

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS AMÉRICAS

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Escuela de Arquitectura

INFORME FINAL DE GRADUACIÓN

Para optar por el grado de **Licenciatura en Arquitectura**

**“Arquitectura adaptable como herramienta para fortalecer el monitoreo
ambiental en el Área de Protección Silvestre Parque Nacional Braulio Carrillo.”**

Silvia Elena Domínguez Alvarado

AUTOR

Arq. German Mora Sierra

TUTOR

Arq. Pablo Mora Fallas

LECTOR

San José, Costa Rica, 2026

DEDICATORIA

A Nana y Tito.

A mi familia, por su amor y apoyo.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todas las personas que hicieron posible y colaboraron con esta investigación.

Tabla De Contenido

TEMA: ARQUITECTURA ADAPTABLE COMO HERRAMIENTA PARA FORTALECER EL MONITOREO AMBIENTAL EN EL ÁREA DE PROTECCIÓN SILVESTRE PARQUE NACIONAL BRAULIO CARRILLO2

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA5

ÁRBOL DE PROBLEMAS.....6

DEFINICIÓN DEL PROYECTO7

PRINCIPALES ANTECEDENTES.....8

Función8

Formal.....9

Concepto.....10

JUSTIFICACIÓN.....11

OBJETIVO GENERAL13

OBJETIVOS ESPECÍFICOS13

ALCANCE14

LIMITACIONES15

01 DIAGNÓSTICO17

FODA20

Matriz21

Estrategia22

Síntesis23

02 MARCO TEÓRICO25

..... 26

2.1 Fundamentos Teóricos27

2.1.1 Áreas ambientalmente frágiles y ambientes extremos28

2.1.2 Habitabilidad31

2.1.3 Espacio mínimo, ergonomía y antropometría.33

Síntesis del subcapítulo36

2.2 Arquitectura para la investigación en Costa Rica y el PNBC37

Requerimientos técnicos y espaciales40

Contexto de Parques Nacionales y Áreas Silvestres Protegidas.....42

Equipo44

2.2.2 Modular como respuesta a la operación, accesibilidad y transporte47

2.2.3 De efecto reversible.....49

2.3 Referentes52

2.3.1 “The Impact of a Mobile Laboratory on Water Quality Assessment in Remote Areas of Panama.” Jorge E. Olmos Guevara, et al., 2025.52

2.3.2 “Hábitat en condiciones extremas: estación submarina costarricense para la exploración y entrenamiento avanzado nómada CREATUS” Nayla F. Carvajal Calvo, 2024.57

2.3.3 Shinto Shrine. D Environmental Design System Laboratory, Kikuma Watanabe61

2.3.4 Cabin on the Border SO? Architecture & Ideas.....66

Síntesis del subcapítulo71

03 MARCO METODOLÓGICO..... 74

3.1 Método Utilizado (Enfoque de la Investigación)..... 75

3.2 Tipo de Investigación..... 76

3.3 Diseño De La Investigación..... 77

3.4 Fuentes De Información 78

3.5 Recolección de datos (Técnicas e instrumentos) 79

3.6 Población y Muestra80

04 DISEÑO Y DESARROLLO 82

4.1 Definición de ubicación.....83

4.2 Descripción del sector elegido84

4.3 Programa de necesidades y determinación áreas87

Síntesis obtenidas del subcapítulo	89
05 ANÁLISIS DE SITIO	90
5.1 Definición del sitio del proyecto y el área de influencia.	91
5.3 Accesos al sitio	93
5.4 Topografía.....	95
5.5 Vistas	97
5.7 Disponibilidad de servicios	102
.....	102
5.8 Ecología y naturaleza	103
Síntesis obtenidas del subcapítulo	106
06 ANÁLISIS FUNCIONAL.....	107
6.1 Estudio antropométrico	108
6.2 Zonificación Conceptual.	110
6.3 Análisis de relaciones funcionales	112
6.4 Zonificación horizontal.	113
6.6 Diseño de mobiliario	115
6.7 Partes que conforman el módulo y materialidad.....	116
6.8 Transporte manual	117
Síntesis obtenidas del subcapítulo	119
07 REGLAMENTACIÓN	120
Plan General de Manejo del Parque Nacional Braulio Carrillo	121
MANUAL DE BIOSEGURIDAD EN EL LABORATORIO	121
Ley Orgánica de Ambiente	121
Ley de Biodiversidad.....	121
Ley de Conservación de Vida Silvestre	121
Reglamento Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) N° 31849-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC.....	122

Manual de Procedimientos para Realizar Investigación en Biodiversidad y Recursos Culturales en las Áreas de Conservación	122
Estrategia Nacional de Biodiversidad 2016-2025	122
Convenio sobre la diversidad biológica	122

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	136
---	------------

REFERENCIAS.....	138
-------------------------	------------

ANEXOS	140
---------------------	------------

Anexo A. Transcripción de entrevista con personal de la Estación Biológica La Selva - Organización para Estudios Tropicales (OET)	141
---	-----

Anexo B. Entrevista con investigador especialista en murciélagos.	144
--	-----

Anexo C. Entrevista con médica veterinaria de la UNA.	145
--	-----

Índice de tablas

TABLA 1. *ALGUNAS ORGANIZACIONES Y SU APOORTE A LA CONSERVACIÓN AMBIENTAL EN EL PAÍS.* 4

TABLA 2. ÁREAS AMBIENTALMENTE FRÁGILES EN COSTA RICA..... 30

TABLA 3. REQUISITOS DE SUPERFICIES Y ACABADOS PARA LABORATORIO. 41

TABLA 5. PROGRAMA ARQUITECTÓNICO..... 88

TABLA 6. PROGRAMA ARQUITECTÓNICO..... 88

TABLA 4. PROGRAMA ARQUITECTÓNICO.**NOTA.** AUTORÍA PROPIA 88

TABLA 7. CAPÍTULOS DE INTERÉS POR CADA REGLAMENTACIÓN.**NOTA.** AUTORÍA PROPIA. 116

TABLA 7. CAPÍTULOS DE INTERÉS POR CADA REGLAMENTACIÓN.**NOTA.** AUTORÍA PROPIA. 118

TABLA 8. CAPÍTULOS DE INTERÉS POR CADA REGLAMENTACIÓN..... 123

TABLA 9. CAPÍTULOS DE INTERÉS POR CADA REGLAMENTACIÓN..... 123

TABLA 10. COSTOS GENERALES DEL HABITÁCULO MÍNIMO 132

TABLA 11. EDT 133

TABLA 12. RENDIMIENTO DE OBRA 133

TABLA 13. GANTT 134

Índice De Figuras

FIGURA 1. ÁRBOL DE PROBLEMAS6

FIGURA 2. ESTACIÓN WASA8

FIGURA 3. ESTACIÓN SVEA8

FIGURA 4. LABORATORIO MÓVIL9

FIGURA 5. CABIN ON THE BORDER10

FIGURA 6. CONTEXTO GENERAL DEL PARQUE NACIONAL BRAULIO CARRILLO12

FIGURA 7. ÁRBOL DE OBJETIVOS13

FIGURA 8. INGRESOS ECONÓMICOS 2020-202418

FIGURA 9. ACTIVIDADES EN ASP 2020-2024.....18

FIGURA 10. ASP (HA) 2021-2024.....19

FIGURA 11. FODA.....20

FIGURA 12. MATRIZ FODA.....21

FIGURA 13. ESTRATEGIAS22

FIGURA 14. ESQUEMA SÍNTESIS.....24

FIGURA 15. LABORATORIOS JORBA MIGUEL FISAC.....38

FIGURA 16. EDIFICIO DEL CONCEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS.....39

FIGURA 17. DIAGRAMA DE FLUJO DENTRO DEL LABORATORIO41

FIGURA 18. ZONAS DE MANEJO PARQUE NACIONAL BRAULIO CARRILLO43

FIGURA 19. LISTA DE EQUIPO SEGÚN TIPO DE INVESTIGACIÓN44

FIGURA 20. CARACTERÍSTICAS DE LA ADAPTABILIDAD PASIVA Y ACTIVA.....46

FIGURA 21. HELECHO DE MONTAÑA49

FIGURA 22. GEOMETRÍA FRACTAL.....50

FIGURA 23. CARACTERÍSTICAS ESENCIALES DEL HABITÁCULO REPLICABLE51

FIGURA 24. LABORATORIO MÓVIL UTHECH.....53

FIGURA 25. ANÁLISIS DE ASPECTOS ESPACIALES DEL LABORATORIO MÓVIL UTECH.....56

FIGURA 26. COMPOSICIÓN MODULAR CREATUS.....58

FIGURA 27. DIAGRAMA PROGRAMA ARQUITECTÓNICO CREATUS58

FIGURA 28. GEOMETRÍA Y ESTRUCTURA DEL MÓDULO CREATUS.....60

FIGURA 29. ESTRUCTURA PRIMER ALTAR62

FIGURA 30. PLANTA62

FIGURA 31. ESTRUCTURA SEGUNDO ALTAR62

FIGURA 32. VISTA EXTERIOR PRIMER ALTAR62

FIGURA 33. SECCIÓN62

FIGURA 34. ESTRUCTURA INTERIOR.....62

FIGURA 35. PRIMER ALTAR VISTA POSTERIOR.....62

FIGURA 36. MATERIALIDAD.....62

FIGURA 37. SEGUNDO ALTAR VISTA FRONTAL62

FIGURA 38. ANÁLISIS CONSTRUCTIVO Y CLIMÁTICO DE SHINTO SHRINE.....65

FIGURA 39. FOTOGRAFÍAS CONTEXTO DE CABIN ON THE BORDER.....67

FIGURA 40. PLANIMETRÍA CABIN ON THE BORDER67

FIGURA 41. SISTEMAS MECÁNICOS69

FIGURA 42. ANÁLISIS ESPACIAL Y CONSTRUCTIVO DE CABIN ON THE BORDER.....70

FIGURA 43. DERECHA. ÁREA DE CONSERVACIÓN CENTRAL83

FIGURA 44. IZQUIERDA ESTACIÓN LA SELVA Y TRANSECTO ALTITUDINAL BARVA.....83

FIGURA 45. ARRIBA PARQUE NACIONAL BRAULIO CARRILLO83

FIGURA 46. REQUISITOS PARA LA SELECCIÓN DE ZONA DE POSIBLE IMPLANTACIÓN.....84

FIGURA 47. TRANSECTO ALTITUDINAL BARVA.....85

FIGURA 48. FOTOGRAFÍA TRANSECTO ALTITUDINAL BARVA86

FIGURA 49. BOCETO ALTURA DE VEGETACIÓN EN EL BOSQUE.....86

FIGURA 50. BOCETO DIAGRAMA DE RELACIONES.....87

FIGURA 51. REFUGIOS EN EL TRANSECTO ALTITUDINAL BARVA89

FIGURA 52. MAPEO DE HIDROGRAFÍA PARQUE NACIONAL BRAULIO CARRILLO91

FIGURA 53. USO ANTRÓPICO92

FIGURA 54. ANDARIVEL RÍO PEJE93

FIGURA 55. MAPA ACCESOS A PUNTO 50094

FIGURA 56. PUNTO 500.....95

FIGURA 57. PERFIL TOPOGRÁFICO.....95

FIGURA 58. ANÁLISIS TOPOGRÁFICO DEL CASO DE IMPLANTACIÓN96

FIGURA 59. BOCETO ANÁLISIS DE VISTAS EN EL SITIO97

FIGURA 60. VISTAS Y VEGETACIÓN98

FIGURA 61. CLARO, VEGETACIÓN Y REFUGIO PUNTO 107099

FIGURA 62. MAPEO DE AMENAZAS Y PELIGROS NATURALES DEL CANTÓN DE SARAPIQUÍ101

FIGURA 63. HIDROGRAFÍA EN ZONA DE POSIBLE IMPLANTACIÓN.....102

FIGURA 64. MAPEO DEL BOSQUE MUY HÚMEDO TROPICAL TRANSICIÓN A PREMONTANO.....103

FIGURA 65. PARÁMETROS DE DISEÑO A PARTIR DE ANÁLISIS CLIMÁTICO.....104

FIGURA 66. RESUMEN DE PROMEDIOS MENSUALES DE DATOS CLIMÁTICOS 2010-2020 ESTACIÓN LA SELVA DE SARAPIQUÍ104

FIGURA 67. ESPECIES DENTRO DEL BOSQUE SIEMPREVERDE105

FIGURA 68. EMPLAZAMIENTO HABITÁCULO106

FIGURA 69. ORIENTACIÓN DE LOS HABITÁCULOS.....106

FIGURA 70. ESTUDIO ANTROPOMÉTRICO EN CORTE Y PLANTA DEL ESPACIO.....108

FIGURA 71. ESTUDIO DE METROS CÚBICOS SEGÚN POSTURA Y ACTIVIDAD109

FIGURA 72. BOCETO DE ZONIFICACIÓN CONCEPTUAL.....110

FIGURA 73. ESTUDIO DE CONFIGURACIONES A PARTIR DEL MÓDULO MÍNIMO111

FIGURA 74. MATRIZ DE RELACIONES112

FIGURA 75. REPRESENTACIÓN CONCEPTUAL DE LA ZONIFICACIÓN HORIZONTAL.....113

FIGURA 76. ITERACIONES A PARTIR DEL MÓDULO MÍNIMO113

FIGURA 77. RELACIÓN DEL TERRENO CON EL HABITÁCULO114

FIGURA 78. CAMA PLEGABLE115

FIGURA 79. ARMARIO Y MESA DE TRABAJO115

FIGURA 80. DETALLE DE MATERIALIDAD DEL MÓDULO116

FIGURA 81. PROCESO PARA IMPLEMENTACIÓN DEL MÓDULO118

Resumen Ejecutivo

El tema general de esta tesis es la arquitectura modular adaptable enfocada en la conservación ambiental. El Parque Nacional Braulio Carrillo representa un espacio estratégico para la protección de recursos naturales y la toma de decisiones en materia ecológica. Sin embargo, las investigaciones en la actualidad presentan limitaciones por distintas variables económicas, físicas y del ecosistema.

Frente a estas circunstancias, se propone el diseño de un habitáculo adaptable que facilitará el monitoreo y las actividades científicas, mejorando la movilidad dentro del bosque y los procesos de trabajo. Para resolver el diseño, se toman fundamentos de ergonomía, enfoques de arquitectura para la investigación, modulación de los espacios. Además, el estudio de limitantes técnicas ambientales, usuarios y el contexto del parque. La base teórica elegida tiene como fin la implantación del habitáculo temporal sin impacto permanente en el ecosistema.

En cuanto a la metodología, se desarrolla con un enfoque experimental cualitativo combinándolo con exploratorio y descriptivo. Para la primera etapa, se estudian documentos, posteriormente se realizan entrevistas y visitas al sitio. Una vez la información es recopilada, se analiza y genera las pautas de diseño concretas.

De esta manera, la propuesta presenta una solución arquitectónica reconfigurable que optimiza las condiciones de trabajo científico para la conservación, funcionando como refugio temporal y herramienta para los científicos de campo dentro del bosque.

00

ASPECTOS INTRODUCTORIOS

TEMA

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

DEFINICIÓN DEL PROYECTO

PRINCIPALES ANTECEDENTES

JUSTIFICACIÓN

OBJETIVO GENERAL

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

ALCANCE

LIMITACIONES

**Tema: Arquitectura Adaptable Como Herramienta Para Fortalecer El Monitoreo Ambiental En El
Área De Protección Silvestre Parque Nacional Braulio Carrillo**

La temática de este proyecto es la conservación de la biodiversidad a partir del monitoreo e investigación del ecosistema. Específicamente del ecosistema del Parque Nacional Braulio Carrillo. Para comprender de una mejor manera el tema de este trabajo, es importante conocer y delimitar primero 3 conceptos. Primeramente, los ecosistemas, que son la base ya que permiten “describir, planificar, evaluar y monitorear la gestión integral del territorio a diferentes escalas espaciales y temporales” (Millennium Ecosystem Assessment, 2005, citado en Acevedo et al., 2019). Al tener un ecosistema sobre el cual se va a trabajar se comienzan a plantear investigaciones sobre este.

La investigación, que se define como “el proceso por el cual se genera la información necesaria para una gestión informada de la biodiversidad, basada en el conocimiento.” (Sistema Nacional de Áreas de Conservación, 2014, p.7). Los conocimientos y resultados que se obtienen de este ecosistema a través de procesos investigativos son necesarios para la conservación ambiental, para saber qué hacer y cómo

hacerlo. La investigación junto con el monitoreo permite conocer: ¿qué hay?, ¿cuánto hay? y ¿dónde está? (SIMOCUTE, 2023).

El tercer concepto es la conservación biológica, que no puede iniciarse sin los conceptos anteriores. Al tener un ecosistema del que se recolectan datos, se analizan y se obtienen resultados al respecto, posteriormente se pueden tomar decisiones que vayan a afectar positivamente. Soulé y Wilcox, 1980 como se citaron en Meine, 2010, describen la conservación biológica como una disciplina orientada a una meta clara. A esta definición se le puede agregar, que es interdisciplinaria y además incorpora conocimientos de las ciencias sociales y las humanidades (Grumbine; Knight y Bates citado en Meine, 2010). Entonces, al ser interdisciplinaria, nos compete también a los diseñadores y arquitectos contribuir y surge la pregunta de cómo podemos ayudar a la conservación a partir del diseño.

En el contexto nacional, desde el 2020, se ha reducido el presupuesto global destinado al SINAC. Además, se han reducido otros recursos como el personal, las horas, monitoreo de fauna, patrullajes y

vigilancia. Esto ha afectado directamente a las áreas de conservación. (Programa Estado de la Nación, 2025).

A pesar de estas reducciones, se continúan realizando estudios de los recursos, esto permite la gestión ambiental de los Parques Nacionales y el diseño de planes para asegurar su protección. Algunos de estos estudios son realizados por universidades y por profesionales que forman parte de organizaciones en distintas áreas. Un ejemplo de esto es el estudio que realizó la Carrera de Ingeniería en el Manejo del Recurso Hídrico de la Universidad Técnica Nacional en la cual se estudió la calidad del agua de una quebrada del PNBC y el Parque Nacional Carara. Luego de este estudio, se señala la importancia de establecer un programa de monitoreo que permita evaluar periódicamente la calidad del agua dentro de esas áreas protegidas, ya que ese tipo de estudios son claves para la toma de decisiones en materia ambiental (Picado, 2025).

Otro ejemplo son las alianzas público-privadas como la Organización para Estudios Tropicales, Costa Rica por Siempre. Iniciativas como la iniciativa 30x30, la Política Pública para la Conservación, Uso

Sostenible y la Distribución Equitativa de los Beneficios de la Biodiversidad de Costa Rica, Estrategia Nacional de Biodiversidad 2016-2025 y su Plan de Acción (ENB2), entre otros esfuerzos algunos mencionados en la tabla 1 realizados por el país para la conservación ambiental.

Es así como a partir de los conceptos mencionados, esta tesis propone el diseño de un espacio móvil y adaptable que facilite el estudio de la biodiversidad en el campo y así mejorar el entendimiento y protección de los parques nacionales. Esto, mediante una respuesta de diseño en la que durante la fase experimental se va a desarrollar limitándose a las características del Parque Nacional Braulio Carrillo, específicamente al Transecto Altitudinal Barva.

Tabla 1. Algunas organizaciones y su aporte a la conservación ambiental en el país.

ORGANIZACIÓN	APORTE
Asociación Costa Rica por Siempre	Apoyo en metas de la Convención de Diversidad Biológica. Programa de Áreas Protegidas. Programa de Economía Verde y Azul. Fundación Pacífico Red de Fondos Ambientales de América Latina y el Caribe.
CEPAL	Monitoreo y seguimiento al financiamiento climático en América Latina Indicadores para la adaptación al cambio climático Programa EUROCLIMA
CONAGEBIO	Política y la Estrategia Nacional de Biodiversidad Maneja acceso a recursos de la biodiversidad.
OET	Estaciones para proyectos de investigación, que permite realizar publicaciones científicas y cursos para el beneficio de los bosques húmedos.
BIO Costa Rica	Mecanismo de intercambio de información sobre diversidad biológica
FONAFIFO	Proyecto forestal Huetar Norte Ecomercados Fondo de Biodiversidad Sostenible Estrategia REDD+
CATIE	REDD+ Investigación de la Unidad de Bosques y Biodiversidad en Paisajes Productivos. Educación de posgrado, capacitación y proyección.

Nota. Elaboración propia con base en datos de Asociación Costa Rica por Siempre, Comisión Económica para América Latina (CEPAL), Comisión Nacional para la Gestión de la Biodiversidad (CONAGEBIO), Organización para Estudios Tropicales (OET), BIO Costa Rica, Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO) y Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).



Descripción Del Problema

¿Cómo se puede ayudar desde la arquitectura para facilitar la investigación y el monitoreo de forma continua del ecosistema, priorizando eficiencia y el confort del trabajo de campo en condiciones desfavorables y con recursos limitados?

Entre las problemáticas relacionadas con las Áreas de Conservación en el país, el Programa estado de la Nación (2025) señala que “Se registró, por cuarto año consecutivo, una disminución en el presupuesto global del SINAC (-40%), que afectó a todas las áreas de conservación en valores que rondaron entre un 11,7% y un -41,9%”. Además, se incorporó un área de 116.088 hectáreas en áreas silvestres protegidas y se dio la disminución de la cantidad de horas dedicadas a actividades de control y protección en un 60%.

Otra problemática ha sido inconsistencia en los límites físicos del parque. Esto se debe en parte a que hay zonas en las que los trayectos son inaccesibles. Las características topográficas del parque no solo afectan la delimitación, se reducen las oportunidades, tanto para el monitoreo, estudios técnicos, investigación científica como la verificación de que los objetivos de conservación del parque se estén

cumpliendo. Además, como no hay monitoreo de las zonas, se ha dado un aumento en la afluencia de visitantes sin controles debidos, lo que puede perjudicar los recursos protegidos. Esto ocurre por dos razones. Los limitados recursos financieros y la burocracia y tramitología para actividades de mejora o construcción de infraestructura. (Programa General de Manejo del PNBC, 2019).

El Parque Nacional Braulio Carrillo es de los parques con más extensión de Costa Rica (50.000 hectáreas) y está bajo la administración del Área de Conservación Cordillera Volcánica Central (ACCV). Protege una gran cantidad de ecosistemas, es un sitio importante en temas hídricos y es un recurso estratégico para el desarrollo socioeconómico del país. Para contribuir con la conservación del PNBC, se propone el diseño de un habitáculo adaptable temporal de investigación y monitoreo, que permita a los profesionales que visitan el PNBC a través de la OET o el SINAC, realizar sus labores de campo cómoda y eficazmente durante el tiempo que fuese necesario. Aunque el habitáculo se desarrolla en este caso en el contexto del PNBC, se pretende que sea una herramienta universal para el monitoreo ambiental.

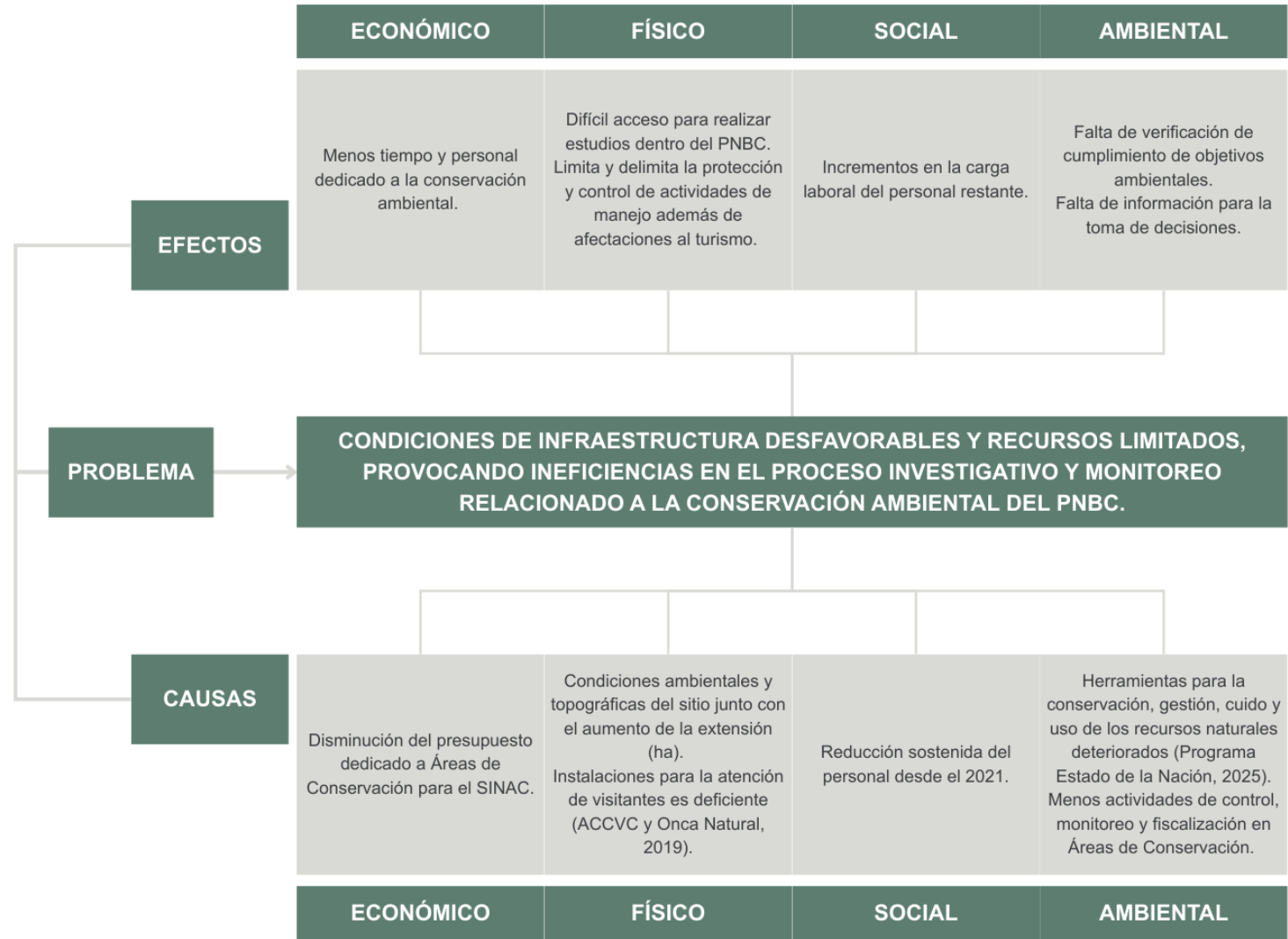
Árbol de Problemas

Tomando en cuenta las condiciones actuales del Parque, se realiza el Árbol de Problemas. Este, permitirá conocer las principales carencias y los efectos que causan dentro del área específica. Las áreas que se tomarán en cuenta para este proyecto se muestran en la figura 1 y son: ambiental, social, físico y económico.

Las reducciones de presupuesto son la raíz de estas carencias en las áreas protegidas, y a pesar de que el PNBC no se ha visto tan afectado económicamente, hay otros sectores en los que las condiciones no son las ideales. No se realiza la suficiente investigación para gestión de los recursos y protección ambiental.

Resulta como problema principal las condiciones desfavorables de la infraestructura y los recursos limitados, lo que tiene como resultado ineficiencias en el proceso investigativo y monitoreo relacionados con la conservación ambiental dentro del PNBC.

Figura 1. Árbol de Problemas



Nota. Autoría Propia.

Definición Del Proyecto

Es necesaria la creación de infraestructura para el monitoreo e investigación, ya que son indispensables a la hora de brindar soluciones y así conservar el ecosistema. Además, son aprovechadas por diferentes campos de estudio, no solo la biología y carreras afines, sino que también, un proceso de formación profesional importante. Este espacio se diseña como herramienta que permita el monitoreo in situ del ecosistema en periodos determinados dentro del bosque. Tendrá características adaptables para profesionales de distintas ramas de la ciencia dentro del PNBC.

Las características requeridas serán determinadas por las organizaciones correspondientes, las cuales mediante normas y planes establecen los requisitos que debe implementar el hábitaculo. Otras condicionantes como el bajo presupuesto destinado, la mano de obra limitada y el uso de maquinaria reducido se pueden solventar mediante la creación de espacios económicos, livianos y amoldados a los factores del lugar y a las personas que se tienen disponibles. Es así como a partir de esta propuesta, se mejorarán desde la arquitectura las estadias prolongadas dentro del bosque.

Con respecto a la viabilidad operativa, se cuentan con instituciones como el SINAC, la OET, MINAE, direcciones de las áreas de conservación, entre otros; además de biólogos y científicos de diferentes ramas. También existen posibles socios como FUNDECOR, ELAP y distintas ONG, programas de voluntariado, que están interesados en la conservación de la biodiversidad en Costa Rica. De la misma manera, la dirección del Área está constantemente evaluando y autorizando actividades y proyectos con fines investigativos.

Siguiendo las recomendaciones y el FODA descritas en el Plan de Manejo del Parque Nacional Braulio Carrillo sobre las zonas de manejo, políticas para la gestión de áreas silvestres protegidas y leyes como la Ley de Biodiversidad, la Ley de Conservación de la Vida Silvestre y la Ley Forestal, entre otras, se pretende brindar una solución al problema. Asimismo, la existencia de normas, leyes guían el proceso, dando las medidas necesarias para poder realizar construcciones temporales en zonas de intervención mínima. De esta manera, se conforma una estructura operativa de investigación mucho más eficaz, a partir de la creación del hábitaculo, facilitando el cumplimiento de objetivos del Programa de Investigación y Monitoreo del parque.

Figura 2. Estación WASA



Nota. Reproducido de Wasa Ola Eiksson, por Polar.se, s.f., polar.se

Principales Antecedentes

Función

Autor: Swedish Antarctic Research Program (SWEDARP)

Título: Svea Station

Ubicación: Antártica

Se trata de módulos livianos y fáciles de transportar en el ecosistema en que se encuentran. La estación tiene 12m2 y es para 4 personas. Está hecha de fibra de vidrio. Cuenta con 4 camas y una cocineta. Es la base para dos proyectos de “medición geodésica continua mediante tecnología GPS, a cargo del Real Instituto de Tecnología de Estocolmo, y un sismógrafo que registra los movimientos de la corteza terrestre, a cargo del Instituto alemán Alfred Wegener” (Swedish Polar Research Secretariat, 2012). Con esta base como herramienta, se realiza la investigación en distintas disciplinas como la glaciología, geodesia, estudios ambientales, medicina, epidemiología, ecología microbiana y estudio atmosférico.

Es un espacio que se adapta a las condiciones y factores para los que se necesita, en este caso la Antártida. Toma en cuenta la capacidad y herramientas que se tienen para montaje en esas condiciones y resulta óptimo para el tipo de estudios que se realizan en él funcionando como una estación satélite. Cumple su propósito de ser temporal, de fácil instalación y económico, características que se necesitan replicar en el proyecto por diseñar. (Swedish Polar Research Secretariat, 2012).

Figura 3. Estación Svea



Nota. Reproducido de Ola Eksson, por Polar.se, sf., polar.se

Formal

Autor: UTECH

Título: Laboratorio móvil en funcionamiento.

Ubicación: Panamá

Un laboratorio compacto que se pueda integrar a unidades móviles (vehículo tipo van). Es parte de un programa que estudia entre otros temas la calidad del agua en Tonosí, Panamá con el objetivo de mejorar la calidad del agua. Es de 17m3 excluyendo el área del conductor. Cuenta con modificaciones como mobiliario de laboratorio, generador de electricidad, sistemas de alerta y seguridad, recolector de agua de desechos, lo que lo hace adecuado para operaciones en lugares remotos durante trabajos de campo prolongados. Se propone debido a la falta de acceso a laboratorios locales para el estudio de la calidad del agua en Panamá debido a condiciones rurales y remotas. Inicialmente se enfoca en Tonosí, pero se puede mover a cualquier parte del país, incluyendo áreas de difícil acceso donde las herramientas para el monitoreo del agua son escasas.

Al igual que el proyecto de la Antártica, resuelve un problema de accesibilidad a ecosistemas remotos. En este caso, es la modificación de un vehículo, lo que hace que aun así no pueda acceder a todos los terrenos. Sin embargo, se enfoca en el área en que se necesita específicamente y resuelve el problema planteado y necesidades específicas de los profesionales. (Olmos, J.E, Broce, K., et al, 2025).

Figura 4. Laboratorio Móvil



Nota. Reproducido de UTECH Panamá, por tvn-2, 2023, tvn-2.com

Concepto

Autor: Sevince Bayrak, Oral Göktaş (SO? Architecture&Ideas)

Título: Cabin on the Border

Ubicación: Turquía

El diseño de un espacio que se adapta a las condiciones climáticas de un lugar remoto usando el concepto de Micro-Living. Cada elemento diseñado cumple las funciones necesarias para variar ante cualquier factor que se presente en el sitio. Y todas estas funciones ocurren de manera manual. Además, es prefabricada y posteriormente colocada en el sitio. Cuenta con recolector de agua, tanques de agua, sistema para agua caliente, paneles solares, baterías, tanque séptico. El área total del espacio es de 18 m2. Es un espacio lejos de la civilización que permite vivir solamente con lo necesario y sin afectar el ecosistema que lo rodea.

Será importante para el diseño del espacio que todas las funciones también sean manuales, además que se complementen unas a otras y no sean elementos que resuelven un solo problema, sino varios al

mismo tiempo, ya que se busca ahorro en todo sentido. La manera en que se resuelve la ligereza, fácil montaje y las funciones manuales de este proyecto son factores importantes que se tienen que tomar en cuenta para el módulo. (SO? Architecture & Ideas, 2017).

Figura 5. Cabin on the Border



Nota. Reproducido de SO? Architecture and Ideas, por soistambul, s.f., soistanbul.com



Justificación

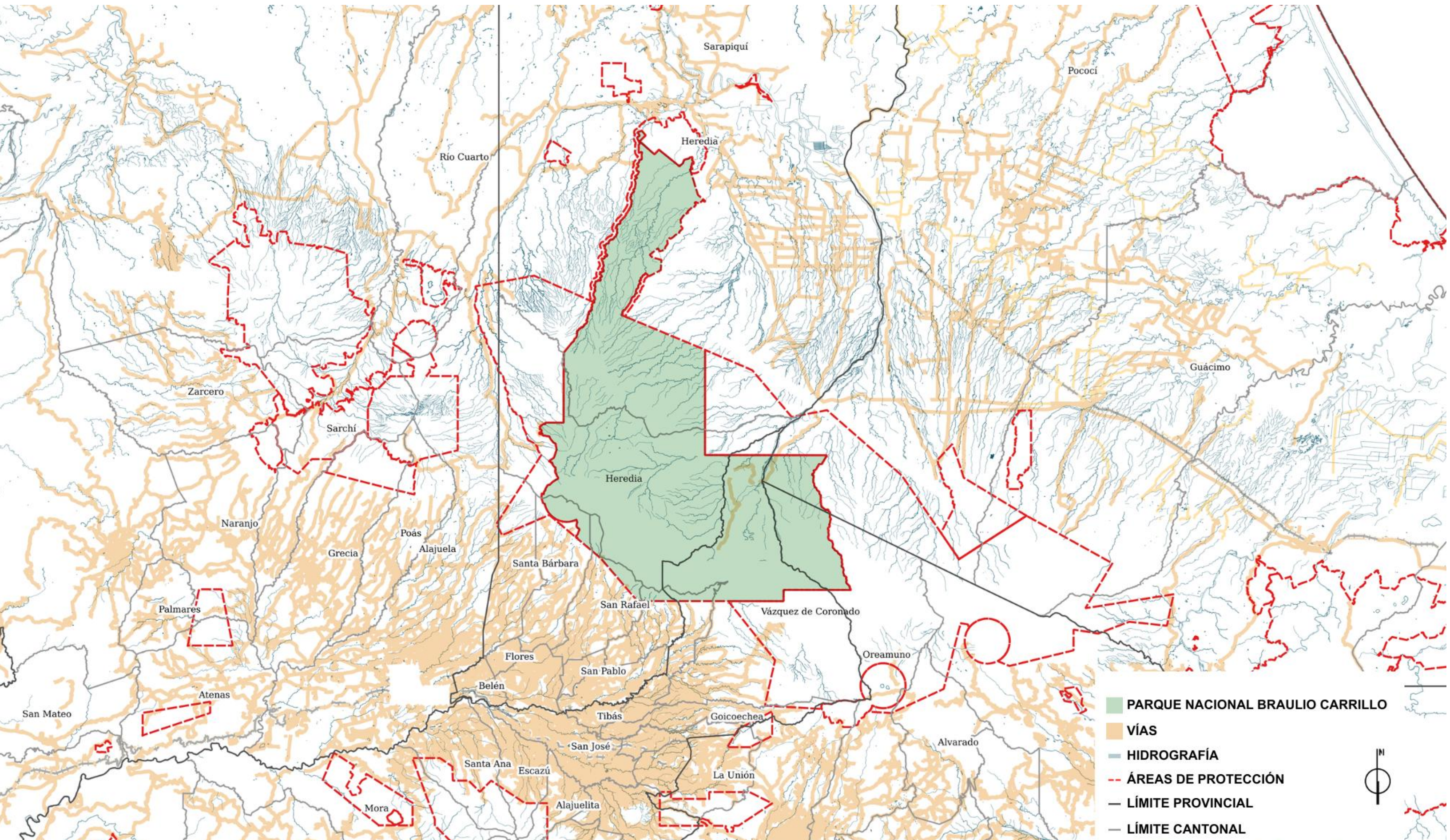
El diseño de habitáculo móvil que se plantea funcionará como una herramienta para facilitar la obtención y proceso de información del ecosistema a los profesionales. Parrish (2003), citado en SINAC (2016) afirma lo siguiente:

“Si no se miden los esfuerzos de conservación, no es posible evaluar el impacto de las intervenciones en la conservación de las Áreas Protegidas; ni tampoco generar un proceso de aprendizaje de los errores cometidos, ni determinar las necesidades de información y trabajo pendientes en los remantes de biodiversidad”

Así que, la creación de este elemento formará parte de un proceso que concluye en propiciar el estudio de los ecosistemas para la toma de decisiones en materia ambiental, lo que permite que sean evaluadas y corregidas. A su vez, da respuesta a un problema de presupuesto, personal y movilidad que afecta a las ASP.

El PNBC es un recurso importante del país, por lo tanto, se debe aprovechar su potencial ecológico. Mapeado en la figura 6, se puede observar la relación del Parque Nacional Braulio Carrillo con el contexto nacional. Es relevante no solo por el valor de la vida silvestre que hay en él, si no el recurso que representa para el desarrollo de actividades económicas como la agricultura, industria, turismo, consumo humano y desarrollo de proyectos hidroeléctricos. En él se originan tres cuencas hidrográficas importantes del país, hay varios edificios volcánicos, seis zonas de vida, variedad altitudinal y favorece a la conectividad entre varias ASP. También es el parque más cercano a los principales centros de población del país, volviéndolo el estudio del parque importante para el desarrollo.

Figura 6. Contexto general del Parque Nacional Braulio Carrillo



- PARQUE NACIONAL BRAULIO CARRILLO
- VÍAS
- HIDROGRAFÍA
- ÁREAS DE PROTECCIÓN
- LÍMITE PROVINCIAL
- LÍMITE CANTONAL

Nota. Autoría Propia a partir de información geográfica del SNIT.

