



UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE ARQUITECTURA
ESCUELA DE ARQUITECTURA

Trabajo de Graduación para optar por el título de Licenciado en Arquitectura

**Diseño arquitectónico sostenible de una Villa Universitaria
ubicada en el corregimiento de Betania, Provincia de Panamá.**

REALIZADO POR:

YAN JULIO PIMENTEL SALDAÑA

4-764-552

PROFESOR ASESOR: MARCOS PEÑARANDA

Panamá, 2024

JURADO EXAMINADOR

Trabajo de Graduación titulado **Diseño arquitectónico sostenible de Una Villa Universitaria ubicada en el corregimiento de Betania, Provincia de Panamá**, para optar por el título de Licenciatura en Arquitectura.

Estudiante: Yan Pimentel

Profesor Principal: Marcos Peñaranda. Firma: _____

Profesor Jurado N° 2: Nombre Firma: _____

Profesor Jurado N° 3: Nombre Firma: _____

DEDICATORIA

Este trabajo de grado es dedicado a mis padres, ya que fueron los pilares más importantes a través de mi vida universitaria: mi padre Lionel Pimentel quien me enseñó, desde un inicio, la importancia del trabajo en grupo y el saber aprovechar las oportunidades que se presentan en la vida. A mi madre Itsenia Saldaña, quien me ayudó a fortalecerme en los momentos más difíciles de mi vida y me orientó a encontrar soluciones aun cuando las cosas no estaban a mi favor.

AGRADECIMIENTO

A mis profesores de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad de Panamá, por sus consejos, enseñanzas y retos durante mi paso por esta facultad y por quienes ahora puedo defenderme en la aventura llamada vida. Gracias a ellos este trabajo, este reto, fue logrado.

Al Arquitecto Bernardo Sánchez, al Ingeniero Gustavo Fernández y al Ingeniero Milton por ayudarme en las últimas etapas del diseño del proyecto ya que aportaron su granito de arena para que todo esto fuera posible.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTO.....	II
ÍNDICE GENERAL	III
INDICE DE IMÁGENES	VI
ÍNDICE DE PLANOS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
INTRODUCCIÓN	9

ÍNDICE GENERAL

CAPITULO 1. PRESENTACIÓN DEL TEMA	11
1.1. ANTECEDENTES	12
1.2. Planteamiento del problema.....	15
1.3. Objetivos	17
1.3.1. Objetivos General	17
1.3.2. Objetivos Específico	17
1.4. Alcances.....	18
1.5. Limitaciones	19
1.6. Justificación.....	20
1.7. Metodología de la investigación	¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....	21
2.1. ¿Qué es la arquitectura sostenible?	¡Error! Marcador no definido.
2.1.1. Objetivos de la arquitectura sostenible	32
2.1.2. Ventajas y desventajas de las construcciones sostenibles.	33
2.1.3. Estrategias para una arquitectura sostenible	34

2.2.	Cambio climático	37
2.2.1.	Efectos del cambio climático en Panamá.....	40
2.2.2.	Estrategias para mitigar los efectos del cambio climático	41
2.2.3.	El clima promedio en Panamá.....	43
2.3.	Villas Universitarias	¡Error! Marcador no definido.
2.3.1.	<i>Villas universitarias en Panamá</i>	¡Error! Marcador no definido.
2.4.	Materiales sostenibles.....	54
2.4.1.	Materiales más utilizados en la construcción.....	55
2.5.	Marco Normativo	60
2.5.1.	REGLAMENTACIÓN NACIONAL.....	60
2.5.2.	ACUERDOS INTERNACIONALES.....	60
2.6.	Referencias de villas universitarias a nivel internacional.....	63
CAPITULO 3. ANÁLISIS DEL SITIO		81
3.1.	Localización y contexto urbano	82
3.2.	Selección del terreno.....	83
3.3.	Descripción y análisis del sitio.....	84
3.3.1.	Forma y dimensionamiento	84
3.3.2.	Orientación del terreno	84
3.3.3.	Topografía	85
3.3.4.	Uso de suelo.....	87
3.3.5.	Vías de acceso	88
3.3.6.	Transporte	89
3.3.7.	Vegetación.....	90
3.3.8.	Normas de desarrollo urbano	91
3.3.9.	Infraestructuras públicas existentes.....	93

CAPITULO 4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO ARQUITECTÓNICO	94
4.1. Descripción General.....	95
4.1.1. Criterios de Diseño	95
4.1.2. Programa arquitectónico.....	98
4.1.3. Proceso de diseño	101
4.1.4. Diagrama de flujo de los espacios	102
4.1.5. Descripción de áreas y relación de actividades	103
4.1.6. Composición arquitectónica.....	104
4.2. Descripción de los sistemas constructivos para aplicar	104
4.3. Concepto de diseño	115
CAPITULO 5. ESTUDIOS DE COSTOS DEL PROYECTO	159
5.1. Costos del proyecto.....	160
5.1.1. Costos directos	160
5.1.2. Costos indirectos	161
5.1.3. Sistemas Especiales.....	163
5.2. Resumen de los costos	164
CONCLUSIÓN	169
RECOMENDACIONES	170
REFERENCIAS.....	171
ANEXOS	173

INDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Pabellón Suizo (Paris, Francia).	14
Imagen 2. Arquitectura sostenible: ventilación y climatización. ¡Error! Marcador no definido.	
Imagen 3. Diseño solar para viviendas. ¡Error! Marcador no definido.	
Imagen 4. Edificios sostenibles: el futuro de la arquitectura y el urbanismo. . ¡Error! Marcador no definido.	
Imagen 5. SOM se suma a la arquitectura sostenible con edificio en NY. ¡Error! Marcador no definido.	
Imagen 6. Precipitación de lluvia mensual promedio.	44
Imagen 7. Niveles de comodidad de la humedad.....	44
Imagen 8. Energía solar de onda corta incidente diario promedio.	45
Imagen 9. Nueva residencia universitaria en Portugal. ¡Error! Marcador no definido.	
Imagen 10. Alojamiento Estudiantil en la Ciudad del Saber. ¡Error! Marcador no definido.	
Imagen 11. Materiales de construcción sostenible.....	54
Imagen 12. Pinturas ecológicas, 100% sostenibles.	57
Imagen 13. Casas con madera sostenible.	58
Imagen 14. Complejo de residencias universitarias UNL-ATE / Universidad Nacional de Litoral.	63
Imagen 15. Planta Arquitectónica Complejo de residencias universitarias UNL-ATE. ¡Error! Marcador no definido.	
Imagen 16. Sección transversal de Complejo de residencias universitarias UNL-ATE. ¡Error! Marcador no definido.	
Imagen 17. Fachada frontal Residencia Universitaria Uneatlántico.....	66
Imagen 18. Planta Arquitectónica de Residencia Universitaria Uneatlántico.	67
Imagen 19. Eco-ciudad (Montecorvo- La Rioja, España) / MVRDV.....	68
Imagen 20. Residencia Universitaria en Sevilla / Donaire Arquitectos + SSW Arquitectos.....	69

Imagen 21. Planta baja Residencia Universitaria. Fuente: www.archdaily.com ¡Error!

Marcador no definido.

<i>Imagen 22. Parque de Betania.</i>	<i>82</i>
<i>Imagen 23. foto del terreno.</i>	<i>83</i>
<i>Imagen 24. Forma y dimensionamiento del terreno.</i>	<i>84</i>
<i>Imagen 25. Orientación del terreno.</i>	<i>85</i>
<i>Imagen 26. Topografía del terreno.</i>	<i>86</i>
<i>Imagen 27. Uso de suelo alrededor del terreno.</i>	<i>87</i>
<i>Imagen 28. Vías de acceso.</i>	<i>88</i>
<i>Imagen 29. Transporte.</i>	<i>89</i>
<i>Imagen 30. Vegetación del terreno propuesto.</i>	<i>90</i>
<i>Imagen 31. Betania pasado, presente y futuro.</i>	<i>91</i>
<i>Imagen 32. Componentes de criterios de diseño.</i>	<i>97</i>
<i>Imagen 33. Proceso de diseño.</i>	<i>101</i>
<i>Imagen 34. Diagrama de flujo de espacios.</i>	<i>102</i>
<i>Imagen 35. Techos verdes instalados en vivienda.</i>	<i>106</i>
<i>Imagen 36. Zapata corrida.</i>	<i>107</i>
<i>Imagen 37. Columnas y Vigas Prefabricadas.</i>	<i>108</i>
<i>Imagen 38. Fachada con sistema araña (spider).</i>	<i>109</i>
<i>Imagen 39. Colocación de aislante entre muros.</i>	<i>110</i>
<i>Imagen 40. Celosías decorativas</i>	<i>112</i>
<i>Imagen 41. Louvers.</i>	<i>114</i>
<i>Imagen 42. Vista Edificio Principal.</i>	<i>137</i>
<i>Imagen 43. Vista Edificio Principal.</i>	<i>138</i>
<i>Imagen 44. Vista Jardín Interno Edificio Principal.</i>	<i>139</i>
<i>Imagen 45. Vista Patio Interno Edificio Principal.</i>	<i>140</i>
<i>Imagen 46. Vista Aéreas Comunes.</i>	<i>141</i>
<i>Imagen 47. Vista Biblioteca.</i>	<i>142</i>
<i>Imagen 48. Vista de Biblioteca.</i>	<i>143</i>
<i>Imagen 49. Vista Interna de Biblioteca.</i>	<i>144</i>
<i>Imagen 50. Vista de Edificio Apartamentos.</i>	<i>145</i>

Imagen 51. Vista Edificio Apartamentos.....	146
Imagen 52. Vista Edificio Apartamentos.....	147
Imagen 53. Recolección de agua de lluvia.....	149
Imagen 54. Recolección de agua de lluvia.....	152
Imagen 55. Paneles Solares	156
Imagen 56. sistema de videovigilancia CCTV. I	163

ÍNDICE DE PLANOS

Plano 1. Planta de localización General.....	116
Plano 2. Planta Arquitectónica de Estacionamientos.	117
Plano 3. Planta Arquitectónica Edificio Principal	118
Plano 4. Planta Arquitectónica Biblioteca.....	120
Plano 5. Planta Arquitectónica Apartamento Modelo 1.	122
Plano 6. Planta Arquitectónica Apartamento Modelo 2.	123
Plano 7. Planta Arquitectónica Conjunto de Apartamentos.....	124
Plano 8. Planta Arquitectónica Conjunto de Apartamentos Nivel 200.	125
Plano 9. Elevación Frontal y Posterior Edificio Principal.	127
Plano 10. Elevación Lateral Izquierda y Lateral Derecha Edificio Principal.....	128
Plano 11. Elevación Frontal Y Elevación Lateral Derecha Biblioteca.....	129
Plano 12. Elevación Lateral Izquierda Y Elevación Posterior Biblioteca.	130
Plano 13. Elevación frontal y Posterior Edificio Apartamentos.....	131
Plano 14. Elevación Lateral izquierda y Elevación Lateral Derecha Apartamentos.	132
Plano 15. Secciones Edificio Principal.	133
Plano 16. Secciones Biblioteca.	134
Plano 17. Sección Transversal Apartamentos.....	135
Plano 18. Sección Longitudinal Apartamentos.	136

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos del clima de Panamá. Fuente: Creada por el autor.....	43
Tabla 2. Norma de desarrollo urbano IC2. Fuente: MIVIOT.....	92
Tabla 3. Resumen de los costos. Fuente: Elaborado por el autor.....	164

INTRODUCCIÓN

En los últimos diez años se ha experimentado un incremento en el sistema educativo universitario en la ciudad de Panamá, reflejándose esto en el aumento significativo de estudiantes que acuden a las universidades en la ciudad capital. Todo este crecimiento genera una fuerte demanda de servicios de alojamiento, alimentación y comercio de bienes académicos, estos alojamientos se ubican muy cerca o alejados a los campus universitarios. En tal sentido, la necesidad de contar con un servicio de hospedaje adecuado y próximo al centro de estudios se ve insatisfecha, pues las viviendas, casas de algún familiar o cuartos de alquiler disponibles se ubican en distritos alejados de la universidad, lo que se traduce en una elevada inversión de tiempo y dinero para trasladarse desde la vivienda hasta el centro de estudios; además, estos espacios no ofrecen adecuaciones necesarias y básicas que le permitan al estudiante tener una óptima formación profesional.

Una villa universitaria es un centro que proporciona hospedajes a jóvenes estudiantes. Frecuentemente el centro se encuentra integrado o adscrito a una universidad, pero también existen residencias independientes de las universidades. Normalmente están situadas en los propios campus o en sus inmediaciones. En general, suelen ofrecer una serie de servicios tales como, el alojamiento y la manutención hasta lavandería y biblioteca. Cuando las villas universitarias ofrecen actividades culturales, académicas, religiosas o deportivas, además de alojamiento y manutención, se denominan colegios mayores.

La ubicación de esta propuesta se dará en la ciudad de Panamá, específicamente en el corregimiento de Betania debido a su ubicación estratégica la cual beneficiara a miles de estudiantes de la ciudad y de las otras provincias del país que igual carecen de estas necesidades.

El contenido de este proyecto de tesis de grado se desarrollará a través de cinco capítulos, los cuales detallaremos a continuación:

Capítulo 1: Presentación del tema, consiste en la explicación a fondo del origen de esta iniciativa de crear una villa universitaria sostenible para estudiantes en el corregimiento de Betania.

- **Capítulo 2:** Marco teórico, se explicarán los términos técnicos, conceptos y teorías relacionadas al tema de estudio que permiten su comprensión para el desarrollo de este proyecto.

- **Capítulo 3:** Análisis del sitio, en esta sección se analizará el entorno en donde se situará el proyecto, tomando en cuenta sus aspectos generales y físicos.

- **Capítulo 4:** Propuesta y Diseño Arquitectónico, consiste en la elaboración de los planos sobre la villa universitaria sostenible ubicada en el corregimiento de Betania, representando plantas arquitectónicas, secciones, elevaciones y la representación 3D.

- **Capítulo 5:** Costos y Financiamiento: expondrá todo lo concerniente a los costos directos, indirectos y de sistemas especiales que están involucrados en el proceso de diseño, construcción y equipamiento de la villa universitaria.

CAPITULO 1. PRESENTACIÓN DEL TEMA

1.1. ANTECEDENTES

Orígenes y Evolución Histórica

Las residencias universitarias tienen sus raíces en la vida monástica medieval, donde se buscaba un entorno de aislamiento y estudio. Estas comunidades monásticas evolucionaron hacia instituciones educativas que ofrecían alojamiento a estudiantes y profesores, facilitando una convivencia que promovía el aprendizaje y la formación integral. Este modelo se consolidó en universidades europeas como Bolonia y París durante la Edad Media (Torres, 2005).

En Inglaterra, universidades como Oxford y Cambridge desarrollaron el “**sistema de colleges**”, donde estudiantes y docentes residían y trabajaban en un mismo espacio, fortaleciendo la comunidad académica. Este enfoque integraba la vida académica y residencial, creando un ambiente propicio para el desarrollo intelectual y personal (Universitat Politècnica de València [UPV], 2014).

La evolución de la vivienda estudiantil moderna comenzó a principios del siglo XX, en medio de la rápida urbanización y el auge del Modernismo. Arquitectos influenciados por la industrialización y las nuevas tecnologías buscaron diseñar espacios habitables más eficientes y funcionales. El **Pabellón Suizo** de Le Corbusier (1933) en la **Cité Universitaire de París** se convirtió en un ejemplo seminal de vivienda para estudiantes modernista temprana (ArchDaily, 2023).

Arquitectura y Diseño

La arquitectura de las residencias universitarias ha variado según el contexto histórico y geográfico. Inicialmente, se inspiraron en monasterios, con claustros y patios centrales que fomentaban la reflexión y el estudio. Con el tiempo, especialmente durante el Movimiento Moderno del siglo XX, se adoptaron diseños

más funcionales y menos ornamentados, priorizando la eficiencia y la integración con el entorno urbano (UPV, 2014).

En la actualidad, las residencias universitarias buscan adaptarse a las necesidades cambiantes de los estudiantes, incorporando espacios comunes, áreas de estudio colaborativo y servicios que fomenten la vida en comunidad. La sostenibilidad y la eficiencia energética también se han convertido en aspectos centrales en el diseño de estas edificaciones (ArchDaily, 2023).

Ejemplos Destacados

1. Pabellón Suizo en París

Diseñado por Le Corbusier entre 1931 y 1933, este edificio en la Ciudad Internacional Universitaria de París es emblemático del racionalismo arquitectónico. Incorpora los "5 puntos" de la arquitectura moderna propuestos por Le Corbusier, como los pilotis (pilares) y la fachada libre (Wikipedia, 2023).

2. Maison du Brésil en París

Diseñada por Lúcio Costa y Le Corbusier en 1959, esta residencia universitaria ubicada en la Ciudad Internacional Universitaria de París ofrece vivienda a investigadores y estudiantes brasileños, destacando por su diseño que combina funcionalidad y estética moderna (Wikipedia, 2023).

3. Baker House en el MIT, Estados Unidos

Este edificio, diseñado por Alvar Aalto entre 1947 y 1948, alberga dormitorios mixtos en el Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT). Su diseño distintivo en forma ondulada permite que la mayoría de las habitaciones tengan vistas al río Charles (Wikipedia, 2023).

4. Kresge College en la Universidad de California, Santa Cruz

Diseñado por Charles Willard Moore entre 1972 y 1974, este complejo está formado por edificios colocados irregularmente, formando un pequeño "pueblo" que refleja las ideas y formas de hacer arquitectura del arquitecto (Wikipedia, 2023).

5. Peabody Terrace en la Universidad de Harvard, Estados Unidos

Este complejo de viviendas para estudiantes graduados, diseñado en estilo brutalista y construido en 1964, consta de tres torres interiores de 22 pisos y ha sido descrito como "amado por los arquitectos y disgustado por casi todos los demás" (Wikipedia, 2023).



Imagen 1. Pabellón Suizo (Paris, Francia). Fuente: <https://www.disenoyarquitectura.net/2010/11/pabellon-suizo-de-le-corbusier-y-pierre.html>

1.2. Planteamiento del problema

Debido a la centralización de los servicios públicos en la capital, respecto al resto del país, la educación superior es más completa y de mejor calidad, brindando a los alumnos más opciones de estudio que en el interior del país. Sin embargo, esto genera la problemática del desplazamiento de los estudiantes que terminan sus estudios medios y se desplazan de las distintas provincias del país hacia la urbe metropolitana en busca de un futuro mejor.

Uno de los principales problemas urbanos es que la ciudad no cuenta con espacios destinados exclusivamente para el albergue de los estudiantes universitarios, talleres de informática, salones de estudios, lavanderías, locales comerciales, supermercado, áreas deportivas y recreativas para el desarrollo físico y mental del estudiante.

Estas viviendas temporales que son viviendas alquiladas y/o hospedajes ofrecen espacios reducidos, déficit de confort, falta de espacios para servicios; estas habitaciones resultan herméticas y no son flexibles para el tipo de estudiante universitario, que se renueva cada cierto tiempo o ciclo académico.

De esta forma se puede observar que las habitaciones solo cuentan con áreas para dormir y no con espacios para estudiar, socializar con otros estudiantes, ya que estos elementos son parte importante del desarrollo universitario. En estos ambientes se intercambian experiencias y se aprende de las mismas, por ello deben considerarse los lugares para otros servicios que complementen el aprendizaje y sitios libres para actividades de interrelación multicultural. Como consecuencia de la falta de servicios en la residencia estudiantil, los estudiantes optan por regresar a la universidad y sus alrededores para acceder a estos servicios generando la informalidad y adaptación de usos en los alrededores de la casa de estudio.

¿Será posible presentar una propuesta acorde con la realidad del país que acoja el problema presente e imponga las bases para el futuro desde un enfoque de una Villa Universitaria Sostenible?

Con esta base, se indagará en los conceptos y contexto que se ofrecen dentro del proyecto y, de esta manera, que logre ser un ejemplo para los futuros desarrollos habitacionales en el país.

1.3. Objetivos

Los objetivos de este Trabajo de Grado se elaboraron para poder trazar una hoja de ruta en el proceso de investigación previa a la etapa de conceptualización arquitectónica de esta obra.

1.3.1. *Objetivos General*

Diseñar una Villa Universitaria sostenible en el corregimiento de Betania que contenga los espacios para el albergue, el estudio y la recreación de los estudiantes universitarios del todo el país.

1.3.2. *Objetivos Específico*

- **Recopilación de Información:**

Definir una propuesta de diseño con elementos arquitectónicos que permitan la integración del medio ambiente, para lograr una arquitectura sostenible con certificación LEED.

- **Procesamiento de la Información:**

Proponer un adecuado programa arquitectónico basado en el perfil de los estudiantes, sus objetivos futuros, necesidades y carencias, con el objetivo de mejorar su calidad de vida con infraestructura para su alojamiento y la recreación cultural.

- **Propuesta del Programa Arquitectónico:**

Proponer un adecuado programa arquitectónico basado en el perfil de los estudiantes, sus objetivos futuros, necesidades y carencias, con el objetivo de mejorar su calidad de vida con infraestructura para su alojamiento y la recreación cultural.

- **Diseño Arquitectónico:**

Desarrollar el diseño arquitectónico basado en los requerimientos y necesidades previamente identificados.

- **Fomento de la Socialización y el Estudio Personal:**

Fomentar la socialización y el estudio personal con adecuadas tipologías de espacios de interacción social que brinden a los estudiantes lugares donde poder desenvolverse.

1.4. Alcances

1. Utilizar este documento como manual de construcción sostenible para residencias universitarias.

2. Incentivar en la ciudad de Panamá el aumento de construcciones sostenibles para disminuir el impacto ambiental de los edificios sobre el medio ambiente.

3. Implementar la construcción de residencias universitarias en el interior de país, ya que ayudaría a incentivar el desarrollo de proyectos educativos a nivel nacional.

1.5. Limitaciones

Durante el proceso de investigación se encontraron algunas limitaciones que se presentarán a continuación:

1. Los proyectos de villas universitarias en la ciudad de Panamá son escasas por lo que reduce el campo de estudio de esta investigación.
2. La dificultad de obtener los datos catastrales y legales del terreno propuesto, por la posible restricción de privacidad en el manejo de datos que puede haber en las entidades competentes, debido a que no se tiene relación o vínculos con el o los propietarios del terreno.
3. Demora para seleccionar la información más adecuada obtenida a través de libros, artículos de revista y periodos, sitios web.

1.6. Justificación

Este estudio trata específicamente del desarrollo de una villa universitaria que cuente con espacios que servirán como alojamientos y lugares de actividades recreativas afines y complementarias, que permitan al estudiante acoplarse de manera más eficiente a la vida universitaria.

La residencia universitaria es un tipo de vivienda colectiva que se puede definir como un establecimiento que sustituye temporalmente algunos aspectos de la vida familiar. Su función principal es la de dar alojamiento, alimentación y otros servicios complementarios a estudiantes universitarios que no cuentan con vivienda en la ciudad.

Actualmente la ciudad de Panamá no cuenta con instalaciones para el alojamiento de estudiantes universitarios que provienen de lugares apartados de la ciudad y del interior del país, estudiantes que carecen de recursos para recibir una educación digna a nivel superior. El desarrollo del proyecto en el corregimiento de Betania debido a que, en esta zona se ubican varias universidades, por ende, la situación actual del hospedaje en la ciudad se ha encarecido demasiado lo que dificulta en muchas ocasiones, el pago del arriendo de muchos estudiantes, sin contar los problemas de movilización que existen ya que muchas personas viven en la periferia de la ciudad.

La importancia de contar con la ubicación del proyecto cerca de la ciudad de Panamá radica en ayudar a la población más necesitada a desarrollarse como futuros profesionales y buscar una adecuada convivencia y socialización con otros estudiantes.

CAPÍTULO 2. MARCO CONCEPTUAL

2.1. ¿Qué Son Unas Villas Universitarias?

Las **villas universitarias** son complejos residenciales diseñados específicamente para alojar a estudiantes, docentes e investigadores dentro o cerca de un campus universitario. Su arquitectura responde a criterios de habitabilidad, eficiencia espacial y sostenibilidad, garantizando un entorno adecuado para el estudio, la convivencia y el desarrollo personal (Martínez & Gómez, 2020). Estos espacios suelen organizarse en módulos o edificios que incluyen unidades de vivienda (habitaciones privadas o compartidas, apartamentos o casas), áreas comunes (salas de estudio, zonas de recreación y esparcimiento), y servicios esenciales (comedor, lavandería, transporte y seguridad).

En su diseño se prioriza la integración con el entorno natural y urbano, promoviendo el uso de materiales sostenibles, estrategias bioclimáticas y tecnologías inteligentes para optimizar el consumo de energía y recursos (Pérez, 2019). De acuerdo con la **Norma ISO 7730:2005**, que regula el confort térmico en edificaciones, estos espacios deben garantizar una temperatura óptima para los residentes, utilizando sistemas de ventilación natural y aislamiento térmico adecuados (International Organization for Standardization [ISO], 2005).



Imagen 2. Nueva residencia universitaria en Portugal. Fuente: <https://www.ejeprime.com/mercado/el-covid-19-vacia-las-residencias-de-estudiantes-94000-camas-sin-acabar-el-curso.html>

2.1.1 Impacto Social y Urbano de las Villas Universitarias

Desde una perspectiva social y urbana, las **villas universitarias** representan un componente clave en la planificación de ciudades académicas y centros de educación superior. Su diseño arquitectónico busca no solo atender las necesidades habitacionales de los estudiantes, sino también fomentar la interacción comunitaria, el bienestar y la accesibilidad (Rodríguez, 2021). En términos urbanos, estas villas pueden estar integradas dentro del campus universitario o ubicadas en zonas estratégicas de la ciudad, contribuyendo al desarrollo de corredores educativos y culturales.

A nivel arquitectónico, la organización espacial de las villas universitarias responde a modelos que favorecen la flexibilidad y la adaptabilidad, permitiendo una expansión o transformación según las demandas futuras de la comunidad estudiantil (González & Ramírez, 2018). Asimismo, su impacto en el entorno se evalúa a través de criterios de movilidad, sostenibilidad y calidad de vida, promoviendo la creación de espacios inclusivos y seguros para sus residentes. Según la **Norma LEED v4.1**, que certifica edificaciones sostenibles, estos complejos deben reducir la huella de carbono y mejorar la eficiencia en el uso de agua y energía (U.S. Green Building Council [USGBC], 2019).

2.2. Villas universitarias en Panamá

Villas Universitarias en Panamá: Opciones y Consideraciones Arquitectónicas

Las **villas universitarias** en Panamá son una solución clave para proporcionar alojamiento adecuado y accesible a estudiantes provenientes de diversas regiones del país. Estas residencias estudiantiles están diseñadas para facilitar el acceso a la educación superior y mejorar la calidad de vida de los estudiantes durante su formación académica. A continuación, se presentan algunas de las opciones más relevantes en el país.

1. Centros Estudiantiles del IFARHU

El **Instituto para la Formación y Aprovechamiento de Recursos Humanos (IFARHU)** administra varios centros estudiantiles en Panamá, los cuales están estratégicamente distribuidos en diferentes provincias para facilitar el acceso a la educación. Estos centros están diseñados para proporcionar un ambiente seguro y propicio para el desarrollo académico de los estudiantes. Algunos de los principales centros incluyen:

- **Centro Estudiantil Victoriano Lorenzo**, ubicado en la Urbanización El Prado, Vía Interamericana, Distrito de Penonomé, Provincia de Coclé (IFARHU, s.f.).
- **Centro Estudiantil Omar Torrijos Herrera**, en el Distrito de Donoso (IFARHU, s.f.).
- **Centro Estudiantil de Colón**, localizado en el Residencial José D. Bazán, Edificio No. 600, Provincia de Colón (IFARHU, s.f.).
- **Centro Estudiantil de Chiriquí**, situado en Campo Alegre, Carretera Interamericana, Distrito de David, Provincia de Chiriquí (IFARHU, s.f.).
- **Centro Estudiantil de La Palma**, en el Distrito La Palma, Provincia de Darién (IFARHU, s.f.).
- **Centro Estudiantil Sión A. Cohen**, localizado en Calle El Guayabo, Vía Circunvalación, Provincia de Herrera (IFARHU, s.f.).

- **Centro Estudiantil Las Palmitas**, situado en el Corregimiento Las Palmitas, Distrito de Las Tablas, Provincia de Los Santos (IFARHU, s.f.).
- **Centro Estudiantil de Veraguas**, en Calle Principal, Barriada La Hilda, Distrito de Santiago, Provincia de Veraguas (IFARHU, s.f.).

Estos centros proporcionan un entorno seguro y adecuado para los estudiantes, garantizando una mejor calidad de vida mientras cursan sus estudios universitarios (IFARHU, s.f.).

