

Centro vertical de desarrollo y aprendizaje agrícola urbano



Universidad de Panamá
Facultad de Arquitectura y Diseño
Escuela de Arquitectura

Trabajo de Graduación:

Centro vertical de desarrollo y aprendizaje agrícola urbano

Zona Este del área metropolitana
(Corregimientos de Tocumen y 24 de Diciembre)

Estudiante:

Shantal Ailyn Estrada Bonilla
C.I.P. N.º2-743-1311

Asesora:

Profesora María Eugenia Molina

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

2024

Jurado Examinador

María Eugenia Molina

Carlos Antonio Solís

Dania Ambulo de Lam

Dedicatoria

Este trabajo de graduación lo dedico a Dios por ser mi fuente de fortaleza en cada día de mi vida.

A mis padres, Mayra Bonilla y Efraín Estrada, quienes me han dado su amor y apoyo incondicional. Ellos han sido mis pilares en cada paso de mi camino. Sin ellos, no hubiera alcanzado esta meta.

A mis profesores por su dedicación, pues cada una de sus enseñanzas me han ayudado a crecer tanto personal como académicamente.

A todos ellos dedico esta tesis, fruto de mi pasión por esta hermosa carrera.

Agradecimientos

A mi Asesora de tesis, profesora María Eugenia Molina, por su orientación y sabias sugerencias, imprescindibles para el desarrollo de este trabajo.

A mis profesores de la carrera, quienes me brindaron sus enseñanzas y con dedicación me instruyeron en el conocimiento acerca de arquitectura que hoy poseo.

Agradezco igualmente a aquellas personas que me brindaron su desinteresada colaboración durante la realización de esta tesis.

Índice

Introducción.....	IX
Justificación.....	XI
Objetivos.....	XII
Resumen de capítulos.....	XIV
Capítulo 1 Marco Teórico.....	13
Concepto de agricultura.....	14
Agricultura Urbana.....	18
Agricultura vertical.....	23
Proyectos referenciales.....	33
Capítulo 2 Análisis urbanístico.....	39
Aspectos generales del distrito de Panamá.....	40
Aspectos generales del corregimiento de Tocumen.....	42
Aspectos generales del corregimiento de la 24 de Diciembre.....	43
Aspectos culturales y socio-económicos.....	44
Tejido Urbano.....	47
Capítulo 3 Aspectos generales del terreno.....	56
Selección del sitio.....	57
Criterios de selección.....	60
Análisis del sitio.....	61
Características del terreno.....	69
Capítulo 4 Propuesta arquitectónica.....	74
Descripción del proyecto.....	75

Criterios de diseño	76
Programa arquitectónico	85
Bosquejo del concepto arquitectónico	87
Zonificación del concepto arquitectónico	88
Localización general	89
Propuesta arquitectónica	90
Plantas arquitectónicas - Edificio de producción	90
Elevaciones - Edificio de producción	95
Secciones - Edificio de producción	97
Planta arquitectónica - Edificio de aprendizaje	99
Elevaciones - Edificio de aprendizaje.....	100
Secciones – Edificio de aprendizaje.....	102
Planta arquitectónica - Mercado.....	103
Elevaciones - Mercado	104
Secciones - Mercado	106
Propuesta paisajística.....	107
Enfoques constructivos	108
Planta técnica de pisos de cultivo hidropónico en edificio de producción	111
Vistas del proyecto	113
Capítulo 5 Estimación de costos	133
Costo de terreno	134
Costos preliminares.....	134
Costos directos de construcción	135

Costos indirectos de construcción	139
Resumen de costos	139
Conclusiones	140
Recomendaciones.....	141
Referencias bibliográficas	142
Índice de infografías.....	146
Índice de imágenes	147
Índice de mapas.....	150
Índice de tablas.....	151
Anexos	152

Introducción

El estilo de vida acelerado y el crecimiento poblacional generan un consumo y un impacto ambiental cada vez más perjudicial para nuestro planeta. Además, la pandemia del Covid-19, el aumento de los precios de la canasta básica y del combustible incrementan la presión sobre la salud y la calidad de vida de las personas. Igualmente, la producción de alimentos ultra procesados, debido a la gran demanda poblacional, crea una huella ambiental negativa; por lo que es importante encontrar opciones que garanticen la seguridad alimentaria, mejoren la nutrición y reduzcan el impacto ambiental.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la práctica de la agricultura urbana puede hacer una importante contribución a la seguridad alimentaria de las familias, sobre todo en tiempos de crisis y escasez de alimentos. De igual forma, esa práctica ofrece la posibilidad de optimizar el valor nutricional, así como impulsar la economía de las zonas, si se compra a pequeños agricultores familiares.

En los últimos años, se ha visto un resurgimiento de la agricultura urbana, la cual se incorpora a espacios productivos de la ciudad, con el consecuente incentivo del consumo responsable y local. No obstante, debido a la falta de lotes disponibles en la ciudad para esa actividad, es probable que deban integrarse programas de producción en los edificios en un futuro próximo.

Bajo esta premisa, el objetivo de este trabajo de grado es integrar la producción agrícola con la arquitectura, utilizando como línea de investigación los asentamientos humanos, el hábitat y la inclusión social.

El enfoque principal de esta investigación se centra en el diseño y desarrollo de una solución arquitectónica que permita la integración de la producción agrícola en los asentamientos urbanos, utilizando técnicas innovadoras como la agricultura vertical y la hidroponía. Además, se analizarán los aspectos económicos y sociales del objeto de estudio con la implementación de las soluciones mencionadas, con el objetivo de promover una producción agrícola más sostenible y accesible para toda la población.

El centro se divide en tres áreas: producción de alimentos en huertos, centro de aprendizaje y comercio y esparcimiento didáctico. Se ofrecerán programas educativos para las escuelas y se presentarán alimentos de alta calidad producidos en el lugar. La propuesta busca adaptarse a las condiciones climáticas de Panamá y reducir el impacto ambiental a través de la arquitectura bioclimática. Asimismo, propondrá la implementación de una nueva forma de concebir la agricultura en ciudades con edificios, con el fin de aprovechar mejor el espacio urbano y fomentar la producción local de alimentos saludables.

La meta es el diseño de un espacio con un sistema práctico y eficiente que responda a las necesidades, según la actividad por realizar. En este sentido, la alianza entre la agricultura y la arquitectura es una excelente herramienta que promueve la sostenibilidad en los espacios urbanos, al igual que más respeto y responsabilidad con el medio ambiente.

Línea de investigación: Asentamientos humanos, el hábitat y la inclusión social.

Sub-línea de investigación: Hábitat y la inclusión social – acceso al suelo

Justificación

El proyecto pretende servir a los corregimientos de Tocumen y 24 de Diciembre, pertenecientes al distrito de Panamá, ubicados en la zona este del área metropolitana de Panamá. Estos son los corregimientos con mayor densidad de población del país: Tocumen tiene 89 631 habitantes y 24 de Diciembre, 79 965. Considerando ambos corregimientos, se ubican más de treinta y cinco centros educativos, una sede de la Universidad Tecnológica de Panamá, el Aeropuerto de Tocumen y diversos servicios tanto comerciales como industriales.

A pesar de ser una zona de amplios servicios comerciales y de industria, según un informe del Municipio de Panamá (MUPA) sobre planes parciales de ordenamiento territorial para los corregimientos de Tocumen, 24 de Diciembre y Las Mañanitas, se indica que están compuestos principalmente por población de clase media baja, baja y, en menor porcentaje, por personas que viven en condiciones de pobreza extrema.

En un estudio elaborado por la Secretaría Técnica del Gabinete Social, adscrito al MIDES, sobre el índice de Pobreza Multidimensional (IPM-C) en el 2020 se identificó a los corregimientos de Tocumen y 24 de Diciembre como vulnerables, con una incidencia de pobreza del 34% (24,593 personas en pobreza) y el 37.7% (24.517 personas en pobreza) respectivamente.

Tomando en cuenta estos datos, la falta de empleo y aumento de la canasta básica, entre otros factores que afectan significativamente la forma de vivir de las personas, es necesario empezar a plantear soluciones donde se pueda asegurar la satisfacción de las necesidades básicas de la población actual y de las futuras generaciones.

Una de las soluciones que se puede ofrecer a comunidades en esas condiciones es acceso a un espacio donde puedan conseguir alimentos e incluso aprender a producirlos en su vivienda, ya que no cuentan con un espacio de área verde suficiente para desarrollar cultivos a gran escala.

La agricultura urbana o periurbana es una alternativa que puede generar un cambio significativo en los ciudadanos ya que formarán parte de la producción de sus alimentos y aprenderán a

llevar un estilo de vida colectivo y sostenible. La creación de centros donde se unifiquen ambas áreas (agricultura y arquitectura) es una forma innovadora de llevar a cabo esta necesaria transición.

Es necesaria la tecnología renovable y conocimientos en técnicas de agricultura. La integración de la tecnología y arquitectura son fundamentales para hacer proyectos sustentables. La arquitectura bioclimática es considerada para reducir los impactos ambientales y el consumo de energía.

Objetivos

Objetivo General

- Lograr una fusión armoniosa entre la arquitectura y la agricultura como una forma sostenible de producir en la ciudad.

Objetivos específicos

1. Utilizar la arquitectura vertical como una herramienta adicional para el desarrollo agrícola en la ciudad.
2. Estudiar las distintas técnicas de cultivo que se pueden implementar en la agricultura urbana.
3. Presentar un modelo arquitectónico que responda y se adapte a las necesidades de la población de estudio.

Resumen de capítulos

Capítulo 1 | Marco teórico

Se definen los conceptos y se estudian las investigaciones y proyectos referenciales relacionados con el tema de estudio. Se incluirán temas como la evolución de la agricultura desde sus inicios hasta la nueva práctica de la agricultura urbana para una mejor comprensión del tema, buscando también, el enlace con la arquitectura para así brindar una solución de diseño acertada.

Capítulo 2 | Análisis urbanístico

Se desarrolla todos los aspectos generales de los corregimientos de estudio tales como su población, la economía y sus características sociales. También se analiza a través de ilustraciones gráficas el desarrollo urbano del sitio, usos de suelo, sistemas viales, equipamiento urbano, entre otros.

Capítulo 3 | Aspectos generales del terreno

En este capítulo se estudia el terreno escogido, analizando todas sus características físicas, ambientales y climáticas. Se reconoce el entorno directo del lote, para determinar la disposición y forma de los edificios. Además, se realiza un estudio de la topografía para conocer las ventajas y desventajas de la misma a la hora de realizar el diseño y poder tomar las decisiones pertinentes en el proceso.

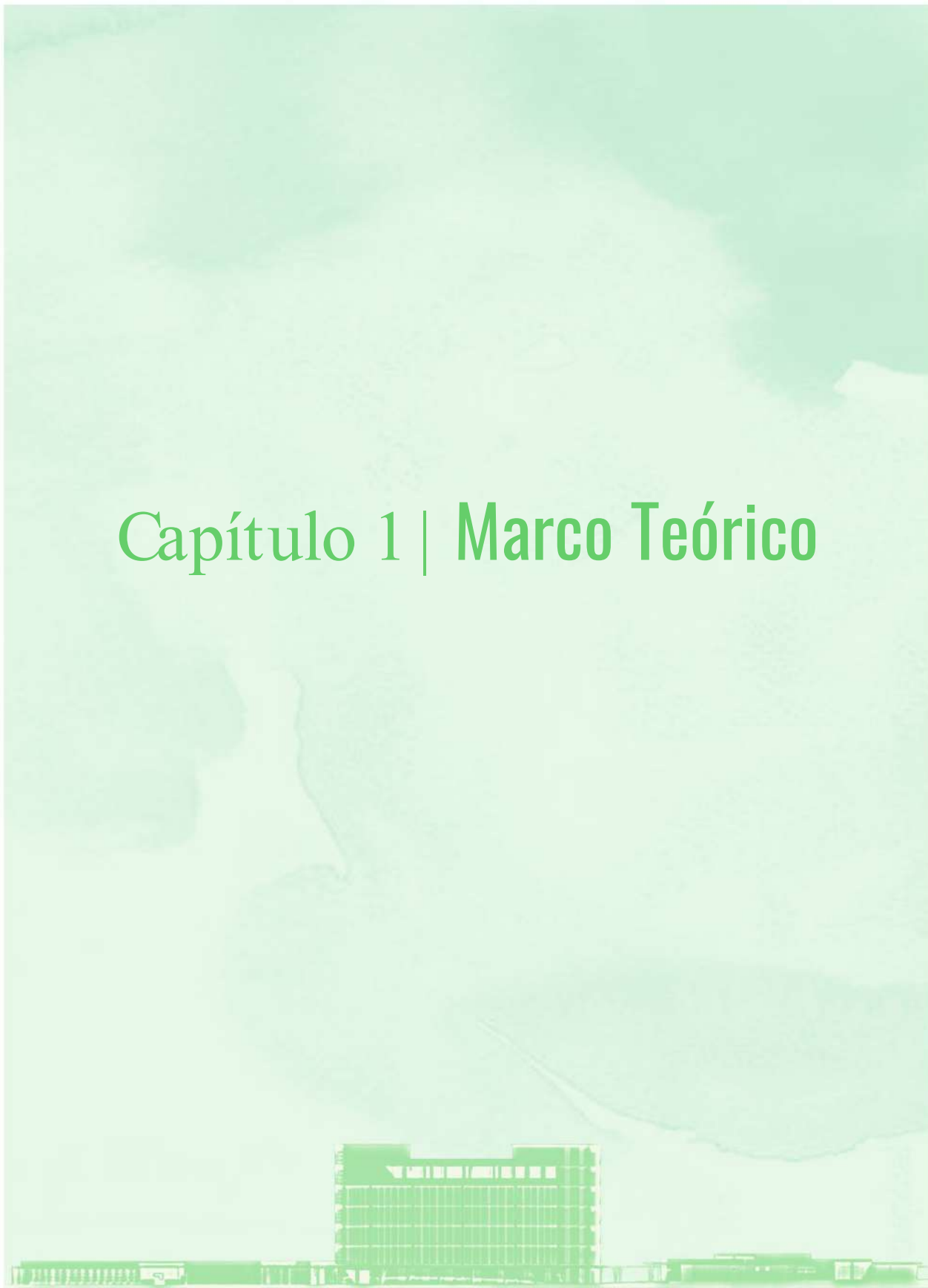
Capítulo 4 | Propuesta arquitectónica

En este capítulo es donde se desarrolla la solución arquitectónica respondiendo a los objetivos iniciales. Se incluyen todos los planos requeridos, así como visualizaciones en 3D, perspectivas e ilustraciones para complementar la presentación y comprender mejor el proyecto.

Capítulo 5 | Estimación de costos

Consiste en la estimación y cálculo de los costos asociados con el proyecto. El mismo incluye los costos del terreno, costos directos e indirectos y costos adicionales.

Capítulo 1 | Marco Teórico



Concepto de agricultura

La agricultura se entiende como un conjunto de técnicas y actividades relativas al tratamiento del suelo para el cultivo de la tierra, con el objetivo de producir alimentos. Este conjunto de actividades transforma constantemente el medio ambiente natural. El sector agrícola abarca las actividades económicas que tienen su fundamento en la explotación de los recursos que la tierra aporta favorecida por la acción del ser humano.

Con esta práctica se logra obtener alimentos como frutas, vegetales, hortalizas, hierbas, cereales, fibras... En este sentido, la agricultura tiene una intensa demanda global que es el servicio de la alimentación, cuya producción depende principalmente de las técnicas para hacer la tierra fértil y del clima que se presente en cada región.

Por otro lado, la agricultura llevada a cabo en forma irresponsable puede tener un impacto gravísimo en el medio ambiente. *En las últimas décadas, se ha notado un crecimiento preocupante en la producción intensiva a nivel industrial, y en la utilización de diferentes químicos y fertilizantes que alteran los procesos naturales de crecimiento en los alimentos y su impacto en la salud de los consumidores* (Equipo editorial, 2022).

La adopción de la agricultura significó cambios estructurales dentro de las sociedades que la incorporaron, ya que la mayor disponibilidad de alimentos permitió el crecimiento demográfico, e hizo posible el desarrollo de una vida sedentaria, convirtiéndose en sociedades cada vez más complejas, con una mayor división del trabajo, nuevas normas de convivencia, y con mayor desarrollo de las actividades artesanales y comerciales (Equipo editorial, 2022).

Los autores del libro “Historia de la Agricultura”, Mikael Eskelner, Martin Bakers, Tobias Lanslor, comparten una cronología que muestra etapas importantes en la evolución de la agricultura y describen los avances en técnicas y tecnologías que favorecen la producción de alimentos.



Infografía 01: Evolución de la agricultura. Elaborado por la autora con datos de el libro Historia de la Agricultura por Mikael Eskelner, Martin Bakers y Tobías Lanslor.

Agricultura urbana

La industrialización de la agricultura ha traído grandes afectaciones al medio ambiente: pérdida de la biodiversidad, deforestación, emisión de gases de efecto invernadero, erosión y uso del suelo, entre muchos otros factores que están afectando la calidad de vida y la salud de nuestro planeta.

El crecimiento de las ciudades y el aumento en la densidad de población sugiere que la agricultura debe evolucionar para satisfacer las demandas alimentarias y, a la vez, proteger el medio ambiente sin dejar de proveer a los seres humanos. La agricultura urbana ha surgido como respuesta a esta problemática. Ella propone la práctica de técnicas de cultivo ecológicas y la implementación de nuevas tecnologías, desarrolladas a través del tiempo para impulsar el crecimiento de la agricultura.

El crecimiento de las ciudades continúa, los problemas ambientales que ocasionan serán mucho mayores. Por otro lado, los fenómenos migratorios hacia las zonas urbanas provocan un incremento de la población pobre y, de este modo, las dificultades para alimentar a la población que crecen exponencialmente. Es en este punto donde la agricultura comienza a tener un nuevo papel en el escenario mundial (Arosemena, 2012).

La agricultura urbana y periurbana es la producción de alimentos dentro de las ciudades. *Fue propuesto en 1999 por la FAO con el objeto de referirse a un tipo de agricultura que se constituyó en el marco de la seguridad alimentaria en los países subdesarrollados, aunque también está en franca expansión en países desarrollados con otros objetivos (ZAAR, 2011).*

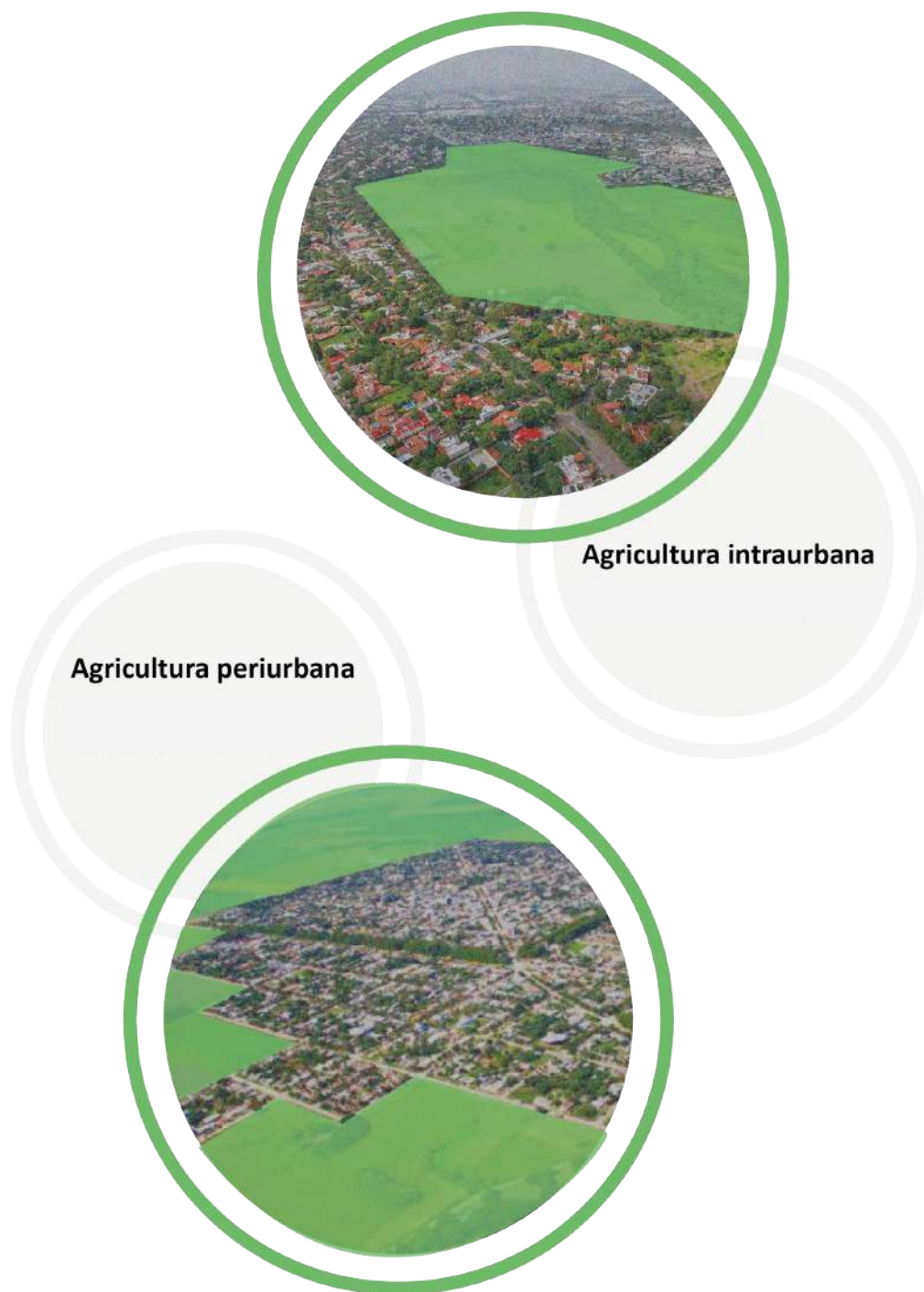


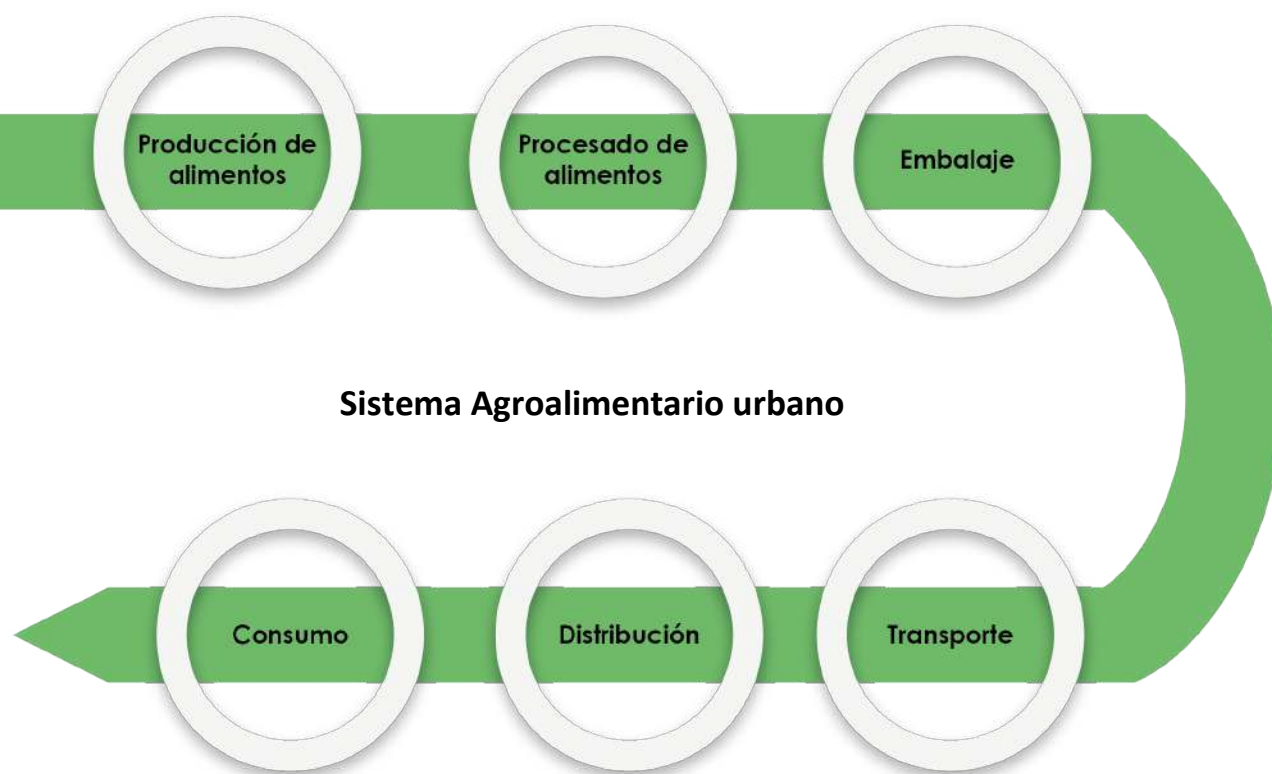
Imagen 01: Clasificación de la agricultura urbana. Elaborado por la autora.

La agricultura urbana tiene efectos en la ciudad a través de la ecología, la relación social y el desarrollo económico. En la historia del urbanismo existen referentes propuestas de ciudades ideadas por distintos arquitectos urbanistas. Entre ellas están las siguientes:

- Ciudad territorio: Ildefons Cerda se basaba en la función de la ciudad y su relación con el territorio circundante. Siendo este el que le brinda los principales recursos a la ciudad (como alimentos) y el que incluye la recolección de los residuos de esta. *Intentó definir la relación entre la ciudad y el campo mediante el origen etimológico de la palabra ‘ciudad’: “urbanizar significa arar, cultivar, y cultivar es el origen y la causa más fecunda de civilización”* (Arosemena, 2012).
- Ciudad Jardín: Ebenezer Howard creó una propuesta que se enfoca en la creación de nuevas ciudades con un crecimiento limitado, cuyo espacio sería rodeado por un anillo de tierras agrícolas que brinden a la población estimada un sistema alimentario que produzca suficiente alimento para abastecer a la ciudadanía.

Además de los conceptos e ideas desarrolladas por urbanistas en el siglo XX, los urbanistas Lewis Mumford, Le Corbusier y Frank Lloyd Wright mostraron su preocupación por el aumento poblacional de las ciudades y la pérdida de tierras agrícolas, pues representan un desafío para el ecosistema, porque se afecta la forma en que vivimos y la sostenibilidad de las ciudades; puesto que la producción de alimentos está directamente relacionada con el crecimiento y funcionalidad de una ciudad.

La agricultura urbana surge como respuesta a las problemáticas mencionadas, las cuales acarrearán consecuencias: crisis económicas, seguridad en el sistema alimentario, sostenibilidad, salud, aumento de la pobreza en las ciudades, autoabastecimiento.



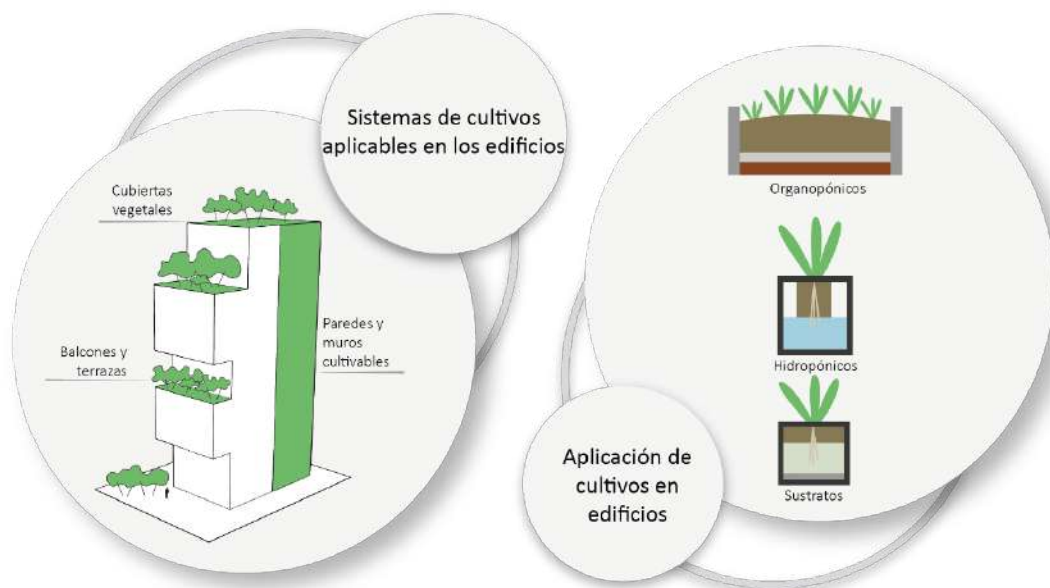
Infografía 02: Sistema agroalimentario urbano. Elaborado por la autora con datos del libro Agricultura Urbana por Graciela Arosemena

La huella ecológica es uno de los indicadores más completos con los que se cuenta para medir el impacto de cualquier actividad humana sobre el entorno. Los creadores del concepto de la huella ecológica, William E. Rees y Mathis Wackernagel, la definen de la siguiente manera: “El área de territorio ecológicamente productivo (cultivos, pastos, bosques o ecosistemas marinos) necesaria para producir los recursos utilizados y para asimilar los residuos producidos por una población determinada con un nivel de vida específico de forma indefinida, sea donde sea que se encuentre esta área” (Arosemena, 2012).

Una de las prácticas de agricultura urbana que se puede emplear en las ciudades y que favorece la reducción de la huella ecológica de la alimentación en las ciudades es el cultivo en edificios.

Cultivar hortalizas en un edificio implica necesariamente cultivar en recipientes o contenedores. El cultivo de plantas fuera del suelo es una técnica conocida y aplicada desde hace mucho tiempo, y ya en el siglo V a.C., los Jardines Colgantes de Babilonia fueron probablemente el primer precedente histórico de este tipo de cultivo. Actualmente es una técnica ampliamente usada en explotaciones agrícolas o de plantas ornamentales. La solución arquitectónica que

combine la edificación con el cultivo de alimentos debería ser consecuente con una concepción integrada del diseño arquitectónico sostenible (Arosemena, 2012).



Infografía 03: Sistemas y aplicaciones de agricultura vertical. Elaborado por la autora.

En la república de Panamá existen varias iniciativas para difundir la agricultura urbana y periurbana, con el ánimo de favorecer a los grupos marginados población menos favorecida que usualmente se encuentran asentadas en las áreas periurbanas de las ciudades. Tanto el Ministerio de Desarrollo Agropecuario como el Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Panamá han tenido iniciativas para el desarrollo y fomento de proyectos productivos enmarcados en esta modalidad (Jaffet, 2017).

Agricultura vertical

La tecnología de agricultura vertical ha progresado paulatinamente a nivel global y se le ve como una alternativa técnicamente viable y económicamente factible en muchos países.

La agricultura vertical es una variante de la agricultura protegida. Se llama agricultura protegida porque mediante esta técnica se desarrollan los cultivos controlando los factores externos, como la luz, la temperatura, el agua y los fertilizantes. *Esta forma de producción de los alimentos es más productiva y ofrece cultivos todo el año independientemente de la estación* (Resh, 2001).

Actualmente, varios países han encontrado en la tecnología de la agricultura vertical una solución a los problemas de la limitación de áreas propicias para la agricultura tradicional; además de una forma para conservar los recursos hídricos. *Gracias al avance en la tecnología hidropónica y aeropónica, así como de la tecnología de leds y las celdas solares, hoy en día es posible imaginar una agricultura que puede estar dentro de las ciudades e incluso en los mismos hogares y crear centros de producción y consumo integrados a las comunidades urbanas y suburbanas* (Despommier, 2010).

Aunque los pueblos indígenas de América del Sur han utilizado las técnicas de cultivo de alimentos en capas verticales durante mucho tiempo y varias poblaciones de Asia Oriental siguen un principio similar en sus terrazas de arroz; el concepto “agricultura vertical” fue acuñado por el estadounidense Gilbert Ellis Bailey (1852–1925). *Mientras era profesor de geología en la Universidad del Sur de California publicó el primer libro titulado Vertical Farming en el año de 1915* (Bailey, 2015).

Desde entonces, los arquitectos y los científicos en varias ocasiones han analizado la idea, especialmente hacia el final del siglo XX debido al constante aumento de la población y a la presión que se ejerce sobre los recursos para la producción de alimentos.

El concepto de integración de la agricultura en un entorno construido fue inventado en una casa de campo danés en los años cincuenta del siglo XX, cuando intentaron hacer crecer berro, una hierba de sabor picante parecido a la pimienta y botánicamente relacionadas con la mostaza, en una fábrica, en una escala masiva (Biodiversidad, 2009).

Huella ecológica

Como se mencionó anteriormente, la huella ecológica se encarga de analizar los patrones de consumo de recursos y la producción de desechos de una población determinada. Así mismo se pueden mencionar los beneficios en el impacto ambiental que tiene la práctica de la agricultura vertical sobre el planeta:

- 1. Drástica disminución en el cambio de uso de suelo para fines agrícolas que permitiría restaurar bosques y selvas del planeta.*
- 2. Reducción en el uso de fertilizantes y plaguicidas, y disminución de la contaminación del aire, suelo y agua derivada del uso de estos productos.*
- 3. Reducción en el consumo del agua, lo que genera la posibilidad de revertir la tendencia en la construcción de las grandes presas para la captación de agua para riego agrícola.*
- 4. Disminución en la huella de carbono derivado del ahorro sustantivo en el uso de energía, al prescindir del uso de implementos y maquinarias agrícolas, así como vehículos para el traslado de los productos del campo a las ciudades y de transportación para el manejo de la cadena de suministros a los supermercados y centros de consumo.*
- 5. Producción de cultivos a lo largo de todo el año, ya que el fotoperiodo se puede extender con el uso de leds, la energía para la iluminación puede asegurarse a través del uso de celdas solares u otras formas sustentables de producción de energía.*
- 6. Creación de empleos de calidad.*
- 7. Promoción de la restauración de ecosistemas dañados o alterados.*
- 8. Mejoramiento sustantivo del entorno ecológico en las ciudades.*
- 9. Incremento notable en los rendimientos agrícolas.*
- 10. Acceso de los consumidores a productos frescos, orgánicos, inocuos y producidos localmente.*

(Secretaría de medio ambiente y recursos naturales, 2017)

Limitaciones de la agricultura vertical

A pesar de que la agricultura vertical ofrece amplios beneficios se debe considerar ciertas limitaciones que afectan el desarrollo y producción de esta técnica de cultivo. Al ser esta una de las formas más nuevas de cultivar se espera que con las nuevas tecnologías se logren avances que resuelvan estas desventajas. Algunas de estas desventajas se mencionan a continuación:

- La agricultura vertical se desarrolla en un ambiente artificial controlado totalmente por el hombre. El proceso de polinización es realizado por insectos y es crucial para la producción de semillas y frutos. La tecnología utilizada en la agricultura vertical es libre de insectos por lo que este proceso se debe realizar a mano, y el resultado podría impactar en los costos de producción.

