

Universidad de Panamá
Facultad de Arquitectura y Diseño
Escuela de Arquitectura

Título del proyecto:

“DISEÑO DEL EDIFICIO PARA UNA ESTACIÓN DE RECICLAJE Y
COMPOSTAJE PARA EL MUNICIPIO DE PENONOMÉ”

Trabajo de grado para optar por el título de Licenciatura en Arquitectura

Alumno: Gabriel Moreno

Asesor: Profesor Federico Rodríguez

I SEMESTRE
2021

JURADO EXAMINADOR

Prof. Erica Rodríguez

Prof. Federico Rodríguez (Asesor)

Prof. Jorge Castillo

INDICE

A.	INTRODUCCIÓN.....	9
B.	JUSTIFICACIÓN.....	11
C.	OBJETIVOS.....	12

CAPÍTULO 1: CONCEPTOS Y DEFINICIONES

1.1	Residuos sólidos.....	15
1.1.1	Generación de residuos	15
1.1.2.	Composición de residuos	17
1.1.3	Gestión de residuos	19
1.2	Reciclaje.....	21
1.2.1.	Aspectos generales	21
1.2.2	Materiales Reciclados	22
1.2.3	Existencia del mercado de reciclaje	23
1.3.	Compostaje.....	24
1.3.1.	Aspectos generales	24
1.3.2	Técnicas de compostaje	28
1.3.2.1.	Sistemas abiertos	29
1.3.2.2.	Sistemas cerrados	32
1.4.	Casos de estudio.....	33
1.4.1	Centro de Acopio y Manejo de desechos sólidos FCDS/FAS PANAMÁ.	33
1.4.2	Planta de reciclaje y compostaje Santa Juana, Chile 2016	35

CAPITULO 2: GENERALIDADES DEL DISTRITO DE PENONOMÉ

2.1.	Aspectos geográficos y ecológicos	39
2.1.1	Localización y superficie	39
2.1.2.	Limites	39
2.1.3.	División política	39
2.1.4.	Clima	40
2.1.5.	Hidrografía	40
2.1.6.	Cobertura vegetal y usos de suelo	40

2.2. Aspectos demográficos.....	42
2.2.1. Población	42
2.2.2. Densidad	42
2.2.3. Composición de la población	42
2.2.4. Evolución demográfica	42
2.3. Aspectos sociales y económicos	43
2.3.1. Vivienda	43
2.3.2. Educación	43
2.3.3. Población económicamente activa	43
2.3.4. Ingreso familiar	43

CAPÍTULO 3: ESTUDIO DEL LUGAR

3.1 Selección de sitio	45
3.2 Análisis de sitio	51
3.2.1 Factores Naturales	51
- Forma y Superficie	51
- Topografía	52
- Viento y asoleamiento	53
3.2.2. Factores Urbanos	54
- Vialidad y accesos	54
- Edificaciones existentes en los predios colindantes	54
- Infraestructura	54
- Uso de suelo y zonificación	54

CAPÍTULO 4: PROPUESTA ARQUITECTÓNICA

4.1 Criterios de diseño	57
4.1.1 Demanda en la generación de residuos	57
4.1.2 Requerimientos espaciales de las maquinarias en el área de reciclaje y compostaje	57
4.1.3 Circulaciones	66
4.1.4 Criterios arquitectónicos	66
4.1.5 Criterios estructurales	68

4.1.6 Zonificación y normativas	69
4.2 Programa de diseño arquitectónico	70
4.3 Propuesta conceptual	73
4.4 Estación de reciclaje y compostaje	74
4.4.1 Localización regional	74
4.4.2 Circulación vehicular	75
4.4.3 Planta arquitectónica	76
4.4.4 Ampliaciones Plantas Arquitectónicas	78
4.4.5 Elevaciones	82
4.4.6 Secciones de Estación de reciclaje y compostaje	84
4.4.7 Visuales	88
4.4.8 Materialidad	98
4.5 Presupuesto del Proyecto	100
D. CONCLUSIÓN	106
E. RECOMENDACIONES.....	107
G. BIBLIOGRAFÍA	108

INDICE DE ILUSTRACIONES Y MAPAS

ILUSTRACIONES

Ilustración IL_ 1: Consecuencias de la acumulación de residuos.	15
Ilustración IL_ 2: Participación de los distritos de la Provincia de Coclé en la generación de Residuos por día.....	16
Ilustración IL_ 3: Composición de los residuos provenientes de la actividad doméstica.	17
Ilustración IL_ 4: Composición de los residuos provenientes de la actividad económica.....	18
Ilustración IL_ 5: Vertedero de Penonomé.....	19
Ilustración IL_ 6: Proceso de valorización de los residuos sólidos.....	20
Ilustración IL_ 7: Comparación entre el ciclo de vida lineal y ciclo de vida circular de los productos.....	21
Ilustración IL_ 8: Segregador en vertedero.....	22
Ilustración IL_ 9: Ciclo de vida de la materia orgánica.....	24
Ilustración IL_ 10: Etapas de la materia orgánica durante la formación de compost.....	25
Ilustración IL_ 11: Pila estática.....	29
Ilustración IL_ 12: vista en planta de pilas con volteo mecánico.....	30
Ilustración IL_ 13: Pilas con aireación forzada.....	30
Ilustración IL_ 14: Pila con aireación forzada y volteo.....	31
Ilustración IL_ 15: Reactor estático.....	32
Ilustración IL_ 16: Reactor dinámico.....	32
Ilustración IL_ 17: Centro de Acopio y Manejo de residuos sólidos (CAM).....	33
Ilustración IL_ 18: Plan maestro de la planta de reciclaje y compostaje de Santa Juana, Chile.....	35
Ilustración IL_ 19: Almacén de reciclaje de la planta de reciclaje y compostaje Santa Juana.....	36
Ilustración IL_ 20: Almacén de compostaje de la planta de reciclaje y compostaje Santa Juana.....	37
Ilustración IL_ 21: Aspectos geográficos del Distrito de Penonomé.....	39
Ilustración IL_ 22: Aspectos ecológicos del distrito de Penonomé, cobertura vegetal y uso del suelo.....	41
Ilustración IL_ 23: Alternativa A.....	46
Ilustración IL_ 24: Alternativa B.....	46
Ilustración IL_ 25: Alternativa C.....	47
Ilustración IL_ 26: Perfiles de las secciones.....	52
Ilustración IL_ 27: Dimensiones de cinta de clasificación.....	59
Ilustración IL_ 28: Dimensiones de maquina compactadora (coparm).....	60

Ilustración IL_ 29: Dimensiones de la maquina trituradora (Coparm)	61
Ilustración IL_ 30: Dimensiones de maquina trituradora	62
Ilustración IL_ 31: Dimensiones de la volteadora Bakhush serie 17.60.	63
Ilustración IL_ 32: Dimensiones de la maquina tamizadora.	64
Ilustración IL_ 33: Ensacadora horizontal	65
Ilustración IL_ 34: Diagrama explicativo sobre la propuesta conceptual del proyecto.	73
Ilustración IL_ 35: Estación de reciclaje y compostaje	88
Ilustración IL_ 36: Escena frontal de la estación de reciclaje y frontal	89
Ilustración IL_ 37: Escena frontal de la estación de reciclaje y frontal	90
Ilustración IL_ 38: Escena frontal, área de reciclaje, zona de descarga de material	91
Ilustración IL_ 39: Escena posterior de la estación de reciclaje y compostaje	92
Ilustración IL_ 40: Escena posterior de la estación de reciclaje y compostaje	93
Ilustración IL_ 41: Escena posterior, edificio de administración	94
Ilustración IL_ 42: Área de compostaje, zona de carga y descarga de material.....	95
Ilustración IL_ 43: Escena interior de la zona de separación manual del material ..	96
Ilustración IL_ 44: Escena interior del área de compostaje	97
Ilustración IL_ 45: Perfiles metálicos propuestos en columnas y vigas con uniones apertadas.	98
Ilustración IL_ 46: Paneles de fibrocemento utilizados para fachadas y cubiertas con acabado similar a madera.	98
Ilustración IL_ 47: Materialidad del edificio.....	99

MAPAS

Mapa MP_ 1 Alternativas de ubicación contempladas para el emplazamiento del proyecto en el corregimiento de Penonomé cabecera.	45
Mapa MP_ 2: Centro urbano de Penonomé.....	50
Mapa MP_ 3: Análisis de los factores urbanos.....	55

PLANOS

Plano PL_ 1: Forma y superficie del polígono.	51
Plano PL_ 2: Topografía.....	52
Plano PL_ 3: Recorrido del sol sobre el terreno	53
Plano PL_ 4: Vientos predominantes	53
Plano PL_ 5: Localización general	74
Plano PL_ 6: Circulación vehicular	75
Plano PL_ 7: Planta arquitectónica nivel 00	76
Plano PL_ 8: Planta arquitectónica nivel 100	77
Plano PL_ 9: Ampliación área de reciclaje	78
Plano PL_ 10: Ampliación área de administración nivel 00	79
Plano PL_ 11: Ampliación área de administración nivel 100	80

Plano PL_ 12: Ampliación del área de compostaje nivel 00	81
Plano PL_ 13: Fachadas y elevaciones	82
Plano PL_ 14: Fachada y elevaciones	83
Plano PL_ 15: Plano de secciones.....	84
Plano PL_ 16: Secciones	85
Plano PL_ 17: Secciones	86
Plano PL_ 18:Secciones	87

TABLAS

Tabla TB_ 1: Precios de compra de materiales para su reciclado en los Talleres de Reciclaje en el año 2015.	23
Tabla TB_ 2: Comparación entre técnicas de compostaje.	28
Tabla TB_ 3: Porcentaje de valoración establecido para cada criterio	49
Tabla TB_ 4: Ponderación de las alternativas para la seleccion del lote del proyecto	49
Tabla TB_ 5: Separación de materiales reciclables en sus respectivas fracciones.	
Fuente: Elaborado por el autor	58
Tabla TB_ 6: Número de trabajadores necesarios para la cinta de clasificación..	59
Tabla TB_ 7: Extracto correspondiente a las normas de desarrollo urbano para la categoría INDUSTRIAL	69
Tabla TB_ 8: Presupuesto del proyecto.	100
Tabla TB_ 9: Presupuesto del proyecto.	100
Tabla TB_ 10: Presupuesto del proyecto.....	102
Tabla TB_ 11: Presupuesto del proyecto.	104
Tabla TB_ 12: Presupuesto del proyecto.....	105
Tabla TB_ 13: Presupuesto del proyecto.	105
Tabla TB_ 14: Presupuesto del proyecto.	105

A. INTRODUCCIÓN

Hoy en día nuestro planeta se enfrenta al fenómeno del cambio climático, una de las mayores problemáticas observadas como consecuencia del desarrollo alcanzado por nuestra civilización y su creciente presión sobre los recursos naturales, poniendo a prueba nuestra capacidad como sociedad para dar respuesta a un problema que sobrepasa los límites políticos de las naciones y exige una coordinación a nivel mundial. Por lo tanto, es necesario tener conciencia de las repercusiones que pueden provocar nuestras acciones puntuales como individuos sobre situaciones a escala global. Panamá no escapa a este escenario y uno de los problemas con mayor atención percibida por parte de la población radica sobre el característico problema de los desechos, derivado de una gestión de los residuos que carece de infraestructura necesaria y sostenible para dar respuesta al constante aumento en la generación de desechos. Esto ha dado como resultado la quema de residuos a cielo abierto como solución inmediata al desbordamiento de los vertederos en las diferentes municipalidades, participando de problemas globales con el aumento en la generación de gases de efecto invernadero y la degradación de nuestro planeta, mientras que a nivel local presenta daños nocivos a la salud de los pobladores cercanos y deteriorando la calidad de nuestros recursos naturales.

En los últimos años, el distrito de Penonomé ha experimentado un gran desarrollo económico, concentrando gran cantidad de nuevos proyectos comerciales, como también una creciente oferta de vivienda. De esta se proyecta como foco de crecimiento de interés para el resto del país abriendo paso a una serie de problemáticas como lo son: el congestionamiento vehicular, carencia de aceras y espacios adecuados para el desarrollo de las actividades que exige el crecimiento urbano producto de la ausencia de una planificación orientada hacia el peatón, mezcla en los usos de suelo que responden solo a intereses económicos quienes tradicionalmente buscan obtener sus beneficios privados; Y como si fuera poco, de igual manera que la ciudad de Panamá, arrastra el tradicional problema derivado de una gestión de los residuos con dificultades.

¿Somos conscientes de que no es suficiente con pagar una tasa muy baja para la recolección de la basura? ¿nos produce satisfacción simplemente dejar de ver la basura que producimos? ¿qué sucedería si nos tocara vivir con la basura que a diario generamos? ¿el término adecuado es basura o existe la posibilidad de valorizar nuestros desechos y convertirlos en productos? La ley de la conservación de la materia sostiene: “La materia no se crea ni se destruye: solo se transforma”, por lo tanto, debemos tener en cuenta que cada uno de nosotros es protagonista y responsable de los residuos que generamos, así como las industrias desempeñan una responsabilidad sobre los métodos y herramientas utilizados para la elaboración de sus productos, el estado también puede favorecer e impulsar políticas ambientales para lograr una

gestión sostenible de nuestros residuos, y de esta manera interactuar con cada uno de los actores involucrados en el problema derivado de la generación de desechos.

El crecimiento de las grandes ciudades da constancia de las repercusiones producto del consumo masivo y acelerados por parte de los distintos actores envueltos en la dinámica de nuestras sociedades. No es suficiente proyectar rellenos sanitarios como solución a largo plazo para resolver el problema de la basura. Se requiere una gestión integral de los residuos que alcance a brindar la sostenibilidad ambiental, económica y social anhelada por y para nuestras ciudades y nuestro planeta.

Los sistemas de tratamientos como las estaciones de reciclaje y compostaje, instalaciones previas a la disposición final en vertedero, son sin duda alternativas actuales orientadas a la búsqueda de la sostenibilidad en la gestión de los residuos. Una estación de reciclaje y compostaje busca participar de la solución a la problemática de los desechos, pero el desafío principal radica en crear una integración entre la población y las instalaciones dedicadas al tratamiento de los residuos, puesto que regularmente son rechazadas por las comunidades que evitan su emplazamiento cerca de sus viviendas.

B. JUSTIFICACIÓN

El distrito de Penonomé genera 101.13 toneladas de residuos al día, lo que representa el 36% de la totalidad de generación de desechos para la Provincia de Coclé, según el Acta de Misión de la Provincia de Coclé¹ (Autoridad de Aseo Urbano y Domiciliario, 2015). Cabe destacar que del total de desechos que se producen en el distrito de Penonomé, el 90% proviene de la actividad doméstica, el 9% de comercio/industria, y el 1% de establecimientos de Salud (INECO 2017).

Atendiendo la composición de los residuos de acuerdo a su actividad de origen, se estima que es posible rescatar 77.37 ton/día de los residuos que provienen de la actividad doméstica y 7.64 ton/día de los residuos que proceden de la actividad económica, debido a que estos desechos están representados por: residuos orgánicos, plásticos, papel cartón, metales y vidrio; materiales que pueden ser reciclados y aprovechados por las estaciones de reciclaje y compostaje.

La totalidad de residuos generadas en el distrito de Penonomé, a partir de los distintos orígenes de procedencia, representa una problemática para el municipio debido al desbordamiento y colapso del vertedero, provocando la quema a cielo abierto como solución inmediata, y el deterioro y contaminación del medio ambiente producto de un tratamiento inadecuado de los residuos. Uno de los factores considerables dentro de esta problemática consiste en la ausencia de un sistema de tratamiento de residuos previo a la disposición final en vertedero, como es el caso de una estación de reciclaje y compostaje, que permita una solución de mayor sostenibilidad para el manejo de los desechos.

Teniendo en cuenta este escenario, se propone el “Diseño del edificio para una estación de reciclaje y compostaje para el municipio de Penonomé” con la finalidad de rescatar el 85% (85.01 ton/día)² aproximadamente de residuos generados en el distrito, procedentes de la actividad doméstica y económica, a través del proceso de reciclaje y compostaje; de esta manera contribuir a disminuir el volumen de desechos que finalizan en el vertedero de Penonomé, valorizar los materiales seleccionados y mitigar el impacto ambiental y sanitario producto de la quema de desechos.

¹ El “Acta de Misión de la provincia de Coclé” es un informe presentado en el año 2015 como resultado de las actividades llevadas a cabo por la autoridad de Aseo Urbano Y Domiciliario bajo la perspectiva de efectuar un diagnóstico sobre el manejo de los desechos en la provincia de Coclé.

² La cifra es obtenida al sumar 77.37 ton/día (85% de materiales reciclables) procedente de la actividad doméstica y 7.64 ton/día (85% de materiales reciclables) procedente de la actividad económica, dando como resultado 85.01 ton/día de residuos que representan el 85.69% de la totalidad de los desechos generados por el distrito de Penonomé para el año 2015.

C. OBJETIVOS

▪ **Objetivo general**

Desarrollar el diseño para el edificio de una estación de reciclaje y compostaje para el municipio de Penonomé

▪ **Objetivos Específicos**

- ❖ Disminuir el volumen de residuos que finaliza en el vertedero de Penonomé, evitando el deterioro del medio ambiente y los daños significativos ocasionados a la salud pública, producto del desbordamiento y quema de los residuos.

▪ **Alcance**

Diseñar el edificio de una estación de reciclaje y compostaje para valorizar y comercializar los materiales seleccionados.

- ❖ Cumplir con el programa funcional requerido por el edificio de una estación de reciclaje y compostaje.

▪ **Alcance**

Diseñar espacios adecuados capaces de albergar las actividades y los componentes técnicos requeridos por el edificio de una estación de reciclaje y compostaje.

- ❖ Fomentar la información, sensibilizar la población e impulsar la implementación de mejoras ambientales, sociales y económicas derivadas de la gestión integral de los residuos sólidos.

▪ **Alcance**

Diseñar un área para visitantes que incorpore un recorrido por las distintas instalaciones de la estación de reciclaje y compostaje, complementada con el desarrollo de un aula educativa y recreativa.

- ❖ Estimular sentimientos de pertenencia al concebir el emplazamiento del edificio para una planta de reciclaje y compostaje como equipamiento urbano integrado a su entorno.

▪ **Alcance**

Diseñar una plaza de acceso como lugar de encuentro entre operadores y visitantes, utilizando árboles y vegetación predominantes de la zona que resalten la identidad de la región.

D. Resumen

El proyecto presentado a continuación consiste en la propuesta para la implementación de una estación de reciclaje y compostaje en el municipio de Penonomé. La propuesta se desarrolla en torno a cuatro capítulos, cada capítulo busca profundizar en los aspectos considerados como esenciales para el análisis, desarrollo y ejecución del proyecto.

- Capítulo 1 Conceptos y definiciones

Este capítulo comprende el marco teórico sobre el tema de los residuos sólidos, desarrolla los conceptos sobre el reciclaje y compostaje; y establece una base científica detrás de los procesos llevados a cabo a través del reciclaje y compostaje. Además, se presenta otros proyectos para el reciclaje y compostaje tomados como referencia

- Capítulo 2 Generalidades del distrito de Penonomé

Comprende el análisis del distrito de Penonomé a través del desarrollo de los aspectos demográficos, sociales, económicos, geográficos y ecológicos presentes en el distrito.

- Capítulo 3 Estudio del lugar

Este capítulo corresponde al análisis del contexto territorial sobre el emplazamiento del proyecto, específicamente las características físicas y urbanas. Presenta alternativas a considerar para escoger la ubicación más adecuada según las necesidades del proyecto.

- Capítulo 4 Propuesta arquitectónica

Este capítulo presenta el desarrollo de la propuesta arquitectónica partiendo desde determinar los criterios de diseño, establece el programa de diseño para la estación de reciclaje y compostaje, expone el estudio conceptual del proyecto, analiza materiales de diseño, y finaliza por la presentación de la información concerniente a los costos por precios unitarios del proyecto.

CAPÍTULO 1:

Conceptos y definiciones del proyecto

1.1 RESIDUOS SOLIDOS

1.1.1 Generación de residuos

Los objetos o productos pasan a ser considerados desechos luego de cumplir con su función o al final de su vida útil, posteriormente son tratados mediante procesos de valorización o eliminados directamente. En la actualidad, la cantidad de residuos generados depende de diversos factores, entre los cuales podemos mencionar: el crecimiento de la población, el nivel de ingreso económico de los habitantes, la producción de materiales con periodos cortos de vida útil y el grado de consumo detrás de los hábitos de la sociedad, entre otros.

La constante acumulación de residuos provoca impactos negativos sobre nuestro entorno, haciendo evidente la necesidad de pensar en soluciones sostenibles para los residuos sólidos **(ver Ilustración IL_1)**.

- **Emisiones de gases nocivos producto de la quema de residuos**
- **Deterioro del medio ambiente**
- **Contaminación de ríos, quebradas, y otros cuerpos de agua debido a escorrentías de superficiales**
- **Degradación de suelos, flora y fauna**
- **Degradación del paisaje**
- **Presencia de vectores transmisores de enfermedades como: moscas, mosquitos, etc.**
- **Mal olor**
- **Daños nocivos a la salud de pobladores cercanos**



Ilustración IL_1: Consecuencias de la acumulación de residuos.

Fuente: Elaborado por el autor a partir de la información presentada en el Plan Nacional de Gestión integral de Residuos

Los residuos representan un problema a nivel mundial; en el caso de Panamá es uno de los países con el promedio de generación de residuos sólidos per cápita más alto de la región: el promedio nacional es de 1.2 kg diarios por habitante, una cifra por encima del promedio regional de 0.9 kg/día, según el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) (Ciudad del Saber 2019).

A nivel nacional, la provincia de Coclé está entre las cinco provincias con mayor generación de residuos, con una cifra aproximada de 282.67 toneladas de residuos por día. En el año 2015 la Autoridad de Aseo Urbano y Domiciliario presentó un informe denominado “Acta de Misión de la Provincia de Coclé” y según dicho documento Penonomé, que es el distrito con mayor cantidad de habitantes, sostiene la mayor cantidad de residuos generando un total de 101.13 toneladas de residuos al día (ver Ilustración IL_2).

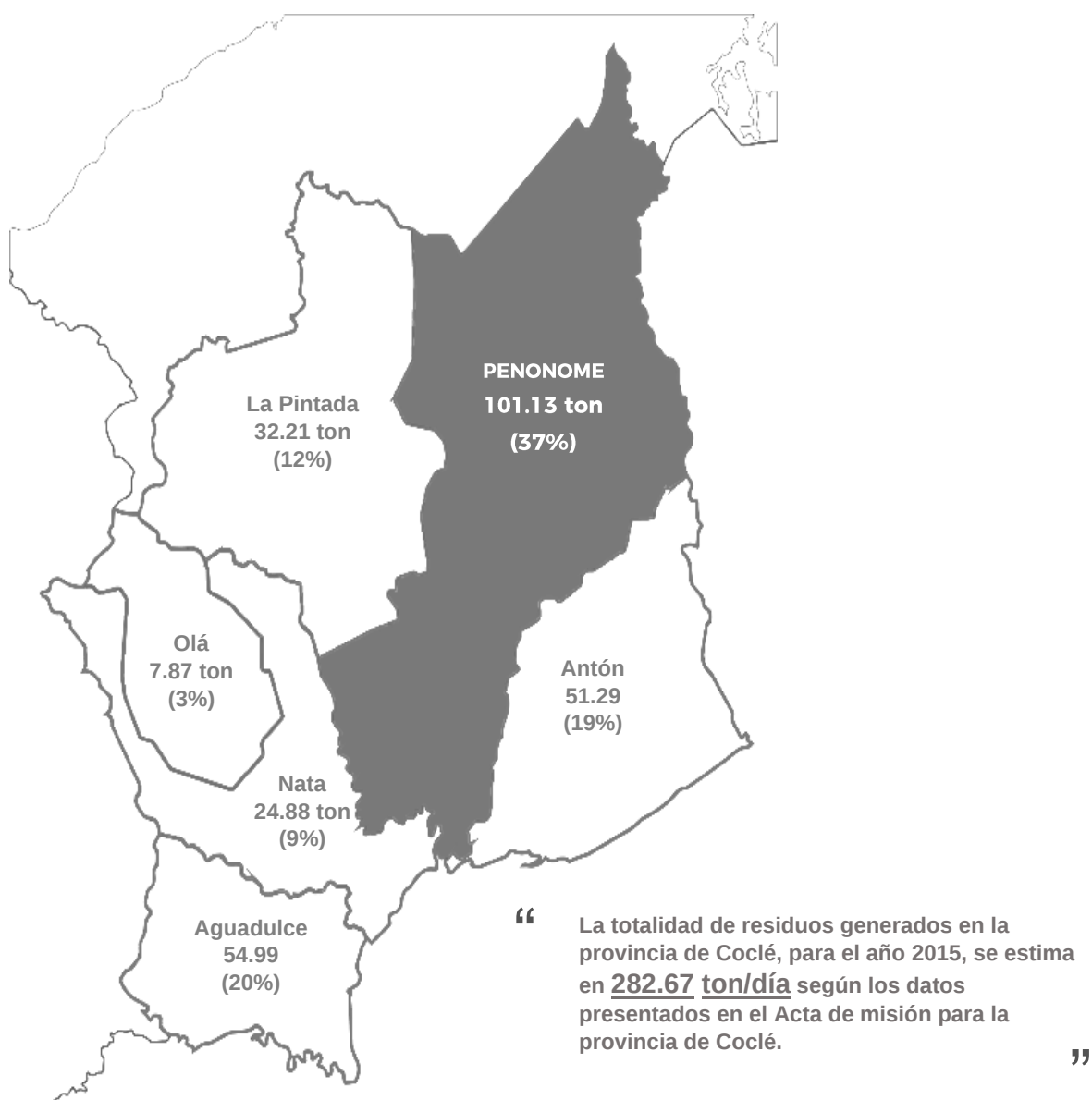


Ilustración IL_ 2: Participación de los distritos de la Provincia de Coclé en la generación de Residuos por día.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos del Acta de misión para la provincia de Coclé

1.1.2. Composición de Residuos

De las 101.13 toneladas de desechos que se producen al día en el distrito de Penonomé, el 90% de residuos proviene de la actividad doméstica, el 9% de comercio/industria, y el 1% de establecimientos de Salud (INECO 2017).

La **Ilustración IL_ 3** muestra la composición de ese 90% de los desechos que provienen de la actividad doméstica; de los cuales el 85% corresponde a materiales reciclables (celulosa, vidrio, plásticos, papel cartón, metales y orgánicos). Por su parte el 15% restante es considerado como materiales de descarte o con menor oportunidad de ser reciclados en el ámbito nacional.

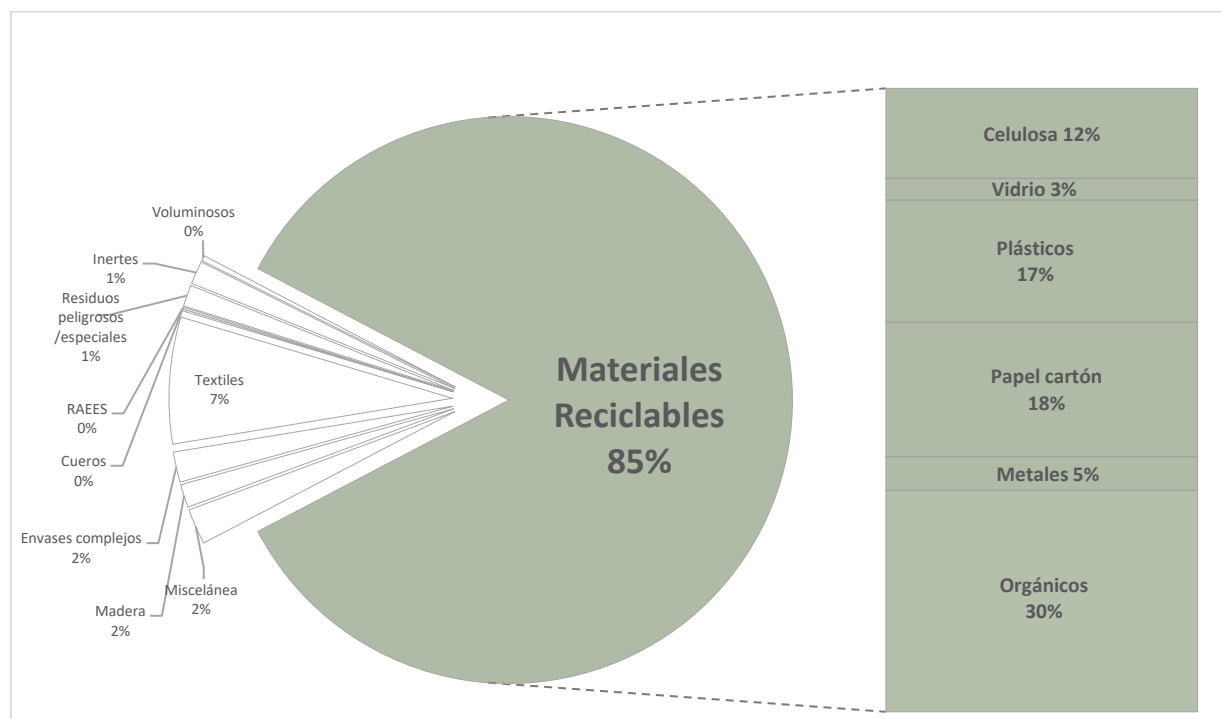


Ilustración IL_ 3: Composición de los residuos provenientes de la actividad doméstica.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos presentados en el Plan Nacional De Gestión Integral De Residuos 2017-2027.

