totalmente privado, generando empleos e ingresos. Es importante, considerar que una potencial organización que puede encargarse de la fase operativa de la planta es el Club Rotario de Gualán, puesto que es un ente no lucrativo, que muestra interés en poner en marcha el proyecto
- 6** De acuerdo a la normativa ambiental vigente, el proyecto se encuentra en una categoría B1, por lo que dentro de las evaluaciones será necesario que se consulte con un profesional en la materia para que realiza una Evaluación de Impacto Ambiental.

## 9 BIBLIOGRAFÍA

Abarrataldea. «Manual práctico de técnicas de compostaje», 2005. [www.abarrataldea.org](http://www.abarrataldea.org).

Alvarez, Melissa. Guía práctica para la formulación de planes municipales para la gestión integral de residuos y desechos sólidos. 1ra. edici. Guatemala: Ministerio de ambiente y recursos naturales -MARN-, 2016.

Ambiente, Ministerio D E, y Y Recursos Naturales. Manual de indicadores del ambiente y los recursos naturales, 2003.

«Bullitt Center, el edificio comercial más sostenible del mundo | Noticias INMESOL». Accedido 6 de junio de 2019. <http://www.inmesol.es/blog/bullitt-center-el-edificio-comercial-mas-sostenible-del-mundo>.

Bullitt Foundation. «Building Features | Bullitt Center», 2013. <http://www.bullittcenter.dreamhosters.com/building/building-features/>.

Castells, Xavier. Tipología de los residuos en orden a su reciclaje. Madrid, España: Ediciones Días de Santos, 2012.

«Código de salud, (Guatemala: Congreso de la República, 1997), sección IV artículos 102, 103, 105, 106, 107 y 108.», s. f.

«Código municipal, (Guatemala: Congreso de la República, 2002), sección V, capítulo I, artículos 67, 68 y 72.», s. f.

Concejo Nacional de Areas Protegidas -CONAP-. «Paises Mega Diversos » Los siete biomas de Guatemala», 2016. <http://paisismegadiversos.org/english-guatemalas-seven-biomes/>.

Consejo Nacional de Desarrollo Urbano, y y Rural. Plan Nacional de Desarrollo K'atun: nuestra Guatemala 2032. Editado por Isabel Aguilar. 1ra. edición. Guatemala: Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia -SEGEPLAN-, 2014. [http://www.undp.org/content/dam/guatemala/docs/publications/undp\\_gt\\_PND\\_Katun2032.pdf](http://www.undp.org/content/dam/guatemala/docs/publications/undp_gt_PND_Katun2032.pdf).

Constitución Política de la República de Guatemala, (Guatemala: Congreso de la República, 1993), artículo 1, 2, 64, 93, 97, 193 y 195., s. f.

«Creación del Departamento para el Manejo Integral de los Residuos y Desechos Sólidos (Guatemala: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2013).», s. f.

«Creación la Mesa Coordinadora para la Gestión y Manejo Integral de los Residuos y los Desechos Sólidos (Guatemala: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2013), artículo 2.», s. f.

DE, SECRETARIA GENERAL DE CONSEJO NACIONAL, y PLANIFICACIÓN -SEGEPLAN- ECONÓMICA. PRINCIPIOS Y LINEAMIENTOS TECNICOS PARA LA PROGRAMACION DE EQUIPAMIENTO COMUNITARIO Y SERVICIOS PUBLICOS. Guatemala, Guatemala, 1982. Decreto 12-2002. Congreso de la República de Guatemala., s. f.

«Departamento para el Manejo de los Residuos y los Desechos Sólidos, Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos (Guatemala:

Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2015)», s. f.

Edición, Primera. «Compendio de convenios y tratados internacionales ambientales ratificados por Guatemala». Accedido 21 de mayo de 2019. <http://copredeb.gob.gt/wp-content/uploads/Compendio-de-Calas-1.pdf>.

Feedback Networks. «Calcular la muestra correcta». Accedido 7 de marzo de 2019. <https://www.feedbacknetworks.com/cas/experiencia/sol-preguntar-calcular.html>. Gaete-Reyes, Mariela, Paola Jirón Martínez, Ricardo Tapia Zarricueta, Claudio Navarrete, Jirón Rodrigo, Toro Sanchez, Mariela Gaete, et al. Metodología de Diseño Arquitectónico Edwin Haramoto. Adopciones y Adaptaciones. Accedido 21 de mayo de 2019. [www.adrededitora.cl](http://www.adrededitora.cl).

«generar | Definición de generar - Diccionario de la lengua española - Edición del Tricentenario». Accedido 2 de marzo de 2019. <https://dle.rae.es/?id=J40Yv4a>. Guatemalteca, La ilustración. La línea Norte. Guatemala: Síguere, Guirola y Cía., 1896.

Hernández, Mabel. «Jerarquización de impactos ambientales». En Manejo y diseño ambiental 3. Facultad de Arquitectura, USAC, 2017.

Hernández, Silverio. «El Diseño Sustentable como Herramienta para el Desarrollo de la Arquitectura y Edificación en México». Acta Universitaria 18, n.o 2 (2008): 18-23. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41618203>.

«IMPACTO AMBIENTAL IMPACTOS MEDIO AMBIENTALES | GRN». Gestión en Recursos Naturales, 2018. <https://www.grn.cl/impacto-ambiental.html>.

INPAK. «Camiones para basura». Accedido 27 de mayo de 2019. <http://www.inpakequips.com/camiones-para-basura.html>.

Instituto de agricultura recursos naturales y ambiente-IARNA-. «Cuenta Integrada de Residuos Resultados y análisis». Guatemala, 2009. <http://www.infoiarna.org.gt/wp-content/uploads/2017/11/Coedicin33.CuentaIntegradadeResiduosCIRE.Resultadosyanalisis.pdf>.

Instituto de pesquisas tecnológicas Brasil -IPT-. «Parte 4 Incineración 1 ¿Qué es la incineración?» En Manual de gestión integral: residuos sólidos urbanos, editado por Compromiso empresarial para el reciclaje-CEMPRE-. Uruguay, 1998. [http://cempre.org.uy/docs/manual\\_girsu/parte\\_4\\_incineracion.pdf](http://cempre.org.uy/docs/manual_girsu/parte_4_incineracion.pdf).

Isan, Ana. «Definición de reciclaje». Ecología verde, 2017. <https://www.ecologiaverde.com/definicion-de-reciclaje-240.html>.

Jager, Marcela, y Rosario Zúñiga. Gestión de la calidad ambiental. Editado por Jenny Ortiz. San José, Costa Rica: Impresos Ruiz, s. f.

Jaramillo, Jorge. Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (OPS/CEPIS), 2002.

«Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente, (Guatemala: Congreso de la República, 1986), decreto número 68-86, artículos 8, 11, 14, 15 y 16.», s. f.

«Ley Marco para Regular la Reducción de la Vulnerabilidad, la Adaptación Obligatoria ante los Efectos del Cambio Climático y la Mitigación de Gases de Efecto Invernadero, (Guatemala: Congreso de la República, 2013), artículo 1 y 72.», s. f.

López, J., J. Pereira, y R. Rodríguez. Eliminación de los Residuos Sólidos Urbanos. Editado por Editores Técnicos Asociados S.A. Bcelona, España, 1980.

López, Kimberly. «Municipalidades tendrán hasta 2019 para operar sistema de tratamiento de aguas». La Hora. 23 de diciembre de 2016. [lahora.gt/municipalidades-tendran-2019-operar-sistema-tratamiento-aguas/](http://lahora.gt/municipalidades-tendran-2019-operar-sistema-tratamiento-aguas/).

Luis, Jose, y Bahamon Montealegre. Plan de Desarrollo Municipal. Alcaldía Municipal De Gualán, 2015. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.

Mar, Estrella del, y An Hernández. Nuestro medio ambiente. Editado por Centro Cultural Poveda. Santo Domingo, 2014.

MECALUX. «Trituradores de alimentos - Maquinaria para alimentación». Accedido 27 de mayo de 2019. <https://www.logismarket.com.mx/trituradores-alimentos/3356761440-cp.html>.

«MÉXICO VEHÍCULO CON CAJA DE VOLTEO DE 7 m 3 ESPECIFICACIÓN CFE P0000-51 AGOSTO 2005». Accedido 27 de mayo de 2019. <https://lapem.cfe.gob.mx/normas/pdfs/u/P0000-51.pdf>.

Miller, Tyler. Ecología y medio ambiente. 1ra. edici. México: Grupo editorial Iberoamérica, S.A., 1994.

«Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales »:, 2007. <http://www.marn.gob.gt/>. Naciones Unidas. «Gestión de residuos», s. f. [http://www.un.org/esa/dsd/dsd\\_aofw\\_ni\\_ni\\_pdfs/NationalReports/guatemala/waste.pdf](http://www.un.org/esa/dsd/dsd_aofw_ni_ni_pdfs/NationalReports/guatemala/waste.pdf).