Lo que ha hecho que este concepto aún sea poco atractivo para el agricultor tradicional es el hecho de que esta tecnología aún no es capaz de producir diferentes variedades de frutas y verduras. La razón es que hoy en día solo hay pocas variedades de frutas y verduras que se pueden producir en un ambiente controlado generando utilidades atractivas para los inversionistas (Sánchez, 2016).

Si esta tecnología se pretende acercar a las zonas urbanas todos sabemos que los terrenos urbanos son mucho más caros que los terrenos agrícolas. Asimismo, se deberá tomar en cuenta la relación costo–beneficio ya que el concepto requiere de tecnología de iluminación tipo leds, así como el control de la temperatura ambiente, sistemas de control de flujo y recirculación del agua entre otros implementos tecnológicos que no son económicos y en donde se requieren capacidades tecnológicas para implementarlo exitosamente (Skyer, 2014).

- La energía requerida para la agricultura vertical necesita un espacio significativo de tierra. Por cada hectárea de cultivo que se produzca verticalmente se necesitarán 5.4 hectáreas de paneles solares para proveer energía. Esto significa que esta práctica requiere la misma cantidad de suelo que se utiliza en la agricultura tradicional. Por esto es importante ser cautelosos con el equipo tecnológico que se va a utilizar para la producción de alimentos con esta técnica.

Tecnologías aplicadas en la agricultura vertical

La agricultura vertical es una técnica en la cual los cultivos se hacen en niveles como si fueran edificios, donde se hace uso de la tecnología para crear el ambiente propicio para el crecimiento de las plantas como son sensores electrónicos para el suministro de luz led, temperatura, aireación, riego y nutrientes. *Distintos países ya han desarrollado técnicas e infraestructura para agricultura vertical como Japón, Taiwán y Singapur, principalmente, seguidos por Estados Unidos, Holanda, Francia, España y China, donde se cultivan tomates, acelgas, lechugas, espinacas y coles, entre otros (Rivera, 2022).*

Luces led:

Las luces led de color rojo y azul estimulan y aseguran el crecimiento de las plantas, la ultravioleta activa su metabolismo, lo que genera una mayor resistencia frente a las sequías y las plagas y, por tanto, reduce la necesidad del uso de pesticidas hasta en un 50% (Aparicio, 2021).

La producción en ambiente controlado permite manipular factores como el agua, el clima, luminosidad y temperatura para evitar pérdidas, la presencia de plagas y el uso de pesticidas, desde la semilla hasta la cosecha. *Se pueden obtener productos más saludables y de mejor calidad durante todo el año, con mayores rendimientos, utilizando menos espacio y contribuyendo, además, con la reducción de gases de efecto invernadero (ANPanamá, 2022).*

Los cultivos se producen en capas apiladas en una estructura en forma de torre, y se utiliza la combinación necesaria de luces naturales y artificiales para crear el ambiente natural idóneo en el cultivo. *Se utilizan mezclas de sustratos naturales, como la turba y la fibra de coco y sistemas aeropónicos, acuapónicos o hidropónicos. Por último, este método de cultivo ofrece varios beneficios de sostenibilidad para compensar el costo energético del cultivo, como un ahorro de agua de hasta el 90% (Raymond, 2018).*



Imagen 02: Instalaciones de Philips GrowWise CityFarming Eindhoven | Países Bajos. Recuperado de https://cincodias.elpais.com/cincodias/2016/01/27/empresas/1453917538_935362.html

Imagen 03: El sistema incorpora hidroponía, solución de nutrientes, luces Led para la fotosíntesis, sensores de temperatura, pH, conducción eléctrica del agua, cámaras, todo bajo control remoto. Senacyt | Ernesto Mantovani. Recuperado de. <https://www.laestrella.com.pa/cafe-estrella/ciencia/220909/agricultura-ambiente-controlado-desarrollo-sostenible>

Imagen 04: Prototipo de una unidad de producción agrícola en ambiente controlado presentado por SENACYT y El IICA con el fin de demostrar el funcionamiento del sistema de agricultura vertical que incorpora alta tecnología. Recuperado de <https://www.laestrella.com.pa/cafe-estrella/ciencia/220909/agricultura-ambiente-controlado-desarrollo-sostenible>

Luz y ventilación natural

Los invernaderos de cristal no son habituales en Sudáfrica, pero para el arquitecto Francois van der Merwe, estos invernaderos, con una vida útil de más de 20 años, resuelven de un plumazo el eterno problema de la agricultura vertical: los elevados costes de la energía. *“Es un error completamente depender de la luz artificial”. Si no resolvemos el problema de la sostenibilidad, las fincas verticales seguirán pareciendo una magnífica ventana al futuro y un fenómeno de nicho*” (Merwe, 2022).

Actualmente se están desarrollando sistemas de agricultura vertical que utilizan los recursos naturales para abaratar costos de consumo de energía y garantizar la sostenibilidad de estos proyectos. Un ejemplo es el sistema de cultivo vertical empleado por Van Der Merwe llamado CAN-Agri. *“Nuestro sistema produce lechugas y verduras de hoja de la más alta calidad, sin plaguicidas ni herbicidas, y además sostenibles y sin impacto negativo en el medioambiente”* (Merwe, 2022). Sin embargo, no todos los cultivos pueden desarrollarse eficientemente sin un control de cultivo más complejo.



Imagen 05: Cultivo de lechuga técnica hidropónica.

Imagen 06: Invernadero de CAN- Agri.

Imágenes recuperadas de <https://www.freshplaza.es/article/9396530/las-columnas-de-cultivo-regulan-la-temperatura-dentro-de-un-innovador-invernadero-sudafricano/>

Energías alternas

Los proponentes afirman que las granjas verticales podrían producir su propia energía usando fuentes renovables locales (solar, viento, mareas o geotérmico) así como quemando la biomasa desechada en las cosechas (Rizo, 2009).

Algunas de las energías alternas que serán tomadas en cuenta para este proyecto son las siguientes:

Biomasa

La biomasa puede ser convertida en combustibles gaseosos, líquidos y sólidos mediante conversión térmica o biológica. Esta transformación puede ser en biocombustibles o biogás, de los cuales se puede obtener calor, electricidad o fuerza motriz. *El uso de la combustión directa va de sistemas simples, como estufas, hornos y calderas, a equipos más sofisticados, la eficiencia de los procesos es cercana al 60% (Camargo, 2020).*

Electricidad solar

La fuente de energía solar más desarrollada en la actualidad es la energía solar fotovoltaica. Según informes de la organización ecologista Greenpeace, la energía solar fotovoltaica podría suministrar electricidad a dos tercios de la población mundial en 2030 (Teske, 2008).

Utilizar los paneles solares es una forma innovadora de captar la energía y redirigirla hacia un ambiente eficiente y controlado para el cultivo de hortalizas. Se debe tomar en cuenta que la cantidad de paneles solares que se requieran depende de la cantidad de producción que se proponga obtener en una granja vertical.

Se pueden utilizar como un generador con autoconsumo. Parte de la electricidad generada es consumida por el propio productor) y el resto se vierte a la red. Al mismo tiempo, el productor toma de la red la energía necesaria para cubrir su demanda cuando la unidad no le suministra la suficiente (Iberdrola, 2022).

Técnicas de cultivo aplicables en la agricultura vertical

Hidropónica

Las raíces de las plantas se sumergen en soluciones líquidas que contienen macronutrientes, además de utilizar medios inertes como sustitutos del suelo como apoyo a las raíces. Los cultivos más comunes producidos en hidroponía incluyen lechuga, col rizada, albahaca, tomates, pepinos, pimientos y fresas.

Organopónica

Consiste en sembrar las plantas sobre un sustrato formado por suelo y materia orgánica mezclados en un contenedor y que se basa en los principios de una agricultura orgánica. Pueden destinarse a la producción de vegetales comestibles, plantas medicinales y para condimentación.

Aeropónica

No requiere ningún medio líquido o sólido para cultivar plantas. En cambio, se rocía una solución líquida con nutrientes en las cámaras de aire donde se suspenden las plantas. La ausencia de un medio de cultivo permite que los sistemas aeropónicos adopten un diseño vertical, lo que ahorra aún más energía ya que la gravedad drena automáticamente el exceso de líquido. Entre los alimentos que se pueden cultivar están papas, fresas, tomates, lechugas.

Acuaponía

Integra la producción de plantas terrestres con la producción de organismos acuáticos en un sistema de circuito cerrado que imita a la naturaleza misma. Las plantas producidas pueden obtener certificación orgánica puesto que los nutrientes son suministrados por los desechos de los peces. Se cultivan las hortalizas de hoja y las plantas aromáticas, debido a que son cultivos de ciclos cortos.



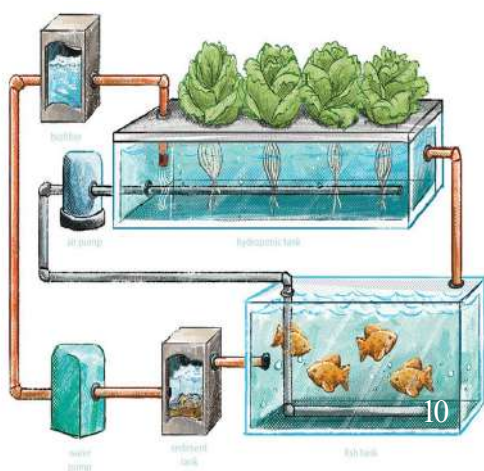
07



08



09



10

Imagen 07: Cultivo Hidropónico, España. Recuperado de <https://www.groho.es/post/crea-tu-propio-sistema-de-raiz-flotante-casero>

Imagen 08: Cultivo organopónico, México. Recuperado de <http://hidroponia.mx/como-hacer-un-huerto-organoponico-en-casa/>

Imagen 09: Cultivo aeropónico, México. Recuperado de <http://hidroponia.mx/torre-de-cultivo-aeroponica-conocela/>

Imagen 10: Diagrama de un sistema acuapónico, México. Recuperado de https://earth.org/data_visualization/aquaponics-a-solution-to-food-insecurity/

Arquitectura modular en la agricultura vertical

En Arquitectura, un sistema modular se caracteriza principalmente por la partición funcional en módulos discretos escalables y reutilizables, el uso riguroso de interfaces modulares bien definidas y la utilización de estándares industriales. Las ventajas del diseño modular son la flexibilidad en el diseño y la reducción de costes. Un ejemplo de los tipos de arquitectura modular son los edificios modulares, los paneles solares, las turbinas eólicas, etc. (FENARQ, 2021).

Con un diseño modular se pueden utilizar distintos tipos de fachadas y materiales que optimicen la función del edificio (ventilación e iluminación). Entre esos se pueden mencionar chapas perfiladas de acero, panel Viroc, panel composite de aluminio, panel Sandwich, madera Trespa y Werzalit, policarbonato, vegetal.

La combinación de la agricultura vertical y la estructura modular brinda flexibilidad y, como resultado, un proyecto asequible para el cultivo de alimentos dentro de una ciudad durante todo el año. El sistema modular también permite una optimización en el uso de la tecnología de asistencia artificial como apoyo en el crecimiento de los cultivos.

En la siguiente sección se describirán modelos referenciales reales y conceptuales que demuestran la funcionalidad de la combinación entre estas dos ramas: Arquitectura modular y Agricultura vertical.

Proyectos referenciales

Equipamiento la Cité Maraîchère de Romainville

Arquitectos: Ilimego

Área: 2060m²

Año: 2021

El equipo del proyecto describe a La Cité Maraîchère como un nuevo equipamiento municipal para la agricultura urbana y la alimentación sostenible, así como el lugar de la innovación agrícola, social, arquitectónica y técnica. Dentro de un barrio en proceso de regeneración, ejemplar por su racionalidad y lógica constructiva, el edificio es un nexo entre las prácticas tradicionales y las modernas de horticultura. Ante el cambio climático, los futuros grandes retos ecológicos y alimentarios y el crecimiento demográfico previsto para 2050, la agricultura urbana se considera una solución con gran potencial para el futuro (Pintos, 2018).

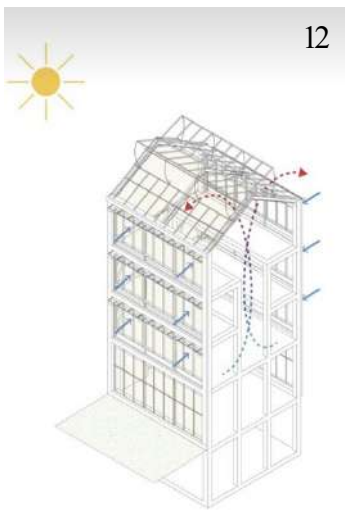
Tecnologías

Este edificio incorpora los recursos naturales y un entorno bioclimático controlado. Utilizan fachadas que permiten el paso de la ventilación y la luz natural. Además de tecnologías que controlan la protección solar y la captación de aguas pluviales para el cultivo de distintas plantas.

En respuesta a los requisitos funcionales del encargo, la intención del diseño consiste en el objetivo de eficiencia al servicio de la agricultura responsable. Integrada en el emplazamiento, la Cité Maraîchère es un edificio educativo que favorece los intercambios que participan en la vida del barrio y transmiten los valores y principios de la economía circular (Pintos, 2018).



11



12



13

Imagen 11: Vista aérea de Equipamiento la Cité Maraîchère en Romainville.

Imagen 12: Captación de iluminación natural para el desarrollo de cultivos basándose en una arquitectura bioclimática.

Imagen 13: Planta arquitectónica de Equipamiento la Cité Maraîchère en Romainville, área de producción de cultivos.

Recuperadas de <https://www.archdaily.cl/cl/973613/equipamiento-la-cite-maraichere-en-romainville-ilimelgo>

Transversal / Arquitectura Paisaje Urbanismo crea 'Laboratorio de Agricultura Urbana' en Chihuahua, México

Arquitecto a cargo: Cesar Heredia Martínez

Área: 1300 m²

Año: 2019

Las formas arquitectónicas reflejan el carácter colectivo de las actividades que se realizan en el sitio. Cada actividad creativa y pedagógica en torno a la agricultura urbana ha sido articulada en el diseño, pero también se han dejado estructuras y formas abiertas que pudiesen albergar una diversidad de eventos desde presentaciones de libros, charlas, y conferencias, intercambio de semillas y plantas, talleres de ciencia o practicar meditación o yoga en un entorno como el que ofrece este espacio (Arellano, 2019).

Se trata de un laboratorio de agricultura urbana compuesto por un huerto de cultivo biointensivo, lugar para los deshidratadores y composteros, áreas de descanso, el invernadero y el hotel de insectos. En él se practican técnicas de cultivo como hidroponía y acuaponía.



Ilustración 14: 'Laboratorio de Agricultura Urbana' en Chihuahua, México

Ilustración 15: Sistema de cultivo acuapónico en el 'Laboratorio de Agricultura Urbana' en Chihuahua, México

Recuperadas de: "<https://www.archdaily.cl/cl/925919/transversal-arquitectura-paisaje-urbanismo-crea-laboratorio-de-agricultura-urbana-en-chihuahua-mexico>

Granjas verticales en Singapur

Debido a que Singapur es uno de los países más poblados de la tierra en donde se estima que en 718 kilómetros cuadrados, viven aproximadamente 5.5 millones de personas empresas como Agri-Food y Veterinary Authority (AVA), han creado la primera granja vertical comercial del mundo. Producen de 1 a 2 toneladas de vegetales cada 2 días, que luego son vendidos a los supermercados locales (Prieto, 2015).

Un ejemplo de estas granjas verticales es Sky Greens, la cual se inauguró en Singapur en el 2012. Está conformada por torres de nueve metros de altura, aproximadamente, en las que se producen cultivos como lechuga, espinaca y repollo chino mediante niveles rotativos de canaletas de cultivo. El cultivo es posible durante todo el año sin pérdidas por plagas o patógenos de plantas, y el rendimiento es muy alto comparado con el cultivo al aire libre. En consecuencia, el alto nivel de inversión se compensa con el alto nivel de productividad.



Imagen 16: Sky Greens es la primera granja vertical impulsada hidráulicamente con bajas emisiones de carbono del mundo. Recuperado de <https://desis.osu.edu/seniorthesis/index.php/2020/09/13/sky-greens-farm-towers/>

The Farmhouse | modelo conceptual

Este proyecto forma parte del portafolio de un joven estudio que se caracteriza por reconectar la naturaleza y la arquitectura. Con este proyecto, aún conceptual, los diseñadores promueven el sentido de comunidad entre sus habitantes e integran la naturaleza.

La arquitectura de este edificio se basa en un sistema modular con casas triangulares y espacios de cultivo entre cada apartamento. Con esto buscan que los residentes tengan la oportunidad de producir sus propios alimentos en granjas verticales. Consideran que es una forma sustentable de vivir donde conectan la vida urbana en la ciudad con la agricultura.



Imagen 17: El concepto de granja de Precht combina casas modulares con granjas verticales. Recuperado de <https://www.dezeen.com/2019/02/22/precht-farmhouse-modular-vertical-farms>

Existen otros ejemplos de agricultura vertical como lo son The Plant Factory en Japón, Aero Farms, Green Sense Farms, Vertical Harvest en Estados Unidos, Infarm en Alemania. Todas enfocadas en cultivar alimentos mediante técnicas de agricultura vertical bajo diferentes sistemas apoyados por inteligencia artificial. Sin embargo, carecen de un carácter arquitectónico que guarde relación con el entorno, brindando una experiencia a los usuarios y el valor socio cultural que obtiene el espacio con respecto a su función.

El carácter arquitectónico se da a través del diseño de la edificación buscando siempre que se integre de manera armoniosa y respetuosa con su entorno. Se busca, por tanto, establecer un diálogo visual y cultural con los edificios circundantes y aportar a la identidad del lugar. Se convertirá en un espacio donde las personas puedan acudir a realizar distintas actividades relacionadas con la agricultura vertical en un espacio tranquilo y relacionado con la naturaleza.

Hoy en día se han desarrollado modelos conceptuales de edificios que combinan la agricultura con la arquitectura. Existen arquitectos que se dedican a crear diseños que combinan ambas, para crear espacios dentro de las ciudades que permitan integrar a la sociedad con el desarrollo y aprendizaje en la producción de alimentos. Pocos de estos modelos han sido construidos, puesto que la inversión inicial conlleva grandes costos. No obstante, este tipo de edificaciones son parte del futuro a partir de los cambios que está sufriendo nuestro planeta.

Capítulo 2 | Análisis urbanístico



Introducción

La decisión de desarrollar este proyecto en esta zona se basa principalmente en los beneficios que puede ofrecer a la población local, permitiendo que cultiven alimentos de alta calidad cerca de sus hogares.

Estos corregimientos han experimentado un importante crecimiento poblacional en los últimos años, lo que hace que sea aún más importante fomentar el consumo de alimentos cultivados en la zona, ya que esto puede ser beneficioso tanto para la economía local como para la calidad de vida de la población. Además, al involucrar a la población en la producción de alimentos, se les puede enseñar sobre técnicas de agricultura sostenible, lo que puede fomentar aún más la conciencia ambiental y el compromiso con la comunidad.

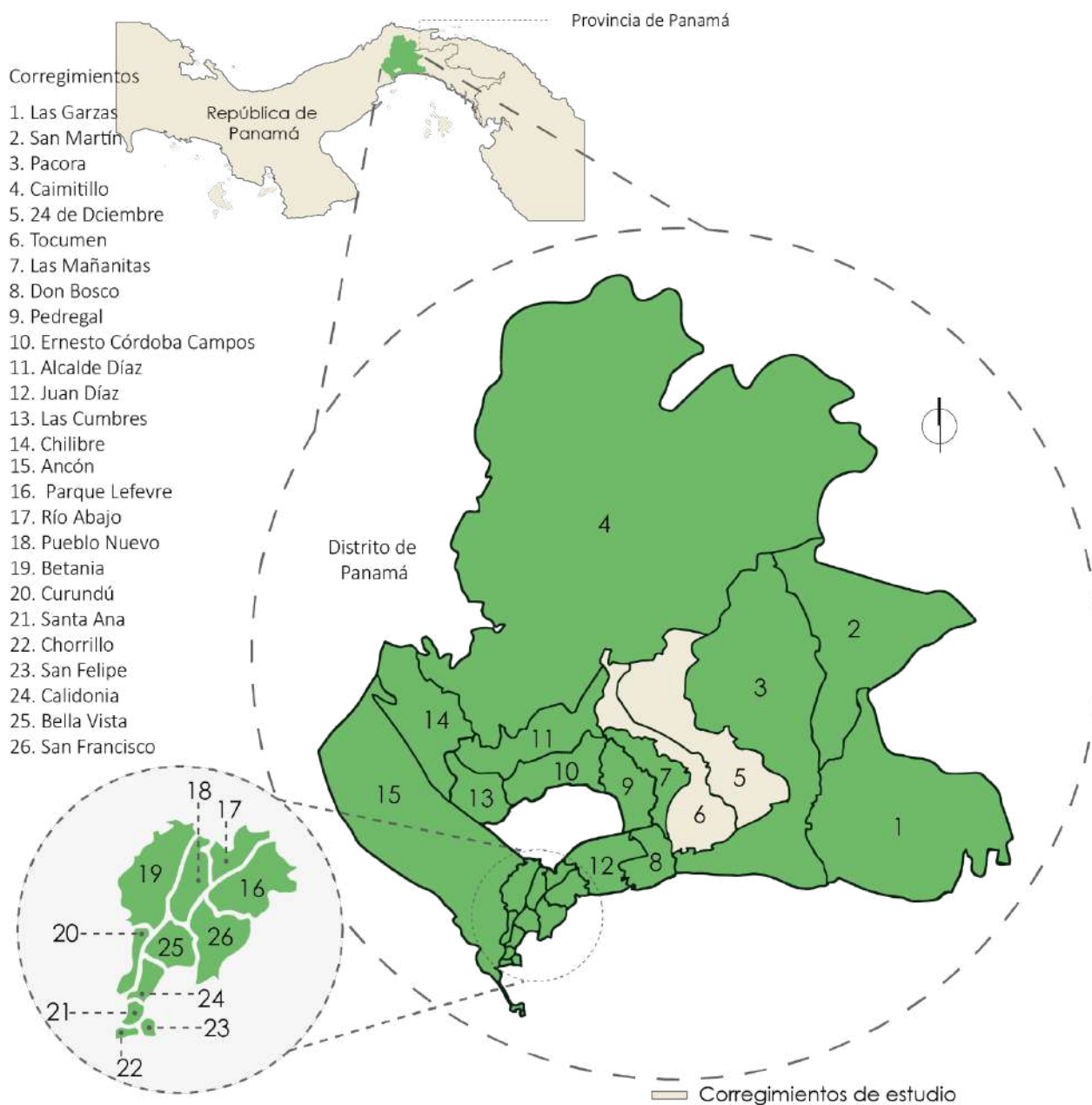
Aspectos generales del distrito de Panamá

El distrito de Panamá es una de las divisiones de la provincia de Panamá. Lugar donde se encuentra la ciudad capital y el centro político, económico, administrativo y cultural de la República de Panamá. Posee una extensión de 2031,20 km² (203 120 hectáreas).

El distrito está compuesto por 26 corregimientos. El territorio donde se encuentra enmarcado el distrito de Panamá es un relieve muy uniforme, Al Sur donde se encuentra la ciudad, la zona geográfica es casi plana a nivel del mar, junto a la bahía. Hacia el norte del distrito el relieve se torna ondulado con colinas y cerros que ascienden a más de (1000 m.s.n.m.). Entre los principales ríos se pueden nombrar el río Chagres, río Juan Díaz, río Pacora, río Cabra, río Pequení; y entre otros más pequeños que atraviesan la ciudad de Panamá: Cárdenas, Curundú, Matasnillo, Matías Hernández, Río Abajo, Tapia, Tocumen.

Panamá ha tenido un crecimiento económico en los últimos años, siendo una de las economías más influyentes de América Latina. Desde que el Canal de Panamá fue revertido a los panameños se ha visto cómo la economía ha logrado prosperar. Panamá se caracteriza por su desarrollo económico en sectores como el turismo, la construcción, servicios financieros y la logística.

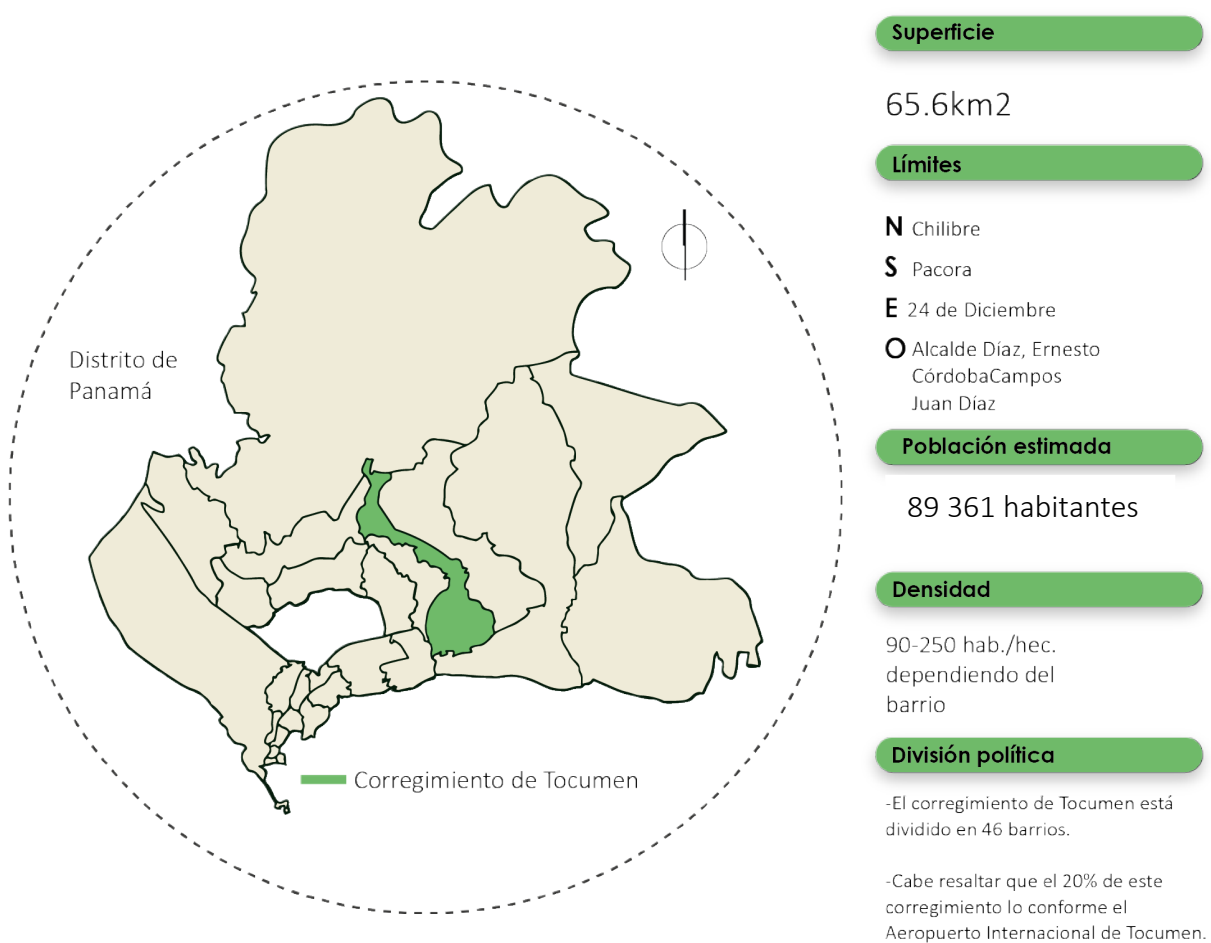
En el sector agrícola cerca del 9% del suelo de Panamá está cultivado. La producción obtenida es mayormente de carácter comercial y de exportación. Las actividades secundarias se desarrollan de manera más lenta debido al tamaño del mercado interno que impide el aprovechamiento de las economías de escala y los altos costos laborales. Sin embargo, la industria minera y de procesamiento siguen en aumento debido a sus reservas mineras, su construcción es impulsada por la continua expansión del canal de Panamá y los distintos desarrollos inmobiliarios, comerciales y turísticos.



Mapa 01: Distrito de Panamá. Elaborado por autora. Según datos del Censo 2010-2023

Aspectos generales del Corregimiento de Tocumen

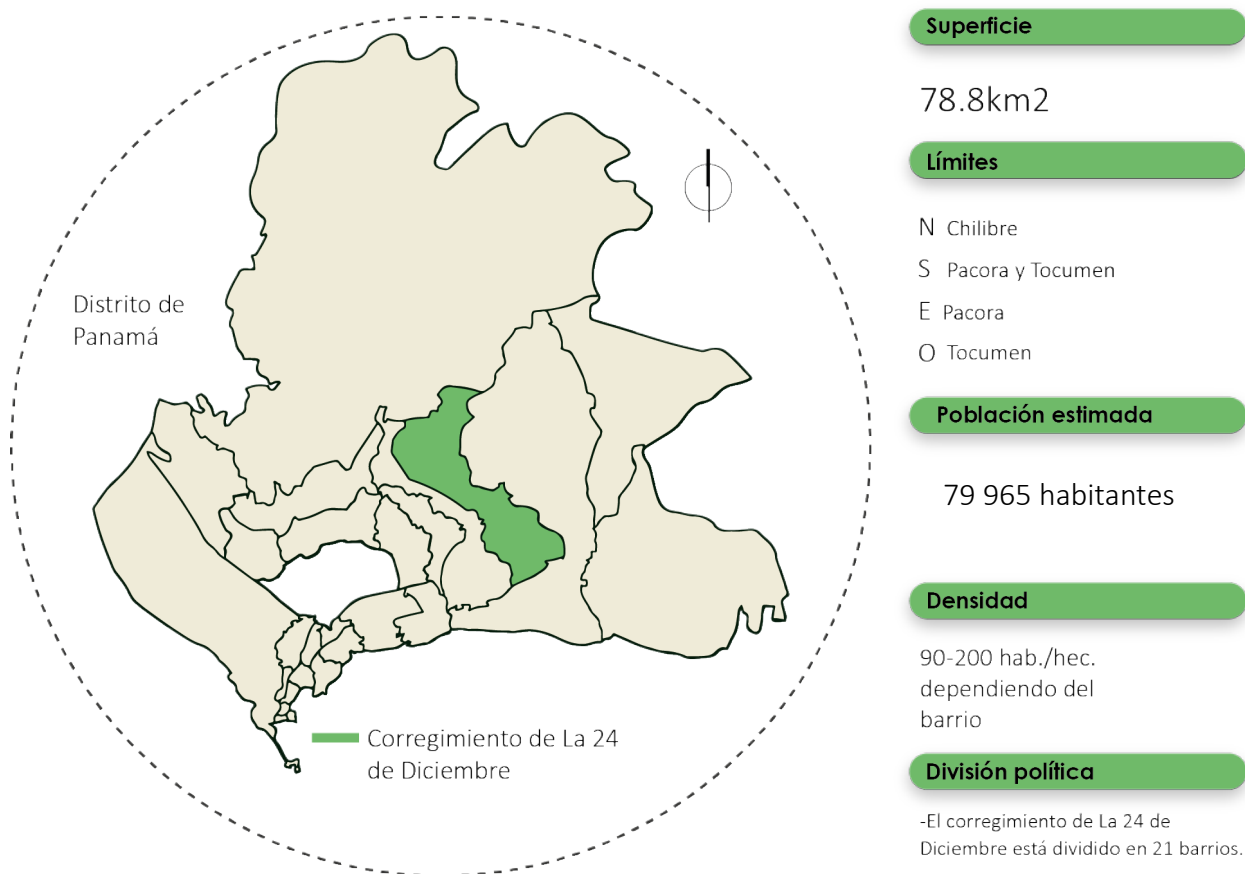
Tocumen es uno de los corregimientos pertenecientes al distrito de Panamá. Está ubicado en la zona este del área metropolitana de la Ciudad de Panamá. El corregimiento de igual nombre se creó mediante el Acuerdo Municipal No. 70, del 23 de junio de 1960. Los orígenes de este sector inician en la década de los 50, cuando se llevó a cabo la construcción del Aeropuerto Internacional de Tocumen, lo cual despertó el interés de la población por obtener terrenos en estas áreas. Familias de las provincias centrales comenzaron a llegar a esta región, con el fin de cimentar sus moradas, lo que provocó el crecimiento de la población



Mapa 02: Corregimiento de Tocumen. Elaborado por autora. Según datos del Censo 2010-2023

Aspectos generales del Corregimiento de la 24 de Diciembre

El corregimiento 24 de Diciembre se encuentra en la zona este de Panamá, cuenta con un crecimiento económico grande y una gran población que aumenta rápidamente. Fue creado según la Ley N.º13 del 6 de febrero de 2002. En sus inicios, esta comunidad se llamaba " EL REALENGO"; en estas tierras un grupo de campesinos se dedicaba a la agricultura. No es hasta el 24 de diciembre de 1978, que un grupo de personas liderado por el Señor Antonio Pinto, tomaron la decisión de invadir estas tierras y convertirlas en áreas de solución habitacional.