2. Residencias Estudiantiles de la Universidad Tecnológica de Panamá (UTP)

La **Universidad Tecnológica de Panamá (UTP)** ha desarrollado proyectos de **residencias estudiantiles** para atender la creciente demanda de alojamiento por parte de sus alumnos. Estas instalaciones han sido diseñadas bajo estándares arquitectónicos que garantizan comodidad, eficiencia energética y sostenibilidad (Construdata21, 2021).

3. Alojamiento para Estudiantes en la Ciudad de Panamá

En la **Ciudad de Panamá**, los estudiantes tienen acceso a diversas opciones de alojamiento, que incluyen **residencias universitarias, apartamentos compartidos y casas de familia**. Estas alternativas ofrecen ambientes propicios para el estudio y la convivencia, permitiendo a los estudiantes integrarse en la vida urbana de la capital (Gomfy, s.f.).

4. Consideraciones Arquitectónicas y Sostenibles

El diseño de las villas universitarias en Panamá responde a criterios de **habitabilidad, accesibilidad y eficiencia energética**. Según los principios de la arquitectura sostenible, estas residencias deben optimizar el uso de materiales, iluminación natural y ventilación para reducir su impacto ambiental (Domínguez & Soria, 2004). Adicionalmente, la implementación de estándares como la

certificación **LEED v4.1** permite evaluar el desempeño energético de estas construcciones (**U.S. Green Building Council, 2019**).

Uno de los dormitorios estudiantiles sostenibles más importantes en Panamá se encuentra ubicado en ciudad de saber, Ancón. Este alojamiento estudiantil cuenta con certificación LEED Platinum.

Los dormitorios de Ciudad del Saber en Panamá son parte de un complejo residencial destinado a alojar a estudiantes, investigadores, emprendedores y profesionales que participan en actividades relacionadas con la educación, la investigación científica, la innovación y el emprendimiento. Ciudad del Saber es un campus que alberga instituciones educativas, organizaciones de investigación, empresas tecnológicas y organizaciones internacionales, con el objetivo de fomentar el conocimiento, la creatividad y el desarrollo sostenible.

El diseño de los dormitorios en Ciudad del Saber en Panamá está orientado hacia la comodidad, la funcionalidad y la sostenibilidad. Estos dormitorios están diseñados para ofrecer un ambiente propicio para el descanso, el estudio y la convivencia, considerando las necesidades específicas de los estudiantes, investigadores y profesionales que se alojan en el campus.

Algunos aspectos del concepto de diseño de los dormitorios en Ciudad del Saber podrían incluir:

1. Espacios funcionales y versátiles: Los dormitorios están diseñados para aprovechar al máximo el espacio disponible, ofreciendo áreas bien distribuidas para la habitación, el estudio y el almacenamiento de pertenencias personales.

2. **Mobiliario ergonómico y confortable:** Se utilizan muebles ergonómicos y confortables que contribuyen al bienestar de los residentes, incluyendo camas cómodas, escritorios adecuados para estudiar y sillas ergonómicas.
3. **Tecnología y conectividad:** Se incorpora tecnología moderna en los dormitorios, como acceso a internet de alta velocidad, puntos de carga para dispositivos electrónicos y sistemas de seguridad
4. **Iluminación natural y eficiente:** Se busca aprovechar al máximo la luz natural mediante ventanas amplias y diseño de espacios abiertos. Además, se utilizan sistemas de iluminación eficientes para reducir el consumo energético.
5. **Sostenibilidad ambiental:** Se integran prácticas y materiales sostenibles en el diseño de los dormitorios, como el uso de materiales reciclados, sistemas de gestión de residuos, eficiencia energética y medidas para reducir el impacto ambiental.
6. **Áreas comunes y sociales:** Además de los dormitorios individuales o compartidos, se incluyen áreas comunes y sociales para fomentar la interacción entre los residentes, como salas de estar, cocinas compartidas, espacios de recreación y zonas de estudio colaborativo.

En resumen, el concepto de diseño de los dormitorios en Ciudad del Saber combina funcionalidad, confort, tecnología y sostenibilidad, creando un entorno propicio para el aprendizaje, la investigación y la colaboración.



Imagen 3. Alojamiento Estudiantil en la Ciudad del Saber. Fuente: <https://www.archdaily.cl/cl/760205/alojamiento-estudiantil-en-la-ciudad-del-saber-sic-arquitectura>

2.3. ¿Qué es la arquitectura sostenible?

La arquitectura sostenible es una disciplina que busca diseñar, construir y operar edificaciones con un impacto ambiental mínimo, optimizando el uso de los recursos naturales y garantizando el bienestar de las personas y de las futuras generaciones (González & Pérez, 2020). Se basa en un enfoque integral que considera la eficiencia energética, la gestión del agua, el uso responsable de materiales, la integración con el entorno y la reducción de la huella de carbono a lo largo del ciclo de vida del edificio (Rodríguez, 2019).

Principios Fundamentales de la Arquitectura Sostenible

1. Diseño Bioclimático y Eficiencia Energética

- Adaptación a las condiciones climáticas locales para reducir la necesidad de climatización artificial (Martínez, 2021).
- Uso de estrategias pasivas como orientación adecuada, ventilación cruzada y aprovechamiento de la luz natural (Torres, 2018).
- Incorporación de fuentes de energía renovable, como paneles solares y sistemas geotérmicos (López, 2020).

2. Gestión Sostenible del Agua

- Implementación de sistemas de captación y reutilización de agua de lluvia (Gómez, 2017).
- Uso de dispositivos de bajo consumo de agua y estrategias de reciclaje de aguas grises (Fernández, 2019).

3. Uso Responsable de Materiales y Recursos

- Priorización de materiales reciclados, renovables y locales para minimizar la huella de carbono (Hernández & Ruiz, 2022).
- Reducción de residuos en la construcción y fomento de la reutilización de materiales (Vargas, 2021).

4. Integración con el Entorno Natural

- Diseño de edificaciones que respeten la biodiversidad y el ecosistema del lugar (Pérez, 2018).
- Uso de cubiertas verdes y fachadas vegetadas para mejorar la eficiencia térmica y reducir el efecto isla de calor (Jiménez, 2020).

5. Salud y Bienestar de los Usuarios

- Creación de espacios con adecuada calidad del aire mediante ventilación natural y materiales no tóxicos (Mendoza, 2019).
- Maximización de la iluminación natural para mejorar el confort y reducir el consumo energético (Ramírez, 2021).

6. Ciclo de Vida y Economía Circular

- Evaluación del impacto ambiental del edificio desde su construcción hasta su demolición o reutilización (Sánchez, 2022).
- Uso de estrategias de construcción modular y adaptable para prolongar la vida útil de la edificación (Ortiz, 2020).

7. Reducción de la Huella de Carbono y Resiliencia Climática

- Implementación de estrategias de eficiencia energética para minimizar el uso de combustibles fósiles (Delgado, 2019).
- Incorporación de tecnologías y materiales resistentes a los efectos del cambio climático (Castro, 2021).

Impacto y Beneficios de la Arquitectura Sostenible

La arquitectura sostenible tiene beneficios económicos, ambientales y sociales. Económicamente, permite reducir costos operativos a través del ahorro energético y el uso eficiente del agua (García, 2020). Ambientalmente, contribuye a la reducción de emisiones de CO₂ y a la conservación de los recursos naturales (Morales, 2018). Desde el punto de vista social, promueve el bienestar y la calidad

de vida de los usuarios mediante la creación de entornos saludables y confortables (Luna, 2019).

En un contexto global donde el sector de la construcción es uno de los principales consumidores de energía y generadores de emisiones contaminantes, la arquitectura sostenible se ha convertido en una necesidad y una responsabilidad (Díaz, 2021). Su implementación es clave para el desarrollo de ciudades resilientes y sostenibles.



Imagen 4. *Aplicación de Técnicas Sostenible a una Edificación.* Fuente: https://www.archdaily.com/294140/43-public-dwelling-in-almuradiel-estudio-entresitio?ad_source=search&ad_medium=projects_tab

2.4. Objetivos de la arquitectura sostenible

Existen muchos objetivos que justifican el diseño de una arquitectura ecológica, el más importante es el de proteger el medio ambiente del colapso al que ha sido sometido durante tantos años lo cual ha provocado un sinnúmero de efectos negativos. Por lo tanto, la arquitectura ecológica debe ir encaminada a lograr lo siguiente:

- Reducir la contaminación del suelo, el agua y el aire
- Proteger la biodiversidad y sus hábitats, especialmente aquellas especies que están en peligro de extinción.
- Manejar eficientemente la basura, lo que conlleva la utilización de materiales reciclados.
- Disminuir el impacto de las inundaciones a través de la protección de la cobertura del suelo.
- Evitar que los suelos dedicados al uso agrícolas sean convertidos a uso no agrícolas
- Reducir el calentamiento global a través del ahorro energético y la disminución del efecto invernadero por medio de la reforestación y la restauración de los humedales.
- Proteger las fuentes de agua.
- Disminuir el impacto que ocasiona al ambiente la extracción de petróleo, carbón, gas natural y otros.
- Mitigar la contaminación lumínica que afecta a los ecosistemas nocturnos

Para lograr mayores beneficios en un proyecto ecológico es conveniente hacer un diseño de afuera hacia adentro para lograr una protección más eficiente del sol o del aire, dependiendo de cómo es el clima en el área donde se va a realizar el proyecto.

2.4.1. Ventajas y desventajas de las construcciones sostenibles.

VENTAJAS:

1. Reduce la utilización de materiales
2. No utiliza materiales contaminantes
3. Reduce los gastos energéticos, por lo tanto, se ahorra en las tarifas de luz eléctrica.

DESVENTAJAS:

1. Dentro de las desventajas que implica una construcción sostenible, podemos mencionar que el tiempo de la construcción sostenible es mayor.
2. Los materiales sostenibles, al ser los primeros en su clase, actualmente son más costosos.

Por la baja utilización de materiales sostenibles en Panamá, son más difíciles de encontrar en nuestra ciudad.



Imagen 5. Diseño solar para viviendas. Fuente: <https://avatarenergia.com/disenio-solar/>.

2.5. Estrategias para una arquitectura sostenible

Al plantearse un diseño de arquitectura sostenible, no solamente hay que considerar los materiales para la construcción, sino también recurrir a estrategias arquitectónicas que coadyuven a la sostenibilidad de la edificación (González & Pérez, 2020). Estas estrategias deben tomar en cuenta variables económicas, sociales y medioambientales, con el objetivo de reducir el impacto ambiental, mejorar la eficiencia de los recursos y garantizar el bienestar de los usuarios (Rodríguez, 2019). Entre algunas estrategias podemos citar las siguientes:

1. Rehabilitación de viviendas o edificios en lugar de crear proyectos urbanísticos nuevos

La rehabilitación permite ahorrar en la demolición y el transporte de residuos, lo que disminuye la contaminación por polvo en el aire y reduce el impacto ambiental general del proyecto (Sánchez, 2022). Además, este tipo de intervenciones suelen requerir menos recursos en comparación con la construcción de nuevos desarrollos urbanos (Martínez, 2021).

2. Tomar en cuenta la ventilación cruzada

La ventilación cruzada disminuye la necesidad de climatización artificial, mejora la calidad de vida de los habitantes y reduce el consumo de energía, lo que se traduce en una menor emisión de CO₂ a la atmósfera (Jiménez, 2020). Adicionalmente, permite un ahorro significativo en el mantenimiento de sistemas de aire acondicionado (López, 2020).

3. Sistema de paneles solares

La instalación de paneles solares es una estrategia eficiente para la captación de energía renovable, ya que aprovecha la radiación solar sin generar emisiones contaminantes (Delgado, 2019). Su implementación contribuye a la autosuficiencia energética y a la reducción del consumo de combustibles fósiles (Díaz, 2021).

4. Construcción con materias primas ecoeficientes

La elección de materiales de bajo impacto ambiental es fundamental en la

arquitectura sostenible. El uso de materiales reciclados, de origen renovable o con certificación ecológica permite reducir la huella de carbono y minimizar los efectos negativos sobre el ecosistema (Hernández & Ruiz, 2022).

5. Uso eficiente del terreno

La optimización del uso del suelo es clave para evitar la sobreexplotación de recursos y minimizar el impacto en el entorno natural. Un diseño eficiente permite aprovechar al máximo el espacio disponible sin comprometer el equilibrio ambiental (Pérez, 2018).

6. Adaptabilidad del diseño arquitectónico a las necesidades del usuario

Un diseño flexible y adaptable reduce la necesidad de futuras remodelaciones, lo que prolonga la vida útil del edificio y minimiza el desperdicio de materiales (Ortiz, 2020). La arquitectura sostenible debe considerar tanto las necesidades actuales como las futuras de los usuarios, asegurando la funcionalidad y el confort a lo largo del tiempo (Luna, 2019).

7. Disminución de impactos en el entorno

Es fundamental minimizar la generación de residuos y la alteración del paisaje natural durante la construcción. La reducción de desperdicios y la implementación de estrategias de gestión de residuos contribuyen a una menor degradación del entorno (Gómez, 2017).

8. Reducción en el consumo de recursos

La arquitectura sostenible debe priorizar el ahorro de energía, agua y materiales constructivos mediante tecnologías eficientes y sistemas de bajo consumo (García, 2020). Esto incluye el uso de iluminación LED, griferías de bajo flujo y materiales con alto rendimiento térmico (Vargas, 2021).

9. Instalación de un sistema de captación de agua de lluvia

La recolección y reutilización del agua de lluvia permite optimizar el consumo hídrico en edificaciones y reducir la demanda de fuentes convencionales de agua potable (Fernández, 2019). Este sistema es especialmente útil en zonas con estrés hídrico o donde los recursos hídricos son limitados (Ramírez, 2021).

10. Adquisición de materia prima de preferencia local

La compra de materiales de origen local reduce la huella de carbono asociada al transporte y fomenta la economía de la región (Castro, 2021). Además, en muchos casos, los materiales autóctonos están mejor adaptados a las condiciones climáticas y ambientales del lugar, lo que favorece su durabilidad y eficiencia (Mendoza, 2019).



Imagen 6. Edificios sostenibles: el futuro de la arquitectura y el urbanismo. Fuente: <https://www.esmadeco.com/edificios-sostenibles/>

2.6. Cambio climático

El cambio climático se refiere a modificaciones significativas en los patrones climáticos globales que ocurren durante largos períodos y que, en gran medida, son impulsadas por actividades humanas. Este fenómeno ha sido ampliamente documentado por la comunidad científica y representa una de las mayores amenazas ambientales del siglo XXI (Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 2023).

Causas del Cambio Climático

El cambio climático es impulsado principalmente por el aumento en la concentración de **gases de efecto invernadero (GEI)** en la atmósfera, resultado de diversas actividades humanas:

- **Emisiones de CO₂ por el uso de combustibles fósiles:** La quema de carbón, petróleo y gas para la producción de energía y el transporte ha sido la principal fuente de CO₂ en la atmósfera (National Aeronautics and Space Administration [NASA], 2022).
- **Deforestación:** La tala masiva de bosques disminuye la capacidad del planeta para absorber CO₂, lo que intensifica el calentamiento global (World Wildlife Fund [WWF], 2022).
- **Agricultura intensiva y ganadería:** La producción ganadera genera grandes cantidades de metano (CH₄), un gas de efecto invernadero con un impacto climático superior al CO₂ en el corto plazo (Food and Agriculture Organization [FAO], 2021).

2.6.1. Consecuencias del Cambio Climático

Los impactos del cambio climático se observan en diversas áreas:

1. **Incremento de la temperatura global:** En los primeros nueve meses de 2024, la temperatura media global superó en 1.54 °C los niveles preindustriales, acercándose peligrosamente al límite establecido en el Acuerdo de París (Huffington Post, 2024).
2. **Eventos meteorológicos extremos:** Huracanes, olas de calor, lluvias torrenciales e incendios forestales han aumentado en frecuencia e intensidad debido al calentamiento global (El País, 2024).
3. **Desplazamientos forzados:** Millones de personas han tenido que abandonar sus hogares debido a fenómenos climáticos extremos como sequías prolongadas y la elevación del nivel del mar (Cadena SER, 2024).

Medidas de Mitigación y Adaptación

Para combatir el cambio climático, se han desarrollado estrategias de mitigación y adaptación:

Mitigación

- **Energías renovables:** La transición hacia fuentes limpias como la solar, eólica e hidroeléctrica es esencial para reducir la dependencia de los combustibles fósiles (United Nations Environment Programme [UNEP], 2023).
- **Eficiencia energética:** Mejorar la eficiencia en el uso de la energía en industrias, transporte y edificaciones puede reducir significativamente las emisiones de CO₂ (International Energy Agency [IEA], 2022).
- **Reforestación y conservación de ecosistemas:** La plantación de árboles y la protección de selvas y bosques pueden absorber una parte significativa del CO₂ atmosférico (WWF, 2023).

Adaptación

- **Infraestructura resiliente:** Las ciudades deben implementar medidas para resistir eventos climáticos extremos, como sistemas de drenaje mejorados y edificaciones diseñadas para resistir altas temperaturas (IPCC, 2023).

- **Gestión del agua:** Tecnologías como la desalinización y la captación de agua de lluvia pueden ayudar a enfrentar la escasez hídrica en regiones vulnerables (FAO, 2022).
- **Planes de reubicación:** Algunas comunidades costeras han comenzado a planificar desplazamientos debido al aumento del nivel del mar (Cadena SER, 2024).

2.7.Efectos del cambio climático en Panamá

Panamá no es ajena a los efectos del cambio climático. Según un informe del Gobierno Nacional (2016), el país reconoce el cambio climático como una amenaza global que impacta a la población, los ecosistemas y sectores productivos clave, incluyendo su principal fuente de ingresos, el **Canal de Panamá**. Aunque históricamente las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) del país representan solo el 0.02% del total global, los efectos del cambio climático ya están afectando la disponibilidad de agua, un recurso esencial para el funcionamiento eficiente del canal (Ministerio de Ambiente de Panamá [MiAmbiente], 2016).

Las precipitaciones han disminuido en un **20% por debajo del promedio**, lo que, junto con el aumento de las temperaturas, ha generado una mayor evaporación del agua en los embalses que abastecen la vía acuática. Como resultado, de los **5.250 millones de metros cúbicos de agua dulce** necesarios para el funcionamiento sostenido del canal, solo hay disponibles **3.000 millones** (Autoridad del Canal de Panamá [ACP], 2019).

El año 2019 fue el más seco en siete décadas, afectando significativamente el **Lago Gatún**, que no alcanzó los **83 pies de altura** requeridos para la temporada seca. Ante esta crisis, se están explorando alternativas para garantizar el suministro de agua al canal. Además, desde el **15 de febrero de 2020**, se ha implementado un **cargo adicional de entre \$10.000 y un 10% del peaje** a cada buque que transite la vía, con el objetivo de mitigar los efectos de la escasez de agua hasta que la situación se normalice (ACP, 2020).

2.7.1. Estrategias para mitigar los efectos del cambio climático

El Gobierno de Panamá aprobó la Política Nacional de Cambio Climático mediante el Decreto Ejecutivo N°35 del 26 de febrero de 2007, estableciendo principios, objetivos y líneas de acción para la gestión del cambio climático a nivel nacional. El objetivo general de esta política es gestionar adecuadamente los impactos del cambio climático sobre la población y el territorio, en conformidad con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), el Protocolo de Kioto, la Constitución Política de la República de Panamá y la Ley General del Ambiente (Gobierno de Panamá, 2007).

Como parte de su compromiso con la mitigación del cambio climático, el gobierno ha adoptado diversas estrategias, entre ellas:

- Promoción de combustibles con menor contenido de carbono, para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.
- Incentivos a la inversión en energías renovables, fomentando alternativas sostenibles como la energía solar, eólica e hidroeléctrica.
- Implementación de nuevas tecnologías para mejorar la eficiencia energética en la producción y distribución de electricidad.
- Creación y fortalecimiento de marcos regulatorios que favorezcan la generación de energías limpias y renovables (Ministerio de Ambiente de Panamá [MiAmbiente], 2014).

Uno de los principales objetivos de esta política es aumentar la participación de energías renovables al 30% en comparación con los niveles de 2014, lo que demuestra el compromiso del país en la transición hacia un modelo energético más sostenible (MiAmbiente, 2014).



Imagen 7. SOM se suma a la arquitectura sostenible con edificio en NY. Fuente: <https://realestatemarket.com.mx/noticias/arquitectura/41368-som-se-suma-a-la-arquitectura-sostenible-con-edificio-en-ny>

2.8.El clima promedio en Panamá

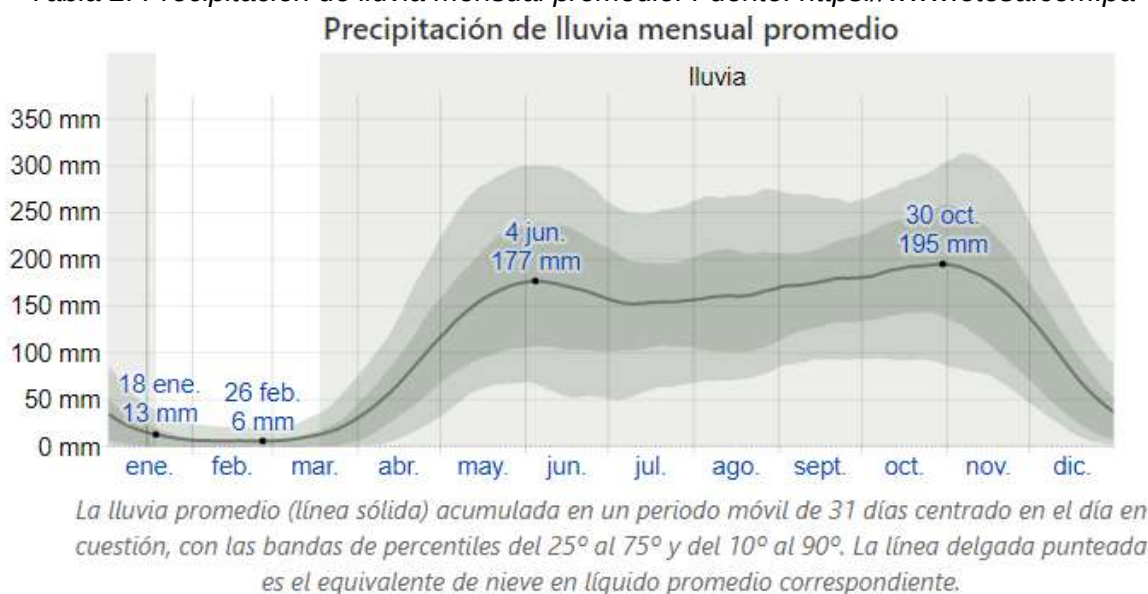
Tabla 1. Datos del clima de Panamá, Año 2024. Fuente: Creada por el autor.

Mes	Temperatura Máxima Promedio	Temperatura Mínima Promedio	Precipitación Promedio (mm)	Días de Lluvia Promedio
Enero	31 °C	24 °C	14,2	1,7
Febrero	32 °C	24 °C	5,9	0,9
Marzo	32 °C	25 °C	11,1	1,5
Abril	32 °C	25 °C	62,7	5,4
Mayo	31 °C	25 °C	155,5	11,1
Junio	30 °C	25 °C	172,0	11,3
Julio	30 °C	25 °C	153,5	11,5
Agosto	30 °C	25 °C	160,8	11,6
Septiembre	30 °C	24 °C	174,9	12,5
Octubre	29 °C	24 °C	190,2	13,3
Noviembre	30 °C	24 °C	180,9	12,8
Diciembre	30 °C	24 °C	83,6	6,5

Temperatura:

De acuerdo con datos suministrados por ETESA la temporada más calurosa dura aproximadamente 2.6 meses y contempla un periodo que va desde el 4 de febrero al 23 de abril. La temperatura oscila entre 25 °C y 32°C. La temporada más fresca es de aproximadamente 2.9 meses, del 4 de septiembre al 1 de diciembre. La temperatura máxima promedio diaria es menor a 30 °C. El día considerado más frío es el 20 de enero con una temperatura mínima promedio de 24°C y la máxima promedio de 31°C.

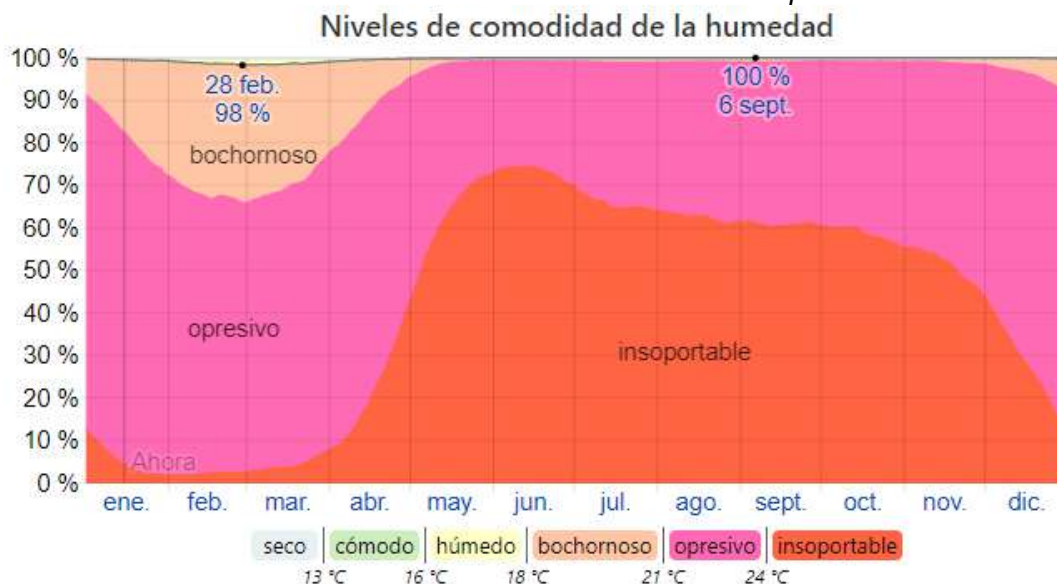
Tabla 2. Precipitación de lluvia mensual promedio. Fuente: <https://www.etesa.com.pa>



La temporada de lluvias dura 10 meses, del 18 de marzo al 18 de enero, en ese periodo hay 31 días que caen aproximadamente 13 milímetros de lluvia durante el mes de octubre y puede llegar hasta 195 milímetros acumulados de lluvia. El periodo del año sin lluvia dura 2,0 meses, del 18 de enero al 18 de marzo.

Humedad

Tabla 3. Niveles de comodidad de la humedad. Fuente: <https://www.etesa.com.pa>

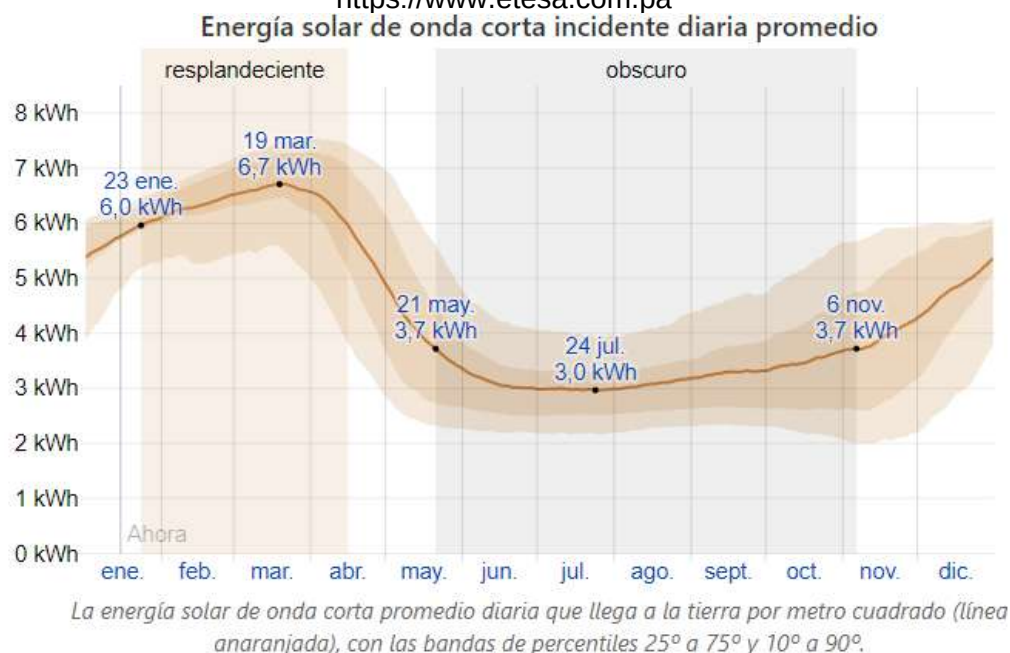


Basamos el nivel de comodidad de la humedad en el punto de rocío, ya que éste determina si el sudor se evaporará de la piel enfriando así el cuerpo. Cuando los puntos de rocío son más bajos se siente más seco y cuando son altos se siente más húmedo. A diferencia de la temperatura, que generalmente varía considerablemente entre la noche y el día, el punto de rocío tiende a cambiar más lentamente, así es que, aunque la temperatura baje en la noche, en un día húmedo generalmente la noche es húmeda.

