



Universidad de Panamá
Facultad de Arquitectura y Diseño
Escuela de Arquitectura

**“DISEÑO DE LAS EDIFICACIONES DE RECI-DAVID, EN EL
DISTRITO DE DAVID, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ”**

Elaborado por: Daynisleth Araúz Villarreal

C.I.P: 4-811-1414

Profesor asesor: Carlos Quintero

Tesis de Grado para optar por el título de Licenciada en Arquitectura

PANAMÁ

2024

Universidad de Panamá
Facultad de Arquitectura y Diseño
Escuela de Arquitectura

**“DISEÑO DE LAS EDIFICACIONES DE RECI-DAVID, EN EL DISTRITO DE DAVID,
PROVINCIA DE CHIRIQUÍ”**

Elaborado por: Daynisleth Araúz Villarreal

Miembros del Tribunal Examinador:

Asesor: Arq. Carlos Quintero

Arq. Carlos Alvarado Vargas

Arq. Adolfo Ortiz

Tesis de Grado para optar por el título de Licenciada en Arquitectura

PANAMÁ

2024

DEDICATORIA

Dedicatoria a la memoria de Norma Idalides Villarreal Carrera

A la memoria de Norma Villarreal, mi querida mamá, quien fue y siempre será mi guía y ejemplo de vida. Aunque ya no estés físicamente a mi lado, siento tu amor, tus palabras y tu fuerza en cada logro que alcanzo. Este trabajo de grado es un tributo a tu dedicación, sacrificio y apoyo incondicional, que siempre me impulsaron a ser mejor.

Tu legado de amor y valores permanece en mí, inspirándome a continuar avanzando, incluso en los momentos más difíciles. Cada página de este trabajo está marcada por tu espíritu y tu ejemplo, que me enseñaron a nunca rendirme.

Mamá, este logro también es tuyo. Desde donde estés, espero que te sientas orgullosa, porque cada esfuerzo ha sido hecho en tu honor. Siempre serás mi faro, mi ángel y mi razón para seguir adelante. Te amo y te llevo siempre en mi corazón.

Dedicatoria a mi padre Vidal Araúz Rivera:

A mi papá, quien con su amor y apoyo inquebrantable me ha enseñado a luchar por mis sueños. Gracias por ser mi roca y creer en mí incluso cuando yo dudaba. Este logro es un reflejo de todo lo que me has dado.

Dedicatoria a mis hermanas y hermano:

A mis queridas hermanas y a mi hermano, por estar siempre a mi lado, brindándome su apoyo incondicional y alentándome a seguir intentando aun cuando todo parecía difícil. Gracias por darme la confianza y fuerza que necesitaba para superar mis miedos y alcanzar esta meta.

AGRADECIMIENTOS

Quiero empezar agradeciéndole a Dios por iluminarme y ser mi guía, por darme salud, fortaleza, perseverancia y sabiduría en este largo proceso en el cual culmino una etapa de mi vida.

A mis padres, hermanos, tía, prima y amistades cercanas, gracias por formar parte de mi vida, les agradezco sus consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida, incluyendo las noches de desvelos.

Un agradecimiento especial a mis hermanas **Norma** y **Yari**, por siempre escucharme, apoyarme y brindarme soluciones a problemas que, en su momento, parecían imposibles de resolver. A mis amigas **Nataly**, por ayudarme, escucharme y cambiar mi ambiente con su compañía y un rico café, y a **Carolina, Denisse y Deyka**, por aconsejarme cuando yo misma no podía pensar con claridad.

A mi **tía Zoila**, gracias por preocuparte por mí y siempre pensar en mi bienestar. Tu apoyo y cariño hicieron más llevadero este proceso.

Extiendo mi gratitud a mis profesores de la Facultad de Arquitectura y Diseño, especialmente a mis asesores, los arquitectos **Carlos Alvarado y Carlos Quintero**, por compartir sus conocimientos y orientarme en el desarrollo de este trabajo de graduación.

Finalmente, dedico un agradecimiento especial a todas las personas que, ya sea estén aquí conmigo o en mis recuerdos, han formado parte de mi vida. Su apoyo y bendiciones han sido fundamentales para que hoy pueda alcanzar esta meta.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES Y TABLAS	vi
RESUMEN	x
INTRODUCCIÓN	1
JUSTIFICACIÓN	2
OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS	2
METODOLOGÍA DEL DESARROLLO DE LA TESIS.....	3
1. MARCO GENERAL.....	5
1.1 Antecedentes del problema	6
1.2 Análisis del planteamiento del problema	8
1.2.1 La gestión de los desechos sólidos y su tratamiento.....	8
1.2.2 Disposición final.....	9
1.2.3 Pérdida en potencial de materiales reciclables.....	10
1.2.4 La participación de la sociedad.....	11
1.2.5 Limitaciones del reciclaje y alternativas innovadoras	12
2. MARCO TEÓRICO I PLANTA DE TRATAMIENTO	13
2.1 Base teórica de una planta de tratamiento de residuo sólidos urbano ..	14
2.1.1 Plan de gestión integral de residuos de Panamá.....	14
2.1.2 Conceptos y definiciones (Centro de tratamiento y eliminación)	15
2.1.3 Procesos de un Centro de tratamiento y eliminación.....	16
2.2 Criterios generales de diseño	18
2.2.1 Planta de compostaje	19
2.2.2 Planta de reciclaje y Planta de tratamiento mecánico	20

2.3	Arquitectura industrial sostenible	23
2.3.1	Materiales industriales y sostenibles	24
2.4	Guías y pautas internacionales.....	25
2.5	Análisis crítico / Referencias arquitectónicas.....	25
3.	ESTUDIO DE MACRO LOCALIZACIÓN Y MICRO LOCALIZACIÓN	29
3.1	Estudio de Macro localización (Análisis Distrital).....	30
3.1.1	Aspectos Geográficos.....	30
3.1.2	Dimensión Urbana.....	32
3.2	Estudio de Micro localización (Análisis Local)	37
3.2.1	Criterios de selección	37
3.2.2	Selección del sitio	38
3.2.3	Análisis del sitio - Factores urbanos	41
3.2.4	Análisis del lote.....	45
4.	PROPUESTA ARQUITECTÓNICA	49
4.1	Planteamiento del proyecto arquitectónico	50
4.2	Criterios específicos de diseño	50
4.2.1	Resumen de cálculos, dimensión de los espacios.....	50
4.2.2	Normas de zonificación	52
4.2.3	Normativas para estacionamiento	53
4.2.4	Normativas de la NFPA	53
4.2.5	Pautas de diseño utilizadas	54
4.3	Programa de diseño	55
4.4	Proceso de diseño	58
4.5	Propuesta Arquitectónica.....	63
4.6	Visualizaciones	80

4.7	Sistema constructivo.....	90
4.8	Materialidad utilizada	92
4.9	Sistemas e instalaciones de equipos especiales	94
5.	COSTOS	97
5.1	Costo del proyecto.....	98
CONCLUSIÓN		105
RECOMENDACIONES		106
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		107
ANEXOS		114

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES Y TABLAS

El contenido gráfico de esta memoria descriptiva se ha estructurado de la siguiente forma: Figuras (fotografías ilustrativas, representaciones gráficas – digitales, dibujos y mapas), tablas (recopilación de datos generales distribuidos de forma ordenada) y visualizaciones (vistas 3D de las propuestas de diseño arquitectónico).

- **ÍNDICE DE ILUSTRACIONES - FIGURAS**

Figura 1. Diagrama de Flujo	4
Figura 2. Comparación del área de recolección de los desechos de la ciudad de David	7
Figura 3. Diagrama de la recolección de los residuos sólidos por corregimiento	8
Figura 4. Modelo actual de gestión de los residuos sólidos en el distrito de David	9
Figura 5. Vertedero de David.....	10
Figura 6. Gráfica de la composición de los desechos	11
Figura 7. Fotografías del auto reciclaje en la UTP de Chiriquí	12
Figura 8. Modelo de gestión integral de residuos	14
Figura 9. Diagrama del manejo de residuos sólidos no peligrosos y sus tratamientos	15
Figura 10. Fotografía del interior de una planta de reciclaje del área de clasificación manual, en México	17
Figura 11. Fotografías de los sistemas abiertos y los sistemas cerrados.....	18
Figura 12. Comparación de los tipos de naves industriales y circulaciones de aire .	19
Figura 13. Planta de compostaje con sistemas mixtos.....	20
Figura 14. Comparación de circulación y espacios por la maquinaria.....	21
Figura 15. Esquema de pretratamiento mecánico y planta de reciclaje (Maquinaria y circulación).	22
Figura 16. Componentes de la arquitectura industrial sostenible	23
Figura 17. Edificio SHED	24
Figura 18. Materiales industriales y sostenibles	24
Figura 19. Planta de Valorización y eliminación R.S.U.....	26
Figura 20. Planta de tratamiento de residuos	26

Figura 21. Planta de tratamiento de residuos / Batlleiroig.	27
Figura 22. Centro de reciclaje Smestad	28
Figura 23. Localización del Distrito de David en la República de Panamá.....	31
Figura 24. Evolución de la expansión urbana por la infraestructura pública en David	33
Figura 25. Sistema de alcantarillados sanitarios del centro urbano del distrito de David	34
Figura 26. Mapa de expansión de las áreas urbanas.....	35
Figura 27. Mapa de Zonificación y Vía de Circunvalación (Norte y Sur)	36
Figura 28. Lotes propuestos para el desarrollo del proyecto	38
Figura 29. Polígono 1	39
Figura 30. Polígono 2	40
Figura 31. Ubicación y vistas del entorno del sitio	43
Figura 32. Zonificación del área del sitio	44
Figura 33. Forma y superficie del lote seleccionado.....	45
Figura 34. Análisis topográfico y secciones.....	46
Figura 35. Secciones del polígono	46
Figura 36. Dirección de los vientos, sol y vegetación	47
Figura 37. Fotos del polígono	48
Figura 38. Normas de ordenamiento territorial para el distrito de David.....	52
Figura 39. Ejemplos de muelles de carga	54
Figura 40. Boceto conceptual de diseño 1	58
Figura 41. Boceto conceptual de diseño 2 de recorridos y entradas.	59
Figura 42. Boceto conceptual de diseño – distribución de áreas 3.....	60
Figura 43. Diagrama del proceso de diseño	61
Figura 44. Diagramas de distribución de áreas	62
Figura 45. Diagrama de proceso de Planta de TM	66
Figura 46. Diagrama de procesos de la Planta de Compostaje.....	67
Figura 47. Visualización del proyecto completo.....	80
Figura 48. Visualización del proyecto	81
Figura 49. Visualización del proyecto, porta cochera	81

Figura 50. Visualización del proyecto, garita área de pesaje	82
Figura 51. Visualización del proyecto, vista de planta de compostaje	82
Figura 52. Visualización del proyecto, vista lateral derecha de planta de compostaje	83
Figura 53. Vista interior del vestíbulo	83
Figura 54. Visualización del proyecto, vista de recepción	84
Figura 55. Visualización del proyecto, salón de conferencias	84
Figura 56. Visualización del proyecto, taller 1	85
Figura 57. Visualización del proyecto, área de exposición	85
Figura 58. Visualización del proyecto, observatorio	86
Figura 59. Visualización del proyecto, vista de foso de recepción.....	86
Figura 60. Visualización del proyecto, Vista de clasificación manual de orgánicos...	87
Figura 61. Visualización del proyecto, Vista de clasificación manual de inorgánicos	87
Figura 62. Visualización del proyecto, Vista de reciclaje de plásticos	88
Figura 63. Visualización del proyecto, fabricación de bloques y almacenaje	88
Figura 64. Visualización del proyecto, Recepción de compostaje	89
Figura 65. Visualización del proyecto, pilas de maduración	89
Figura 66. Diagrama estructural del proyecto.....	91
Figura 67. Planta de tratamiento modular	95
Figura 68. Criterios de diseño de rampa	114
Figura 69. Criterios de diseño de estacionamientos.....	115
Figura 70. Detalles generales de estacionamiento.....	115
Figura 71. Criterios de diseño de Servicios sanitarios.....	116
Figura 72. Criterios de diseño de ascensores y resguardos.....	117

- ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores para la ponderación	37
Tabla 2. Ponderación de polígonos	41
Tabla 3. Costos Preliminares	99
Tabla 4. Costos directos	99

Tabla 5. Costos indirectos.....	99
Tabla 6. Costos de equipos y sistemas especiales.....	100
Tabla 7. Costos totales del proyecto.....	100
Tabla 8. Costos de áreas cerradas del Edificio A	101
Tabla 9. Costos de áreas cerradas del Edificio B	102
Tabla 10. Costos de áreas semi abiertas del Edificio C.....	103
Tabla 11. Costos de áreas cerradas del Edificio C	104
Tabla 12. Costos de áreas abiertas	104

RESUMEN

Este trabajo de grado propone el diseño de una planta tratamiento de residuos sólidos de resto y orgánicos en David, Chiriquí. El proyecto tiene como objetivo principal elevar la calidad de vida en el distrito, mediante un diseño arquitectónico, que optimice el manejo de residuos, reduzca el volumen de desechos en el vertedero y ofrezca espacios educativos, que promuevan el cuidado del medioambiente.

La metodología utilizada sigue un enfoque de investigación aplicada y metodología de proyecto, combinando teoría y práctica para resolver un problema real, mediante etapas secuenciales como análisis preliminar, diagnóstico del sitio, desarrollo de propuestas y evaluación de costos. Esta estructura permite diseñar una propuesta arquitectónica práctica y funcional, respaldada en análisis teóricos y necesidades específicas para el proyecto.

Como resultado, se plantea una edificación que maximiza la funcionalidad en el tratamiento de residuos e integra áreas educativas para la comunidad. Las conclusiones resaltan la urgencia de contar con infraestructura adecuada, para minimizar los impactos ambientales y aprovechar los residuos como recursos, así como la importancia de fomentar la educación ambiental.

Palabras clave: Planta de reciclaje de resto, arquitectura sostenible, gestión de residuos, diseño arquitectónico, eficiencia energética, educación ambiental.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo de graduación se enfoca en el desarrollo de un proyecto arquitectónico, orientado a la gestión de residuos sólidos en el distrito de David, Chiriquí. Proponiendo una solución sostenible y energética, para mejorar la gestión de residuos en Panamá, integrando aspectos arquitectónicos.

A lo largo de los cinco capítulos se analizan y explican diversos aspectos de la gestión de residuos y el proyecto RECI- DAVID, como el contexto de la gestión de residuos, antecedentes, y estadísticas, además de la participación ciudadana en el reciclaje. En el marco teórico - conceptual, se exponen los conceptos básicos de la clasificación y los procesos de residuos, junto con el modelo de gestión de Panamá.

En el tercer capítulo se presentan los estudios de localización, se analizan opciones de emplazamiento para el proyecto, considerando factores naturales y urbanísticos. En el capítulo de diseño se detallan los criterios de diseño, el concepto de diseño y el programa de áreas, así como los planos y visualizaciones 3D del edificio. Finalmente, en el quinto capítulo, se abordan los costos directos, indirectos y totales, estimando la viabilidad económica del proyecto.

En conjunto, el trabajo plantea una solución integral que podría mejorar significativamente y facilitar la gestión de residuos en la región. A través de un diseño arquitectónico contemporáneo, promoviendo prácticas sostenibles, la participación responsable y activa de la comunidad.

TÍTULO: Diseño de las edificaciones de RECI-David

- **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:** Ambiente y sostenibilidad
- **SUB-LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:** Diseño sostenible

JUSTIFICACIÓN

El incremento de la contaminación al medioambiente ha causado preocupación a nivel mundial, nacional y municipal, en donde los factores de crecimiento de la población y la actividad económica son las principales razones del aumento en la generación de residuos sólidos. Por lo cual, la implementación de instalaciones dirigidas al manejo de residuos sólidos crearía los siguientes beneficios e impactos positivos en el distrito de David:

1. Evitar graves daños en el entorno por los desperdicios e incendiarios que provocan un impacto inmediato en el ambiente, al depositar los desechos sin algún tipo de tratamiento.
2. Disminución de la cantidad de residuos que se envían al relleno sanitario.
3. Aprovechar los residuos sólidos destinados al relleno sanitario municipal, dando la oportunidad de reutilizarlos y obteniendo una valorización de estos.

De no resolver la problemática a largo plazo pueden causar la pérdida de los recursos, afectaciones en la salud de la población por el deterioro del medioambiente.

OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS

- Objetivo general:

Mejorar la calidad de vida de los habitantes del distrito de David, mediante el diseño arquitectónico de edificaciones dirigidas al manejo de residuos sólidos, que permita aprovecharlos para beneficio de la población, reducir el volumen de desechos en el vertedero y el impacto al medioambiente.

- Objetivos específicos:

- Aumentar la productividad de los desechos sólidos del vertedero Municipal de David, por medio de un diseño arquitectónico industrializado de un Centro tratamiento de residuos sólidos de resto y orgánico.

- Brindar espacios educativos dirigidos a promover medidas preventivas, mostrar el proceso del manejo de los residuos sólidos y concientizar al cuidado del medioambiente.
- Establecer armonía y equilibrio en el sitio por medio de una arquitectura sostenible.

METODOLOGÍA DEL DESARROLLO DE LA TESIS

ETAPA I: Estudios preliminares:

Esta etapa comprende desde los primeros pasos investigativos del proyecto como identificación del problema, las justificaciones, los objetivos, específicamente la formulación del proyecto, la cual forma el protocolo de tesis.

ETAPA II: Investigación Teórica

Elaboración del marco teórico, se analizan las bases teóricas y tecnológicas que determinen los aspectos funcionales del proyecto.

ETAPA III: Análisis del proyecto y características

Estudio de las necesidades del proyecto como las áreas requeridas en el proyecto, necesidades de espacio, programa de diseño arquitectónico, etc.

ETAPA IV: Análisis de sitio

Se realizó un diagnóstico del sitio tomando en cuenta su ubicación, su dimensión y forma, sus características, la infraestructura existente en el área, los equipamientos urbanos, zonificación existente, entre otros.

ETAPA V: Desarrollo de Anteproyecto

Esta sección se centra en el desarrollo de la propuesta:

- **Prefiguración del proyecto:** En esta fase se realizaron los pasos necesarios para la prefiguración de este, a través de la ejecución del diseño conceptual de estrategia.

- **Presentación arquitectónica:** Se presenta arquitectónicamente el proyecto, incluyendo localización, planta arquitectónica, Secciones, Elevaciones y Vistas 3D (interno y externo).

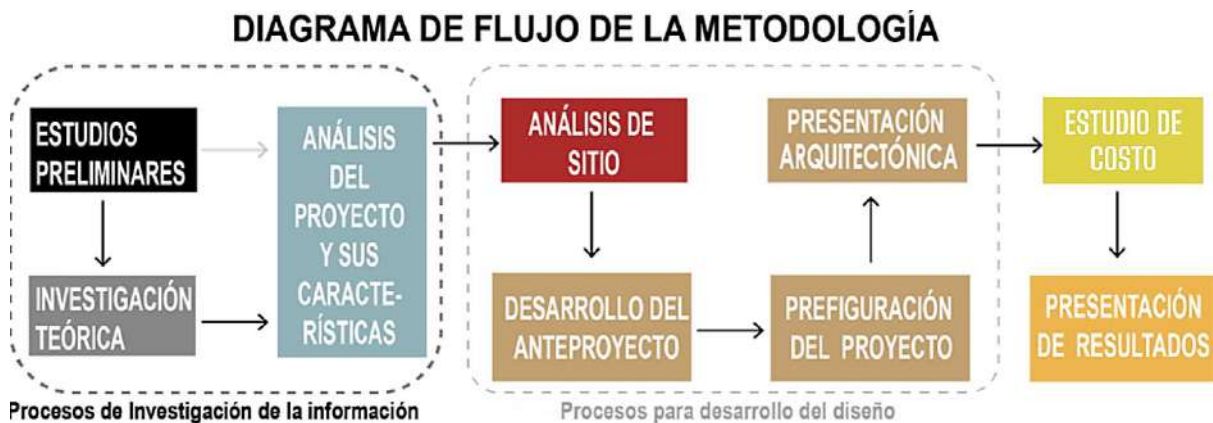
ETAPA VI: Estudio de Costo

En esta sección se realizó el estudio de la estimación de costos del proyecto a nivel arquitectónico.

ETAPA VII: Presentación de Resultados

Se presenta la redacción del informe de tesis, la presentación y sustentación de la tesis.

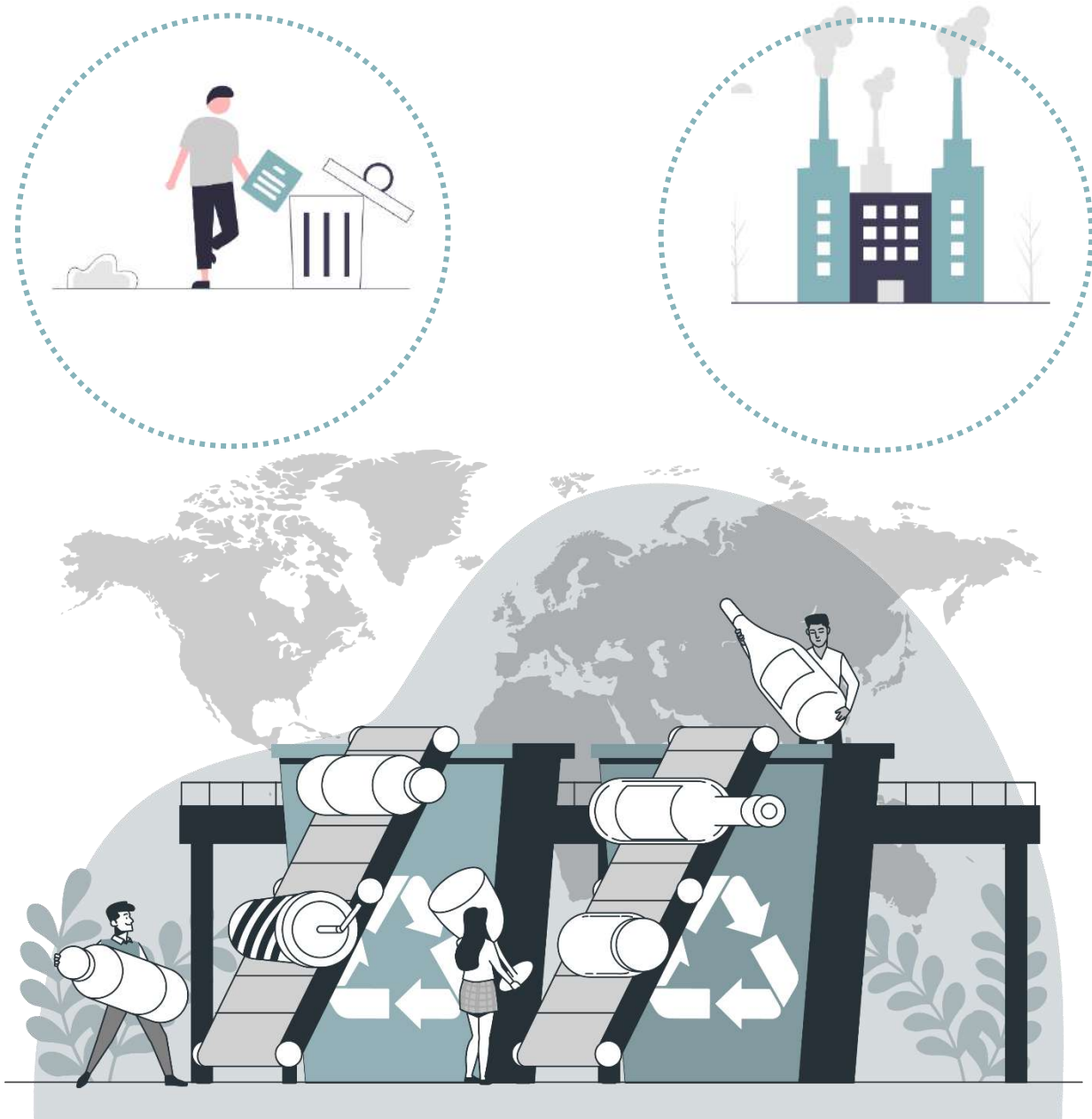
Figura 1. Diagrama de Flujo



Fuente: Elaborado por la autora

MARCO GENERAL

CAPÍTULO 1

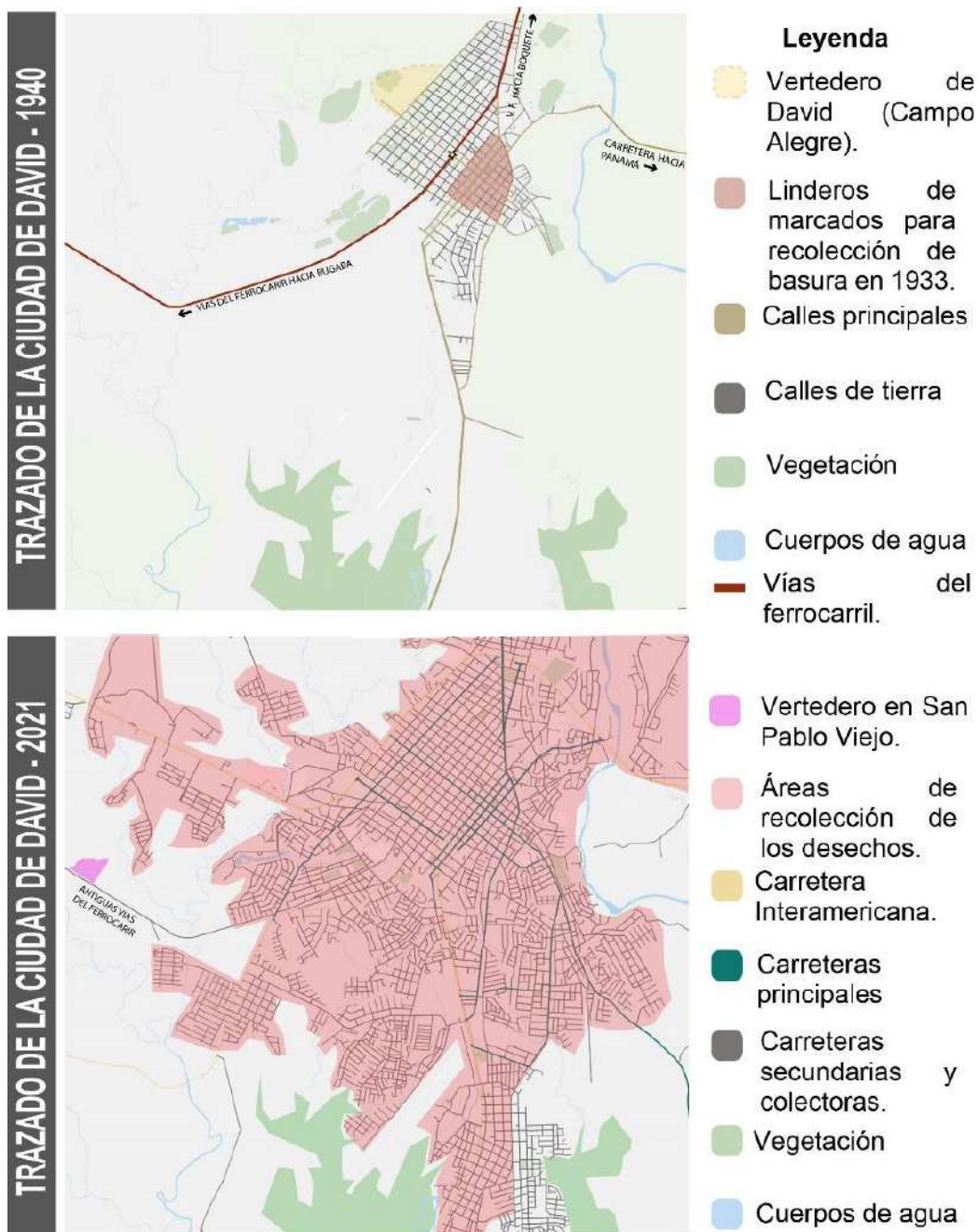


1.1 Antecedentes del problema

Desde antes de ser creado el municipio de David, sus principales actividades económicas eran la agricultura, la ganadería y el comercio. Estas actividades tienen un problema continuo con la basura, ya que, al no contar con un lugar municipal para su depósito, esta es enterrada en las viviendas, siendo esta una práctica de antaño (R., 1949). No es hasta 1933 que se establece un servicio de recolección de basura en el distrito de David, por la preocupación de la comunidad al utilizar los pozos abandonados como depósitos de basura, causando criaderos de mosquitos, moscas, focos de infección, etc. Por ello, se implementó un sistema de recolección de basura, designando a Campo Alegre como el sitio para los desechos. Se estableció un horario de recolección y una ruta específica dentro de los límites urbanos, mientras que las áreas fuera de esos límites aún podían enterrar o quemar sus desechos hasta que el servicio se ampliara. (O., 1974). Treinta años después, por el crecimiento de la ciudad, se muda el Vertedero de Campo Alegre a San Pablo Viejo, frente a las vías del ferrocarril.

En 2003, el municipio, en vista de la problemática del manejo de los desechos por el crecimiento poblacional, contrata la empresa Servicios Ambientales de Chiriquí (SACH), para la recolección de desechos (Consejo municipal del distrito de David, 2003). Con el transcurso del tiempo y el crecimiento urbano, se comienza a percibir en las áreas aledañas la contaminación por el vertedero. Es en 2015, inician estudios a nivel nacional, para analizar la situación de los vertederos y mejorar la gestión de los desechos sólidos. El objetivo de estos estudios era crear una guía que abarcara la clasificación de residuos, la normativa y la infraestructura necesaria. En 2017, se determinó que la gestión de residuos seguía siendo ineficaz, principalmente por la falta de coordinación entre las entidades responsables, lo que dio paso a la implementación del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos. (INECO, 2017)

Figura 2. Comparación del área de recolección de los desechos de la ciudad de David



Fuente: Elaborado por la autora sobre información del libro La historia de la ciudad de David. (O., 1974)

1.2 Análisis del planteamiento del problema

Actualmente la Autoridad de Aseo Urbano y Domicilio (AAUD) supervisa el Plan de gestión para los desechos 2017-2023 de 63 vertederos de Panamá, el cual busca posicionar al país como líder en gestión de residuos en Latinoamérica. No obstante, la ausencia de instalaciones de tratamiento y la inadecuada gestión de desechos, impactan negativamente estos avances.

1.2.1 La gestión de los desechos sólidos y su tratamiento

Según un análisis y estudio realizado por la INECO y la AAUD, del 2015 al 2017 reveló grandes diferencias en la forma de gestión de los residuos a nivel nacional. La provincia de Chiriquí genera 11 % de los residuos sólidos, del cual el distrito de David posee 4 % con 174,083 habitantes (Banco Interamericano de Desarrollo (BID), 2021). A pesar de ello, la gestión de los desechos en David no ha cambiado de manera significativa, como se muestra en la **Figura 3**. Solo una minoría de los residuos son reciclados por organizaciones, mientras que el servicio de SACH cubre el 50 % del distrito, por lo que en algunos corregimientos se utiliza recolección privada.

Figura 3. Diagrama de la recolección de los residuos sólidos por corregimiento



Elaborado por la autora sobre cuadro de la INECO. (INECO, 2017)

En cuanto a infraestructuras de tratamiento de residuos sólidos y almacenamientos temporales de residuos en David, cabe destacar que no hay. Por lo cual, los desechos

recolectados por los el SACH se trasladan directamente al vertedero, donde son vertidos sin tratamiento.

Figura 4. Modelo actual de gestión de los residuos sólidos en el distrito de David



Elaborado por la autora sobre flujograma de la INECO. (INECO, 2017)

1.2.2 Disposición final

Según la Autoridad de Aseo (AA), el vertedero a cielo abierto del distrito de David sigue sin contar con mallas de impermeabilización del suelo y cobertura. Por ende, la lluvia genera lixiviados¹ contaminantes que afectan de las aguas subterráneas y el suelo, debido a la carga bacteriana que posee. Esta situación se agravó en pandemia, ya que los residuos domiciliarios, como mascarillas, ahora se consideran desechos peligrosos. Además, la quema incontrolada de residuos en el vertedero libera humo tóxico, perjudicando la salud de la población, y a veces el fuego se inicia de manera espontánea por las altas temperaturas y la presencia de compuestos volátiles.

¹ Líquidos formados por los residuos generalmente tóxicos

Figura 5. *Vertedero de David*



Fuente: (Autoridad de Aseo Urbano y Domiciliario, 2015)

1.2.3 Pérdida en potencial de materiales reciclables

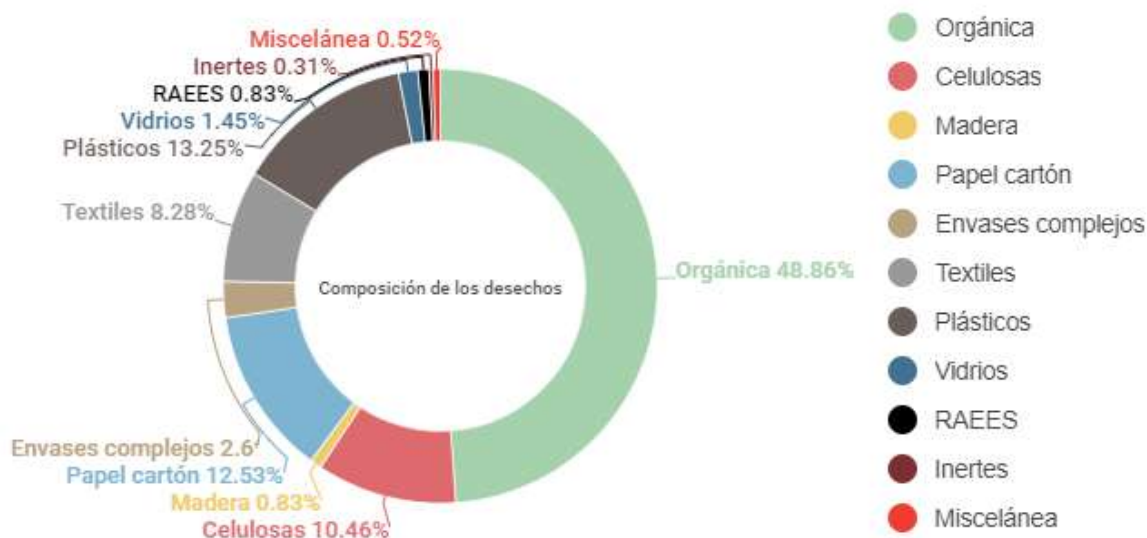
En el aspecto técnico, el informe presentado por la Autoridad de Aseo estipula que el distrito de David representa el 36 % de la generación de residuos en la provincia de Chiriquí, generando 40 % del total del distrito cerca de 78,475 Ton/año², de los cuales aproximadamente un 20 % era rescatable. También se determinó que la composición de los residuos sólidos del distrito de David, clasificados por actividad doméstica y económica, están compuestas, tal como se muestra en la **figura 6**, en su mayor parte de residuos orgánicos (47.2 %), plásticos (12.8 %) y, papel y cartón (12.1 %) (INECO, 2017). Estos resultados fundamentan la posibilidad de utilizar sistemas de tratamiento biológicos como el compostaje y la biometanización, con el objetivo de aprovechar la fracción de la materia orgánica.

