

**Universidad de Panamá**  
**Facultad de Arquitectura y Diseño**  
**Escuela de Arquitectura**

**Trabajo de Graduación para optar por el Título de Licenciatura en Arquitectura**

**Tema:**

**Diseño del Nuevo Bioterio de Investigación Biomédica de la Universidad de Panamá, en el  
Corregimiento de Las Mañanitas**

**Por:**

**Veronica Del Carmen Serrano Patiño**

**C.I.P. 8-945-2095**

**Dirigida por:**

**Diego F. Álvarez A.**

**Panamá, República de Panamá, noviembre de 2025**

**Tribunal Examinador:**

---

**Arq. Diego F. Álvarez A.**

---

**Arq. Dania Ambulo de Lam**

---

**Arq. Darien Montañez**

### **Dedicatoria**

*En principio, dedico esta obra a mi madre y abuela, Ana Elvira y María del Carmen, por representar en mi vida el amor, la inspiración y motivo de superación personal y profesional; deseando que vean orgullosamente en mí, no solo a su hija y nieta, sino a la mujer profesional excelentemente formada y con nobles aspiraciones.*

*En segundo término, a las futuras mujeres arquitectas panameñas, a las cuales queremos inspirar para que continúen sus estudios universitarios, abriéndose espacio en una carrera que ha dejado de ser exclusivamente masculina, porque estoy convencida de que estas acciones contribuyen a lograr la equidad y empoderamiento de mujeres en una sociedad justa.*

**Veronica S.P.**

## **Agradecimiento**

*A Dios, por la vida y el don de la sabiduría.*

*A mi asesor, arquitecto Diego F. Álvarez A., por su tiempo de dedicación y la atinada dirección en la elaboración de esta tesis.*

*Mi profundo agradecimiento a la Dra. Hildaura Acosta de Patiño, directora del Centro de Investigaciones e Información de Medicamentos y Tóxicos y Premio Universidad 2023, por la confianza depositada al delegarme el diseño del nuevo Bioterio de Investigación Biomédica de la Universidad de Panamá.*

*Al decano de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Panamá, Lizandro Castrellón, por su apoyo y por permitirme realizar el trabajo de campo en su unidad académica.*

*Un especial agradecimiento a todos los profesores que facilitaron la carrera de arquitectura, por compartir su calidad profesional y experiencia en el sagrado deber de la educación.*

***A todas y todos, mil gracias***

## Índice General

Dedicatoria .....	3
Agradecimiento .....	4
Índice General.....	5
Índice de Tablas .....	8
Índice de Planos.....	8
Índice de Figuras.....	8
Introducción.....	10
<b>Capítulo I: Aspectos Generales .....</b>	<b>13</b>
<b>1.1. Planteamiento del Problema .....</b>	<b>13</b>
<b>1.2. Objetivos .....</b>	<b>22</b>
1.2.1. Objetivo general .....	22
1.2.2. Objetivos específicos.....	22
<b>1.3. Alcance Académico y Sociocultural .....</b>	<b>22</b>
<b>1.4. Delimitación .....</b>	<b>23</b>
1.4.1. Delimitación física .....	23
1.4.2. Delimitación temporal .....	23
<b>1.5. Justificación .....</b>	<b>23</b>
<b>Capítulo II: Marco Teórico, Metodológico y Normativo.....</b>	<b>28</b>
<b>2.1. Marco Teórico.....</b>	<b>28</b>
2.1.1. Concepto Científico del Bioterio .....	28
2.1.2. Importancia del bioterio para la investigación.....	28
2.1.3. Los bioterios en Panamá .....	29
2.1.4. Modelos referenciales de proyectos de bioterios.....	31
2.1.5. Conceptualización técnica.....	34
<b>2.2. Marco Metodológico.....</b>	<b>39</b>
2.2.1. Fase Exploratoria .....	39
2.2.2. Fase Analítico–Racional .....	39
2.2.3. Fase de Observación e Interpretación .....	40
2.2.4. Fase Propositiva.....	40
<b>2.3. Marco Legal y Normativo.....</b>	<b>42</b>
2.3.1. Normativas de bioterios.....	42
2.3.2. Instituciones de control sanitario y capacidades técnicas .....	42

2.3.2.1.	Dirección Nacional de Control de Alimentos y Vigilancia Veterinaria.....	42
2.3.2.2.	Ministerio de Desarrollo Agropecuario .....	43
2.3.2.3.	Ministerio de Ambiente .....	43
2.3.2.4.	Comisiones Nacionales de Bioseguridad .....	43
2.3.3.	Otras leyes vinculadas y normativa general de edificación .....	44
<b>Capítulo III: Premisas y Programa de Diseño.....</b>		<b>49</b>
3.1.	Premisas de Diseño .....	49
3.1.1.	Características apropiadas del terreno .....	49
3.1.1.1.	Ubicación .....	49
3.1.1.2.	Condiciones ambientales y climáticas .....	49
3.1.1.3.	Topografía y suelo .....	49
3.1.1.4.	Infraestructura de servicios .....	49
3.1.1.5.	Aspectos de bioseguridad.....	50
3.1.1.6.	Aspectos ambientales y normativos.....	50
3.1.2.	Las alternativas de terrenos .....	50
3.1.2.1.	Alternativa N.º1 - Ancón, Corozal .....	50
3.1.1.1.	Alternativa N.º2 - Globo B de Las Mañanitas .....	52
3.1.1.2.	Alternativa N.º3 - Globo D de Las Mañanitas .....	52
3.1.2.	Selección de la alternativa de terreno para el proyecto .....	54
3.1.2.1.	Aspectos generales.....	54
3.1.2.2.	Aspectos físicos .....	55
3.2.	Programa de Diseño.....	56
3.2.1.	Criterios de Diseño .....	56
3.2.2.	Contenidos del Programa de Diseño.....	62
<b>Capítulo IV: Análisis de Sitio y Propuesta de Diseño.....</b>		<b>69</b>
4.1.	Análisis de Sitio .....	69
4.2.	Cuadro de Áreas.....	78
4.2.1.	Áreas totales.....	78
4.2.2.	Áreas abiertas totales .....	78
4.2.3.	Áreas cerradas totales.....	78
4.2.4.	Áreas de entrada principal .....	79
4.2.5.	Áreas de publicaciones.....	80
4.2.6.	Áreas de biblioteca.....	80

4.2.7.	Áreas de cafetería.....	81
4.2.8.	Áreas de dormitorios de investigadores.....	82
4.2.9.	Áreas del Complejo N.º 1: Laboratorio de Ensayos .....	83
4.2.10.	Áreas del Complejo N.º 2: Laboratorio de Experimentación .....	86
4.2.11.	Áreas del Complejo N.º 3: Laboratorio de Aracnología.....	88
4.2.12.	Áreas del Complejo N.º 4: Laboratorio de herpetología .....	90
4.2.13.	Áreas de depósitos y áreas anexas cuartos de servicios técnicos .....	91
4.2.14.	Cuadro de comparación de áreas .....	92
4.3.	Sistema Constructivo y Materiales.....	93
4.4.	Planos del Diseño del Proyecto del Bioterio .....	98
<b>Capítulo V: Estimación de Costos.....</b>		<b>117</b>
5.1.	<b>Análisis de Costos de la Propuesta .....</b>	<b>117</b>
5.1.1.	Valor del Terreno .....	117
5.1.2.	Costos Directos .....	117
5.1.2.1.	Obras Civiles .....	117
5.1.2.2.	Estudios y Diseños técnicos .....	118
5.1.2.3.	Instalaciones Técnicas Especializadas (MEP) .....	118
5.1.2.4.	Equipamiento del Bioterio .....	118
5.1.3.	Costos Indirectos .....	119
5.1.3.1.	Gestión y administración del Proyecto.....	119
5.1.3.2.	Costos de arquitectura y bioseguridad.....	119
5.1.3.3.	Costos Legales y Permisos.....	119
5.1.3.4.	Costos Financieros y contingencias.....	120
5.2.	Financiamiento.....	122
5.2.1.	Fuentes internas .....	122
5.2.2.	Fuentes externas no reembolsables.....	122
<b>Conclusiones.....</b>		<b>123</b>
<b>Recomendaciones .....</b>		<b>125</b>
<b>Referencias Bibliográficas .....</b>		<b>127</b>
<b>Anexos .....</b>		<b>130</b>

## Índice de Tablas

Tabla 1. Marco Referencial de Modelos Nacionales e Internacionales de Bioterios. ....	31
Tabla 2. Fases del Proceso Metodológico del Proyecto de Nuevo Bioterio.....	40
Tabla 3. Estructura de Aspectos Normativos Aplicables al Bioterio. ....	44
Tabla 4. Globos de terreno de la Universidad de Panamá en Las Mañanitas. ....	54
Tabla 5. Aspectos generales de las alternativas de terreno. ....	54
Tabla 6. Aspectos físicos de las alternativas de terreno.....	55
Tabla 7. Evaluación Final de las Alternativas de Terreno. ....	56
Tabla 8. Cantidad de personal académico y administrativo del Bioterio y sus funciones. ....	59
Tabla 9. Programa de diseño según áreas, cantidad y metraje referencial del proyecto de Bioterio. ...	62
<i>Tabla 10. Síntesis de las Normas de Desarrollo Urbano para los corregimientos de Tocumen, 24 de Diciembre y Las Mañanitas en la provincia de Panamá. ....</i>	<i>71</i>
Tabla 11. Comparación de áreas existentes con las propuestas por el nuevo Bioterio. ....	92
Tabla 12. Características del sistema constructivo del nuevo Bioterio.....	93
Tabla 13. Características del Mobiliario y Materiales del nuevo Bioterio.....	94
Tabla 14. Cálculo estimado de obras civiles del Bioterio por sección.....	118
Tabla 15. Resumen de los Costos Directos e Indirectos del Proyecto de Bioterio.....	120

## Índice de Planos

Plano 1. Localización .....	100
Plano 2. Edificio Principal y Estacionamiento .....	101
Plano 3. Dormitorios y cafetería .....	102
Plano 4. Biblioteca y publicaciones.....	103
Plano 5. Depósitos y Laboratorio 1 .....	104
Plano 6. Laboratorio 2 planta baja .....	105
Plano 7. Laboratorio 2 planta alta .....	106
Plano 8. Laboratorio 3 .....	107
Plano 9. Laboratorio 4 .....	108
Plano 10. Renders .....	109
Plano 11. Elevaciones Edificio principal .....	110
Plano 12. Elevaciones Cafetería .....	111
Plano 13. Elevaciones Depósito .....	112
Plano 14. Elevaciones Laboratorio 1 y 4 .....	113
Plano 15. Elevaciones Laboratorio 2 .....	114
Plano 16. Elevaciones Laboratorio 3 .....	115

## Índice de Figuras

Figura 1. Campus de la Universidad de Panamá en 1970. ....	13
Figura 2. Ubicación del Bioterio en el Campus de la Universidad de Panamá. ....	14
Figura 3. Árbol del Problema del Bioterio Biomédico de la Universidad de Panamá. ....	15
Figura 4. Pasillos para acceder a las áreas de animales del Bioterio. ....	16

<b>Figura 5. Áreas, espacios del Escorpionario N.º1 del Bioterio.</b> .....	17
<b>Figura 6. Instalaciones del Bioterio, Sección Escorpionario N.º 2</b> .....	18
<b>Figura 7. Instalaciones del Bioterio, Sección Escorpionario.</b> .....	19
<b>Figura 8. Instalaciones del Bioterio, Sección Serpentario.</b> .....	20
<b>Figura 9. Instalaciones del Bioterio, Sección Roedores.</b> .....	21
<b>Figura 10. Vista Frontal del Bioterio de la Universidad de Panamá.</b> .....	24
<b>Figura 11. Demostración pública de la Dra. Hildauro Acosta de Patiño del trabajo</b> .....	25
<b>Figura 12. Personal científico y actividades del Bioterio de la Universidad de Panamá.</b> .....	25
<b>Figura 13. Ubicación del Hospital Veterinario de la Universidad de Panamá.</b> .....	51
<b>Figura 14. Complejo Hospitalario Veterinario Corozal.</b> .....	51
<b>Figura 15. Ubicación de las alternativas de terrenos de la Universidad de Panamá – Globo “D” y “B”.</b> 53	
<b>Figura 16. Personal académico y administrativo del Bioterio.</b> .....	61
<b>Figura 17. Análisis de Sitio del Terreno del Proyecto del Bioterio.</b> .....	70
<b>Figura 18. Mapa de Zonificación Distrital de Panamá, Mosaico 5-7G.</b> .....	71
<b>Figura 19. División interna de los terrenos de Las Mañanitas de la UP.</b> .....	72
<b>Figura 20. Terrenos de la Universidad de Panamá en el corregimiento de Las Mañanitas.</b> .....	73
<b>Figura 21. Descripción del sitio de ubicación del Proyecto de Bioterio.</b> .....	74
<b>Figura 22. Carretera de acceso desde la avenida Domingo Díaz.</b> .....	75
<b>Figura 23. Entrada a los terrenos de la Universidad de Panamá en el corregimiento de Las Mañanitas.</b> .....	75
<b>Figura 24. Señalización del terreno destinado al Proyecto de Desarrollo de Planos y Construcción de Estacionamientos y Calles del Nuevo Centro de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá.</b> .....	75
<b>Figura 25. Entrada al Proyecto de Estacionamientos y Calles del Nuevo Centro de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá.</b> .....	76
<b>Figura 26. Vía para llegar al terreno se encuentra a 324.10 m del terreno destinado para el Proyecto del Bioterio.</b> .....	76
<b>Figura 27. Terreno destinado para el Proyecto del Bioterio.</b> .....	76
<b>Figura 28. Calle no pavimentada para acceder al Corredor Sur.</b> .....	77
<b>Figura 29 Salida del terreno del proyecto al Corredor Sur.</b> .....	77
<b>Figura 30 Acceso a servicio público de sistema de electricidad e Internet.</b> .....	77
<b>Figura 30 Gráfico de Costos Directos e Indirectos del Proyecto de Bioterio.</b> .....	121

## Introducción

Esta tesis, denominada “Diseño del Nuevo Bioterio de Investigación Biomédica de la Universidad de Panamá, en el Corregimiento de Las Mañanitas”, en su primera parte, expone la justificación para la realización de un Bioterio para la Investigación Biomédica, solicitado por el Centro de Investigaciones e Información de Medicamentos y Tóxicos de la Universidad de Panamá (CIIMET), en conjunto con la Vicerrectoría de Investigación y Postgrado (ver Anexo 1).

Se presenta la condición del actual Bioterio y se identifica el problema con más claridad; asimismo, se utiliza la técnica del árbol de problemas, el cual ayuda a ordenar las causas y efectos de un problema, con el fin de tomar en cuenta todas las variables de este para después reflejar los objetivos generales y específicos del proyecto.

El objetivo central de esta investigación consiste en desarrollar un estudio más profundo para poder diseñar una propuesta arquitectónica para el nuevo y moderno Bioterio para la Investigación Biomédica en la Universidad de Panamá; El diseño de un bioterio para el CIIMET es importante, ya que el buen diseño de instalaciones para el alojamiento de animales de laboratorio, combinado con un buen manejo de estos, es esencial para el bienestar de dichos animales, para la calidad de las investigaciones y la producción, para los ensayos en los que pueden utilizarse, así como para la salud y seguridad del personal.

Los objetivos generales incluyen identificar los espacios que requieren las actividades y servicios de los usuarios del Bioterio, ya sea investigadores, docentes, estudiantes y administrativos; determinar la capacidad instalada de la estructura y la capacidad futura; investigar y caracterizar las condiciones del terreno a través de un análisis de sitio, evaluaciones y visitas de campo, y, por último, se propone un Programa Arquitectónico con los requerimientos espaciales del Bioterio que cumpla con las normativas nacionales.

Para la selección de la ubicación del proyecto, se presentan tres alternativas de terrenos para determinar cuál es la mejor elección en base a sus aspectos generales y físicos. Una vez seleccionado el terreno, se pueden presentar los alcances del proyecto y las limitaciones esperadas. Este documento también cuenta con su respectivo marco teórico conformado por un glosario de términos técnicos y conceptos, así como modelos referenciales nacionales e internacionales.

La investigación se estructura en cinco capítulos que contemplan el marco conceptual; marco teórico; ubicación del proyecto, en el cual se elabora un estudio de sitio; la propuesta de diseño arquitectónico, que contempla la representación bidimensional a través de planos que contienen plantas arquitectónicas, elevaciones, secciones, también la representación tridimensional que contempla vistas, perspectivas exteriores e interiores más los recorridos y maqueta virtuales; y el costo y financiamiento. Se finaliza con las conclusiones y recomendaciones relevantes que se derivan del desarrollo de esta tesis para obtener el grado de licenciada en Arquitectura en la Universidad de Panamá.

**Capítulo I**  
**Aspectos Generales**

## Capítulo I: Aspectos Generales

### 1.1. Planteamiento del Problema

El Bioterio Universitario actual fue creado desde 1970, adscrito a la Facultad de Medicina, dentro del Campus Central Octavio Méndez Pereira, específicamente en la avenida Gustavo García de Paredes, con un área de 356 m<sup>2</sup> y superficie construida de 214 m<sup>2</sup>, distribuidos en diferentes áreas para producción y crianza de animales de laboratorio, investigación, docencia y administración. En la década de los 70 y 80, estos espacios y estructuras eran acordes con las necesidades y demanda de servicios, y se disponía de terrenos para ampliar estructuras. Sin embargo, ya no hay espacio para mayor crecimiento; el Campus Central ha estado, prácticamente desde el inicio de su operación, sujeto a alteraciones y construcciones adicionales que convirtieron aquel plan original que había sido comparado con una acrópolis moderna en un conjunto marcado por la improvisación, adiciones que desfiguran el diseño original, convirtiéndolo en un conjunto de edificaciones pequeñas, disímiles que consumieron los espacios abiertos de parques universitarios y el potencial de crecimiento ordenado (Guardia Dall'Orso, 2017). (Ver Figura 1).

**Figura 1. Campus de la Universidad de Panamá en 1970.**



Fuente: (Panamá La Vieja Escuela, 2023).

Para dimensionar el problema, se realizó una revisión de las limitaciones del Bioterio, narradas por el personal que labora en él; algunas se enlistan a continuación:

- Reducido espacio en los laboratorios de las instalaciones actuales del Bioterio.
- Insuficiencia espacial para el personal científico para la experimentación.
- Hacinamiento y fuga de animales en las instalaciones actuales.
- Sobrepoblación creciente de animales en el Bioterio.
- Incapacidad de producción de las instalaciones actuales del Bioterio.
- Dificultad de almacenaje de equipos, insumos, medicamentos.
- Uso compartido de las áreas debido al limitado espacio.

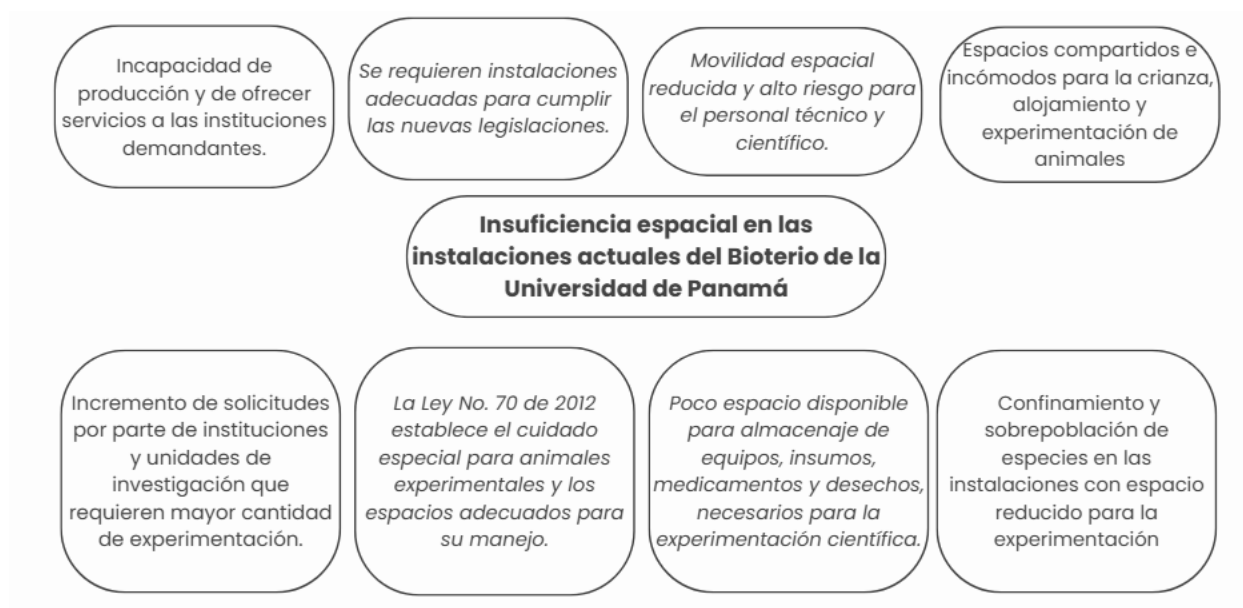
**Figura 2. Ubicación del Bioterio en el Campus de la Universidad de Panamá.**



Fuente: (Google Earth, 2023) & (Acosta de Patiño., 2023).

Una vez revisadas todas las limitantes planteadas, se utilizó la técnica del árbol de problemas, el cual ayuda hoy a ordenar las causas y efectos de un problema. Como se observa en la Figura 3, el problema central es **“La insuficiencia espacial en las instalaciones actuales del Bioterio de la Universidad de Panamá”**. Las causas son el incremento en las investigaciones de salud que requieren mayor cantidad de animales para experimentación; la reciente Ley 70 de 2012, que establece el cuidado especial para animales experimentales; el poco espacio disponible para equipos insumos, medicamentos y desechos para la experimentación científica, y el confinamiento existente en las actuales instalaciones no aptas dentro del campus universitario.

**Figura 3. Árbol del Problema del Bioterio Biomédico de la Universidad de Panamá.**



Fuente: Elaboración propia con base en visita de campo.

Por otra parte, las consecuencias serían la incapacidad del Bioterio de producir y dar servicio en las instalaciones actuales, no poder cumplir con las nuevas legislaciones, la movilidad espacial reducida, el alto riesgo para el personal científico que labora y, por último, el hacinamiento y posible fuga de animales para experimentos.

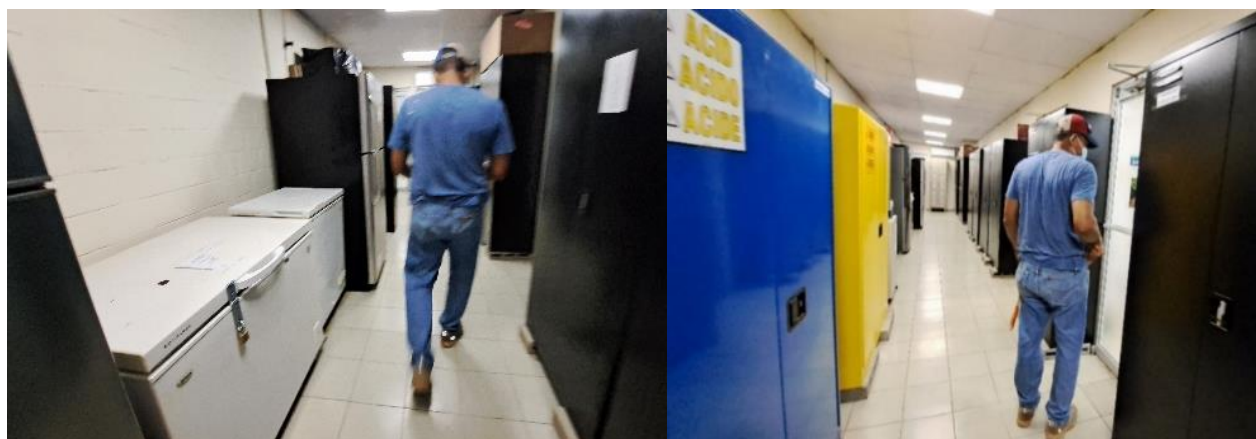
De acuerdo con (Sampieri Henández, 2014) un problema de investigación es una declaración que plantea una preocupación o una pregunta que requiere una investigación, por lo que la pregunta de

investigación es la siguiente: ***¿Qué características y especificaciones debe tener el diseño del nuevo Bioterio de la Universidad de Panamá?***

Para dimensionar la gravedad del problema se realizó una inspección de campo en las instalaciones actuales del Bioterio. El recorrido se centró en el proceso de recogida de pruebas documentales visuales en forma de fotografías que evidencien la problemática estudiada en la investigación (Sampieri Henández, 2014) y en corroborar las limitaciones espaciales narradas por el personal científico, técnico y administrativo que labora en el Bioterio (Acosta de Patiño., 2023).

Por lo tanto, en las figuras 4, 5, 6, 7, 8 y 9, se pueden apreciar las cuatro áreas en las que se divide el Bioterio, dependiendo del tipo de especie y análisis a realizar: tres escorpionarios, un serpentario y un espacio para ratones. También en ellas se puede ver claramente lo reducido de los espacios, el hacinamiento de los contenedores de animales, la duplicidad de actividades en un solo espacio y el inadecuado almacenamiento de insumos, de equipamiento tecnológico, materiales y alimentos en *lockers* y neveras posicionadas a lo largo de los estrechos pasillos de las instalaciones, contiguos a las respectivas secciones y salas de experimentación.

**Figura 4. Pasillos para acceder a las áreas de animales del Bioterio.**



Fuente: (Acosta de Patiño., 2023).

**Figura 5. Áreas, espacios del Escorpionario N.º1 del Bioterio.**

Áreas	Espacios
 <p data-bbox="383 1129 610 1161">Escorpionario N.º 1</p>	 <p data-bbox="959 674 1203 705">Espacio para Reposo</p>  <p data-bbox="943 1083 1219 1115">Espacio de Observación</p>
 <p data-bbox="521 1787 1024 1818">Espacio de Sanitización y Experimentación</p>	
<p data-bbox="204 1822 902 1854">Fuente: Elaboración propia con base en estudio de campo.</p>	

**Figura 6. Instalaciones del Bioterio, Sección Escorpionario N.º 2**

Áreas	Espacios
	 <p data-bbox="932 646 1175 678">Espacio para Reposo</p>
<p data-bbox="354 1050 581 1081">Escorpionario N.º 2</p>	 <p data-bbox="911 1071 1196 1102">Espacio de Observación</p>
	
<p data-bbox="526 1745 1029 1776">Espacio de Sanitización y Experimentación</p> <p data-bbox="201 1780 899 1812">Fuente: Elaboración propia con base en estudio de campo.</p>	

**Figura 7. Instalaciones del Bioterio, Sección Escorpionario.**

Áreas	Espacios
 <p data-bbox="407 1014 634 1045">Escorpionario N.º 3</p>	 <p data-bbox="906 596 1373 627">Área de Sanitización y Experimentación</p>  <p data-bbox="1019 959 1265 991">Espacio para Reposo</p>
 <p data-bbox="670 1751 951 1782">Espacio de Observación</p>	
<p data-bbox="204 1787 899 1818">Fuente: Elaboración propia con base en estudio de campo.</p>	

**Figura 8. Instalaciones del Bioterio, Sección Serpentario.**



**Figura 9. Instalaciones del Bioterio, Sección Roedores.**

Áreas	Espacios
 <p data-bbox="386 1104 581 1136">Área de Ratones</p>	 <p data-bbox="841 653 1312 684">Área de Sanitización y Experimentación</p>  <p data-bbox="954 1052 1198 1083">Espacio para Reposo</p>
 <p data-bbox="646 1757 922 1789">Espacio de Observación</p>	

Fuente: Elaboración propia con base en estudio de campo.