Objetivo General

Desarrollar el diseño de un habitáculo mediante sistemas prefabricados adaptables de fácil montaje, como herramienta de apoyo al monitoreo ambiental para profesionales dentro del Parque Nacional Braulio Carrillo.

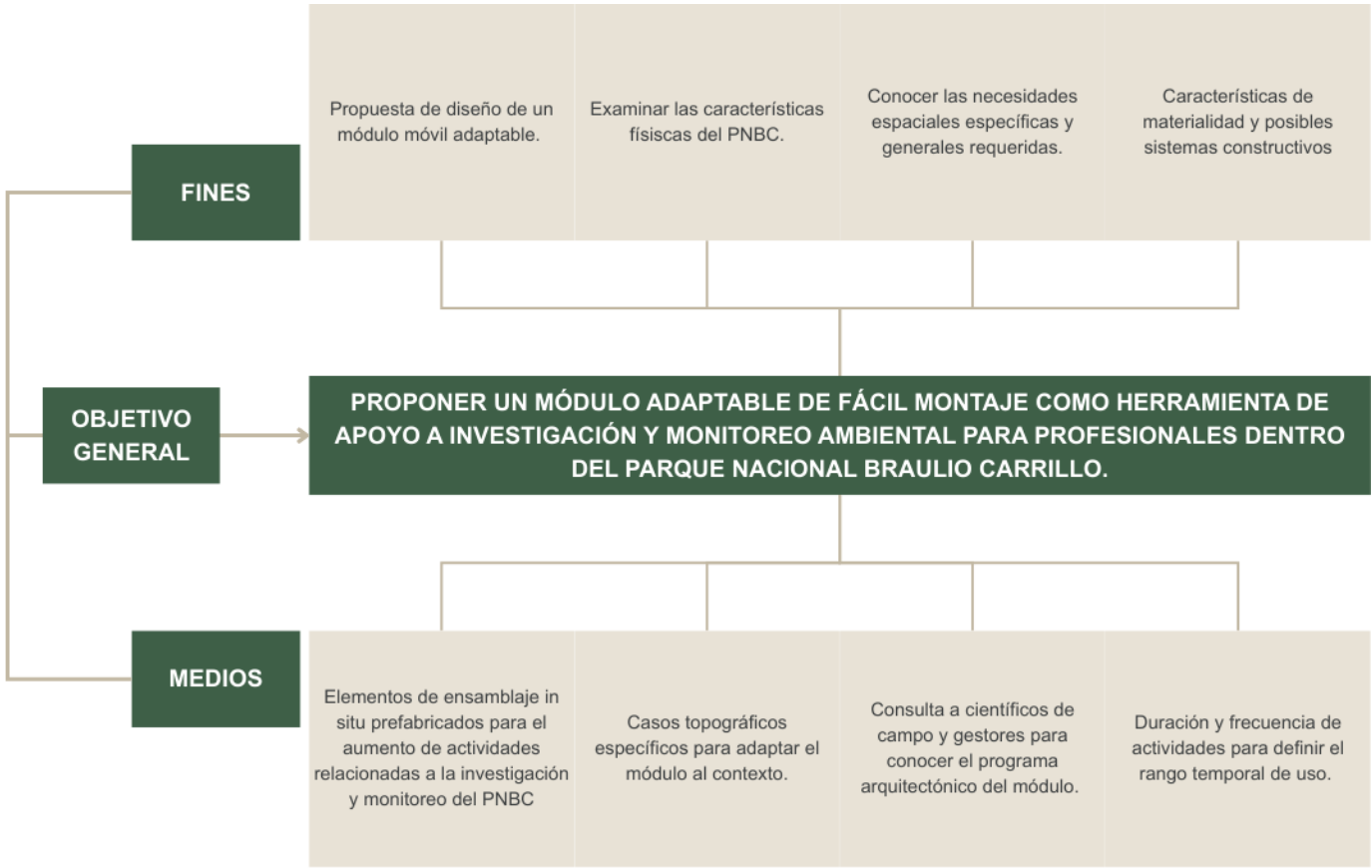
Objetivos Específicos

Identificar el programa de arquitectónico por medio de revisión de bibliografía y entrevistas a profesionales que contribuyen a la conservación ambiental.

Determinar las condicionantes del sitio de emplazamiento, para la fase experimental del habitáculo, mediante un estudio de caso específico dentro del Transecto Altitudinal Barva.

Elaborar una propuesta de habitáculo móvil de montaje manual con un sistema de elementos de ensamble prefabricados.

Figura 7. Árbol de objetivos



Nota. Autoría Propia.



Alcance

La investigación se centra en lograr el diseño de un habitáculo móvil y de fácil montaje que funcione como herramienta para el monitoreo y la investigación. Este refugio brinda un espacio físico confortable, además de las condiciones necesarias para los profesionales dedicados a la conservación ambiental. Se diseñó adaptado a las características del sitio, Transecto Altitudinal Barva, ubicado en el Parque Nacional Braulio Carrillo. Toma en cuenta el contexto del bosque, los periodos de uso y los campos de estudio específicos.

Se van a determinar factores de diseño como la materialidad, el ensamblaje, transporte, sistema constructivo y el programa arquitectónico necesario. También se toma en cuenta el presupuesto y la adecuación al Plan de Manejo del parque. Como recursos se utilizarán informes, estudios y métodos de trabajo del MINAE, CANIGA, SIMOCUTE, SINISA, RENIA, Ley orgánica de Ambiente, Ley Forestal y de Biodiversidad. Esto, junto con posibles consultas a profesionales en el área. Dentro de estos recursos se encuentran las restricciones relacionadas a las Zonas de Manejo del parque.

Este proyecto no toma en cuenta el turismo, la educación ambiental al público, usuarios como grupos de estudiantes ni giras didácticas. La investigación no busca una evaluación de resultados ecológicos ni restauración de ecosistemas o la creación de una metodología de monitoreo. No es una estructura permanente y no incluye mantenimiento ni operación a largo plazo, solamente la propuesta espacial inicial. Solamente está diseñado para el Transecto Altitudinal Barva del PNBC, orientado a los sitios que son de difícil acceso por densidad boscosa, distancia y topografía, sin embargo, sí puede ser replicable en otras condiciones si se realizan las modificaciones del sistema adecuadas.



Limitaciones

Dentro de las limitaciones se tiene el poco tiempo para el proceso investigativo. Asimismo, existe dependencia del tiempo de respuesta de los profesionales en el área para consultas y el análisis de los factores a considerar. Al ser la conservación ambiental un campo interdisciplinario, no se abordarán todas las áreas que trabajan dentro de este ámbito y la muestra de profesionales a los que se les realiza la consulta es solo una pequeña parte o enfoque de los posibles puntos de vista con respecto a los temas a tratar. Además, como el sitio se ubica dentro de un ASP, se requiere permiso de funcionarios para acceder a él, las condiciones ambientales y físicas no siempre permiten el acceso al sitio.

Con respecto a los recursos y la revisión de literatura sobre el tema de proceso de monitoreos in situ y giras de campo en Costa Rica, es difícil de acceder y escaso. Existen inconsistencias en la información que se encuentra y se proporciona. “Se identificaron inconsistencias entre reportes, falta de sistematización en indicadores clave (como métricas de impacto o rotación de personal) y datos incompletos o desactualizados sobre los planes de manejo, por ejemplo.” (Programa Estado de la Nación, 2025).

Refiriéndose a limitaciones físicas y contextuales a la hora de resolver el diseño se tienen las siguientes: El contexto dentro del bosque se vuelve reducido y complicado, por lo que es difícil primeramente para este proyecto, un análisis de sitio a profundidad y específico en la zona en la que se propone la instalación del habitáculo. Segundo, una vez propuesto el espacio, el transporte y montaje de este. Además, la topografía quebrada y la extensión del PNBC son factores que limitan las posibilidades de movilidad.

01

DIAGNÓSTICO

CUADRO FODA
MATRIZ FODA
ESTRATEGIAS
ESQUEMA SÍNTESIS

01 Diagnóstico

A partir de la definición de problema planteada, se determina que la investigación y el monitoreo del ecosistema se dificulta y no se puede realizar de forma continua por las condiciones complicadas del sitio y la poca disponibilidad de recursos.

Las condiciones físicas del PNBC, entre ellas, su extensión, topografía y densidad boscosa, se unen a las iniciativas políticas del Poder Legislativo que “atentan contra la conservación” (Sistema Nacional de Áreas de Conservación, 2019), instrumentos de planificación y manejo desactualizados y a la falta de presupuesto e iniciativas. Esto resulta en poco interés en realizar estudios al respecto.

Del 2020 al 2024 disminuyó el apoyo hacia las Áreas de Conservación en el país. Hubo bajas en temas de presupuesto, personal y horas dedicadas a estas áreas. Todo esto resulta en consecuencias tanto ambientales, sociales y económicas. En temas ambientales, desemboca en la falta de gestión ambiental, lo que ocasiona a su vez problemas sociales, ya que los centros de población dependen de recursos protegidos

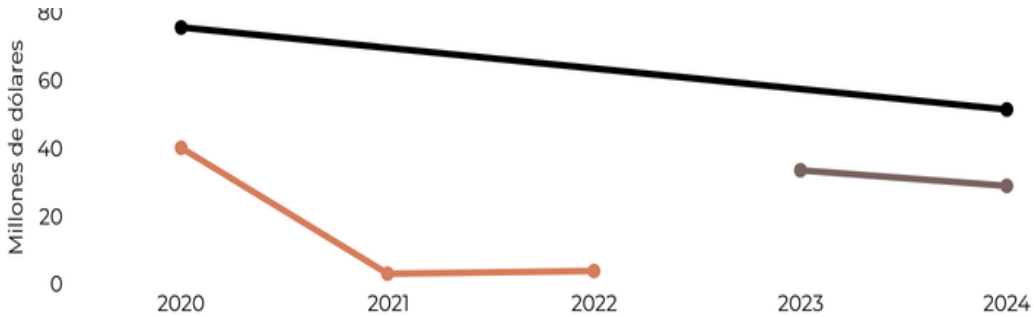
por los parques. También afecta directamente a las comunidades indígenas que dependen de las AC. Económicamente puede llegar a afectar ámbitos como el turismo y las actividades agropecuarias.

A continuación, se describen varios factores que han afectado directamente las actividades de monitoreo en las Áreas Silvestres Protegidas del país.

Con respecto al presupuesto destinado al SINAC, como se puede ver en la figura 7 con los datos tomados del Programa Estado de la Nación, 2025 que hubo una disminución del presupuesto. Pasó de ser 44 029 millones de colones en 2020 a 26 420 en 2024. A esto se le suma, que, por la baja en el número de visitas a las Áreas de Conservación, los ingresos por servicios y concesiones bajaron un 17,8%. La cooperación ambiental también tuvo una deserción del 2020 al 2022, generado principalmente por la pandemia del covid-19. En la figura 7 se puede observar como en el 2020 hubo ingresos de 40 millones de dólares, los cuales se redujeron a 3.7 en el 2022.

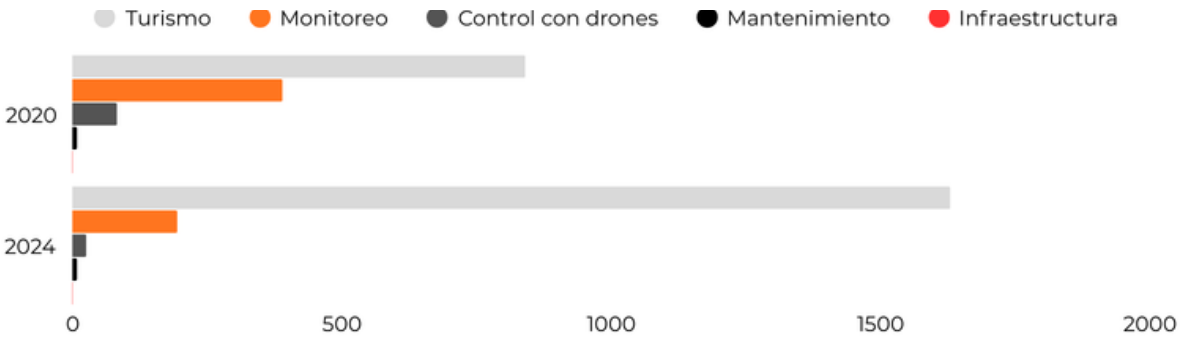
Otro aspecto, expuesto en la figura 8, es la minoración de actividades relacionadas con el monitoreo e infraestructura en los últimos años. Además, se puede observar la diferencia que hay entre la cantidad de actividades turísticas, con las relacionadas directamente con la protección del ecosistema.

Figura 8. Ingresos económicos 2020-2024



Nota. El gráfico representa la disminución de ingresos destinados a Parques Nacionales. Tomado de Programa Estado de la Nación, 2025.

Figura 9. Actividades en ASP 2020-2024



Nota. El gráfico representa la cantidad de actividades por sector que se realizan en las Áreas Silvestres de Protección. Tomado de Programa Estado de la Nación, 2025.

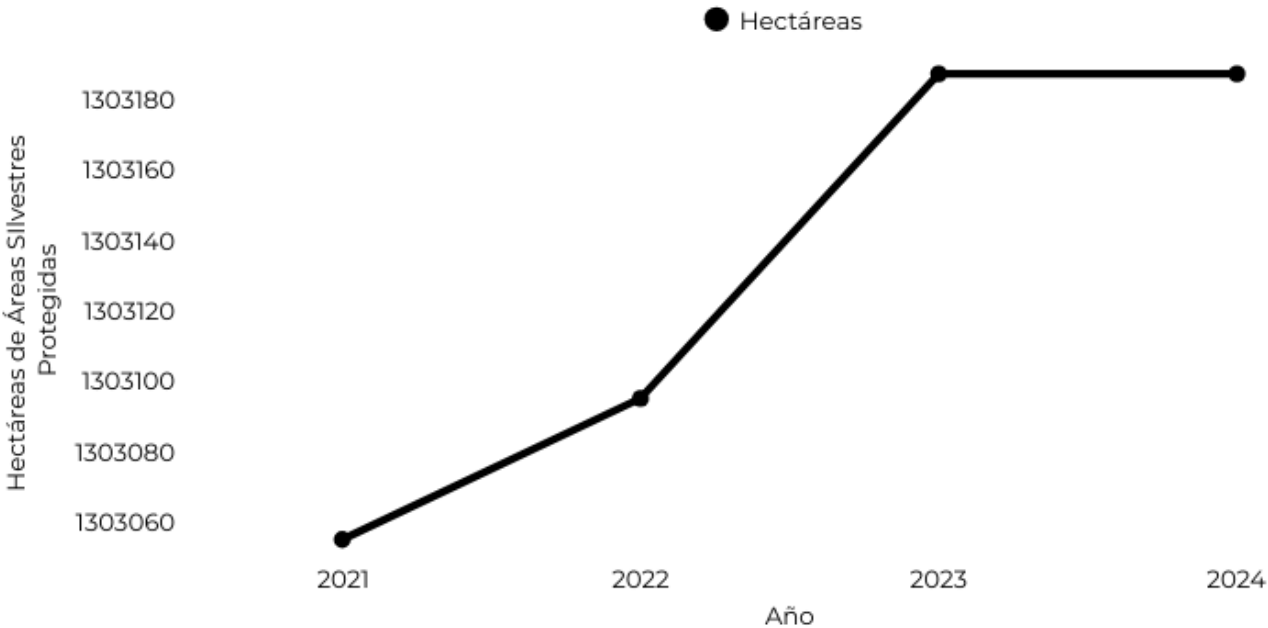
El monitoreo de fauna pasó de tener 390 observaciones en el 2020 a 195 en el 2024 y 83 operativo con drones en el 2020 que se redujeron a 10 en el 2023. Estas actividades son esenciales para conocer el estado de la biodiversidad, tener datos y evidencia necesaria para la correcta gestión de las áreas.

Por otra parte, uno de cada diez obras fue dedicadas a infraestructura nueva (2.9% de presupuesto) durante esos años. También se puede observar que mientras que el turismo aumenta la cantidad de actividades realizadas, las actividades de monitoreo se reducen para el 2024, lo cual puede ser dañino para el correcto funcionamiento de las áreas y podría llegar a afectar el turismo.

Al mismo tiempo que los presupuestos y el personal se reducen, la cantidad de hectáreas que pertenecen a Áreas Silvestres Protegidas se puede observar en la figura 10, aumentó de 1.303.055 en 2020 a 1.303.187 en 2024. Y, específicamente al PNBC, en años anteriores se le definen sus límites e incrementa la cantidad de hectáreas llegando aproximadamente a 50 000.

Entonces, se puede observar la falta de concordancia que existe con respecto a decisiones tomadas para la gestión ambiental. Por una parte, se reducen los recursos en general y por otra, se aumenta la cobertura de áreas a las que se tienen que proteger y que dependen de estos recursos.

Figura 10. ASP (ha) 2021-2024

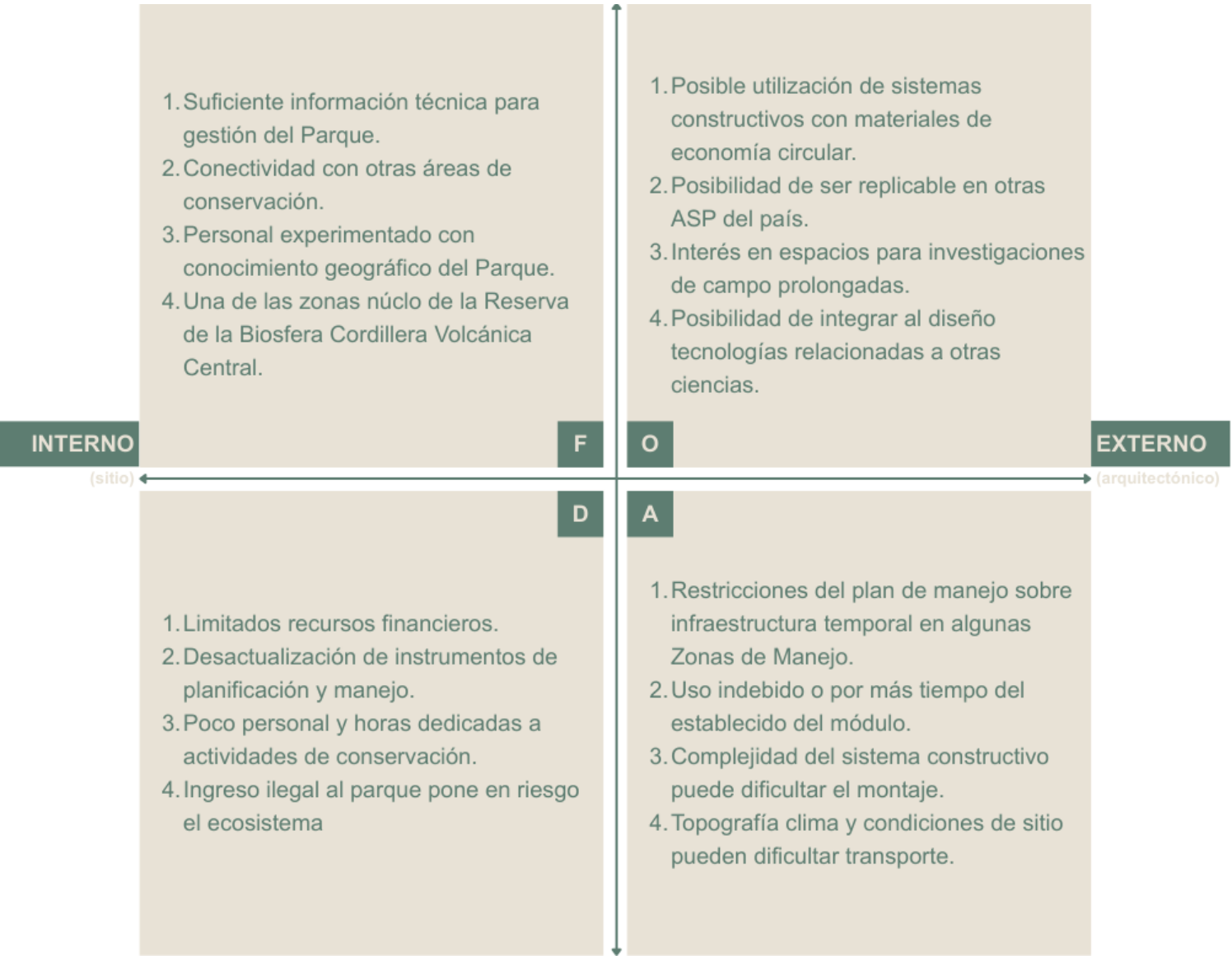


Nota. El gráfico demuestra el aumento de territorio cubierto por ASP. Tomado de Programa Estado de la Nación, 2025.

FODA

El siguiente cuadro FODA (figura 11) permitirá distinguir las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas del sitio y del proyecto a realizar. Se abordará de manera que las fortalezas y debilidades (aspectos internos) son reconocidas directamente del sitio, mientras que las oportunidades y amenazas (aspectos externos) son las que brinda el proyecto arquitectónico como solución. Como guía para los aspectos internos, se tomó el análisis FODA establecido por el Plan de Manejo del Parque Nacional Braulio Carrillo, enfocándose en los temas que corresponden con monitoreo, conservación ambiental y gestión del parque.

Figura 11. FODA

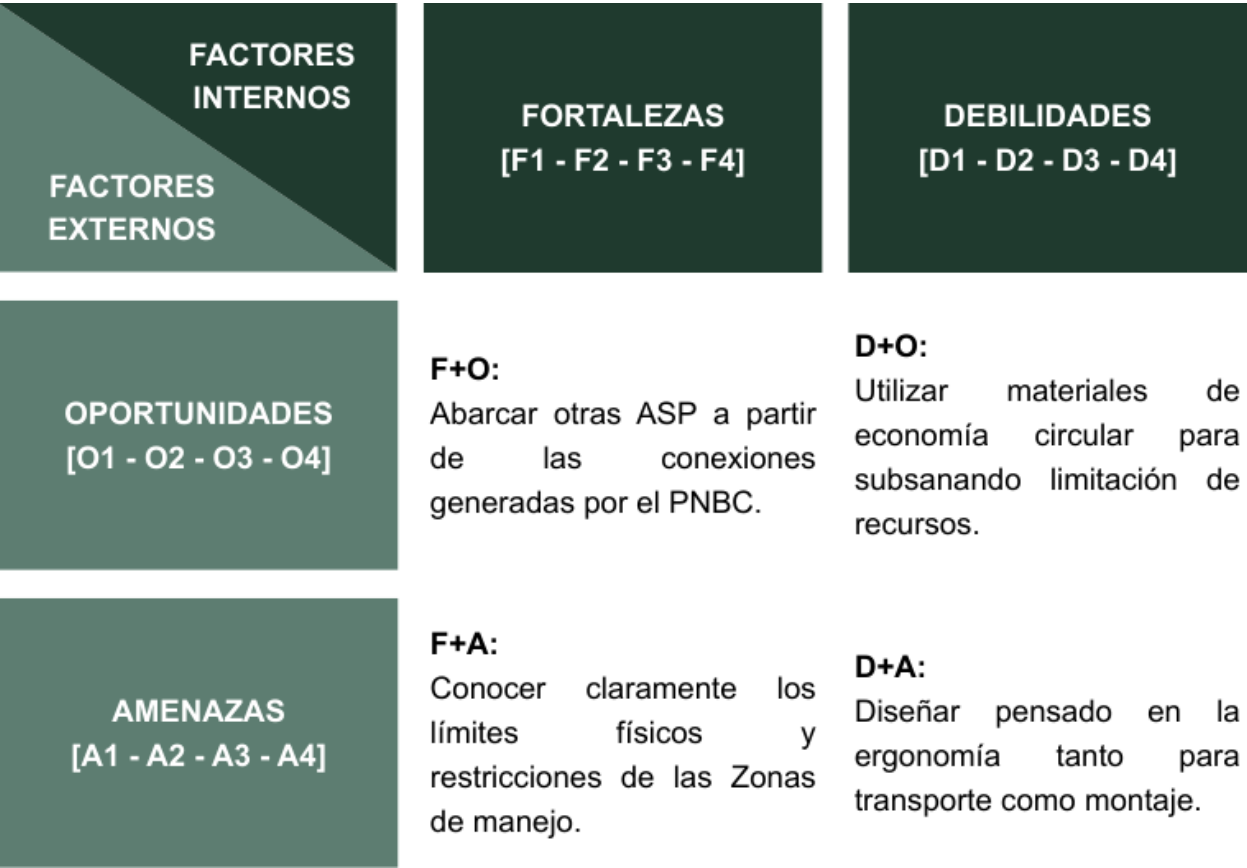


Nota. Autoría Propia.

Matriz

Tomando en cuenta el análisis FODA realizado, se seleccionan y unen los factores externos e internos para formar estrategias. En el primer cuadrante de la figura 12, se busca una estrategia para maximizar las fortalezas y oportunidades. Esta estrategia está relacionada con el aprovechamiento de la ubicación del PNBC para abarcar, a partir de este, otras Áreas Silvestres. Seguidamente, se determinaron las amenazas y debilidades que más afectan a la resolución del problema. Estas, están asociadas con la movilidad y el montaje del habitáculo dentro del parque. Los dos grupos restantes, DO y FA, determinan estrategias para minimizar los aspectos negativos y aprovechar las oportunidades y fortalezas que se tienen. Se obtuvo que las estrategias serían conocer claramente los límites físicos y, por otra parte, relacionada a la economía, la utilización de materiales adecuados a los recursos limitados que se tienen.

Figura 12. Matriz FODA



Nota. Autoría Propia.

Estrategia

Las estrategias, desarrolladas en la figura 13, permiten generar líneas de fuerza para que el proyecto se resuelva desde diferentes ámbitos. Es por esto, que se determinan porcentajes de fuerza a aplicar de acuerdo con las necesidades y problemas.

Para la estrategia F.O, se aplicará un 30%, ya que el problema de la movilidad dentro del parque es vital para el funcionamiento correcto del habitáculo. A los grupos F.A y D.A, se les aplica a ambos un 25%. El contexto físico del parque y las normas son dos factores que van a determinar límites en cuanto a decisiones de diseño y de cómo se resuelven las necesidades. Finalmente, se le aplica un 20% a D.O, ya que la sostenibilidad en aspectos materiales y temporales son aspectos igualmente importantes, aunque no sea la problemática principal.

Figura 13. Estrategias

FORTALEZAS F.O.	El uso de los módulos como base satélite dentro del PNBC para mejorar la movilidad dentro del bosque y así llegar a áreas más alejadas o fronteras de otras ASP.
DEBILIDADES D.O.	Se aplica el concepto de economía circular a los materiales y así puedan tener un ciclo de vida prolongable. Esto, pensando siempre en la capacidad de permanencia durante rangos de tiempo determinados.
OPORTUNIDADES F.A.	Políticas ASP, el Plan Director de Áreas Silvestres Protegidas y Plan general de manejo como guía para diseño y conocimiento de limitantes en cuanto a emplazamiento.
AMENAZAS D.A.	Se comprende las capacidades de transporte dentro del PNBC, ya sea con o sin asistencia de un vehículo. De la misma manera se consideran elementos ergonómicos para el transporte y montaje manual.

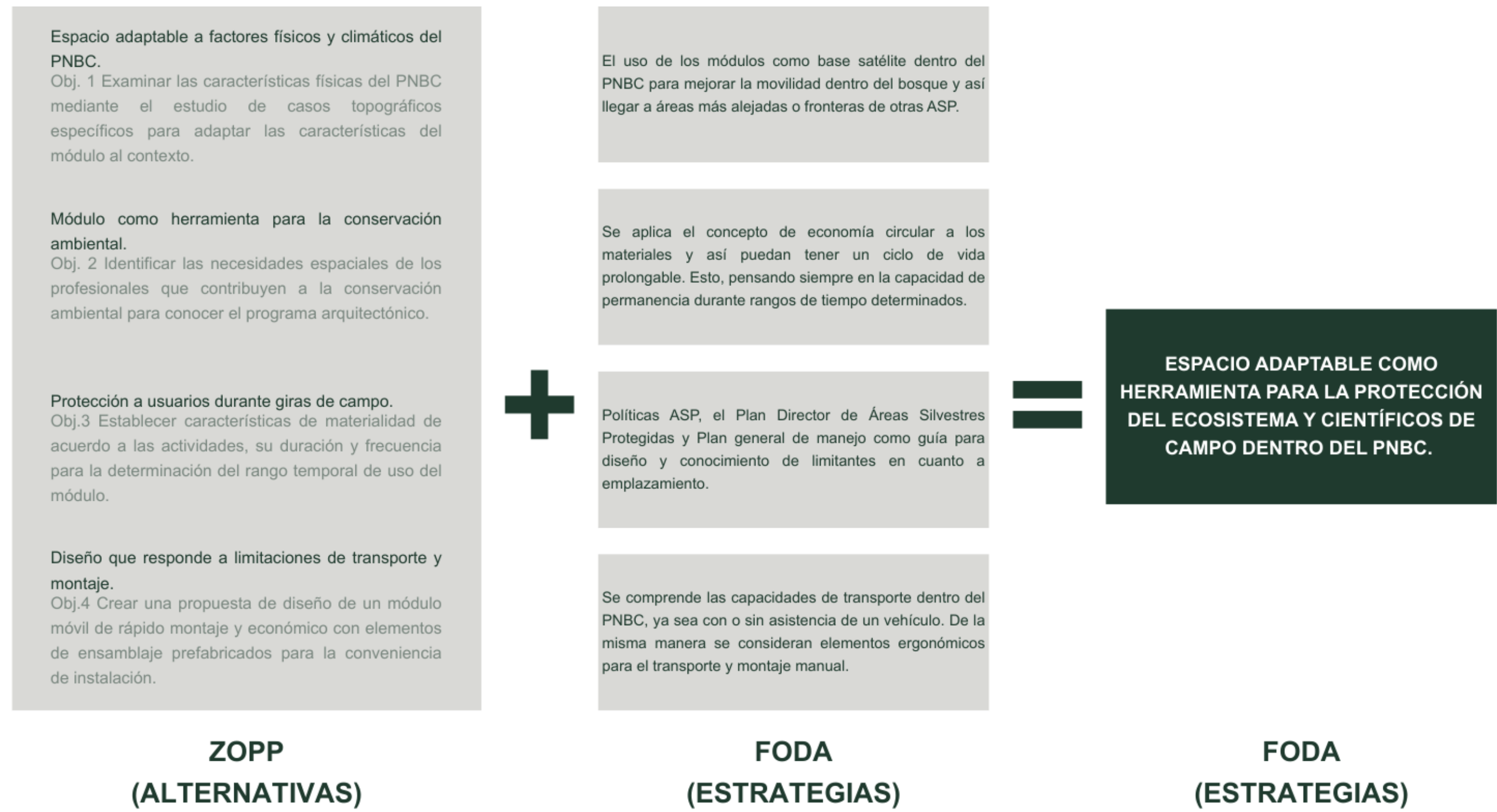
Nota. Autoría Propia.

Síntesis

Como resultado del análisis FODA, se obtienen los siguientes parámetros desarrollados en la figura 13: el refugio debe ser un espacio que, al estar implantado, facilite la movilidad dentro del bosque. La materialidad y resolución constructiva debe tomar en cuenta el presupuesto destinado a las áreas de conservación, los usos que vaya a tener, la capacidad de permanencia en los rangos de tiempo determinados. Se debe centrar en el mínimo impacto ambiental al ser implantado y posterior a su retiro del sitio, resolviendo las limitantes técnicas ambientales del PNBC. Finalmente, resolver la cuestión del transporte y montaje, utilizando la ergonomía y antropometría como base para facilitar los procesos.

Estos parámetros tienen como resultado una estrategia FODA direccionada a crear un espacio habitable para la protección del ecosistema y científicos de campo dentro del PNBC

Figura 14. Esquema síntesis



Nota. Autoría Propia.

02

MARCO TEÓRICO

FUNDAMENTOS TEÓRICOS
ENFOQUES
REFERENTES
CONTEXTO
MARCO NORMATIVO
CONCEPTUAL

2.1.1 Áreas ambientalmente frágiles y ambientes extremos.

2.1.2 Habitabilidad.

2.1.3 Espacio mínimo, ergonomía y antropometría.

Síntesis del subcapítulo.

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1

2.2.1 Adaptabilidad a contexto y usuarios (universal vs. particular).

2.2.2 Modular como respuesta a la operación, accesibilidad y transporte.

2.2.3 De efecto reversible.

ARQUITECTURA PARA LA INVESTIGACIÓN EN COSTA RICA Y EL PNBC

2.2

3.1 “The Impact of a Mobile Laboratory on Water Quality Assessment in Remote Areas of Panama.” Jorge E. Olmos Guevara, et al., 2025.

3.2 “Hábitat en condiciones extremas: estación submarina costarricense para la exploración y entrenamiento avanzado nómada CREATUS” Nayla F. Carvajal Calvo, 2024.

3.3 Shinto Shrine. D Environmental Design System Laboratory, Kikuma Watanabe.

3.4 Cabin on the Border SO? Architecture & Ideas. 83

Síntesis del subcapítulo.

REFERENTES

2.3

- 2.1.1 Áreas ambientalmente frágiles y ambientes extremos.
- 2.1.2 Habitabilidad.
- 2.1.3 Espacio mínimo, ergonomía y antropometría.

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1

2.1 Fundamentos Teóricos

El estudio de las condiciones ambientales y físicas que caracterizan los ambientes naturales remotos permite comprender los problemas que se enfrentan al diseñar espacios funcionales que brinden confort. Para resolver estos problemas es necesario tener noción de algunos conceptos que orienten el diseño. El sitio al estar dentro de una ASP tiene elementos que se asocian al concepto de ambiente frágil. A su vez, el concepto de ambiente extremo puede relacionarse al sitio por su extensión, densidad del bosque y topografía. Además del ambiente físico externo, se debe tomar en cuenta al usuario y las actividades que realizará dentro del espacio. Juntos, proporcionan una lista determinada de variables a resolver para proporcionar habitabilidad y ergonomía en el diseño. La suma de estos conceptos, determinan los procesos para ser transportados, instalados y utilizados de manera eficaz y racional.

2.1.1 Áreas ambientalmente frágiles y ambientes extremos

Los ambientes extremos, según Smith 2005 mencionado en Akhanolu y Ebosele 2025, son “ambientes donde las condiciones constituyen un desafío para sobrevivir, ya sea climático, económico o social. En estos espacios, el hombre u otras formas de vida morirían si no tuvieran algún tipo de protección.” El Psicólogo Peter Suedfeld, mencionado en Meusburger y Bishop, 2021, los describe en dos dimensiones: la radicalidad y la inusualidad al compararlos con ‘ambientes normales’.

Tomando en cuenta estas dos definiciones, un bosque con las características del PNBC se diferenciaría de un ambiente normal ya que cumple con la radicalidad al poseer peligros físicos y discomfort, además de ser inusual por el grado de adaptación que requiere un humano al encontrarse dentro del bosque y por esto demanda algún tipo de protección.

Entre los rasgos distintivos que presenta un ambiente extremo están las características físicas del entorno, las dinámicas sociales que ocurren al estar dentro del espacio y la respuesta psicológica del individuo al mismo. Es por esto por lo que los ambientes extremos requieren de algún tipo de adaptación

por parte de los individuos. Adaptaciones que mínimamente deberían cumplir para llegar a vivir, o en el caso de este proyecto, trabajar dentro del ecosistema. El resguardo de la salud física y psicológica, el que la adaptación promueva la realización efectiva de las tareas y la protección a los individuos de lesiones son algunos de estos requerimientos (Kring 2008 mencionado en Akhanolu y Ebosele, 2025).

Por otra parte, se clasifican en el país las Áreas Ambientalmente Frágiles (AAF). Entre las consideradas como áreas ambientalmente frágiles en el país están Las Áreas Silvestres Protegidas, Zonas de recarga acuífera, Áreas con cobertura boscosa, Territorios indígenas entre otras, mencionadas en la Tabla 2 (Pomareda, E. et al, 2014).

En el Capítulo I, artículo 3° del Reglamento General sobre los Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) N° 31849-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC se define un área ambientalmente Frágil como:

“Espacio geográfico que en función de sus condiciones de geo aptitud, de capacidad de uso del suelo, de ecosistemas que lo conforman y su particularidad sociocultural; presenta

una capacidad de carga restringida y con algunas limitantes técnicas que deberán ser consideradas para su uso en actividades humanas. También comprende áreas para las cuales, el Estado, en virtud de sus características ambientales ha emitido un marco jurídico especial de protección, reserva, resguardo o administración.”

Otros autores las definen como un área con atributos ambientales que ameriten cuidados especiales ya que contribuyen a la protección o creación de vida silvestre, estabilidad de suelo, entre otras funciones ecológicas vitales (Ministry of Water, Land and Air Protection, Ecosystem Standards and Planning Biodiversity Branch, 2004). Las funciones ecológicas vitales, en el caso del PNBC podrían ser, por ejemplo, la importancia de su hidrografía para los principales centros de población del país o la conectividad que genera entre otras áreas silvestres protegidas.

Las AAF tienen como objetivo considerar variables para facilitar la toma de decisiones cuando se vaya a desarrollar cualquier tipo de actividad dentro de ellas. Al tomar en cuenta estas variables se promueve un diseño de proyecto que resuelve las limitantes técnicas ambientales y se logra realizar la actividad sin

que estas áreas sean un impedimento para el desarrollo del proyecto, siempre y cuando la legislación vigente lo permita (Secretaría Técnica Nacional Ambiental, s.f).

Según las definiciones anteriores, en las que se determina que un AAF es un área de valor ambiental que debe ser protegida por sus características como lo es el ecosistema único, las limitaciones técnicas ambientales que posee y el aporte de beneficios al ser humano, el PNBC se considerará para este proyecto como un área ambientalmente sensible.

Como consecuencia la instalación de un habitáculo de refugio dentro del parque debe cumplir ciertos requerimientos. La capacidad de solucionar limitantes con un diseño apto tanto para el ecosistema como para los usuarios, favorecer a la conectividad en términos de movilidad dentro del PNBC y adherirse a los marcos jurídicos planteados de protección, reserva, resguardo o administración.

Tabla 2. Áreas Ambientalmente Frágiles en Costa Rica

Áreas Silvestres Protegidas	
Parques Nacionales	Zonas Protectoras
Reservas Forestales	Reservas Biológicas
Refugios Nacionales de Vida Silvestre	
Humedales	Reservas Marinas
Áreas Marinas de Manejo	Monumento Nacional
Impacto Ambiental	
Ríos	Quebradas
Nacientes	Lagunas
Áreas Suceptibles a Emergencias	
Área de recurso arqueológico	
Área con cobertura boscosa natural	
Zona Marítimo Costera	Zonas de Recarga Acuífera
No inscritas oficialmente	
Reservas Privadas no inscritas	
Corredores Biológicos	Territorios Indígenas
Vacíos de Conservación	

Nota. Elaboración propia con base en datos Guía Ambiental “Vías Ambientales con la Vida Silvestre. Comité Científico de la Comisión de Vías y Vida Silvestre (Pomareda, E. et al, 2014)

2.1.2 Habitabilidad

Una vez definido para el proyecto el PNBC como un sitio ambientalmente sensible y extremo, surge la pregunta de qué tan habitable es. Para introducir el concepto de habitabilidad, este proyecto se va a considerar habitable en dos aspectos:

1.Habitabilidad del espacio creado para el habitante y para el ecosistema.