Además, los estudios realizados por el Departamento de Biología de la Universidad Autónoma de Chiriquí (Pino, 2020), indican que cada familia en la ciudad de David produce plástico reciclable por semana 1.93 kg hasta 4,08 kg en un mes, señalando la variabilidad del poder adquisitivo de la familia, mensualmente sería en promedio 3.25 kg y en términos de la cantidad por viviendas en la provincia de Chiriquí son 134,369

² Al contar con una recolección de 40 % en el total del distrito no se conoce la cantidad de toneladas totales en el distrito, producidas anualmente a nivel distrital. INECO, Diagnóstico de la situación actual, Cuestionario para alcaldes, pág. 458.

toneladas diarias, de las cuales se podrían obtener anualmente 41,923 toneladas de plástico que se podrían reciclar.

Figura 6. Gráfica de la composición de los desechos



Elaborado por la autora sobre cuadro de la INECO (INECO, 2017)

1.2.4 La participación de la sociedad

Si bien es conocida la problemática de los desechos sólidos y la contaminación que provocan en el ambiente, se atribuye a los ciudadanos mayor responsabilidad en la generación de sus propios residuos. Puesto que se requiere la voluntad de las personas y el compromiso de los gobiernos, para lograr crear una cultura por el reciclaje. En el distrito David se dio la menor asistencia con un 24 % en el primer taller de lanzamiento para notificar el inicio del Plan Nacional de Residuos (INECO, 2017). Aunque no se ve mucha participación de los habitantes, existen organizaciones de reciclaje (GEMADIS, UTP vida y ambiente, entre otras) que contribuyen en formar puntos de acopios temporales para los ciudadanos que quieran reciclar con apoyo de la alcaldía de David. Además de algunas barridas privadas que utilizan un sistema de reciclaje vecinal, para la recolección de los residuos.

Figura 7. Fotografías del auto reciclaje en la UTP de Chiriquí



Fuente: Imágenes de Instagram (GEMADIS, OBC, 2023)

1.2.5 Limitaciones del reciclaje y alternativas innovadoras

En el proceso de reciclaje, diversos factores determinan si un material puede ser reutilizado o clasificado como desecho. Por ejemplo, cartones y papeles mojados o contaminados con aceite pierden su capacidad de reciclaje, ya que estas sustancias alteran la estructura de las fibras. De manera similar, las tintas de colores distintos al negro dificultan el proceso de depuración para obtener fibras limpias y reutilizables. En cuanto al plástico PET, utilizado en envases y botellas, puede reciclarse entre 6 y 7 veces, antes de que sus propiedades físicas se degraden, limitando su utilidad (REPETCO, s.f.). Estas limitaciones técnicas, junto con los estándares establecidos por las plantas de reciclaje y las demandas del mercado, generan inevitablemente desperdicios. En países de América Latina, como México, Colombia, Chile y Costa Rica, se han comenzado a implementar innovaciones en el uso de PET como material de construcción, especialmente en la fabricación de viviendas sostenibles.

A partir del análisis realizado, se identifica la necesidad de atender la falta de instalaciones destinadas al manejo adecuado de los residuos sólidos domiciliarios, comerciales y agrícolas en el distrito de David. Esta problemática se deriva del impacto negativo de los desechos, que representan una pérdida significativa de materiales y recursos, además de un riesgo considerable para la salud y el medioambiente.

MARCO TEÓRICO I PLANTA DE TRATAMIENTO

CAPÍTULO 2

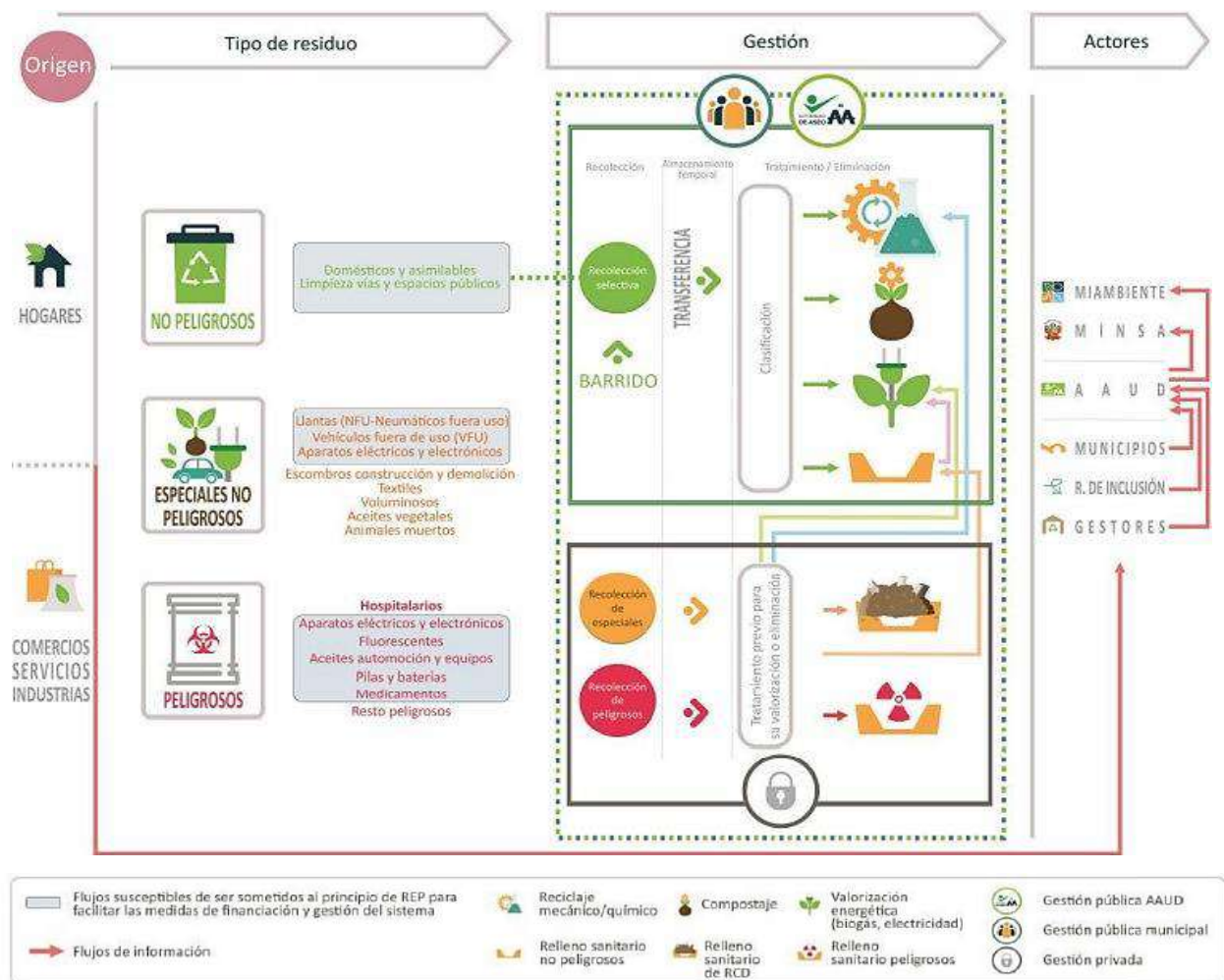


2.1 Base teórica de una planta de tratamiento de residuo sólidos urbano

2.1.1 Plan de gestión integral de residuos de Panamá

En Panamá se utilizará un modelo de gestión de residuos implementado por la AAUD, este plan consiste formar una planificación a nivel nacional reubicando los rellenos sanitarios, define los tipos de infraestructuras para el tratamiento de los residuos y la clasificación de los residuos.

Figura 8. Modelo de gestión integral de residuos



Fuente: (INECO, 2017)

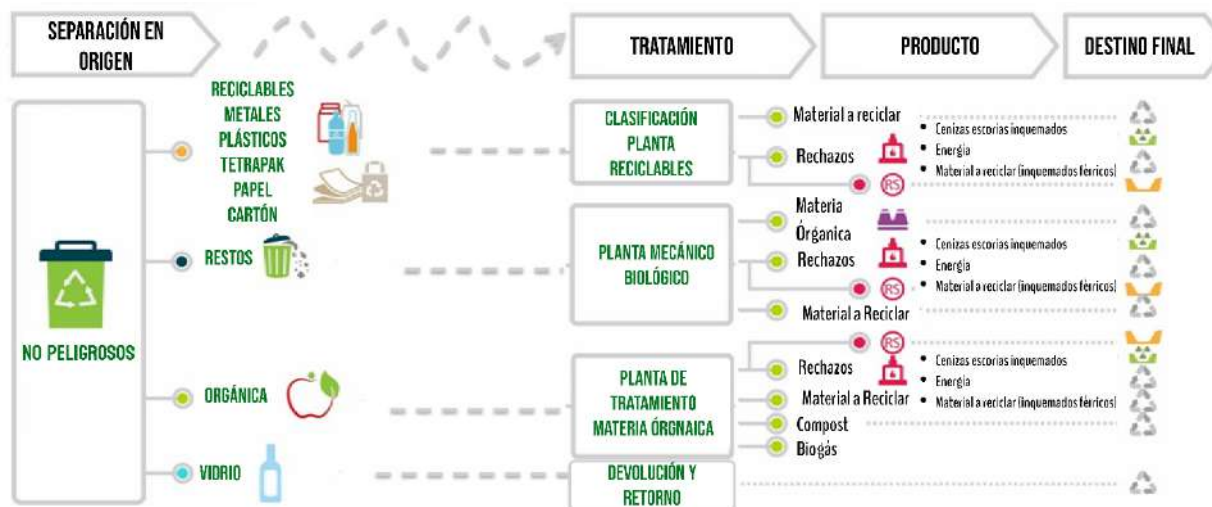
Desde el origen se separan de los residuos domésticos y económicos, definiendo los sistemas de recogidas, trasportes y tratamientos, siguiendo la jerarquía establecida

para los actores involucrados como se muestra la **Figura 8**. En este plan los residuos no peligrosos utilizarán infraestructuras específicas para valorización energética y reciclaje material, con el fin de tratar los desechos sólidos. Sin embargo, aún no se ha determinado la combinación exacta de estas infraestructuras, nombradas Centros de Tratamiento (CT) que integran diversas instalaciones.

2.1.2 Conceptos y definiciones (Centro de tratamiento y eliminación)

El Plan de gestión de los residuos sólidos de Panamá define un **Centro de tratamiento y eliminación** como: “*Aquellas infraestructuras en las que se procede al tratamiento -selección y clasificación, valorización y reciclaje-, y eliminación -vertederos, incineración, etc.- de los residuos*” (INECO). Este tipo de conjunto de infraestructuras depende del fraccionamiento escogido, el modelo de gestión de residuos sólidos de Panamá los divide en tres tipos señalados como; reciclables, orgánica y resto.

Figura 9. Diagrama del manejo de residuos sólidos no peligrosos y sus tratamientos



Fuente: (INECO)

Se definen las siguientes instalaciones de tratamientos para los residuos sólidos de Panamá mencionados en la **Figura 9**:

- Planta de reciclaje: Es una infraestructura dedicada a la recuperación y almacenamiento de materiales reciclables (papel, vidrio, plástico, etc.).
- Planta de tratamiento mecánico – biológico (TMB): Combina procesos físicos y biológicos para tratar residuos. Separa y clasifica materiales reciclables y trata lixiviados de residuos orgánicos. Puede incluir valorización energética o tratamiento térmico.
- Planta de compostaje (tratamiento biológico): Es una instalación donde se da el reciclaje de los residuos orgánicos, mediante un proceso biológico anaeróbico o aeróbico, con el fin de obtener compost o energía por medio de la vaporización.

2.1.3 Procesos de un Centro de tratamiento y eliminación

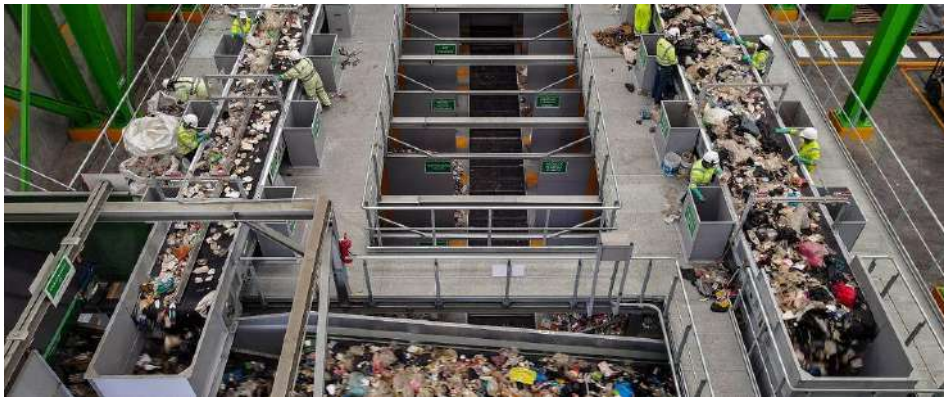
Los residuos inorgánicos y orgánicos pueden volver a convertirse en productos reutilizables mientras se tratan en centros de reciclaje, plantas de tratamientos de residuos sólidos, compostaje, entre otros. ¿Entonces qué ocurre después con la basura cuando los trasportes de basura llegan a estas plantas? Generalmente los camiones de basura llegan a sus respectivos puntos de descarga y vierten los residuos en un hueco recepción, donde se movilizan manual o mecánicamente para iniciar los procesos de separación, clasificación y reutilización de los residuos. Los residuos pasan por filtros que separan los orgánicos de los inorgánicos³. Los inorgánicos se clasifican por tipo de material (plástico, papel, metal, etc.), se limpian, trituran o embalan, y luego se almacenan para su transporte a plantas especializadas, donde se transforman para reutilización.

Mientras los orgánicos son separados y movilizados a la planta de compostaje, donde se almacenan los diferentes tipos de residuos orgánicos y vegetales (madera de poda, restos forestales, corteza, etc.). Una vez seleccionados, se mezclan para formar un estructurante y luego se transportan a una zona de descomposición, donde la mezcla se fermenta, pierde humedad y volumen. Después, la materia deja de

³ Este proceso se les da a los residuos denominados como “resto” ya que no los separan desde su origen, por lo cual se debe separar en plantas de TMB para recuperar las fracciones mezcladas.

madurar en hileras o pilas, esperando a secarse. Luego el compost pasa por una máquina para cortar el estructurante, posterior a esto, se almacena el compost. Los residuos rechazados son transportados al relleno sanitario.

Figura 10. *Fotografía del interior de una planta de reciclaje del área de clasificación manual, en México*



Fuente: Tomada de (Telvisanews, 2021)

Se debe señalar que el proceso de compostaje puede variar por los sistemas de compostaje que se utilicen en la planta. Se clasifican en sistemas abiertos, cerrados y mixtos. Tal como se muestra en la **figura 11**, los sistemas abiertos se basan en la elaboración de pilas (agrupamiento de residuos orgánicos mezclados amontonados en forma triangular, con una altura menor de 2,7 metros, y sin limitación a su longitud) con diferentes sistemas de aireación. Mientras los sistemas cerrados permiten el control total del compostaje en espacios sellados como túneles, naves y contenedores que requieren menos espacio para tratar la materia orgánica. Algunos no alcanzan el estado de maduración del compost, por lo cual posteriormente se someten al proceso de compostaje en pilas, para terminar, estos se conocen como sistemas mixtos.

Figura 11. Fotografías de los sistemas abiertos y los sistemas cerrados

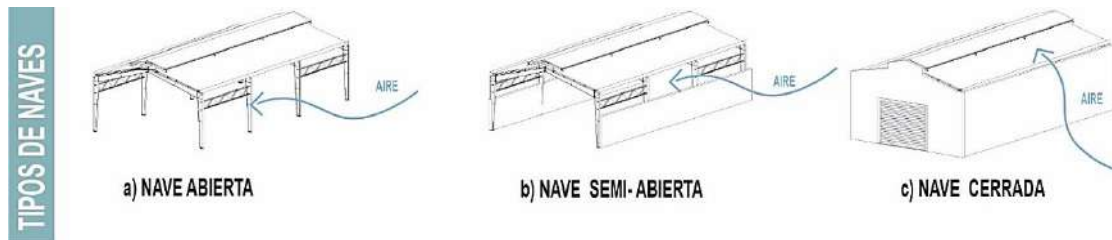


Fuente: Elaborado por la autora con imágenes tomadas de (Tortosa, 2015)

2.2 Criterios generales de diseño

Normalmente este tipo de edificaciones son grandes galeras industriales, que pueden ser abiertas, semiabiertas o cerradas, dependiendo del tipo de planta y sistemas de tratamiento de olores. Por sus aberturas o falta de ellas, tal como se muestra en la **Figura 12**, con la circulación del aire. En las plantas de compostaje y la planta de tratamiento mecánico, habitualmente se utilizan naves semicerradas para controlar el escape de malos olores y las naves cerradas utilizan sistemas de tratamiento de olores (la excepción está en la zona de pilas de compostaje la nave puede ser abierta). Mientras las plantas de reciclaje pueden optar por las tres, debido que los residuos no desprenden malos olores.

Figura 12. Comparación de los tipos de naves industriales y circulaciones de aire



Fuente: Elaborado por la autora

La ubicación de estas edificaciones es determinante según la guía de diseño de una planta de compostaje, se toman en consideración prioritariamente; las vías de acceso por el impacto del tráfico, alcantarillado, electricidad y la emisión de malos olores. En cuanto al dimensionamiento de la planta, realizar un cálculo de la cantidad de materiales orgánicos e inorgánicos a tratar, tanto en la planta de compostaje como en la planta de reciclaje o planta de TM (ver fórmulas en **anexos**).

2.2.1 Planta de compostaje

- **Espacios y circulación**

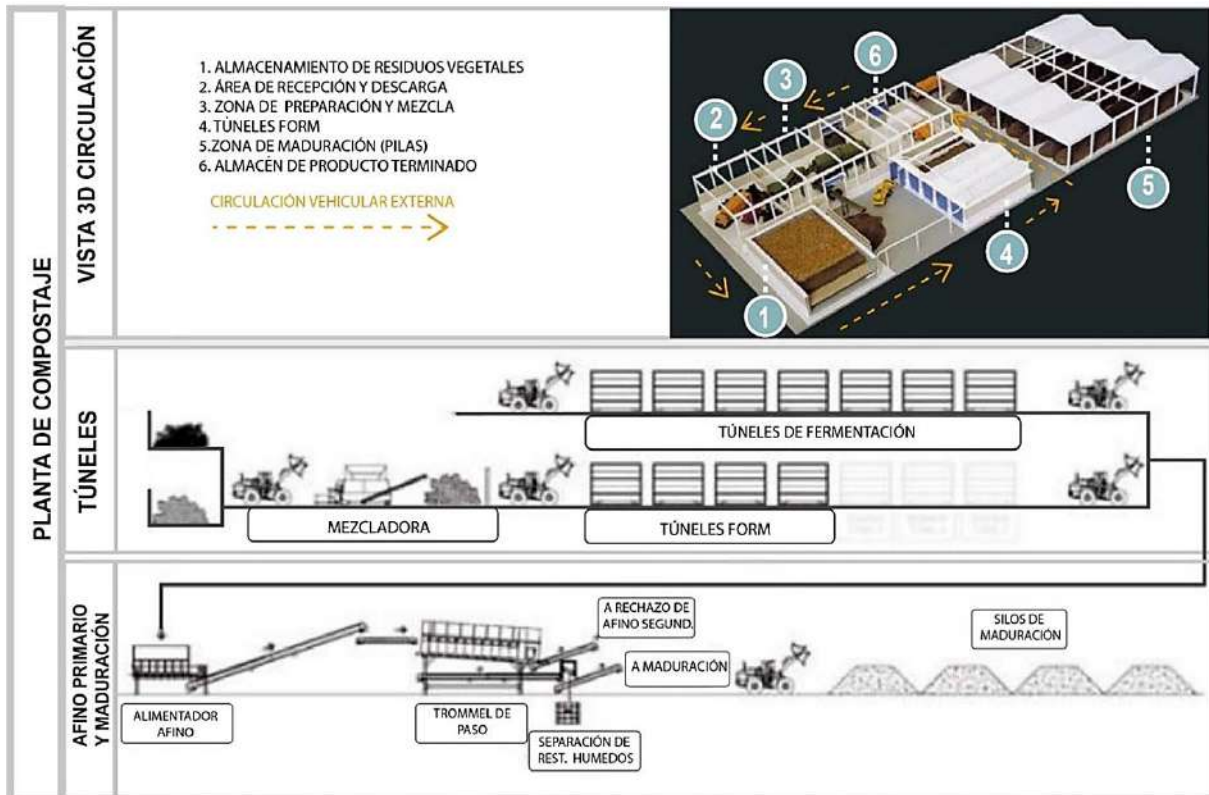
En una planta de compostaje para regular o acelerar la producción, se pueden utilizar varios sistemas de compostajes, los cuales determinan la funcionalidad de las áreas de la planta. Como se muestra en la **Figura 13**, no hay una circulación determinada en una planta de compostaje, los vehículos se movilizan conforme a las zonas del proceso de compostaje. Algunos espacios de circulación, de ser internos, pueden medir entre 3 – 6 metros (por el uso de las palas mecánicas).

- **Sistemas tecnológicos:**

Para determinar cuál sistema de compostajes usar, se considera el tiempo de ejecución de las etapas de las áreas de descomposición y maduración, ya que determinan las necesidades para completar el proceso del compostaje. Estas áreas se

calculan para estimar la superficie necesaria, pero estos cálculos no incluyen la superficie del movimiento de la maquinaria. ⁴

Figura 13. Planta de compostaje con sistemas mixtos



Fuente: Adaptado por la autora sobre esquema de (REMETA, 2017)

2.2.2 Planta de reciclaje y Planta de tratamiento mecánico

- **Espacio y circulación**

En las plantas de reciclaje y plantas de tratamiento mecánico, el diseño de los espacios y la circulación, se encuentran muy relacionadas al tipo de *sistemas tecnológicos, maquinaria y vehículos*. Estos espacios tienen que ser lo suficientemente amplios, para alojar la maquinaria que separará y clasificará los residuos sólidos, y

⁴ Véase para cálculos de superficie de la planta; Agencia de Residuos de Cataluña (ARC): Guía práctica para el diseño y la explotación de plantas de compostaje; pág. 48-49, 57 -58.

permitir la maniobra de los vehículos que circularán alrededor de la maquinaria, tal como se muestra en la **Figura 14**, donde se aprecian en la imagen las diferentes circulaciones dentro de la planta, garantizando un flujo eficiente de las operaciones.

Figura 14. Comparación de circulación y espacios por la maquinaria

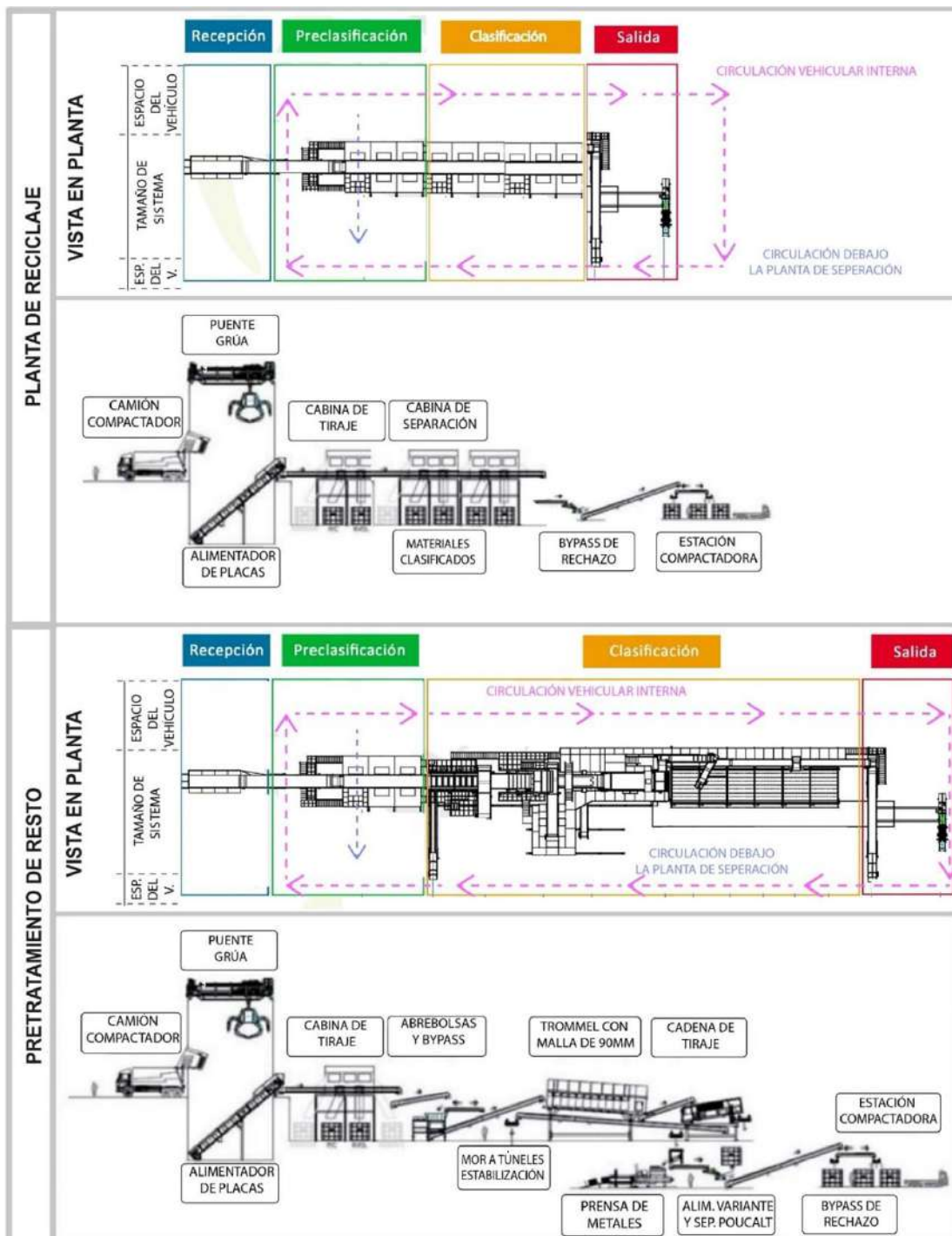


Fuente: Elaborado por la autora sobre imágenes de (BESTON, s.f.)

- **Sistemas tecnológicos:**

Los sistemas tecnológicos de una planta de reciclaje y una planta de tratamiento manual, consisten en equipos que clasifican y separan los materiales reciclables. Las máquinas pueden posicionarse de diversas formas en un espacio determinado, pero el proceso para instalaciones más pequeñas generalmente es de manera lineal, como se muestra en **Figura 15**, en ella se nombran algunos de los equipos que pueden utilizar de forma manual y mecánica. En el caso de utilizar vehículos internos se considera el espacio de maniobra con 3 metros.

Figura 15. Esquema de pretratamiento mecánico y planta de reciclaje (Maquinaria y circulación).



Fuente: Adaptado por la autora sobre esquema de (REMETA, 2017)

2.3 Arquitectura industrial sostenible

La arquitectura industrial sostenible⁵ es aquella que respeta su entorno y el medioambiente, teniendo en cuenta los materiales utilizados, el tipo de solución constructiva y el impacto que los edificios tienen en la sociedad y naturaleza. Esta arquitectura es cada vez más utilizada, se compone de tres factores principalmente; la sostenibilidad, la industrialización y la investigación tecnológica. La sostenibilidad busca satisfacer las necesidades actuales, el cuidado del medioambiente y el bienestar social.

Figura 16. Componentes de la arquitectura industrial sostenible



Adaptación de la autora. Imagen tomada de (Consuegra, 2018)

Además, la arquitectura industrial requiere investigación tecnológica para encontrar soluciones constructivas que reduzcan tiempos y costos. Se usa principalmente por su capacidad de adaptarse a las necesidades operativas, sistemas y actividades, sin importar la forma del edificio.

La arquitectura industrial sostenible persigue los siguientes parámetros:

- Consideración del clima, hidrografía y hábitat alrededor del edificio, para causar menor impacto, obteniendo el máximo rendimiento.

⁵ Véase sustentable/sostenible como proceso que puede perdurar en el tiempo por sí mismo (se sostiene), sin algún tipo de apoyo externo y que es compatible con los recursos de la región.

- La eficacia en el uso de materiales de construcción.
- La reducción del consumo de energía con fuentes de energía renovables.
- Considerar el *confort* higrotérmico, salubridad, iluminación y habitabilidad de las edificaciones.
- Tiempo de construcción de la edificación.

Figura 17. Edificio SHED



Fuente: (Jensen Architects, 2021)

2.3.1 Materiales industriales y sostenibles

En la arquitectura industrial los materiales se destacan por su accesibilidad de producción y permitir una construcción a ritmo acelerado; como el hormigón armado, los aceros, el vidrio, el policarbonato, entre otras. En la actualidad nuevas tecnologías sustentables han ayudado a crear nuevos materiales como los paneles inyectados de dos caras, aislantes y materiales ignífugos, aplicables a las edificaciones. Además, los materiales en construcción sostenibles se deben considerar accesibles en su obtención, sean locales, duraderos y de poco mantenimiento. Los materiales reciclados o de segunda mano, como la madera y el vidrio son altamente reutilizables, generando un ahorro económico a largo plazo.

Figura 18. Materiales industriales y sostenibles



Elaborado por la autora. Imágenes de (Kingspan, 2019) y (Punto sustentable, 2020)

2.4 Guías y pautas internacionales

Las plantas de tratamiento (RSU) pueden seguir ciertos lineamientos específicos, pero las necesidades y sistemas pueden variar de un país a otro, lo que dificulta establecer normas generales. Por este motivo, utilizan *guías o pautas* para definir los parámetros necesarios a seguir, para el diseño de plantas de tratamiento orgánicos o inorgánicos. Aunque no existe una estandarización definitiva para el diseño de estas infraestructuras, se mencionan las siguientes pautas generales que fueron revisadas para la elaboración de este trabajo.

- Guía práctica para el diseño y la explotación de plantas de compostaje. ARC.
- Criterios para la ubicación y cierre de infraestructura ambiental para el acopio, transferencia, separación y tratamiento de residuos sólidos urbanos y de manejo especial. SEMARNAT.
- Lineamientos para la construcción de estación de clasificación y aprovechamiento de residuos sólidos – ECA. Gobierno de Colombia.

Cada una de las pautas surgen de las experiencias de otros países, por ende, son lineamientos generales que deben establecer los primeros acercamientos, para conocer los criterios básicos o inevitables de las infraestructuras correspondiente a cada país.

2.5 Análisis crítico / Referencias arquitectónicas

- Proyecto: **Planta de tratamiento de residuos Algimia (2012)**

Ubicación: Valencia, España

Este proyecto destaca por su funcionalidad y circulación, enfocándose en las actividades de la planta de reciclaje. La separación de las visitas y la organización del espacio, desde el aparcamiento de autobuses hasta la sala de control y la nave de compostaje, optimizan la experiencia de las visitas sin interferir en el funcionamiento de la planta.

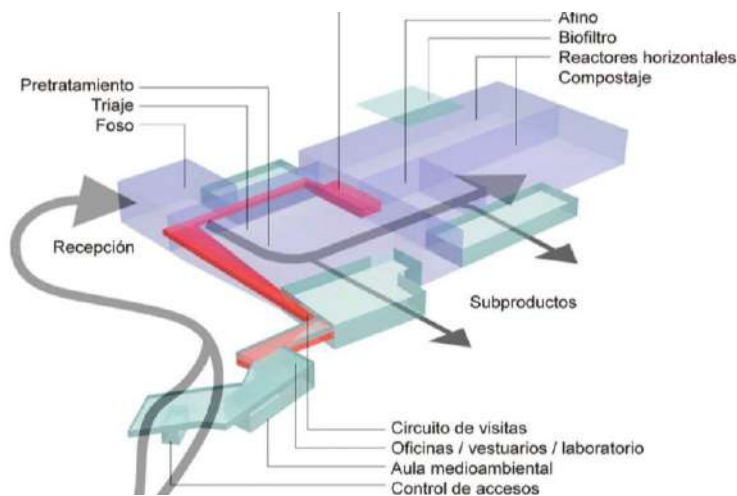
Figura 19. *Planta de Valorización y eliminación R.S.U.*



Nota: Se presentan las imágenes arquitectónicas más relevantes del proyecto. Imagen tomada de (*Plataforma Arquitectura, 2012*)

Por otro lado, interiormente cuenta con una sala de exposiciones, pasarelas de recorridos, separadas de las instalaciones por unas pantallas donde se podrán ver aquellas partes de la instalación, que por motivos funcionales no pueden acceder los visitantes. Además, utiliza materiales de bajo precio, industrializados y reciclables con el objetivo que al finalizar su vida útil pueda reciclarse la mayor parte.

Figura 20. *Planta de tratamiento de residuos*



Nota: Se presentan la imagen de la arquitectura del nivel superior, donde se ven las pasarelas de recorrido de los visitantes. Fuente: Imagen tomada de (*Plataforma Arquitectura, 2012*).

- Proyecto: **Planta de tratamiento de residuos (2010)**

Ubicación: Vacarisses, España

Planta de tratamiento de residuos Batlleiroig en España, es otra gran referencia arquitectónica para el proyecto, ya que resalta el impacto de la composición del techo, realizando un jardín seccionado en niveles de terrazas delimitadas por circunferencias, conformadas por rejillas de ventilación forzada, claraboyas, cubiertas de vegetales y arbustos nativos, los cuales en su mayor parte se encuentran de forma horizontal, aprovechando de esta forma la recolección de agua lluvia y la unión de varios edificios en uno solo, aportando cohesión al conjunto arquitectónico. Mientras las fachadas comprenden de pieles para obtener mejor circulación de ventilación y láminas flexibles, que pueden ser removidas en el futuro.

Figura 21. *Planta de tratamiento de residuos / Batlleiroig*



Nota: Se presentan las imágenes arquitectónicas más relevantes de proyecto. Adaptado por la autora. Fuente: Imágenes tomadas de (Plataforma Arquitectura, 2013)

- Proyecto: **Centro de reciclaje Smestad (2015)**

Ubicación: Noruega

El centro de reciclaje Smestad es un referente por su diseño arquitectónico semiabierto en un solo cuerpo, dividido en dos áreas principales: una para el público vehicular y otra para las operaciones. Se priorizó la logística del flujo vehicular, asegurando dimensiones adecuadas para las maniobras. Su diseño volumétrico destaca por un techo en forma de dientes de sierra prefabricados, con inclinaciones

similares a techos tropicales, pero sin aleros. Utiliza materiales de bajo impacto como ladrillos, hormigón, madera y acero expandido.