Narciso, Rubén, Marvin Reyes, Patricia Hernández, y Sucely Donis. Caracterización departamental Zacapa 2013. 1ra. edici. Guatemala: Instituto Nacional de Estadística -INE-, 2014.

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial. Guía para la gestión integral de los desechos sólidos urbanos. Mérida, México: OPS, 2007.

Otto Sandoval. «Política nacional para la gestión integral de residuos y desechos sólidos». En Desechos sólidos EMPSUM. Guatemala: DEMARDs, 2018.

———. «Presentación de Guía práctica para la formulación de planes municipales para la gestión integral de residuos y desechos sólidos.» En Biólogo. Guatemala, Guatemala: DEMARDs, 2018.

Performance, High, y Building Case Study. «Living Proof», 2014. <http://www.bullittcenter.org/wp-content/uploads/2015/08/living-proof-bullitt-center-case-study.pdf>.

Perú, Ministerio de Ambiente de. «Contaminación ambiental causada por los residuos sólidos», s. f. [http://www.minam.gob.pe/proyecolegios/Curso/cursos-virtual/Modulos/modulo2/2Primaria/m2\\_primaria\\_sesion\\_aprendizaje/Sesion\\_5\\_Primaria\\_Grado\\_6\\_RESIDUOS\\_SOLIDOS\\_ANEXO4.pdf](http://www.minam.gob.pe/proyecolegios/Curso/cursos-virtual/Modulos/modulo2/2Primaria/m2_primaria_sesion_aprendizaje/Sesion_5_Primaria_Grado_6_RESIDUOS_SOLIDOS_ANEXO4.pdf).

Pitán, Edwin. «Ambiente pide el cierre de relleno sanitario en la zona 3 – Prensa Libre». Prensa Libre, 2016. <https://www.prensalibre.com/guatemala/comunitario/ambiente-pide-el-cierre-de-relleno-sanitario-en-la-zona-3/>.

———. «Contaminación de río Motagua origina reclamo de Honduras». Prensa Libre. 30 de agosto de 2016. <https://www.prensalibre.com/guatemala/comunitario/contaminacion-de-rio-motagua-origina-reclamo-de-honduras/>.

Ponce, Julio. Medio ambiente y desarrollo sostenible. España: Universidad Pontificia Comillas, 2001.

«Reglamento Orgánico Interno del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (Guatemala: Congreso de la República, 2015)», s. f.

«Tiempo promedio en enero en Gualán, Guatemala - Weather Spark». Accedido 23 de mayo de 2019. <https://es.weatherspark.com/m/12338/1/Tiempo-promedio-en-enero-en-Gualán-Guatemala#Sections-WindDirection>.

The background image shows a street scene in a residential area. A dark-colored truck is parked on the right side of the road. A person in a white shirt and dark pants is sweeping the ground with a broom. To the left, there is a two-story building with a red facade and a balcony. The scene is set against a backdrop of trees and a hillside under a clear sky.