- mientras está instalado el habitáculo
- cuando se desinstala el habitáculo

2.Habitabilidad del espacio natural para el habitante y para el ecosistema.

- mientras está instalado el habitáculo (condición de refugio)
- cuando se desinstala el habitáculo

Se pretende que el habitáculo tenga la función de protección hacia el ambiente (en el sentido de conservación ambiental) y a su vez al individuo que lo utiliza (protección del ambiente extremo). A continuación, se presentan características con las que se resuelve la habitabilidad en ambos aspectos.

El término habitabilidad, según la Real Academia Española, es la cualidad de habitable que a su vez proviene del latín habitābilis. “Los actos rituales inherentes a una condición del habitar” es el habitus. Estos hábitos asignan mandamientos que son mecánicos, espontáneos, permanentes y relacionados a la adaptación, estas disposiciones los conocemos como necesidades (Lima, 1992 mencionado en Espinosa, 2017). Es decir, cuando habitamos un lugar, realizamos ciertas actividades repetidamente hasta que estas se convierten en hábito y luego necesidad resultando en modificaciones al espacio físico.

“La habitabilidad depende del propósito del hombre dentro del ambiente, el tiempo que permanecerá y el tipo de desempeño que espera lograr” (Kubis 1967 mencionado en Meusbürger y Bishop, 2021). Como se va a ocupar el espacio va a ser determinado por las actividades que se realizan en él, la adaptación del módulo debe ir acorde al propósito de la investigación que realice cada científico. Al ser un habitáculo utilizable por diferentes disciplinas este propósito debe ser adaptable. La flexibilidad en cuanto a espacios, emplazamientos, actividades y tareas se vuelve un elemento básico para resolver el diseño. También, como lo menciona Kubis, depende del tiempo. La solución formal para un espacio que va a estar dispuesto por

tres meses dentro del bosque va a ser diferente al que debe resistir por un año completo, adecuándose a factores ambientales y al uso de diferentes usuarios. También hay variaciones en el sentido de los periodos de uso que se le pretenda dar, cuánto tiempo va a estar el científico dentro del habitáculo o fuera de él. La habitabilidad, depende del desempeño que se quiera lograr, pero este desempeño al mismo tiempo se va a ver directamente afectado por qué tan habitable es el refugio.

En un espacio cuyo diseño no está solucionado, las tareas que realice el científico van a ser alteradas y el desempeño se va a ver afectado. Es por esto en Wise, 1988 mencionado en Meusbürger y Bishop, 2021 define desde el punto de vista de la psicología que la habitabilidad espacial es la manera en que el volumen y la geometría del espacio afecta el desempeño, bienestar y comportamiento humano. La formalidad del habitáculo responde directamente a las actividades, tiempos, objetivos de los usuarios y va a afectar su comportamiento y desempeño.

Ya se estableció que escala y proporción del habitáculo son variables que responden a las actividades, otro factor relacionado al propósito que se plantea es la escala. Por el contexto físico y ambiental donde el

refugio se emplaza, se busca una respuesta espacial mínima. Primero, en el sentido de afectación mínima al hábitat y segundo respecto al espacio mínimo habitable. Como resultado de un espacio mínimo, la configuración espacial y cada elemento del diseño como el mobiliario, equipos y sistemas deben ser pensados para facilitar la práctica. Entonces, el espacio debe ser un lugar donde exista la posibilidad de que las actividades se engrandezcan y desarrollen de la mejor manera posible, reflejando la configuración de cada uno de los elementos que integran el diseño, dándole la identidad que responde al lugar y al usuario (Espinosa, 2017).

Para conformar el hábitat se consideran 3 elementos según Espinosa, 2017: el habitante, habitando y el espacio habitado. En el contexto de la arquitectura y para este trabajo podrían establecerse respectivamente como usuario, uso y contexto. Para lograr esta característica de habitabilidad en los dos aspectos (contexto y usuario) se implementan características que se desarrollarán en los subcapítulos posteriores, como lo son el espacio mínimo, la ergonomía, la adaptabilidad, reversibilidad y modularidad.

2.1.3 Espacio mínimo, ergonomía y antropometría.

La respuesta espacial mínima que se busca para el proyecto no puede ser concretada sin tomar en cuenta la ergonomía y la antropometría. El espacio mínimo debe estar correctamente distribuido y escalado para que el usuario trabaje sin ser limitado de ninguna manera. El espacio mínimo, considera los conceptos de habitabilidad como la actividad, el propósito y el desempeño, además de aspectos físicos antropométricos y ergonómicos con el fin de que sea resuelto para que el usuario desarrolle su actividad plenamente.

Una definición apropiada de ergonomía es el diseño del lugar de trabajo y todos los elementos del entorno para ajustarlos al trabajador. (Niebel mencionado en Obregón, 2016). Esta definición tiene raíces en las investigaciones científicas realizadas a partir de la Revolución Industrial, donde se le dio importancia al bienestar del trabajador, aspectos fisiológicos y dimensionales. Sin embargo, el ser humano siempre ha practicado la ergonomía, se puede ver evidenciado en los utensilios de la etapa primitiva. (Obregón, 2016). Por otra parte, Bustamante, 2022 define la ergonomía etimológicamente como “las condiciones de la actividad del hombre”. Para la arquitectura, las actividades realizadas moldean el espacio, asignan la forma.

Entonces, esta definición abre el contexto no solo al trabajo si no a cualquier actividad realizada por el ser humano y las circunstancias generadas al realizar dicha actividad.

Existen variedad de definiciones, sin embargo, Obregón, 2016 concluye que coinciden en cuatro aspectos. La multidisciplinariedad, para la creación del espacio de trabajo o la resolución de un problema ergonómico se toman en cuenta diferentes materias. Estas trabajan en conjunto y son la antropometría, psicología, fisiología y biomecánica (Agost y Vergara, 2015). Las variables que intervienen en un sistema de trabajo para que funcione eficazmente. La prioridad a la persona como ser integral y en la búsqueda de su propia realización. Y, finalmente, el interés por el aumento de rendimiento, buscando disminuir costos del sistema productivo (Obregón, 2016). Una definición general uniendo estos elementos mencionados podría definir a la ergonomía como el estudio interdisciplinario que estudia las interacciones en el espacio para la realización y rendimiento en conjunto del humano con su entorno.

La ergonomía estudia cuatro elementos durante el proceso de trabajo con el objetivo de brindar eficiencia, eficacia, seguridad y comodidad. Estos elementos son: el objeto, que podría describir como el

producto, el medio, la organización y las actividades. De nuevo, resaltando la importancia de la actividad que se realiza para la creación de un diseño apto (Obregón, 2016). Para el refugio adaptable que se propone, los objetos, medios y actividades pueden llegar a variar de un tipo de investigación a otra, pero siempre mantienen su función dentro de los procesos.

A pesar de que la ergonomía tiene varios enfoques, este trabajo se apoya en algunas clasificaciones desde el punto de vista de la especialización mencionadas por Obregón 2016 de acuerdo con la International Ergonomics Association. Estas tienen un enfoque biométrico, ambiental y de la ergonomía de concepción. El enfoque ergonómico será descrito y desarrollado posteriormente.

A partir de lo establecido con respecto a la ergonomía es posible regresar al concepto del espacio mínimo, el cual debe interpretarse como el resultado de los principios ergonómicos y antropométricos. Le Corbusier, 1930 mencionado en Robles, 2012 propone lo siguiente:

“La explotación doméstica consiste en una secuencia regular de funciones precisas. La secuencia regular de estas funciones constituye un fenómeno de circulación. La circulación

exacta, económica, rápida, es la clave de la arquitectura contemporánea. Las funciones precisas de la vida doméstica exigen diversos espacios cuya capacidad mínima puede ser fijada con bastante precisión; a cada función le corresponde una capacidad mínima tipo, estándar, necesaria y suficiente (escala humana)”

A pesar de que se propone pensando en la vivienda, esta propuesta tiene cierta concordancia con la definición de los hábitos a la que se refiere Lima, 1992 mencionado en Espinosa, 2017. Es la repetición lo que crea secuencias regulares de funciones precisas, lo que crea circulaciones exactas y si se conocen las circulaciones exactas, entonces se conoce la capacidad mínima.

Un ejemplo de análisis y aplicación del espacio mínimo es el vagón de tren que, como establece Espinosa, 2017. A inicios del siglo XX, para Le Corbusier el vagón se vuelve un hito de la unidad espacial mínima por la precisión, síntesis y economía de mobiliario. Concibiendo como el punto de partida de la unidad habitacional mínima. Este, comparte características a su vez de la vivienda primitiva, que al igual que el proyecto que se realizará, es nómada. Otras características mencionadas de la vivienda primitiva es

que debía ser desmontable, transportable y modulable. Se adapta a las necesidades dentro de un espacio ajustado y suficiente para las necesidades (Prió, 2019).

Prió, 2019 define el concepto de burbuja como el espacio que es inmediato al ocupante y del cual diferencia la carcasa del objeto espacial. Ambos, permitiendo diferentes tipos de movilidad. En el caso de este proyecto, la membrana exterior permitiría el movimiento contenido dentro del habitáculo, mientras que el habitáculo en sí permite ser desplazado e implantado donde se requiera. De la misma forma que lo hace el vagón y la vivienda primitiva.

La antropometría es otro principio que complementa a la ergonomía como una manera de enfrentar los problemas de espacio mínimo, transportación e implantación del diseño. Esta permite las adaptaciones dimensiones correctas del objeto y espacios de trabajo según las condiciones que presente el contexto, usuario, uso y actividad. Estudia al humano según las medidas antropométricas normalizadas que son sentado, de pie y los segmentos del cuerpo, además de las funciones y alcances.

Síntesis del subcapítulo

A partir de los conceptos desarrollados se establecen fundamentos teóricos que definen pautas de diseño como guía para las posibles configuraciones del habitáculo adaptable.

En cuanto a aspectos del entorno, se obtiene que el Parque Nacional Braulio Carrillo tiene las características de un ambiente extremo y de un área ambientalmente sensible, lo que implica que en el diseño se minimice la alteración del ecosistema y a su vez se adapte al usuario. Para hacer esto posible, es necesario considerar variables de habitabilidad como lo son el propósito, tiempo de permanencia y desempeño esperado. Se les suman a estos parámetros, la necesidad de flexibilidad espacial y adaptabilidad al entorno físico según las posibles disciplinas, actividades y periodos de uso. Lo anterior, tomando en cuenta que la respuesta de diseño debe tener la cualidad de ser una mínima espacialmente, para reducir el impacto ambiental y optimizar la realización y rendimiento dentro del espacio. Para lograr esto, se deben seguir principios de ergonomía y antropometría, garantizando que la configuración espacial responda directamente al objeto, medio organización y actividades.

Entonces, los fundamentos teóricos que generan pautas de diseño específicas permiten resolver una propuesta arquitectónica que es capaz de implantarse al ecosistema, facilitar el trabajo, proteger y responder a las condiciones del sitio.

- 2.2.1 Adaptabilidad a contexto y usuarios (universal vs. particular).
- 2.2.2 Modular como respuesta a la operación, accesibilidad y transporte.
- 2.2.3 De efecto reversible.

ARQUITECTURA PARA LA INVESTIGACIÓN EN COSTA RICA Y EL PNBC

2.2

2.2 Arquitectura para la investigación en Costa Rica y el PNBC

Peris, en Arquitecturas para la investigación, s.f., estudia varios proyectos de la arquitectura para la ciencia y la industria diseñados por el arquitecto Miguel Fisac. El autor comenta sobre las soluciones estructurales en los espacios industriales del arquitecto y los caracteriza como lugares idóneos para la experimentación y creación de espacios neutros, que tienen cabida a diferentes actividades. A pesar de que las obras de Miguel Fisac en este ámbito eran industriales y científicas, se pueden observar en la figura 15 y 16 distintas soluciones arquitectónicas, las cuales resuelven de distintas formas las necesidades requeridas.

Por otro lado, los autores Montejano y González, 2015 se cuestionan sobre la definición y pautas para el diseño de centros de investigación lo siguiente:

“¿la actividad de la investigación es tan flexible que esos espacios no deben limitarse a lineamientos o estándares establecidos? O ¿es que los diversos campos de investigación

no permiten una estandarización de lo que podría considerarse parámetros mínimos de diseño para su construcción?”

Con respecto a estas preguntas, es necesario tener claro que las actividades científicas se rigen por reglas meticulosas, buscan resultados exactos y precisos. Los espacios para estas actividades, por lo tanto, requieren un objetivo claro que responde a necesidades específicas y brinda seguridad a los usuarios. Arce, 2023 en su proyecto de graduación considera que aspectos ambientales como la temperatura y humedad deben ser controlados ya que “los procesos son repetitivos y cualquier alteración ambiental puede arruinar la investigación”.

Las características que debe tener la arquitectura para la investigación varían según el uso que se le vaya a dar, lo que se estudie, el mobiliario y equipo específico que se necesite. Sin embargo, es posible que dentro de la arquitectura para la investigación se puedan distinguir características relevantes, ya sea funcionales o de expresión, que son compartidas y pertenecen a campos de conocimiento diferentes (Montejano y González, 2015).

Una de las características básicas para el funcionamiento del habitáculo y por lo tanto de las investigaciones realizadas es que el espacio físico le propicie la investigación científica al usuario. Dentro de este arquetipo, los componentes espaciales proveen el espacio físico necesario para la realización de las funciones. Estos componentes espaciales tienen funciones que para que el espacio sea ideal, deben ser adaptables con variaciones mínimas para varios propósitos (Yalveh y Seyed, 2017).

Las repeticiones funcionales y formales permiten tener una columna vertebral la cual seguir cuando se comienza a diseñar el proyecto. Y es que “un espacio pensado y diseñado desde un inicio para cumplir una función específica, siempre favorecerá la productividad, habitabilidad, interacción entre sus usuarios” (Montejano y González, 2015).

Figura 15. Laboratorios JORBA Miguel Fisac



Nota. Tomado de Clásicos de Arquitectura: Laboratorios JORBA (La 'Pagoda') / Miguel Fisac [Fotografía], por Archdaily, s.f., Fundación Fisac (<https://www.archdaily.mx/mx/913758/clasicos-de-arquitectura-laboratorios-jorba-la-pagoda-miguel-fisac>).

Figura 16. Edificio del Concejo Superior de Investigaciones científicas



Nota. Todas las imágenes de esta lámina tomado de Guía-Obra Escogida [Fotografía], por Fundación Fisac, s.f., Edificio Central del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (<http://fundacionfisac.com>).

Requerimientos técnicos y espaciales

La Organización Mundial de la Salud, en su Manual de Bioseguridad en el Laboratorio, establece pautas y consideraciones generales para que se diseñe el espacio de manera segura y eficaz. Antes de comenzar, es necesario realizar una evaluación del riesgo de cierta actividad que se realizará dentro del espacio. En esta, se analiza la probabilidad de que se produzca un incidente y también cómo actuar ante estos, se estudian los agentes biológicos, procedimientos, flujos de trabajo, almacenaje de muestras y desechos.

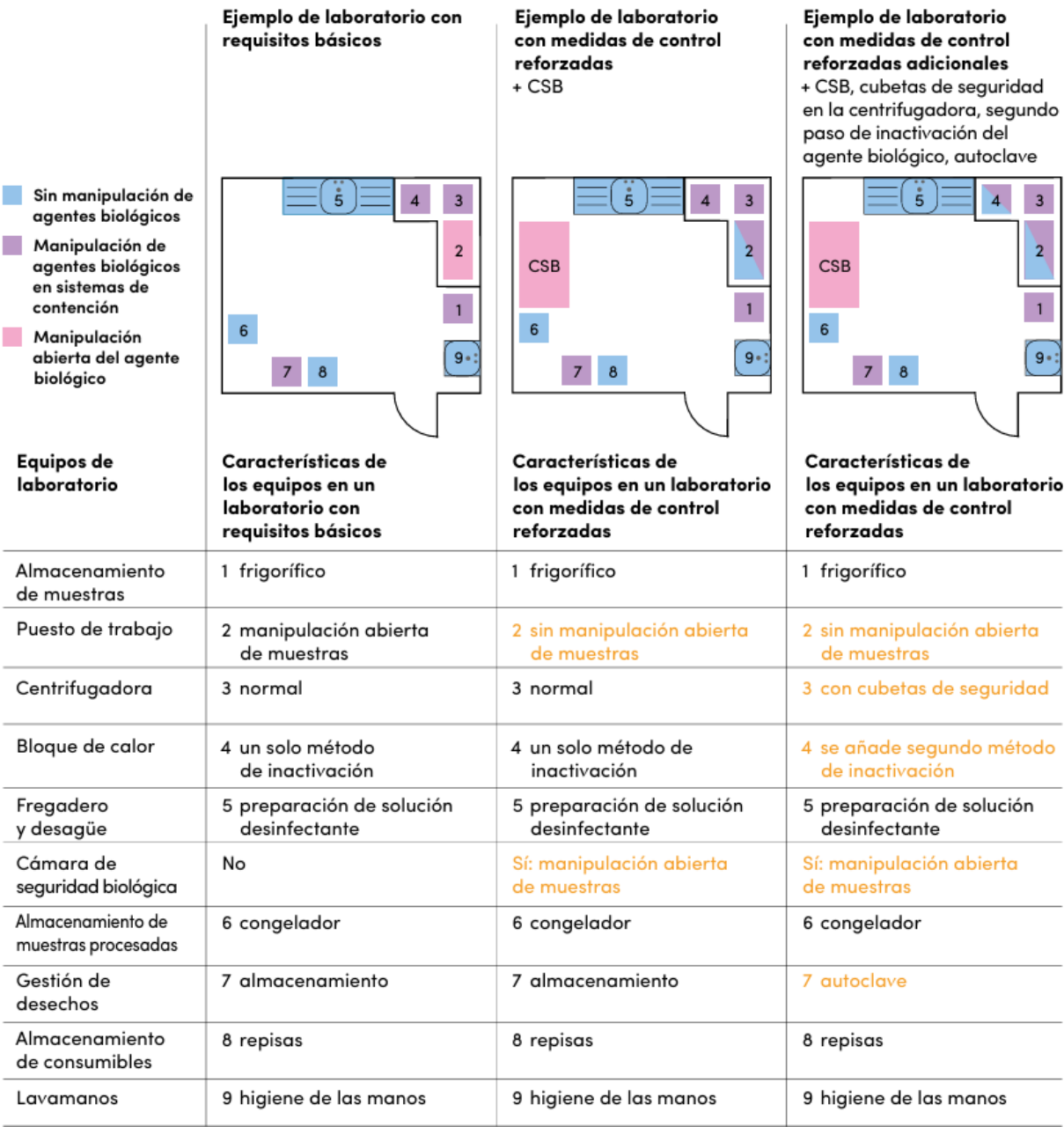
La superficie útil del laboratorio debe cumplir con condiciones como la circulación del personal de manera segura, en caso de emergencias existe el suficiente espacio para moverse rápidamente y las actividades realizadas dentro del laboratorio se pueden realizar de manera segura eficiente y ergonómica. Además de esto es necesario el espacio suficiente para instalaciones destinadas a uso personal. Con respecto al almacenamiento, se debe tener la capacidad de guardar distintos tipos de materiales de forma

segura a largo y corto plazo. Estos espacios de almacenaje deben ser especializados para guardar productos peligrosos (inflamables, corrosivos u oxidantes), muestras o desechos. Para los desechos, se deben disponer de modo que no afecten a otras zonas o al personal de laboratorio y se debe determinar si es necesaria la separación de residuos.

Por otra parte, las superficies y acabados deben ser fáciles de limpiar, impermeables y resistentes. En la tabla 3 se describen especificaciones para las paredes y suelos, ventanas, puertas y mobiliario según las pautas en el Manual de Bioseguridad.

Para la realización de diseño, se recomienda en el manual la confección de diagramas de flujo ya que “permiten a la dirección del laboratorio y al equipo de diseño comunicarse de manera eficaz en una plataforma común” (Organización Mundial de la Salud, 2022). El manual, presenta un ejemplo un diagrama de flujo (figura 17) para laboratorio con requisitos básicos, en el que se dividen las actividades y mobiliario en lo que no manipulan agentes biológicos, cuando se manipula el agente biológico en contención y el espacio que manipula abiertamente el agente. Al conocer los pasos del proceso investigativo y las actividades que se realizan, se da una mejor respuesta a las necesidades espaciales.

Figura 17. Diagrama de flujo dentro del laboratorio



Contexto de Parques Nacionales y Áreas Silvestres Protegidas

Dentro de las áreas de conservación del país la mayoría de las investigaciones están relacionadas con temas de biología, ecología de las especies silvestres y sobre grupos taxonómicos. Dentro de estos temas se enfoca en el estado de la biodiversidad funcional y servicios ecosistémicos, la gestión de ecosistemas frente al cambio global (rehabilitación, conectividad, recuperación de poblaciones) y la interacción de actividades humanas con los ecosistemas y servicios que proveen (SINAC, 2014).

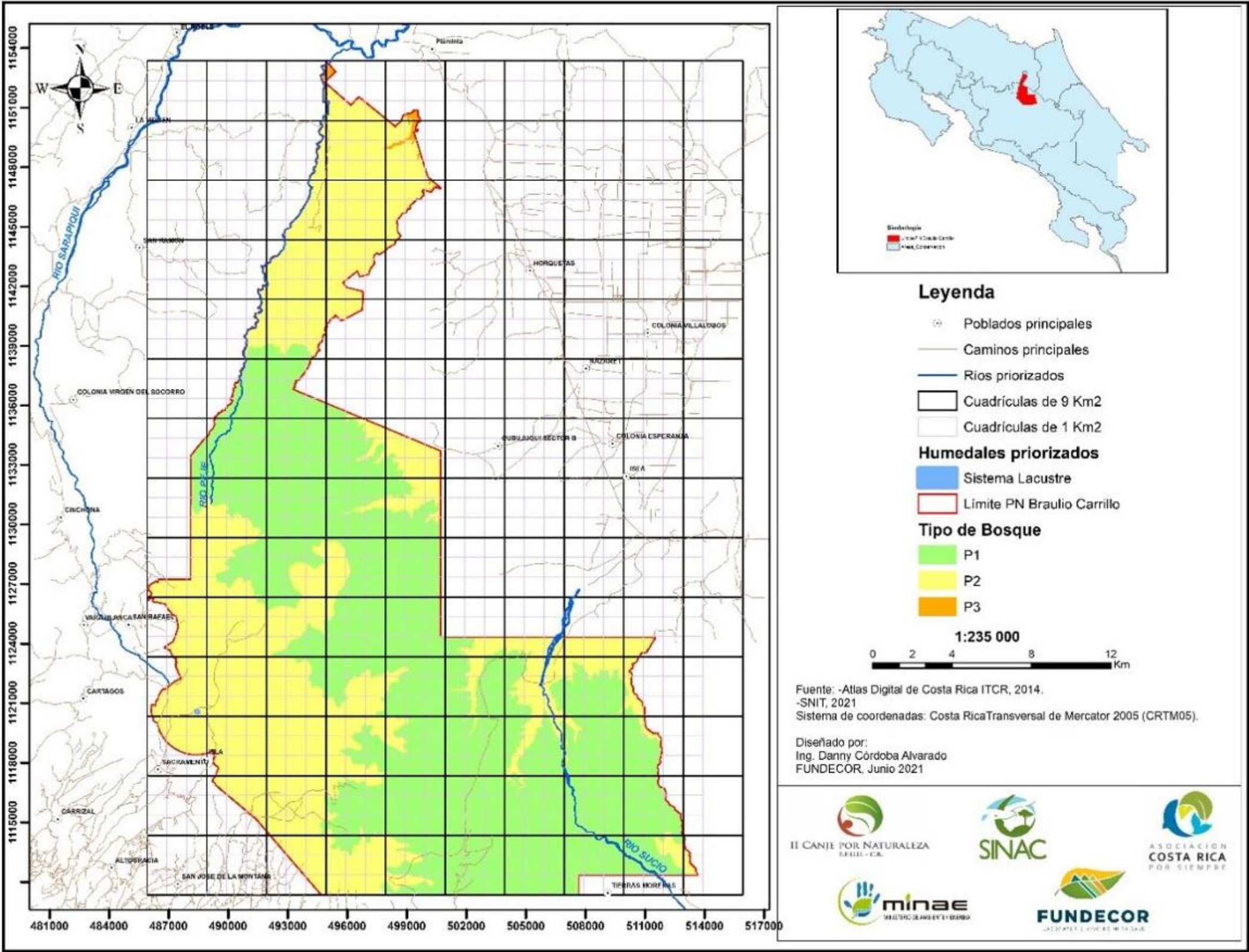
En la estrategia Nacional de Investigación del SINAC 2014-2024, se propone una metodología para encontrar las necesidades de investigación en las Áreas de Conservación. En esta se establecen perfiles de proyectos de investigación priorizados en temas de gestión ambiental por área de conservación y se agruparon en tres categorías: especies, ecosistemas y vacíos de conservación, y ordenamiento y manejo.

Específicamente dentro del Área de Conservación Central se determinan los siguientes perfiles: determinación de ecosistemas vulnerables, acciones de mitigación para especies en peligro de extinción, medidas de manejo para especies de fauna en conflicto (SINAC, 2014). Y, para el área particular del Parque

Nacional Braulio Carrillo, el Plan Monitor de la Integridad Ecológica 2021, establece como elementos focales ecosistemas boscosos, la avifauna y el sistema fluvial (SINAC,2021).

Dentro del Parque, hay sitios priorizados en los que el Plan propone colocar puntos de muestreo los cuales son definidos por el Área Silvestre Protegida tomando en cuenta las limitantes topográficas y de accesibilidad (figura 18). Además, se establecen temporalidades de muestreo en épocas del año adecuadas (SINAC,2021). En cuanto a otras actividades realizadas dentro del PNBC está el monitoreo biológico mensual en ciertos transectos, la instalación de cámaras trampa y colectas. (Plan de Investigaciones del Parque Nacional Braulio Carrillo 2017-2021).

Figura 18. Zonas de Manejo Parque Nacional Braulio Carrillo



Nota. Tomado de “Plan General de Manejo del Parque Nacional Braulio Carrillo” (p. 16), por Sistema Nacional de Áreas de Conservación, 2019, Ministerio de Ambiente y Energía (<https://www.sinac.go.cr/ES/planmanejo/Plan%20Manejo%20ACC/Plan%20General%20de%20Manejo%20del%20Parque%20Nacional%20Braulio%20Carrillo.pdf>).

Figura 19. Lista de equipo según tipo de investigación

INDICADORES DE AGUAS EPICONTINENTALES		
MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS	PECES	AGUA (FÍSICO QUÍMICO)
• Red tipo D entomológica • Cronómetro • Bandeja blanca • Pinza entomológica • Regla • Aireador	• Aireador • Atarraya • Balde • Caña de pescar	• Oxígenómetro • Cintas pH • Disco Secchi
INDICADORES DE SISTEMAS Y GRUPOS TERRESTRES		
MAMÍFEROS NO VOLADORES	MURCIÉLAGOS	BOSQUES
• Cámara trampa • Cable con candado • Barerías AA • Cargador de baterías • Tarjetas de memoria • Lector de tarjetas y disco duro • Caja plástica con tapa sellada • Sobres o cápsulas de desecante • GPS • Brújula • Mapas plastificados • Nivel • Bolsa impermeable • Machete	• Machete • Red de niebla • Guía murciélagos • Guantes AVES • Binoculares • Guía aves • Libreta • Cinta métrica • Telescopio • Trípode • Grabadora de sonidos de aves	• Pintura fosforescente • Placas metálicas • Clavos • Tubos • Hojas contra agua • Cintas diamétricas • Brújula • Escalera de aluminio • Troqueles • Cinta métrica • Martillo • Delantal • Cuchillo • Cubierta

Equipo

Otro aspecto importante sobre el tipo de actividad y usuarios es el equipo necesario para cada actividad. A partir del Plan de Investigaciones del Parque Nacional Braulio Carrillo 2017-2021, se puede derivar una lista de equipo necesario para las actividades investigativas. Como se puede ver en la figura 19, se dividen las actividades en la obtención de indicadores de aguas epicontinentales y de sistemas y grupos terrestres, cada actividad con su respectiva lista de equipo para investigación.

Esto quiere decir, que a pesar de que las investigaciones científicas son variadas, se mantienen dentro de un grupo manejable (biológico y ambiental) en cuanto a la cantidad de funciones y actividades que se realizan dentro del hábitaculo a desarrollar.

Nota. Adaptado de “Plan General de Manejo del Parque Nacional Braulio Carrillo” (p. 34-37), por Sistema Nacional de Áreas de Conservación, 2019, Ministerio de Ambiente y Energía (<https://www.sinac.go.cr/ES/planmanejo/Plan%20Manejo%20ACC/Plan%20General%20de%20Manejo%20del%20Parque%20Nacional%20Braulio%20Carrillo.pdf>).

2.2.1 Adaptabilidad a contexto y usuarios (*universal vs. particular*)

Se estableció anteriormente que la arquitectura para la investigación requiere flexibilidad con variaciones mínimas para adaptarse a las funciones requeridas. Otto Frei, 1974 en el Seminario Internacional de Arquitectura Adaptable citado por Medina, 2006 define la adaptabilidad como la “capacidad de una construcción para acomodar de forma pasiva o activa a diferentes tipos de requerimientos o funciones”. La adaptabilidad puede ser aplicada en diferentes formas. Richard Larry Medlin, mencionado por Colmenarez, 2009 clasifica los tipos. La adaptabilidad al contexto se refiere a variaciones culturales, físicas y climáticas. La adaptabilidad interna responde a los cambios en objetos introducidos por el hombre como los sistemas y equipamiento. Mientras que la adaptabilidad al contexto responde a factores externos y afecta la envoltura o la separación entre afuera y adentro, la interna se adapta a los usos del espacio.

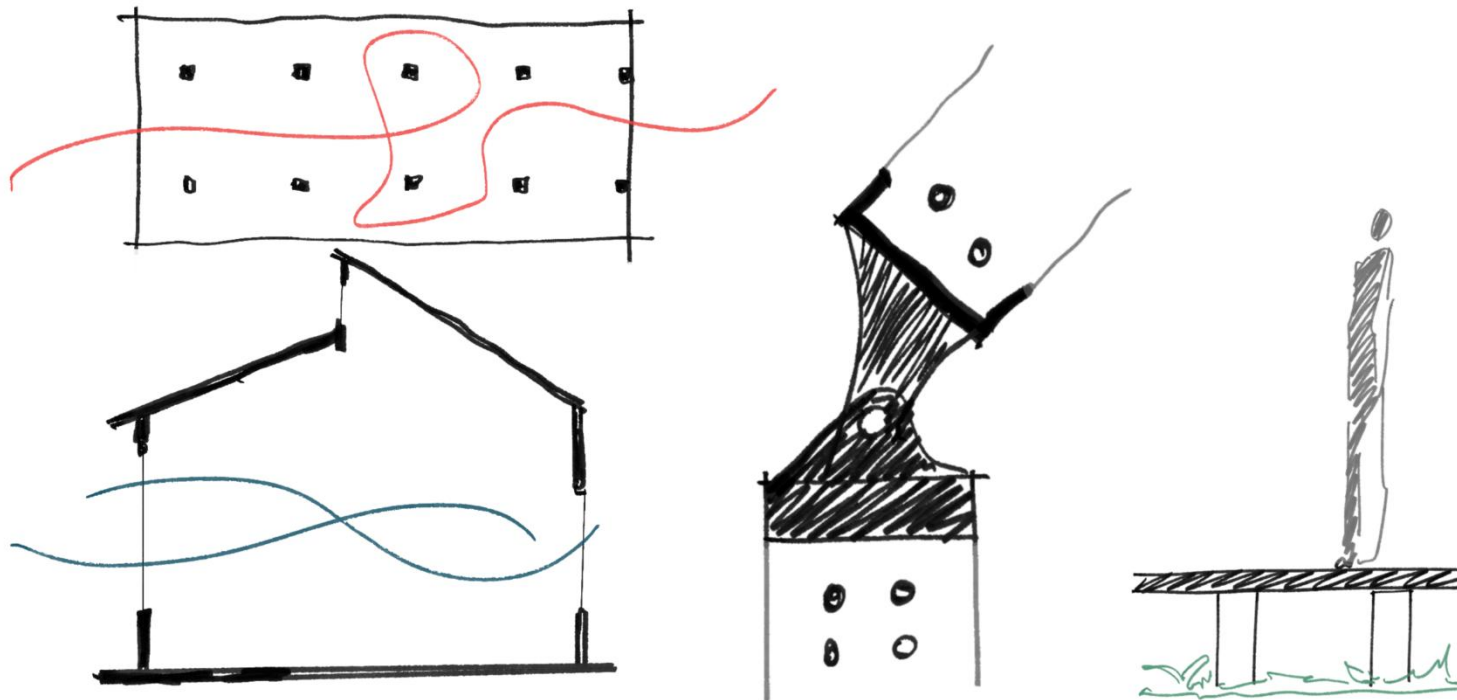
Medina, R. y Acosta, L., 2006 por otra parte, lo distinguen en adaptabilidad pasiva y activa. En la figura 20 se ilustran las principales características de los procesos de adaptación arquitectónica según estos autores. Por un lado, la adaptabilidad pasiva no requiere movimiento, sino que por medio de elementos

estandarizados se crea un espacio flexible o libre que se puede adecuar al desarrollo de diferentes actividades. En cambio, la adaptabilidad activa ya sea con mecanismos independientes a la estructura (como pieles y paneles) o sistemas estructurales se transforma o se transporta según las necesidades, volviéndose un sistema dinámico que permite la readecuación integral.

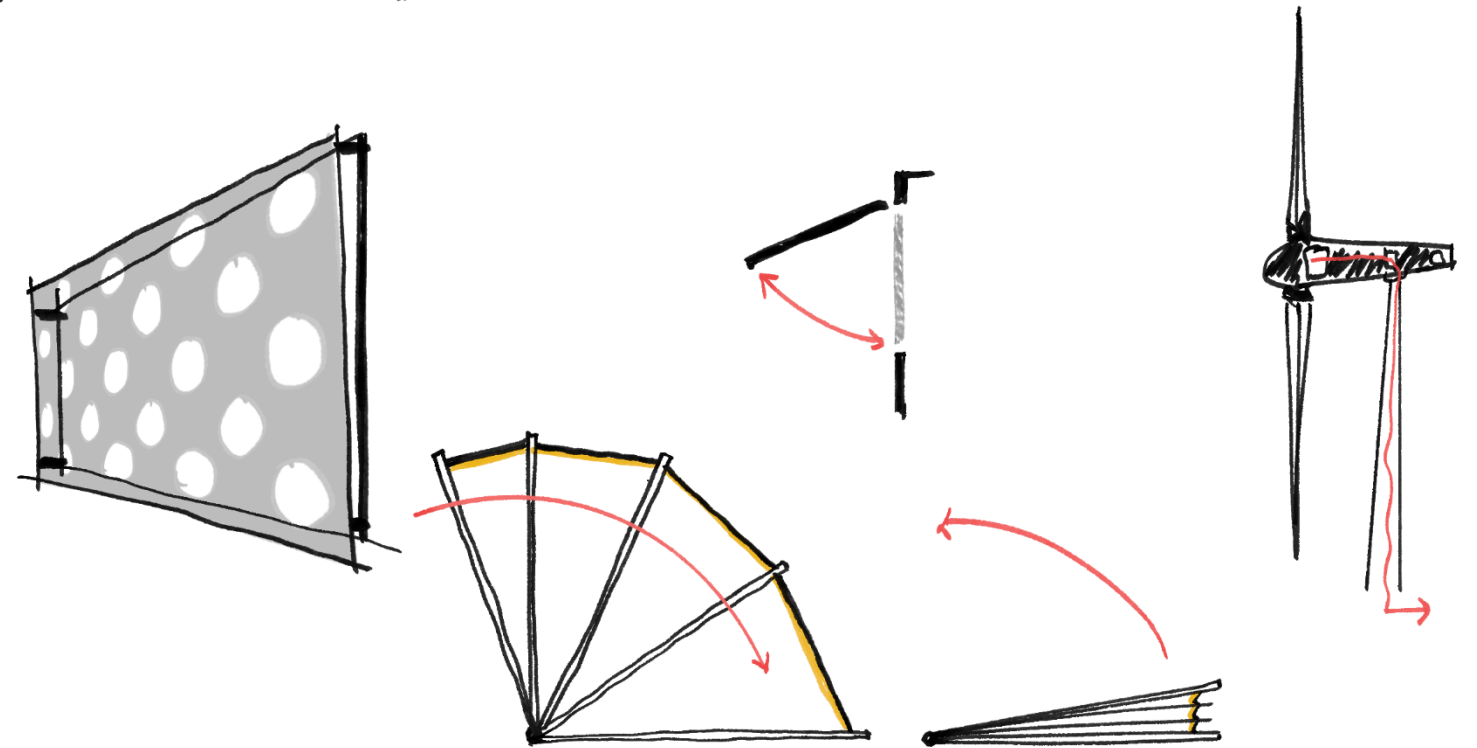
Dentro de la adaptabilidad pasiva se tienen plantas libres que permitan un espacio multifuncional, común en laboratorios, edificios relacionados con la educación u oficinas. Asimismo, sistemas prefabricados o con elementos que se adecúan a procesos constructivos que una vez instalados son permanentes. Los sistemas que generan respuesta de manera inmóvil como la ventilación cruzada, son otro ejemplo de adaptabilidad pasiva. Relacionado a la adaptabilidad activa, se encuentran los elementos como pieles que respondan a condiciones ambientales, elementos que interactúan con el ambiente como los sistemas eólicos, elementos móviles capaces de regular condiciones internas y elementos ensamblables (Medina, R. y Acosta, L., 2006).

Figura 20. Características de la adaptabilidad pasiva y activa

ADAPTABILIDAD PASIVA



ADAPTABILIDAD ACTIVA



Nota. Autoría Propia.

2.2.2 Modular como respuesta a la operación, accesibilidad y transporte

Los sistemas estructurales estandarizados que permiten la adaptabilidad se resuelven de forma modular. La arquitectura modular la describe Anchorena 2020 como la “realización de un sistema que permite cualquier tipo de modificación, variación, adición o sustracción sin comprometer otros elementos.” Sumándose a los conceptos que se acaban de describir con respecto a la adaptabilidad, la arquitectura modular, permite la confección de sistemas adaptables pasivos.

Se puede tomar el módulo como una unidad de medida la cual se puede replicar universalmente, que sigue estándares universales o como una unidad de programa que está abierta a variaciones programáticas, no es estándar. Estas perspectivas juntas hacen que exista una estandarización en cuanto a medidas que no restringen el programa del habitáculo y se pueden reorganizar según se necesite. Como consecuencia, hay adaptabilidad en el espacio hacia el entorno y a funciones futuras (Anchorena, 2020).

El proceso constructivo de espacios modulares se desarrolla a partir de un sistema compuesto por estructura, piel, servicios, espacio y sitio. La construcción prefabricada permite resolver el proceso constructivo de estos elementos de manera eficiente, siempre y cuando surja de un análisis del contexto, las necesidades y el presupuesto (Anchorena, 2020).