De igual forma, se realizó una revisión de los planos originales del Bioterio actual, para profundizar el problema y tomar como base del nuevo diseño (Sampieri Henández, 2014); por lo cual, en las subsiguientes figuras, se pueden apreciar las dos plantas en que se divide el Bioterio (ver Anexos 1, 2, 3).

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general**

- Diseñar una propuesta arquitectónica para el nuevo Bioterio de la Universidad de Panamá, garantizando espacios funcionales, eficientes y adecuados para el desarrollo de la investigación científica y biomédica.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Diseñar áreas de alojamiento animal que aseguren condiciones óptimas de ventilación, iluminación, temperatura, garantizando el bienestar de las especies utilizadas para investigación.
- Integrar un sistema funcional de accesos y circulaciones jerarquizadas (de personal, insumos, animales y desechos) que permita una operación segura y eficiente del Bioterio.
- Diseñar un sistema integral de manejo, almacenamiento y disposición de desechos biológicos y sólidos del Bioterio, que cumpla con las normativas nacionales e internacionales de bioseguridad y garantice la protección del personal, los animales y el entorno universitario.

## **1.3. Alcance Académico y Sociocultural**

Este proyecto favorecerá la consolidación de los cuerpos académicos, el desarrollo y aprendizaje en los alumnos, profesores e investigadores de las áreas de la salud con la producción de animales de laboratorio para brindar apoyo a la docencia e investigación científica, además coadyuvará al desarrollo de mejores métodos de prevención, diagnóstico y tratamiento de las enfermedades que afectan al ser humano y a los animales. El trabajo se desarrolla como propuesta de diseño arquitectónico a nivel de anteproyecto. No busca ejecutar la obra, sino demostrar la viabilidad arquitectónica y funcional del Bioterio. Con el proyecto, se proyecta alcanzar a impactar unidades académicas tanto dentro de la

Universidad de Panamá, como fuera de ella. Algunas de estas unidades u organizaciones son: el Centro de Investigaciones e Información de Medicamentos y Tóxicos de la Universidad de Panamá (CIIMET), la Facultad de Medicina, la Facultad de Medicina Veterinaria, la Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, la Facultad de Farmacia, el Instituto Especializado de Análisis de la Universidad de Panamá (IEA), el Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios de la Salud, el Ministerio de Salud (MINSALUD), el Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA), la Caja de Seguro Social (CSS), el Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), entre otros.

#### **1.4. Delimitación**

##### **1.4.1. Delimitación física**

El anteproyecto se realizó en un terreno ubicado en el distrito de Panamá, corregimiento de Las Mañanitas, en la salida del Corredor Sur, contiguo a la urbanización Colinas del Prado de Don Bosco. El terreno cuenta con un área de cuatro hectáreas.

##### **1.4.2. Delimitación temporal**

La presente investigación se desarrolló en un período de dos años, comprendido entre el segundo semestre de 2023 y el segundo semestre de 2025, tiempo que la planificación académica de la tesis consideró el tiempo requerido para las fases de recolección y análisis de información, la elaboración del diagnóstico, así como el diseño y presentación de la propuesta arquitectónica. El marco temporal definido permitió garantizar la viabilidad del proyecto, asegurando que cada fase metodológica — exploratoria, analítico–racional, de observación e interpretación, y propositiva— fuera ejecutada de manera ordenada y dentro de los plazos establecidos.

#### **1.5. Justificación**

La Universidad de Panamá posee desde hace 54 años un Bioterio dentro de su Campus Central, creado para la producción, cuidado y uso de animales de laboratorio, y prestar servicios para docencia e investigación a diferentes unidades académicas, cumpliendo con principios éticos relacionados con el

empleo de animales de laboratorio y los requerimientos de calidad, apegados a las normas para la producción, cuidado y uso de animales de laboratorio en Panamá. La principal justificación del proyecto se basa en que los responsables del Bioterio, el Centro de Investigaciones e Información de Medicamentos y Tóxicos (CIIMET) y la Vicerrectoría de Investigación y Postgrado (VIP), solicitaron el apoyo para el diseño conceptual de planos para la construcción de un nuevo Bioterio de Investigación Biomédica (ver Anexo 1), debido a que las estructuras actuales presentan insuficiencia espacial para almacenaje y reproducción de animales, experimentación, equipos, insumos, medicamentos y desechos científicos.

**Figura 10. Vista Frontal del Bioterio de la Universidad de Panamá.**



Fuente: (Acosta de Patiño., 2023).

La importancia del Bioterio radica en los servicios que presta a través de personal especializado y certificado en medicina de los animales de laboratorio (ver ilustraciones 2 y 3) y de procedimientos operacionales aprobados para garantizar resultados confiables; como los siguientes (UP, 2023):

- Sirve a la docencia e investigación de la Universidad de Panamá, así como a otras entidades externas que justifiquen la utilización de animales de laboratorio.
- Funciona como centro de reproducción y cría de animales para uso experimental, conforme a los requerimientos óptimos de ambiente y nutrición.

- Mejora la producción y la cría de animales de laboratorio para uso experimental, de tal forma que puedan aplicarse nuevos modelos experimentales.

**Figura 11. Demostración pública de la Dra. Hildauro Acosta de Patiño del trabajo del Bioterio de la Universidad de Panamá.**



Fuente: (Acosta de Patiño, 2021).

- Ofrece alimento, instalaciones y equipos para alojamiento de animales de experimentación debidamente aislados del centro de reproducción y cría.
- Colabora y asesora, a docentes e investigadores, en el manejo, mantenimiento y acondicionamiento especial de los animales de laboratorio para uso experimental.
- Contribuye al desarrollo y calidad de la investigación experimental realizada en el CIIMET y estimula la aparición de nuevos investigadores en esta línea.

**Figura 12. Personal científico y actividades del Bioterio de la Universidad de Panamá.**



Fuente: (SENACYT, 2017).

Por otra parte, se justifican ampliamente los diseños para la construcción de un nuevo Bioterio, en consideración de las instituciones que se verían beneficiadas dentro de la Universidad de Panamá y en el resto del país: el CIIMET, las Facultades de Medicina, Medicina Veterinaria, Ciencias Naturales y Exactas, y Farmacia, el Instituto Especializado de Análisis, el Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios de la Salud, el Ministerio de Salud, el Ministerio de Desarrollo Agropecuario, la Caja de Seguro Social, la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, el Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales y el Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá.

Otro elemento que abona a la importancia y justificación del nuevo proyecto de Bioterio queda demostrado a través de la evolución de la ciencia desde Sócrates, Platón, Galileo, Newton, Von Braun, Pasteur y Einstein, quienes no hubiesen llegado a los adelantos científicos sin las diferentes herramientas necesarias y tan diversas como el microscopio, la balanza, el telescopio, entre otras, de naturaleza variada. Una de esas herramientas han sido los animales, los cuales desde hace muchos años han permitido dar solución a diversos problemas sin tener que utilizar al ser humano en pruebas de ensayo, porque son filogenéticamente parecidos a la especie humana (Herrera Hernández & Guzman Maldonado, 2018).

Es así que, para contribuir con la consolidación de la investigación en las universidades y para el desarrollo y aprendizaje en los estudiantes, profesores e investigadores de las áreas de las ciencias naturales, surgió la necesidad de crear bioterios, con el fin de producir animales de laboratorio para favorecer el desarrollo de mejores investigaciones científicas biomédicas experimentales. Un bioterio es una estancia para animales de laboratorio, en donde se crían, mantienen y se utilizan para la investigación como modelo biológico. En él se mantienen especies de mamíferos, aves, reptiles, anfibios y peces, en ambientes que les proporcionan los requerimientos y necesidades para sobrevivir y reproducirse. Los animales que se encuentran en estos recintos están destinados a la investigación científica y la docencia; en él se ponen en práctica las recomendaciones éticas para priorizar la calidad de vida de los animales de laboratorio (UAM, 2018).

**Capítulo II**  
**Marco Teórico, Metodológico y Normativo**

## **Capítulo II: Marco Teórico, Metodológico y Normativo**

### **2.1. Marco Teórico**

#### **2.1.1. Concepto Científico del Bioterio**

Un bioterio es una instalación científica especializada destinada a la crianza, mantenimiento, cuidado y suministro de animales de experimentación, bajo condiciones controladas de higiene, bioseguridad y bienestar animal, con el fin de apoyar la investigación biomédica, docencia y desarrollo tecnológico. Según la Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2005), “Los bioterios son centros de cría y mantenimiento de animales de laboratorio que proveen ejemplares en condiciones controladas de salud, genética y ambiente, garantizando la calidad de los resultados experimentales”.

En el contexto universitario, de acuerdo con la Federación de Asociaciones Europeas de Ciencias de Animales de Laboratorio (FELASA, 2014), “un bioterio cumple además una función académica y formativa, ya que facilita la enseñanza de técnicas de manejo, protocolos experimentales y prácticas de bioética en la investigación con modelos animales”. En este contexto, el Consejo Nacional de Investigación de las Academias Nacionales, NRC por sus siglas en inglés, el brazo operativo de las Academias Nacionales de Ciencias, Ingeniería y Medicina de Estados Unidos, señala que “El bioterio debe contar con instalaciones que permitan mantener a los animales en condiciones que aseguren su bienestar físico y psicológico, al tiempo que se proteja al personal y al ambiente” (NRC, 2011).

#### **2.1.2. Importancia del bioterio para la investigación**

El bioterio constituye un componente estratégico dentro de la infraestructura científica de las universidades y centros de investigación, al proveer animales de laboratorio en condiciones controladas de salud, genética, alimentación, ventilación y bioseguridad. La estandarización de estas condiciones es esencial para garantizar la validez y reproducibilidad de los resultados experimentales, reduciendo al mínimo la influencia de variables externas que podrían comprometer la investigación (OPS, 2005).

El National Research Council señala que la existencia de instalaciones adecuadas es un requisito indispensable para el uso de modelos animales en investigación, pues “El bioterio debe asegurar tanto el bienestar físico y psicológico de los animales como la calidad de los datos científicos, y al mismo tiempo proteger al personal y al medio ambiente” (NRC, 2011). De esta manera, los bioterios no solo permiten la producción confiable de conocimiento, sino que también fortalecen la bioética en la investigación, al aplicar principios internacionales como las 3R (reemplazo, reducción y refinamiento) en el manejo de animales de experimentación (Russell & Burch, 1959). La implementación de estos principios dentro del diseño y operación de los bioterios refleja el compromiso de las instituciones con la ciencia responsable y sostenible.

Asimismo, los bioterios contribuyen directamente al avance científico y tecnológico en áreas como biomedicina, farmacología, genética y toxicología, ya que proporcionan los modelos experimentales necesarios para el desarrollo de nuevas terapias, medicamentos y vacunas (Luna, 2018). En el ámbito universitario, su relevancia es aún mayor, pues constituyen un espacio de formación académica y capacitación técnica donde los futuros profesionales adquieren competencias prácticas en el manejo de animales, así como en bioseguridad y ética en investigación.

En síntesis, la importancia del bioterio radica en que es la base material de la investigación biomédica y experimental, al garantizar la confiabilidad de los estudios, la seguridad de los investigadores, el cumplimiento de normativas internacionales y la generación de conocimiento de calidad al servicio de la sociedad.

### **2.1.3. Los bioterios en Panamá**

Los bioterios en Panamá constituyen un pilar fundamental para la investigación biomédica y científica, ya que proporcionan modelos animales bajo condiciones controladas de salud, genética y ambiente, lo que permite garantizar la reproducibilidad y validez de los estudios. Estas instalaciones han facilitado el desarrollo de investigaciones en áreas como farmacología, toxicología, biomedicina

experimental, genética y microbiología, que han contribuido al avance del conocimiento científico en el país (OPS, 2005).

Instituciones como el Instituto de Investigaciones Científicas y Servicios de Alta Tecnología (INDICASAT-AIP), el Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios de la Salud (ICGES) y la Universidad de Panamá cuentan con bioterios que apoyan proyectos en áreas como farmacología, biomedicina, toxicología y genética. Estos centros garantizan la formación práctica de investigadores y estudiantes, contribuyendo a la capacitación en técnicas de manejo animal, bioética y protocolos experimentales.

La relevancia de los bioterios en Panamá también se refleja en su papel en la seguridad sanitaria y la ética científica. El suministro de animales en condiciones sanitarias y genéticas controladas evita la introducción de variables externas que puedan alterar los resultados, asegurando la validez científica de los estudios (OPS, 2005). A la vez, el cumplimiento de normativas internacionales y de los principios de las 3R (reemplazo, reducción y refinamiento) promueve una investigación responsable y alineada con estándares globales (NRC, 2011) (FELASA, 2014).

En el ámbito nacional, los bioterios no solo apoyan la investigación universitaria, sino que también tienen impacto en la salud pública y en el desarrollo de terapias y medicamentos, fortaleciendo la capacidad de Panamá para responder a desafíos biomédicos regionales y globales. Un ejemplo destacado es el Bioterio del INDICASAT-AIP, que ha permitido realizar estudios de toxicidad, validación de esquemas anestésicos, ensayos hematológicos y bioquímicos, así como investigaciones sobre enriquecimiento ambiental y bienestar animal en ratas y ratones de laboratorio. Este tipo de investigaciones han aportado información clave para el desarrollo de terapias, vacunas y productos farmacéuticos, fortaleciendo la capacidad científica de Panamá en el ámbito regional (INDICASAT-AIP, 2025). Además, los bioterios universitarios, como el de la Universidad de Panamá, han permitido la formación práctica de investigadores y estudiantes, con lo que se han fortalecido competencias en manejo de animales, bioseguridad y ética en investigación. Este aporte formativo asegura que el desarrollo científico en

Panamá esté acompañado de personal capacitado y protocolos éticos adecuados, lo cual genera un ecosistema de investigación responsable y sostenible (FELASA, 2014).

En síntesis, los bioterios en Panamá contribuyen al avance científico nacional al permitir estudios controlados, confiables y éticamente responsables, fortaleciendo tanto la producción de conocimiento como la formación de capital humano científico.

#### 2.1.4. Modelos referenciales de proyectos de bioterios

Como parte del marco teórico, se presentan modelos referenciales internacionales sobre bioterios. Los aspectos investigados exhaustivamente están relacionados con el diseño, planificación, cuidado de animales de laboratorio y la historia de los bioterios. Estos datos se ordenaron en un formato de tabla para desglosar los puntos importantes de cada tema; se presentan las fuentes referenciales de otros bioterios, como el autor, país, fecha, título y descripción:

**Tabla 1. Marco Referencial de Modelos Nacionales e Internacionales de Bioterios.**

Tabla 1. Marco Referencial de Modelos Nacionales e Internacionales de Bioterios					
N.º	Autor	País	Fecha	Título	Descripción
1.	Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, UAEH.	Estado de Hidalgo, México.	Junio 2020	“Antecedentes de Bioterios”.	Para contribuir con la consolidación de los cuerpos académicos, el desarrollo y aprendizaje en los alumnos de las áreas de la salud, surgió la necesidad de crear el Bioterio. El Bioterio de la UAEH es un área facultada para la producción, cuidado y uso de animales de laboratorio, presta servicios para docencia e investigación científica y favorece el desarrollo de mejores métodos de prevención, diagnóstico y tratamiento de las enfermedades que afectan al ser humano y a los animales. (UAEH, 2023).
2	Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios de la Salud.	Ciudad de Panamá, Panamá.	Febrero 2022	“Bioterio”	El Bioterio del ICGES es responsable del cuidado y uso de animales de laboratorio, acorde con el cumplimiento de los principios éticos dictados por el CIUCAL-ICGES, relacionados con el empleo y cuidado de animales de experimentación. Estos son suministrados a la comunidad científica

Tabla 1. Marco Referencial de Modelos Nacionales e Internacionales de Bioterios					
N.º	Autor	País	Fecha	Título	Descripción
					del Instituto en sus proyectos de investigación, pruebas de laboratorio, diagnóstico y enseñanza, que desarrollan también otras instituciones, universidades y centros de investigación (Salud, 2023).
3.	Juan Manuel Baamonde	Ciudad de Panamá, Panamá.	Julio 2022	Noticia Científicos panameños reciben certificación internacional en uso de animales de laboratorio	Un total de 12 investigadores y técnicos panameños recibieron una certificación internacional relacionada con el uso de animales de laboratorio, otorgada por la Federación de Sociedades y Asociaciones Hispánicas de América del Norte, Centroamérica y el Caribe (FESAHANCCCAL), con el apoyo del Instituto de Investigaciones Científicas y Servicios de Alta Tecnología (INDICASAT-AIP) y la Asociación de la Ciencia de los Animales de Laboratorio (APCAL). El acto tuvo como objetivo la certificación internacional de profesionales panameños que realizan investigación con animales de laboratorio, acreditándolos como profesionales con la capacitación necesaria en el trabajo adecuado y ético (Baamonde, 2023).
4.	César Tomé López	Navarra, España	Julio 2015	Experimentación con animales en laboratorios	El uso de animales como sustitutos del cuerpo humano en la investigación tiene una larga historia. Mientras que Aristóteles (siglo IV a.e.c.), probablemente solo diseccionara animales muertos, los médicos alejandrinos (siglo III a.e.c.) y el romano Galeno (siglo II e.c.) hicieron experimentos tanto con animales vivos como muertos (López, 2023)
5.	Juan Rodríguez	Navarra, España	Agosto 2013	La ciencia del animal de laboratorio	La experimentación animal es una actividad que en la actualidad está notablemente regulada y, a pesar de que existen algunos aspectos sin cobertura legal, todo parece indicar que lo estarán plenamente en un futuro muy cercano. Es necesario que tanto las administraciones locales como la estatal, en coordinación con los profesionales del sector, pongan todos

Tabla 1. Marco Referencial de Modelos Nacionales e Internacionales de Bioterios					
N.º	Autor	País	Fecha	Título	Descripción
					los medios necesarios para garantizar que el empleo de los animales con fines científicos sea totalmente transparente para la sociedad, evitando su uso innecesario y buscando nuevos métodos alternativos que eviten su utilización (Rodríguez, 2023).
6.	Universidad de Antioquia	Antioquia, Colombia	Junio 2017	“El Bioterio: ciencia con conciencia”	El bioterio, cuyo significado etimológico es “lugar para la vida”, es un lugar acondicionado para el cuidado y bienestar de animales de laboratorio, y como tal es una notable contribución a la investigación en ciencias médicas y veterinarias. La naturaleza de los trabajos adelantados en el bioterio dista mucho del imaginario producido por los ensayos con animales de algunas industrias. En ese sentido, el artículo 25 de la Ley 84 de 1989 establece que el Ministerio de Salud solo autorizará modelos de experimentación animal “siempre y cuando esté demostrado que los resultados experimentales no puedan obtenerse por otros procedimientos o alternativas, y solo cuando sean necesarios para controlar, prevenir, diagnosticar o tratar enfermedades que afecten al hombre o al animal” (Antioquia, 2023).
7.	Fabricio Alejandro Maschi y Estela Cora Rogers	Ciudad de la Plata, Argentina.	2021	“Diseño y planificación de bioterios” – Universidad Nacional de la Plata	El buen diseño de instalaciones para el alojamiento de animales de laboratorio combinado con un buen manejo de estos es esencial para el bienestar de dichos animales, para la calidad de las investigaciones y la producción, para los ensayos en los que pueden utilizarse y para la salud y seguridad del personal. Las condiciones del entorno donde se crían y mantienen, y aquellas donde se realizan las experiencias de investigación, influyen en gran medida en la variabilidad de los resultados experimentales. Durante gran parte de la historia, el insuficiente control de las variables que actuaban sobre la respuesta del animal, como por ejemplo

Tabla 1. Marco Referencial de Modelos Nacionales e Internacionales de Bioterios					
N.º	Autor	País	Fecha	Título	Descripción
					los parámetros ambientales, su estado sanitario, su alimentación y las condiciones de manejo fueron causales de frustración de muchísimos experimentos (Fabricio Alejandro Maschi, 2023).
8	Cecilia Carbone, Miguel Ángel Ayala, María del Pilar Cagliada	Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Veterinarias	2020	Ciencia y bienestar de los animales de laboratorio	Libro que abarca los contenidos básicos relacionados con la ciencia y el bienestar de los animales de laboratorio, los temas que se abordan inicialmente intentan aportar los lineamientos generales necesarios para desarrollar aquellos trabajos en los que se incluyan animales de experimentación; el conocimiento de las normativas y estándares internacionales, muchos vinculados con aspectos éticos, son orientativos respecto de las condiciones en que se deben usar y cuidar los animales en investigaciones, ensayos y docencia. Uno de los temas que se ha considerado es la necesidad y exigencia de que todo el personal relacionado con el cuidado y uso de los animales esté debidamente capacitado (Carbone, Ayala, & Cagliada, 2022).

### 2.1.5. Conceptualización técnica

- **Acceso restringido:** es el control físico y administrativo del ingreso al bioterio y a sus diferentes áreas. Se limita únicamente a personal autorizado y entrenado, mediante puertas de seguridad, tarjetas electrónicas, esclusas o señalizaciones. Su función es minimizar el riesgo de contaminación cruzada, proteger la integridad de los animales y mantener las condiciones experimentales bajo control.
- **Almacenamientos tóxicos:** son productos que se agrupan y clasifican por su riesgo, respetando las restricciones de almacenamientos conjuntos de productos incompatibles (Labarta, 2020).

- **Análisis de sitio:** reconocimiento visual *in situ* de la zona de estudio para que se tenga una idea del contexto del proyecto, e identificar fundamentalmente el sitio o el emplazamiento de un proyecto arquitectónico o urbano y a su entorno como parte de un sistema natural y social, en el que se interrelacionan diferentes procesos y factores (Chong, 2012).
- **Área de preparación:** espacio de apoyo donde se preparan los insumos necesarios para el trabajo en el bioterio, tales como alimentos, jaulas limpias, material estéril y equipos. También puede incluir zonas para lavado y esterilización. Este ambiente asegura que todo el material que ingresa a las salas de animales cumpla los requisitos de higiene y bioseguridad.
- **Bioterio (laboratorio):** es una estancia para animales de laboratorio, en donde se crían, mantienen y se utilizan para investigaciones como modelo biológico en ambientes que les proporcionan los requerimientos y necesidades para sobrevivir y reproducirse (Miranda, 2018).
- **Caja de traslado encajonado:** jaulas metálicas, de madera, de plástico o cartón ventilado donde se introducen los animales para su traslado entre instalaciones o hacia los lugares donde van a ser soltados (Vieytes, 2022).
- **Esclusas de acceso:** son espacios intermedios que funcionan como “zonas tampón” entre áreas limpias y áreas sucias o entre diferentes niveles de bioseguridad. Su función es evitar la entrada de contaminantes y controlar la salida de agentes biológicos. Pueden incluir vestuarios, duchas de aire, pediluvios o sistemas de doble puerta. En bioterios, las esclusas son obligatorias en accesos a salas de animales y laboratorios de alta bioseguridad.
- **Experimentos:** es una situación simulada en la que el investigador manipula conscientemente las condiciones de una o de diversas situaciones precedentes para comprobar los efectos que causa dicha variable en otra situación consiguiente (Hernández, 2019).
- **Evaluación de Impacto Ambiental (EIA):** sistema de advertencia temprana que opera a través de un proceso de análisis continuo y que, mediante un conjunto ordenado, coherente y reproducible

de antecedentes, permite tomar decisiones preventivas sobre las afectaciones al ambiente en torno a la construcción del Bioterio.

- **Filtros HEPA (High Efficiency Particulate Air):** son filtros de alta eficiencia que se instalan en los sistemas de ventilación de salas de animales y laboratorios. Estos garantizan que el aire que entra esté libre de contaminantes (protección de los animales). También purifican el aire que sale, lo que evita la liberación de agentes biológicos al entorno (protección ambiental). Son obligatorios en bioterios con Niveles de Bioseguridad 2 y 3.
- **HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning - *Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado*):** En bioterios, el sistema HVAC es un **elemento crítico de diseño arquitectónico y de bioseguridad**, ya que asegura la calidad ambiental necesaria tanto para los animales de experimentación como para el personal. Sus funciones principales son el control de microclima, renovación y filtración del aire, mantener la presión diferencial del aire (presión positiva y negativa).
- **IVC (Individually Ventilated Cages – *Jaulas Ventiladas Individualmente*):** son sistemas de alojamiento para roedores (ratones, ratas, cobayos) diseñados con flujo de aire controlado en cada jaula con filtros HEPA. Estas jaulas mantienen presión positiva o negativa según se requiera (para proteger a los animales o al personal). Aunque no siempre es exigido en las normativas de Panamá, los IVC se consideran estándar internacional (AAALAC, FELASA, NIH), y son recomendables para proyectos de investigación de alto nivel.
- **Jaulas modulares:** son sistemas de alojamiento flexibles y estandarizados, generalmente fabricados en acero inoxidable, policarbonato o acrílico. Permiten el confinamiento seguro de cada especie y facilitan la limpieza, desinfección y manipulación de los animales. En bioterios modernos, se utilizan jaulas ventiladas individualmente (IVC) para roedores, que controlan el flujo de aire y reducen el riesgo de contagio entre animales y hacia el personal.

- **Laboratorio de análisis:** área destinada a procesar muestras biológicas (sangre, tejidos, secreciones) obtenidas de los animales. Debe contar con equipos de bioseguridad, microscopía, cabinas de flujo laminar y almacenamiento de muestras. Su función es complementar la investigación, permitiendo la correlación entre los datos experimentales y los resultados biológicos.
- **Laboratorio de necropsia:** espacio equipado para realizar estudios *post mortem* en animales de experimentación o fallecidos por causas naturales. Debe contar con mesas de necropsia de acero inoxidable, sistemas de extracción de olores, drenajes adecuados y acceso restringido. El objetivo es obtener información anatómica y patológica sin comprometer la bioseguridad.
- **Laboratorio de procedimientos:** área destinada a la manipulación rutinaria de animales para toma de muestras, administración de fármacos, anestesia o intervenciones menores. Su diseño debe permitir la esterilidad relativa, el control de bioseguridad y la ergonomía para los técnicos. Funciona como espacio intermedio entre las salas de animales y los laboratorios de análisis.
- **Manejo especializado:** comprende las técnicas y protocolos específicos para cada especie alojada en el bioterio. Incluye alimentación, limpieza, enriquecimiento ambiental, control sanitario y procedimientos experimentales. En el caso de animales de laboratorio, como ratones, ratas o conejos, se prioriza el bienestar animal y la reproducibilidad científica. Para especies de mayor riesgo (serpientes, arañas, escorpiones), el manejo especializado incluye equipo de protección personal (EPP), sistemas de contención y personal capacitado en fauna ponzoñosa.
- **Máster plan:** es una herramienta de diseño urbano que ayuda a ordenar, transformar y mejorar territorios urbanos o proyectos de gran tamaño y complejidad (Arquiplan, 2023).
- **Microclima:** hace referencia al control ambiental dentro de cada sala de animales, considerando temperatura, humedad relativa, ventilación, renovación de aire, presión atmosférica y nivel de ruido. El microclima es esencial para la supervivencia, bienestar y reproducción de las especies

alojadas. Por ejemplo, roedores requieren temperaturas entre 20–26 °C, mientras que serpientes necesitan gradientes térmicos más amplios y control de radiación UV.