El nivel de humedad percibido en Panamá, debido por el porcentaje de tiempo en el cual el nivel de comodidad de humedad es bochornoso, opresivo o insoportable, no varía considerablemente durante el año, y permanece entre el 1 % del 99 %.

Energía Solar

Tabla 4. La Energía solar de onda corta incidente diario promedio. Fuente: <https://www.etesa.com.pa>



La energía solar que toma en cuenta las variaciones de la duración del día, la absorción de la luz por las nubes, la elevación del sol en el horizonte y otros elementos atmosféricos tiene variaciones estacionales durante todo el año.

El período de mayor luz del año dura 2,8 meses, del 23 de enero al 15 de abril, con una energía de onda corta incidente diario promedio por metro cuadrado superior a 6,0 kWh. El periodo donde hay menos luz solar dura 5,5 meses, del 21 de mayo al 6 de noviembre, con una energía de onda corta promedio por metro cuadrado de menos de 3,7 kWh.

Efecto Isla de Calor Urbano: Causas, Consecuencias y Estrategias de Mitigación

El efecto isla de calor urbano (ICU) es un fenómeno en el que las temperaturas en áreas urbanas son significativamente más altas en comparación con las zonas rurales circundantes. Este efecto se debe a la acumulación y liberación de calor por parte de los materiales urbanos, la reducción de vegetación y las actividades humanas que generan calor adicional (EPA, 2023).

Causas del efecto isla de calor

Las principales causas del efecto isla de calor urbano incluyen:

1. Materiales de construcción: Superficies como el asfalto y el concreto tienen una alta capacidad para absorber y retener calor, aumentando la temperatura en las ciudades (Oke, 1982).
2. Falta de vegetación: La ausencia de árboles y áreas verdes disminuye el proceso de evapotranspiración, lo que contribuye a un calentamiento mayor en las áreas urbanas (Santamouris, 2015).
3. Diseño urbano y morfología de la ciudad: La disposición de los edificios puede reducir la circulación del viento y atrapar el calor (Taha, 1997).
4. Actividades humanas: El uso de vehículos, el aire acondicionado y la actividad industrial generan calor adicional, intensificando el fenómeno (Voogt & Oke, 2003).

Consecuencias del efecto isla de calor

El incremento de la temperatura urbana tiene diversos impactos negativos:

- Salud pública: Exposición a golpes de calor y exacerbación de enfermedades respiratorias y cardiovasculares (Hajat et al., 2010).
- Mayor consumo de energía: El aumento de temperaturas incrementa la demanda de aire acondicionado, lo que eleva los costos energéticos y las emisiones de gases de efecto invernadero (Akbari et al., 2001).
- Deterioro de la calidad del aire: La elevación térmica favorece la formación de ozono troposférico, afectando la calidad del aire y la salud humana (EPA, 2023).
- Impacto en los cuerpos de agua urbanos: El aumento de temperatura en los cuerpos de agua puede afectar la biodiversidad y la calidad del agua (Santamouris, 2015).

Estrategias de mitigación

Para reducir el efecto isla de calor, se pueden implementar las siguientes medidas:

- Aumento de la vegetación urbana: Plantar árboles y desarrollar parques urbanos mejora la sombra y la evapotranspiración (Bowler et al., 2010).
- Uso de techos y pavimentos reflectantes: Materiales con alto albedo reducen la absorción de calor y ayudan a mantener temperaturas más bajas (Akbari et al., 2001).
- Implementación de techos verdes: La instalación de vegetación en las cubiertas de los edificios mejora el aislamiento térmico y contribuye al enfriamiento (Oberndorfer et al., 2007).
- Diseño urbano sostenible: Planificar la orientación de calles y edificios para favorecer la circulación de aire y reducir la acumulación de calor (Taha, 1997).

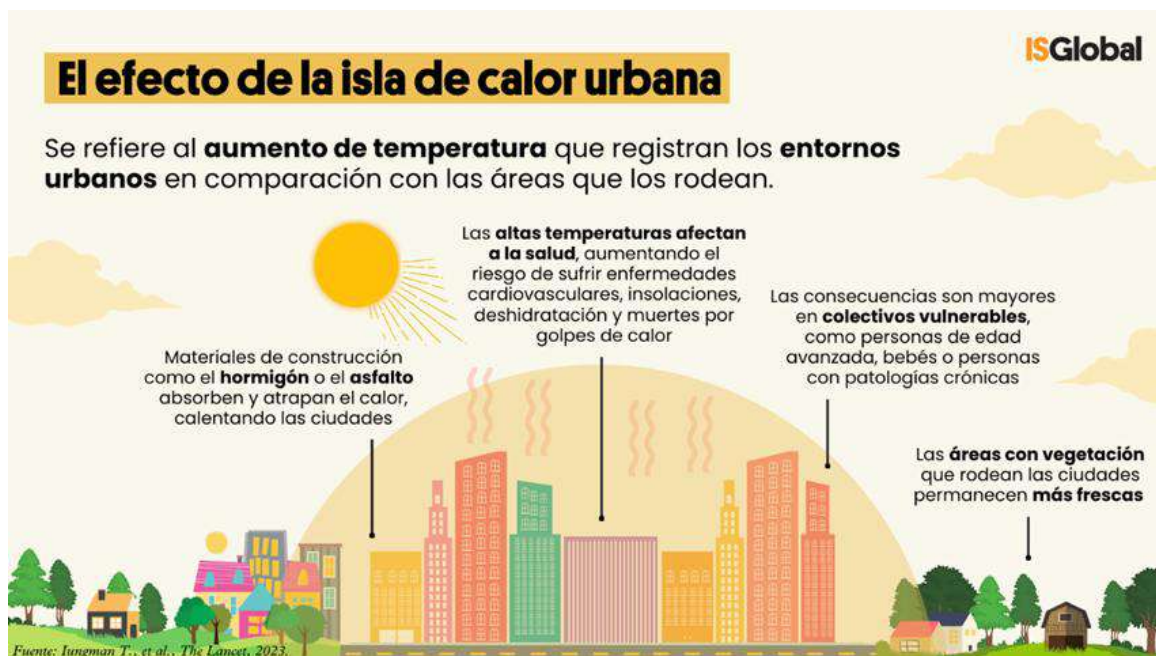


Imagen 8. Efectos de isla de calor urbano 2023.

Fuente: <https://www.itik.cat/es/actualidad/89/isla-de-calor-urbana-que-es-y-como-puede-afectar-a-las-instalaciones-deportivas-y-la-salud/>

2.9. ¿Qué es la neuro arquitectura y como se aplica a un proyecto sostenible?

La neuro arquitectura es un campo interdisciplinario que combina la arquitectura con la neurociencia para diseñar entornos que influyan positivamente en la salud, el bienestar y la cognición de las personas (Eberhard, 2009). Este enfoque se basa en estudios sobre cómo el diseño arquitectónico afecta las emociones, la productividad y el comportamiento humano (Karakas & Yildiz, 2020).

En los últimos años, la neuro arquitectura ha cobrado relevancia en el desarrollo de proyectos sostenibles, pues no solo busca reducir el impacto ambiental, sino también crear espacios que favorezcan el bienestar humano a través del diseño biofílico, la iluminación natural, la ventilación y el uso de materiales saludables (Sternberg & Wilson, 2019).

Principios de la Neuro arquitectura en el Diseño Sostenible

Para aplicar la neuro arquitectura en proyectos sostenibles, se deben considerar los siguientes aspectos:

1. Iluminación natural y artificial

La luz natural regula los ritmos circadianos y mejora el estado de ánimo de las personas. Diseñar espacios con amplias ventanas, claraboyas y sistemas de iluminación LED de espectro ajustable reduce el consumo energético y optimiza el bienestar humano (Boyce et al., 2003).

2. Ventilación y calidad del aire

La calidad del aire interior impacta en la salud y el rendimiento cognitivo. Incorporar ventilación cruzada, sistemas de filtrado de aire y materiales con baja emisión de compuestos orgánicos volátiles (COVs) mejora la experiencia del usuario y disminuye enfermedades respiratorias (Allen et al., 2016).

3. **Uso de materiales naturales y sostenibles**

Los materiales tienen un impacto en la percepción y el confort de los espacios. La madera, el bambú y el barro, al ser materiales cálidos y naturales, generan una sensación de bienestar y conexión con la naturaleza (Kellert et al., 2008).

4. **Diseño biofílico**

La integración de vegetación en interiores y exteriores (paredes verdes, jardines verticales y techos vivos) reduce el estrés y aumenta la sensación de relajación y concentración en los usuarios (Browning et al., 2014).

5. **Espacios flexibles y abiertos**

Diseñar áreas con espacios modulares y multifuncionales permite que los entornos se adapten a diferentes actividades, promoviendo la interacción social y la creatividad (Gifford, 2007).

Ejemplos de Aplicación

Algunas construcciones y ciudades han implementado estrategias de neuro arquitectura y sostenibilidad:

- **Masdar City (Abu Dabi):** Una ciudad diseñada para ser 100% sostenible, con calles estrechas para maximizar la sombra, uso eficiente de la energía solar y estrategias de ventilación natural (Attia, 2012).
- **Bosco Verticale (Milán, Italia):** Un rascacielos con una amplia cobertura vegetal que mejora la calidad del aire, regula la temperatura y promueve el bienestar (Steffen, 2015).
- **Edificios de WOHA Architects (Singapur):** Incorporan terrazas verdes, sistemas de recolección de agua de lluvia y ventilación pasiva para reducir la huella de carbono y mejorar la experiencia de los usuarios (WOHA, 2016).

3.0. ¿Qué es la Biofilia y cómo aplicarlo a la sostenibilidad?

El concepto de Biofilia fue introducido por el psicoanalista Erich Fromm y desarrollado posteriormente por el biólogo Edward O. Wilson en su libro *Biophilia* (1984). Wilson (1984) describe la Biofilia como la tendencia innata de los seres humanos a buscar conexiones con la naturaleza y otras formas de vida.

Desde la arquitectura y el urbanismo, el diseño biofílico busca integrar elementos naturales en los espacios construidos para mejorar el bienestar humano y reducir el impacto ambiental. Estudios recientes han demostrado que la Biofilia tiene efectos positivos en la salud mental, la productividad y la sostenibilidad de los entornos construidos (Kellert et al., 2008).

Principios de la Biofilia en el Diseño Sostenible

Para aplicar la Biofilia en proyectos sostenibles, es esencial considerar diversas estrategias de diseño que fomenten la conexión con la naturaleza y promuevan el bienestar de los usuarios (Browning et al., 2014).

1. Integración de vegetación en espacios interiores y exteriores
Incorporar plantas, jardines verticales y techos verdes en edificios y áreas urbanas mejora la calidad del aire, reduce el estrés y fomenta una mayor sensación de bienestar (Gillis & Gatersleben, 2015).
2. Uso de materiales naturales y sostenibles
Emplear materiales como la madera, la piedra y las fibras naturales en la construcción y decoración genera entornos más cálidos y acogedores, fortaleciendo la conexión con la naturaleza (Kellert et al., 2011).
3. Maximización de la luz natural
Diseñar edificaciones con amplias ventanas, tragaluces y espacios abiertos permite un mayor acceso a la luz natural, regulando el ritmo circadiano y reduciendo la necesidad de iluminación artificial (Boyce et al., 2003).

4. Creación de vistas hacia entornos naturales
Proyectar edificios con vistas a parques, jardines o cuerpos de agua ha demostrado mejorar el estado de ánimo y aumentar la productividad en entornos laborales y educativos (Kellert et al., 2011).
5. Incorporación de elementos acuáticos
Fuentes, estanques y otros cuerpos de agua en entornos urbanos tienen un efecto relajante, mejoran la calidad ambiental y ayudan a reducir la temperatura del entorno (Gillis & Gatersleben, 2015).
6. Diseño de espacios que fomenten la interacción social
Las áreas comunes al aire libre, como plazas y parques, fortalecen el sentido de comunidad y mejoran la calidad de vida de los residentes (Browning et al., 2014).

Beneficios de la Biofilia en la Arquitectura Sostenible

El diseño biofílico no solo mejora la experiencia sensorial de los espacios, sino que también contribuye a la sostenibilidad ambiental y social de las construcciones (Kellert et al., 2011). Sus principales beneficios incluyen:

- Salud y bienestar: La exposición a elementos naturales reduce el estrés y la ansiedad, mejorando la calidad de vida de los ocupantes (Ulrich, 1984).
- Aumento de la productividad: Los espacios de trabajo que incorporan elementos biofílicos incrementan la concentración y la creatividad de los empleados (Gillis & Gatersleben, 2015).
- Sostenibilidad ambiental: La integración de vegetación en las edificaciones ayuda a reducir la huella de carbono y mejora la eficiencia energética (Browning et al., 2014).
-

Ejemplos de Aplicación en Proyectos Sostenibles

Existen diversos ejemplos de proyectos arquitectónicos que han integrado exitosamente la biofilia en su diseño:

- Bosco Verticale (Milán, Italia): Un conjunto de torres residenciales que incorpora más de 900 árboles y numerosas plantas en sus fachadas,

mejorando la calidad del aire y proporcionando un hábitat para la fauna urbana (Steffen, 2015).

- Amazon Spheres (Seattle, EE.UU.): Un complejo de oficinas con más de 40,000 plantas que ofrece a los empleados un entorno de trabajo inmerso en la naturaleza, promoviendo la creatividad y el bienestar (Kellert et al., 2011).



Imagen 8. Vista del Edificio Bosco Verticale, Stefano Boeri

Fuente: <https://urnabios.com/es/descubre-bosque-vertical-bosco-verticale/>

3.1. Materiales sostenibles

Los proyectos arquitectónicos son altamente contaminantes, sus emisiones alcanzan el 40% del CO₂ del planeta, al mismo tiempo, que consumen un 40% de la energía mundial desde el inicio de la fabricación de los materiales, el transporte de los materiales hasta el momento en que la construcción es demolida y se reutilicen los materiales para futuras construcciones. Actualmente, existen muchas alternativas para la selección de materiales amigables con el medio.

Para que una construcción sea considerada sostenible debe contar con materiales constructivos ya sean ecológicos o materiales naturales, además de las estrategias arquitectónicas que disminuyan el gasto energético. Para que un material constructivo sea considerado sostenible se tiene que evaluar el material desde su origen, es decir, impacta o no el ambiente debido a su extracción, si requiere de un tipo de procesamiento y si el mismo incluye utilizar mucha energía, mucha agua, agentes químicos o si como resultado de ese proceso hay residuos químicos.



*Imagen 9. Materiales de construcción sostenible. Fuente:
<http://www.hildebrandt.cl/materiales-de-construccion-sostenible/>*

2.4.1. Materiales más utilizados en la construcción

El Barro o termo arcilla.

A nivel artesanal se utiliza el barro que no es más que la arcilla al cual se le ha agregado algún tipo de fibras como es paja, luego se cuece en un horno para que adquiera resistencia. El barro puede ser utilizado en diversas fases de la construcción, para construir paredes, techos, muros, fogones artesanales, fachadas, ornamentos y muy especialmente las tejas para los techos, muy utilizados en los edificios coloniales.

Las tejas para los techos actualmente no son muy económicas en nuestro país, además necesitan una estructura especial que soporte el peso de estas. En contra de estas desventajas tenemos grandes beneficios como son: mantienen la vivienda más fresca por su característica de que es lenta la transferencia de temperatura; de gran durabilidad y de poco mantenimiento, lo que hace que en el tiempo se compense el costo.

A niveles industriales tenemos el termo arcilla donde lleva un proceso más controlado en lo que se refiere a la temperatura, la calidad del producto y también a la variedad de los productos como revestimientos para cocinas, baños, fachadas, pisos en interiores y exteriores.

Tanto el barro que es más artesanal como el termo arcilla más industrial ambos tienen ventajas que es convenientes enumerar:

Ventajas:

- **Es de origen natural.** Material natural, donde no ha sido el resultado de un proceso químico
- **Reducción de recursos.** En el proceso de fabricación requiere de muy pocos recursos.
- **No es contaminante.** Su extracción se hace de forma simple
- **Es resistente al fuego.** Debido a sus propiedades es un material resistente al fuego
- **Es reutilizable.** Los residuos pueden ser reutilizados y una vez que una edificación cumpla su vida útil puede ser demolido y ese material puede ser reutilizado o regresar a la naturaleza y sigue su ciclo como material natural
- **Buen aislante térmico y acústico.** Tiene la capacidad de absorber la humedad atmosférica y su inercia térmica, es decir, la propiedad que tiene para almacenar calor y luego variar dicha temperatura en un tiempo determinado. Es también un excelente aislante acústico.
- **Alta resistencia.** Un muro de termo arcilla es más resistente que un bloque tradicional.
- **Resistente a la humedad.** Los ladrillos al tener cavidades, éstas hacen que sean aislantes de la humedad, muy típico de nuestros países tropicales.
- **Alta impermeabilidad.** Esta característica hace a este material muy apropiado para construcciones en el exterior.
- **Bajo mantenimiento.** Durante su larga vida útil, casi no necesita mantenimiento.

Pinturas naturales

Al contrario, de las pinturas sintéticas que tienen gran contenido de químicos, las pinturas naturales son aquellas pinturas que en su composición contienen aceites vegetales, óxidos de metales y derivados de origen vegetal o mineral. Por lo tanto, no contienen compuestos orgánicos volátiles, formaldehído y metales pesados. Además, son materiales biodegradables, permiten la transpiración de los materiales, por lo tanto, no aparecen grietas ni humedad.



Imagen 10. Pinturas ecológicas, 100% sostenibles. Fuente: <https://arquitectura-sostenible.es/pinturas-ecologicas-100-sostenibles/>

La Madera

Es un material constructivo que ha sido muy utilizado a través de todos los tiempos. Las viviendas de madera son mucho más frescas porque aíslan del calor y también del frío, por lo tanto, se ahorra en energía utilizada por la calefacción o el aire acondicionado hasta en un 60%. Es uno de los materiales más nobles porque tiene muchas ventajas, además de las antes mencionadas, es mucho más rápida la construcción de la edificación, por lo tanto, se ahorra dinero en la relación trabajo/hombres. Para que una construcción de madera sea sostenible, la madera debe estar certificada, esto quiere decir, que haya sido producida por empresas comprometidas con el medio ambiente, y que siembran un árbol o más por cada árbol talado. De lo contrario, estaríamos cayendo en el error de utilizar un material que está destruyendo los bosques y, por lo tanto, los ecosistemas.

Además del uso de la madera también se utilizan los productos que se derivan de ella, como, por ejemplo: el aserrín, o algunos otros subproductos que al comprimirse pueden ser utilizados como revestimientos internos o como aislantes como el cartón comprimido o el *plywood*.



Imagen 11. Casas con madera sostenible. Fuente: <https://maderera-andina.com/casas-sostenibles-con-madera/>

Bambú:

El bambú es un material constructivo muy resistente debido a que son varas con divisiones muy cortas y posee mucha flexibilidad estas características han sido consideradas antisísmicas. Es un material de fácil manipulación en la construcción debido a que no necesita de herramientas sofisticadas para el corte, con solo una sierra es suficiente. Las piezas de bambú utilizadas enteras son buenas aislante del calor y del frío lo mismo que del ruido por ser una vara hueca en el centro. Otras de las ventajas es que se trata de un material barato que no requiere ningún tipo de procesamiento y su corteza lisa permite dejarla al natural, aprovechando su belleza natural.

El bambú también es procesado en fábricas para hacer paneles, utilizado en pisos y separaciones en las construcciones. Otra de las ventajas del bambú es que es un material renovable. Tiene la característica de crecer muy rápidamente, además se reproduce rápidamente lo que lo hace muy rentable, no así la madera donde un árbol requiere de 10 o 15 años para poder utilizar su madera.

El corcho

Es un producto natural porque se extrae de la corteza del árbol de alcornoque, por lo que no se tiene que talar los árboles, y su corteza vuelve a crecer. Debido a esto, puede ser considerado uno de los mejores materiales sostenibles. Es muy utilizado en la construcción como aislante térmico, acústico, material resistente al fuego, baja conductividad, no acumula electricidad estática. Además, es utilizado en pisos debido a que no absorbe humedad, es muy suave por lo tanto las personas no hacen ruido al caminar.

3.2. Marco Normativo

2.5.1. REGLAMENTACIÓN NACIONAL

En Panamá, el 40% de la energía que se utiliza proviene del petróleo, de ahí que depende en gran medida de los vaivenes de los precios del mercado internacional, además, que es altamente contaminante. Ante esta situación apremiante, el gobierno nacional toma medidas para reglamentar las construcciones en Panamá.

Para llevar a cabo el proyecto de investigación se utilizó como marco normativo el Acuerdo 94 del 4 de abril de 2018 por el cual se aprueba el Plan Parcial de Ordenamiento Territorial del Corregimiento de San Francisco, Distrito y Provincia de Panamá a través del cual se reglamenta las edificaciones, áreas verdes, comerciales etc., (ver anexo N°1) y también la Guía de Construcción Sostenible (GCS) para el ahorro de energía en edificaciones (Gaceta N°_28634_20181016).

Con estas reglamentaciones se busca lograr un ahorro energético del 15% en los primeros dos años y 20% en los siguientes años.

2.5.2. ACUERDOS INTERNACIONALES.

La Cumbre de Río (1992)

La Cumbre de Río, celebrada en 1992, marcó un hito en la concienciación global sobre el desarrollo sostenible. En este evento, se reafirmó que el ser humano es la principal preocupación del desarrollo sostenible y que tiene derecho a una vida saludable y productiva en armonía con el medio ambiente. Asimismo, se destacó la necesidad de que cualquier proceso de desarrollo esté vinculado con la protección del medio ambiente (Naciones Unidas, 1992).

El concepto de desarrollo sostenible había sido introducido previamente por la primera ministra noruega Gro Brundtland en la 42ª sesión de las Naciones Unidas en 1987. Su definición resaltaba la importancia de satisfacer las necesidades

presentes sin comprometer los recursos de las generaciones futuras (Brundtland, 1987).

Cumbre de la Tierra de Johannesburgo (2002)

La Cumbre de Johannesburgo, celebrada en Sudáfrica del 26 de agosto al 4 de septiembre de 2002, instó a los países desarrollados a cumplir con los compromisos internacionales en materia de asistencia oficial para el desarrollo. Además, se promovió:

- La creación de alianzas regionales para fortalecer la cooperación internacional.
- La responsabilidad del sector privado en la promoción del desarrollo sostenible.
- La necesidad de instituciones internacionales y multilaterales más eficientes, democráticas y responsables (Naciones Unidas, 2002).

El Protocolo de Kioto (1997)

El Protocolo de Kioto es un tratado internacional adoptado el 11 de diciembre de 1997 en Kioto, Japón, bajo la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). Su principal objetivo es reducir las emisiones de seis gases de efecto invernadero (GEI) responsables del calentamiento global:

- Dióxido de carbono (CO_2)
- Metano (CH_4)
- Óxido nitroso (N_2O)
- Hidrofluorocarbonos (HFC)
- Perfluorocarbonos (PFC)
- Hexafluoruro de azufre (SF_6) (CMNUCC, 1997).

El protocolo estableció un compromiso de reducción de al menos un 5% de las emisiones de estos gases en el período 2008-2012, en comparación con los niveles de 1990. No obstante, aunque fue adoptado en 1997, no entró en vigor hasta el 16 de febrero de 2005 (CMNUCC, 2005).

Objetivos del Protocolo de Kioto

El protocolo fue impulsado por las Naciones Unidas en respuesta al creciente impacto del cambio climático debido a la alta contaminación de los países industrializados. Entre los compromisos adquiridos, se estableció que los países desarrollados reducirían sus emisiones en un 5.2% (CMNUCC, 2005).

Los principales gases contaminantes identificados en el acuerdo son:

- Dióxido de carbono (CO_2): Es el principal gas responsable del efecto invernadero, generado por la quema de combustibles fósiles.
- Metano (CH_4): Proviene de la agricultura y el uso de fertilizantes.
- Óxido nitroso (N_2O): Se emite principalmente a través de los vehículos y la industria.
- Hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos y hexafluorocarbono de azufre: Se generan en procesos industriales específicos (CMNUCC, 1997).

El Protocolo de Kioto es relevante porque representa el único instrumento legal internacional que obliga a los países a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero (CMNUCC, 2005). Panamá ratificó el protocolo en junio de 1998 y reafirmó su compromiso con la Enmienda de Doha mediante la Ley 38 de junio de 2015 (Ministerio de Ambiente de Panamá, 2015).

Inconvenientes del Protocolo de Kioto

A pesar de su importancia, el protocolo enfrentó múltiples desafíos. Algunos países rechazaron su implementación, como fue el caso de Estados Unidos, que inicialmente apoyó el acuerdo, pero luego lo rechazó. Australia también mostró resistencia al protocolo. Sin embargo, naciones menos industrializadas y con menores emisiones de CO_2 sí firmaron el acuerdo y asumieron compromisos (CMNUCC, 2005).

No fue hasta 2005 que 141 países ratificaron el acuerdo, aunque uno de los mayores contaminantes del planeta, Estados Unidos, no lo firmó. Este país genera aproximadamente el 30% de las emisiones mundiales de GEI (IPCC, 2007).

A los países de la Unión Europea se les exigió una reducción del 8% en sus emisiones de gases. Sin embargo, solo lograron una reducción del 6%, y en el caso del dióxido de carbono, apenas lograron un 1%. Algunos países, como España, en lugar de reducir sus emisiones, las incrementaron (IPCC, 2007).

3.3. Referencias de Villas Universitarias a nivel internacional



Imagen 12. Complejo de residencias universitarias UNL-ATE / Universidad Nacional de Litoral. Fuente: www.Archdaily.com

Arquitectos: Universidad Nacional de Litoral

Área: 6954 m²

Año de construcción: 2015

Ubicación: Argentina

Su desarrollo preponderantemente lineal de este a oeste sigue la disposición general del resto de los edificios principales de la ciudad universitaria, permitiendo una adecuada planificación y articulación de los espacios, así como ordenar el crecimiento futuro. Urbanísticamente los dos bloques de viviendas en tira, uno recto y el otro con forma de “v”, permiten entre sí conformar un interesante recinto verde, espacio social de reunión y encuentro que enriquece el conjunto de viviendas y se incorpora al entorno circundante. Una trama de espacios abiertos, completan el área residencial y la vinculan efectivamente con el resto de los edificios. Sobre este aspecto, el

proyecto no ha mezquinado recursos que priorizan el contacto social, el intercambio y el arraigo de quienes a diario son parte de la comunidad universitaria.

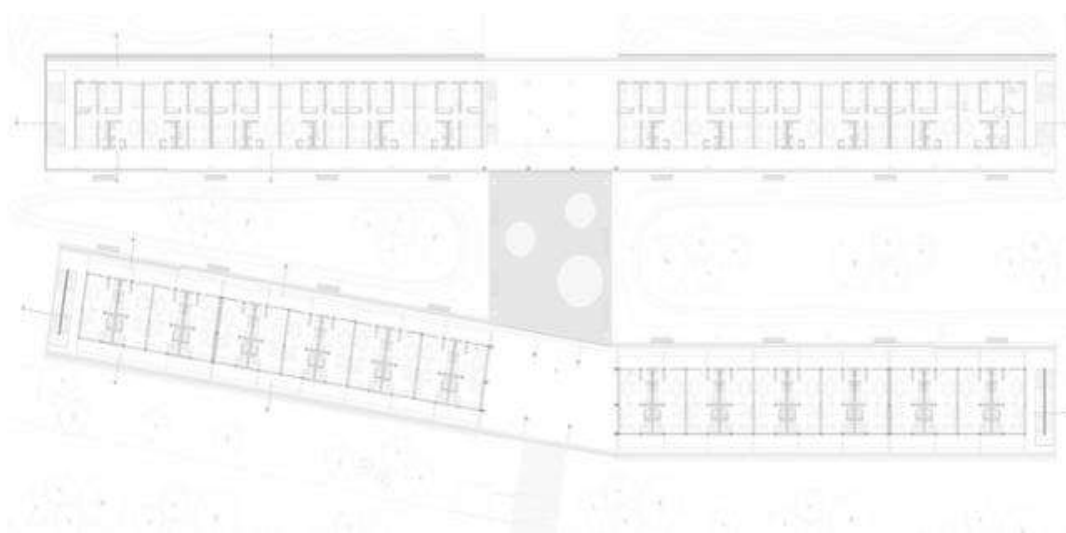


Imagen 13. Planta Arquitectónica Complejo de residencias universitarias UNL-ATE. Fuente: <<https://www.archdaily.cl/cl/985085/complejo-de-residencias-universitarias-unl-ate-universidad-nacional-de-litoral>> ISSN 0719-8914

La accesibilidad, que permitió incorporar, potenciar y restablecer contactos y vinculaciones que fortalecieron las comunicaciones; tanto a nivel interno del predio como en su relación con los accesos al mismo y su entorno inmediato.