Figura 22. *Centro de reciclaje Smestad*



Nota: Se presentan las imágenes de arquitectura para visualizar el proyecto. Fuentes: Imágenes tomadas de (Plataforma Arquitectura, 2016)

ESTUDIO DE MACRO LOCALIZACIÓN Y MICRO LOCALIZACIÓN

CAPÍTULO 3



3.1 Estudio de Macro localización (Análisis Distrital)

En este estudio se verá la selección de la región o territorio donde se ubicará el proyecto.

3.1.1 Aspectos Geográficos

- **Localización y superficie**

El distrito de David es una de las divisiones que conforman la provincia de Chiriquí, situado en la república de Panamá. Tiene una superficie total de 868.4 km², una población de 206,809 habitantes y una densidad de 0,24 hab./km².

- **Límites**

Norte: distrito de Dolega, Boquete y Gualaca.

Sur: océano Pacífico.

Este: distrito de San Lorenzo y Gualaca.

Oeste: distrito de Alange y Boquerón.

- **División política**

El distrito de David consta de doce corregimientos desde el 2019. Los cuales son: David (Capital), Bijagual, Chiriquí, Cochea, Guacá, Las Lomas, Pedregal, San Carlos, San Pablo Nuevo, San Pablo Viejo, David Este y David Sur.

Figura 23. Localización del Distrito de David en la República de Panamá

REPÚBLICA DE PANAMÁ



PROVINCIA DE CHIRIQUÍ

- DISTRITOS:
1. ALANJE
 2. BARÚ
 3. BOQUERÓN
 4. BOQUETÉ
 5. BUGABA
 6. DAVID
 7. DOLEGA
 8. GUALACA
 9. REMEDIOS
 10. RENACIMIENTO
 11. SAN FELIX
 12. SAN LORENZO
 13. TIERRAS ALTAS
 14. TOLÉ



DISTRITO DE DAVID

- CORREGIMIENTOS:
1. BIJAGUAL
 2. COCHEA
 3. CHIRIQUÍ
 4. DAVID
 5. GUACÁ
 6. LAS LOMAS
 7. SAN CARLOS
 8. SAN PABLO NUEVO
 9. SAN PABLO VIEJO
 10. PEDREGAL
 11. DAVID ESTE
 12. DAVID SUR



Fuente: Elaborado por la autora sobre mapa de ordenamiento territorial de (Wikipedia, 2021)

3.1.2 Dimensión Urbana

- **Infraestructura y servicios públicos**

- *Alumbramiento público*

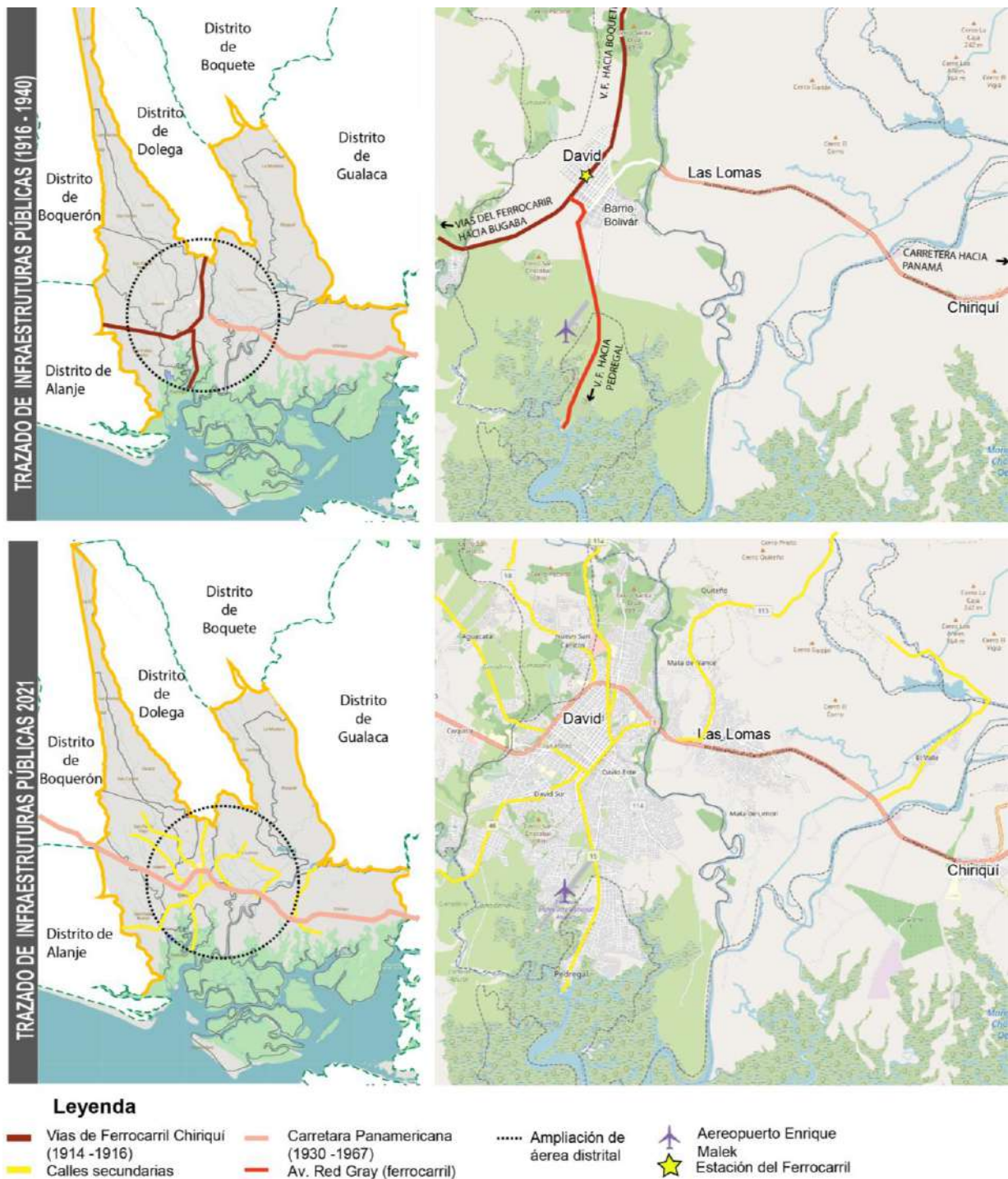
La mayor parte del distrito de David cuenta con alumbramiento público, beneficiando a gran parte de la población. La Empresa de Distribución Eléctrica Chiriquí S.A. (EDECHI) se encarga de la distribución eléctrica a nivel provincial.

- *Red vial (Influencia de la infraestructura pública en expansión urbana)*

Durante el siglo XX, el trazado urbano del distrito de David fue influenciado por la construcción de diversas infraestructuras públicas y medios de transporte. Este desarrollo comenzó principalmente con la construcción del ferrocarril de Chiriquí (1914-1916), la carretera interamericana (1936-1956), la carretera hacia Boquete (1949-1950) y el Aeropuerto Enrique Malek (1941). De todas estas infraestructuras, la carretera Panamericana tuvo el mayor impacto, ya que facilitó la creación de los poblados de Las Lomas y Chiriquí.

Al inicio del siglo XXI, se observó la expansión de varias calles secundarias en dirección a los distritos colindantes. Aunque la vía Panamericana sigue siendo la principal ruta de acceso a la ciudad, las ampliaciones realizadas no han logrado resolver el problema del congestionamiento vehicular. Para abordar esta problemática, se ha propuesto la construcción de la Vía de circunvalación de David, también conocida como vía norte y sur, como parte de un ambicioso plan de expansión que busca mejorar la red vehicular del distrito.

Figura 24. Evolución de la expansión urbana por la infraestructura pública en David



Fuente: Elaborado por la autora

- *Transporte terrestre*

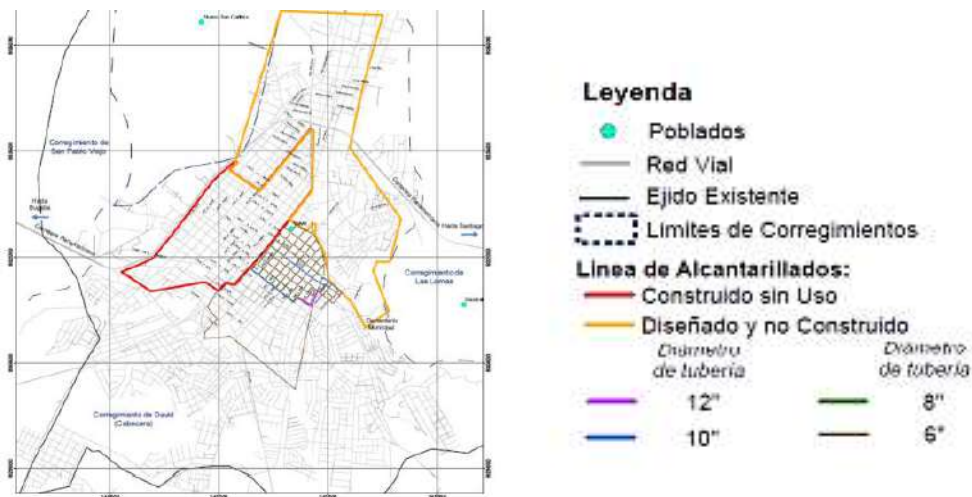
El distrito ofrece transporte interno y externo. El servicio interno incluye rutas urbanas y de circunvalación desde la Terminal de David, con buses, microbuses y taxis. Las rutas interurbanas son atendidas por buses de 30 pasajeros y autobuses Marcopolo Paradiso para viajes a Panamá.

- *Alcantarillado y saneamiento*

El sistema sanitario del distrito de David se compone en su mayor parte de tanques sépticos individuales, solo una pequeña zona en el centro de la ciudad tiene alcantarillado sanitario, este se encuentra en el área comercial del centro (ver

Figura 25). El nuevo alcantarillado sanitario del distrito de David solo cubrirá el corregimiento de David, además parte de los corregimientos de Las Lomas y San Pablo Viejo.

Figura 25. Sistema de alcantarillados sanitarios del centro urbano del distrito de David



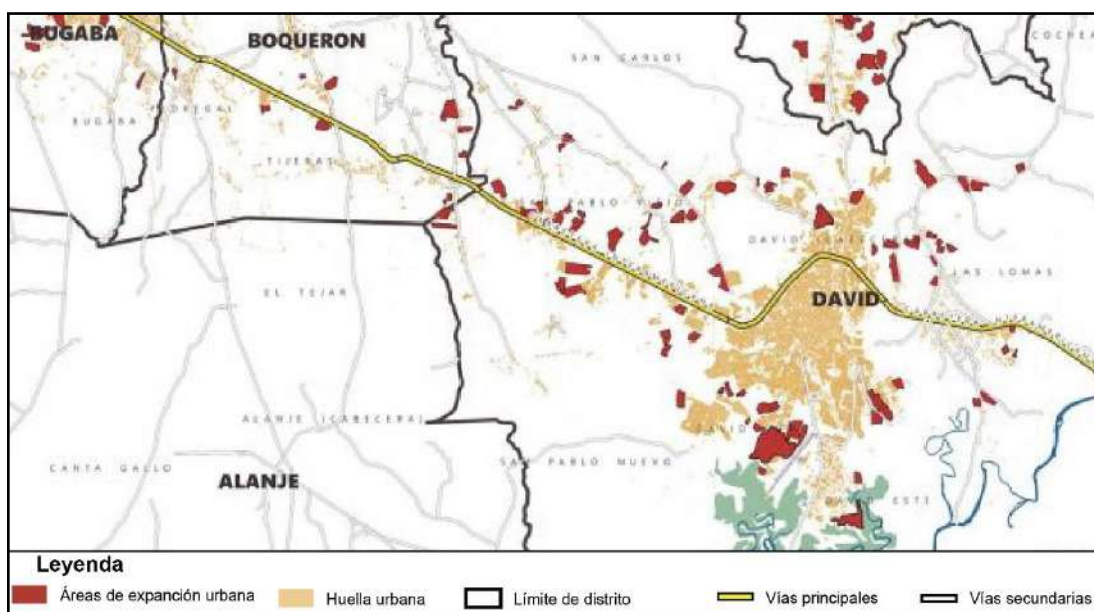
Fuente: Tomada de (Blázquez, 2017)

• **Desarrollo de la población en el distrito de David**

El análisis de la zona central de David a inicios del siglo XXI, muestra un crecimiento en actividades comerciales, de servicios y desarrollo urbano, impulsado por agroindustrias a lo largo de la carretera Panamericana. Aunque la infraestructura de

salud y zonas residenciales se expandieron rápidamente, también se evidencian problemas de deterioro urbano y migración hacia asentamientos informales, lo que resulta en un crecimiento urbano desordenado, tal como se ve en la Figura 26 las áreas de desarrollo se dan alrededor de la huella urbana de extremo dispersa, mayormente se expanden a los distritos de Bugaba, Dolega y Boquerón. Esto causa dificultad en la cobertura de los servicios públicos y comerciales, por ende, los pobladores de estas nuevas urbanizaciones se ven obligados a ir al centro urbano de David.

Figura 26. Mapa de expansión de las áreas urbanas

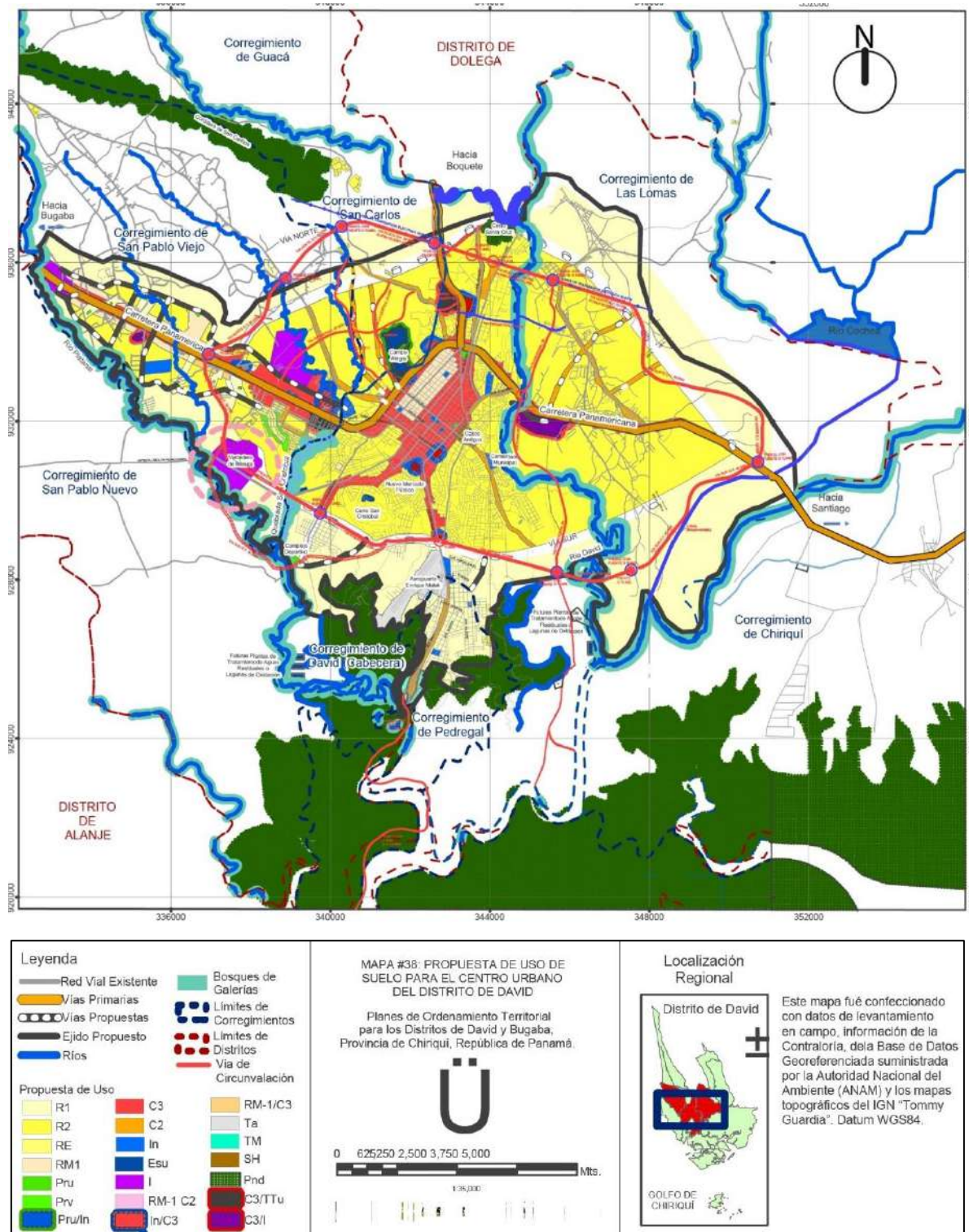


Fuente: Adaptado por la autora. Tomada de (Górdon, 2020)

- **Plan de Ordenamiento Territorial**

El Plan de Ordenamiento Territorial para el distrito de David, fue elaborado en 2015 para el MIVIOT y el Fondo de Preinversión para el desarrollo (FPI) del MEF, busca limitar el crecimiento urbano en áreas rurales y regenerar lotes en el centro, especialmente en San Mateo. Se establecieron normativas que permiten actividades comerciales y mayores densidades en el centro urbano, mientras que la periferia se clasificó como centros vecinales para actividades locales. Aun el Municipio David aún se sigue evaluando, el uso normativo aprobado para realizar las actualizaciones conforme se desarrolle la vía de circunvalación, alrededor de la ciudad de David.

Figura 27. Mapa de Zonificación y Vía de Circunvalación (Norte y Sur)



Fuente: Adaptado por la autora sobre mapa de Zonificación de David

3.2 Estudio de Micro localización (Análisis Local)

Para proponer la ubicación del proyecto se investigaron las ubicaciones existentes de uso industrial establecida dentro del Plan de ordenamiento territorial de David.

3.2.1 Criterios de selección

- Ubicación: El sitio debe ubicarse cerca del vertedero actual o futuro, dentro de un radio de 20 minutos en auto de distancia desde los centros urbanos, considerando el crecimiento del proyecto y las molestias que el vertedero actual genera en la población (ver anexos).
- Análisis del entorno y zonificación: Se debe evaluar el impacto del proyecto y, de ser necesario, cambiar la zonificación a uso industrial.
- Accesibilidad: El proyecto debe tener acceso a vías principales o secundarias para peatones y vehículos, conectándose con servicios de suministro.
- Infraestructura: Debe contar con acceso a agua potable, electricidad y telecomunicaciones.
- Características físicas: Se busca un lote de 10 a 25 Ha con poco relieve, considerando la proyección de futuras expansiones y la construcción de más instalaciones mencionadas en el plan de Gestión.
- Vegetación: Se debe minimizar el impacto ambiental.
- Costo: Se estima el valor del m² en la zona.

Cada criterio será ponderado en la tabla N.º1 para seleccionar el mejor terreno.

Tabla 1. Valores para la ponderación

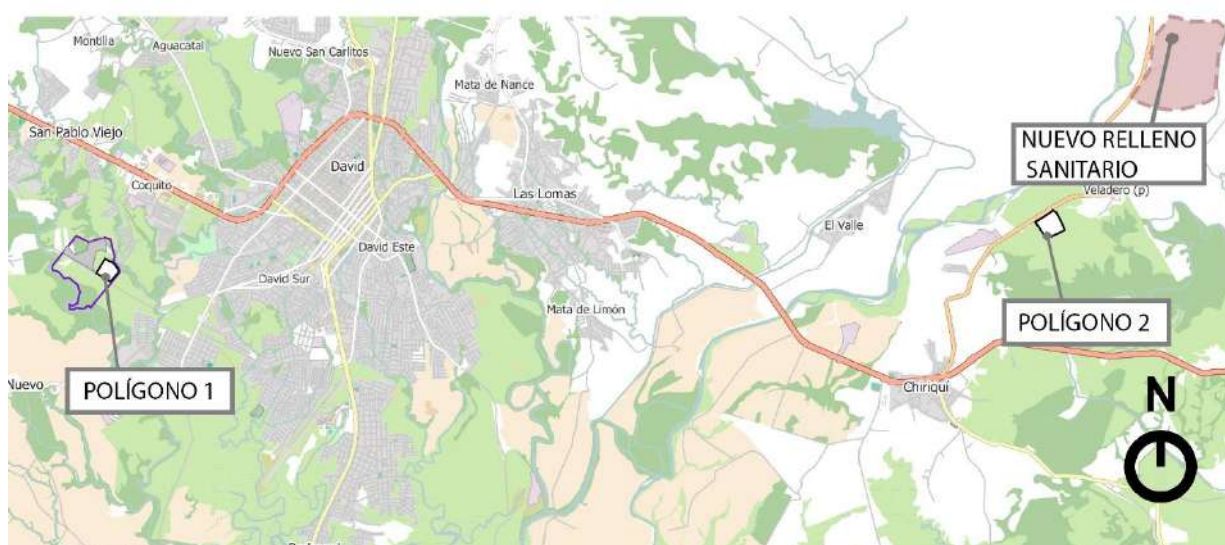
Criterios de selección	Ponderación	% de Valoración
Ubicación	5	20
Características físicas (Topografía y dimensiones)	5	20
Análisis del entorno y zonificación	4	20
Accesibilidad	3	10
Infraestructura	3	10
Vegetación	2	10
Costo	3	10
NOTA FINAL		100 %

Nota: El cuadro muestra los valores de criterios otorgados para realizar una comparación entre los polígonos. Fuente: Elaborado por la autora.

3.2.2 Selección del sitio

Se investigaron las ubicaciones industriales dentro del Plan de Ordenamiento Territorial de David, considerando posibles cambios de uso de suelo. Para el proyecto arquitectónico de RECI-David, se seleccionaron dos ubicaciones: una cerca del vertedero actual y otra en un área rural cerca del futuro relleno sanitario, estas se denominaron polígono 1 y polígono 2.

Figura 28. *Lotes propuestos para el desarrollo del proyecto*



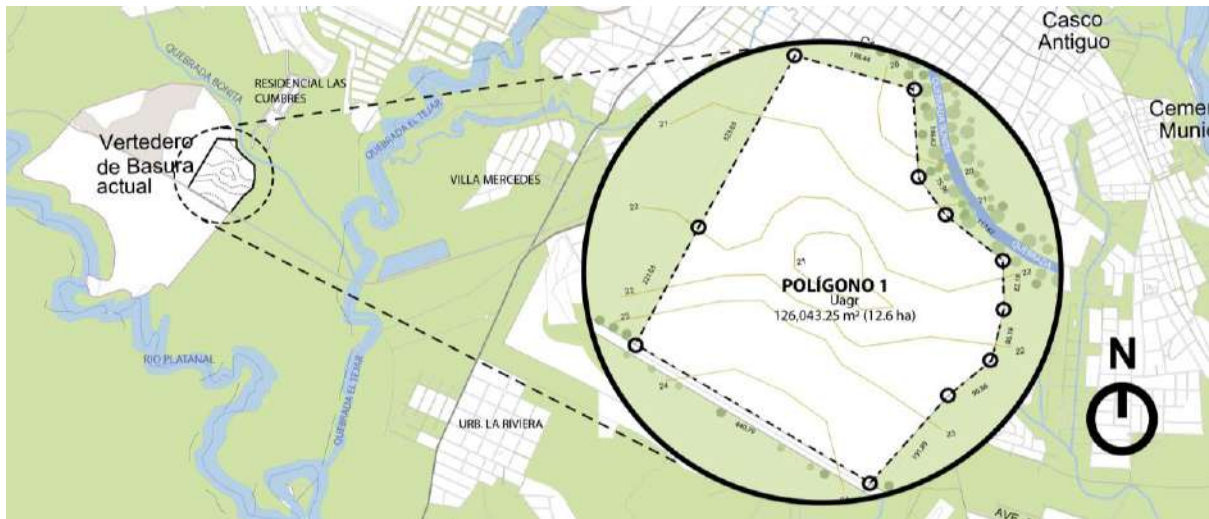
Fuente: Elaborado por la autora sobre mapa de Zonificación de David

- **Polígono 1**

El terreno municipal cuenta con 121.53 ha de uso industrial destinadas al vertedero según la Dirección de Planificación de David. De esta área, 19.49 ha se utilizan actualmente como vertedero de David. Por ello, se plantea aprovechar una sección que no está siendo utilizada para verter residuos del polígono municipal de 121.53 ha, la cual se denominará polígono 1. Este polígono, está ubicado en San Pablo Viejo, David, cerca del río Platanal y la quebrada Bonita, tiene 126,043.25 m² (12.6 ha) y está zonificado para uso industrial. Es mayormente plano con relieves leves e inundables, y limitado por lotes baldíos y una barrera de árboles. Cuenta con acceso a electricidad y agua potable, pero no alcantarillado. La vegetación predominante es

hierba y malezas. El polígono pertenece al municipio de David, por lo cual no se estima el costo en este terreno.

Figura 29. Polígono 1

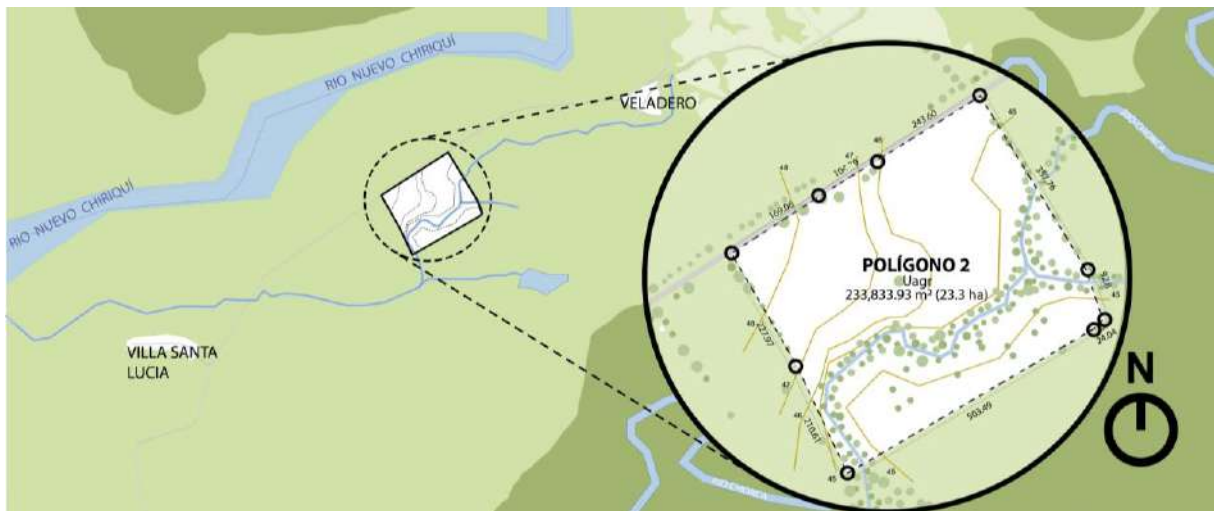


Fuente: Elaborado por la autora

- **Polígono 2**

Esta localizado en el corregimiento de Chiriquí, distrito de David, provincia de Chiriquí. Su topografía es plana con algún relieve moderado. Además, tiene 233,889.93 m² (23.3 ha) y una zonificación de uso agricultura (Uagr). Limita con lotes baldíos y tiene acceso por una única vía con dirección a al poblado de Chiriquí o Gualaca. Posee árboles y maleza cerca de una quebrada. Cuenta con servicios de electricidad y agua potable, pero no con alcantarillado. El costo por el m² estimado es de B/. 10.00 aproximadamente, dando en precio de B/.2,338,899.70.

Figura 30. Polígono 2



Fuente: Elaborado por la autora

- **Ponderación de los terrenos seleccionados**

Cada criterio será ponderado para realizar la mejor selección del terreno para el proyecto, en la tabla N.º2.

Se propone ubicar el diseño de las edificaciones de RECI-David en la provincia de Chiriquí, distrito de David, corregimiento de Chiriquí, polígono 2, elegido por la necesidad de mejores accesos, topografía y dimensiones por las actividades que se desarrollarán en las instalaciones se determina mejor opción. Además, se ha visto afectada con el actual vertedero (ver encuesta en anexos) al encontrarse retirado del área urbana de la ciudad de David, cumple con la recomendación de mantener este tipo de infraestructuras en zonas rurales o semi rurales. (Agencia de Residuos de Cataluña (ARC), 2016)

Tabla 2. *Ponderación de polígonos*

Criterio de Selección	Ponderación	Polígono 1	Polígono 2
Ubicación (Distancia)	5	20	15
Características físicas (Topografía y dimensiones)	5	100	75
Análisis del entorno y zonificación	4	20	100
Accesibilidad	4	10	40
Infraestructura	3	5	15
Vegetación	3	3	10
Costo	3	9	30
NOTA FINAL		314	330

Nota: El cuadro de ponderación muestra la comparación de los polígonos sumando valores de criterios, para escoger el polígono con mejores atributos. Fuente: Elaborado por la autora.

3.2.3 Análisis del sitio - Factores urbanos

- **Entorno del sitio**

El lote se ubica en la república de Panamá, en la provincia de Chiriquí, distrito de Chiriquí, frente a la calle 21 (vía Gualaca). El entorno del sitio, a pesar de estar relativamente cerca de 20 minutos de la ciudad de David, se cataloga en un entorno rural, en el cual por un lado está compuesto de diversas fincas, potreros, viviendas esparcidas, algunas bodegas y plantaciones (se desarrollan actividades agrícolas). Además de ser un área de accesibilidad media, servida por infraestructura de una calle y agua potable, dando como resultado que en el presente se estén realizando pequeños proyectos de viviendas.

Esta zona es escogida por su posición cercana al futuro vertedero y su lejanía de la ciudad de David dado a su crecimiento que ha estado teniendo en los últimos años, lo cual permitirá el desarrollo exitoso del proyecto, al lograr un impacto en todas estas comunidades en el manejo de los desechos.

- **Vialidad y accesos**

El acceso por considerar desde la Panamericana es principalmente la vía a Gualaca, la cual es significativamente transitada y dada la accesibilidad del lote. Es una vía en buenas condiciones y transitan en ella camiones pesados.

- **Transporte**

El servicio de transporte en el área es externo, utilizando buses con capacidad para 30 pasajeros. El polígono del proyecto está a 3.45 km de la parada de bus más cercana. Aunque existe una ruta de bus que va de David a Gualaca, que recorre la calle 21, no hay paradas de buses en esa ruta.

- **Infraestructura**

- Suministro eléctrico: Frente al lote en la Calle 21 se localiza una acometida eléctrica.
- Alcantarillado: El centro urbano del corregimiento de Chiriquí no cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario central por lo que utilizan tanques sépticos.
- Acueducto: Los habitantes del corregimiento de Chiriquí se abastecen de agua potable del río Chiriquí Nuevo, la cual es tratada por una planta potabilizadora administrada por el IDAAN, conocida como la Planta de Chiriquí.
- Sistema de telecomunicaciones: La zona donde se ubica el terreno cuenta con servicio de telefonía, manteniendo las señales de las principales empresas telefónicas y de internet del país.

Figura 31. Ubicación y vistas del entorno del sitio

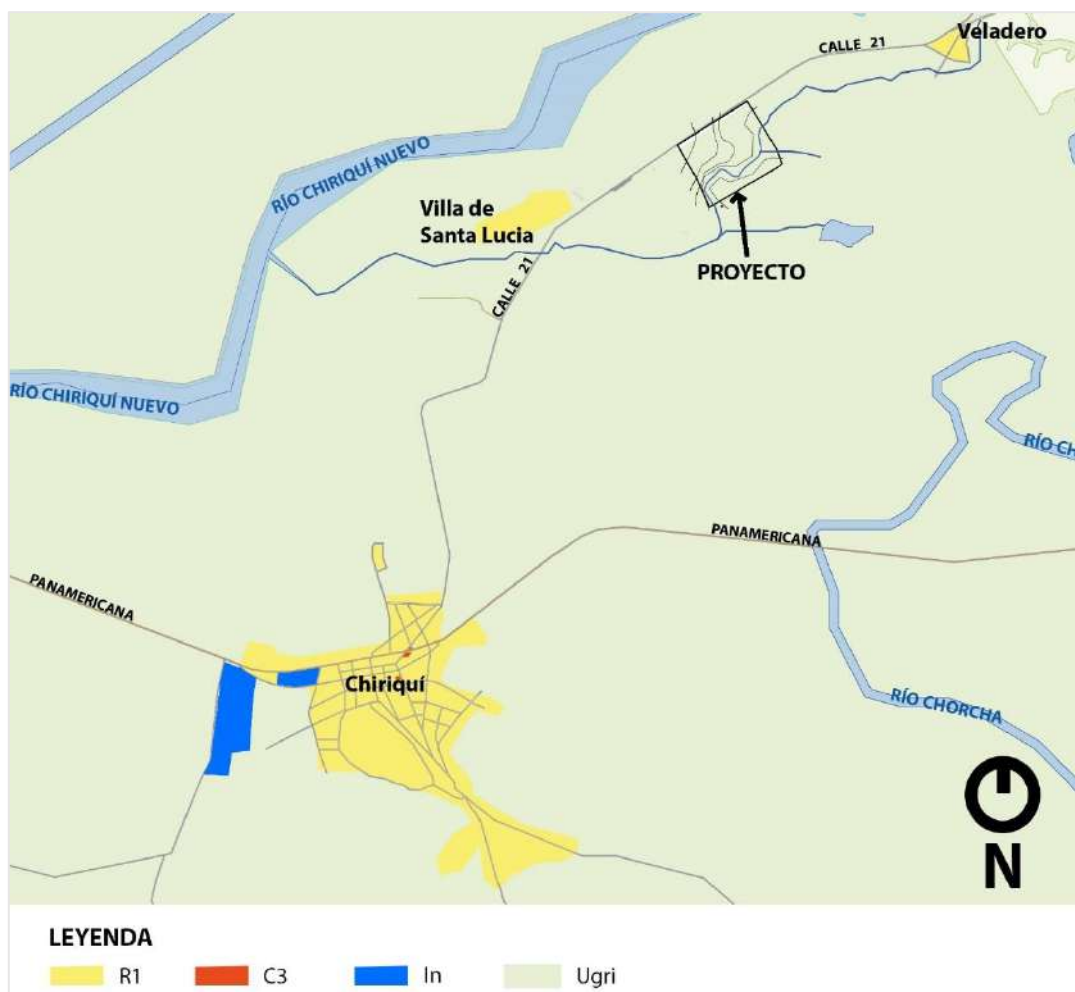


Fuente: Elaborado e imágenes tomadas por la autora

- **Códigos de zona y Normativas de Zonificación**

Según el documento gráfico de zonificación del distrito de David, la normativa de uso de suelo del lote es Uagr (uso agrícola). Por lo cual se tendría que realizar una solicitud de cambio de zonificación que se ajuste a las características del tipo de proyecto, la zonificación a proponer es Industrial molesta (Im) para el proyecto.