Nota: la totalidad de residuos generados por la actividad doméstica se estima en 91.02 ton/día (90%), de los cuales 77.37 ton/día (85%) de esos residuos representan materiales con posibilidad de ser reciclados.

La ilustración a continuación expresa la composición del 9% correspondiente a los residuos provenientes de la actividad económica, donde el 84% está representado por materiales reciclables (celulosa, vidrio, plásticos, papel cartón, metales y orgánicos), mientras que el 16% restante es considerado como materiales de descarte o con menor oportunidad de ser reciclados en el ámbito nacional (**ver Ilustración IL_ 1**).

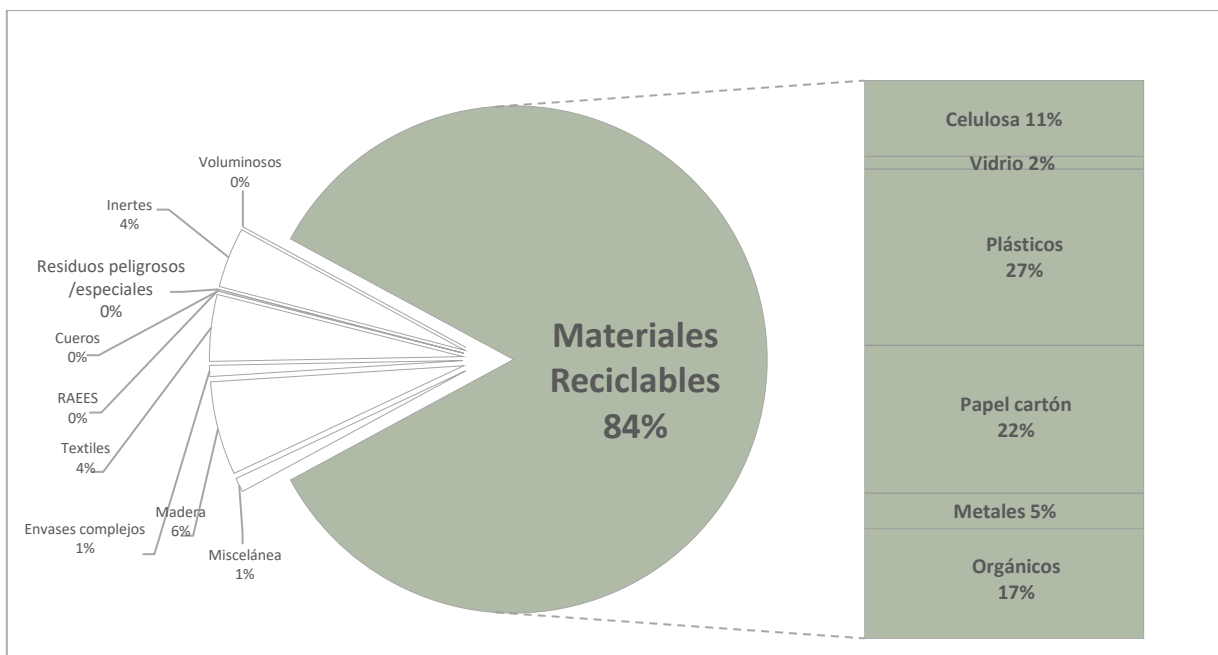


Ilustración IL_ 4: Composición de los residuos provenientes de la actividad económica.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos presentados en el Plan Nacional De Gestión Integral De Residuos 2017-2027.

Nota: la totalidad de residuos generados por la actividad económica se estima en 9.1 ton/día de residuos (9%), de los cuales 7.64 ton/día (**84%**) de residuos representan materiales con posibilidad de ser reciclados.

Considerando la composición de residuos por parte de estas dos actividades, se obtiene un total aproximado de **85.01 toneladas** de residuos que están representados por: orgánicos, plásticos, papel/cartón, celulosa, metales y vidrio; todos materiales aptos para ser reciclados. A pesar de que estos residuos representan más de la mitad de los desechos generados por el distrito de Penonomé, no existen infraestructuras orientadas a rescatar y valorizar estos residuos mediante su reciclaje.

1.1.3 Gestión de residuos

En la actualidad, el municipio de Penonomé brinda el servicio de recolección y disposición final para los desechos procedentes de la actividad doméstica y comercio/industria mientras que la recolección y tratamiento de los desechos hospitalarios es brindada por una empresa privada especializada (INECO 2017).

La gestión de los residuos contempla su disposición final en el vertedero de Penonomé, el cual comprende de un área aproximada de 3.87 hectáreas, está ubicado a unos cuantos metros del Parque Eólico Laudato Si y a menos de un km del lago Las Lajas. El vertedero, que es a cielo abierto, no cuenta con impermeabilización del suelo (ni geomembranas, ni geotextiles) lo que implica la permeabilidad de lixiviados al suelo, cuerpos de aguas subterráneas y posibles acuíferos (Autoridad de Aseo Urbano y Domiciliario 2015) **(ver Ilustración IL_5).**



Ilustración IL_5: Vertedero de Penonomé

Fuente: foto obtenida del periódico La Estrella de Panamá.

Las condiciones expuestas por el vertedero de Penonomé provocan la acumulación de desechos, quema de los residuos y contaminación por lixiviados, profundizando la degradación del medio ambiente y agudizando el fenómeno del cambio climático.

Una visión estratégica y sostenible para la gestión de los residuos implica las etapas de: **recolección, transporte, tratamiento y disposición final** de los residuos generados. El diagrama a continuación muestra una propuesta de cómo una estación de reciclaje y compostaje forma parte de la visión estratégica para la gestión de los residuos procedentes de la actividad doméstica y económica mediante el proceso de valorización de los residuos.

Es importante destacar que el presente trabajo de grado brinda una solución relacionada con la etapa de tratamiento de los residuos por medio del reciclaje y compostaje, por lo tanto, es necesaria la participación comunitaria en cuanto a la separación de los desechos en su origen (**ver Ilustración IL_6**).

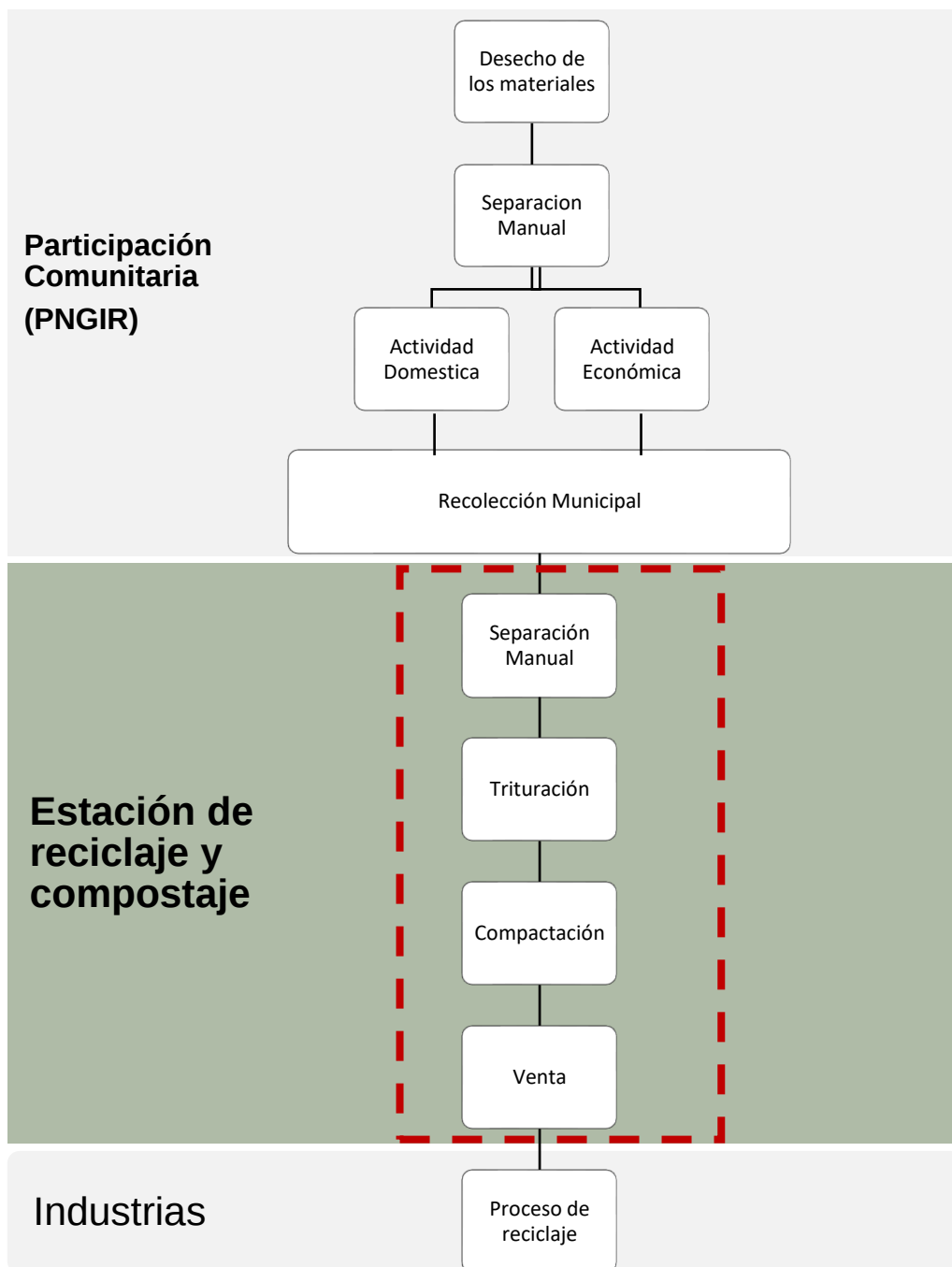


Ilustración IL_ 6: Proceso de valorización de los residuos sólidos.

Fuente: Elaboración propia a partir de "Vega, Elba; Centro de valorización de residuos domiciliarios para su reciclaje; Universidad de Chile, Facultad de Arquitectura y Urbanismo".

1.2 RECICLAJE

1.2.1. Aspectos generales

El reciclaje puede definirse como: “Actividad mediante la cual determinados residuos sólidos provenientes de los servicios de aseo urbano son separados, recogidos, clasificados y procesados para reincorporarlos a un ciclo doméstico, comercial o industrial, sea de modo formal o informal” (The Economist Intelligence Unit 2017). De esta manera, es posible valorizar ciertos materiales para que puedan ser reintegrados al mercado como nuevos productos. De este modo, los productos escapan del ciclo de vida lineal y desarrollan un ciclo de vida circular (**ver Ilustración IL_7**).



Ilustración IL_ 7: Comparación entre el ciclo de vida lineal y ciclo de vida circular de los productos.

Fuente: elaborado por el autor a partir de <https://relevocontigo.com/la-economia-circular-y-su-perspectiva-de-mercado/>

1.2.2 Materiales Reciclados

Los residuos sólidos son reciclados en diferentes proporciones según: el tipo de material, la demanda en el mercado y la capacidad instalada, entre otros. En la actualidad existen distintos actores que reciclan materiales, motivados por razones diversas. Entre ellos se encuentran:

- **Segregadores:** también conocidos como pepenadores. Ellos separan materiales como aluminio, cobre, hierro, bronce, acero inoxidable, papel y cartón, con el objetivo de venderlos (**ver Ilustración IL_8**).
- **Viviendas:** en las provincias centrales, se destaca la separación en bolsas, envases plásticos, botellas de vidrio, cajas de cartón, papel y otros.
- **Empresas:** destacan la categorización de metales, plásticos, papel, cartón y materia orgánica. Las empresas indican que hacerlo de esta manera permite reutilizar algunos elementos en su propia actividad, vender materiales a los manufactureros, o minimizar la tarifa de cobro del servicio, disminuyendo el impacto ambiental (INECO 2017).



Ilustración IL_ 8: Segregador en vertedero.

Fuente: Recuperado de <https://www.lostiempos.com/actualidad/cochabamba/20190519/recolectores-basura-operan-proteccion-vertederos>

1.2.3 Existencia del mercado de reciclaje

En la actualidad existen diversas empresas dedicadas al reciclaje de materiales. En el caso del distrito de Penonomé se ubica la empresa Recimetal, que realiza la actividad de compra y venta de diversos materiales.

En la **tabla TB_1** puede apreciarse el promedio de los precios de compra de materiales para su reciclado en el año 2015. Si bien es cierto, los metales representan los materiales con mayor valor económico para el mercado, se debe considerar que estos representan una menor proporción de los desechos provenientes de la actividad doméstica.

Cabe destacar que en Panamá no existen incentivos económicos por parte del estado que promuevan el reciclaje, por lo tanto, esta actividad depende principalmente del sector privado, donde el reciclado o no de un material va a depender de su rentabilidad económica.

Flujo	material	B/kg	Flujo	material	B/kg	
Plástico	Botella de PET	0.052 ± 0.028	Metal	Acero	0.551 ± 0.128	
	Plástico mixto	0.013 ± 0.006		Aluminio	0.634 ± 0.105	
	Plástico canasta	0.154 ± 0.076		Lata de aluminio	0.826 ± 0.142	
Compuesto	Tetrapak	0.052 ± 0.027		Hierro	0.091 ± 0.023	
Papel	Papel de color	0.055 ± 0.013		Cobre	3.692 ± 0.793	
	Papel bond impreso	0.198 ± 0.025		Bronce	2.590 ± 0.110	
	Periódico	0.044 ± 0.025		Chatarra	0.061 ± 0.021	
	Directorio telefónico	0.011 ± 0.000		Perfil	0.881 ± 0.156	
	Revista	0.011 ± 0.000		Radiador cobre-aluminio	2.315 ± 0.128	
	Cartón	0.066 ± 0.025		Radiador mixto	2.315 ± 0.128	
	Papel para clasificar	0.028 ± 0.006	Otros	Chatarra electrónica	0.011 ± 0.000	
Vidrio	Vidrio mixto	0.010 ± 0.006		Batería de gel	0.297 ± 0.114	
				Batería limpia	0.424 ± 0.042	
				Batería sucia	0.337 ± 0.055	
				Chatarra electrónica	0.011 ± 0.000	

Tabla TB_1: Precios de compra de materiales para su reciclado en los Talleres de Reciclaje en el año 2015.

Fuente: Elaborado por el autor a partir de <https://basuracero.mupa.gob.pa/wp-content/uploads/2019/07/Plan-Municipal-Conceptual-de-Manejo-Integral-de-Residuos-Panam%C3%A1-Convenio-VIC-Barcelona.pdf>

1.3. Compostaje

1.3.1. Aspectos generales

Toda materia orgánica sufre un proceso de descomposición natural, formando parte de lo que se conoce como “El Ciclo De La Materia” (**ver Ilustración IL_9**). En este sentido, Cancino Costanza en su tesis “Planta de compostaje Educativa”, nos dice que:

“El compostaje corresponde al mismo proceso de degradación de la materia orgánica, pero de manera controlada, que en presencia de oxígeno genera dióxido de carbono, agua, calor y una sustancia orgánica llamada compost. Así, los residuos orgánicos se transforman de residuos, a recursos. La materia orgánica debe pasar por diversas etapas para convertirse en el abono natural que denominamos compost. El volumen inicial de ella se reduce hasta 1/3 cuando el proceso se completa. Para que esto suceda, los residuos pasan por una etapa de fermentación y maduración, cambiando, entre otras cosas, la composición física, textura y porosidad del residuo hasta convertirse en compost”.

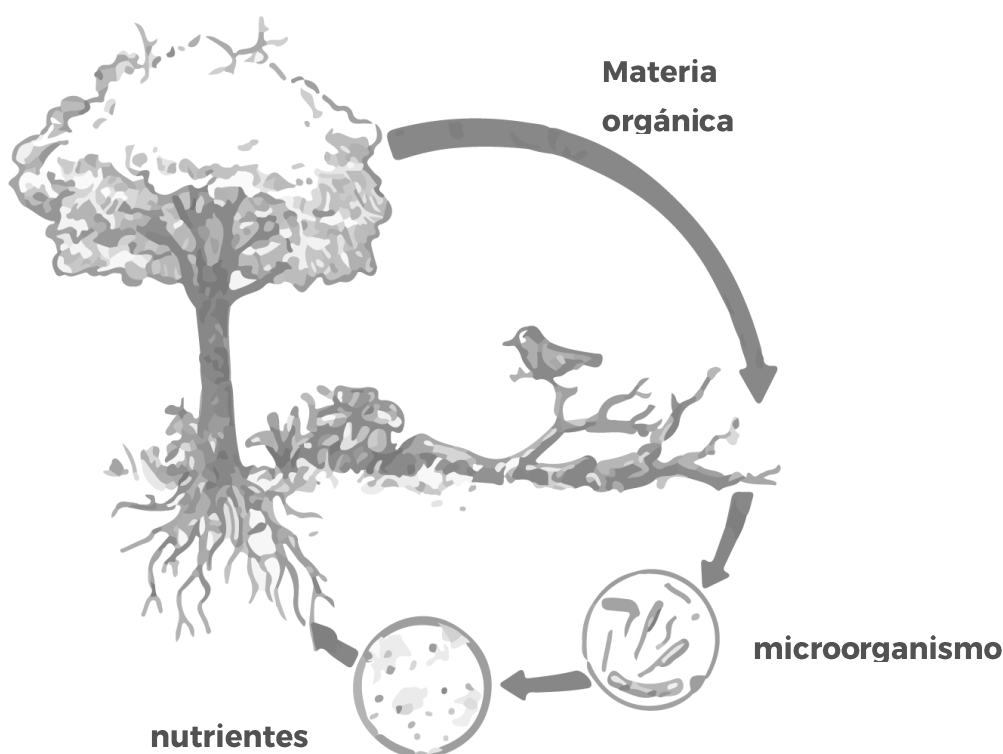


Ilustración IL_9: Ciclo de vida de la materia orgánica.

Fuente: Elaborado por el autor a partir de <http://www.fao.org/3/ah645s/AH645S05.htm>

Durante la formación de compost la materia atraviesa dos etapas, ambas con presencia de oxígeno (**ver Ilustración IL_10**).

- **Fermentación o primera etapa:** la primera etapa contempla las temperaturas más altas con la presencia de actividad de bacterias termófilas y hongos que, en su actividad, generan calor. La temperatura puede llegar hasta los 70°C, variando según los materiales utilizados y cantidad de bacterias. Luego esta temperatura disminuye en la medida que la actividad de los microorganismos se ralentiza. Esta subida de temperatura acaba con cualquier organismo patógeno presente (Constanza 2015).
- **Maduración o segunda etapa:** La segunda etapa contempla temperaturas más bajas con presencia de bacterias mesófilas, que actúan a una temperatura de 20 a 30°C. El final de esta etapa corresponde al momento en que se forma el abono o compost (Constanza 2015).

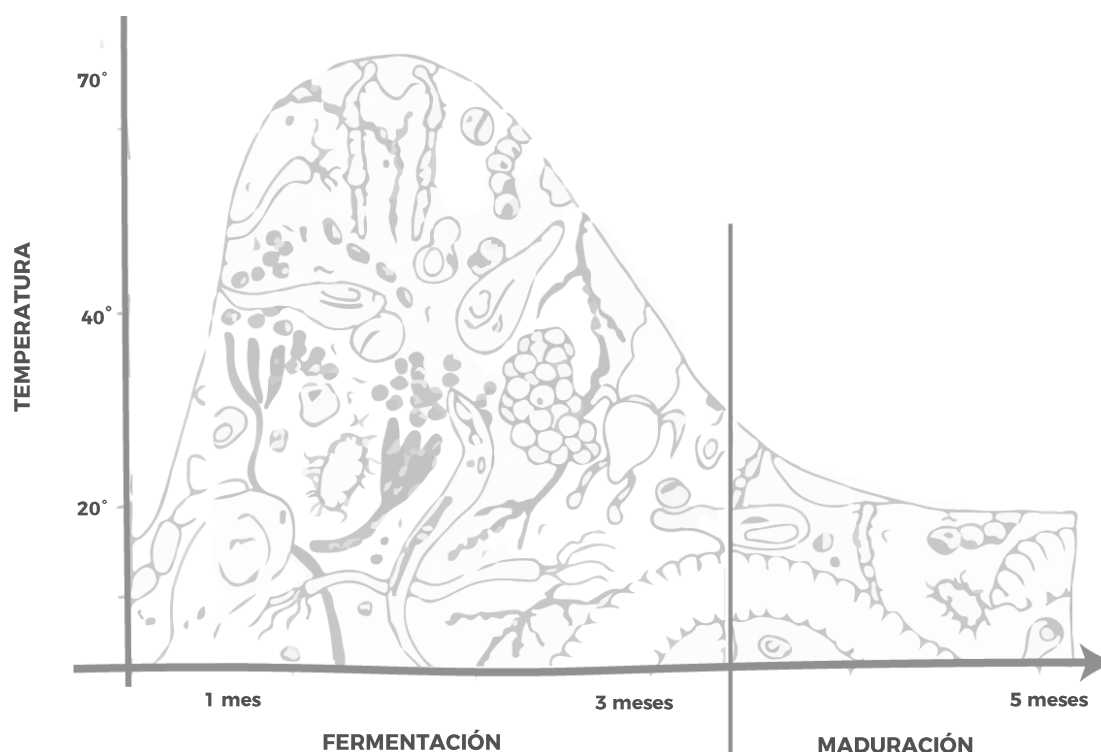


Ilustración IL_ 10: Etapas de la materia orgánica durante la formación de compost.

Fuente: Elaborado por el autor.

Debido a que la producción de compost es el resultado de un proceso biológico realizado principalmente por microorganismos, es necesario mantener condiciones favorables, tanto en las actividades químicas como biológicas presentes en el proceso. El informe denominado “MANUAL DE COMPOSTAJE DEL AGRICULTOR” publicado en el año 2013, muestra los factores y las condiciones que deben controlarse:

A. El oxígeno

El compostaje es un proceso aerobio, debido a esto necesita oxígeno para el desarrollo de los microorganismos y para permitir la evacuación al máximo del CO₂ producido. La aireación debe mantenerse en unos niveles adecuados teniendo en cuenta que las necesidades de oxígeno varían a lo largo del proceso; siendo bajas en la fase mesófila (fase inicial de la fermentación), alcanzando el máximo en la fase termófila (final de la fase de fermentación) y disminuyendo de nuevo al final del proceso.

B. La humedad

El agua es indispensable para el desarrollo de las actividades de degradación de la materia producida por los microorganismos. Si la humedad es muy baja, disminuye la actividad microbiana. Si la humedad es muy alta, interferirá con la distribución del aire a través del compost.

C. La temperatura

La temperatura varia a lo largo del proceso según la actividad realizada por los microorganismos en la producción de compost y del proceso utilizado. La temperatura óptima para que los microorganismos logren fermentar los residuos orgánicos oscila entre los 60°C y 70°C. Generalmente la temperatura es regulada mediante los denominados “volteos” de los residuos, pero esto depende de la técnica que se utilice.

D. La relación Carbono/ Nitrógeno (C/N)

La relación C/N debe ser adecuada para obtener una fermentación correcta. En el caso de los residuos de frutas y verduras, que poseen una alta cantidad de nitrógeno, es necesario agregar residuos verdes con bajo poder de fermentación como residuos de poda, paja, rama, hojas...etc. altos en contenido de carbono. La relación óptima C/N oscila entre 15:1 – 35:1.

E. El pH

Los niveles de pH deben mantenerse controlados para un óptimo desarrollo de los microorganismos. Durante la etapa de fermentación, deben mantenerse entre 6,5 y 7,5 para las bacterias; y para los hongos entre 5,5 y 8 durante la etapa de maduración (Róman, Martínez y Pantoja 2013).

1.3.2 Técnicas de compostaje

Los sistemas de compostaje se pueden clasificar en dos grupos: abiertos y cerrados. En los sistemas abiertos el proceso de producción de compost se realiza al aire libre mediante “pilas”, mientras que los sistemas cerrados se caracterizan por realizar el proceso de compostaje en reactores. La **Tabla TB_2** muestra la comparación entre las diferentes técnicas de compostaje, estableciendo criterios que se deben de tener en cuenta a la hora de escoger el sistema a ser utilizado.

Comparación entre técnicas de compostaje

Criterios	Sistemas Abiertos		Sistemas Cerrados	
	Pilas con volteo	Pilas con aireación forzada	Reactor estático	Reactor dinámico
Coste de inversión	Bajo	bajo o medio (depende de la escala)	Elevado	Elevado
Costo de funcionamiento	bajo	Medio	Bajo	Bajo
Superficie requerida	Importante	Media	Pequeña, salvo en la maduración	Pequeña, salvo en la maduración
Control de la aireación	parcial	Total	total	total
Factores que pueden ser controlados	Frecuencia de volteos, aporte de material estructurante	Aireación y aporte de material estructurante	Aireación y aporte de material estructurante	Aireación, aporte de material estructurante y tiempo de agitación
Sensibilidad a una menor o mayor deshidratación del material	Muy sensible	Menos sensible	Menos sensible	Menos sensible
Control de olores	Difícil, los olores pueden llegar lejos en determinados casos	Difícil, sobre todo con materiales de humedad alta	Bueno, con funcionamiento normal	Bueno, con funcionamiento normal
Necesidad de maduración complementaria	Depende del clima	Necesaria	Generalmente necesaria	A veces necesaria
Sensibilidad al clima	sensible	Poco sensible	Poco sensible	Poco sensible
Dificultades constatadas	Olor, disminución de la temperatura con mal tiempo	Malas mezclas, zonas frías anaerobias	Problemas de compactación, caminos preferenciales de aireación	Sistemas un poco complejos
Adaptaciones a las variaciones de producción y la sequedad de los materiales	Buena adaptabilidad	Buena adaptabilidad	Baja adaptabilidad	Baja adaptabilidad
Capacidad de tratamiento	0,5-5 t/día (proporcional a la disponibilidad de superficie)	0,5-100 t/día	>3 t/día	>3 t/día

Tabla TB_2: Comparación entre técnicas de compostaje.

Fuente: elaborado por el autor a partir de (Romero y Muñiz s.f.).

1.3.2.1. Sistemas abiertos

Corresponden a las técnicas tradicionales de compostaje; son los sistemas más económicos y sencillos, donde el material se coloca en pilas sobre el suelo o pavimento, siendo muy importante la forma y las medidas de la pila.

a. Pilas estáticas

Las pilas tienen alrededor de 2 metros de ancho por 1,5 metros de alto, mientras que el largo de la pila puede variar. Consiste en el sistema más artesanal, siendo por lo tanto el más sencillo y económico (**ver Ilustración IL_ 11**).

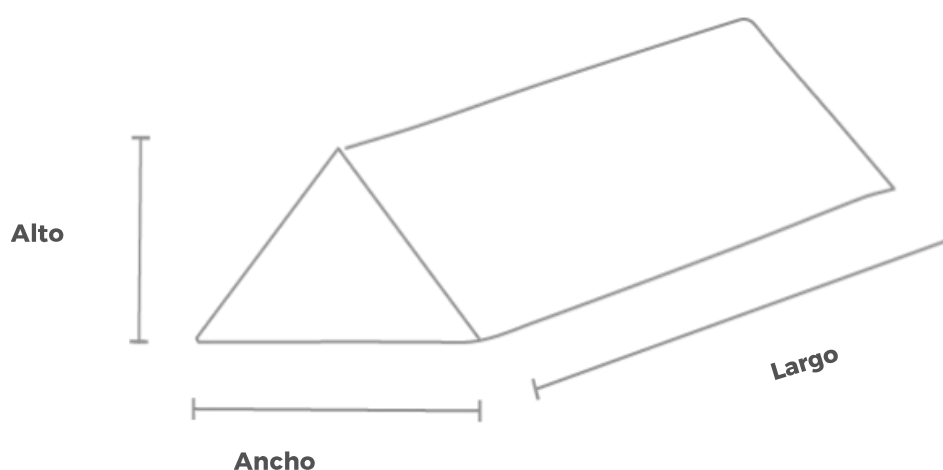


Ilustración IL_ 11: Pila estática

Fuente: elaborado por el autor

b. Pilas con volteo

A diferencia de las pilas estáticas, en este sistema las pilas son volteadas. Voltear el material permite controlar factores como la temperatura, pH, humedad y la emisión de olores y lixiviados de la pila; favoreciendo la oxigenación, la liberación de gases y del calor atrapado, mejora la distribución del agua, nutrientes, microorganismos, conduciendo a una descomposición más homogénea de los residuos (Arrigoni 2011).