La arquitectura modular también puede ser definida como el “diseño de sistemas compuestos por elementos separados que pueden conectarse preservando relaciones proporcionales y dimensionales” (Serretino y Molina, s.f.). Ambas definiciones concuerdan en que la existencia del módulo permite modificaciones, sin comprometer la célula en sí. Lo que lo vuelve ideal para adaptaciones a contextos de sitio difíciles y variables.

Además de ser una buena respuesta espacial, soluciona otros aspectos necesarios para el funcionamiento del habitáculo. Al aplicar la coordinación modular, se hace una relación entre los componentes de un edificio, los materiales y el diseño lo que disminuye desperdicios, tiempos y permite ajustes en componentes (Ortega, 1961).

Al igual que Anchorena divide la adaptabilidad en 5 categorías (estructura, piel, servicios, espacio y sitio), M. Roger Grégorie divide el sistema modular desde un punto de vista más técnico en secciones (perfiles, barras, tubos, cables), unidades (bloques, ladrillo) y compuestos (mobiliario, puertas, ventanas). Al separar estos componentes, se facilita la manipulación, el transporte y el trabajo en obra (mencionado en Moya, s.f).

Una ventaja con respecto a recursos materiales y de personal es que se “facilita la intercambiabilidad de componentes, cualquiera sea el material, forma o método de fabricación” (Norma INTE/ISO 2848, mencionada en Roldán, 2010). Si fuese necesario la sustitución de algún módulo o componente para adecuarlo específicamente a una actividad, el que exista una unidad de medida modular facilita procesos.

En cuanto al transporte, las piezas que conforman los módulos de habitáculo se diseñan de tamaños adecuados para su desplazamiento. Sánchez en su tesis doctoral, analiza el diseño de las Cabañas Nissen construidas en Inglaterra cerca de 1916. Estas tenían un sistema de despiece que permitía su fácil transporte

y montaje en pocas horas. En el caso de este proyecto, el transporte se limita casi siempre al que podría realizar un grupo de 4 personas.

Para el proceso de construcción o montaje, los acoplamientos de la estructura permiten versatilidad y aceleran procesos. Esto posibilita también la toma de decisiones de emplazamiento una vez en el sitio (Guzmán, 2011). Además, se “incentiva el uso de un número limitado de componentes de edificaciones normalizadas para la construcción de diferentes tipos de obra” (Norma INTE/ISO 2848, mencionada en Roldán, 2010). Por lo que, como se ha establecido anteriormente, permite que un solo diseño funcione para varios usos o actividades con modificaciones mínimas o en otros casos sin ser modificado.

Figura 21. Helecho de montaña



Nota. Tomado de Green fern plant during daytime, por Preethi Viswanathan , 2021, Unsplash (<https://unsplash.com/photos/green-fern-plant-during-daytime-GCof3Y8EO8o>)

2.2.3 De efecto reversible

La adaptabilidad, requiere espacios flexibles que sean capaces de responder funciones presentes y futuras. Sin embargo, esta flexibilidad está condicionada por el contexto. A su vez, las características del contexto se convierten en pautas de diseño para un mejor funcionamiento del espacio. Formalmente, las pautas de diseño se pueden resolver a partir de un sistema de redes y ritmos espaciales que alberguen el habitáculo. De esta forma, el ritmo ayuda a construir una celda que pueda tener varias composiciones (Morales, 2009).

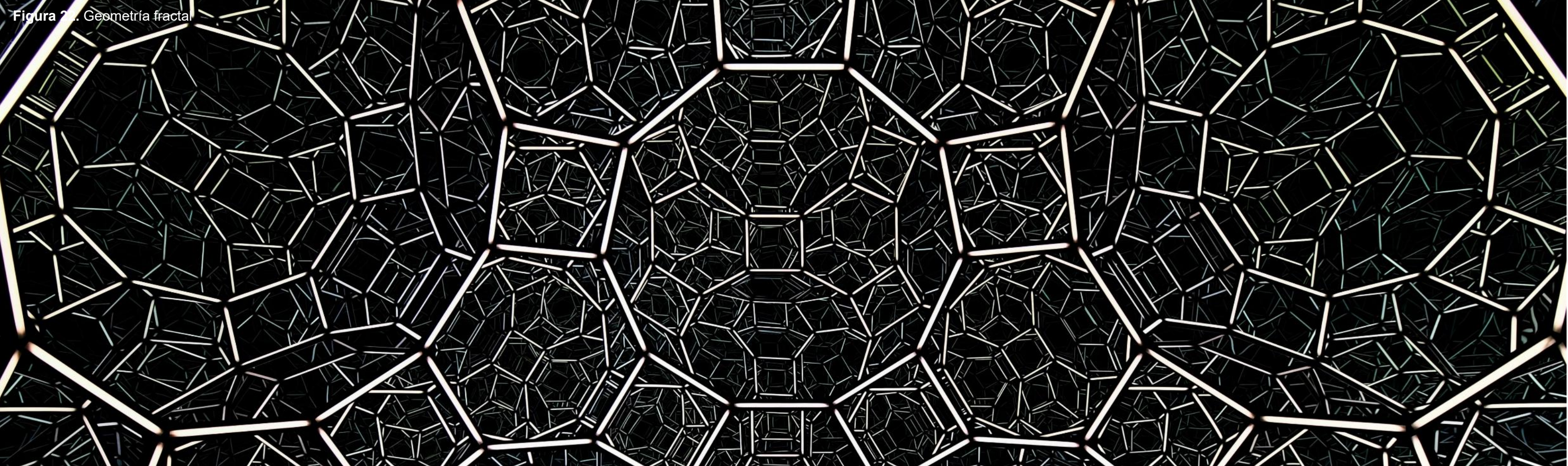
Con respecto a la flexibilidad y reversibilidad como respuestas morfológicas, la tesis de doctorado desarrollada por el arquitecto Morales (2009), resulta relevante. Esta, plantea sistemas espaciales adaptables basados en la naturaleza y pensados para el entorno urbano y cambiante.

El arquitecto analiza la estructura de la célula vegetal como base de diseño ya que se acopla de manera horizontal o vertical a cualquier superficie espacial (Morales, 2009). Dentro del contexto que él plantea, un sistema modular regido por un sistema de redes se adaptaría perfectamente al ambiente

cambiante urbano. En el caso de este proyecto, la adaptación resultaría beneficiosa ya que dentro del bosque las condiciones de emplazamiento no se pueden predecir y tampoco alterar, por lo que es necesario que existan pautas que permitan seguir las formas orgánicas que dejan los espacios abiertos en el bosque. Sobre estas adaptaciones al espacio, Morales describe lo siguiente: “Todo sistema orgánico tiene una figura geométrica que se basa en su crecimiento y su disposición estructural para desarrollar un sistema de redes fractales con ritmos itinerantes.”

Además de que esta solución morfológica permite adaptarse a las formas del bosque, hace posible que el habitáculo sea ampliado conforme a necesidades del usuario siempre manteniendo un orden y así, facilitando el montaje.

Con respecto a la geometría fractal (figura 22), brindaría beneficios al diseño, emplazamiento y montaje. Una de estas es que “sus partes tienen una relación con el todo” (Morales, 2009). Es decir, desde los materiales, los nodos estructurales, el módulo mínimo y la suma de varios módulos, sigue un patrón que permite que las partes sean individuales, pero que a su vez existan en una sola pieza. Es aquí donde el



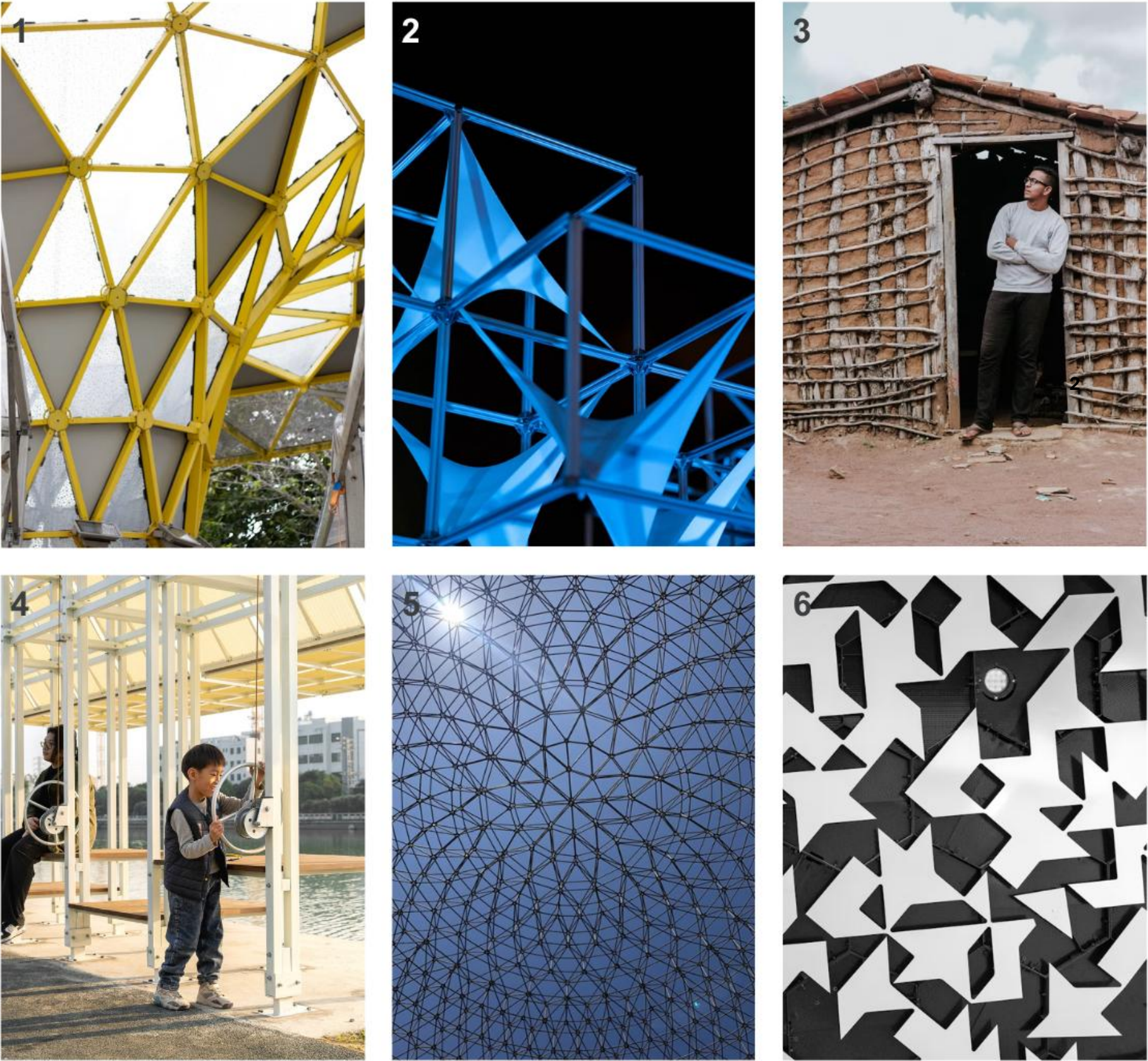
Nota. Tomado de escultura en el museo de arte de Palm Springs, por Max Harlynking, 2022, Unsplash (<https://unsplash.com/photos/green-fern-plant-during-daytime-GCof3Y8EO8o>)

arquitecto describe la auto semejanza de los sistemas fractales, donde cada porción tiene las mismas características del objeto completo (Morales,2009). Un ejemplo de esto en la naturaleza es el helecho de montaña, que como se puede observar en la figura 21, la forma base se repite en el conjunto de la hoja como en cada una de las pinas y de nuevo se repite en las pínulas.

Dentro de su tesis, Morales describe dos conceptos más que resultan relevantes para el presente proyecto. Estos son la biónica y la bioforma. Para explicarlos, brinda varios ejemplos. Para la biónica, propone el ejemplo de las articulaciones óseas del cuerpo humano, que permite cargas grandes mientras se mantiene ligera y flexible. También menciona el ala de un ave que es móvil y adaptable al replegarse. Resalta la forma triangular que luego describe como “figura geométrica más estable para soportar fuerza de presión y resistencia” (Morales, 2009). Finalmente, se refiere al exoesqueleto de la araña que permite flexibilidad mientras protege el tejido blando interno, y al movimiento de las patas de la araña que requieren de un líquido para extenderse y contraerse. Otro aspecto es la versatilidad en el espacio y la capacidad de sumar estructuras o espacios al tener las dimensiones estandarizadas (Morales, 2009).

Todos estos ejemplos pueden ser aplicables al diseño de sistemas estructurales del habitáculo. Al tomar los tres como ejemplo y base para el sistema, se obtiene un módulo con nodos de articulaciones, que facilitan además del montaje, aseguran resistencia estructural. Además, estructuras con adaptabilidad activa, modificable por el mismo usuario según se necesite y que de forma rápida se adapte a los cambios de función, emplazamiento o climáticos. En la figura 23 se puede observar las características mencionadas por el autor que se tienen al utilizar un módulo de este tipo.

Figura 23. Características esenciales del **habitáculo** replicable



- 1 SISTEMA ESTRUCTURAL ENSAMBLABLE PARA LUGARES VARIABLES.
- 2 PIEZAS ESTANDARIZADAS MODULARES.
- 3 MATERIALES FLEXIBLES Y RESISTENTES.
- 4 SUBESTRUCTURA FÁCIL DE MANIPULAR.
- 5 SISTEMAS DE REDES Y RITMOS ESPACIALES.
- 6 RETÍCULA COMO BASE DE DISEÑO (PAUTA RÍTMICA).
(MORALES, 2009)

Nota. Tomado de estructura blanco y amarillo, por Leong Yee Foon, 2022, Unsplash https://unsplash.com/photos/a-large-yellow-and-white-structure-B_xYfpKLBOg

Nota. Tomado de blue cube, porbady abbas, 2022, Unsplash <https://unsplash.com/photos/background-pattern-Za7o4j9fS7l>

Nota. Tomado de hombre frente una entrada, porJanilson furtado, 2026, Unsplash <https://unsplash.com/photos/man-standing-in-doorway-of-rustic-hut-fyfaCexfDlq>

Nota. Tomado de Flipmod , por Ambit Narrative Desing, 2026, Archdaily https://www.archdaily.com/1040247/flipmod-ambit-narrative-design-and?ad_source=myad_bookmarks&ad_medium=bookmark-open

Nota. Tomado de Universal City Plaza, por Vishal Vasnani, 2019, Unsplash <https://unsplash.com/photos/gray-metal-ceiling-QMhF0-q8oKg>

Nota. Tomado de foto enblanco y negro de un muro, por Bernard Hermant, 2024, Unsplash <https://unsplash.com/photos/a-black-and-white-photo-of-a-wall-8HwIC8pwn5w>

3.1 “The Impact of a Mobile Laboratory on Water Quality Assessment in Remote Areas of Panama.” Jorge E. Olmos Guevara, et al., 2025.

3.2 “Hábitat en condiciones extremas: estación submarina costarricense para la exploración y entrenamiento avanzado nómada CREATUS” Nayla F. Carvajal Calvo, 2024.

3.3 Shinto Shrine. D Environmental Design System Laboratory, Kikuma Watanabe.

3.4 Cabin on the Border SO? Architecture & Ideas. 83

Síntesis del subcapítulo.

REFERENTES

2.3

2.3 Referentes

2.3.1 “The Impact of a Mobile Laboratory on Water Quality Assessment in Remote Areas of Panama.” Jorge E. Olmos Guevara, et al., 2025.

La Unidad Técnica de Calidad Hídrica (UTECH), consiste en un laboratorio móvil diseñado a partir de modificaciones realizadas en una van. Es utilizado en Panamá para investigación y monitoreo de, entre otras especialidades, la calidad del agua. Al igual que la presente investigación, busca que sea replicable en iniciativas similares en otras regiones y se considera necesario para la investigación y monitoreo continuo que aseguren la calidad del agua y promueva el uso eficiente.

Ficha técnica

Diseñadores: Universidad Tecnológica de Panamá. Dra. Yazmín Mack

Volumen: 17 m3

Año: 2023

Ubicación: Panamá

Características:

- Equipo compacto y portable
- Extensión de techo
- Recolección de aguas residuales.
- Equipo especializado como: baterías solares, superficies anti-vibraciones, suelo antideslizante, equipo de laboratorio (refrigerador, armarios, computadoras y sistemas de comunicación) dispensadores de agua, sistemas de seguridad, equipo contra incendios.
- Tanque de reserva de agua.

Figura 24. Laboratorio Móvil UTHECH



Nota. Reproducido de Laboratorio Móvil de Calidad de Agua [Fotografía], por Universidad Tecnológica de Panamá, 2023, Centro Experimental de Ingeniería (<https://cei.utp.ac.pa/>).

Aspectos espaciales y constructivos

Se vio la necesidad de infraestructura adecuada, en zonas alejadas del laboratorio más cercano que es el Laboratorio Regional de Calidad de Agua. Estas zonas se encuentran a 61 km, la más cercana en Parita y la más lejana es Tonosí a 165 km. Un aspecto para considerar es que los científicos viajan por separado, la unidad no es para transporte de pasajeros. También puede ser permanente, como es el caso del que se encuentra en Ciudad de Panamá.

Además, permite a instituciones con diversos enfoques utilizar el equipo para sus investigaciones. Una de las ventajas de este laboratorio móvil es que los resultados de las condiciones ambientales son inmediatos, es decir, reales en el momento en que se toma la muestra. Esto, porque su diseño permite analizarlas y estudiarlas en el sitio. (Guevara, et al., 2025)

Se puede observar en la figura 25 resaltado en color rojo, una de las modificaciones de techo realizadas a una de las versiones del laboratorio y uno de los ingresos laterales resaltado en amarillo.

En amarillo se observa que el suelo es de material de aluminio antideslizante y la altura extendida del techo, en verde, que permite a los usuarios trabajar y moverse de pie. Se calcula aproximadamente 1.80 m de ancho ya que los armarios que, aunque fueron diseñados adecuándose a la van, deberían medir de profundidad 0.60 m lo que permite trabajar sobre ellos y a su vez cumplen la función de armario. Evidenciado en color rojo en la figura 25, la van cuenta con dos hileras de mobiliario y equipo en los laterales del vehículo y deja aproximadamente la misma distancia en el centro para circulación.

Se modificaron sus ruedas traseras para mejor tracción y, además cuando está parqueada, se debe anclar para evitar movimientos dentro del laboratorio. Finalmente, como se puede observar en la figura 25, cuenta con equipos de seguridad como cinturones y llaves para evitar que el equipo se mueva, además de extintores.

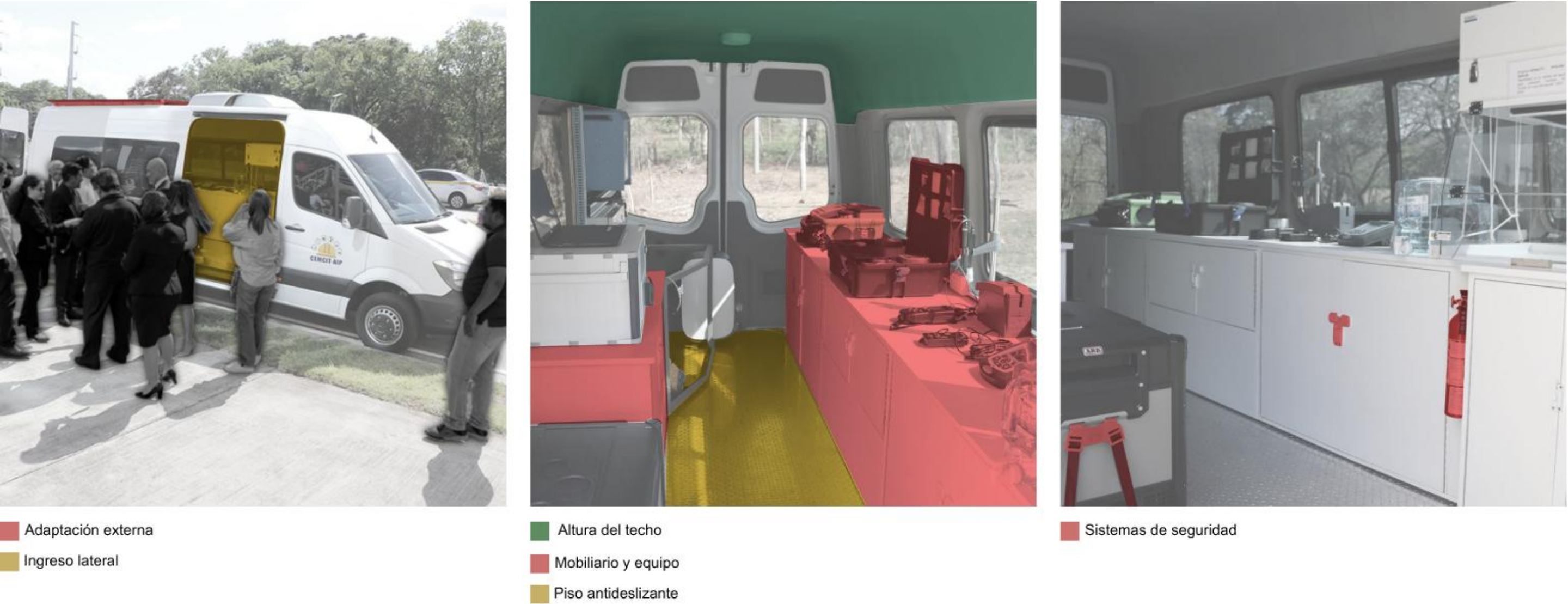
Una vez emplazado, se toma una hora en comenzar a funcionar, mientras se asegura la van, los sistemas de seguridad y energía comienzan a funcionar y se ensambla el mobiliario. El proceso para utilizarlo comienza por la adquisición del equipo y posteriormente se pasa por un proceso de adaptación de

los usuarios, se instala, los operadores deben estar calificados y finalmente se desarrollan e implementan las técnicas analíticas.

Parámetros de diseño obtenidos

1. Equipo de investigación y monitoreo portable: El espacio limitado requiere que el equipo seleccionado para ser utilizado dentro del laboratorio cumpla con características compactas. Esto mejorará tanto el transporte como los flujos de trabajo dentro del espacio.
2. Versatilidad: El espacio debe ser versátil en cuanto a las investigaciones que se pueden desarrollar dentro de este.
3. Operación y especialización: Se requiere personal capacitado para operar las partes electromecánicas. El diseño debe ser intuitivo para facilitar el proceso de armado y montaje.

Figura 25. Análisis de aspectos espaciales del laboratorio móvil UTECH



Nota. Elaboración propia a partir de Laboratorio Móvil de Calidad de Agua [Fotografía], por Universidad Tecnológica de Panamá, 2023, Centro Experimental de Ingeniería (<https://cei.utp.ac.pa/>).

2.3.2 “Hábitat en condiciones extremas: estación submarina costarricense para la exploración y entrenamiento avanzado nómada CREATUS” Nayla F. Carvajal Calvo, 2024.

Como referente funcional, se toma el trabajo de tesis que diseña una estación submarina CREATUS. Esta es una propuesta de estación submarina modular y autónoma para esto, presenta áreas que permiten actividades cotidianas como espacios de siembra y áreas sociales. Se plantea que sea dedicada a misiones de larga estancia para entrenamiento de astronautas, investigaciones biológicas y bioprospección marina. Para determinar el lugar de emplazamiento toma puntos de interés científico en la costa pacífica de Costa Rica.

Ficha técnica

Arquitectos: Nayla Fiorella Carvajal Calvo

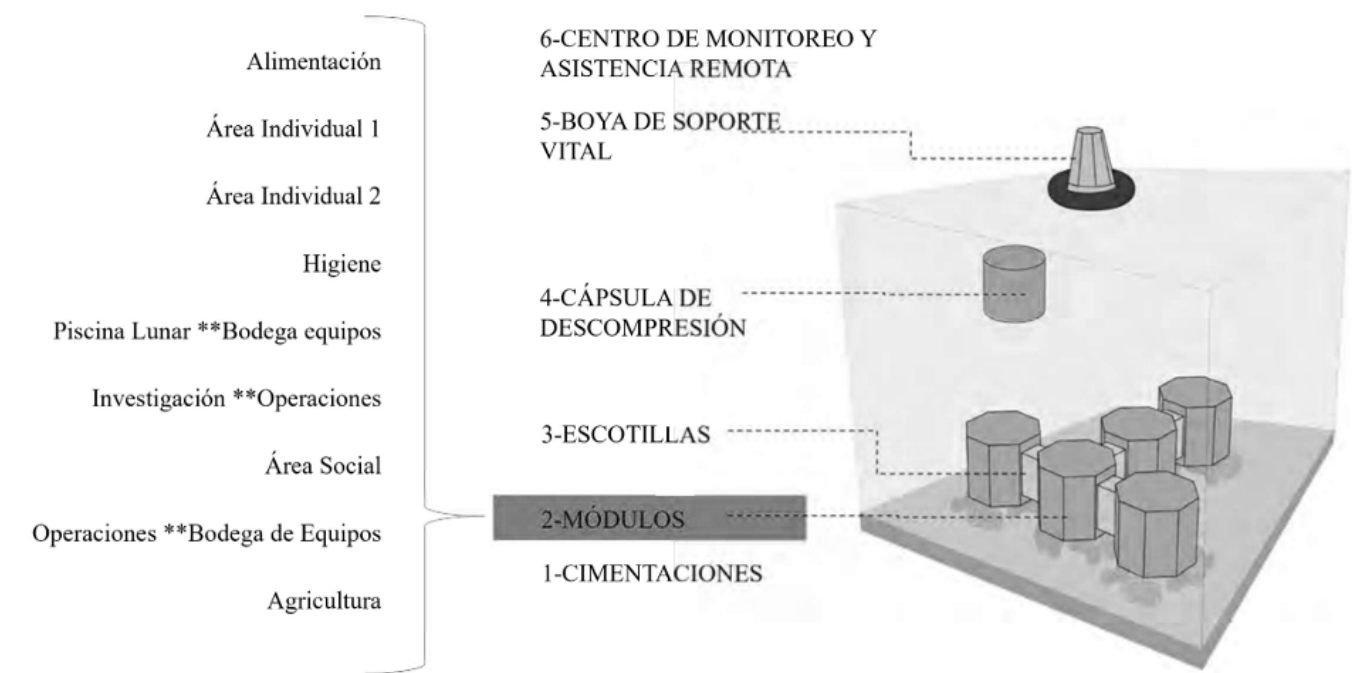
Área: Cada módulo mide 54.6 m3. Iteración base de cinco módulos.

Año: 2024

Ubicación: Bahía Culebra, Costa Rica.

- Características.**
- Capaz de ensamblar bajo el agua
 - Adicionar o sustraer módulos según exigencias espaciales.
 - Autónomo
 - Modular
 - Multidisciplinario.

Figura 26. Diagrama programa arquitectónico CREATUS



Nota. Reproducido de “Hábitat en condiciones extremas: estación submarina costarricense para la exploración y entrenamiento avanzado nómada CREATUS” (p. 103), por N, Carvajal, 2024, Universidad de Costa Rica (<https://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr/handle/123456789/25120>). Copyright 2022 por N. Carvajal.

Figura 27. Composición modular CREATUS



Nota. Reproducido de “Hábitat en condiciones extremas: estación submarina costarricense para la exploración y entrenamiento avanzado nómada CREATUS” (p. 129), por N, Carvajal, 2024, Universidad de Costa Rica (<https://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr/handle/123456789/25120>). Copyright 2022 por N. Carvajal.

Aspectos espaciales y constructivos.

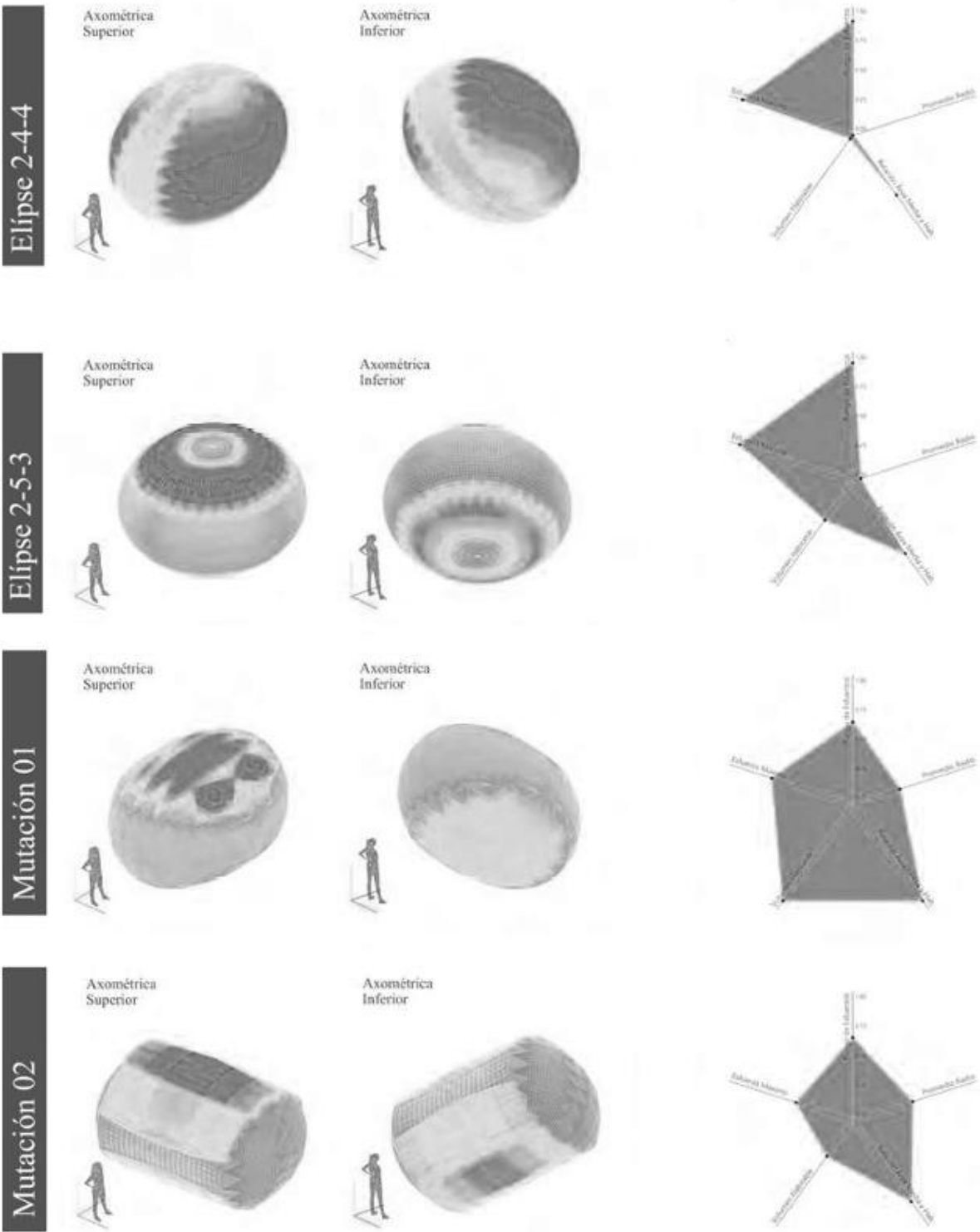
Se propone un espacio inicial para seis personas, en el que cada módulo está dedicado a una actividad diferente. Estos espacios son de uso cambiante ya que al ser de largas estancias es tan importante los espacios de trabajo y relacionados con la profesión como los espacios personales y sociales. Además, para cada área se contemplan también actividades y rutinas alternas nocturnas. Busca minimizar factores estresantes dentro del entorno por medio de un buen diseño interno y tomando en cuenta aspectos psicológicos.

Con respecto a la estructura, toma recomendaciones del uso de formas simétricas, curvas o cilíndricas y con ayuda de programas para análisis estructurales determina que el poliedro de la figura 28, es la iteración adecuada. Posteriormente, estudia cuál es la combinación modular correcta a partir de las funciones que se desarrollan en cada módulo. Se diseña una estructura a base de triángulos (figura 28), la cual permite la descomposición geométrica de cualquier forma con ejes y puntos que distribuyen las fuerzas.

Parámetros de diseño obtenidos

1. Multidisciplinario: El espacio y programa deben permitir el trabajo de los científicos que lo requieran, le suma valor al diseño si varias especialidades pueden utilizar el módulo en un lugar remoto.
2. Estructura triangular: Se determina que las estructuras que forman triangulaciones permiten geometrías variadas y además distribuyen las cargas de manera eficiente.
3. Ensamblaje dentro del entorno: La opción de implantar el o los módulos dentro del entorno a investigar tiene como consecuencia poder elegir sitios de difícil acceso y específicos del estudio que se requiera.
4. Crecimiento no lineal: Favorece la adición de nuevos módulos, se amolda al espacio a pesar de los obstáculos que existan en el sitio y se adapta a los flujos de trabajo del usuario.

Figura 28. Geometría y estructura del módulo CREATUS



Nota. Reproducido de “Hábitat en condiciones extremas: estación submarina costarricense para la exploración y entrenamiento avanzado nómada CREATUS” (p. 200), por N. Carvajal, 2024, Universidad de Costa Rica (<https://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr/handle/123456789/25120>). Copyright 2022 por N. Carvajal.

2.3.3 Shinto Shrine. D Environmental Design System Laboratory, Kikuma Watanabe

Como referente formal, se selecciona un junja o yashiro, santuario de una religión japonesa llamada shintoísmo. El altar provee un espacio religioso auto-construible (Figura 29) y móvil con recursos limitados. Este se construyó en una pequeña aldea donde por condiciones climáticas y reducción de la población perdieron su altar. Los habitantes junto con la Universidad de Tecnología de Kochi decidieron construir una instalación temporal “autoconstruida” (self-built). Posteriormente una segunda versión (figura 37) de este fue desplazada, para eso, realizaron modificaciones en el diseño, agregando ruedas a la parte inferior de la estructura (Watanabe, 2016).

Ficha técnica

Arquitectos: Kikuma Watanabe, Syunya Takahashi
D Environmental Design System Laboratory y Kikuma Watanabe.
Área: 8 m² la primera instalación y 9 m² la segunda.

Materialidad: Tubos de acero para el marco estructural, madera para estructura de cubierta y paneles de policarbonato.

Año: 2016 la primera instalación y 2017 la segunda.

Ubicación: Japón.

Características:

- Recursos económicos y materiales limitados.
- Reducida accesibilidad al sitio.
- Transporte manual de los materiales hasta el lugar de implantación.
- Montaje realizado por diez estudiantes y un arquitecto en un periodo de 5 días.
- Permite modificaciones espaciales y formales, como el rotar la estructura para un mejor emplazamiento e incorporar ruedas.
- Tiene un sistema modular y replicable.

Figura 37. Segundo altar vista frontal



Figura 37. Estructura interior

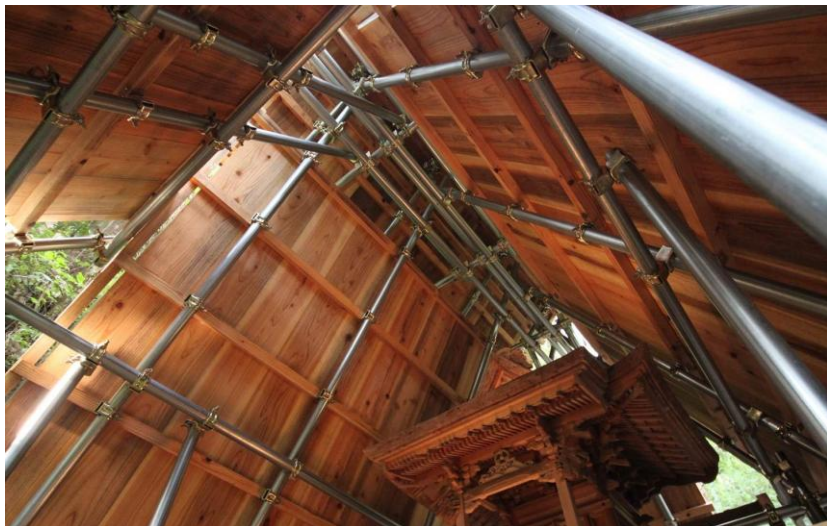


Figura 37. Estructura segundo altar



Figura 37. Materialidad

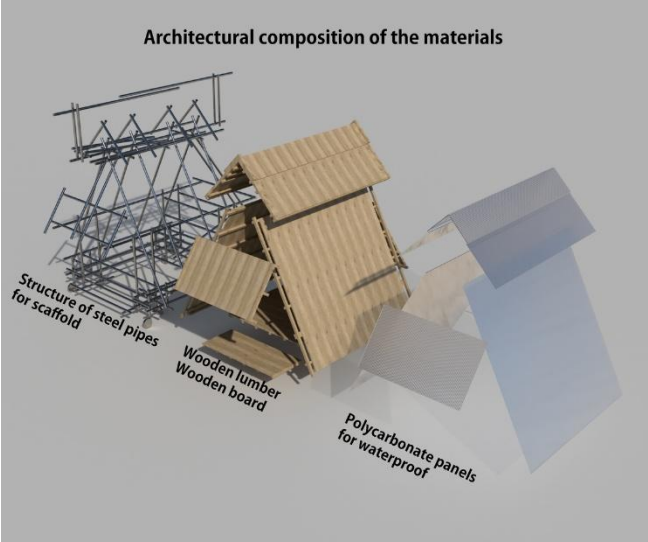


Figura 37. Sección

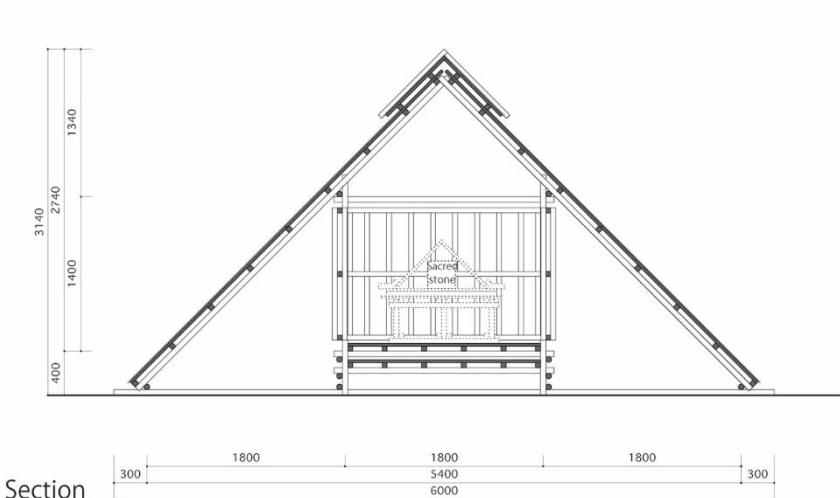


Figura 37. Planta

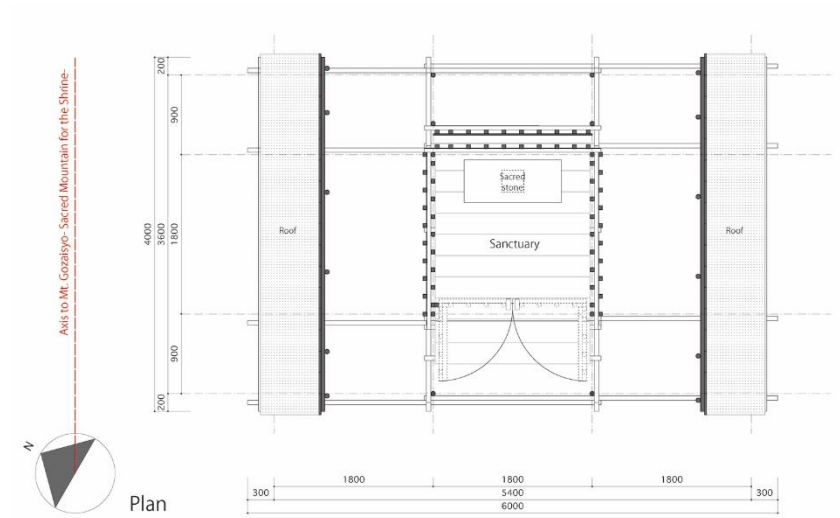


Figura 37. Primer altar vista posterior



Figura 37. Vista exterior primer altar



Figura 37. Estructura primer altar



Aspectos espaciales y constructivos

Entre los elementos que componen el altar están el marco rígido, los cerramientos, la cubierta, y la cámara de aire con el monitor.