Figura 32. Zonificación del área del sitio



Fuente: Adaptado por la autora sobre mapa de Zonificación de David

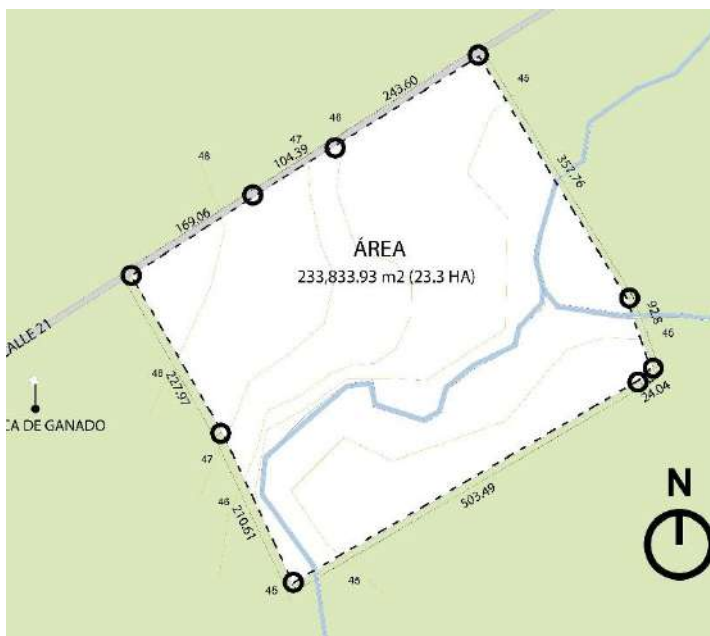
3.2.4 Análisis del lote

- Factores naturales

- Forma y superficie:

El lote del polígono tiene una forma regular casi cuadrada que se define por la calle frontal y, tiene una superficie de 233,889.93 m² (23.3 ha). Se encuentra delimitado por potreros y una finca ganadera.

Figura 33. Forma y superficie del lote seleccionado

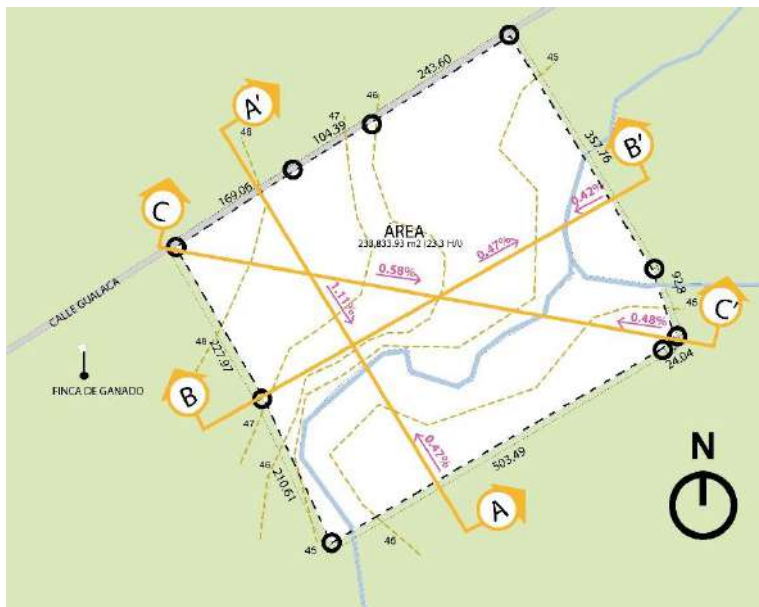


Fuente: Elaborado por la autora

- Topografía:

La topografía del terreno es en su mayor parte de superficie plana, no sobrepasa la pendiente de 1.1 %, por lo cual no será necesario modificar el terreno, lo cual es una ventaja para el presupuesto, ya que no se realizarán movimientos de tierra.

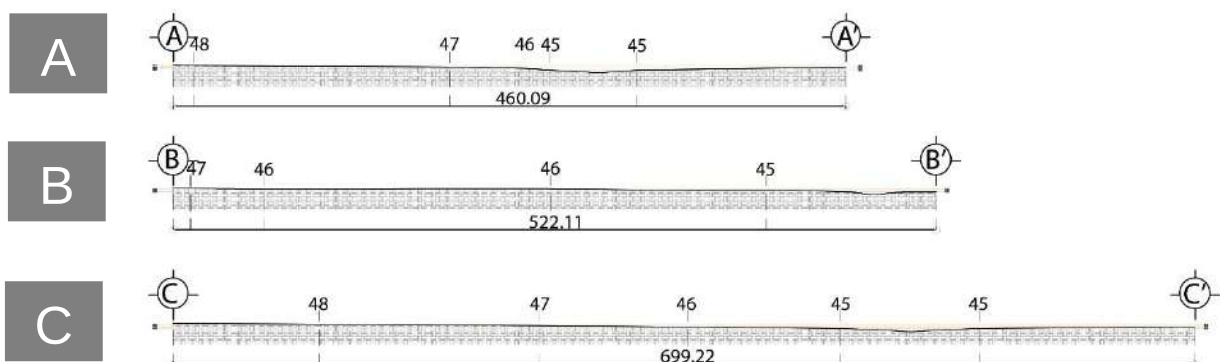
Figura 34. *Análisis topográfico y secciones*



Fuente: Elaborado por la autora

Las pendientes van de forma natural en dirección este hacia el cauce de la quebrada que pasa por el centro del polígono, como se ve en las sesiones del polígono.

Figura 35. *Secciones del polígono*



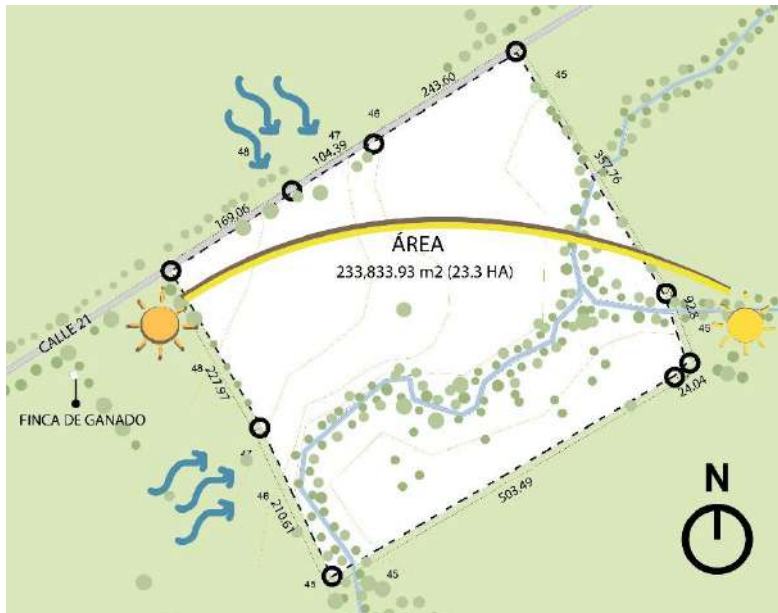
Fuente: Elaborado por la autora

- **Viento, soleamiento y vegetación:**

La dirección del sol se da de forma casi paralela a lo largo del terreno, de esta manera el amanecer se muestra a un extremo del polígono y el atardecer en el extremo

opuesto. El viento predominante proviene del noroeste y del sur oeste con menor intensidad.

Figura 36. Dirección de los vientos, sol y vegetación

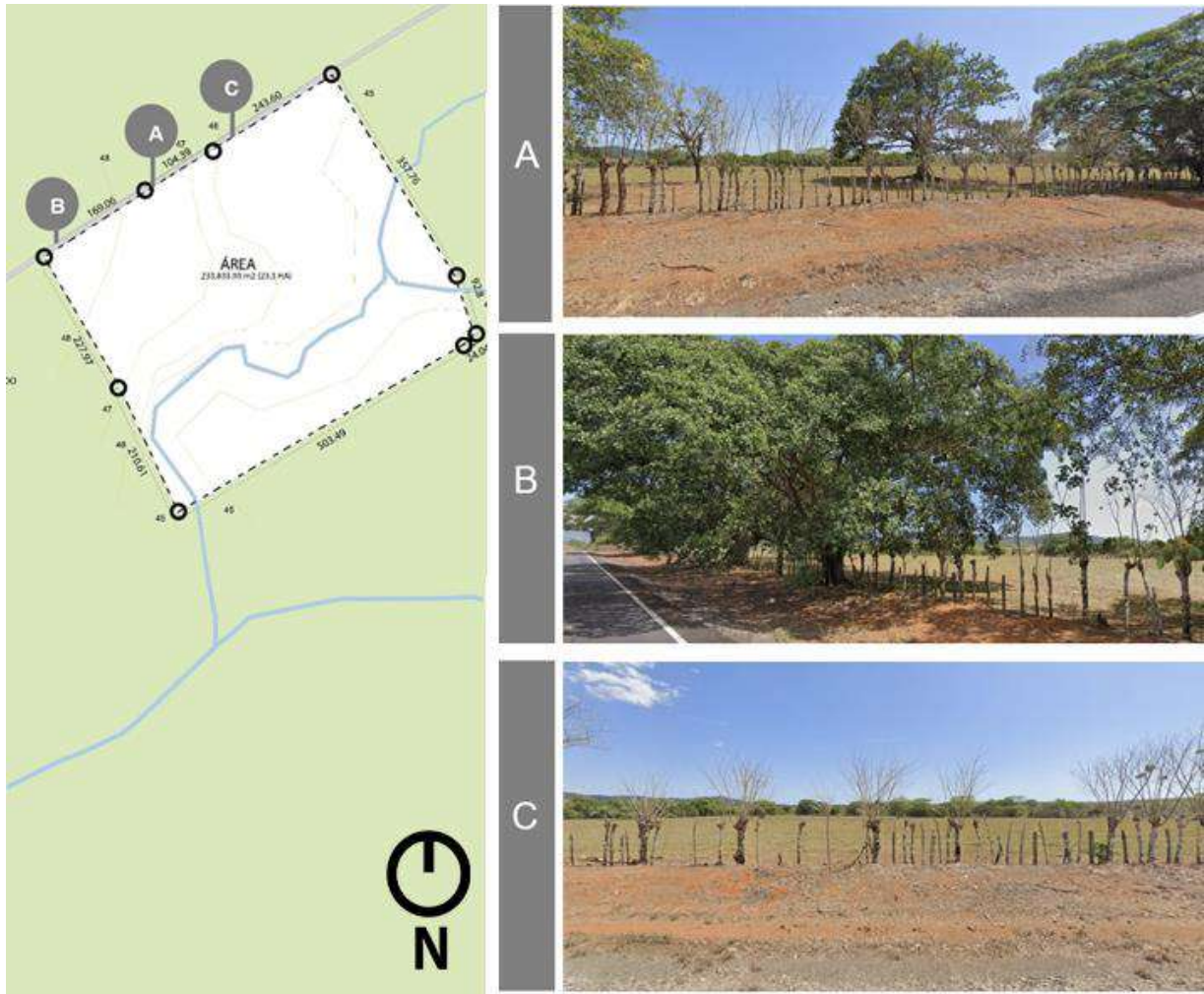


Fuente: Elaborado por la autora

Por otro lado, la vegetación del polígono mayormente se compone de maleza, arbustos y algunos árboles mayormente ubicados en el perímetro de quebrada del polígono. También árboles de gran altura de los cuales se identificaron los siguientes tipos: Mango, barrigón, esparvé y guarumo. Además, la cerca que rodea el polígono es una cerca viva de estacas de árboles.

Fuente: Elaborado por la autora

Figura 37. Fotos del polígono



Fuente: Elaborado por la autora

PROPUESTA ARQUITECTÓNICA

CAPÍTULO 4



4.1 Planteamiento del proyecto arquitectónico

La propuesta de las Edificaciones de RECI-David consiste en el diseño de un conjunto de edificaciones dirigidas al reciclaje de la fracción de resto e inorgánicas, en el distrito de David. Este proyecto busca promover el conocimiento del reciclaje, sus procesos y reutilización, además de explorar alternativas innovadoras, para aprovechar los residuos en la fabricación de materiales de construcción, como bloques de adobe y bloques de PET reciclado.

Para lograr satisfacer la cantidad de espacios, requerimientos y equipos necesarios para un trabajo eficiente dentro de este proyecto arquitectónico, se propone el diseño de tres infraestructuras, la primera de ellas dedicada a las zonas didácticas como: aulas, talleres, y el observatorio en donde se explican los procesos de reciclaje y las formas de tratamiento de residuos sólidos, y un laboratorio de investigación de materiales constructivos basados en residuos. El segundo volumen estará dedicado a zonas operacionales de clasificación, separación y almacenamiento de materiales reciclables. Mientras que el tercer volumen estará enfocado en el procesamiento y reaprovechamiento de residuos inorgánicos, convirtiéndolos en compostaje y materiales útiles. Esto incluye la fabricación de bloques de adobe, combinando lodo tratado y arcilla, y bloques a base de PET reciclado.

4.2 Criterios específicos de diseño

A partir de los siguientes criterios, se generan esquemas de diseño que son analizados junto con datos demográficos oficiales asociados al proyecto. Esta información es vital para definir elementos clave del diseño arquitectónico, como el requerimiento de procesamiento de las instalaciones, las dimensiones de los espacios y la cantidad de áreas necesarias.

4.2.1 Resumen de cálculos, dimensión de los espacios

Según los datos demográficos investigados, se establece que el proyecto contará con la capacidad de tratamiento de 85,511.80 toneladas al año de residuos sólidos durante 20 años, con dos turnos diarios de operación 8 horas, seis días a la semana,

considerando los días feriados nacionales. Entonces la capacidad de las instalaciones por día será de 224.12 toneladas diarias, conociendo estos datos se mencionan las siguientes áreas calculadas de la planta de TM y la Planta de compostaje con las dimensiones requeridas (**ver cálculos en anexo**):

- **Área de Foso de recepción (TM)**

El foso de recepción es el área en donde se recibirán los residuos orgánicos e inorgánicos para su posterior clasificación, para ello se considerará un máximo de 2 día de almacenamiento. Requiere un área de 236 m² mínimo.

- **Área de planta de tratamiento mecánico (TM)**

La capacidad de tratamiento de la línea de tratamiento se estima en 18 ton/h, el cual requiere 3,000.00 m² mínimo para la maquinaria.

- **Área de planta de reciclaje (TM)**

La capacidad de tratamiento de la línea de tratamiento se estima en 37 ton/día, esto requiere un área de 600.00 m² mínimo.

- **Área de almacenaje (TM)**

La capacidad de almacenaje se estima de 3 días el cual requiere 600.00 m².

- **Área de Foso de recepción (Planta de compostaje)**

El foso de recepción es el área en donde se recibirán los residuos orgánicos ya clasificados, para ello se considerará un máximo de 3 día de almacenamiento, el cual requiere una superficie de 238.50 m².

- **Área de descomposición / Túneles (Planta de compostaje)**

En el área de descomposición se realizan actividades de mezcla, riego y control de los parámetros del proceso de compostaje de los materiales inorgánicos. Este requiere 8 túneles que componen un área total de 740 m² mínimos.

- **Área de maduración (Planta de compostaje)**

El área de Maduración requiere una superficie de 2,430.00 m².

- **Área de postratamiento / Afino (Planta de compostaje)**

Área de post tratamiento que es un espacio en el cual se mejoren las características de refinación y empaque para su posterior almacenamiento y venta. El área de post tratamiento requiere una superficie de 230.00 m².

- **Área de almacenamiento (Planta de compostaje)**

El área de almacenamiento se guardará el compost empacado con una capacidad de 3 días, esta requiere una superficie de 1,027.02 m².

4.2.2 Normas de zonificación

Dichas normativas establecen la configuración de los límites del polígono en el cual es desarrollado el proyecto, además dictan pautas en cuanto a la altura, cantidad de estacionamientos y densidad por m². En este proyecto se utiliza la norma Im (Industrial molesta), la cual establece los siguientes parámetros:

Figura 38. Normas de ordenamiento territorial para el distrito de David

Categoría		Código	
ZONA INDUSTRIAL MOLESTA		Im	
DENSIDAD NETA HASTA	-----		
ÁREA MÍNIMA DE LOTE	1,200 m ²		
FRENTE MÍNIMO DE LOTE	30.00 m		
RETIRO MÍNIMO	Línea de Construcción	Lateral	Posterior
	La establecida o 5.0 m mínimos a partir de la línea de propiedad.	- Ninguno con pared ciega. - Cuando colinde con comercio o industria con aberturas en la fachada lateral: 3.00 m. - Cuando colinde con viviendas 5.00 m. - Podrá ser mayor, según instrucción de la autoridad competente.	- 5.00 m. - Podrá ser mayor, según instrucción de la autoridad competente.
ÁREA DE OCUPACIÓN MÁXIMA	100 % Restando retiros.		
ÁREA LIBRE MÍNIMA	30% del área del lote.		
ÁREA VERDE MÍNIMA	40 % del área libre		
ALTURA MÁXIMA	Planta Baja y 2 altos.		
ESTACIONAMIENTO MÍNIMO	Cantidad de estacionamientos: - 1 por cada 150 m2 de área de construcción industrial o de bodegas. - 1 espacio por cada 60 m2 de usos comerciales u oficina. - 1 espacio de carga y descarga cada 300 m2 de área construcción. - La carga, descarga y almacenamiento se hará dentro de la propiedad. - Para otros usos específicos referirse a la normativa vigente de las autoridades competentes.		

Fuente: Tomada de (MIVIOT, 2015)

4.2.3 Normativas para estacionamiento

La ley 15 del 2016, Artículo 46, establece la equiparación de oportunidades para las personas con movilidad reducida, estableciendo destinar el 5 % de estacionamientos y el Decreto Ley 83 del 9 de mayo de 2019, indica el 5 % de estacionamientos de embarazadas. Además, procurar el diseño accesible de aceras, cruces peatonales y rampas con un porcentaje de inclinación de máximo 8 %. Siguiendo los parámetros antes mencionados, se establece que el proyecto contará con 132 estacionamientos, de los cuales 2 serán de bus.

4.2.4 Normativas de la NFPA

Las normas de la **NFPA (National Fire Protection Association)** para el diseño de una planta de reciclaje, se centran en la **seguridad contra incendios** y la **protección del personal**. A continuación, algunas normas clave:

1. **NFPA 1 - Código de Incendios:** Regula las medidas de prevención y protección contra incendios, incluyendo la instalación de **detectores de humo, rociadores automáticos** y **extintores** en áreas críticas de la planta.
2. **NFPA 13 - Sistemas de Rociadores Automáticos:** Establece la instalación de **rociadores automáticos** en áreas, como zonas de almacenamiento de materiales reciclables, especialmente los inflamables (papel, plásticos, etc.).
3. **NFPA 70 - Código Eléctrico Nacional (NEC):** Proporciona directrices para las instalaciones eléctricas, asegurando que los equipos y maquinarias de la planta tengan **circuitos eléctricos seguros**, para prevenir incendios causados por sobrecargas.
4. **NFPA 30 - Líquidos Inflamables y Combustibles:** Regula el manejo y almacenamiento seguro de **líquidos inflamables**, que puedan encontrarse en materiales reciclados, como aceites o solventes.
5. **NFPA 101 - Código de Seguridad Humana:** Asegura la **evacuación** segura de los trabajadores en caso de emergencias, incluyendo **salidas de emergencia**, señalización adecuada y sistemas de **alarmas**.

6. **NFPA 72 - Sistemas de Alarmas de Incendio:** Define la instalación de sistemas de **alarma de incendios**, para alertar rápidamente a los ocupantes y las autoridades ante un incidente.

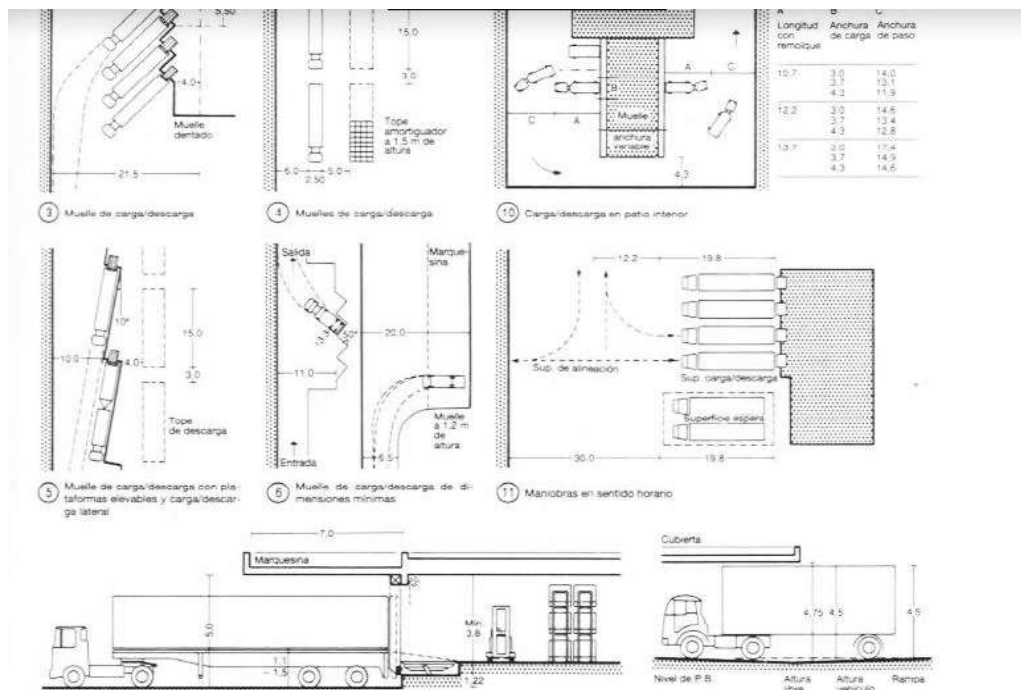
Estas normas NFPA garantizan la seguridad operativa en plantas de reciclaje, minimizando riesgos y protegiendo, tanto a las personas como a las instalaciones.

4.2.5 Pautas de diseño utilizadas

En la república de Panamá no existen edificaciones de reciclaje, por lo que en el diseño se siguieron las pautas del manual de NEUFERT y normativas anteriores. Algunos de los criterios de diseño aplicados fueron:

- Plataformas carga graduables con un mínimo de 90 cm de altura.

Figura 39. Ejemplos de muelles de carga



Nota: Se presentan las imágenes arquitectónicas más relevantes de proyecto.

Fuente: Imagen tomada de (Nuefert, 2020)

- Al lado del área de carga y descarga dejar libre un área de espera con sentido horario.
- Área de maniobra en sentido horario, el mínimo del largo de estacionamiento de los camiones será de 13 m a 19.8 m. Agregar un espacio de maniobra de 8m a 12m para la salida del camión.
- Los radios de giro para los camiones serán de 8 m a 12 m.
- La altura mínima de la cubierta debe de ser de 4.50 m.
- Separar la circulación de los camiones con las áreas de vehículos particulares.

4.3 Programa de diseño

ZONAS EXTERIORES

- 130 estacionamientos con 2 espacios para buses.
- Estacionamientos de maquinaria
- Zona de carga y descarga
- Zona para recolección de basura
- PTAR (Planta de tratamiento de aguas servidas).
- Zona de estacionamiento de vehículos.
- Biofiltros
- Garitas

EDIFICIO A – NIVEL 00

ZONAS COMUNES

- Recepción
- Sala de espera
- Escalera y elevador
- Salón de conferencia
- S. Sanitarios
- Cafetería

ZONAS DE LABORATORIO

- Laboratorio general
- Cuarto de muestras
- Baño
- Recepción de materiales

ZONAS DE SERVICIOS

- Enfermería
- Cuarto de vigilancia
- Depósito
- Cuarto de aseo
- Escalera de emergencia
- Cocina
- Despensa
- Cuarto frío
- A/C *Chillers*
- Zona de *lockers*, baños y vestidores del personal.

- Cuarto de audio visual

ZONA DE RECICLAJE

- Área del montacargas
- Área de trituración PET
- Almacén de Materiales
- Andén

EDIFICIO A – NIVEL 01

ZONAS COMUNES

- S. Sanitario 2
- Escalera de emergencia
- Escalera y Elevador

ZONAS DIDÁCTICAS

- Observatorio
- Taller
- Sala de uso múltiple
- Depósito

ZONAS DE LABORATORIO

- Recepción de materiales
- Laboratorio de materiales

ZONAS DE ADMINISTRACIÓN

- Recepción
- Oficina de director
- Oficina de subdirector
- Sala de Juntas
- Oficina abierta
- Cocineta

ZONAS DE SERVICIOS

- Cuarto de aseo

EDIFICIO B – NIVEL 00

ZONA DE PLANTA TM

- Área carga y descarga
- Foso de recepción
- Área de recepción
- Mantenimiento de pulpo
- Planta de TM

ZONA DE TALLER

CUARTO DE MÁQUINA

- Cuarto de generadores
- Cuarto eléctrico
- Cuarto de batería
- Cuarto de bomba
- Tanque de agua

- Área del montacargas
- Cuarto de refacciones
- Oficina de mecánico
- Área de equipo
- Taller de mantenimiento y reparaciones.

ZONA DE ELABORACIÓN DE BLOQUES

- Área de máquina
- Área de secado
- Área de descarga

EDIFICIO B – NIVEL 01

ZONA DE PLANTA TM

- Pulpo o garra mecánica
- Cuarto de control (pulpo)
- Cuarto de refacciones
- Escalera de emergencia

EDIFICIO C – NIVEL 00

ZONA DE RECEPCIÓN

- Área de descarga de materiales orgánicos.
- Foso de recepción
- Almacenamiento de residuos vegetales.
- Área de trituración y mezcla de orgánicos.

ZONA DE MADURACIÓN

- Área de pilas de volteo de compostaje.

ZONA DE ALMACENADO

- Área de separación y rechazo de residuos.
- Almacén de producto terminado
- Andén

ZONA DE DESCOMPOSICIÓN

- Túneles de compostaje (FORM)

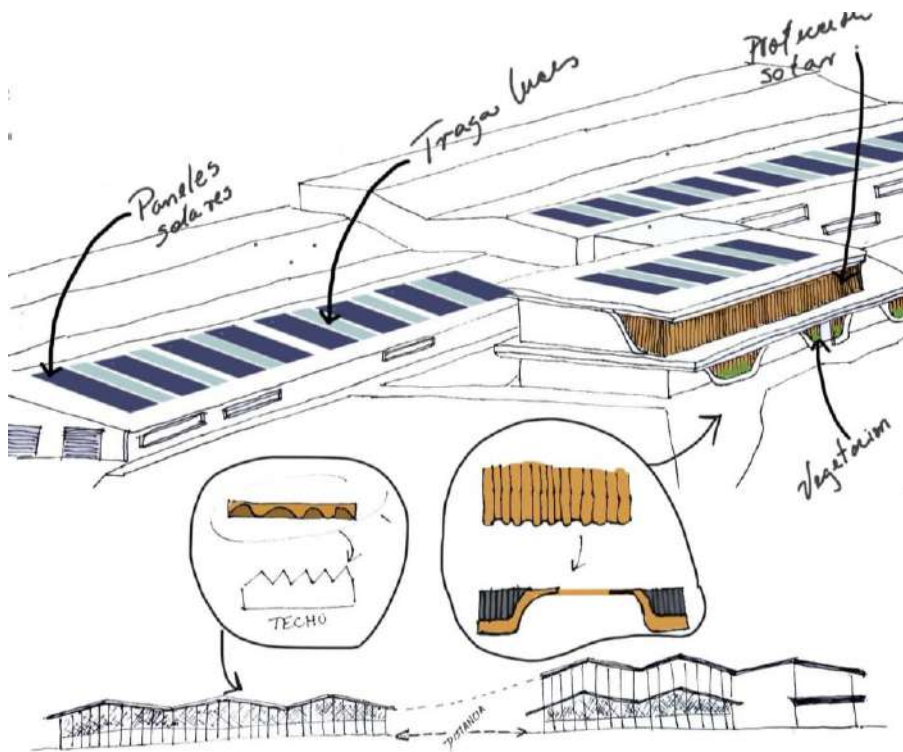
ZONA DE MÁQUINAS

- Máquina de polvo
- Depuradora
- Gas y biofiltros

4.4 Proceso de diseño

Este proyecto arquitectónico surge con el propósito de crear un espacio destinado al desarrollo de actividades de reciclaje, al mismo tiempo que ofrece un enfoque educativo sobre estos procesos. El concepto principal está inspirado en la forma del cartón corrugado, lo que se refleja en diversos elementos del diseño.

Figura 40. Boceto conceptual de diseño 1



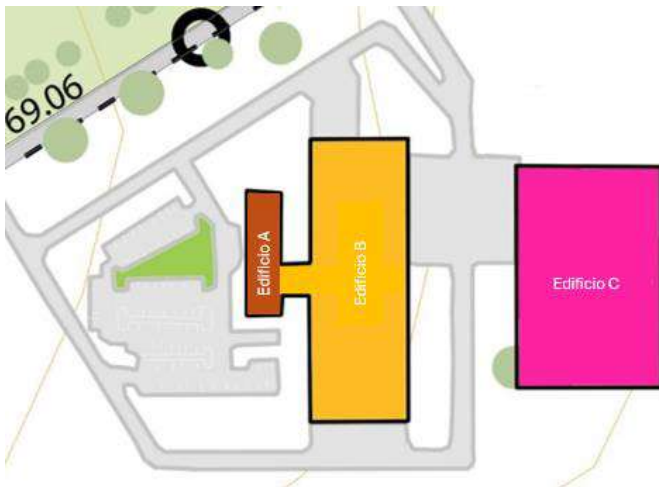
Fuente: Elaborado por la autora

Se propone un techo a dos aguas con un ritmo recto, generando un juego de movimientos en el conjunto arquitectónico. Este ritmo recto se proyecta de manera uniforme, logrando una armonía entre las distintas volumetrías. La fachada principal, aunque plana en su percepción inicial, incorpora elementos con movimiento vertical que evocan la textura del cartón corrugado. Esta dualidad en el diseño proporciona un equilibrio entre la simplicidad y el dinamismo, manteniendo la coherencia con el concepto inspirado en materiales reciclables.

El diseño inicial del proyecto se compone de tres volúmenes interconectados: el edificio administrativo, el Edificio A se centra en la interacción y el aprendizaje. Incluye un observatorio que permite a los visitantes apreciar directamente los procesos llevados a cabo en el Edificio B, como la clasificación y separación de materiales, ofreciendo una perspectiva técnica y educativa sobre la gestión de residuos. Además, alberga áreas de uso general y administrativo, así como un laboratorio dedicado a la investigación de materiales constructivos derivados de residuos reciclados.

El Edificio B está destinado a las operaciones principales de procesamiento de residuos. Cuenta con zonas específicas para la recepción, separación y clasificación de materiales, además de áreas para el almacenamiento y manejo de desechos no reutilizables, para la fabricación la fabricación de bloques. Este edificio asegura la eficiencia de los procesos operativos y complementa la experiencia educativa proporcionada por el Edificio A.

Figura 41. *Boceto conceptual de emplazamiento de edificaciones*



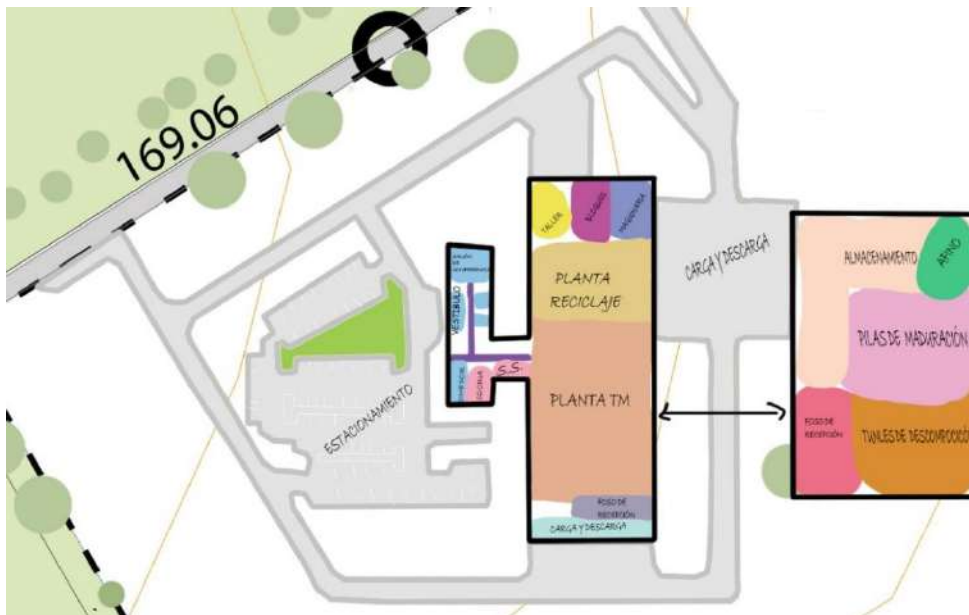
Fuente: Elaborado por la autora

El Edificio C, por su parte, está diseñado para el procesamiento de residuos inorgánicos, con el objetivo de producir compostaje. Adicionalmente, incluye una zona de almacenamiento y una zona de afino, donde se separan residuos de mayor tamaño que luego se mezclan con tierra arcillosa para fabricar bloques de adobe. Este enfoque fomenta el aprovechamiento de los materiales residuales, para su reincorporación en

procesos constructivos. Una de las prioridades del diseño es garantizar una distancia adecuada, entre la planta de compostaje y las demás edificaciones. Para controlar los olores, dado que esta estructura será semiabierto, se ha establecido un área de carga y descarga que las separa a una distancia de 50 metros. Además, se ha diseñado un recorrido lineal, que conecta el área de estacionamiento con la planta de compostaje, facilitando la logística y el acceso a todas las áreas del complejo. Esta disposición asegura un flujo ordenado y eficiente, integrando las operaciones industriales con las necesidades administrativas del proyecto.