El volteo puede ser realizado de forma manual o mediante el uso de “volteadoras” (mediante tractor u otro equipo mecánico). En el caso de usar volteadoras, el tamaño de la pila varía en función de la maquinaria a utilizar, pudiendo alcanzar los 5 metros de ancho por 4 metros de alto (ver Ilustración IL_12).

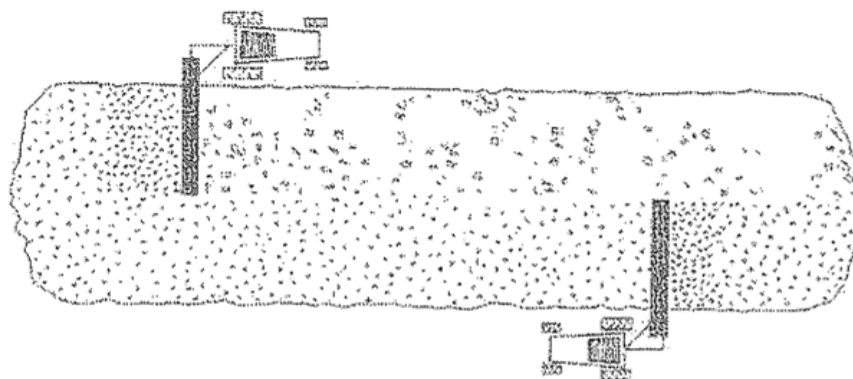


Ilustración IL_12: vista en planta de pilas con volteo mecánico.

Fuente: recuperado de: https://www.researchgate.net/figure/Figura-4-Eschema-de-sistema-de-compostaje-en-hileras-con-volteo-Tomado-de-Rynk-et-al_fig4_230787246

c. Pilas con aireación forzada

Este método acumula el material en pilas, pero requiere una infraestructura de túneles donde va dispuesta cada pila. Estos túneles permiten la instalación de tuberías que van oxigenando las pilas (ver Ilustración IL_13).

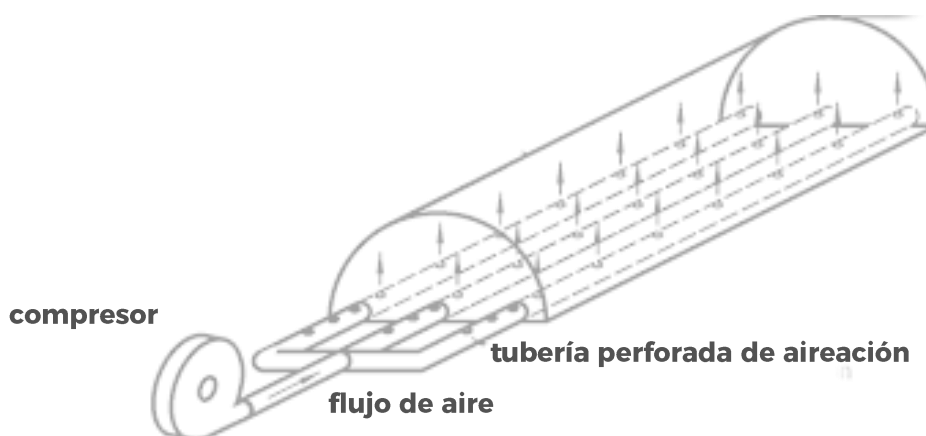


Ilustración IL_13: Pilas con aireación forzada.

Fuente: Recuperado de: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/17649/2019rensoncastellanos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Estos sistemas permiten tener un mayor control de la concentración de oxígeno y mantenerla en un intervalo apropiado (15-20 %) para favorecer la actividad metabólica de los microorganismos aerobios que desarrollan el proceso **(Romero y Muñiz s.f.)**.

Se caracteriza por altos costos de inversión y mantenimiento, debido a que incluye maquinaria e infraestructura especializada. A raíz de esto, el proceso es más rápido, no se requiere mano de obra en el proceso y la calidad del compost es mejor. Funciona para volúmenes muy grandes de residuos, dado la especialización de la infraestructura (Constanza 2015).

d. Pilas con aireación forzada y volteo

Este sistema es una mezcla de las pilas con aireación forzada y de volteo. Los volteadores complementan el trabajo de control de calidad del compost, **permitiendo su correcta degradación y maduración (ver Ilustración IL_ 14).**

El costo de inversión es alto para la infraestructura y la maquinaria. Las volteadoras, si son automatizadas, no requieren de mano de obra. El volteo mejora la calidad del compost, y se manejan cantidades altas de residuos controlando sus emisiones al ambiente (Constanza 2015).

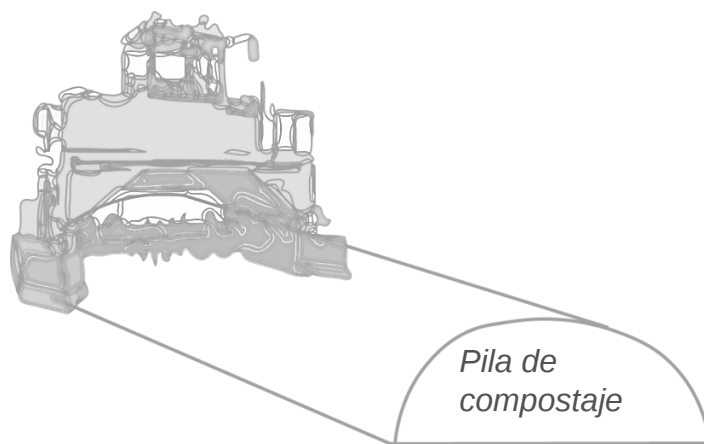


Ilustración IL_ 14: Pila con aireación forzada y volteo.

Fuente: elaborado por el autor

1.3.2.2. Sistemas cerrados

Los sistemas cerrados permiten mejor control de los distintos factores que intervienen en el proceso de compostaje en la mayoría de los casos. Se caracterizan por realizar el proceso de compostaje en reactores, aislando el material del ambiente exterior.

a. Reactores estáticos

Ellos requieren poco espacio y el proceso de compostaje se realiza en poco tiempo. Existen domiciliarios o de tamaños mayores para pequeñas industrias. Eliminan la emisión de mal olor al ambiente y no requieren mano de obra. La cantidad de residuos a ser tratados depende de la capacidad de la maquinaria utilizada, en general son utilizados para trabajar con pocas cantidades de desechos **(ver Ilustración IL_15)**.

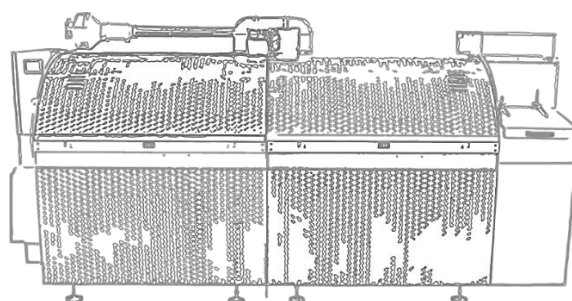


Ilustración IL_15: Reactor estático.

Fuente: Recuperado de: <https://www.directindustry.es/prod/sartori-ambiente-srl/product-38572-1607211.html>

b. Reactores dinámicos

Ellos poseen sistemas de volteos para controlar el proceso de compostaje y son mayormente utilizados en el sector industrial. Requieren una importante inversión inicial, pero garantizan un compost de calidad. No requieren inversión en mano de obra. **(ver Ilustración IL_16)**.

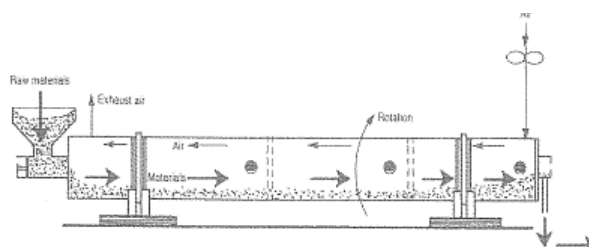


Ilustración IL_16: Reactor dinámico.

Fuente: Recuperado de: https://www.researchgate.net/figure/Figura-9-Eschema-de-compostaje-en-tambores-rotativos-Tomado-de-Rynk-et-al-1992_fig9_230787246

1.4. Casos de estudio

1.4.1 Centro de Acopio y Manejo de desechos sólidos FCDS/FAS PANAMÁ.

El Centro de Acopio y Manejo (CAM) es operado por la Fundación Ciudad del Saber y la organización no gubernamental Fundación Acción Social (FAS) PANAMA desde el año 2011 con el propósito de clasificar, pesar, almacenar y comercializar desechos sólidos, a ser recuperados para posterior reciclaje o reutilización (FAS PANAMÁ 2020) (ver Ilustración IL_17).

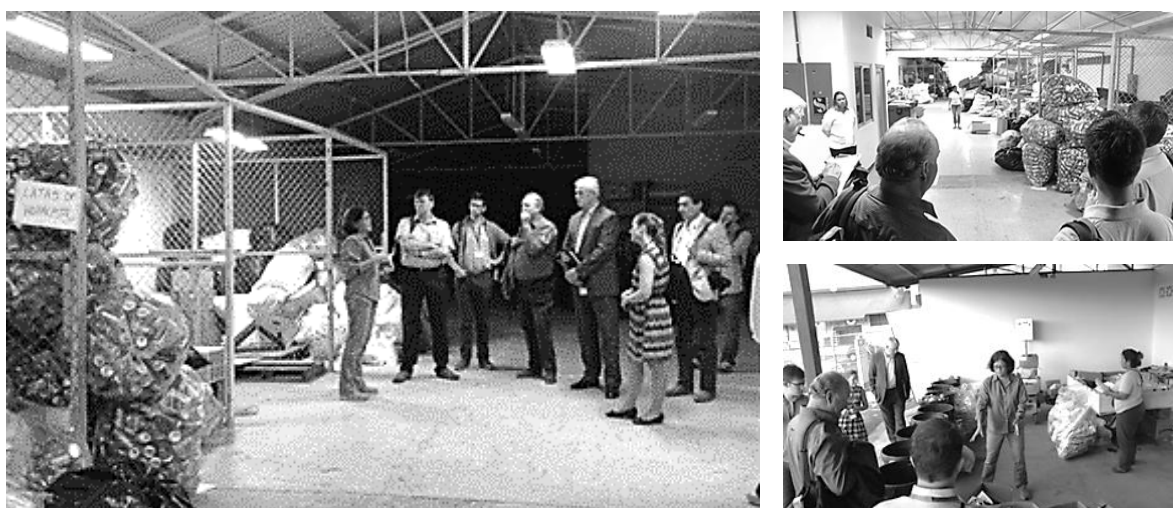


Ilustración IL_ 17: Centro de Acopio y Manejo de residuos sólidos (CAM).

Fuente: Recuperado <https://admission.ciudadelsaber.org/es/sala-prensa/noticias/delegacion-britanica-visita-centro-acopio-ciudad-saber-cam/208>

Este centro fue creado como resultado de un sistema de gestión integral, diseñado con el apoyo de especialistas y la participación de los usuarios del campus Ciudad del Saber. Aparte de recibir materiales por los residentes del área, el CAM ha establecido estaciones de transferencia en distintos edificios de oficinas y de uso institucional (Ciudad del Saber 2015). Entre los materiales reciclables gestionados por el CAM se encuentran; papel, cartón, plástico (PET³ y HDPE⁴), vidrio, metal, Tetrapak, chatarra electrónica, pilas, baterías, y aceite.

Durante las jornadas realizadas por el CAM para el manejo de desechos sólidos, se ofrece también capacitación sobre la clasificación adecuada de los residuos y la operación de un centro de reciclaje. Estas son algunas medidas fundamentales

³ Tereftalato de polietileno (PET).

⁴ Polietileno de alta densidad (HDPE).

contempladas por el programa para la sensibilización y capacitación de la comunidad, desarrolladas por el sistema de gestión integral de residuos. La meta final es disminuir la generación de desechos y manejar adecuadamente los residuos que se producen en el campus (Ciudad del Saber 2015).

En el año 2014 el CAM recicló un total de 121.5 toneladas de residuos, constituidas por 41.9 toneladas recolectadas en edificios de uso institucional y comercial (32.8 t. de papel y cartón, 7.7 t. de envases, 1.4 t. de desechos especiales) y 79.6 toneladas recolectadas de residuos residenciales (47.1 t. de papel y cartón⁵, 26.6 t. De envases⁶ y 5.9 t. de desechos especiales) (Ciudad del Saber 2015).

5 Papel blanco y de color, periódicos, cartón, folders, revistas, directorios y Tetrapak.

6 Vidrios de todos los colores, plásticos tipo1 y tipo 2, aluminio y hojalata.

1.4.2 Planta de reciclaje y compostaje Santa Juana, Chile 2016

Esta planta de reciclaje y compostaje fue construida en 2016 y está ubicada en Chile, en La Comuna de Santa Juana, con una población de 13,201 habitantes (Instituto Nacional de Estadísticas Chile 2012). Este proyecto ha sido desarrollado con el objetivo de disminuir el 50% de los desechos generados en la comunidad, limitando a su vez la generación de gases de efecto invernadero. Para el año 2018 se estimó un total de 3,192 toneladas de residuos generados por la comuna (I. Municipalidad Santa Juana 2018) (**ver Ilustración IL_18**).



Ilustración IL_ 18: Plan maestro de la planta de reciclaje y compostaje de Santa Juana, Chile.

Fuente: Recuperado https://acuerdochilecanada.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/08/Planta-integrada-de-manejo-de-residuos_Santa-Juana_Alcalde-Angel-Castro.pdf

La planta de reciclaje y compostaje cuenta con el respaldo de un programa de recolección diferenciada que consiste en la separación de residuos en tres categorías: descartables, orgánicos y reciclables.

Cada categoría de residuos dispone de contenedores específicos. Existen cuatro contenedores dispuestos de la siguiente manera:

-dos contenedores para reciclar: uno azul (papeles y cartón) y uno rojo (otros reciclables) teniendo como destino final la planta de reciclaje.

-dos contenedores para el compostaje: uno café (se separan los residuos en la cocina que posteriormente irán al contenedor verde) y uno verde. Ambos están ubicados en la calle para ser retirados por el camión recolector y luego dirigidos hacia la planta de compostaje.

Por su parte las personas utilizan sus propios contenedores para depositar los residuos descartables que luego son desplazados directamente al relleno sanitario (I. Municipalidad Santa Juana 2018).

El proyecto cuenta con un almacén de reciclaje donde se clasifican nuevamente los residuos provenientes del contenedor rojo y azul dispuestos por la población (Geociclos Ambientales 2018) **(ver Ilustración IL_19)**.

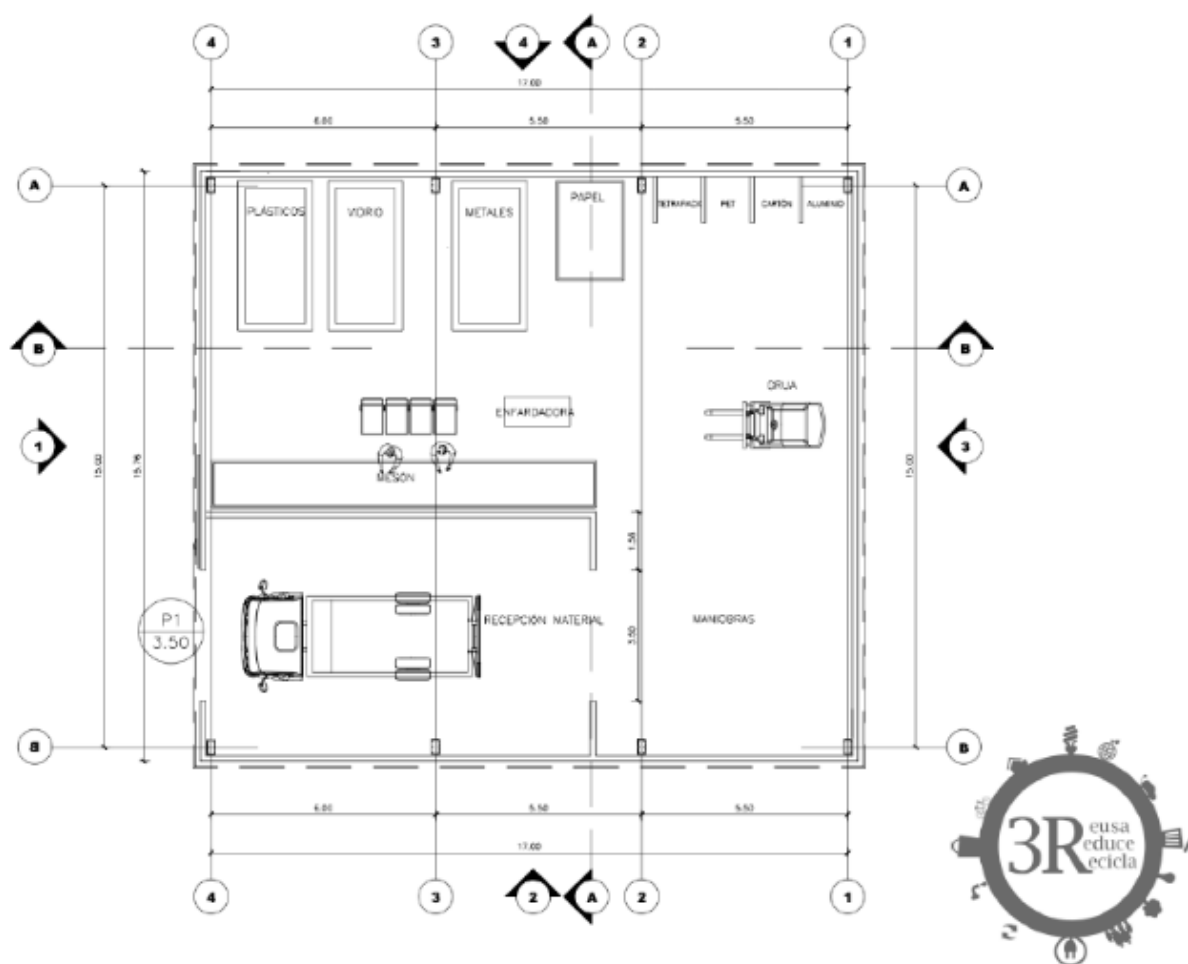


Ilustración IL_ 19: Almacén de reciclaje de la planta de reciclaje y compostaje Santa Juana.

Fuente: Recuperado de https://acuerdochilecanada.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/08/Planta-integrada-de-manejo-de-residuos_Santa-Juana_Alcalde-Angel-Castro.pdf

Dentro del área de reciclaje se realizan las siguientes funciones:

- Recolectar los residuos reciclables según el calendario municipal
- Registrar el peso del camión
- Descargar y recibir los residuos reciclables
- Clasificar los residuos reciclables en las diferentes categorías
- Compactar y empacar los diferentes tipos de residuos clasificados
- Pesar y registrar el peso de los fardos
- Acopiar el material hasta que sea gestionado su retiro

Por su parte, El almacén de compostaje es la parte de la planta donde se dispone de los residuos provenientes del contenedor verde **(Geociclos Ambientales 2018)** (ver **Ilustración IL_20**). En esta parte de la estación se realizan las siguientes actividades:

- Recibir y registrar peso de los camiones a la entrada de la planta
- Descargar de los camiones
- Realizar trituración de material compostable en la maquina trituradora, cuando se requiera
- Acopiar la mezcla triturada
- Seleccionar y preparar las pilas de compostaje
- Voltear las pilas según protocolo de operación
- Medir, registrar y mantener optimas las variables de proceso de compostaje (control de factores fisicoquímicos)
- Organizar las pilas de compostaje según etapas de proceso
- Envasar y/o almacenar el granel de compost
- Controlar a la salida el peso de compost terminado



Ilustración IL_ 20: Almacén de compostaje de la planta de reciclaje y compostaje Santa Juana.

Fuente: Recuperado de

<https://www.facebook.com/MunicipalidaddeSantaJuana/photos/pcb.2378701832350909/2378697829017976/?type=3&theater>

CAPÍTULO 2:

Generalidades del Distrito de Penonomé

2.1. Aspectos geográficos y ecológicos

2.1.1 Localización y superficie

Entre los seis distritos que componen la provincia de Coclé, el Distrito de Penonomé es el distrito cabecera y abarca una superficie terrestre de 1,740 km².

2.1.2. Limites

El Distrito tiene cuatro límites; al Norte con el Distrito de Donoso y Chagres, al Sur con el Distrito de Antón y Natá, al Este con la Provincia de Panamá y el Distrito de Antón y al Oeste con el Distrito de La Pintada y parte del Distrito de Natá.

2.1.3. División política

Su división política y administrativa está conformada por diez (10) Corregimientos: Penonomé, Cañaveral, Coclé, Chiguirí Arriba, El Coco, Pajonal, Río Grande, Río Indio, Toabré, Tulú. **(ver Ilustración IL_21)**

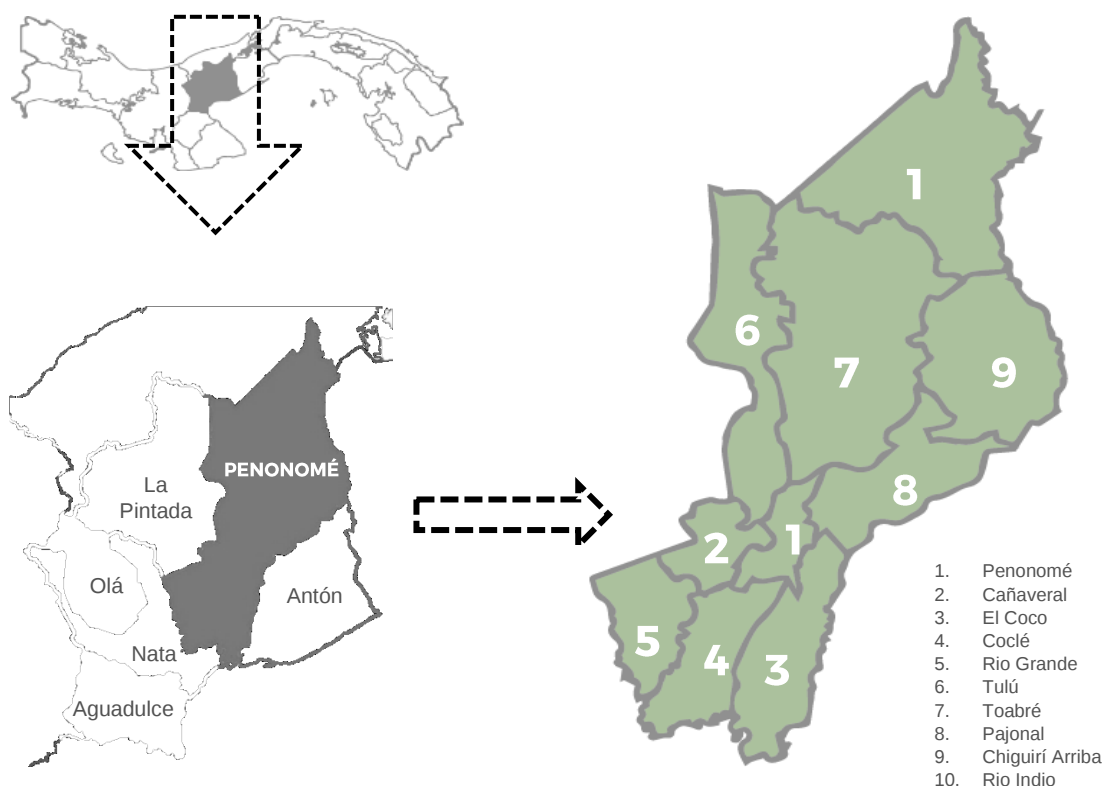


Ilustración IL_ 21: Aspectos geográficos del Distrito de Penonomé.

Fuente: Elaborado por el autor

2.1.4. Clima

El Distrito de Penonomé presenta un clima tropical de sabana con temperaturas que oscilan entre los 25 a 27 °C, la precipitación media anual es de 3,000 – 2,000mm.

2.1.5. Hidrografía

Penonomé cuenta con numerosos ríos que en su mayoría tienen origen en las estribaciones centrales. De la vertiente del pacifico los principales ríos son: el Río Grande que tiene una longitud de 94 km y numerosos afluentes dentro de los cuales se destacan el Río Zaratí, el Río Coclé, Río Chorrera y Río Hondo.

En la vertiente Atlántica se destaca: el Río Indio, que conforma la frontera del Distrito con la Provincia de Panamá Oeste y tiene una longitud de 92 km; y el Río Toabré, principal afluente del Río Coclé del Norte cuya cuenca hidrográfica drena la parte noroccidental del Distrito **(Municipio de Penonomé 2017)**.

2.1.6. Cobertura vegetal y usos de suelo

En la **Ilustración IL_22** se presenta la cobertura vegetal y el uso de suelo registrados en el distrito de Penonomé. Puede apreciarse que la categoría de BOSQUES (incluye categoría de bosques; vegetación arbustiva y herbácea) que representa la mayor cobertura de superficie, seguido por el uso agropecuario y área cultural, respectivamente. Se puede notar también la gran presencia de ríos en el distrito.

Es importante destacar que las categorías establecidas para el análisis de cobertura vegetal y uso de suelo presentada en la ilustración a continuación, están basadas en la información registrada en el documento titulado: “MAPA DE COBERTURA Y USO DE LA TIERRA 2012” publicado por el Ministerio de Ambiente en colaboración con la ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA en el año 2015 **(Castillo, Samaniego y Kindgard 2015)**.



Ilustración IL_ 22: Aspectos ecológicos del distrito de Penonomé, cobertura vegetal y uso del suelo.

Fuente: Elaborado por el autor a partir del Plan Estratégico Distrital de Penonomé (Municipio de Penonomé 2017).

2.2. Aspectos demográficos

2.2.1. Población

Según cifras del último censo realizado en la República de Panamá en el año 2010, el distrito de Penonomé cuenta con una población estimada de 85,737 habitantes, siendo el distrito con la mayor población en la provincia de Coclé (INEC 2010).

2.2.2. Densidad

La densidad es la relación entre el número de habitantes y una superficie determinada, que permite tener una idea general de la concentración de la población en la región estudiada. El distrito de Penonomé tiene una densidad aproximada de 50 hab/km².

2.2.3. Composición de la población

Según las cifras arrojadas por el censo del año 2010, el distrito cuenta con un total de 43,763 hombres y 41,974 mujeres, donde el 49% corresponde al género femenino y el 51% al género masculino.

En cuanto a la composición de la población, a partir de los grupos de edad, el 32.3% está por debajo de los quince años, el 43.5% se encuentra entre los 15 y 44 años, mientras que solo un 18.1% tiene 50 años o más (Municipio de Penonomé 2017).

2.2.4. Evolución demográfica

El censo llevado a cabo en el año 1990 estimó una población de 61,044 habitantes para el distrito de Penonomé, luego según el censo en el año 2000 tenía una población de 72,448 habitantes y en el último censo realizado en el año 2010, la población total del distrito fue de 85,737 habitantes (Municipio de Penonomé 2017).

Según las estimaciones realizadas por el instituto nacional de estadísticas y censo de Panamá (INEC) para el año 2020, el distrito debería tener una población aproximada de 95,454 habitantes.

2.3. Aspectos sociales y económicos

2.3.1. Vivienda

Según el censo de población y vivienda del 2010, el Distrito de Penonomé cuenta con unas 19,748 viviendas que son habitadas por 85,737 personas y distribuidas en diez corregimientos.

Cuando miramos el tema de la tenencia de la vivienda, el balance es positivo pues el 83.0% de las viviendas son propias y solo un 6.6% cuenta con una hipoteca (Municipio de Penonomé 2017).