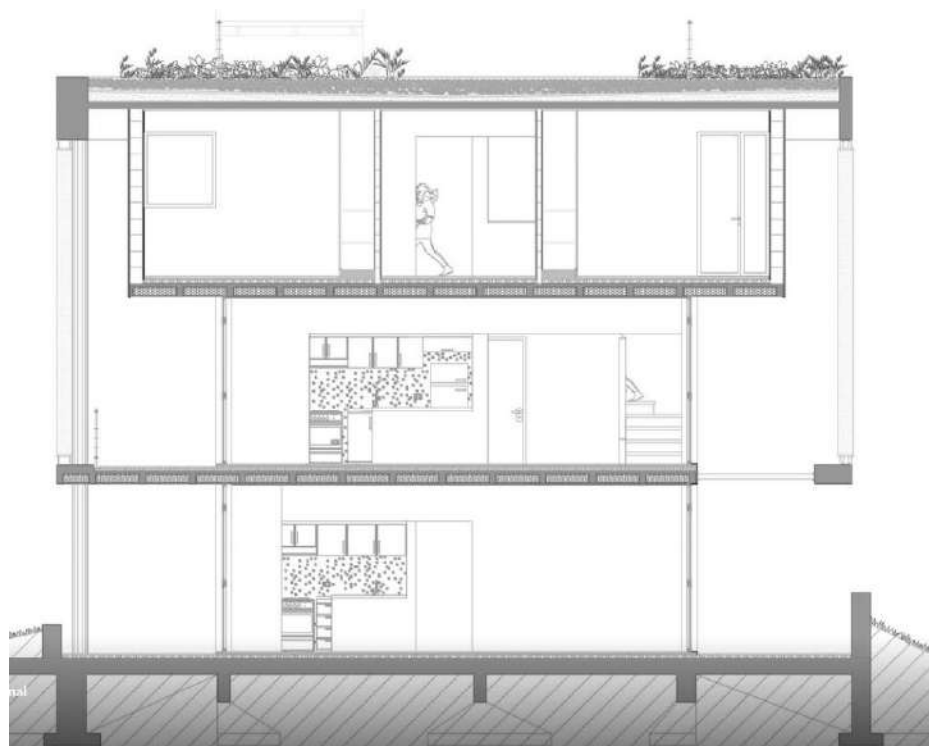


Imagen 14. Sección transversal de Complejo de residencias universitarias UNL-ATE.

Fuente: <<https://www.archdaily.cl/cl/985085/complejo-de-residencias-universitarias-unl-ate-universidad-nacional-de-litoral>> ISSN 0719-8914

Imagen 15. Fachada frontal Residencia Universitaria Uneatlántico. Fuente: www.Archdaily.com



Arquitectos: Carlos Galiano Arquitectura

Área: 15340 m²

Año: 2017

El edificio consta de dos bloques claramente diferenciados y contrapuestos, unidos por un módulo de vidrio, transparente y luminoso, donde discurren las pasarelas y escaleras de unión entre ambos y entre plantas. Por una parte, el bloque que se sitúa en el acceso principal formado por 4 alturas, un bloque bajo, lineal, potenciando la horizontalidad, donde se disponen los estudios para uso individual o doble compartido. Luego un bloque vertical de 6 plantas, asomando por detrás, que da albergue a los apartamentos compartidos.

Imagen 16. Planta Arquitectónica de Residencia Universitaria Uneatlántico. Fuente: www.Archdaily.com



La volumetría del edificio se concibe como una base esculpida en el terreno, sobre la que se apoya y toma asiento, un microclima que gira en torno a la luz natural. Conseguir un edificio dinámico, amable, con habitaciones amplias y luminosas, con una estructura clara de circulaciones, con presencia de luz natural en todos los espacios, han sido criterios de diseño fundamentales para conseguir un edificio eficiente, que a la vez permitan alcanzar el mayor grado de confort para el usuario.

Imagen 17. Eco-ciudad (Montecorvo- La Rioja, España) / MVRDV. Fuente:
<https://www.mvrdv.nl/projects/75/montecorvo-eco-city>



Arquitectos: MRVDV

Año de construcción: 2008

Superficie: 560000 m²

La colina donde está ubicada la ciudad está cubierta por paneles fotovoltaicos y los molinos de viento que generan parte de la energía necesaria para las viviendas sociales. Por tanto, el 100% de la demanda energética es generada por una combinación de energía solar y eólica. La llamada Eco-ciudad consigue cero emisiones de CO₂.

Sólo el 10% del suelo estará ocupado por los edificios. El espacio restante se convertirá en un ecoparque, una mezcla de paisaje y producción de energía.

Imagen 18. Residencia Universitaria en Sevilla / Donaire Arquitectos + SSW Arquitectos.

Fuente: www.Archdaily.com



Arquitectos: Donaire Arquitectos, SSW Arquitectos

Área: 1864 m²

Año: 2013

El proyecto se organiza en bandas paralelas relacionando los distintos usos requeridos: alojamiento, zona de recreo, servicios comunes y estacionamiento.

Los alojamientos, resueltos en tres niveles, se sitúan en un extremo de la parcela, relacionado visualmente con el parque de mayor escala. La zona de recreo en la parte delantera.

La banda de servicios comunes, resuelta en una única planta a nivel de acceso, se sitúa centrada en la parcela. Separando el estacionamiento de coches del resto de usos.

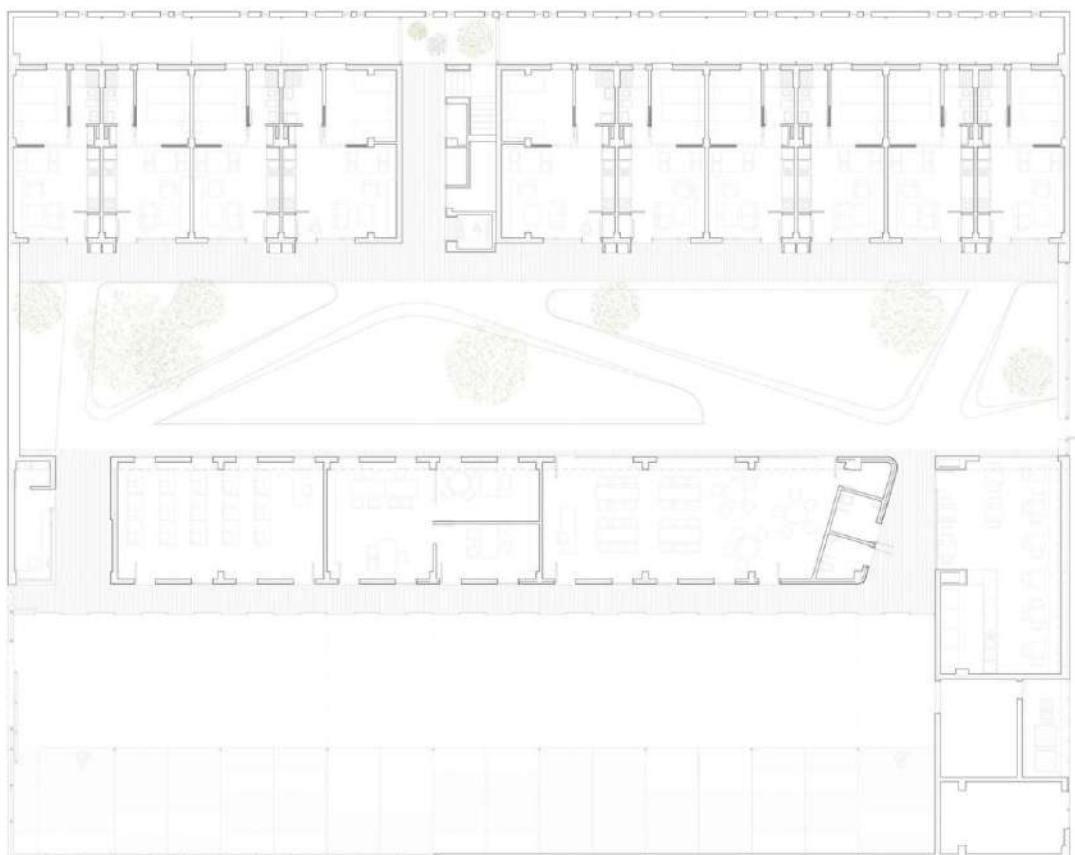


Imagen 19. Planta baja Residencia Universitaria. Fuente: www.archdaily.com

Se resuelve con una única tipología de alojamiento todo el proyecto, salvo los adaptados para acceso de minusválido para hacer más eficiente su ejecución. Para albergar la variedad de usuarios se recurre a espacios versátiles. La dimensión de las estancias permite diferentes posibilidades de organizar el mobiliario y así su uso. Cada alojamiento se expande hacia la galería como espacio de interacción entre los vecinos.

Cada dos alojamientos las instalaciones se concentran en un único vertical, permitiendo minimizar recorridos y siendo registrables desde la galería de acceso hasta su remate en cubierta.

Imagen 20°. Bosco Verticale, Stefano Boeri (Milán, Italia)

Fuente: <https://www.elledecor.com/es/arquitectura/g40347845/edificios-mas-sostenibles-mundo-eficiencia-energetica/>



Arquitectos: Stefano Boeri

Año: 2014

Área: 40,000 M2

El Bosco Verticale, diseñado por el arquitecto italiano Stefano Boeri y su estudio, es un innovador complejo residencial situado en el distrito de Porta Nuova en Milán, Italia. Inaugurado en 2014, el conjunto consta de dos torres de 80 y 112 metros de altura que albergan un total de 111 apartamentos.

La característica más destacada de estas torres es la integración de más de 2,000 especies vegetales en sus fachadas, incluyendo 480 árboles grandes y medianos, 300 árboles pequeños, 11,000 plantas perennes y 5,000 arbustos. Este diseño representa un modelo de reforestación metropolitana que busca incrementar la

biodiversidad urbana y mejorar la calidad del aire, al tiempo que ofrece una estética natural en el entorno urbano.

El Bosco Verticale ha sido reconocido internacionalmente por su diseño sostenible y su contribución al urbanismo ecológico. En 2014, recibió el International Highrise Award como el "mejor rascacielos del mundo", y en 2015, el Council on Tall Buildings and Urban Habitat lo nombró el "Mejor Edificio Alto del Mundo".

Imagen 21° Detalles del edificio Bosco Verticale

Fuente: <https://www.elledecor.com/es/arquitectura/g40347845/edificios-mas-sostenibles-mundo-eficiencia-energetica/>

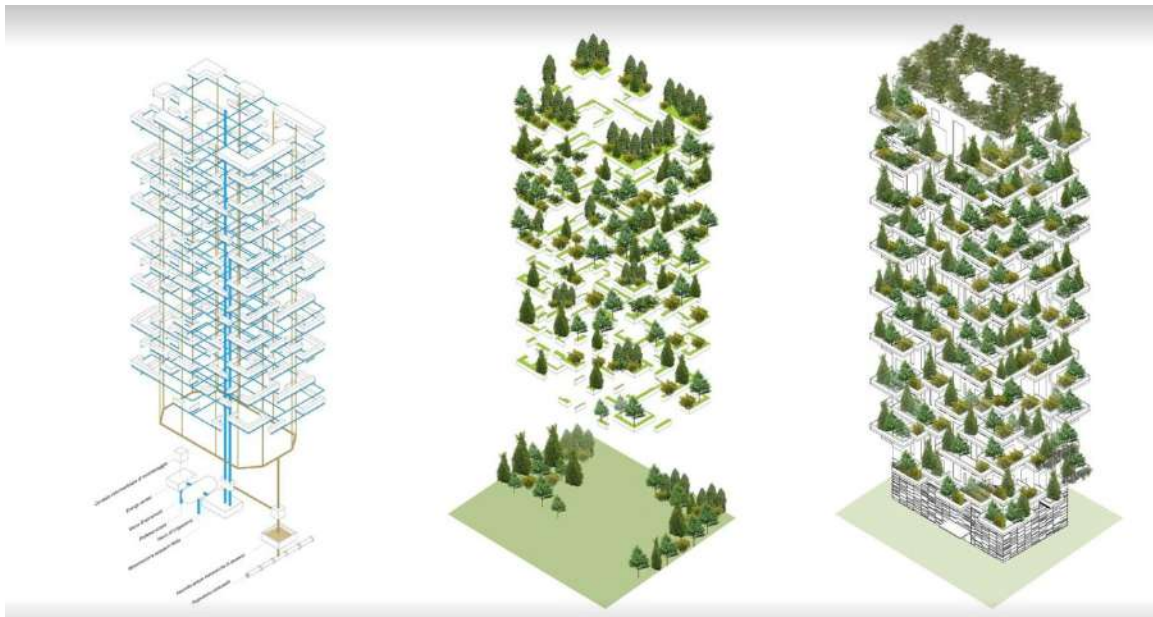


Imagen 22°. Edificio One Central Park / Ateliers Jean Nouvel. Fuente: https://www.archdaily.com/551329/one-central-park-jean-nouvel-patrick-blanc?ad_source=search&ad_medium=projects_tab



- **Ubicación:** Sídney, Australia
- **Arquitecto principal:** Jean Nouvel (Ateliers Jean Nouvel)
- **Diseño paisajístico y jardines verticales:** Patrick Blanc
- **Constructora:** Frasers Property
- **Año de finalización:** 2014
- **Altura:** 116 metros (Torre Norte) y 64.5 metros (Torre Sur)
- **Uso:** Residencial, comercial y de oficinas

Jardines verticales

Uno de los aspectos más distintivos del edificio es su impresionante fachada verde, diseñada por Patrick Blanc. Se compone de **250 especies de plantas nativas y exóticas** que cubren una superficie de aproximadamente **1,200 m²**, lo que contribuye a la regulación térmica y la reducción de la huella de carbono.

Estructura y diseño

- El complejo consta de **dos torres** unidas por una base comercial.
- **La Torre Norte** es la más alta y alberga departamentos de lujo.
- **La Torre Sur** es más baja y tiene unidades residenciales y oficinas.
- Utiliza **vidrio de alto rendimiento** para mejorar la eficiencia térmica y reducir la dependencia de sistemas mecánicos de climatización.

Sostenibilidad e Innovaciones

- **Heliostato:** Un sistema de espejos en voladizo de 42 metros refleja la luz del sol hacia las áreas menos iluminadas del edificio y el parque.
- **Recolección de agua de lluvia** para riego y otras necesidades.
- **Uso de energía renovable** con paneles solares y estrategias de ventilación natural.

Reconocimientos

One Central Park ha recibido múltiples premios, entre ellos:

- **Mejor Edificio en Altura del Mundo** (2014) por el Consejo de Edificios Altos y Hábitat Urbano (CTBUH).
- **Premios de Sostenibilidad** por su diseño ecológico y eficiencia energética

Imagen 23° Terrazas Ajardinadas Acros, Fukuoka (Japón)

Fuente: <https://www.elledecor.com/es/arquitectura/g40347845/edificios-mas-sostenibles-mundo-eficiencia-energetica/>



Acros Fukuoka es un edificio icónico ubicado en Fukuoka, Japón, conocido por su innovador diseño arquitectónico que combina naturaleza y urbanismo. Fue diseñado por el arquitecto argentino **Emilio Ambasz** y se completó en **1995**. Su objetivo principal era devolver el espacio verde a la ciudad mientras se creaba un edificio funcional para oficinas y centros culturales.

Características principales de Acros Fukuoka:

1. Diseño en terrazas verdes:

- La característica más llamativa del edificio es su fachada escalonada cubierta de vegetación, con más de 35,000 plantas de 76 especies diferentes.
- Se asemeja a una montaña verde en medio de la ciudad y proporciona un microclima fresco en su entorno.

2. Sostenibilidad y ecología:

- Actúa como un "pulmón verde" para Fukuoka, reduciendo la temperatura urbana y absorbiendo CO₂.
- Su diseño de terrazas verdes ayuda a la absorción de agua de lluvia, reduciendo el riesgo de inundaciones.

3. Uso del edificio:

- Alberga oficinas gubernamentales, un centro de convenciones, salas de exposiciones, tiendas y restaurantes.
- Cuenta con un auditorio con capacidad para 2000 personas.

4. Accesibilidad pública:

- La terraza ajardinada es accesible para el público y permite a los visitantes subir hasta la cima, donde pueden disfrutar de vistas panorámicas de la ciudad.

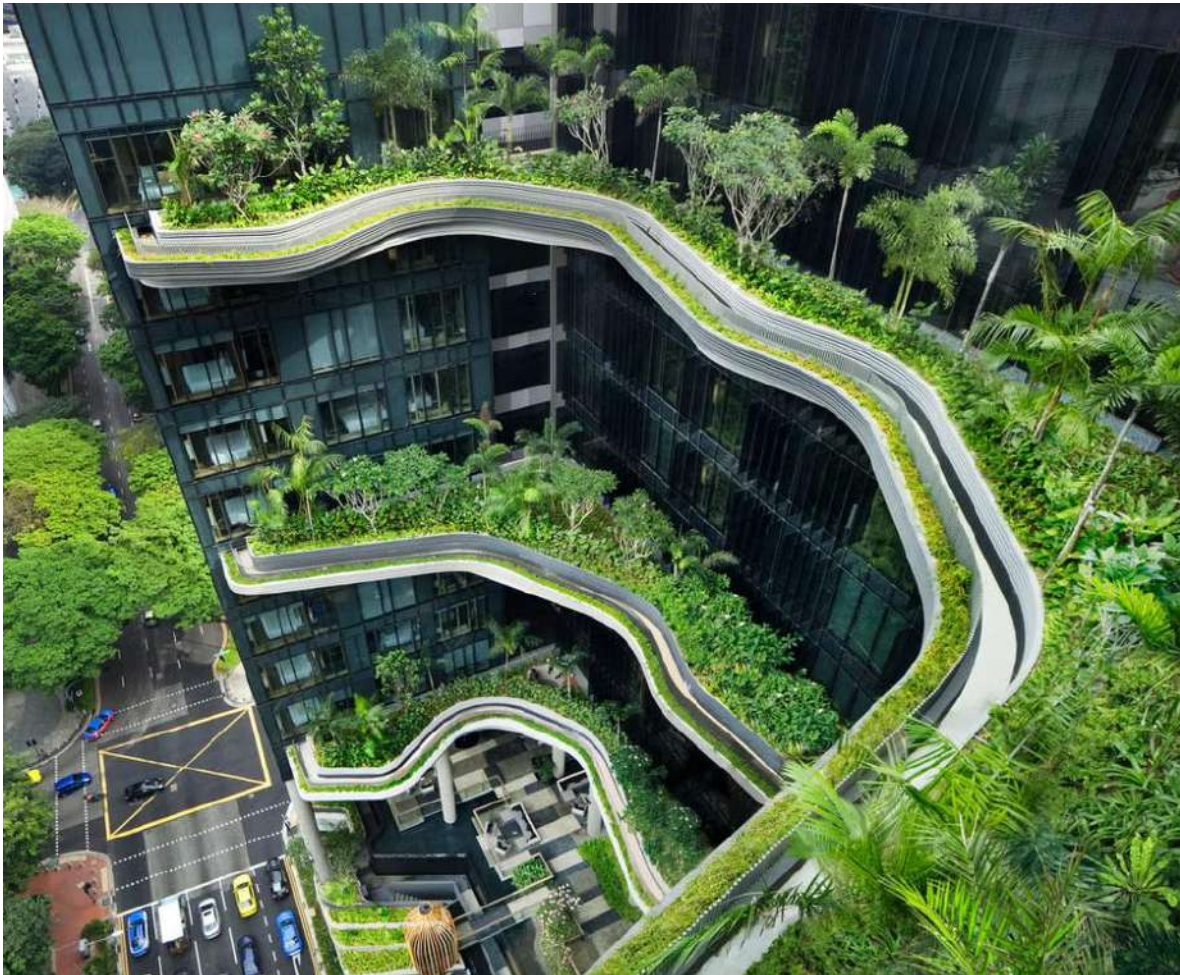
5. Impacto arquitectónico y reconocimiento:

- Es un ejemplo temprano de arquitectura verde y diseño bioclimático, influyendo en proyectos sustentables en todo el mundo.

Imagen 24° Vista Acros, Fukuoka. fuente:
<https://www.ecomundo.com.ar/acros-fukuoka-edificio-montana-cubierto-vegetacion/>



Imagen 25° Edificio Royal Park, Singapur. Fuente: <https://www.elledecor.com/es/arquitectura/g40347845/edificios-mas-sostenibles-mundo-eficiencia-energetica/>



El PARKROYAL on Pickering es un hotel de lujo situado en el corazón de Singapur, reconocido internacionalmente por su innovador diseño arquitectónico que integra la naturaleza en el entorno urbano. Diseñado por la firma de arquitectura local WOHA, el hotel se ha convertido en un ícono de la arquitectura sostenible desde su inauguración en 2013.

Características arquitectónicas destacadas:

- Diseño de "hotel en un jardín": El concepto central del PARKROYAL on Pickering es su enfoque en la "arquitectura topográfica", donde el edificio

incorpora 15,000 metros cuadrados de jardines elevados en terrazas que se integran armoniosamente con el parque adyacente, Hong Lim Park.

- Sostenibilidad y eficiencia energética: El hotel está diseñado para ser autosuficiente y minimizar el consumo de energía mediante el uso de células solares, sensores de movimiento, recolección de agua de lluvia y sistemas de reutilización de agua.
- Integración de la naturaleza: Las terrazas ajardinadas, inspiradas en los campos de arroz en terrazas y la topografía de los paisajes naturales, crean una conexión fluida entre el edificio y su entorno natural, ofreciendo a los huéspedes una experiencia única de estar inmersos en un oasis urbano.
- Innovación estructural: El podio del hotel presenta formas ondulantes de hormigón prefabricado que envuelven las áreas públicas y el estacionamiento, creando una sensación de paisaje esculpido que difumina las líneas entre la arquitectura y la naturaleza.

Imagen 26° Vista Edificio Royal Park. Fuente: <https://www.re-thinkingthefuture.com/rtf-design-inspiration/a1416-parkroyal-hotel-pickering-in-singapore-by-woha-complexity-in-architecture/>



Imagen 27°. La Plaza Ciudad del Saber, Panamá. Fuente: <https://ciudadelsaber.org/la-plaza>



La Plaza de Ciudad del Saber es un edificio comercial emblemático en Panamá, diseñado por el arquitecto Leonardo Álvarez Yepes y su equipo. Inaugurada en 2013, esta estructura destaca por su diseño sostenible y bioclimático, siendo el primer edificio en Panamá en obtener la certificación LEED Gold.

Características arquitectónicas destacadas:

- **Diseño en forma de cinta periférica:** La estructura se organiza alrededor de un gran patio central con vegetación y amplios aleros, creando un espacio de tránsito periférico que también funciona como área de reunión al aire libre.
- **Integración de patios en batería:** Además del patio central, el edificio cuenta con cuatro patios adicionales alineados, lo que permite una continuidad espacial y una mayor calidad en los espacios internos.

- **Enfoque en la ventilación natural:** La disposición de cuerpos longitudinales sin fachadas expuestas al sol directo facilita una ventilación natural eficiente, independientemente de las condiciones de viento de la región.
- **Uso de materiales locales y sostenibles:** Se emplearon concretos de tonalidad clara con arenas y arcillas locales, tratados con hidrorrepelentes y fungicidas para garantizar durabilidad y minimizar el mantenimiento.

Imagen 28° Vista de La Plaza Ciudad del Saber, Panamá. Fuente: <https://ciudadelsaber.org/la-plaza>



CAPITULO 3. ANÁLISIS DEL SITIO

4.1. Localización y contexto urbano

El proyecto de la villa universitaria sostenible se pretende realizar en el corregimiento de Betania, Ubicado en el área urbana de la ciudad de Panamá. Que Limita al norte con el corregimiento de Ancón; al sur, con Bella Vista y Pueblo Nuevo; al este, con el distrito de San Miguelito y al oeste, con Curundú.

Actualmente el corregimiento mantiene su atractivo original, combinando las instalaciones residenciales y de servicios con una gran cantidad de parques y áreas verdes. Es uno de los corregimientos con mayor tránsito de personas, ya que en él se encuentran universidades como la universidad Tecnológica de Panamá, la Universidad Latina, la Universidad Santa María La Antigua y la Universidad Interamericana.

Otro dato para destacar es que el corregimiento de Betania está rodeado por 2 vías principales que son la Vía Transístmica y la Avenida Ricardo J. Alfaro (Tumba Muerto), donde al día circula una gran cantidad de vehículos y personas.



Imagen 29. Parque de Betania. Fuente: <https://www.juntacomunalbetania.com>

4.2. Selección del terreno

El terreno donde se realizará el proyecto es el corregimiento de Betania. El terreno colinda al norte con la avenida Ricardo J. Alfaro, al sur con el edificio de la Universidad Latina de Panamá, al este con el PH Galery Plaza and Towers y al oeste con el edificio de la Facultad de Derecho de la Universidad Latina de Panamá.

Una de las ventajas con la que cuenta este terreno es que está rodeado de las tres grandes universidades como mencionamos, además del gran flujo de personas que circulan por la Tumba Muerto, en el ámbito de servicios y comercios la Vía Ricardo J. Alfaro cuenta con gran cantidad de comercios, restaurantes, tiendas y centros comerciales

Por temas de accesibilidad el terreno cuenta con parada de buses cerca del lote y a pocos minutos de la estación de metro.

Imagen 30. foto del terreno. Fuente: Imagen tomada por el autor.



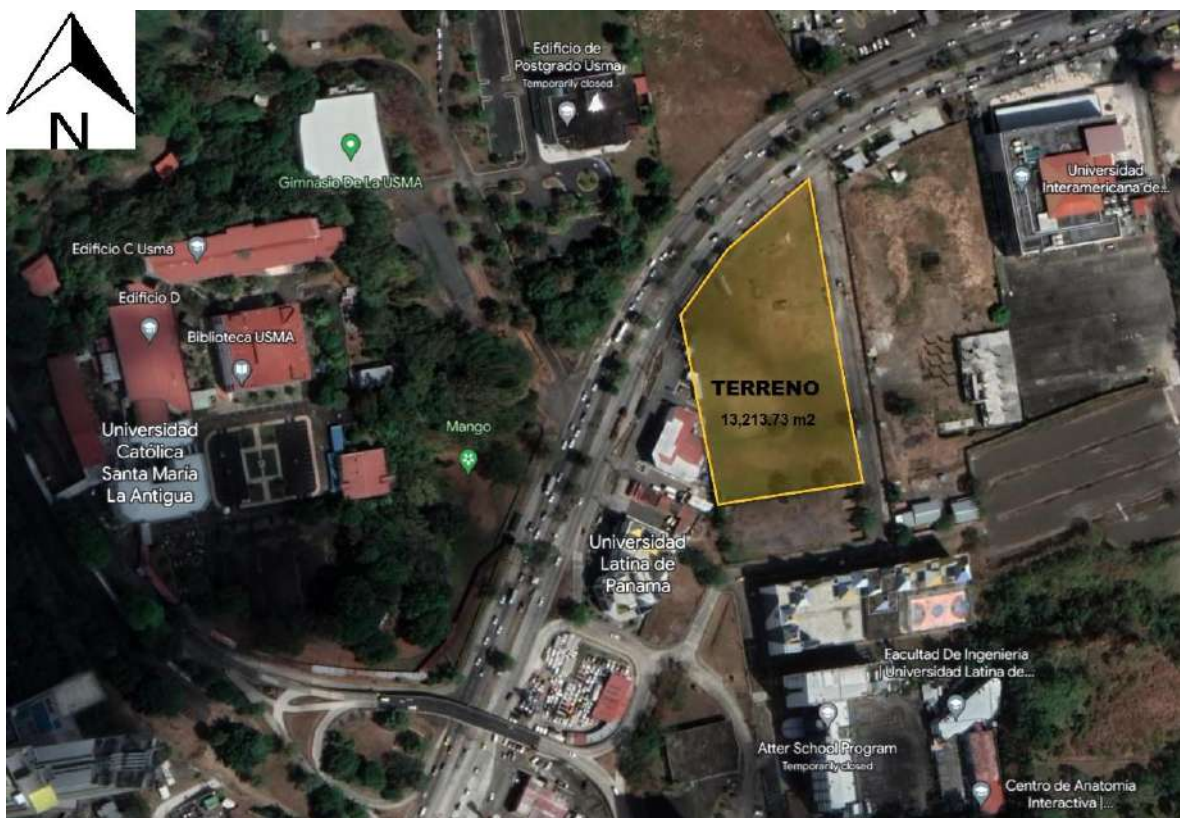
4.3. Descripción y análisis del sitio

4.3.2. Forma y dimensionamiento

El terreno tiene forma rectangular y se encuentra a un costado de los estacionamientos de la Universidad Latina, corregimiento de Betania. A pocos kilómetros de la Gran Estación de San Miguelito, su acceso es muy fácil debido a que tiene múltiples rutas para llegar al lote. El lote cuenta con 13,213.73 m²

Imagen N° 21.