- **Nacedora:** es el equipo que permite la eclosión, que es el proceso en el que una serpiente rompe la cáscara del huevo y sale al exterior; las nacedoras mantienen condiciones óptimas de temperatura, humedad y ventilación para que los embriones se desarrollen en sus últimos días y puedan eclosionar de manera segura y uniforme (Barros, 2004).
- **Nivel de bioseguridad (NBS):** el conjunto de condiciones arquitectónicas, equipamiento, prácticas de manejo y protocolos que garantizan la seguridad de los trabajadores, de los animales y del entorno. En un bioterio, los NBS van del Nivel 1 (para especies sin riesgo, como conejos y cobayos) hasta el Nivel 3 (para especies con riesgo de transmisión zoonótica, como serpientes venenosas o roedores reservorios). El diseño arquitectónico debe adaptarse a estos niveles, considerando presiones negativas de aire, filtros HEPA, control de accesos y superficies fáciles de desinfectar.
- **Riesgos:** son los peligros presentes en un laboratorio, que pueden ser de carácter químico o biológico o físico (Seguel, 2021).
- **Residuos biológicos:** son todos los desechos derivados de la manipulación de animales de laboratorio, como excretas, material de cama, restos de alimento, cadáveres, fluidos biológicos y material contaminado. Su gestión en el bioterio debe cumplir con el Decreto Ejecutivo 306 de 2002, que regula residuos hospitalarios y peligrosos; generalmente clasificados en contenedores especiales, se inactivan (incineración, autoclave) y luego se disponen en vertederos autorizados.
- **Zona de cuarentena:** dentro de la instalación, pero separadas del área de acondicionamiento, se pueden requerir salas de cuarentena/aislamiento, para alojar a los animales enfermos o a los animales que vuelven al bioterio después de haber sido utilizados en el laboratorio de un investigador (CCAC, 2023).

## **2.2. Marco Metodológico**

La metodología adoptada para el desarrollo de la presente investigación–proyecto arquitectónico del bioterio se estructura en cuatro fases sucesivas e interdependientes: fase exploratoria, fase analítico–racional, fase de observación e interpretación y fase propositiva. Cada una responde a objetivos específicos y contribuye a la construcción gradual de la propuesta final, asegurando un proceso sistemático que articula investigación y diseño.

### **2.2.1. Fase Exploratoria**

En esta etapa inicial, se busca identificar, delimitar y contextualizar el problema que presenta actualmente el Bioterio de la Universidad de Panamá y el objeto arquitectónico de estudio. Se realizó una revisión bibliográfica y documental sobre normativas internacionales, antecedentes arquitectónicos y técnicos de proyectos análogos, así como estudios relacionados con el tipo de infraestructura abordada. Paralelamente, se recopiló información sobre el contexto geográfico, social, económico y ambiental del área de intervención.

El resultado de esta fase fue la formulación del problema, la definición de los objetivos de la investigación y la elaboración de un diagnóstico preliminar de las necesidades que fundamentan el proyecto.

### **2.2.2. Fase Analítico–Racional**

En esta fase, se procedió a procesar, organizar y evaluar críticamente la información recopilada. El análisis incluyó el estudio de referentes arquitectónicos nacionales e internacionales, la interpretación de marcos normativos locales y globales, así como la identificación de condicionantes funcionales, ambientales, tecnológicos y sociales.

Se elaboraron matrices comparativas, organigramas funcionales y esquemas que permitieron definir los criterios de diseño. Como resultado, se obtuvo una síntesis conceptual y el planteamiento de un programa arquitectónico preliminar.

### 2.2.3. Fase de Observación e Interpretación

Esta fase tuvo como propósito contrastar la información teórica y documental con la realidad del Bioterio y de los usuarios. Para ello, se realizaron alrededor de cuatro visitas de campo y levantamientos arquitectónicos y urbanos, acompañados de la observación directa de las condiciones físicas, climáticas y sociales. Asimismo, se recurrió a entrevistas y consultas con los especialistas, lo que permitió enriquecer la comprensión de las necesidades específicas.

La interpretación de la información empírica, puesta en relación con el marco teórico, condujo a la elaboración de un diagnóstico integral del contexto, así como a la definición de lineamientos de diseño adaptados al entorno y a los requerimientos del proyecto.

### 2.2.4. Fase Propositiva

Finalmente, la fase propositiva se orientó a formular y desarrollar la propuesta arquitectónica a partir de los insumos obtenidos en las fases previas. Se definió un concepto rector que guio la estructuración del programa definitivo, la organización funcional y el emplazamiento de la propuesta.

El desarrollo incluyó la generación de planos, representaciones gráficas y maquetas digitales, además de la validación de la propuesta frente a criterios de funcionalidad, normatividad, sostenibilidad y pertinencia social. El producto final de esta fase corresponde al proyecto arquitectónico integral, concebido no solo como una respuesta técnica y espacial, sino también como un aporte académico al campo de la arquitectura.

**Tabla 2. Fases del Proceso Metodológico del Proyecto de Nuevo Bioterio.**

Tabla 2. Fases del Proceso Metodológico del Proyecto de Nuevo Bioterio.			
Fases	Objetivo	Actividades	Resultados
<b>Exploratoria</b>	Identificar, delimitar y contextualizar el problema de investigación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisión bibliográfica y documental.</li> <li>- Análisis de normativas y antecedentes.</li> <li>- Recopilación de información del contexto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planteamiento del problema.</li> <li>- Definición de objetivos.</li> <li>- Diagnóstico preliminar.</li> </ul>

<b>Tabla 2. Fases del Proceso Metodológico del Proyecto de Nuevo Bioterio.</b>			
<b>Fases</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Actividades</b>	<b>Resultados</b>
		geográfico, social y ambiental.	
<b>Analítico–Racional</b>	Procesar y organizar la información obtenida de manera crítica.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudio de referentes arquitectónicos.</li> <li>- Análisis normativo y técnico.</li> <li>- Identificación de condicionantes.</li> <li>- Elaboración de matrices y organigramas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Síntesis conceptual.</li> <li>- Criterios de diseño.</li> <li>- Programa arquitectónico preliminar.</li> </ul>
<b>Observación e Interpretación</b>	Contrastar la información teórica con la realidad del sitio y usuarios.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Visitas de campo y levantamientos.</li> <li>- Observación de condiciones físicas, climáticas y sociales.</li> <li>- Entrevistas a especialistas y usuarios.</li> <li>- Interpretación crítica del contexto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diagnóstico integral.</li> <li>- Lineamientos de diseño contextualizados.</li> </ul>
<b>Propositiva</b>	Formular y desarrollar la propuesta arquitectónica.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Definición de concepto rector.</li> <li>- Programa definitivo.</li> <li>- Desarrollo de planos, maquetas y representaciones gráficas.</li> <li>- Validación frente a criterios de diseño.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proyecto arquitectónico integral.</li> <li>- Aporte académico y técnico.</li> </ul>

## **2.3. Marco Legal y Normativo**

### **2.3.1. Normativas de bioterios**

El diseño conceptual arquitectónico del Nuevo Bioterio para la Investigación Biomédica de la Universidad de Panamá consideró los siguientes aspectos normativos y legales que rigen la construcción en Panamá:

- El Código Sanitario (Ley 66 de 1947): Regula instalaciones sanitarias como acueducto y alcantarillado, que son fundamentales en infraestructura de bioterios.
- Protocolos de cumplimiento internacional: Panamá ratificó el Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología mediante la Ley 72 de 26 de diciembre de 2001, y lo reafirmó con la Ley 48 de 2002, la cual crea además la Comisión Nacional de Bioseguridad para los Organismos Genéticamente Modificados ([bioseguridad.gob.pa+1panama.justia.com](http://bioseguridad.gob.pa+1panama.justia.com)). El Protocolo exige medidas de precaución y evaluación de riesgos para garantizar la manipulación segura de organismos genéticamente modificados (OGM), incluyendo requisitos sobre etiquetado, almacenamiento, transporte y procedimientos de eliminación ([panama.justia.com](http://panama.justia.com)).

### **2.3.2. Instituciones de control sanitario y capacidades técnicas**

#### **2.3.2.1. Dirección Nacional de Control de Alimentos y Vigilancia Veterinaria**

La Dirección Nacional de Control de Alimentos y Vigilancia Veterinaria (DINACAVV) del Ministerio de Salud tiene facultades para inspeccionar instalaciones, garantizar condiciones sanitarias y aplicar sanciones si hay incumplimientos (Ministerio de Salud, Panamá).

Puntos clave para trabajar o establecer un bioterio en Panamá:

1. Las actividades con organismos genéticamente modificados deben estar autorizadas por los comités sectoriales de bioseguridad, dependiendo del ámbito de estudio.
2. Es esencial cumplir con las normas de bioseguridad, protocolos de evaluación de riesgo y autorización por la Comisión Nacional de Bioseguridad.

3. Registro, certificación del personal y cumplimiento de los estándares sanitarios son fundamentales, bajo supervisión de la DINACAVV.
4. Debe considerarse la normativa ambiental y las competencias de los ministerios sectoriales mencionados.
5. Se recomienda revisar reglamentos internos adicionales emitidos por los ministerios relevantes (Desarrollo Agropecuario, Salud) que complementen las leyes mencionadas.

#### **2.3.2.2. Ministerio de Desarrollo Agropecuario**

La Ley 23 de 1997 (incorporada a través del Acuerdo de Marrakech) regula medidas zoonositarias, incluyendo criterios para establecimientos que manipulan organismos biotecnológicos, como podría ser un bioterio. Esto es relevante sobre todo si el bioterio trabaja con animales o productos biológicos relacionados con el sector agropecuario, que se administra a través del Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA).

#### **2.3.2.3. Ministerio de Ambiente**

Aunque no hay un reglamento específico para bioterios, el Ministerio de Ambiente (MIAMBIENTE) establece normas generales sobre control ambiental, manejo de recursos naturales, evaluación de impacto ambiental y estudio de introducción de especies, conceptos que también aplican en bioterios en términos ambientales y sanitarios. También es probable que existan protocolos o guías internos por parte del MINSA o MIDA, incluso si no están formalmente publicados, en ese caso, la vía más efectiva sería solicitar directamente a la Comisión Nacional de Bioseguridad o a los ministerios involucrados.

#### **2.3.2.4. Comisiones Nacionales de Bioseguridad**

- Comisión Nacional de Bioseguridad para los Organismos Genéticamente Modificados (OGM), creada mediante la Ley 48 de 2002, cuya responsabilidad es coordinar políticas estatales sobre manejo, uso y liberación de OGM, asesorando y regulando actividades relacionadas (ensayos confinados, bioterios, liberaciones experimentales, etc.). Se integran comités sectoriales específicos en los ámbitos de salud,

ambiental y agropecuario, encargados de análisis de riesgo, monitoreo y autorización de actividades con OGM en laboratorios y campo (Resolución N°046, 2012).

- Comisión Nacional de Bioseguridad (CNB-OGM), contiene normativas y resoluciones fundamentales relacionadas con el manejo de organismos genéticamente modificados (OGM), algunos de los cuales se aplican a instalaciones como bioterios en contextos de investigación. Estas documentaciones establecen los procesos de autorización, análisis de riesgo y monitoreo que podrían aplicar de forma indirecta a bioterios con OGM o investigaciones biotecnológicas.

**Tabla 3. Estructura de Aspectos Normativos Aplicables al Bioterio.**

Ámbito	Normativa / Institución	Aplicación al bioterio
Bioseguridad de OGM	Ley 72 (2001), Ley 48 (2002), Comisión Nacional de Bioseguridad y comités sectoriales	Regulan investigación, manipulación, confinamiento, liberación experimental y autorizaciones
Regulación institucional	Ministerio de Desarrollo Agropecuario, Salud, Comercio e Industrias	Supervisan funciones específicas: agropecuaria, salud y comercio
Medio ambiente	Ley General del Ambiente (1998)	Control del acceso y manipulación de organismos biológicos/genéticos
Investigación en salud	Ley 84 de 2019	Regulación de estudios científicos en bioterios vinculados a salud
Profesionales del área	Ley 17 de 2009	Formación y ejercicio del personal en bioterios
Control sanitario	DINACAVV (MINSAs)	Inspección de condiciones físicas, sanitarias y operativas de bioterios

### 2.3.3. Otras leyes vinculadas y normativa general de edificación

- **Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial (MIVIOT):** el Plan Parcial de Ordenamiento Territorial del área Tocumen–24 de Diciembre–Las Mañanitas, aprobado por la Resolución N.º 426-2013 el 11 de julio de 2013 del (MIVIOT, 2013). Corresponde a una categoría específica de uso del suelo urbano residencial de expansión planificada.

- **Ministerio de Obras Públicas (MOP):** Manual de Especificaciones Técnicas del MOP regula las especificaciones constructivas para edificaciones civiles (estructuras, acabados, plomería, electricidad, techos, puertas, ventanas, etc.). No aborda usos específicos, como bioterios, pero cualquier construcción debe atenerse a estas bases técnicas.
- **Ley N°1 del 3 de febrero de 1994:** establece la Legislación Forestal de la República de Panamá, se define una protección específica sobre los cursos de agua y las áreas boscosas aledañas, prohibiendo expresamente causar daño o destruir los árboles o arbustos en las zonas circundantes al nacimiento de cualquier cauce natural de agua, así como en las áreas adyacentes a lagos, lagunas, ríos y quebradas.

*“Artículo 24. En las cabeceras de los ríos, a lo largo de las corrientes de agua y en los embalses naturales o artificiales, cuando se trate de bosques artificiales, queda prohibido el aprovechamiento forestal, así como daños o destrucción de árboles o arbustos dentro de las siguientes distancias: 1. Las áreas que bordean los ojos de agua que nacen en los cerros en un radio de cien (100) metros, y de cincuenta (50) metros, si nacen en terrenos planos; 2. En los ríos y quebradas se tomará en consideración el ancho del cauce y se dejará el ancho del mismo a ambos lados, **pero en ningún caso será menor de (10) metros**; también podrá dejarse como distancia una franja de bosque no menor de diez (10) metros”.*

- **Código Civil:** presenta otras normas vigentes donde se definen las áreas de servidumbre de los ríos, como son los artículos 535 y 536 del Código Civil, que definen el un concepto general de 3 metros de servidumbre desde la orilla del río y el Decreto No. 55 de 13 de junio de 1973 del MIDA; también se considera el Proyecto de Ley 42 que plantea modificar la Ley Forestal.
- **Especificaciones de NFPA 101** (National Fire Protection Association): como mínimo, deben proveerse dos medios de ingreso y egreso en todo edificio o estructura y estas deben ser resistentes a fuego (NFPA 101B, Código para medios de egreso para edificios y estructuras NFPA 251 y normas internacionales). En cuanto a las instalaciones eléctricas, deberán regirse por el Reglamento de Instalaciones Eléctricas (RIE) del Ministerio de Obras Públicas, que está contenido

en la Norma NFPA 70 (National Fire Protection Association) y en el NEC 99 (National Electric Code), adoptados mediante la Resolución JTIA N.º 537 de 24 de julio de 2002 y la Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura, Resolución N.º 93 - 319. Panamá, 4 de marzo de 1993.

- **Ley 42 de 1999:** con respecto a las personas con discapacidad o con movilidad reducida, se debe cumplir con la Ley 42 de 1999 y considerar otras regulaciones existentes, como la Convención interamericana para la eliminación de todas las formas de discriminación contra las personas con discapacidad (OEA 199).
- **La Ley 17 de 2009:** que regula la profesión de biólogos, lo que puede aplicar indirectamente al personal de bioterios (Colegio de Biólogos de Panamá).
- **La Ley 41 de 1998:** Ley General del Ambiente que faculta al Ministerio de Ambiente para regular el acceso y uso de recursos biológicos y genéticos, lo cual puede abarcar operaciones de bioterios con organismos silvestres o modificados.
- **La Ley 84 de 2019:** Que regula y promueve la investigación para la salud, lo que podría incluir estudios en bioterios relacionados con salud pública.
- **La Ley 135 del 23 de marzo de 2020:** Que reforma la Ley 50 de 1995 y el Código de Trabajo, y obliga a empresas e instituciones públicas con 20 o más mujeres en edad fértil a habilitar salas de lactancia. Estas salas deben ser privadas, higiénicas, iluminadas, contar con refrigerador para la leche y permitir descansos remunerados.
- **Reglamento para el Diseño Estructural de Panamá:** establece criterios estructurales aplicables a todo tipo de edificaciones, incluyendo laboratorios o instalaciones especializadas en investigación, así como la gestión de permisos y profesionales idóneos en construcción, como los siguientes:
  - La Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura (JTIA) exige que todas las construcciones cuenten con profesionales idóneos registrados (arquitectos, ingenieros).

- Los permisos de construcción se tramitan en la DOYC (Dirección de Obras y Construcciones del Municipio), con revisión de planos y responsables definidos.
- **Regulación de laboratorios bioterios en agroindustria:**
  - Diseño libre de grietas, rejillas de desagüe seguras, ventilación, barreras contra infestaciones
  - Áreas definidas y separadas: alojamiento, experimentación, apoyo, cuarentena, recuperación, diagnóstico, etc.
  - Paredes impermeables, control de ventilación natural o mecánica, aislamiento según especie
- **Clasificación de edificaciones por niveles de bioseguridad:**
  - Nivel 1: superficies lavables, protección contra insectos, extracción de aire.
  - Nivel 2: presión negativa, puertas de cierre automático, ventanas reforzadas, desagües tapados.
  - Nivel 3: edificio separado, doble puerta, vestuario, grifos automáticos, desagües descontaminados, aisladores para animales infectados.
  - Nivel 4: edificio autónomo, vestuario con duchas, autoclave de doble puerta, superficies descontaminables químicamente, aire filtrado HEPA, sistemas de alta contención.

**Capítulo III**  
**Premisas y Programa de Diseño**

## **Capítulo III: Premisas y Programa de Diseño**

### **3.1. Premisas de Diseño**

#### **3.1.1. Características apropiadas del terreno**

Las características favorables de un terreno para bioterio son la ubicación, condiciones ambientales, infraestructura de servicios y topografía del suelo, entre otras que se presentan a continuación.

##### **3.1.1.1. Ubicación**

Alejado de fuentes de contaminación (industrias, vertederos, carreteras de alto tráfico). Distancia prudente respecto a zonas urbanas densas para evitar riesgos sanitarios y conflictos sociales. Accesibilidad adecuada para transporte controlado de animales, insumos y personal. Posibilidad de conexión con centros de investigación, universidades u hospitales, a fin de facilitar el uso académico y científico.

##### **3.1.1.2. Condiciones ambientales y climáticas**

Clima estable o controlable, que permita reducir la carga en sistemas de climatización. Terreno con buena ventilación natural y baja humedad relativa (para evitar proliferación de hongos o bacterias). Orientación que favorezca el control solar y la eficiencia energética.

##### **3.1.1.3. Topografía y suelo**

Terreno plano o con ligera pendiente que facilite el drenaje pluvial y las circulaciones internas. Suelo firme y estable, apto para soportar estructuras de alto control ambiental. Buena permeabilidad y capacidad de drenaje para evitar inundaciones.

##### **3.1.1.4. Infraestructura de servicios**

Acceso garantizado al agua potable, indispensable para consumo animal, limpieza y sistemas de climatización. Energía eléctrica estable, preferiblemente con opciones de respaldo (planta eléctrica, energías renovables). Red de alcantarillado o posibilidad de sistemas propios de tratamiento de aguas residuales. Conectividad a telecomunicaciones para control digital y monitoreo.

#### **3.1.1.5. Aspectos de bioseguridad**

Posibilidad de establecer un área de amortiguamiento (*buffer zone*) entre el bioterio y otras edificaciones. Factibilidad de implementar perímetros de seguridad (cercas, accesos controlados). Condiciones que permitan separar zonas limpias de las zonas sucias, para evitar contaminación cruzada.

#### **3.1.1.6. Aspectos ambientales y normativos**

Cumplimiento de la normativa ambiental local y factibilidad de permisos de construcción. Terreno ubicado fuera de zonas inundables o de riesgo natural (sismos, deslaves, huracanes). Potencial para implementar criterios de arquitectura sostenible (captación de agua, energías renovables, paisajismo controlado).

### **3.1.2. Las alternativas de terrenos**

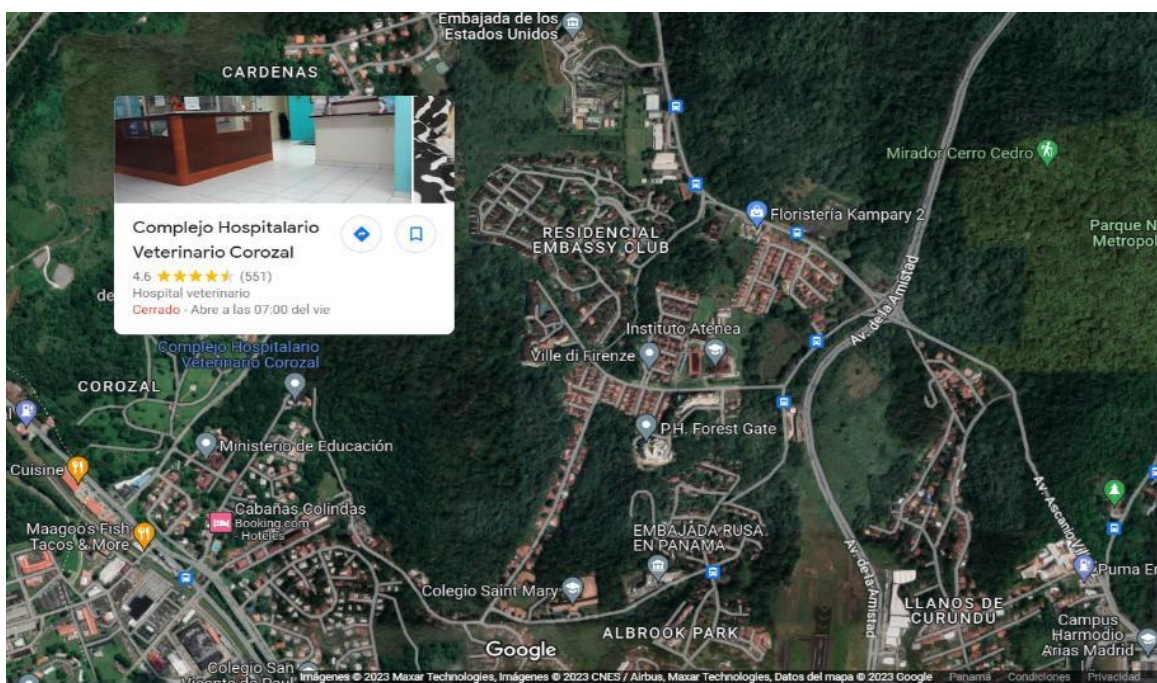
Se presentan tres alternativas analizadas para la ubicación del Proyecto de Bioterio en distintos terrenos de la Universidad de Panamá.

#### **3.1.2.1. Alternativa N.º1 - Ancón, Corozal**

La primera alternativa de ubicación del nuevo Bioterio corresponde a un pequeño espacio dentro del terreno del Complejo Hospitalario Veterinario de la Universidad de Panamá, ubicado en Corozal. El hospital está ubicado contiguo a zonas boscosas de áreas protegidas de Corozal en el corregimiento de Ancón, donde no existe posibilidad de ampliación. Este terreno cuenta con todos los servicios públicos necesarios para el funcionamiento del Bioterio, además de los accesos viales y disponibilidad de transporte público que facilitan su acceso.

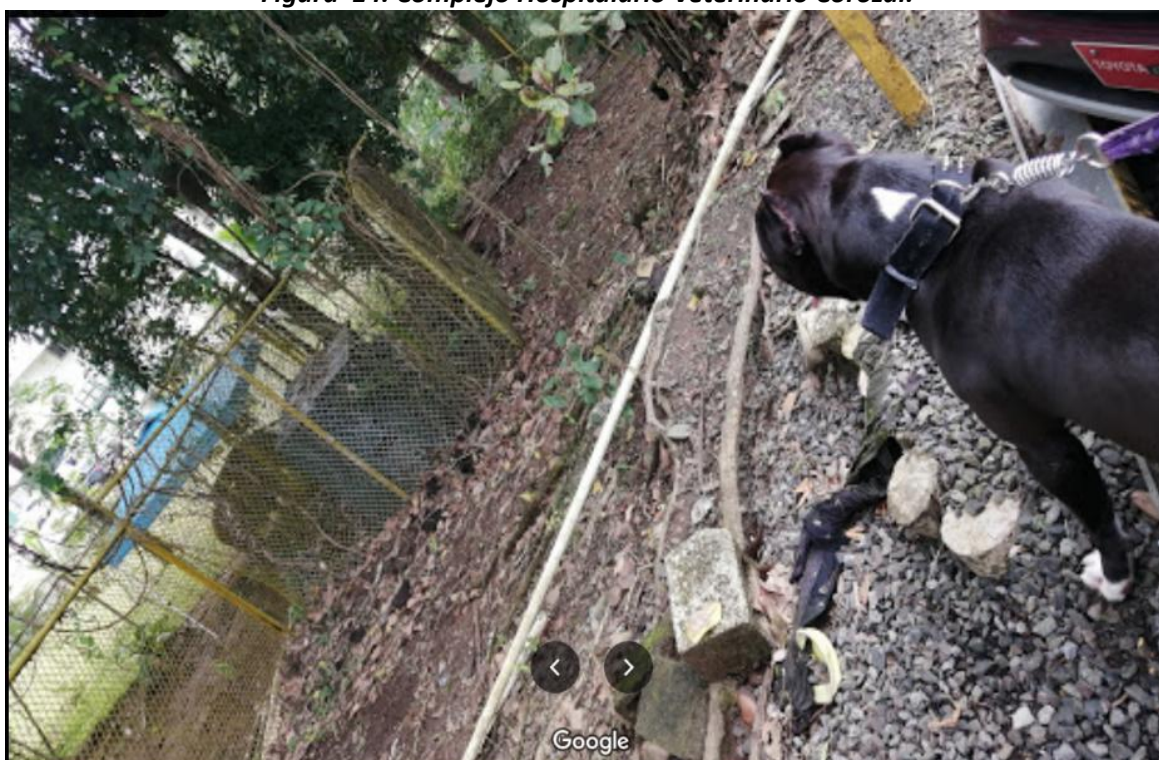
A continuación, se presentan imágenes de la ubicación del Hospital. A pesar de tener ventaja por ser terreno de propiedad de la Universidad, esta alternativa fue descartada por no poder diseñarse un Bioterio amplio (ver Figuras 13 y 14).