Mapa 03: Corregimiento de La 24 de Diciembre. Elaborado por autora. Según datos del Censo 2010-2023

Aspectos culturales y socio-económicos

Según las cifras del último censo realizado en el 2010 por el Instituto Nacional de Estadística y Censo los corregimientos de Tocumen y 24 de Diciembre presentaron una población de 74 952 habitantes y 65 404 habitantes respectivamente.

Para el 2022, en el PPOT (Plan parcial de ordenamiento territorial) realizado en el 2012 realizado por el Ministerio de Vivienda por para los corregimientos 24 de Diciembre, Las Mañanitas y Tocumen se estimó un crecimiento poblacional que superaría los 100 000 habitantes en cada uno de los corregimientos de estudio. Ambos corregimientos son considerados de los más poblados de la provincia de Panamá tomando en cuenta el crecimiento acelerado y continuo que se ha visto desde 2010 hasta la actualidad.

Ambos corregimientos ubicados en el distrito de Panamá forman parte de la población en condición de pobreza multidimensional. Estadística basada en el estudio de la Secretaría Técnica del Gabinete Social y el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, a partir del Censo de Población y Vivienda de 2010 y la división político-administrativa para ese mismo año.

<i>Corregimiento</i>	<i>N° personas en pobreza</i>	<i>Incidencia %</i>
<i>Tocumen</i>	24 593	34%
<i>24 de Diciembre</i>	24 517	37.7%

Tabla 01: Incidencia de pobreza en los corregimientos de Tocumen y La 24 de Diciembre. Elaborado por autora con datos del Censo de Población y Vivienda de 2010.

Naciones Unidas Panamá realizó análisis socio económico en mayo 2020 enfocado en el impacto del covid-19 en donde describe el desafío que existe gracias a que la tasa de inserción laboral no es satisfactoria ya que la tasa de desempleo y empleo informal aumentó drásticamente en la pandemia.

La población mayormente afectada son hombres y mujeres jóvenes. El sector moderno crece con poca generación de empleo formal, pero se desarrolla toda una economía de servicio paralela en torno a estos sectores, que brinda servicios vinculados a microemprendimientos o

a trabajo por cuenta propia, en rubros tales como: transporte, comercio, alimentación, servicio doméstico y de cuidados.

El sector informal representa un volumen aproximado de 720,000 personas (principalmente vendedores/as, personal de servicio, obreros no calificados y artesanos/operarios/as de pequeños talleres), dentro de 1.6 millones de ocupados (INEC).

Como resultado de los cambios abruptos y negativos causados por la pandemia, los corregimientos de estudio han sufrido pérdidas en los tres aspectos culturales, económicos y sociales. La comunidad se ve afectada en su calidad de vida. Se ha visto una desmejora en la educación y la vida laboral, además, los niveles de hambruna aumentan y la estabilidad en el hogar se deteriora.

En el último censo realizado en el 2010 se obtienen datos precisos sobre esta población como lo son: las características de las viviendas, habitantes por vivienda, cantidad de personas ocupadas y desocupadas, nivel de estudio aprobado y personas con impedimento.

Es importante mencionar que para el 2022 cada una de estas cifras ha aumentado en un porcentaje por lo que los datos del censo del 2010 se tomarán como una referencia y punto de partida en los datos poblacionales de los corregimientos de estudio.

PPOT realizado en el 2012 realizado por el Ministerio de Vivienda muestra un cuadro con las proyecciones de población de los corregimientos de Tocumen, Mañanitas y 24 de Diciembre.



Infografía 04: Datos poblacionales del Censo 2010 de los corregimientos de Tocumen y La 24 de Diciembre. Elaborado por autora con datos del Censo de Población y Vivienda de 2010.

Proyecciones de Población del Corregimiento de Tocumen

Escenario	2010	2015	2020
Tendencial	72 470	78 992	85 707
Moderado	72 470	79 789	89 412
Acelerado	72 470	87 109	101 569

Proyecciones de Población del Corregimiento de La 24 de Diciembre

Escenario	2010	2015	2020
Tendencial	65 273	71 148	77 195
Moderado	65 273	70 560	79 274
Acelerado	65 273	75 847	94 581

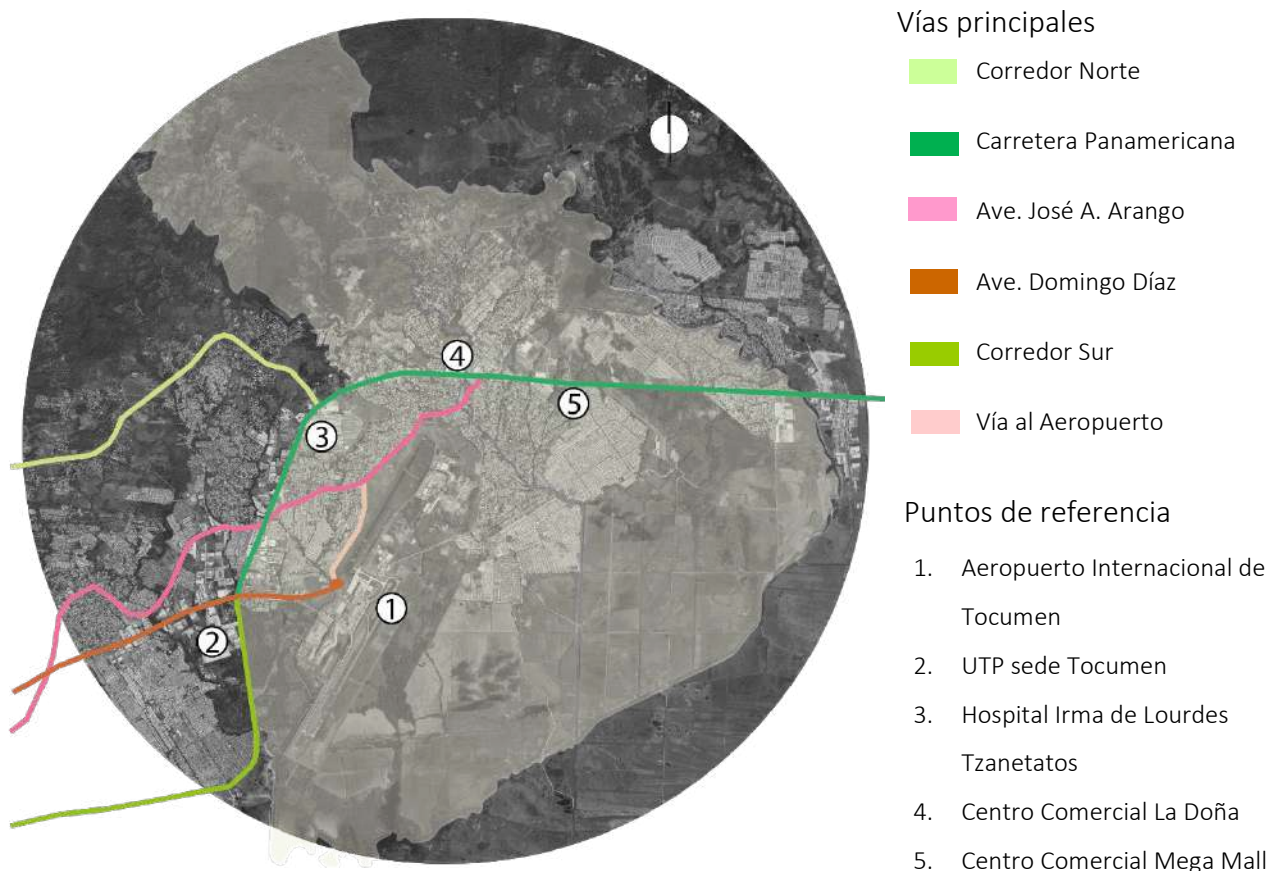
Tabla 2: Cuadros Proyecciones de Población para los corregimientos de Tocumen y La 24 de Diciembre. Elaborado por autora con datos de Planes parciales de ordenamiento territorial para los Corregimientos de Tocumen, 24 de Diciembre y Las Mañanitas.

Tejido Urbano

Movilidad urbana

Las vías principales que conectan los corregimientos de Tocumen y 24 de Diciembre son vía Panamericana, Ave. José Agustín Arango, Ave. Domingo Díaz, Corredor norte y sur. Además de estas vías, en el corregimiento Tocumen se encuentra el aeropuerto más grande e importante de Panamá por lo que cuenta con vías que conectan hacia el aeropuerto desde diferentes puntos.

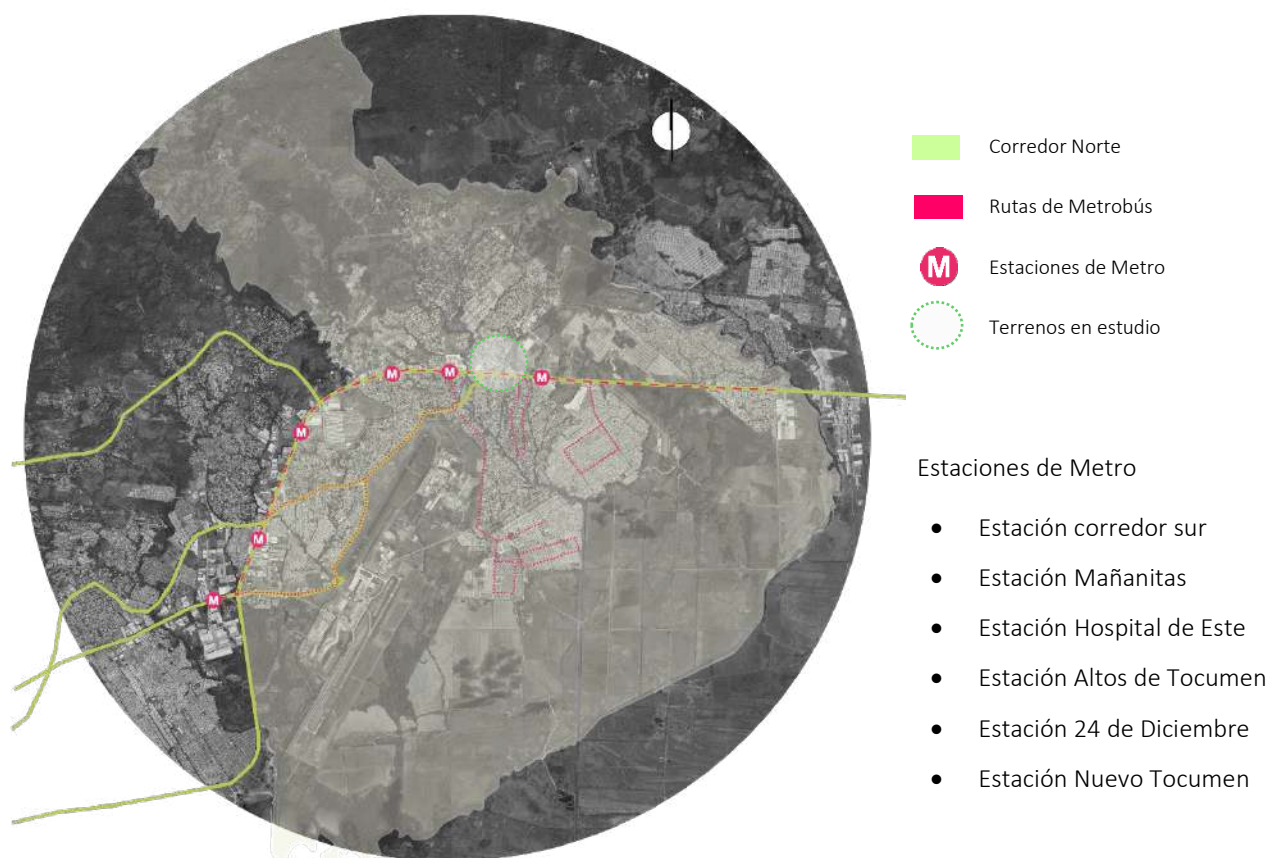
La red vial en estos corregimientos puede llegar a tener entre cuatro a dos carriles de tránsito dependiendo del tipo de calle y el flujo que tengan. Las vías arteriales conectan los distintos barrios que conforman los corregimientos.



Mapa 04: Movilidad urbana de Los corregimientos de Tocumen y La 24 de Diciembre. Elaborado por autora.

Accesibilidad al transporte público

La carretera Panamericana es la vía principal que conecta estos dos corregimientos con las demás vías y avenidas. Dentro de estas se encuentran estaciones de Metrobús y de metro, permitiendo a las personas residentes moverse por la ciudad. Sin embargo, las paradas de Metrobús llegan hasta ciertas calles de los barrios. Para transportar a las personas en las zonas donde no hay paradas de Metrobús se utilizan transportes alternos como taxis, buses colectivos o transporte particular.

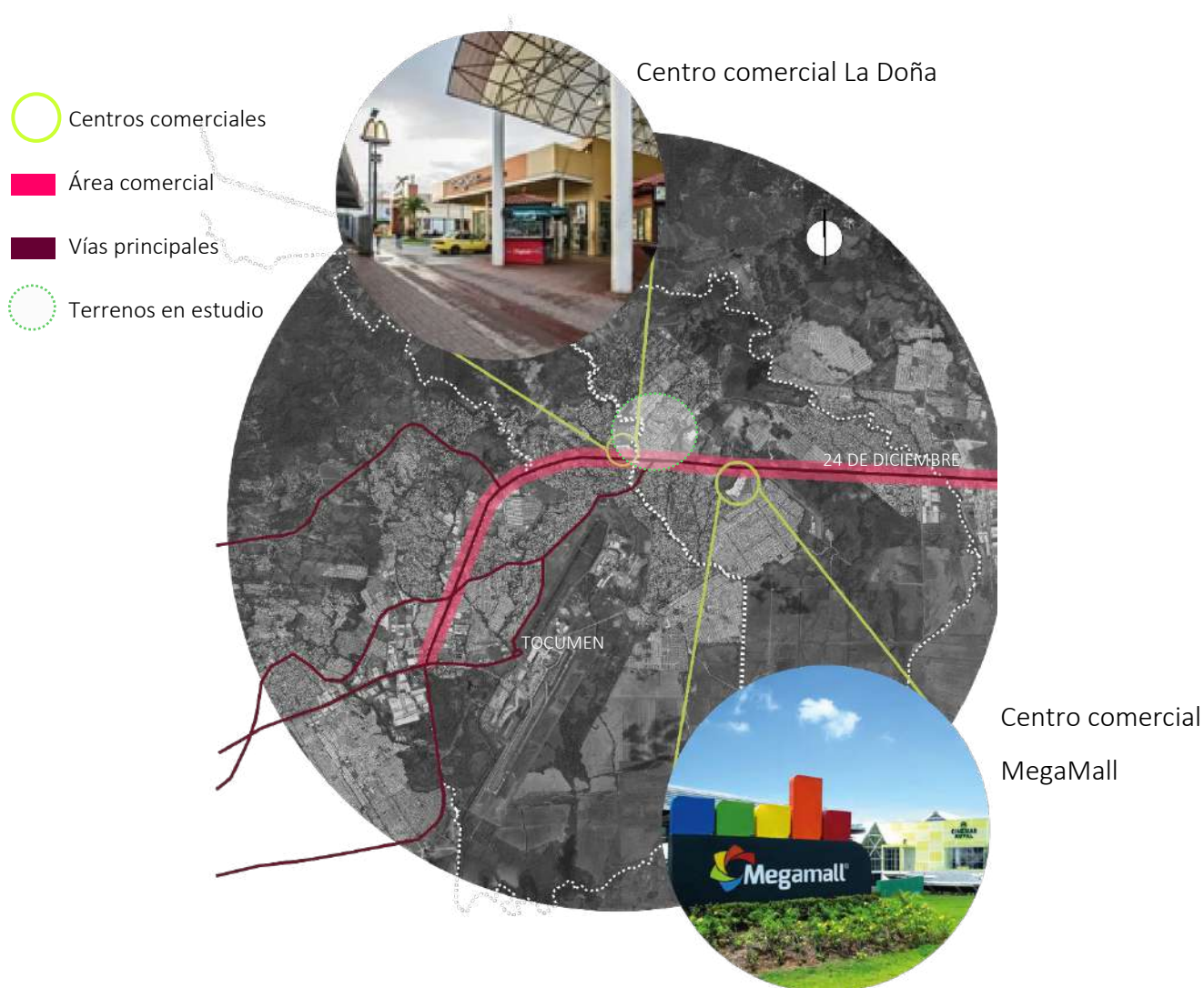


Mapa 05: Accesibilidad al transporte público de Los corregimientos de Tocumen y La 24 de Diciembre.
Elaborado por autora.

Equipamiento urbano

1. Centros comerciales

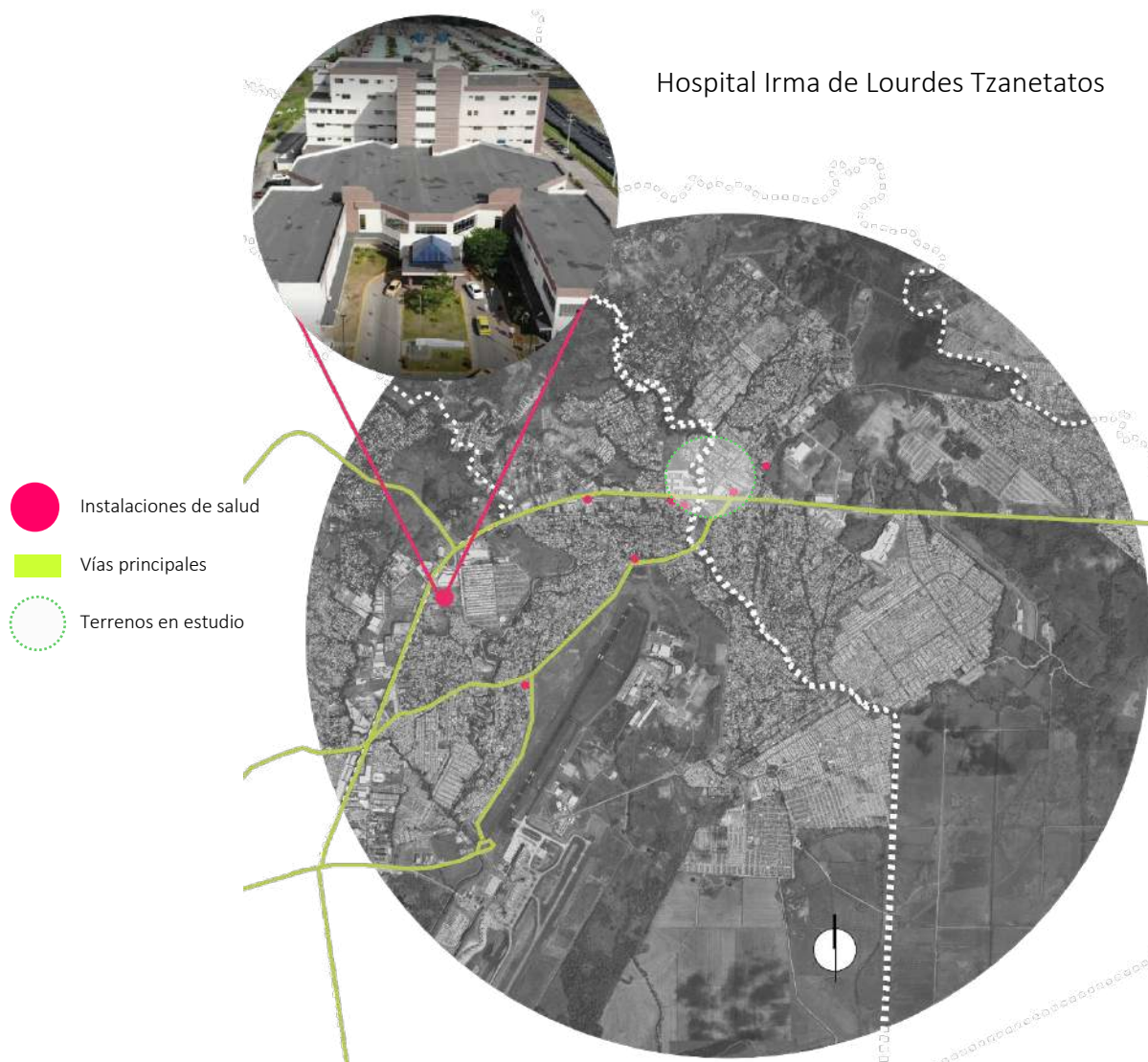
La zona comercial en estos corregimientos se desarrolla en su mayor parte a los lados de la vía Panamericana. Se pueden mencionar centros comerciales como La Doña y *Megamall*. También se desarrolla el comercio en parques industriales. Dentro de los barrios se encuentran comercios de menor escala para suplir las necesidades básicas de los residentes.



Mapa 06: Equipamiento urbano, centros comerciales de Los corregimientos de Tocumen y La 24 de Diciembre. Elaborado por autora.

Instalaciones de salud

En el corregimiento de Tocumen se puede encontrar el Hospital Irma de Lourdes Tzanetatos siendo esta la instalación de salud más grande. Existen centros de salud y clínicas particulares distribuidas en su mayor parte en el área comercial alrededor de la vía Panamericana.



Mapa 07: Instalaciones de salud de Los corregimientos de Tocumen y La 24 de Diciembre. Elaborado por autora.

Instalaciones educativas

Referente a las instituciones educativas, se identificaron entre los dos corregimientos alrededor de 50 centros educativos y 3 sedes universitarias.

Escuelas		Universidades
1. Centro Educativo Bilingüe de Tocumen	25. Escuela Francisco Miranda (Felipillo)	1. Sede de Tocumen de la Universidad Tecnológica de Panamá
2. Centro Educativo Punta Del Este	26. Unión Centroamericana	2. Sede de Tocumen de la USMA
3. Centro Educativo Jhosemmel	Ricauter Soler	3. Sede de Tocumen de la UMECIT
4. Centro Educativo Caminos a Jerusalén	27. Colegio Bilingüe La Academia	
5. Fuente de Agua Viva	28. Nocturno de Felipillo	
6. Bilingüe La Academia Suizo Panameño	29. Centro educativo Francisco de Miranda	
7. Easy to Learn	30. Quiriat-Salem	
8. Bethel School	31. Escuela El Buen Pastor	
9. Dr. Ricardo J. Alfaro	32. Voz de Alerta	
10. Instituto Nuevo Amanecer	33. Paso Hacia el Futuro.	
11. Emperatriz Taboada		
12. Nuevo Belén		
13. Sector Sur		
14. Nuevos Horizontes		
15. Primer Ciclo de Tocumen		
16. Primer Ciclo San Miguel Arcángel		
17. María Auxiliadora		
18. Centro Básico General 24 de Diciembre		
19. Centro Educativo Básico General Santa María de Los Ángeles		
20. Instituto Profesional Técnico Jephtha B. Duncan G.		
21. Altos de Cabuya		
22. Cerro Azul		
23. Juan E. Jiménez		
24. Vista Hermosa		

Tabla 03: Instalaciones educativas de Los corregimientos de Tocumen y La 24 de Diciembre. Elaborado por autora.

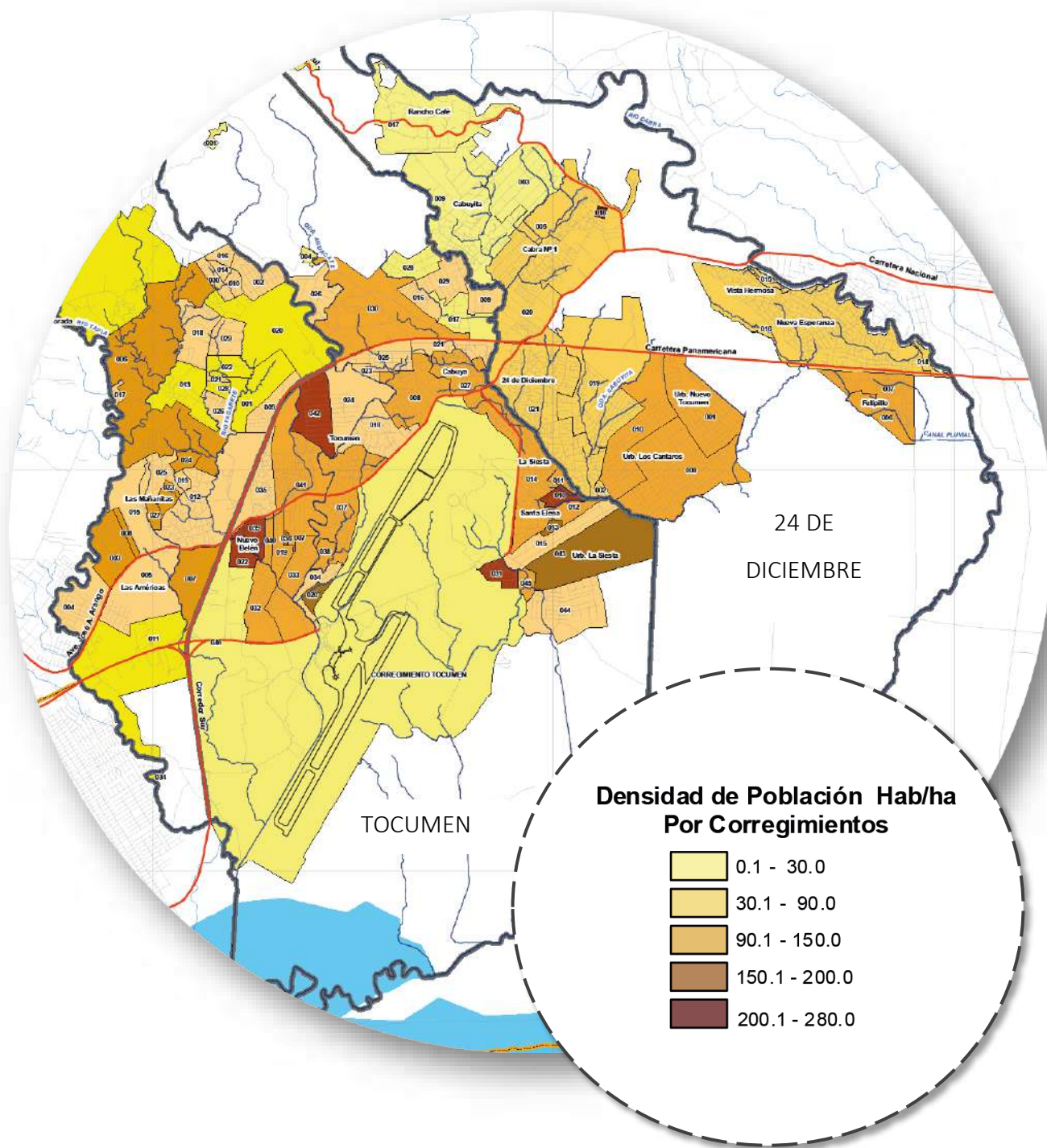
Espacios recreativos y culturales

En cuanto a los espacios recreativos y culturales se puede decir que existen parques e instalaciones deportivas en los barrios. Sin embargo, no hay un centro de recreación público a una escala mayor en donde las personas acudan a interactuar y esparcirse.

Instalaciones de servicios públicos

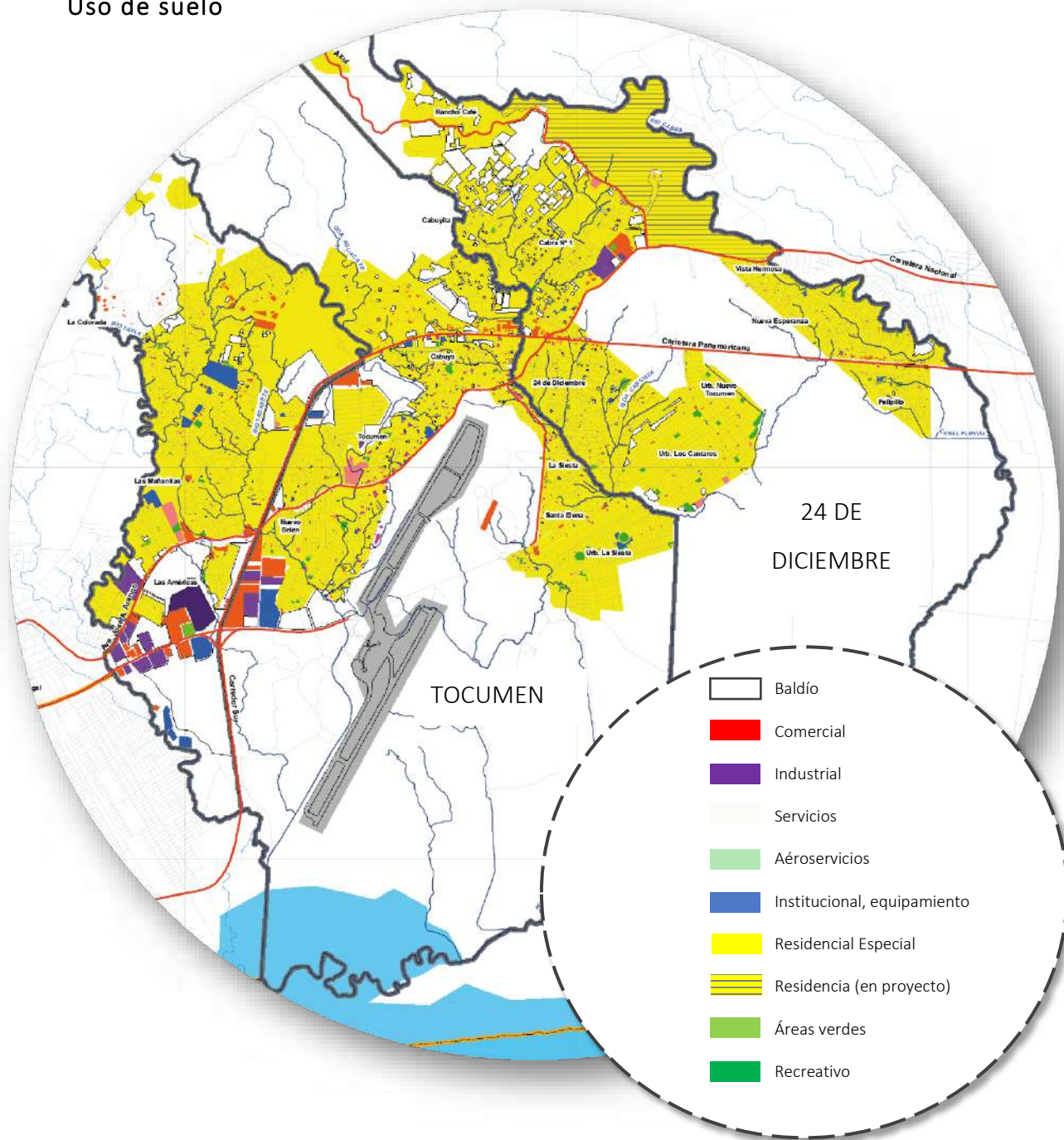
Entre los servicios públicos que se pueden encontrar en esta zona están: corregiduría, Centro de Salud, Banco Nacional, Policlínica de la Caja de Seguro Social Remón Cantera, Cruz Roja Panameña, Caja de Ahorros, Comedor Municipal, Museo Antropológico, Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales.

Densidad



Mapa 08: Densidad de población de Los corregimientos de Tocumen y La 24 de Diciembre. Recuperado de <https://dpu.mupa.gob.pa/wp-content/uploads/2017/06/Mapa-No.-14-Distribucion-Espacial-de-la-Poblacion-y-Lugares-Poblados.pdf>

Uso de suelo



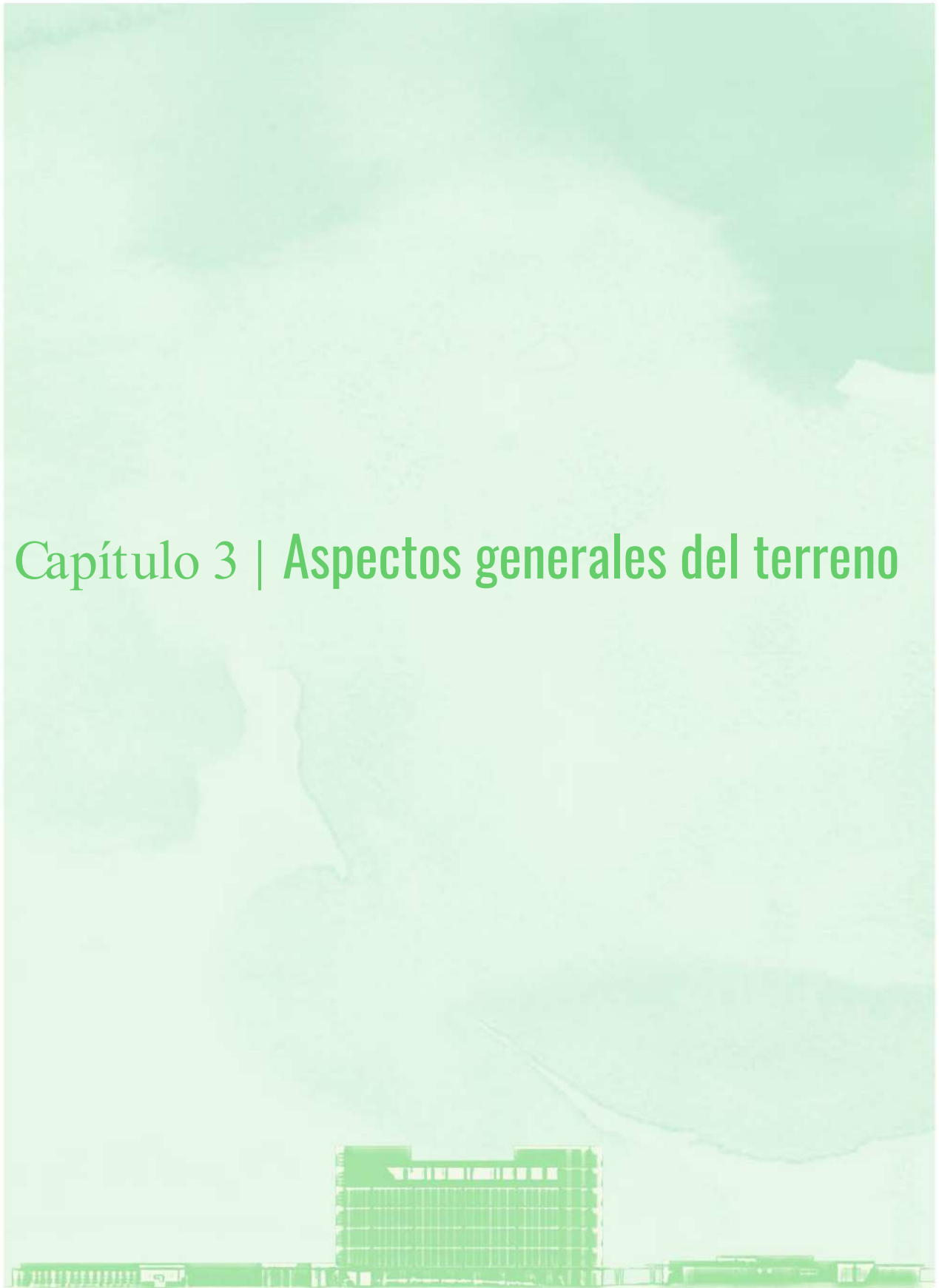
Mapa 09: Uso actual de suelo de los Corregimientos de Tocumen y la 24 de diciembre. Recuperado de <https://dpu.mupa.gob.pa/wp-content/uploads/2017/06/Mapa-No.-7-Uso-de-Suelo-Actual-Ampliacion.pdf>

Según el plan parcial de ordenamiento territorial de los corregimientos de Mañanitas, Tocumen y 24 de Diciembre, los actuales patrones de uso de suelo de estos generan complicaciones con factores como fallas en el drenaje natural, la ocupación de pendientes y la contaminación de los recursos hídricos naturales por el constante vertido de desechos sólidos y aguas servidas.