Imagen 31. Forma y dimensionamiento del terreno. Fuente: Google Earth

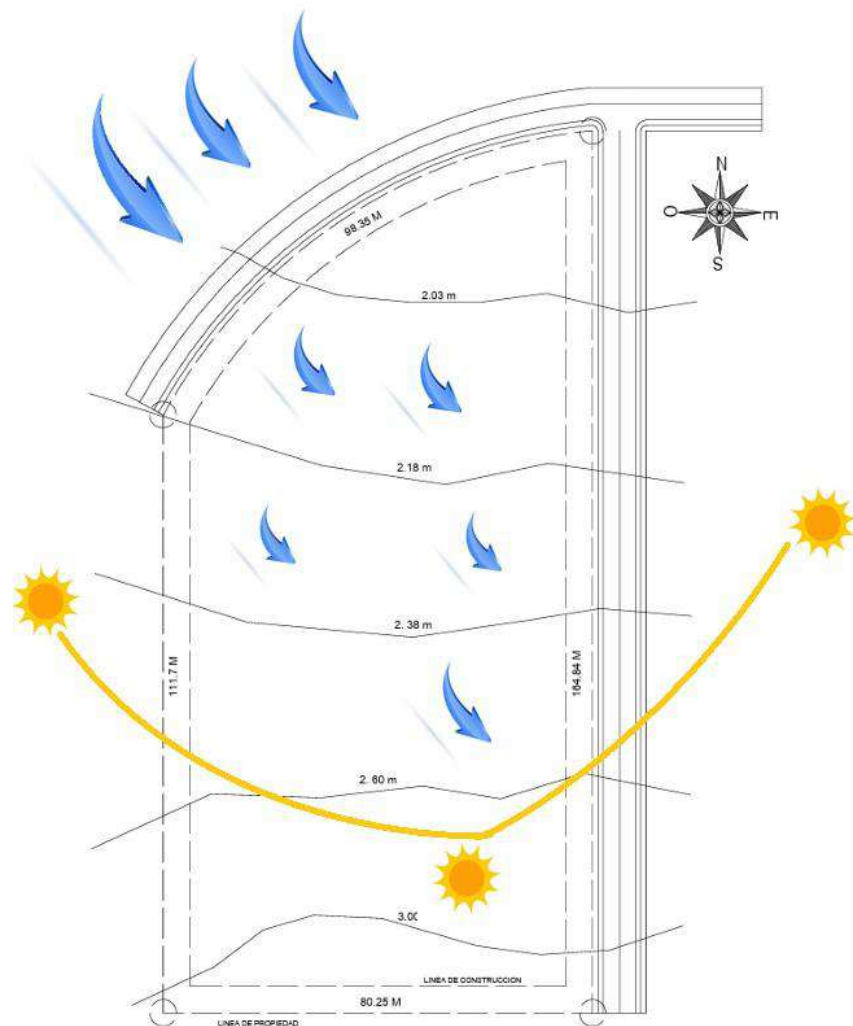


4.3.3. Orientación del terreno

El terreno se orienta al norte la vía Ricardo J. Alfaro y al edificio de Postgrado de la Universidad Católica Santa María la Antigua (USMA). Por la posición del terreno la proyección de los rayos del sol cuando amanece se produce por la parte lateral derecha del terreno y se oculta en la parte lateral de la izquierda del terreno. Los

vientos se predominan del lado noroeste del terreno lo que nos beneficia para la ventilación cruzada del edificio.

Imagen 32. Orientación del terreno. Fuente: Creador por el autor

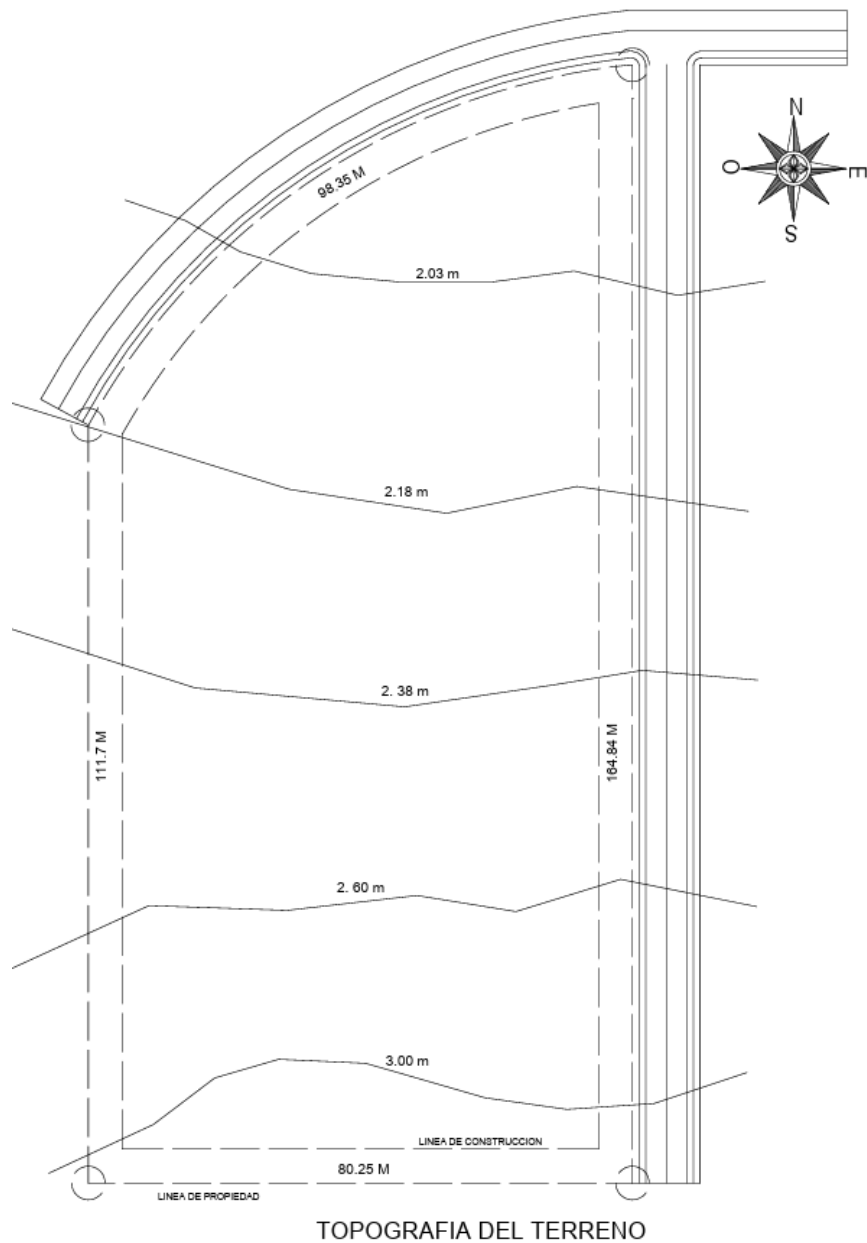


3.3.3. Topografía

La topografía del terreno es bastante regular, debido a que ha tenido un gran trabajo de relleno anteriormente. La cota máxima es de 3.00 metros sobre el nivel del mar y la cota mínima es de 2.03 m, la parte más alta del terreno está en la parte posterior

del lote que colinda con la universidad Latina de Panamá. La parte más baja de lote se encuentra en la parte frontal del polígono que colinda con la vía Ricardo J. Alfaro.

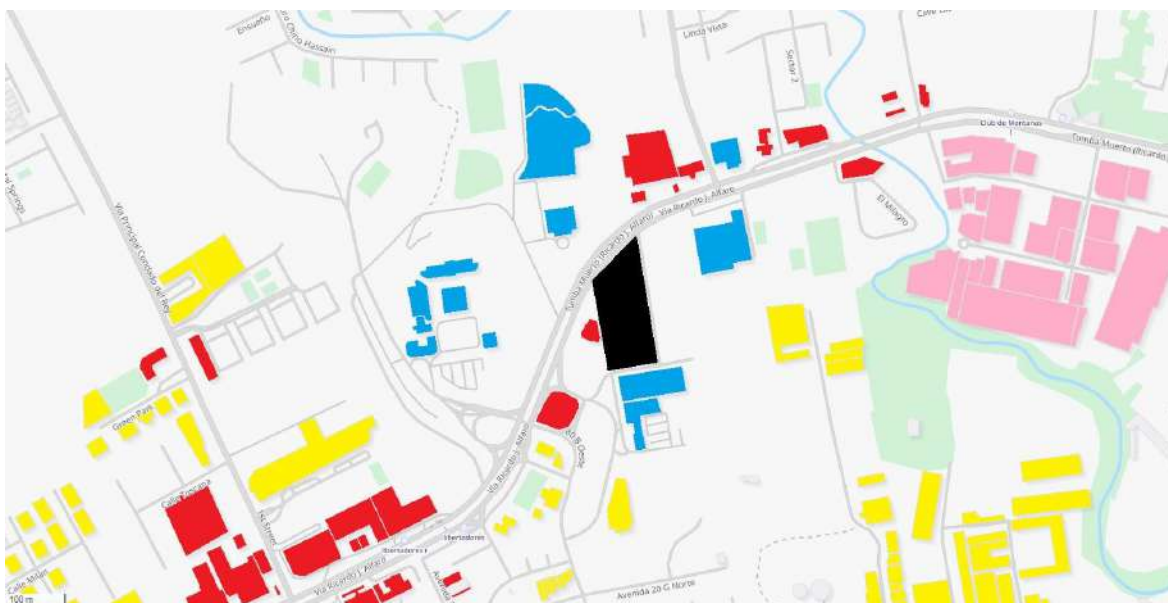
Imagen 33. Topografía del terreno. Fuente: Realizado por el autor



3.3.4. *Uso de suelo*

El uso de suelo de tipo comercial, institucional y residencial de media y alta densidad son los que más predominan en un radio de un 1km alrededor del terreno seleccionado. Un dato importante por el cual se eligió este terreno en específico es debido a que a su alrededor cuenta con importantes universidades como la USMA, La Universidad Latina y la UIP.

Imagen 34. Uso de suelo alrededor del terreno. Fuente: Realizado por el autor.



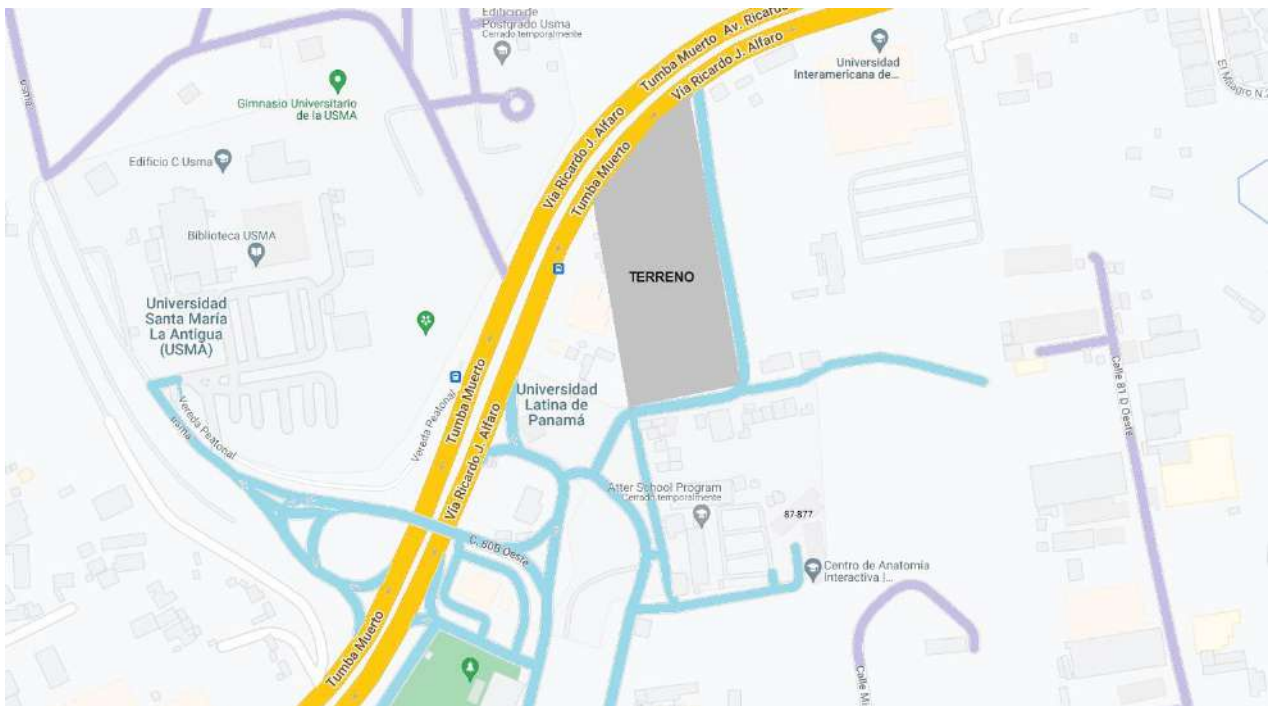
Simbología

-  Polígono
 Institucional
 Comercial
 Áreas verdes
 Residencial
 Industrial

3.3.5. Vías de acceso

Frente al terreno seleccionado tenemos una de las vías principales más transitada la cual es la Vía Ricardo J. Alfaro que es una de las tres arterias principales de la ciudad de Panamá, junto con la Vía Simón Bolívar y la Vía España. La vía secundaria tenemos la calle 80B Oeste que conecta con las calles internas de Miraflores con la Tumba Muerto.

Imagen 35. Vías de acceso. Fuente: Creador por el autor.



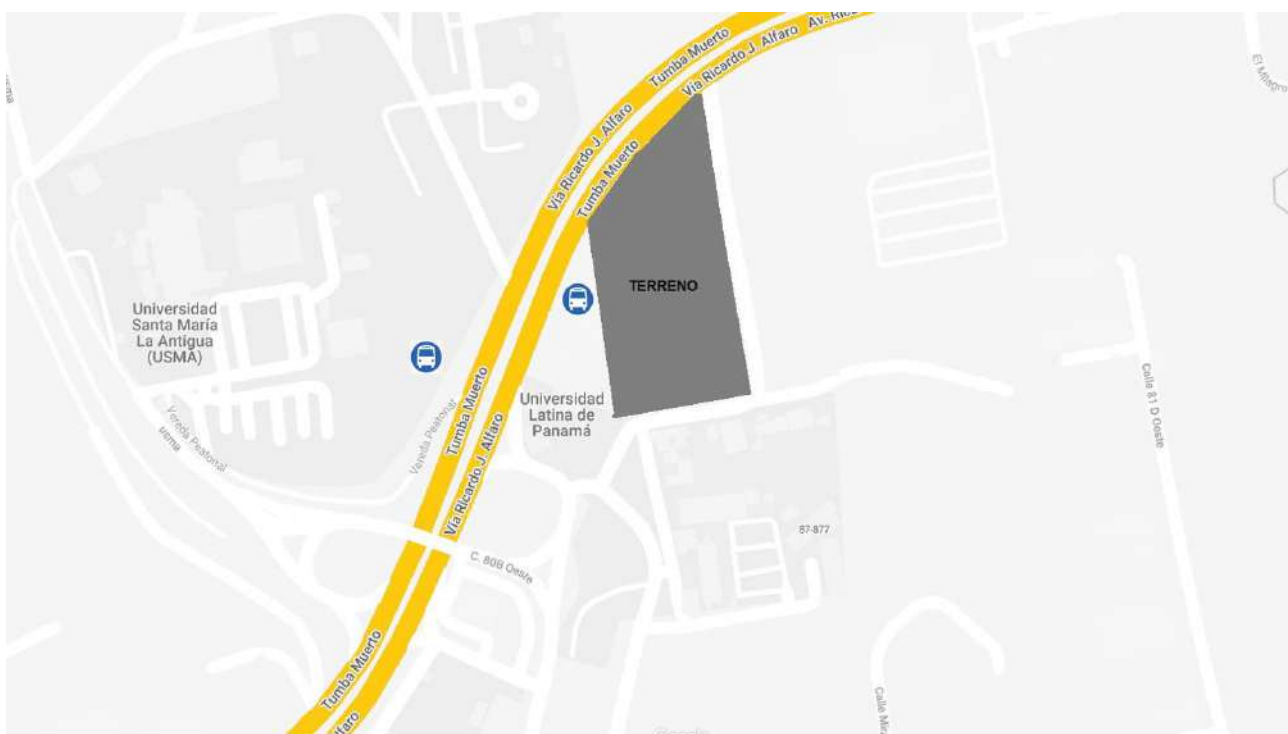
Simbología

-  Vías Principales
-  Vías Secundarias
-  Vías Conectoras

3.3.6. Transporte

Las paradas de buses se encuentran a cinco minutos del lote, lo cual facilita la movilidad de los usuarios. Las paradas de buses más cercanas son las que se encuentra frente a la Universidad Interamericana y Supermercado Xtra. La distancia del terreno a la parada de metro más cercana es en San Miguelito y se encuentra a una distancia de 1,5 KM.

Imagen 36. Transporte. Fuente: Creador por el autor



Simbología

-  Polígono
-  Vías Principales
-  Paradas de buses
-  Metro

3.3.7. Vegetación

En el terreno seleccionado para realizar el proyecto de la villa universitaria hay mucha presencia de vegetación, con gran variedad de árboles en la parte posterior del lote, dentro de la propuesta se contemplará no talar esos árboles existentes e integrarlos al diseño para así no afectar al medio ambiente. Esta propuesta busca reducir el menor daño posible de la vegetación del terreno.

Imagen 37. Vegetación del terreno propuesto. Fuente: Tomada por el autor



3.3.8. Normas de desarrollo urbano

El corregimiento del Betania mantiene actualmente su atractivo original que son residencias antiguas de baja, mediana y alta densidad y una gran cantidad de parques y áreas verdes. Además de comercios de mediana y alta densidad como ejemplos fábricas, centro de distribución entre otros.

Imagen 38. Betania pasado, presente y futuro. Fuente:

<https://www.diaadia.com.pa/primer-plano/betania-pasado-presente-y-futuro-621009>



Tabla 2. Norma de desarrollo urbano IC2. Fuente: MIVIOT.

Normativa de desarrollo urbano					
Norma de desarrollo urbano	Código	Usos permitidos	Retiros	Estacionamientos	Línea de construcción
Comercial de intensidad alta	C2	Apartamentos Oficinas Servicios en general Apartamentos	Adosamientos rm (pb+2 altos); rm-1 (pb+3 altos); rm-2 (pb+4 altos); rm-3 (pb+5 altos)	1 por cada 60.00 m2 de oficina y de comercio por 150.00 m2 de deposito	la establecida o 5.00 metros mínimo a partir de la línea de propiedad
industrial	I	Industrial liviano Industrial Molesto Industrial peligroso	ninguno con pared ciega 1.50 ml cuando colinde con comercio o industria.	1 por cada 150 m2 de uso industrial 1 por cada 60.0 m2 de uso comercial	la establecida o 5.00 metros mínimo en urbanizaciones nuevas

Para la normativa IC2 se permiten las siguientes actividades

- Comercios al por mayor y al por menor.
- Oficinas
- Servicios en general
- Apartamentos
- Industrial liviano
- Industrial molesto
- Industrial peligroso
- Edificios de estacionamientos
- Comercio al por menor y al por mayor de toda clase de víveres y artículos para el hogar

3.3.9. Infraestructuras públicas existentes

En cuanto a las infraestructuras públicas existentes en el área se puede señalar lo siguiente:

- Sistema de luz eléctrica
- Sistema de agua potable
- Sistema de alcantarillado
- Paradas de buses
- Sistema de telefonía e internet

CAPITULO 4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO ARQUITECTÓNICO

4.1. Descripción General

4.1.1. Criterios de Diseño

En la ciudad de Panamá, en los últimos de 10 años, se ha visto un incremento enorme en cuanto a construcciones se refiere, esta gran cantidad de proyectos muchos de ellos se han terminado y tal como podemos observar han hecho un daño enorme al medioambiente. Debido a este problema lo que se busca en este proyecto de una villa universitaria sostenible es crear un lugar de trabajo para que los estudiantes puedan realizar sus proyectos de la universidad en un espacio donde tenga todas las comodidades y lo más importante, respetando al medioambiente.

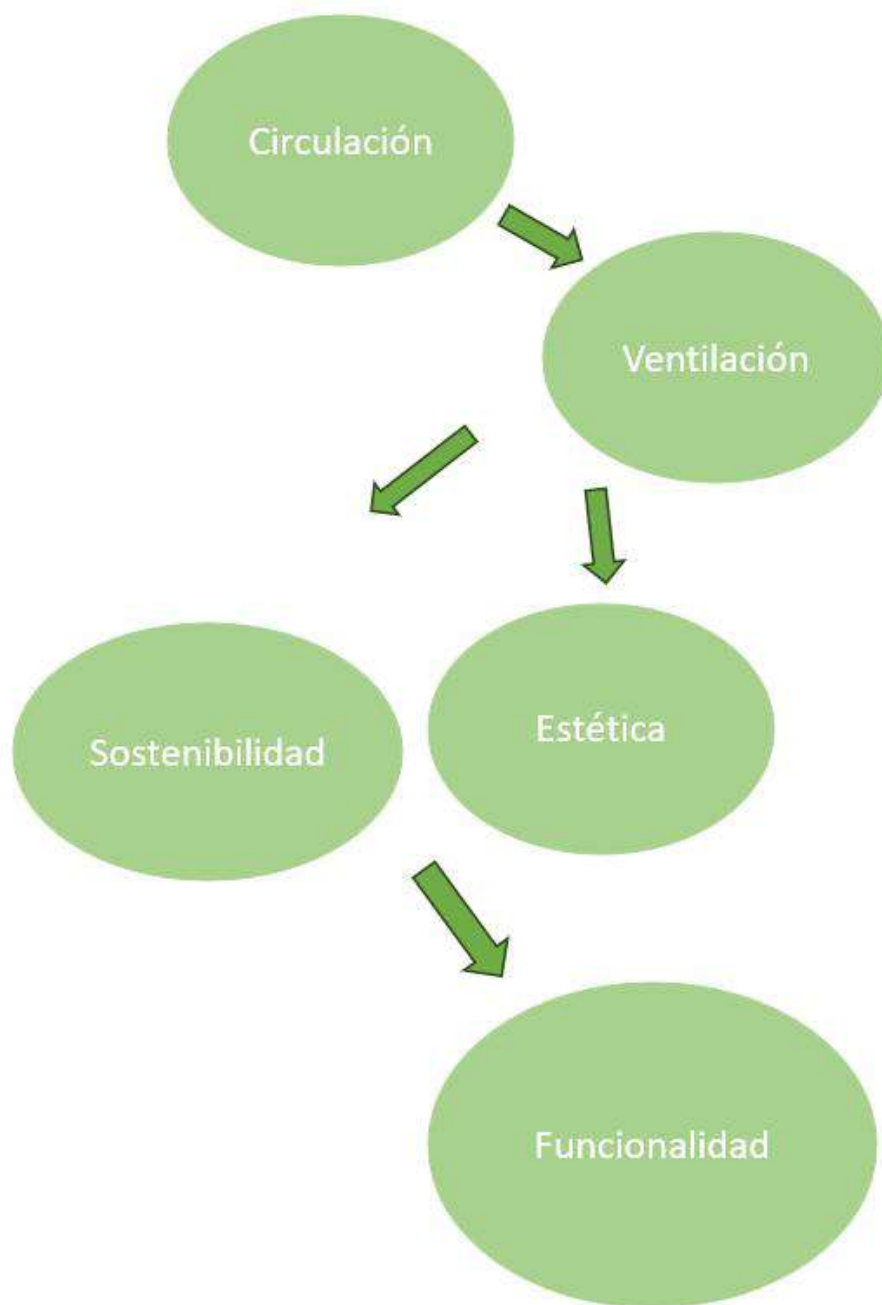
La villa universitaria buscar reducir lo más posible el daño al medioambiente, para eso se implementará el utilizar materiales sostenibles en su construcción que sean amigables con el ambiente. Se incorporará el uso de paneles solares en la edificación para poder tener un mejor ahorro energético.

Esta edificación será un espacio donde los estudiantes, administrativos podrán convivir en un complejo residencial con certificación LEED. A continuación, se mencionarán los principales criterios de diseño del proyecto:

- **Circulación:** Uno de los aspectos importantes al momento de diseñar un edificio es la forma como se va a llevar a cabo el desplazamiento de las personas a través del edificio, sus alrededores, sus áreas sociales, los descansos, vestíbulos, entradas, corredores, pasillos, estacionamientos (circulación horizontal). Las rampas para personas con discapacidad, escaleras, ascensores (circulación vertical).

- **Flexibilidad:** Flexibilidad en la arquitectura se refiere a la capacidad que puede tener una construcción para transformarse y adaptarse a las necesidades de los usuarios a través de toda la vida útil. Así el usuario puede realizar una modificación continua del espacio de acuerdo con la cantidad de ocupantes en un momento dado.
- **Funcionalidad:** Una de las características más importante en una construcción es la funcionalidad, es decir, la forma cómo están dispuestos los espacios, de tal manera que la persona que ocupe la vivienda se sienta cómoda y a gusto. La distribución del espacio debe ir de acuerdo con las actividades que se realizan en un determinado espacio y a otras actividades anexas.
- **Sostenibilidad.** Se refiere a que la planeación de la construcción debe tomar en cuenta el entorno donde se va a construir, de tal manera, que no afecte, o disminuya el impacto que pueda generar. Además, toma en cuenta que los materiales constructivos sean sostenibles y amigables con el medio ambiente, es decir, que no sean contaminantes y que puedan ser reciclados una vez que termine la vida útil de la construcción.
- **Integración urbana:** La integración de la arquitectura al entorno no es fácil, generalmente la arquitectura no se integra al ambiente que le rodea. La integración de un edificio a su entorno significa una armonía entre el paisaje y las actividades humanas. Un buen diseño arquitectónico no debe acarrear problemas, al contrario, debe prevenir problemas en el contexto donde se encuentra.

Imagen 39. Componentes de criterios de diseño. Fuente: Creado por el autor.



4.1.2. Programa arquitectónico

El programa de diseño es la hoja de ruta que se marca antes de realizar el desarrollo del proyecto de diseño. A continuación, se presentará el programa de diseño elaborado para la villa universitaria sostenible ubicada en el corregimiento de Betania:

Áreas externas

Garitas de acceso

Estacionamientos

- Estacionamientos para usuarios
- Estacionamientos para administrativos
- Estacionamientos personas con discapacidad
- Estacionamientos para embarazadas
- Estacionamientos para autos eléctricos

Cuarto de electricidad

Cuarto de mantenimiento

Cuarto de servicios

Plazas

Áreas verdes

Áreas de desechos

Tienda de conveniencia

Área Administrativas

Vestíbulo

Sala de espera

Jardín Interno

Módulo de oficinas:

- Oficina de administrador
- Oficina de contable
- Oficina de asistente
- Salón de reuniones
- Depósitos
- Baños

Área de trabajo

Lobby

Vestíbulo

Salón de estudio

Salón de lectura

Salón de reunión

Salón de dibujo

Biblioteca

Baños de usuarios

Cuarto de aseo

AREA DE DESCANSO

Apartamentos de 2 y 3 recámaras, incluyen los siguientes espacios:

Vestíbulo

Sala

Comedor

Cocina

Lavandería

Baños

Cuarto principal

Cuarto secundario

AREA DE ESPARCIMIENTO

Salón de juegos

Canchas multiuso

Gimnasio

Terrazas

Baños para hombres

Baños para mujeres

4.1.3. Proceso de diseño

El proceso de diseño es una de las etapas más importantes de este proyecto, debido a que resume toda la investigación previa y se plasma a través de la creación de espacios funcionales y estéticamente atractivos. Todo el proceso de diseño lleva una serie de etapas para alcanzar el objetivo deseado.

A continuación, se mostrará el proceso de diseño ejecutado.