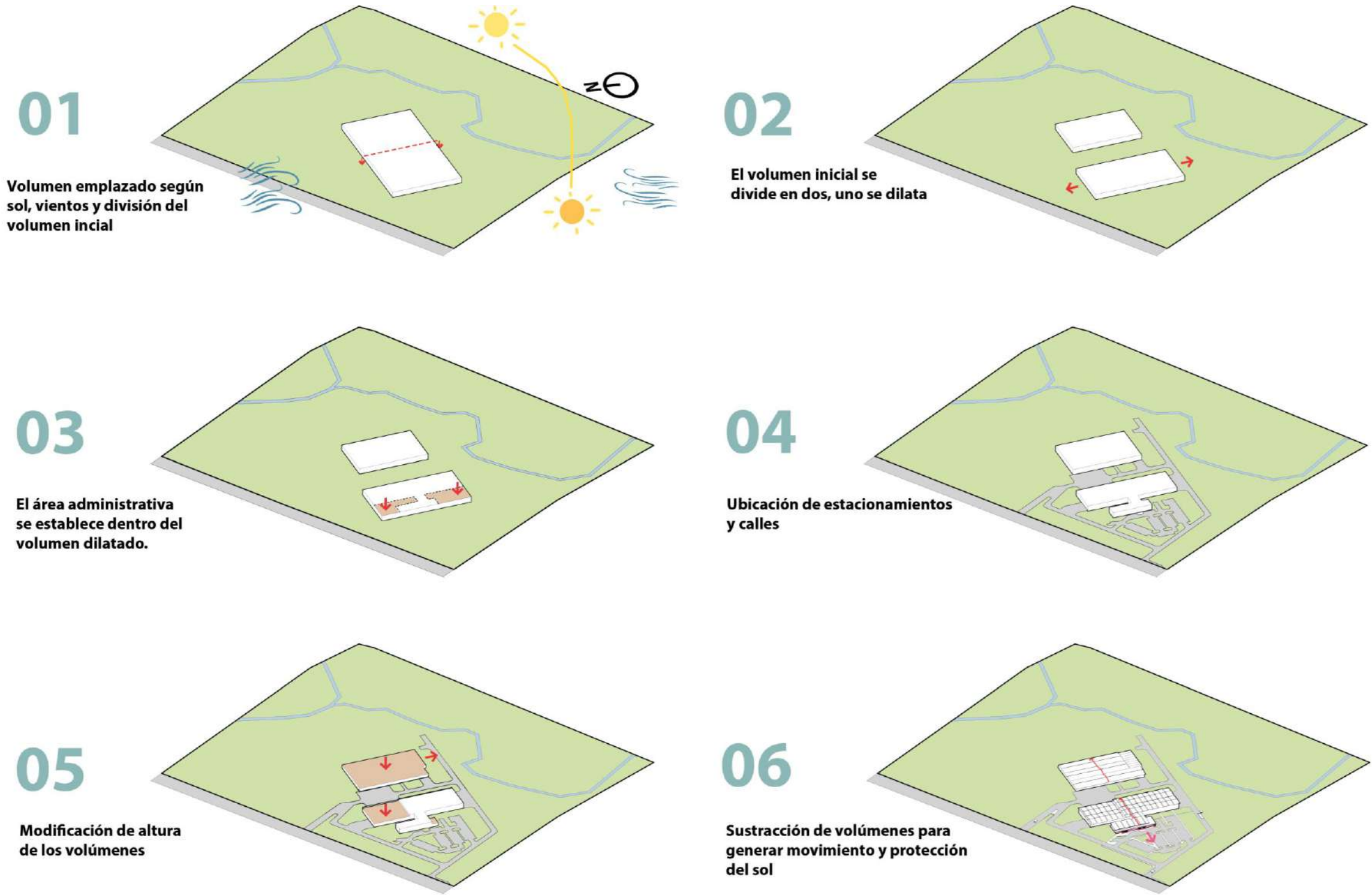
Esta organización refleja claramente y destacando la ubicación del estacionamiento a la izquierda, seguido por el área administrativa y la planta de reciclaje, y finalmente la planta de compostaje al lado derecho, con las áreas de almacenamiento, pilas de maduración y túneles de descomposición. Además, se consideró la dirección de los vientos para la distribución de las áreas, que van a tener mayor impacto en de olores de tal forma, que minimice el impacto de los ocupantes de las edificaciones y sus colindantes.

Figura 42. Boceto conceptual de diseño – distribución de áreas 3



Fuente: Elaborado por la autora

Figura 43. Diagrama del proceso de diseño



Fuente: Elaborado por la autora

Figura 44. Diagramas de distribución de áreas



Fuente: Elaborado por la autora

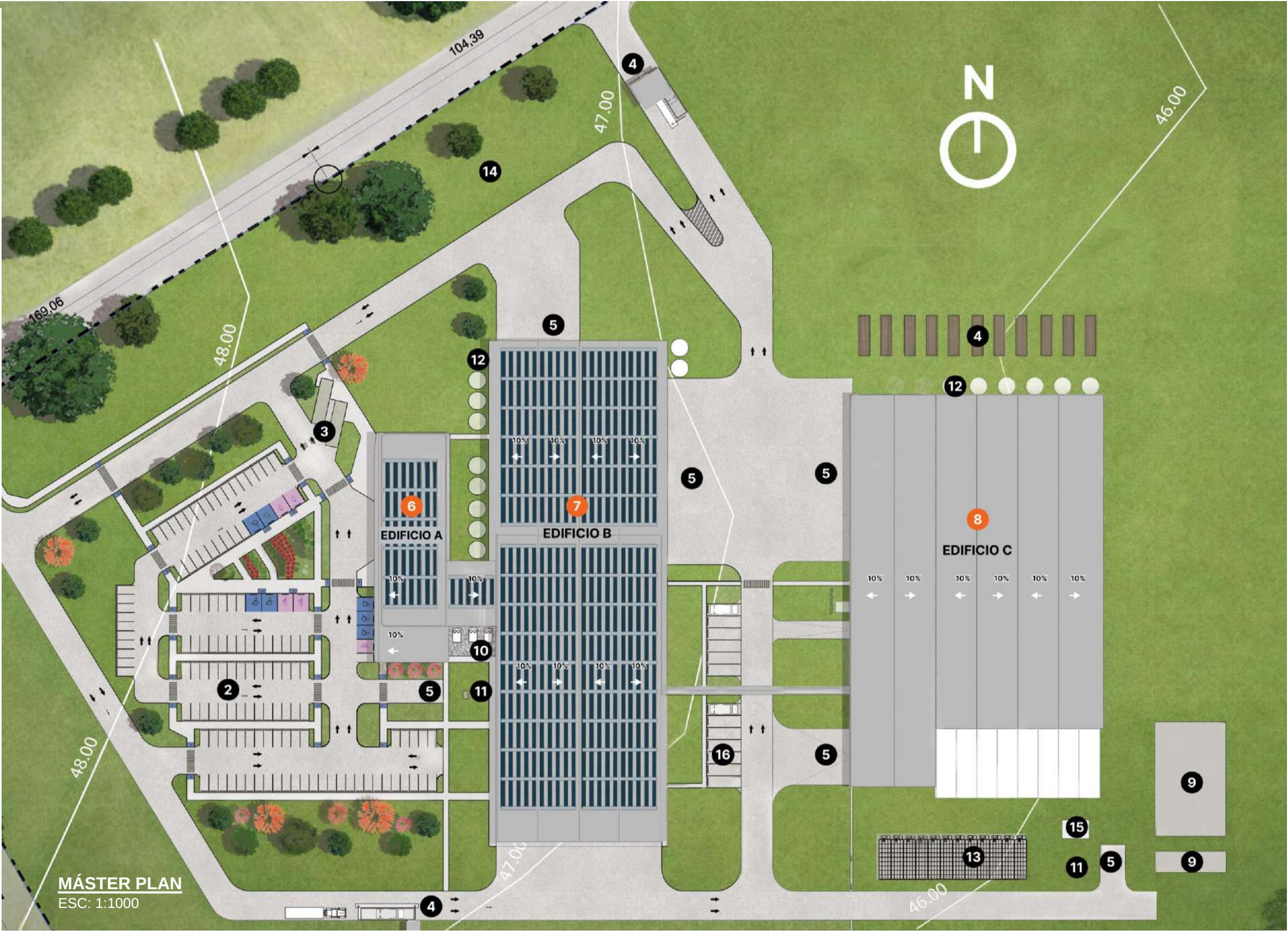
LOCALIZACIÓN
ESC: 1:3000

N

MÁSTER PLAN

La propuesta de Diseño de las edificaciones de RECI-DAVID, dentro del polígono se encuentran determinadas zonas que conforman el proyecto denominadas:

- 1. Garita
- 2. Estacionamientos
- 3. Zona de buses
- 4. Zona de pesaje
- 5. Zona de carga y descarga
- 6. Edificio A
- 7. Edificio B
- 8. Edificio C
- 9. PTAR
- 10. Máquinas de A/C
- 11. Tanque de gas
- 12. Tanque de agua
- 13. Zona de biofiltro
- 14. Transformador
- 15. Depuradora
- 16. Zona de estacionamiento de vehículos de recolección.



MÁSTER PLAN / CIRCULACIÓN

LEYENDA

- 01 CIRCULACIÓN VEHICULAR
- 02 CIRCULACIÓN VEHICULAR PESADO
- 03 CIRCULACIÓN PEATONAL
- 04 SALIDAS

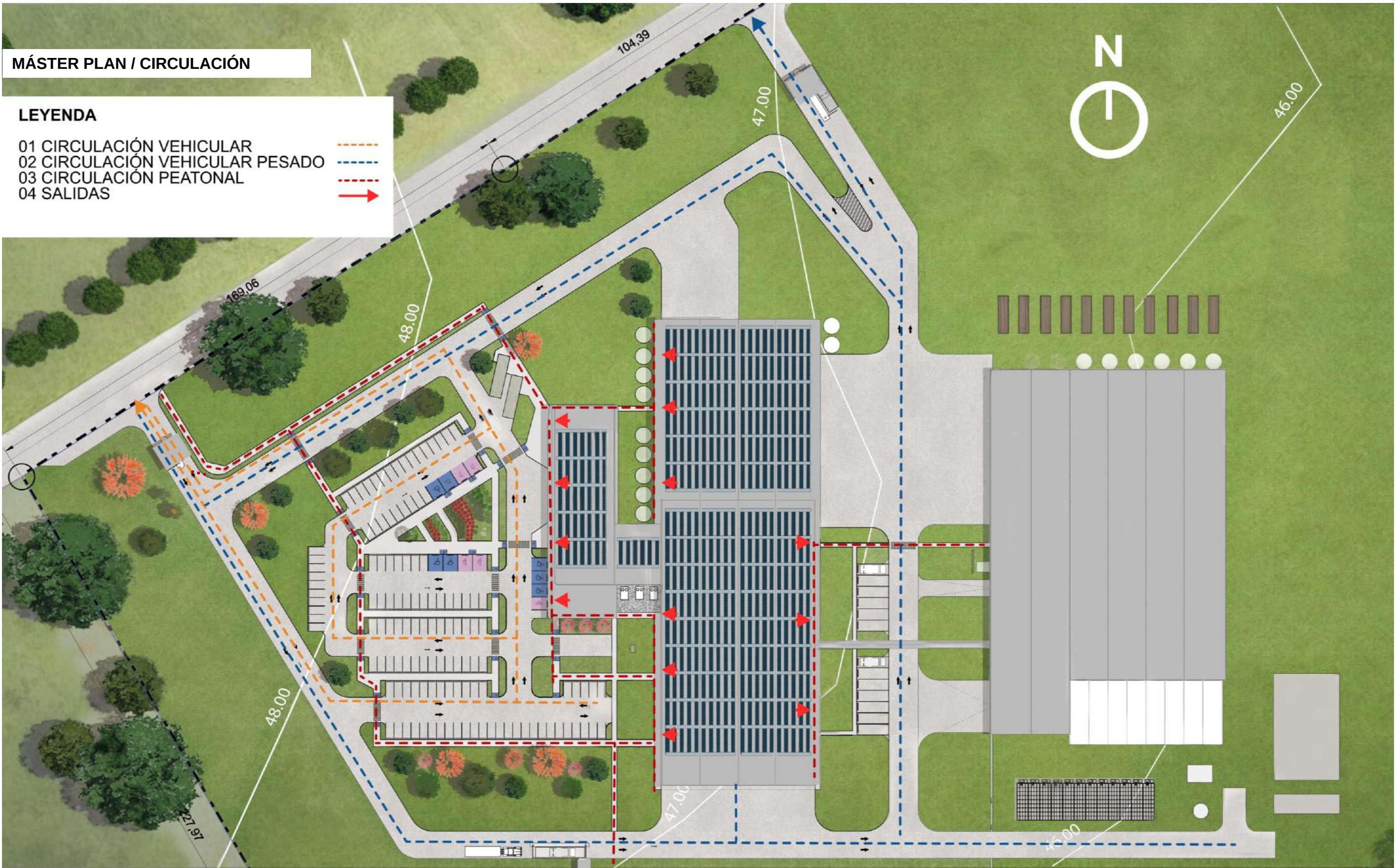
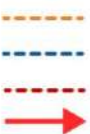
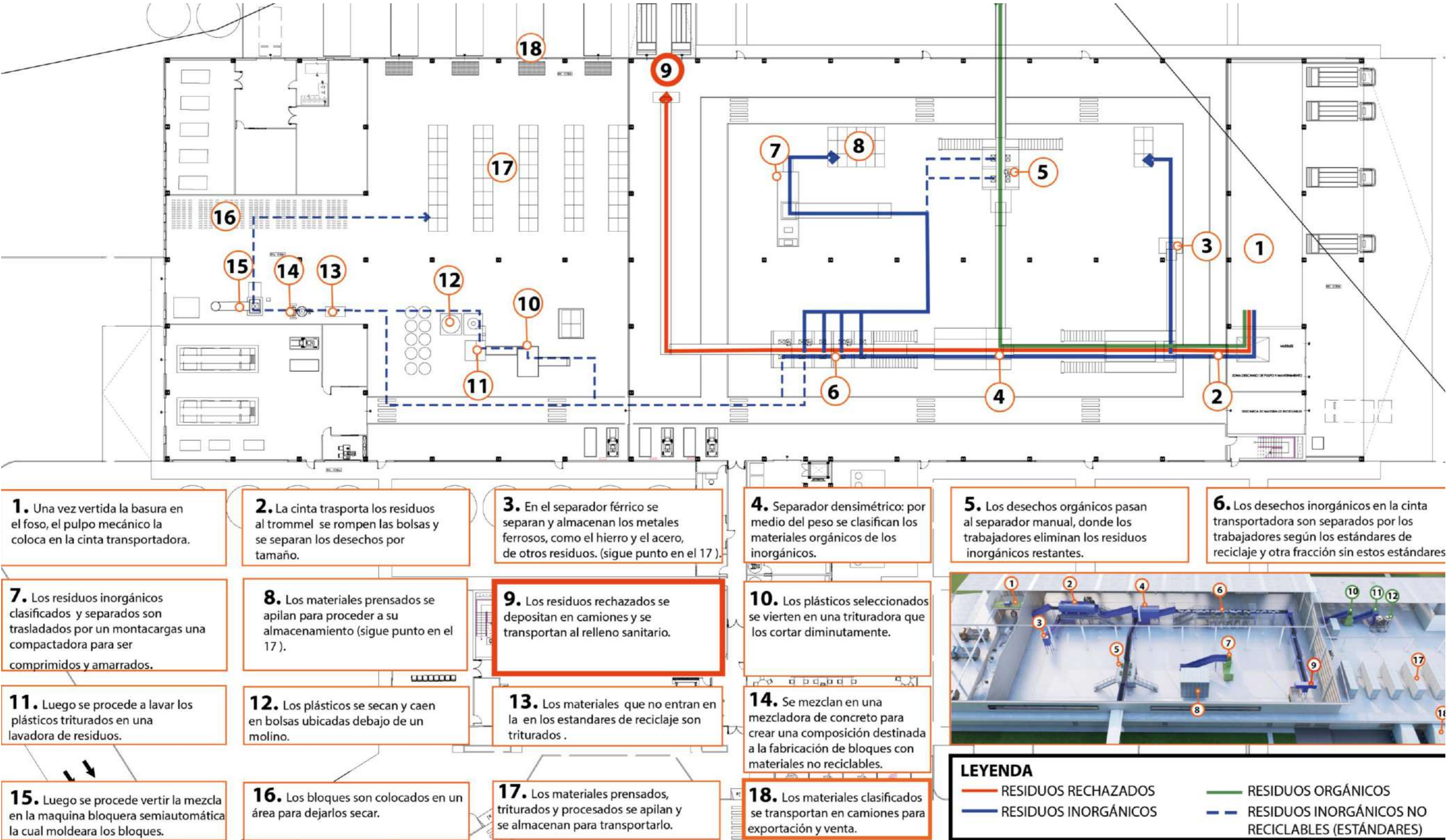
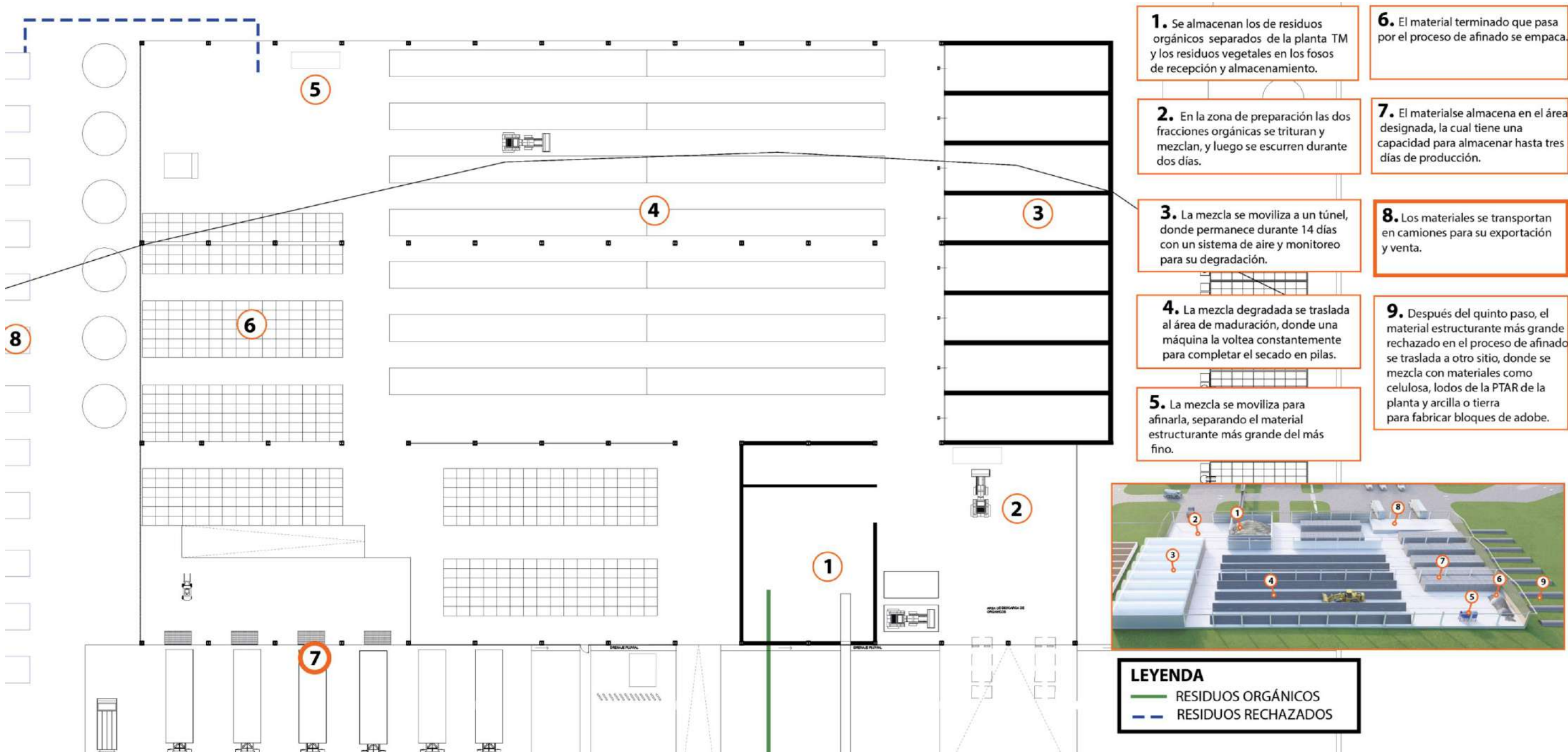


Figura 45. Diagrama de proceso de Planta de TM



Fuente: Elaborado por la autora

Figura 46. Diagrama de procesos de la Planta de Compostaje



Fuente: Elaborado por la autora

PLANTAS ARQUITECTÓNICAS EDIFICIO A - NIVEL 00

EDIFICIO A

ZONAS COMUNES

- 1. Recepción
- 2. Sala de espera
- 3. Escalera y elevador
- 4. Salón de conferencia
- 5. S. Sanitarios
- 6. Cafetería

ZONAS DE SERVICIOS

- 7. Enfermería
- 8. Cuarto de vigilancia
- 9. Depósito
- 10. Cuarto de aseo
- 11. Escalera de emergencia
- 12. Cuarto de control
- 13. Cocina
- 14. Despensa
- 15. Cuarto frío
- 16. A/C Chillers
- 17. Zona de lockers, baños y vestidores del personal.
- 18. Cuarto de audio visual

ZONAS DE LABORATORIO

- 19. Laboratorio general
- 20. Cuarto de muestras
- 21. Recepción de Materiales
- 22. Baño



PLANTAS ARQUITECTÓNICAS EDIFICIO A - NIVEL 01

EDIFICIO A

ZONAS COMUNES

- 1. S. Sanitario 2
- 2. Escalera y elevador

ZONAS DIDÁCTICAS

- 3. Observatorio
- 4. Taller
- 5. Salón de uso múltiple
- 6. Depósito

ZONAS ADMINISTRACIÓN

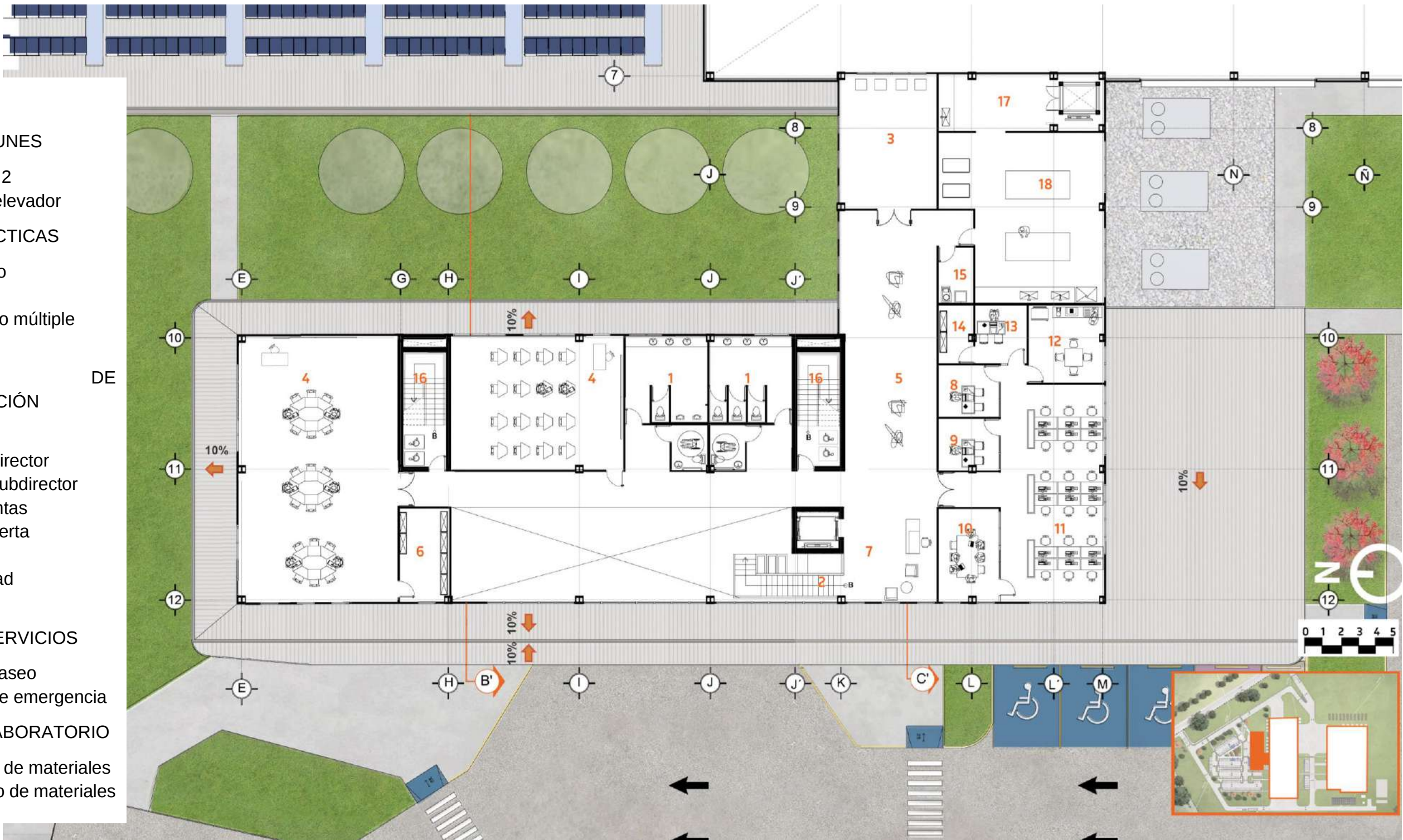
- 7. Recepción
- 8. Oficina de director
- 9. Oficina de subdirector
- 10. Sala de juntas
- 11. Oficina abierta
- 12. Cocineta
- 13. Contabilidad
- 14. Archivo

ZONAS DE SERVICIOS

- 15. Cuarto de aseo
- 16. Escalera de emergencia

ZONAS DE LABORATORIO

- 17. Recepción de materiales
- 18. Laboratorio de materiales



PLANTAS ARQUITECTÓNICAS EDIFICIO B - NIVEL 00

EDIFICIO B

ZONA DE PLANTA TM

- 1. Área carga y descarga
- 2. Foso de recepción
- 3. Área de recepción
- 4. Mantenimiento de pulpo
- 5. Planta de TM

ZONA DE RECICLAJE

- 6. Área del montacargas
- 7. Área de trituración PE
- 8. Almacén de materiales
- 9. Andén

CUARTO DE MÁQUINA

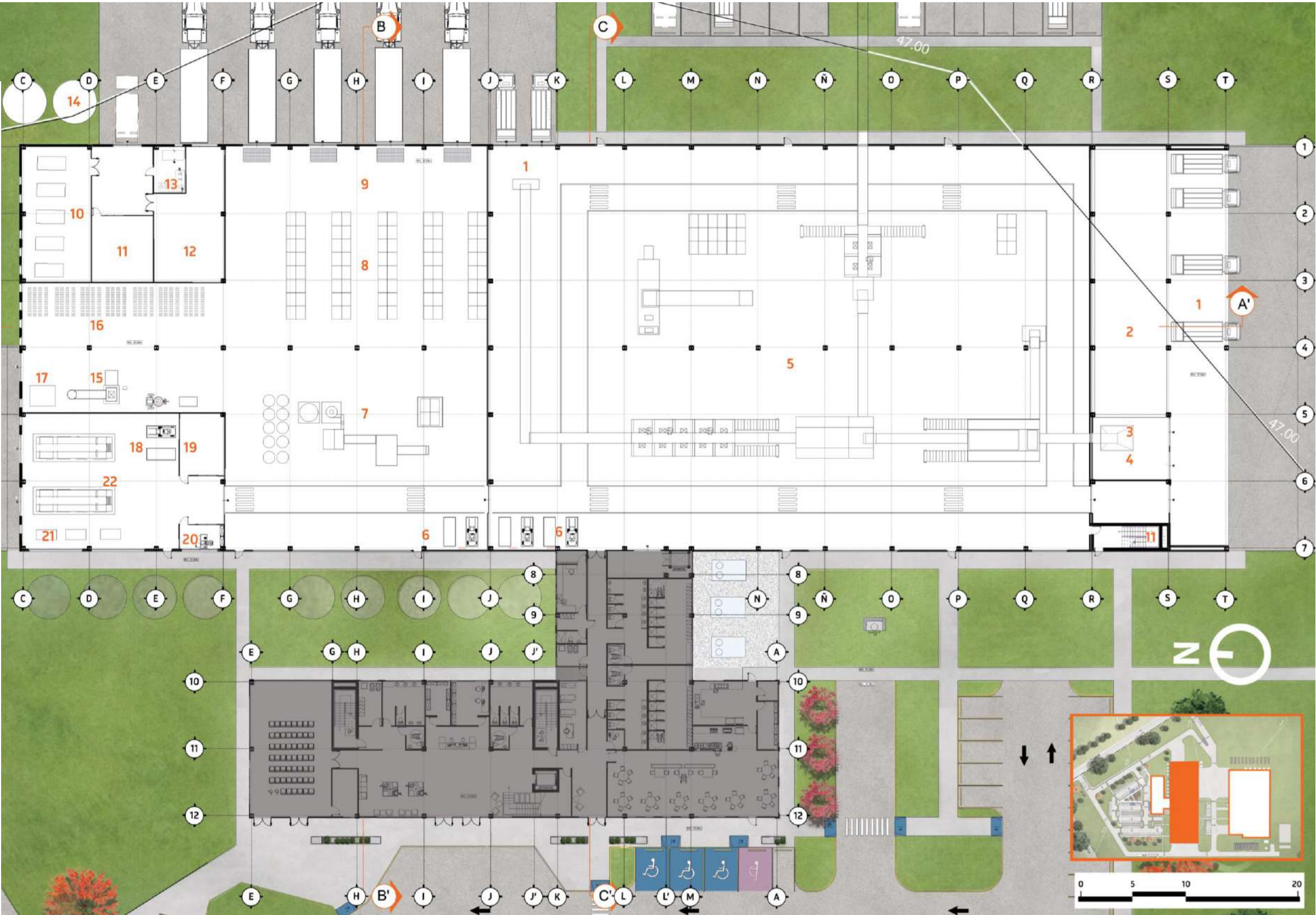
- 10. Cuarto de generadores
- 11. Cuarto eléctrico
- 12. Cuarto de batería
- 13. Cuarto de bomba
- 14. Tanque de agua

ZONA DE ELABORACIÓN DE BLOQUES

- 15. Área de máquina
- 16. Área de secado
- 17. Área descarga

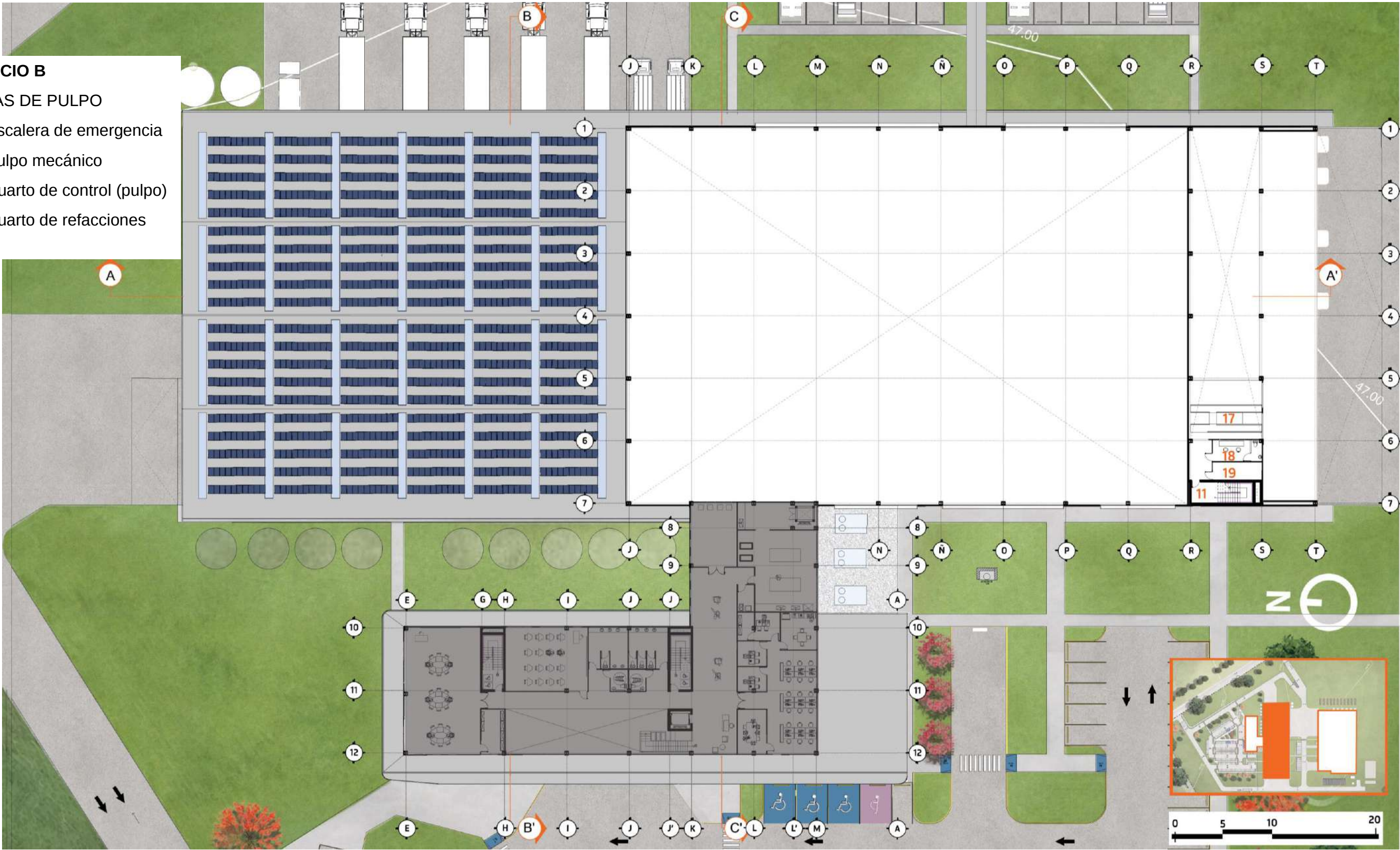
ZONA DE TALLER

- 18. Área del montacargas
- 19. Cuarto de refacciones
- 20. Oficina de mecánico
- 21. Área de equipo
- 22. Taller de mantenimiento y reparaciones.



PLANTAS ARQUITECTÓNICAS EDIFICIO B - NIVEL 01

- EDIFICIO B**
ZONAS DE PULPO
- 11. Escalera de emergencia
 - 17. Pulpo mecánico
 - 18. Cuarto de control (pulpo)
 - 19. Cuarto de refacciones



PLANTAS ARQUITECTÓNICAS EDIFICIO C - NIVEL 00

EDIFICIO C

ZONA DE RECEPCIÓN

- 1. Área de descarga de materiales orgánicos.
- 2. Foso de recepción
- 3. Almacenamiento de residuos vegetales.
- 4. Área de trituración y mezcla de orgánicos.

ZONA DE DESCOMPOSICIÓN

- 5. Túneles de compostaje (FORM).

ZONA DE MADURACIÓN

- 6. Área de pilas de volteo de compostaje.