La mayor parte del suelo en estos corregimientos es de uso residencial, el cual es ocupado por personas en busca de suelo a precios accesibles para desarrollarse económicamente en los entornos del aeropuerto y recibir los beneficios de los servicios que se prestan a lo largo de la carretera Panamericana.

En contraparte la infraestructura básica y el equipamiento urbano y social no acompañan el rápido crecimiento poblacional del sector, lo que produce un déficit de equipamiento educativo, de salud y esparcimiento. Además de esto, a pesar de que la conexión con la ciudad es bastante buena, *en términos de vialidad interna o local, existe una marcada desarticulación entre barrios, los cuales suelen construirse a manera de “racimos” conectados a las vías más importantes, sin generar sistemas secundarios de circulación vial y pésimas condiciones de interconexiones barriales* (MIVI, 2012)

Capítulo 3 | Aspectos generales del terreno



Selección del sitio

Inicialmente se proponen dos terrenos a los que se realizará un análisis bajo criterios que facilitarán la selección de uno de ellos. Ambos se localizan en puntos estratégicos donde las comunidades de ambos corregimientos tengan accesibilidad desde la vía principal, vía Panamericana, la cual conecta ambos sectores.



Mapa 10: Selección del sitio. Elaborado por autora.

Alternativa #1



Datos generales

- Dimensión: 6.26 hectáreas
- Ubicación: corregimiento de Tocumen, distrito de Panamá, Panamá. Tiene acceso a través de la calle Los Pilonés.
- Se encuentra a:
 - 700 m de la estación del metro Altos de Tocumen y la estación de bus más cercana a la vía Panamericana.
 - 300 m de la estación del metro 24 de Diciembre y el centro comercial La Doña y la estación de bus más cercana a la vía Panamericana.
 - 150 m de la vía Panamericana (vía principal)
 - Se pueden encontrar 3 centros educativos a menos de 1 km del terreno.
 - Norma de uso de suelo RE

Mapa 11: Selección del sitio. alternativa #1. Elaborado por autora.

Alternativa #2



Datos generales

- Dimensión: 2.75 hectáreas
- Ubicación: Corregimiento de 24 de Diciembre, distrito de Panamá, Panamá
- Se encuentra a:
 - 1 km de la estación del metro Nuevo Tocumen
 - 500 m de la estación del Metrobús más cercana
 - 250 m de la vía Panamericana (vía principal).
- Se pueden encontrar 2 centros educativos a menos de 1 km del terreno.
- Norma de uso de suelo actual C2

Mapa 12: Selección del sitio, alternativa #2. Elaborado por autora.

Criterios de selección

Para la selección del terreno se utilizarán los siguientes criterios de selección:

1. Ubicación: Relación del terreno con el área de estudio
2. Uso de suelo: La norma existente del terreno permite el uso que tendrá el proyecto o si existe la posibilidad de un cambio al uso de suelo.
3. Infraestructura: Acceso a servicios de agua potable, electricidad, salida de agua servidas, eliminación de desechos
4. Entorno urbano y físico: desarrollo urbano en el contexto del sitio
5. Topografía: Viabilidad en la pendiente del terreno para el desarrollo del proyecto
6. Costo del terreno: El precio del terreno debe ser accesible para el estudio de factibilidad del proyecto.
7. Accesibilidad: Existencia y posibilidad de acceso peatonal y vehicular desde las vías principales.

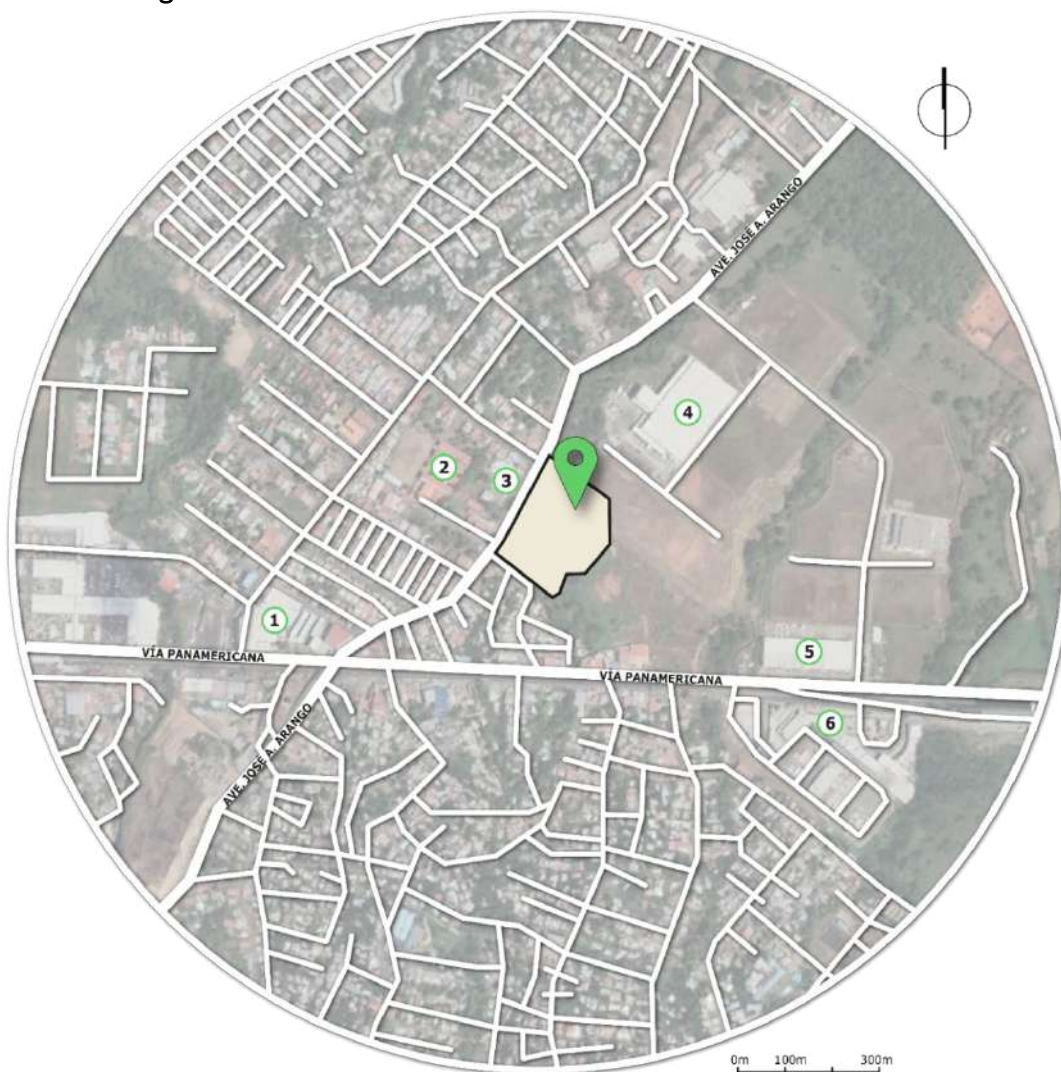
<i>Criterio</i>	<i>Evaluación (%)</i>	<i>Alternativa #1</i>	<i>Alternativa #2</i>
<i>Ubicación</i>	20	20	20
<i>Uso de suelo</i>	10	5	8
<i>Infraestructura</i>	10	8	8
<i>Topografía</i>	20	10	18
<i>Entorno</i>	10	10	10
<i>Costo</i>	10	8	8
<i>Accesibilidad</i>	20	20	20
<i>Total</i>	100	81	92

Tabla 04: Criterios de selección de terreno. Elaborado por autora.

Se seleccionó la segunda alternativa tomando en cuenta que la topografía del terreno es más maniobrable en comparación con la primera alternativa, cuyo terreno tenía una pendiente que descende más de 8 m desde el nivel de la calle de acceso.

Análisis del sitio

Localización Regional



Puntos referenciales

1. Super Xtra
2. Instituto Profesional y Técnico Jephtha B. Duncan
3. Centro De Salud Chase Kiwanis - 24 de Diciembre
4. Envases Universales Ball Panamá
5. Parque Logístico Panamá
6. Centro Comercial Megamall

Mapa 13: Localización regional de terreno escogido. Elaborado por autora.

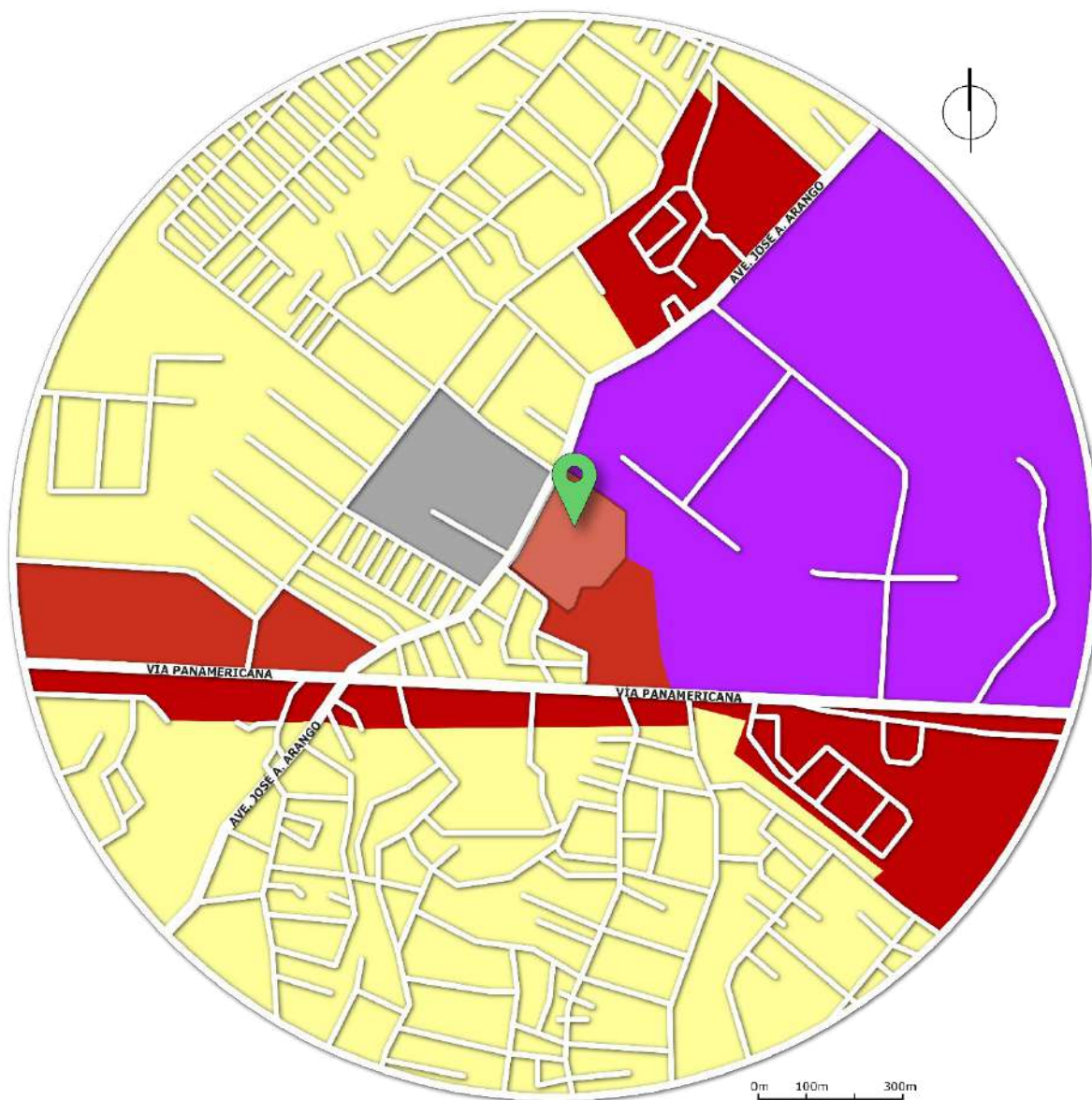
Colindantes

El lote colinda al norte con Envases Universales Ball Panamá, al sur con una zona residencial, el este con Parque Logístico Panamá y al oeste con Instituto Profesional y Técnico Jephtha B. Duncan, Instituto Profesional y Técnico Jephtha B. Duncan y la Parroquia Espíritu Santo.



Imagen 18: Envases Universales Ball Panamá. Recuperado de <https://www.plp.com.pa/es/nuestros-clientes>
Imagen 19: Zona residencial. Recuperado de Street view, Google maps. <https://www.google.com/maps/?hl=es>
Imagen 20: Parque Logístico Panamá. Recuperado de <https://www.plp.com.pa/>
Imagen 21: Centro De Salud Chase Kiwanis - 24 de Diciembre. Recuperado de Google maps. <https://www.google.com/maps/?hl=es>
Imagen 22: Parroquia Espíritu Santo. Recuperado de Google maps. <https://www.google.com/maps/?hl=es>
Imagen 23: Instituto Profesional y Técnico Jephtha B. Duncan. Recuperado de Google maps. <https://www.google.com/maps/?hl=es>

Usos de suelo



- RE: Residencial especial
- C2: Comercial de intensidad alta o central
- SIU 3: Servicio Institucional Urbano de Alta intensidad
- IM: Industrial molesto

Mapa 14: Usos de suelo del terreno escogido y su entorno. Elaborado por autora.

Altimetría

La mayoría de las edificaciones del entorno del terreno propuesto son norma RE o C2; por consiguiente, la altura de estos varía de una planta a cuatro altos.

El lote propuesto para el proyecto tiene como norma de zonificación C2, cuyas especificaciones son las enunciadas en el siguiente cuadro:

C2: Comercial de intensidad alta o central

<i>Usos permitidos</i>	comercios. Oficinas. Servicios en gral. Apartamentos
<i>Área mínima del lote</i>	6 0 0.0 0 en RM y RM-1 800.00 en RM-2 y RM-3
<i>Frente mínimo</i>	20. 00m
<i>Fondo</i>	3 0.0 0 RM y RM-1 40.00 RM-2 y RM-3
<i>Altura máxima</i>	según el área de construcción
<i>Área de ocupación máxima</i>	100% del área de construcción
<i>Área libre mínima</i>	según los retiros
<i>Retiro lateral</i>	cuando colinde con residencial de alta densidad se permitirá adosamiento así: rm (pb+2 altos); rm-1 (pb+3 altos); rm-2 (pb+4 altos); rm-3 (pb+5 altos). Cuando colinde con residencia de baja y mediana se aplicarán los gráficos de la resolución nº 188-93
<i>Retiro posterior</i>	igual adosamiento que el retiro lateral. Cuando colinde con baja y mediana densidad ver gráficos resolución 188-93 torre 3.00 ml. En rm 5.00 en rm-i; rm-2; rm-3.
<i>Estacionamiento</i>	la establecida o 5.00 metros mínimo a partir de la línea de propiedad
<i>Línea de construcción</i>	la establecida o 5.00 metros mínimo a partir de la línea de propiedad

Tabla 05: Norma de uso de suelo C2. Elaborado por autora con datos de <https://www.miviot.gob.pa/viceot/dgz/normas-de-zonifica-para-ciudad-de-panama.pdf>

Para el desarrollo de un centro vertical de desarrollo agrícola urbano se considera que es una actividad industrial. Los procesos que se realicen para la producción de alimentos no serán invasivos con el entorno y el medio ambiente. Por consiguiente, se propone realizar un cambio de zonificación de C2 (Comercial de intensidad alta o central) a IL (Industrial liviana) tomando en cuenta el POT para los corregimientos en estudio y analizando los estudios de impacto ambiental que conlleva este tipo de zonificación

Especificaciones de zonificación IL (Industrial liviana) según POT (Plan de Ordenamiento Territorial) para Tocumen, Las Mañanitas y 24 de Diciembre

Zonificación aprobada mediante la Resolución N.º426-2013 del jueves 11 de julio de 2013, modificada mediante Resolución N.º60-15 de 11 de febrero de 2015.

IL: Industrial liviana

Usos permitidos	Sólo se permitirá la construcción, reconstrucción o modificación de las edificaciones destinadas a usos industriales y comerciales, cuyas normas de procesamiento cuenten con los controles técnicos y ambientales mínimos aceptables para no producir efectos nocivos y ofensivos por razones de emisiones de olores, polvo, humo, gases o ruido, ni presenten un peligro para la seguridad de las áreas residenciales o industriales vecinas. Además, se permitirán los usos complementarios a estas actividades.
Área mínima del lote	1,000 m ²
Frente mínimo	20.00m
Fondo	3 0.0 0 RM y RM-1 40.00 RM-2 y RM-3
Altura máxima	según el área de construcción
Área de ocupación máxima	70% del área del lote
Área libre mínima	la que resulte al aplicar los retiros
Retiro lateral	Ninguno con pared ciega 1.50 ml cuando colinde con comercio ó industria.
Retiro posterior	Ninguno con pared ciega 5.00 ml con aberturas ó ventanas
Estacionamiento	1.0 por cada 150 m ² de uso industrial 1.0 por cada 60.0 m ² de uso comercial y oficina
Línea de construcción	La establecida o 5.00 metros mínimo en urbanizaciones nuevas

Tabla 06: Norma de uso de suelo IL. Elaborado por autora con datos de <https://www.miviot.gob.pa/viceot/dgz/normas-de-zonifica-para-ciudad-de-panama.pdf>

Infraestructura

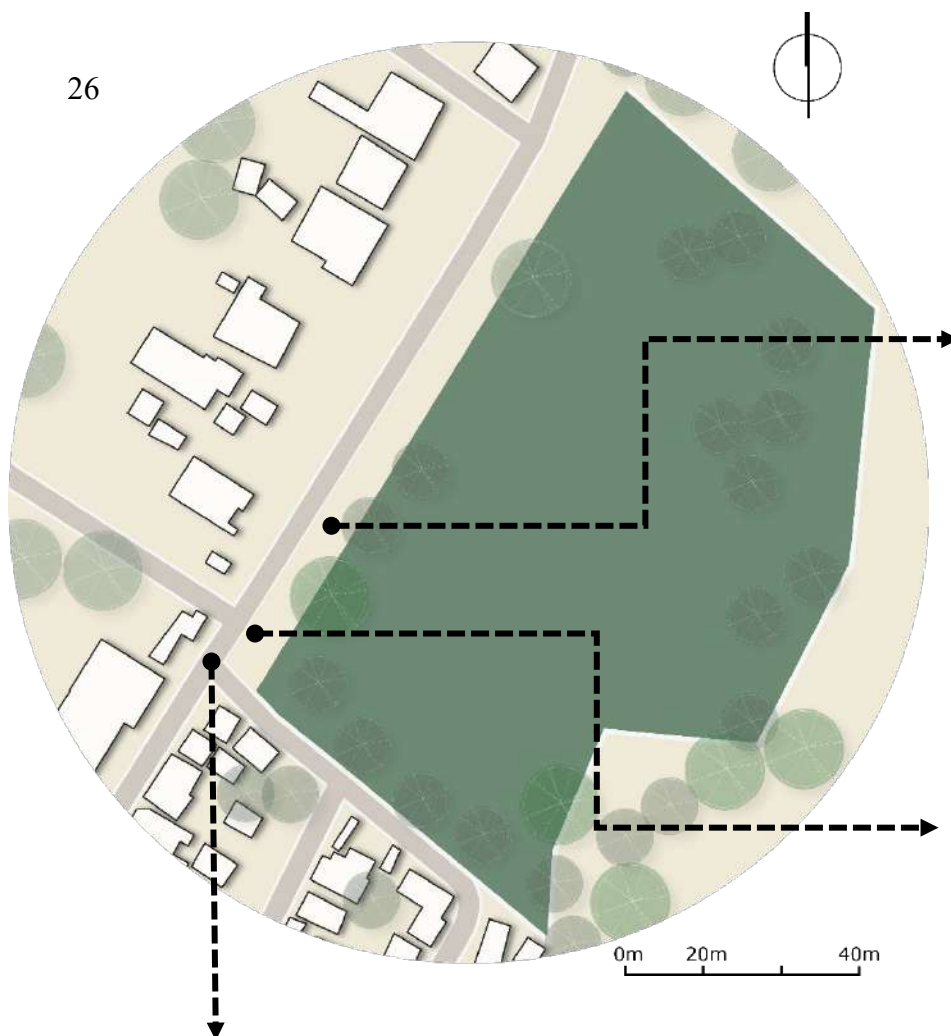
El sitio de estudio donde se localiza el lote del proyecto cuenta con infraestructura básica, en la que se encuentran recursos como sistema eléctrico, a cargo de una subestación de ENSA, sistema de acueductos de agua potable, líneas telefónicas y sistema de alcantarillado. En cuanto al equipamiento urbano se puede observar que el sistema de aceras no está en buen estado, tomando en cuenta que hay una escuela y un centro de salud. Además, hay poca iluminación con postes de luz. Estos factores dificultan el flujo peatonal. En el capítulo 4 se detallarán posibles mejoras que se puedan lograr en la vía de acceso desde la panamericana.



Ilustración 24: Mapa de acueducto proporcionado por el IDAAN. Recuperado de <https://www.idaan.gob.pa/planos-de-acueducto-distrito-de-panama/>

Ilustración 25: Subestación eléctrica 24 de diciembre. Recuperado de <https://www.ensa.com.pa/galeria/subestaciones> 67

26



1. Aceras con puesto de ventas
2. Parada existente
3. Aceras discontinuas

Imagen 26: Infraestructura y equipamiento de mobiliario urbano en el sitio. Elaborado por autora

Característica del terreno

Dimensiones del Terreno



Área: El área del polígono es de 27 454 m² equivalente a 2.75 hectáreas.

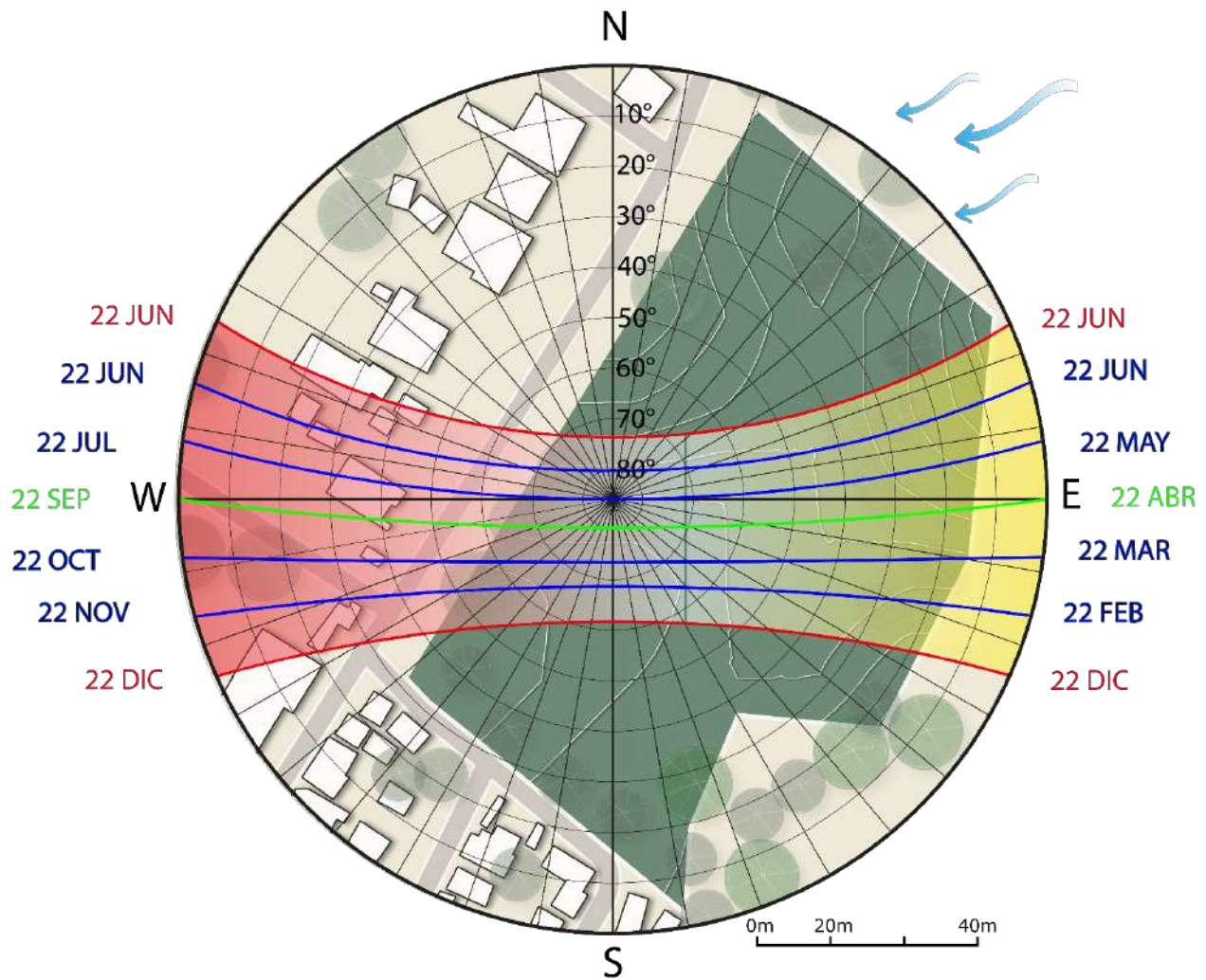
Topografía



La topografía cuenta con una pendiente ondulada que varía entre el dos y el ocho por ciento, donde se alternan pequeñas colinas. Las curvas de nivel varían cada metro, desde el nivel 38 m al 46 m. Sin embargo, el proyecto se puede emplazar trabajando la topografía entre los 38 m y 43 m.

Mapa 16: Topografía del terreno. Elaborado por autora

Orientación y análisis climático



Carta solar de estereográfica de Panamá con los indicadores de temperaturas: Meses de enero a junio.

Solsticio

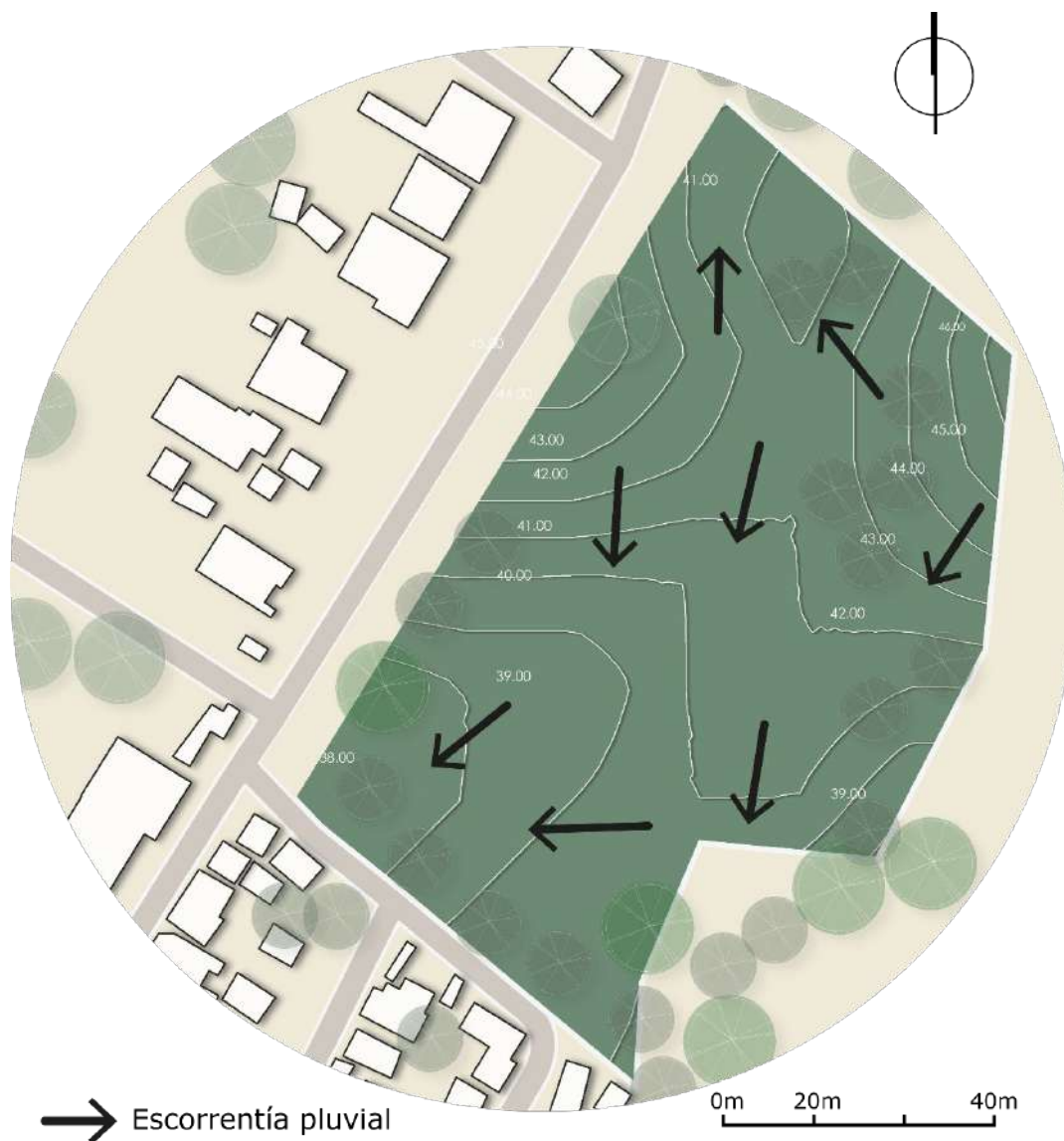
- El 21 de junio (día más largo del año), el sol sale por el noreste y se esconde en el noroeste.
- El 21 de diciembre (día más corto del año), el sol sale por el sureste y se esconde por el suroeste.

Vientos

- Los Vientos son provenientes del noreste

Mapa 17: Orientación y análisis climático. Elaborado por autora.

Escorrentías pluviales



Las escorrentías de las aguas pluviales descienden desde el nivel más alto hacia el más bajo donde son recolectadas por el sistema de alcantarillado de la zona. Por la forma y caída de las cotas el agua desemboca hacia ambos laterales del terreno.

Vegetación

La vegetación del lote se compone de rastrojos, vegetación arbustiva y herbácea. También se ubican algunos árboles frutales y de hoja perenne.

Suelo

Presenta un suelo arcilloso. Este tipo de suelo se caracteriza por ser pegajoso cuando está húmedo o mojado, pero cuando está seco resulta ser muy fino y suave. También se caracteriza por tener propiedades impermeables. En cuanto a su capacidad agroecológica es suelo clase IV.

A esta clase pertenecen los suelos de relieve plano a moderadamente ondulado, con pendientes inferiores al 12% en más del 80% de la superficie. En general, corresponden a las terrazas altas y medias de la red actual o de *paleocauces*. Los suelos en Clase IV pueden usarse para cultivos, praderas, frutales, praderas de secano, etc.



Imagen 27: Camino secundario de acceso al terreno

Imagen 28: Vegetación de hoja perenne existente

Imagen 29: Rastrojos y arbustos existente

Imagen 30: Suelo existente

Elaboradas por autora

Capítulo 4 | Propuesta arquitectónica



Descripción del proyecto

El proyecto propuesto es un diseño arquitectónico que se ubicará en la zona este de Panamá, específicamente entre los corregimientos de Tocumen y 24 de Diciembre. El objetivo principal de esta propuesta es crear un centro vertical para el desarrollo agrícola en la ciudad, utilizando técnicas de agricultura urbana para producir alimentos de manera sostenible.

El centro se dividirá en tres áreas principales que determinarán el diseño del edificio. En primer lugar, se destinará un espacio para la producción de alimentos utilizando técnicas de agricultura urbana que no requieren suelo y, por ende, no ocupan una gran extensión de terreno, lo que permite la construcción de un edificio en altura.