El marco rígido es la base estructural del proyecto y funciona a su vez como el espacio que contiene a los usuarios. En la primera versión del módulo, utiliza cerramientos verticales, mientras que, en la segunda, el espacio del altar se encuentra solamente protegido por la cubierta. Estas características responden al sitio de implantación. Mientras que la primera versión se encuentra en un espacio abierto que necesita más protección a condiciones climáticas, la segunda versión está implantada en medio del bosque y requiere más ventilación.

La base del marco rígido se resuelve estructuralmente mediante la repetición de tubos de acero en la base del marco rígido, en lugar de un solo elemento como un perfil o un solo tablón de madera que se vuelve pesado e inconveniente de transportar. En lugar de esto repitieron de forma paralela los tubos de acero.

Cuenta con un espacio interior que está elevado 40 cm del suelo lo que lo aísla de la humedad y otros factores ambientales. El espacio interior compacto tiene dimensiones de 1.80mx1.80m, con un pequeño vestíbulo de 1.80m x 0.90m. Ambos con cerramientos de 1.40m dejando espacio libre entre el final del cerramiento y la techumbre (altura total 3.14m) para mejorar circulación de aire. Para estos cerramientos, se combinan madera y tubos de acero, aislando la unidad del marco rígido que proporciona estabilidad a la estructura.

Por otro lado, la estructura de la cubierta se conecta con la base, creando un solo elemento estructural y evitando desplazamientos. Además, esto evita el tener que modificar el sitio, funcionando como vigas de amarre superficiales. No requiere cimentaciones permanentes minimizando el impacto al terreno. Se completa la estructura con clavadores de madera sobre los tubos de acero, permitiendo la colocación de la lámina de policarbonato.

Climáticamente se resuelve con aleros extendidos y un monitor (figura 31). El monitor brinda respuesta climática de ventilación pasiva que funciona junto con la cámara creada al elevar la cubierta y

mantener los cerramientos hasta cierta altura. Y finalmente, los aleros permiten aberturas dentro del altar sin exponerlos a condiciones climáticas, brindando confort térmico al usuario.

Otro aspecto importante es el sistema constructivo modular. Los tubos de acero de la estructura se repiten. Su montaje funciona siempre igual, como un lego, facilita la instalación manual para la comunidad, usuarios que no necesariamente tienen experiencia en el montaje de estructuras.

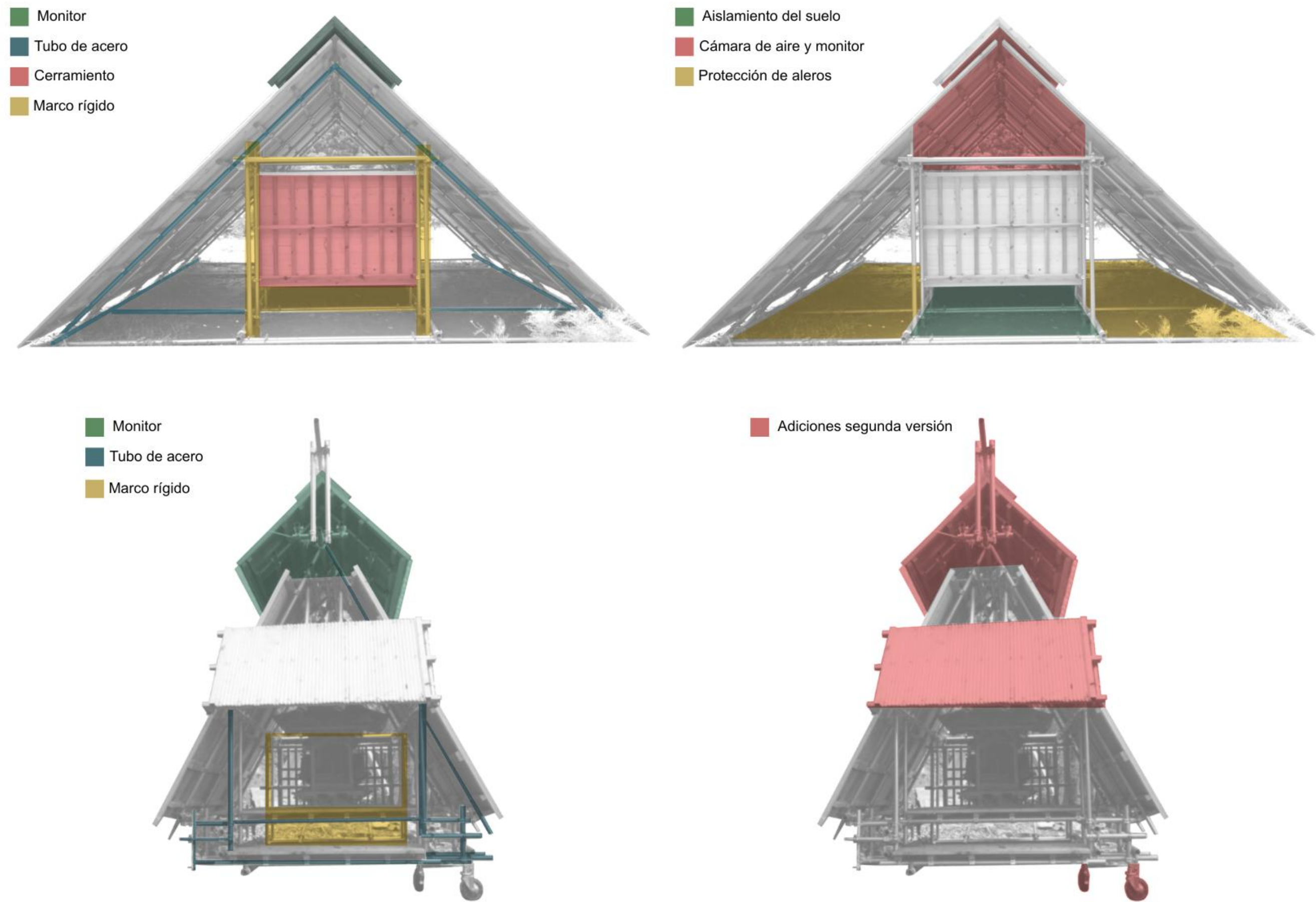
Para las modificaciones realizadas a la segunda versión del altar, se agregaron más aleros, se elevó el monitor en la cubierta y se le agregaron ocho ruedas para movilizar. Esta última modificación permite que sea desplazado y se adapte al sitio donde se implante. Además, la huella se redujo, cerrando la forma triangular y creando más espacio vertical.

Parámetros de diseño

Se obtiene de este proyecto parámetros de diseño que proporcionan una guía en cuanto a aspectos funcionales.

1. Sistema modular: El sistema constructivo modular aporta al diseño facilidad de implantación, adaptabilidad a las condiciones del sitio y una mejor movilidad. Permite desplazar y reubicar la estructura con procesos sencillos. Otro aspecto es que se reducen los tiempos de montaje.
2. Montaje manual: El montaje manual además de no requerir maquinaria, posibilita que usuarios con poca experiencia puedan construir.
3. Bajo impacto al terreno: No requiere cimentación permanente, es un sistema autoportante. El elevar el espacio habitable, reduce la huella, reduciendo la huella del proyecto y es beneficioso para protección de los usuarios.
4. Aspectos climáticos: Los elementos que permiten ventilación pasiva facilitan la circulación natural de aire, brindando confort térmico. El uso de aleros que se extienden permite aperturas sin exposición directa a factores climáticos como lluvia o radiación.

Figura 38. Análisis constructivo y climático de Shinto Shrine



Nota. Elaboración propia a partir de imágenes de de Archdaily, por Wantanabe K., archdaily.com

2.3.4 Cabin on the Border SO? Architecture & Ideas

El diseño de un espacio habitacional prefabricado y transportable. Los elementos constructivos permiten adaptaciones manuales y modificaciones según se necesite. A pesar de ser un espacio reducido, permite varias alturas y separaciones espaciales tanto horizontales como verticales. Permite abrir y cerrar vistas y crear espacios exteriores que siguen estando resguardados por la estructura.

Ficha técnica

Arquitectos: SO? Architecture & Ideas

Área: 18 m²

Materialidad: Policarbonato, plywood, madera laminada.

Año: 2018

Ubicación: Edirne, Turquía.

Características

- Materiales prefabricados

- Adaptaciones activas manuales (Modificaciones a cerramientos)
- Transportable
- Sistemas mecánicos básicos
- Geometría simple (prisma rectangular)

Figura 40. Planimetría Cabin on the Border

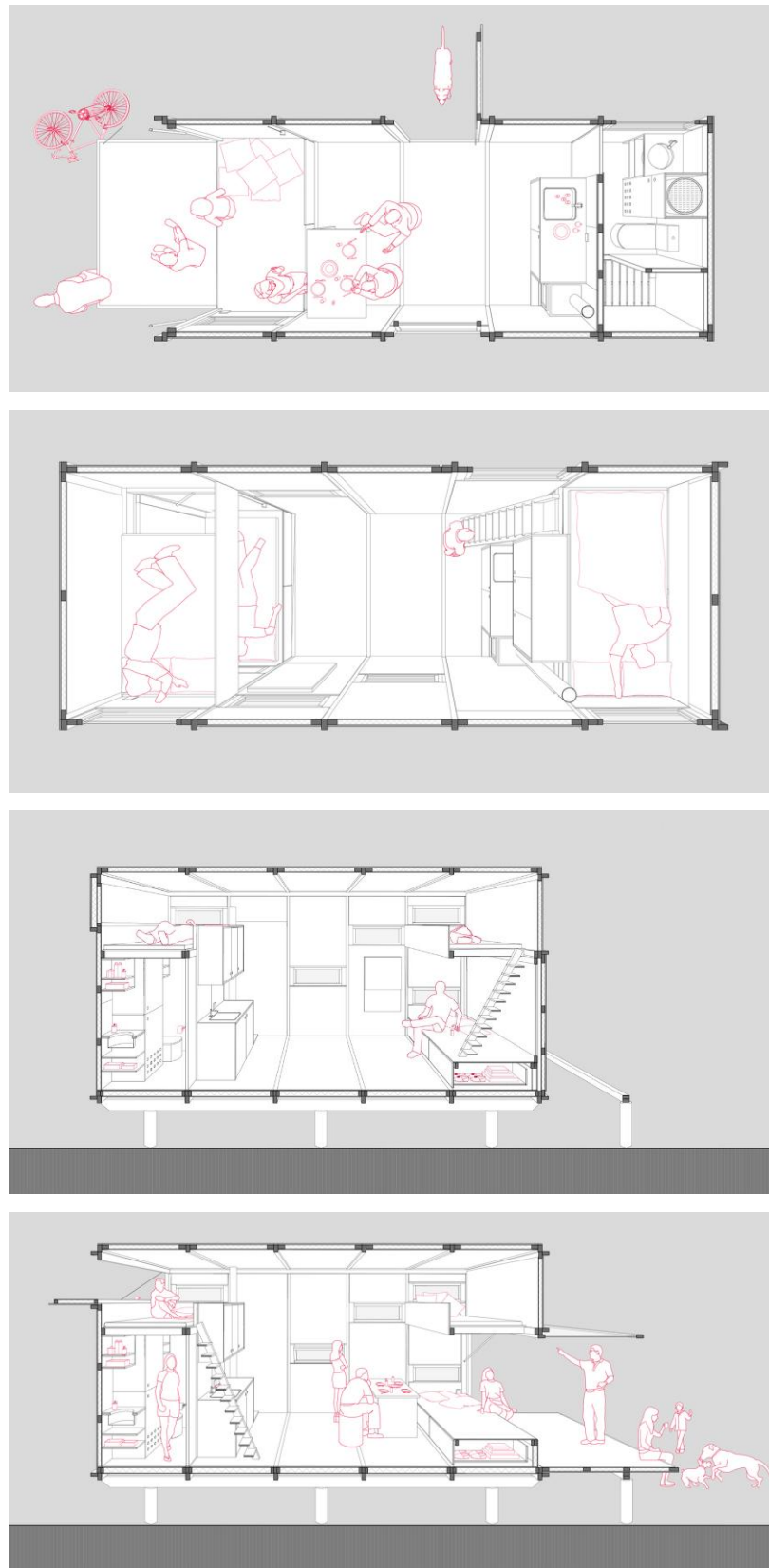


Figura 40. Fotografías contexto de Cabin on the Border



Nota. Todas las imágenes de la lámina reproducidas de Archdaily, por SO? Architecture & Ideas, archdaily.com

Aspectos espaciales y constructivos.

Dentro de las características formales destaca la utilización de pilotes para separar el habitáculo del suelo, esto permite adecuarlo a distintos terrenos que no necesariamente deben ser completamente planos.

El módulo funciona con una estructura de 6 marcos de madera laminada que sostienen los cerramientos, tanto del piso y cielo como los laterales. Además, para las modificaciones manuales a los cerramientos, emplea un sistema de poleas, frenos, ménsulas metálicas y cables. A partir de modificaciones a elementos de cerramiento, permite crear terrazas y estructuras extras que funcionan como espacios externos y unen el espacio interno al exterior mediante una transición más suave y como resultado el espacio también se percibe más amplio. Los espacios se encuentran separados con el uso de mobiliario o aprovechando la altura del módulo. Esto permite que al mismo tiempo sucedan distintas actividades y se aprovechen distintos espacios dependiendo del momento del día. Las aberturas y transparencias están diseñadas para los entornos en los que se emplaza y tomando en cuenta el transporte, es por esto que las ventanas son de policarbonato y las ventanas abatibles de madera tienen su respectiva cerradura.

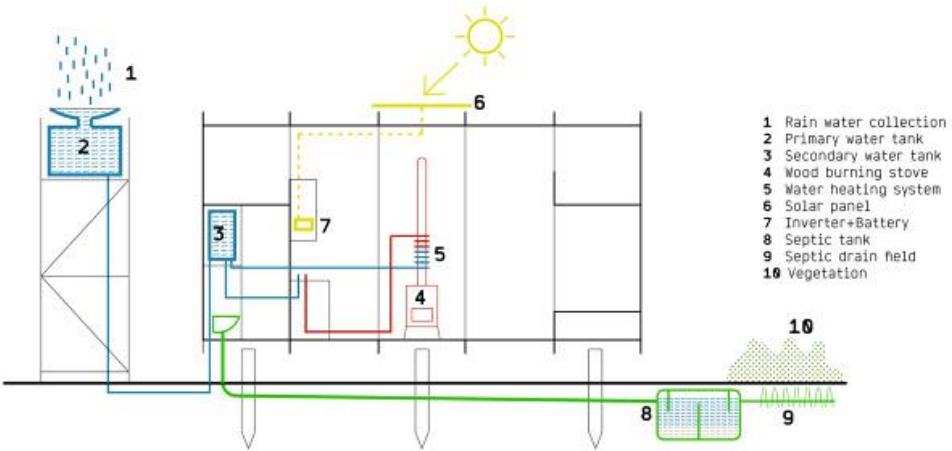
El mobiliario está específicamente diseñado para el espacio en el que se encuentra. Los estantes, gavetas, camas, escaleras se adecúan a las actividades para las que se necesitan y provocan que el espacio mínimo se aproveche de una mejor manera. También el habitáculo cuenta con un sistema mecánico que le brinda comodidad al usuario. Dentro de los elementos, están: un sistema de recolección de agua que tiene un tanque principal exterior y uno secundario dentro del espacio, panel solar y sistema de almacenamiento de energía, sistemas de calentamiento de agua y tanque séptico con su respectivo campo de drenaje.

Parámetros de diseño obtenidos

- 1. Modificaciones manuales: Estas modificaciones permiten adaptaciones activas al entorno, lo que brinda confort al usuario y versatilidad para ser emplazado en distintos contextos.
- 2. Elevación del suelo: Es importante la adecuación a distintos terrenos y pendientes. Ambientalmente, la separación del suelo ayuda a preservar la vegetación y el ecosistema que está presente en el lugar, pensando en que será reubicado en el futuro.

- 3. Espacios separados eficientemente: La separación de espacios según actividades permite que varias actividades se realicen al mismo tiempo. En cuanto a actividades personales, brinda privacidad.
- 4. Aberturas no convencionales: Las aberturas están preparadas para las condiciones climáticas del lugar, permiten ser modificadas de acuerdo con estas. El material está pensado para ser durable bajo las condiciones y factores por las que pasa el módulo desde el transporte, a la implantación en el terreno y el uso diario.

Figura 41. Sistemas mecánicos

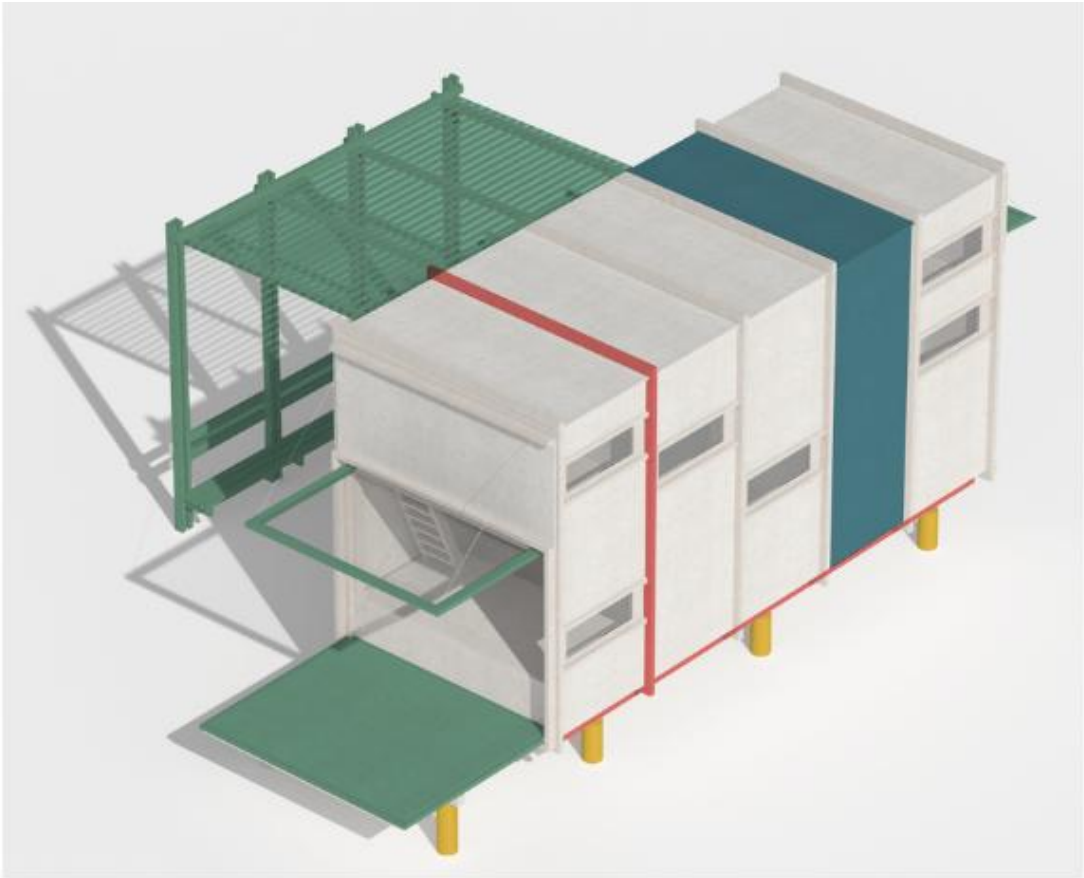


Nota. Reproducido de Archdaily, por SO? Architecture & Ideas, archdaily.com

Figura 42. Análisis espacial y constructivo de Cabin on the Border



- Estructuras exteriores abatibles
- Pilotes
- Marcos estructurales



- Estructuras exteriores abatibles
- Cerramiento
- Marcos estructurales
- Pilotes



- Mobiliario
- Aberturas
- Sistemas de modificaciones manuales
- Separeción de áreas

Nota. Elaboración propia a partir de imágenes de Archdaily, por SO? Architecture & Ideas, archdaily.com

Síntesis del subcapítulo

Al analizar los cuatro referentes en aspectos funcionales, formales y de concepto, se obtienen de cada uno parámetro de diseño específicos. Tomando las características más prominentes de estos parámetros, se puede establecer ciertos puntos que se vuelven requisitos con los que el módulo debe contar, o al menos que se deben tomar en cuenta durante el proceso de diseño.

Una de las características empleadas en los cuatro referentes es la capacidad de moverse y adaptarse al sitio. Cada uno resuelve este elemento según el lugar en el que está pensado implantarse y las particularidades de cada sitio resultan en propiedades formales distintas, así como materialidades diferentes.

Seguidamente, una característica que se repite es la modularidad y el crecimiento flexible. Ya sea de los materiales, las medidas espaciales o la repetición del espacio mínimo para formar una cadena de espacios más amplios. La modularidad facilita el transporte, sea con el espacio ya construido o en el caso de que se ensamble en el sitio. También, simplifica el montaje y el mantenimiento, algo que es relevante si

se encuentra en un sitio de difícil acceso. Asimismo, permite el crecimiento del espacio o la reducción conforme a lo que se requiera.

Otro aspecto es la optimización del espacio y la funcionalidad de cada elemento. En el caso de los referentes relacionados con la investigación, son espacios multidisciplinarios y agregado a esto, coexisten las actividades de trabajo con la convivencia entre usuarios, las actividades personales y las necesidades básicas. Todas con el mismo nivel de importancia. Es esto por lo que se debe diseñar un espacio que permita todas estas funciones sin dejar de lado unas u otras.

Finalmente, se puede ver la relevancia que brindan todos los referentes a la respuesta que tienen al entorno. Dentro de este aspecto, se dividen dos puntos: la construcción y materiales de bajo impacto, la economía circular en cuanto a materiales y por otro lado la autonomía operativa. La construcción con materiales de bajo impacto y de economía circular, permite que el módulo sea replicable desde el punto de vista económico también. La autonomía operativa posibilita que, aunque se encuentre en una zona alejada, continúe su funcionamiento con modificaciones o mantenimiento que le den los usuarios que se encuentran

en el sitio. Los sistemas pasivos y activos, el almacenamiento y generación de recursos como la electricidad y el agua y el equipamiento especializado permite que las actividades fluyan y exista cierto confort en el trabajo de campo.

03

MARCO METODOLÓGICO

MÉTODO UTILIZADO
TIPO DE INVESTIGACIÓN
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN
FUENTES DE INFORMACIÓN
RECOLECCIÓN DE DATOS
POBLACIÓN Y MUESTRA

03 Marco Metodológico

Durante esta investigación se pretende conocer las necesidades de los científicos de campo durante sus investigaciones en relación con la conservación ambiental dentro del Parque Nacional Braulio Carrillo, para así poder brindar un espacio adaptable como herramienta para la protección tanto del ecosistema como de los usuarios. Para ello se pretende recurrir a profesionales en el área que proporcionen asesoría y ayuden a entender los procesos y necesidades en las investigaciones de campo. De la misma forma consultar bibliografía referente a planes, informes y protocolos de investigación, así como mapas y estudios topográficos para conocer el entorno físico dentro del PNBC.

Para la investigación actual, se adoptará un enfoque experimental cualitativo. La investigación de tipo cualitativo recolecta y analiza información, tiende a centrarse en la exploración de un limitado pero detallado número de casos. Además, busca interpretar la experiencia del modo más parecido a cómo la viven los participantes. (Baxter y otros, mencionados en Niño Rojas, V. M., 2011).

En este sentido, se abordarán aspectos ambientales y sociales relacionados con el diseño del espacio protector, tanto del ecosistema utilizando el bajo impacto, como de las condiciones físicas de trabajo de los científicos en sus labores de monitoreo y conservación ambiental.

3.1 Método Utilizado (Enfoque de la Investigación)

De acuerdo con las características mencionadas en Niño Rojas, V.M, 2011, se tienen tres que guiarán esta investigación:

- El investigador suele estar inmerso en la población estudiada
- Implica un proceso interactivo entre el investigador y los sujetos investigados.
- Utiliza técnicas como la observación, entrevista, diarios, relatos biográficos y la encuesta.

De esta manera se llevarán a cabo distintas visitas, entrevistas y diálogos con los sujetos investigados que en este caso sería tanto el parque como los científicos.

También practicará el principio de triangulación, que se define según Open University Course E811, 1988, citado en Niño Rojas, V. M., 2011 como:

”la verificación de la existencia de determinados fenómenos y la veracidad de las explicaciones individuales mediante la recolección de datos de una serie de informantes y una serie de fuentes, para posteriormente

comparar y contrastar una explicación con otra, con el fin de elaborar un estudio lo más equilibrado posible” (Niño Rojas, V. M., 2011).

Por este motivo al tratarse la conservación ambiental de un área interdisciplinaria, se tomarán para la verificación diferentes científicos que se han encargado a lo largo de los años de investigaciones en distintas ramas. A partir de las entrevistas realizadas de los anexos a, b y c se identificarán las diferencias e igualdades en cuanto a necesidades espaciales.

3.2 Tipo de Investigación

Se define esta investigación primeramente como exploratoria, porque “proporciona una visión general sobre una realidad” (Niño Rojas, V. M., 2011). En este caso las actividades de investigación de campo con el objetivo de conservación ambiental, así se podrá avanzar posteriormente hacia otras etapas más profundas.

Por otro lado, se pretende utilizar la investigación descriptiva para obtener las características de la realidad objeto de estudio. Esta línea corresponde a la descripción de las características del Parque Nacional Braulio Carrillo. Dentro de esto, se incluirían características topográficas, climáticas, hidrológicas, ecológicas, espaciales, entre otras.

Al completar estos dos procesos iniciales, se le brindará a la investigación un carácter explicativo. En este proceso se explicará el por qué, más allá de describir el objeto. (Niño Rojas, V. M., 2011). Esto enfocado a encadenar los datos recopilados para el análisis de sitio con el programa arquitectónico y las

necesidades de los usuarios ya una vez han sido determinadas y estudiadas. En consecuencia, se podrán tomar decisiones justificadas para la resolución del proyecto.

3.3 Diseño De La Investigación

Una vez se tenga claro todo lo anterior: exploración del objeto de estudio, descripción de los factores y la explicación con las decisiones tomadas, se procede con el diseño de la investigación. Este tendrá un enfoque experimental, con el propósito de “someter un objeto en estudio a la influencia de ciertas variables, en condiciones controladas y conocidas por el investigador, para observar los resultados que la variable produce en el objeto” (Cerdeña, 2000 mencionado en Niño Rojas, V. M., 2011). El objeto sometido a estudio sería el diseño del habitáculo adaptable en sí, y las variables corresponden tanto a los usuarios como a factores ambientales del parque. Para esto se recolectarán los datos necesarios para ser analizados e interpretados y finalmente, evaluar el efecto que podría llegar a tener el proyecto.

3.4 Fuentes De Información

Para el estudio de las características físicas del PNBC, se tomarán fuentes de información primarias como mapas SIG del SNIT, planes de manejo y de investigación, informes de instituciones como el MINAE, SINAC, SIMOCUTE. Además, estadísticas relacionadas con el ambiente tomadas del Estado de la Nación. Estas fuentes permitirán el estudio del sitio para adaptar las características del habitáculo adaptable al contexto.

Para la identificación de necesidades espaciales de los científicos profesionales, se acude directamente a expertos que han realizado investigaciones en el parque en los últimos años, así como científicos que trabajan en la OET. Documentos como protocolos e informes de las instituciones anteriormente mencionadas. Como fuente secundaria se recurre a revistas relacionadas a los procesos de monitoreo en el país para obtener información más amplia sobre el desarrollo de investigaciones.

Con respecto a la parte técnica y constructiva del habitáculo, las fuentes primarias estarían concentradas en empresas constructoras interesadas en la conservación ambiental, construcción modular

y adaptable. Plan de Manejo del parque (Zonas de Manejo), reglamentos, leyes y normas, junto con la opinión de expertos que conocen distintas zonas del parque. A su vez, proyectos arquitectónicos afines funcionalmente. Como fuentes secundarias, estarían los trabajos finales de graduación relacionados a materiales y sistemas modulares adaptables.

Estas fuentes de información proporcionan los datos necesarios para el cumplimiento de objetivos planteados guiando durante el proceso investigativo y de diseño del habitáculo. Permitirán llevar a cabo una propuesta de diseño que es adecuada y resuelve la problemática inicial.

3.5 Recolección de datos (Técnicas e instrumentos)

Tomando en cuenta que esta investigación es de tipo experimental cualitativa, con enfoques exploratorios, descriptivos y explicativos, se definen las siguientes técnicas e instrumentos para concretar la recopilación de datos.

Para la primera etapa, será meramente documental. Se revisarán leyes, normas y regulaciones junto con Planes de manejo e información brindada por instituciones ambientales. Esto con el fin de conocer las limitaciones que pueden surgir dentro del parque.

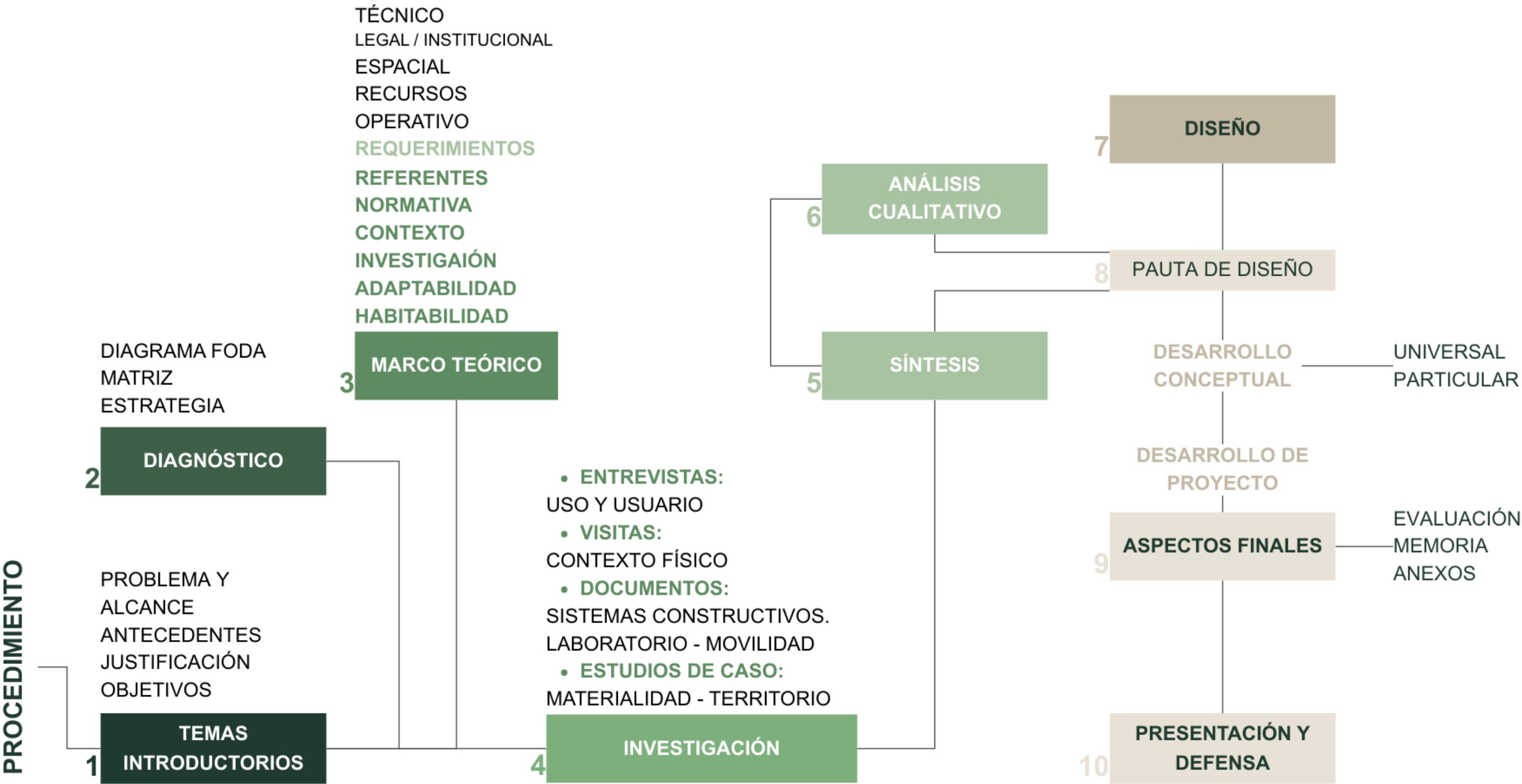
Para la recolección de datos relacionados con las necesidades físicas de los investigadores, se llevarán a cabo entrevistas con enfoque exploratorio y descriptivo. Para estas, el instrumento utilizado será la entrevista apoyada en un cuestionario con preguntas abiertas, además “es recomendable disponer de un plan operativo previo en el que se precise el objetivo de la entrevista” (Niño Rojas, V. M., 2011). Estas entrevistas podrán ser presenciales o virtuales. Buscan obtener la información directamente de los usuarios afectados. Siempre manteniendo el método cualitativo en la investigación.

Se utilizará el diario junto con la observación como instrumento una vez que se realice la visita a una estación biológica, para observar los laboratorios de campo con los que se trabaja. El diario permite registrar datos y conductas de un tiempo específico, en este caso durante la visita. Este diario podrá ser de tipo físico o digital y recopilar información en forma de fotografías, textos, dibujos, entre otros. Durante el procesamiento de datos se realiza para dar “origen a la formulación de conclusiones” (Niño Rojas, V. M., 2011). Se tomará el material previamente recolectado y se procederá con el análisis cualitativo que, según Cerda, 2000 citado por Niño Rojas, V.M., 2011 busca “conceptualizar las relaciones, conclusiones, consecuencias y resultados que surjan de la información obtenida.” Se compararon las respuestas y observaciones obtenidas de los diferentes entrevistados. Esto, resultará en las bases para el diseño del hábitáculo.

3.6 Población y Muestra

Los resultados de esta investigación pretenden beneficiar a la población de investigadores científicos profesionales activos en el 2026 que estudian el Parque Nacional Braulio Carrillo con fines de conservación ambiental. La muestra tomada con el tipo de muestreo no probabilístico por expertos que es “cuando se pide la intervención de personas autorizadas o que por su conocimiento pueden elegir la muestra con acierto” (Niño Rojas, V. M., 2011). Esta muestra va a permitir tener diferentes puntos de vista acerca de las necesidades durante las investigaciones de campo.

Ahora bien, para fines de esta investigación se limitará a la población y muestra ya establecidas. Sin embargo, el propósito del habitáculo puede llegar a evolucionar en un futuro tanto en términos de población, por ejemplo, guardabosques, turístico; como la adaptabilidad a un entorno diferente al PNBC.



Nota. Autoría Propia.

04

DISEÑO Y DESARROLLO

DEFINICIÓN Y UBICACIÓN

DESCRIPCIÓN DEL SECTOR ELEGIDO

PROGRAMA DE NECESIDADES Y DETERMINACIÓN DE ÁREAS



4.1 Definición de ubicación

La zona de posible implantación es un punto de interés que presenta características adecuadas para la implantación del habitáculo adaptable para la investigación ecológica. Cumple con características específicas respecto a la ubicación, accesos, topografía, suelo e hidrología, así como dos puntos esenciales, que son: estar en el Área de Conservación Central (figura 43), dentro del Parque Nacional Braulio Carrillo (figura 45) y del transecto altitudinal que va de la estación La Selva de la OET hasta el Volcán Barva (figura 44).

Además de las características que requieren estas zonas de posible implantación, hay ciertos requisitos que deberían cumplir para el mejor funcionamiento del habitáculo, los cuales están mencionados en la figura 44. Entre ellas están una pendiente menor a 75%, acceso a una fuente de agua como quebrada o río, un estudio de suelo previo para determinar la ubicación de la letrina y acceso a cuatro usuarios mínimo para el traslado del módulo.

Figura 46. Requisitos para la selección de zona de posible implantación



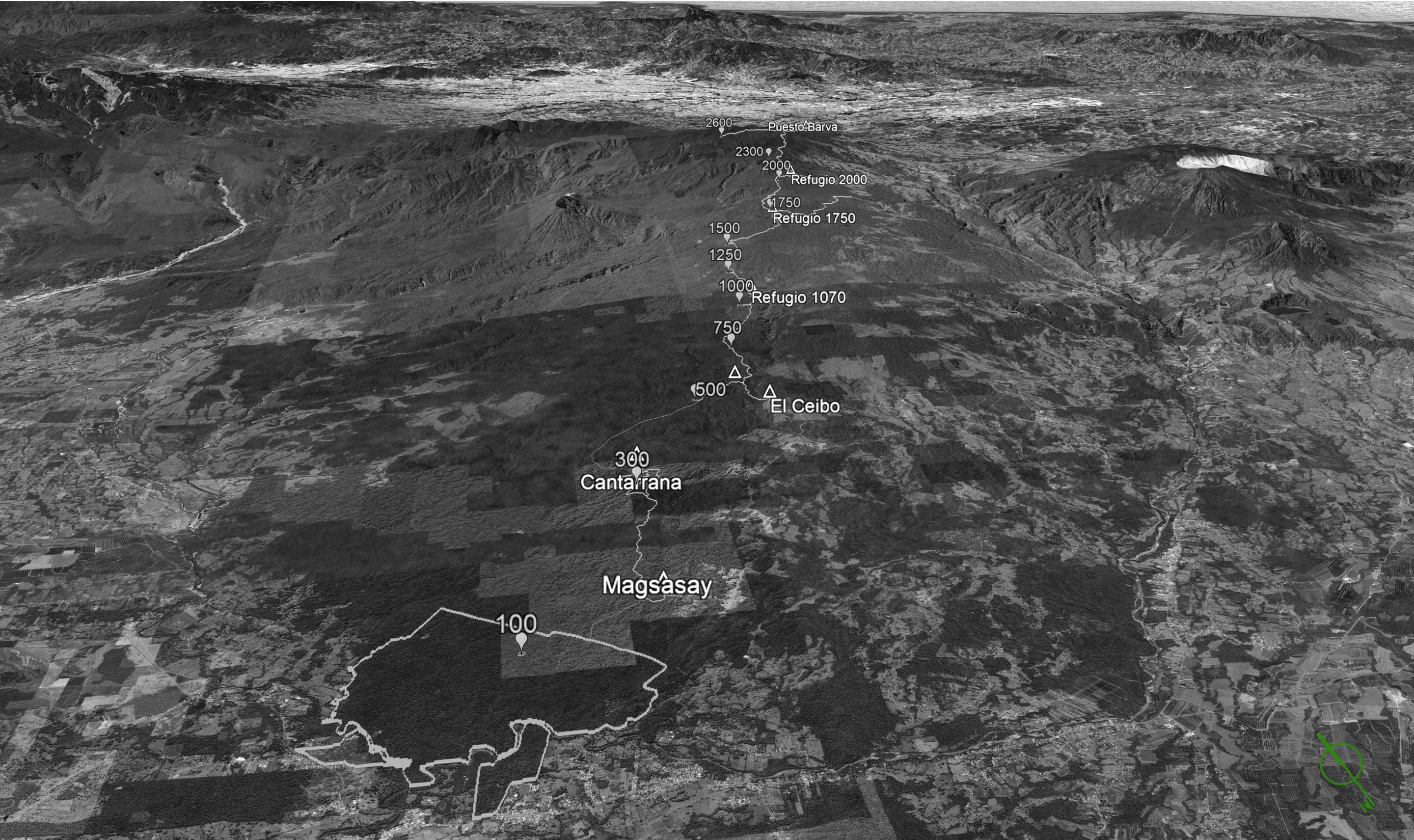
Nota. Elaboración propia.