**Figura 13. Ubicación del Hospital Veterinario de la Universidad de Panamá.**



Fuente: GoogleMap <https://www.google.com/maps/@8.9911156,-79.5632548,2455m/data=!3m1!1e3>

**Figura 14. Complejo Hospitalario Veterinario Corozal.**



Fuente: <https://www.google.com/maps/place/Complejo+Hospitalario+Veterinario+Corozal/>

### 3.1.1.1. Alternativa N.º2 - Globo B de Las Mañanitas

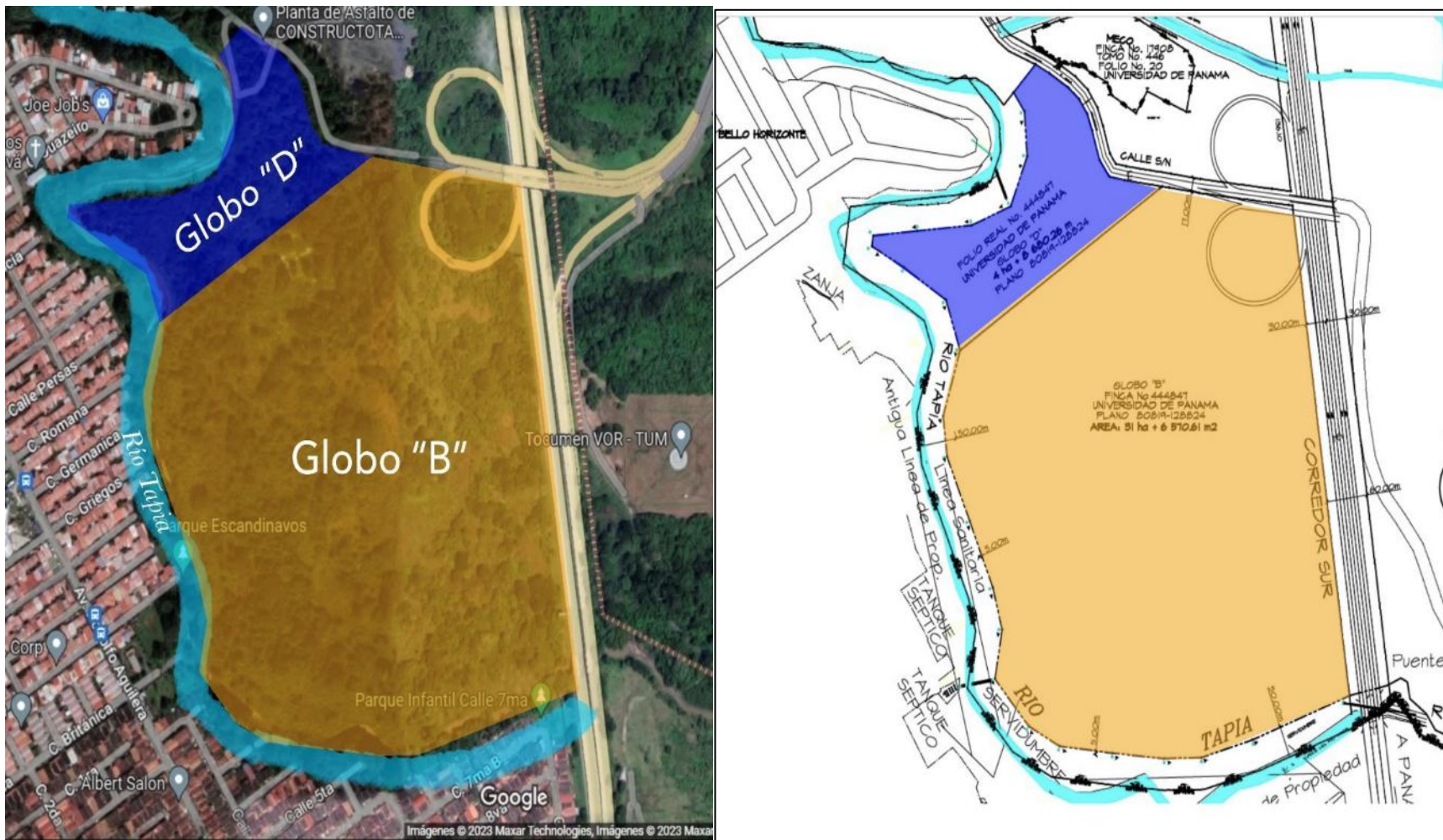
La Universidad de Panamá posee cinco globos de terreno en el corregimiento de Las Mañanitas (ver Figura 15 y Tabla 4), de los cuales la segunda alternativa para ubicar el Bioterio también corresponde a los terrenos ubicados en el “Globo B”, el cual cuenta con 31 hectáreas. Limita al oeste con la urbanización Colinas del Prado de Don Bosco y colinda con el río Tapia. Los cinco globos de terreno tienen ventajas de acceso a transporte y a infraestructura pública, como se enlista a continuación:

- **Ubicación:** distrito de Panamá, corregimiento de Las Mañanitas, en la salida del Corredor Sur, contiguo a la urbanización Colinas del Prado de Don Bosco.
- **Accesibilidad:** contiguo a 1,720 metros lineales de la vía Domingo Díaz, ruta principal de Metrobús, microbuses y autos particulares. A 1,590 metros de la estación “Corredor Sur” del Metro y el Aeropuerto Internacional de Tocumen.
- **Servicios públicos:** cuenta con acceso a servicios de electricidad; para tener acceso al agua potable, el IDAAN conecta la acometida del lote a la red de acueductos aproximadamente a 1 km de distancia o se conecta a la red de acueductos de la barriada Don Bosco, atravesando el río Tapia. Cuenta con cobertura sanitaria construida por el proyecto de Saneamiento de la Bahía.
- **Topografía:** totalmente plana.
- **Vegetación:** la vegetación dentro del área del polígono es abundante.
- **Hidrografía:** se encuentra a 150 metros lineales del río Tapia.

### 3.1.1.2. Alternativa N.º3 - Globo D de Las Mañanitas

La tercera alternativa es ubicar el Bioterio en el “Globo D” del terreno precitado en el corregimiento de Las Mañanitas. Este cuenta con 4 hectáreas; es decir, las extensiones necesarias para la magnitud de este proyecto. Está exactamente contiguo al Corredor Sur y posee las ventajas antes mencionadas, cuyas imágenes se presentan en la Figura 15 y Tabla 4.

Figura 15. Ubicación de las alternativas de terrenos de la Universidad de Panamá – Globo “D” y “B”.



Fuente: GoogleMap. <https://www.google.com/maps/place/Tocumen,+Panam%C3%A1/@9.0584497,-79.4048227,3179m/data=!3m1!1e3!4m6!3m5!1s0x8e54ab4a15db2a73:0x85e42e8132214a06!8m2!3d9.0674846!4d-79.3690831!16s%2Fm%2F03qnxjp>, Edición de color elaborada por mi persona

**Tabla 4. Globos de terreno de la Universidad de Panamá en Las Mañanitas.**

N.º	Globo	Área	Plano	Finca	Propiedad
1	Globo A	27 ha + 76688.15 m <sup>2</sup>	80819-128824	N.º 444921	UP
2	Globo B	31 ha + 6570.61 m <sup>2</sup>	80819-128824	N.º 444847	UP
3	Globo C	4 ha + 458 m <sup>2</sup>	80819-128824	N.º 444921	UP/Fac. Ciencias Agropecuarias
4	Globo D	4 ha + 8680.26 m <sup>2</sup>	80819-128824	N.º 444847	UP
5	Globo E		Tomo N.º 446/ Folio N.º 20	N.º 17908	UP/Concesión "MECO"

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la DIA – UP.

### 3.1.2. Selección de la alternativa de terreno para el proyecto

En coordinación con la Dr. Hildaura Acosta y su equipo técnico, se determinó que el terreno a utilizar sería la **Alternativa 3 - Globo D (4 hectáreas)** debido a sus aspectos positivos descritos en la evaluación calificativa (ver cuadro de "Evaluación de las Alternativas").

A continuación, se presentan los aspectos generales y físicos que contribuyeron en la determinación o elección de las alternativas de terrenos propuestos, siendo ellos la Alternativa N.º 1, ubicada en Corozal, en el corregimiento de Ancón, y las alternativas N.º 2 y N.º 3, correspondientes a los dos terrenos ubicados en el corregimiento de Las Mañanitas.

#### 3.1.2.1. Aspectos generales

Con respecto a los aspectos generales, se presentan de cada una de las tres alternativas analizadas la ubicación, el tipo de propiedad, los servicios públicos disponibles y su accesibilidad.

**Tabla 5. Aspectos generales de las alternativas de terreno.**

N	Ubicación	Propiedad	Servicios Públicos	Accesibilidad
1	Corregimiento de Ancón	Universidad de Panamá	Cuenta con todos los servicios públicos básicos y además la presencia del Complejo Hospitalario Veterinario de Corozal de la Universidad Panamá y un Centro Médico Privado Zenca.	Cuenta con una estación de Metrobús "Educa-r" a 602.32 m
2	Corregimiento de Las Mañanitas	Universidad de Panamá	Cuenta con acceso a servicios de electricidad, para tener acceso al agua potable, el IDAAN conecta la acometida	Contiguo a 1,720 metros lineales de la vía Domingo Díaz, ruta principal de

N	Ubicación	Propiedad	Servicios Públicos	Accesibilidad
3	Corregimiento de Las Mañanitas	Universidad de Panamá	del lote a la red de acueductos aproximadamente a 1 km de distancia o conectarse a la red de acueductos de la barriada Don Bosco, atravesando el río Tapia. Cuenta con cobertura sanitaria construida por el proyecto de Saneamiento de la Bahía.	Metrobús, microbuses y autos particulares. A 1,590 metros de la estación "Corredor Sur" del Metro y el Aeropuerto Internacional de Tocumen.

### 3.1.2.2. Aspectos físicos

En este cuadro, se presentan los aspectos físicos de las tres alternativas de terreno, las características consideradas son la extensión de los terrenos, la vegetación existente, la topografía, el tipo de suelo y el clima persistente en la zona.

Una vez establecido cada aspecto de los terrenos, se evaluaron con una ponderación de uno a cinco, siendo el cinco la mejor calificación. Se ven aspectos como la accesibilidad, disponibilidad, servicios públicos y algunos de los aspectos físicos, como la forma, topografía y el área de los terrenos. Con la mejor ponderación y características, se concluye que la tercera opción de las alternativas de terreno, denominado "Globo D", es la mejor elección para la realización del proyecto.

**Tabla 6. Aspectos físicos de las alternativas de terreno.**

Alternativa	Extensión	Vegetación	Topografía	Tipo de Suelo	Clima
1 (Corozal)	Pequeño espacio dentro del terreno de 7,491.34 m <sup>2</sup> del Hospital Veterinario de la Universidad de Panamá.	La vegetación es abundante, alberga una gran biodiversidad, con 284 especies de árboles de gran altura.	La topografía es algo pronunciada, tiene laderas.	En general, es un suelo forestal del área canalera, con oxisoles y arcilloso, cubierto de paja canalera.	Tropical cálido, muy húmedo y lluvioso por estar cercano a la cuenca del Canal de Panamá.
2 (Globo B)	31 ha + 6570.61 m <sup>2</sup>	La vegetación dentro del área del polígono es abundante, con especies nativas, como roble, cedro amargo, panamá, corotú y cocobolo.	La topografía es totalmente plana.	El suelo arcilloso con más capacidad de retener agua por estar adyacente al río Tapia experimenta inundaciones ocasionales o periódicas.	Clima tropical húmedo muy caluroso.
3 (Globo D)	4 ha + 8680.26 m <sup>2</sup>				

**Tabla 7. Evaluación Final de las Alternativas de Terreno.**

N.º	Aspectos físicos del terreno	Alternativas		
		N.º 1 (Corozal)	N.º 2 (Globo B)	N.º 3 (Globo D)
	<b>Aspecto General</b>			
<b>1</b>	Accesibilidad	4	5	5
<b>2</b>	Disponibilidad	2	5	5
<b>3</b>	Servicios Públicos	5	5	5
	<b>Aspecto Físico</b>			
<b>4</b>	Forma	1	5	5
<b>5</b>	Topografía	2	5	5
<b>6</b>	Área	3	3	5
	<b>Total</b>	<b>17</b>	<b>28</b>	<b>30</b>
<b>Ponderación: 5 Excelente, 4 Bueno, 3 Regular, 2 Deficiente y 1 Malo.</b>				

### 3.2. Programa de Diseño

#### 3.2.1. Criterios de Diseño

- Distribución funcional: un bioterio debe estructurarse en áreas diferenciadas según funciones y especies. Designación de áreas (Flujo de actividades):
  - Separación clara entre áreas limpias, áreas de riesgo y áreas de apoyo.
  - Flujo unidireccional de personal, animales y materiales para evitar contaminación cruzada.
- Sistemas ambientales: Climatización HVAC con filtración HEPA en áreas críticas, control de temperatura y humedad específico para cada especie. Presiones diferenciales: mamíferos: presión positiva (evita entrada de contaminantes); animales venenosos y arácnidos: presión negativa (evita fugas de contaminantes). Iluminación: luz artificial controlada (ciclos 12h/12h), evitar entrada de luz natural. Acústica: aislamiento para reducir ruido y estrés animal (sobre todo en roedores). Microclima controlado.
  - Temperatura, humedad, ventilación y presión de aire diseñados según las necesidades de cada especie.
  - Integración del sistema HVAC con filtros HEPA.

- Bioseguridad: para que haya una zona estéril, se deben incorporar esclusas de acceso antes de cada sala de animales con filtros HEPA en el sistema HVAC. Áreas de cuarentena, independientes con sistemas de ventilación propios. Para un buen manejo de los animales se debe definir el Nivel de Bioseguridad (NBS 1–3) requerido según especies alojadas. Y para el bienestar de los animales, el tamaño los recintos deben ser adecuados para albergar las jaulas y estar divididos por especies.

Para controlar el acceso, se debe contar con lo siguiente:

- Sistemas de ingreso restringido al personal autorizado.
  - Vestuarios, esclusas y protocolos de cambio de ropa/EPP.
  - Bienestar animal.
  - Uso de jaulas modulares ventiladas (IVC) para roedores.
  - Iluminación natural controlada (fotoperiodo).
  - Reducción de ruido, vibraciones y olores.
  - Áreas especializadas.
  - Laboratorios de procedimientos, análisis y necropsia.
  - Salas de cuarentena para nuevos ingresos.
  - Áreas de preparación y esterilización de equipos.
- Manejo de residuos biológicos: incinerador certificado o recolección especializada. Sólidos comunes: separación en origen, almacenamiento temporal y retiro externo. Químicos (limpieza, fijadores): sistema de neutralización o entrega a gestores autorizados. Aguas residuales: pretratamiento en PTAR propia del complejo antes de descarga.
- Gestión de residuos.
  - Sistemas diferenciados para residuos comunes, biológicos y químicos.
  - Autoclaves, incineradores o contratos de disposición autorizada.

- Requerimientos técnicos complementarios: instalaciones eléctricas: redundancia con planta de emergencia para asegurar vida animal y experimentos. Instalaciones hidrosanitarias: agua potable de reserva + sistema de purificación (ósmosis inversa o UV). Seguridad: circuito cerrado de TV en áreas de riesgo (serpientes venenosas, escorpiones). Circulación: flujos diferenciados para personal, animales y residuos; pasillos mínimos de 1.20 m.
- Flexibilidad y modularidad
  - Espacios adaptables a diferentes especies y proyectos de investigación.
  - Posibilidad de ampliar salas o incorporar nuevas tecnologías.
- Sistemas constructivos y materiales
  - Superficies lisas, no porosas, resistentes a químicos y fáciles de limpiar.
  - Acero inoxidable, PVC sanitario en pisos y paredes.
  - Techos y acabados sellados para evitar acumulación de polvo.
- Seguridad del personal
  - Diseño de circulación que minimice el contacto con especies de riesgo.
  - Señalización de áreas de bioseguridad.
  - Incorporación de salidas de emergencia y rutas de evacuación.
- Apoyo logístico
  - Áreas de almacenamiento de insumos.
  - Espacios para carga y descarga controlada de animales y materiales.
  - Planta de tratamiento de aguas residuales biológicas.

- **Usuarios del Bioterio:** personal académico y administrativo

**Tabla 8. Cantidad de personal académico y administrativo del Bioterio y sus funciones.**

Personal	Ubicación		Funciones generales del cargo
	Campus Central	Nueva Instalación	
<b>Personal académico</b>			
Investigadores nacionales (ciudad)	15	20	Desarrollar líneas de investigación locales; asegurar el cumplimiento de normas nacionales; capacitar a estudiantes y técnicos en manejo de animales de laboratorio; y servir de enlace con autoridades nacionales.
Investigadores nacionales (provincias)	5	8	
Investigadores internacionales visitantes	8	12	Aportar experiencia técnica y metodológica en nuevos modelos, neurociencia, biología molecular; desarrollar proyectos colaborativos y cofinanciados con instituciones locales; y facilitar la transferencia de conocimiento y capacitación avanzada.
Estudiantes de Maestría en Toxicología	20	25	Colaborar en la ejecución de proyectos de investigación; participar en la observación y manipulación de animales; realizar mediciones fisiológicas y recolección de muestras; y apoyar en la toma y análisis de datos experimentales.
Estudiantes de pasantías internacionales	6	12	
Veterinarios	3	6	Garantizar la salud de todas las especies alojadas en el Bioterio; realizar exámenes clínicos rutinarios y diagnósticos; implementar programas de profilaxis, cuarentena, vacunación y control parasitario; y supervisar la nutrición, alojamiento y manejo diario.
Laboratoristas y jefes de laboratorio	8	12	Ejecutar experimentos y ensayos biológicos; calibrar instrumentos, reactivos, materiales y equipos; y asistir en procedimientos, toma de muestras, anestesia o necropsias.
<b>Personal administrativo</b>			
Directores y ejecutivos	3	5	Máxima autoridad encargada de la gestión general, supervisión científica, administración de recursos, cumplimiento normativo y la bioseguridad.

Personal	Ubicación		Funciones generales del cargo
	Campus Central	Nueva Instalación	
Secretariado de oficinas	5	10	Ser el soporte administrativo, documental y logístico de todas las operaciones científicas y técnicas; y garantizar la comunicación interna y externa.
Contabilidad y finanzas	2	4	Garantizar la transparencia, control financiero y sostenibilidad económica y el uso eficiente, conforme a las normas institucionales y legales.
Personal de publicaciones	3	5	Comunicar y difundir la documentación técnica de las investigaciones y actividades que se realizan; y ser enlace entre los investigadores, el público académico y la administración.
Planificadores de proyectos	2	4	Coordinar, diseñar y supervisar la planificación estratégica, operativa y financiera de las actividades e infraestructuras del Bioterio.
Personal de cafetería	0	4	Ser el apoyo logístico y bienestar laboral mediante servicios de alimentación higiénicos, seguros y sostenibles.
Trabajadores manuales	3	8	Garantizar la limpieza, la seguridad y el bienestar animal y que las instalaciones se mantengan higiénicas y operativas.
Relaciones públicas	1	3	Ser encargado de la comunicación institucional y gestión de imagen del centro, informar con responsabilidad y fortalecer la confianza pública en las prácticas éticas del Bioterio.
Personal de mantenimiento	2	4	Garantizar la operatividad, bioseguridad y condiciones ambientales óptimas de las instalaciones, equipos y sistemas para la investigación científica.
Personal de soporte técnico	2	5	Mantener el correcto funcionamiento de los equipos, sistemas informáticos, bases de datos y tecnología aplicada a la gestión científica y operativa del centro.
Conductores	2	4	Encargarse de la logística y transporte seguro, controlado y bioseguro de materiales, animales de laboratorio, insumos y personal autorizado.
<b>Total</b>	<b>90</b>	<b>151</b>	

**Figura 16. Personal académico y administrativo del Bioterio.**



### 3.2.2. Contenidos del Programa de Diseño

El programa de diseño de un bioterio universitario integra el espacio para desarrollar la función docente, de investigación, bioseguridad y sostenibilidad, con circuitos claros de circulación y separación entre zonas generales, públicas y privadas o restringidas. Presenta, además, una referencia de metraje y la cantidad de áreas.

**Tabla 9. Programa de diseño según áreas, cantidad y metraje referencial del proyecto de Bioterio.**

Programa de diseño según áreas, cantidad y metraje referencial				
N.º	Áreas	Espacios	Cantidad	Metraje Referencial
1	Área General	Estacionamientos	151	---
2		Puerta cochera	1	---
3		Jardines	1	---
4		Tanque de gas	1	---
5		Transformador eléctrico	1	---
6		Planta de tratamiento	1	---
7		Tanque de agua general	1	---
8		Planta eléctrica	1	---
9		Hidrantes	1	---
10	Zona Pública: Área de Vestíbulo	Recepción e información	1	20.00
11		Área de exhibición	1	140.00
12		Cuarto de vigilancia y seguridad	1	35.00
13		Depósito	1	10.00
14		Jardín interno	1	220.00
15	Zona Pública: Área de Publicación	Oficina de diagramación	1	20.00
16		Oficina de editores	1	20.00
17		Coordinador de investigaciones	1	20.00
18		Sala de reuniones internas	1	25.00
19		Área de investigadores	1	96.00
20		Área de espera	1	10.00
21		Secretaría	1	6.00
22		Baños de hombres	1	30.00
23		Baños de mujeres	1	30.00
24		Sala de conferencias	1	60.00
25		Sala de reuniones	1	60.00
26		Salón de estudiantes de tesis	1	60.00
27		Oficina del director	1	20.00

Programa de diseño según áreas, cantidad y metraje referencial				
N.º	Áreas	Espacios	Cantidad	Metraje Referencial
28	Zona Pública: Área de Biblioteca	Oficina administrativa	1	10.00
29		Archivos	1	10.00
30		Recepción	1	15.00
31		Presentación de colecciones	1	180.00
32		Atención y espera	1	25.00
33		Baños de hombres	1	30.00
34		Baños de mujeres	1	30.00
35		Espacio de lectura	1	200.00
36		Estanterías al público	1	200.00
37		Área de computadoras	1	80.00
38	Zona Pública: Área de Cafetería	Área de comedor	1	300.00
39		Terraza	1	40.00
40		Servicio de comida	1	40.00
41		Cocina integral	1	50.00
42		Almacén N.º 1 (Cuarto frío)	1	8.00
43		Almacén N.º 2 (Alimentos)	1	8.00
44		Sala de descanso	1	20.00
45		Baño/vestidor	1	4.00
46		Aseo	1	2.00
47		Baños de hombres	1	20.00
48	Baños de mujeres	1	20.00	
49	Zona Privada: Área de Dormitorios	Área común	1	150.00
50		Recepción	1	15.00
51		Habitaciones de mujeres	10	15.00
52		Habitaciones de hombres	10	15.00
53		Duchas de mujeres	1	28.00
54		Baño de mujeres	1	30.00
55		Duchas de hombres	1	28.00
56		Baño de hombres	1	30.00
57	Zona Restringida: Área Administrativa	Área de espera	1	10.00
58		Secretaria	1	15.00
59		Asistente técnico	1	25.00
60		Contabilidad	1	30.00
61		Aseo	1	3.00
62		Archivos	1	10.00
63		Directora del CIIMET	1	25.00
64		Subdirector	1	15.00
65		Salón	4	50.00

Programa de diseño según áreas, cantidad y metraje referencial				
N.º	Áreas	Espacios	Cantidad	Metraje Referencial
66		Sala de reuniones	2	55.00
67		Baño de mujeres	1	20.00
68		Baño de hombres	1	20.00
69		Terraza	2	15.00
70		CRCB-CRCE	1	15.00
71		Representante CRCB-CRCE	1	25.00
72	Zona Restringida: Complejo N.º 1 - Laboratorio de Ensayo	Vestíbulo	1	6.00
73		Área de espera	1	8.00
74		Secretaria	1	6.00
75		Jefe de laboratorio	1	12.00
76		Cuarto de aseo	1	2.00
77		Vestidor de mujeres	1	10.00
78		Vestidor de hombres	1	10.00
79		Esclusa de desinfección	1	10.00
80		Cuarto de control	1	8.00
81		Archivos	1	8.00
82		Esterilización de materiales	1	8.00
83		Laboratorio de ensayos en hospitales y comunidades	1	55.00
84		Balanzas y preparación de soluciones	1	20.00
85		Preparación	1	20.00
86		Laboratorio de inmunoquímica	1	18.00
87		Microscopio y estereomicroscopio	1	18.00
88		Desechos	1	2.00
89		Área de zarigüeyas	1	12.00
90		Área de ratas y ratones	1	12.00
91		Área de conejos y cobayos	1	12.00
92		Banco liofilización y banco de venenos	1	12.00
93		Lavados	1	2.00
94		Laboratorios de ensayos biológicos	1	25.00
95		Laboratorio de química en proteínas	1	16.00
96		Laboratorio de histología	1	16.00
97		Depósito de solventes y ácidos	1	13.00
98		Laboratorio de SIGT	1	13.00
99		Equipos fríos	1	13.00
100		Equipos calientes	1	13.00
101		Área de eutanasia	1	13.00
102	Depósito de reactivos sólidos	1	13.00	
103		Vestíbulo	1	6.00

Programa de diseño según áreas, cantidad y metraje referencial				
N.º	Áreas	Espacios	Cantidad	Metraje Referencial
104	Zona Restringida: Complejo N.º 2 - Laboratorio de Experimentación	Área de espera	1	8.00
105		Secretaria	1	6.00
106		Jefe de laboratorio	1	12.00
107		Cuarto de aseo	1	2.00
108		Vestidor de mujeres	1	10.00
109		Vestidor de hombres	1	10.00
110		Esclusa de desinfección	1	10.00
111		Cuarto de control	1	8.00
112		Archivos	1	8.00
113		Esterilización de materiales	1	8.00
114		Laboratorio de experimentación y análisis	1	55.00
115		Preparación	2	20.00
116		Área de ratas	1	18.00
117		Área de ratones	1	18.00
118		Desechos	1	2.00
119		Área de reproducción	1	25.00
120		Zona de reposo y observación	4	12.00
121		Lavados	1	2.00
122		Área de eutanasia	1	25.00
123		Área de conejos	1	16.00
124		Área de cobayos	1	16.00
125		Desechos	1	2.00
126		Área de reproducción	1	25.00
127		Área de cuarentena	1	25.00
128	Zona Restringida: Complejo N.º 3 - Laboratorio de Aracnología	Vestíbulo	1	6.00
129		Área de espera	1	8.00
130		Secretaria	1	6.00
131		Jefe de laboratorio	1	12.00
132		Cuarto de aseo	1	2.00
133		Vestidor de mujeres	1	10.00
134		Vestidor de hombres	1	10.00
135		Esclusa de desinfección	1	10.00
136		Cuarto de control	1	8.00
137		Archivos	1	8.00
138		Esterilización de materiales	1	20.00
139		Laboratorio de extracción y análisis	1	55.00
140		Preparación	2	20.00
141		Área de reproducción	1	20.00

Programa de diseño según áreas, cantidad y metraje referencial				
N.º	Áreas	Espacios	Cantidad	Metraje Referencial
142		Arañas	2	15.00
143		Desechos	1	2.00
144		Área de cuarentena	1	12.00
145		Material de campo	1	12.00
146		<i>Centruroides</i>	1	12.00
147		Moscas	1	12.00
148		Lavados	1	2.00
149		Cucarachas y gusanos	1	25.00
150		Grillos adultos	1	15.00
151		Huevos de grillos	1	15.00
152		Grillos jóvenes	2	12.00
153		<i>Tityus</i>	2	12.00
154		<i>Tityus cerroazul</i> (adultos y crías)	1	25.00
155		Vestíbulo		6.00
156		Área de espera	1	8.00
157		Secretaria	1	6.00
158		Jefe de laboratorio	1	12.00
159		Cuarto de aseo	1	2.00
160		Vestidor de mujeres	1	10.00
161		Vestidor de hombres	1	10.00
162		Esclusa de desinfección	1	10.00
163		Cuarto de control	1	8.00
164		Archivos	1	8.00
165	Zona Restringida: Complejo N.º 4 - Laboratorio de Herpetología	Esterilización de materiales	1	20.00
166		Laboratorio de extracción y análisis	1	55.00
167		Preparación	2	20.00
168		Vipéridos	2	20.00
169		Desechos	1	2.00
170		Serpientes no venenosas	1	25.00
171		Área de cuarentena	1	12.00
172		Material de campo	1	12.00
173		Lavados	1	2.00
174		Necropsia	1	25.00
175		Vipéridos – <i>Bothrops</i>	1	15.00
176		Elápidos	1	15.00
177		Laboratorio de herpetología	1	55.00
178		Área de reproducción	1	25.00
179		Supervisor de depósitos	1	15.00

Programa de diseño según áreas, cantidad y metraje referencial				
N.º	Áreas	Espacios	Cantidad	Metraje Referencial
180	Zona Restringida: Área Depósitos y Áreas de Servicios Técnicos	Área de espera	1	25.00
181		Baño/vestidor (mujeres)	1	12.00
182		Baño/vestidor (hombres)	1	12.00
183		Depósito	6	25.00
184		Cuarto eléctrico	1	22.00
185		Cuarto A/C	1	66.00
186		Desechos biológicos y químicos	2	15.00
187		Planta generadora de emergencia	1	

**Capítulo IV**  
**Análisis de Sitio y Propuesta de Diseño**

## Capítulo IV: Análisis de Sitio y Propuesta de Diseño

### 4.1. Análisis de Sitio

**Generalidades:** El proyecto arquitectónico del Nuevo Bioterio de Investigación Biomédica se desarrollará en el distrito de Panamá, corregimiento de Las Mañanitas, en la salida del Corredor Sur, contiguo a la urbanización Colinas del Prado de Don Bosco. Esta área está ubicada en la salida del Corredor Sur, que es una ventaja para buscar soluciones de transporte, y, en cuanto a infraestructura pública, este terreno posee estructuras para aguas residuales, pluviales o combinadas del proyecto de Saneamiento de la Bahía, lo cual beneficiaría el diseño del futuro proyecto; además, se encuentra distante del río Tapia.