En segundo lugar, se diseñará un espacio educativo donde expertos en agricultura urbana brindarán su conocimiento y educarán a la comunidad sobre esta práctica sostenible. Este espacio contará con salones de clase, bibliotecas especializadas en agricultura, auditorios para conferencias y foros, entre otros. Será una zona en donde estudiantes y personas interesadas en el tema puedan aprender a cultivar alimentos desde sus hogares con un bajo presupuesto.

Por último, se incluirá una zona comercial donde se expondrán los productos cultivados en el centro y se ofrecerá un espacio de esparcimiento para visitantes y trabajadores donde puedan disfrutar de jardines botánicos que se desarrollarán alrededor de la infraestructura. Además, se venderán alimentos a precios accesibles para la población de bajos recursos y se incentiva la participación de la comunidad en el cultivo de alimentos.

En cuanto al diseño arquitectónico del proyecto, se tomarán en cuenta aspectos como la eficiencia energética y la reducción del impacto ambiental, mediante el uso de tecnologías que generen un menor consumo de energía y la selección adecuada de materiales. Además, se garantizará la accesibilidad y la seguridad del edificio, así como la integración con el entorno natural a través de un diseño paisajístico adecuado.

Criterios de diseño

Criterios de zonificación y normativas

Como se mencionó en el capítulo 3 del proyecto, se propone cambiar la zonificación del terreno a industrial liviana con el fin de responder al uso que se le dará al espacio escogido y aplicar las regulaciones que aplica esta norma de uso de suelo.

La industria ligera o industria liviana es normalmente menos intensiva en el uso de capital que la industria pesada, y está más orientada al consumidor final que al consumo intermedio por parte de otras empresas. La industria ligera tiene menos impacto medioambiental que la pesada, y es por lo general más tolerada en áreas residenciales. Algunas definiciones económicas afirman que es una "actividad manufacturera que utiliza moderadas cantidades de materiales parcialmente procesados para producir bienes de consumo". La industria ligera está incluida en el sector secundario relativo al comercio. Y dentro de este rubro las industrias más importantes son las de: alimentos, vestidos, calzado, bebidas, tabaco, textiles.

En general, la industria ligera es importante para la economía porque proporciona empleo y contribuye a la producción de bienes de consumo que son esenciales para la vida cotidiana. Además, su impacto medioambiental suele ser menor en comparación con la industria pesada, lo que la convierte en una opción más sostenible desde un punto de vista ambiental.

Normativas

Algunas de las normativas más comunes a considerar a la hora de diseñar un proyecto arquitectónico son:

Normativas urbanísticas:

Son aquellas que regulan las condiciones para el uso de tierra en una determinada área. En este proyecto sería la Norma de uso de suelo Industrial ligera la que determinará aspectos como la densidad, línea de construcción, porcentaje de ocupación de espacio, cantidad de estacionamientos para autos, entre otras.

Normativas de construcción:

Son reglamentaciones que establecen los requisitos mínimos para la seguridad estructural, la resistencia al fuego, la accesibilidad, la ventilación, el suministro de agua, la electricidad y el saneamiento básico de los edificios. En Panamá, las normativas de construcción están regidas por la Ley 45 de 2007 y el Reglamento Técnico de Edificaciones (RTE), emitido por el Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial (MIVIOT). Además, está la resolución No. JTIA 020-2022 de 22 de junio de 2022 donde se adopta el reglamento para el Diseño Estructural de la República de Panamá (REP, 2021).

Normativas ambientales:

Son regulaciones que establecen las restricciones y requerimientos para proteger el medio ambiente, incluyendo aspectos como la gestión de residuos, el control de emisiones, el uso de materiales sostenibles, entre otros.

Normativas de accesibilidad:

El Manual de Acceso del SENADIS (Secretaría Nacional para la Discapacidad) es un referente para proyectos urbanos, arquitectónicos y gráficos estableciendo de manera técnica-científica, las adecuaciones de los espacios, que faciliten el acceso a las personas con discapacidad, adultos mayores, mujeres embarazadas, multifamiliar y personas con alguna limitación temporal o permanente de orden visceral o por talla y peso.

Entre los principales requisitos de accesibilidad establecidos por la normativa en Panamá, se encuentran los que se anotan:

Rampas:

Se deben construir rampas con una pendiente máxima del 6% y un ancho mínimo de 1.50 m. Las rampas deben tener una baranda o pasamanos en ambos lados, con una altura de 0.90 m a 1 m desde el nivel del piso.

Elevadores:

Los edificios de más de tres pisos o con una superficie construida de más de 1.000 metros cuadrados deben contar con elevadores, que deben tener un ancho mínimo de 1.20 m y una profundidad mínima de 1.40 m.

Puertas y pasillos:

Las puertas deben tener un ancho mínimo de 0.90 m y los pasillos un ancho mínimo de 1.20 m. En el caso de puertas corredizas, la abertura debe tener un ancho mínimo de 1.50 m.

Escaleras:

Las escaleras deben tener una huella (profundidad de la pisada) mínima de 28 cm y una contrahuella (altura de la escalera) máxima de 18 cm. Las escaleras deben contar con una baranda o pasamanos en ambos lados, con una altura de 0.90 m a 1 m desde el nivel del piso.

Señalización:

Todas las edificaciones deben contar con señalización para orientar a las personas con discapacidad visual o auditiva. Las señales deben tener un tamaño mínimo de 15 cm y deben estar ubicadas a una altura mínima de 1.40 m.

Servicios sanitarios:

El asiento del inodoro estará a una altura entre 0.50 m y 0.53 m. Los pisos de los baños deberán ser antideslizantes. Los lavamanos deben tener un claro inferior libre para permitir la aproximación de la silla de ruedas sin obstrucción y deberán estar a 0.80-0.85 m. Controles o perillas de regadera de sesenta centímetros (60 cm) de altura. Accesorios de un metro con veinte centímetros (1.20 m). de altura máxima. Las rejillas de desagüe no deberán tener ranuras de más de trece milímetros (13 mm) de separación. Los controles o perillas hidráulicas deberán ser de brazo o palanca. Tira táctil o cambio de textura en el piso.

Estacionamientos:

Deben tener una ruta de acceso libre de obstáculos hasta la entrada del lugar. Pasillo accesible al mismo nivel o con rampas con una pendiente máxima del 8% y una longitud máxima de 6 m. Los estacionamientos deben medir 4 m de ancho y el pasillo o rampa de accesibilidad, 1.50 m.

Puertas:

Las puertas de acceso exterior e interiores tendrán un ancho de mínimo de noventa centímetros (0.90 cm). de claro libre. La cerradura de la puerta deberá estar aproximadamente a una altura de noventa centímetros (90 cm) por encima del nivel del piso. En cada entrada accesible a un edificio o espacio de uso público, existirá por lo menos una puerta especial para personas con discapacidad o movilidad reducida que cumpla con la ruta de acceso y que cuente con la señalización correspondiente. Las señales situadas en el interior y cerca de las puertas se colocarán en la pared del lado de la cerradura a una altura entre un metro con cuarenta centímetros (1.40 cm.) a un metro con sesenta centímetros (1.60 cm) sobre el nivel del piso. Los timbres de llamada se colocarán a una altura de noventa centímetros (90 cm) a un metro (1 m) medidos desde el nivel del suelo con una señal luminosa y produciendo un sonido diferente al usual.

Criterios arquitectónicos:

La aplicación de estos criterios arquitectónicos puede variar dependiendo del proyecto y sus objetivos específicos, pero su consideración es fundamental para garantizar la calidad del diseño arquitectónico y satisfacer las necesidades de los usuarios finales.

Para el desarrollo de este centro se tomarán en cuenta los siguientes criterios:

Flexibilidad:

Un espacio flexible en términos de arquitectura es aquel que puede ser utilizado para una variedad de propósitos gracias a la capacidad de adaptarse a diferentes usos sin necesidad de realizar una remodelación invasiva y costosa de esta manera se garantiza su utilidad a lo largo del tiempo. Algunos de los factores que se pueden tomar en cuenta durante el diseño del proyecto para lograr la flexibilidad en la arquitectura se anotan a continuación:

- Diseño modular
- Diseño de espacios multifuncionales
- Flexibilidad estructural

- Flexibilidad en la distribución de sistemas (electricidad, plomería)

Sustentabilidad de la arquitectura:

Este enfoque busca el desarrollo de espacios habitables amigables con el medio ambiente y más eficientes con el uso de recursos naturales buscando minimizar el impacto ambiental y mantener un equilibrio con el entorno natural y social. Para ello se debe considerar factores como eficiencia energética, gestión de residuos, el uso de energías renovables y considerar la aplicación de materiales sostenibles. Por ejemplo, los edificios pueden incorporar paneles solares para proporcionar energía para los sistemas de iluminación y riego. También se pueden incluir áreas en los edificios dedicadas al cultivo vertical, como jardines verticales en balcones o paredes, o incluso en espacios interiores.

Una estrategia de diseño a considerar para lograr la sustentabilidad es el diseño pasivo el cual se basa en la orientación adecuada para lograr una ventilación e iluminación natural para reducir la necesidad de energía y a su vez aumentar el confort térmico. También es importante desarrollar el diseño con la comunidad para crear edificios y espacios que reflejan sus necesidades y promuevan su bienestar.

Agricultura vertical:

La arquitectura desempeña un papel importante en la implementación de la agricultura vertical. Los edificios pueden ser diseñados para incluir sistemas de riego e iluminación adecuada para el cultivo de plantas. Además, la arquitectura puede integrar sistemas de energía renovable y tecnología inteligente para mejorar la eficiencia energética y reducir el impacto ambiental de la agricultura vertical.

Al integrar la agricultura vertical en la arquitectura se pueden mejorar la seguridad alimentaria y la salud de las comunidades urbanas, mientras se reduce el impacto ambiental de la producción de alimentos y se promueve la eficiencia energética.

Espacios interactivos: Pueden ser utilizados para la educación y la concienciación de la comunidad sobre temas como la sostenibilidad, el patrimonio cultural y la historia local. Los

espacios interactivos pueden ser diseñados para permitir a la comunidad experimentar y aprender sobre estos temas de una manera práctica e inmersiva.

Agricultura vertical y eficiencia energética

El cálculo de cultivos por metro cuadrado en agricultura vertical depende de factores como los que se mencionan a continuación: ¿qué planta se está cultivando?, ¿qué sistema se está utilizando?, espacio disponible y condiciones ambientales.

Lo primero que se debe conocer es el espaciado recomendado entre las plantas y esto depende del tipo de cultivo que se vaya a utilizar. Un ejemplo: el espaciado para la lechuga es entre 15 y 20 cm entre plantas.

Dependiendo del sistema que se utilice se debe conocer los metros cuadrados disponibles para saber cómo distribuir los cultivos. Además, se debe conocer la disponibilidad de luz, nutrición y el flujo de agua para lograr un cultivo eficiente.

Otros factores que determinan el espacio que se necesita para los cultivos con sistemas verticales son experimentación, rotación y cosecha.

Las luces led necesarias para un cultivo hidropónico se puede determinar bajo los siguientes factores:

- Área del cultivo
- Tipo de planta
- Etapa de crecimiento
- Intensidad lumínica necesaria
- Eficiencia de las luces led

La cantidad de luz que una planta necesita se mide en lux o en moles de fotones por metro cuadrado por segundo. Por ejemplo, las plantas de crecimiento rápido y alto necesitan una mayor intensidad lumínica.

Dos factores que pueden afectar la eficiencia de las luces sobre el crecimiento de los cultivos son la distribución de las luces, en la que podría ser necesario un diseño específico, y la

colocación de reflectores. La altura en la que se coloquen las luces sobre las plantas también afecta la cantidad de luces que se necesiten: mientras más lejos estén, habrá más dispersión y menos intensidad llegará a las plantas.

Cantidad de paneles solares para luces led en agricultura vertical:

Existen varios factores que determinan la cantidad de paneles solares que se necesitan para alimentar luces led que asisten los sistemas de cultivos verticales como la hidroponía. Algunos de estos son:

- El tiempo que las luces permanezcan encendidas diariamente
- La radiación solar promedio del punto geográfico donde se requieran los paneles
- La eficiencia de los paneles que se utilicen
- Factores ambientales

Además, se debe considerar un almacén de suministro de energía para aportar electricidad en la noche y días nublados.

Para calcular la cantidad de paneles solares se debe realizar lo siguiente:

1. Multiplicar la cantidad de luces led por los *watts* que contenga cada una para saber la potencia
2. Se calcula la energía consumida diaria multiplicando la potencia de las luces led por la cantidad de horas que estarán encendidas.
3. Es importante saber la radiación solar de la ubicación donde se vayan a instalar los paneles solares para saber la cantidad de energía que generará cada panel solar en un día.
4. Se debe calcular la capacidad diaria de un panel solar multiplicando los *watts* pico de un panel por la cantidad de horas de radiación solar al día.
5. Para conocer la cantidad de paneles solares que se necesitan se debe dividir la energía consumida diaria de las luces led entre la capacidad diaria de un panel solar para obtener un número aproximado de paneles solares.

Paneles solares en azoteas

Esta práctica se utiliza para generar electricidad en edificios residenciales, comerciales e industriales. Para instalar paneles solares en una azotea se debe considerar ciertas cosas como:

- La cantidad de energía que los paneles logren captar para convertirlos en electricidad
- La necesidad de un inversor de energía para convertir una corriente continua a una corriente alterna para alimentar los dispositivos eléctricos dentro de la edificación.
- La ubicación, orientación e inclinación del sistema de paneles solares ya que este determina la cantidad de luz solar que logre captar el panel
- Permisos y regulaciones
- Costos y beneficios
- Mantenimiento
- Vida útil

Componentes de un sistema de paneles solares:

1. Paneles solares: Dispositivos que capturan la luz solar y la convierten en electricidad.
2. Inversor: Convierte la corriente continua generada por los paneles solares en corriente alterna.
3. Estructura de montajes
4. Sistemas de seguimiento
5. Cableado y conexiones
6. Medidor bidireccional
7. Sistema de almacenamiento
8. Protecciones y dispositivos de seguridad
9. Monitorización y control

La estructura de la azotea debe ser lo suficientemente para soportar el peso adicional de los paneles solares y la estructura de montaje, se requiere un análisis de la ingeniería para garantizar la seguridad.

La ubicación del inversor y el punto de conexión eléctrica deben ser planificados cuidadosamente para minimizar la pérdida de energía en el cableado.

En Panamá la instalación de paneles solares está sujeta a trámites en instituciones como la Autoridad Nacional de los Servicios Públicos (ASEP) y el Ministerio de Ambiente.

Entre los procedimientos y requisitos para la conexión podría incluir la instalación de un medidor bidireccional y cumplir con las regulaciones establecidas por la ASEP. Además de inspecciones y certificaciones para verificar que el sistema cumpla con los estándares y requisitos establecidos.

Programa arquitectónico

Áreas

- A. Generales
- B. Desarrollo agrícola vertical
- C. Centro de enseñanza de agricultura urbana
- D. Exhibición y recreación

Generales

- 1. Estacionamientos
- 2. Garita
- 3. Tanque de Gas
- 4. Tanque de reserva
- 5. Cuarto eléctrico y generador eléctrico
- 6. Accesos peatonales
- 7. Tinaquera

Desarrollo agrícola vertical-producción

- 1. Recepción
- 2. Administración
- 3. Área de personal
- 4. Servicios sanitarios
- 5. Aseo
- 6. Carga y descarga
- 7. Depósitos varios
 - a. Insumos
 - b. Herramientas
- 8. Área de producción (agricultura vertical)
- 9. Laboratorios
- 10. Captación de desechos orgánicos
- 11. Cuarto de máquinas
- 12. Jardines botánicos
- 13. Circulación vertical

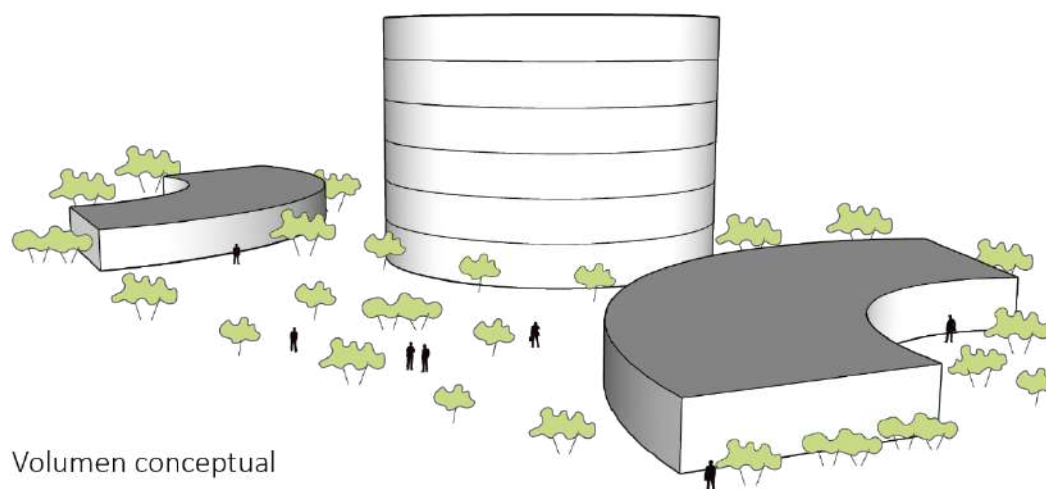
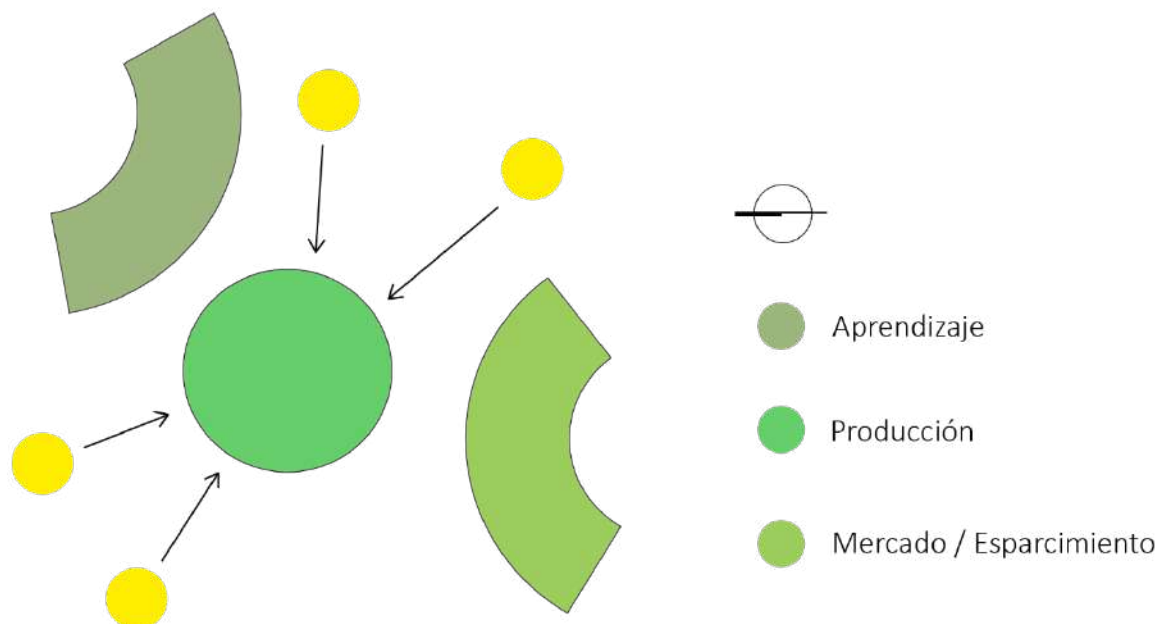
Centro de enseñanza de agricultura urbana

1. Área común / lobby
2. Aulas
3. Auditorio
4. Sala de estudio
5. Administración
6. Laboratorios
7. Servicios sanitarios
8. Personal
9. Aseo /depósitos
10. Cuarto de máquinas

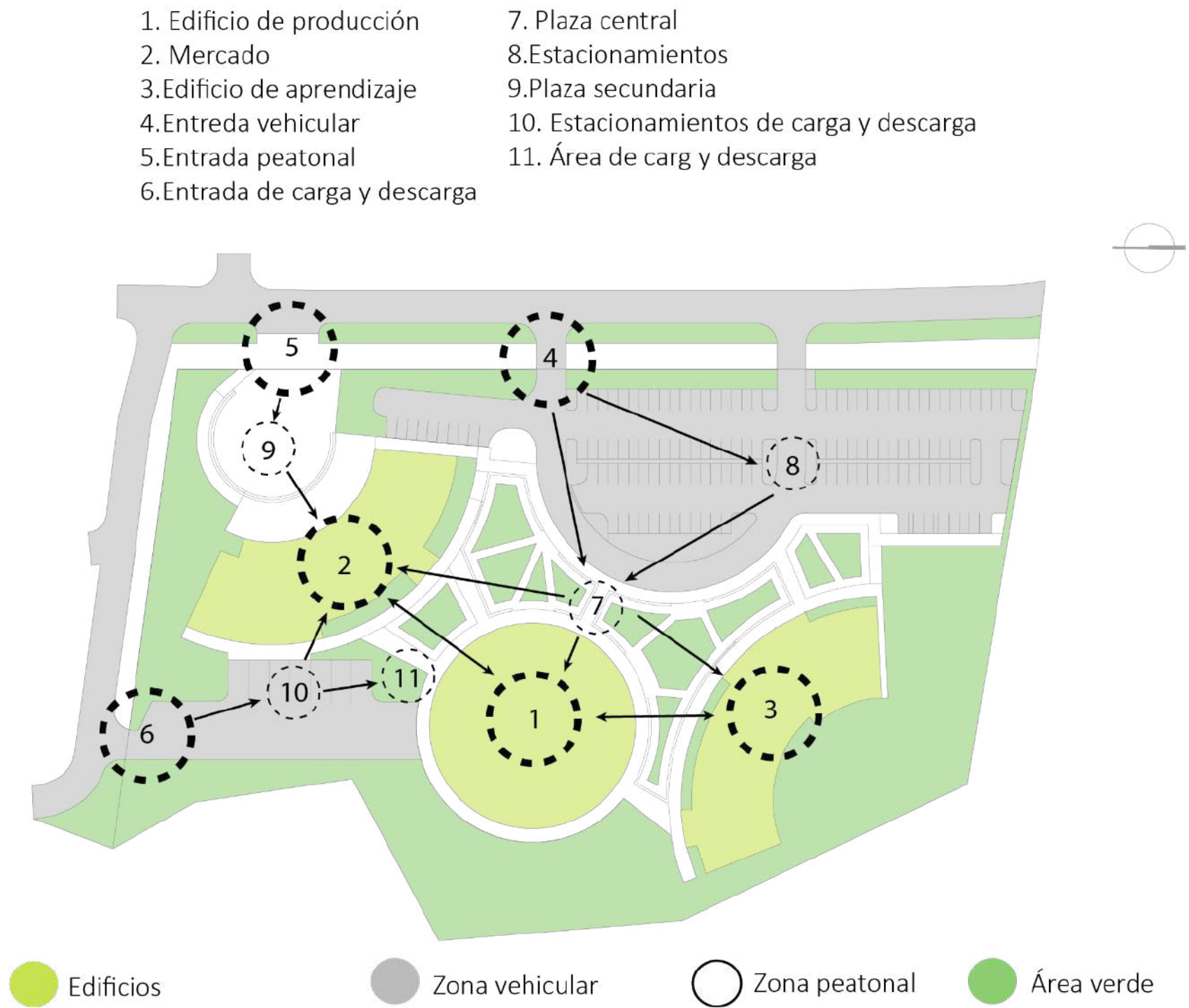
Exhibición / Esparcimiento

1. Cafetería
2. Mercado
3. Exhibición de productos y técnicas de agricultura urbana
4. Esparcimiento interactivo
5. Aseo
6. Servicios sanitarios
7. Insumos
8. Cuarto de máquinas

Bosquejo del concepto arquitectónico

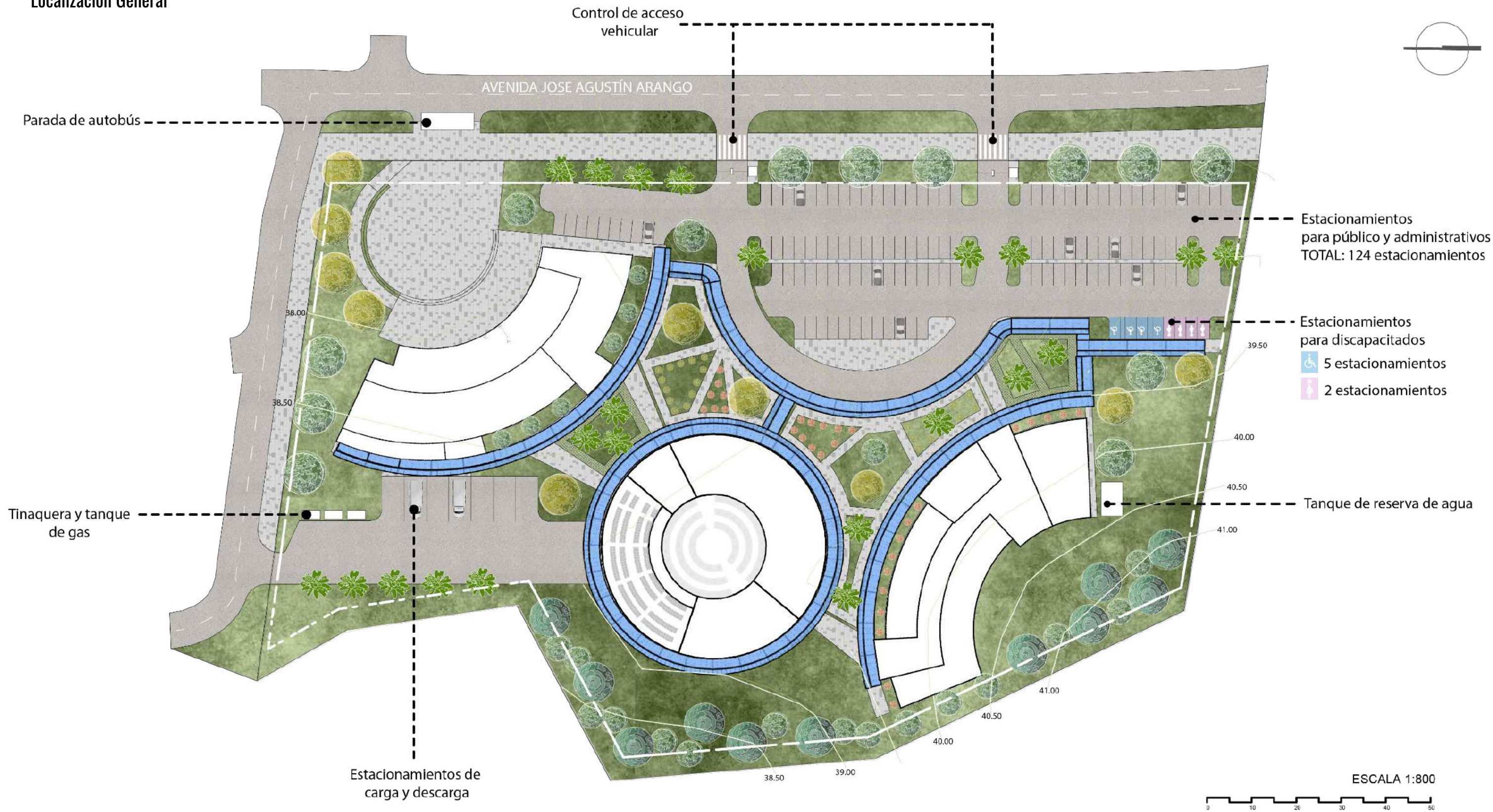


Zonificación del concepto arquitectónico



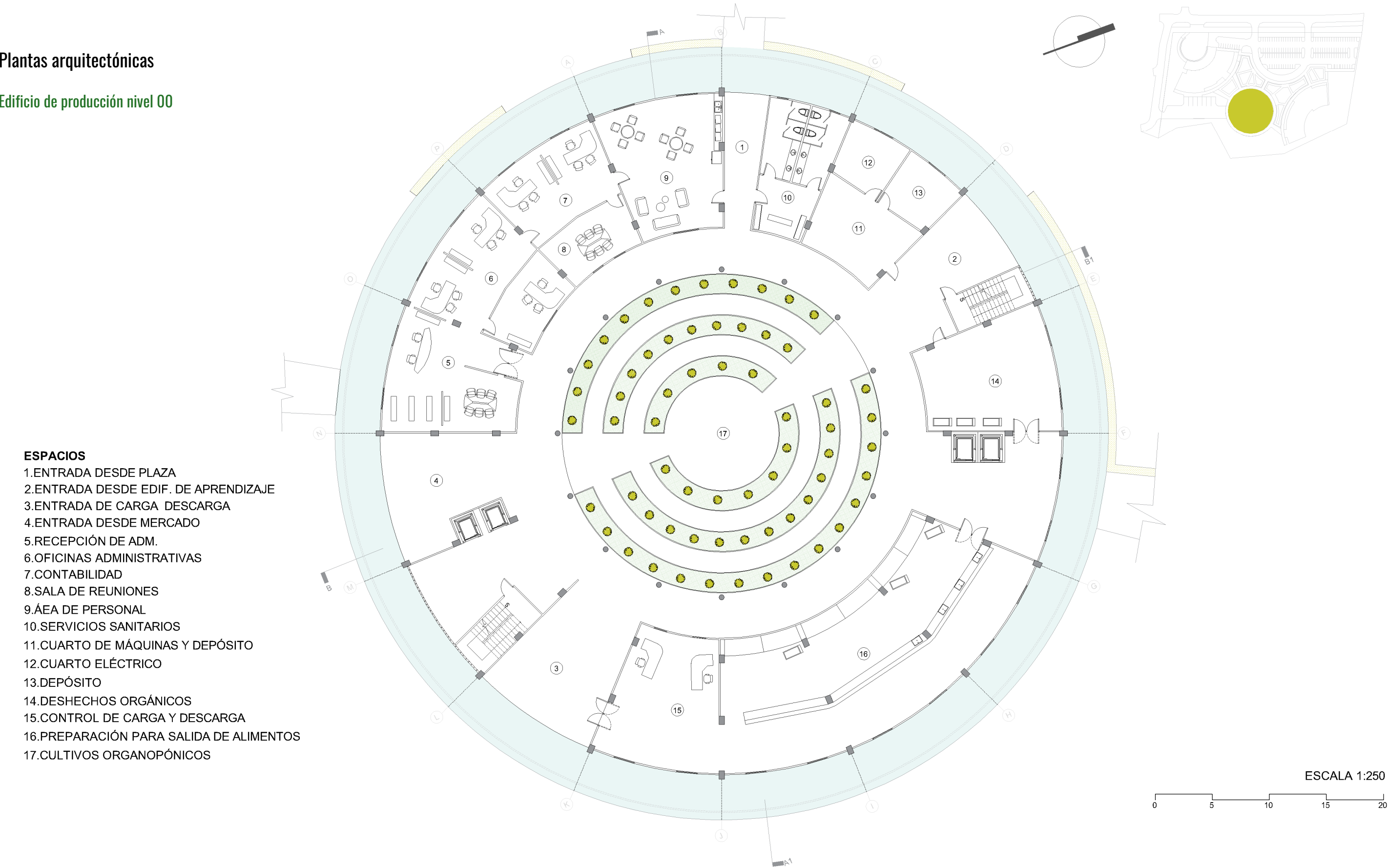
Infografía 5: Bosquejo de concepto arquitectónico. Elaborado por autora

Localización General



Plantas arquitectónicas

Edificio de producción nivel 00

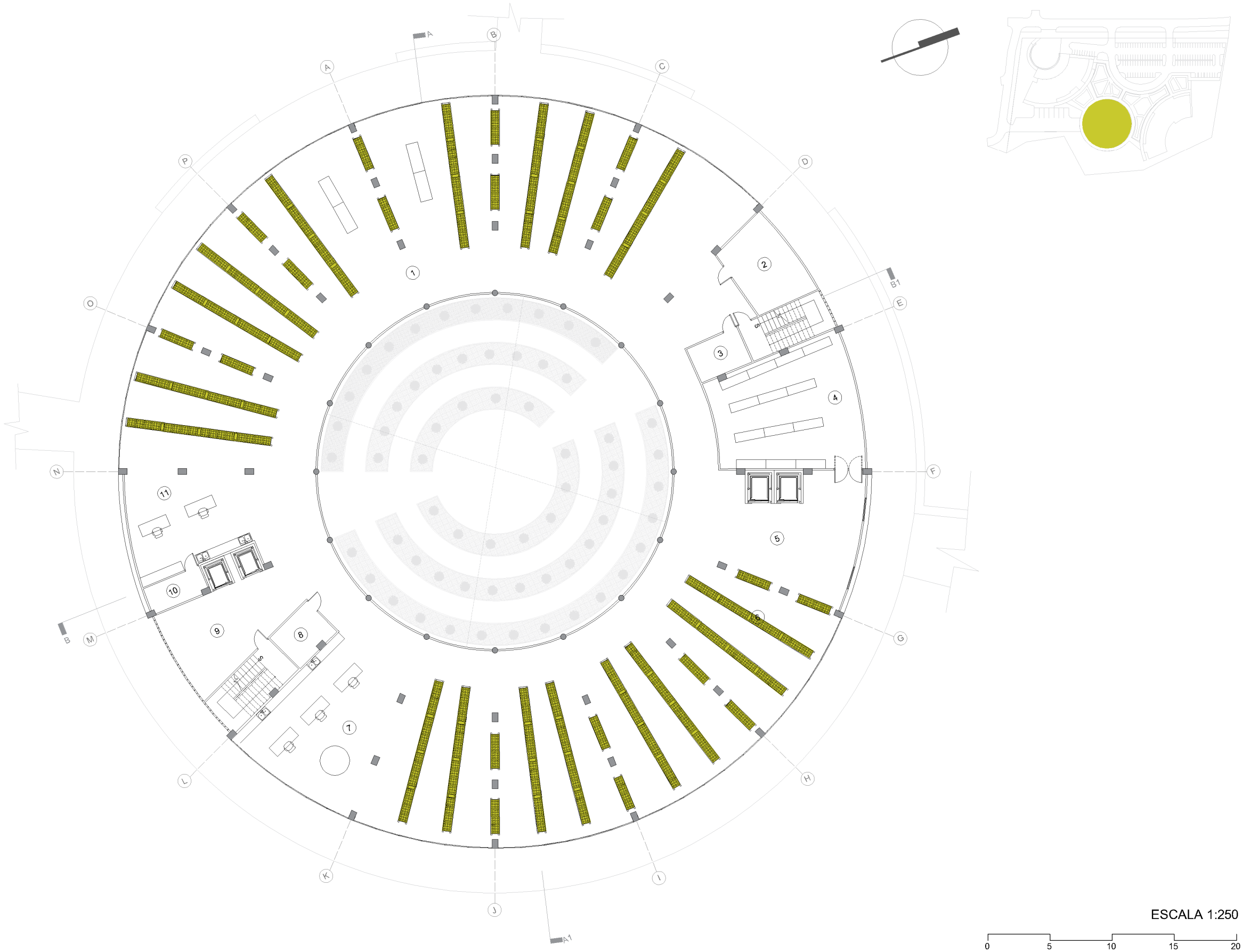


Edificio de producción nivel 100

- ESPACIOS**
- 1.CULTIVOS HIDROPÓNICOS
 - 2.CUARTO DE MÁQUINAS
 - 3.DEPÓSITO
 - 4.INSUMOS
 - 5.CARGA Y DESCARGA
 - 6.LABORATORIO
 - 7.MESAS DE TRABJAO
 - 8.DEPÓSITO DE ASEO
 - 9.VESTÍBULO
 - 10.INSUMOS
 - 11.MESAS DE TRABAJO