Imagen 40. Proceso de diseño. Fuente: Creador por el autor

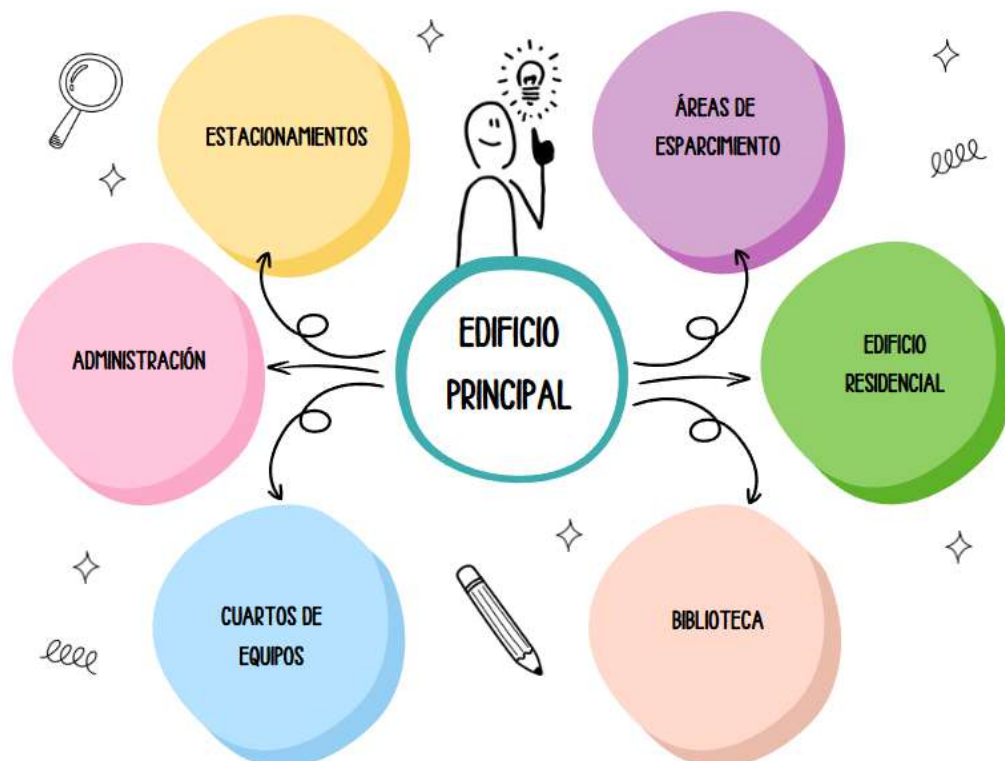


4.1.4. Diagrama de flujo de los espacios

La funcionalidad de la edificación es uno de los puntos más importantes del diseño. Se busca la conexión de los espacios del residencial por medio de una plaza central que distribuye al área de descanso, áreas de trabajo y las áreas de esparcimiento. Los espacios de circulación de las personas serán de manera interna como externa de acuerdo con las actividades que van a realizar.

Se presentará una imagen que ilustra sobre la relación de los espacios diseñados.

Imagen 41. Diagrama de flujo de espacios. Fuente: Creado por el autor



4.1.5. Descripción de áreas y relación de actividades

Las áreas de cada espacio dentro del proyecto a realizar poseen una función que corresponde según sus actividades a saber:

- Áreas externas: Está compuesta por las áreas de estacionamientos, zonas verdes, plaza, áreas de mantenimiento de la edificación. Esta área tiene relación con todas las demás del proyecto.
- Áreas administrativas: Está compuesta por todas las oficinas administrativas de la villa universitaria. Esta área tiene relación con las áreas de esparcimiento, las áreas de trabajo, las áreas de descanso.
- Áreas de descanso: Está formada por todas las áreas de los dormitorios de la villa universitaria. Este espacio tiene relación con las áreas de trabajo y áreas de esparcimiento.
- Áreas de trabajo: Está formada por todas las áreas de los salones de estudio, biblioteca, taller de lectura entre otras. Este espacio tiene relación con las áreas de esparcimiento y áreas de descanso.
- Áreas de esparcimiento: Está conformada por las áreas de juegos, áreas verdes, canchas multiuso. Esta área tiene relación con las áreas de trabajo, áreas externas y área de descanso.

4.1.6. Composición arquitectónica

La composición arquitectónica no es más que el conjunto de planos que conformarán el proyecto de la villa universitaria sostenible ubicada en el corregimiento de Betania, que comprenden las siguientes secciones:

- Plano de localización del proyecto: este plano contiene la ubicación del proyecto y las distintas áreas en el terreno, se observan las áreas verdes, retiros y orientación.
- Plantas arquitectónicas: Poseen un diseño bastante sencillo, pero sobre todo funcional, en el que se aprovechan todos los espacios del terreno y su topografía.
- Secciones y elevaciones: donde se especifica con mejor entendimiento los componentes que se encontraron dentro de la edificación y las vistas exteriores del proyecto.
- Renders y 3D: esta presenta la propuesta final de la villa universitaria donde incluyen todos los espacios dentro del terreno. Está compuesta por las vistas interiores como exteriores de todo el complejo.

4.2. Descripción de los sistemas constructivos para aplicar

Para la construcción de la villa universitaria sostenible se implementarán sistemas constructivos tradicionales con alternativas contemporáneas acorde a la naturaleza de las edificaciones

- **Techos verdes:** También conocidos como cubiertas ajardinadas o techos vivos, son sistemas constructivos que consisten en cubrir parcial o totalmente la superficie de un techo con vegetación y sustrato. Esta práctica se está volviendo cada vez más popular en la arquitectura moderna debido a sus múltiples beneficios tanto estéticos como funcionales.

Beneficios

Los techos verdes ofrecen una serie de ventajas que pueden beneficiar tanto a los edificios como al medio ambiente:

Aislamiento térmico y acústico: Ayudan a regular la temperatura del edificio y reducen el ruido exterior.

Gestión del agua de lluvia: Absorben y manejan las aguas pluviales, disminuyendo la escorrentía y el riesgo de inundaciones.

Mejora de la calidad del aire: Las plantas ayudan a filtrar contaminantes y producen oxígeno, contribuyendo a la salud del entorno urbano.

Espacio habitable: Proporcionan un espacio adicional para actividades recreativas y de esparcimiento.

Imagen 42. Techos verdes instalados en vivienda. Fuente:
<https://soyarquitectura.mx/arquitectura/casas-con-techos-verdes/>



- **Cimientos:** La zapata corrida es un tipo de cimentación superficial utilizada en la construcción para soportar la carga de los muros. Se caracteriza por ser una banda de hormigón que se extiende a lo largo de la línea de los muros, distribuyendo la presión ejercida por estos sobre el suelo. Esta solución es particularmente útil en terrenos bastante homogéneos, donde la zapata puede efficientizar la distribución de cargas.

Una de las ventajas de usar zapatas corridas incluye su facilidad de armado y la capacidad de soportar cargas considerables, siendo una opción adecuada para murallas de carga alineadas.

Imagen 43. Zapata corrida. Fuente: <https://maxacero.com/blog/zapata-corrida-no-la-utilices-sin-saber-estas-5-cosas/>



- **Columnas y vigas prefabricadas:** son elementos estructurales que se fabrican en una planta de producción antes de ser transportados al sitio de construcción y montados en su posición final. Estas columnas son una parte esencial de muchos proyectos de construcción debido a diversas ventajas que ofrecen:

Rapidez en la construcción: Al ser prefabricadas, se reduce significativamente el tiempo de construcción en el sitio, ya que se pueden ensamblar rápidamente.

Control de calidad: La fabricación en un entorno controlado permite asegurarse de que cada columna cumpla con las especificaciones y estándares de calidad adecuados.

Menor desperdicio: La prefabricación puede optimizar el uso de materiales y reducir el desperdicio en comparación con la construcción tradicional en el sitio.

Consistencia: Se obtiene una calidad más uniforme en la producción de columnas prefabricadas, ya que se utilizan moldes y procesos estandarizados.

Versatilidad: Estas columnas pueden fabricarse en una variedad de materiales, como concreto, metal o incluso compuestos, ofreciendo flexibilidad en el diseño arquitectónico.

Costos reducidos: Aunque la inversión inicial en la producción prefabricada puede ser alta, los costos suelen equilibrarse gracias a la reducción de tiempo de construcción y mano de obra.

Imagen 44. Columnas y Vigas Prefabricadas Fuente: <https://copresa.mx/estructuras-prefabricadas-de-concreto/>



- **Vidrios y muro cortinas:** Se refiere a un sistema de fachada no estructural que se utiliza para cubrir un edificio. Este tipo de muro se compone generalmente de paneles de vidrio o materiales ligeros sostenidos por una estructura de soporte, que puede ser de acero o aluminio. Algunas características clave de los muros cortina son:

Ligereza: Están diseñados para ser ligeros, lo que permite que no carguen significativamente sobre la estructura del edificio.

Aislamiento: Aunque son principalmente estéticos, los muros cortina pueden incluir propiedades de aislamiento térmico y acústico mediante el uso de materiales adecuados y dobles o triples capas de vidrio.

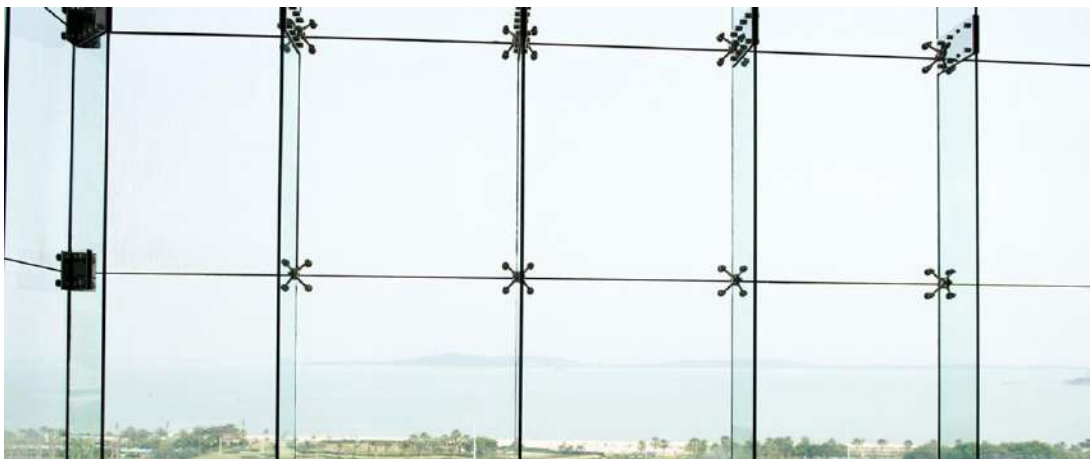
Estética: Proporcionan una apariencia moderna y elegante, permitiendo que la luz natural penetre en los espacios interiores y ofreciendo vistas al exterior.

Resistencia a la intemperie: Están diseñados para resistir las condiciones climáticas, incluyendo viento y lluvia, protegiendo el interior del edificio.

Flexibilidad en el diseño: Se pueden personalizar en diversas formas y tamaños, permitiendo a los arquitectos diseñar fachadas únicas y creativas.

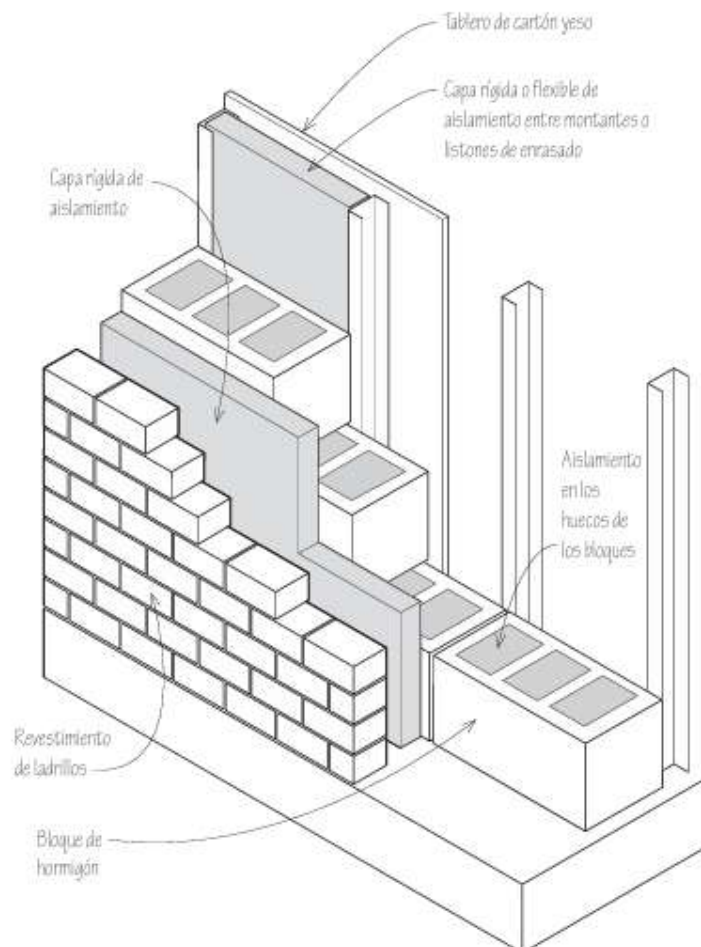
Imagen 45. Fachada con sistema araña (spider). Fuente:

<https://acabadoszurita.com/2021/05/04/fachada-con-sistema-arana-spider/>



- **Aislante térmico:** Se utiliza para reducir la transferencia de calor entre el interior y el exterior de un edificio. Esto contribuye a mantener una temperatura interior confortable, mejorar la eficiencia energética y reducir el consumo de energía para calefacción y refrigeración. La mejor manera de aislar los muros es por su cara exterior, colocando el aislamiento entre el muro y la capa de revestimiento exterior. Esta posición permite que la masa térmica se encuentre dentro de la envolvente térmica, moderando los cambios de temperatura y sirviendo como acumulador de calor

Imagen 46. Colocación de aislante entre muros. Fuente:
<https://www.isolant.com.ar/images/downloads/04-capitulo-manual-colocacion.pdf>



Celosías: Es un elemento constructivo y decorativo que consiste en una estructura abierta, frecuentemente formada por listones, barras o paneles que pueden ser de diversos materiales, como madera, metal o concreto. Este elemento se utiliza para proporcionar soporte estructural, pero también tiene importantes funciones estéticas y de control ambiental. A continuación, se mostrarán las diferentes ventajas de utilizar las celosías en las edificaciones.

Ventilación:

- Permiten la circulación de aire mientras mantienen privacidad y seguridad.
- Se utilizan en ventanas, puertas y paredes para mejorar la ventilación natural.

Control de Luz:

- Regulan la entrada de luz natural, reduciendo el deslumbramiento y el calor solar.
- Ideales para climas cálidos donde se necesita sombra sin bloquear completamente la luz.

Privacidad:

- Proveen una barrera visual que oculta ciertas áreas sin cerrarlas por completo.
- Comunes en balcones, jardines y áreas de descanso al aire libre.

Decoración:

- Añaden un elemento estético a los edificios y espacios interiores.
- Los patrones de las celosías pueden ser muy variados, desde diseños geométricos hasta formas más elaboradas y artísticas.

Seguridad:

- Actúan como una barrera adicional en ventanas y puertas, dificultando el acceso no autorizado.
- Son una opción estética frente a las rejas de seguridad tradicionales.

Imagen 47. Celosías decorativas

. Fuente: <https://talamsa.com.mx/productos/celosias/>



- **Louvers o quiebrasoles:** es un elemento constructivo y decorativo que consiste en una estructura abierta, frecuentemente formada por listones, barras o paneles que pueden ser de diversos materiales, como madera, metal o concreto. Este elemento se utiliza para proporcionar soporte estructural, pero también tiene importantes funciones estéticas y de control ambiental.

Funciones de los Louvers:

Control de la luz solar: Permiten regular la cantidad de luz natural que ingresa al interior del edificio, ayudando a reducir el deslumbramiento y el calor solar.

Ventilación: Facilitan la circulación de aire, mejorando la ventilación natural sin comprometer la privacidad o la seguridad.

Ahorro energético: Ayudan a reducir la necesidad de climatización artificial al controlar el calor solar, lo que contribuye a la eficiencia energética del edificio.

Privacidad: Ofrecen privacidad al interior del edificio mientras permiten la entrada de luz y aire.

Estética: Añaden un elemento decorativo y moderno a la fachada del edificio.

Imagen 48. Louvers

Fuente: <https://imarkmetal.com/products/architectural-miscellaneous/accents/louvers/>



4.3. Concepto de diseño

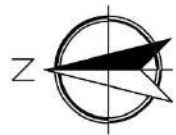
El concepto de diseño de la villa universitaria sostenible ubicada en el corregimiento de Betania está inspirado en la arquitectura minimalista que busca la simplicidad y la esencia en el diseño, enfocándose en reducir los elementos a lo esencial para crear espacios que sean funcionales, elegantes y sin excesos. Todo el complejo está dividido en 3 grandes edificaciones entre ellos está el edificio principal, la biblioteca y los dormitorios.

El edificio principal busca una conexión entre la edificación y las áreas verdes en la cual se la incorporó un gran patio interno que contiene gran variedad de plantas y arbustos, además se implementó el uso de louvers para evitar que los rayos del sol afectaran el edificio, otro dato a resaltar es que el edificio en la parte posterior hace una conexión entre dos patios internos que llevan hacia los otros dos edificios que son la biblioteca y los dormitorios.

Para la biblioteca la inspiración del diseño se basó utilizando el mismo tipo de arquitectura minimalista solo que los volúmenes se utilizaron en forma de cubos y rectángulos juntos con unos louvers para poder evitar que los rayos del sol calentarán los espacios internos.

Por último, el edificio de apartamentos está basado su planta arquitectónica en forma de U para darle mejor aprovechamiento del espacio y así jugar con la ventilación cruzada de todos sus espacios. Alrededor de todo el edificio, en los balcones, se incorporó vegetación para evitar que los rayos del sol calienten los espacios y de esa forma no afecten el confort térmico de los apartamentos.

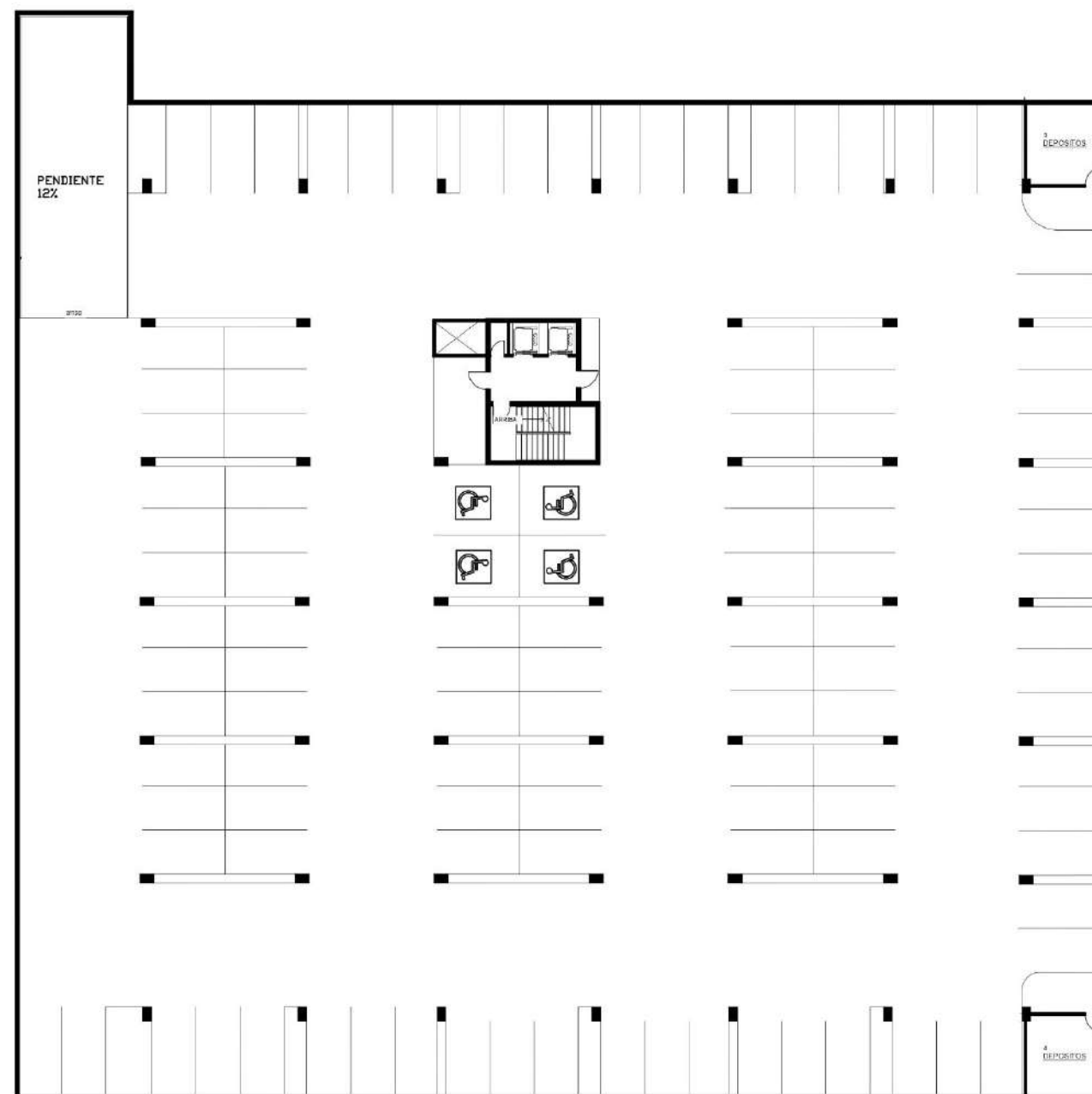
Un dato muy importante es que en las tres edificaciones se utiliza materiales sostenibles como la madera, piedra y pinturas baja en contenido de compuesto orgánicos volátiles para que no afecten al medio ambiente.



LOCALIZACION GENERAL

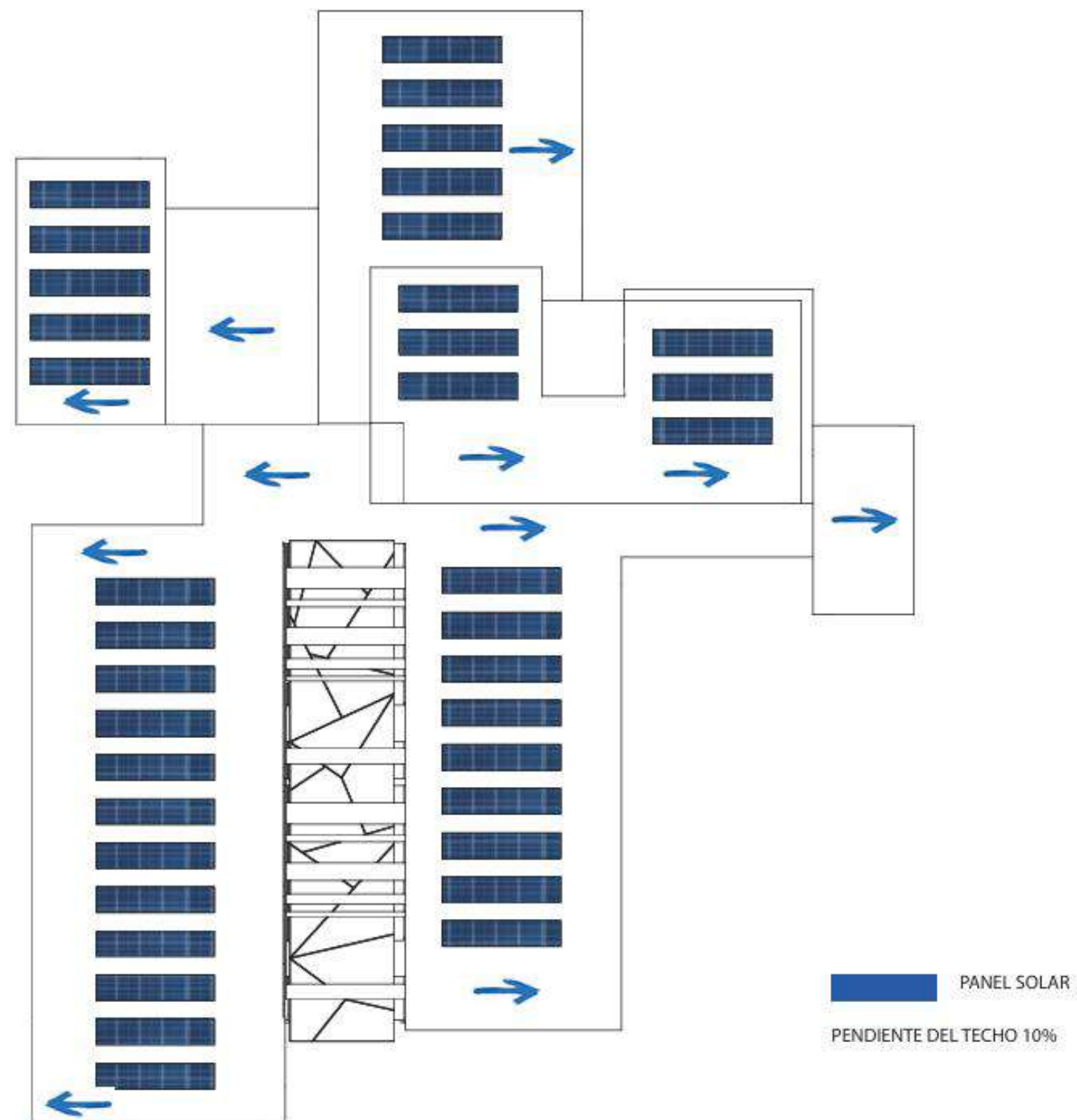
- A- EDIFICIO PRINCIPAL
- B- BIBLIOTECA
- C- APARTAMENTOS
- D- ÁREAS DE JUEGOS
- E- CANCHAS MULTIUSOS
- F- PLANTA DE TRATAMIENTO
- G- ÁREAS DE ESPARCIMIENTO

Plano 1. Planta de localización General

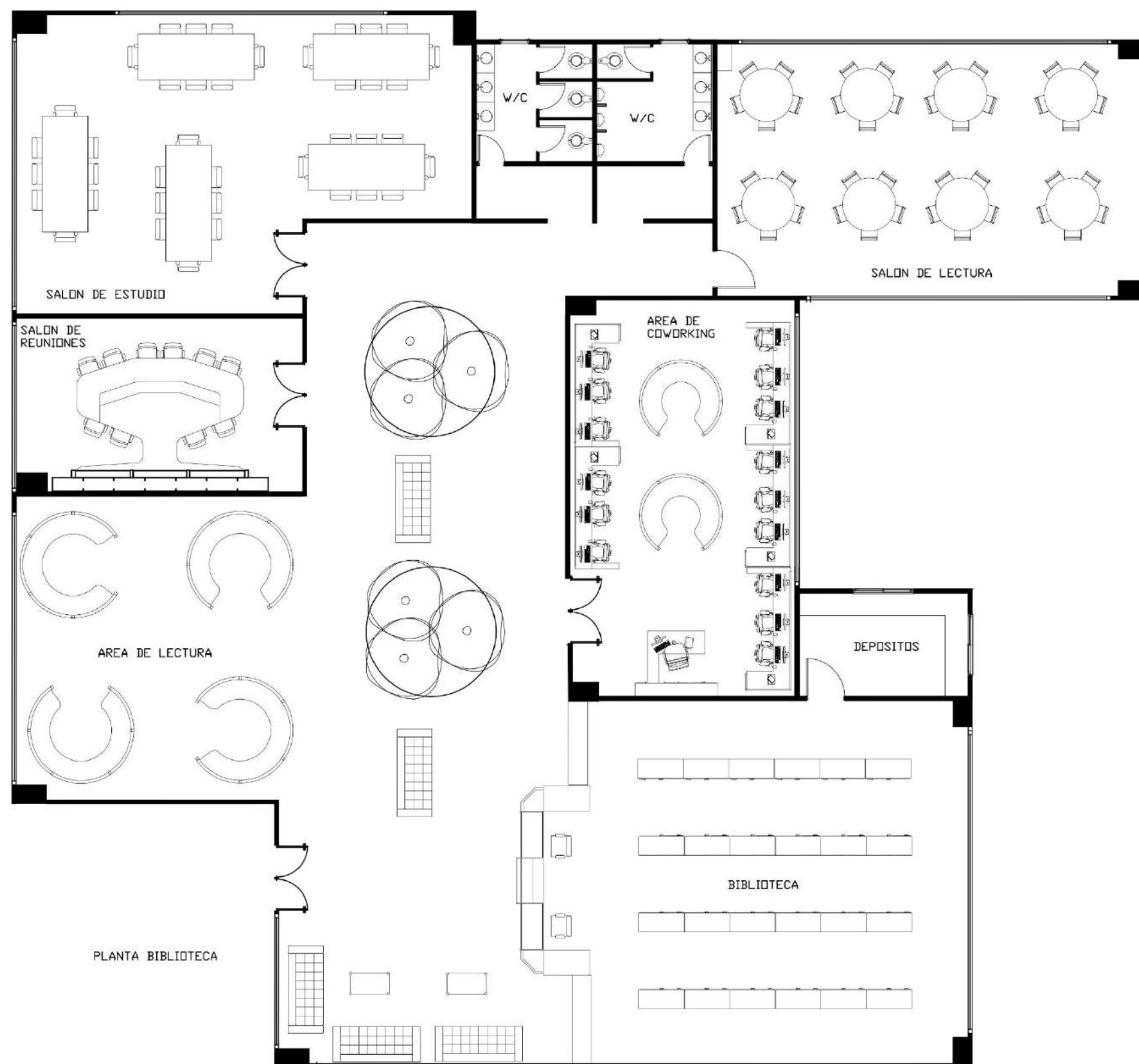


PLANTA DE ESTACIONAMIENTOS

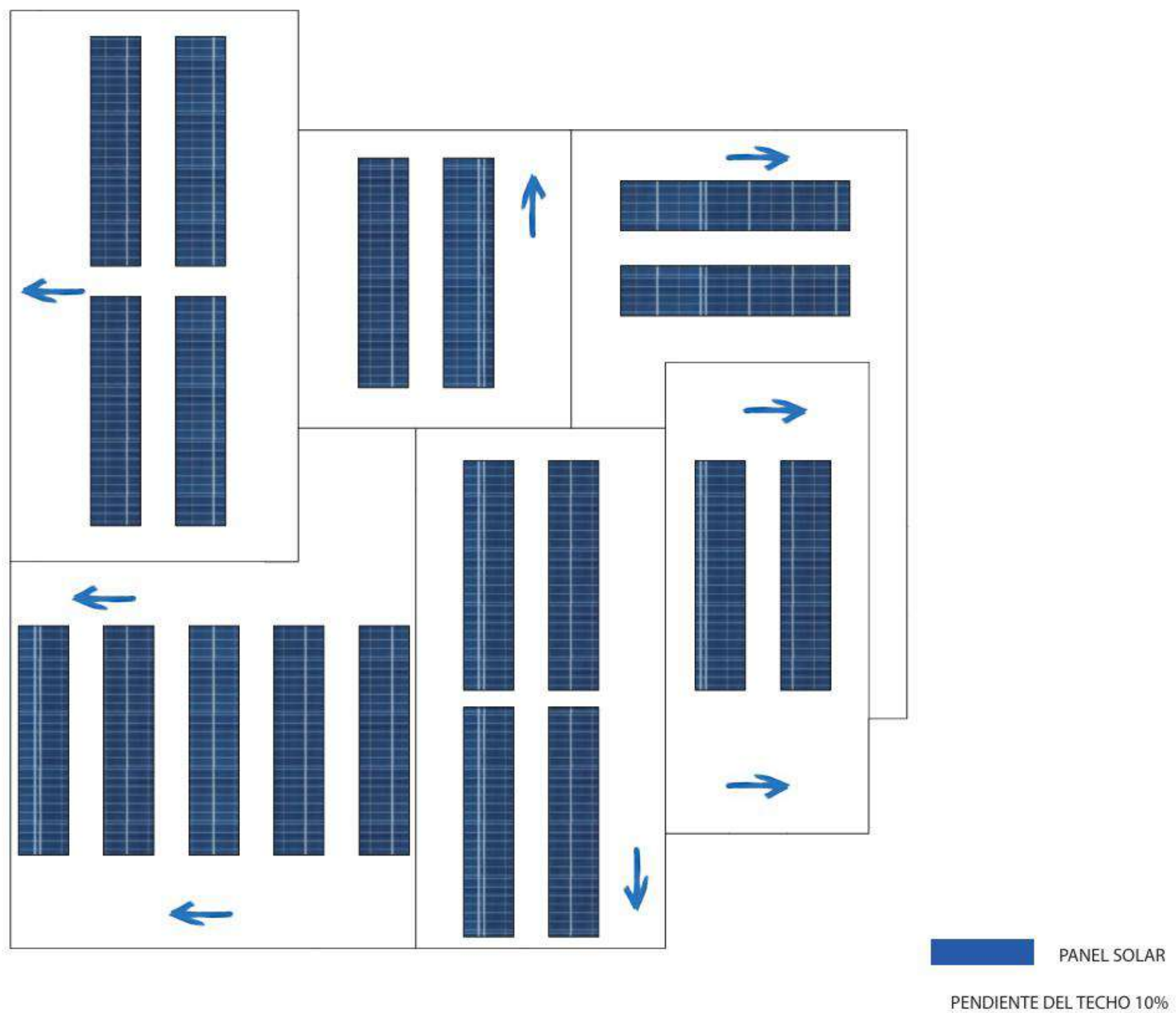
Plano 2. Planta Arquitectónica de Estacionamientos.