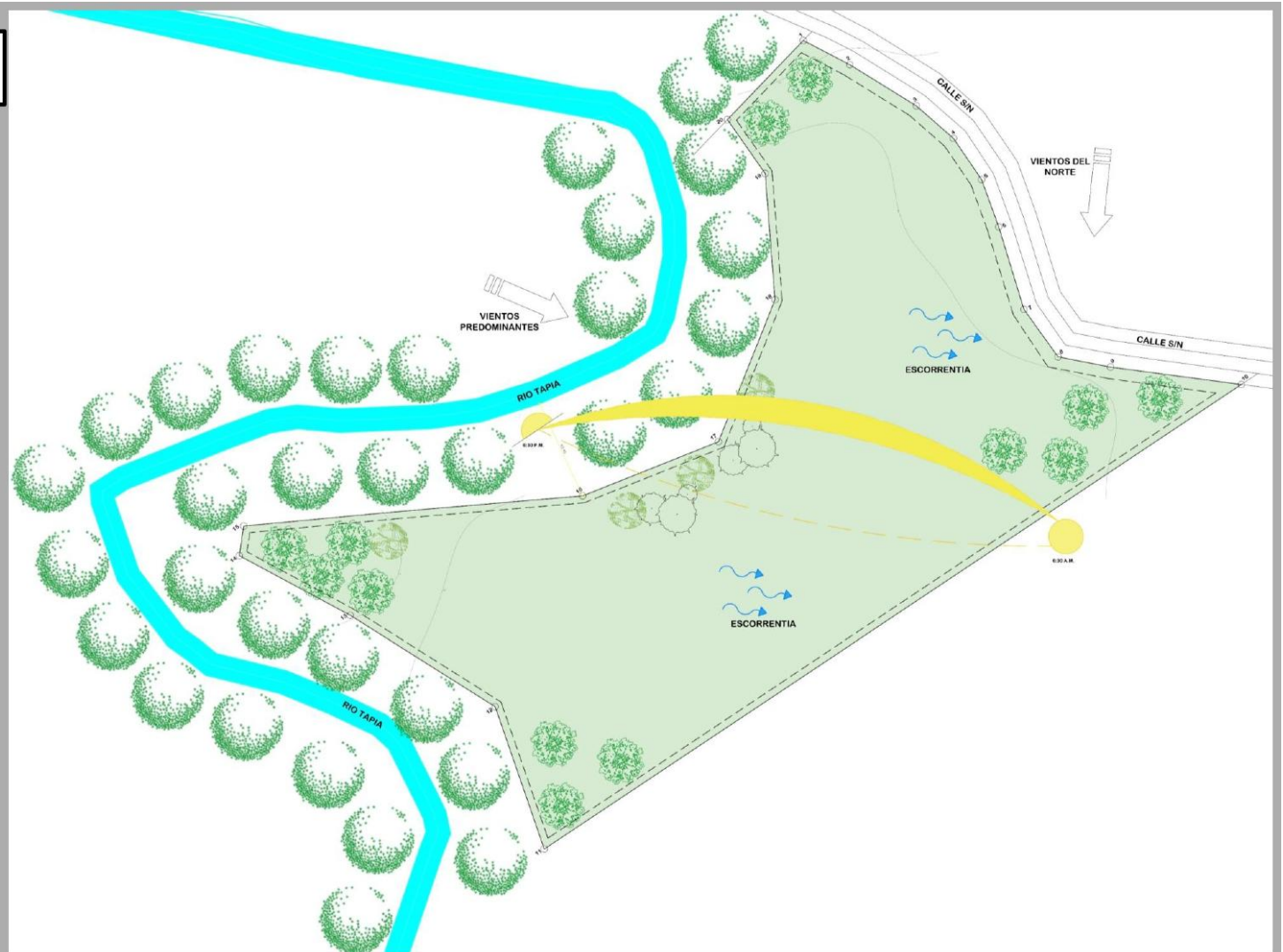
- **Zonificación:** el Código de Desarrollo Urbano correspondiente a este terreno es de Zona de Expansión Residencial Planificada de Baja-Media Densidad (2E-P). En referencia al código “2E-P”, es importante mencionar que está presente en los mapas del Plan Parcial de Ordenamiento Territorial (Figura 17) del área Tocumen–24 de Diciembre–Las Mañanitas, aprobado por la Resolución N.º 426-2013 el 11 de julio de 2013 del Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial (MIVIOT, 2013). Corresponde a una categoría específica de uso del suelo urbano residencial de expansión planificada. Los principales parámetros son los siguientes:
  - Uso principal: residencial unifamiliar o multifamiliar de baja a media densidad.
  - Uso complementario: comercio vecinal, equipamientos comunales, centros educativos, parques y otros servicios públicos.
  - Densidad bruta 80–150 hab/ha (variable según vialidad y servicios)
  - Coeficiente de Ocupación del Suelo (COS) 0.40 – 0.60
  - Coeficiente de Utilización del Suelo (CUS) 1.00 – 1.50
  - Altura máxima 2 a 4 niveles

**Figura 17. Análisis de Sitio del Terreno del Proyecto del Bioterio.**

## ANÁLISIS DE SITIO

El terreno de 4 ha, ubicado en Las Mañanitas, presenta una densa vegetación nativa y ribereña asociada al Río Tapia, lo que genera un entorno silencioso y con microclima fresco. La topografía muestra puntos altos hacia el noreste, descendiendo suavemente hacia el río; por ello, las escorrentías naturales fluyen de noreste a suroeste.

Se identifican retiros frontal, lateral y posterior respetando la franja boscosa y la cercanía al cauce. La abundante vegetación actúa como barrera natural contra ruido y viento, mientras que los vientos predominantes del oeste y norte favorecen la ventilación del área. Estas condiciones hacen del sitio un espacio adecuado para desarrollos académicos y científicos de bajo impacto ambiental.



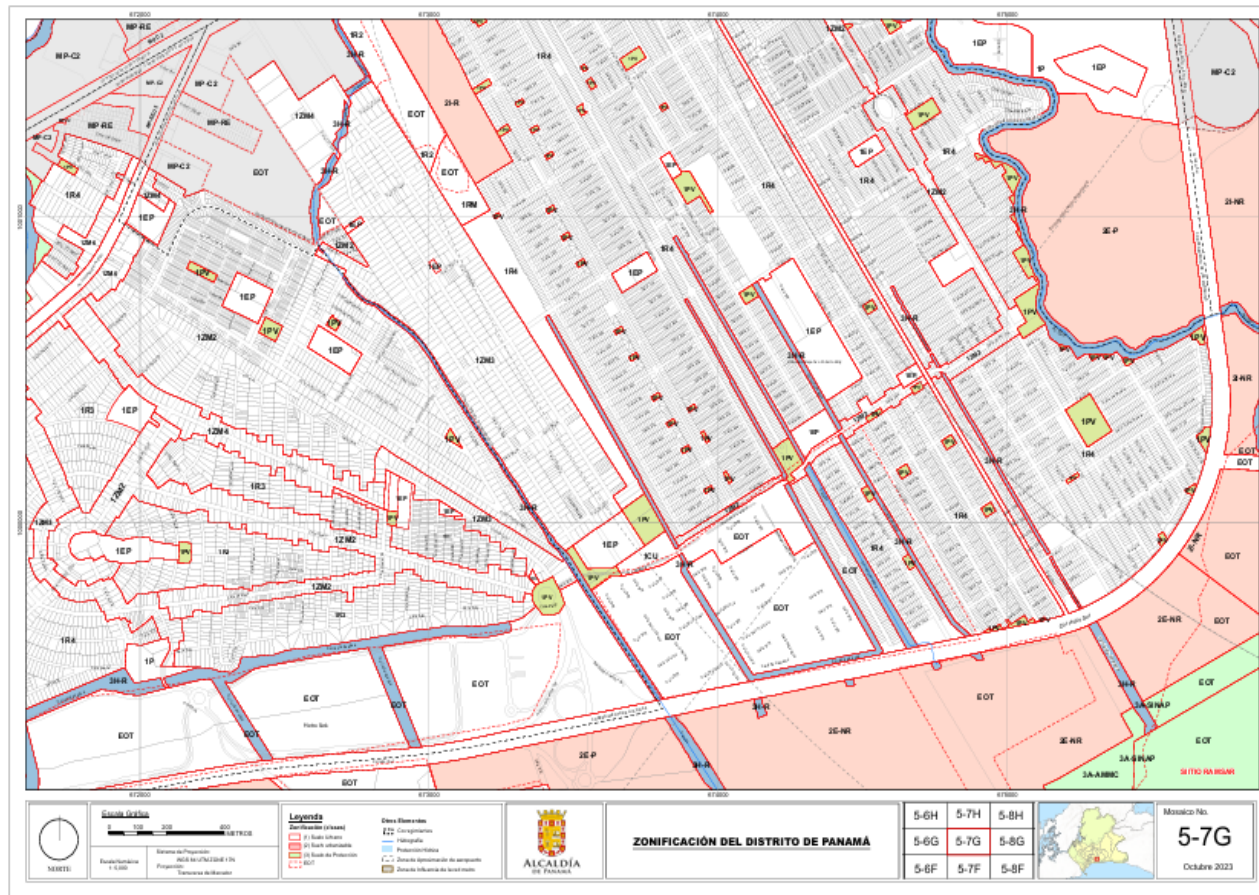
- Retiro frontal 5 m mínimo
- Retiro lateral/posterior 3 m mínimo

**Tabla 10. Síntesis de las Normas de Desarrollo Urbano para los corregimientos de Tocumen, 24 de Diciembre y Las Mañanitas en la provincia de Panamá.**

Tabla 10. Síntesis de las Normas de Desarrollo Urbano para los corregimientos de Tocumen, 24 de Diciembre y Las Mañanitas en la Provincia de Panamá														
NORMA DE DESARROLLO URBANO	USOS PERMITIDOS		COMPLEMENTARIOS	DENSIDAD NETA (HAB/HA)	ÁREA MÍNIMA DE LOTE	FRENTE MÍNIMO (M.L.)	FONDO MÍNIMO (M.L.)	ALTURA MÁXIMA (PISOS)	ÁREA DE OCUPACIÓN MÁXIMA (%)	ÁREA LIBRE MÁXIMA (%)	RETIRO LATERAL Y POSTERIOR (M.L.)	RETIRO FRONTAL (M.L.)	ESTACIONAMIENTO POR VIVIENDA	LINEA DE CONSTRUCCIÓN
	CÓDIGO	PRINCIPAL												
Zona de Expansión Residencial Planificada (Baja-Media Densidad)	2E-P	Zona de Expansión Residencial Planificada (Baja-Media Densidad)	Comercio vecinal, equipamientos comunales, escuelas, parques, servicios	80-150 hab/ha (variable según vialidad y servicios)	300 m <sup>2</sup> - 450 m <sup>2</sup> (comúnmente 360 m <sup>2</sup> mínimo para viviendas unifamiliares)	10 m	25 m	2 a 4 niveles	≤ 60%	≥ 40% del lote	3 m mínimo	5 m mínimo	1 por vivienda unifamiliar / 1.5 por unidad multifamiliar	3m Frontales mínimo apartir de la línea de propiedad.

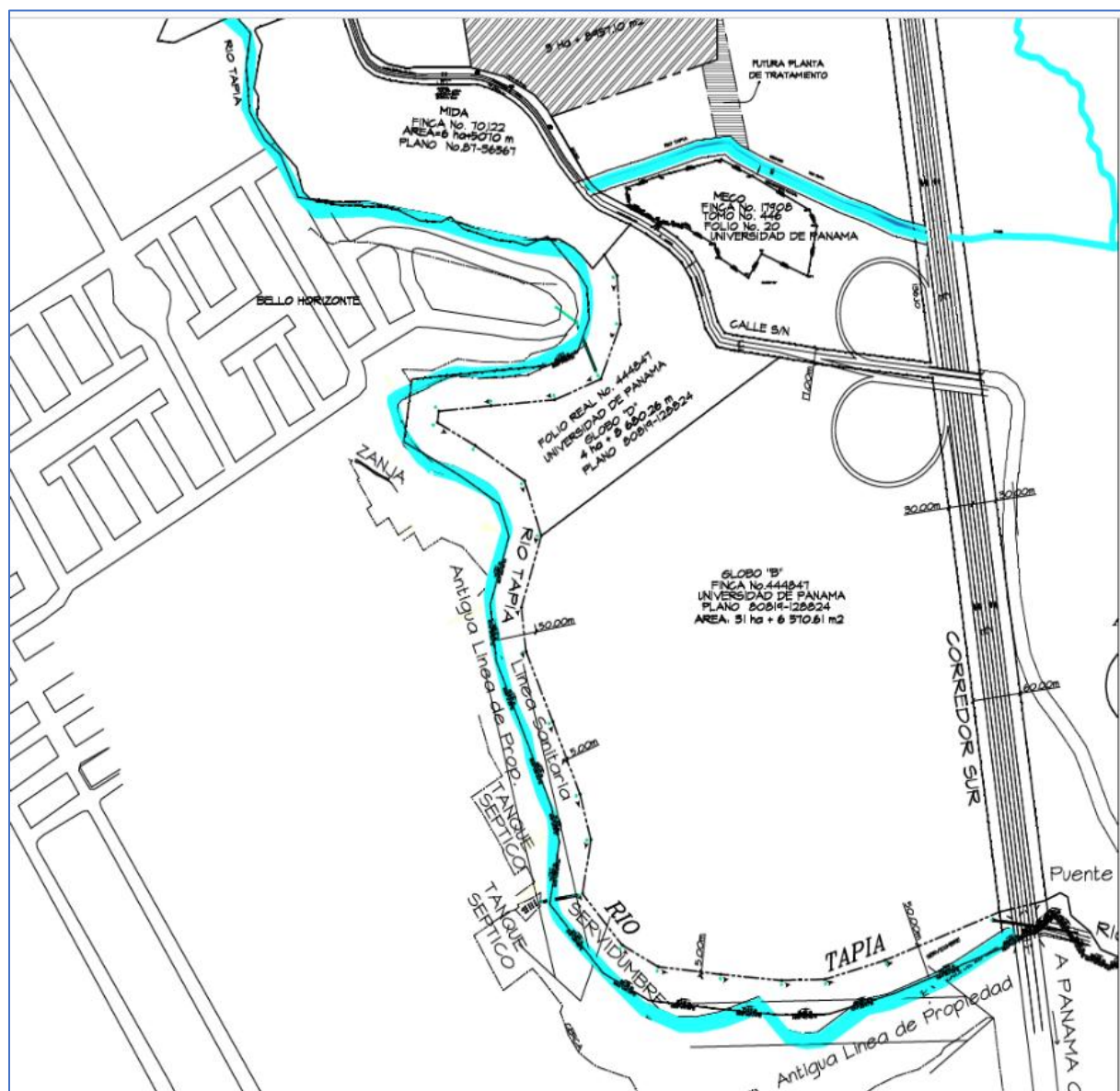
Fuente: Mapas del Plan Parcial de Ordenamiento Territorial (PPOT) del área Tocumen-24 de Diciembre-Las Mañanitas, aprobado por la Resolución N.º 426-2013 (11 de julio de 2013)

**Figura 18. Mapa de Zonificación Distrital de Panamá, Mosaico 5-7G.**



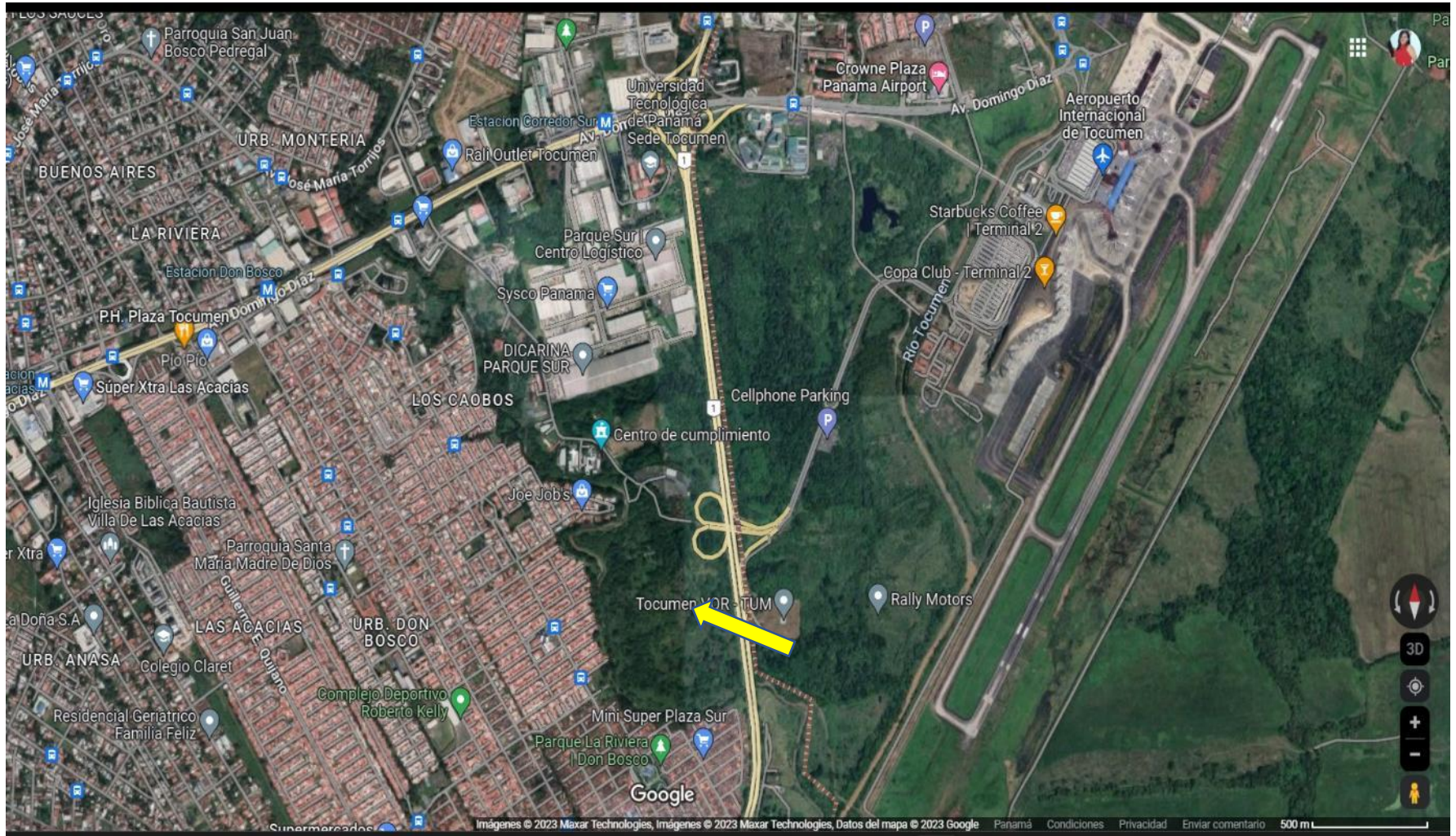
Fuente: MIVIOT, Resolución 426-2013 de 11 de julio de 2013.

Figura 19. División interna de los terrenos de Las Mañanitas de la UP.



Fuente: Mapa de la Dirección de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de Panamá (DIA, 2023).

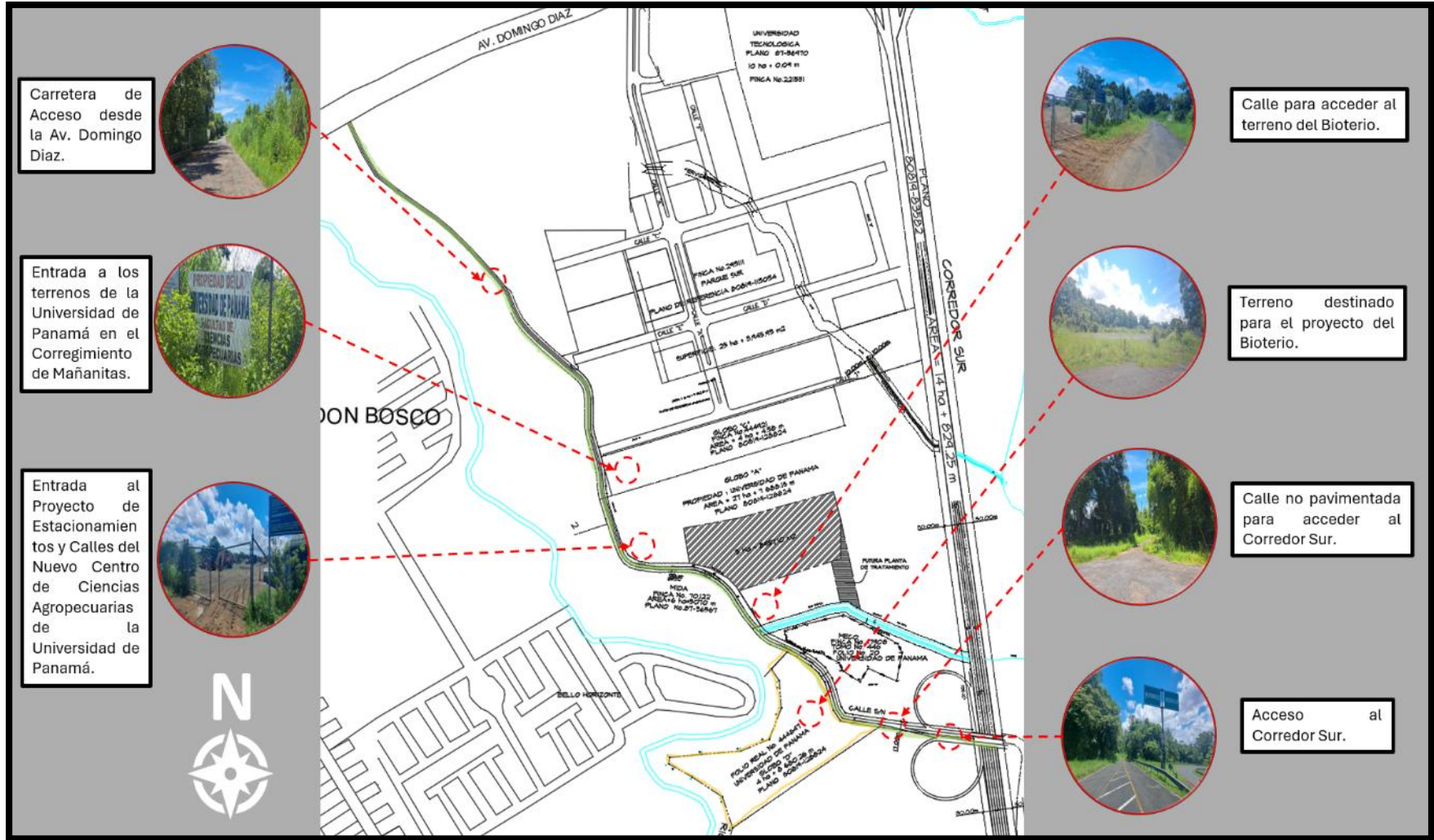
**Figura 20. Terrenos de la Universidad de Panamá en el corregimiento de Las Mañanitas.**



Fuente: GoogleMap. <https://www.google.com/maps/place/Tocumen,+Panam%C3%A1/@9.0584497,-79.4048227,3179m/data=!3m1!1e3!4m6!3m5!1s0x8e54ab4a15db2a73:0x85e42e8132214a06!8m2!3d9.0674846!4d-79.3690831!16s%2Fm%2F03qnxjp>

Para acceder al terreno del Bioterio de la Universidad de Panamá, se debe transitar por la avenida Domingo Diaz y entrar por la calle contigua a la distribuidora Harinas del Istmo, S. A. El lote se encuentra a 1720 m lineales de la entrada.