2.3.2. Educación

La Población de 10 años y más del distrito Penonomé presenta un importante avance en el último decenio con respecto a la cobertura hasta el nivel medio, pero persiste aún mucha disparidad entre el ámbito urbano y rural.

Existen logros pendientes por mejorar como el acceso de la población a la educación superior universitaria y no universitaria; así como la vocacional, que es un rubro importante para las futuras posibilidades de los jóvenes en obtener trabajo.

En cuanto al analfabetismo en el distrito de Penonomé, el censo del año 2010 mostró que 65,360 habitantes saben leer y 2,532 habitantes no saben leer; lo cual indica un porcentaje de 3.7% de analfabetismo relacionado con el total de casos registrados para el último censo del año 2010 (Municipio de Penonomé 2017)

2.3.3. Población económicamente activa

Para el año 2010, del total de la población, solo 29,475 personas representan población ocupada. De esta cifra solo 5,805 personas laboraban en actividades agropecuarias, cifra que refleja el nivel de actividad en este sector. Por otra parte, existen 1,831 personas desocupadas y 36,591 personas económicamente no activas (Municipio de Penonomé 2017).

2.3.4. Ingreso familiar

El ingreso global a nivel del distrito, según la mediana de ingreso mensual de la población ocupada de 10 años y más, es de B/ 260.0 y la mediana de ingreso mensual por hogar es de B/ 356.00 (Municipio de Penonomé 2017).

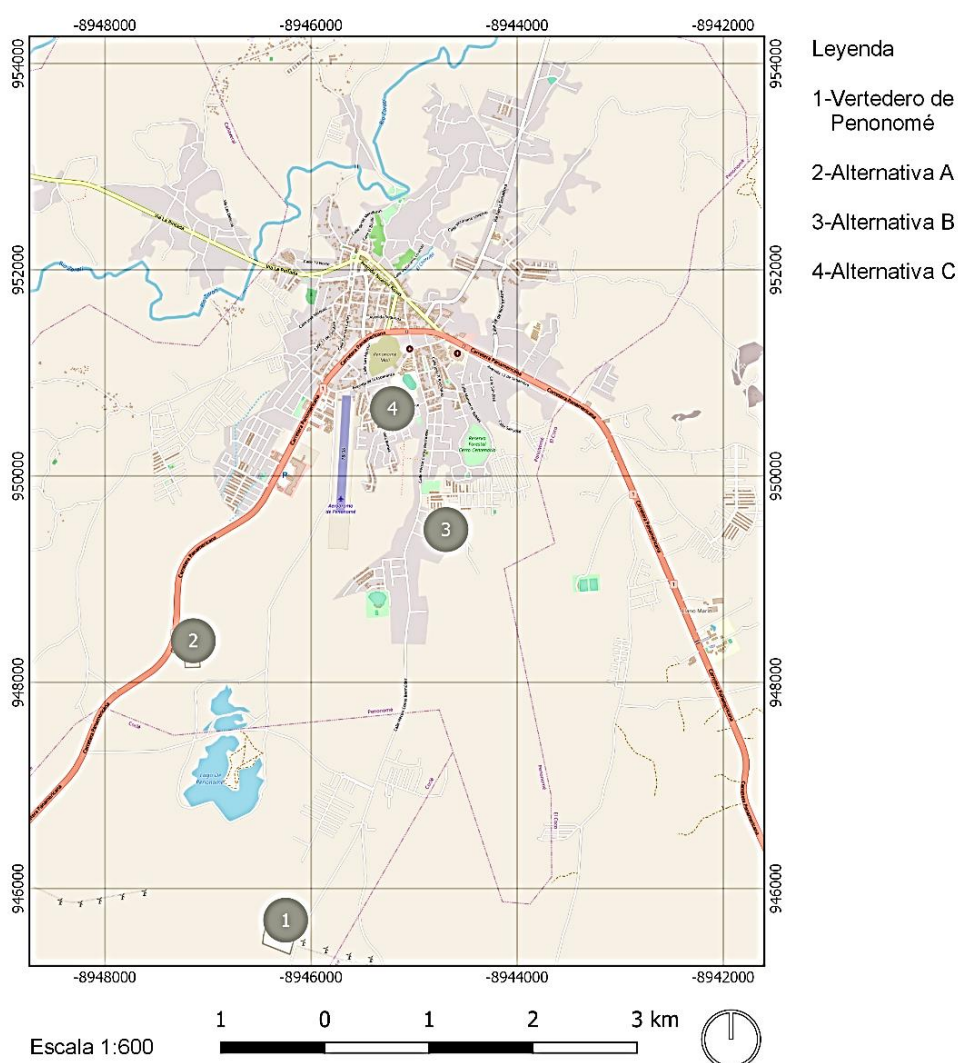
CAPÍTULO 3:

Estudio del lugar

3.1 Selección de sitio

La selección del sitio para el emplazamiento del proyecto responde a las necesidades objetivas necesarias para albergar las instalaciones correspondientes a la estación de reciclaje y compostaje; De ese modo el sitio debe cumplir con diferentes características como accesibilidad, costo, infraestructura, etc.

Debido a la importancia de la selección del sitio para el proyecto, se realizó el análisis de tres alternativas, las cuales se ubican con acceso o cercanas a las vías principales del corregimiento de Penonomé, como es el caso de la vía Interamericana (**ver Mapa MP_1**).



Mapa MP_1 Alternativas de ubicación contempladas para el emplazamiento del proyecto en el corregimiento de Penonomé cabecera.

Fuente: Elaborado por el autor

– Alternativa A

Esa alternativa es un polígono de forma no regular, ubicado frente a la carretera Interamericana, y que cuenta con una superficie de 47,500 m².



Ilustración IL_ 23 Alternativa A

Fuente: Imagen satelital obtenida de Google Earth.

– Alternativa B

Esa alternativa es un polígono de forma regular ubicado a un costado de la calle Héctor Conte Bermúdez (vía que conduce al vertedero de Penonomé) y que cuenta con una superficie de 17,500 m².



Ilustración IL_ 24: Alternativa B

Fuente: Imagen satelital obtenida de Google Earth.

– **Alternativa C**

Esa alternativa es un polígono de forma no regular ubicado a un costado de la calle Héctor Conte Bermúdez (vía que conduce al vertedero de Penonomé), y que cuenta con una superficie de 17,800 m².

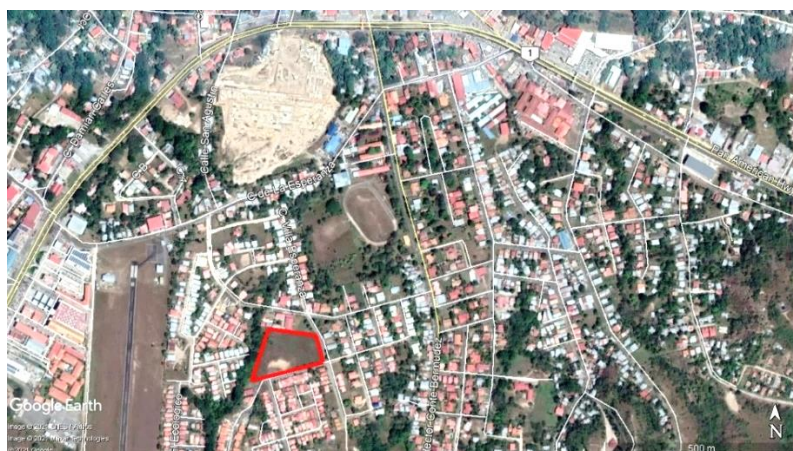


Ilustración IL_ 25: Alternativa C

Fuente: Imagen satelital obtenida de Google Earth.

A continuación, se presenta una lista de los criterios tomados en cuenta a la hora de seleccionar el sitio para el desarrollo del proyecto:

- a. **Accesibilidad:** El sitio debe permitir la llegada de peatones, transporte público y de los vehículos dedicados a realizar las distintas actividades de la estación de reciclaje.
- b. **Costo:** El valor del terreno debe alinearse con la rentabilidad del proyecto.
- c. **Entorno:** El contexto del sitio, los usos de suelo en la actualidad y el futuro desarrollo de la zona circundante deben tomarse en cuenta.
- d. **Infraestructura:** El sitio necesita contar con servicios de agua potable, electricidad, evacuación de aguas servidas y comunicación.
- e. **Potencial comunitario:** El proyecto debería relacionarse con las distintas actividades de la zona.
- f. **Tamaño:** El sitio necesita permitir el diseño de las instalaciones requeridas para el desarrollo del proyecto, además de permitir las proyecciones de crecimiento del conjunto.
- g. **Topografía:** El terreno debe evitar movimientos de tierra que eleven el costo del proyecto y contar con una pendiente adecuada para evitar peligro por inundaciones.
- h. **Ubicación:** La posición del terreno en relación con el centro urbano del corregimiento de Penonomé y su posible cercanía con el actual vertedero de Penonomé necesitan tomarse en cuenta.

La **Tabla TB_3** presenta el porcentaje de valoración otorgado para cada uno de los criterios considerados para la selección del sitio:

Criterios de selección	Porcentaje de valoración (%)
Accesibilidad	20
Costo	15
Entorno	10

Infraestructura	10
Potencial comunitario	5
Tamaño	15
Topografía	10
Ubicación	15
Total	100

Tabla TB_ 3: Porcentaje de valoración establecido para cada criterio

Fuente: elaborado por el autor

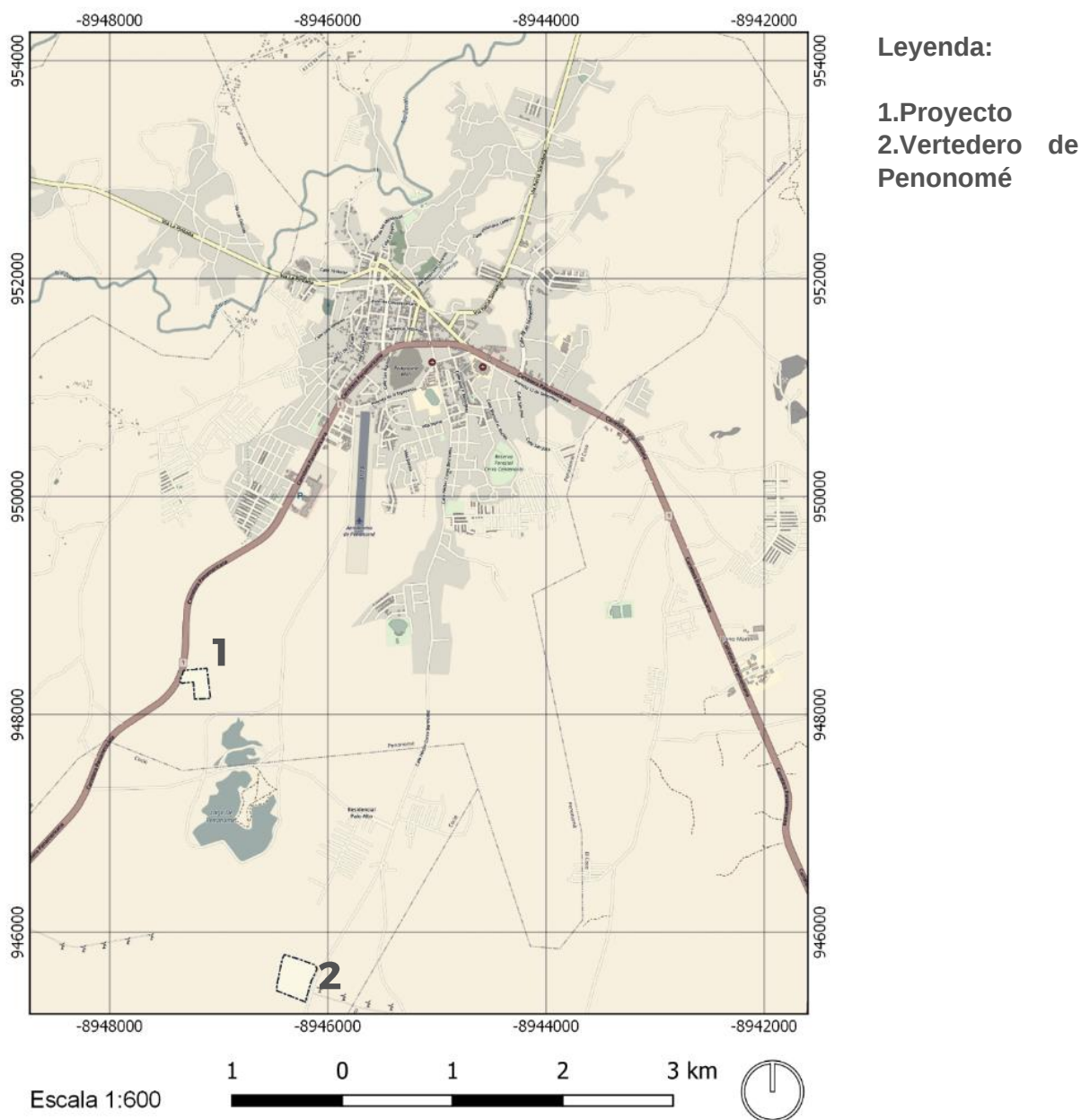
Luego de establecer criterios de selección y un porcentaje de valoración para cada uno, se realizó la ponderación para cada alternativa estudiada. La **Tabla TB_4** muestra los resultados obtenidos.

Criterio	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
Accesibilidad	20	15	12
Costo	10	12	12
Entorno	10	8	6
Infraestructura	10	10	10
Potencial comunitario	5	5	5
Tamaño	15	7	7
Topografía	7	8	7
Ubicación	15	12	10
Ponderación total	92%	77%	69%

Tabla TB_ 4: Ponderación de las alternativas para la selección del lote del proyecto

Fuente: Elaborado por el autor

Como resultado del análisis de las distintas alternativas, se ha obtenido que la **Alternativa A** reúne la mayor valoración (92%) dentro de los criterios establecidos. A continuación, se presente el Mapa **MP_2** con la ubicación del proyecto:



Mapa MP_2: Centro urbano de Penonomé

Fuente: Elaborado por el autor.

3.2 Análisis de sitio

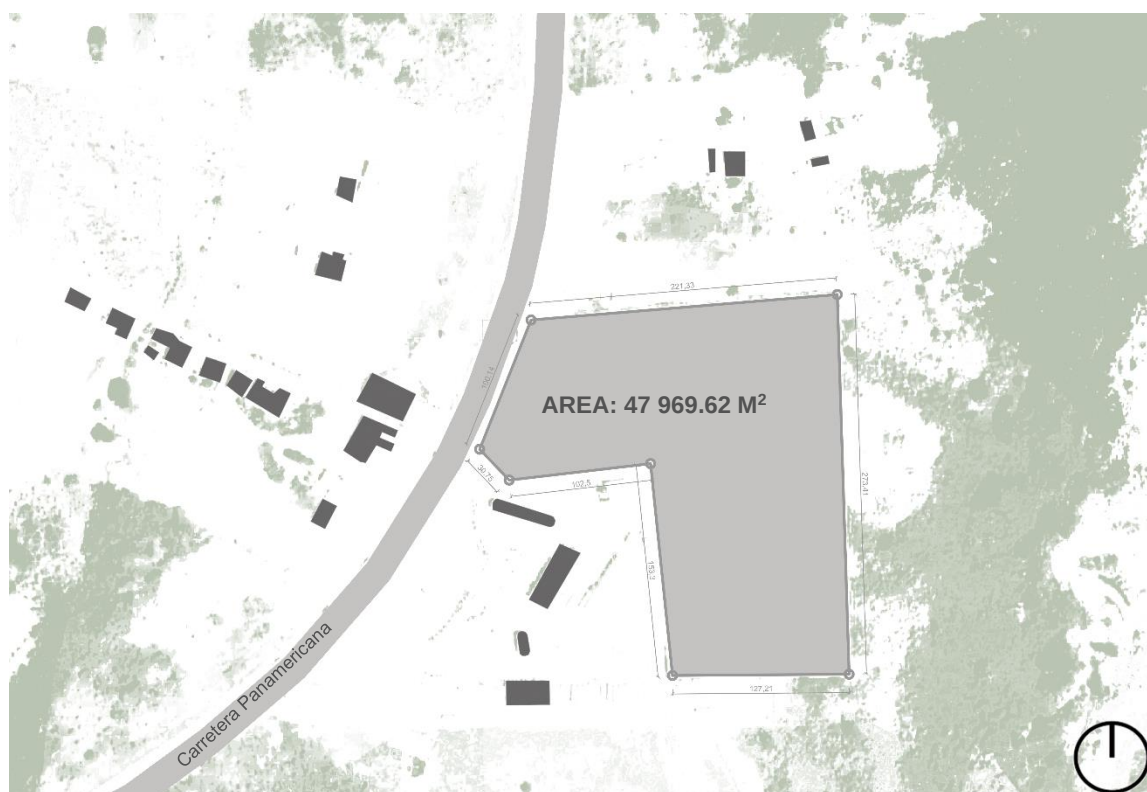
El análisis de sitio contempla el estudio de los factores naturales y urbanos presentes en el lugar de emplazamiento de proyecto.

3.2.1 Factores Naturales

Los factores naturales corresponden a los elementos inherentes del área geográfica presentes en el proyecto. Entre estos se encuentran:

- **Forma y Superficie**

El lote es un polígono con forma irregular que cuenta con una superficie de 47 969.56 M² (Ver Plano PL_1).

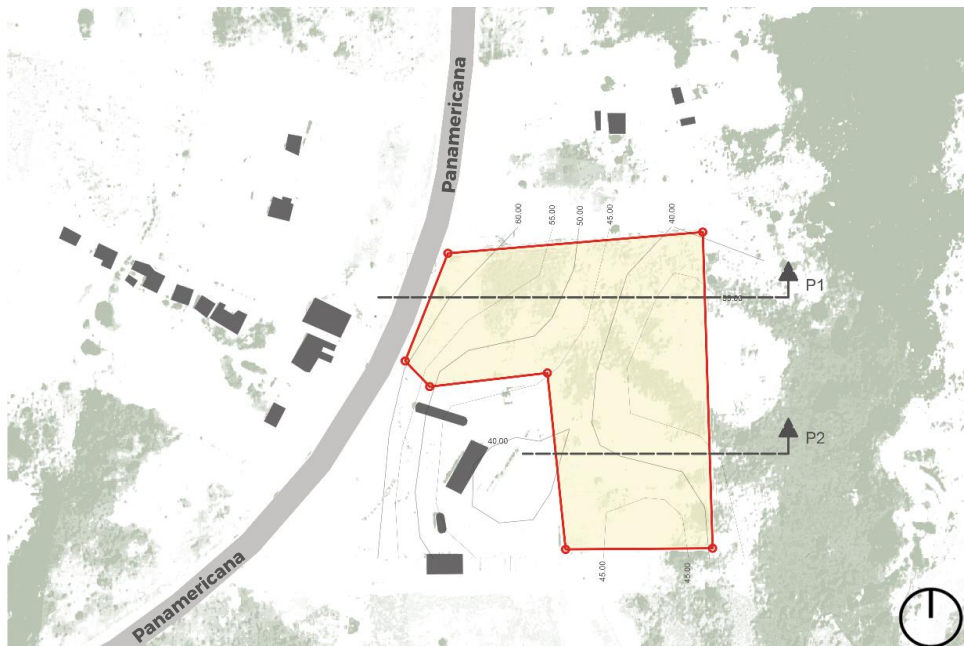


Plano PL_1: Forma y superficie del polígono.

Fuente: Elaborado por el autor.

– Topografía

El terreno presenta una pendiente natural hacia el fondo del terreno. El **Plano PL_2** presenta la topografía existente.



Plano PL_2: Topografía

Fuente: Elaborado por el autor.

Para analizar las pendientes del terreno se han realizado dos cortes transversales. A continuación, la **Ilustración IL_26** presenta los cortes realizados:

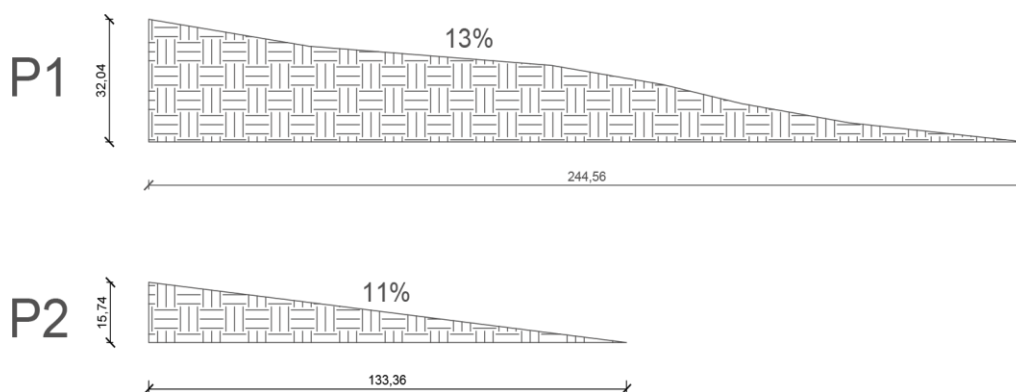
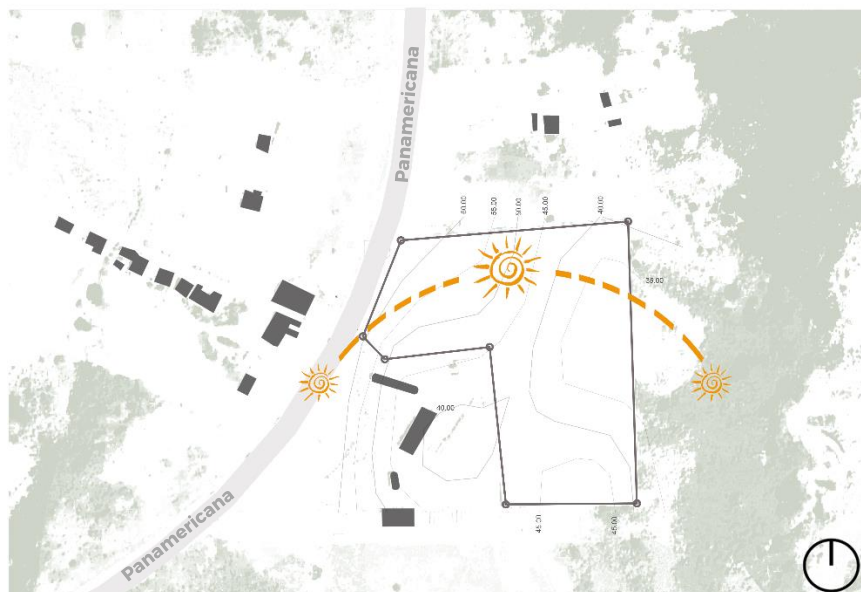


Ilustración IL_26: Perfiles de las secciones

Fuente: Elaborado por el autor.

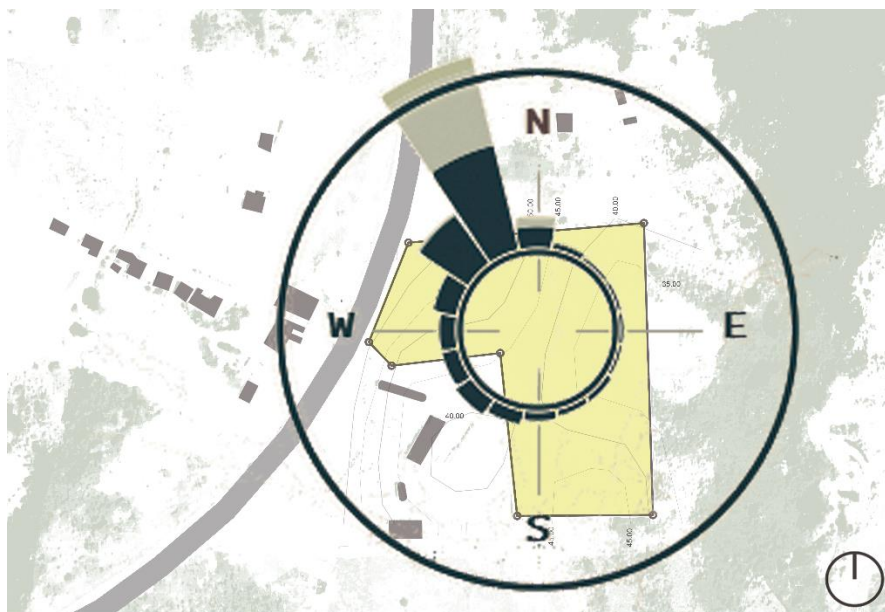
– Viento y asoleamiento

El sol de la mañana se presenta hacia el fondo del lote, mientras que el sol de la tarde hacia el frente de calle que posee el lote (**Ver Plano PL_3**). Los vientos predominantes provienen del noroeste la mayor parte del año (**ver Plano PL_4**).



Plano PL_3: Recorrido del sol sobre el terreno

Fuente: Elaborado por el autor.



Plano PL_4: Vientos predominantes

Fuente: Elaborado por el autor.

3.2.2. Factores Urbanos

Esta categoría presenta elementos urbanos reconocidos como: el sistema vial, los espacios verdes, las edificaciones colindantes, la infraestructura y los usos del suelo.

– Vialidad y accesos

El lote cuenta con acceso desde la vía interamericana, permitiendo la llegada de una variedad de transportes, trabajadores y visitantes. Se encuentra a una distancia aproximada de 4 km del centro urbano de la ciudad de Penonomé. La terminal de transporte de la ciudad de Penonomé, ubicada actualmente en La Plaza Boulevard Penonomé, se encuentra a 2 km del terreno.

– Edificaciones existentes en los predios colindantes

El lote es limitado al norte con un terreno baldío, al sur con una estación de combustible Terpel, al este con un terreno baldío y al oeste se encuentra la carretera Interamericana.

– Infraestructura

Actualmente el lote no presenta infraestructura, se encuentra baldío.

– Uso de suelo y zonificación

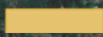
El distrito de Penonomé no cuenta con un catastro municipal⁷, lo que ha ocasionado el desarrollo de la ciudad de Penonomé de manera desordenada. De ser necesario, se debe realizar una solicitud de cambio de zonificación que se ajuste a las características del tipo de proyecto a realizar. Por lo tanto, se propone la aplicación de la norma de desarrollo urbano tipo I (industrial).

En el análisis realizado, en un radio de dos kilómetros desde la ubicación del proyecto, se puede notar que predomina el uso de suelo tipo comercial a lo largo de la vía interamericana, seguido por el tipo residencial, áreas verdes y tipo institucional. Cabe mencionar la presencia de gran cantidad de lotes baldíos y sin desarrollo observados en el mapa presentado a continuación (**ver Mapa MP_2**).