Este transecto, cuenta con varios refugios que se pueden apreciar en la figura 44. Estos refugios están ubicados estratégicamente para los investigadores, sin embargo, como se estableció en las entrevistas (anexo a) y anteriormente en el marco teórico, no cuentan con infraestructura adecuada.

4.2 Descripción del sector elegido

Para el caso seleccionado como zona de posible implantación, como recomendación de Orlando Vargas, jefe de operaciones científicas de la OET, se toma el Punto 500 (figura 46). Este sector cumple con características adecuadas para una primera implantación del habitáculo. Se encuentra a aproximadamente 15 km del Punto 100, dentro de la Estación La Selva en Sarapiquí y permite ingresar también por El Ceibo, donde es posible aproximarse más al punto en vehículo y posteriormente realizar la caminata al Punto 500. Otro aspecto relevante de la escogencia del sitio es la cercanía a una quebrada, proporcionando acceso a agua para ser utilizada en el habitáculo. Anteriormente, en este punto existía el refugio Casa de Cascante, por las condiciones ambientales, los materiales utilizados, y el tiempo, la cubierta de este refugio se desplomó, perdiendo este punto de refugio dentro del Transecto Barva.

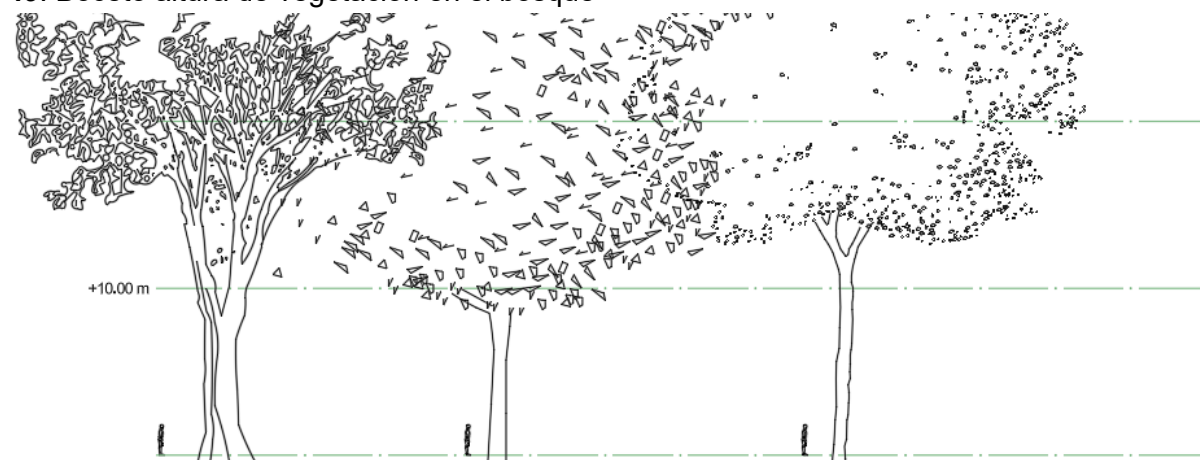
Figura 47. Transecto Altitudinal Barva



Nota. Elaboración propia con información geográfica brindada por la OET.

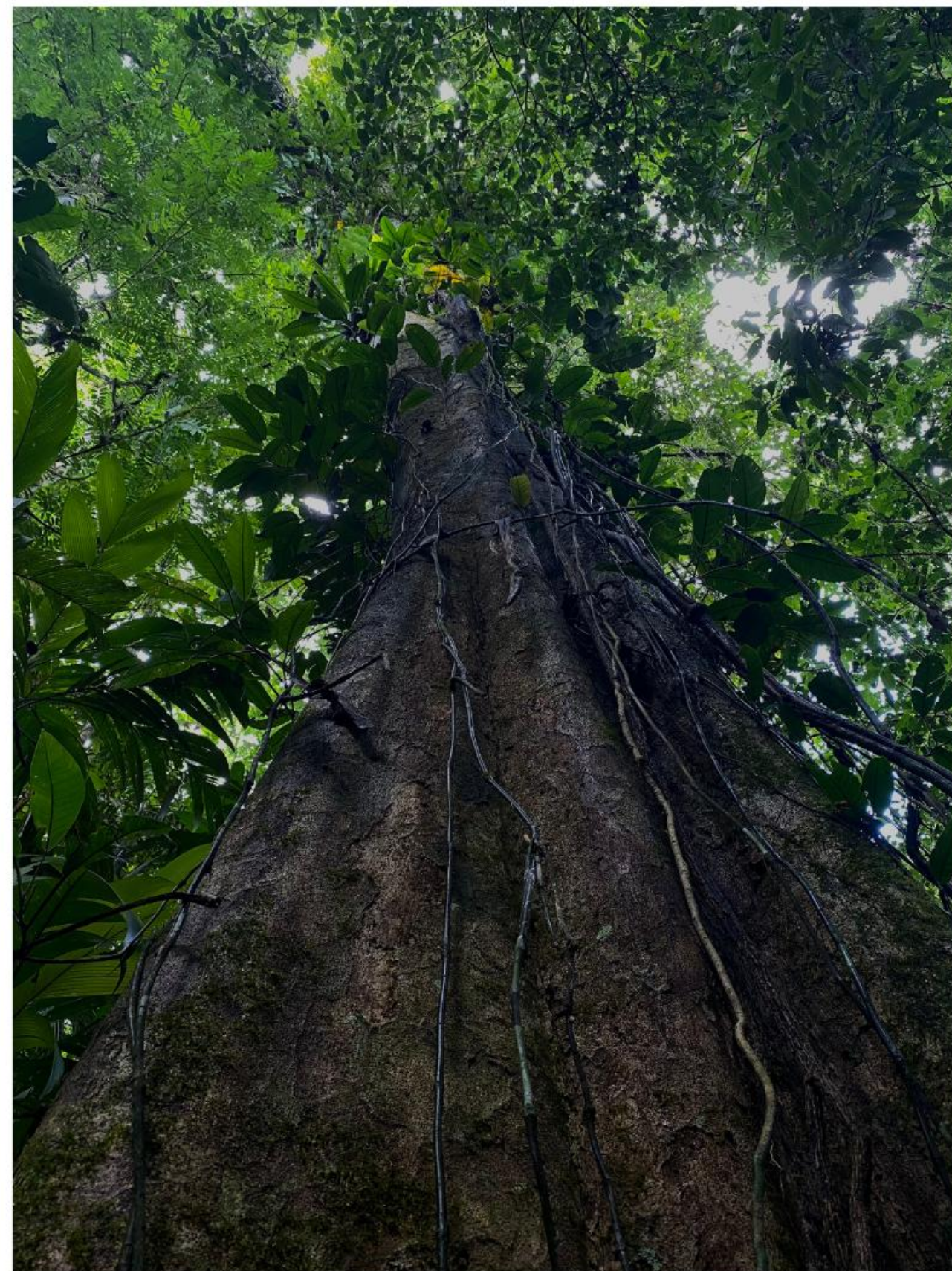
Como característica principal del sitio, se encuentra dentro de un bosque viejo, es decir que ha tenido poca intervención humana y se ha desarrollado así durante varios años. Una de las particularidades de este tipo de bosque es que, como se puede notar en la figura 48, los árboles alcanzan alturas y diámetros de gran tamaño, sus troncos son anchos y la vegetación más pequeña no es tan frondosa. Además, la luz que pasa a través de los árboles es muy poca.

Figura 49. Boceto altura de vegetación en el bosque



Nota. Autoría propia

Figura 48. Fotografía Transecto Altitudinal Barva



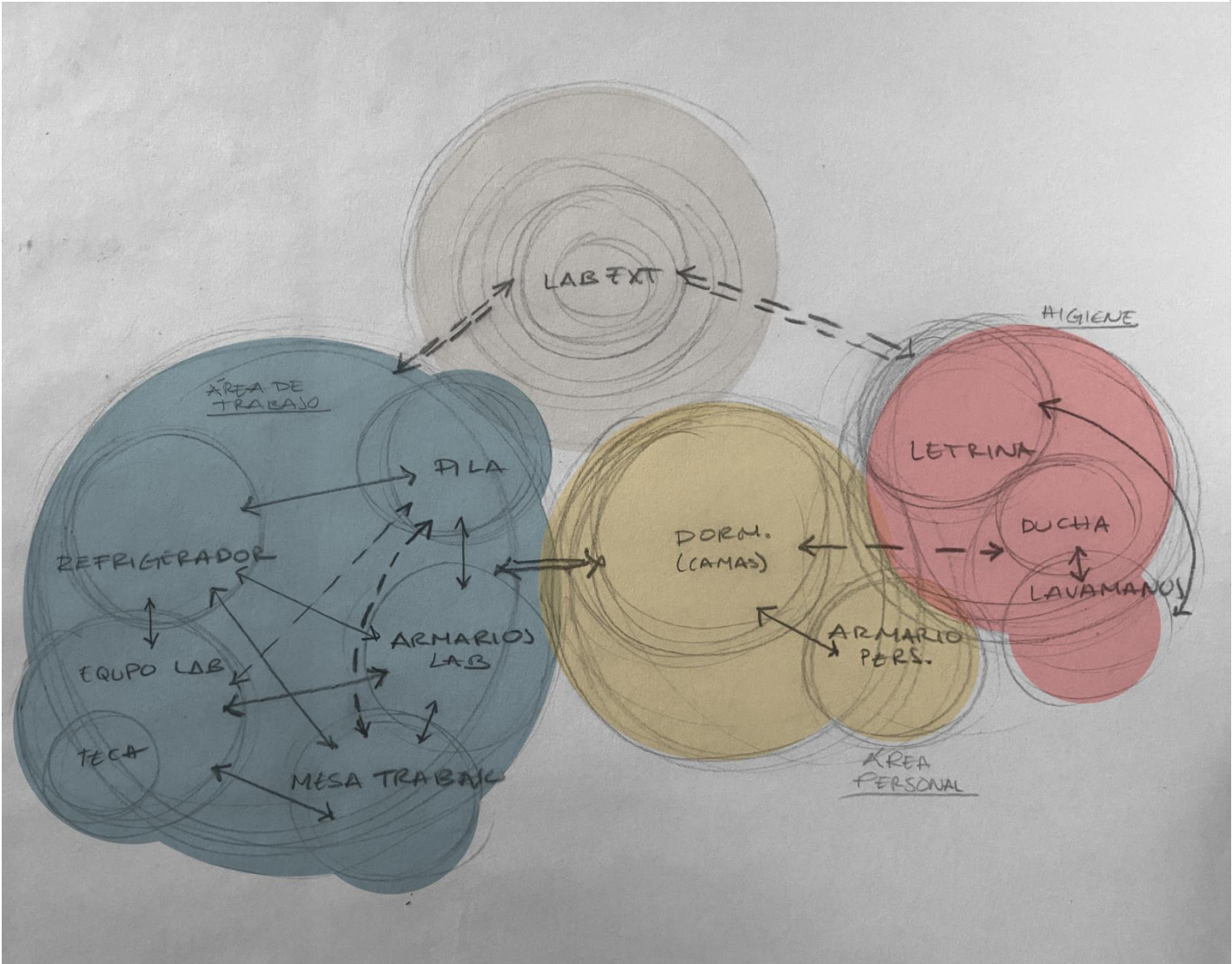
Nota. Autoría propia

4.3 Programa de necesidades y determinación áreas

A partir de los parámetros de diseño estudiados anteriormente, de los referentes y la teoría estudiada sobre los espacios requeridos en un laboratorio de este tipo, se obtiene el siguiente programa diagramado a forma de boceto en la figura 50. El programa se establece pensando primeramente en el módulo mínimo. Es decir, en un habitáculo para cuatro personas, con el espacio requerido para realizar sus funciones investigativas. Y, a su vez, bajo las normas del Manual de Bioseguridad en el Laboratorio de la OMS y algunas recomendaciones del Human Integratition Design Handbook de la NASA y la Guía de Saneamiento en Albergues y Campamentos de la Organización Panamericana de la Salud.

En la tabla 5, se presentan los espacios divididos en área de trabajo y área personal, cada uno con los elementos que lo componen, descripción y requisitos técnicos tomados del manual mencionado. A su vez, se presentan las áreas mínimas destinadas a cada espacio, sumando como resultado un área de 5,06 m².

Figura 50. Boceto diagrama de relaciones



Nota. Autoría propia

Tabla 5. Programa arquitectónico.

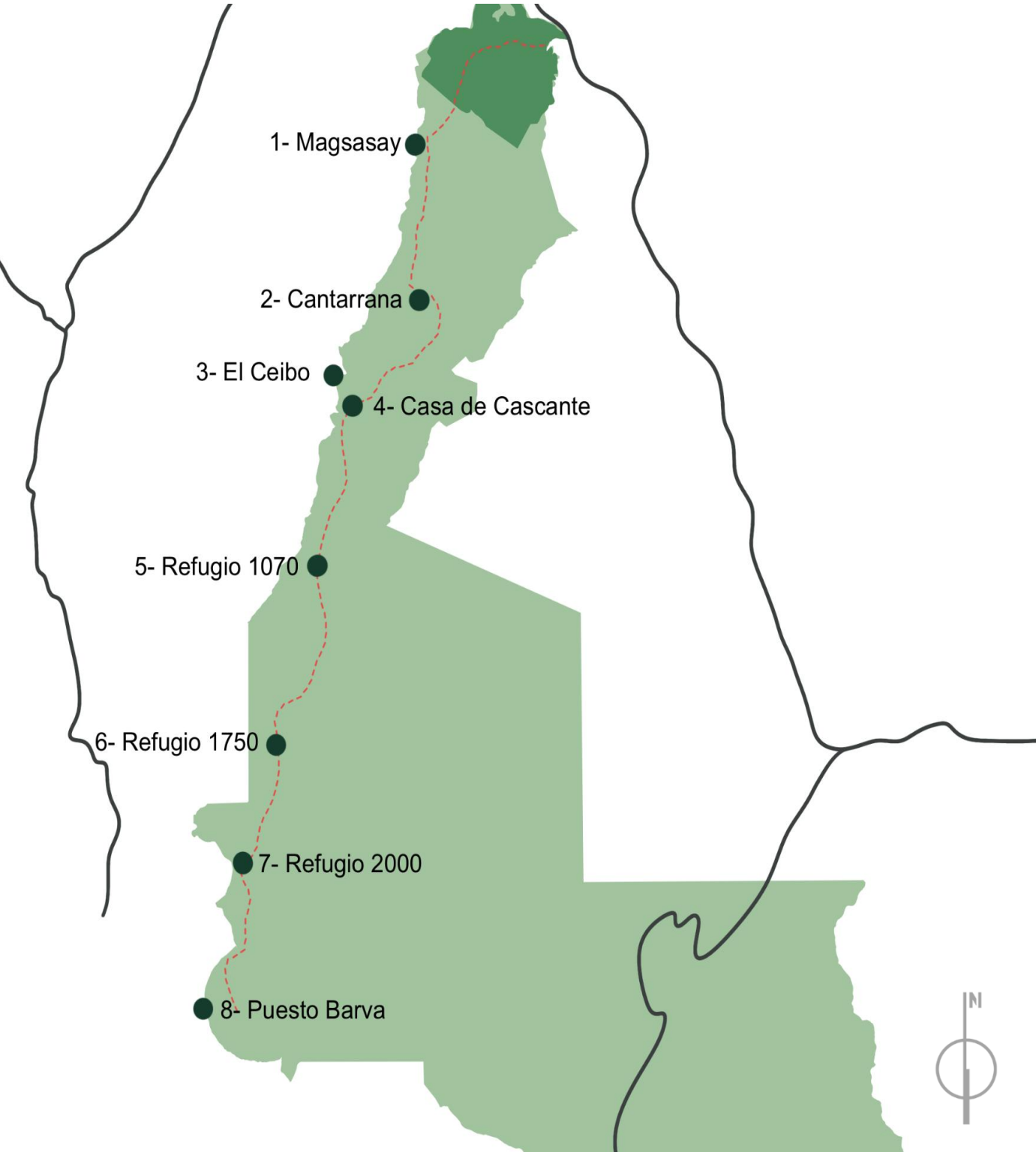
Zona	Espacio	Elementos	Mobiliario	Descripción	Requisitos Técnicos	Usuarios	M2	M2 de Circulaciór	Total de M2
Area de Trabajo	Laboratorio interno	Refrigerador	Silla	Espacio para realizar labores de investigación, estudios de muestras, reuniones, cálculos recolección de datos.	Superficies lisas e impermeables, resistentes a productos químicos. Piso antideslizante, iluminación adecuada, lavamanos exclusivo, ventilación controlada. Espacio para equipos y mantenimiento. Mobiliario ergonómico y	4	1,44	1,44	2,88
		Equipo de laboratorio	Mesa de Trabajo						
		Pila	Armario						
		Equipo tecnológico							
	Laboratorio externo	Cubierta	Mesa de trabajo	Espacio para realizar trabajo de campo fuera del módulo con protección a elementos climáticos.	Protección a condiciones ambientales, iluminación adecuada, suministro eléctrico si es necesario. Espacio para manipulación segura de muestras y equipos.		2,88		
Equipo de laboratorio									
Area Personal	Dormitorio	Cama	Armario	Espacio de descanso, ocio para el personal que trabaja en el módulo.	Privacidad entre usuarios, iluminación adecuada, resguardado de productos químicos y equipo de laboratorio.		1,08	0,54	1,62
		División							
	Baño	Sistema de recolección	Letrina	Espacio de higiene personal para el personal que trabaja en el módulo.	Acceso a agua, preferiblemente manos libres. Lavamanos aparte de fregaderos de laboratorio y lejos de sustancias químicas.		0,36	0,2	0,56
		Lavabo			Sistema de disposición sanitaria de excretas que evite la contaminación del suelo y las fuentes de agua*. Adaptado a contexto geológico e hidrogeológico del sitio.				
		Ducha							
							M2 totales/ Módulo	5,06 **	

* Se recomiendan estudios geológicos e hidrogeológicos previos, para determinar si existe riesgo de contaminación de aguas superficiales o subterráneas. Si ese es el caso, la letrina debe ir elevada con depósitos intercambiables. A su vez se deben trasladar estos depósitos a un pozo ubicado en terreno apropiado y enterrar inmediatamente.

** Esta es la medida en metros cuadrados recomendada para el módulo mínimo. Al ser un habitáculo modular y que pretende ser emplazado libremente según las necesidades del usuario, no es una medida fija y puede ser aumentada según se requiera.

Nota. Autoría propia

Figura 51. Refugios en el Transecto Altitudinal Barva



Nota. Autoría propia

Síntesis obtenidas del subcapítulo

A partir del sector elegido, los referentes estudiados y la normativa aplicable, se define la ubicación de implantación y el programa arquitectónico del módulo mínimo. La decisión de seleccionar el Punto 500 se debe a criterios de accesibilidad y el valor ecológico que tiene el transecto altitudinal, sin embargo, con el análisis adecuado y las previsiones respectivas el habitáculo puede implantarse en otros lugares del transecto (figura 51), en terrenos más complicados y con características diferentes.

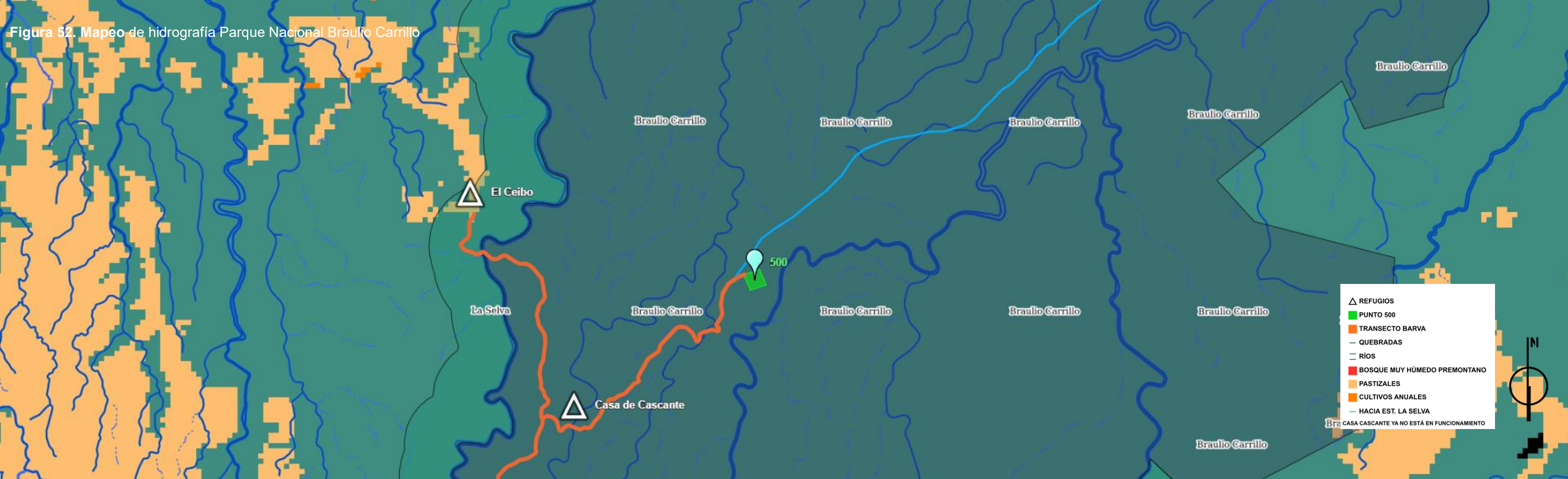
El programa, a su vez, establece los espacios mínimos requeridos para cuatro investigadores de campo y responde a normativas relacionadas con la salud tanto de los usuarios como de la zona de implantación. Como resultado, se tiene un programa dividido en dos áreas principales. El área de trabajo, donde se desarrollarán labores investigativas y el área personal, que vuelve el refugio habitable durante periodos extensos de tiempo. A partir de estos espacios mínimos se puede aumentar el programa según el tiempo que vaya a estar implantado y la cantidad de usuarios que lo requieran.

05

ANÁLISIS DE SITIO

DEFINICIÓN DEL SITIO DEL PROYECTO Y ÁREA DE INFLUENCIA
USO DE SUELO Y ZONIFICACIÓN EXISTENTE
ACCESOS AL SITIO
TOPOGRAFÍA
VISTAS
AMENAZAS
DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS
NATURALEZA, VEGETACIÓN Y PAISAJE
CLIMATOLOGÍA

Figura 52. Mapeo de hidrografía Parque Nacional Braulio Carrillo



Nota. Autoría propia a partir de SIG del SNIT y la OET.

5.1 Definición del sitio del proyecto y el área de influencia.

Como se establece anteriormente, se selecciona como zona de implantación el Punto 500 dentro del Transecto Altitudinal Barva. En la figura 52 se puede observar la hidrografía cerca del sitio, además de los dos posibles ingresos. El ingreso por El Ceibo permite accesibilidad más cercana en vehículo, mientras el acceso por la Estación Biológica La Selva se realiza mediante los senderos del transecto.

Dentro del área marcada en el mapa se emplaza el habitáculo. Este punto cubre un área de aproximadamente 9700 m2. A partir de un estudio previo realizado por los investigadores involucrados se determinará exactamente el punto de emplazamiento y se procederá a ensamblar el habitáculo.

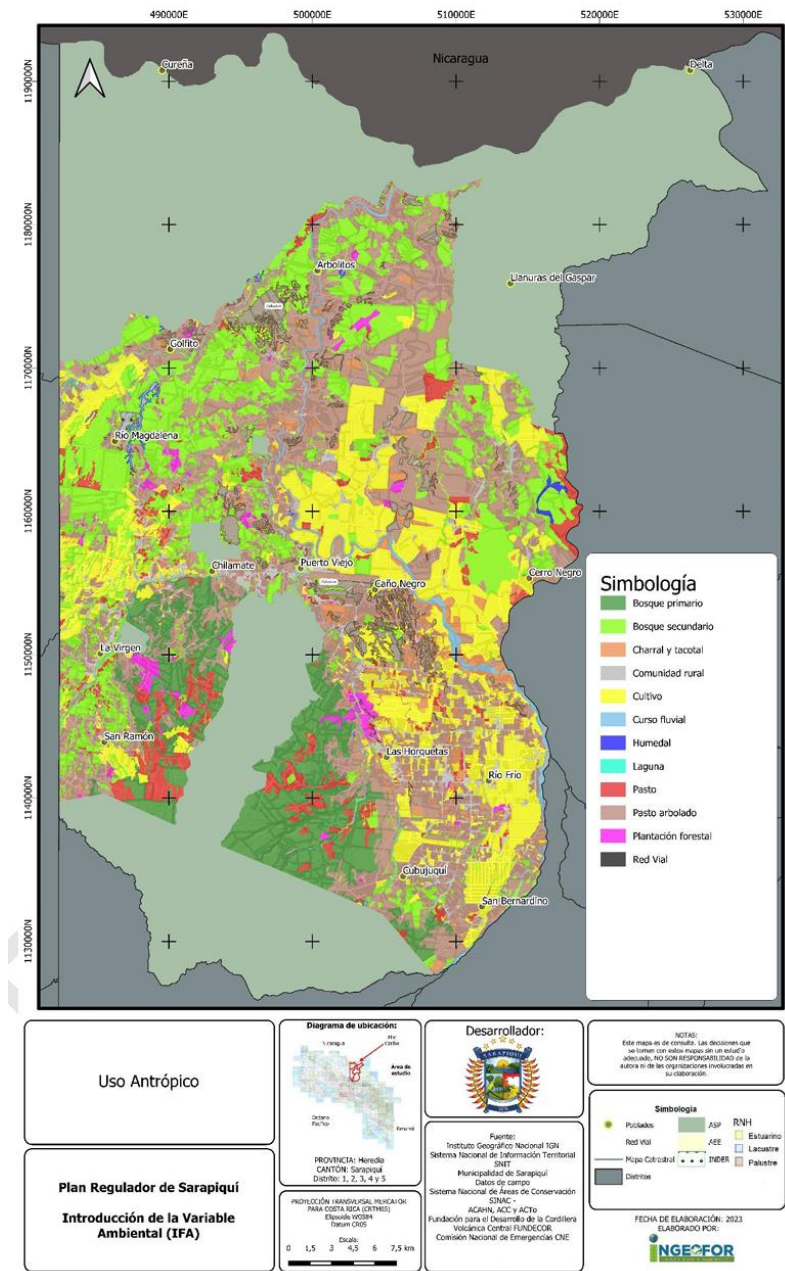
5.2 Análisis del uso de suelo (zonificación existente)

El Plan Regulador de Sarapiquí está en etapa de desarrollo, por lo que la municipalidad brinda un borrador previo a su aprobación. El sitio está emplazado dentro de la calificación de Área de Protección Silvestre (figura 53). En el punto 5.7 del documento, se desglosan las restricciones de uso para el orden urbano, en el que se determina que el ASP queda bajo reglamento de la Ley Orgánica del Ambiente N° 7554, artículo 32. Y se aplica el criterio de uso en categorías de manejo establecidas por el MINAE. Es decir, la jurisdicción del parque es del SINAC, y por lo tanto, se debe seguir el Plan General de Manejo del Parque Nacional Braulio Carrillo.

Este sector del Parque Nacional Braulio Carrillo permite actividades y usos indirectos de baja intensidad, que como se estudió anteriormente, están reguladas por las Zonas de Manejo ya establecidas en el Plan General del parque. De acuerdo con estas zonas de manejo, el sitio de implantación se encuentra dentro de la Zona de Mínima o Nula Intervención (ZMNI).

Figura 53. Uso Antrópico

En la ZMNI se permiten actividades de investigación, monitoreo, prevención, protección y vigilancia de los recursos naturales y culturales. Como objetivo principal propone el mantener el parque en su estado natural sin la utilización de recursos. Además de las normas destinadas a la población científica sobre extracciones, ingresos, entre otros, se estipulan las normas que afectan directamente al ámbito arquitectónico, y por lo tanto este proyecto. En cuanto a la infraestructura, la ZMNI permite refugios temporales para actividades de control, investigación y vigilancia.



Nota. Elaboración propia a partir de introducción a la variable ambiental del plan regulador del cantón de Sarapiquí, Heredia., por Municipalidad de Sarapiquí, <https://www.sarapiqui.go.cr/wp-content/uploads/2024/07/INTRODUCCION-DE-LA-VARIABLE-AMBIENTAL-PR-SARAPIQUI-2024-1.pdf>

Figura 54. Andarivel río Peje



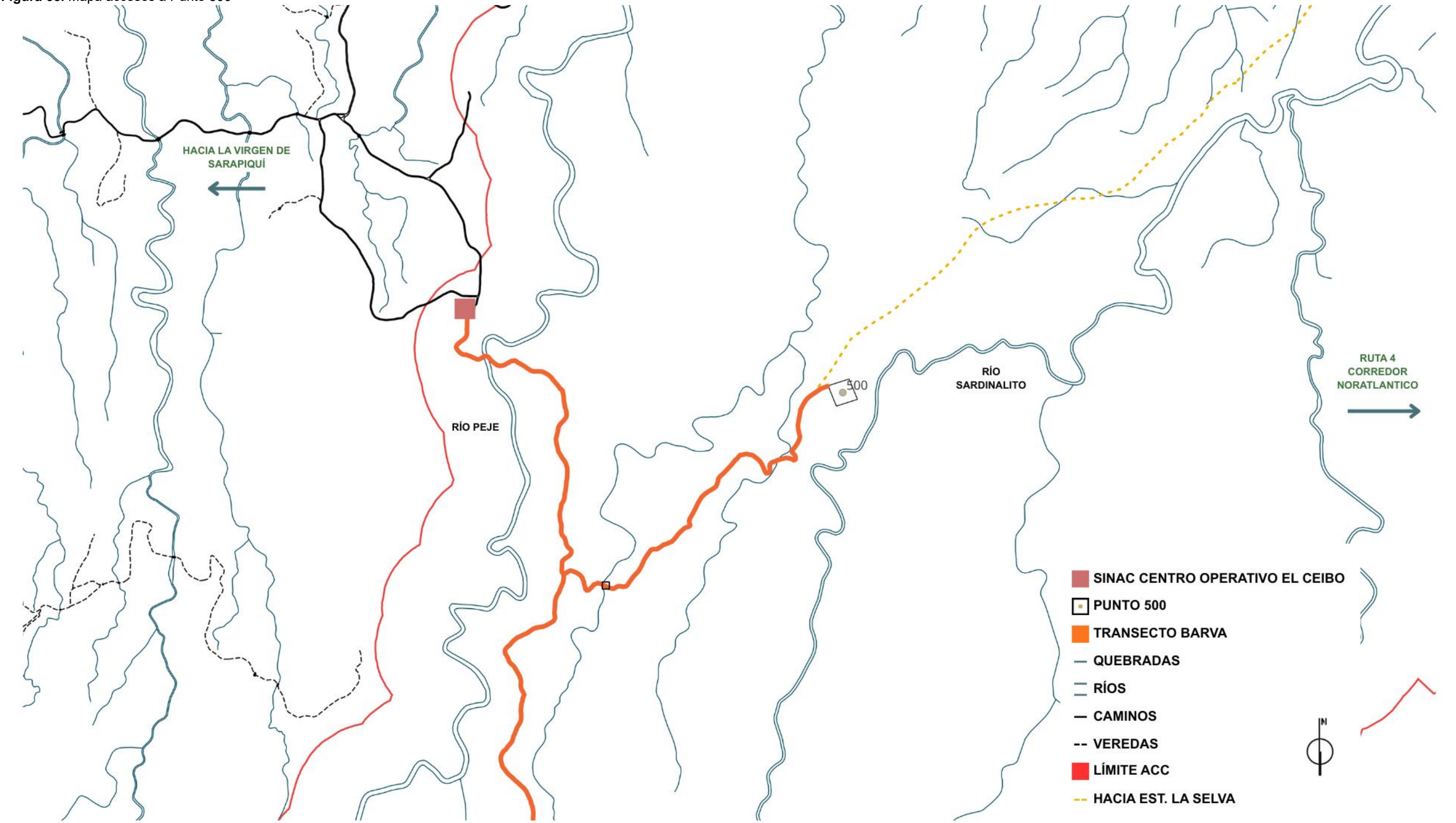
Nota. Reproducido de El baqueano, por wikilog, sf., <https://es.wikiloc.com/>

5.3 Accesos al sitio

Como equivalente al análisis de vialidad se realiza un análisis de acceso al sitio. En la figura 55 se mapean los dos posibles accesos al sitio, tomando en cuenta la duración del trayecto, dificultad y distancia con respecto a la vía terrestre más cercana.

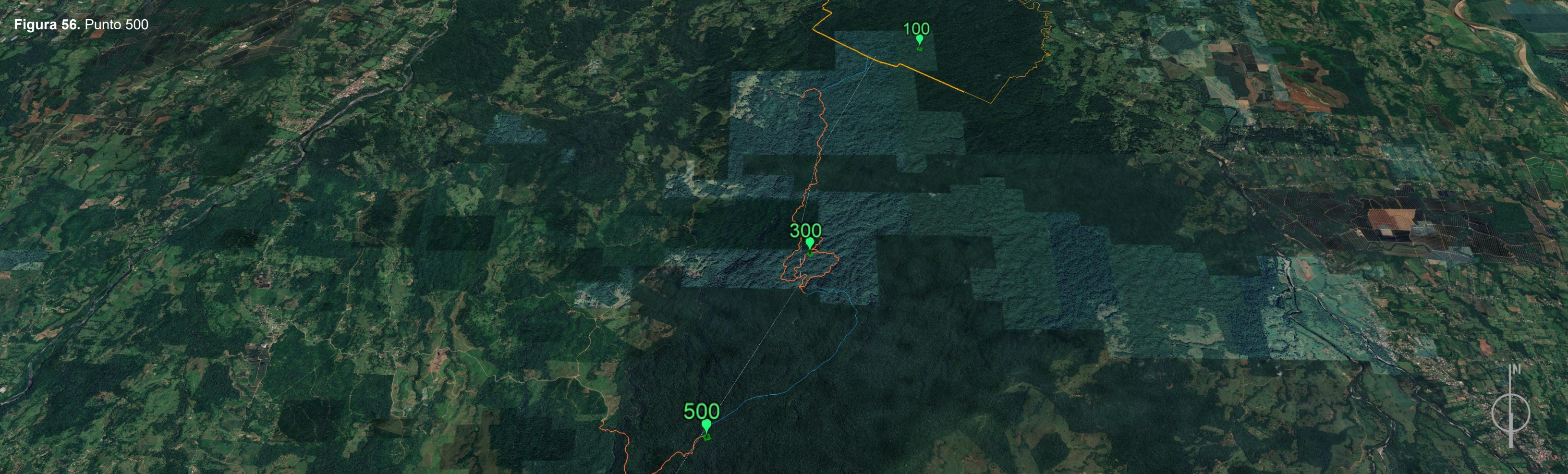
A lo largo del transecto se presentan quiebres del terreno, cruce de ríos, entre otros. Algunos tramos se encuentran en mejores condiciones que otros, es por esto, que para el transporte del habitáculo se propone que sea realizado como mínimo por 4 personas. Posteriormente, se detalla la manera de transporte y ensamblaje en el sitio. El primer acceso permite el ingreso en vehículo hasta el Centro Operativo el Ceibo utilizando los caminos de guardaparques. Luego de llegar a este punto, se procede a transportar el habitáculo a pie. Se debe tomar en cuenta que se debe atravesar el Río Peje (figura 54) donde hay un andarivel y posteriormente dos quebradas. El trayecto es de aproximadamente una o dos horas, donde se recorren 3km. La segunda opción es caminar desde el ingreso al transecto en la Estación La Selva, donde algunas veces se posibilita, según el sendero, el traslado hasta cierto punto en bicicleta.

Figura 55. Mapa accesos a Punto 500



Nota. Elaboración propia a partir de datos de información geográfica del SNIT

Figura 56. Punto 500



5.4 Topografía

Se analiza la topografía del terreno primeramente mediante un perfil topográfico de Google Earth, en este gráfico (figura 57) se observa cómo la inclinación máxima de esta porción del transecto es de 19.9% a 30.2% y la inclinación promedio de 4.1% a 6.0%. En el Punto 500 (figura 56), la pendiente se vuelve menos pronunciada, creando un espacio en el que la pendiente no sobrepasa 15%. Además, se realiza un análisis gráfico en la figura 58 de las curvas de nivel proporcionadas por el SNIT capa Mosaicos hojas 1:5 mil, con curvas principales cada 10 m. A partir de la información de esta capa se calculan aproximadamente las curvas de cada metro para el análisis de la zona Punto 500.