**Figura 21. Descripción del sitio de ubicación del Proyecto de Bioterio.**



**Figura 22. Carretera de acceso desde la avenida Domingo Díaz.**



**Figura 23. Entrada a los terrenos de la Universidad de Panamá en el corregimiento de Las Mañanitas.**



**Figura 24. Señalización del terreno destinado al Proyecto de Desarrollo de Planos y Construcción de Estacionamientos y Calles del Nuevo Centro de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá.**



**Figura 25. Entrada al Proyecto de Estacionamientos y Calles del Nuevo Centro de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá.**



**Figura 26. Vía para llegar al terreno se encuentra a 324.10 m del terreno destinado para el Proyecto del Bioterio.**



**Figura 27. Terreno destinado para el Proyecto del Bioterio.**



**Figura 28. Calle no pavimentada para acceder al Corredor Sur.**



**Figura 29 Salida del terreno del proyecto al Corredor Sur.**



**Figura 30 Acceso a servicio público de sistema de electricidad e Internet.**



## 4.2. Cuadro de Áreas

### 4.2.1. Áreas totales

CUADRO N.º1. ÁREAS TOTALES			
Nº	ÁREA	m2 Requeridos	%
1	ÁREA TOTAL VERDE	35056.89	72.01%
2	ÁREA TOTAL DE CONSTRUCCIÓN	13623.37	27.99%
3	TERRENO TOTAL m2	48680.26	100.00%

### 4.2.2. Áreas abiertas totales

CUADRO N.º2. ÁREAS DE CIRCULACIÓN			
Nº	ÁREA	m2 Requeridos	Observaciones
Nº	TOTAL	5676.14	
1	Estacionamientos	5439.82	Estacionamientos para Discapacitados Norma a utilizar: Resolución 684 MIVIOT. "Un estacionamiento por cada 40 m2 de construcción"
2	Calle	4153.91	
3	Acera	1285.91	
4	Escalera y Rampa	144.8	
5	Escalera de Incendio	20.57	
6	Ascensor	4.58	
7	A/C	66.37	

### 4.2.3. Áreas cerradas totales

CUADRO N.º3. ÁREAS DE CONSTRUCCIÓN TOTALES		
Nº	ÁREA	m2
1	ESTACIONAMIENTOS Y ACERAS Y CERCA PERIMETRAL	5439.82
2	EDIFICIO PRINCIPAL	3999.31
2.1	ENTRADA PRINCIPAL (VESTÍBULO)	832.63
2.2	PUBLICACIONES	577.87
2.3	BIBLIOTECA	1031.90
2.4	CAFETERIA	606.54
2.5	DORMITORIO DE INVESTIGADORES	950.37
3	COMPLEJO N.º1: LABORATORIO DE ENSAYOS	653.92
4	COMPLEJO N.º2: LABORATORIO DE EXPERIMENTACIÓN	1214.82
4.1	CIIMET ADMINISTRACIÓN	450.11

<b>CUADRO N.º3. ÁREAS DE CONSTRUCCIÓN TOTALES</b>		
<b>Nº</b>	<b>ÁREA</b>	<b>m2</b>
5	COMPLEJO N.º3: LABORATORIO DE ARACNOLOGÍA	1214.78
5.1	CRCB-CRCE: CENTRO REGIONAL DE LOS CONVENIOS DE BASILEA, ROTTERDAM Y ESTOCOLMO	560.50
6	COMPLEJO N.º4: LABORATORIO DE HERPETOLOGÍA	656.92
7	ÁREA DE DEPÓSITOS Y DESECHOS BIOLÓGICOS	443.80
<b>Totales</b>		<b>13623.37</b>

#### 4.2.4. Áreas de entrada principal

<b>CUADRO 4. ENTRADA PRINCIPAL</b>			
<b>N.º</b>	<b>ÁREA</b>	<b>m<sup>2</sup> Requeridos</b>	<b>Observaciones</b>
<b>2.1</b>	<b>TOTAL</b>	<b>956.64</b>	
1	Puerta cochera	83.76	
2	Vestíbulo	62.78	
3	Recepción información <sup>e</sup>	24.87	
4	Área de exhibición	148.60	Espacio diseñado para mostrar fauna al público debe equilibrar bienestar animal, experiencia educativa y recreativa del visitante, y criterios de bioseguridad.
5	Cuarto de vigilancia y seguridad	35.39	
6	Depósito	10.46	
7	Pasillo	153.34	
8	Jardín interno	238.57	
9	Elevador	4.58	
10	Escalera central	144.58	
11	Escalera de emergencia	20.57	
12	Sala de Lactancia	29.14	

#### 4.2.5. Áreas de publicaciones

<b>CUADRO 5. ÁREA DE PUBLICACIONES</b>			
<b>N.º</b>	<b>ÁREA</b>	<b>m<sup>2</sup> Requeridos</b>	<b>Observaciones</b>
<b>2.2</b>	<b>TOTAL</b>	<b>577.87</b>	
1	Oficina de diagramación	23.13	
2	Oficina de editores	23.13	
3	Coordinador de investigaciones	20.25	
4	Sala de reuniones internas	25.05	
5	Área de investigadores	97.77	
6	Área de espera	11.65	
7	Secretaría	7.25	
8	Baños de hombres	30.77	Con servicio sanitario para discapacitados
9	Baños de mujeres	30.77	
10	Sala de conferencias	67.31	Con depósito de equipo de proyección
11	Sala de reuniones internas	67.31	Con depósito de equipo de proyección
12	Salón de estudiantes de tesis	68.5	
13	Pasillos	51.99	
14	Escalera de emergencia	52.99	Escalera de emergencia de los dormitorios de hombres

#### 4.2.6. Áreas de biblioteca

<b>CUADRO 6. ÁREA DE BIBLIOTECA</b>			
<b>N.º</b>	<b>ÁREA</b>	<b>m<sup>2</sup> Requeridos</b>	<b>Observaciones</b>
<b>2.3</b>	<b>TOTAL</b>	<b>1031.90</b>	
1	Oficina del director	20.84	Con un baño integral de 3.99m <sup>2</sup>
2	Oficina administrativa	11.60	
3	Archivos	14.65	
4	Recepción	19.08	

CUADRO 6. ÁREA DE BIBLIOTECA			
N.º	ÁREA	m <sup>2</sup> Requeridos	Observaciones
5	Presentación de colecciones	190.18	Con muebles especiales para guardar libros
6	Atención y espera	26.51	Exhibición con mostrador
7	Baños de hombres	33.00	
8	Baños de mujeres	33.00	
9	Espacio de lectura	219.09	Capacidad de 140 sillas. 5 mesas modulares de reunión con 8 sillas
10	Estanterías al público	203.24	
11	Informática	88.21	50 cubículos
12	Pasillos	147.9	
13	Escalera de emergencia	24.6	Escalera de emergencia de los dormitorios de mujeres

#### 4.2.7. Áreas de cafetería

CUADRO 7. ÁREA DE CAFETERÍA			
N.º	ÁREA	m <sup>2</sup> Requeridos	Observaciones
<b>2.4</b>	<b>TOTAL</b>	<b>606.54</b>	
1	Comedor	327.05	Área para 50 mesas de cuatro puestos (200 personas)
2	Terraza	48.2	
3	Área de servicio de comida (tipo <i>buffet</i> )	48.08	En acero inoxidable, área caliente y área fría
4	Cocina integral	59.55	Cuarto frío, baños de hombres y mujeres. Área de preparación, área de recepción, lavado, vestidores (2), depósito general, oficina del chef. Extractores industriales y equipo de cocina industrial, área de aseo.
5	Pasillo	13.70	

<b>CUADRO 7. ÁREA DE CAFETERÍA</b>			
<b>N.º</b>	<b>ÁREA</b>	<b>m<sup>2</sup> Requeridos</b>	<b>Observaciones</b>
6	Almacén (cuarto frío)	8.71	
7	Almacén (alimentos)	8.71	
8	Cuarto de descanso	20.18	
9	Baño /vestidor	5.03	
10	Cuarto de aseo	2.25	
11	Pasillo	8.11	
12	Baños hombre	30.30	
13	Baños mujeres	26.67	

#### 4.2.8. Áreas de dormitorios de investigadores

<b>CUADRO 8. DORMITORIOS DE INVESTIGADORES</b>			
<b>N.º</b>	<b>ÁREA</b>	<b>m<sup>2</sup> Requeridos</b>	<b>Observaciones</b>
<b>7-E</b>	<b>TOTAL</b>	<b>950.37</b>	
1	Recepción	18.18	
2	Área común	175.36	Sala, cocineta, desayunador y comedor
3	Pasillo - Sección Mujer	79.47	
4	Dormitorios de mujeres 1	53.44	Ocho dormitorios de 16.60 m <sup>2</sup>
5	Dormitorios de mujeres 2	132.8	Dos dormitorios de 26.72m <sup>2</sup> (son habitaciones compartidas)
6	Baño de mujeres	31.14	
7	Duchas de mujeres	29.48	
8	Pasillo - Sección Hombres	79.47	
9	Dormitorios de hombres 1	53.44	Ocho dormitorios de 16.60m <sup>2</sup>
10	Dormitorios de hombres 2	132.8	Dos dormitorios de 26.72m <sup>2</sup> (son habitaciones compartidas)

<b>CUADRO 8. DORMITORIOS DE INVESTIGADORES</b>			
<b>N.º</b>	<b>ÁREA</b>	<b>m<sup>2</sup> Requeridos</b>	<b>Observaciones</b>
11	Baño de hombres	31.14	
12	Duchas de hombres	29.48	
13	Elevador	4.58	
14	Escalera central	20.57	
15	Escaleras de emergencia (mujeres)	33.59	
16	Escaleras de emergencia (hombres)	33.59	
17	Deposito	5.13	
18	Aseo	6.71	Hay tres cuartos de aseo dispuestos para todo el complejo uno para el area común de 3.03m <sup>2</sup> y los otros dos para cada area de dormitorios con 1.84m <sup>2</sup> cada uno.

#### 4.2.9. Áreas del Complejo N.º 1: Laboratorio de Ensayos

<b>CUADRO 9. COMPLEJO N.º 1: LABORATORIO DE ENSAYOS</b>			
<b>N.º</b>	<b>ÁREA</b>	<b>m<sup>2</sup> Requeridos</b>	<b>Observaciones</b>
<b>7-B</b>	<b>TOTAL</b>	<b>653.92</b>	
1	Vestíbulo	7.94	
2	Área de espera	9.52	
3	Secretaria	8.93	
4	Jefe de laboratorio	13.77	Almacenamiento
5	Cuarto de aseo	2.00	
6	Vestidor de mujeres	11.25	
7	Vestidor de hombres	11.25	

<b>CUADRO 9. COMPLEJO N.º 1: LABORATORIO DE ENSAYOS</b>			
<b>N.º</b>	<b>ÁREA</b>	<b>m<sup>2</sup> Requeridos</b>	<b>Observaciones</b>
8	Esclusa de desinfección	10.80	Barrera sanitaria entre dos áreas con distinto nivel de bioseguridad
9	Cuarto de control	8.45	
10	Archivos	9.58	
11	Esterilización de materiales	9.58	
12	Pasillos	201.11	Los pasillos principales tienen un ancho de 3 m y los pasillos secundarios de 2 m
13	Laboratorio de ensayos en hospitales y comunidades	57.42	
14	Balanzas y preparación de soluciones	22.38	
15	Preparación N.º 1	22.38	
16	Laboratorio de inmunoquímica	18.92	Estudio de moléculas mediante los antígenos–anticuerpos
17	Microscopio y estereomicroscopio	18.92	
18	Desechos N.º 1	2.42	
19	Área de zarigüeyas	13.73	Estas tres áreas de alojamiento están destinadas a tener una menor cantidad de animales que los otros tres complejos de laboratorio, y serán de uso temporal hasta que culminen los ensayos.
20	Área de ratas y ratones	13.73	
21	Área de conejos y cobayos	13.73	
22	Banco liofilización y banco de venenos	13.73	Planta de secado por congelación para conservar sustancias
23	Lavados N.º 1	2.42	
24	Laboratorio de ensayos biológicos	26.36	
25	Laboratorio de química en proteínas	18.92	

<b>CUADRO 9. COMPLEJO N.º 1: LABORATORIO DE ENSAYOS</b>			
<b>N.º</b>	<b>ÁREA</b>	<b>m<sup>2</sup> Requeridos</b>	<b>Observaciones</b>
26	Laboratorio de histología	18.92	Este espacio está destinado para la preparación, procesamiento y análisis de tejidos animales provenientes de necropsias o procedimientos experimentales.
27	Desechos N.º 2	2.42	
28	Área de eutanasia	13.73	Estantes para recipientes de cuerpos
29	Laboratorio de SIGT	13.73	Sistema computacional de Información Geográfica y Teledetección
30	Equipos fríos	13.73	
31	Equipos calientes	13.73	
32	Lavados N.º 2	2.42	
33	Depósito de solventes y ácidos	13.00	Espacio destinado al almacenamiento seguro, segregado y controlado de solventes inflamables y de ácidos corrosivos utilizados en análisis, preparación y desinfección dentro del Bioterio.
34	Depósito de reactivos sólidos	13.00	Anaqueles de metal para almacenamiento

## 4.2.10. Áreas del Complejo N.º 2: Laboratorio de Experimentación

<b>CUADRO 10. COMPLEJO N.º 2: LABORATORIO DE EXPERIMENTACIÓN (PLANTA BAJA)</b>			
<b>N.º</b>	<b>ÁREA</b>	<b>m<sup>2</sup> Requeridos</b>	<b>Observaciones</b>
<b>7-C</b>	<b>TOTAL</b>	<b>1273.36</b>	
1	Vestíbulo	7.94	
2	Área de espera	9.52	
3	Secretaria	8.93	
4	Jefe de laboratorio	13.77	
5	Cuarto de aseo	2	
6	Vestidor de mujeres	11.25	
7	Vestidor de hombres	11.25	
8	Esclusa de desinfección	10.8	Barrera sanitaria entre dos áreas con distinto nivel de bioseguridad
9	Cuarto de control	8.45	
10	Archivos	9.58	
11	Esterilización de materiales	9.58	
12	Pasillos	201.11	Los pasillos principales tienen un ancho de 3 m y los pasillos secundarios son de 2 m
13	Laboratorio de experimentación y análisis	57.42	
14	Preparación N.º 1	22.38	
15	Preparación N.º 2	22.38	
16	Área de ratas	18.92	
17	Área de ratones	18.92	
18	Desechos N.º 1	2.42	
19	Área de reproducción N.º 1	27.48	Área de reproducción exclusiva de ratas y ratones
20	Área de reposo N.º 1	13.73	Áreas de observación y reposo
21	Área de reposo N.º 2	13.73	
22	Lavados N.º 1	2.42	

<b>CUADRO 10. COMPLEJO N.º 2: LABORATORIO DE EXPERIMENTACIÓN (PLANTA BAJA)</b>			
<b>N.º</b>	<b>ÁREA</b>	<b>m<sup>2</sup> Requeridos</b>	<b>Observaciones</b>
23	Área de eutanasia	26.36	Estantes para recipientes de cuerpos
24	Área de conejos	18.92	
25	Área de cobayos	18.92	
26	Desechos N.º 2	2.42	
27	Área de reproducción N.º 2	27.48	Área de reproducción exclusiva de conejos y cobayos
28	Área de reposo N.º 3	13.73	Áreas de observación y reposo
29	Área de reposo N.º 4	13.73	
30	Lavados N.º 2	2.42	
31	Área de cuarentena	26.36	
32	Escalera de incendio N.º 1	14.98	
33	Escalera de incendio N.º 2	14.98	
34	Ascensor	4.57	
<b>CIIMET - Centro de Investigación e Información de Medicamentos y Tóxicos</b>		<b>584.51</b>	<b>Área administrativa segundo piso (Planta Alta)</b>
35	Área de espera	14.64	
36	Secretaria	18.04	
37	Pasillos	87.17	Pasillos interiores
38	Asistente técnico	16.47	
39	Contabilidad	20.37	
40	Enfermería	24.01	
41	Aseo	3.75	
42	Archivos	13.73	
43	Subdirector	18.7	
44	Directora del CIIMET	27.82	
45	Sala de reuniones	55.3	
46	Salón N.º 1	51.01	
47	Salón N.º 2	51.01	
48	Baño de mujeres	23.04	
49	Baño de hombres	23.04	
50	Terraza N.º 1	18.88	

<b>CUADRO 10. COMPLEJO N.º 2: LABORATORIO DE EXPERIMENTACIÓN (PLANTA BAJA)</b>			
<b>N.º</b>	<b>ÁREA</b>	<b>m<sup>2</sup> Requeridos</b>	<b>Observaciones</b>
51	Terraza N.º 2	18.88	
52	Pasillos	46.44	Pasillos exteriores
53	Escalera de incendio N.º 1	14.98	
54	Escalera de incendio N.º 2	14.98	
55	Ascensor	4.57	

#### 4.2.11. Áreas del Complejo N.º 3: Laboratorio de Aracnología

<b>CUADRO 11. COMPLEJO N.º 3: LABORATORIO DE ARACNOLOGÍA (PLANTA BAJA)</b>			
<b>N.º</b>	<b>ÁREA</b>	<b>m<sup>2</sup> Requeridos</b>	<b>Observaciones</b>
<b>7-D</b>	<b>TOTAL</b>	<b>1273.32</b>	<b>HERPETOLOGÍA (SERPIENTES) Y ARACNOLOGÍA (ESCORPIONES, ARAÑAS, INSECTOS)</b>
1	Vestíbulo	7.94	
2	Área de espera	9.52	
3	Secretaría	8.93	
4	Jefe de laboratorio	13.77	
5	Cuarto de aseo	2.00	
6	Vestidor de mujeres	11.25	
7	Vestidor de hombres	11.25	
8	Esclusa de desinfección	10.80	Barrera sanitaria entre dos áreas con distinto nivel de bioseguridad
9	Cuarto de control	8.45	
10	Archivos	9.58	
11	Esterilización de materiales	9.58	
12	Pasillos	201.11	Los pasillos principales tienen un ancho de 3 m y los pasillos secundarios son de 2 m
13	Laboratorio de experimentación y análisis	57.42	
14	Preparación N.º 1	22.38	
15	Área de reproducción	22.38	
16	Arañas N.º 1	18.92	
17	Arañas N.º 2	18.92	
18	Desechos N.º 1	2.42	

<b>CUADRO 11. COMPLEJO N.º 3: LABORATORIO DE ARACNOLOGÍA (PLANTA BAJA)</b>			
<b>N.º</b>	<b>ÁREA</b>	<b>m<sup>2</sup> Requeridos</b>	<b>Observaciones</b>
19	Área de cuarentena	13.73	
20	Material de campo	13.73	
21	<i>Centruroides</i>	13.73	
22	Moscas	13.73	
23	Lavados N.º 1	2.42	
24	Cucarachas y gusanos	26.36	
25	Grillos adultos	18.92	
26	Huevos de grillos	18.92	
27	Desechos N.º 2	2.42	
28	Grillos jóvenes N.º 1	13.73	
29	Grillos jóvenes N.º 2	13.73	
30	<i>Tityus</i> N.º 1	13.73	
31	<i>Tityus</i> N.º 2	13.73	
32	Lavados N.º 2	2.42	
33	<i>Tityus cerro azul</i> (adultos y crías)	26.36	
34	Escalera de incendio N.º 1	14.98	
35	Escalera de incendio N.º 2	14.98	
36	Ascensor	4.57	
<b>CRCB-CRCE - Área administrativa segundo piso (planta alta)</b>		<b>584.51</b>	<b>Centro Regional de los Convenios de Basilea, Rotterdam y Estocolmo</b>
37	Área de espera	14.64	
38	Secretaría	18.04	
39	Pasillos	87.17	Pasillos interiores
40	Asistente técnico	20.82	
41	Planificación de proyectos	33.70	
42	Enfermería	24.01	
43	Aseo	3.75	
44	Archivos	13.73	

<b>CUADRO 11. COMPLEJO N.º 3: LABORATORIO DE ARACNOLOGÍA (PLANTA BAJA)</b>			
<b>N.º</b>	<b>ÁREA</b>	<b>m<sup>2</sup> Requeridos</b>	<b>Observaciones</b>
45	Oficina de CRCB-CRCE	18.70	
46	Representante CRCB-CRCE	27.82	
47	SALTRA - Salón N.º 1	55.30	El SALTRA es el Programa Salud, Trabajo y Ambiente en Centroamérica, y estos salones están destinados para las capacitaciones sobre la seguridad ocupacional del personal, la gestión de residuos peligrosos y normas internacionales.
48	SALTRA - Salón N.º 2	51.01	
49	SALTRA - Salón N.º 3	51.01	
50	Baño de mujeres	23.04	
51	Baño de hombres	23.04	
52	Terraza N.º 1	18.88	
53	Terraza N.º 2	18.88	
54	Pasillos	46.44	Pasillos exteriores
55	Escalera de incendio N.º 1	14.98	
56	Escalera de incendio N.º 2	14.98	
57	Ascensor	4.57	

#### 4.2.12. Áreas del Complejo N.º 4: Laboratorio de herpetología

<b>CUADRO 12. COMPLEJO N.º 4: LABORATORIO DE HERPETOLOGÍA</b>			
<b>N.º</b>	<b>ÁREA</b>	<b>m<sup>2</sup> Requeridos</b>	<b>Observaciones</b>
7-D	<b>TOTAL</b>	<b>656.92</b>	<b>HERPETOLOGÍA (SERPIENTES) Y ARACNOLOGÍA (ESCORPIONES, ARAÑAS, INSECTOS)</b>
1	Vestíbulo	7.94	
2	Área de espera	9.52	
3	Secretaria	8.93	
4	Jefe de laboratorio	13.77	Almacenamiento
5	Cuarto de aseo	2	
6	Vestidor de mujeres	11.25	
7	Vestidor de hombres	11.25	
8	Esclusa de desinfección	10.8	Barrera sanitaria entre dos áreas con distinto nivel de bioseguridad
9	Cuarto de control	8.45	
10	Archivos	9.58	
11	Esterilización de materiales	9.58	
12	Pasillos	201.11	Los pasillos principales tienen un ancho de 3 m y los pasillos secundarios son de 2 m

CUADRO 12. COMPLEJO N.º 4: LABORATORIO DE HERPETOLOGÍA			
N.º	ÁREA	m <sup>2</sup> Requeridos	Observaciones
13	Laboratorio de extracción y análisis	57.42	
14	Preparación N.º 1	22.38	
15	Preparación N.º 2	22.38	
16	Vipéridos N.º 1	18.92	
17	Vipéridos N.º 2	18.92	
18	Desechos N.º 1	2.42	
19	Serpientes no venenosas	27.48	
20	Área de cuarentena	13.73	
21	Material de campo	13.73	
22	Lavados N.º 1	2.42	
23	Necropsia	26.36	
24	Vipéridos - <i>Bothrops</i> N.º 3	18.92	
25	Elaptidos	18.92	
26	Desechos N.º 2	2.42	
27	Laboratorio de herpetología	56.42	
28	Lavados N.º 2	2.42	
29	Área de reproducción N.º 1	27.48	

#### 4.2.13. Áreas de depósitos y áreas anexas cuartos de servicios técnicos

CUADRO 13. ÁREA DE DEPÓSITOS Y ÁREAS ANEXAS CUARTOS DE SERVICIOS TÉCNICOS.			
N.º	ÁREA	m <sup>2</sup> Requeridos	Observaciones
<b>7-F</b>	<b>TOTAL</b>	<b>484.13</b>	
1	Supervisor de depósitos	16.21	
2	Área de espera	27.44	
3	Baño/vestidor (mujeres)	12.25	
4	Baño/vestidor (hombres)	12.25	
5	Depósito N.º 1	16.7	Cajas de animales de laboratorio
6	Depósito N.º 2	19.15	Equipo de oficina
7	Depósito N.º 3	29.11	Mobiliario de laboratorio
8	Depósito N.º 4	19.27	Instrumentos y consumibles (mascarillas, guantes, gafas de seguridad)
9	Depósito N.º 5	23.29	Comederos y alimentos de animales
10	Depósito N.º 6	25.00	Equipo de laboratorio

CUADRO 13. ÁREA DE DEPÓSITOS Y ÁREAS ANEXAS CUARTOS DE SERVICIOS TÉCNICOS.			
N.º	ÁREA	m <sup>2</sup> Requeridos	Observaciones
11	Cuarto eléctrico	23.06	
12	Cuarto A/C	69.36	
13	Pasillos	90.27	
14	Area de Descarga	31.93	
15	Pasillo	8.40	
16	Desechos N.º 1	23.02	Desechos biológicos (material infeccioso, punzocortantes)
17	Desechos N.º 2	14.4	Desechos biológicos (cadáveres de animales de laboratorio)
18	Desechos N.º 3	23.02	Desechos químicos (material infeccioso, instrumentos y equipo)
19	Planta generadora de energía		De emergencia

#### 4.2.14. Cuadro de comparación de áreas

**Tabla 11. Comparación de áreas existentes con las propuestas por el nuevo Bioterio.**

Comparación de áreas existentes con las áreas propuestas por el nuevo Bioterio							
Área Actual - Original			Área Propuesta			Diferencia	
Áreas Anteriores Separadas		M <sup>2</sup>	Áreas Nuevas Integradas		M <sup>2</sup>	Absoluta	Porcentual
Área 1	Laboratorio 1 Cuarto 1 de Escorpiones	53.52	Complejo N.º 1:	Laboratorio de ensayos Cuarto de conejos, cobayos, zarigüeyas y ratones	696.67	643.15	1202%
Área 2	Laboratorio 2 Cuarto 1 de Escorpiones	53.52	Complejo N.º 2:	Laboratorio de experimentación Cuarto de conejos, cobayos y roedores	1172.14	1118.62	2090%
Área 3	Laboratorio 3 Cuarto 1 de Escorpiones	53.52	Complejo N.º 3:	Laboratorio de aracnología Cuarto de insectos y artrópodos Depósitos	1172.14	1118.62	2090%
Área 4	Laboratorio 4 Cuarto 1 de Serpientes	53.52	Complejo N.º 4:	Laboratorio de herpetología Cuarto de serpientes Depósitos	696.67	643.15	1202%
Área 5	Laboratorio 5 Cuarto 1 de Roedores	53.52			0	-53.52	-100%
Salón Conferencias	Economía (Prestado)	100.0		Sala de Conferencias / Sala Reuniones	134.62	34.62	35%
Dormitorios	Inexistente	0.0		Dormitorios	930.00	930.00	100%
Biblioteca	Medicina (Prestada)	220.0		Biblioteca	1077.47	857.47	390%
Publicaciones	CIIMET	150.0		Publicaciones	532.54	382.54	255%
Cafetería	Medicina (Prestada)	355.0		Cafetería	608.51	253.51	71%

#### 4.3. Sistema Constructivo y Materiales

**Tabla 12. Características del sistema constructivo del nuevo Bioterio.**

Tabla 12. Características del sistema constructivo del nuevo Bioterio						
Área	Sistema estructural	Envolvente y cubierta (techos)	Pisos	Muros y cielos	MEP / HVAC	Seguridad e higiene
Laboratorios de Bioterio	Pórticos de concreto armado o mixtos (acero + losa)	Cubierta de zinc tipo teja galvanizada esmaltada sobre estructura metálica, con cámara ventilada + aislamiento termoacústico (lana mineral o poliuretano) y cielorraso estanco sanitario.	Piso epóxico continuo, antideslizante con zócalo sanitario.	Muros lavables (FRP o epóxico); cielo sanitario falso (PVC o metálico).	Presión negativa, filtros HEPA, esclusas.	Sellos sanitarios; rutas separadas de limpio/sucio.
Auditorio	Estructura mixta (acero + losa)	Cubierta de zinc tipo teja esmaltada con aislante acústico (lana mineral + membrana antirruído) bajo cubierta. Cielorraso suspendido acústico.	Alfombra modular o madera ingenierizada.	Paneles acústicos absorbentes en muros y cielos.	HVAC silencioso (NC-25).	Salidas de emergencia, puertas RF.
Biblioteca	Pórticos de concreto armado	Cubierta de zinc tipo teja pintada con aislante térmico-acústico y cielorraso acústico suspendido.	Vinílico acústico en lectura; porcelanato en circulación.	Tabiques con lana mineral; cielorraso acústico.	Clima estable (24 °C); iluminación controlada.	Rociadores y detección de incendios.
Cafetería	Estructura estándar reforzada en cocina	Cubierta de zinc tipo teja esmaltada con barrera de vapor y aislante térmico; cielo falso de aluminio o PVC lavable.	Porcelanato antideslizante en salón; epóxico en cocina.	Muros FRP/azulejo sanitario; cielos lavables.	Campanas con ducto independiente a cubierta.	Extinción ANSUL; trampa de grasa.
Dormitorios	Losa maciza de concreto	Cubierta de zinc tipo teja pintada con cámara ventilada + aislante	Vinílico acústico sobre manta;	Tabiques livianos con aislamiento;	<i>Minisplits inverter</i> ; agua caliente central.	Salidas de emergencia; detectores de humo.