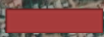
⁷ Recuperado de: <https://www.laestrella.com.pa/nacional/200107/penonome-necesita-despertar-alcalde-paula-gonzalez>

Usos de suelo

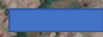
Residencial



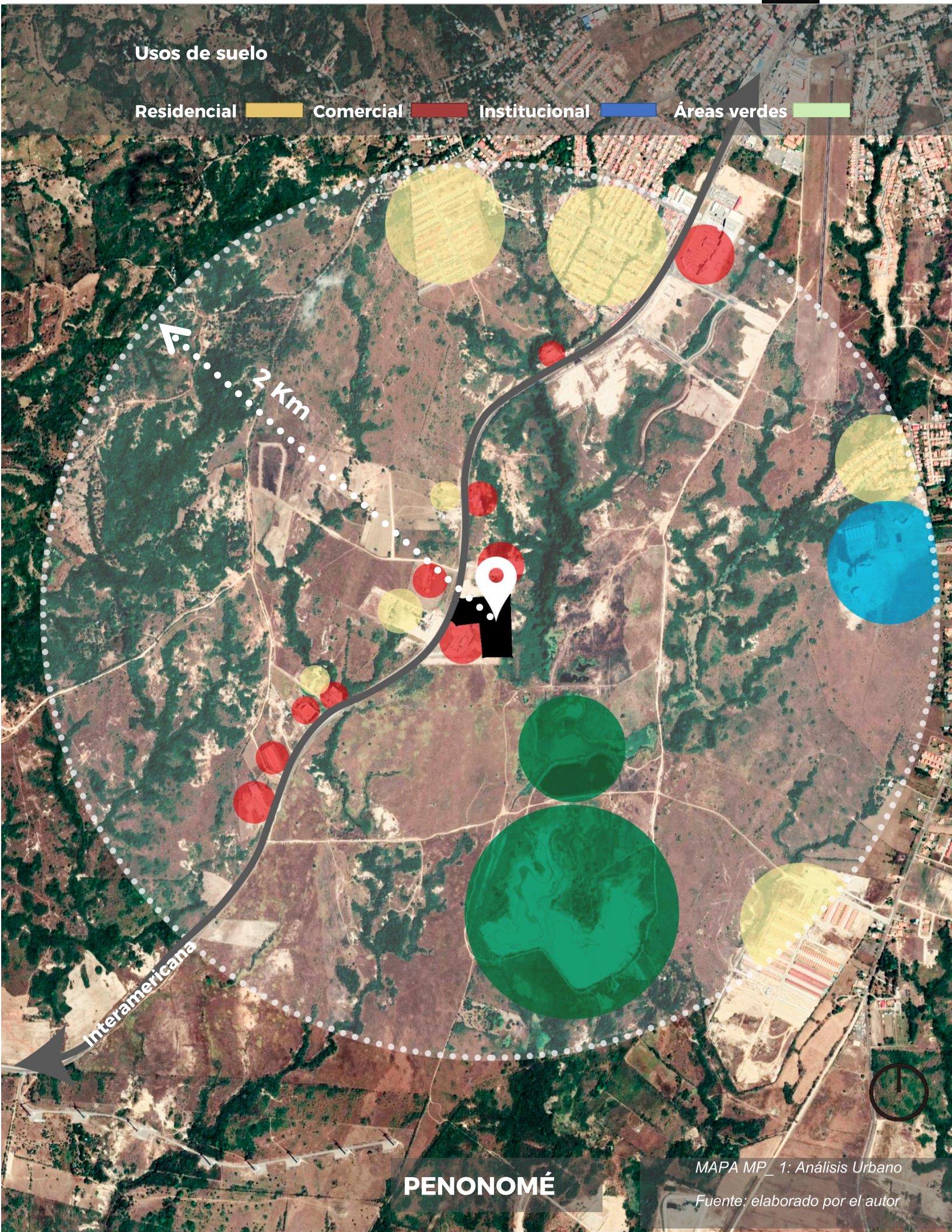
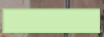
Comercial



Institucional



Áreas verdes



PENONOMÉ

MAPA MP_ 1: Análisis Urbano

Fuente: elaborado por el autor

CAPÍTULO 4:

Propuesta Arquitectónica

4.1 Criterios de diseño

Los criterios de diseño son aquellos aspectos que influyen de manera relevante al momento de establecer y desarrollar la propuesta para el proyecto arquitectónico, tomando como fundamento la investigación realizada hasta el momento.

4.1.1 Demanda en la generación de residuos

Conocer la demanda en la generación de residuos permite establecer y escoger un sistema adecuado en función del volumen de residuos a ser tratados. La demanda a cubrir por el proyecto es de aproximadamente 85 toneladas diarias, de las cuales, 30 toneladas corresponden a materia orgánica que necesita ser tratada mediante compostaje mientras que el resto tiene que atravesar un proceso de clasificación para su reciclaje.

4.1.2 Requerimientos espaciales de las maquinarias en el área de reciclaje y compostaje

Debido a que los procesos industriales requieren maquinarias para llevar a cabo sus funciones, es necesario tener en cuenta las dimensiones de las maquinarias para su rendimiento adecuado. A continuación, se presentan las maquinarias necesarias para la estación de reciclaje y compostaje según la operación y técnica en cada área de proceso.

A. Maquinas requeridas para el reciclaje

El proceso dentro del área de reciclaje consiste en la separación de los materiales en diferentes fracciones según el tipo de material recibido (plástico, papel, metales, cartón o vidrio) para luego ser almacenados y vendidos.

La **Tabla TB_1** a continuación, muestra la clasificación de los materiales a reciclar en sus respectivas fracciones. Las fracciones han sido determinadas a partir de la investigación realizada hasta el momento, tomando como referencia los materiales comercializados en Panamá presentados en la **sección 1.2.3** del **capítulo 1** de este documento.

Separación de materiales reciclables en sus respectivas fracciones	
Materiales Reciclables	Clasificación
Metal	Acero, aluminio, lata de aluminio, hierro, cobre, bronce, chatarra
Cartón	Corrugado, folders, cartón delgado, cajas de huevo
Papel	Revistas, papel bond, papel de color, Periódicos
Plásticos	PET, HDPE
Vidrio	Ámbar, transparente, verde

Tabla TB_ 5: Separación de materiales reciclables en sus respectivas fracciones.

Fuente: Elaborado por el autor

Para el desarrollo de este proceso de clasificación se requiere de la siguiente maquinaria:

- Cinta de clasificación:

La separación manual se realiza a lo largo de una cinta transportadora donde los trabajadores escogen los materiales de acuerdo a sus características físicas, ópticas o químicas.

Generalmente el ancho estándar de la cinta es de 1.20 metros aproximados. El largo varía entre 10-30 metros (ver ilustración), dependiendo de la cantidad de residuos a clasificar y la cantidad de trabajadores necesarios (Municipio de Loja 2003) **(ver Ilustración IL_ 27).**

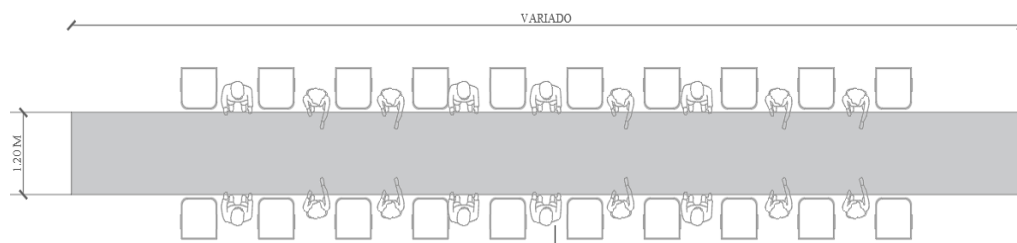


Ilustración IL_ 27: Dimensiones de cinta de clasificación.

Fuente: Elaborado por el autor

El cálculo de la cantidad de trabajadores se realizó a partir del rendimiento de separación manual por cada trabajador en una cinta transportadora según el tipo de material. Para determinar el valor de rendimiento de separación manual por trabajador para cada material, considerando un turno de siete horas laborables, se utilizaron los valores presentados en el trabajo de tesis titulado: “CENTRO DE VALORIZACION DE RESIDUOS DOMICILIARIOS PARA SU RECICLAJE”, elaborado por Elba Meneses en el año 2012; y el informe publicado por el municipio de Loja en Perú titulado: “El Reciclaje - Oportunidades Para Reducir la Generación de los Desechos Sólidos y Reintegrar Materiales Recuperables en el Círculo Económico”.

A continuación, se presenta la tabla que muestra el resultado sobre el número de puestos necesarios:

Número de puestos necesarios para la cinta de clasificación

Material	Rendimiento Kg/h	Cantidad Diaria de material Kg/h	Número de trabajadores	
			calculado	escogido
Vidrio	120	415.71	3.46	3
Cartón	75	2342.86	31.24	32
Metales	45	714.29	15.87	15
Plásticos	125	2561.43	20.43	20
Papel	65	1707.14	26.26	26

Tabla TB_ 6: Número de trabajadores necesarios para la cinta de clasificación

Fuente: elaborado por el autor a partir de (Municipio de Loja 2003) y (Vega 2012).

– Maquina compactadora

Para realizar el proceso de compactación de materiales como el aluminio, plástico, papel y cartón, se requiere del uso de una prensa hidráulica o manual, dependiendo del volumen en el área de reciclaje.

Considerando las necesidades del proyecto, se decide utilizar una prensa hidráulica modelo **serie PC30**, con una producción horaria de: 5-6 toneladas/hora (**Ver Ilustración IL_28**).

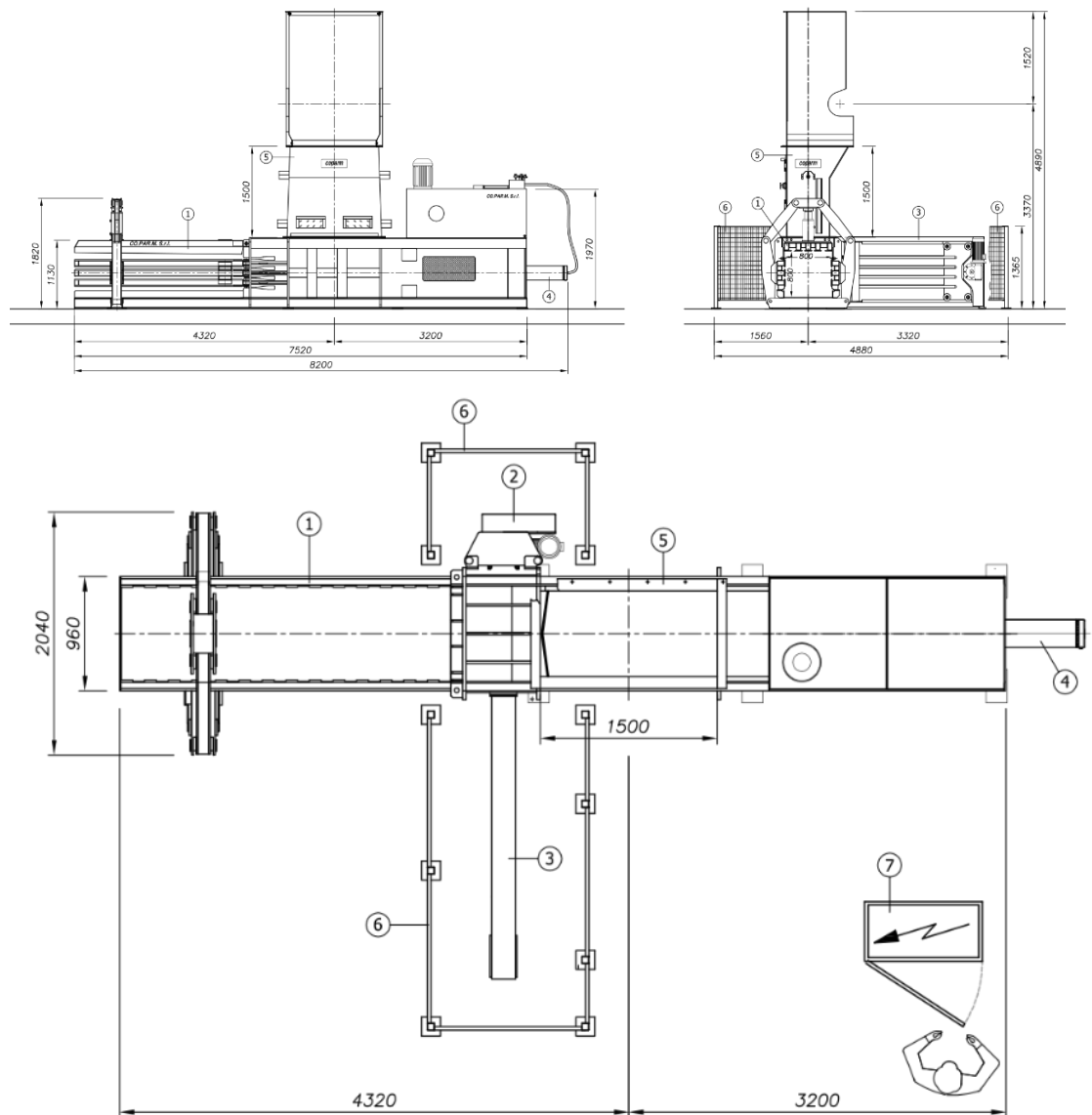


Ilustración IL_28: Dimensiones de maquina compactadora (coparm).

Fuente: recuperado de <http://coparm.es/prensas-industriales/prensa-serie-pc30/>

- Trituradora

La máquina trituradora se utiliza como parte del proceso de algunos materiales como el vidrio y plásticos, facilitando su lavado y limpieza. Las dimensiones de la maquina trituradora corresponde al modelo serie TR150 presentada a continuación en la **Ilustración IL_29**:

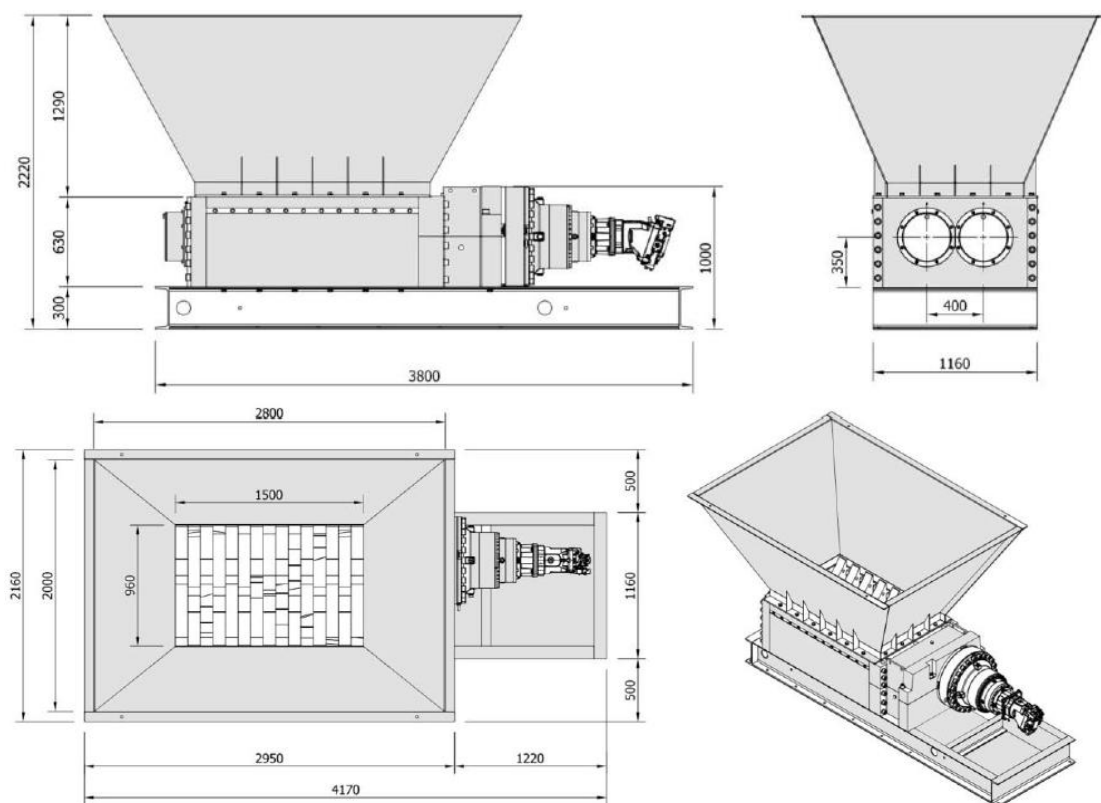


Ilustración IL_29: Dimensiones de la maquina trituradora (Coparm)

Fuente: recuperado de <http://coparm.es/trituradoras/>

B. Maquinas requeridas para el compostaje

La determinación del sistema de compostaje a utilizar se realizó considerando el volumen de residuos a tratar (aproximadamente 30 toneladas). De las técnicas estudiadas en la sección **1.2.3 Técnicas de compostaje del Capítulo 1** se ha escogido un sistema mediante pilas y volteo mecanizado, adecuándose a la necesidad de un bajo costo de inversión inicial y logrando un compost de calidad al controlar ciertos parámetros químicos y físicos del compost mediante su volteo. El uso de pilas requiere de mayor disponibilidad espacial, pero de menor inversión en infraestructura especializada.

-Trituradora de residuos orgánicos

La trituradora de residuos orgánicos se encarga de triturar los residuos orgánicos y de poda, lo que permite mezclar el material para luego ser dispuesto en las pilas de compostaje. De acuerdo al volumen de residuos a ser tratados en el área de compostaje, se debe considerar una trituradora de tamaño moderado como es el caso de la tritura modelo **HFG V-E/S**.

La **Ilustración IL_30** presenta las dimensiones de la trituradora:

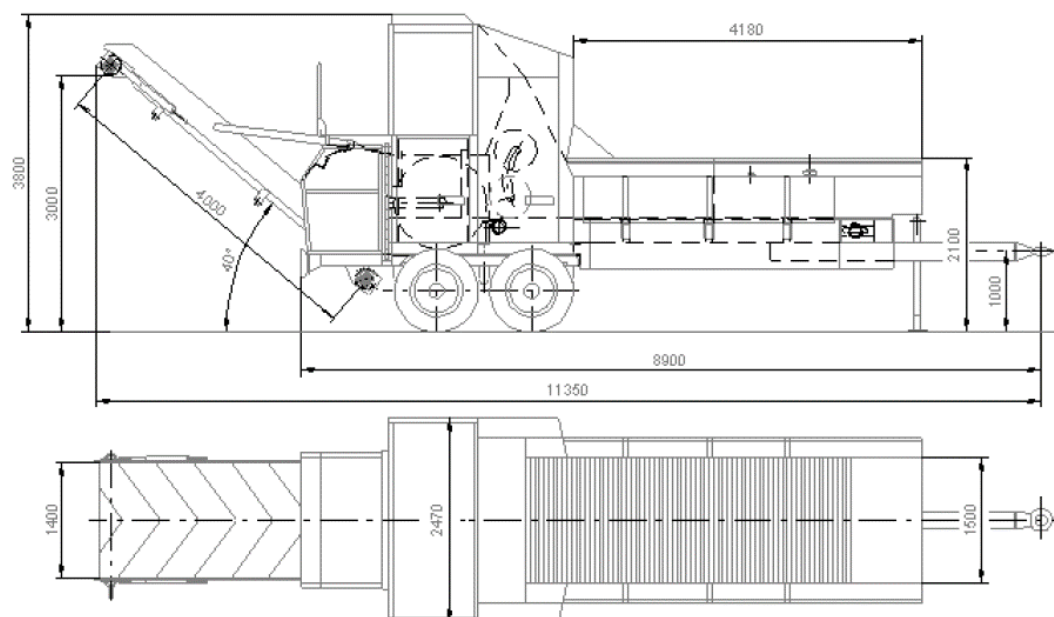


Ilustración IL_30: Dimensiones de maquina trituradora

Fuente: recuperado de (Romero y Muñiz s.f.)

-Volteadora

Las volteadoras de compost son maquinas que a través de diferentes mecanismos remueven o trasladan el compost. Existen distintos equipos adaptados al tamaño de la pila. La volteadora escogida corresponde al modelo **Backhus serie 17.60** que permite una altura máxima de hasta 2.60 metros para la pila, con una potencia de hasta 5000 m³/h (**ver Ilustración IL_31**).

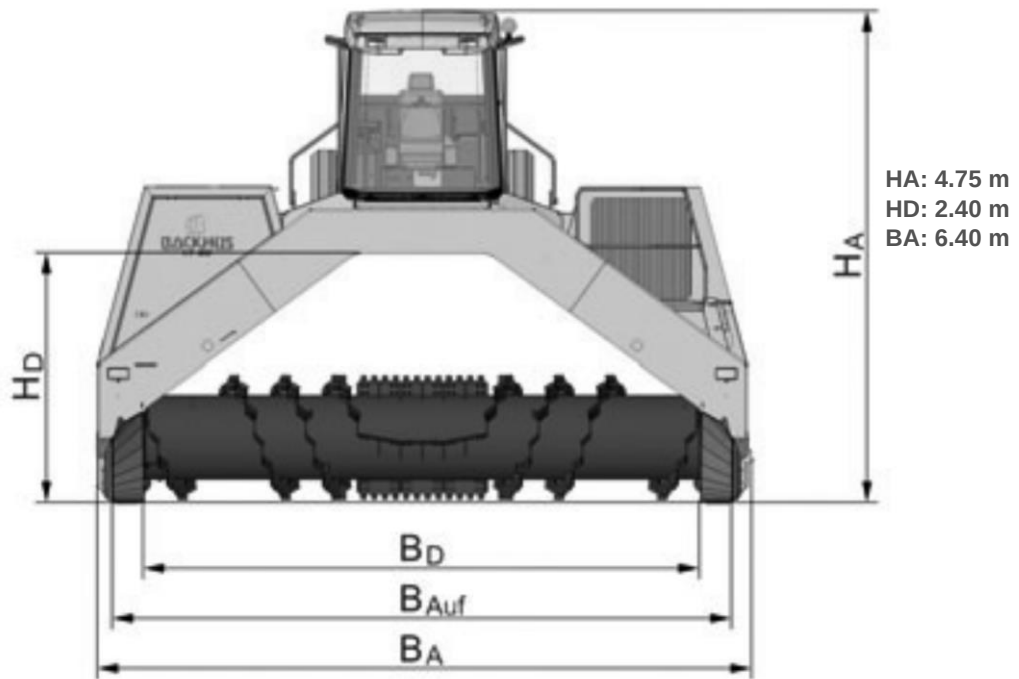


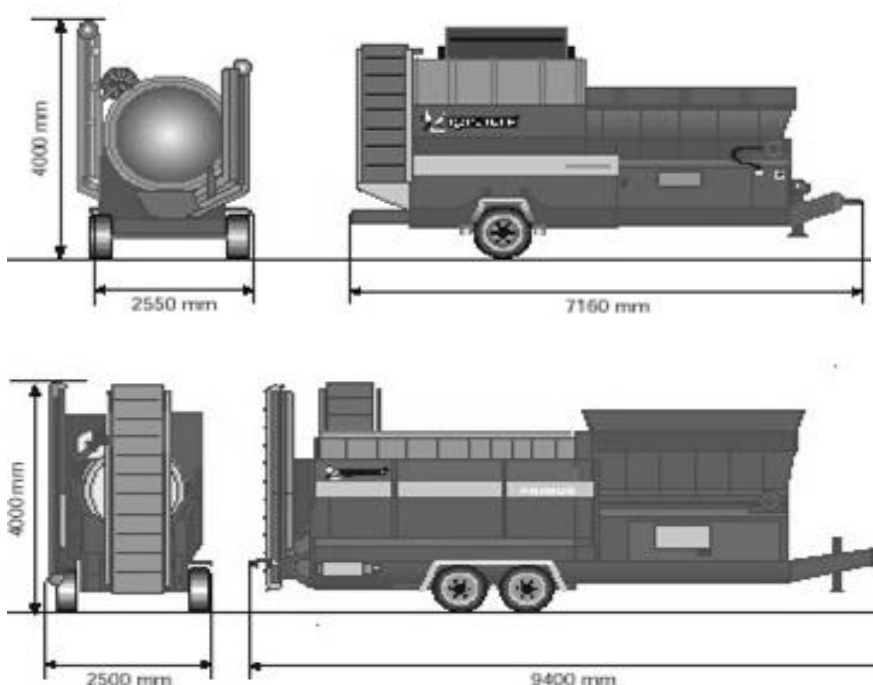
Ilustración IL_31: Dimensiones de la volteadora Backhus serie 17.60.

Fuente: recuperado de:

http://asmetales.com/storage/files/usuario_1/Backhus_Serie_17.pdf

- Máquina Tamizadora

La máquina tamizadora de compost permite obtener una estructura y tamaño de grano adecuado para el compost. El cribado a base de trómel se basa en la introducción del material a cribar en un tambor rotatorio inclinado con perforación fija o variable, que permite que los materiales más finos queden retenidos en su interior, a la vez que los materiales más gruesos siguen su curso hasta el final del tambor (Junta de Andalucía s.f.) . A continuación, se presentan las dimensiones de la criba en la **Ilustración IL_32**:



Accionamiento:	Motor de gasolina o diesel de 14 kW Honda o Lombardini
Rendimiento:	hasta 35 m ³ /h
Dimensiones de la máquina:	Longitud total: 7.160 mm Ancho total: 2.550 mm Altura total: 4.000 mm Peso total autorizado: 5.000 kg
Tambor de cribado:	Diámetro: 1.800 mm Longitud: 2.440 mm
Tolva de carga:	Capacidad: 2,3 m ³ Ancho: 2.635 mm Profundidad: 1.136 mm Altura de carga: 2.270 mm

Ilustración IL_32: Dimensiones de la máquina tamizadora.

Fuente: Obtenido de (Junta de Andalucía s.f.)

- Ensacadora

Cuando se ha obtenido un compost de calidad, se procede a darle una adecuada presentación, almacenando el compost en sacos, para su posterior comercialización.

Se propone el uso de la ensacadora horizontal WILLIBALD con una producción de 70-120 sacos/hora, para almacenar el composte en sacos de 50kg (**ver Ilustración IL_33**).



Peso	1500Kg
Boca de alimentación	1.5 m ³
Ancho de carga (mm)	2300
Altura de carga (mm)	2350
Banda dosificadora	
Ancho de banda (mm)	500
Motor	1.1 kW
Producción aproximada	70-120 sacos/hora
Granulometría max. (mm)	20
Tolva para material :	Construida en acero de 5 mm mediante soldadura.
	Volumen: aprox. 5m ³ .
	Ancho de la carga : 2300 mm.
	Alto de carga: 2350 mm.
Armazón:	Chapa en acero de 6mm de grosor.
Cinta transportadora:	500 mm ancho y motor de 1.1 kW. Tambor de accionamiento de goma con rodillos de de soporte.
Tolva de dosificación:	Opcional con dosificación de volumen o de peso. Acero de 5mm de grosor

Ilustración IL_ 33: Ensacadora horizontal

Fuente: obtenido de (Romero y Muñiz s.f.).

4.1.3 Circulaciones

Debido al tipo de instalación proyectada, es necesario atender con prioridad el flujo adecuado y eficiente para las distintas circulaciones. El proyecto contempla la llegada de peatones y vehículos que se relacionan con las actividades llevadas a cabo por la estación de reciclaje y compostaje, como lo son:

- **Los equipos pesados:** como camiones que ingresan a descargar y cargar material procedente de la estación de reciclaje y compostaje.
- **Los vehículos livianos:** que transportan visitantes y trabajadores como autos o bicicletas.
- **Los peatones (trabajadores y visitantes):** El proyecto debe presentar espacios seguros y adecuados para peatones que visiten el proyecto, así como para el personal que labora dentro de las instalaciones del proyecto.

Resulta determinante considerar la forma en que se mezclan las distintas circulaciones involucradas en el funcionamiento óptimo de la estación de reciclaje y compostaje para brindar una solución adecuada para cada una de las actividades relacionadas dentro del proyecto. Por lo tanto, es necesario atender, mediante un análisis adecuado, la dinámica que resulta de la interacción de las diferentes circulaciones.

El **Plano PL_5** ubicado en la sección **4.4.2** del presente capítulo muestra como el proyecto responde a las distintas circulaciones, donde el recorrido por parte de vehículos pesados y de servicio se separa del recorrido para vehículos de visitantes y trabajadores.

4.1.4 Criterios arquitectónicos

Los criterios arquitectónicos son aquellas características que ha de considerar el proyecto para el desarrollo eficiente del edificio, teniendo presente la necesidad de responder de manera adecuada tanto a procesos industriales como a actividades administrativas y educativas simultáneamente. El edificio debe tener la capacidad de permitir todas esas actividades en un ambiente confortable para cada uno de sus actores.

- **La accesibilidad**

El proyecto debe permitir un ingreso fluido y ordenado a sus instalaciones como resultado de las actividades industriales, educativas y administrativas llevadas a cabo en el predio. La existencia de trabajadores, visitantes y peatones, así

como de vehículos motorizados y bicicletas exige un diseño seguro y eficiente que logre dar respuesta para cada tipo de tráfico, brindando todas las facilidades de desplazamiento para cada escenario.

Resulta fundamental para el desarrollo adecuado de la accesibilidad, destacar el emplazamiento del proyecto, debido a que el acceso al proyecto se realiza a través de la Vía Interamericana. De esta manera se destaca: el tráfico de alta velocidad en esta vía, la llegada de personal y visitantes mediante vehículos livianos y pesados; así como también se espera la llegada, en menor medida, de peatones o mediante el uso de bicicletas.

– La ventilación

El proyecto contempla el desarrollo de espacios ventilados por medio del uso de ventilación cruzada a través de áreas verdes y pasillos. Por tal motivo el proyecto arquitectónico considera que la mayoría de los espacios colinden con áreas verdes, jardines y pasillos que permitan el desarrollo de la ventilación cruzada.

La **Ilustración IL_41** ubicada en la sección **4.4.7** del presente capítulo ilustra como el área de selección manual del edificio de reciclaje hace uso de la ventilación cruzada al considerar ventanas abatibles y corredizas que permiten el flujo y renovación de las corrientes de aire.

– La iluminación

El uso de jardines, áreas verdes y pasillos, contemplados en el desarrollo de la ventilación del proyecto, permite también que los espacios rodeados por estas áreas se beneficien de la iluminación natural de la entrada de la luz solar. De esta manera el proyecto utiliza la iluminación artificial como complemento de la iluminación natural obtenida.