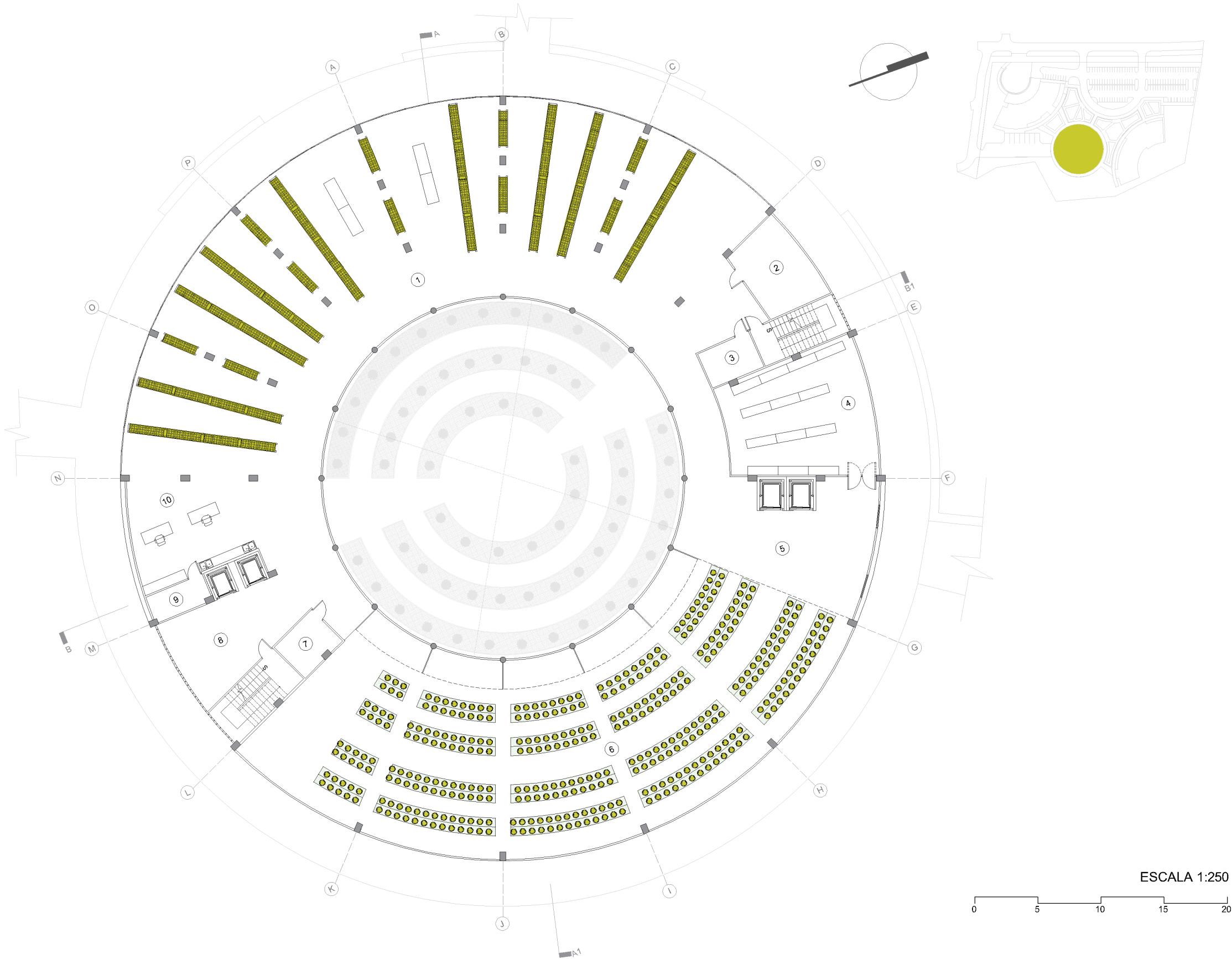


Edificio de producción nivel 200-400

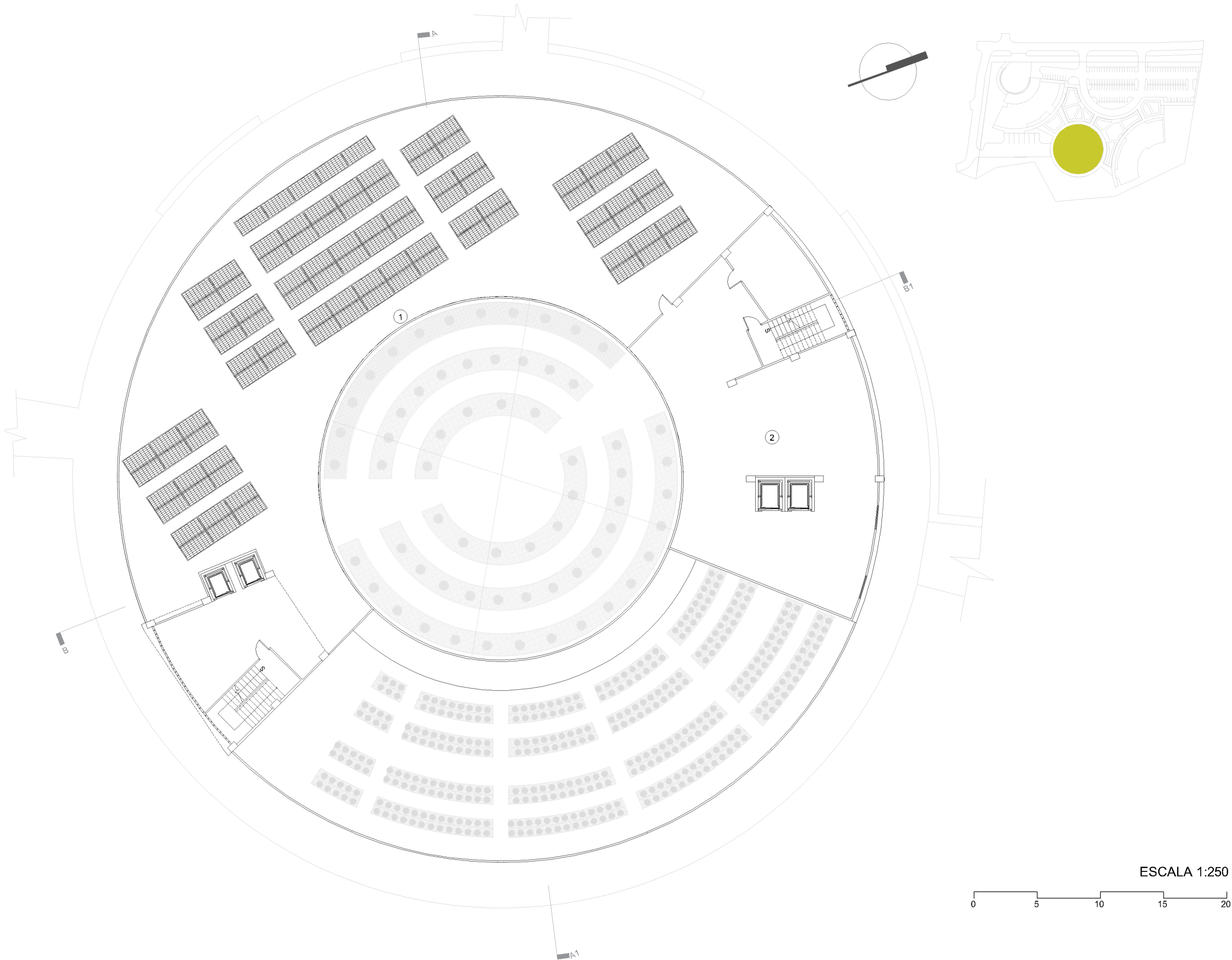


Edificio de producción nivel 500

- ESPACIOS**
- 1.CULTIVOS HIDROPÓNICOS
 - 2.CUARTO DE MÁQUINAS
 - 3.DEPÓSITO
 - 4.INSUMOS
 - 5.CARGA Y DESCARGA
 - 6.CULTIVOS ORGANOPÓNICOS
 - 7.MESAS DE TRABJAO
 - 8.DEPÓSITO DE ASEO
 - 9.VESTÍBULO
 - 10.INSUMOS
 - 11.MESAS DE TRABAJO



Edificio de producción nivel azotea



ESPACIOS
1.PANELES SOLARES Y SUS EQUIPOS

ESCALA 1:250

0 5 10 15 20

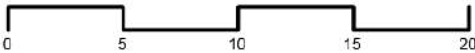
Elevaciones de edificio de producción



ELEVACIÓN FRONTAL - EDIFICIO DE PRODUCCIÓN
ESCALA 1:250



ELEVACIÓN LATERAL IZQUIERDA - EDIFICIO DE PRODUCCIÓN
ESCALA 1:250



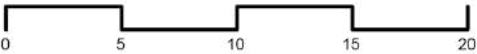
Elevaciones de edificio de producción



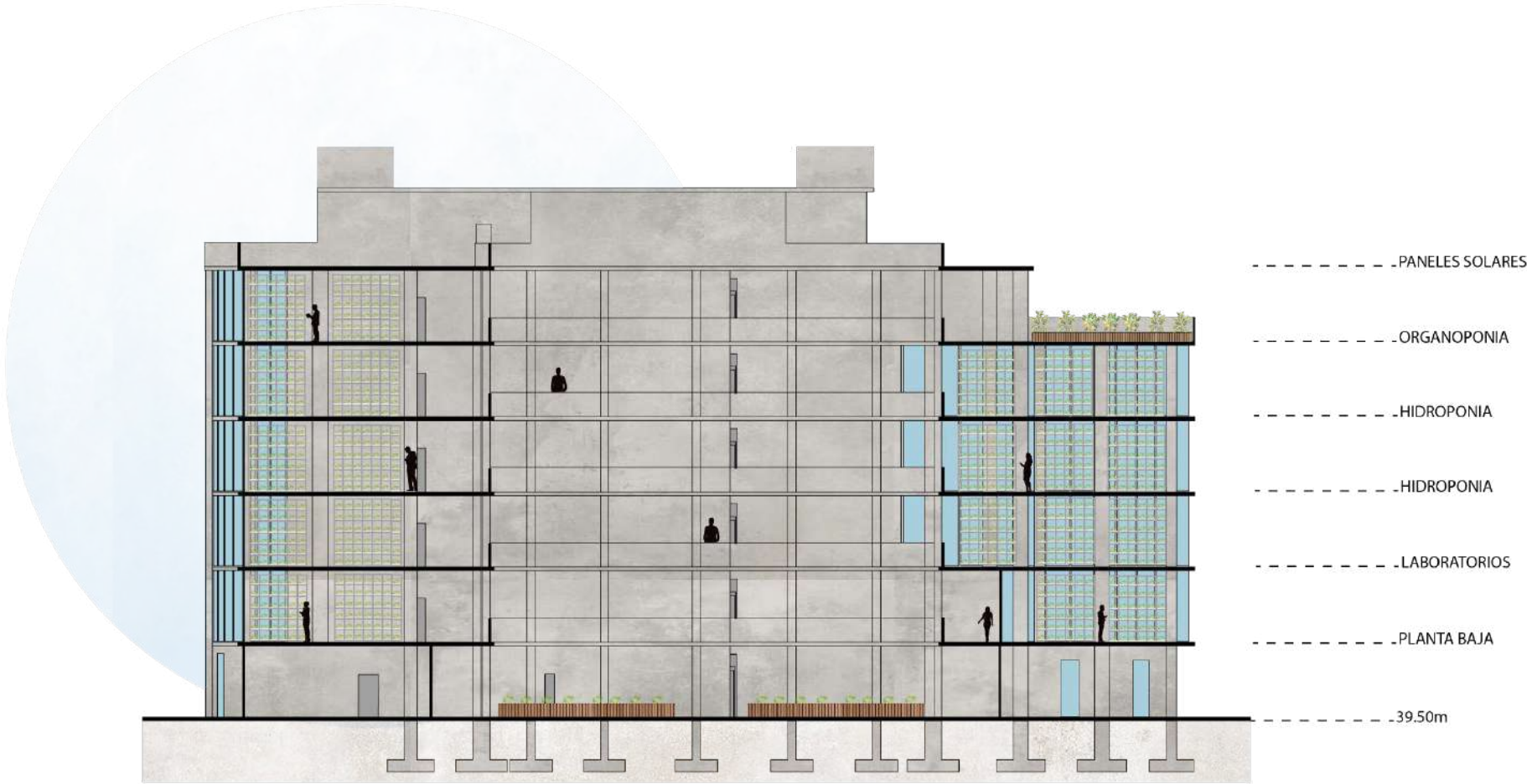
ELEVACIÓN POSTERIOR - EDIFICIO DE PRODUCCIÓN
ESCALA 1:250



ELEVACIÓN LATERAL DERECHA - EDIFICIO DE PRODUCCIÓN
ESCALA 1:250



Secciones de edificio de producción

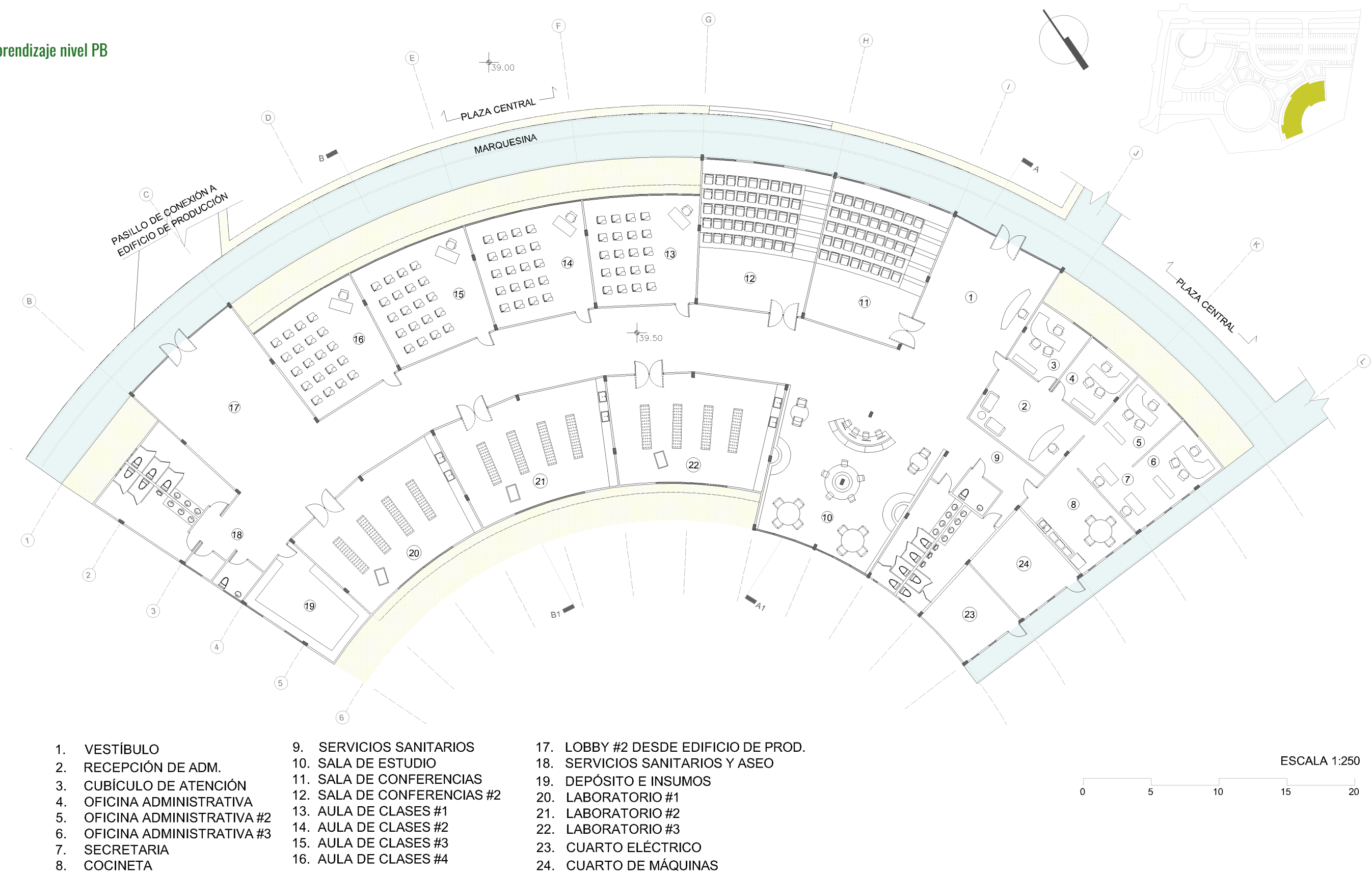


EDIFICIO DE PRODUCCIÓN
SECCIÓN A-A1
ESCALA 1:250

Secciones de edificio de producción



Edificio de aprendizaje nivel PB



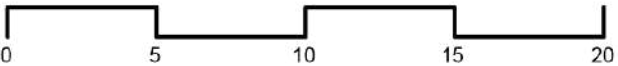
Elevaciones edificio de aprendizaje



ELEVACIÓN LATERAL IZQUIERDA
EDIFICIO DE APRENDIZAJE
ESCALA 1:250



ELEVACIÓN FRONTAL - EDIFICIO DE APRENDIZAJE
ESCALA 1:250



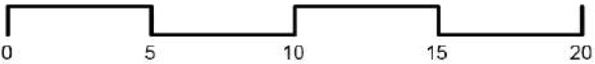
Elevaciones edificio de aprendizaje



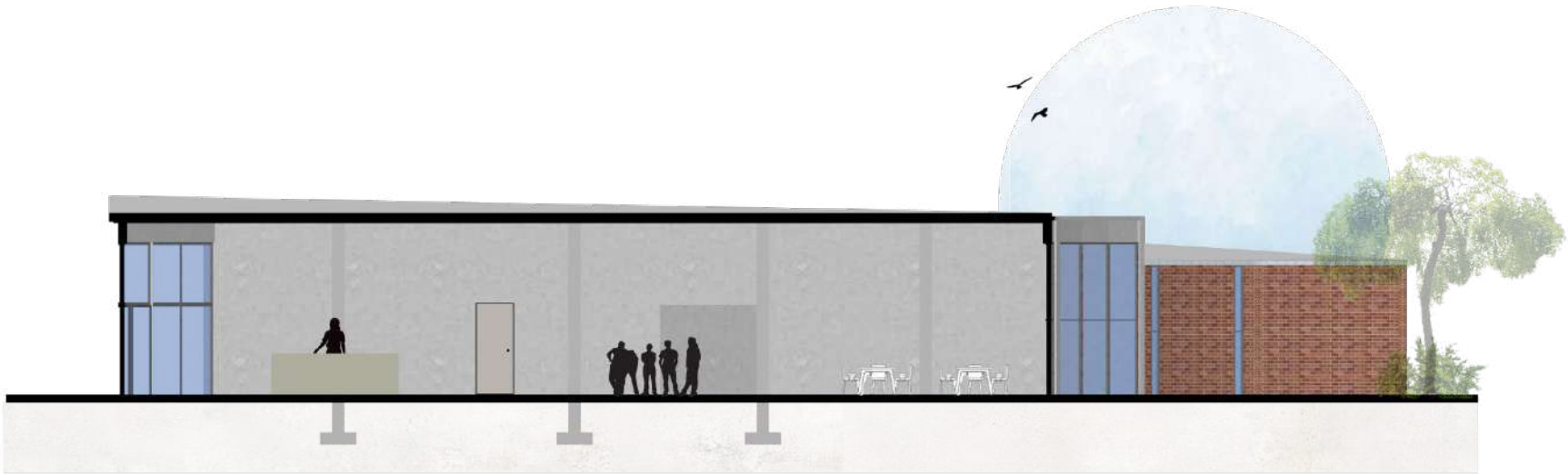
ELEVACIÓN POSTERIOR - EDIFICIO DE APRENDIZAJE
ESCALA 1:250



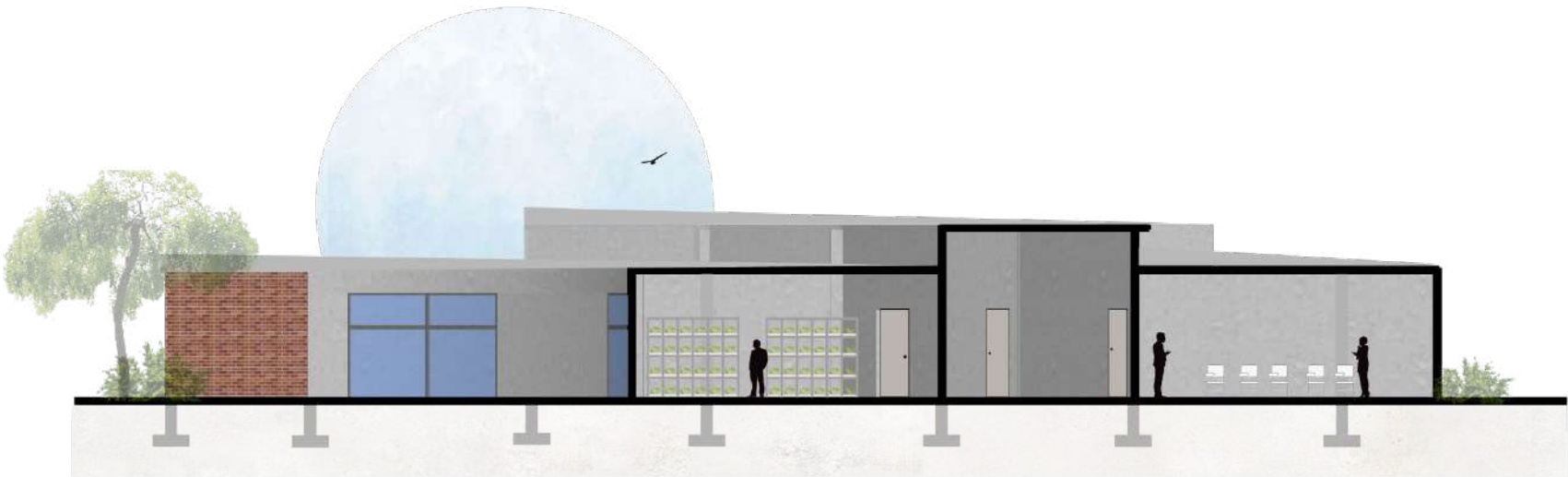
**ELEVACIÓN LATERAL DERECHA
EDIFICIO DE APRENDIZAJE**
ESCALA 1:250



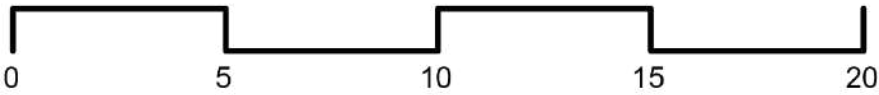
Secciones de edificio de aprendizaje



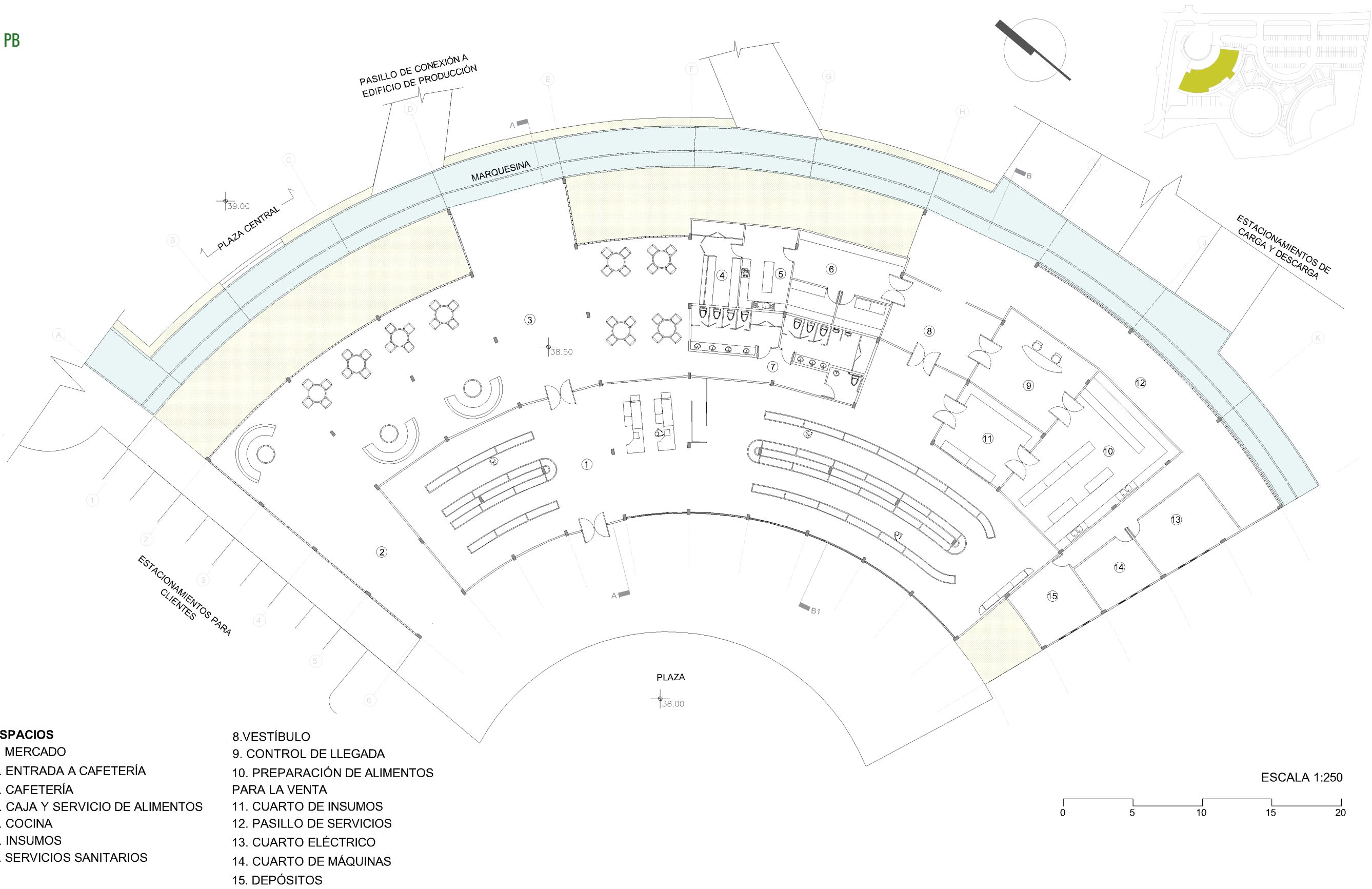
EDIFICIO DE APRENDIZAJE SECCIÓN A-A1
ESCALA 1:100



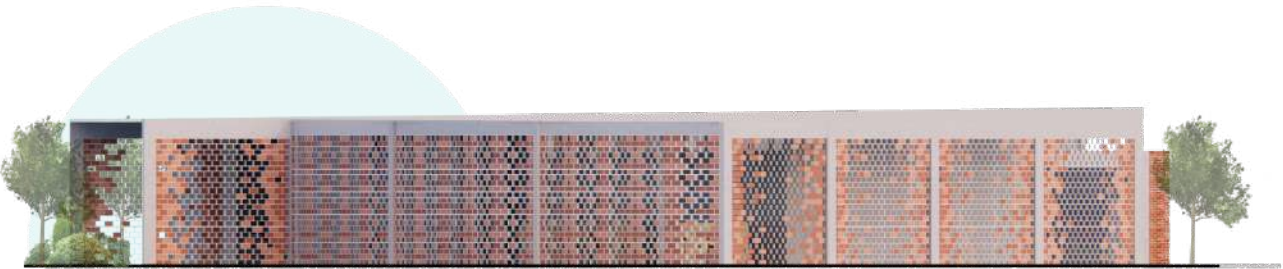
EDIFICIO DE APRENDIZAJE SECCIÓN B-B1
ESCALA 1:100



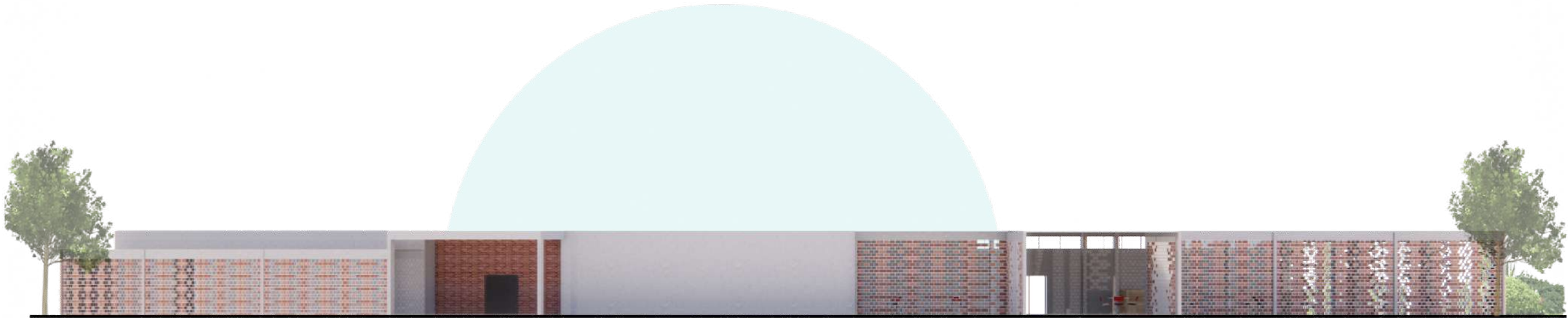
Mercado nivel PB



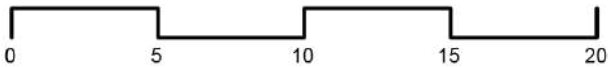
Elevaciones de mercado



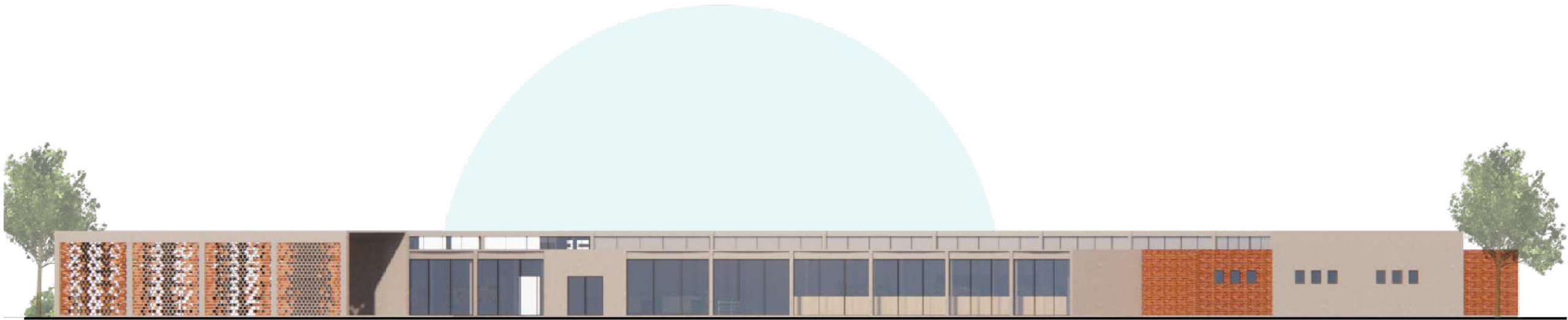
ELEVACIÓN LATERAL IZQUIERDA
MERCADO Y ESPARCIMIENTO
ESCALA 1:250



ELEVACIÓN POSTERIOR - MERCADO Y ESPARCIMIENTO
ESCALA 1:250

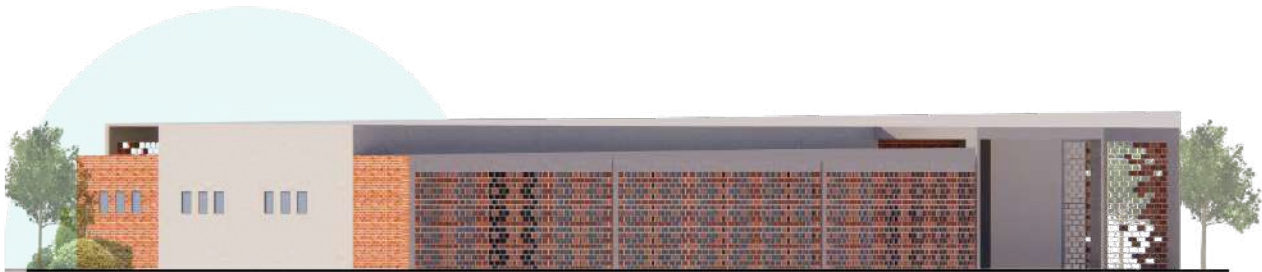


Elevaciones de mercado



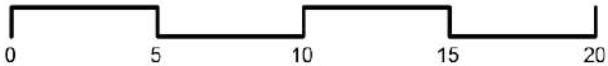
ELEVACIÓN FRONTAL - MERCADO Y ESPARCIMIENTO

ESCALA 1:250



ELEVACIÓN LATERAL DERECHA
MERCADO Y ESPARCIMIENTO

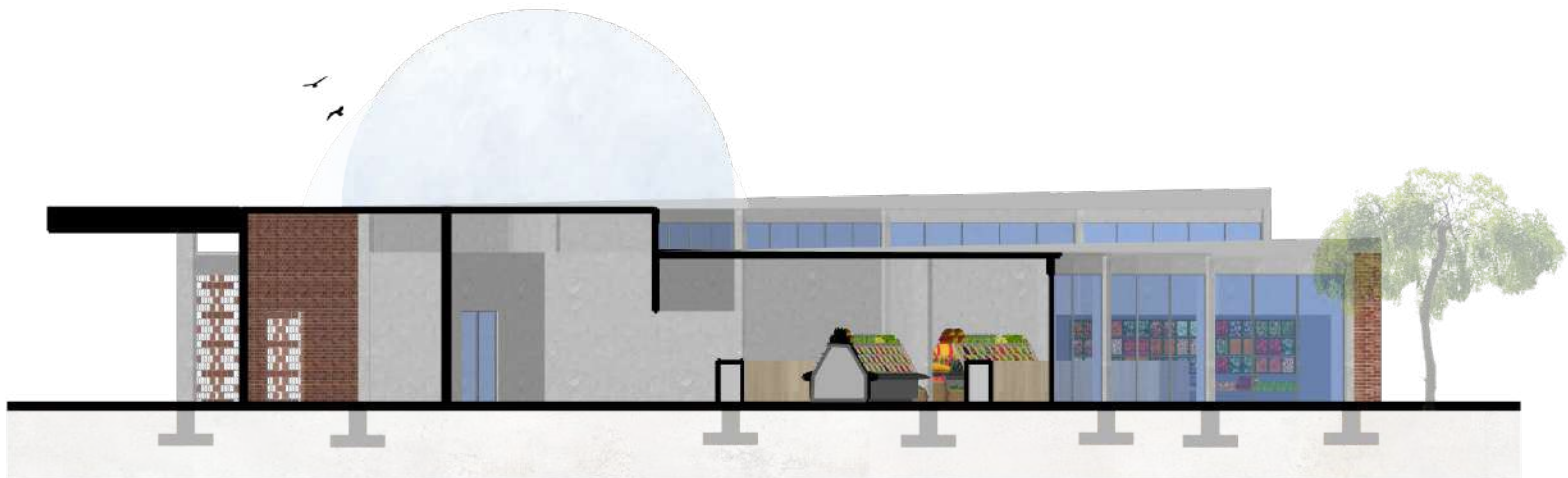
ESCALA 1:250



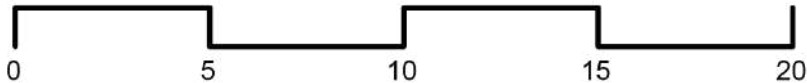
Secciones de edificio de mercado y esparcimiento



EDIFICIO DE MERCADO Y ESPARCIMIENTO SECCIÓN A-A1
ESCALA 1:100



EDIFICIO DE MERCADO Y ESPARCIMIENTO SECCIÓN B-B1
ESCALA 1:100



Propuesta paisajística



Lluvia de oro



Guayacan



Crespón



Nazareno Jaracanda



Palma real



Flamboyán



Ixóras



Dianella tasmánica



Duranta



Althernantera



Sansevieria



Helecho



Enfoques constructivos

Edificio de Producción

PANELES SOLARES



En este edificio se propuso paneles solares para mejorar la eficiencia energética en el edificio. Estos brindarán energía eléctrica a las luces LED que se van a utilizar para el crecimiento de los cultivos.