Plano 4. Planta de Techo Edificio Principal



Plano 5. Planta Arquitectónica Biblioteca



Plano 6. Planta Arquitectónica Biblioteca



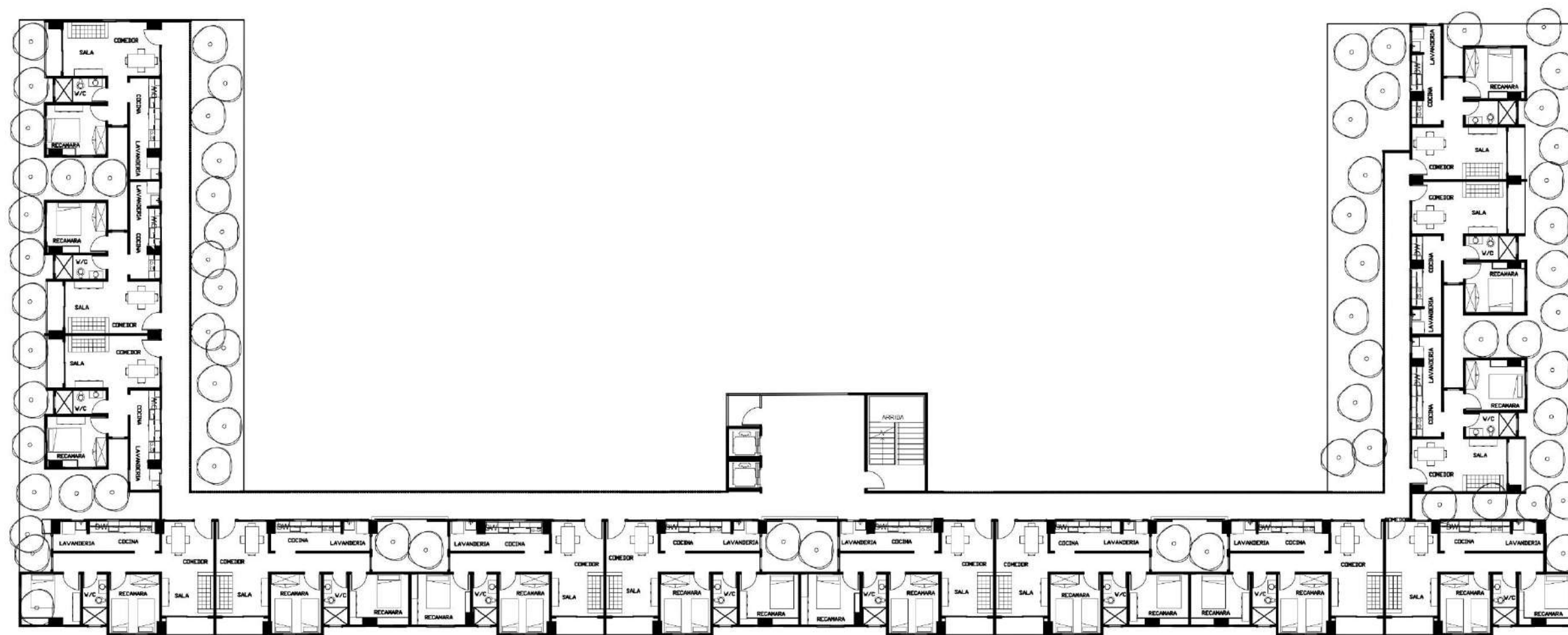
PLANTA DE APARTAMENTO 2 RECAMARA

Plano 8. Planta Arquitectónica Apartamento Modelo 2.



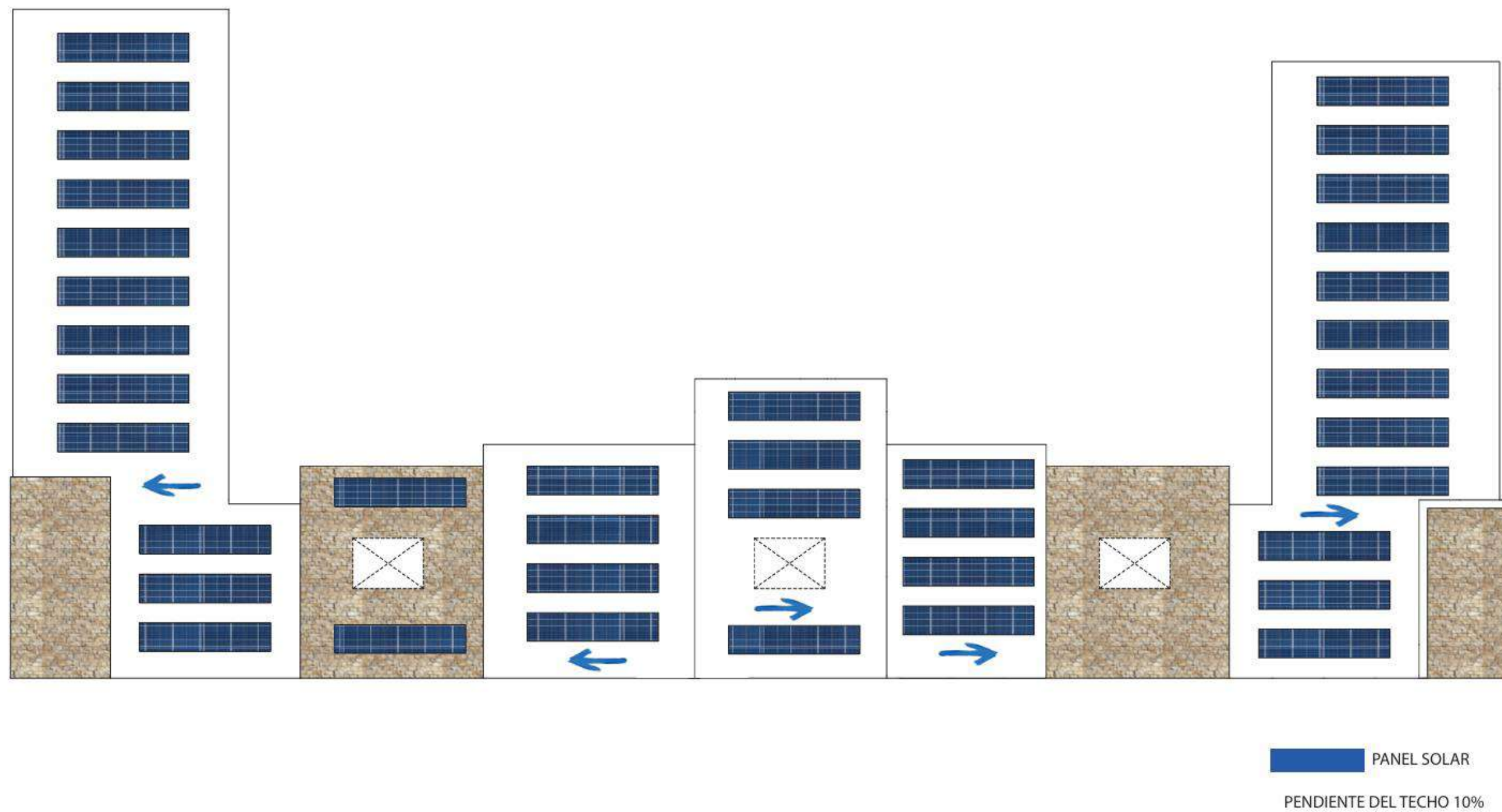
PLANTA CONJUNTO DE APARTAMENTOS

Plano 9. Planta Arquitectónica Conjunto de Apartamentos.



PLANTA CONJUNTO DE APARTAMENTOS NIVEL 200

Plano 10. Planta Arquitectónica Conjunto de Apartamentos Nivel 200.



Plano 11. Planta de Techo Apartamentos



ELEVACIÓN FRONTAL EDIFICIO PRINCIPAL

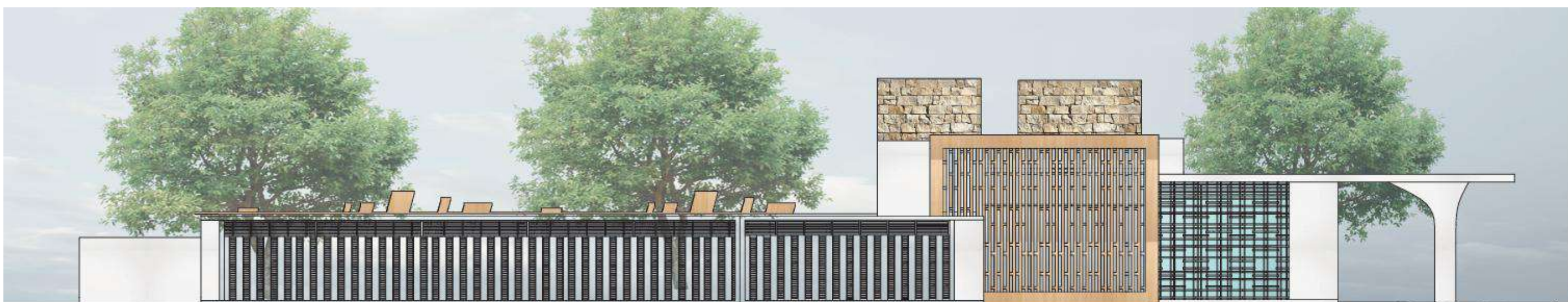


ELEVACIÓN POSTERIOR EDIFICIO PRINCIPAL

Plano 12. Elevación Frontal y Posterior Edificio Principal.



ELEVACIÓN LATERAL DERECHA EDIFICIO PRINCIPAL



ELEVACIÓN LATERAL IZQUIERDA EDIFICIO PRINCIPAL

Plano 13. Elevación Lateral Derecha y Elevación Lateral Izquierda Edificio Principal.



Plano 14. Elevación Frontal Y Elevación Posterior Biblioteca.



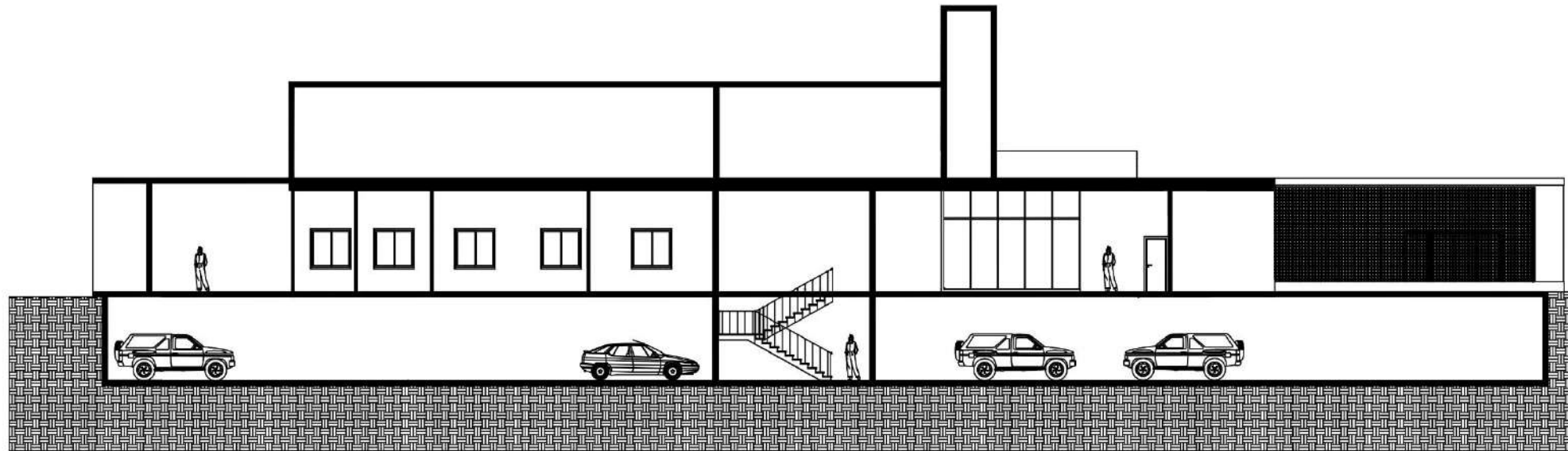
Plano 15. Elevación Lateral Derecha Y Elevación Lateral Izquierda Biblioteca.



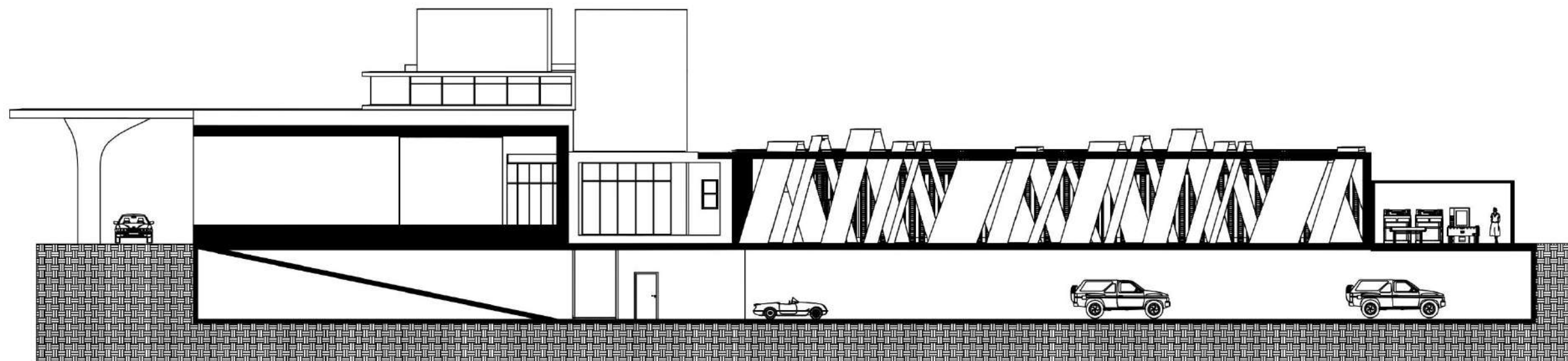
Plano 16. Elevación frontal y Posterior Edificio Apartamentos.



Plano 17. Elevación Lateral izquierda y Elevación Lateral Derecha Apartamentos.

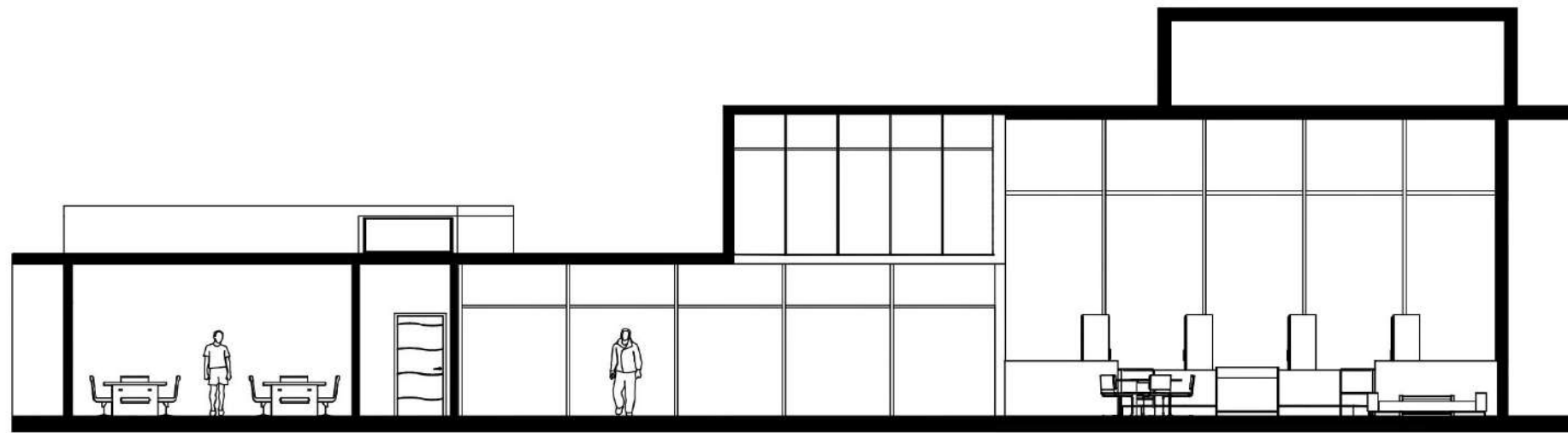


SECCION TRANSVERSAL EDIFICIO
PRINCIPAL

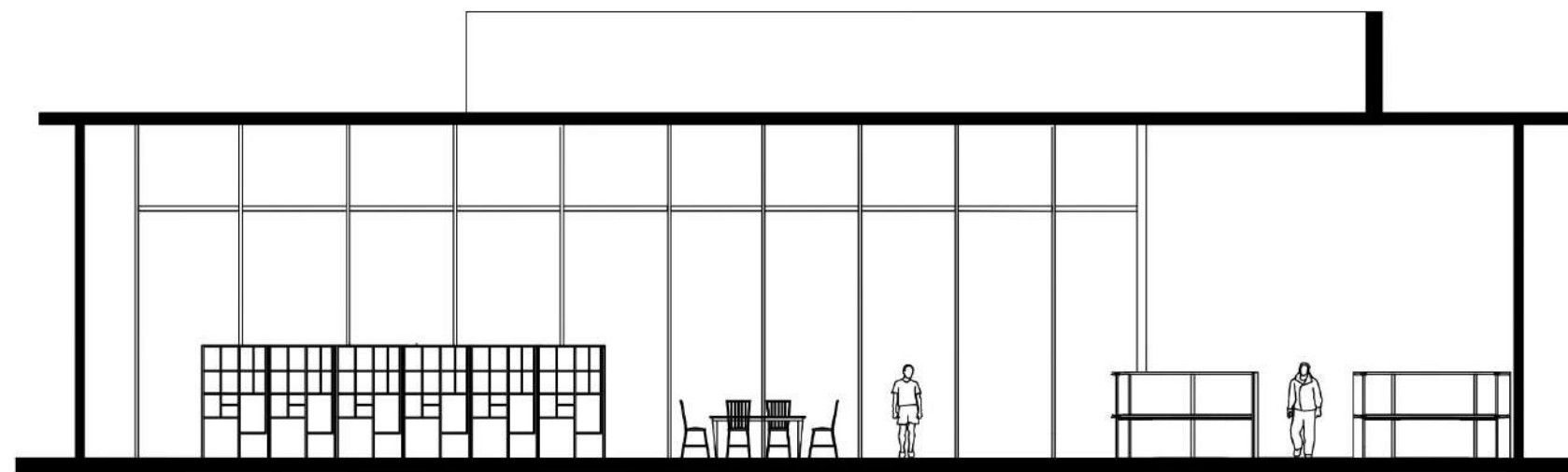


SECCION LONGITUDINAL EDIFICIO
PRINCIPAL

Plano 18. Secciones Edificio Principal.



SECCION LONGITUDINAL BIBLIOTECA



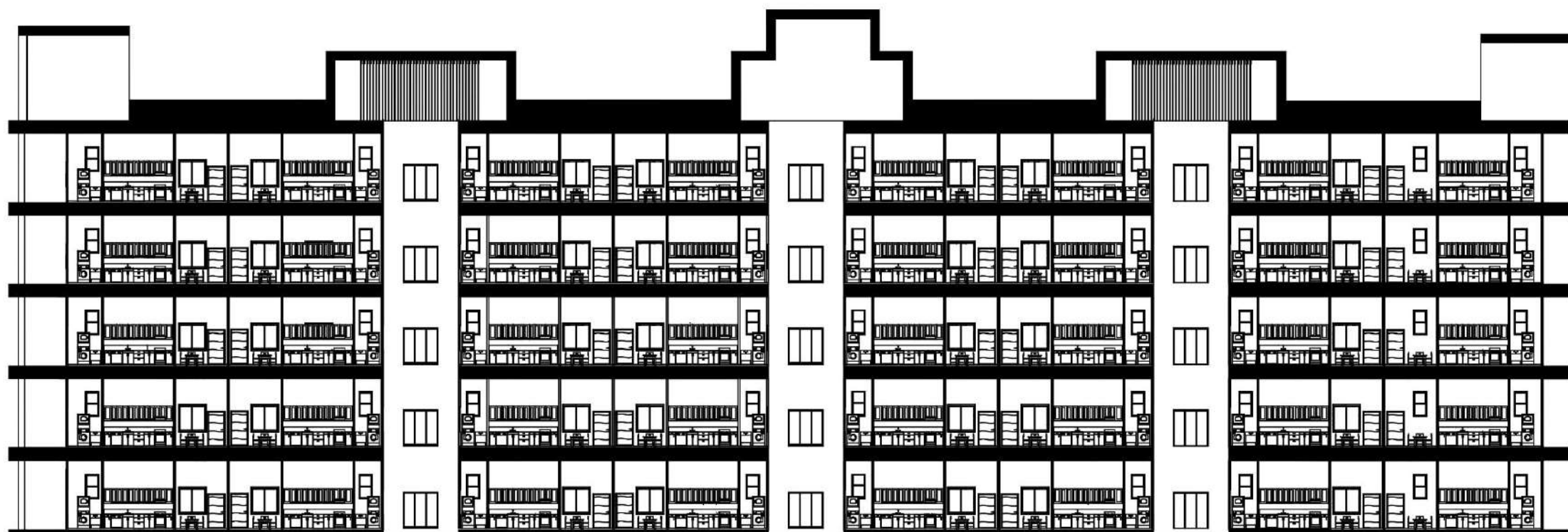
SECCION TRANSVERSAL BIBLIOTECA

Plano 19. Secciones Biblioteca.



SECCION TRANSVERSAL APARTAMENTOS

Plano 20. Sección Transversal Apartamentos.



SECCION LONGITUDINAL APARTAMENTOS.

Plano 21. Sección Longitudinal Apartamentos.



Imagen 49. Vista Edificio Principal.



Imagen 50. Vista Edificio Principal.



Imagen 51. Vista Jardín Interno Edificio Principal.



Imagen 52. Vista Patio Interno Edificio Principal.



Imagen 53. Vista Aéreas Comunes.



Imagen 54. Vista Biblioteca.



Imagen 55. Vista de Biblioteca.



Imagen 56. Vista Interna de Biblioteca.



Imagen 57. Vista de Edificio Apartamentos.



Imagen 58. Vista Edificio Apartamentos.



Imagen 59. Vista Edificio Apartamentos.

Recolección de agua de aguas de lluvia.

La recolección de agua para un edificio sostenible es una estrategia clave para promover la eficiencia en el uso de recursos hídricos y reducir el impacto ambiental. Aquí hay algunas consideraciones y técnicas que se pueden implementar:

1. Sistemas de captación de agua de lluvia

- **Techos:** Diseña techos que faciliten la recolección de agua de lluvia. Las superficies inclinadas y lisas son ideales.
- **Canaletas y tuberías:** Instala canaletas para dirigir el agua hacia un sistema de almacenamiento.
- **Tanques de almacenamiento:** Utiliza tanques de almacenamiento que pueden ser subterráneos o sobre el suelo, preferiblemente con materiales reciclados.

2. Filtración y Tratamiento

- **Filtros:** Instala filtros para eliminar contaminantes del agua recolectada antes de almacenarla.
- **Sistemas de tratamiento:** Considera un sistema de tratamiento de aguas que permita el uso de agua para riego, inodoros, o incluso para uso potable si se somete a un tratamiento adecuado.

3. Integración con Espacios Verdes

- **Jardines de lluvia:** Crea jardines de lluvia que absorban el agua pluvial y mejoren la biodiversidad.
- **Sistemas de riego:** Usa el agua recolectada para riego de jardines y áreas verdes, lo que reduce la demanda de agua potable.

4. Tecnología Inteligente

- **Sensores de lluvia:** Instala sensores que informen sobre la cantidad de agua recolectada y optimicen su uso.

- **Monitoreo:** Utiliza sistemas de monitoreo para detectar fugas y gestionar el uso del agua de manera más eficiente.

Imagen 60. Recolección de agua de lluvia.



La reutilización de aguas grises es una estrategia sostenible que implica tratar y emplear nuevamente el agua residual proveniente de actividades domésticas como duchas, lavamanos, lavadoras y fregaderos (no incluye aguas negras del inodoro). Aquí te explico el proceso y las aplicaciones:

1. Captura de las Aguas Grises

Las aguas grises son recolectadas a través de un sistema de tuberías independiente de las aguas negras para evitar contaminación cruzada. Estas suelen proceder de:

- Lavabos
- Duchas
- Lavadoras
- Lavavajillas (en algunos casos)

2. Tratamiento de las Aguas Grises

El tratamiento varía según el nivel de reutilización deseado. Los sistemas comunes incluyen:

Tratamiento Básico (Filtración y Desinfección)

- **Filtración inicial:** Retira sólidos suspendidos como cabello y partículas grandes.
- **Decantación:** Permite que partículas más pesadas se asienten en el fondo.
- **Desinfección:** Uso de cloro, rayos UV o ozono para eliminar microorganismos.

Tratamiento Avanzado

Para usos más exigentes:

- **Filtros de arena o carbón activado:** Elimina impurezas más finas y olores.
- **Biorreactores de membrana:** Combinan tratamientos biológicos y filtración de alta precisión.
- **Sistema de ozonización:** Desinfecta sin el uso de químicos.

3. Almacenamiento del Agua Tratada

Después del tratamiento, el agua se almacena en tanques separados para ser reutilizada. Es importante mantener estos tanques cerrados para evitar la contaminación.