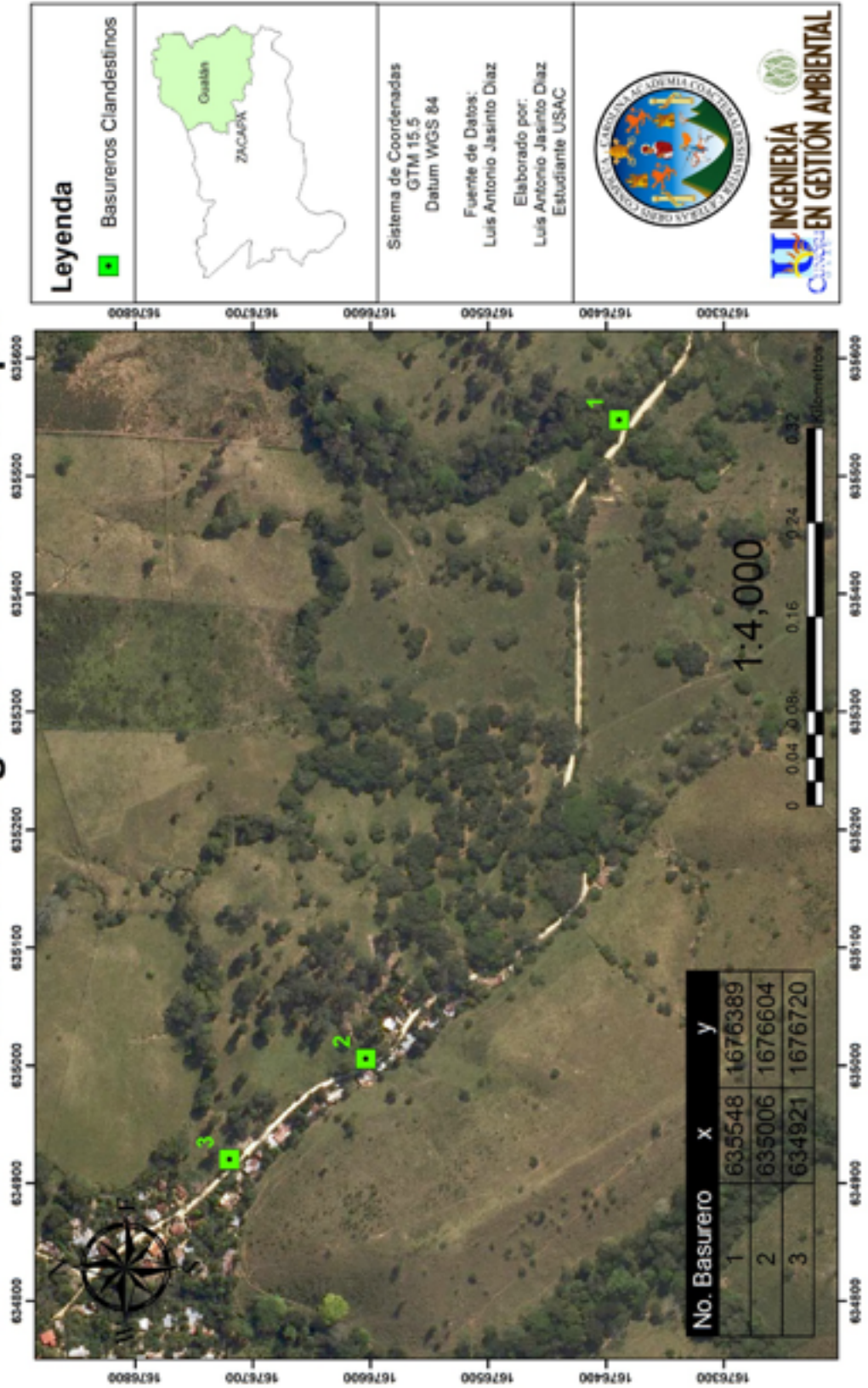
# Anexo

MAPAS DE UBICACIÓN DE  
BASUREROS CLANDESTINOS





## Mapa de Ubicación de Basureros Clandestinos de Aldea Santa Teresa Iguana Gualán- Zacapa.



# Mapa de Ubicación de Basurero Clandestino en Aldea El Zarzal Gualán- Zacapa.



# Mapa de Ubicación de Basureros Clandestinos de Aldea El Cacao Gualán- Zacapa.



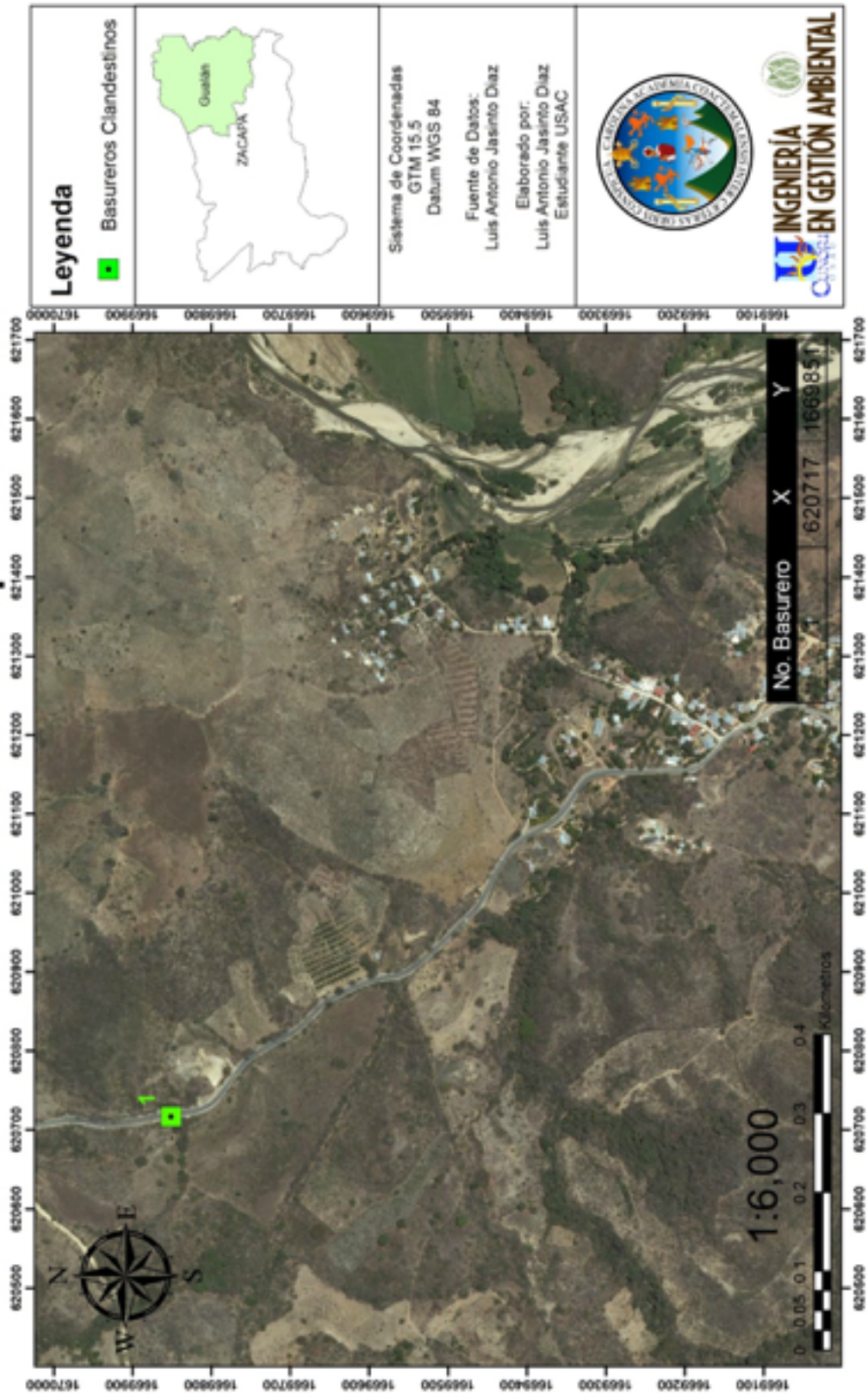
# Mapa de Ubicación de Basureros Clandestinos de Aldea Biafra Gualán- Zacapa.



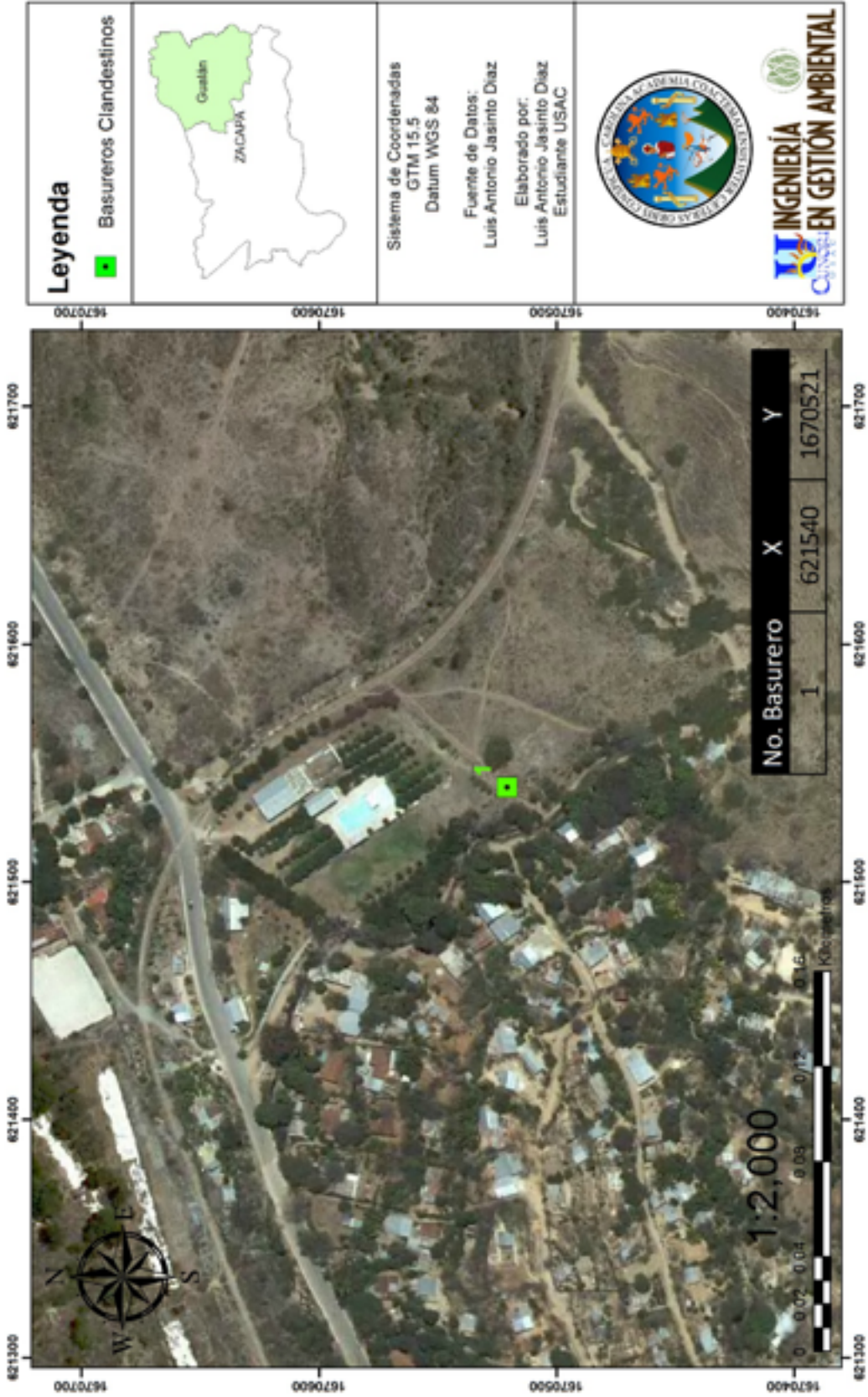
# Mapa de Ubicación de Basurero Clandestino en Aldea El Tempisque Gualán- Zacapa.