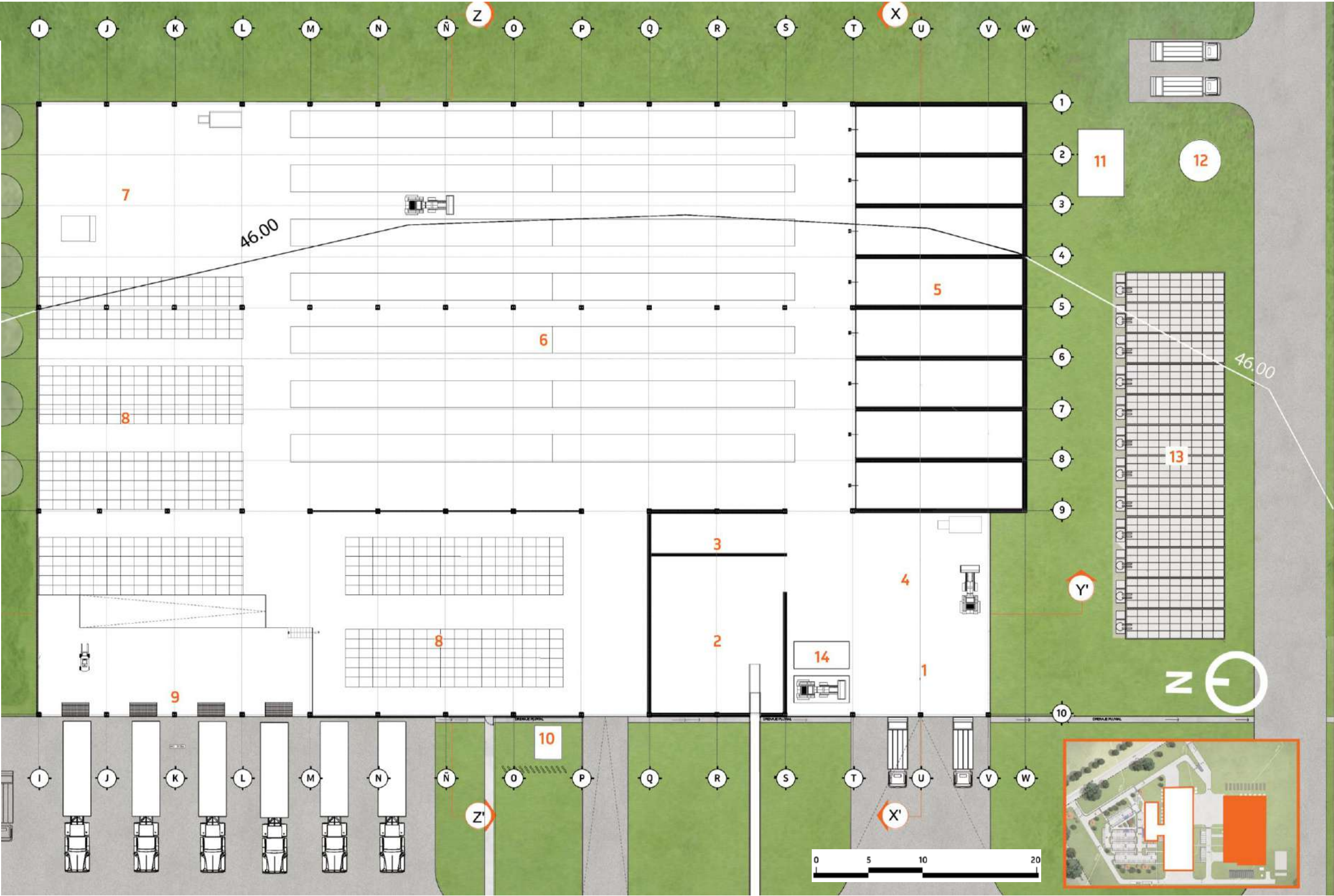
ZONA DE ALMACENADO

- 7. Área de separación y rechazo de residuos.
- 8. Almacén de producto Terminado.

- 9. Andén

ZONA DE MÁQUINAS

- 10. Máquina de Polvo
- 11. Depuradora
- 12. Gas
- 13. Biofiltros
- 14. Área de retroexcavadora



ELEVACIONES DEL EDIFICIO A Y B



ELEVACIÓN FRONTAL - A
ESC: 1:400



ELEVACIÓN POSTERIOR - A
ESC: 1:400



ELEVACIÓN LATERAL IZQUIERDA – A y B
ESC: 1:400

ELEVACIONES DEL EDIFICIO A Y B



ELEVACIÓN LATERAL DERECHA – A y B
ESC: 1:300



ELEVACIÓN FRONTAL - B
ESC: 1:300

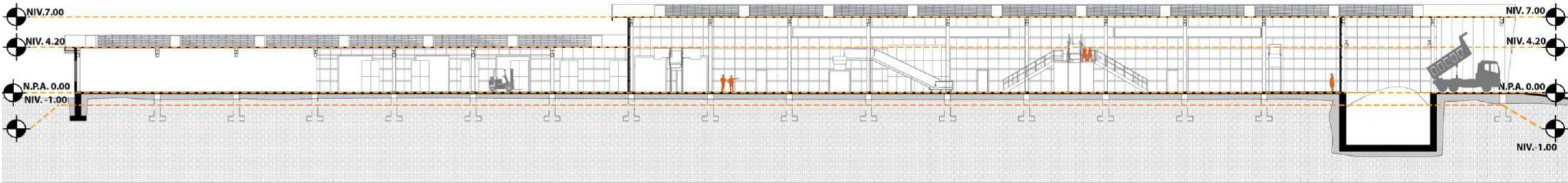


ELEVACIÓN POSTERIOR - B
ESC: 1:300

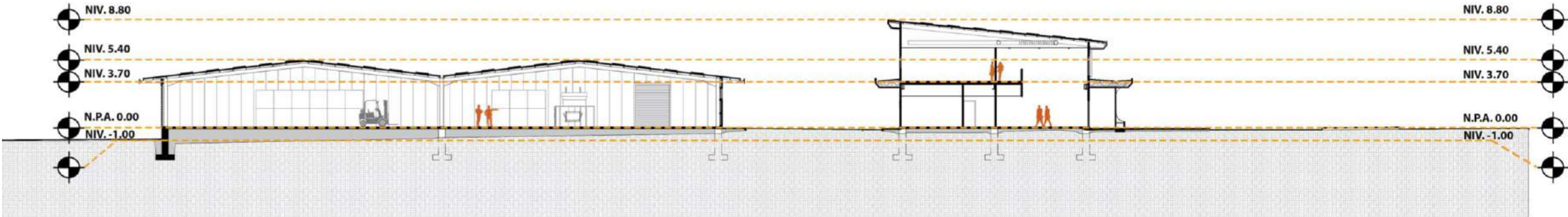
ELEVACIONES DEL EDIFICIO C



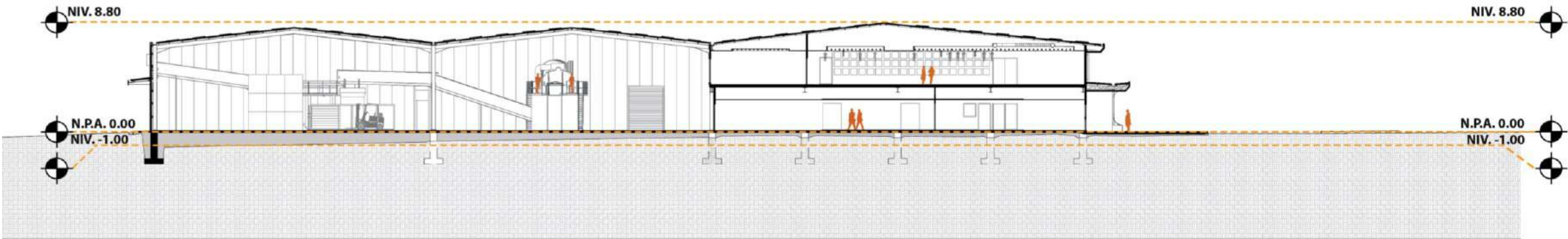
SECCIONES DEL EDIFICIO A y B



SECCIÓN LONGITUDINAL A-A'
ESC: 1:400

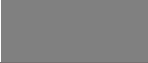


SECCIÓN TRANSVERSAL B-B'
ESC: 1:400

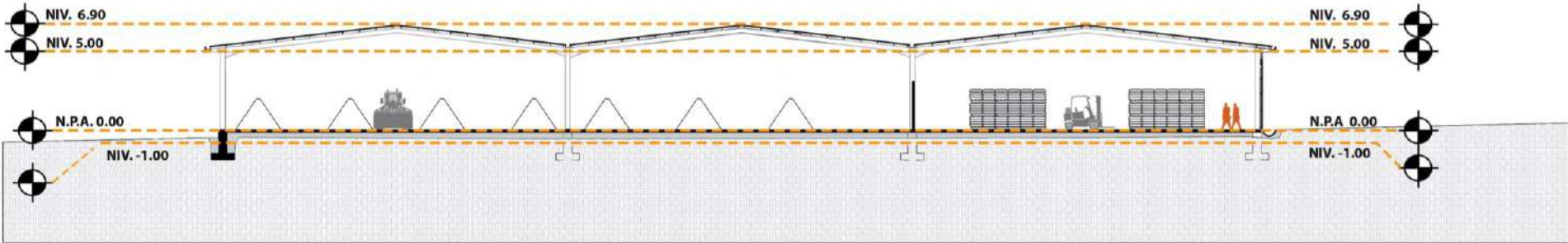
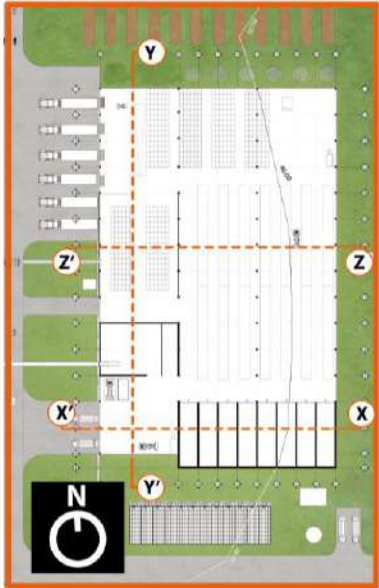


SECCIÓN TRANSVERSAL C-C'
ESC: 1:400

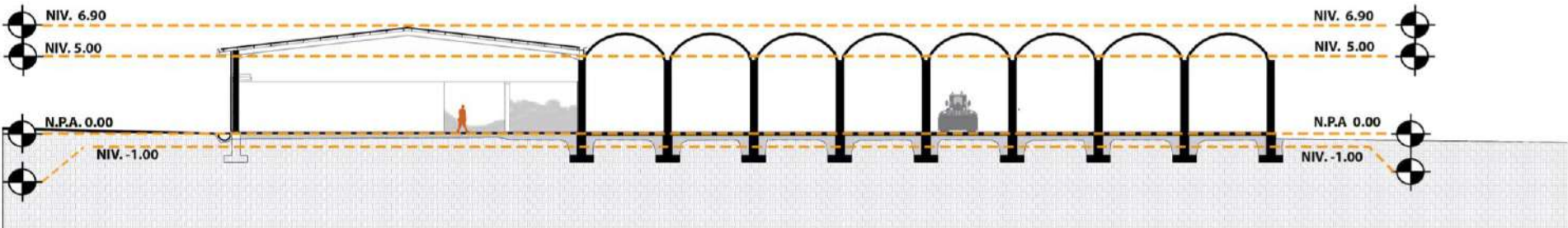




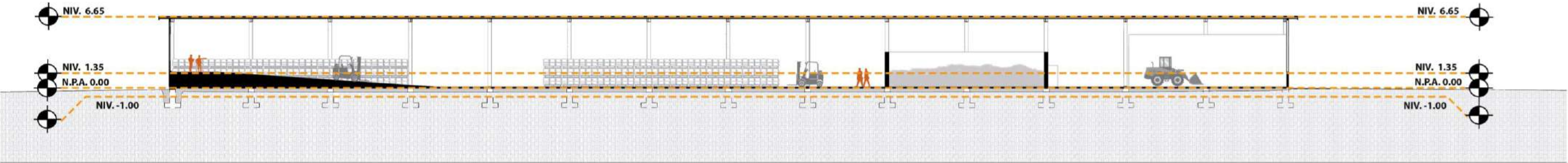
SECCIONES DEL EDIFICIO C



SECCION TRANSVERSAL X-X'
ESC: 1:300



SECCION TRANSVERSAL Z-Z'
ESC: 1:300



SECCION LONGITUDINAL Y-Y'
ESC: 1:300



PROPUETA PAISAJÍSTICA / POLÍGONO



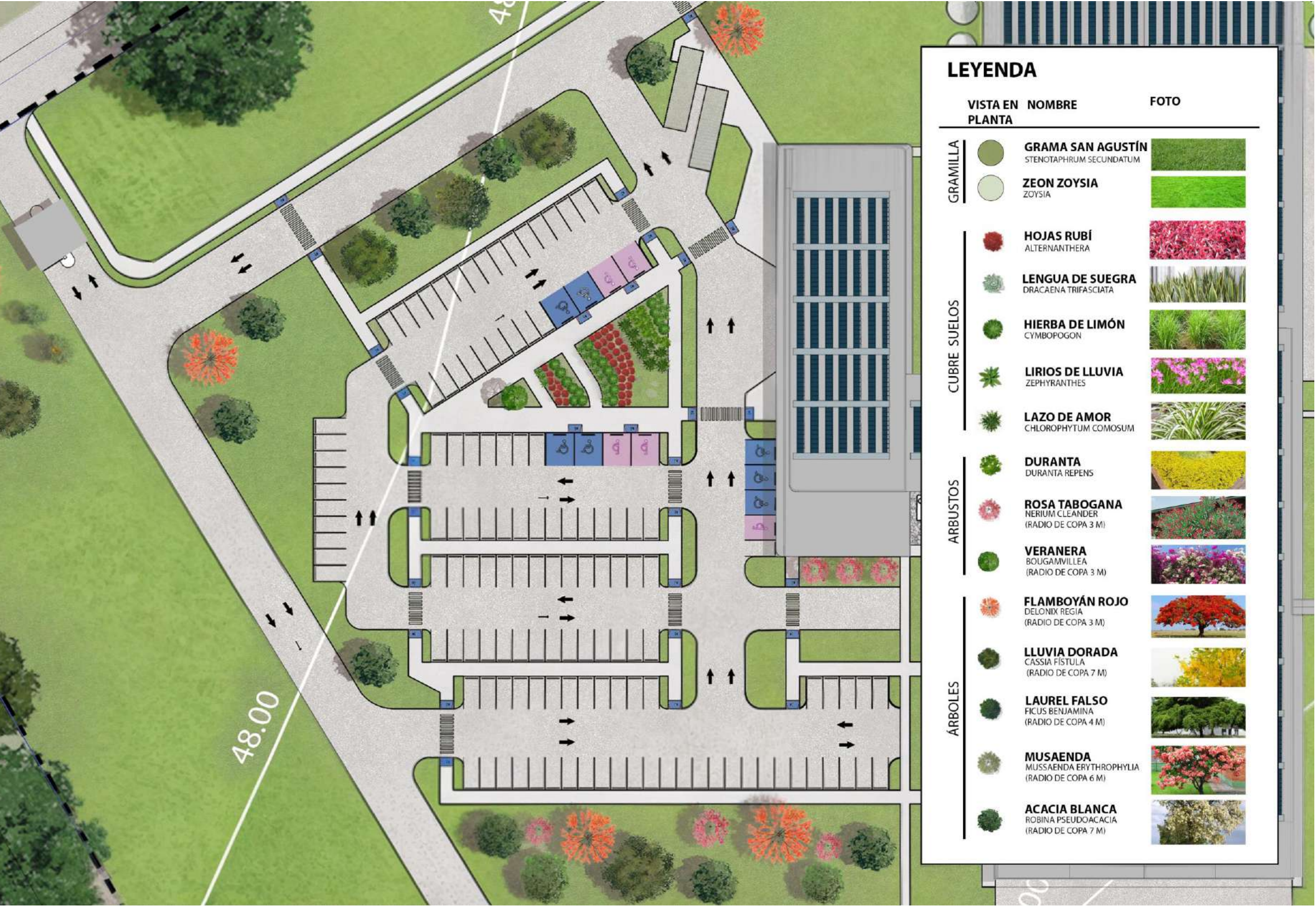
PROPUETA PAISAJÍSTICA

Esta propuesta paisajista busca integrar de manera armoniosa la naturaleza con la arquitectura del edificio, con un enfoque de simplicidad, funcionalidad y sostenibilidad.

El jardín central actúa como un punto focal, con un diseño de vegetación que hacen un juego de capas combinando texturas, colores y alturas, generando un contraste visual atractivo.

Se proponen el uso de plantas de bajo mantenimiento y adaptabilidad al entorno local ordenadas de manera orgánica para lograr fluidez y naturalidad.

Los árboles alrededor del estacionamiento buscan proporcionar sombrar y disminuir la temperatura del entorno, además de formar un atractivo visual y acogedor para los usuarios.



4.6 Visualizaciones

Figura 47. Visualización del proyecto completo



Fuente: Elaboración de la autora

Figura 48. *Visualización del proyecto, edificio A*



Fuente: Elaborado por la autora

Figura 49. *Visualización del proyecto, porta cochera*



Fuente: Elaborado por la autora

Figura 50. *Visualización del proyecto, garita área de pesaje*



Fuente: Elaborado por la autora

Figura 51. *Visualización del proyecto, vista de planta de compostaje*



Fuente: Elaborado por la autora

Figura 52. Visualización del proyecto, vista frontal del edificio A y B



Fuente: Elaborado por la autora

Figura 53. Vista interior del vestíbulo



Fuente: Elaborado por la autora

Figura 54. *Visualización del proyecto, vista de recepción*



Fuente: Elaborado por la autora

Figura 55. *Visualización del proyecto, salón de conferencias*



Fuente: Elaborado por la autora

Figura 56. *Visualización del proyecto, taller 1*



Fuente: Elaborado por la autora

Figura 57. *Visualización del proyecto, área de uso múltiple*



Fuente: Elaborado por la autora

Figura 58. *Visualización del proyecto, observatorio*



Fuente: Elaborado por la autora

Figura 59. *Visualización del proyecto, vista de foso de recepción*



Fuente: Elaborado por la autora

Figura 60. *Visualización del proyecto, Vista de clasificación manual de orgánicos*



Fuente: Elaborado por la autora

Figura 61. *Visualización del proyecto, Vista de clasificación manual de inorgánicos*



Fuente: Elaborado por la autora

Figura 62. *Visualización del proyecto, Vista de reciclaje de plásticos*



Fuente: Elaborado por la autora

Figura 63. *Visualización del proyecto, fabricación de bloques y almacenaje*



Fuente: Elaborado por la autora

Figura 64. *Visualización del proyecto, Recepción de compostaje*



Fuente: Elaborado por la autora

Figura 65. *Visualización del proyecto, pilas de maduración*



Fuente: Elaborado por la autora

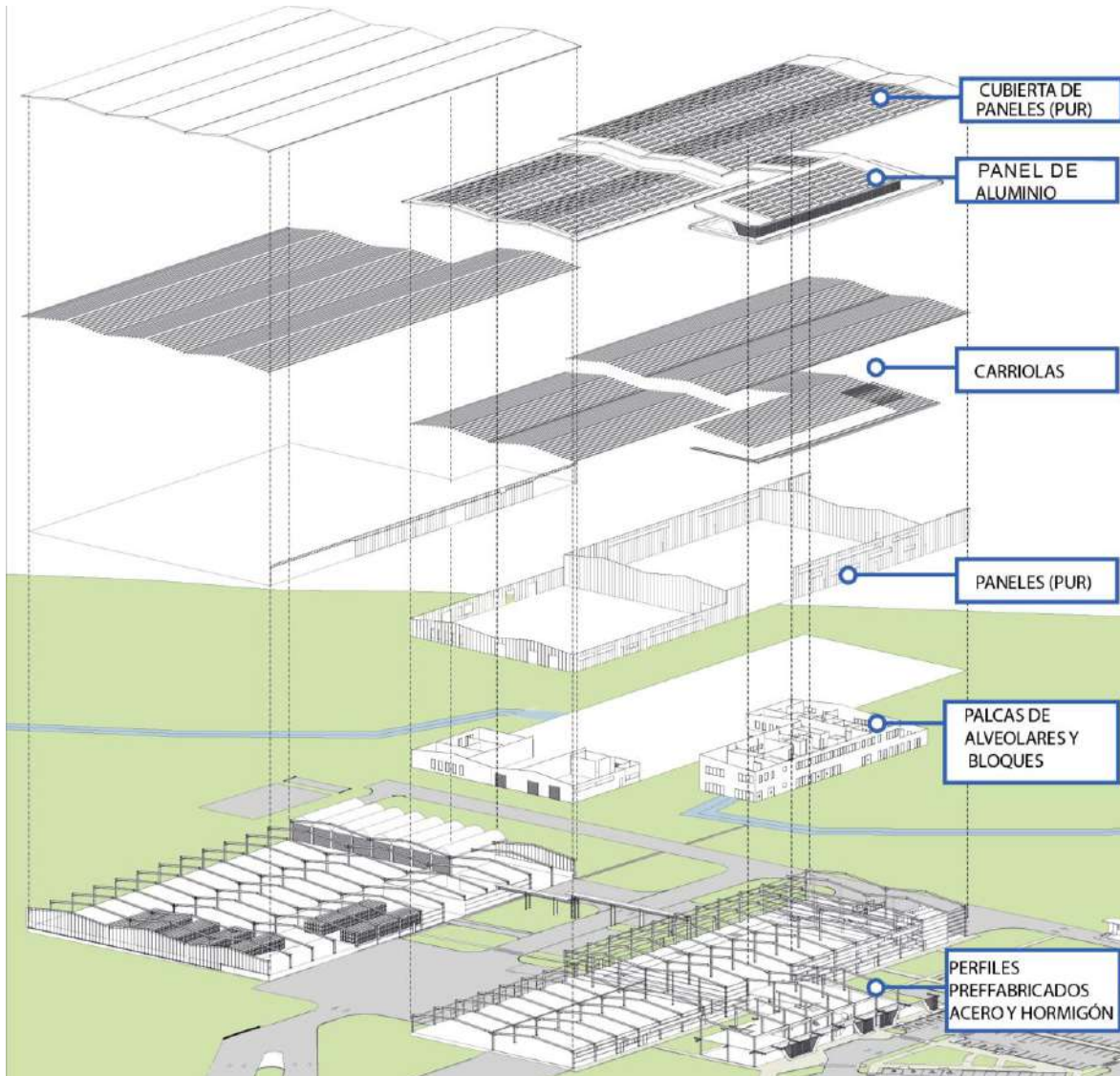
4.7 Sistema constructivo

El sistema constructivo del proyecto es industrializado, utilizando losa tipo *metaldeck* y estructuras metálicas de perfiles de acero. En las zonas de fosos de recepción de residuos los pilares dispondrán de ménsulas, sobre las que van apoyadas las vigas carril (también de hormigón armado con carril metálico para rodadura) que serán los soportes y guías del desplazamiento del puente grúa con capacidad de 25 toneladas que barren la zona del foso.

La cimentación se realiza con fundaciones de acuerdo con los parámetros establecidos en el estudio de suelo. Para las paredes de las naves industriales se emplean palcas de alveolares y paneles un sándwich en sitio, constituido por una capa de chapa grecada de acero galvanizado de 0,7 mm de espesor, sobre la que se colocarán una capa de aislamiento de 80 mm y una chapa de acero galvanizado tipo Atenea, dando uniformidad al acabado exterior de la nave.

Como norma general los muros que forman las paredes de los fosos y demás perímetros de zonas enterradas, serán de hormigón armado en sitio. Estos muros serán de 5 m de altura desde la plataforma de descarga. Para la construcción del foso se especifica un hormigón, que contenga cemento sulforresistente, para aguantar el ataque químico del interior del foso, debido a los residuos y lixiviados.

Figura 66. Diagrama estructural del proyecto



Elaborado por la autora

4.8 Materialidad utilizada

Panel de aluminio

Es una placa compuesta de aluminio, utilizadas para cubiertas, revestimiento, elemento decorativo y fachadas.



Paneles tipo sándwich de Poliuretano (PUR)

Es un panel utilizado para fachadas y cubiertas, formado de una espuma rígida de lana roca unida por dos chapas metálicas de acero o aluminio con resistencia al fuego dependiendo de su tipo.



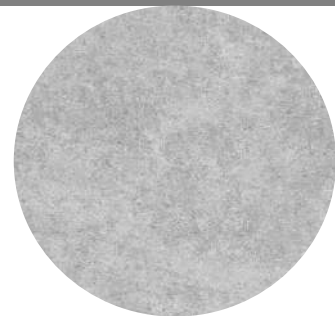
Louvers

Este sistema comprende varios elementos, ya sean fijos o ajustables, que se encuentran dispuestos de manera paralela y equidistante. Confeccionados en aluminio, su función es controlar el paso de aire, agua y sonido.



Hormigón (piso, muros)

Es una mezcla conformada de cemento con grava, arena y agua, normalmente reforzada con barras de acero. Se resalta la importancia de la resistencia dependiendo del proyecto.



Ventanas de vidrio templado con aislamiento térmico. Es una estructura conformada por uno o más vidrios con diferentes grosores espaciados, formando una cámara de aire seco, esta funciona como un aislante acústico y térmico, se propone el uso de estos vidrios para el observatorio.



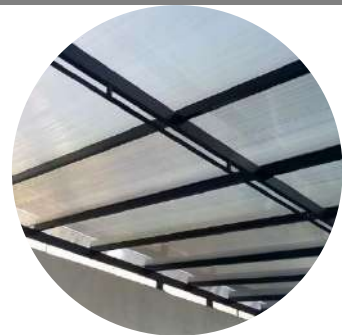
Acero expandido

Es una malla metálica con un patrón determinado que se puede utilizar como celosías a diferencia de otras mallas es más liviana. Además, permite el paso del aire, agua y luz mientras brinda una barrera.



Policarbonato

Es una lámina traslúcida acanalada utilizada para cubiertas de edificaciones, que permite la entrada de luz natural.



Perfiles de acero

Son elementos industriales con características específicas utilizados, para soportar cargas pesadas o refuerzos estructurales dependiendo de su tipo de perfil.



4.9 Sistemas e instalaciones de equipos especiales

- Sistemas de aire acondicionado

Para lograr un confort óptimo para los usuarios del edificio A se requiere una climatización eficiente, que considere la cantidad de personas como las dimensiones de los espacios. Por esta razón, se plantea la instalación de un sistema de aire acondicionado tipo *chiller*, el cual es adecuado para el alto volumen de aire necesario y cubrir estas áreas. Además, el sistema *chiller* es energéticamente eficiente, optimizando el consumo y contribuyendo a la sostenibilidad, lo que lo convierte en una solución eficaz y rentable a largo plazo.

- Sistema de paneles solares

Para el proyecto se propone el uso panel solares monocristalinos, los cuales son menos pesados con dimensiones 0.90 m x 1.50 m, tienen mayor durabilidad y rendimiento de 310 W. También se incluyeron baterías para almacenamiento y monitorización del rendimiento, proporcionando energía limpia y sostenible.

- Sistema de Gas

La cafetería requiere de suministro de gas, por lo tanto, se propone el uso de un tanque de 120 gls. Incluye detectores de gas y ventilación, para prevenir fugas y garantizar el funcionamiento seguro y eficiente.

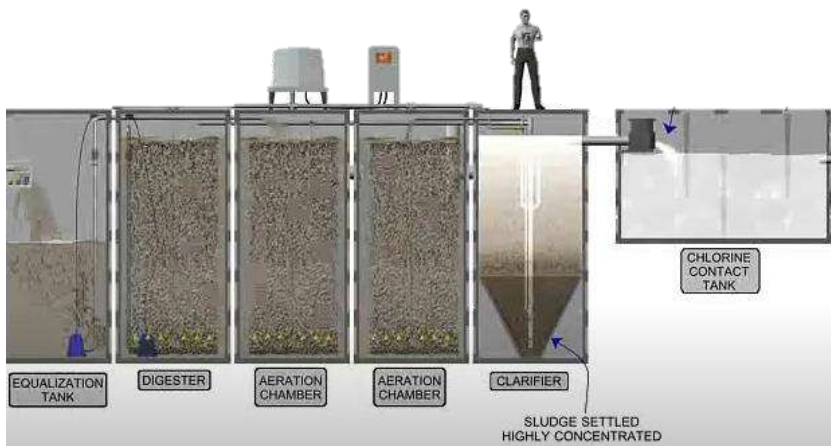
- Sistema de Agua Pluvial

El proyecto utiliza un sistema de recolección de agua mediante tanques soterrados, los cuales captan el agua de lluvia de los techos redirigiéndolas a los tanques. El agua almacenada ayuda a optimizar el uso de los recursos hídricos para las limpiezas de maquinarias, riego de áreas verdes y otros procesos internos del proyecto. El enfoque del soterrado ayuda a integrarse de manera más discreta al entorno sin afectar operaciones diarias.

- Sistema de Planta de tratamiento

Se propone el uso de una planta de tratamiento de aguas residuales ASA/JET ya que tiene un diseño modular flexible y es una línea de producción comercial prefabricada, que utiliza procesos de tratamiento biológico de lodos activados y aireación extendida.

Figura 67. Planta de tratamiento modular



Fuente: Tomada de (La Planta de Tratamiento ASA / JET, s.f.)

Sistemas y equipos especiales que comúnmente se encuentran en una planta de reciclaje:

1. Sistema de recolección y transporte de residuos
2. Sistemas de clasificación
3. Sistemas de trituración y compactación
4. Sistemas de lavado y secado
5. Sistemas de almacenamiento

Plantas de compostaje: Para el tratamiento de residuos orgánicos, generando abono.

6. Sistemas de control y monitoreo

7. Sistemas de ventilación industrial:

- Para eliminar polvo y partículas en suspensión.
- Filtros de aire y sistemas de depuración: Para reducir las emisiones de gases y partículas contaminantes al medioambiente.

7. Sistemas de seguridad

- Compuesto por sistemas de detección de incendios, extintores portátiles, sistemas de alarmas, plan de evacuación y equipos de protección personal.

8. Sistemas de primeros auxilios

- Compuestos por kits de primeros auxilios, estaciones de lavado de ojos y duchas de emergencia.

COSTOS

CAPÍTULO 5



5.1 Costo del proyecto

- Costos Preliminares:

Son gastos que se generan previo al proyecto que se va a construir y que permiten determinar las bases para iniciar su ejecución.

- Costos directos:

El costo directo engloba todos los aspectos directamente relacionados con la construcción de la obra. Estos costos abarcan los costos de áreas cerradas, áreas semi abierta y áreas abiertas del proyecto.

- Áreas cerradas: Se refiere a los espacios delimitados mediante paredes, techados y comunicados entre sí mediante puertas.
- Áreas semi abiertas: Contiene los espacios no delimitados por elementos arquitectónicos, son abiertos, pero techados y pavimentados.
- Áreas abiertas: Espacios abiertos no techados ni delimitados, se desarrollan al aire libre.

- Costos indirectos:

Se refieren a los gastos generales que permiten la ejecución de los trabajos que atañen al proyecto que se va a construir.

Estimación del costo total del proyecto: B/.18,511,640.57

A continuación, se presenta el desglose de costos por medio de tablas detalladas.

Tabla 3. Costos Preliminares

RESUMEN DE COSTOS PRELIMINARES				
Costos preliminares				
Descripción	Unidad	Área/cantidad	Costo/unidad	Sub-Total
Terreno	m2	233889.97	B/.10.00	B/.2,338,899.70
Topografía	UN	1	B/.5,200.00	B/.5,200.00
Estudio de suelo	UN	1	\$ 2.590,21	\$ 2.590,21
Total, de costos preliminares				B/.2,342,689.91

Fuente: Elaborado por la autora sobre datos proporcionados por (Generador de Precios. Panamá, 2024)

Tabla 4. Costos directos

COSTOS DIRECTOS			
Construcción de edificaciones			
Descripción	Unidad	Área/cantidad	Sub-Total
Edificio A	m2	1963.93	B/.1,445,527.50
Edificio B	m2	5,959.09	B/.3,613,494.00
Edificio C	m2	6636.56	B/.3,592,753.50
Estacionamientos	m2	18,641.76	B/.2,598,891.50
Total, de costos directos			B/.11,272,690.50

Fuente: Elaborado por la autora sobre datos del cuadro de costos directos de la contraloría (república, 2024 -2025).