– El asoleamiento

El edificio contempla la exposición que puedan tener las fachadas en cuanto al sol, por lo tanto, se considera el uso de jardines y árboles como medida de mitigación para el impacto directo que pueda recibir del sol.

La localización general presentada en el **Plano PL_4**, muestra que el eje de mayor longitud del edificio coincide con las fachadas de mayor asoleamiento, por lo tanto, se intensificó la siembra de árboles frondosos y de compa ancha en los jardines y áreas verdes que colindan con las fachadas este y oeste, permitiendo disipar el impacto directo de la luz solar sobre el edificio.

– Las relaciones entre los espacios

El proyecto involucra actividades de carácter industrial, administrativo y educativo de manera simultánea. Es determinante lograr que cada uno de estos espacios pueda desarrollar sus funciones de manera individual o colectiva.

Considerando este planteamiento, el proyecto se dividió en tres volúmenes, uno para la estación de reciclaje y un otro para las labores de compostaje, ambos unidos por un edificio central donde se desarrollan las actividades administrativas. En el caso del área educativa, se contempló un segundo nivel en cada volumen para el diseño de los espacios correspondiente a las tareas de pedagogía.

El proyecto arquitectónico consideró las características de las distintas áreas dentro de la estación de reciclaje y compostaje, dando como resultado el desarrollo de una propuesta donde los espacios administrativos, educativos e industriales puedan desarrollar sus actividades de manera simultánea sin interferir con otras labores.

– La plástica y volumetría

El edificio busca lograr una armonía entre la arquitectura industrial y su entorno, promoviendo la aceptación de los usuarios a través de una arquitectura sumergida con el contexto.

En la **sección 4.3** del presente capítulo se desarrolla el concepto de la propuesta volumétrica donde se muestra como el edificio logra integrarse con el paisaje existente.

4.1.5 Criterios estructurales

Producto de las actividades y maquinarias que se utilizan en este tipo de edificación, el edificio debe contemplar el uso de grandes luces como parte de la solución estructural propuesta, característica propia de la arquitectura industrial. El proyecto también considera el desarrollo de alturas mayores a tres metros para los espacios industriales, debido a las exigencias en el eje vertical del edificio requerido por la maquinaria involucradas en los procesos de reciclaje y compostaje.

El uso de grandes luces y alturas permite el desarrollo de actividades con mayor fluidez al mismo tiempo que optimiza el proceso industrial llevado a cabo en las instalaciones. Por esta razón, el edificio considera el uso de perfiles de acero para formar marcos estructurales que permiten dar solución a las luces y alturas requeridas.

4.1.6 Zonificación y normativas

Al igual que en otras partes de la república de Panamá, la ciudad de Penonomé carece de un plano de zonificación. Por lo tanto, para llevar a cabo el proyecto, se sugiere la aplicación de las normas de zonificación aplicadas en la ciudad de Panamá por parte del Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial (MIVIOT). Proponiendo la categoría de tipo “**INDUSTRIAL**” para el desarrollo de una estación de reciclaje y compostaje.

A continuación, la **Tabla TB_7** muestra las normas de desarrollo urbano consideradas para el desarrollo del proyecto, tomando como base el documento gráfico del MIVIOT:

NORMAS DE DESARROLLO URBANO	Categoría	Industrial
	Área mínima de lote	1000 metros cuadrados
	Frente mínimo	20 metros
	Línea de Construcción	La establecida o 5 metros mínimo en urbanizaciones nuevas
	Retiro lateral	Ninguno con pared ciega. 1.50 metros cuando colinde con comercio o industria
	Retiro posterior	Ninguno con pared ciega. 5.00 metros con ventanas o aberturas
	Altura máxima	Según el área de construcción
	Estacionamientos	1.0 por cada 150 metros cuadrados de uso industrial. 1.0 Por cada 60 metros cuadrados de uso comercial u de oficina
	Área de ocupación máxima	70%
	Área libre mínima	30%

Tabla TB_7: Extracto correspondiente a las normas de desarrollo urbano para la categoría **INDUSTRIAL**.

Fuente: Elaboración propia a partir del “Cuadro Síntesis de las Normas de Desarrollo Urbano para la Ciudad de Panamá y San Miguelito” publicado por el MIVIOT en su página web.

4.2 Programa de diseño arquitectónico

El programa de diseño arquitectónico corresponde a las diferentes áreas y espacios requeridos por la estación de reciclaje y compostaje. Tomando como base la investigación realizada hasta el momento, el proyecto establece seis áreas a desarrollar:

1. Accesos y estacionamientos
2. Edificio A – Área de administración
3. Edificio B – Área de reciclaje
4. Edificio C – Área de compostaje
5. Jardines y plazas
6. Equipamientos e instalaciones

ACCESOS Y ESTACIONAMIENTOS

- Accesos peatonales
- Accesos vehiculares
- Estacionamientos para:
 - Minusválidos
 - Administrativos
 - Visitantes
 - Carga y descarga

EDIFICIO A – ÁREA DE ADMINISTRACIÓN

Nivel 00

- Vestíbulo
- Dirección:
 - Recepción
 - Sala de espera
 - Contabilidad
 - Archivos de contabilidad
 - Sala de reuniones
 - Oficina de administración
 - Sanitario
- Escalera y ascensor
- Servicio sanitario
- Cuartos de máquina para aire acondicionado (A/C) central
- Comedor
- Bodega general
- Baños y vestidores para personal de área de reciclaje
- Baños y vestidores para personal de área de compostaje

Nivel 100

- Auditorio
- Cocineta
- Salón de capacitación/inducción
- Aula de clases
- Laboratorio experimental
- Bodega general
- Servicios sanitarios
- Servicio sanitario para minusválidos

EDIFICIO B – ÁREA DE RECICLAJE**Nivel 00**

- Oficina de administración
- zona de recepción y pesaje de material (vidrio, metales y plásticos)
- zona de recepción de material (papel y cartón)
- área de clasificación manual de materiales
- zona de materiales clasificados
- área de trituración y compactación de materiales clasificados
- área de almacenamiento de fardos
- zona de carga de fardos
- zona de material de rechazo
- escalera

Nivel 100

- pasarela para visitantes del área de reciclaje
- bodega general
- bodega de administración

EDIFICIO C – ÁREA DE COMPOSTAJE**Nivel 00**

- Oficina de administración
- Zona de recepción de residuos orgánicos y poda
- Área de trituración
- Pilas de fermentación
- Pilas de maduración
- Zona de compost terminado
- Área de tamizado y envasado
- Área de almacenamiento de sacos de compost

- Zona de carga de sacos de compost

Nivel 100

- Pasarela para visitantes del área de compostaje

JARDINES Y PLAZAS

- Plaza de acceso a la estación de reciclaje y compostaje
- Jardinería en general

EQUIPAMIENTO E INSTALACIONES

- Tinaquera
- Planta eléctrica
- Tanque de reserva de agua

4.3 Propuesta conceptual

Dentro del proceso de diseño se consideró la oportunidad de lograr una amalgama entre un edificio de carácter industrial y el entorno natural. Teniendo esto en cuenta, el volumen se concibe a partir de las referencias paisajistas del ambiente, donde se destaca el perfil de las montañas propias de la región. Debido a esto, el proyecto se desarrolla a partir de un solo volumen envolvente que abarca todos los espacios requeridos.

La **Ilustración IL_34** muestra como el edificio inicial se proyecta como un volumen rectangular alargado, el cual pierde su configuración cuando se incide sobre ciertos puntos a lo largo de su eje horizontal. Como resultado de lo anterior, se establece un juego de pendientes en la cubierta que reproduce el contorno de las montañas y de esta manera el edificio busca mimetizarse con su entorno.

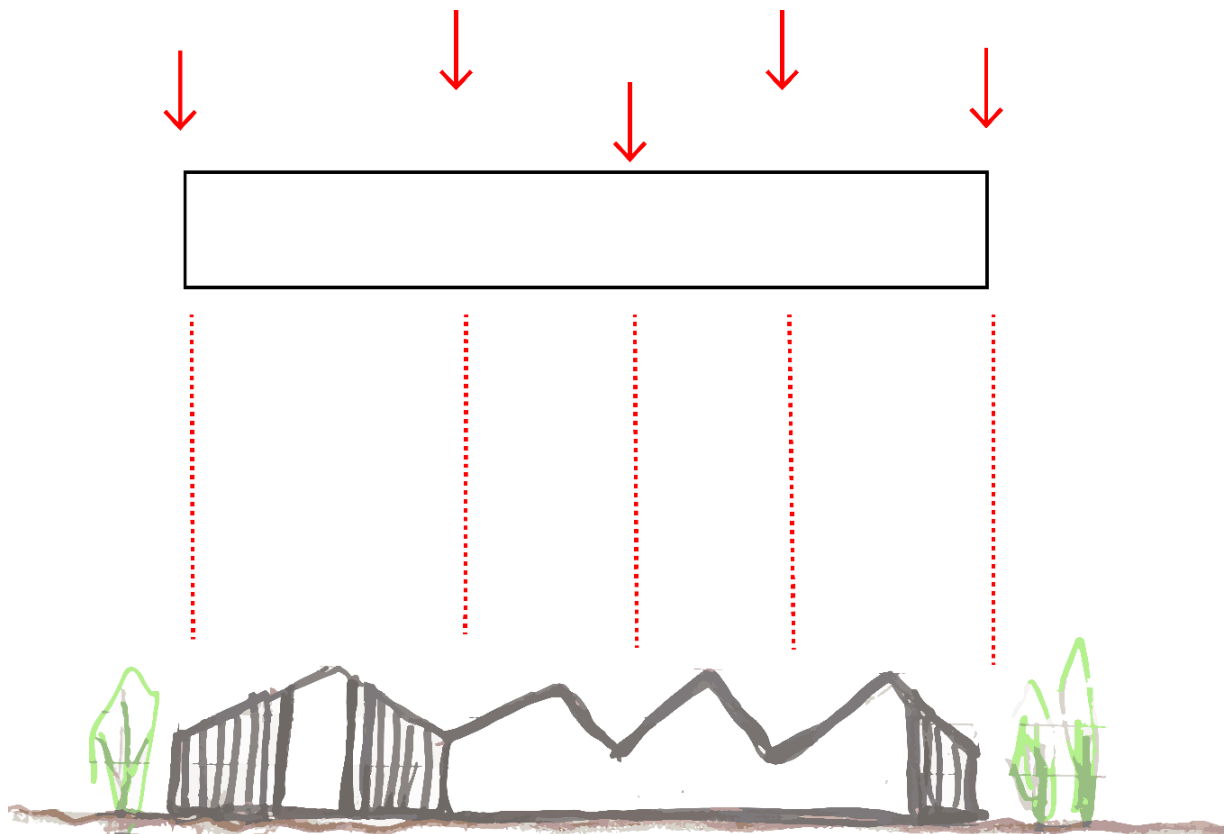
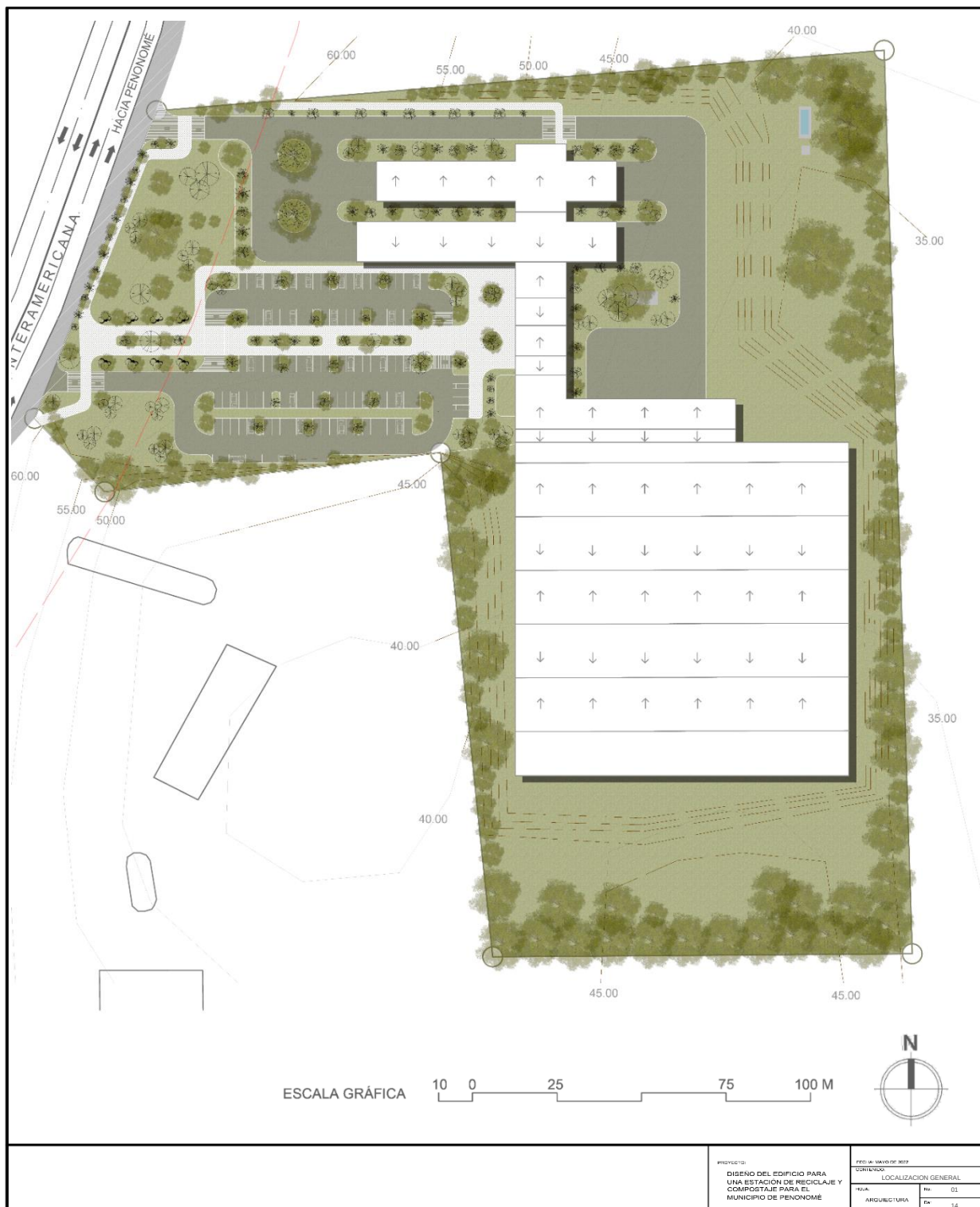


Ilustración IL_ 34: Diagrama explicativo sobre la propuesta conceptual del proyecto.