Se calculó un aproximado para saber la cantidad de paneles que se van a necesitar en el edificio basandonos en los siguientes datos:

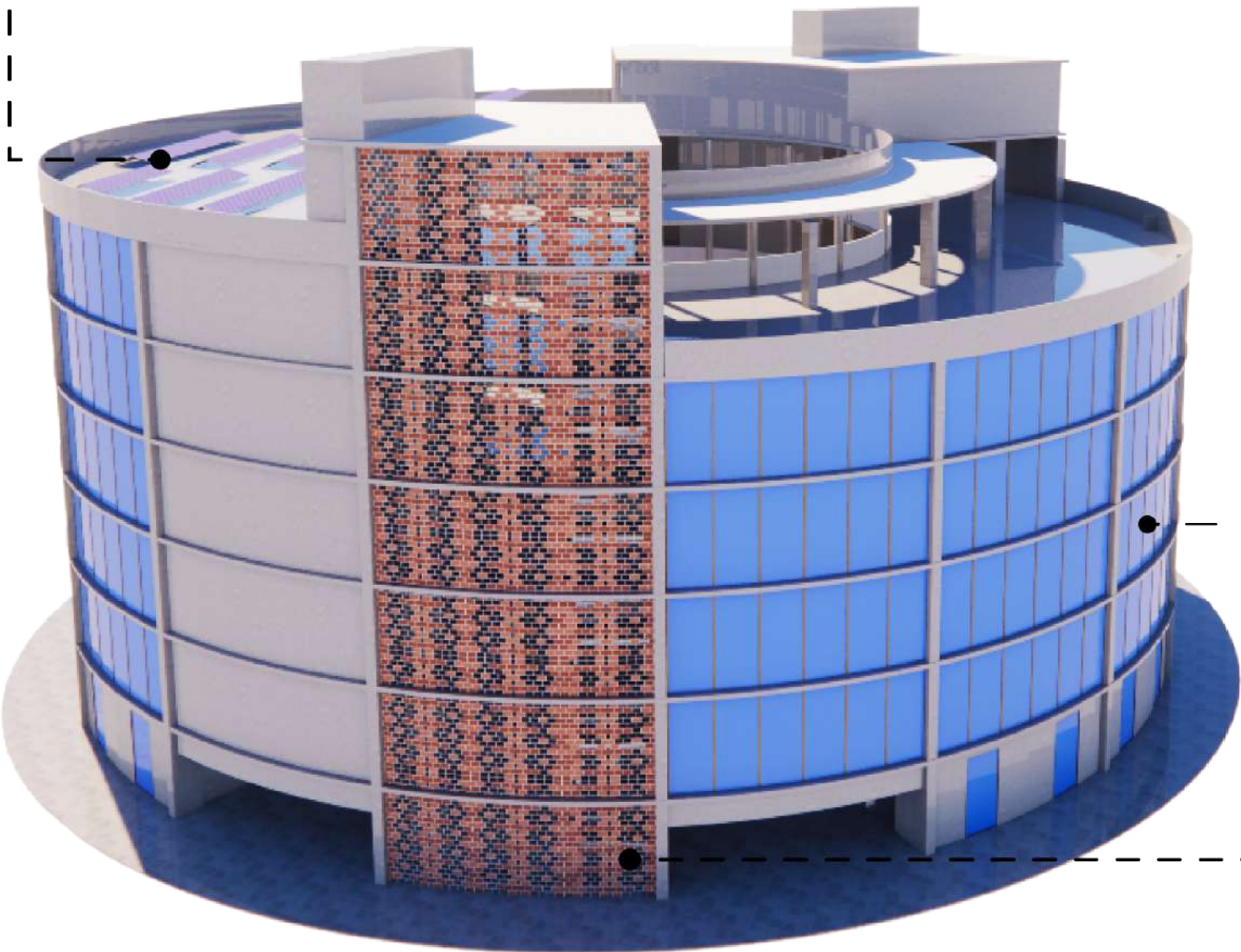
- Paneles de 500W
- Se necesitan un aprox de 5 paneles por cada 50 m2
- Cantidad de m2 de cultivos: 840m2

Cálculos
 $840/50=16.8$
 $16.8 \times 5=84$ paneles solares

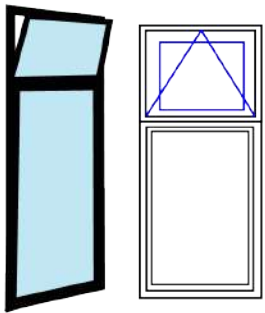
En el área destinada para los paneles solares en la azotea se está contemplando que caben 95 paneles solares de 500W con una dimensión de 1mx2m.

Los sistemas constructivos representados en este edificio (Producción) se utilizan en todas las estructuras propuestas en el proyecto. Es decir, que tanto en el edificio de mercado y esparcimiento como el de aprendizaje se trabajarón bajo el mismo concepto constructivo. De esta manera se logró la composición y diseño de fachada del conjunto.

El sistema constructivo tradicional está compuesto por estructuras de concreto armado. Tiene paredes de mampostería, block de cemento o tabiques, instalaciones y losas de concreto armado.



VENTANALES



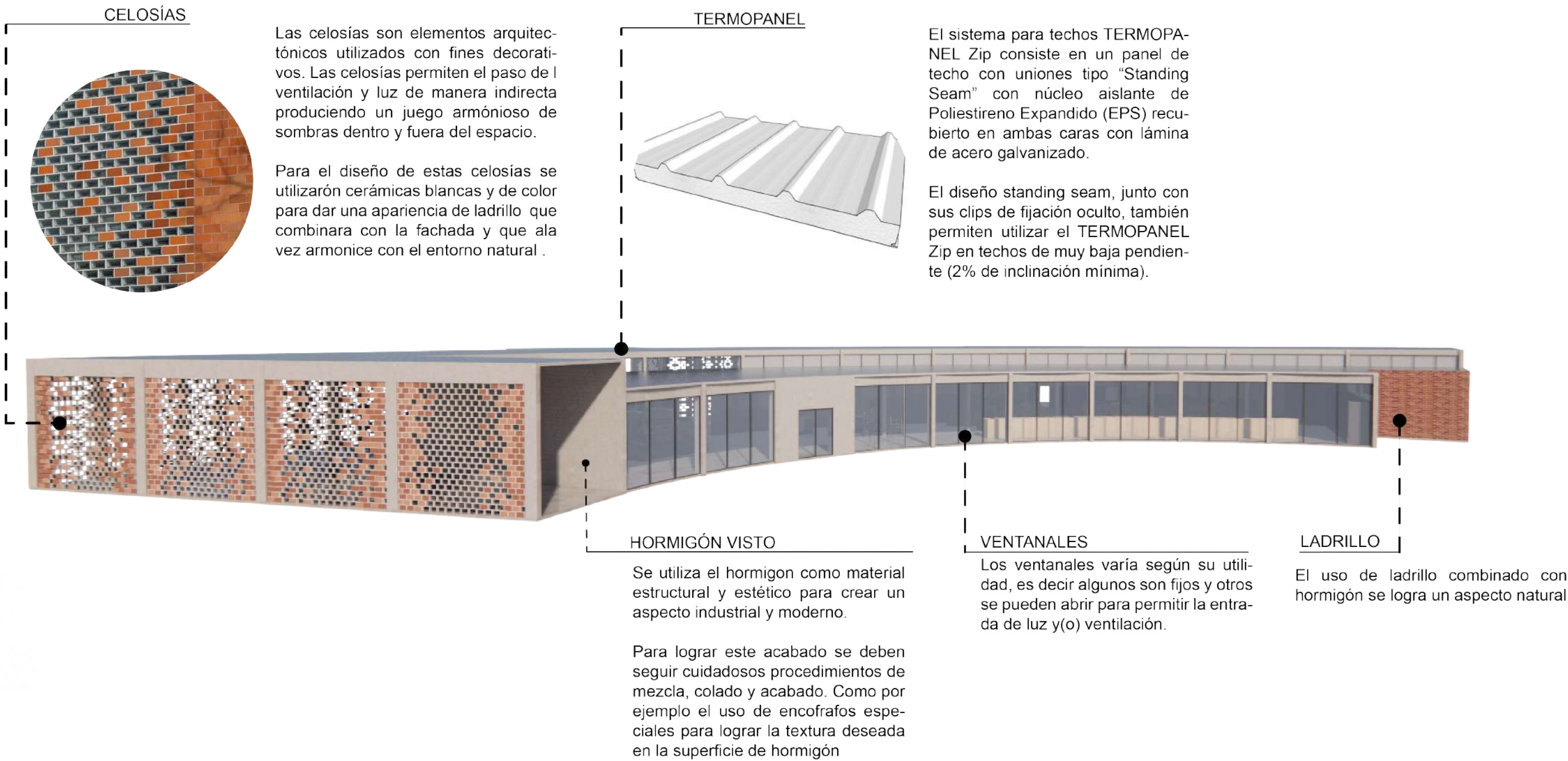
Para la zona de cultivos se proponen ventanales rectangulares compuestos por un panel fijo y otro oscilobatiente, con un vidrio que permita la entrada del sol para ayudar al crecimiento de los cultivos.

CELOSÍAS



Las celosías son elementos arquitectónicos utilizados con fines decorativos. Las celosías permiten el paso de la ventilación y luz de manera indirecta produciendo un juego armónico de sombras dentro y fuera del espacio.

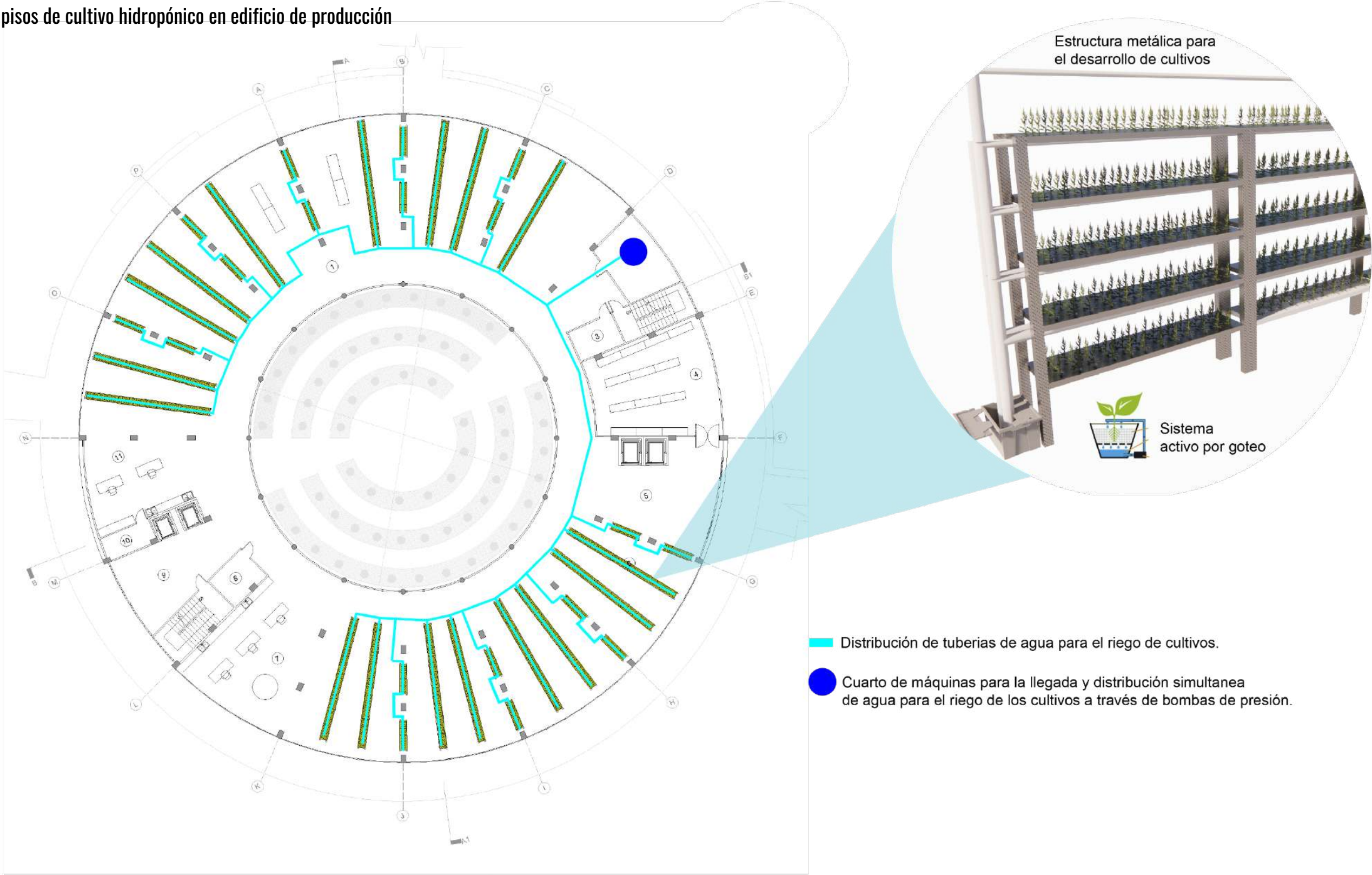
Mercado



Edificio de aprendizaje



Planta técnica de pisos de cultivo hidropónico en edificio de producción





Vistas del proyecto



Imagen 31: Vista exterior de plaza central secundaria, con entrada peatonal. Elaborado por autora



Imagen 32: Vista exterior de edificio de mercado. Elaborado por autora



Imagen 33: Vista exterior de área de estacionamientos y llegada de carga y descarga. Elaborado por autora



Imagen 34: Vista exterior de plaza central, jardines centrales y caminerías de conexión entre edificios. Elaborado por autora



Imagen 35: Vista exterior de plaza central, jardines centrales y caminerías de conexión entre edificios. Elaborado por autora



Imagen 36: Vista exterior de área de estacionamientos y llegada vehicular. Elaborado por autora



Imagen 37: Vista exterior de plaza central, jardines centrales y caminerías de conexión entre edificios. Elaborado por autora

Vistas Edificio de producción



Imagen 38: Vista de cultivos organopónicos en planta baja en edificio de producción. Elaborado por autora



Imagen 39: Vista de cultivos hidropónicos con asistencia de luces LED en edificio de producción. Elaborado por autora



Imagen 40: Oficinas en edificio de producción. Elaborado por autora



Imagen 41: Área de preparación de alimentos para distribución a mercado y externos. Elaborado por autora



Imagen 42: Cultivos organoponicos en azotea. Elaborado por autora

Vistas de Mercado



Imagen 43: Vista de área de mercado. Elaborado por autora



Imagen 44: Cafetería y zona de esparcimiento en mercado. Elaborado por autora

Vistas de edificio de aprendizaje



Imagen 45: Espacio de biblioteca y área de estudio abierto. Elaborado por autora



Imagen 46: Espacio de biblioteca y área de estudio abierto. Elaborado por autora



Imagen 47: Salón de cursos Elaborado por autora



Imagen 48: Auditorio. Elaborado por autora

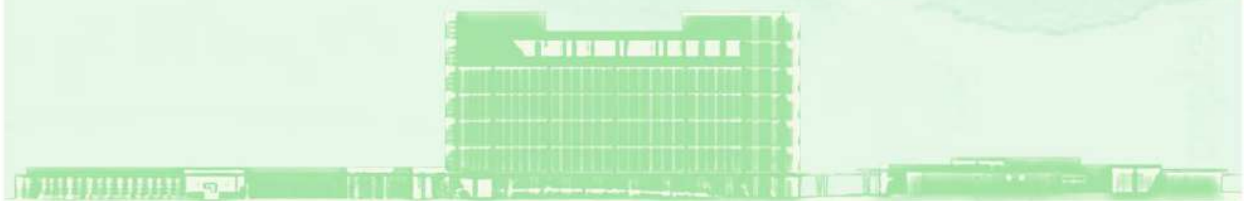


Imagen 49: Laboratorio de aprendizaje. Elaborado por autora



Imagen 50: Laboratorio de aprendizaje. Elaborado por autora

Capítulo 5 | Estimación de costos



A continuación, se mostrará por medio de tablas un aproximado de los costos del proyecto.

Costo de terreno

Costo de terreno				
Descripción	Unidad	Cantidad (m2)	Valor unitario	Costo total
Terreno	m2	24774.44	B/.230.00	B/.5,698,121.20

Tabla 07: Cuadro de costo de terreno. Elaborado por autora

Costos preliminares

Costos preliminares				
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Costo total
Limpieza de terreno	m2	24774.44	B/.3.50	B/.86,710.54
Estudio de suelo	Sondeo	1	B/.3,000.00	B/.3,000.00
Estudio hidrológico	Global	1	B/.10,000.00	B/.10,000.00
Estudi de impacto ambiental	Global	1	B/.14,000.00	B/.14,000.00
Agrimensura	Ha	2.47	B/.1,800.00	B/.4,446.00
Corte de material blando	m3	644135.44	B/.6.00	B/.3,864,812.64
Relleno material sitio	m3	644135.44	B/.3.25	B/.2,093,440.18
Caseta, letrero, instalaciones provicionales	Global	1	B/.35,000.00	B/.35,000.00
Valor total				B/.6,111,409.36

Tabla 08: Cuadro de costos preliminares. Elaborado por autora

Costos directos de Construcción

Costos directos de área cerrada (Edificio de producción)			
Descripción	Área (m2)	Valor unitario	Costo total
Nivel PB			
Entrada desde plaza	26.00	B/.750.00	B/.19,500.00
Entrada desde edif. De aprendizaje	58.42	B/.750.00	B/.43,815.00
Entrada de carga descarga	75.42	B/.750.00	B/.56,565.00
Entrada desde mercado	68.17	B/.750.00	B/.51,127.50
Recepción de adm.	72.06	B/.800.00	B/.57,648.00
Oficinas administrativas	77.54	B/.800.00	B/.62,032.00
Contabilidad	50.00	B/.800.00	B/.40,000.00
Sala de reuniones	25.36	B/.800.00	B/.20,288.00
Área de personal	77.21	B/.800.00	B/.61,768.00
Servicios sanitarios	47.95	B/.850.00	B/.40,757.50
Cuarto de máquinas y depósito	77.53	B/.800.00	B/.62,024.00
Desechos orgánicos	75.89	B/.750.00	B/.56,917.50
Control de carga y descarga	75.90	B/.750.00	B/.56,925.00
Preparación para salida de alimentos	231.21	B/.800.00	B/.184,968.00
Cultivos organopónicos	427.63	B/.700.00	B/.299,341.00
Circulación vertical	51.28	B/.800.00	B/.41,024.00
Pasillos de circulación	410.98	B/.750.00	B/.308,235.00
Nivel 100			
Cultivos hidropónicos	491.32	B/.800.00	B/.393,056.00
Cuarto de máquinas+depósitos+insumos	127.81	B/.750.00	B/.95,857.50
Laboratorio	404.08	B/.800.00	B/.323,264.00
Mesas de trabajo	51.08	B/.750.00	B/.38,310.00
Circulación vertical	51.28	B/.800.00	B/.41,024.00
Pasillos de circulación	377.20	B/.750.00	B/.282,900.00
Nivel 200			
Cultivos hidropónicos	491.32	B/.800.00	B/.393,056.00
Cuarto de máquinas+depósitos+insumos	127.81	B/.750.00	B/.95,857.50
Laboratorio	404.08	B/.800.00	B/.323,264.00
Mesas de trabajo	51.08	B/.750.00	B/.38,310.00
Circulación vertical	51.28	B/.800.00	B/.41,024.00
Pasillos de circulación	377.20	B/.750.00	B/.282,900.00
Nivel 300			
Cultivos hidropónicos	491.32	B/.800.00	B/.393,056.00
Cuarto de máquinas+depósitos+insumos	127.81	B/.750.00	B/.95,857.50
Laboratorio	404.08	B/.800.00	B/.323,264.00
Mesas de trabajo	51.08	B/.750.00	B/.38,310.00
Circulación vertical	51.28	B/.800.00	B/.41,024.00
Pasillos de circulación	377.20	B/.750.00	B/.282,900.00
Nivel 400			
Cultivos hidropónicos	491.32	B/.800.00	B/.393,056.00
Cuarto de máquinas+depósitos+insumos	127.81	B/.750.00	B/.95,857.50
Laboratorio	404.08	B/.800.00	B/.323,264.00
Mesas de trabajo	51.08	B/.750.00	B/.38,310.00
Circulación vertical	51.28	B/.800.00	B/.41,024.00
Pasillos de circulación	377.20	B/.750.00	B/.282,900.00
Nivel 500			
Cultivos hidropónicos	491.32	B/.800.00	B/.393,056.00
Cuarto de máquinas+depósitos+insumos	127.81	B/.750.00	B/.95,857.50
Cultivos organopónicos	404.08	B/.750.00	B/.303,060.00
Mesas de trabajo	51.08	B/.750.00	B/.38,310.00
Circulación vertical	51.28	B/.800.00	B/.41,024.00
Pasillos de circulación	377.20	B/.750.00	B/.282,900.00
Nivel azotea			
Paneles solares	669.11	B/.800.00	B/.535,288.00
Cuarto de máquinas para paneles solares	265.24	B/.800.00	B/.212,192.00
Circulacion	83.78	B/.750.00	B/.62,835.00
Área total	10460.53	Valor total de áreas	B/.8,125,104.00

Tabla 09: Cuadro de costos directos - Edificio de producción. Elaborado por autora

Costos directos de área cerrada (Mercado)			
Descripción	Área (m2)	Valor unitario	Costo total
Nivel PB			
Mercado	485.89	B/.800.00	B/.388,712.00
Entrada a cafetería	53.34	B/.700.00	B/.37,338.00
Cafetería	390.42	B/.800.00	B/.312,336.00
Caja y servicio de alimentos	21.24	B/.800.00	B/.16,992.00
Cocina	21.53	B/.800.00	B/.17,224.00
Insumos	44.74	B/.800.00	B/.35,792.00
Servicios sanitarios	44.22	B/.800.00	B/.35,376.00
vestíbulo	36.97	B/.700.00	B/.25,879.00
Control de llegada	43.03	B/.750.00	B/.32,272.50
Preparación de alimentos para la venta	80.8	B/.800.00	B/.64,640.00
Cuarto de insumos	31.47	B/.800.00	B/.25,176.00
Pasillo de servicios	125.93	B/.700.00	B/.88,151.00
Cuarto de máquinas	94.27	B/.750.00	B/.70,702.50
Área total	1473.85	Valor total de áreas	B/.1,150,591.00

Tabla 10: Cuadro de costos directos - Mercado. Elaborado por autora

Costos directos de área cerrada (Edificio de aprendizaje)			
Descripción	Área (m2)	Valor unitario	Costo total
Nivel PB			
Vestíbulo	71.23	B/.700.00	B/.49,861.00
Recepción de adm.	33.83	B/.800.00	B/.27,064.00
Cubículo de atención	17.49	B/.800.00	B/.13,992.00
Oficina administrativa	17.32	B/.800.00	B/.13,856.00
Oficina administrativa #2	18.09	B/.800.00	B/.14,472.00
Oficina administrativa #3	18.42	B/.800.00	B/.14,736.00
Secretaria	21.24	B/.800.00	B/.16,992.00
Cocineta	30.54	B/.800.00	B/.24,432.00
Servicios sanitarios	52.04	B/.800.00	B/.41,632.00
Biblioteca abierta	99.51	B/.800.00	B/.79,608.00
Sala de conferencias	75.34	B/.800.00	B/.60,272.00
Sala de conferencias #2	80.21	B/.800.00	B/.64,168.00
Aula de clases #1	53.98	B/.800.00	B/.43,184.00
Aula de clases #2	55.03	B/.800.00	B/.44,024.00
Aula de clases #3	56.52	B/.800.00	B/.45,216.00
Aula de clases #4	52.07	B/.800.00	B/.41,656.00
Lobby #2 desde edificio de prod.	80.83	B/.750.00	B/.60,622.50
Servicios sanitarios y aseo	60.81	B/.800.00	B/.48,648.00
Depósito e insumos	35.1	B/.700.00	B/.24,570.00
Laboratorio #1	80.09	B/.800.00	B/.64,072.00
Laboratorio #2	80.78	B/.800.00	B/.64,624.00
Laboratorio #3	81.43	B/.800.00	B/.65,144.00
Cuarto de máquinas	51.98	B/.750.00	B/.38,985.00
Circulación	247.69	B/.700.00	B/.173,383.00
Área total	1471.57	Valor total de áreas	B/.1,135,213.50

Tabla 11: Cuadro de costos directos – Edificio de aprendizaje. Elaborado por autora

Costos directos (áreas comunes)			
Descripción	Superficie	Valor unitario	Costo total
Garitas de seguridad	22.08	B/.700.00	B/.15,456.00
Parada de buses	59.60	B/.700.00	B/.41,720.00
Áreas verdes	1720.71	B/.700.00	B/.1,204,497.00
Plaza central 1	4104.32	B/.750.00	B/.3,078,240.00
Plaza central 2	1380.53	B/.750.00	B/.1,035,397.50
Calles+estacionamientos+aceras+rampas	6940.50	B/.800.00	B/.5,552,400.00
Área de marquesina	2064.83	B/.750.00	B/.1,548,622.50
Área total	16292.57	Valor total de áreas	B/.12,476,333.00

Tabla 12: Cuadro de costos directos – Áreas comunes. Elaborado por autora

Área total del proyecto	
Total (m2)	29698.52
Costos de construcción	
Valor total	B/.15,574,647.54

Tabla 13: Costo total de construcción. Elaborado por autora

Costos directos (equipamiento)		
Descripción	% del costo de construcción	Costo total
Sistema eléctrico	25%	B/.3,893,661.89
Sistema de telecomunicación y data		
Sistema de alarma contra incendios		
Sistema Húmedo		
Sistema de captación de agua pluvial		
Sistema de rociadores		
Sistema de seguridad		
Sistema de aire acondicionado		
Ascensores		
Valor total		B/.3,893,661.89

Tabla 14: Costos directos - Equipamiento. Elaborado por autora

Costos directos (Mobiliario)		
Descripción	% del costo de construcción	Costo total
Mobiliario	15%	B/.2,336,197.13
Valor total		B/.2,336,197.13

Tabla 15: Costos directos - Mobiliario. Elaborado por autora

Total de costos directos	
Costos preliminares	B/.6,111,409.36
Costos de construcción	B/.15,574,647.54
Costos de equipamiento	B/.3,893,661.89
Costos de mobiliario	B/.2,336,197.13
Valor total	B/.27,915,915.92

Tabla 16: Total de costos directos. Elaborado por autora

Costos indirectos de la Construcción

Costos indirectos		
Descripción	% del costo de construcción	Costo total
Diseño de planos	10%	B/.1,557,464.75
Permisos	1.50%	B/.233,619.71
Inspección de la obra	3%	B/.467,239.43
Gastos financieros	10%	B/.1,557,464.75
Imprevistos	10%	B/.1,557,464.75
Seguros y pólizas	3%	B/.467,239.43
Bonos de cumplimiento	1%	B/.155,746.48
Limpieza general	2.50%	B/.389,366.19
Valor total		B/.6,385,605.49

Tabla 17: Total de costos indirectos. Elaborado por autora

Resumen de costos

Costo total del proyecto	
Costos directos	B/.27,915,915.92
Costos indirectos	B/.6,385,605.49
Valor total	B/.34,301,521.41

Tabla 18: Total de costos del proyecto. Elaborado por autora

Conclusiones

La agricultura urbana vertical representa una nueva manera de concebir la forma en la que producimos nuestros alimentos. Nos lleva a reflexionar acerca de distintos temas relacionados con las malas prácticas de agricultura tradicional, el alto costo y la calidad de alimentos que ingerimos. Además de que nos lleva a despertar la curiosidad hacia un proceso diferente para obtener alimentos en nuestra mesa.

Considerando el estudio realizado en esta tesis de grado, se puede concluir que la arquitectura urbana vertical puede formar parte de la actualidad de muchas personas, ya que gracias a ella podemos brindar un espacio a la sociedad para desarrollarse y disfrutar de una actividad que es beneficiosa para todos.

Además, podemos decir que la arquitectura juega un papel importante en el diseño de estructuras agrícolas funcionales y la integración de esta en entornos urbanos donde se fomente la agricultura comunitaria. Creando mayor sostenibilidad y seguridad alimentaria.

El desarrollo de este tipo de edificaciones es parte de un nuevo mundo que requiere mucha investigación y estudio, pero que vale la pena sacar adelante al ser una alternativa bastante consciente con los cambios bruscos que atraviesa el mundo. En Panamá se puede observar en pequeños proyectos de invernaderos controlados, aunque puede crecer hasta llegar a edificaciones donde converjan actividades de oficina, educación y cultura con el desarrollo de alimentos dentro de las ciudades y, porque no, dentro de los hogares de los ciudadanos panameños.

Recomendaciones

- Para el desarrollo de este tipo de edificaciones donde se van a producir alimentos con técnicas de agricultura vertical es muy necesario tener una planificación cuidadosa en la que se incluya un estudio bioclimático, para garantizar la sostenibilidad del mismo debido a la cantidad de energía que genera esta actividad. Tratar de utilizar luz y ventilación natural controlada puede asegurar la eficiencia energética del edificio.
- Dependiendo del tipo de técnica y del sistema que se utilice para el cultivo de las plantas, se deben seleccionar las instalaciones especiales que se vayan a colocar dentro de las edificaciones. Por ejemplo, la técnica hidropónica tiene diferentes sistemas como son: flujo y reflujo, goteo, NFT, sistema de riego, etc.
- Es importante tomar en cuenta la gestión de residuos y reciclaje, ya que esta actividad genera desechos que pueden servir posteriormente como composta o pueden ser convertidos en biomasa para generar energía dentro o fuera del edificio.
- Para lograr que los usuarios se interesen por dicha actividad y puedan aprender en un ambiente dinámico es necesario diseñar espacios que permitan la interacción con la actividad y con el entorno de manera que se incremente la participación pública.
- Es imprescindible generar espacios accesibles para todas las personas, por esto, y en cada diseño, se deben tomar en cuenta las normas de accesibilidad que ayudan a las personas con movilidad reducida a participar en las diversas actividades.