Tabla 5. Costos indirectos

COSTOS INDIRECTOS		
Descripción	% de const.	Sub-Total
Anteproyecto	7	B/.749,817.15
Permisos municipales	2	B/.214,233.47
Costos administrativos	8	B/.847,979.88
Imprevistos	7	B/.749,817.15
Inspecciones	3	B/.321,350.21
Total, de costos indirectos		B/.2,892,151.85

Fuente: Regulación de impuestos de permisos construcción y ocupación (Municipio del distrito de David, 2008)

Tabla 6. Costos de equipos y sistemas especiales

COSTOS DE EQUIPOS Y SISTEMAS ESPECIALES			
Descripción	Unidad	Costo/ unidad	Sub-Total
Zona de elevadores	2	B/.33,329.71	B/.66,659.42
Sistemas de A/A Cent. 25 ton	3	B/.22,680.50	B/.68,041.50
Planta eléctrica	5	B/.50,000.00	B/.250,000.00
Pulpo mecánico	1	B/.50,000.00	B/.50,000.00
Planta de TM	1	B/.150,000.00	B/.150,000.00
Planta de reciclaje	1	B/.50,000.00	B/.50,000.00
Sistemas de alarmas	1	B/.200,000.00	B/.200,000.00
Tanque de agua potable de reserva	15	B/.17,970.00	B/.269,550.00
Depuradora	1	B/.150,000.00	B/.150,000.00
Biofiltro	9	B/.33,329.71	B/.299,967.39
Máquina antipolvo	2	B/.25,000.00	B/.50,000.00
PTAR	2	B/.200,000.00	B/.400,000.00
Total, de equipos y sistemas especiales			B/.2,004,108.31

Fuente: Elaborado por la autora sobre datos de (alibaba, 2019)

Tabla 7. Costos totales del proyecto

ESTIMACIÓN DEL COSTO TOTAL DEL PROYECTO		
Descripción	%	Sub-Total
Preliminares	13.53 %	B/.2,342,689.91
Costos directos	61 %	B/.11,272,690.50
Costos indirectos	16 %	B/.2,892,151.85
Costos de equipos y sistemas	10 %	B/.2,004,108.31
Gran total	100 %	B/.18,511,640.57

Fuente: Elaborado por la autora

Tabla 8. Costos de áreas cerradas del Edificio A

ÁREAS CERREDAS - EDIFICIO A			
Nivel 000			
Zona	m2	Costo/m2	Sub-Total
ÁREAS COMUNES			
Recepción	21.9	B/.850.00	B/.18,615.00
Sala de espera	99.7	B/.850.00	B/.84,745.00
Escalera #1	22.5	B/.800.00	B/.18,000.00
Zona de elevadores #1	8	B/.700.00	B/.5,600.00
Escalera de emergencia #1	23.03	B/.800.00	B/.18,424.00
Escalera de emergencia #2	23.03	B/.800.00	B/.18,424.00
Escalera de emergencia #3	23.03	B/.800.00	B/.18,424.00
Salón de conferencia	143.11	B/.800.00	B/.114,488.00
Pasillo	161	B/.700.00	B/.112,700.00
S. Sanitarios	60.36	B/.775.00	B/.46,779.00
ZONAS DE SERVICIOS			
Enfermería	23.6	B/.800.00	B/.18,880.00
Cuarto de vigilancia	8.1	B/.800.00	B/.6,480.00
Depósito	13.1	B/.600.00	B/.7,860.00
Cuarto de aseo	9.38	B/.600.00	B/.5,628.00
Cocina	54.48	B/.775.00	B/.42,222.00
Zona de lockers, baños y vestidores	184.92	B/.775.00	B/.139,500.00
Cuarto de audio visual	17.17	B/.600.00	B/.10,302.00
ZONAS DE LABORATORIO			
Laboratorio general	19.37	B/.850.00	B/.16,464.50
Cuarto de muestras	4.52	B/.600.00	B/.2,712.00
Baño	12.12	B/.700.00	B/.8,484.00
Recepción de materiales	12.12	B/.700.00	B/.8,484.00
Nivel 100			
ZONA ADMINISTRATIVA			
Recepción	28.31	B/.700.00	B/.19,817.00
Oficina de director	57.47	B/.700.00	B/.40,229.00
Oficina de subdirector	30.32	B/.700.00	B/.21,224.00
Sala de juntas	24.67	B/.700.00	B/.17,269.00
Oficina abierta	23.03	B/.700.00	B/.16,121.00
Cocineta	15.44	B/.800.00	B/.12,352.00
ZONAS COMUNES			
Escalera #1	22.5	B/.800.00	B/.18,000.00
Zona de elevadores #1	10.26	B/.700.00	B/.7,182.00
Escalera de emergencia #1	23.03	B/.800.00	B/.18,424.00

Escalera de emergencia #2	23.03	B/.800.00	B/.18,424.00
Escalera de emergencia #3	23.03	B/.800.00	B/.18,424.00
Pasillos	65.03	B/.600.00	B/.39,018.00
S. sanitario # 2	60.36	B/.775.00	B/.46,779.00
ZONAS DIDACTIVAS			
Observatorio	7.57	B/.800.00	B/.6,056.00
Taller # 1	143.11	B/.800.00	B/.114,488.00
Taller # 2	77.53	B/.800.00	B/.62,024.00
Sala de exposición	242.47	B/.700.00	B/.169,729.00
Depósito	17.14	B/.600.00	B/.10,284.00
ZONAS DE SERVICIOS			
Cuarto de aseo #1	7.57	B/.600.00	B/.4,542.00
ZONAS DE LABORATORIO			
Montacargas	10.78	B/.600.00	B/.6,468.00
Recepción de materiales	20.83	B/.600.00	B/.12,498.00
Laboratorio de materiales	81.23	B/.800.00	B/.64,984.00
Total, de costos preliminares			B/.1,467,551.50

Fuente: Elaborado por la autora sobre datos del cuadro de costos directos de la contraloría (república, 2024 -2025).

Tabla 9. Costos de áreas cerradas del Edificio B

ÁREAS CERREDAS- EDIFICIO B			
Nivel 000			
Zona	m2	Costo/m2	Sub-Total
ZONA DE PLANTA TM			
Foso de recepción	263.52	B/.600.00	B/.158,112.00
Área de recepción	42.14	B/.600.00	B/.25,284.00
Mantenimiento de pulpo	61.77	B/.600.00	B/.37,062.00
Planta de TM	3059.77	B/.600.00	B/.1,835,862.00
ZONA DE RECICLAJE			
Zona de reciclaje	676.36	B/.600.00	B/.405,816.00
Área de almacenaje	663.17	B/.600.00	B/.397,902.00
Anden	174.71	B/.600.00	B/.104,826.00
CUARTO DE MÁQUINA			
Cuarto eléctrico	101.83	B/.600.00	B/.61,098.00
Cuarto de generadores	121.61	B/.600.00	B/.72,966.00
Cuarto de baterías	51.51	B/.600.00	B/.30,906.00
Cuarto de bomba	19.47	B/.600.00	B/.11,682.00
ZONA DE ELABORACIÓN DE BLOQUES			
Área de máquina	329.76	B/.600.00	B/.197,856.00

ZONA DE TALLER

Cuarto de refracciones	34.53	B/.600.00	B/.20,718.00
Oficina de mecánico	13.97	B/.700.00	B/.9,779.00
Área de equipo	295.89	B/.700.00	B/.207,123.00

Nivel 100

ZONA DE PULPO

Pulpo mecánico	1.57	B/.600.00	B/.942.00
Cuarto de control (pulpo)	13.91	B/.700.00	B/.9,737.00
Cuarto de refacciones	10.57	B/.700.00	B/.7,399.00
Escalera de emergencia	23.03	B/.800.00	B/.18,424.00

Total, de costos preliminares	B/.3,613,494.00
--------------------------------------	------------------------

Fuente: Elaborado por la autora sobre datos del cuadro de costos directos de la contraloría (república, 2024 -2025).

Tabla 10. Costos de áreas semi abiertas del Edificio C

ÁREAS SEMI ABIERTAS- EDIFICIO C

Nivel 000

Zona	m2	Costo/m2	Sub-Total
Área de descarga de materiales orgánicos	72.55	B/.600.00	B/.43,530.00
Foso de recepción	275.2	B/.600.00	B/.165,120.00
Almacenamiento de residuos vegetales	78.45	B/.600.00	B/.47,070.00
Área de trituración y mezcla de orgánicos	132.13	B/.600.00	B/.79,278.00
ZONA DE MADURACIÓN			
Área de pilas de volteo de compostaje	2815.13	B/.600.00	B/.1,689,078.00
ZONA DE ALMACENADO			
Área de separación y rechazo de residuos	347.38	B/.600.00	B/.208,428.00
Almacén de producto terminado	2050.87	B/.600.00	B/.1,230,522.00
Total, de costos preliminares			B/.3,463,026.00

Fuente: Elaborado por la autora sobre datos del cuadro de costos directos de la contraloría (república, 2024 -2025).

Tabla 11. Costos de áreas cerradas del Edificio C

ÁREAS CERREDAS- EDIFICIO C			
Nivel 000			
Zona	m2	Costo/m2	Sub-Total
ZONA DE DESCOMPOSICIÓN			
Túneles de compostaje (FORM)	864.85	B/.150.00	B/.129,727.50
Total, de costos preliminares			B/.129,727.50

Fuente: Elaborado por la autora sobre datos del cuadro de costos directos de la contraloría (república, 2024 -2025).

Tabla 12. Costos de áreas abiertas

ÁREAS ABIERTAS			
Nivel 000			
Zona	m2	Costo/m2	Sub-Total
ESTACIONAMIENTOS			
Estacionamientos y calles	16,608.85	B/.150.00	B/.2,491,327.50
Aceras y rampas	1,796.17	B/.50.00	B/.89,808.50
Jardinería	236.74	B/.75.00	B/.17,755.50
Total, de costos preliminares			B/.2,598,891.50

Fuente: Elaborado por la autora sobre datos del cuadro de costos directos de la contraloría (república, 2024 -2025).

CONCLUSIÓN

La problemática del manejo de residuos sólidos es un tema que ocupa cada vez más importancia a nivel mundial. Cada país enfrenta sus propios desafíos en cuanto a la gestión y la implementación de la infraestructura más adecuada, para el tratamiento de estos que sea sostenible. Algunos países ya han avanzado en la adopción de procesos efectivos de tratamiento y reciclaje. Mientras otros como Panamá, aún se encuentran en fase de planeamiento para abordar esta situación. Es imprescindible que las ciudades puedan contar con instalaciones para tratar los desechos sólidos, no solo para minimizar el impacto ambiental, sino también para aprovechar los recursos que estos ofrecen. La falta de infraestructura adecuada implica que los residuos y depositen en rellenos sin ningún tratamiento previo, que puede causar sin los controles adecuados la contaminación del suelo y agua. Es necesario fomentar conciencia en las comunidades sobre el tema, integrando la educación ambiental, para que las personas entiendan la importancia de la gestión de los desechos.

Proyectos como RECI – David en Panamá es el tipo de infraestructura que permitirá un tratamiento adecuado de los desechos, y podrá contribuir a darles una segunda vida útil a los residuos, que cumplen los estándares convencionales de reciclaje. Además, tiene el potencial de convertirse en centro de concientización ambiental para las comunidades, que promoverá un renfoque más respetable y sostenible de la gestión de residuos.

RECOMENDACIONES

- Promover políticas a largo plazo que incentiven la cultura del reciclaje y la gestión sostenible de residuos, con enfoque particular en la educación de niños y jóvenes.
- Se debe de capacitar a las personas en fortalecer las competencias relacionadas con la gestión sostenibles de residuos, integrando el valor ambiental y económico de los procesos de reciclaje y reutilización.
- Realizar una actualización del diagnóstico integral sobre las necesidades de infraestructura de cada región.
- Incentivar la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías de reciclaje, como la recuperación de materiales, mediante procesos automatizados o el uso de biotecnología, para degradar ciertos tipos de residuos de manera más eficiente.
- Establecer alianzas estratégicas entre gobiernos, organizaciones no gubernamentales y empresas privadas, para impulsar proyectos de reciclaje innovadores y sostenibles, logrando una mayor eficiencia en la recolección y tratamiento de residuos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Libros

Hanif Kara, L. A. (2017). *Architecture and Waste: A (re)planned Obsolescence* (illustrated ed.). (L. A. Hanif Kara, Ed.) Actar. Obtenido de

Varios (2012). *Reciclado y tratamiento de residuos*. Editorial UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia. Pp Pagina consultada 109 – 168. Obtenido de: <https://elibro.net/es/lc/upanama/titulos/48442>

Rúa, M. (2012). *Arquitectura autosuficiente*. Editorial Síntesis Arquitectura, Obtenido de: https://elibro.net/es/lc/upanama/titulos/59730?fs_q=Arquitectura__sostenible&prev=fs

Otros

(s.f.).

Plataforma Arquitectura. (26 de mayo de 2016). *Plataforma Arquitectura*. Obtenido de Centro de Reciclaje Smestad / Longva arkitekter : https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/786064/centro-de-reciclaje-smestad-longva-arkitekter?ad_medium=gallery

AA. (21 al 23 de enero de 2015). *Autoridad de Aseo Urbano y Domiciliario de Panamá*. Obtenido de Acta de misión provincia de Chiriquí: <http://www.aaud.gob.pa/Proyectos/Diagnostico/Acta%20Mision%20Chiriqui.pdf>

AAUD. (2020). *Republica de Panamá Gobierno Nacional*. Obtenido de Saneamiento y clausura de los vertederos de cielo abierto: http://aaud.gob.pa/index.asp?sec=Proyectos/Vertederos&id=Sanea_Relle_Ver_t

Agencia de Residuos de Cataluña (ARC). (2016). *Guía practica de diseño y explotación de las plantas de compostaje*. (A. d. (ARC), Ed.) Obtenido de http://residus.gencat.cat/web/.content/home/lagencia/publicacions/form/GuiaP_C_web_ES.pdf

Altair. (s.f.). Obtenido de <http://www.altair-sl.com/planta-de-compostaje-de-biorresiduo-de-epele-y-estacion-de-transferencia-de-residuos/>

arquitects, J. (s.f.).

- Autoridad de Aseo Urbano y Domiciliario. (21-23 de Enero de 2015). *Gobierno Nacional de la República de Panamá*. Obtenido de <http://www.aaud.gob.pa/Proyectos/Diagnostico/Acta%20Mision%20Chiriqui.pdf>
- Banco Interamericano de desarrollo (BID). (2021). *Mapa de Información Económica de la República de Panamá (MINERPA)*. Obtenido de <https://minerpa.com.pa/poblacion-por-provincia-y-distrito/>
- BESTON. (s.f.). Obtenido de <https://www.bestoneco.com/planta-de-tratamiento-de-residuos/>
- Blázquez, C. C. (27 de julio de 2017). *DOCPLAYER*. Obtenido de <https://docplayer.es/92927758-Panama-r-de-panama-viernes-01-de-septiembre-de-2017-consejo-municipal-de-david-chiriqui-acuerdo-n-29-de-jueves-27-de-julio-de-2017.html>
- Consejo municipal del distrito de David. (2003)., (págs. 17-18). David.
- Consuegra, J. (17 de Julio de 2018). *KOMMERLING*. Obtenido de Arquitectura industrial sostenible: Proyectos respetuosos: <https://retokommerling.com/arquitectura-industrial-sostenible-proyectos-respetuosos-con-su-entorno/>
- Dirrección de planificación urbana del distrito de David. (2017). *Calle de Circunvalación*. David.
- Dunne, S. (29 de enero de 2016). *Nuestro futuro comun*. Obtenido de El basural de Venado Tuerto: <https://nuestrofuturocomun.com/el-basural-de-venado-tuerto/>
- El Informe de David. (s.f.). *El Informe de David*. Obtenido de <https://www.elinformedavid.com/crisis-de-basura-en-bugaba-por-falta-de-un-vertedero/>
- García, J. C. (17 de Octubre de 2012). *Ingenieriaquím*. Obtenido de El tratameinto de los residuos solidos urbanos (RSU): <https://www.ingenieriaquimica.net/articulos/295-el-tratamiento-de-los-residuos-solidos-urbanos-rsu-i>
- Garrido, L. D. (2010). *Definico de arquitectura sostenible*. Obtenido de <https://luisdegarrido.com/wp-content/uploads/2015/07/02.pdf>
- GEMADIS, OBC. (4 de septiembre de 2023). *Instagram*. Obtenido de <https://www.instagram.com/gemadisobc/?hl=es-la>
- GHKinfo. (09 de Octubre de 2013). *SCRIBD*. Obtenido de Diferenciación materiales: <https://es.scribd.com/doc/174703594/Diferenciacion-materiales>
- Gobierno de España. (s.f.). *Gobierno de España*. Obtenido de Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico :

<https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevencion-y-gestion-residuos/flujos/domesticos/gestion/sistema-tratamiento/Tratamientos-mecanico-biologicos.aspx>

Gobierno de la Republica de Panamá. (martes 04 de octubre de 2016). *Gobierno de la República de Panamá*. Obtenido de https://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/28131_A/GacetaNo_28131a_20161004.pdf

Gobierno de Panamá. (Junio de 2019). *DOCPLAYER*. Obtenido de <https://docplayer.es/92927758-Panama-r-de-panama-viernes-01-de-septiembre-de-2017-consejo-municipal-de-david-chiriqui-acuerdo-n-29-de-jueves-27-de-julio-de-2017.html>

Gobierno Nacional de Panamá. (29 de junio de 1999). *Gobierno Nacional de Panamá*. Obtenido de Gaceta Oficial: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/pan174791.pdf>

Górdon, C. (8 de agosto de 2020). *La prensa*. Obtenido de <https://www.laestrella.com.pa/nacional/200808/david-necesidad-transformacion-urbana>

Hanif Kara, L. A. (2017). *Architecture and Waste: A (re)planned Obsolescence* (illustrated ed.). (L. A. Hanif Kara, Ed.) Actar. Obtenido de https://issuu.com/actar/docs/architecture_and_waste

INEC. (s.f.). *Instituto Nacional de Estadística y Censo*. Obtenido de <https://inec.gob.pa/Archivos/P2891conceptos.pdf>

INECO. (s.f.). *Republica de Panamá*. Obtenido de Autoridad de aseo: <http://www.aaud.gob.pa/index.asp?id=anexos>

INECO. (31 de 07 de 2017). *Autoridad de Aseo*. Obtenido de http://www.aaud.gob.pa/plangestion/ANEXOS/20170731_E%201.3.3.3.5_Propuesta%20Nuevo%20Modelo%20de%20Gestion_v3.pdf

INECO. (31 de 07 de 2017). *Gobierno Nacional Republica de Panamá*. Obtenido de http://www.aaud.gob.pa/plangestion/ANEXOS/20170731_E%201.3.3.3.5_Propuesta%20Nuevo%20Modelo%20de%20Gestion_v3.pdf

INECO. (2017). *Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos 2017-2027*. Obtenido de <http://www.aaud.gob.pa/index.asp?id=anexos>

INECO. (2017). *PLAN NACIONAL DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS 2017-2027*. Madrid: Pº de La Habana, 138. Obtenido de http://aaud.gob.pa/plangestion/Docs/ANEXOS/20170731_E%201.1.7.7_Socializaci%C3%B3n_Memoria_v2.1.pdf

- INECO. (2017). *PLAN NACIONAL DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS 2017-2027*. Madrid: Pº de La Habana 138 . Obtenido de <http://aaud.gob.pa/plangestion/Docs/PNGIR.pdf>
- INECO. (2017). *Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos TOMO II*. España: Pº de La Habana. Obtenido de <http://www.aaud.gob.pa/plangestion/PNGIR.pdf>
- INECO. (29 de Junio de 2017). *República de Panamá Gobierno Nacional*. Recuperado el 2020, de Autoridad de Aseo Urbano y Domiciliario: http://aaud.gob.pa/plangestion/Docs/ANEXOS/20170731_E%201.3.2.3.5_Estmaci%C3%B3n%20Generaci%C3%B3n-ANEXOS.pdf
- Inforeciclaje. (s.f.). *Inforeciclaje*. Obtenido de Residuos sólidos: <https://www.inforeciclaje.com/residuos-solidos.php>
- (2007). *Informe Especial sobre el Manejo de los Residuos Sólidos*. Especial , Panamá, Republica de Panamá. Recuperado el 8 de octubre de 2020, de <https://www.oceandocs.org/bitstream/handle/1834/8067/Manejo%20de%20Residuos%20Solidos%20en%20Panam%C3%A1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Jensen Architects. (2021). *Case Studies Home*. Obtenido de SHED: https://jensen-architects.com/case_studies/case-study/shed/#article-panel-34
- Julio. (19 de Julio de 2013). *CONCIENCIA ECO*. Obtenido de <https://www.concienciaeco.com/2013/07/19/que-es-el-compostaje/#:~:text=El%20compostaje%20es%20un%20proceso,aportar%20nutrientes%20a%20la%20tierra.>
- Julio. (19 de julio de 2013). *CONCIENCIA ECO*. Obtenido de ¿QUÉ ES EL COMPOSTAJE?: <https://www.concienciaeco.com/2013/07/19/que-es-el-compostaje/#:~:text=El%20compostaje%20es%20un%20proceso,aportar%20nutrientes%20a%20la%20tierra.>
- Kingspan. (2019). Paneles Metálicos Aislantes. 9. Obtenido de <https://ks-kentico-prod-cdn-endpoint.azureedge.net/kingspan-live/kingspanmexico/media/mexico-media/brochure-final-2019.pdf?ext=.pdf>
- Lankenau, R. (27 de noviembre de 2020). *Whitepaper.mx*. Obtenido de <https://www.whitepaper.mx/p/whitepaper-hoy-3db>
- Mantenimiento*. (s.f.). Obtenido de Que es una Planta Industrial: <https://mantenimiento.win/que-es-una-planta-industrial/>
- Mechanical biological treatment. (1 de enero de 2021). *Wikipedia*. Obtenido de Tratamiento mecánico biológico: https://es.wikipedia.org/wiki/Tratamiento_mec%C3%A1nico_biol%C3%B3gico

- Merçon, M. G. (2008). Obtenido de <https://wwwaie.webs.upc.edu/maema/wp-content/uploads/2016/06/Guimaraes-Mercon-Mariana-Confort-termico-y-tipologia-en-clima-calido-humedo-TC.pdf>
- MITECO. (s.f.). *Gobierno de España, Ministerio para transición Ecológica*. Obtenido de Deposito en vertedero: <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevencion-y-gestion-residuos/flujos/domesticos/gestion/sistema-tratamiento/Deposito-en-vertedero.aspx>
- MIVIOT. (noviembre de 2015). *MIVIOT*. Obtenido de https://www.miviot.gob.pa/viceot/DOC-GRAF-DISTRITO-DE-DAVID/MIVIOT-normativas_DIST-David.pdf
- Nuefert, E. (18 de Julio de 2020). *Nuefert - Arte de proyectar en arquitectura*. Obtenido de https://www.facebook.com/photo/?fbid=104687374662828&set=a.104646068000292&locale=es_LA
- O., A. O. (1974). *Historia de la ciudad de David*. David: Editorial Municipal.
- Panamá Vieja escuela*. (s.f.). Obtenido de <https://www.panamaviejaescuela.com/historia-chiriqui/>
- Pino, J. (1 de junio de 2020). Estimación del descarte de material reciclable doméstico en Chiriquí, Panamá. *Revista de iniciación científica*, 6 (Nº 1), 80-86. Recuperado el 5 de enero de 2021, de <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/ric/issue/view/121/159>
- (2014). *Plan de acción local para promover la gestión de la basura marina*. Panamá. Obtenido de http://cpps.dyndns.info/cpps-docs-web/planaccion/docs2015/DESARROLLO_PAM_BMarina/Informe%20y%20Plan%20Panama.pdf
- Plataforma Arquitectura. (02 de Diciembre de 2012). *Plataforma Arquitectura*. Obtenido de <https://www.archdaily.co/co/02-212762/valorizacion-y-eliminacion-r-s-u-en-algimia-juan-marco/50bb8f20b3fc4b22ed000081-valorizacion-y-eliminacion-r-s-u-en-algimia-juan-marco-foto>
- Plataforma Arquitectura. (30 de octubre de 2013). *Plataforma Arquitectura*. Obtenido de Batlleiroig: https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-125088/planta-de-tratamiento-de-residuos-batlle-i-roig-arquitectes?ad_medium=gallery
- Plataforma Arquitectura. (31 de agosto de 2015). *Plataforma Arquitectura*. Obtenido de Centro de Reciclaje Milieustraat / Groosman: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/772166/centro-de-reciclaje-milieustraat-groosman/55cd491ae58eceb45b000096-milieustraat-recycling-centre-groosman-photo>

- Plataforma Arquitectura. (31 de enero de 2018). *Plataforma Arquitectura*. Obtenido de ALTEK Fábrica / BAQUERIZO:
<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/888141/altek-fabrica-baquerizo-arquitectos/5a71c96ff197cc4ad0000003-altek-fabrica-baquerizo-arquitectos-foto>
- Punto sustentable. (2020). *Punto sustentable*. Obtenido de
<https://puntosustentable.com/2019/09/18/15-materiales-sustentables-y-recicladados-de-construccion/>
- R., E. J. (1949). *Chiriquí: Ensayo de monografía de la provincia de Chiriquí*. David: La estrella.
- REA. (2020). *PANHISPÁNICO*. Obtenido de Diccionario panhispánico del español jurídico: <https://dpej.rae.es/lema/reciclaje>
- Redacción República Inmobiliaria . (7 de junio de 2021). *Redacción Republica Inmobiliaria* .
- REMETA. (noviembre/diciembre de 2017). Centro de tratamiento de residuos del Alt Empordá. *Revista Técnica de Media Ambiente*, 14. Obtenido de
<https://issuu.com/r.retema/docs/retema203>
- RETEMA. (2012). Reportaje. *Revista Técnica de Medio Ambiente* , 66.
- Rosenfield, K. (27 de febrero de 2016). *archdaily*. Obtenido de
https://www.archdaily.co/co/782794/schmidt-hammer-lassen-y-gottlieb-paludan-disenaran-la-planta-de-energia-a-partir-de-desechos-mas-grande-del-mundo?ad_source=search&ad_medium=projects_tab
- sinia. (Julio de 2017). *Ministerio de ambiente de Perú*. Obtenido de Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos 2016-2024:
<https://sinia.minam.gob.pe/documentos/plan-nacional-gestion-integral-residuos-solidos-2016-2024>
- Skyscrapercity. (24 de abril de 2020). Obtenido de
<https://www.skyscrapercity.com/threads/san-jos%C3%89-de-david-provincia-de-chiriqu%C3%AD-iii-parte.2056877/page-119>
- Telvisanews. (26 de julio de 2021). *Telvisanews*. Obtenido de
<https://www.televisa.com/noticias/cdmx-inaugura-la-planta-de-reciclaje-mas-moderna-de-america-latina/>
- Tortosa, G. (10 de febrero de 2015). *Compostando Ciencia*. Obtenido de Sistemas de compostaje: <http://www.compostandociencia.com/2015/02/sistemas-de-compostaje/>

Unknown. (s.f.). *Geografía Turística de Panamá*. Obtenido de
<http://katherinemariel03.blogspot.com/2015/09/mapa-de-climas-de-la-republica-de-panama.html>

Varios. (8 de Julio de 2019). *Asamblea Nacional* . Recuperado el 8 de enero de 2021,
de
https://www.asamblea.gob.pa/APPS/SEG_LEGIS/PDF_SEG/PDF_SEG_2010/PDF_SEG_2019/2019_A_007.pdf

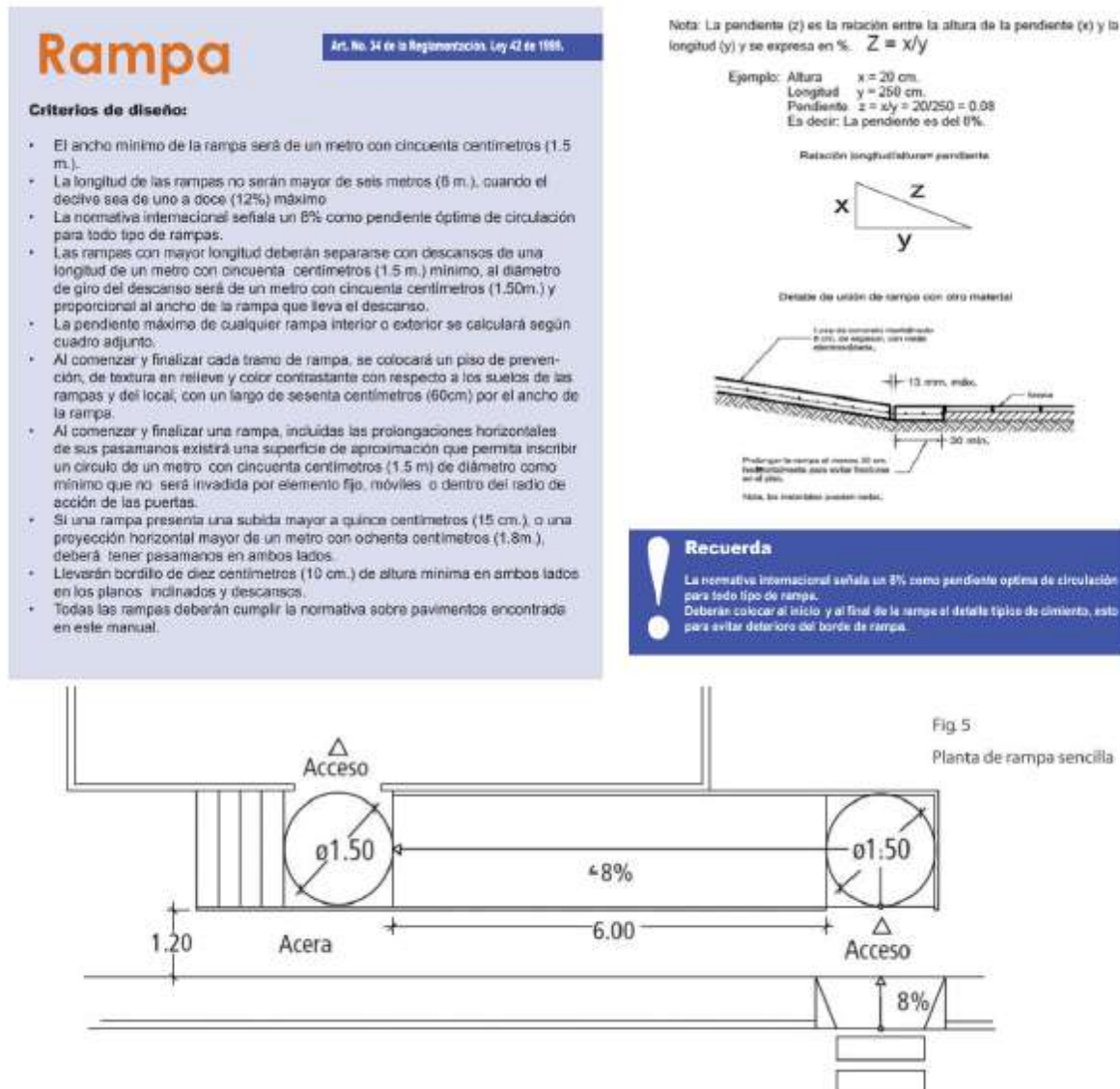
Wikipedia. (27 de agosto de 2021). *Wikipedia*. Obtenido de
https://es.wikipedia.org/wiki/Organizaci%C3%B3n_territorial_de_Panam%C3%A1

Wikipedia. (25 de noviembre de 2021). *Wikipedia*. Obtenido de
https://es.wikipedia.org/wiki/Provincia_de_Chiriqu%C3%AD

ANEXOS

DETALLE / MANUAL DE ACCESO, SENADIS

Figura 68. Criterios de diseño de rampa



Fuente: Imágenes tomadas de (SENADIS, 2012)

Figura 69. Criterios de diseño de estacionamientos



Fuente: Imágenes tomadas de (SENADIS, 2012)

Figura 70. Detalles generales de estacionamiento

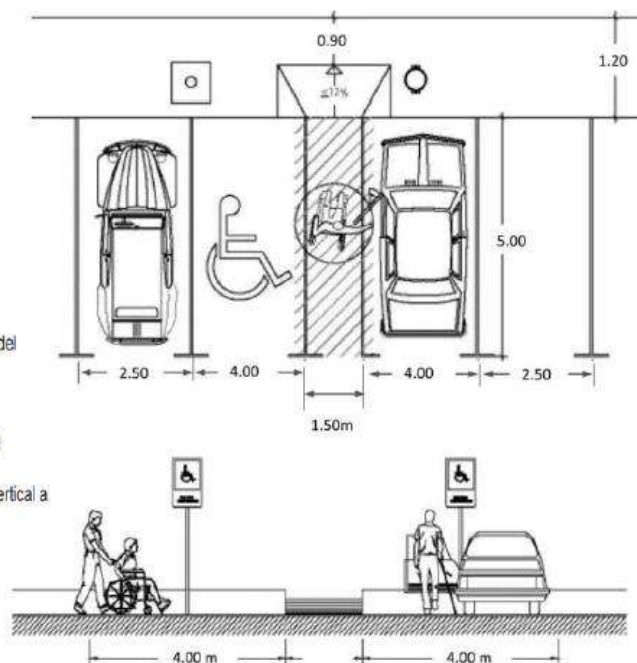
Fig. 34
Detalle generales de estacionamientos

Especificaciones:

- Estacionamiento accesible señalizado.
- Área de desdoble, maniobra y aproximación con un ancho de 1.50m.
- Rampa de acceso a obra, no mayor al 12% de pendiente.

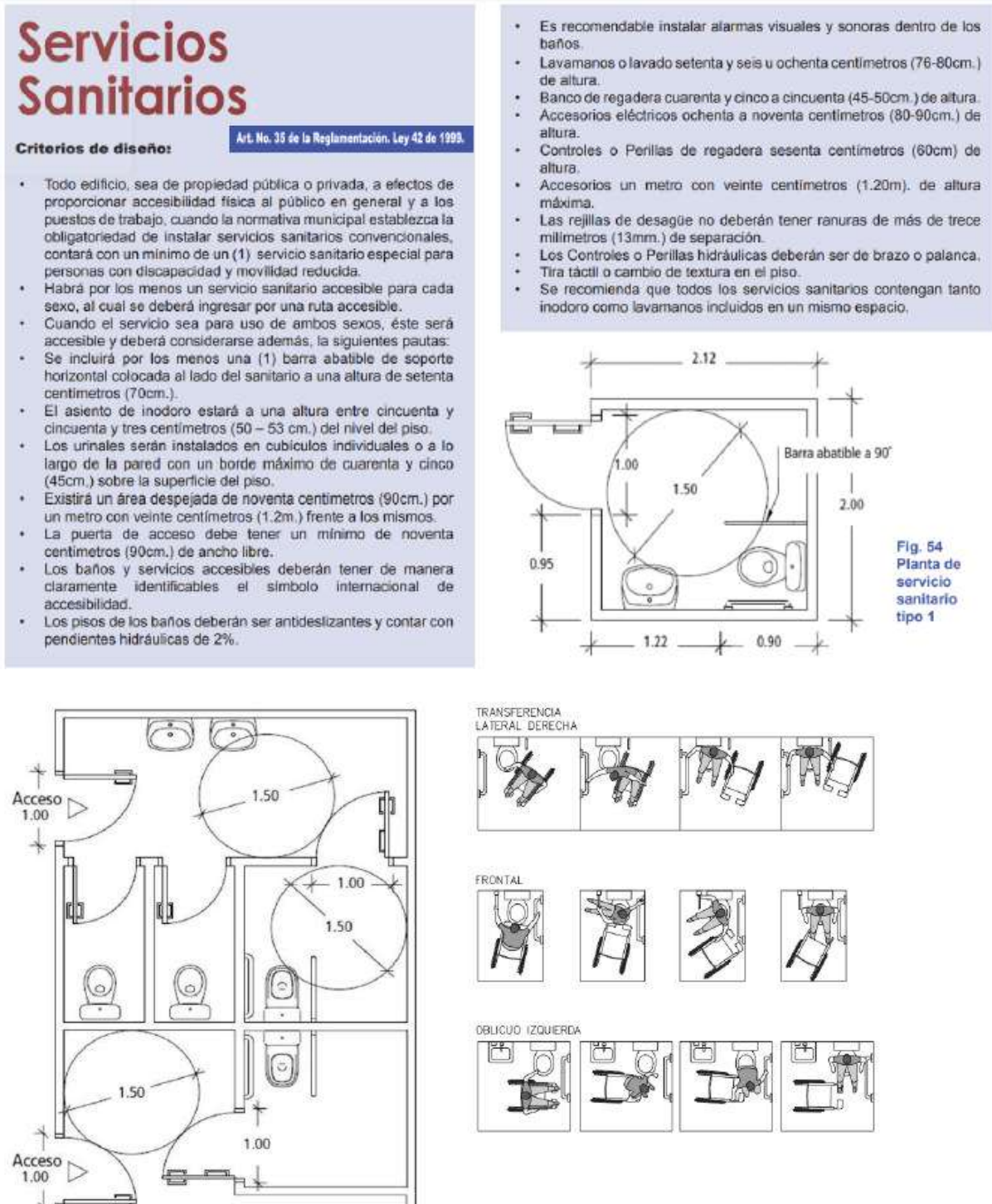
Especificaciones:

- Ruta accesible libre de obstáculos hasta la entrada del lugar.
- Pasillo accesible al mismo nivel o con rampas.
- Tope de rueda.
- Rampa con pendiente máxima de 8% y con longitud máxima de 6 mts, con piso antideslizante.
- Símbolo de accesibilidad internacional de manera vertical a una altura de 1.80 mts.
- Símbolo de accesibilidad internacional en piso.