Fuente: Elaborado por el autor

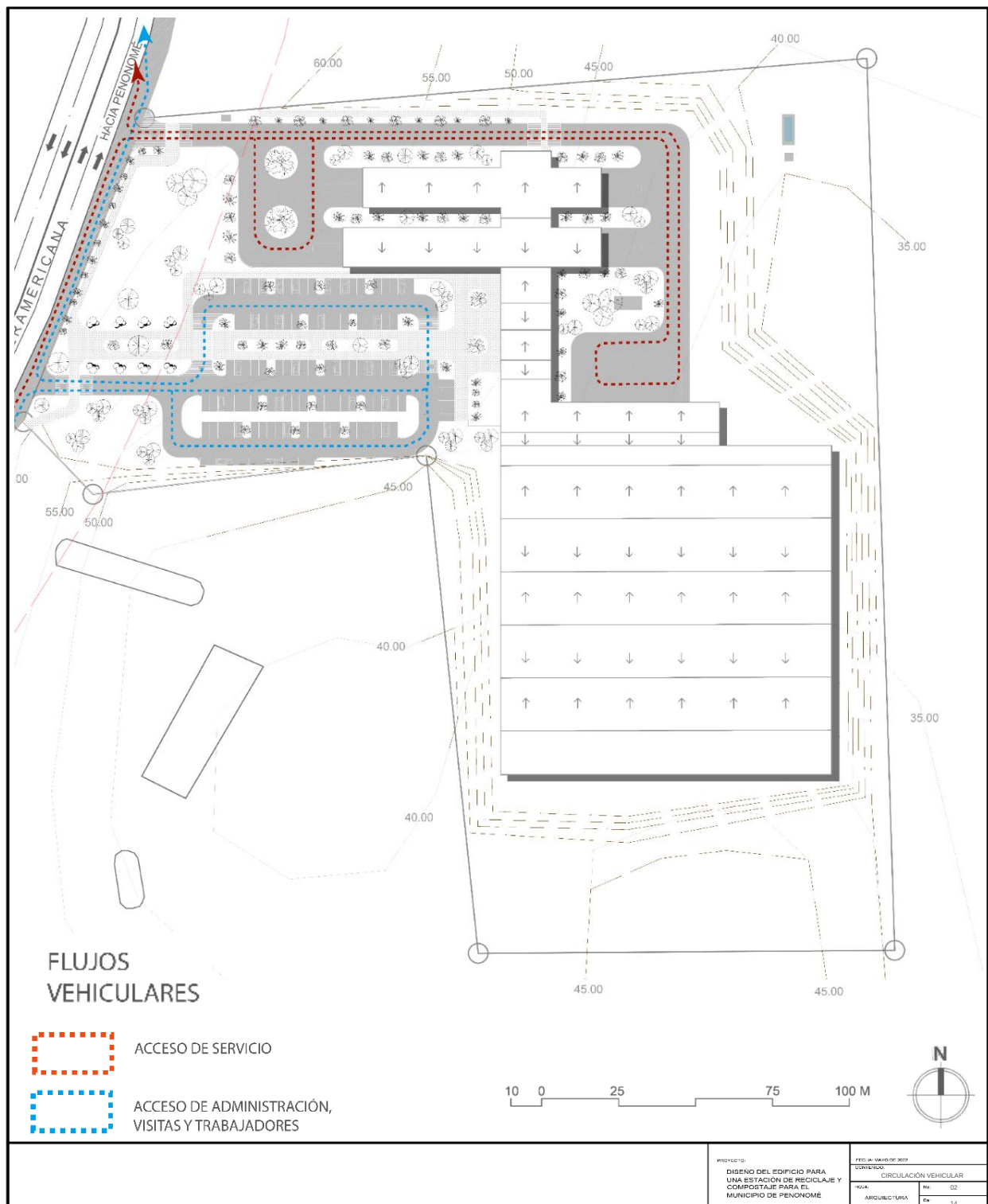
4.4 Estación de reciclaje y compostaje

4.4.1 Localización regional



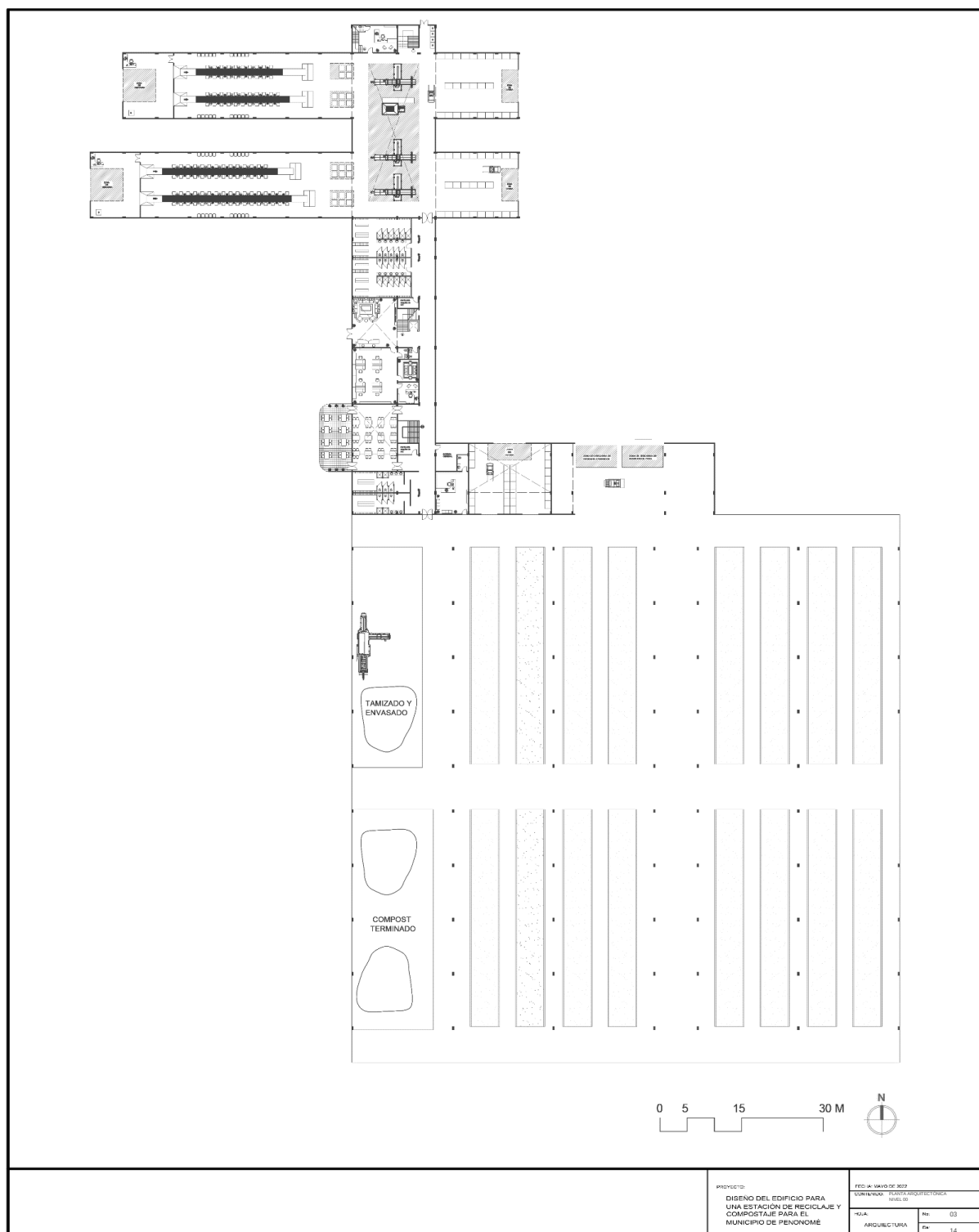
Plano PL_5: Localización general

4.4.2 Circulación vehicular

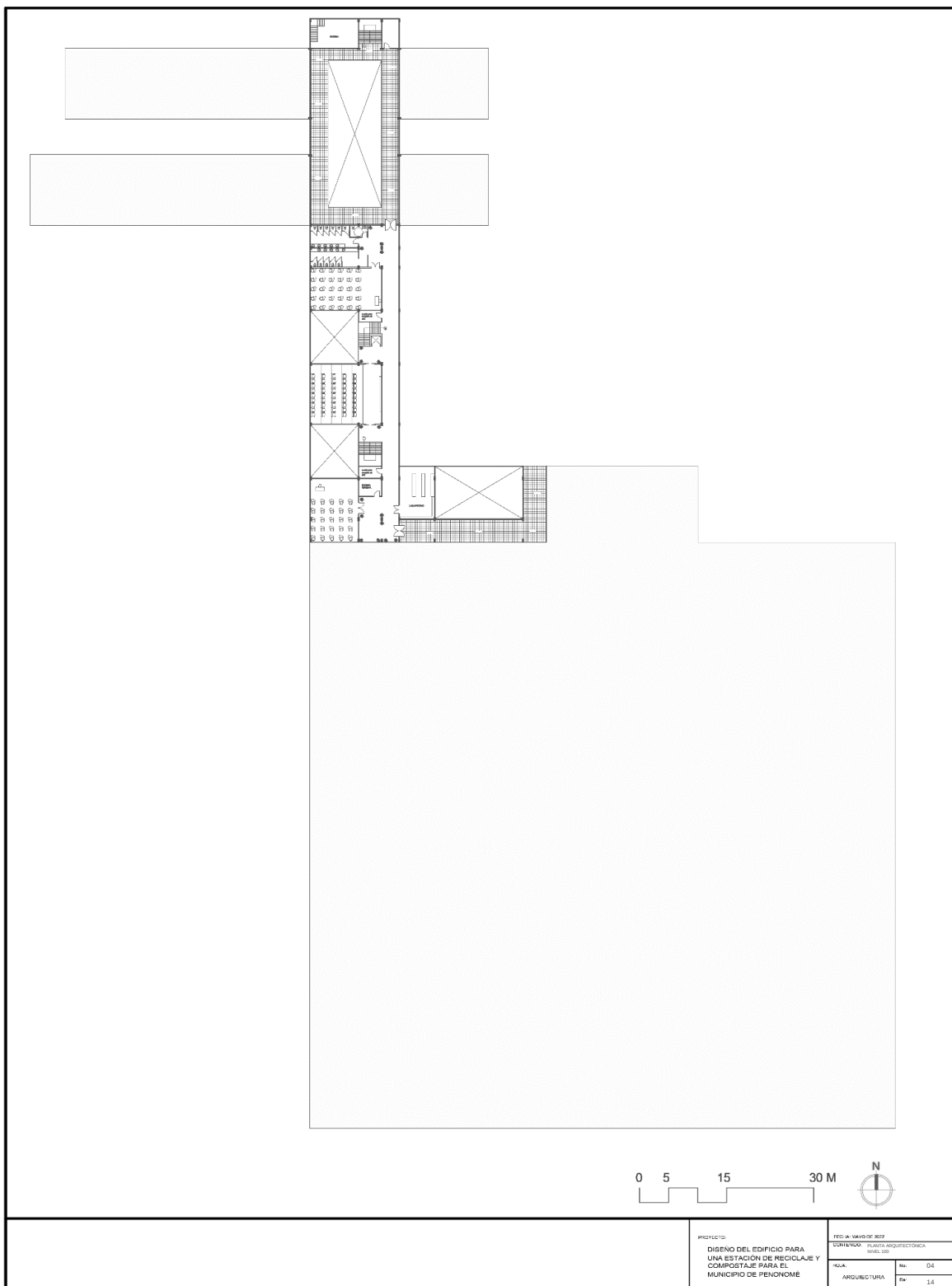


Plano PL_ 6: Circulación vehicular

4.4.3 Plantas arquitectónicas

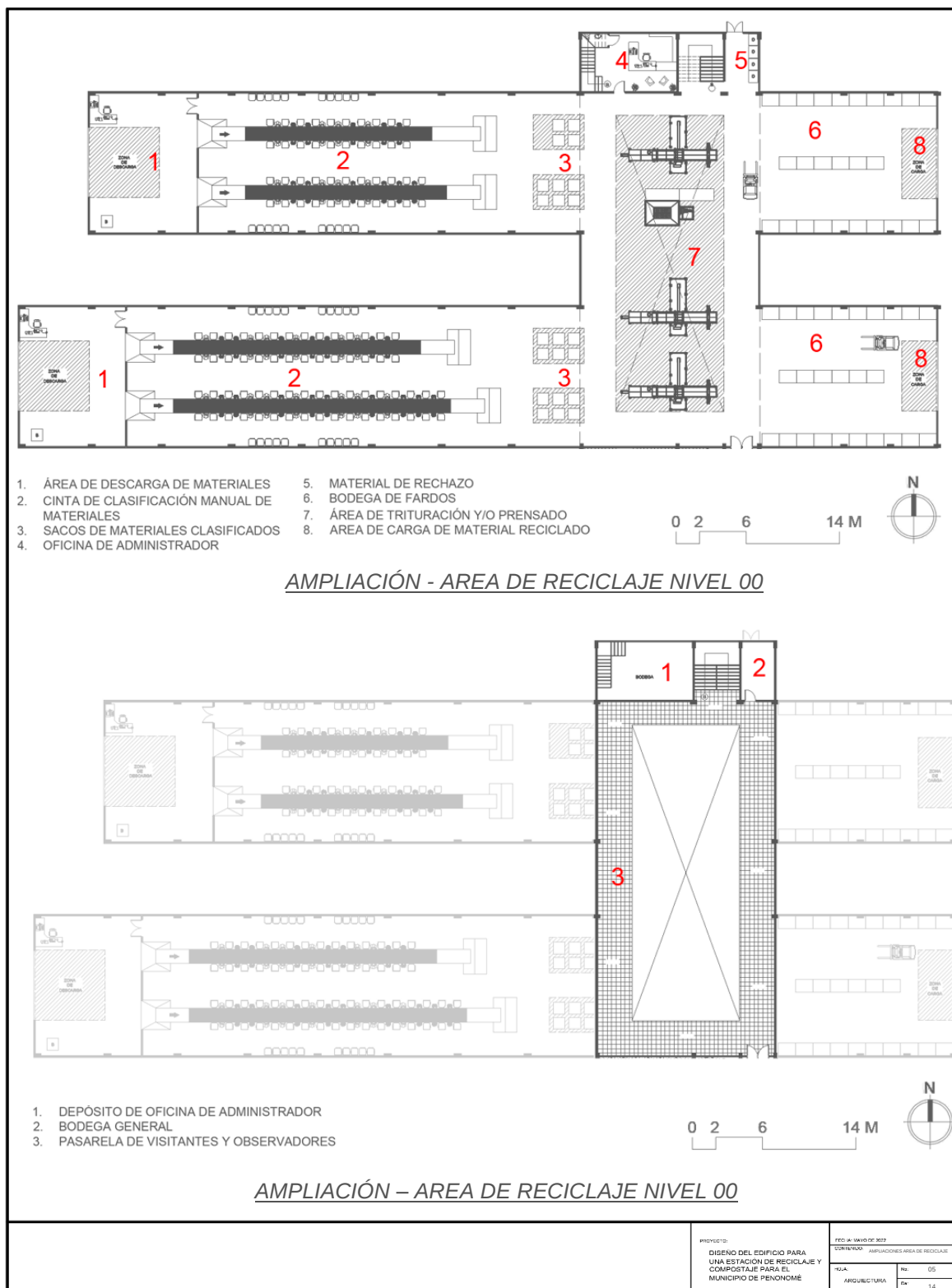


Plano PL_7: Planta arquitectónica nivel 00

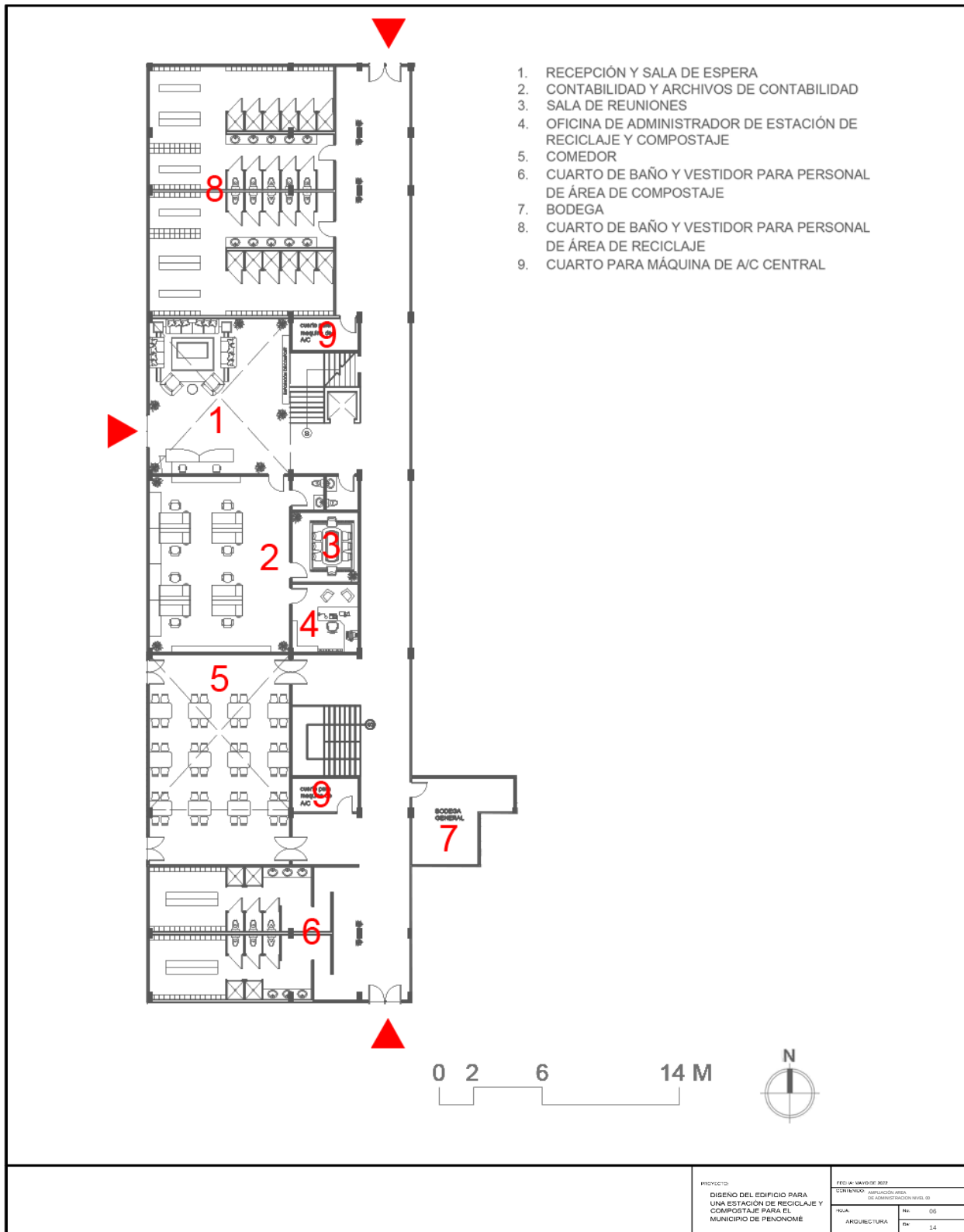


Plano PL_8: Planta arquitectónica nivel 100

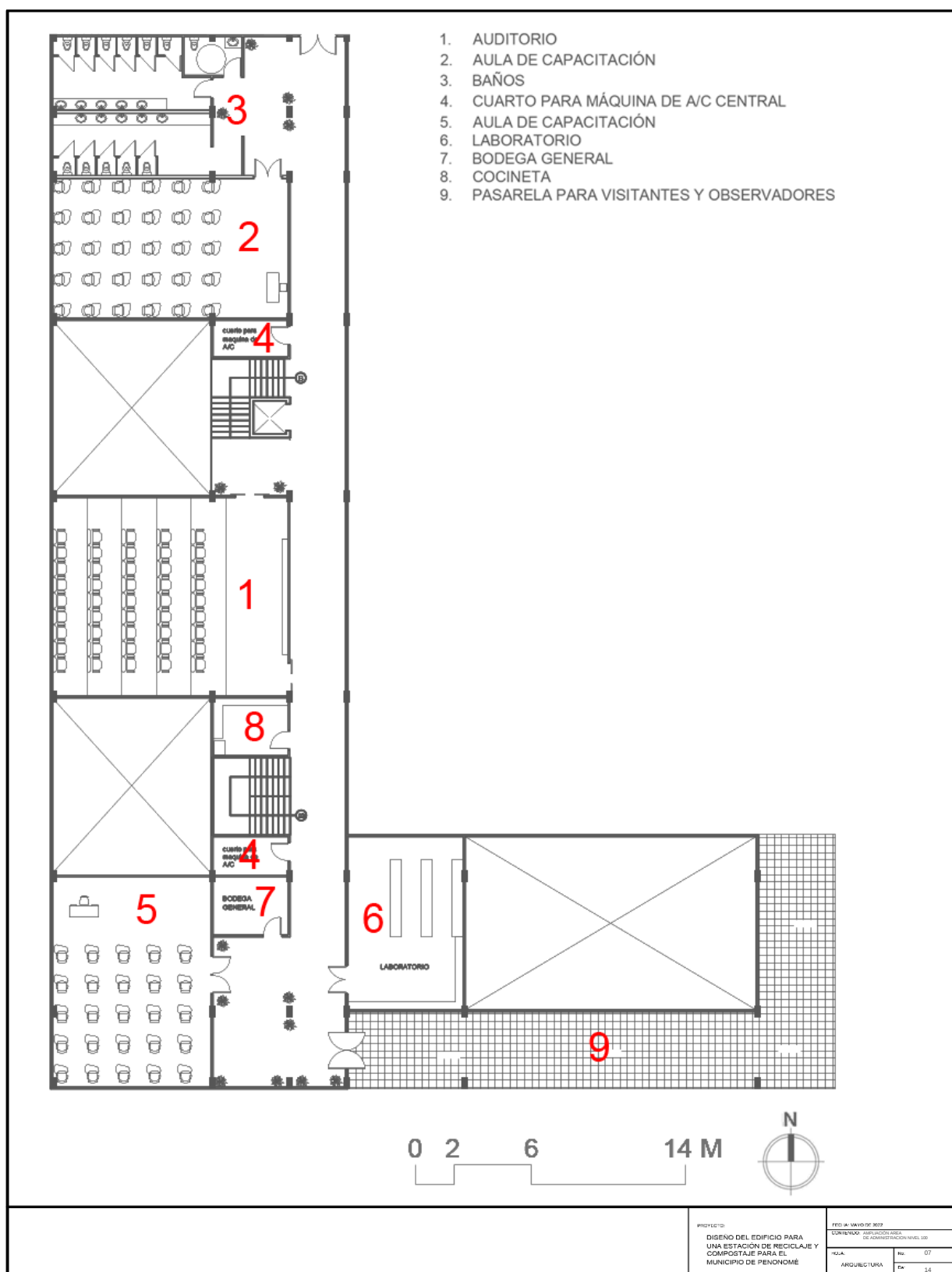
4.4.4 Ampliaciones Plantas Arquitectónicas



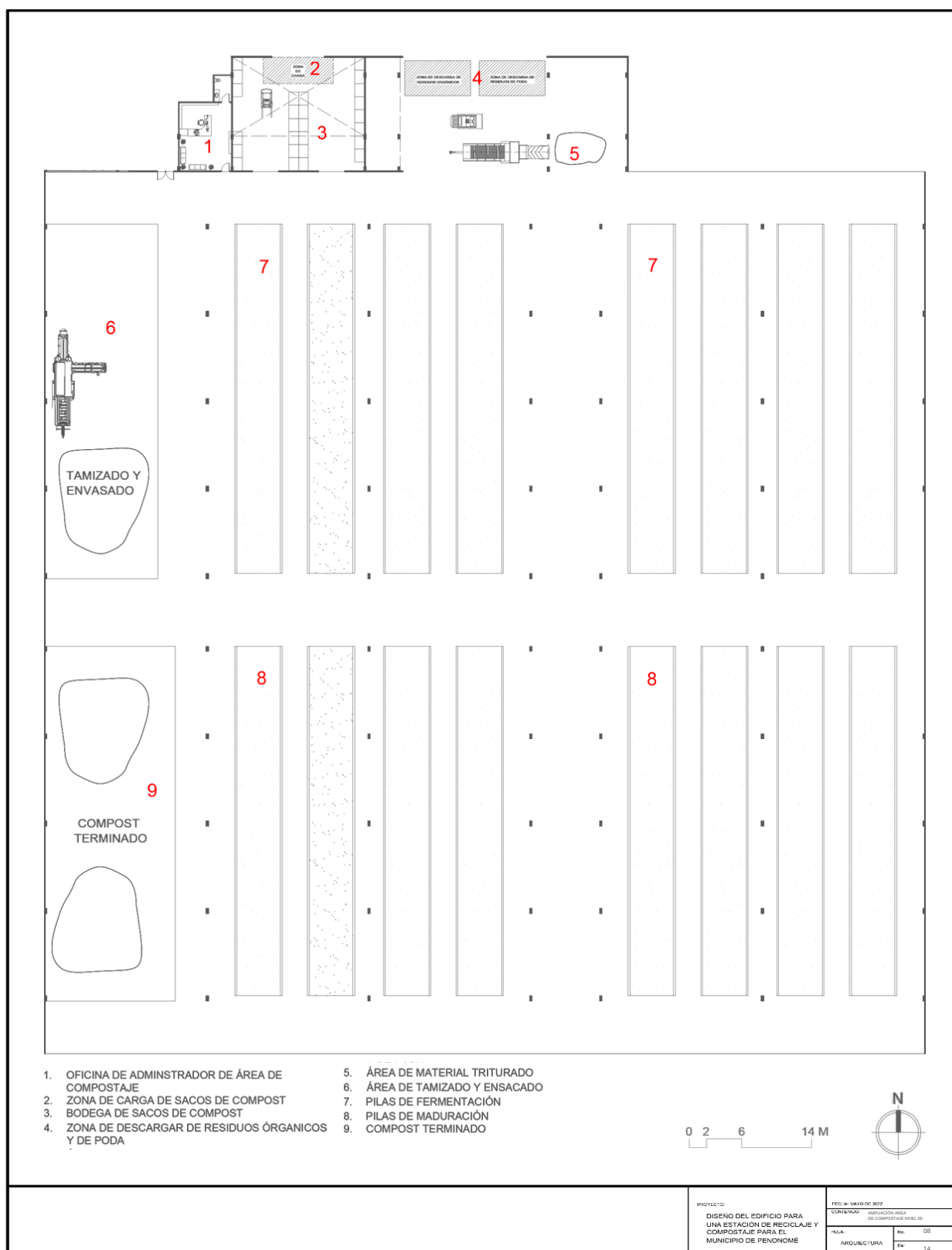
Plano PL_ 9: Ampliación área de reciclaje



Plano PL_ 10: Ampliación área de administración nivel 00



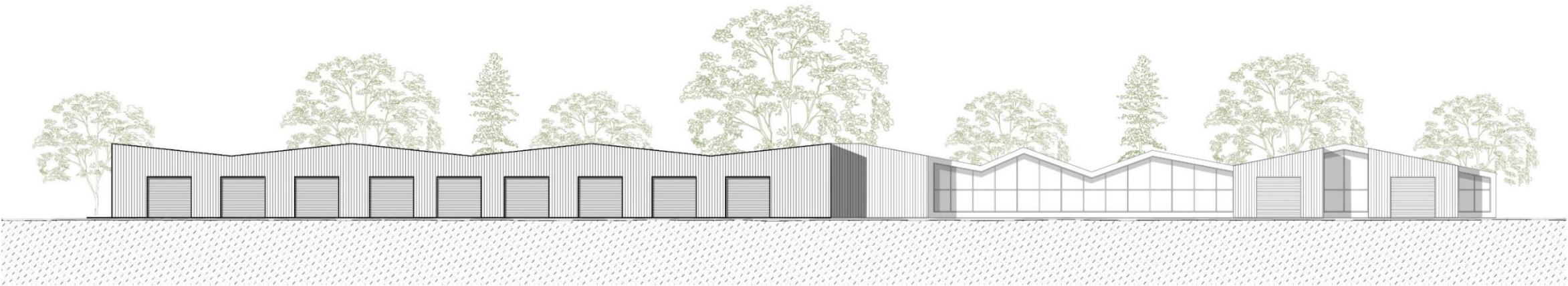
Plano PL_ 11: Ampliación área de administración nivel 100



Plano PL_ 12: Ampliación del área de compostaje nivel 00

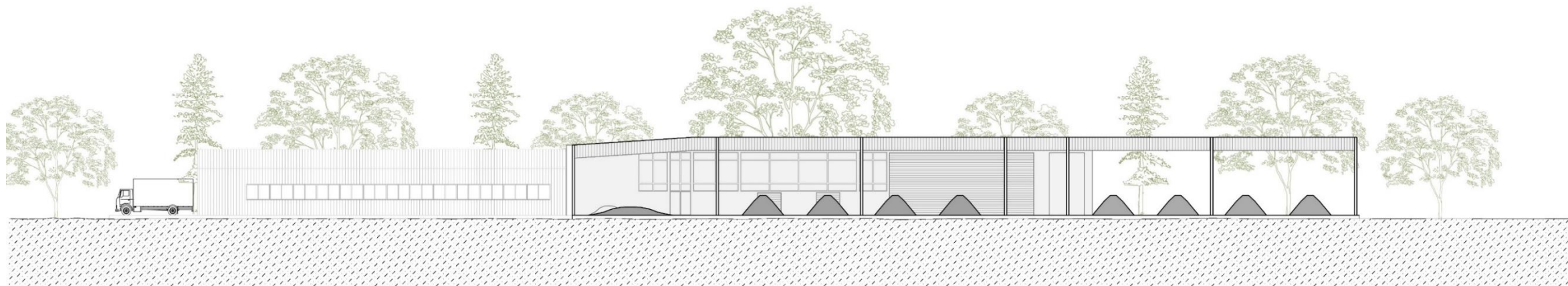
4.4.5 Elevaciones





ELEVACIÓN POSTERIOR

0 2 6 14 M

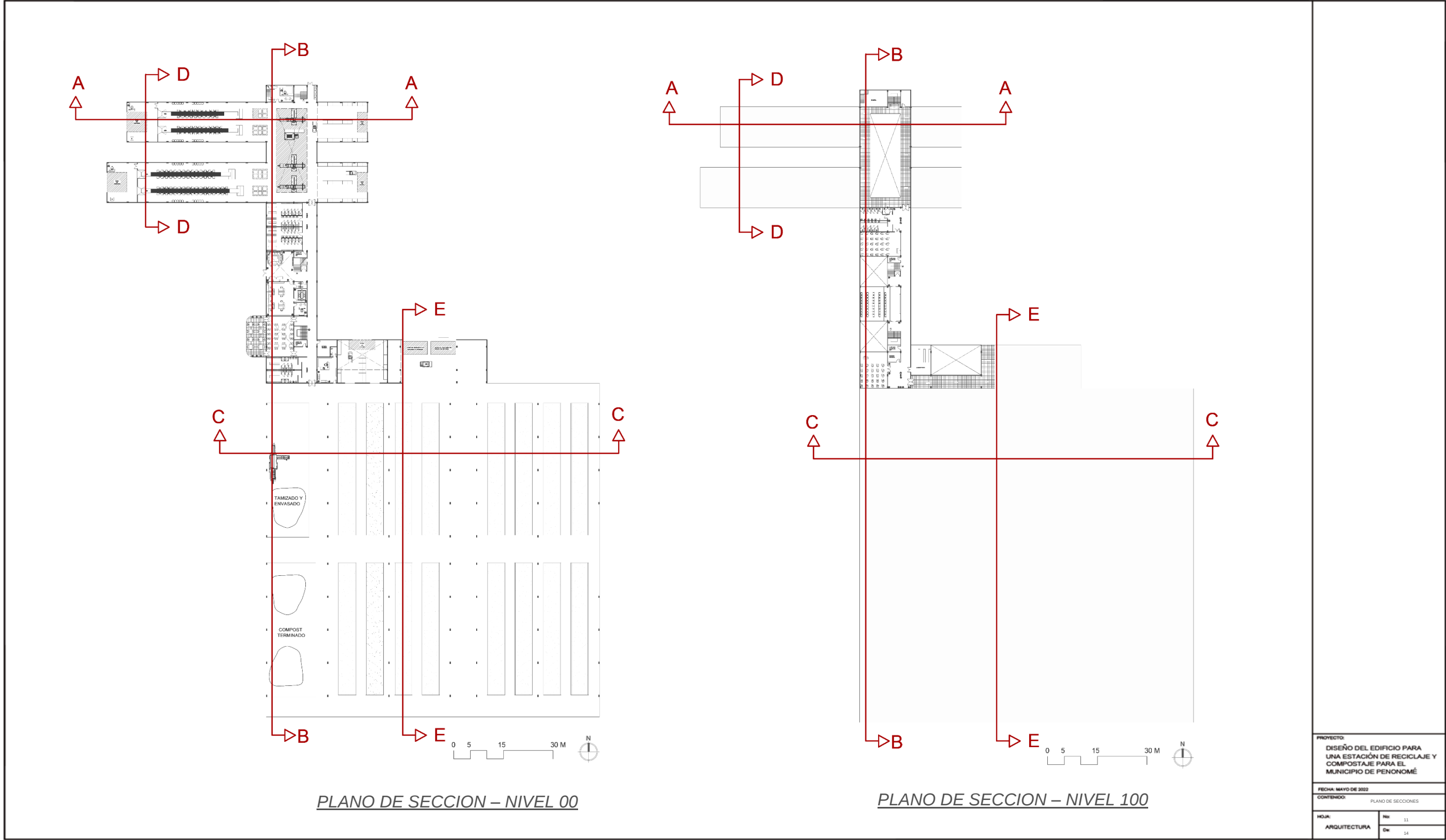


ELEVACIÓN LATERAL DERECHA

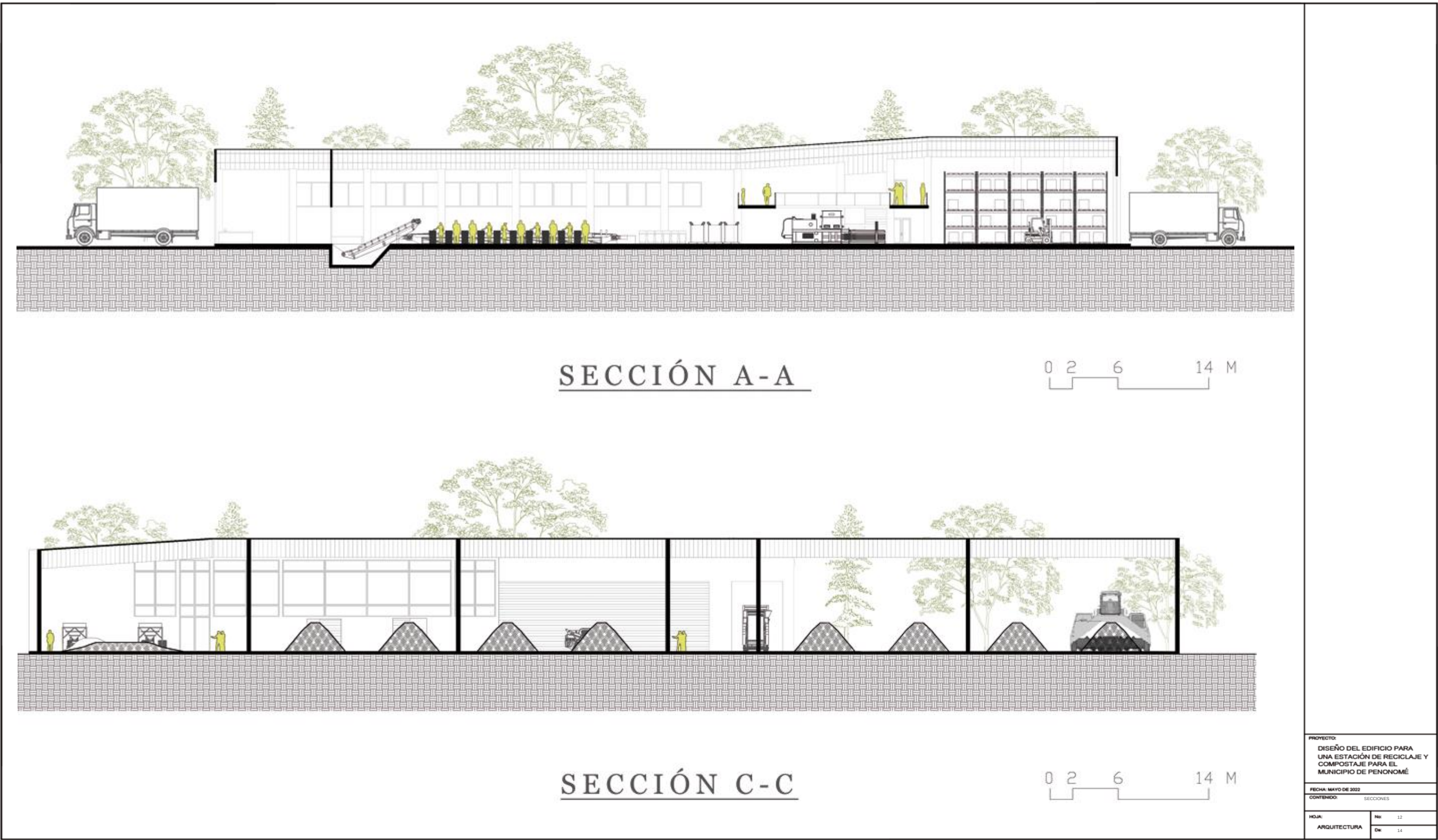
0 2 6 14 M

PROYECTO:	
DISEÑO DEL EDIFICIO PARA UNA ESTACIÓN DE RECICLAJE Y COMPOSTAJE PARA EL MUNICIPIO DE PENONOMÉ	
FECHA: MAYO DE 2022	
CONTENIDO:	
ELEVACIONES	
HOJA:	Nº:
ARQUITECTURA	10
	13

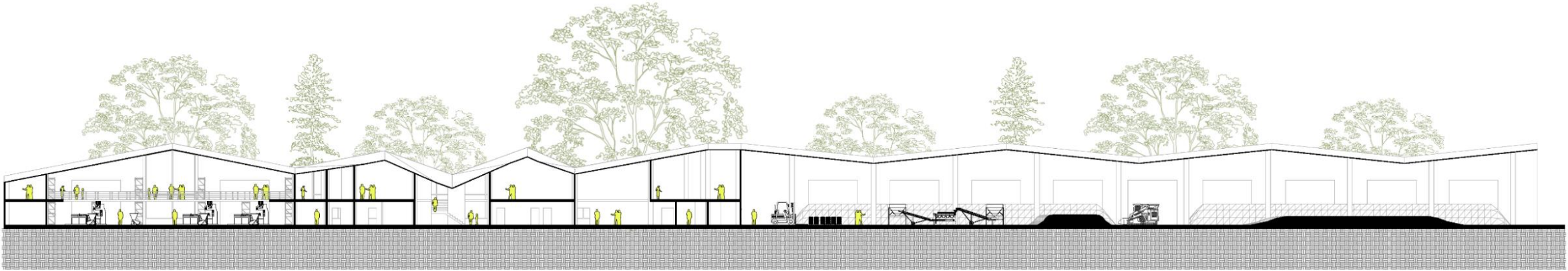
4.4.6 Secciones de Estación de reciclaje y compostaje



Plano PL_ 15: Plano de secciones

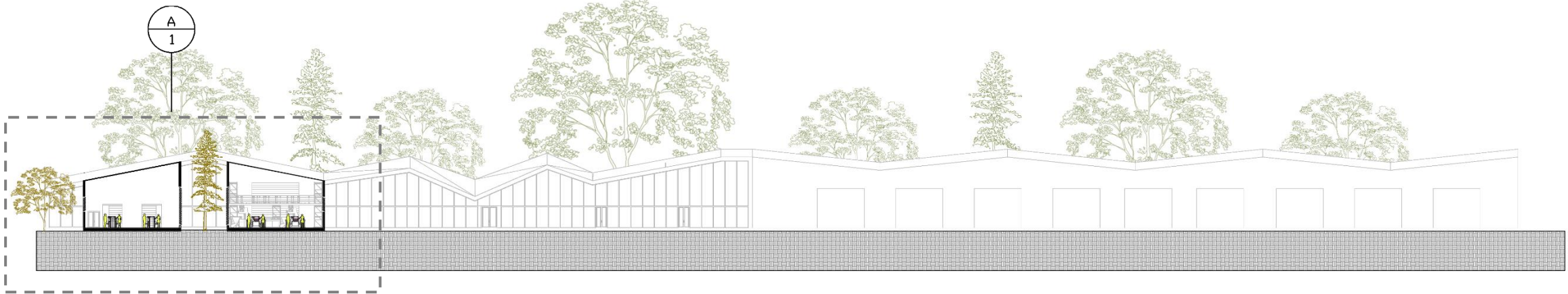


Plano PL_ 16: Secciones



SECCIÓN B-B

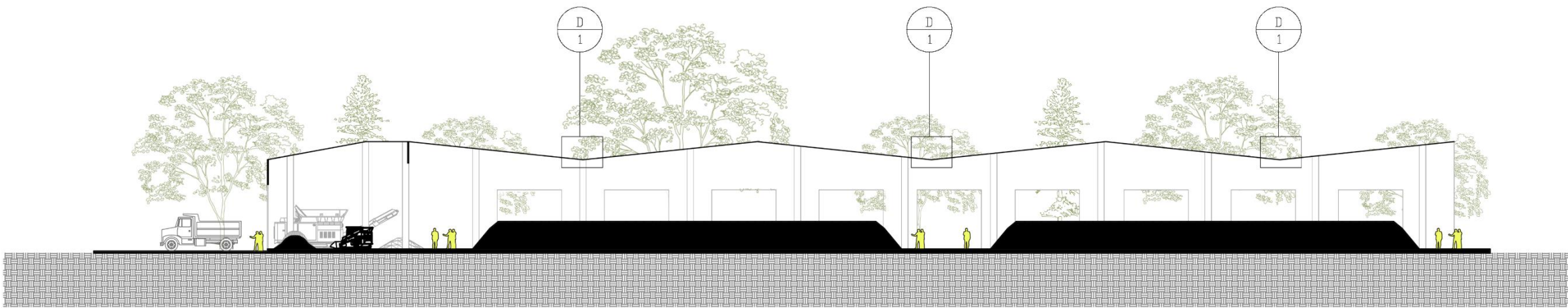
0 2 6 14 M



SECCIÓN D-D

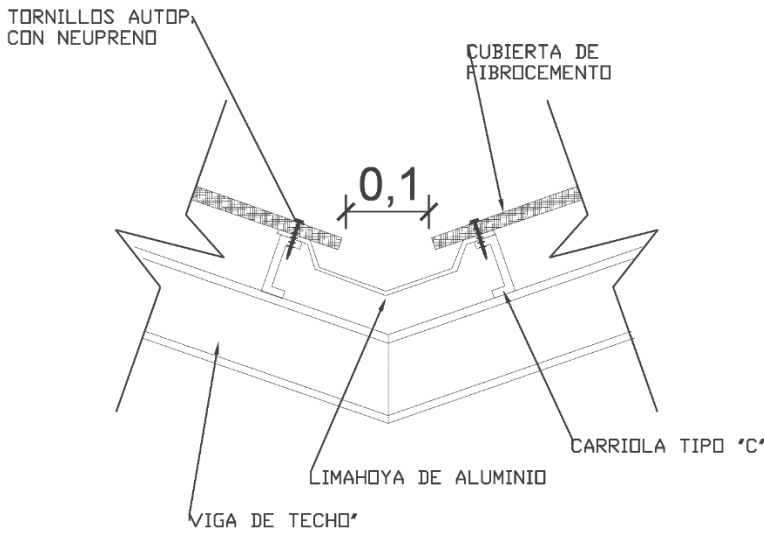
0 2 6 14 M

PROYECTO:	
DISEÑO DEL EDIFICIO PARA UNA ESTACIÓN DE RECICLAJE Y COMPOSTAJE PARA EL MUNICIPIO DE PENONOMÉ	
FECHA: MAYO DE 2022	
CONTENIDO: SECCIONES	
HOJA:	Nº: 13
ARQUITECTURA	De: 14



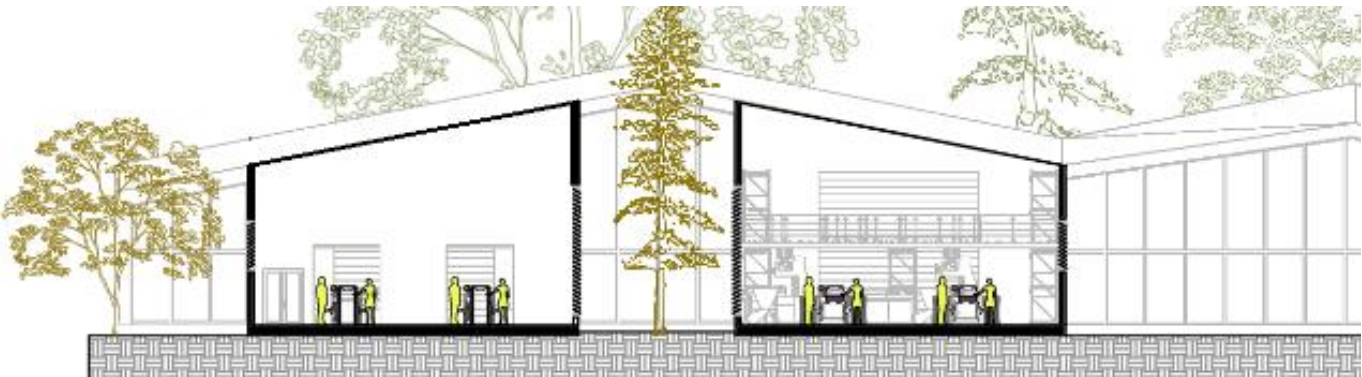
SECCIÓN E-E

0 2 6 14 M



DETALLE D-1

ESC. 1:20



AMPLIACIÓN A-1

PROYECTO:	
DISEÑO DEL EDIFICIO PARA UNA ESTACIÓN DE RECICLAJE Y COMPOSTAJE PARA EL MUNICIPIO DE PENONOMÉ	
FECHA: MAYO DE 2022	
CONTENIDO: SECCIONES	
HOJA:	Nº 13
ARQUITECTURA	De 14

4.4.7 Visuales



Ilustración IL_ 35: Estación de reciclaje y compostaje



Ilustración IL_ 36: Escena frontal de la estación de reciclaje y frontal



Ilustración IL_ 37: Escena frontal de la estación de reciclaje y frontal



Ilustración IL_ 38: Escena frontal, área de reciclaje, zona de descarga de material .