Tabla 12. Características del sistema constructivo del nuevo Bioterio						
Área	Sistema estructural	Envolvente y cubierta (techos)	Pisos	Muros y cielos	MEP / HVAC	Seguridad e higiene
		termoacústico; cielorraso de <i>gypsum</i> .	gres en baños.	cielos acústicos.		

**Tabla 13. Características del Mobiliario y Materiales del nuevo Bioterio**







Tabla 13. Característica del Mobiliario y Materiales del nuevo Bioterio				
Mobiliario	Medidas Aproximadas	Disponibilidad en Panamá	Costo Aproximado (USD)	Imagen
1. Jaulas IVC para ratones	30-40 cm ancho x 15-20 cm alto	Limitada – generalmente importado	\$300 – \$600 por módulo	
2. Jaulas IVC para ratas	35-45 cm ancho x 20-25 cm alto	Limitada – generalmente importado	\$350 – \$700 por módulo	
3. Jaulas para conejos	90x60x50 cm	Sí	\$350 – \$600 cada uno	
4. Jaulas para cobayos	80x50x45 cm	Sí	\$180 – \$300 cada uno	
5. Terrarios para serpientes	120x60x60 cm	Sí	\$180 – \$400 cada uno	 
6. Terrarios para arañas	30x30x40 cm	Sí	\$25 – \$50 c/u	
7. Terrarios para escorpiones	30x30x40 cm	Sí	\$35 – \$70 c/u	
8. Contenedores entomológicos (moscas, cucarachas, grillos)	50x40x35 cm	Sí	\$15 – \$45 c/u	

Tabla 13. Característica del Mobiliario y Materiales del nuevo Bioterio				
Mobiliario	Medidas Aproximadas	Disponibilidad en Panamá	Costo Aproximado (USD)	Imagen
9. Racks metálicos para jaulas	120x45x183 cm	Sí	\$90 – \$250 c/u	
10. Campana de bioseguridad tipo II	120x70x140 cm	Importación requerida	\$6,000 – \$14,000	
11. Mesa de necropsia de acero inoxidable	150x70x90 cm	Sí	\$1,500 – \$3,500	
12. Autoclave vertical de esterilización	40-100 L	Importación requerida	\$5,000 – \$20,000	
13. Refrigerador científico (4°C)	350-500 L	Sí	\$700 – \$1,800	

Tabla 13. Característica del Mobiliario y Materiales del nuevo Bioterio				
Mobiliario	Medidas Aproximadas	Disponibilidad en Panamá	Costo Aproximado (USD)	Imagen
14. Freezer -20°C	250-350 L	Sí	\$500 – \$1,300	
15. Estufa de secado	40-80 L	Sí	\$450 – \$1,200	
16. Lavamanos de pedal de acero	60x45x30 cm	Sí	\$350 – \$600	
17. Mesa de trabajo en acero inoxidable	150x70x90 cm	Sí	\$250 – \$800	
18. Carro de transporte de jaulas	90x50x90 cm	Sí	\$180 – \$350	
19. Trampas para captura y manejo	Variable	Sí	\$20 – \$120	

Tabla 13. Característica del Mobiliario y Materiales del nuevo Bioterio				
Mobiliario	Medidas Aproximadas	Disponibilidad en Panamá	Costo Aproximado (USD)	Imagen
20. Sistema de ventilación para bioterio (HVAC con HEPA)	Según diseño del bioterio	Importación requerida	\$18,000 – \$45,000	

#### 4.4. Planos del Diseño del Proyecto del Bioterio

Los planos del diseño arquitectónico de un bioterio son de fundamental importancia, ya que estos documentos técnicos garantizan que la instalación cumpla con los requisitos funcionales, normativos, de bioseguridad y bienestar animal, de ellos presentamos 4 en las Figuras 30, 31, 32 y 33.

A continuación, se detalla su relevancia por aspectos clave:

- **Garantizan el cumplimiento normativo y ético**

Los planos permiten demostrar que el bioterio cumple con:

- Las normas internacionales de bioseguridad (como las del *NIH*, *CDC*, *OMS*, *AAALAC*, *Guide for the Care and Use of Laboratory Animals*).
- Las normas locales de construcción e higiene (Ministerio de Salud, Ministerio de Ambiente, universidades o institutos de investigación).
- Los principios éticos del bienestar animal (3R: Reemplazo, Reducción y Refinamiento), mediante el adecuado manejo de espacios, ventilación y control de contaminantes.

- **Aseguran la funcionalidad del diseño**

Los planos arquitectónicos definen la distribución y relación de los espacios de trabajo, asegurando flujos correctos:

- Separación entre áreas limpias y sucias.
- Rutas de entrada/salida del personal, animales y materiales.
- Flujo lógico de operaciones: recepción → cuarentena → alojamiento → experimentación → lavado → desecho. Esto evita contaminaciones cruzadas y mejora la eficiencia operativa.

- **Coordinan la integración de especialidades técnicas**

Los planos sirven como base de coordinación entre:

- Arquitectura

- Ingeniería sanitaria
- Electricidad e iluminación
- Aire acondicionado (HVAC)
- Control de accesos y seguridad
- Sistemas de tratamiento de agua y desechos biológicos

Esta integración garantiza ambientes controlados con temperatura, humedad y presión diferencial adecuadas según el tipo de animal y nivel de bioseguridad.

- **Permiten la planificación y ejecución constructiva**

Los planos detallados (plantas, cortes, fachadas, detalles constructivos) son la guía técnica para:

- Construcción precisa de las áreas.
- Cálculo de costos, materiales y tiempos.
- Supervisión de obra y cumplimiento de estándares de calidad.

Sin planos bien definidos, es imposible controlar la ejecución o evaluar el avance físico del proyecto.

- **Facilitan la evaluación y aprobación institucional**

Los planos arquitectónicos son requeridos para:

- Revisión por comités éticos o científicos institucionales.
- Aprobaciones sanitarias y permisos de construcción.
- Certificación de acreditaciones internacionales (AAALAC, FELASA, etc.).

































**Capítulo V**  
**Estimación de Costos**

## **Capítulo V: Estimación de Costos**

### **5.1. Análisis de Costos de la Propuesta**

Los bioterios requieren infraestructura especializada para asegurar control ambiental, bioseguridad, bienestar animal y operación continua, por lo cual sus costos difieren de un edificio convencional; se enlistan los costos directos e indirectos del proyecto del Bioterio.

#### **5.1.1. Valor del Terreno**

El terreno es de propiedad de la Universidad de Panamá, por tanto, no representa un costo de inversión.

#### **5.1.2. Costos Directos**

Son aquellos directamente imputables a la ejecución física de la obra y su equipamiento, sin los cuales el bioterio no puede construirse y representan usualmente el 76% del costo total del proyecto.

##### **5.1.2.1. Obras Civiles**

Las obras civiles del Bioterio se concentran en 7 áreas que no todas tienen el mismo costo unitario, estas se diferencian por nivel técnico y que totalizan B/.11,255,489 (Ver Tabla 13). Para su cálculo se utilizaron dos fuentes de información principales, el documento de Contraloría General de la República que contiene la Base de Datos actividades del ámbito de la construcción, homologada con diversas instituciones estatales (CGR, 2024) que sirve de referencia para las estimaciones de costos directos de proyectos en Panamá; y el Boletín del Instituto Comercio Exterior de España (ICEX, 2025) que presenta los costes de establecimiento en Panamá, en lo referente a construcción y terrenos. Las obras civiles incluyen las siguientes actividades:

- Movimiento de tierra y adecuación del terreno
- Cimentaciones
- Estructuras de hormigón y acero
- Muros, losas y cubiertas;
- Pisos sanitarios (epóxicos, antideslizantes);

- Acabados sanitarios (superficies lavables); etc.

**Tabla 14. Cálculo estimado de obras civiles del Bioterio por sección**

<b>Tabla 13. Cálculo estimado de obras civiles del Bioterio por sección (En Balboas)</b>			
<b>Sección</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Costo unitario (B./m<sup>2</sup>)</b>	<b>Subtotal (B./.)</b>
Estacionamiento	5,439.82	343.94	1,870,971.7
Edificio principal	3,858.29	1,050.00	4,051,204.5
C. Laboratorio 1	653.92	1,325.00	866,444.0
C. Laboratorio 2	1,214.82	1,325.00	1,609,636.5
C. Laboratorio 3	1,214.78	1,325.00	1,609,583.5
C. Laboratorio 4	656.92	1,325.00	870,419.0
Área de depósitos y desechos	443.80	850.00	377,230.0
<b>TOTAL OBRAS CIVILES</b>	<b>13,746.00</b>	—	<b>B/.11,255,489</b>

#### 5.1.2.2. Estudios y Diseños técnicos

- Estudio de necesidades y programa arquitectónico
- Diseño arquitectónico especializado
- Ingeniería estructural
- Diseño de bioseguridad (BSL-2, BSL-3 si aplica)
- Memorias técnicas y especificaciones

#### 5.1.2.3. Instalaciones Técnicas Especializadas (MEP)

Debido a la alta exigencia de bioseguridad se requiere de las siguientes instalaciones:

- Sistema de Ventilación HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning); con los Filtros mecánicos HEPA (High Efficiency Particle Arresting); que representa uno de los mayores costos del bioterio.
- Control de temperatura y humedad
- Ductería con hermeticidad certificada
- Campanas de extracción y cabinas de bioseguridad
- Instalaciones eléctricas reguladas;
- Redes de agua potable y purificada;
- Drenajes sanitarios y biológicos.

#### 5.1.2.4. Equipamiento del Bioterio

En la Tabla 12 se presentaron los costos de algunos de los equipos especializados del Bioterio:

- Jaulas especiales (conejos, cobayos, ratas, ratones, serpientes, arañas, escorpiones, insectos)
- Racks metálicos para jaulas
- Carros para transporte de jaulas
- Trampas para captura y manejo
- Campanas de Bioseguridad
- Mesas de necropsia y mesas de trabajo de acero inoxidable
- Autoclaves de esterilización o cabinas de bioseguridad para laboratorios
- Refrigeradores y freezer científicos
- Estufas de secado
- Lavamanos de pedestal de acero
- Estanterías de acero inoxidable
- Mobiliario sanitario

### **5.1.3. Costos Indirectos**

Son costos necesarios para viabilizar, gestionar y certificar el proyecto, pero que no forman parte física de la obra, pero no forman parte física de la construcción, en este proyecto de Bioterio representan el 24% del costo total, debido a la especialización del diseño.

#### **5.1.3.1. Gestión y administración del Proyecto**

- Administración del proyecto
- Supervisión técnica y residente de obra
- Control de calidad y certificaciones
- Seguridad y salud ocupacional

#### **5.1.3.2. Costos de arquitectura y bioseguridad**

- Honorarios profesionales de arquitectura especializada;
- Honorarios de ingeniería MEP;
- Estudios HVAC y modelaciones técnicas;
- Diseño y validación de bioseguridad; arquitectura y bioseguridad

#### **5.1.3.3. Costos Legales y Permisos**

- Permisos de construcción;
- Permisos ambientales
- Licencias sanitarias;
- Permisos de bioseguridad;
- Aprobaciones de bomberos;

#### 5.1.3.4. Costos Financieros y contingencias

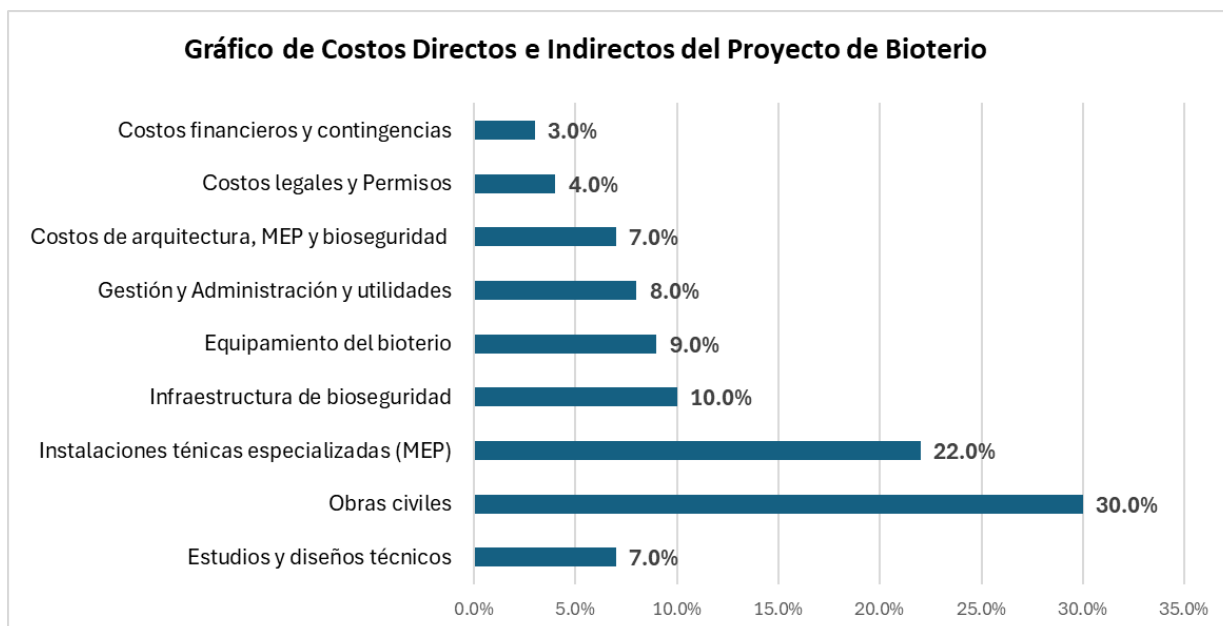
- Intereses durante la construcción
- Seguros del proyecto
- Ajustes por inflación
- Contingencias técnicas

**Tabla 15. Resumen de los Costos Directos e Indirectos del Proyecto de Bioterio**

Tabla 15. Resumen de los Costos Directos e Indirectos del Proyecto de Bioterio		
Categoría	Promedio	Descripción
<b>Costos Directos</b>	<b>76.0%</b>	Son aquellos directamente imputables a la ejecución física de la obra y su equipamiento, sin los cuales el bioterio no puede construirse ni operar.
Estudios y diseños técnicos	7.0%	Estudios arquitectónicos especializados; Ingeniería estructural; Ingeniería MEP (HVAC, eléctrica, sanitaria); Planos constructivos y expediente técnico
Obras civiles	30.0%	Movimiento de tierras y cimentación; Estructura (hormigón, acero); Muros, losas y cubiertas; Pisos sanitarios (epóxicos, antideslizantes); Acabados sanitarios (superficies lavables); Puertas herméticas y ventanas de observación
Instalaciones técnicas especializadas (MEP)	21.0%	Sistema HVAC especializado (presiones, temperatura, humedad); Filtración HEPA (entrada y extracción); Instalaciones eléctricas reguladas; Redes de agua potable y purificada; Drenajes sanitarios y biológicos; Iluminación con control de fotoperiodo
Infraestructura de bioseguridad	10.0%	Esclusas sanitarias; Duchas de ingreso y salida (si aplica); Autoclaves empotradas; Barreras físicas de contención
Equipos fijos del bioterio	8.0%	Racks fijos para jaulas; Sistemas IVC (jaulas ventiladas); Lavadoras de jaulas; Cámaras frías empotradas;

Tabla 15. Resumen de los Costos Directos e Indirectos del Proyecto de Bioterio		
Categoría	Promedio	Descripción
		Sistemas de monitoreo ambiental; Sistemas de alarma y control
<b>Costos Indirectos</b>	<b>24.0%</b>	Son costos necesarios para viabilizar, gestionar y certificar el proyecto, pero que no forman parte física de la obra, pero no forman parte física de la construcción.
Gestión y Administración y utilidades	8.0%	Gastos generales del contratista Gerencia del proyecto; Supervisión técnica de obra; Seguridad y salud ocupacional
Costos de arquitectura, MEP y bioseguridad	7.0%	Honorarios profesionales de arquitectura especializada; Honorarios de ingeniería MEP; Estudios HVAC y modelaciones técnicas; Diseño y validación de bioseguridad;
Costos previos a la inversión (CPI)	4.0%	Estudios de prefactibilidad y factibilidad; Estudios ambientales; Estudios normativos y regulatorios;
Permisos y licencias	3.0%	Permisos de construcción; Licencias sanitarias; Permisos de bioseguridad; Aprobaciones de bomberos;
Costos financieros y contingencias	2.0%	Intereses por financiamiento; Ajustes por inflación; Contingencias técnicas;
<b>Costos Totales</b>	<b>100%</b>	

**Figura 31 Gráfico de Costos Directos e Indirectos del Proyecto de Bioterio.**



## 5.2. Financiamiento

El financiamiento de este proyecto provendrá de fuentes internas, así como de fuentes externas no reembolsables, como se desglosa a continuación:

### 5.2.1. Fuentes internas

Las fuentes internas proveerán el 25% del costo total del proyecto, como se expone a continuación:

- **Aportes propios:** recursos del Presupuesto de Inversión de la Universidad de Panamá.
- **Aportes gubernamentales:** asignación de presupuesto público para inversión en investigación de la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT).

### 5.2.2. Fuentes externas no reembolsables

Las fuentes externas proveerán el 75% del costo total del proyecto, como se detalla a continuación:

- **Cooperación internacional:** a través del Centro Regional de los Convenios de Basilea, Rotterdam y Estocolmo (CRCB-CRCE), convenio internacional para apoyar a los países de América Latina y el Caribe en la gestión de sustancias químicas y desechos peligrosos.
- **Subvenciones y donaciones:** mediante organismos internacionales, como la Corporación Andina de Fomento (CAF), el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Banco Mundial (BM).

## Conclusiones

En este trabajo de graduación, se demostró que el diseño arquitectónico de un bioterio requiere una planificación integral que articule criterios funcionales, científicos, sanitarios, ambientales y éticos. A partir del análisis programático, normativo y tecnológico, se concluye lo siguiente:

1. La arquitectura es un factor determinante para el bienestar animal y la calidad de la investigación científica. El diseño espacial, la configuración de los flujos, la selección de materiales y el control de variables ambientales inciden directamente en la salud de los animales, el desempeño del personal y la validez de los resultados experimentales. Un bioterio correctamente diseñado reduce el estrés animal, minimiza riesgos y fortalece la confiabilidad de los estudios.
2. La implementación de criterios de bioseguridad y control ambiental debe ser el eje rector del diseño. La tesis confirma que los sistemas de HVAC especializados, la sectorización en zonas limpias–semicríticas–sucias, la integración de esclusas y el uso de mobiliario sanitario son imprescindibles para cumplir con normas internacionales de biocustodia. La arquitectura debe anticipar riesgos biológicos, químicos y físicos, garantizando una operación segura tanto para los animales como para el personal.
3. La distribución funcional basada en flujos unidireccionales es esencial para evitar contaminación cruzada. La propuesta arquitectónica planteada evidencia que la claridad en circulaciones, la separación de áreas por niveles de riesgo y la organización secuencial de procesos (recepción–cuarentena–experimentación–limpieza–desechos) optimizan la eficiencia operativa y reducen incidencias sanitarias.
4. El diseño del bioterio debe incorporar criterios de sostenibilidad y eficiencia energética sin comprometer la bioseguridad. El proyecto demuestra que es viable integrar estrategias pasivas, materiales de bajo impacto, manejo adecuado de residuos y sistemas de ahorro de agua y energía,

siempre que se adapten a la realidad climática y normativa local. Esto no solo reduce costos operativos, sino que promueve investigación responsable y ambientalmente consciente.

5. El desarrollo del programa arquitectónico debe responder a la diversidad de especies alojadas y sus requerimientos específicos. La propuesta confirma que cada especie requiere espacios diferenciados, con control de microclima, enriquecimiento ambiental y equipamiento especializado. Adaptar el diseño a la etología y fisiología de los animales es clave para disminuir estrés, agresividad y mortalidad.
6. Un bioterio moderno debe contemplar áreas de apoyo científico y de formación académica. Se concluye que los espacios, como laboratorios de análisis, necropsia, cuarentena, capacitación y áreas de observación, fortalecen la función educativa y de investigación del centro. Su integración arquitectónica facilita la colaboración interdisciplinaria y el desarrollo científico.
7. La arquitectura debe posicionarse como un puente entre ciencia, ética y bienestar. Esta tesis demuestra que el diseño arquitectónico de un bioterio no debe ser únicamente funcional, sino también ético. Por lo tanto, incluir el principio de las 3R (Reemplazar, Reducir, Refinar) dentro del planteamiento arquitectónico refuerza el compromiso con la vida animal, la integridad científica y la responsabilidad social.

## Recomendaciones

El proyecto desarrollado evidencia que un bioterio arquitectónicamente bien planificado es una infraestructura científica estratégica que promueve investigación de calidad, protege la salud pública, respeta la vida animal y se integra al entorno de manera sostenible. La arquitectura, al servicio del conocimiento, se convierte así en un componente fundamental del avance biomédico, académico y ambiental.

1. Profundizar en la normativa local y actualizarla conforme a estándares internacionales.  
Se recomienda fortalecer el marco normativo panameño mediante la integración de guías, como FELASA, AAALAC, CDC y OMS, con el fin de garantizar que futuros bioterios cumplan estándares globales de ética, bioseguridad y bienestar animal. Las universidades y entes reguladores podrían liderar mesas técnicas para unificar criterios de diseño y operación.
2. Priorizar la sostenibilidad sin comprometer la bioseguridad. Es recomendable que bioterios futuros incorporen tecnologías y estrategias sustentables (HVAC de eficiencia energética, recuperación de agua, uso de materiales certificados, iluminación LED controlada, paisajismo con especies nativas), siempre evaluando el impacto sobre la estabilidad del microclima animal.
3. Establecer programas de mantenimiento continuo y capacitación del personal.  
Para garantizar un funcionamiento óptimo y prolongado del edificio, se sugiere que las instituciones desarrollen protocolos permanentes de mantenimiento preventivo, así como capacitación técnica especializada para el personal que maneja instalaciones, equipos y animales alojados.
4. Incluir áreas destinadas a divulgación científica y ética del uso de animales.  
Es aconsejable que los bioterios incorporen espacios para visitas guiadas, salas de observación, capacitación y educación bioética. Esto ayuda a promover transparencia, fortalecer la cultura científica y sensibilizar sobre el cuidado animal y el uso responsable de modelos experimentales.

5. Fomentar el enriquecimiento ambiental como parte del diseño arquitectónico. La tesis sugiere que los futuros proyectos incluyan elementos físicos, sensoriales y espaciales que favorezcan el bienestar animal. Esto reduce estrés, mejora el comportamiento naturalizado de las especies y genera resultados experimentales más fiables.
6. Planificar áreas de expansión futura. Considerando el crecimiento del sector científico, se recomienda prever reservas de terreno y áreas libres para futuras ampliaciones, instalaciones tecnológicas o nuevas especies de investigación, para evitar que las limitaciones físicas obstaculicen el desarrollo institucional.
7. Fortalecer la gestión de residuos biológicos y químicos desde el diseño. Se propone dedicar espacios claramente segregados y equipados para almacenamiento, neutralización y recolección segura de residuos peligrosos, a fin de evitar riesgos de contaminación y optimizar la trazabilidad sanitaria.

## Referencias Bibliográficas

### Bibliografía

- Acosta de Patiño, H. (22 de noviembre de 2021). *Mentes Brillantes: Hilda Acosta de Patiño*, directora del CIIMET. (T. Reporta, Entrevistador) Telemetro. MEDCOM, Panamá. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=lsbiOsEeit8>
- Acosta de Patiño., H. (10 de febrero de 2023). *Visita de campo al Bioterio de la Universidad de Panamá*. (V. Serrano P., Entrevistador)
- Antioquia, U. d. (2 de Marzo de 2023). *Universidad de Antioquia*. Obtenido de [https://www.udea.edu.co/wps/portal/udea/web/generales/interna!/ut/p/z0/fy5BC4JAEIX\\_ih08ym4aZUeRCMRTQeReYlyHmtp21d2kn99qXSIIS5F8zOO9YYIdmdAw0BkcGQ3KcyWWp3Sdx\\_Nswcvtrsh5tsyzzWp\\_KOM0ZgUT\\_w0-ga5dJzImpNEOn44dW9M7UI8GleRgv-li7vjeSQ9onf9F0kwmszrRlbfYYODn9xY8NA3Y](https://www.udea.edu.co/wps/portal/udea/web/generales/interna!/ut/p/z0/fy5BC4JAEIX_ih08ym4aZUeRCMRTQeReYlyHmtp21d2kn99qXSIIS5F8zOO9YYIdmdAw0BkcGQ3KcyWWp3Sdx_Nswcvtrsh5tsyzzWp_KOM0ZgUT_w0-ga5dJzImpNEOn44dW9M7UI8GleRgv-li7vjeSQ9onf9F0kwmszrRlbfYYODn9xY8NA3Y)
- Arquiplan. (17 de 3 de 2023). *Diseño Urbano y Masterplan*. Obtenido de <https://arquiplan.com/disenourbano-y-masterplan/>
- Baamonde, J. M. (15 de Febrero de 2023). *Bioterios.com - Aprendiendo de los animales de laboratorio*. Obtenido de <https://www.bioterios.com/post.php?s=2022-07-21-cientficos-panameos-reciben-certificacin-internacional-en-uso-de-animales-de-laboratorio>
- Barros, A. (2004). *Bienestar Animal - Buenas Practicas Operacionales*. Montevideo, Uruguay: Comision del Papel.
- Carbone, C., Ayala, M. Á., & Cagliada, M. d. (2022). *Ciencia y Bienestar de los Animales de Laboratorio*. Buenos Aires, Argentina: Universidad de Buenos Aires. Obtenido de <https://libros.unlp.edu.ar/index.php/unlp/catalog/download/1816/1797/5826-1>
- CCAC. (17 de Marzo de 2023). *CCAC*. Obtenido de Canadian Council on Animal Care, Conseil canadien de protection des animaux: <https://ccac.ca/>
- CGR, C. G. (2024). *Base de Datos de costos directos para proyectos públicos*. Contraloría General de la República de Panamá, Dirección Nacional de Ingeniería, Departamento de Análisis de Costos. Panamá: Instituto Nacional de Estadística y Censo. Obtenido de [www.contraloria.gob.pa/wp-content/uploads/2024/07/MP0-BASE-DE-DATOS-DE-COSTO-DIRECTO.pdf](http://www.contraloria.gob.pa/wp-content/uploads/2024/07/MP0-BASE-DE-DATOS-DE-COSTO-DIRECTO.pdf)
- Chong, M. (2012). *El analisis de sitio y su entorno en el desarrollo de proyectos arquitectonicos y urbanos*. Veracruz, México : Universidad Veracruzana.
- Fabricio Alejandro Maschi, E. C. (4 de Marzo de 2023). *SEDICI - Repositorio Institucional de la UNLP*. Obtenido de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/132344>
- FELASA. (2014). *Federation of European Laboratory Animal Recommendations for the health monitoring of rodent and rabbit colonies in breeding and experimental units* (Vols. 48(3), 178–192.). (L. Animals., Ed.) Amberes, Bélgica: Federation of European Laboratory Animal Science Associations.
- Google Earth, G. (10 de enero de 2023). *Avenida Octavio Méndez Pereira*. Obtenido de <https://www.google.com/maps/place/Direcci%C3%B3n+de+Investigaci%C3%B3n+y+Postgrado+>

de+la+Facultad+de+Ciencias+Naturales/@8.9821911,-  
79.5348434,196m/data=!3m1!1e3!4m6!3m5!1s0x8faca9c010d8d645:0xfbe35265f61bfb5e!8m2!  
!3d8.9857832!4d-79.5331858!16s%2Fg%2F11rhx

- Guardia Dall'Orso, R. (2017). El urbanismo y la arquitectura de la ciudad universitaria Octavio Méndez Pereira: Evolución de un patrimonio de la Arquitectura moderna panameña desde 1950 hasta 2010. *Canto Rodado*, 141-170.
- Hernández, A. G. (2019). *Experimentos Biologicos con seres Humanos en el Marco del Derecho de los Conflictos Armados*. Sevilla, España: Universidad Pablo de Olavide.
- Herrera Hernández, G., & Guzman Maldonado, H. (2018). *El Bioterio y su importancia en la investigación científica* (Vol. I). (I. 978-607-37-0933-0, Ed.) Celaya, Guanajato, México: SAGARPA - INIFAP.
- ICEX, B. (2025). *Boletín de Costes de establecimiento en Panamá: Construcción y terrenos*. Instituto de Comercio Exterior de España , España Exportación e Inversiones. (2025). España: Organismo de Exportación e Inversiones e internacionalización en España. Obtenido de [https://www.icex.es/content/dam/es/icex/costes/fichas-pdf/pdf\\_4747893\\_166686467.p](https://www.icex.es/content/dam/es/icex/costes/fichas-pdf/pdf_4747893_166686467.p)
- Labarta, R. (2020). *Almacenamiento de productos quimicos y gestion de residuos peligrosos en la Universidad de Alicante*. Alicante, España: Universidad de Alicante.
- López, C. T. (15 de Febrero de 2023). *Cuaderno de Cultura Científica*. Obtenido de <https://culturacientifica.com/2015/07/14/experimentacion-animal-i/#:~:text=La%20experimentaci%C3%B3n%20moderna%20con%20animales,por%20semejanza%2C%20del%20cuerpo%20humano>.
- Miranda, B. V. (2018). *Manejo de animales del Bioterio de la UAM-I*. Iztapalapa, Mexico: Casa abierta al tiempo.
- NRC. (2011). *Guide for the Care and Use of Laboratory Animals (8th ed.)*. National Academies Press. National Research Council. Otowa, Ontario, Canada: National Academies Press.
- OPS. (2005). *Manual de bioseguridad en el laboratorio*. (Vol. Tercera Edición). Washintong, D.C., Estados Unidos: Organización Panamericana de la Salud.
- Panamá La Vieja Escuela, P. (2 de febrero de 2023). *Portal Panama La Vieja Escuela*. Obtenido de Historia de la Universidad de Panamá: <https://www.panamaviejaescuela.com/historia-universidad-panama/>
- Rodríguez, J. (2 de Marzo de 2023). *Cuaderno de Cultura Científica*. Obtenido de <https://culturacientifica.com/2013/08/22/la-ciencia-del-animal-de-laboratorio-por-juan-rodriguez/>
- Salud, I. C. (26 de Febrero de 2023). *Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios de la Salud*. Obtenido de <http://www.gorgas.gob.pa/bioterio/>
- Sampieri Henández, R. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta ed.). México D.F., México: McGraw Hill . Obtenido de <https://www.esup.edu.pe/wp->

content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-  
Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf

Seguel, V. (2021). *Manual de Autoinstrucción - Seguridad en Laboratorios*. Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.