Fuente: Imágenes tomadas de (SENADIS, 2012)

Figura 71. Criterios de diseño de Servicios sanitarios



Fuente: Imágenes tomadas de (SENADIS, 2012)

Figura 72. Criterios de diseño de ascensores y resguardos

resguardos

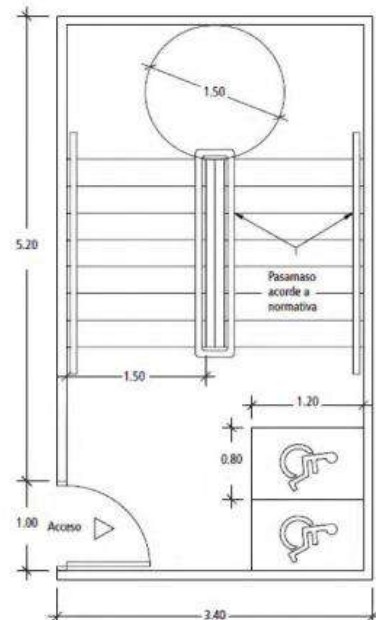
Criterios de diseño:

- En todos los niveles de una edificación deberán existir áreas de resguardo, donde las personas puedan concentrarse en situaciones de emergencia y esperar a ser rescatadas.
- Las áreas de resguardo deberán localizarse céntricamente en cada nivel y construirse con materiales incombustibles o con características para una hora de resistencia al fuego.
- En las áreas de resguardo no deberán poder concentrarse humos y deberán tener condiciones estructurales favorables.
- Las rutas hacia las áreas de resguardo deberán estar señalizadas y contar con alarmas visuales y sonoras.
- Las áreas de resguardo deberán tener una ruta de acceso al exterior.
- Puerta con claro mínimo libre de un metro [1m], con cierre hermético y manijas de control de barra.
- Espacio libre de obstáculos.

Recuerda

En todos los niveles de una edificación deberán existir área de resguardo, donde las personas puedan concentrarse en situación de emergencia y esperar a ser rescatadas.

Fig. 45



ascensores

Art. No. 51 de la Reglamentación. LEY 42 de 1999.

Criterios de diseño:

- Se ubicarán cerca de la entrada principal del edificio.
- Los ascensores deberán cumplir con la iconografía reglamentada.
- Los ascensores deberán acceder en cada nivel a un punto de circulación primaria que asegure la ruta accesible dentro de la planta.
- Los ascensores deberán mantener una ruta accesible sin la presencia de obstáculos ni desniveles.
- La puerta de entrada será de un mínimo de ochenta centímetros (80cm) y el interior tendrá dimensiones mínimas de un metro (1m) por un metro con cuarenta centímetros (1.40m).
- La separación entre la puerta de cabina y el equipamiento no será mayor de trece milímetros (13 mm).
- El tiempo de apertura y cierre de las puertas automáticas no deberá ser menor de cuatro segundos (4s), se deberá poder acortar y prolongar por medio de mandos específicos.

Recuerda

Los ascensores se ubicarán cerca de la entrada principal del edificio y deberán cumplir con la iconografía reglamentada con instrucciones en escritura Braille.

La colocación de los pasamanos será de ochenta centímetros (80cm) a ochenta y cinco centímetros (85cm) medidas desde el nivel del piso de la cabina hasta el plano superior del pasamano y separados de las paredes cuatro centímetros (4cm) como mínimo.

Fig. 42
Detalles de ascensor

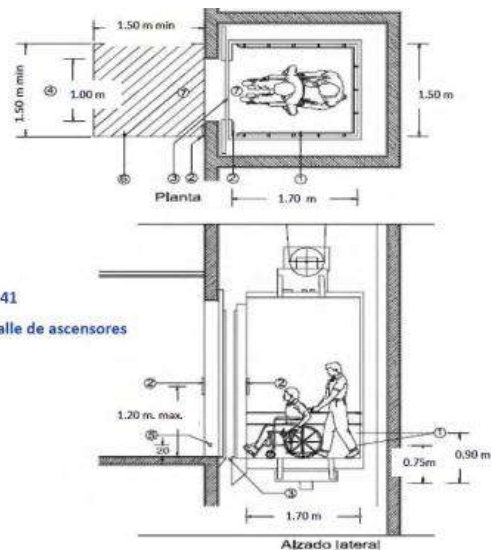
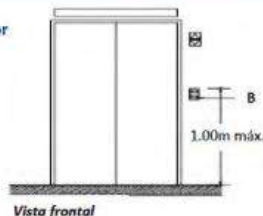


Fig. 41
Detalle de ascensores

- Pasamanos a 0.80m - 0.85m de altura en los 3 lados, y separación de 0.05m de la pared.
- Botón de llamada sensitivo, señalización en braille y alto relieve a una altura entre 0.90m - 1.20m de altura.
- Separación máxima de 13mm entre el piso del elevador y el nivel de piso exterior (vestíbulo).
- Ojo eléctrico (sensor) a 0.20m de altura para impedir al cierre de la puerta al pasar una persona en silla de ruedas.
- El nivel del ascensor debe coincidir con el nivel de acabado exterior.

Fuente: Imágenes tomadas de (SENADIS, 2012)

Encuesta sobre los desechos sólidos y reciclaje – distrito de David

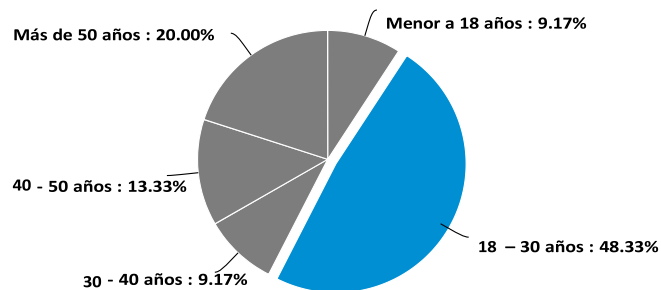
291	120	120	100%	0	3 Minuto	
promedio	Visto	Total de respuestas	Completado	Tasa de nalización	Abandonos	Tiempo



Países	Respuestas
PA	96.67%
US	2.50%
CR	0.83%
Total	100.00%

Los datos relevan que 291 personas vieron la encuesta, de este grupo 120 personas completaron la encuesta.

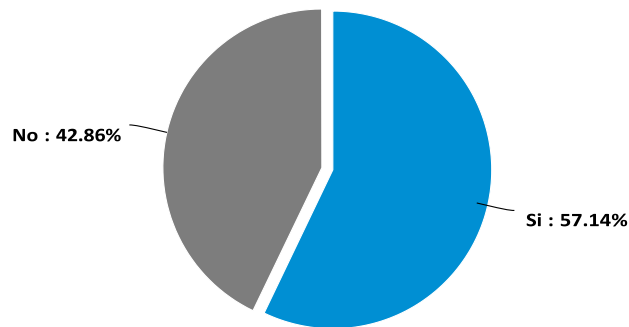
1. ¿Cuál es su edad?



Respuesta	Recuento	Porcentaje	20%	40%	60%	80%	100%
Menor a 18 años	11	9.17 %					
18- 30 años	58	48.33 %					
30 - 40 años	11	9.17 %					
40 - 50 años	16	13.33 %					
Más de 50 años	24	20 %					
Total	120	100 %					

El mayor grupo de los encuetados son de la edad de 18 – 30 años con un 48.33 %, el resto de los encuestados están dispersos en diferentes grupos de edades.

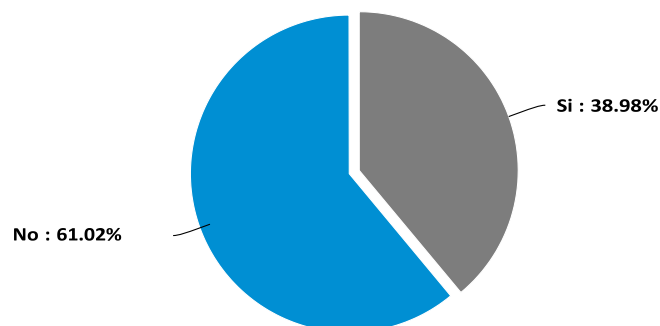
2. ¿Usted sabe qué es la recogida selectiva de basura?



Respuesta	Recuento	Porcentaje	20%	40%	60%	80%	100%
Si	68	57.14%					
No	51	42.86%					
Total	119	100%					

El 52.14 % de los encuestados sabe qué es la recogida selectiva de basura. Mientras que el 42.86 % no conoce el concepto básico sobre la forma de recolección de basura selectiva.

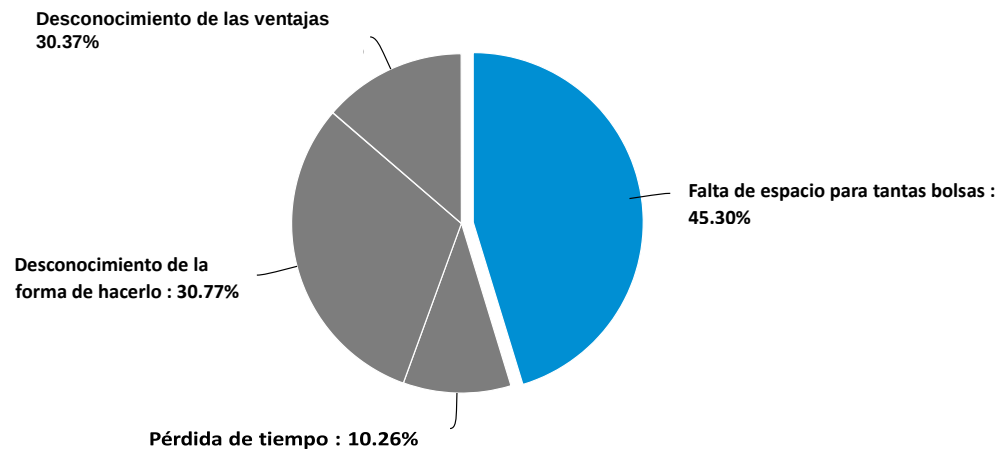
3. ¿Clasifica usted la basura que genera en su casa?



Respuesta	Recuento	Porcentaje	20%	40%	60%	80%	100%
Si	46	38.98%					
No	72	61.02%					
Total	118	100%					

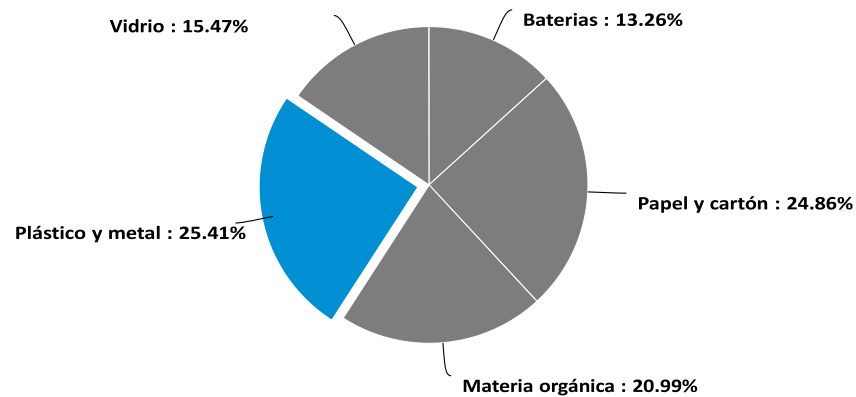
El 61.02 % dijo que no clasifica la basura que generan en sus casas; entre tanto el 38.98 % dijo que sí las clasifica, por lo tanto, realizan una actividad de reciclaje.

4. ¿Qué aspectos cree que le dificultan para realizar esta clasificación?



Respuesta	Recuento	Porcentaje	20%	40%	60%	80%
Falta de espacio para tantas bolsas	53	45.3%				
Pérdida de tiempo	12	10.26%				
Desconocimiento de la forma de hacerlo	36	30.77%				
Desconocimiento de las ventajas para el futuro	16	13.68%				
Total	117	100 %				

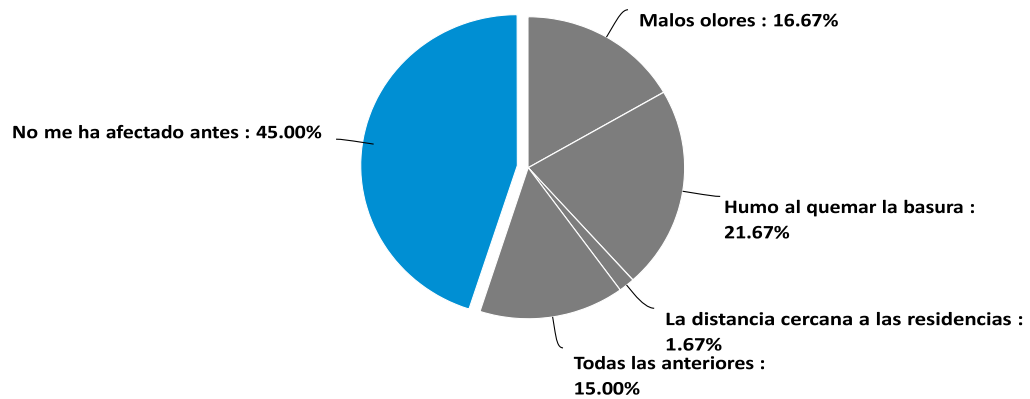
5. ¿Qué tipos de residuos usted clasifica?



Respuesta	Recuento	Porcentaje	20%	40%	60%	80%	100%
Baterías	24	13.26 %					
Papel y cartón	45	24.86 %					
Materia orgánica	38	20.99%					
Plástico y metal	46	25.41 %					
Vidrio	28	15.47 %					
Total	181	100%					

La mayoría de los encuestados clasifican plástico y metal (25.41 %), seguido del papel y cartón (24.86 %) y también la materia orgánica (20.99 %) esto son los tres más clasificados para reciclar.

6. ¿En alguna ocasión le ha afectado el vertedero de David por...

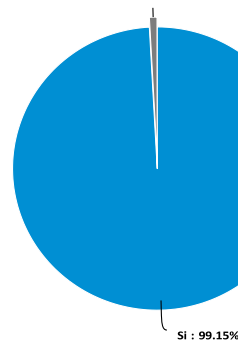


Respuesta	Recuento	Porcentaje	20%	40%	60%	80%	100%
Malos olores	20	16.67%					
Humo al quemar la basura	26	21.67%					
La distancia cercana a las residencias	2	1.67%					
Todas las anteriores	18	15%					
No me ha afectado antes	54	45 %					
Total	120	100 %					

El 55 % de los encuestados se han visto afectados por el vertedero ya sea por los olores, humos o la residencia cerca de este. Mientras el 45 % dijo que no se ven afectados por él.

7

7. ¿Considera que debería crear un centro de reciclaje o instalaciones dirigidas al tratamiento de la basura, para disminuir la contaminación ambiental que causa el vertedero?



Respuesta	Recuento	Porcentaje	20%	40%	60%	80%	100%
Si	117	99.15%					
No	1	0.85%					
Total	118	100 %					

El 99.15 % de los encuestados considera que es necesario crear un centro de reciclaje o instalaciones dirigidas al tratamiento de la basura, solo un 0.85 % no lo cree necesario.

Análisis de resultados de la encuesta

Los datos de esta encuesta muestran un interés significativo de la comunidad en temas de reciclaje y una percepción clara de los problemas ambientales, que el manejo de residuos genera en el distrito de David. De los 291 participantes que visualizaron la encuesta, solo 120 la completaron, lo cual refleja una participación efectiva del 41.24 %. Aunque este número es reducido respecto a la visualización de personas que vieron la encuesta, el grupo que respondió aporta información útil y relevante para el desarrollo del proyecto.

- Perfil Demográfico y Conocimiento sobre el Reciclaje

El grupo de edad más representado en la encuesta fue el de 18 a 30 años, con un 48.33 %. Este dato es clave, ya que muestra que la juventud está interesada o dispuesta a involucrarse en temas de reciclaje. Además, el 52.14 % de los encuestados conoce el concepto de recogida selectiva de basura, mientras que un 42.86 % aún no comprende bien esta práctica. Esto evidencia que, aunque existe cierta conciencia sobre el reciclaje, todavía hay una gran oportunidad para educar a la población, sobre su importancia y los beneficios de la clasificación selectiva.

- Prácticas de Clasificación de Residuos

Aunque el 61.02 % de los encuestados no clasifica sus residuos en casa, un 38.98 % sí realiza esta actividad, indicando que casi 4 de cada 10 personas ya están dispuestas a separar materiales. Los residuos que más se clasifican son plástico y metal (25.41 %), seguidos de papel y cartón (24.86 %) y materia orgánica (20.99 %). Estos datos resaltan la predisposición de los encuestados hacia el reciclaje, aunque limitada en su variedad de materiales. Esto sugiere que el proyecto de reciclaje debe enfocarse en facilitar y educar sobre la clasificación de diversos tipos de materiales, para incrementar la participación en prácticas de reciclaje más integrales.

- Impacto del Vertedero y la Necesidad de un Centro de Reciclaje

Un 55 % de los encuestados se siente afectado por la presencia del vertedero, ya sea por olores, humo o proximidad. Esto pone de manifiesto un problema ambiental y de salud pública que el proyecto busca resolver. El cual debe considerar una ubicación diferente para el vertedero, ya que hay un crecimiento en la mancha urbana. Además, el abrumador 99.15 % de los encuestados considera necesaria la creación de un centro de reciclaje. Este apoyo casi unánime indica que existe una gran necesidad y demanda de infraestructura adecuada para el tratamiento de residuos, lo que valida y justifica plenamente la implementación de este proyecto.

Conclusión

La información recabada de la encuesta subraya la importancia de diseñar un centro de reciclaje en David, con una fuerte base educativa y funcional que permita a la comunidad comprender y participar activamente en la separación y tratamiento de residuos. Este proyecto responde a una necesidad ampliamente reconocida por los habitantes y se alinea con el interés y la disposición de la población más joven.

CÁLCULOS DE PLANTAS:

CÁLCULO DE POBLACIÓN FUTURA

Se realizará el cálculo de población futura con la finalidad de estimar los desechos que se producirán en el año 2045, es decir, dentro de 22 años, considerando que 20 años son de operación de la planta y 2 años de construcción de esta misma.

Para ello se tomarán los datos del censo proporcionados por la INEC, se utilizarán los datos de los años 2000, 2010 y 2023 ya que son los que a la fecha han sido registrados oficialmente. Además, los procesos de los siguientes cálculos son referenciados del GHK (Gipuzkoako Hondakinen Kudeaketa), en base a las memorias descriptivas del proyecto Complejo Medioambiental de Gipuzkoa sobre sus cálculos.

$$P_0 := 102678 \quad \text{año}_0 := 1990$$

Datos:

$$\begin{aligned} P_0 &:= 124280 & \text{año}_0 &:= 2000 \\ P_1 &:= 144858 & \text{año}_1 &:= 2010 \\ P_2 &:= 156498 & \text{año}_2 &:= 2023 \end{aligned}$$

Se calculará usando tres métodos, para utilizarlos como datos comparativos, sin embargo, el método que se empleará como datos será el método Geométrico, ya que su uso concuerda con las características de ciudad de David.

MÉTODO DE LA PÁRABOLA DE SEGUNDO GRADO

$$x_0 := \text{año}_0 - \text{año}_0 = 0 \quad \text{número de años desde el censo base.}$$

$$x_1 := \text{año}_1 - \text{año}_0 = 10$$

$$x_2 := \text{año}_2 - \text{año}_0 = 23$$

Para x_0

Solve, a

$$P_0 = a + b \cdot x_0 + c \cdot x_0^2 \longrightarrow 124280$$

$$a := 102678$$

Para x_1

$$P_1 = a + b \cdot x_1 + c \cdot x_1^2$$

Para x_2

$$P_2 = a + b \cdot x_2 + c \cdot x_2^2$$

Utilizando la ecuación 2 y 3:

solve, c

$$P_1 = a + [(P_2 - a - c \cdot x_2^2) / x_2] \cdot x_1 + c \cdot x_1^2 \longrightarrow 1878/13$$

$$c := \frac{-128}{25} = -5.12$$

Sustituyendo los valores de a y c para obtener b, en la ecuación 2:

$$P_1 = a + b \cdot x_1 + c \cdot x_1^2 = 4269.2$$

$$b := 2211.4$$

Utilizando la parábola de segundo grado, se calcula la población futura para cada etapa, considerando los años de construcción que se estiman como 2 años.

Para el diseño de 20 años:

Año actual :=2023 año construcción :=2

Año etapa 1 := año actual +año construcción +20 = 2045

$x_{E1} := \text{año etapa 1} - \text{año 2} = 35$

$a = 1.027 \cdot 10^5$

$b = 2.211 \cdot 10^3$

$c = -5.12$

Población para el año 2045

$P := a + b \cdot x_{E1} + c \cdot x_{E1}^2 = 143805$

MÉTODO ARITMÉTICO

$P := P_2 + (P_2 - P_0 / \text{año}_2 - \text{año}_0) (\text{año}_{\text{etapa1}} - \text{año}_2) = 187315$

El método aritmético se utiliza para áreas rurales de crecimiento lento. O para aplicar a ciudades con crecimiento muy estabilizado y que posean áreas de expansión casi nulas.

MÉTODO GEOMÉTRICO

$r := (P_2 / P_0)^{1 / (\text{año}_2 - \text{año}_0)} - 1 = 0.0100724$

$P := P_2 \cdot ((1+r))^{(\text{año}_{\text{etapa1}} - \text{año}_2)} = 195103$

El método geométrico se utiliza para ciudades, ya que presentan un crecimiento acelerado.

Es útil para poblaciones que muestren una importante actividad económica, que genera un apreciable desarrollo y poseen áreas de expansión.

Desechos diarios por persona

$$D_{\text{perCápita}} := 1.2 \text{ kg /day} = 0.001 \text{ tonne/ day}$$

Se considera para establecer los datos de la producción de residuos por persona los estudios realizados por el Departamento de Biología de la Universidad Autónoma de Chiriquí (Pino, 2020) que establecen una media de 1.2 kg/ day analizando que una parte de la población produce menos basura mientras la otra produce más, según los cuadros de datos de la INECO (INECO, 2017) sobre la producción de residuos de la población del distrito de David.

Desechos diarios de la población para el año 2045

Población estimada con el $P=195102.95$
método geométrico.

$$D_{2045} := D_{\text{perCápita}} \cdot P = 234.1235 \text{ tonne/ day}$$

$$\text{Capacidad de Tratamiento } CapT := D_{2045} = 234.124 \text{ tonne/ day}$$

FOSO DE RECEPCIÓN/ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS

El foso de recepción es el área en donde se recibirán los residuos para su posterior clasificación, para ello se considerará un máximo de 2 días de almacenamiento para evitar la propagación de malos olores.

Capacidad de Tratamiento

$$CapT = 85511.79 \text{ tonne/ yr}$$

Días de recepción de Residuos $D:=365 \text{ day/ yr}$

Densidad Media del Resto $DM:=0.4 \text{ tonne/ m}^3$

Capacidad de Almacenamiento $CapA:=2 \cdot \text{day}$

Volumen de almacenamiento necesario

$$VA := \frac{CapT \cdot CapA}{D \cdot DM} = 1171.394 \text{ m}^3$$

La anchura del foso debe ser como mínimo el doble del diámetro de la cuchara empleada en el manejo de los residuos, más unos metros de margen.

Dimensiones del Foso

Largo del Foso $l := 29.5 \text{ m}$

Ancho del Foso $a := 8 \text{ m}$

$$VA = l \cdot a \cdot h$$

Profundidad del foso

VA

$$h := \frac{VA}{l \cdot a} = 4.964 \text{ m} \quad h := 5 \text{ m}$$

Volumen real del foso

$$V_{Foso} := l \cdot a \cdot h = 1180 \text{ m}^3$$

CAPACIDAD DE TRATAMIENTO EN ÁREA MECÁNICA

Capacidad de Tratamiento $CapT=85511.8 \text{ tonne/ yr}$

Días anuales de operación

$$D_{op} := 299 \text{ day/yr}$$

Número de turnos diarios de $T_d := 2 \text{ 1/day}$
operación diarios.

Horas efectivas de operación por turno.
 $HE_{op} := 8 \cdot \text{hr}$

Capacidad horaria de la línea de tratamiento

CapT(1)

$$C_t := \frac{\text{CapT}(1)}{D_{op} \cdot T_d \cdot HE_{op}} = 17.875 \text{ tonne/ day}$$

Con todo ello la capacidad de tratamiento de la línea de tratamiento se estima en 18 ton/h.

Material Rescatable por hora

$$X_{hr} := C_t \cdot 20\% = 3.575 \text{ tonne/ hr}$$

Se estima que el 20 % del material procesado es rescatable para reciclar.

Material Rescatable por turno

$$X_t := X_{hr} \cdot HE_{op} = 28.599 \text{ tonne}$$

Tonelada dividida en fracción orgánica e inorgánica

Tonelaje de la fracción orgánica

$$X_{org} := \text{CapT} \cdot 47\% = 110.038 \text{ tonne/ day}$$

El 47 % de los desechos sea de la fracción orgánica, según la gráfica de la composición de los desechos de la INECO.

Tonelaje de la fracción orgánica rescatable

$$X_{r.org} := X_{org} \cdot 95 \% = 104.536 \text{ tonne/ day}$$

Volumen de recepción de orgánicos

Densidad Media del Resto

$$V_{r.org} := \frac{X_{org}}{DM} = 275.095 \text{ m}^3/\text{ day}$$

Tonelaje de la fracción inorgánica

$$X_{inorg} := CapT \cdot 53 \% = 124.085 \text{ tonne/ day}$$

Tonelaje de la fracción inorgánica rescatable

$$X_{r.inorg} := X_{inorg} \cdot 30 \% = 37.226 \text{ tonne/ day}$$

Volumen de recepción de inorgánicos

$$V_{r.inorg} := \frac{X_{inorg}}{DM} = 310.214 \text{ m}^3/\text{ day}$$

CÁLCULOS DE ÁREAS DE LA PLANTA DE COMPOSTAJE

Las siguientes fórmulas a desarrolladas se obtuvieron del manual de diseño y explotación de una planta de compostaje (Catalunya, 2016).

Cálculo del área de la cámara de recepción

La cámara de recepción es el área superficial de ingreso del material a compostar, donde se llevarán a cabo las tareas de recepción, identificación, pesaje, separación, clasificación y almacenamiento temporal de los residuos orgánicos.

Se considerarán 3 días como máximo en caso de requerir el almacenamiento temporal de los residuos, para evitar la propagación de malos olores.

Cantidad de residuos $X_{org}=110.038$ **tonne/day**
sólidos urbanos.

Tiempo de almacenamiento $T_c=3$ **day**
máximo en la cámara de
recepción.

Densidad Media del Resto — $DM=0.4$ **tonne/m³**

Volumen de la cámara de recepción

$$V_c := \frac{X_{org} \cdot T_c}{DM} = 825.29 \text{ m}^3$$

Asumiendo la altura de la cámara de recepción: $H_c=3.5$ **m**

Área de la cámara de recepción

$$A_c := \frac{V_c}{H_c} = 235.796 \text{ m}^2$$

Asumiendo el ancho de la cámara de recepción: $B_c=10.6$ **m**

Largo de la cámara de recepción

$A_c B_c$

$L_c := \text{---} = 22.245 \text{ m}$

$L_c := 22.5 \text{ m}$

Área real de la cámara de recepción:

$A_c := L_c \cdot B_c = 238.5 \text{ m}^2$

Cálculo de área de compostaje /descomposición

El área de descomposición se realizan actividades de mezcla, riego y control de los parámetros del proceso de compostaje de los materiales provenientes de la cámara de recepción, con el fin de que el material se degrade con la ayuda del consorcio microbiano.

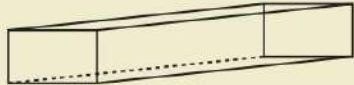
En el cálculo de la zona de descomposición se tiene en cuenta la cantidad de residuos a tratar, el tiempo requerido, para lograr completar la fase de degradación, también se tiene en cuenta la estructura geométrica de la pila y el espaciamiento entre las pilas que permitirá el paso de la maquinaria a utilizar.

Cantidad de residuos sólidos $X_{org} = 110.038 \text{ tonne /day}$
urbanos.

Tiempo de descomposición $T_d := 14 \text{ day}$

Densidad de residuos $DM_c := 0.6 \text{ tonne/m}^3$
compostados.

El área transversal de la pila de descomposición será rectangular ya que se colocarán paredes de concreto, para separar las pilas, permitiéndole mantener la forma rectangular.

Rectangular		$S = (B \cdot h)$
-------------	---	-------------------

Volumen de pila de degradación

$$V_{pila} := \frac{X_{org} \cdot T_d}{DM_c} = 2567.555 \text{ m}^3$$

$$\text{Base de la pila} \quad B_p := 5 \text{ m}$$

$$\text{Altura de la pila} \quad h_p := 3.5 \text{ m}$$

Longitud de la pila rectangular

$$L_p := \frac{V_{pila}}{B_p \cdot h_p} = 146.717 \text{ m}$$

$$\text{Longitud estándar de una pila} \quad L_p := 18.5 \text{ m}$$

Número total de pilas

$$N := \frac{L_p}{L_p} = 7.93$$

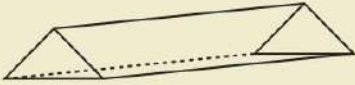
$$N := 8$$

Área de pila de degradación

$$A_p := N \cdot B_p \cdot L_p = 740 \text{ m}^2$$

Cálculo del área de maduración

En estos cálculos se utiliza el área transversal de la pila de compostaje y la mitad del volumen de la pila de descomposición, debido al porcentaje reducido tras la pérdida de agua durante su paso por el proceso anterior. Para las pilas del área de maduración se utilizará una sección transversal triangular, ya que no cuentan con paredes de separación del compostaje.

Triangular		$S = (B \cdot h)/2$
------------	---	---------------------

Asumiendo una altura de la pila
de maduración.

$$h_{pM} := 2.2 \text{ m}$$

Asumiendo el ancho de la pila de
maduración.

$$B_{pM} := 3 \text{ m}$$

Volumen de la pila de maduración

Se utiliza la mitad del volumen de la pila de descomposición, debido al porcentaje reducido tras la pérdida de agua, durante su paso por el proceso anterior.

$$V_{pilaM} := 0.5 \cdot V_{pila} = 1283.78 \text{ m}^3$$

Longitud total de la pila de maduración

$$L_m := \frac{V_{pilaM}}{(B_{pM} \cdot h_{pM}) \cdot 0.5} = 389.02 \text{ m}$$

Longitud estándar en una pila de
maduración (depende del diseñador)

$$L_{pM} := 30 \text{ m}$$

Número de pilas de maduración

$$N_{pilasM} := \frac{L_m}{L_{pM}} = 12.97 \quad N_{pilasM} = 14$$

Área de maduración

$$A_M := N_{pilasM} \cdot \frac{B_{pM} \cdot L_{pM}}{2} = 630 \text{ m}^2$$

Separación de las pilas de maduración $S_h = 3 \text{ m}$

Área de separación de las pilas de maduración

$$A_s := S_h \cdot [(N_{pilasM} - 1)] \cdot L_{pM} = 1170 \text{ m}^2$$

Superficie del área de maduración

$$S_M := A_s + [(N_{pilasM} \cdot B_{pM} \cdot L_{pM})] = 2430 \text{ m}^3$$

Cálculo del área de postratamiento

Luego del proceso de maduración, el material compostado pasa a un llamado área de postratamiento que es un espacio, en el cual se mejoren las características de refinación y empaque para su posterior venta.

Por tanto, el área superficial de post tratamiento contará con un cribado o tamizado para retirar partículas impropias y un embalaje, para empaçar el compost en materiales que den presencia comercial.

Volumen de la pila de $\cdot \frac{1}{3} = 855.85$ $V_{pilaP} := V_{pila} m^3$
postratamiento

Capacidad de la criba

Para conocer las dimensiones de la criba primero hay que calcular la capacidad requerida para procesar el volumen diario. Las especificaciones de la capacidad de las cribas están dadas en m^3/hr , por lo que se calculará la capacidad en dichas unidades, para luego escoger una criba que cumpla con lo requerido.

$$C_{criba} := \frac{V_{pilaP}}{1 \text{ day}} = 35.66 \quad C_{criba} := 60 \text{ m}^3/\text{hr}$$

Se utilizará una criba con capacidad de $60 m^3/hr$ para suplir la necesidad, es un modelo KA 4018-3.5, a continuación, se detallan las dimensiones de dicho modelo.

Dimensiones de la criba

Altura de la criba $h_{criba} := 4.1 \text{ m}$

Área de la criba $A_{criba} := 22 \text{ m}^2$

Área del postratamiento

$$A_{post} := \frac{V_{pilaP}}{h_{criba}} + A_{criba} = 230.74 \text{ m}^2$$

Área de almacenamiento

$t_{alm} := 3 \text{ day}$

$h_{alm} := 2.5 \text{ m}$

$$A_{alm} := \frac{V_{pilaP} \cdot t_{alm}}{h_{alm}} = 1027.02 \text{ m}^2$$

Justificación del tamaño de la edificación y terreno

El cálculo basado en la generación de residuos en David y sus alrededores, proyectando la cantidad de material que la planta procesará diaria o mensualmente justifica un tamaño, que permita manejar dicha capacidad. Además, se determina las dimensiones para las plantas considerando la fracción de resto y orgánica de residuos domiciliarias y comerciales. No se considera otro tipo de fracciones especiales o peligrosas para este proyecto, el plan de gestión separa estas instalaciones, sin embargo, se considera el espacio del terreno, para incorporar estas edificaciones al proyecto, aparte de la posibilidad de expansiones futuras a medida que aumente la cantidad de residuos o se incorpore nuevas tecnologías.

Terreno

- <https://www.encuentra24.com/panama-es/bienes-raices-venta-de-propiedades-lotes-y-terrenos/30-has-4110-m2-via-a-gualaca-corregimiento-de-chiriqui/29480781>
- https://casas.mitula.com.pa/adform/24301-256-3337-e720a29a561-bca5-da1b48d9-aee7?page=1&pos=4&t_sec=1&t_pvid=2ecbb602-2bbb-4dc9-a9f2-1c144e998129
- https://casas.mitula.com.pa/adform/24301-256-3760-68a05a7e868a-84ef-5988dd20-71e7?page=1&pos=0&t_sec=1&t_pvid=b584e9ed-7af2-4166-b612-4e7d3af87f2c

Suma de precios de m2 por terreno: $24.3 + 4.72 + 1.00 = 30.00$

División de precios de m2 por terreno: $30.00 / 3 = 10.00$