# Mapa de Ubicación de Basureros Clandestinos de Aldea ShinShin Gualán- Zacapa.



# Mapa de Ubicación de Basureros Clandestinos de Aldea Piedras Azules Gualán- Zacapa.

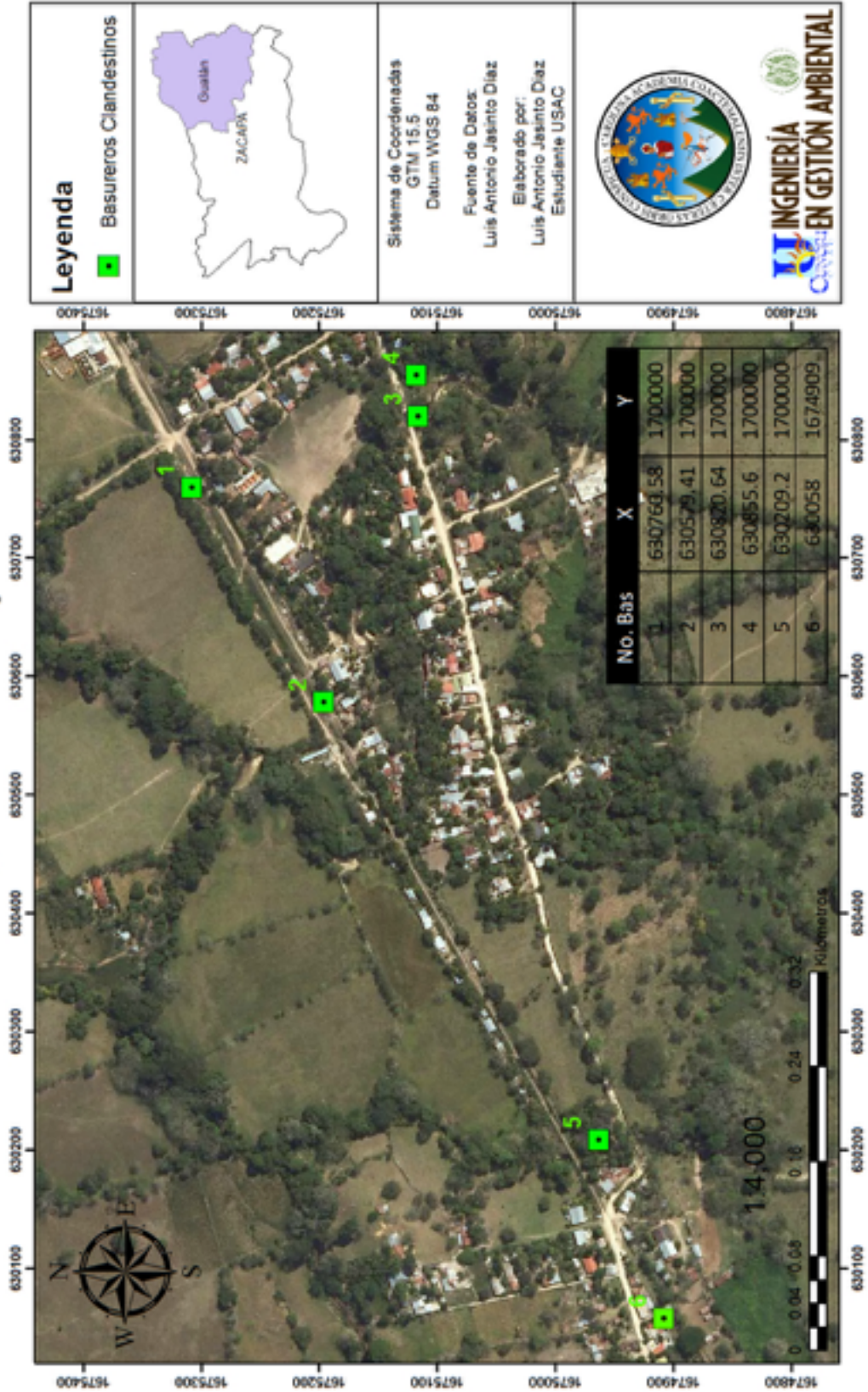


# Mapa de Ubicación de Basureros Clandestinos de Aldea Los Jutes Gualán- Zacapa.

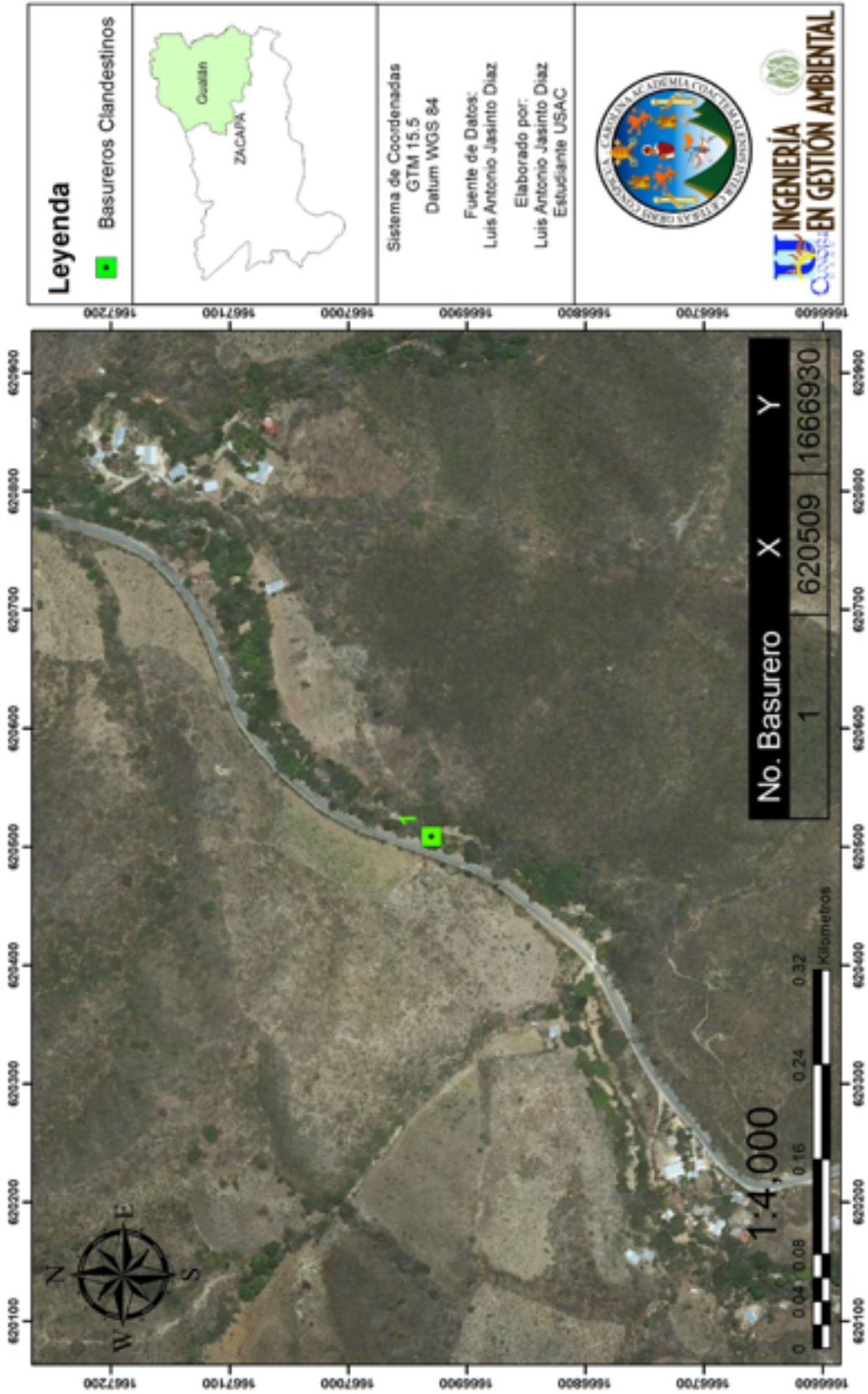




# Mapa de Ubicación de Basureros Clandestinos de Aldea la Vainilla Gualán- Zacapa.



# Mapa de Ubicación de Basureros Clandestinos de Caserío Los Encuentros Gualán- Zacapa.



# Mapa de Ubicación de Basurero Clandestino en Casco Urbano Gualán- Zacapa.





# Apéndice

I BOLETAS DE ENCUESTA



**BOLETA TIPO A:  
ENCARGADO DEL TREN DE ASEO MUNICIPAL**

**A. TRANSPORTE**

1. ¿Con cuántos vehículos cuenta la municipalidad de Gualán para realizar la recolección de desechos sólidos?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. ¿El tren de aseo funciona los siete días de la semana? De no ser así, ¿qué días no?  
Sí  No
3. ¿Considera que los vehículos con los que cuenta la municipalidad son suficientes para prestar el servicio?  
Sí  No
4. ¿Existen empresas privadas que también presten el servicio de recolección?  
Sí  No

**B. RECOLECCIÓN**

1. ¿Cuántas rutas de recolección tienen actualmente? \_\_\_\_\_
2. ¿Cuántas aldeas se atienden en el tren de aseo? \_\_\_\_\_
3. ¿Cree que es necesario ampliar el servicio de recolección a más lugares poblados?  
Sí  No
4. ¿En qué área detectan que se generan más desechos sólidos, en el casco urbano o en las aldeas?  
Casco urbano  Aldeas
5. ¿Cuánto personal labora en la recolección de desechos? \_\_\_\_\_

6. ¿Existen instalaciones o una oficina especial para el personal y para el tema de desechos sólidos en específico?  
Sí  No

**C. BASE DE DATOS Y COBRO**

1. ¿Cuál es el monto que pagan los vecinos por el servicio de recolección? \_\_\_\_\_
2. ¿Cada cuánto deben de realizar el pago?  
Mensualmente  Trimestralmente  Anualmente
3. ¿Cuántos vecinos pagan su servicio de recolección? \_\_\_\_\_
4. ¿Poseen algún registro o base de datos de los vecinos que pagan su servicio de recolección?  
Sí  No

**D. DISPOSICIÓN FINAL**

1. ¿Cuántos camiones descargan basura al día en el vertedero? \_\_\_\_\_
2. ¿Sabe si existen otros vehículos o personas que también depositen desechos en el vertedero?  
Sí  No
3. De ser positiva la respuesta anterior, ¿conoce aproximadamente cuántos vehículos ingresan al día?  
Sí  No

**BOLETA TIPO A:  
ENCARGADO DEL TREN DE ASEO MUNICIPAL**

<b>LA SIGUIENTE INFORMACIÓN SERÁ COMPLETADA ÚNICAMENTE POR EL ENCUESTADOR:</b>				
Nombre del encuestador				
Comunidad				
Tipo de inmueble encuestado			Tipo de persona entrevistada	
Vivienda	Salud	Educación	Comercio	Encargado
Código de la comunidad			Recolectores	
			Número de boleta	
<b>OBSERVACIONES</b>				
En esta sección anote algunas observaciones que considere relevantes para la investigación.				

<b>MÉTODO DE VALIDACIÓN DE LA BOLETA</b>
Como método de validación de la entrevista, será necesario que el encuestador solicite al encargado del tren de aseo municipal firmar la boleta, si es posible.