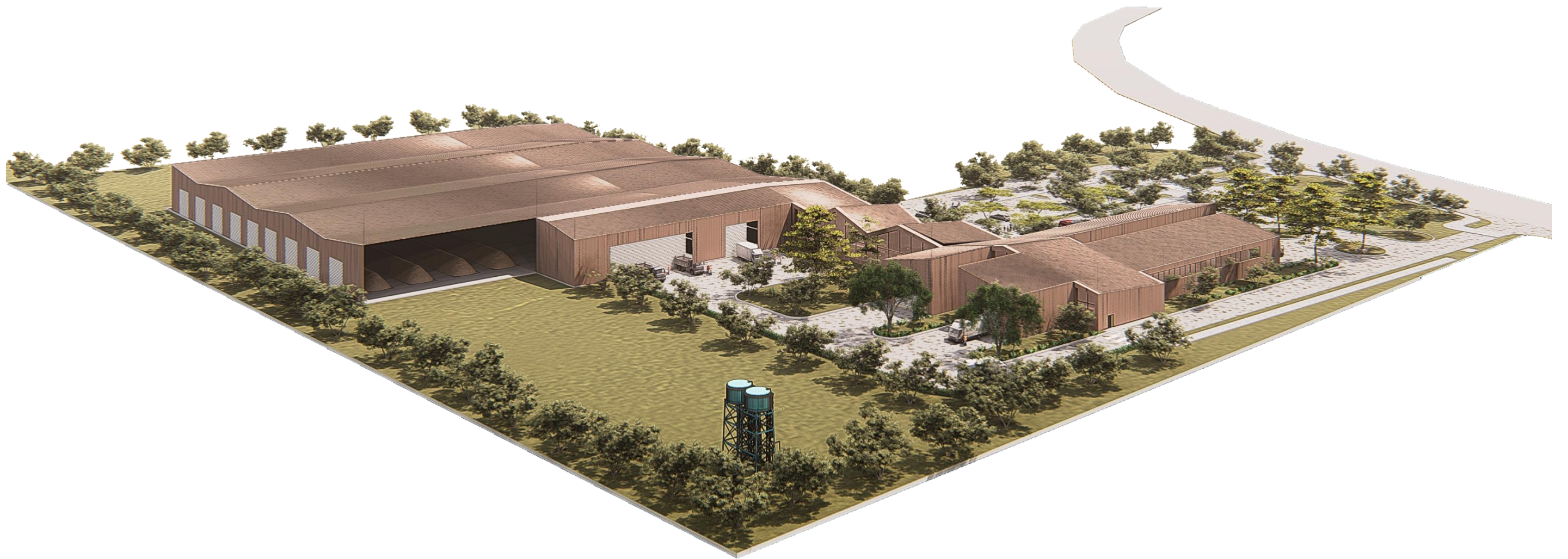


Ilustración IL_ 39: Escena posterior de la estación de reciclaje y compostaje



Ilustración IL_ 40: Escena posterior de la estación de reciclaje y compostaje



Ilustración IL_ 41: Escena posterior, edificio de administración



Ilustración IL_ 42: Área de compostaje, zona de carga y descarga de material



Ilustración IL_ 43: Escena interior de la zona de separación manual del material



Ilustración IL_ 44: Escena interior del área de compostaje

4.4.8 Materialidad

La estructura del proyecto se basa en el uso de perfiles metálicos propuestos en columnas y vigas, generando marcos estructurales para el soporte del edificio. Se propone el uso de perfiles de acero con uniones apernadas, debido a su rapidez y eficacia en el proceso de construcción. **(ver Ilustración IL_43).**

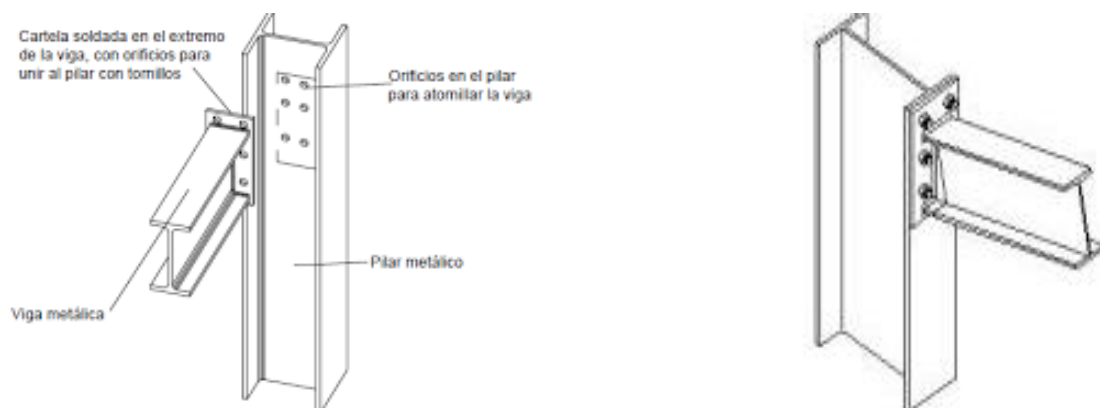


Ilustración IL_ 45: Perfiles metálicos propuestos en columnas y vigas con uniones apernadas.

Fuente: Elaborado por el autor

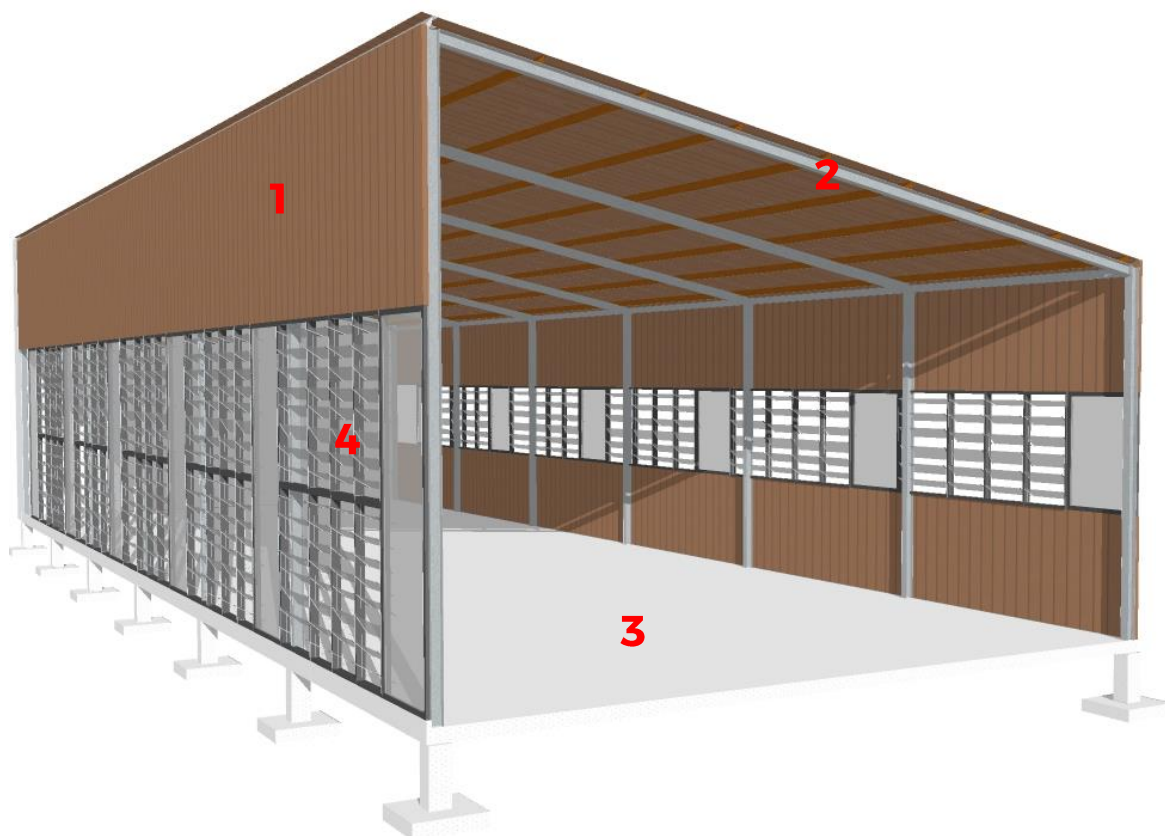
Como material de fachadas y cubierta se utilizará paneles de fibrocemento con acabado similar a madera, debido a su método sencillo y de fácil instalación. El uso de paneles iguales, tanto en fachada como en la cubierta, se propone con la intención de lograr un volumen homogéneo. **(ver Ilustración IL_44)**



Ilustración IL_ 46: Paneles de fibrocemento utilizados para fachadas y cubiertas con acabado similar a madera.

Fuente: Elaborado por el autor

La **Ilustración IL_45** presentada a continuación muestra una sección del edificio con los diferentes componentes mencionados anteriormente:



- 1. Fachada ventilada con panel de fibrocemento**
- 2. Perfiles metálicos**
- 3. Losa postensada de concreto**
- 4. Ventanas de persiana de vidrio con marco metálico**

Ilustración IL_47: Materialidad del edificio.

Fuente: Elaborado por el autor

4.5 Presupuesto del Proyecto

Este capítulo comprende la información y estudio en cuanto a los costos del proyecto. Estos costos se estimaron de forma aproximada, teniendo en cuenta los factores que influyen en la ejecución de un proyecto.

Para el análisis de los costos del terreno se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

- Costos directos
- Costos indirectos
- Costos relacionados al terreno

Costos Del Terreno			
Área	Superficie (M ²)	Precio por unidad (B/M ²)	Total (B. /)
Lote	47,969.56	200	9,593,912
Costo del terreno			9,593,912

Tabla TB_ 8: Presupuesto del proyecto.

Costos Directos – Áreas Abiertas			
Área	Superficie (M ²)	Precio por unidad (B/M ²)	Total (B. /)
Pavimentos	2,790.76	35	97,676.60
Áreas verdes	23,904.95	30	717,148.5
Estacionamientos	3,517.22	300	1,055,166
Vías de circulación	3,894.08	240	934,579.20
Costo Total			2,804,570.3

Tabla TB_ 9: Presupuesto del proyecto.

Costos Directos – Áreas Cerradas			
Área	Superficie (M ²)	Precio por unidad (B/M ²)	Total (B. /)
Nivel 00 Edificio A- Área De Administración			
Vestíbulo principal	34.66	800	27,728.00
Servicio sanitario	3.80	700	2,660.00
Contabilidad y archivos	37.06	600	22,236.00
Sala de reuniones	15.99	650	10,393.50
Oficina de administrador	15.60	600	9,360.00
Servicio sanitario	3.80	700	2,660.00
Cuarto de máquina para aire acondicionado central	7.41	500	3,705.00
Vestidores para personal de área de reciclaje	157.14	700	109,998.00
Comedor	101.24	650	65,806.00
Cuarto de máquina para aire acondicionado central	7.41	500	3,705.00
Vestidores para personal de área de compostaje	74.18	700	51,926.00
Bodega general	24.10	500	12,050.00
Circulación	236.47	500	118,235.00
Escaleras y ascensor			
Costo Total			440,462.50
Nivel 100 Edificio A- Área Educativa			
Auditorio	195.95	800	156,760.00
Cocineta	13.79	650	8,963.50

Cuarto de máquina para aire acondicionado central	7.41	500	3,705.00
Bodega general	11.70	500	5,850.00
Aula de capacitación e inducción sobre compostaje	89.71	700	62,797.00
Laboratorio	54.00	700	37,800.00
Cuarto de máquina para aire acondicionado central	7.41	500	3,705.00
Pasarela para visitantes del área de compostaje	134.00	500	67,000.00
Aula de capacitación e inducción sobre reciclaje	88.67	700	62,069.00
Servicios sanitarios	70.79	700	49,553.00
Circulación	218.86	500	109,430.00
Escaleras y ascensor			
Costo Total			567,632.50

Tabla TB_10: Presupuesto del proyecto.

Costos Directos – Áreas Cerradas			
Área	Superficie (M ²)	Precio por unidad (B/M ²)	Total (B. /)
Nivel 00 Edificio B- Área De Reciclaje			
Oficina de administrador	32.93	600	19,758.00
Servicio sanitario	2.76	700	1,932.00
Zona de recepción y pesaje de material (papel y cartón)	109.20	650	70,980.00
Zona de clasificación de residuos de papel y cartón según categoría	466.20	650	303,030.00
Bodega (papel y cartón compactado)	188.23	600	112,938.00
Zona de trituración y compactación de material clasificado	234.45	700	164,115.00
Zona de material de rechazo	6.63	500	3,315.00
Zona de recepción y pesaje de material (metal, vidrio y plástico)	109.20	650	70,980.00
Zona de clasificación de residuos de metal, vidrio y plástico según categoría	393.60	650	255,840.00
Bodega (papel y cartón compactado)	188.23	500	94,115.00
Circulación	229.47	500	114,735.00
Escalera			
Costo Total			1,211,738.00

Nivel 100 Edificio B- Área De Reciclaje			
Pasarela para visitantes del área de compostaje	428.32	500	21,4160.00
Bodega de administrador	35.02	600	21,012.00
Deposito	14.50	500	7,250.00
Escalera			
Costo Total			242,422.00

Tabla TB_ 11: Presupuesto del proyecto.

Costos Directos – Áreas Cerradas			
Area	Superficie (M ²)	Precio por unidad (B/M ²)	Total (B. /)
Nivel 00 Edificio C- Área De Compostaje			
Oficina de administrador	46.80	600	28,080.00
Cuarto de baño	6.00	700	4,200.00
Zona de descarga de residuos orgánicos y poda	269.85	650	175,402.50
Mezcla y trituración de residuos	117.90	600	70,740.00
Pilas de compostaje	3416.00	600	2,049,600.00
Compost terminado	604.94	600	362,964.00
Tamizado y envasado	523.74	600	314,244.00
Depósito de sacos de compost	196.30	650	127,595.00
Circulación	5600.83	600	3,360,498.00
Costo Total			6,493,323.50
Nivel 100 Edificio C- Área De Compostaje			

Pasarela para visitantes del área de compostaje	428.32	500	214,160.00
Costo Total			214,160.00

Tabla TB_ 12: Presupuesto del proyecto.

Área total del proyecto	49,417.10 M²
Total de los costos directos	B./ 11,974,308.80

Tabla TB_ 13: Presupuesto del proyecto.

Costos indirectos	
Costo total de construcción	B./ 11,974,308.80
Costos indirectos (10%)	B./ 1,197,430.88
Anteproyecto, planos constructivos y especificaciones	
Inspección de obra	
Permiso de construcción	
Estudio de suelo e impacto ambiental	
Costo de equipamiento (25%)	B./ 2,993,577.20
Sistema eléctrico	
Sistema de seguridad	
Sistema de voz y data	
Sistema de iluminación	
Sistemas especiales	
Imprevistos (10%)	B./ 1,197,430.88
Costos administrativos (15%)	B./ 1,796,146.32
COSTO TOTAL DEL PROYECTO	B./ 19,158,894.08

Tabla TB_ 14: Presupuesto del proyecto.

CONCLUSIÓN

Al finalizar este trabajo queda reflejada la necesidad de implementar proyectos que busquen la sostenibilidad ambiental para el tratamiento de nuestros residuos debido al constante aumento de los desechos y al deterioro de nuestro ambiente a causa de una gestión poco sostenible de los residuos.

Uno de los grandes retos al que nos enfrentamos como sociedad es el cambio climático. Debemos mostrar conciencia e impulsar proyectos que busquen enfrentar esta problemática. Por lo tanto, a través de la arquitectura es posible proyectar instalaciones que den respuestas al tratamiento inadecuado de nuestros residuos, que en la actualidad contribuyen al deterioro ambiental, como es el caso de una estación de reciclaje y compostaje.

Si bien es cierto, una estación de reciclaje y compostaje no es el método definitivo para contrarrestar la problemática de la acumulación y quema de desechos. Pero queda demostrado, como es el caso en el distrito de Penonomé, que es posible valorizar hasta 85% de los materiales desechados por medio de su reciclaje y compostaje; y de esta manera reducir la cantidad de residuos que finalizan en el vertedero de Penonomé.

Es necesario complementar este tipo de solución con políticas y directrices eficientes que busquen alcanzar objetivos de desarrollo sostenible para nuestro país en temas ambientales. Se requiere una participación constante y activa de los diferentes grupos que conforman nuestra sociedad y estado, para lograr soluciones contundentes en relación con la acumulación de nuestros residuos.

La arquitectura debe participar en esta búsqueda de soluciones sostenibles al proyectar edificios como una estación de reciclaje y compostaje, integrando edificio y comunidad, por medio de espacios de encuentros sociales como plazas y actividades educativas, que permitan una simbiosis entre edificio y pobladores. Es necesario desarticular el aislamiento social para el emplazamiento de estas instalaciones, erradicar la percepción negativa que surge por parte de la población en referencia a edificios dedicados al tratamiento de residuos. Desde este punto de vista, la arquitectura tiene la oportunidad de brindar una solución integrada para el volumen arquitectónico entre el entorno y la comunidad, resaltando sentimientos de pertenencia para sus usuarios.

La estación de reciclaje y compostaje toma en cuenta la problemática de la acumulación de residuos y brinda la oportunidad de dar respuesta de manera sostenible, al mismo tiempo que busca proteger nuestros recursos naturales.

E. RECOMENDACIONES

En proyectos de esta categoría resulta imprescindible la participación comunitaria que permita establecer un modelo sostenible entre la separación de residuos en su origen y la estación de reciclaje y compostaje. Involucrar a la comunidad con este tipo de proyecto también permite resaltar valores de pertenencia con el edificio.

En caso de llevar a cabo la propuesta, se recomienda tener en cuenta a los segregadores que en la actualidad buscan tener un ingreso económico al seleccionar ciertos materiales en el vertedero de Penonomé.

Se recomienda a las autoridades del municipio de Penonomé integrar un edificio de esta categoría como parte de una visión estratégica y sostenible para dar solución a la problemática de los desechos.

A futuras investigaciones relaciones a este tema, se recomienda establecer la magnitud del proyecto a desarrollar debido a que influye en mayor medida la cantidad de residuos a ser tratados; Determinando así la complejidad del proyecto a realizar.

Cabe destacar que existen distintas instalaciones relaciones con el tratamiento de residuos como lo son: estaciones de reciclaje y compostaje, plantas de tratamientos, estaciones de transferencia, plantas de incineración, puntos verdes, entre otras. Cada una de estas instalaciones está dirigida a dar solución sostenible en el tema de los residuos, por lo tanto, pueden ser proyectos a desarrollar en próximas investigaciones.

F. BIBLIOGRAFÍA

Ajín, Pedro. *Diseño y Planificación del Edificio Para La Planta de Clasificación, Embalaje, y Reciclaje de Desechos Sólidos del Municipio de Tecpán Guatemala*. Guatemala: Universidad de San Carlos De Guatemala , 2010.

Alba, Israel. *Israel Alba*. 1 de abril de 2020. <http://www.israelalba.com/proyectos/proyecto/planta-de-residuos-de-valencia/>.
—. *LOS PAISAJES DEL DESECHO Reactivacion de los lugares del Deterioro*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, 2015.

Arauz, Edsson. *La Prensa*. 21 de julio de 2019. https://www.prensa.com/opinion/basura-problema-ciudadano-gobierno_0_5354464533.html.

Arce, Monica, y Calderon Moncca. *Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos con la Implementación de Espacios Públicos y escenarios de Cácter Educativo Y Socio-Cultural J.L.B Y Rivero-AREQUIPA*. AREQUIPA: Universidad Nacional de San Agustín , 2016.

Arcía, José. *La Estrella de Panamá*. 20 de Julio de 2018. <https://www.laestrella.com.pa/nacional/politica/180720/ahoga-basura-urbana-entidad>.

Arquitectura, Plataforma. *Plataforma Arquitectura*. 30 de agosto de 2013. <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-305022/planta-para-tratamiento-de-residuos-israel-alba>.

Arrigoni, Juan Pablo. *EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE DIFERENTES PROTOTIPOS DE COMPOSTADORES EN EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS* . Tesis de maestria , Neuquén: Universidad Nacional Del COMAHUE, 2011.

Autoridad de Aseo Urbano Y Domiciliario . *Autoridad de Aseo Urbano Y Domiciliario* . 20 de Octubre de 2020. <http://www.aaud.gob.pa/index.asp?sec=Proyectos/Vertederos&id=VPenonome>.

Autoridad de Aseo Urbano y Domiciliario. *Acta de misión provincia de Coclé*. Panamá: Autoridad de Aseo Urbana y Domiciliaria, 2015.

Baéz, Julián. *Proyecto de Tratamiento*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, 2011.

Castillo, Magallys, Roney Samaniego, y Adolfo Kindgard. «MAPA DE COBERTURA Y USO DE LA TIERRA 2012.» informe, Panamá, 2015.

Ciudad del Saber. *Ciudad del Saber*. 14 de Enero de 2019. <https://ciudadelsaber.org/hacia-la-gestion-responsable-de-residuos-urbanos/> (último acceso: 7 de Junio de 2021).

—. *issuu*. 1 de marzo de 2015. https://issuu.com/ciudadelsaber/docs/memoria_cds_2014-15-web/55.

Constanza, Cancino. *Planta de Compostaje | Educativa*. Puente Alto: Universidad de Chile, 2015.

Cruzado, Jaime, y Sandoval Edinson. *Planta de Reciclaje Orgánico y Compostaje Educativo Para Mitigar La Mala Disposición de Residuos Orgánicos en el Botadero de Reque*. Pimentel, Perú: Universidad Señora de Sipán, 2019.

Eggersmann. *Eggersmann recycling technology*. s.f. <https://www.eggersmann-recyclingtechnology.com/es/> (último acceso: 4 de agosto de 2021).

FAS PANAMÁ. *Centro de Acopio y Manejo (CAM) de desechos sólidos FCDS/FAS PANAMA*. 12 de Octubre de 2020. <https://admission.ciudadelsaber.org/es/sala-prensa/noticias/reapertura-cam/2093>.

Geociclos Ambientales. «ISSUU.» *ISUU*. 18 de noviembre de 2018. https://issuu.com/jbrizuela710ica/docs/manual_de_protocolos.docx_7d6c46f3dd81f8.

I. Municipalidad Santa Juana. *Ilustre Municipalidad Santa Juana*. marzo de 22 de 2018. <https://www.santajuana.cl/santa-juana-da-el-vamos-a-su-programa-de-manejo-sustentable-de-residuos/>.

INEC. *INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICAS Y CENSO*. 2010.

INECO. «PLAN NACIONAL DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS 2017 - 2027.» Plan, AUTORIDAD DE ASEO (AA), PANAMÁ, 2017.

Instituto Nacional de Estadísticas Chile. *Resultados preliminares censo de población y vivienda 2012*. Chile: Instituto Nacional de Estadísticas Chile, 2012.

Junta de Andalucía. *Manual de compostaje para agricultura ecológica*. Informe , Andalucía: Junta de Andalucía , s.f.

Municipio de Loja. «El Reciclaje - Oportunidades Para Reducir la Generación de los Desechos Sólidos y Reintegrar Materiales Recuperables en el Círculo Económico.» Informe, Loja, Ecuador, 2003.

Municipio de Penonomé. «Plan Estratégico Distrital de Penonomé.» Plan Estratégico Distrital, Penonomé, 2017.

Ortiz, Jose. *asmetales*. s.f.
http://asmetales.com/storage/files/usuario_1/Backhus_Serie_17.pdf (último acceso: 6 de agosto de 2021).

Róman, Pilar, María Martínez, y Alberto Pantoja. «Manual De Compostaje Del Agricultor.» Guía de aprendizaje, Santiago, Chile, 2013.

Romero, Álvaro, y Francisco Muñiz. *ESTUDIO SOBRE MAQUINARIA IDÓNEA PARA LAS LABORES DE COMPOSTAJE DE ALPEORUJOS*. Estudio, Andalucía: Junta de Andalucía, s.f.

The Economist Intelligence Unit. «Avances y desafíos para el reciclaje inclusivo: evaluación de 12 ciudades en America Latina y el Caribe.» 2017.

Vega, Elba. *Centro de valorización de residuos domiciliarios para su reciclaje*. Chile: Universidad de Chile, 2012.

Wong, Andres. *PLANTA DE RECICLAJE DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS*. Santiago, Chile: Universidad De Chile, 2006.