4. Reutilización de Aguas Grises

El agua tratada puede emplearse para:

- **Riego de jardines y áreas verdes:** Ideal para plantas ornamentales, céspedes y huertos no comestibles.
- **Descarga de inodoros:** Reduce significativamente el uso de agua potable.
- **Limpieza de exteriores:** Lavado de autos, patios o aceras.
- **Sistemas de enfriamiento:** En edificios o industrias.

Beneficios de Reutilizar Aguas Grises

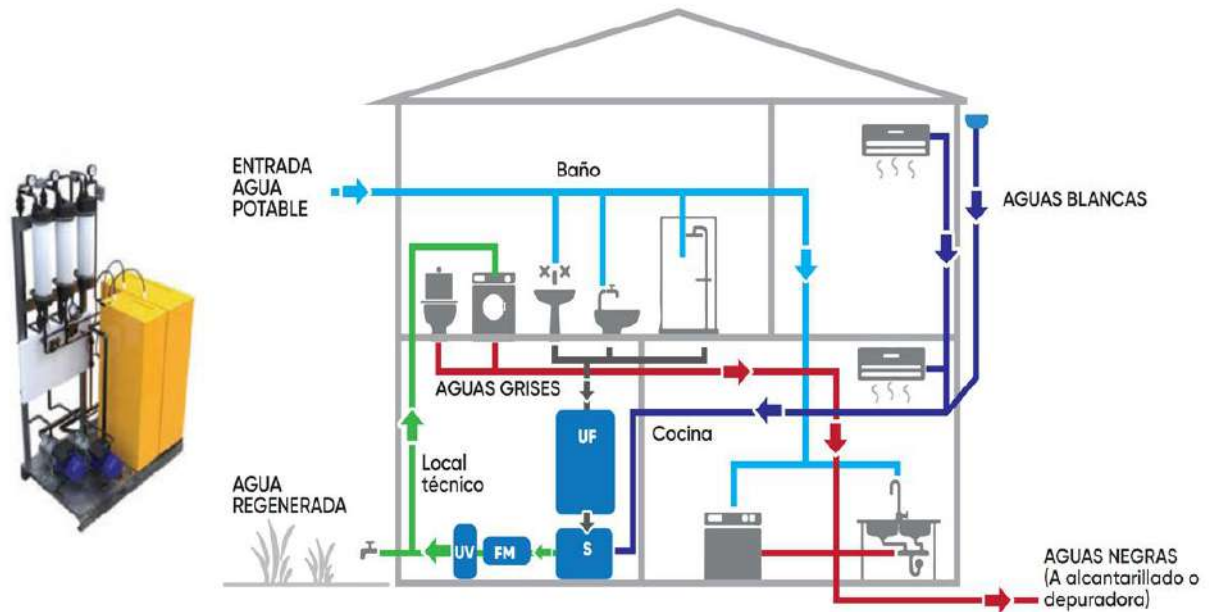
1. **Ahorro de agua potable:** Disminuye la demanda en sistemas de agua potable.
2. **Reducción de costos:** Menores facturas de agua.
3. **Menor impacto ambiental:** Reduce el volumen de aguas residuales vertidas al ambiente.
4. **Sostenibilidad:** Favorece prácticas responsables frente a la escasez hídrica.

Factores a Considerar

- **Normativas locales:** Algunas jurisdicciones regulan el uso de aguas grises.
- **Calidad del agua tratada:** Debe cumplir con estándares para evitar riesgos sanitarios.
- **Mantenimiento:** Los sistemas de tratamiento requieren revisiones periódicas.

Imagen 61. Recolección de agua de lluvia

Fuente: <https://www.aliaxis.es/es/producto/reutilizacion>



El cálculo para un edificio de 70 apartamentos, cada uno con **4 habitantes**.

1. Estimación del Volumen de Aguas Grises Generadas

Supuestos:

1. Consumo promedio de agua por persona: **150 litros/día**.
2. Proporción de aguas grises: **60-70%** del consumo total.

Cálculo:

- **Consumo diario por apartamento:**
 $150 \text{ L/persona/días} \times 4 \text{ habitantes} = 600 \text{ L/días/apartamento}$.
- **Aguas grises por apartamento:** $600 \text{ L} \times 0.7 = 420 \text{ L/días/apartamento}$.

- **Producción total de aguas grises para 70 apartamentos:**
 $420 \text{ L} \times 70 \text{ apartamentos} = 29,400 \text{ L/días}$ ($29.4 \text{ m}^3/\text{días}$).

2. Dimensionamiento del Sistema de Tratamiento

El sistema debe tratar **$29.4 \text{ m}^3/\text{día}$** de aguas grises. A continuación, los componentes:

a) Sistema de Recolección:

- Tuberías separadas para captar aguas grises de duchas, lavabos y lavadoras en cada apartamento.
- Filtros gruesos para remover partículas grandes (cabellos, sedimentos).

b) Planta de Tratamiento:

Debe incluir las siguientes etapas:

1. Filtración primaria:

- Remueve sólidos suspendidos grandes.
- Capacidad: **$30 \text{ m}^3/\text{día}$** .

2. Tratamiento biológico:

- Uso de microorganismos para degradar contaminantes orgánicos.
- Sistema sugerido: Biorreactor de membrana.
- Capacidad: **$30 \text{ m}^3/\text{día}$** .

3. Desinfección:

- Por cloración, rayos UV o ozono.
- Elimina microorganismos patógenos.

4. Tanque de almacenamiento:

- Volumen: **30 m^3** , suficiente para un día de reserva.

c) Sistema de Distribución:

- Tuberías para conducir el agua tratada hacia:

- Descarga de inodoros.
- Riego de jardines y limpieza de áreas comunes.

3. Costos del Sistema

El costo total dependerá del tamaño y tecnología elegidos:

1. Planta de Tratamiento:

- Básico (filtros + desinfección): \$150,000 - \$200,000 USD.
- Avanzado (biorreactores): \$200,000 - \$300,000 USD.

2. Tuberías y Tanques:

- Tuberías separadas: \$20,000 - \$50,000 USD.
- Tanques de almacenamiento: \$10,000 - \$30,000 USD.

3. Mano de Obra e Instalación:

- \$30,000 - \$60,000 USD.

Costo total estimado:

Entre 200,000 USD y 380,000 USD.

4. Usos del Agua Tratada

a) Descarga de Inodoros:

- Consumo promedio por persona: **40 litros/día**.
- Total, por apartamento: $40 \text{ L/persona} \times 4 \text{ habitantes} = 160 \text{ L/días/apartamento}$.
- Total, para 70 apartamentos: $160 \text{ L} \times 70 = 11,200 \text{ L/días}$ (11.2 m³/días).

• b) Riego y Limpieza:

- Estimado para áreas comunes: **10 m³/día**.

c) Reserva o Otros Usos:

- Agua sobrante: $29.4 \text{ m}^3/\text{días} - (11.2 + 10) = 8.2 \text{ m}^3/\text{días}$.
- Puede almacenarse como reserva o usarse para otros fines.

5. Beneficios del Sistema

- **Ahorro de agua potable:** Reducción del consumo en un **30-50%**.
- **Impacto ambiental:** Menor vertido de aguas residuales.
- **Sostenibilidad:** Mejora las credenciales ambientales del edificio (certificaciones como LEED).

Uso de paneles solares

Un panel solar, también conocido como placa o módulo solar, es un dispositivo diseñado para capturar la energía de la radiación solar y convertirla en una forma utilizable. Este término abarca tanto los colectores solares, que generalmente se emplean para calentar agua en sistemas de energía solar térmica, como los paneles fotovoltaicos, los cuales generan electricidad a partir de la energía solar mediante tecnología fotovoltaica.

Imagen 62. Paneles Solares

https://es.wikipedia.org/wiki/Panel_solar#Coste_de_paneles



Para determinar cuántos paneles solares necesitas para cubrir el consumo de electricidad de un apartamento de 60 m² con tres personas (estimado en **250-300 kWh al mes**), podemos seguir estos pasos:

1. Cálculo de Energía Diaria

- **Consumo mensual estimado:** 300 kWh.
- **Consumo diario promedio:**
 $300 \text{ kWh}/30 \text{ días}=10 \text{ kWh/días}.$

2. Producción Diaria de un Panel Solar

Un panel solar de 400 Wp (watt pico, un panel típico) produce entre **1.5 y 2 kWh al día**, dependiendo de:

- **Horas de sol pleno diario:** Varía según la ubicación geográfica. Por ejemplo:
- Panamá tiene unas **4.5 a 5 horas de sol pleno al día.**

3. Cálculo del Número de Paneles

- Energía diaria necesaria: **10 kWh/día.**
- Producción diaria de un panel solar (400 Wp):
 $400 \text{ Wp} \times 5 \text{ horas de sol pleno}=2 \text{ kWh/días por panel}.$
- **Número de paneles necesarios:**
 $10 \text{ kWh/días} \div 2 \text{ kWh/días/panel}=5 \text{ paneles}.$

4. Factores Adicionales

Considera los siguientes factores para ajustar el cálculo:

- **Eficiencia del sistema:** Pérdidas del 10-20% por inversores, cables, y otros componentes. Esto podría aumentar el requerimiento a **6 paneles.**
- **Baterías o red eléctrica:** Si necesitas almacenar energía o compensar días nublados, se requerirá un sistema más grande.

Conclusión

Para cubrir un consumo mensual de **300 kWh**, necesitarás entre **5 y 6 paneles solares de 400 Wp** en condiciones promedio de sol (4.5-5 horas de sol pleno por día). La cantidad de paneles solares para el edificio de apartamentos es de 420 para cubrir todos los apartamentos y las áreas comunes del complejo. Para el edificio principal el cálculo de paneles solares es de 250 para cubrir las áreas comunes, administración, recepción y las áreas de mantenimientos. Para el área de la biblioteca se contemplará 192 paneles solares para abarcar las áreas de estudios, salón de reuniones y áreas de trabajo.

CAPITULO 5. ESTUDIOS DE COSTOS DEL PROYECTO

5.1. Costos del proyecto

Los costos del proyecto son los estimados financieros que van desde el proceso de elaboración de planos, permisos, hasta la fase constructiva, de ocupación y equipamiento de las instalaciones. Todos estos costos serán divididos por costos directos, indirectos.

5.1.1. Costos directos

Los costos directos en una construcción son aquellos gastos que se pueden identificar y asignar directamente a una obra o proyecto específico. Estos costos están directamente relacionados con las actividades necesarias para la ejecución del proyecto. Algunos ejemplos de costos directos en una construcción incluyen:

1. **Materiales:** El costo de los materiales necesarios para la construcción, como concreto, acero, ladrillos, madera, etc.
2. **Mano de obra:** Los salarios y beneficios de los trabajadores que participan directamente en la construcción, como albañiles, carpinteros, electricistas, etc.
3. **Maquinaria y equipo:** El costo de alquilar o comprar maquinaria y equipo utilizado en la construcción, como excavadoras, grúas, mezcladoras de cemento, etc.
4. **Subcontratistas:** Los pagos a empresas subcontratadas que realizan trabajos específicos dentro del proyecto, como instalaciones eléctricas, plomería, techado, etc.
5. **Transporte:** Los costos asociados con el transporte de materiales y equipo al sitio de construcción.
6. **Seguros y permisos:** Los costos de seguros específicos para la obra y los permisos necesarios para llevar a cabo la construcción.

Estos costos son esenciales para la planificación y control financiero de un proyecto de construcción, ya que permiten determinar el presupuesto necesario y evaluar la rentabilidad del proyecto.

5.1.2. Costos indirectos

Los costos indirectos en una construcción son aquellos gastos que no pueden ser asignados directamente a una actividad o proyecto específico dentro de la obra, pero que son necesarios para el funcionamiento y administración del proyecto en su totalidad. Estos costos se distribuyen entre los diferentes proyectos o áreas de la empresa. Algunos ejemplos de costos indirectos en una construcción incluyen:

1. **Supervisión y gestión del proyecto:** Salarios y beneficios del personal de supervisión, gerentes de proyecto, ingenieros y otros profesionales que no trabajan directamente en la construcción, pero que son esenciales para la planificación y gestión del proyecto.
2. **Oficina en el sitio de construcción:** Gastos relacionados con el establecimiento y funcionamiento de la oficina en el sitio de construcción, como alquiler de oficinas temporales, servicios públicos, mobiliario y suministros de oficina.
3. **Equipo y herramientas de apoyo:** Costos de compra, mantenimiento y reparación de equipos y herramientas que no se utilizan directamente en la construcción, pero que son necesarios para el funcionamiento general del proyecto.
4. **Seguros generales:** Pólizas de seguro que cubren la obra en su totalidad, como seguros de responsabilidad civil, seguros contra accidentes laborales y otros seguros que no están específicamente relacionados con una tarea particular.
5. **Seguridad y salud ocupacional:** Gastos relacionados con la implementación de medidas de seguridad y salud en el sitio de construcción,

como equipos de protección personal, formación en seguridad, y servicios médicos de emergencia.

6. **Transporte y logística:** Costos de transporte y logística que no se pueden asignar a una tarea específica, como el transporte de equipos y personal entre diferentes sitios de trabajo.
7. **Servicios públicos en el sitio:** Gastos en servicios públicos (electricidad, agua, internet) necesarios para el funcionamiento general del sitio de construcción.
8. **Permisos y licencias generales:** Costos de permisos y licencias requeridos para la realización del proyecto en su conjunto, no vinculados a una actividad específica.
9. **Depreciación de equipos:** Costos asociados con la depreciación de maquinaria y equipo que se utilizan en múltiples proyectos o tareas dentro del proyecto.

Estos costos indirectos son esenciales para el funcionamiento general y la administración del proyecto de construcción, y deben ser considerados al calcular el costo total del proyecto y al establecer el presupuesto y los precios.

5.1.3. Sistemas Especiales

Los sistemas especiales del proyecto son los concernientes a todas aquellas extras que servirán para acondicionar el funcionamiento de las instalaciones del centro, es decir, las comodidades o tecnologías empleadas como parte de la fase de acondicionamiento con tecnología de punta para generar confort y mayor funcionalidad a los espacios internos o externos.

- Sistema de iluminación alternativa (Luminarias Led, paneles solares y Planta Eléctrica).
- Sistemas de seguridad y video vigilancia (para lograr un mejor control en las instalaciones).
- Sistemas de aire acondicionado central en áreas administrativas y zonas de esparcimiento cerradas

Imagen 63. sistema de videovigilancia CCTV. Fuente: <https://www.todoelectronica.com/blog-electronica/sistema-de-videovigilancia-cctv-elementos-y-funciones.html>



5.2. Resumen de los costos

A continuación, se presentará el cuadro de resumen de los costos directos, indirectos, de sistemas especiales y de valores agregados por la naturaleza de la obra propuesta. Este monto plasmado al final del cuadro representará un valor aproximado de la obra que puede variar debido a distintos factores como lo son: fluctuaciones de los costos de materiales en el mercado local e internacional, aumento del combustible, aumentos en pagos de mano de obra por parte de las entidades reguladoras del país, entre otros más.

Presupuesto Estimado para Estacionamientos

Tabla 3. Resumen de los costos. Fuente: Elaborado por el autor.

COSTO DEL PROYECTO			
Costo del Terreno			
Descripción	Área(m2)	Precio Unitario(m2)	Total
Terreno	13,213.73 m2	400	5,285,492.00
ESTACIONAMIENTOS			
Estacionamientos	3,845.58	850	3,268,743.00
Área de lobby	117.28	800	93,824.00
Rampa	150	800	120,000.00
Depósitos	25.34	850	21,539.00
Planta eléctrica	28.91	800	23,128.00
Total	4,167.03		3,527,234.00
EDIFICIO PRINCIPAL			
Vestíbulo	115.37	700	80,759.00
Área de seguridad	15.00	650	9,750.00
Elevador, escaleras y vestíbulo	68.45	700	47,915.00
Jardín interno	246.82	700	172,774.00
Baños	45.34	650	29,471.00
Depósitos	22.12	700	15,484.00
Administración			
Sala de espera	18.63	700	13,041.00
Salón de reunión	14.22	700	9,954.00
Baños	5.50	700	3,850.00
Oficina directora	21.99	700	15,393.00
Oficina de asistentes	14.56	700	10,192.00

Oficina Contable	14.08	700	9,856.00
Patios internos	956.22	750	717,165.00
Área Mantenimiento			
Cuarto eléctrico	18.44	650	11,986.00
Cuarto medidores	16.89	650	10,978.50
Cuarto A/C	26.34	700	18,438.00
Cuarto de Almacenamiento de agua	63.22	700	44,254.00
Cuarto de filtración	45.44	700	31,808.00
TOTAL, EDIFICIO PRINCIPAL			1,253,068
BIBLIOTECA			
Vestíbulo	55.01	900	49,598.00
Área de recepción	12.33	900	11,097.00
Librería	94.54	950	89,813.00
Área de lectura	61.97	875	54,223.75
Salón de reuniones	36.88	850	31,348.00
Salón de estudio	82.64	850	70,244.00
Baños	31.11	700	21,777.00
Área de coworking	64.53	950	61,303.50
Salón de estudio #2	78.77	800	63,016.00
Depósitos	13.77	750	10,327.50
TOTAL, BIBLIOTECA			462,746.75
APARTAMENTOS			
Vestíbulo	35.66	950	33,877.00
Ascensores y Escaleras	40.22	900	37,998
Apartamentos de 52 m2	1,709.90	950	1,624,405.00
Apartamentos de 66m2	2,778.15	950	2,639,242.5
Área de circulación	190.33	900	171,297.00
Patio interno	36.00	900	32,400.00
TOTAL, APARTAMENTOS			4,538,219.50
SISTEMAS ESPECIALES			
Planta Eléctrica	-	-	62,000.00
Sistema de seguridad	-	-	12,000.00
Tanque de reserva	-	-	88,000.00
Paneles solares	-	-	111,450.00
Filtración	-	-	45,500.00
Sistema A/C	-	-	76,000.00
Planta de Tratamiento	-	-	59,000.00
Sistema contra incendio	-	-	15,000.00

Sistema de riego	-	-	5,500.00
Vegetación	-	-	23,000.00
TOTAL, SISTEMAS ESPECIALES			497,450.00
COSTO TOTAL DE CONSTRUCCIÓN			
ESTACIONAMIENTOS	-	-	3,527,234.00
EDIFICIO PRINCIPAL	-	-	1,253,068
BIBLIOTECA	-	-	462,746.75
APARTAMENTOS	-	-	4,538,219.50
SISTEMAS ESPECIALES	-	-	497,450.00
TOTAL COSTO CONSTRUCCIÓN			10,287,718.20
COSTO INDIRECTOS			
COSTO DE LA OBRA %			
Desarrollo De Planos	5% del Costo Directo		514,381.91
Permisos Municipales	2% del Costo Directo		205,753.36
Bonos, Finanzas y Seguros	10% del Costo Directo		1,028,771.82
Gastos Administrativos	15% Del Costo Directo		1,543,157.73
Estudio de Pacto Ambiental	1% del Costo Directo		102,877.18
Imprevistos	10% Costo Directo		1,028,771.82
Inspecciones	2% Costo Directo		205,753.36
TOTAL, COSTO INDIRECTOS			4,629,467.18
COSTOS DE EQUIPAMIENTO			
Mobiliario	3% del Costo Directo		308,631.55
Maquinarias	2% del Costo Directo		205,753.36
Electricidad	8% del Costo Directo		823,017.46
Plomería	6% del Costo Directo		617,263.00
TOTAL, COSTO DE EQUIPAMIENTO			1,954,665.37
COSTO TOTALES			
Costo del Terreno			5,285,492.00
Costo Directos			10,287,718.20
Costo Indirectos			4,629,467.18
Costo Equipamiento			1,954,665.37
COSTO DEL PROYECTO			22,157,342.80

Se puede apreciar que el monto aproximado por la realización de la villa universitaria sostenible es de 22,157,342.80 millones de balboas. A continuación, se hará una comparación entre una construcción convencional de una con características sostenible con los precios actuales en la ciudad de Panamá.

El costo de construir un edificio en Panamá varía según diversos factores, incluyendo el tipo de construcción (convencional o sostenible), la ubicación, los materiales utilizados y el diseño. A continuación, se presentan estimaciones generales para ambos tipos de edificaciones:

Edificio Convencional: El precio por metro cuadrado para construcciones convencionales en Panamá oscila entre \$400 y \$1,500, dependiendo de la calidad de los materiales y la ubicación. Por ejemplo, en áreas como Bella Vista, los precios por metro cuadrado en apartamentos varían desde \$1,759.15 hasta \$3,906.25, mientras que en Pacora los costos van desde \$966.25 hasta \$1,332.73.

Edificio Sostenible: Las construcciones sostenibles suelen implicar un incremento en el costo inicial debido a la implementación de tecnologías y materiales ecológicos. Este aumento puede situarse entre el 3% y el 10% adicional al costo de una construcción convencional. Por ejemplo, en Panamá, los costos adicionales se sitúan entre el 3.1% y el 5.9%.

Beneficios a Largo Plazo: Aunque la inversión inicial en edificaciones sostenibles es mayor, estas ofrecen beneficios económicos a largo plazo. Los edificios certificados LEED registran un ahorro en costos de energía de hasta el 25% y en costos de agua de hasta el 30%, logrando un retorno de inversión dentro de los primeros cinco años.

Consideraciones Finales: Es importante tener en cuenta que estos son estimados generales y que los costos reales pueden variar según las

especificaciones del proyecto, la ubicación exacta y las condiciones del mercado en el momento de la construcción. Se recomienda consultar con profesionales locales y realizar estudios de viabilidad para obtener una estimación más precisa adaptada a las necesidades específicas de su proyecto.

CONCLUSIÓN

La construcción de una villa universitaria sostenible representa una oportunidad significativa para avanzar en la educación y la práctica de la sostenibilidad. Implementar este tipo de proyecto no solo tiene beneficios ambientales, sino también económicos y sociales que pueden transformar el entorno educativo y la experiencia estudiantil. A continuación, se mencionarán unos puntos destacables de la investigación.

- Utilizar materiales de construcción sostenibles, energías renovables y técnicas de eficiencia energética disminuye significativamente las emisiones de gases de efecto invernadero. La gestión eficiente del agua, el uso de materiales reciclados y la integración de sistemas de energía renovable contribuyen a la conservación de recursos naturales.
- La eficiencia energética y la gestión del agua reducen los costos operativos a largo plazo, haciendo que la inversión inicial en tecnologías sostenibles sea rentable con el tiempo.
- Las villas universitarias sostenibles ofrecen un ambiente más saludable y confortable para los estudiantes, con mejor calidad del aire, luz natural y espacios verdes.

Una villa universitaria sostenible es una inversión en el futuro, no solo por los beneficios inmediatos en términos de ahorro de costos y mejora del bienestar, sino también por su impacto duradero en la educación y la cultura de sostenibilidad. Al adoptar prácticas de construcción sostenible. Las universidades pueden liderar con el ejemplo, demostrando el valor de la sostenibilidad y preparando a las futuras generaciones para enfrentar los desafíos ambientales y sociales del siglo XXI. Esta visión no solo transforma el entorno universitario, sino que también contribuye a un mundo más sostenible y equitativo.

RECOMENDACIONES

- Mejora en la calidad de aire interior. Un edificio que maximice la iluminación natural cuente con una ventilación correcta y tenga un control adecuado de humedad, logrará un impacto significativo en la salud, comodidad y productividad de sus ocupantes.
- Diseñar el edificio de tal modo que se utilice la menor energía posible en su construcción (materiales que se hayan fabricado con la menor energía posible, eficacia del proceso constructivo, evitar transportes de personal y de materiales, establecer estrategias de prefabricación e industrialización)
- Selección del sitio de construcción adecuado, que se integre un diseño de edificación sustentable: ubicación, orientación, contexto y energía a utilizar.
- Usar productos ambientales que minimicen el impacto al medio, no contribuyan al calentamiento global y no utilicen recursos escasos, así como aquellos con mínimo efecto en la salud de las personas.
- Explorar alternativas de financiamiento que proporcionen préstamos para hacer mejoras en las instalaciones cuya recuperación se verá reflejada mediante ahorros de energía, e incentivos por parte de agencias estatales y federales

REFERENCIAS

- Bedoya, A. (2009). *Nuevas tendencias en el diseño de materiales y estructuras*. Académico.
- Boeri Studio. (2015, 7 de diciembre). *Bosco Verticale / Stefano Boeri Architetti*. Plataforma Arquitectura. Recuperado el 31 de agosto de 2021, de <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/777541/bosco-verticale-stefano-boeri-architetti>
- Domínguez, L. A., & Soria, F. J. (2004). *Pautas de diseño para una arquitectura sostenible* (1ª ed.). Ediciones UPC.
- Gil Campuzano, M. A. (2015). *Residencias universitarias, historia, arquitectura y ciudad*.
- Ghisleni, C. (2022, 29 de mayo). *Sostenibilidad: el nuevo orden estético* (M. Arellano, Trad.). ArchDaily en español. Recuperado el 5 de octubre de 2022, de <https://www.archdaily.cl/cl/982640/sostenibilidad-el-nuevo-orden-estetico>
- González, A., & Ramírez, M. (2018). *Vivienda y urbanismo sostenible: Perspectivas actuales en la arquitectura académica*. Ediciones Universitarias.
- Heywood, H. (2015). *101 reglas básicas para una arquitectura de bajo consumo energético*. Editorial GG.
- International Organization for Standardization. (2005). *ISO 7730:2005 Ergonomics of the thermal environment – Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria*. ISO.
- Krauel, J. (2017). *Arquitectura sostenible*. Martínez Roca.
- Martínez, J., & Gómez, L. (2020). *Diseño arquitectónico y sostenibilidad en residencias estudiantiles*. Editorial Académica.
- Panero, J. (1993). *Las dimensiones humanas en los espacios interiores* (320 págs.). Editorial Gustavo Pili.

- Pérez, R. (2019). *Integración de tecnologías inteligentes en viviendas universitarias*. Universidad Nacional de Arquitectura.
- Residencia Universitaria en Sevilla / Donaire Arquitectos + SSW Arquitectos. (2013, 30 de agosto). *Seville University Residence Hall / Donaire Arquitectos + SSW Arquitectos*. ArchDaily en español. Recuperado el 5 de octubre de 2022, de <https://www.archdaily.cl/cl/02-288830/residencia-universitaria-en-sevilla-donaire-arquitectos-ssw-arquitectos>
- Residencia de estudiantes Rodo6 / García & Melero Arquitectos. (2022, 5 de octubre). *Residencia de estudiantes Rodo6*. ArchDaily en español. Recuperado el 5 de octubre de 2022, de <https://www.archdaily.cl/cl/990014/residencia-de-estudiantes-rodo6-garcia-and-melero-arquitectos>
- Ribas, C. (1940). *Residencia de estudiantes*. Editorial Española.
- Rodríguez, D. (2021). *Ciudades académicas y vivienda estudiantil: Un enfoque urbano-arquitectónico*. Editorial Urbana.
- Serrano, J. (2010). *Viviendas sostenibles*. Centro de Profesores de Almansa.
- Shapiro, I. M., & Ching, F. D. K. (2014). *Arquitectura ecológica: Un manual ilustrado*. John Wiley & Sons.
- U.S. Green Building Council. (2019). *LEED v4.1 Building Design and Construction*. USGBC.
- Vega Medina, M. S. (2015). *Diseño de un conjunto de residencias universitarias*. Universidad de Cuenca.
- Universidad Nacional del Litoral. (2022, 10 de julio). *Complejo de residencias universitarias UNL-ATE*. ArchDaily en español. Recuperado el 5 de octubre de 2022, de <https://www.archdaily.cl/cl/985085/complejo-de-residencias-universitarias-unl-ate-universidad-nacional-de-litoral>

ANEXOS

La Vila Universitària de la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB) ha implementado varias iniciativas sostenibles. Estas incluyen concursos de ahorro de agua y energía, con premios para los residentes que logren reducir su consumo (Vila Universitària UAB). Además, la universidad promueve el uso de recursos de manera consciente, como el uso de productos locales en sus comedores y la implementación de sistemas eficientes de energía y agua (UCMA).

Otra iniciativa es la Villa Universitaria de San Vicente del Raspeig en Alicante, que ofrece instalaciones diseñadas para la eficiencia energética y el bienestar de los estudiantes. Esta residencia incluye servicios como alquiler de bicicletas, lavandería, limpieza semanal, y áreas comunes equipadas para fomentar una vida sostenible y cómoda para sus residentes (UA).

En un contexto más amplio, las universidades están adoptando planes de acción alineados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU. Estos planes incluyen no solo la gestión eficiente de los recursos en el campus, sino también la incorporación de la sostenibilidad en la enseñanza y la investigación. Esto garantiza que los estudiantes no solo aprendan sobre sostenibilidad, sino que también estén preparados para implementar estos principios en sus futuras carreras profesionales (UCMA) (Issuu).