**BOLETA TIPO B:  
RECOLECTORES DE DESECHOS**

**A. CARACTERÍSTICAS DEL ENCUESTADO**

1. Género  Femenino  Masculino
2. Lugar de residencia: \_\_\_\_\_
3. ¿Tiene familia que depende económicamente de usted? ¿De cuántos miembros se conforma su familia?  
Sí  No  Cantidad: \_\_\_\_\_
4. ¿Existen otros miembros de su familia que se dedican a la misma actividad?  
Sí  No

**B. HORAS DE TRABAJO**

1. ¿Cuántas horas al día pasa en el vertedero? \_\_\_\_\_
2. ¿A qué hora ingresa? \_\_\_\_\_ ¿A qué hora se va? \_\_\_\_\_
3. ¿Cuántos días a la semana trabaja en el vertedero?  
1 a 2 días  3 a 5 días  Todos los días de la semana
4. Durante su jornada de trabajo, ¿toma algún descanso? ¿De cuánto tiempo?  
Sí  No  Cantidad: \_\_\_\_\_

**C. DISPOSICIÓN DE LOS DESECHOS**

1. ¿Cuántos camiones municipales observa ingresar al vertedero al día? \_\_\_\_\_
2. ¿Ha observado ingresar al vertedero vehículos particulares que dejan basura?  
¿Puede proporcionar un aproximado por día?  
Sí  No  Cantidad: \_\_\_\_\_
3. ¿Ha observado a personas particulares ingresar a pie al vertedero a dejar basura?  
¿Puede proporcionar un aproximado por día?  
Sí  No  Cantidad: \_\_\_\_\_
4. ¿Qué tipo de desecho considera que se vierte más en el predio?

Papel	<input type="checkbox"/>	Cartón	<input type="checkbox"/>	Desechos orgánicos	<input type="checkbox"/>	Metales	<input type="checkbox"/>
Plásticos	<input type="checkbox"/>	Aluminios	<input type="checkbox"/>	Vidrio	<input type="checkbox"/>	Papel sanitario/Pañales	<input type="checkbox"/>

**D. RECOLECCIÓN**

1. ¿Qué tipo de desecho recolecta usted? \*Puede seleccionar más de una opción  
Papel  Cartón  Desechos orgánicos  Metales   
Plásticos  Aluminios  Vidrio  Papel sanitario/Pañales
2. ¿Qué utiliza para recolectar los desechos?  
Botes  Sacos  Cajas de cartón  Otros: \_\_\_\_\_
3. ¿Qué cantidad de desechos recolecta al día? \_\_\_\_\_  
Vende  Otro: \_\_\_\_\_
4. ¿Qué hace con los desechos recolectados?  
Empresa privada  Otro: \_\_\_\_\_
5. ¿A quién le vende los desechos recolectados?  
En transporte propio  Otro: \_\_\_\_\_
6. En caso de vender los desechos recolectados en otro lugar fuera del vertedero, ¿cómo transporta todo lo que recolectó?  
En transporte propio  Otro: \_\_\_\_\_

**E. FACILIDADES Y SERVICIOS**

Esta sección pretende conocer qué facilidades y servicios serían necesarios para que los recolectores desarrollen su labor de mayor manera. Además, con los resultados de esta sección se respaldará el programa arquitectónico, por lo que se desea conocer qué ambientes o espacios les gustaría a los recolectores que existiera dentro de la planta.

1. ¿Cree que es necesario un servicio sanitario dentro del vertedero? Sí  No
2. Si pasa su hora de almuerzo dentro del vertedero, ¿en dónde consume sus alimentos? \_\_\_\_\_
3. ¿Le gustaría tener un área techada para cubrirse de la incidencia solar? Sí  No
4. ¿Tiene en donde lavarse las manos y asearse después de sus labores? Sí  No

**BOLETA TIPO B:  
RECOLECTORES DE DESECHOS**

<b>LA SIGUIENTE INFORMACIÓN SERÁ COMPLETADA ÚNICAMENTE POR EL ENCUESTADOR:</b>				
<b>Nombre del encuestador</b>				
<b>Comunidad</b>				
<b>Tipo de inmueble encuestado</b>			<b>Tipo de persona entrevistada</b>	
<b>Vivienda</b>	<b>Salud</b>	<b>Educación</b>	<b>Comercio</b>	<b>Guajero</b>
<b>Código de la comunidad</b>			<b>Número de boleta</b>	
<b>OBSERVACIONES</b>				
En esta sección anote algunas observaciones que considere relevantes para la investigación.				
<b>MÉTODO DE VALIDACIÓN DE LA BOLETA</b>				
Debido a que no existe una entidad que regule a los recolectores de basura, no puede haber un método de validación mediante sello como se realizará con la boleta tipo C. Por lo tanto, para esta boleta, esta sección se omitirá.				

**BOLETA TIPO C:  
INFORMACIÓN GENERAL SOBRE DESECHOS SÓLIDOS**

**A. CARACTERÍSTICAS DE LA COMUNIDAD Y EL ENCUESTADO**

1. Tipo de comunidad  Aldea  Caserío   
*Rural*
- Nombre: \_\_\_\_\_
- Urbana* Marginal  Urbano   
 Nombre: \_\_\_\_\_

2. Tipo de inmueble encuestado

Vivienda  Comercio  Otro: \_\_\_\_\_

**B. GENERACIÓN**

1. Tipo de residuo  
 Domiciliar  Industrial  Hospitalario  Otros

2. ¿Qué tipo de residuos y desechos produce más?

Papel  Desechos orgánicos   
 Plásticos  Vidrio   
 Cartón  Metales   
 Aluminios  Papel sanitario/Pañales   
 Otros

3. ¿En dónde depositas sus residuos y desechos dentro de la vivienda?

En un bote dentro de la vivienda  En el patio   
 En la calle  Otro: \_\_\_\_\_

4. ¿Acostumbra usted clasificar los residuos que produce? De ser así, ¿qué residuos separa del resto?

Sí  No   
 Papel  Botellas  Latas  Cartón

Otros: \_\_\_\_\_

**C. TREN DE ASEO**

1. ¿Existe el servicio de tren de aseo en su inmueble? \*De ser negativa la respuesta, saltar al inciso D, pregunta 2.  
 Sí  No
2. ¿Quién administra el tren de aseo que pasa por su vivienda?  
 Municipalidad  Empresa Privada

3. ¿Paga por el servicio? De ser sí la respuesta, ¿cuánto?

Sí  No  Cuánto: \_\_\_\_\_

4. ¿En qué vehículo le proporcionan el servicio?

Pick-Up  Camión  Otro: \_\_\_\_\_

5. ¿Con qué frecuencia pasa el tren de aseo por su inmueble?

1 vez a la semana   
 2 veces a la semana   
 3 o más veces a la semana

**D. DISPOSICIÓN FINAL**

1. ¿Conoce en dónde se depositan los residuos y desechos que recogen de su inmueble?  
 Sí  No

2. ¿En qué tipo de sitio vierten la basura que recogen de su inmueble?

En la calle o carretera  En la ladera o montaña   
 En el río  En el vertedero municipal

**E. CONCIENCIA AMBIENTAL**

1. ¿Cree que la basura daña el medio ambiente?  
 Sí  No

2. ¿Conoce o ha escuchado algo sobre plantas de tratamiento de desechos sólidos?

Sí  No

**BOLETA TIPO C:  
INFORMACIÓN GENERAL SOBRE DESECHOS SÓLIDOS**

<b>LA SIGUIENTE INFORMACIÓN SERÁ COMPLETADA ÚNICAMENTE POR EL ENCUESTADOR:</b>					
<b>Nombre del encuestador</b>					
<b>Comunidad</b>					
<b>Tipo de inmueble encuestado</b>			<b>Tipo de persona encuestada</b>		
<b>Vivienda</b>	<b>Salud</b>	<b>Educación</b>	<b>Comercio</b>	<b>Encargado</b>	<b>Guajero</b>
<b>Código de la comunidad</b>			<b>Número de boleta</b>		
<b>OBSERVACIONES</b>					
<b>En esta sección anote algunas observaciones que considere relevantes para la investigación.</b>					

<b>MÉTODO DE VALIDACIÓN DE LA BOLETA</b>
Como método de validación de la encuesta, y para garantizar que el encuestador visitó la comunidad asignada, se requiere del sello del Consejo Comunitario de Desarrollo –COCODE–, el cual se colocará en el siguiente espacio. De ser posible, firmar por el presidente de COCODE.