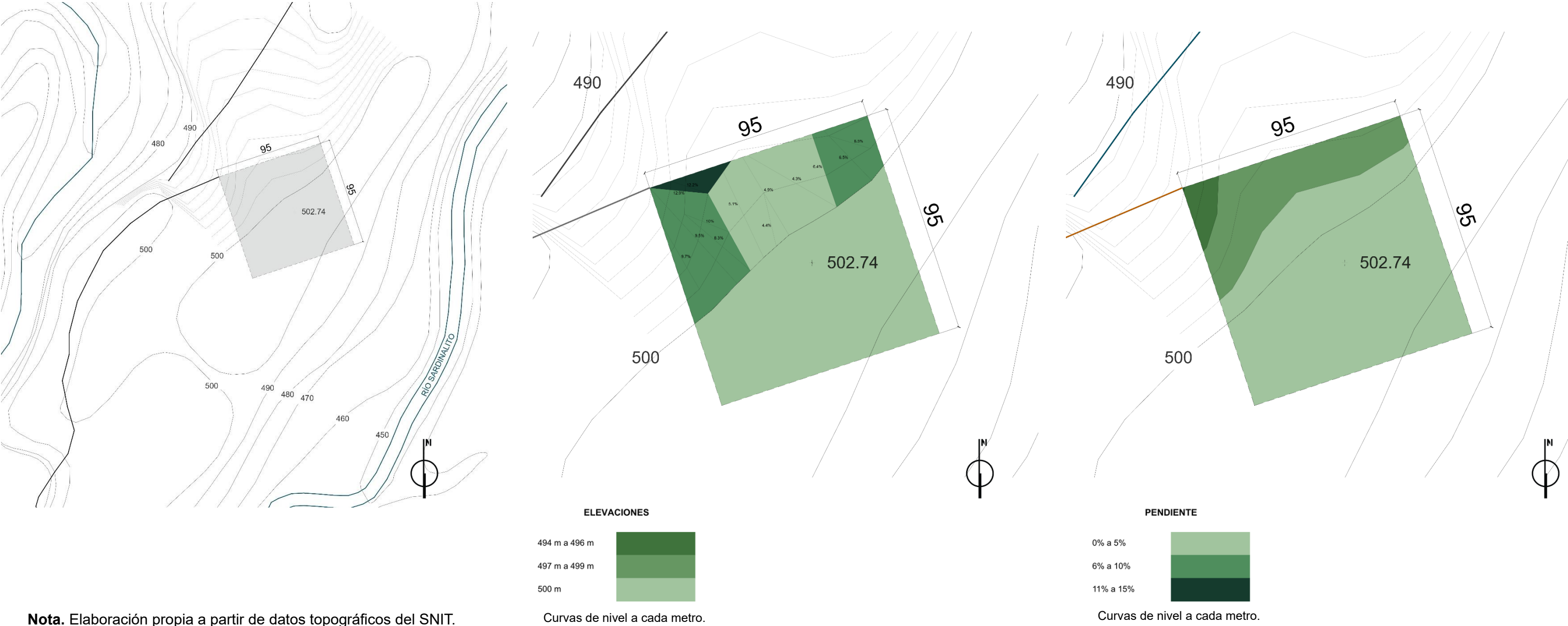
En cuanto a la elevación del terreno, pasa de 494 m a 500 m, con un punto más alto de 502.74 m, elevándose 8,74m. La pendiente se vuelve más pronunciada hacia el sector noroeste ya que el terreno desciende hacia una quebrada, mientras que, hacia el sureste, es más plano con pendientes de no más de 5%. Esta pendiente, provoca escorrentías hacia ambos cuerpos de agua (Río Sardinalito al E y la quebrada al O).

Figura 57. Perfil Topográfico



Nota. Elaboración propia a partir de datos topográficos de Google Earth

Figura 58. Análisis topográfico del caso de implantación

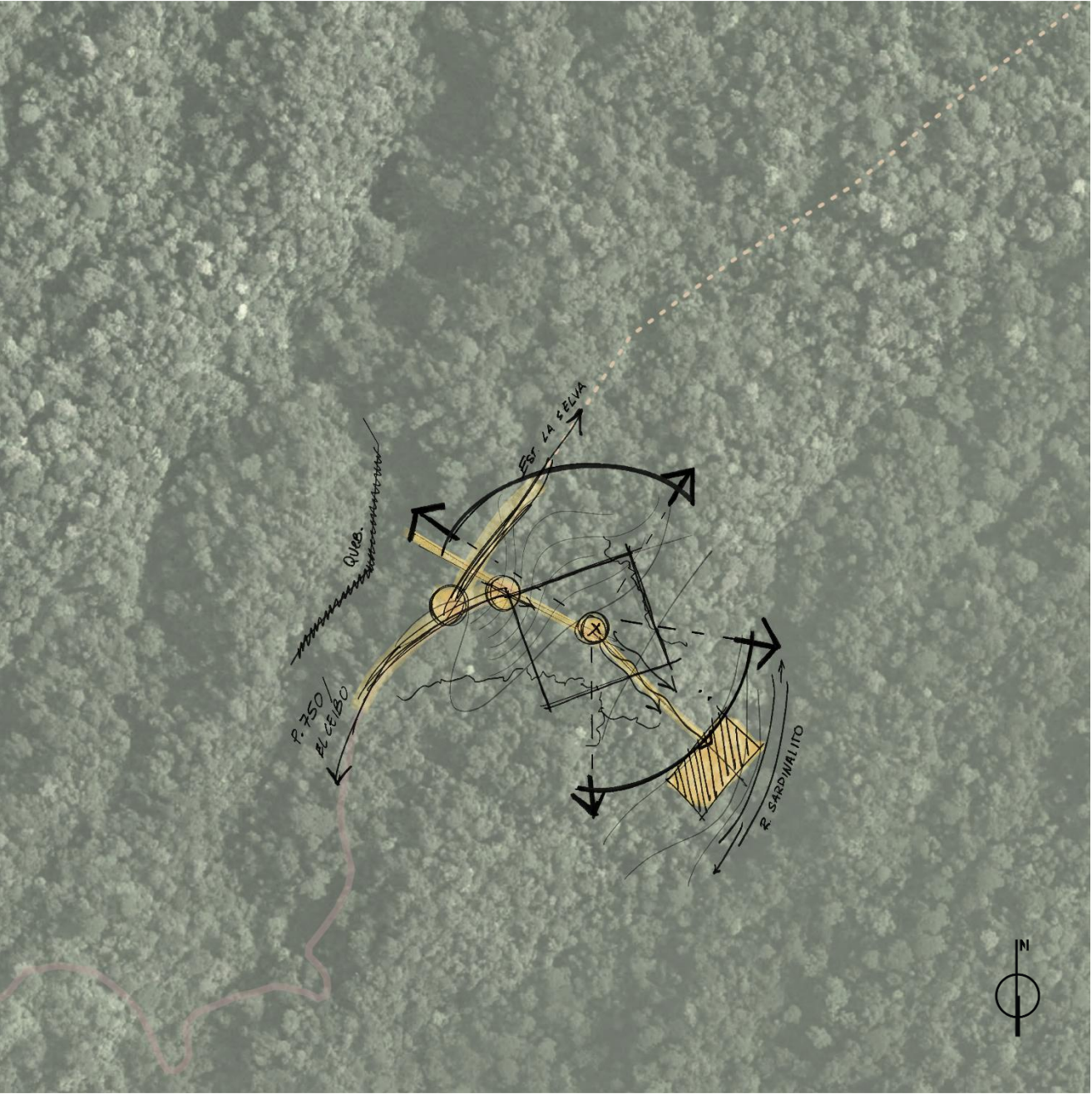


Nota. Elaboración propia a partir de datos topográficos del SNIT.

5.5 Vistas

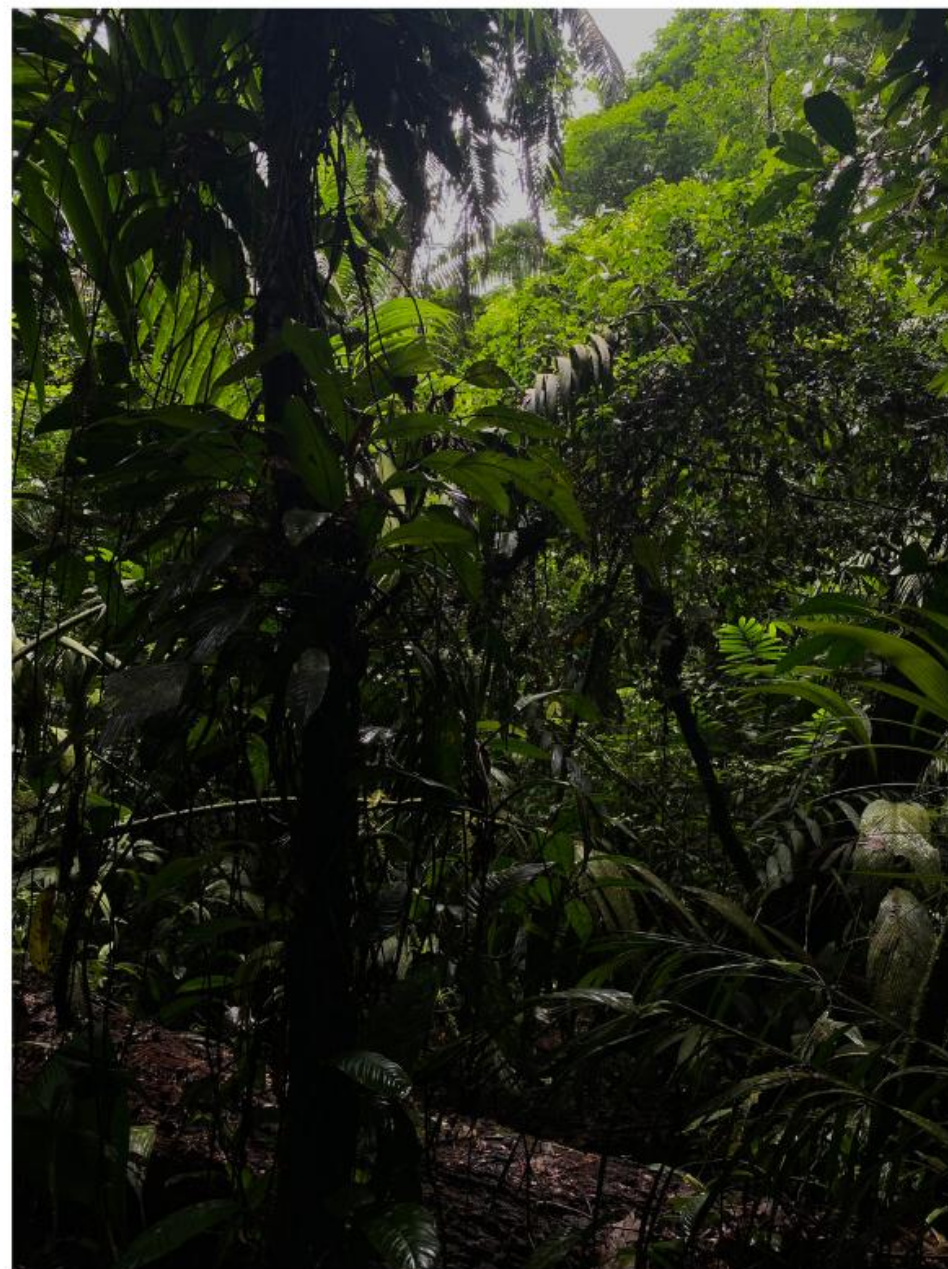
A partir del punto más alto del sitio, se analizan las visuales. Se determina que a causa de la topografía del terreno hay dos principales visuales. Cuando la pendiente descende, con ella la vegetación arbustiva y la parte más ancha de los árboles, por lo tanto, permite una mejor visibilidad a mediana distancia. Hacia los sectores que el terreno se mantiene plano, se reduce la visibilidad a distancias medias y largas. A pesar de esto, al ser un bosque siempreverde, la vegetación es densa y por lo tanto la visibilidad y vistas son reducidas. Se puede observar en la figura 59 la densidad del bosque y sectores en los que la vegetación se reduce, sin embargo, están alejados del sitio de implantación. En general los puntos determinados dentro del transecto se ubican en claros y terrenos planos, como se puede ver en la figura 60 y 61, a partir de donde termina el claro la vegetación se vuelve densa, dejando poca visibilidad. Además, dentro del bosque la luz no ingresa completamente, otro factor que disminuye la visibilidad.

Figura 59. Boceto análisis de vistas en el sitio



Nota. Elaboración propia a partir de datos topográficos de Google Earth

Figura 60. Vistas y vegetación



Nota. Autoría propia

Figura 61. Claro, vegetación y refugio Punto 1070



Nota. Fotografías proporcionadas por Orlando Vargas (comunicación personal, 7 de julio de 2026).

5.6 Amenazas

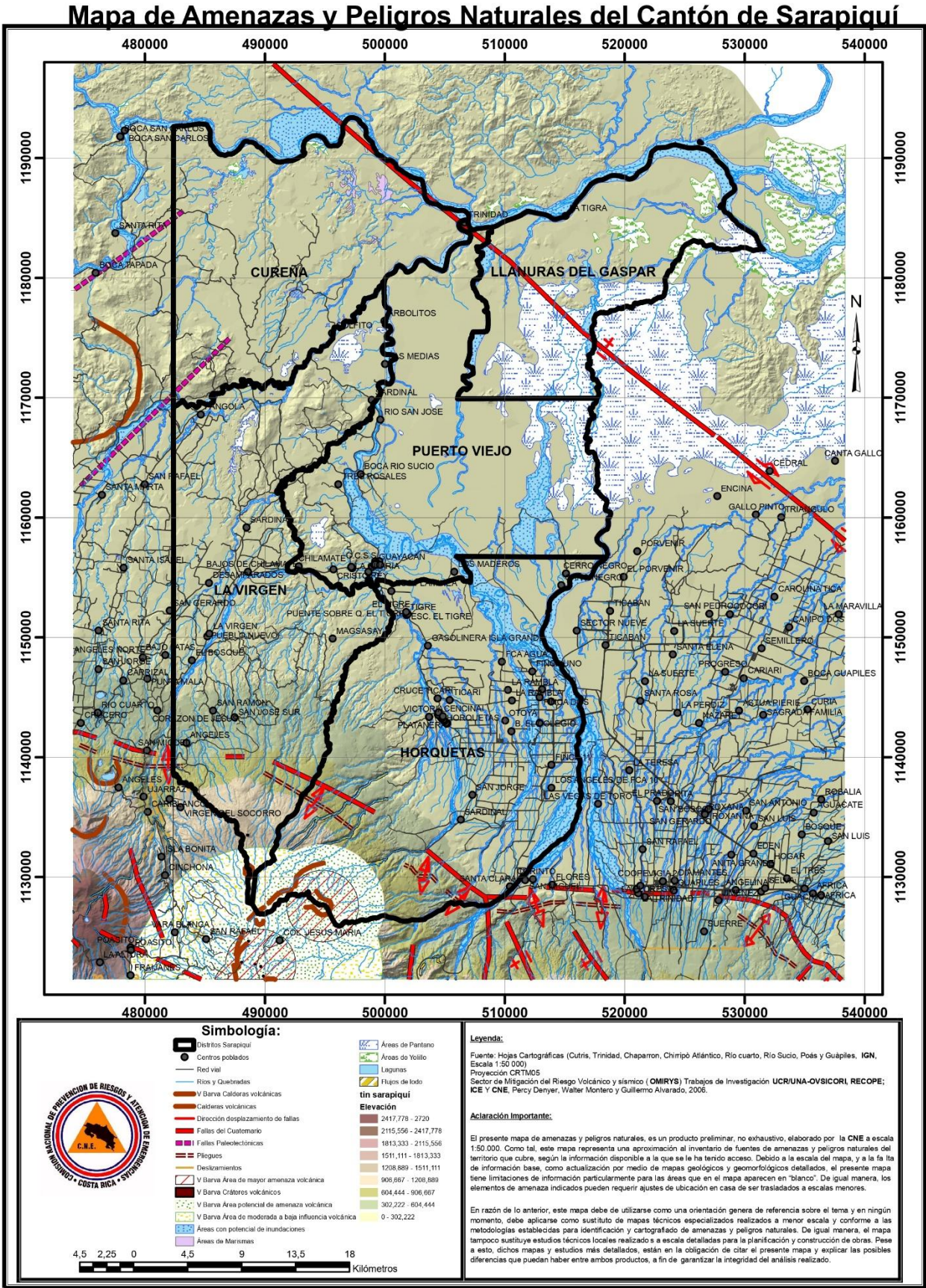
Las amenazas de origen natural en Sarapiquí según la Comisión Nacional de Emergencias, en la figura 62, son en ámbito hidrometeorológico, la red de drenaje compuesta por entre otros ríos, el Peje y Puerto Viejo, ambos cercanos al sitio que ocasionalmente provocan desbordamientos. En una escala menor, entre las principales amenazas está la de una inundación provocada por el Río Sardinalito o la quebrada que se encuentran cercanas al sitio. A pesar de que el terreno se encuentra elevado entre ambos, durante la época lluviosa pueden ocurrir crecidas de los cuerpos de agua. Esto puede afectar directamente al proyecto implantado o al momento de realizar las expediciones hacia el sitio.

Con respecto a amenazas geológicas, se debe tomar en cuenta la actividad sísmica, sin embargo, Sarapiquí se encuentra dentro la región sísmica con la tasa más baja del país. Por otro lado, los deslizamientos e inestabilidad de suelos presentan escasos problemas, normalmente aumentando en los márgenes de los ríos principales y causados por la erosión (Comisión Nacional de Emergencias [CNE], s.f).

Otra amenaza es la caída de árboles. El sitio se ubica dentro de un bosque determinado como viejo. Dentro de estos bosques y como ciclo natural ocurre la caída de árboles de tamaño considerable, provocando lo que se conoce como claros. Es por esto, que previamente a la implantación también se debe tomar en cuenta el estado vegetal del sitio. De la misma manera, la fauna local puede llegar a ser una amenaza.

Ahora bien, en cuanto a otro tipo de riesgos, a pesar de ser un sector alejado el vandalismo, senderismo ilegal y los cazadores podrían llegar a ser una amenaza tanto para los usuarios como para la integridad del hábitaculo.

Figura 62. Mapeo de amenazas y peligros naturales del cantón de Sarapiquí



Nota. Reproducido de Comisión nacional de emergencias, por UCR/UNA-OVSICORI, RECOPE; ICE Y CNE, Percy Denyer, Walter Montero y Guillermo Alvarado, 2006, <https://es.wikiloc.com/>

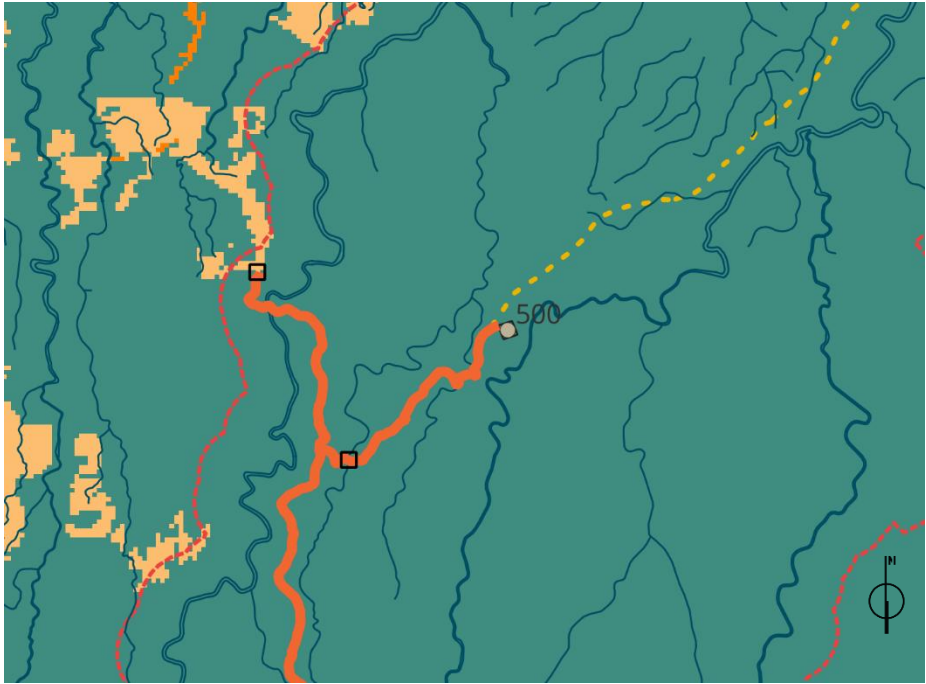
5.7 Disponibilidad de servicios

Dentro del bosque no se cuentan con servicios, sin embargo, para el funcionamiento del habitáculo se requiere tanto agua como luz y otros sistemas como de GPS y comunicación. En cuanto al agua, se permite dentro de la ZMNI el aprovechamiento para consumo humano. Es por esto por lo que una de las condiciones anteriormente planteadas para la elección de zona de posible implantación del habitáculo es que tenga acceso a un río o quebrada del que se pueda tomar el agua y posteriormente almacenarla para consumo o uso general.

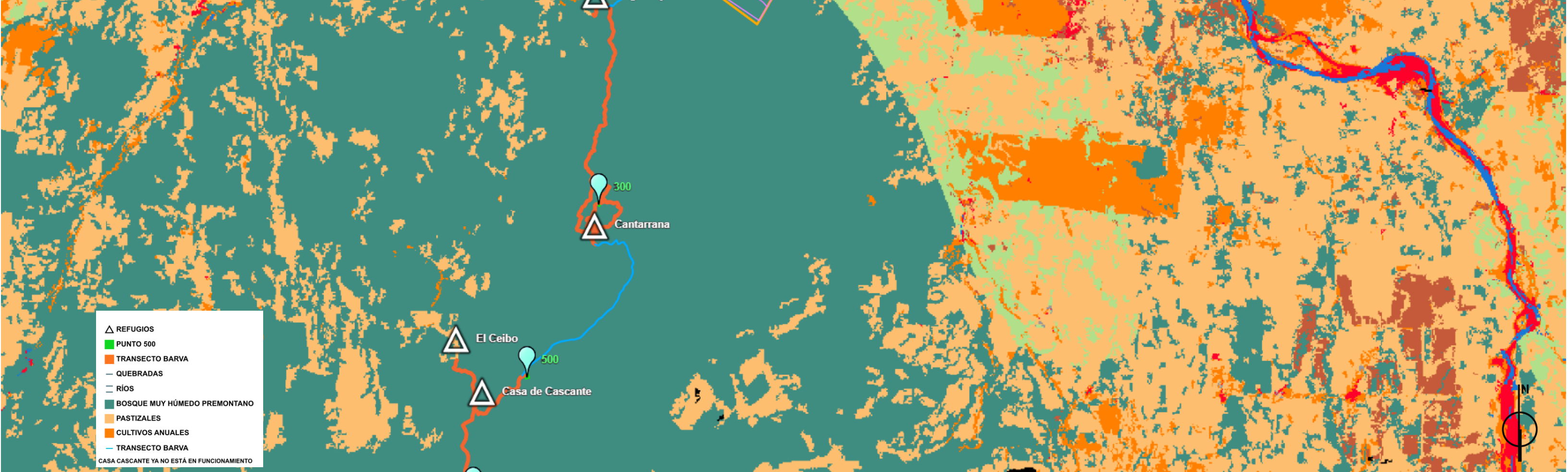
En la sección de agua potable de la guía de saneamiento en albergues o campamentos de la Organización Panamericana de la Salud, se recomienda que, si existe suministro de agua, pase por un proceso de desinfección antes de ser consumida ya sea mediante el uso de filtros como hirviendo o desinfectando la misma con concentraciones adecuadas. Asimismo, se sugiere el almacenamiento en tanques limpios de materiales como PVC, fibra de vidrio o asbesto-cemento.

El habitáculo debe contar con un sistema de almacenamiento de energía para equipo de laboratorio que lo requiera y para la iluminación necesaria.

Figura 63. Hidrografía en zona de posible implantación



Nota. Autoría propia a partir de SIG del SNIT y la OET.



Nota. Autoría propia a partir de SIG del SNIT y la OET.

5.8 Ecología y naturaleza

Las características naturales del sitio son las de un bosque siempre verde, con una altura de busque de 40 y 50 m. Entre las especies vegetales más relevantes están el manú, caoba, roble, caobilla, gavilán, botarrama, ceiba y ojoche. En la figura 67 se pueden ver ejemplos de estas especies. El relieve es variado, puede pasar de ser muy plano a muy quebrado (Instituto Nacional de Aprendizaje [INA], s.f).

El río más cercano se encuentra a 179.05 m lineales del punto más alto de la porción de tierra seleccionada. Para llegar a él se descienden 52.74 m con pendientes que promedian 28.03%. También, una quebrada se sitúa a aproximadamente a 115 m del sendero del transecto.

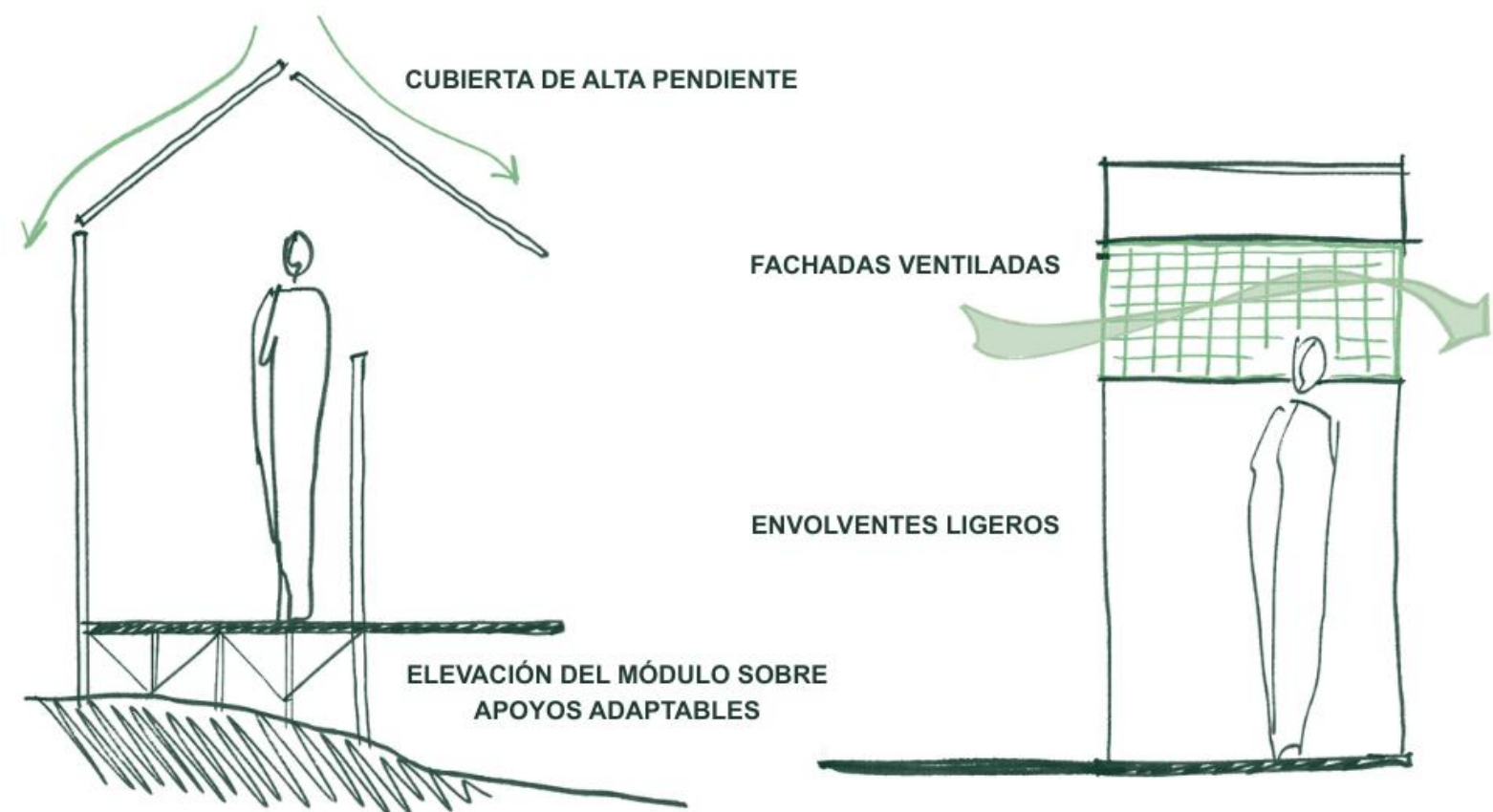
5.9 Climatología

Mapeado en la figura 64, se puede observar que la ubicación del terreno está dentro del Bosque Muy húmedo Tropical transición a Premontano. A continuación, se listan las características climatológicas que presenta este bosque:

- Precipitación: 4000 mm a 5500 mm
- Biotemperatura: 21.5 °C a 24 °C
- Periodo seco: 0 a 3.5 meses.

Tomar en cuenta que el habitáculo se debe adaptar a temperaturas que van desde menos de 0°C en las partes más altas, cerca del volcán Barva a 27 grados en las partes más bajas e inmersas en el bosque (Instituto Nacional de Aprendizaje [INA], s.f).

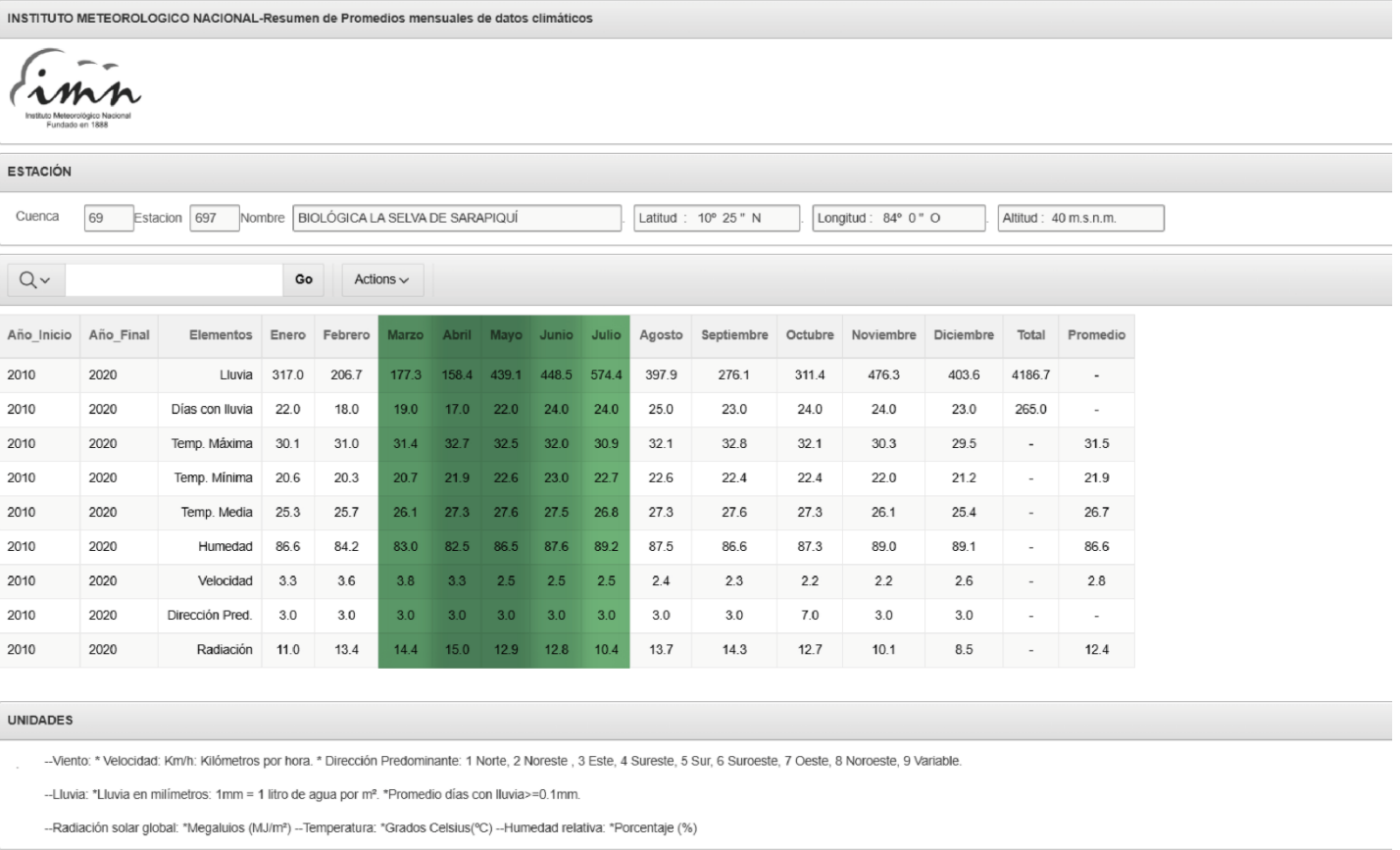
Figura 66. Parámetros de diseño a partir de análisis climático



Nota. Autoría propia.

En cuanto a otras condiciones climáticas, se puede observar en la figura 66 cómo los vientos predominantes son del este, excepto en el mes de octubre, que provienen del oeste. Esto determinaría la dirección de emplazamiento del habitáculo. Como se puede ver en el resumen de promedios mensuales climáticos, en los meses de marzo a julio la radiación junto con la temperatura y humedad incrementa, mientras que la velocidad del viento se reduce. Además, las lluvias incrementan en este periodo. Esto vuelve el sitio incómodo para los usuarios con respecto al confort, por lo que las adaptaciones pasivas del habitáculo se vuelven indispensables. Como resultado de esto, se tienen los parámetros de diseño establecidos en la figura 65.

Figura 65. Resumen de promedios mensuales de datos climáticos 2010-2020 Estación La Selva de Sarapiquí



Nota. Reproducido de imagen proporcionada por Keneth Prado, Instituto Meteorológico Nacional (IMN), comunicación personal, 5 de agosto de 2026.

Figura 67. Especies dentro del bosque siempreverde



Manú (*Minquartia guianensis*)
Altura: 40 a 70 m
Diámetro del tronco: 0.90 m a casi 2 m



Gavilán balnco (*Oreomunnea pterocarpa.*)
Altura: 40m



Ojoche (*Brosimum alicastrum*)
Altura: 40 m



Ceiba (*Ceiba pentandra*)
Altura: 60 m
Diámetro del tronco: 2 m

Nota: Reproducido de Osa Arboretum, 2020, <https://osa-arboretum.org/>

Figura 69. Emplazamiento habitáculo



Nota. Autoría propia.

Síntesis obtenidas del subcapítulo

A partir del análisis de sitio realizado se determina el sitio de emplazamiento del habitáculo durante la fase experimental (figura 68). Este, se encuentra dentro del espacio asignado como Punto 500 ya que presenta los requerimientos necesarios para que el refugio funcione de manera integral, entre ellos los mencionados en el diagrama de la figura 46. El emplazamiento presenta un área de influencia amplia ya que permite conexiones con las partes más altas del Transecto Altitudinal Barva, logrando una mejor movilidad para los investigadores de campo.

Se selecciona un sitio dentro del Transecto que cumple con las condiciones establecidas de accesibilidad, requerimientos y normativa para el desarrollo de actividades de monitoreo e investigación. A partir del análisis de sitio, se determinan características naturales que influyen en la implantación y funcionamiento del habitáculo, así como la identificación de amenazas naturales y antrópicas.

Al emplazar un habitáculo o varios, queda a criterio de los investigadores y las necesidades que necesitarán. En la figura 69, se muestra un emplazamiento sugerido, como ejemplo de la orientación que

debería tener el módulo de acuerdo con el acceso más cercano y el terreno. Sin embargo, para este caso experimental se propone seleccionar un espacio cercano al punto más alto del terreno con una altura de 502.74 m.s.n.m. con una inclinación hacia el noreste, es decir, que el ingreso al módulo se coloca orientado hacia el oeste. De esta forma y como resultado de emplazarlo en un punto más alto, se tiene una mejor visibilidad, permitiendo ubicar fácilmente el habitáculo. Además, con respecto a factores climáticos, esta orientación permite que ocurran adaptaciones climáticas pasivas como la ventilación cruzada y el ingreso de luz natural al espacio por la ubicación de sus aberturas.

Figura 69. Orientación de los habitáculos



Nota. Autoría propia.

06

ANÁLISIS FUNCIONAL

ZONIFICACIÓN CONCEPTUAL

ANÁLISIS DE RELACIONES FUNCIONALES

ZONIFICACIÓN HORIZONTAL

RELACIÓN MÓDULO-TERRENO

DISEÑO DE MOBILIARIO

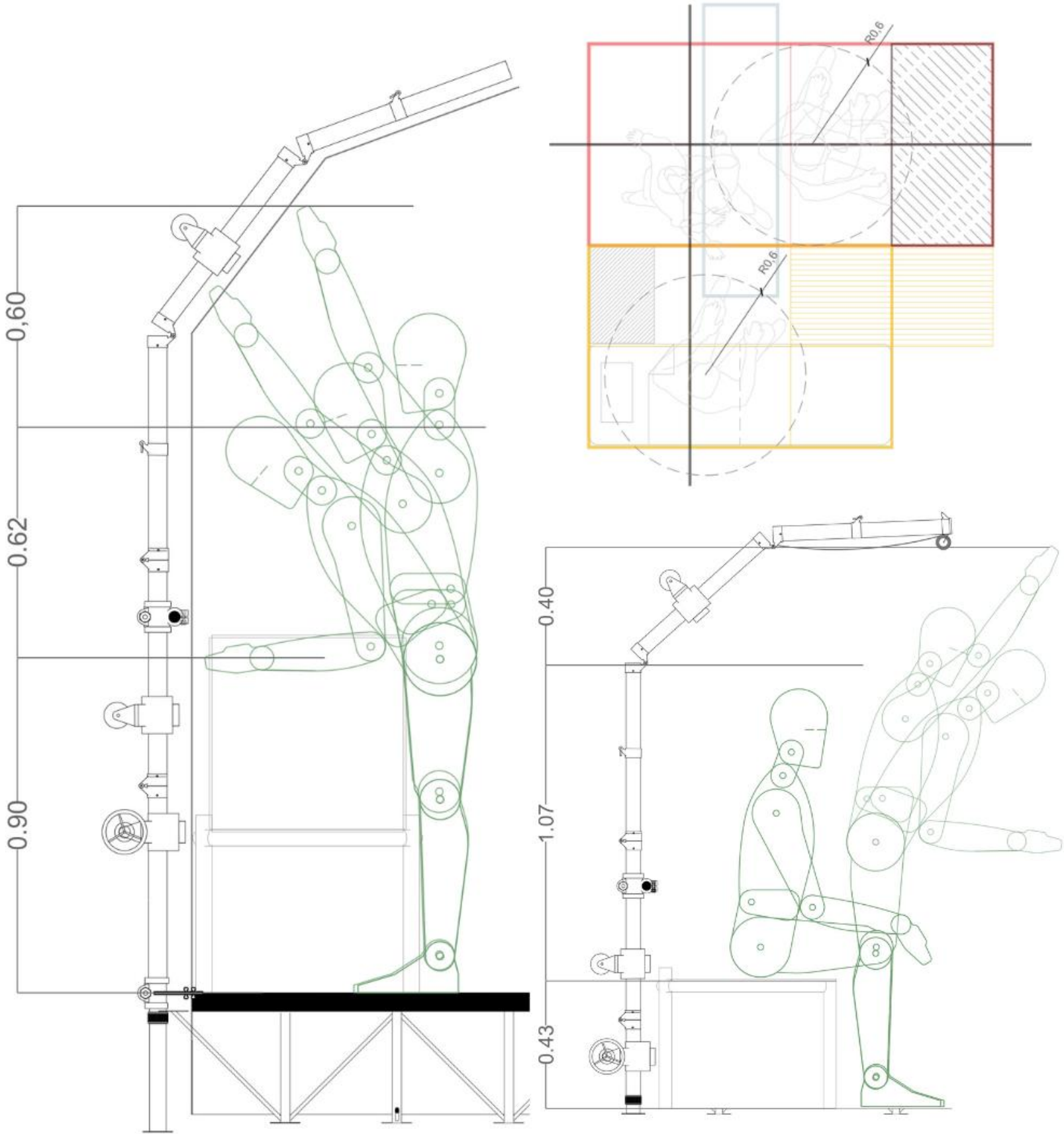
TRANSPORTE MANUAL

Figura 70. Estudio antropométrico en corte y planta del espacio

6.1 Estudio antropométrico

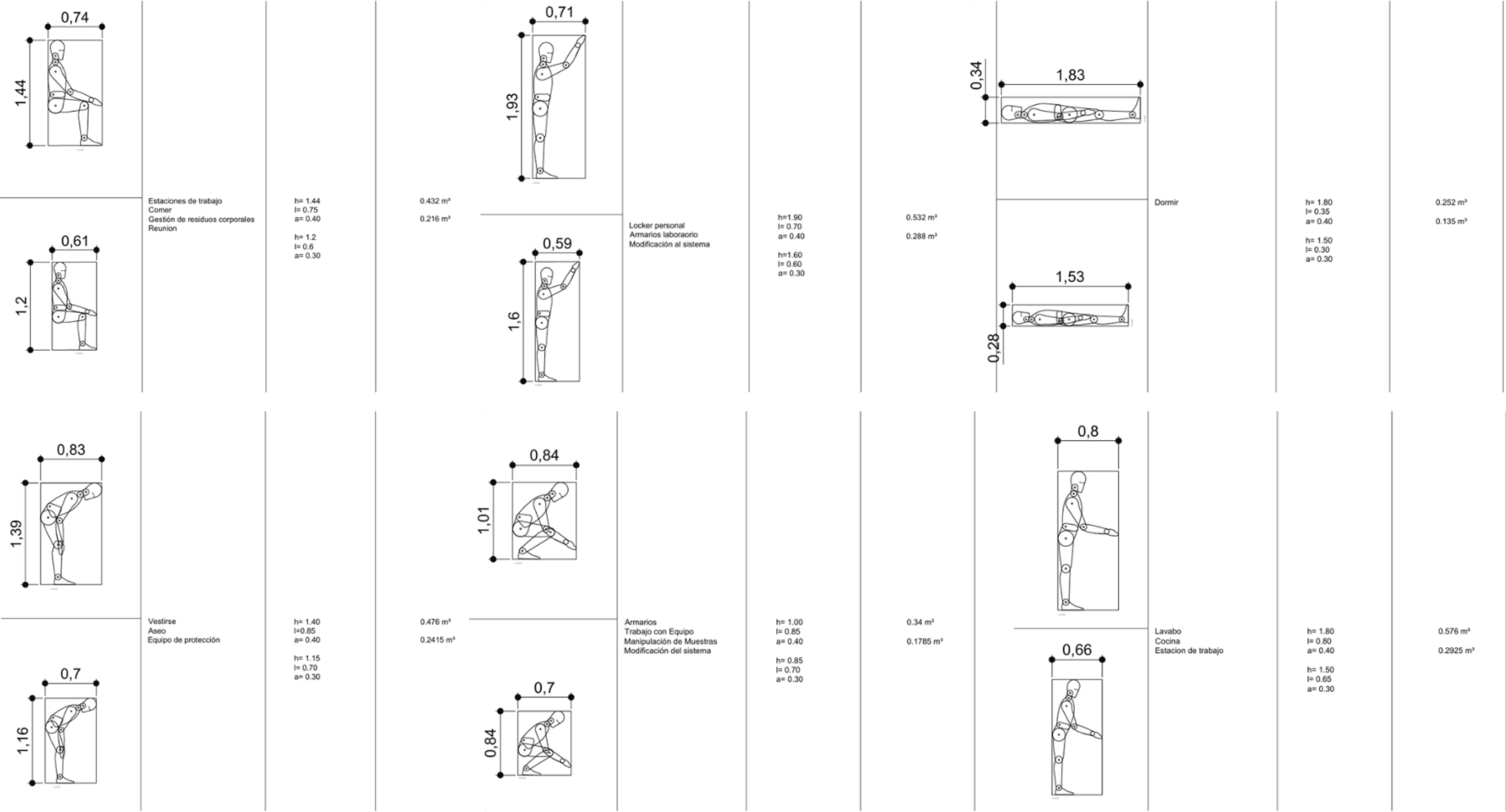
A partir de un estudio antropométrico en el que se determinan las distancias mínimas para el funcionamiento del espacio se determinan dos principales áreas. El área de trabajo corresponde al rectángulo rojo de la figura 70, el que el usuario tiene un espacio de 1.20 m x 2.40 m, con un área funcional de 2.16 m². El área personal, de 1.20 m x 1.80 m, y permite actividades de descanso y ocio. Además, se realiza un análisis en corte y se determinan los ángulos de la estructura que permiten un mejor movimiento vertical y en relación con el mobiliario, así como el área adecuada para la letrina.