Referencias bibliográficas

- Agricultura vertical: Una gran opción para la agricultura del futuro.* (2020). Obtenido de Berger - ES: <https://www.berger.ca/es/recursos-para-los-productores/tips-y-consejos-practicos/agricultura-vertical-una-gran-opcion-para-la-agricultura-del-futuro/>
- ANPanamá. (6 de septiembre de 2022). *Inauguran módulo demostrativo de agricultura vertical en ambiente controlado.* Obtenido de Anpanama.com: <https://www.anpanama.com/12671-Inauguran-modulo-demostrativo-de-agricultura-vertical-en-ambiente-controlado.note.aspx>
- Aparicio, G. M. (20 de Febrero de 2021). *Planeta Futuro.* Obtenido de El país: <https://elpais.com/planeta-futuro/2021-02-20/luces-led-que-potencian-las-cosechas.html#:~:text=empresa%20neozelandesa%20BioLumic,-,Las%20luces%20LED%20de%20color%20rojo%20y%20azul%20estimulan%2C%20aseguran,pesticidas%20hasta%20en%20un%2050%25.>
- Arellano, M. (7 de octubre de 2019). *Transversal / Arquitectura Paisaje Urbanismo crea 'Laboratorio de Agricultura Urbana' en Chihuahua, México.* Obtenido de <https://www.archdaily.cl/cl/925919/transversal-arquitectura-paisaje-urbanismo-crea-laboratorio-de-agricultura-urbana-en-chihuahua-mexico>
- Arosemena, G. (2012). *Agricultura Urbana.* Barcelona: Editorial Gutavo Gili, SL.
- Arosemena, G. (2012). *Agricultura urbana: espacios de cultivos para una ciudad sostenible.* Barcelona: Editorial GG.
- Bailey, G. E. (12 de octubre de 2015). *Vertical Farming. E. I. Du Pont de Nemours Powder.* Obtenido de <https://archive.org/stream/cu31924000349328#page/n31/>
- Biodiversidad, C. N. (2009). *Rorippa nasturtium-aquaticum (L.) Schinz & Thell. Berro de agua. Comisión Nacional.* Obtenido de <http://www.conabio.gob.mx/>
- Camargo, D. W. (8 de julio de 2020). *Uso de residuos agrícolas para la producción de biocombustibles en el departamento.* Obtenido de [SciELO.org.co: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-921X2012000400011#:~:text=Para%20el%20sector%20agr%C3%ADcola%20la,dentro%20del%20%C3%A1rea%20de%20cultivo.](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-921X2012000400011#:~:text=Para%20el%20sector%20agr%C3%ADcola%20la,dentro%20del%20%C3%A1rea%20de%20cultivo.)

- Chamberlain, L. (24 de octubre de 2007). *"Skyfarming", New York Magazine*. Obtenido de <https://nymag.com/news/features/30020/>
- Dazne, A. (27 de febrero de 2012). *"La primera granja vertical se ha empezado a construir en Suecia",*. Obtenido de <https://blog.is-arquitectura.es/2012/02/27/la-primera-granja-vertical-se-ha-empezado-a-construir-en-suecia/#:~:text=La%20primera%20granja%20vertical%20se%20ha%20empezado%20a%20construir%20en%20Suecia&text=Cuando%20escribimos%20sobre%20las%20granjas,el%20p>
- Despommier, D. (2010). *The vertical farm: Feeding the world in the 21st century*. New York: Thomas Dunne Books / St. Martin's Press.
- Equipo editorial, E. (14 de julio de 2022). *Agricultura*. Obtenido de Concepto: <https://concepto.de/agricultura/>.
- FENARQ. (6 de mayo de 2021). *¿Que es Arquitectura Modular? | Ejemplos*. Obtenido de Arquitectura | Concepto, Tipos y Características: <https://www.fenarq.com/2021/05/arquitectura-modular.html>
- FG GUARDIA ingenieros . (marzo de 2012). *MUPA*. Obtenido de Municipio de Panamá: <https://dpu.mupa.gob.pa/wp-content/uploads/2017/06/Informe-Final-PPOT-Toc24DicMana.pdf>
- hidroponia, P. (21 de Agosto de 2014). *AEROPONÍA: UNA TÉCNICA DE OTRO NIVEL*. Obtenido de <http://hidroponia.mx/aeroponia-una-tecnica-de-otro-nivel/#:~:text=%C3%89ste%20sistema%20es%20de%20bajo,ahorrar%20un%2098%25%20de%20agua>.
- Iberdrola. (22 de Enero de 2022). *Qué es la energía solar fotovoltaica - Iberdrola*. Obtenido de <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/que-es-energia-fotovoltaica>
- INTAGRI. (2017). *Acuaponia para la Producción de Plantas y Peces. Serie Horticultura Protegida*. Obtenido de Artículos Técnicos de INTAGRI: <https://www.intagri.com/articulos/horticultura-protegida/acuaponia-produccion-de-plantas-y-peces>
- Jaffet, A. (Diciembre de 2017). *Repositorio Universidad de Panamá*. Obtenido de <https://up-rid.up.ac.pa/1716/1/jaffet%20abrego.pdf>
- Kledal, P. R. (2018). *Sustainable Aquaculture*. Springer International Publishing.
- Lages Barbosa, G., Almeida Gadelha, F. D., Kublik, N., Proctor, A., Reichelm, L., Weissinger, E., . . . Halden, R. U. (16 de junio de 2015). *Comparison of Land, Water, and Energy Requirements of Lettuce Grown Using Hydroponic vs. Conventional Agricultural Methods*. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4483736/>

- Merwe, F. v. (4 de febrero de 2022). *Las columnas de cultivo regulan la temperatura dentro de un innovador invernadero sudafricano*. Obtenido de Fresh Plaza: <https://www.freshplaza.es/article/9396530/las-columnas-de-cultivo-regulan-la-temperatura-dentro-de-un-innovador-invernadero-sudafricano/>
- Mikael Eskelner, M. B. (2019). *Historia de la Agricultura*. Cambridge Standford Books.
- MIVI. (Marzo de 2012). *PLANES PARCIALES DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL PARA LOS CORREGIMIENTOS DE TOCUMEN, 24 DE DICIEMBRE Y LAS MAÑANITAS, DISTRITO DE PANAMÁ*.
- MPPN . (28 de octubre de 2020). *Panamá: Nuevo IPM identifica los corregimientos más carenciados y vulnerables del país*. Obtenido de MPPN org: <https://mppn.org/es/panama-nuevo-indice-de-pobreza-multidimensional-identifica-los-corregimientos-mas-carenciados-y-vulnerables-del-pais/>
- Mytton-Mills, H. (2018). *Reimagining Resources to Build Smart Futures: An Agritech Case Study of Aeroponics*. Obtenido de Challenges of Urbanisation, and Social Sustainability. Springer, Cham.: https://doi.org/10.1007/978-3-319-74549-7_10
- Peñarrubia, J. (2019-2020). *Trabajo de grado: Producir en la ciudad- sistemas modulares en la agricultura urbana*. Obtenido de https://oa.upm.es/63486/1/TFG_Jun20_Penarrubia_Pozo_JoseManuel.pdf
- Pintos, P. (21 de mayo de 2018). *Equipamiento la Cité Maraîchère en Romainville / Ilimelgo*. Obtenido de ArchDaily en Español: <https://www.archdaily.cl/cl/973613/equipamiento-la-cite-maraichere-en-romainville-ilimelgo>
- Prieto, J. M. (7 de mayo de 2015). *“Granjas verticales en Singapur”, Blog: Agronegocios e industria de*. Obtenido de <http://agronegocios.uniandes.edu.co/index>.
- Qampo. (3 de Agosto de 2017). *Evolución de la agricultura*. Obtenido de Qampo: <https://qampo.es/blog/evolucion-la-agricultura/>
- Raymond, E. (15 de Marzo de 2018). *Agricultura vertical: Una gran opción para la agricultura del futuro*. Obtenido de Berger - ES: <https://www.berger.ca/es/recursos-para-los-productores/tips-y-consejos-practicos/agricultura-vertical-una-gran-opcion-para-la-agricultura-del-futuro/#:~:text=Una%20respuesta%20a%20los%20problemas,cerradas%20y%20bajo%20ambiente%20controlado>.
- Resh, H. (2001). *Cultivos hidropónicos: nuevas técnicas de producción*. Madrid: Mundi–Prensa.
- Resh, H. M. (2016). *Hydroponic food production : a definitive guidebook for the advanced home gardener and the commercial hydroponic grower*. Boca Raton, FL.: CRC Press.

- Rivera, A. (11 de abril de 2022). *Agricultura vertical, nuevo modelo agrario sustentable*. Obtenido de Conexiones 365: <https://www.conexiones365.com/nota/abastur/innovacion-y-tecnologia/agricultura-vertical-nuevo-modelo>
- Rizo, E. (16 de diciembre de 2009). *Agricultura vertical*. Obtenido de Hortalizas: <https://www.hortalizas.com/horticultura-protegida/una-alternativa-vertical/>
- Sánchez, J. d. (2016). La agricultura vertical: una opción sustentable para producir alimentos en México. En M. Cortés, *APORTES A LA SUSTENTABILIDAD* (pág. 256). Guadalajara: ITESO. Obtenido de Miradas colectivas INT.indd.
- Santos, V. P. (Agosto de 2020). *La agricultura, una práctica milenaria*. Obtenido de Fundación Aquae: <https://www.fundacionaquae.org/quien-invento-la-agricultura/>
- Skyer, M. (2014). *Vertical farming: It's coming to save the day, but will it?* Obtenido de <http://www.craftsy.com/blog/2014/06/what-is-vertical-farming/>
- Spinoff, N. (2006). *"Progressive Plant Growing Has Business Blooming"*. Obtenido de https://www.nasa.gov/pdf/164449main_spinoff_06.pdf
- Teske, S. (1 de septiembre de 2008). «*La energía solar puede dar electricidad limpia a más de 4.000 millones de personas para 2030*». Obtenido de En Greenpeace España, ed. Greenpeace España. : <http://archivo-es.greenpeace.org/espana/es/news/2010/November/la-energ-a-solar-puede-dar-ele/>
- Wallace-Springer, N. (24 de Septiembre de 2021). *¿Qué es un Cultivo en Hidroponía?* Obtenido de Pthorticulture.com: <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/qu%C3%A9-es-un-cultivo-en-hidropon%C3%ADa/>
- Wallace-Springer, N. (14 de febrero de 2022). *PROMIX*. Obtenido de ¿Qué debes de saber acerca de la agricultura vertical?: <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/qu%C3%A9-debes-de-saber-acerca-de-la-agricultura-vertical/>
- ZAAR, M. H. (15 de Octubre de 2011). *Agricultura urbana: algunas reflexiones sobre su origen y expansión*. Obtenido de Biblio 3W. Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales. [En línea]. Barcelona: Universidad de Barcelona: <http://www.ub.es/geocrit/b3w-944.htm>

Índice de infografías

- Infografía 01 (pág.17)** **Evolución de la agricultura.** Elaborado por la autora con datos del libro Historia de la Agricultura por Mikael Eskelner, Martin Bakers y Tobías Lanslor.
- Infografía 02 (pág.21)** **Sistema agroalimentario urbano.** Elaborado por la autora con datos del libro Agricultura Urbana por Graciela Arosemena
- Infografía 03 (pág.22)** **Sistemas y aplicaciones de agricultura vertical.** Elaborado por la autora.
- Infografía 04 (pág.45)** **Datos poblacionales del Censo 2010 de los corregimientos de Tocumen y La 24 de Diciembre.** Elaborado por autora con datos del Censo de Población y Vivienda de 2010.
- Infografía 05 (pág.87)** **Bosquejo de concepto arquitectónico.** Elaborado por la autora.
- Infografía 06 (pág.88)** **Zonificación de concepto arquitectónico.** Elaborado por la autora.

Índice de imágenes

- Imagen 01 (pág. 19)** Clasificación de la agricultura urbana. Elaborado por la autora
- Imagen 02 (pág 27)** Instalaciones de Philips GrowWise CityFarming Eindhoven | Países Bajos. Recuperado de https://cincodias.elpais.com/cincodias/2016/01/27/empresas/1453917538_935362.html
- Imagen 03 (pág 27)** Sistema de cultivo por hidroponía. Recuperado de <https://www.laestrella.com.pa/cafe-estrella/ciencia/220909/agricultura-ambiente-controlado-desarrollo-sostenible>
- Imagen 04 (pág 27)** Prototipo de una unidad de producción agrícola en ambiente controlado. Recuperado de <https://www.laestrella.com.pa/cafe-estrella/ciencia/220909/agricultura-ambiente-controlado-desarrollo-sostenible>
- Imagen 05(pág 28)** Cultivo de lechuga técnica hidropónica. <https://www.freshplaza.es/article/9396530/las-columnas-de-cultivo-regulan-la-temperatura-dentro-de-un-innovador-invernadero-sudafricano/>
- Imagen 06 (pág 28)** Invernadero de CAN- Agri. <https://www.freshplaza.es/article/9396530/las-columnas-de-cultivo-regulan-la-temperatura-dentro-de-un-innovador-invernadero-sudafricano/>
- Imagen 07 (pág 31)** Cultivo Hidropónico, España. Recuperado de <https://www.groho.es/post/crea-tu-propio-sistema-de-raiz-flotante-casero>
- Imagen 08 (pág 31)** Cultivo organopónico, México. Recuperado de <http://hidroponia.mx/como-hacer-un-huerto-organoponico-en-casa/>
- Imagen 09 (pág 31)** Cultivo aeropónico, México. Recuperado de <http://hidroponia.mx/torre-de-cultivo-aeroponica-conocela/>
- Imagen 10 (pág 31)** Diagrama de un sistema acuapónico, México. Recuperado de https://earth.org/data_visualization/aquaponics-a-solution-to-food-insecurity/
- Imagen 11 (pág 34)** Vista aérea de Equipamiento la Cité Maraîchère en Romainville. Recuperado de <https://www.archdaily.cl/cl/973613/equipamiento-la-cite-maraichere-en-romainville-ilimelgo>
- Imagen 12 (pág 34)** Captación de iluminación natural para el desarrollo de cultivos basándose en una arquitectura bioclimática. Recuperado de <https://www.archdaily.cl/cl/973613/equipamiento-la-cite-maraichere-en-romainville-ilimelgo>
- Imagen 13 (pág 34)** Planta arquitectónica de Equipamiento la Cité Maraîchère en Romainville, área de producción de cultivos. Recuperado de <https://www.archdaily.cl/cl/973613/equipamiento-la-cite-maraichere-en-romainville-ilimelgo>

Imagen 14 (pág 35)	'Laboratorio de Agricultura Urbana' en Chihuahua, México. Recuperado de "https://www.archdaily.cl/cl/925919/transversal-arquitectura-paisaje-urbanismo-crea-laboratorio-de-agricultura-urbana-en-chihuahua-mexico"
Imagen 15 (pág 35)	Sistema de cultivo acuapónico en el 'Laboratorio de Agricultura Urbana' en Chihuahua, México. Recuperado de "https://www.archdaily.cl/cl/925919/transversal-arquitectura-paisaje-urbanismo-crea-laboratorio-de-agricultura-urbana-en-chihuahua-mexico"
Imagen 16 (pág 36)	El concepto de granja de Precht combina casas modulares con granjas verticales. Recuperado de https://www.dezeen.com/2019/02/22/precht-farmhouse-modular-vertical-farms/
Imagen 17 (pág 37)	Sky Greens. Recuperado de https://desis.osu.edu/seniorthesis/index.php/2020/09/13/sky-greens-farm-towers/
Imagen 18 (pág 62)	Envases Universales Ball Panamá. Recuperado de https://www.plp.com.pa/es/nuestros-clientes
Imagen 19 (pág 62)	Zona residencial. Recuperado de Street view, Google maps. https://www.google.com/maps/?hl=es
Imagen 20 (pág 62)	Parque Logístico Panamá. Recuperado de https://www.plp.com.pa/
Imagen 21 (pág 62)	Centro De Salud Chase Kiwanis - 24 de Diciembre. Recuperado de Google maps. https://www.google.com/maps/?hl=es
Imagen 22 (pág 62)	Parroquia Espíritu Santo. Recuperado de Google maps. https://www.google.com/maps/?hl=es
Imagen 23 (pág 62)	Instituto Profesional y Técnico Jephtha B. Duncan. Recuperado de Google maps. https://www.google.com/maps/?hl=es
Imagen 24 (pág 67)	Mapa de acueducto proporcionado por el IDAAN. Recuperado de https://www.idaan.gob.pa/planos-de-acueducto-distrito-de-panama/
Imagen 25 (pág 67)	Subestación eléctrica 24 de diciembre. Recuperado de https://www.ensa.com.pa/galeria/subestaciones 67
Imagen 26 (pág 68)	Infraestructura y equipamiento de mobiliario urbano en el sitio. Elaborado por autora
Imagen 27 (pág 73)	Camino secundario de acceso al terreno. Elaborado por autora
Imagen 28 (pág 73)	Vegetación de hoja perenne existente. Elaborado por autora
Imagen 29 (pág 73)	Rastrojos y arbustos existente. Elaborado por autora
Imagen 30 (pág 73)	Suelo existente. Elaborado por autora
Imagen 31 (Pág. 113)	Vista exterior de plaza central secundaria, con entrada peatonal. Elaborado por autora
Imagen 32 (pág 114)	Vista exterior de edificio de mercado. Elaborado por autora

Imagen 33 (pág 115)	Vista exterior de área de estacionamientos y llegada de carga y descarga. Elaborado por autora
Imagen 34 (pág 116)	Vista exterior de plaza central, jardines centrales y caminerías de conexión entre edificios. Elaborado por autora
Imagen 35 (117)	Vista exterior de plaza central, jardines centrales y caminerías de conexión entre edificios. Elaborado por autora
Imagen 36 (pág 118)	Vista exterior de área de estacionamientos y llegada vehicular. Elaborado por autora
Imagen 37 (pág 119)	Vista exterior de plaza central, jardines centrales y caminerías de conexión entre edificios. Elaborado por autora
Imagen 38 (pág 120)	Vista de cultivos organopónicos en planta baja en edificio de producción. Elaborado por autora
Imagen 39 (pág 121)	Vista de cultivos hidropónicos con asistencia de luces LED en edificio de producción. Elaborado por autora
Imagen 40 (pág 122)	Oficinas en edificio de producción. Elaborado por autora
Imagen 41 (pág 123)	Área de preparación de alimentos para distribución a mercado y externos. Elaborado por autora
Imagen 42 (pág 124)	Cultivos organoponicos en azotea. Elaborado por autora
Imagen 43 (pág 125)	Vista de área de mercado. Elaborado por autora
Imagen 44 (pág 126)	Cafetería y zona de esparcimiento en mercado. Elaborado por autora
Imagen 45 (pág 127)	Espacio de biblioteca y área de estudio abierto. Elaborado por autora
Imagen 46 (pág 128)	Espacio de biblioteca y área de estudio abierto. Elaborado por autora
Imagen 47 (pág 129)	Salón de cursos. Elaborado por autora
Imagen 48 (pág 130)	Auditorio. Elaborado por autora
Imagen 49 (pág 131)	Laboratorio de aprendizaje. Elaborado por autora
Imagen 50 (pág 132)	Laboratorio de aprendizaje. Elaborado por autora

Índice de mapas

Mapa 01 (pág 41)	Distrito de Panamá. Elaborado por autora
Mapa 02 (pág 42)	Corregimiento de Tocumen. Elaborado por autora
Mapa 03 (pág 43)	Corregimiento de La 24 de Diciembre. Elaborado por autora.
Mapa 04 (pág 47)	Movilidad urbana de Los corregimientos de Tocumen y La 24 de Diciembre. Elaborado por autora.
Mapa 05 (pág 48)	Accesibilidad al transporte público de Los corregimientos de Tocumen y La 24 de Diciembre. Elaborado por autora.
Mapa 06 (pág 49)	Equipamiento urbano, centros comerciales de Los corregimientos de Tocumen y La 24 de Diciembre. Elaborado por autora.
Mapa 07 (pág 50)	Instalaciones de salud de Los corregimientos de Tocumen y La 24 de Diciembre. Elaborado por autora.
Mapa 08 (pág 53)	Densidad de población de Los corregimientos de Tocumen y La 24 de Diciembre. Recuperado de https://dpu.mupa.gob.pa/wp-content/uploads/2017/06/Mapa-No.-14-Distribucion-Espacial-de-la-Poblacion-y-Lugares-Poblados.pdf
Mapa 09 (pág 54)	Uso actual de suelo de los Corregimientos de Tocumen y la 24 de diciembre. Recuperado de https://dpu.mupa.gob.pa/wp-content/uploads/2017/06/Mapa-No.-7-Uso-de-Suelo-Actual-Ampliacion.pdf
Mapa 10 (pág 57)	Selección del sitio. Elaborado por autora.
Mapa 11 (pág 58)	Selección del sitio. alternativa #1. Elaborado por autora.
Mapa 12 (pág 59)	Selección del sitio, alternativa #2. Elaborado por autora.
Mapa 13 (pág 61)	Localización regional de terreno escogido. Elaborado por autora.
Mapa 14 (pág 63)	Usos de suelo del terreno escogido y su entorno. Elaborado por autora.
Mapa 15 (pág 69)	Dimensiones del terreno. Elaborado por autora
Mapa 16 (pág 70)	Topografía del terreno. Elaborado por autora
Mapa 17 (pág 71)	Orientación y análisis climático. Elaborado por autora.
Mapa 18 (pág 72)	Escoorrentías pluviales. Elaborado por autora

Infografía de tablas

Tabla 01 (pág. 44)	Incidencia de pobreza en los corregimientos de Tocumen y La 24 de Diciembre. . Elaborado por autora con datos del Censo de Población y Vivienda de 2010.
Tabla 02 (pág. 46)	Cuadros Proyecciones de Población para los corregimientos de Tocumen y La 24 de Diciembre. Elaborado por autora con datos de Planes parciales de ordenamiento territorial para los Corregimientos de Tocumen, 24 de Diciembre y Las Mañanitas.
Tabla 03 (pág. 51)	Instalaciones educativas de Los corregimientos de Tocumen y La 24 de Diciembre. Elaborado por autora.
Tabla 04 (pág. 60)	Criterios de selección de terreno. Elaborado por autora.
Tabla 05 (pág. 64)	Cuadro de norma de uso de suelo C2. Elaborado por autora con datos de https://www.miviot.gob.pa/viceot/dgz/normas-de-zonifica-para-ciudad-de-panama.pdf
Tabla 06 (pág. 66)	Norma de uso de suelo IL Elaborado por autora con datos de https://www.miviot.gob.pa/viceot/dgz/normas-de-zonifica-para-ciudad-de-panama.pdf
Tabla 07 (pág. 134)	Cuadro de costo de terreno. Elaborado por autora
Tabla 08 (pág. 134)	Cuadro de costos preliminares. Elaborado por autora
Tabla 09 (pág. 135)	Costos directos – Edificio de producción. Elaborado por autora
Tabla 10 (pág. 136)	Costos directos – Mercado. Elaborado por autora
Tabla 11 (pág. 137)	Costos directos – Aprendizaje. Elaborado por autora
Tabla 12 (pág. 137)	Costos directos – Áreas comunes. Elaborado por autora
Tabla 13 (pág. 138)	Total de costos de construcción. Elaborado pro autora
Tabla 14 (pág. 138)	Costos directos equipamiento. Elaborado pro autora
Tabla 15 (pág. 138)	Costos directos mobiliario. Elaborado pro autora
Tabla 16 (pág. 138)	Total de costos directos. Elaborado pro autora
Tabla 17 (pág. 139)	Costos indirectos. Elaborado por autora
Tabla 18 (pág. 139)	Total aproximado del costo del proyecto. Elaborado por autora

Anexos

Sistemas hidropónicos



Tipos de sistemas hidropónicos



FLUJO Y REFLUJO



AEROPONIA



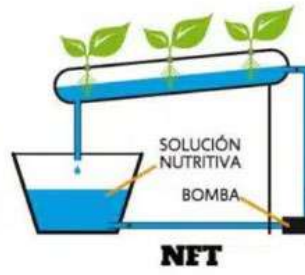
RAÍZ FLOTANTE



GOTEO



MECHA



NFT

Para más información sobre la hidroponia, consulta: www.generacionverde.mx

Vegetación propuesta

Árboles	
	Nombre: Lluvia de oro Nombre científico: <i>Cassia fistula</i> Características: El árbol lluvia de oro es un árbol de tamaño mediano, crece desde los 10 hasta los 20 metros de altura de manera muy rápida. La lluvia de oro se utiliza en gran medida como una planta ornamental en las áreas tropicales y sub-tropicales. Florece a finales de primavera. La floración es se da en gran medida, con árboles que se cubren con flores amarillas
	Nombre: Guayacán Nombre científico: <i>Guaiacum officinale</i> Características: árboles frondosos de gran beldad, poseen una copa ancha que provee de buna sombra, ramas largas y con frecuentes divisiones y flores coloridas, esta especie llegan a alcázar los 12 metros de altura y un diámetro en su tronco de aproximadamente 70 centímetros.
	Nombre: Crespón Nombre científico: <i>Lagerstroemia indica</i> Características: Árbol pequeño o arbusto grande caducifolio de copa redondeada. Puede alcanzar hasta 10 m. de alto y 1-2 m. de copa. Presenta uno o múltiples ejes. Sistema radicular oblicuo con raíces laterales iguales o fasciculadas, no invasoras. Especie de crecimiento rápido y longevidad media.
	Nombre: Nazareno Jaracanda Nombre científico: <i>Jacaranda caucana</i> Características: Es un árbol de tamaño medio, de unos 25 metros de altura. Es ornamental, aunque algunas fuentes dicen que tiene propiedades medicinales en su corteza.
	Nombre: Palma real Nombre científico: <i>Roystonea regia</i> Características: Planta ornamental y para construcción, de 50 a 70 pies de alto con hojas pinnadas de pecíolos cortos. Las flores se desarrollan a partir de brotes formados en el tronco y debajo de las hojas.

	Nombre: Flamboyan Nombre científico: Delonix regia Características: Es uno de los árboles más coloridos del mundo por sus flores rojas, anaranjadas, y por su follaje verde brillante puede llegar a medir hasta 12 m. En América Tropical se considera como especie exótica ornamental, por lo que tiene una distribución amplia.
	Nombre: Ixoras Nombre científico: <i>Ixora coccinea</i> Características: Es un pequeño arbusto con numerosas flores de pequeño tamaño que permanecen formando umbelas compuestas durante casi todo el año. Es originaria de Asia, específicamente del sur de la India y de Sri Lanka y es muy empleada en jardinería.
	Nombre: Dianella tasmanica Nombre científico: Dianella tasmanica Características: Planta herbacea con hojas acintadas con bandas en color crema, duras al tacto, con flores en forma de estrellas.
	Nombre: Duranta Nombre científico: <i>duranta erecta</i> Características: La duranta es un arbusto de hoja perenne, apreciados por su floración y su aspecto. Esta especie posee ramas arqueadas y vigorosas, algunas con espinas largas, hojas verdes medio y flores en ramilletes semipéndulos de color lila, que suelen atraer a gran cantidad de abejorros.

	Nombre: <i>Alternanthera</i> Nombre científico: <i>Alternanthera brasiliana 'Madiba'</i> Características: Cultivo en maceta o como planta tapizante.
	Nombre: <i>Sansevieria</i> Nombre científico: <i>Sansevieria trifasciata</i> Prai Características: Planta perenne rizomatosa, perennifolia y acaule. La altura que va de 0,45 a 1,2 m. Presenta una roseta compuesta de unas 5 hojas lanceoladas, acuminadas, rígidas, carnosas, erguidas y de hasta 1,2 m de longitud, con bandas horizontales y de color verde y amarillo.
	Nombre: Helechos Nombre científico: Pteridophyta Características: Los helechos son una de las plantas más utilizadas en la decoración. Son muy vistosos, con hojas grandes y frondosas, y dan una sensación de frescor a cualquier ambiente.

PERSONA EN SILLA DE RUEDAS

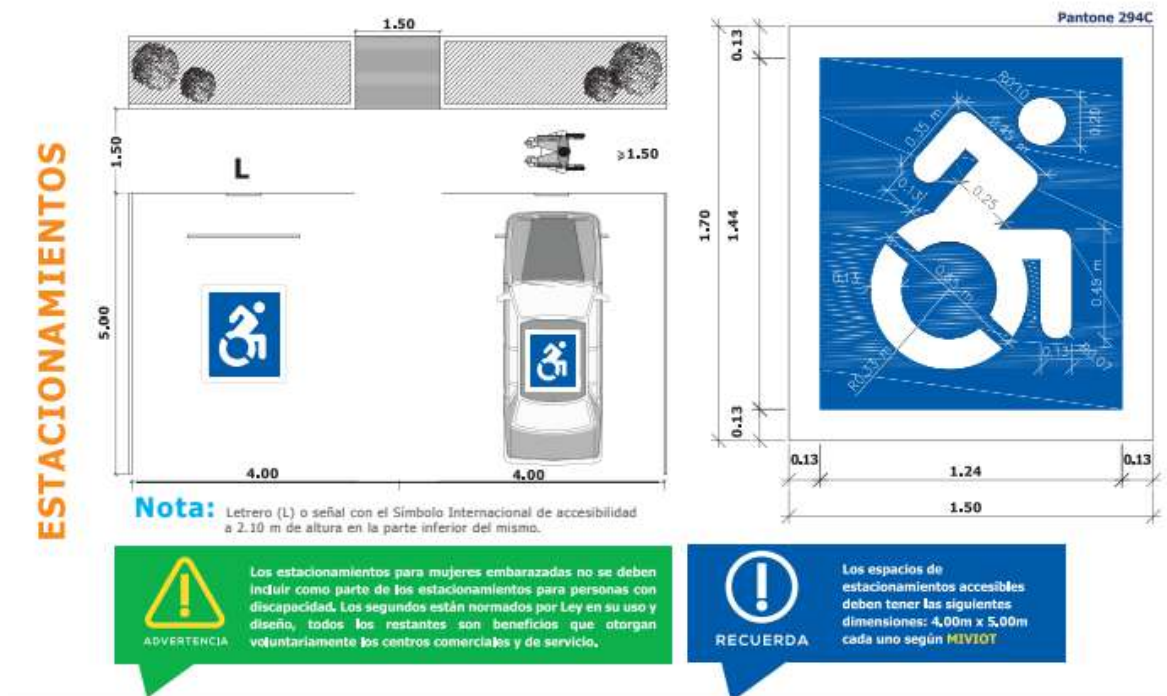
POSICIÓN DINÁMICA

ADVERTENCIA

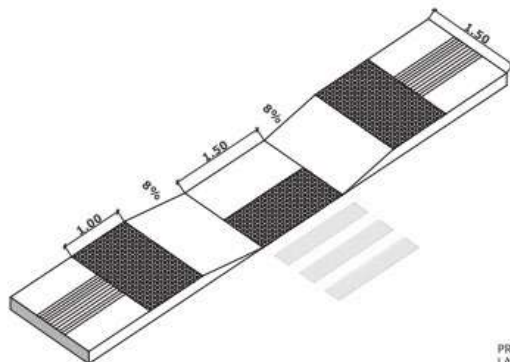
El alcance es fundamental, todo debe ser accesible. Las medidas son importantes para observar lo que se tiene por delante con facilidad.

RECUERDA

- Al diseñar espacios arquitectónicos, urbanísticos se puede presentar diferentes tipos y especificaciones para sillas de ruedas
- El espacio de los giros debe contemplarse para que sea funcional el diseño arquitectónico y urbano.



VADOS PEATONALES



REPRESENTACIÓN VADOS MIXTOS



RECUERDA

Los vados deben tener planos inclinados con una pendiente longitudinal máxima del 8%, una pendiente transversal no superior al 2%, sin desnivel entre acera y calle en la zona donde se produce el cruce de los peatones (resalte máximo 2cm) y con una anchura mínima de paso de 1,80 m.



ADVERTENCIA

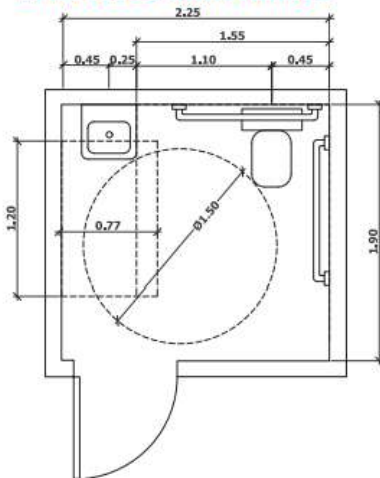
No se recomiendan los vados en esquina ya que pueden inducir a las personas ciegas a cruzar la calle en diagonal, provocándoles peligro y desorientación. Los vados para vehículos deben garantizar la continuidad de la circulación peatonal.



REPRESENTACIÓN VADOS SIMPLES

VIVIENDA Y EDIFICIOS DE APARTAMENTOS

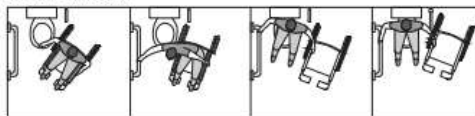
SERVICIOS SANITARIOS



RECUERDA

Los interruptores deberán estar a una altura de 1.20 m y Tomacorrientes deberán estar a una altura de 0.40 m

TRANSFERENCIA LATERAL DERECHA



FRONTAL



OBLICUO IZQUIERDA