# Apéndice

---

## II FICHA DE CAMPO



<b>Ficha de campo: análisis de sitio</b>			
<p>La siguiente ficha deberá ser completada anotando en la columna de "Pts." La cifra que el evaluador considere pertinente, tomando como puntuación más alta 3, la cual representa buenas condiciones, y 1 como puntuación más baja, la cual representa malas condiciones. El número 2 será utilizada como puntuación medio, en caso de que un criterio se cumpla o sí exista, pero las condiciones no sean óptimas.</p>			
	<b>Criterio</b>	<b>Pts.</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Accesibilidad</b>	Se puede acceder al sitio por una vía de orden principal.		
	La vía de acceso se encuentra en buenas condiciones y es de dimensiones aceptables.		
	El terreno se encuentra limitado en todos o la mayoría de sus bordes por vías de circulación pavimentadas.		
<b>Servicios básicos</b>	El sitio cuenta con instalación de agua potable.		
	El sitio cuenta con instalación de electricidad.		
	El sitio cuenta con drenajes.		
<b>Top.</b>	La pendiente predominante del terreno se encuentra entre 3-5%.		
<b>Equipamiento y viviendas</b>	Se pueden ubicar viviendas cercanas al sitio en un radio de 500 metros.		
	Se puede ubicar equipamiento de salud cercano al sitio en un radio de 500 metros.		
	Se puede ubicar equipamiento de salud cercano al sitio en un radio de 500 metros.		
	Se puede ubicar equipamiento especial cercano al sitio en un radio de 500 metros.		
<b>Vistas</b>	El terreno cuenta con vistas importantes hacia paisajes urbanos o naturales.		
	Existen barreras visuales considerables en alguno de los bordes del terreno.		
<b>Soleamiento y ventilación</b>	El terreno se encuentra ubicado en su sección longitudinal sobre el eje este-oeste.		
	El viento predominante fluye hacia el terreno de forma que no acarre malos olores de otros sitios a la redonda.		
<b>Cuerpos de agua</b>	Existen cuerpos de agua importantes cercanos al sitio en los que el proyecto pueda tener algún impacto.		
<b>Vegetación</b>	Existe vegetación y áreas verdes cercanos al sitio en los que el proyecto pueda tener algún impacto.		
<b>Total</b>		<b>/37</b>	





# Apéndice

III CUADROS DE MAHONEY



Ubicación: Gualán, Zacapa  
 Estación Metereológica: Gualán  
 Año: 2016

### 1. Temperatura del aire en °C

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Máximas medidas mensuales	30.10	31.70	34.10	35.00	34.70	33.40	32.50	33.00	32.80	31.70	30.50	29.80
Mínimas medidas mensuales	19.9	20.1	21.5	22.4	23.1	22.8	22.7	22.5	22.5	22	21.1	20.3
Variaciones medias mensuales	10.2	11.6	12.6	12.6	11.6	10.6	9.8	10.5	10.3	9.7	9.4	9.5

Más alta	35	TMA	0
Más baja	19.9	VMA	15.1

### 2. Humedad lluvia y viento

HR porcentaje	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Promedio de medidas mensuales	51	51	66	82	97	99	100	100	100	98	81	65
Grupo de humedad	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3
Pluviosidad (mm)	29	18	24	32	113	232	318	185	232	126	67	39
Vientos dominantes												
Vientos secundarios												

Total	1389
-------	------

### 3. Diagnóstico del rigor climático

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Grupo de humedad	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3
Temperatura °C												
Máximas medidas mensuales	30.1	31.7	34.1	35	34.7	33.4	32.5	33	32.8	31.7	30.5	29.8
Bienestar del día máximo	26	26	26	24	24	24	24	24	24	24	24	26
Bienestar del día mínimo	19	19	19	18	18	18	18	18	18	18	18	19
Mínimas medidas mensuales	19.9	20.1	21.5	22.4	23.1	22.8	22.7	22.5	22.5	22	21.1	20.3
Bienestar de noche máximo	19	19	19	18	18	18	18	18	18	18	18	19
Bienestar de noche mínimo	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Rigor térmico												
Día	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Noche	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C

### 4. Indicadores

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Humedad													
H1 Movimiento del aire (indispensable)	----	----	----	X	X	X	X	X	X	X	X	X	9
H2 Movimiento del aire (conveniente)	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	0
H3 Protección contra las lluvias	----	----	----	----	----	X	X	----	X	----	----	----	3
Aridéz													
A1 Almacenamiento térmico	X	X	X	----	----	----	----	----	----	----	----	----	3
A2 Dormir al aire libre	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	0
A3 Problemas de Estación fría	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	0

## 5. Recomendaciones para el croquis

Totales de los indicadores de cuadro 4				Recomendaciones	
Humedo		Arido			
H1	H2	H3	A1	A2	A3
9	0	3	3	0	0
<b>Trazado</b>					
			0-10		X
				5-12	
			11 ó 12	0-4	
<b>Espaciamiento</b>					
11 ó 12					
2-10					X
0 ó 1					
<b>Movimiento de aire</b>					
3-12					X
1 ó 2			0-5		X
0	2-12		6-12		
	0 ó 1				X
<b>Abertura</b>					
			0 ó 1	0	
			11 ó 12	0 ó 1	
			cualquier otra condicion		X
<b>Muros</b>					
			0-2		
			3-12		X
<b>Cubiertas</b>					
			0-5		X
			6-12		
<b>Para dormir al aire libre</b>					
				2-12	
<b>Proteccion contra la lluvia</b>					
			3-12		X

## 6. Recomendaciones para el diseño de elementos

Totales de los indicadores de cuadro 4						
Humedo			Arido			
H1	H2	H3	A1	A2	A3	
9	0	3	3	0	0	0
<b>Tamaño de las aberturas</b>						
			0 ó 1		1-12	0
			2-5			X
			6-10			
			11 ó 12		0-3	
					4-12	
<b>Posición de las aberturas</b>						
			0-5			X
			6-12			
0	2-12					
<b>Protección de las aberturas</b>						
					0-2	X
	2-12					X
<b>Muros y suelos</b>						
			0-2			
			3-12			X
<b>Cubiertas</b>						
10-12			0-2			
			3-12			X
			0-5			X
			6-12			
<b>Tratamiento de la superficie exterior</b>						
				1-12		
	1-12					X



# Apéndice

IV CÁLCULO DE RECAUDACIÓN  
POR EL COBRO DE EXTRACCIÓN  
DE BASURA





Tabla 24 Cálculo de recaudación por el cobro de Q6.00 por la extracción de basura  
Fuente: elaboración propia a partir de los datos poblacionales obtenidos de la DMP de Gualán

No.	Lugar poblado	Población 2018	Cantidad de familias/viviendas	Recaudación	
	Nombre del lugar poblado				
1	MAYUELAS	4,849	970	Q	5,819
2	SHIN SHIN	1,829	366	Q	2,195
3	EL TRIUNFO	658	132	Q	790
4	LOS LIMONES 2 (CASITAS)	405	81	Q	486
5	LOS LIMONES	381	76	Q	457
6	ACHIOTES ABAJO	384	77	Q	461
7	ACHIOTES ARRIBA	325	65	Q	390
8	ARENAL	737	147	Q	885
9	DOÑA MARIA	610	122	Q	732
10	EL LOBO	1,261	252	Q	1,513
11	ENCINITOS	536	107	Q	643
12	GARCIA	277	55	Q	332
13	JUAN PONCE	1,808	362	Q	2,170
14	LAS VERAPACES	876	175	Q	1,052
15	LLANO LARGO	260	52	Q	313
16	MANZANOTAL	391	78	Q	470
17	MESTIZO	241	48	Q	289
18	ZARZAL	237	47	Q	285
19	SAMARIA	109	22	Q	131
20	SANTIAGO	1,827	365	Q	2,192
21	TEMPISQUE	242	48	Q	290
22	EL TECOLOTE	192	38	Q	231
23	GUAYABAL (LLANO REDONDO)	49	10	Q	58
24	ACHIOTES	13	3	Q	15
25	GUAYABAL (ZARZAL)	72	14	Q	86
26	VALLE DEL MOTAGUA	1,066	213	Q	1,279
27	MOFANG	1,481	296	Q	1,777
28	CASCO URBANO (10 BARRIOS)	13,679	2736	Q	16,415
29	LA VAINILLA	956	191	Q	1,147
30	SANTA TERESA IGUANA	692	138	Q	831
<b>TOTAL</b>		<b>36,445</b>	<b>7289</b>	<b>Q</b>	<b>43,734</b>
			<b>Pago del 80%</b>	<b>Q</b>	<b>34,987</b>

Tabla 25 Cálculo de recaudación por el cobro de Q20.00 por la extracción de basura  
Fuente: elaboración propia