SENACYT. (14 de septiembre de 2017). *Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología*. Obtenido de Café Científico: Programa Nacional de Ofidismo y Escorpionismo: <https://www.senacyt.gob.pa/wp-content/uploads/2018/07/Ofidismo-y-Escorpionismo-Hildaaura-Acosta.pdf>

Tortosa, M. (2017). *PLATAFORMA CIRUGÍA EXPERIMENTAL Y ESTABULARIO*. Mallorca, España: Institut d'Investigació Sanitària Illes Balears.

Trejos, A. (17 de 3 de 2023). *UAESP*. Obtenido de Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos: <https://www.uaesp.gov.co/noticias/asi-tratamiento-los-residuos-riesgo-biologico-su-disposicion-final>

UAEH. (25 de Febrero de 2023). *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*. Obtenido de Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo: <https://www.uaeh.edu.mx/bioterio/antecedentes.html#:~:text=Se%20cre%C3%B3%20en%20el%202001,actividades%20de%20docencia%20e%20investigaci%C3%B3n>.



UAM. (2018). *Manual de Manejo de Anímales del Bioterio*. Universidad Autónoma Metropolitana, División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Iztapalapa, México: UAM. Obtenido de <http://publicacionescbs.izt.uam.mx/DOCS/BIOTERIO.pdf>

UP, U. d. (14 de Febrero de 2023). *Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad de Panamá*. Obtenido de <https://facveterinaria.up.ac.pa/servicios>

Vieytes, S. (2022). *Manipulación, Identificación*. Buenos Aires, Colombia: Bioterio Central FCEyN U.B.A.

## Anexos

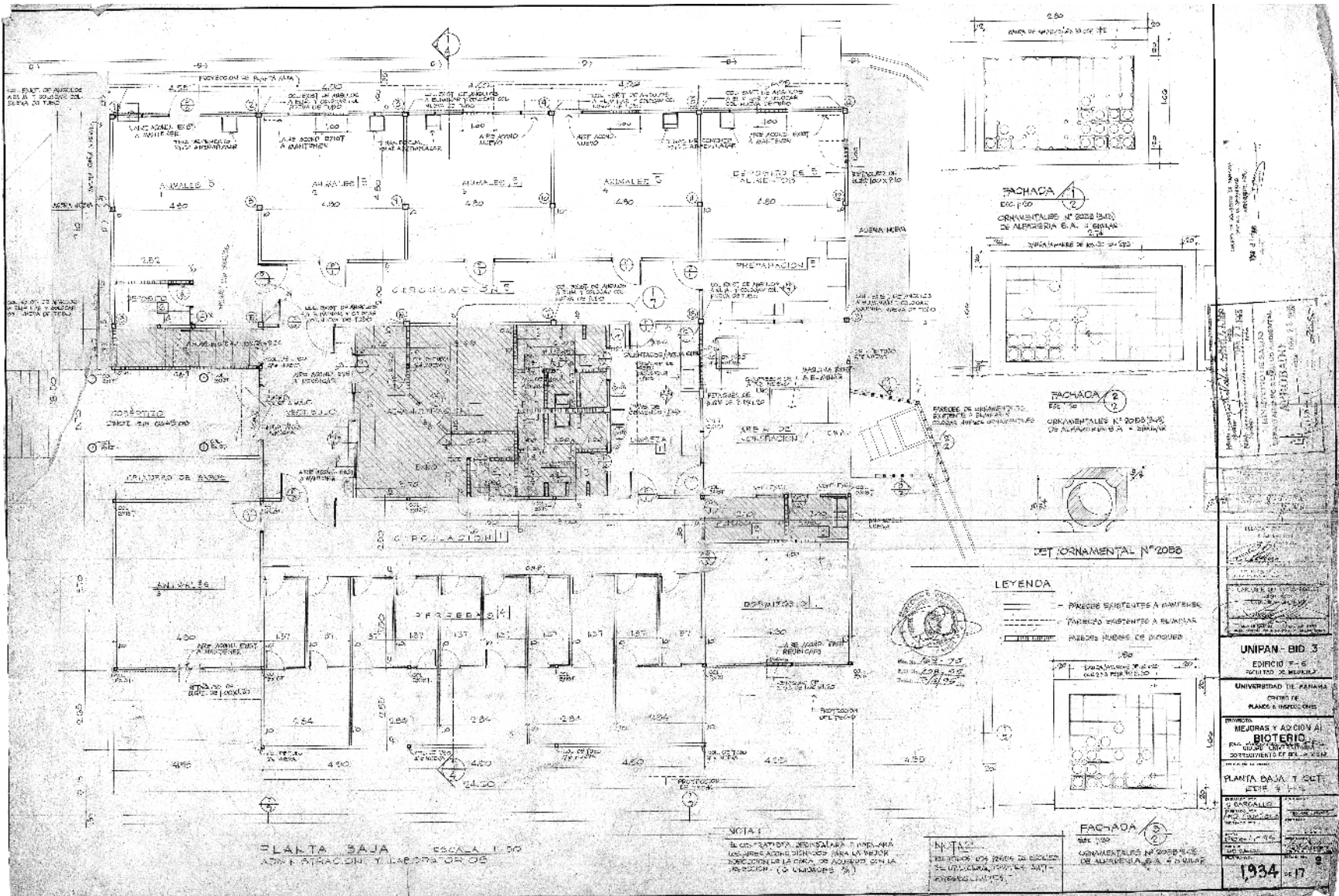
## Anexo 1. Nota de solicitud del CIIMET

	<p>UNIVERSIDAD DE PANAMÁ FACULTADES DE MEDICINA Y FARMACIA Centro de Investigación e Información de Medicamentos y Tóxicos</p>	
<p>Sección Toxicológica Facultad de Medicina Tel. (507) 523-4948 / (507) 523-4946 Telefax: (507) 523-4968 / (507)523-4945</p>	<p><b>CIIMET</b></p>	<p>Centro Nacional del Programa Salud, Trabajo y Ambiente en América Central (SALTRA)</p>
 <p>Centro Regional del Convenio de Estocolmo</p>		 <p>Centro Regional del Convenio de Basilea para América Central y México</p>
<p>Ciudad Universitaria, 7 de marzo de 2023 Nota No. FMCIIMET – 060H-2023</p>		
<p>Arquitecto <b>LIZANDRO CASTRELLON</b> Decano Facultad de Arquitectura y Diseño E. S. D.</p>		
<p>Estimado Sr. Decano</p>		
<p>El Centro de Investigación e Información de Medicamentos y Tóxicos de la Universidad de Panamá (<b>CIIMET</b>) en conjunto con la Vicerrectoría de Investigación y Postgrado adelanta el Proyecto de Inversión "Construcción del Bioterio para la investigación biomédica" que podrían estar situado en los terrenos de la Universidad de Panamá ubicados en Tocumen. El Bioterio ha de ser un moderno centro que cuente con estructuras separadas para la experimentación, reproducción, cría y alimentación de animales de acuerdo con los requerimientos éticos y óptimos tanto de ambiente, nutrición, bioseguridad y uso racional de los recursos.</p>		
<p>Por lo anterior, deseamos solicitarle su aprobación para que la estudiante de arquitectura <b>Verónica Serrano</b>, dentro del marco de desarrollo de su tesis de licenciatura, nos apoye con la elaboración de los diseños de los planos arquitectónicos del nuevo Bioterio, en coordinación con la Arq. Meiling Fu Vega asignada por la DIA, y bajo la asesoría del profesor que designe su Facultad.</p>		
<p>Estos diseños son muy importantes ya que en base a ellos se pueden estimar los costos que conlleva la obra; y solicitar así el presupuesto de inversiones para el año 2025; una vez aprobado el presupuesto se podrá finalmente realizar la licitación y contratación de la empresa que realizará la construcción en beneficio de investigación en la Universidad y de la población panameña.</p>		
<p>Atentamente,</p>		
 <p><b>Hilda Acosta de Patiño, M.Sc.</b> Directora del CIIMET</p>		
<p>2023: "A 100 años de la Fundación de Acción Comunal" Ciudad Universitaria Dr. Octavio Méndez Pereira, Panamá, República de Panamá</p>		

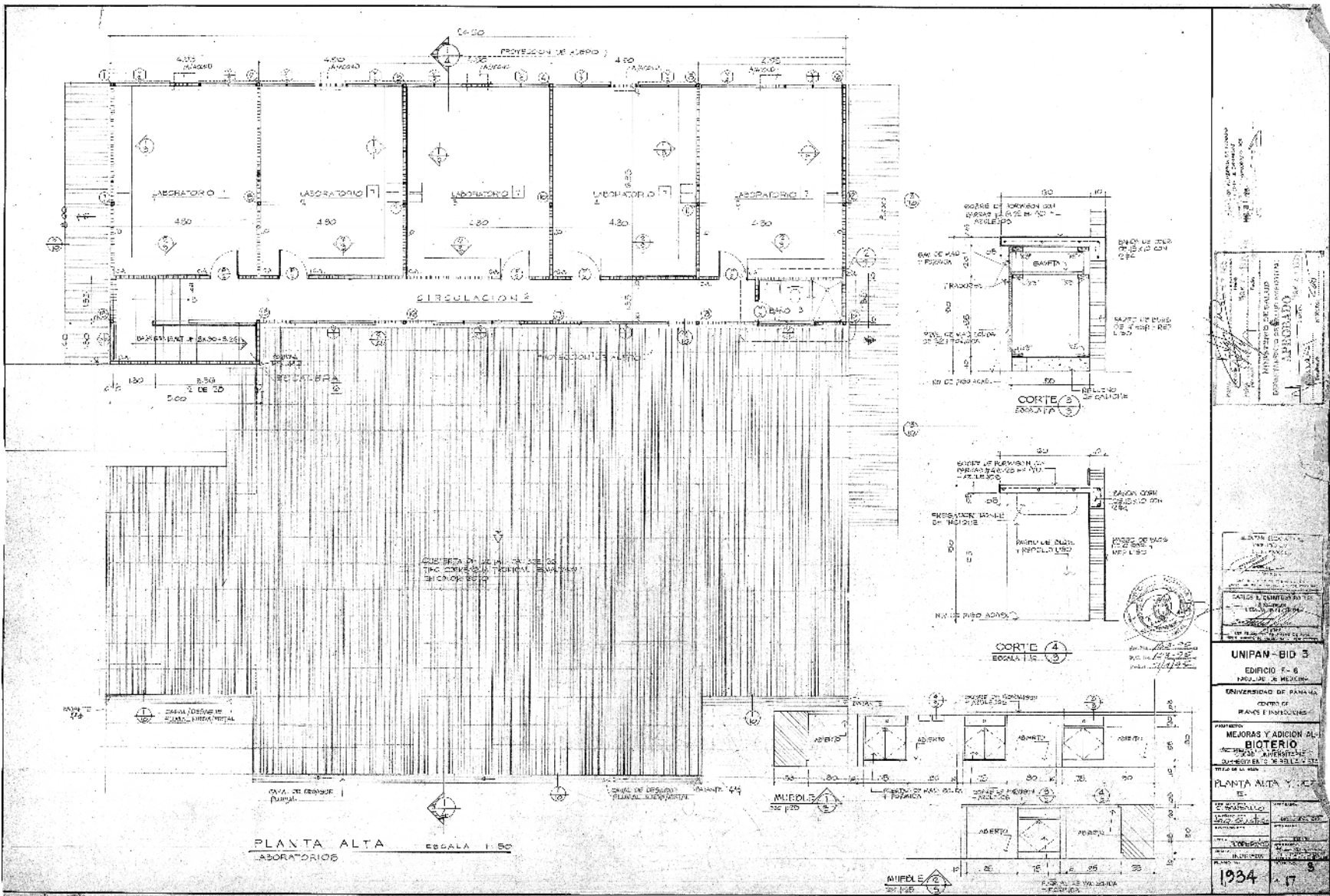
Anexo 2. Foto de entrega a la Dra. Hildauro Acosta de Patiño, de planos con diseño del Nuevo Bioterio para la Investigación Biomédica de la Universidad de Panamá



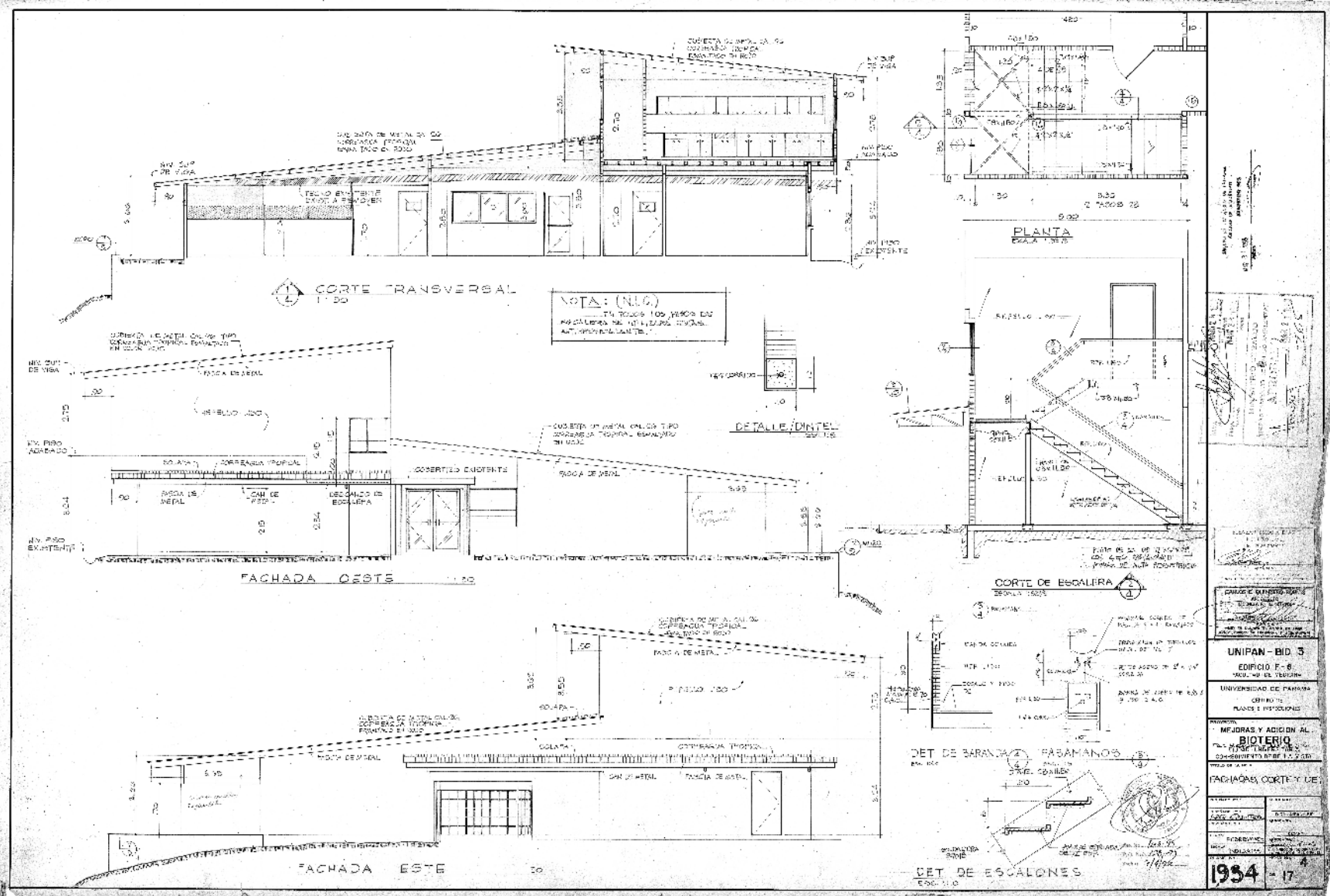




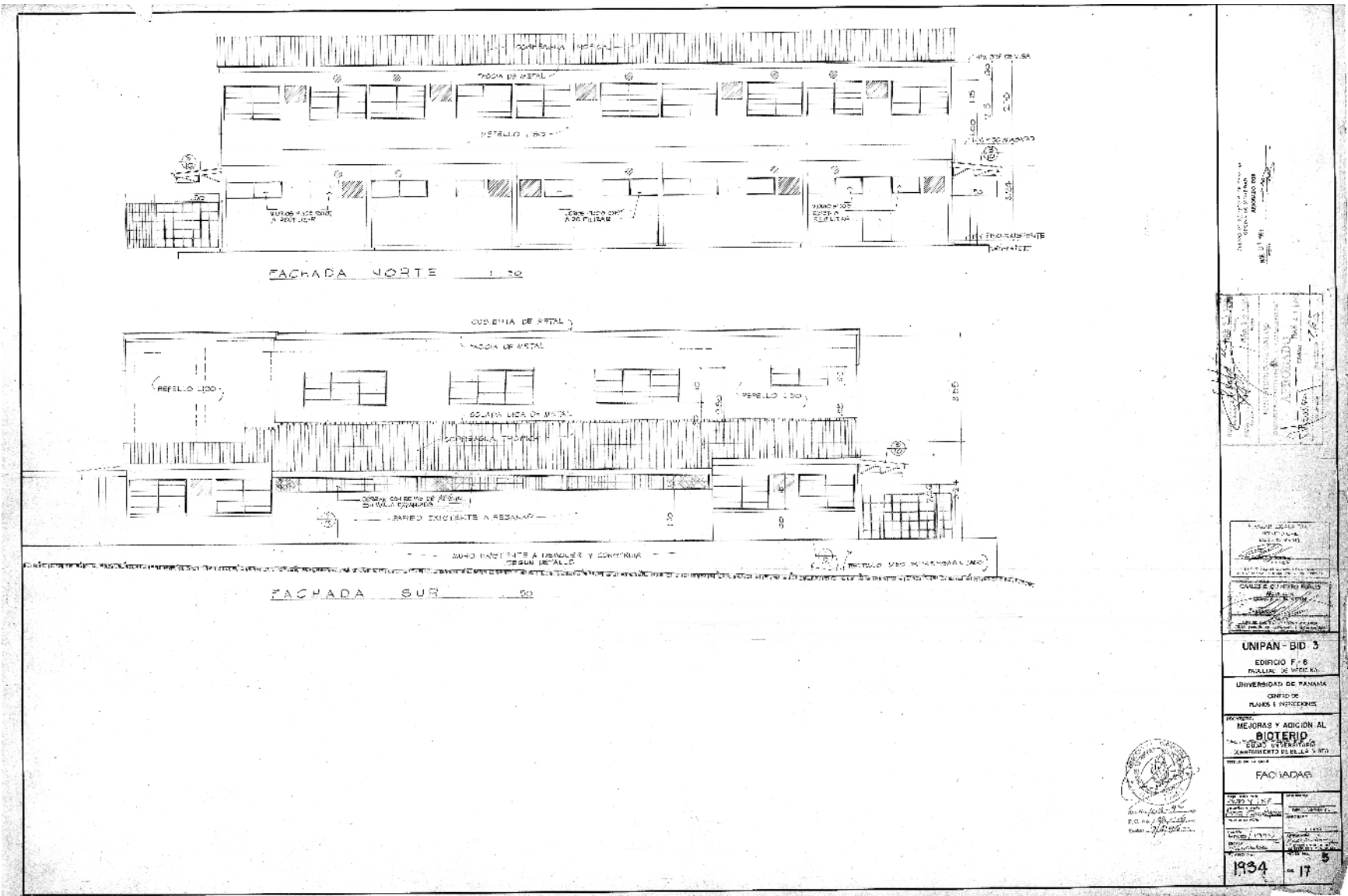
Anexo 4. Plano N.º2 Planta Baja del actual Bioterio



Anexo 5. Plano N.º2 Planta Alta del actual Bioterio

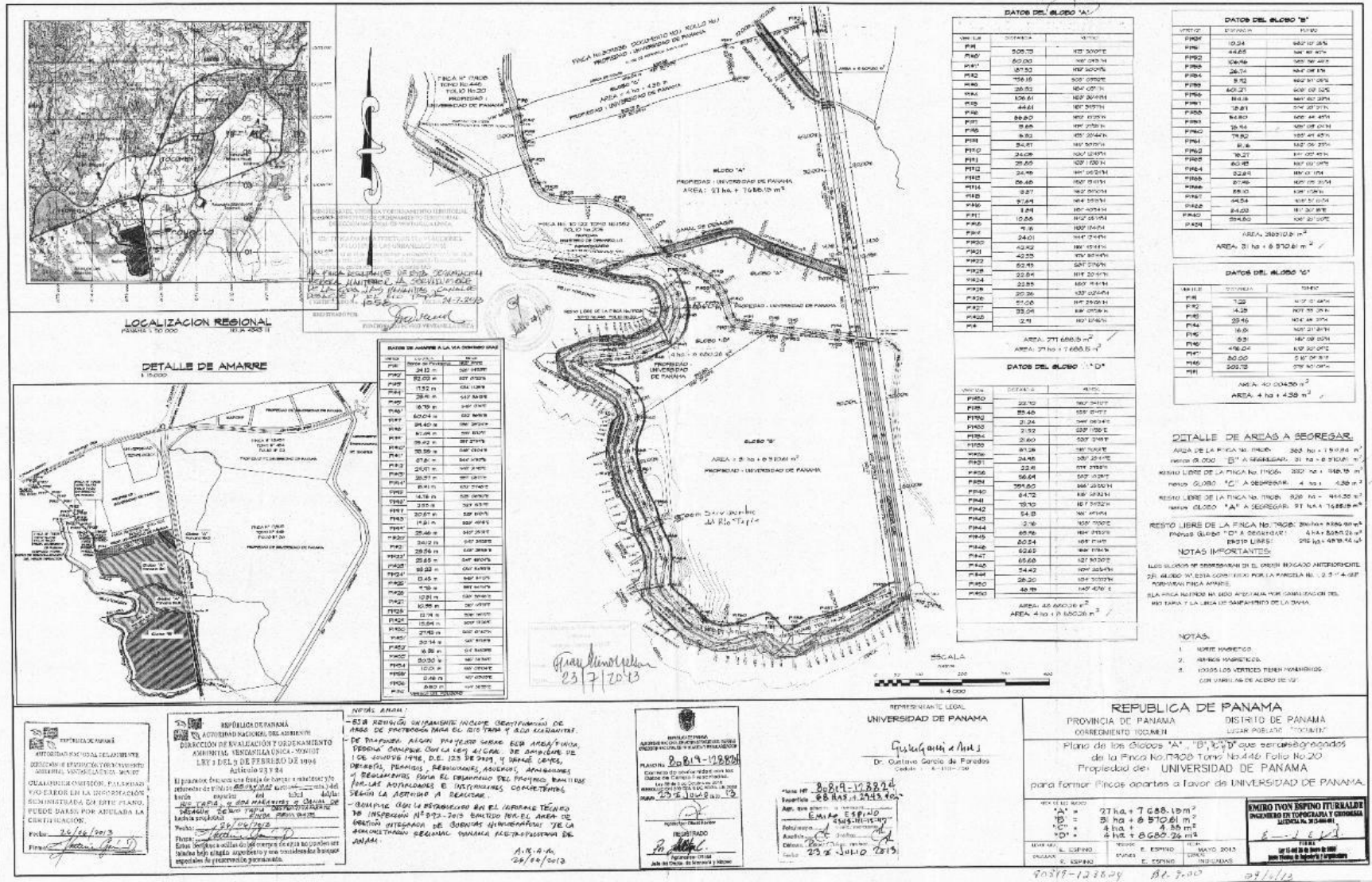


Anexo 6. Plano N.º4 Sección Transversal y Fachadas Oeste – Este del actual Bioterio



Anexo 7. Plano N.º5 Fachadas Norte – Sur del actual Bioterio

Anexo 8. Plano Oficial de los Terrenos de la Universidad de Panamá en el corregimiento de Las Mañanitas



Fuente: Dirección de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de Panamá (DIA).