Lugar poblado		Población 2048	Cantidad de familias/viviendas	Recaudación	
No.	1) Nombre del lugar poblado				
1	ACHIOTES ABAJO	532	106	Q	2,128
2	ACHIOTES ARRIBA	450	90	Q	1,802
3	ARENAL	1021	204	Q	4,084
4	BARBASCO	144	29	Q	577
5	BEJUCAL	407	81	Q	1,628
6	BETHEL	662	132	Q	2,648
7	BIAFRA	763	153	Q	3,052
8	CHAGUITON	383	77	Q	1,532
9	CIMARRON	231	46	Q	923
10	CONACASTE	196	39	Q	782
11	CUCHILLA TENDIDA	431	86	Q	1,725
12	DOÑA MARIA	845	169	Q	3,379
13	EL CACAO	463	93	Q	1,853
14	EL CHILE	588	118	Q	2,353
15	EL CUBILETE	337	67	Q	1,346
16	EL FILO	407	81	Q	1,628
17	EL GUAPINOL	500	100	Q	2,000
18	EL LOBO	1745	349	Q	6,982
19	EL TRIUNFO	910	182	Q	3,642
20	ENCINITOS	742	148	Q	2,968
21	GARCIA	383	77	Q	1,532
22	GERMANIA	199	40	Q	795
23	GUARANJA	1558	312	Q	6,232
24	GUASINTEPEQUE ABAJO	1208	242	Q	4,834
25	GUASINTEPEQUE ARRIBA	239	48	Q	955
26	JUAN PONCE	2504	501	Q	10,014
27	LA BOLSA	224	45	Q	898
28	LA LAGUNA	412	82	Q	1,648
29	LA PUERTA	423	85	Q	1,693
30	LA VAINILLA	1324	265	Q	5,296
31	LAJILLAL	386	77	Q	1,545
32	CEREZAL	74	15	Q	295
33	LAS BALAS	303	61	Q	1,212
34	LAS CARRETAS	1805	361	Q	7,219
35	LAS LAJAS	282	56	Q	1,128
36	LAS VERAPACES	1213	243	Q	4,853
37	TAZU	127	25	Q	506
38	LLANO LARGO	361	72	Q	1,443

39	LLANO REDONDO	745	149	Q	2,981
40	LOS HORNOS	210	42	Q	840
41	LOS JUTES	218	44	Q	872
42	LOS LIMONES 2 (CASITAS)	561	112	Q	2,244
43	MAL PASO	619	124	Q	2,475
44	RIVERA	240	48	Q	962
45	ROMELIA	252	50	Q	1,007
46	MANAGUA	104	21	Q	417
47	MANZANOTAL	542	108	Q	2,167
48	MAYUELAS	6714	1343	Q	26,856
49	MESTIZO	333	67	Q	1,334
50	MESTIZO LAS VEGAS	373	75	Q	1,494
51	NUEVA ESPERANZA	670	134	Q	2,680
52	PIEDRA DE CAL	138	28	Q	551
53	PIEDRAS AZULES	1701	340	Q	6,802
54	PIEDRAS NEGRAS	311	62	Q	1,244
55	QUEBRADA LARGA	173	35	Q	692
56	ZARZAL	329	66	Q	1,314
57	SAMARIA	151	30	Q	603
58	SANTA CECILIA	66	13	Q	263
59	SANTA MARIA	550	110	Q	2,199
60	LA LIMA	176	35	Q	705
61	SANTA TERESA IGUANA	958	192	Q	3,834
62	SANTIAGO	2529	506	Q	10,117
63	SHIN SHIN	2532	506	Q	10,130
64	CUMBRE ALTA	48	10	Q	192
65	LAS NUBES	0	0	Q	-
66	BELLA VISTA	0	0	Q	-
67	EL MIRADOR	184	37	Q	737
68	EL VOLCAN (LLANO LARGO)	224	45	Q	898
69	TAJAPA	136	27	Q	545
70	TEMPISQUE	335	67	Q	1,340
71	LOS LIMONES	527	105	Q	2,109
72	LOS LIMONES (ORILLA DE LINEA FERREA)	0	0	Q	-
73	ALGODONAL	171	34	Q	686
74	BARRETO	228	46	Q	910
75	EL ISLOTE	0	0	Q	-
76	BETHANIA	16	3	Q	64
77	CAMPO NUEVO	167	33	Q	667
78	CANITAL	18	4	Q	71
79	CASTAÑO	35	7	Q	141
80	CAULOTAL (LLANO REDONDO)	26	5	Q	103
81	CEDRAL	10	2	Q	38

82	CERRO LAS CAÑAS	19	4	Q	77
83	CHILMECATE	99	20	Q	397
84	CHUPADERO	122	24	Q	487
85	COCALITOS (SANTIAGO)	74	15	Q	295
86	COCALITOS, MAYUELAS	67	13	Q	269
87	CUCHILLA (MAYUELAS)	216	43	Q	866
88	EL ALMENDRO	72	14	Q	289
89	EL ASTILLERO	188	38	Q	750
90	EL FILO (DEL VOLCAN)	0	0	Q	-
91	EL GUIRIL	46	9	Q	186
92	EL ISOTE	18	4	Q	71
93	EL IXCANAL	24	5	Q	96
94	EL JUNQUILLO	29	6	Q	115
95	EL NARANJAL	19	4	Q	77
96	EL SAUCE	71	14	Q	282
97	EL TECOLOTE	266	53	Q	1,064
98	RIO DE LAS CAÑAS	0	0	Q	-
99	EL VADO	104	21	Q	417
100	EL VOLCAN, (LOS JUTES)	87	17	Q	346
101	GUAMILON (GUAPINOL)	24	5	Q	96
102	GUAYABAL (LA BOLSA	22	4	Q	90
103	GUAYABAL (LLANO REDONDO)	67	13	Q	269
104	JAZMIN	38	8	Q	154
105	LA CEIBA	147	29	Q	590
106	LA ESPUELA	61	12	Q	244
107	LAS ESCALERA	75	15	Q	301
108	LAS PAVAS	138	28	Q	551
109	LAS PILAS	30	6	Q	122
110	LOS ALONZOS	114	23	Q	455
111	LOS ARCOS	24	5	Q	96
112	LOS ENCUENTROS	175	35	Q	699
113	LOS LIMOS	27	5	Q	109
114	LOS NANCES	34	7	Q	135
115	LOS RAMOS	21	4	Q	83
116	MACHACAS	61	12	Q	244
117	MASICAL ABAJO	141	28	Q	564
118	MASICAL ARRIBA	45	9	Q	180
119	MOJANES	133	27	Q	532
120	OAXACA	37	7	Q	147
121	PLAN DEL BOTE	18	4	Q	71
122	PLAN DEL MONO	0	0	Q	-
123	PLAN GRANDE	90	18	Q	359
124	EL LIMONAR	0	0	Q	-
125	EL MOJANAL	0	0	Q	-
126	EL SITIO	0	0	Q	-

127	LAURELAR	0	0	Q	-
128	POTRERO	53	11	Q	212
129	QUEBRADA DE LEON	167	33	Q	667
130	QUEBRADA HONDA	43	9	Q	173
131	RIO ARRIBA	82	16	Q	327
132	ZUNCAL	152	30	Q	609
133	SUNZAPOTE	48	10	Q	192
134	SAN JOSE TABANCAS	79	16	Q	314
135	TOBAR	79	16	Q	314
136	ZAMORA	71	14	Q	282
137	ZAPOTAL	56	11	Q	224
138	ACHIOTES	18	4	Q	71
139	BEJUCON	85	17	Q	340
140	CANAAN	64	13	Q	256
141	CAÑON GRANDE	56	11	Q	224
142	CAPUCAL	500	100	Q	2,000
143	GUAYABAL (ZARZAL)	99	20	Q	397
144	CARRIZALITO	175	35	Q	699
145	LA CARTUCHERA	430	86	Q	1,718
146	CENIZAS	122	24	Q	487
147	EL ALTO	11	2	Q	45
148	EL CIMARRON	66	13	Q	263
149	EL HATO	117	23	Q	468
150	EL ISLOTE	79	16	Q	314
151	EL REFUGIO	16	3	Q	64
152	EL SILENCIO (A LA PAR DE TABANCAS)	69	14	Q	276
153	EL ZUNCAL	0	0	Q	-
154	LA ESTRELLA	42	8	Q	167
155	LA JOYA	27	5	Q	109
156	LA PLATA	35	7	Q	141
157	LAS BRISAS PACAYALITO	74	15	Q	295
158	LAS CAÑAS	297	59	Q	1,186
159	LAS VICTORIAS	123	25	Q	494
160	MALCOTALES	853	171	Q	3,411
161	MECATALES	623	125	Q	2,494
162	NACIMIENTOS	59	12	Q	237
163	PACAYAL, LAS FLORES	282	56	Q	1,128
164	PIEDRA BLANCA	827	165	Q	3,308
165	PLAYA GRANDE	539	108	Q	2,154
166	QUEBRADA LA PITA	160	32	Q	641
167	QUEBRADA SECA	314	63	Q	1,257
168	SANTA BEATRIZ	0	0	Q	-
169	EL CARMEN	0	0	Q	-
170	LOS TABACALES	0	0	Q	-
171	SANTA CLARA	0	0	Q	-

172	AGUA FRIA	0	0	Q	-
173	EL MANGO	0	0	Q	-
174	SARRAL	0	0	Q	-
175	CHOYOYÓ	0	0	Q	-
176	SANTA GERTRUDIS	0	0	Q	-
177	EL RECUERDO	0	0	Q	-
178	PALO BLANCO	0	0	Q	-
179	SAN ANTONIO LAGUNA VERDE	0	0	Q	-
180	SAN MARTIN	0	0	Q	-
181	ZACATALES	32	6	Q	128
182	SAN ANTONIO	58	12	Q	231
183	SAN CARLOS ( STA. CECILIA)	8	2	Q	32
184	SAN ENRIQUE	399	80	Q	1,596
185	SAN FRANCISCO EL CHORRO	252	50	Q	1,007
186	SAN JOSE CARRIZAL	822	164	Q	3,289
187	SANTA INES GANCHON	10	2	Q	38
188	SILENCIO (ARRIBA DEL ISLOTE)	234	47	Q	936
189	VALLE DEL MOTAGUA	1476	295	Q	5,905
190	BRISAS DE MAYUELAS	0	0	Q	-
191	MOFANG	2050	410	Q	8,200
192	CASCO URBANO (10 BARRIOS)	18938	3788	Q	75,754
		<b>82,415</b>	<b>16483</b>	<b>Q</b>	<b>329,661</b>

# Apéndice

V CUANTIFICACIÓN DE GENERACIÓN DE EMPLEOS EN CENTROS DE ACOPIO





Microregión I	Centro de acopio	Relleno sanitario	Recolección de desechos
Achiotos Abajo	4	6	4
Achiotos Arriba			
Arenal			
Campo Nuevo			
Canital			
Caseríos Chilmacate			
Cerro Las Cañas			
Cocalitos			
Cuchilla Mayuelas			
El Jícaro			
Guayabal Zarzal			
Juan Ponce			
Las Verapaces			
Los Limones			
Los Limos			
Manzanotal			
Nueva Esperanza			
Plan del Bote			
Quebrada Honda			
Santiago			
Tempisque			
Microregión II	Centro de acopio	Relleno sanitario	Recolección de desechos
Caseríos El Castaño	6	8	6
Chupadero			
Conacaste			
Doña María			
El Filo del Volcán			
El Juncal			
EL Lobo			
El Tecolote			
Encinitos			
Finca Santa Cecilia			
García			
Jazmín			
La Bolsa			
La Lima			
Llano Largo			
Los Arcos			
Los Nances			
Mal Paso			
Mayuelas			
Mestizo			
Mojónales			
Plan del Mono			
Potrero			
Samaria			
Santa Cecilia			
Valle del Motagua			
Zapotal			
Zarzal			

Microregión III	Centro de acopio	Relleno sanitario	Recolección de desechos
Algodonal			
Azacualpa			
Barrero			
Bejucal			
Caserío Mariscal Abajo			
Caserío Mariscal Arriba			
Cchilla Tendida			
Cimarrón			
El Astillero			
El Cacao			
El Isote			
El Ixcanal			
El Sauce			
Finca El Alto	6	8	6
Guasintepeque Abajo			
Guasintepeque Arriba			
Guiril			
La Ceiba			
La Espuela			
Las Carretas			
Las Pilas			
Los Encuentros			
Piedra de Cal			
Piedras Azules			
Shin Shin			
Tazú			
Tobar			
Microregión IV	Centro de acopio	Relleno sanitario	Recolección de desechos
Bejucón			
Bethania			
Bethel			
Canaan			
Cañón Grande			
Carrizalito			
Caserío Tabancas			
Cenizas			
Chagüitón			
El Cedro			
El Chile			
El Filo	6	8	6
El Silencio			
Finca San José Carrizal			
Guaranjá			
La Laguna			
Lajillal			
Las Balas			
Las Pavas			
Las Planchas			
Las Victorias			
Los Achiotes			
Los Alonzos			

Los Ramos			
Malcotaes			
Mecataes			
Nacimientos			
Piedras Negras			
Plan Grande			
Playa Grande			
Quebrada Larga			
<b>Microregión V</b>	<b>Centro de acopio</b>	<b>Relleno sanitario</b>	<b>Recolección de desechos</b>
Barbasco			
Biafra			
Caserío Quebrada de León			
Caulotal Llano Redondo			
El Almendro			
El Cimarron			
El Cubilete			
El Guapinol			
El Hato			
El Junquillo			
El Mirador			
El Naranjal			
El Refugio			
El Vado			
El Zuncal			
Finca El Islote			
Germania			
Guamilón			
Guayabal Llano Redondo			
La Estrella	8	10	8
La Joya			
La Plata			
La Puerta			
La Vainilla			
Las Cañas			
Llano Redondo			
Los Hornos			
Machacas			
Managua			
Manzanal			
Mestizo Las Vegas			
Las Lajas			
Quebrada La Pita			
Romelia			
San Francisco			
Santa Inés Ganchon			
Santa Teresa Iguana			
Sunzapote			
Zacatales			
<b>Microregión VI</b>	<b>Centro de acopio</b>	<b>Relleno sanitario</b>	<b>Recolección de desechos</b>
Capucal			
Caseríos Cerezal	4	6	4
Cedral			

El Triunfo			
El Volcán			
El Zapote			
Fiincas Cartucheras			
Las Brisas Pacayalito			
Las Escaleras			
Los Jutes			
Los Limones			
Oaxaca			
Pacayal Las Flores			
Piedra Blanca			
Quebrada Seca			
Río Arriba			
Rivera			
San Antonio			
San Enrique			
Santa María			
Silencio			
Tajapa			
Zamora			
<b>Microrregión VI</b>	<b>Centro de acopio</b>	<b>Relleno sanitario</b>	<b>Recolección de desechos</b>
Barrio El Centro	La microrregión VII no necesitará un centro de acopio. Debido a la cercanía con la planta los desechos y material reciclable serán llevados directamente a ella.		
Barrio Hawai			
Barrio La Barca			
Barrio La Ciénaga			
Barrio La Pedrera			
Barrio Las Flores			
Barrio Río Hondo			
Barrio San José			
Barrio San Miguel			
Colonia Mofang			
Barrio La Estación			
<b>TOTAL</b>	<b>34</b>	<b>46</b>	<b>34</b>



Gladys Tobar Aguilar  
Doctorado en Educación y Licenciatura en Letras  
Ortografiatallergmail.com  
Cel. 50051959 y 59300210

Guatemala, 11 de octubre de 2019

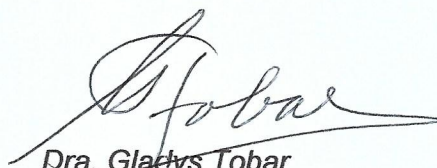
MSc. Arquitecto  
Edgar Armando López Pazos  
Decano  
Facultad de Arquitectura  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Decano:

Atentamente, hago de su conocimiento he realizado la revisión de estilo del proyecto de graduación **Planta para el manejo integrado de los desechos sólidos habitacionales en Gualán, Zacapa**, de la estudiante **Elliete Mabel Quiroa Hernández** de la Facultad de Arquitectura:, carne universitario **201315096**, previamente a conferírsele el título de Arquitecto en el grado académico de Licenciado.

Luego de las adecuaciones y correcciones que se consideraron pertinentes en el campo lingüístico, considero que el proyecto de graduación que se presenta, cumple con la calidad técnica y científica requerida.

Al agradecer la atención que se sirva brindar a la presente, me suscribo respetuosamente,

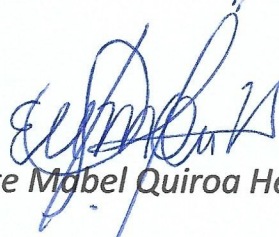


*Dra. Gladys Tobar*  
Colegio Profesional de Humanidades  
Colegiada 1450

*Gladys Tobar Aguilar*  
LICENCIADA EN LETRAS  
Colegiada 1450

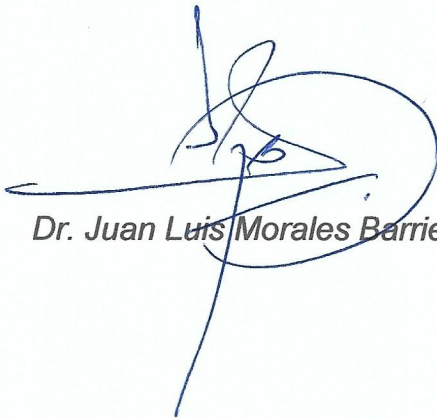
**“Planta para el manejo integral de desechos sólidos habitacionales en Gualán,  
Zacapa”**

Proyecto de Graduación desarrollado por:

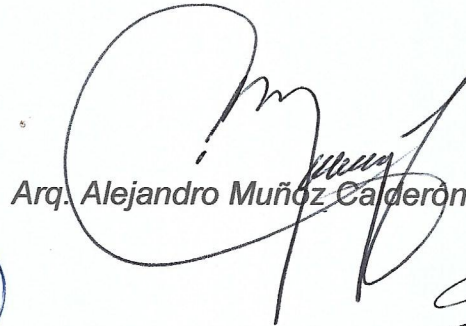


*Eliette Mabel Quiroa Hernández*

Asesorado por:



*Dr. Juan Luis Morales Barrientos*



*Arq. Alejandro Muñoz Calderón*



*Arq. Giovanna Beatrice Maselli Loaiza de Monterroso*

Imprímase:

**“ID Y ENSEÑAD A TODOS”**



*MSc. Arq. Edgar Armando López Pazos*  
**Decano**