En la figura 71, se presentan las medidas mínimas para personas de dos alturas diferentes. Asimismo, se muestran los metros cúbicos que requieren según los tipos de actividades y posturas al realizar estas actividades. Esto con el fin de comprobar la teoría estudiada anteriormente sobre los metros cúbicos mínimos necesarios y las características ergonómicas para la habitabilidad en un espacio reducido.



Nota. Autoría propia.

Figura 71. Estudio de metros cúbicos según postura y actividad



Nota. Autoría propia.

Figura 72. Boceto de zonificación conceptual

6.2 Zonificación Conceptual.

El módulo mínimo o base, se compone de un área de trabajo, un área personal, un área de trabajo externa y espacio de higiene. En la figura 72 se ilustra un boceto conceptual de la zonificación de este módulo mínimo. Las líneas amarillas representan el área personal y las rojas determinan el área de trabajo, mientras que la sección azul, determina un eje que funcionará como circulación. Además, se propone que el espacio de higiene tenga acceso por fuera del habitáculo. Esto debido al poco espacio y por cuestiones de seguridad e higiene. En negro, se propone el espacio para armarios y mesas de trabajo.

A partir de este módulo, en la figura 73 se realizan varias iteraciones compuestas de 4, 6 y 8 habitáculos. Que funcionarían para 16, 24 y 32 usuarios respectivamente. Para realizar estas composiciones, se unen los módulos mínimos dependiendo de las actividades realizadas en las distintas áreas. De esta forma, la zonificación base se mantiene y por lo tanto la forma del habitáculo también, dando oportunidad de crecimiento del espacio a partir de la auto semejanza (la unidad es semejante al conjunto), articulaciones nodales y repeticiones dentro de una retícula.

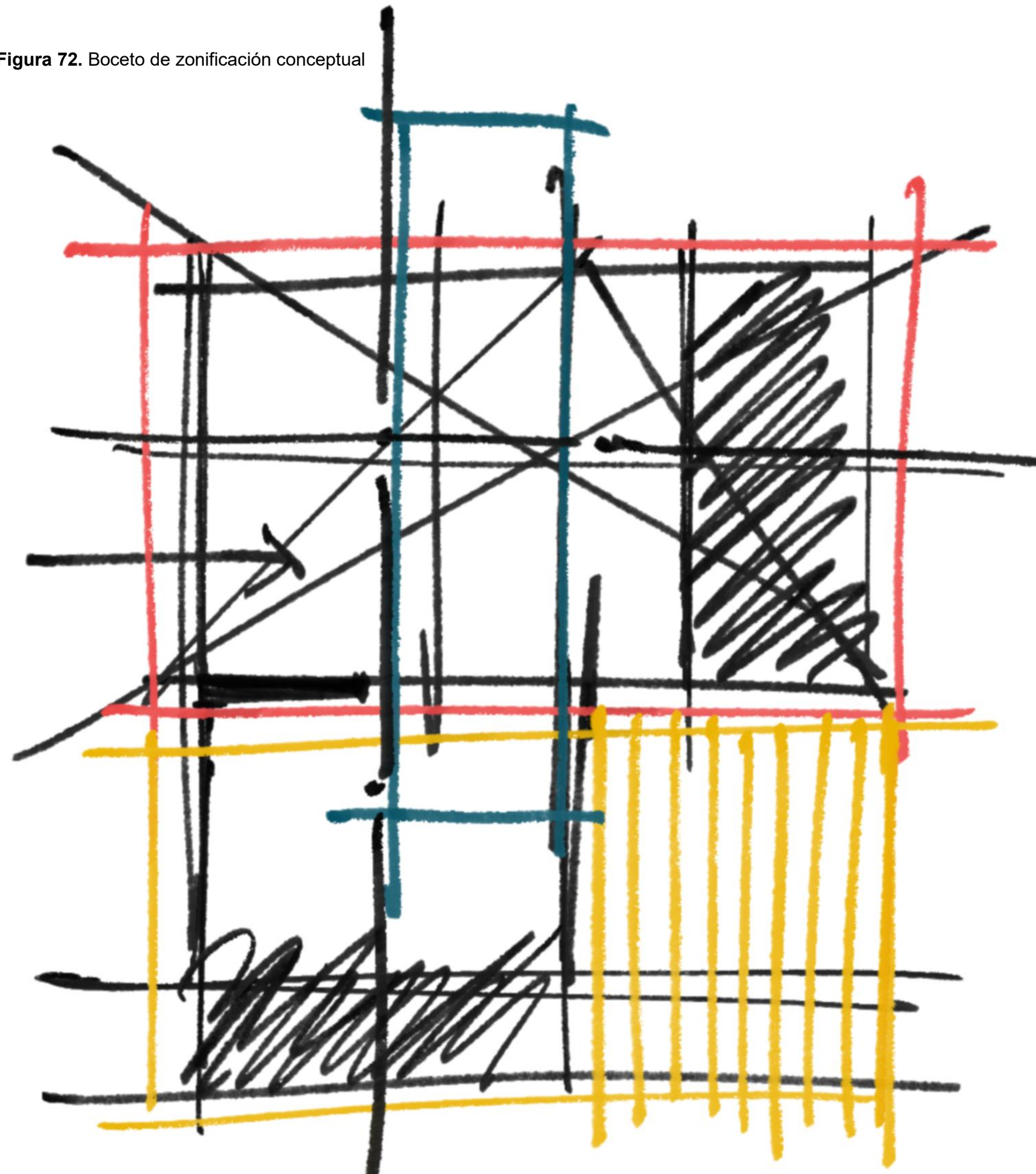
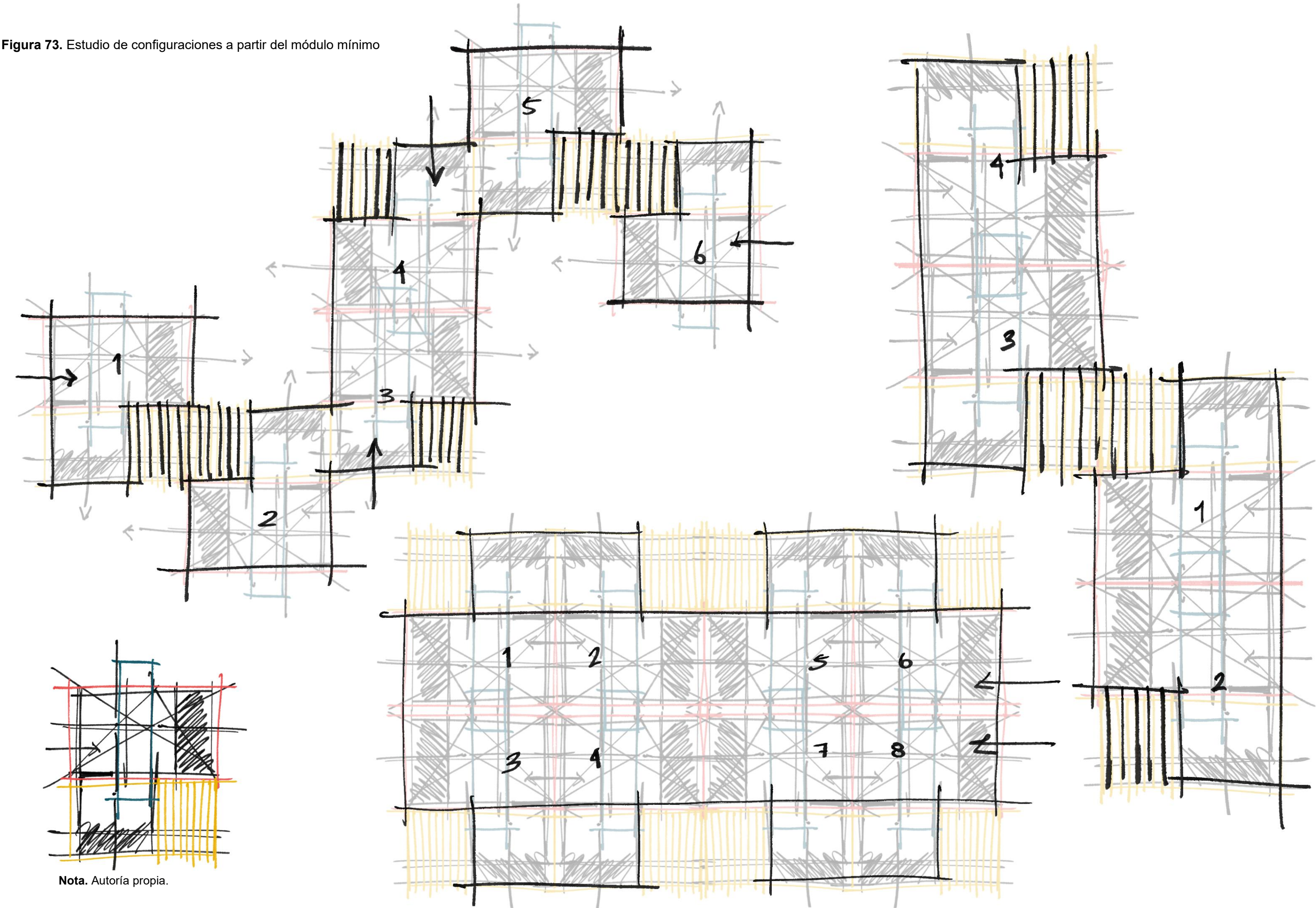
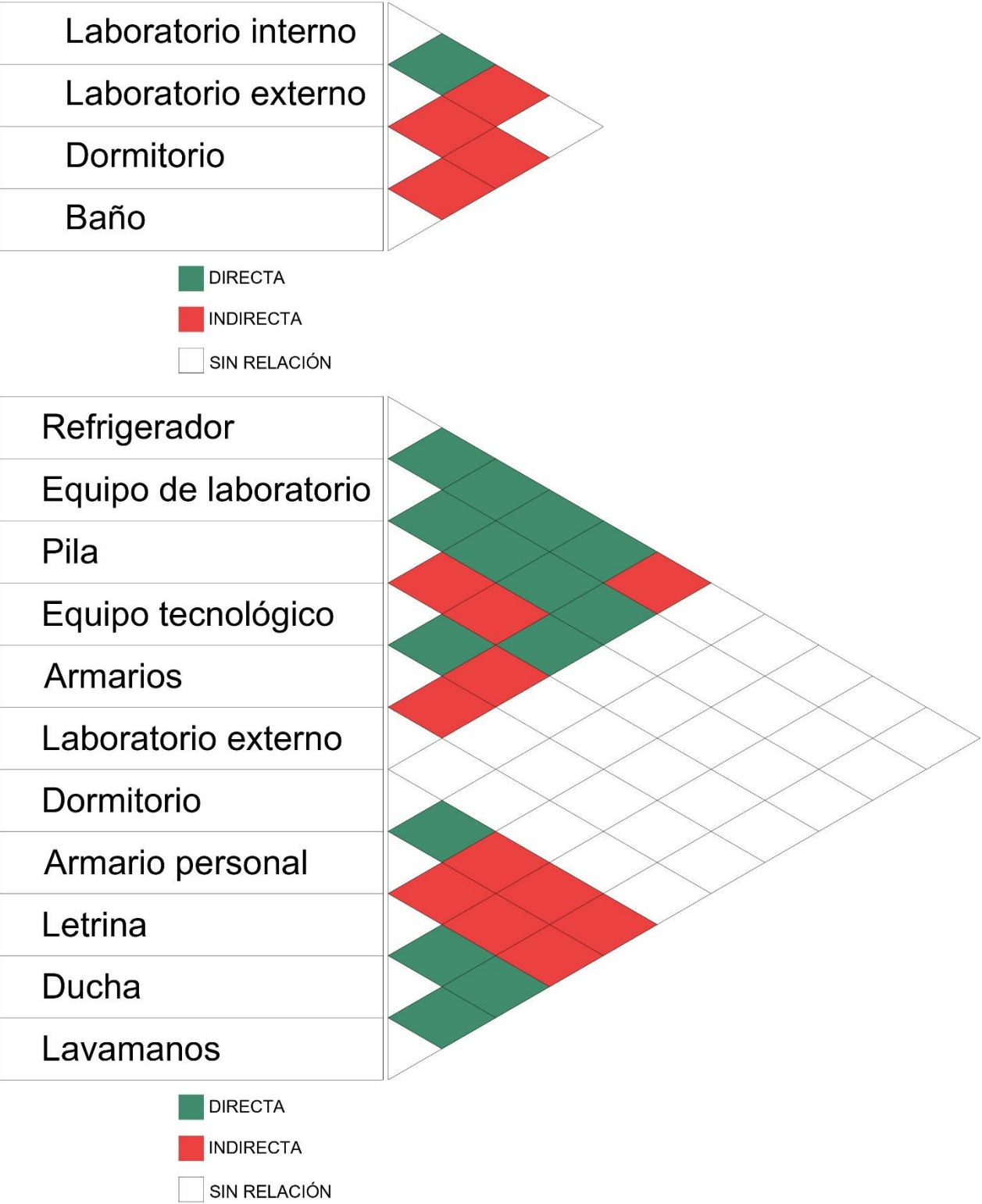


Figura 73. Estudio de configuraciones a partir del módulo mínimo



Nota. Autoría propia.

Figura 74. Matriz de relaciones

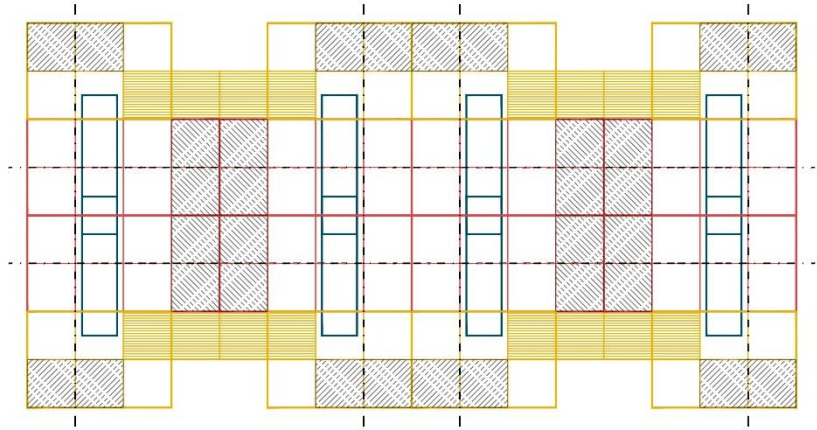


Nota. Autoría propia.

6.3 Análisis de relaciones funcionales

Los diagramas mostrados en la figura 74 muestra las relaciones entre los espacios principales y secundarios. Las tres áreas principales poseen una relación indirecta que brinda privacidad en el caso del dormitorio y seguridad para el equipo y materiales en el caso de los laboratorios. En la matriz de relaciones se puede observar un análisis más específico de cada elemento por área. Un punto importante que se puede observar es la relación de la pila con el laboratorio externo y el equipo tecnológico. Esta debe estar en el exterior del habitáculo, de esta forma permite que los flujos del laboratorio interno no tengan interferencias, prevenir accidentes relacionados con el equipo tecnológico y se realice la desinfección adecuada antes de entrar al laboratorio. Finalmente, la relación de la letrina con el espacio personal es completamente indirecta ya que el acceso se plantea separado al resto del habitáculo.

Figura 76. Iteraciones a partir del módulo mínimo



Nota. Autoría propia.

6.4 Zonificación horizontal.

En la figura 76 se detallan las tres posibles iteraciones conceptuales explicadas anteriormente. Están ordenadas sobre una retícula modulada que permite flexibilidad y crecimiento en todas direcciones. Estas iteraciones surgen a partir del módulo mínimo que al rotar y repetir crea composiciones diferentes manteniendo la función de las áreas.

Este módulo mínimo, diagramado en la figura 75 está zonificado en dos áreas principales, el área privada y el área de trabajo. Formalmente, en el espacio se crean distintas alturas que permiten distinguir las áreas, así como cumplir la función de cámara de aire y brindar una mejor movilidad dentro del espacio.

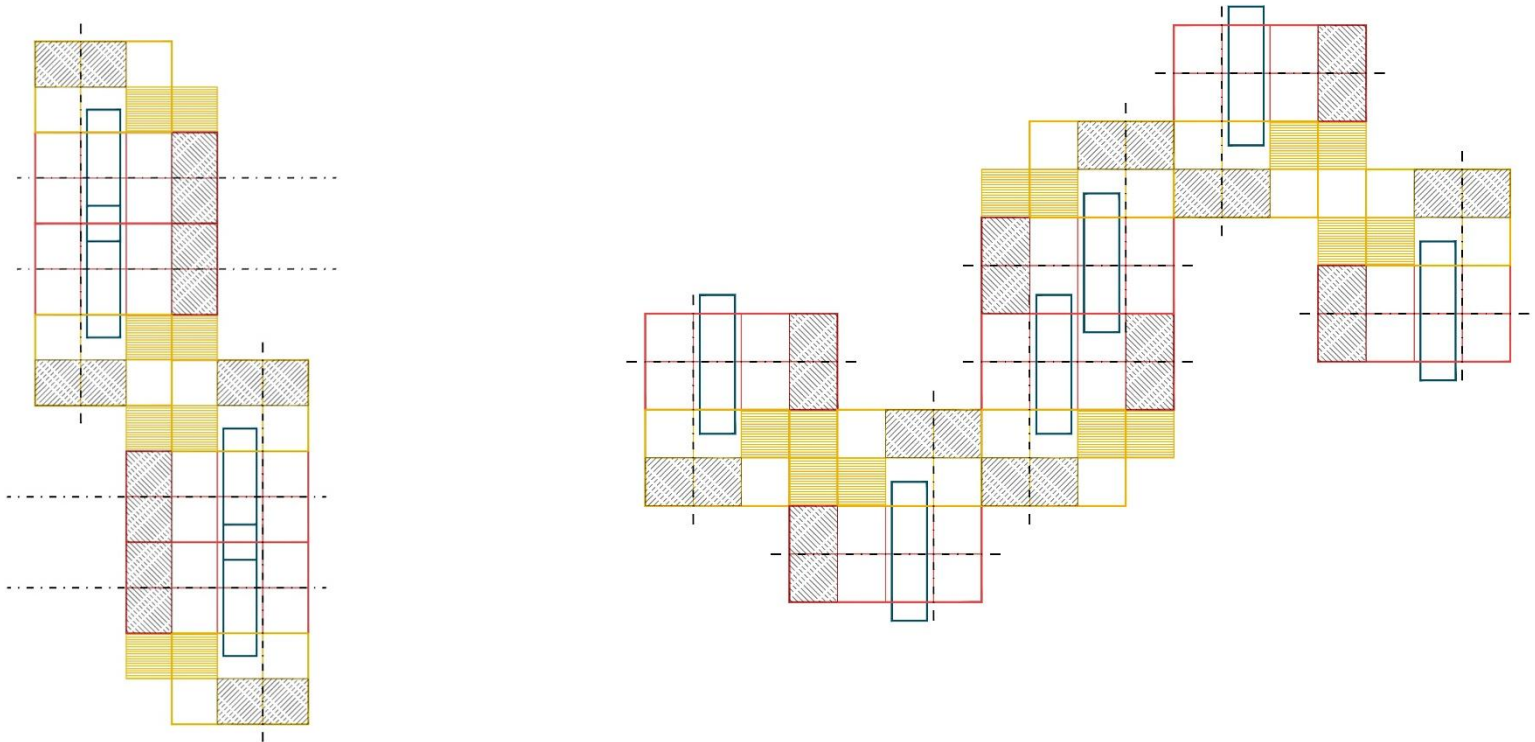
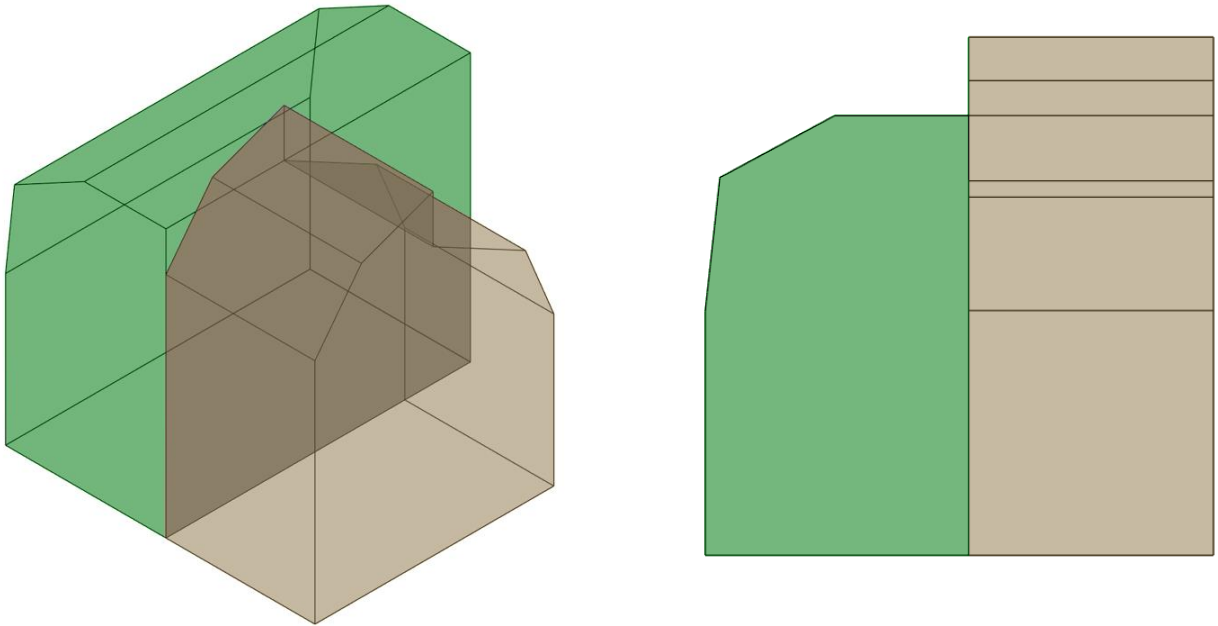


Figura 76. Representación conceptual de la zonificación horizontal



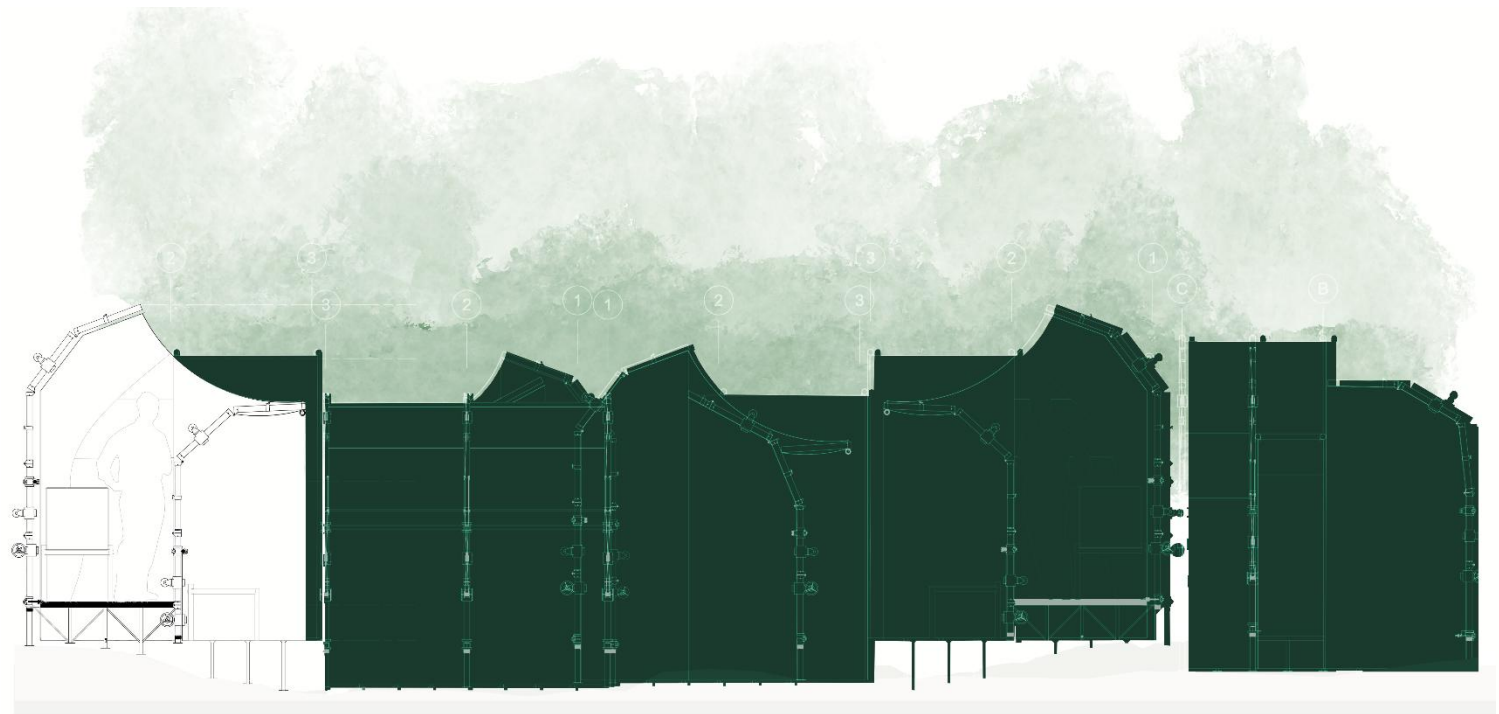
Nota. Autoría propia.

6.5 Relación habitáculo -terreno

A partir de iteraciones al habitáculo base, se obtienen composiciones que permiten que el espacio se adapte a la topografía, vegetación u otro tipo de elementos que obstruyan el espacio de emplazamiento. De la misma manera, la independencia entre la plataforma, los cerramientos y la estructura del entrepiso, permite que la composición se mantenga horizontal. Así, se garantiza una buena habitabilidad del espacio y el terreno no condiciona el espacio interior.

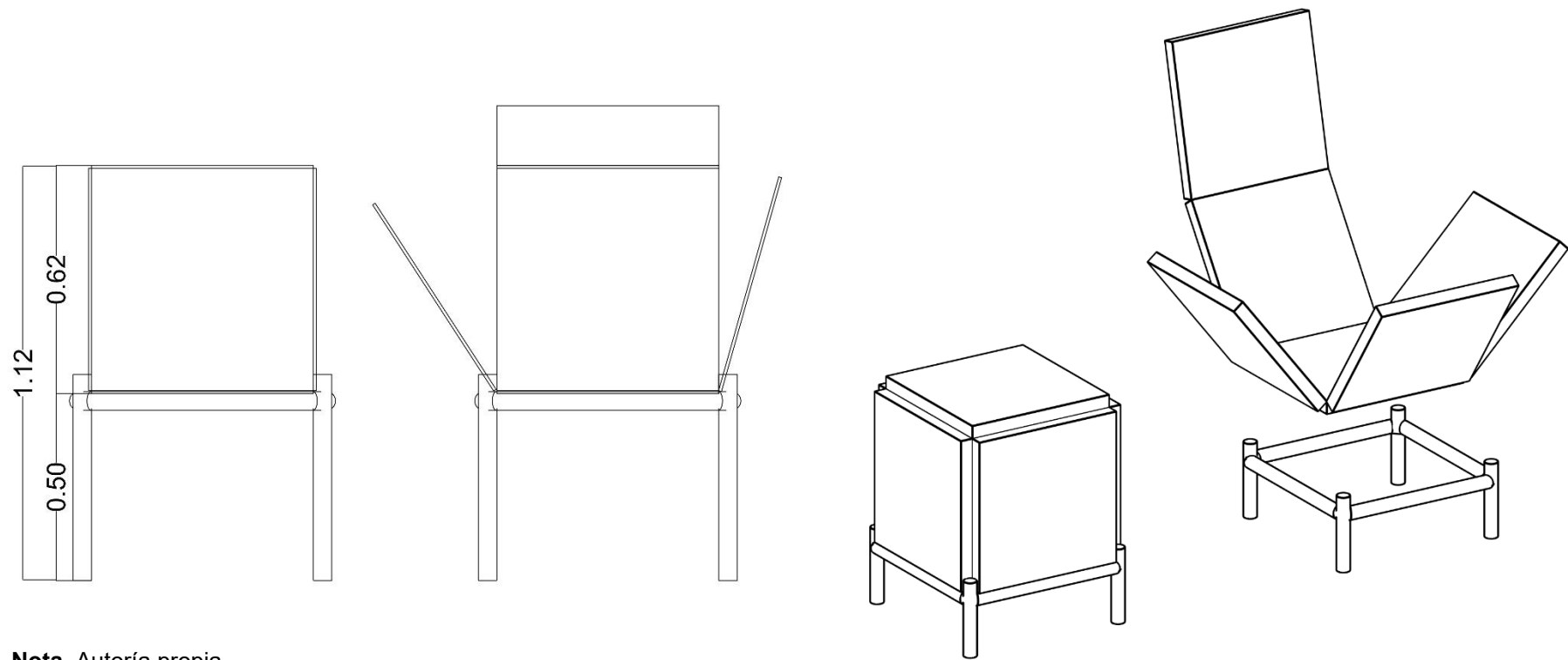
El medio biótico se mantiene intacto bajo el habitáculo, brindando protección a los usuarios y al sistema viviente del bosque. Esto se logra a partir de las extensiones del sistema estructural del entrepiso y de la estructura de cerramiento, variando formalmente solo la estructura de apoyo como en la figura 77.

Figura 77. Relación del terreno con el habitáculo



Nota. Autoría propia.

Figura 79. Armario y mesa de trabajo



Nota. Autoría propia.

6.6 Diseño de mobiliario

Tanto los armarios y mesas de trabajo, se sigue el mismo lenguaje formal y constructivo del habitáculo. Es decir, se crea a partir de paneles de 60x60, como los del suelo, y bisagras que permiten doblar y desdoblar según las necesidades. Como se puede ver en la figura 79 el habitáculo de amoblamiento consiste en seis caras, como un cubo, sobre un marco de tubos de aluminio y articulaciones. Este funciona como armario y mesa de trabajo. Por otro lado, las camas representadas en la figura 78, están formadas por un marco de tubos de aluminio, que al igual que la estructura se despliegan, dejando un espacio de textil tensado en el que se apoyaría el usuario. Así se ahorra espacio y brinda la posibilidad de ser ubicadas donde el trabajador de campo considere óptimo. Ambas formas de amoblamiento se transportan de la misma manera que el resto de la estructura.

Figura 79. Cama plegable

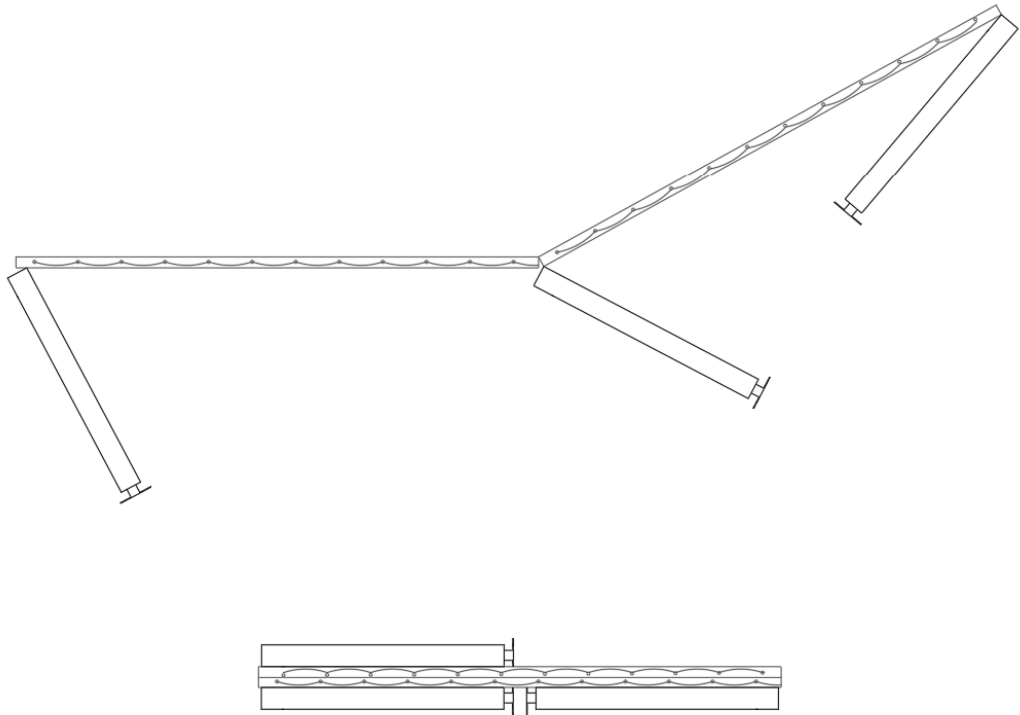
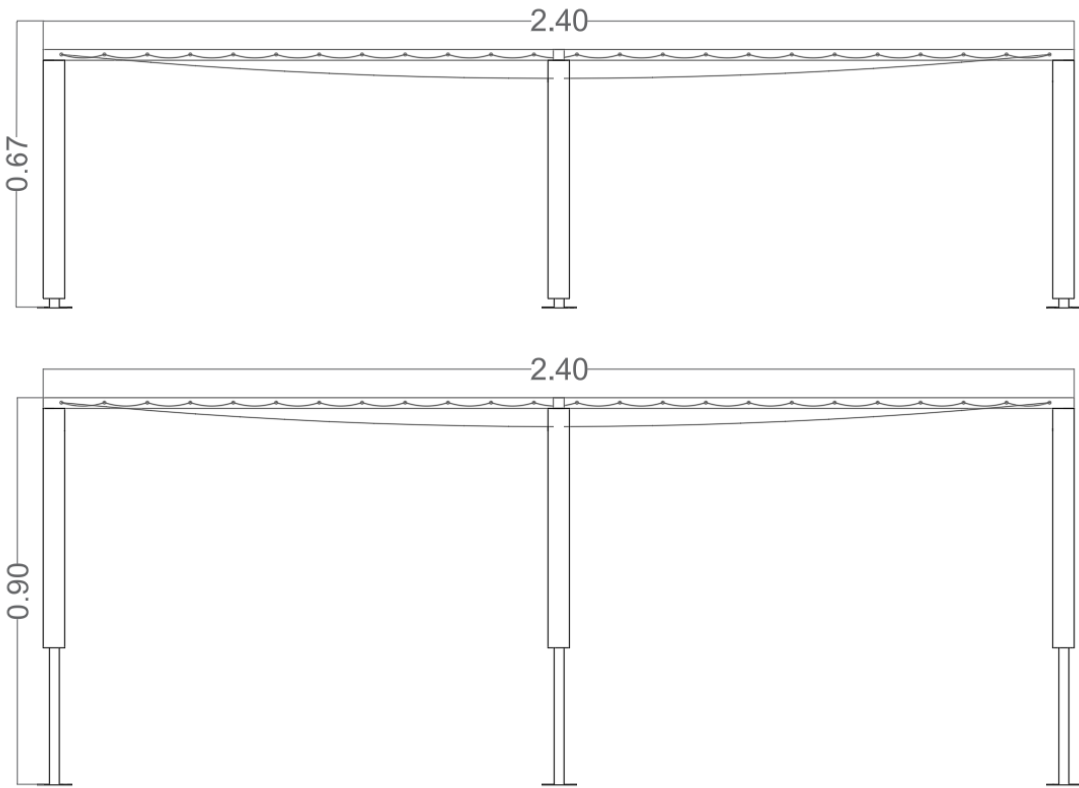
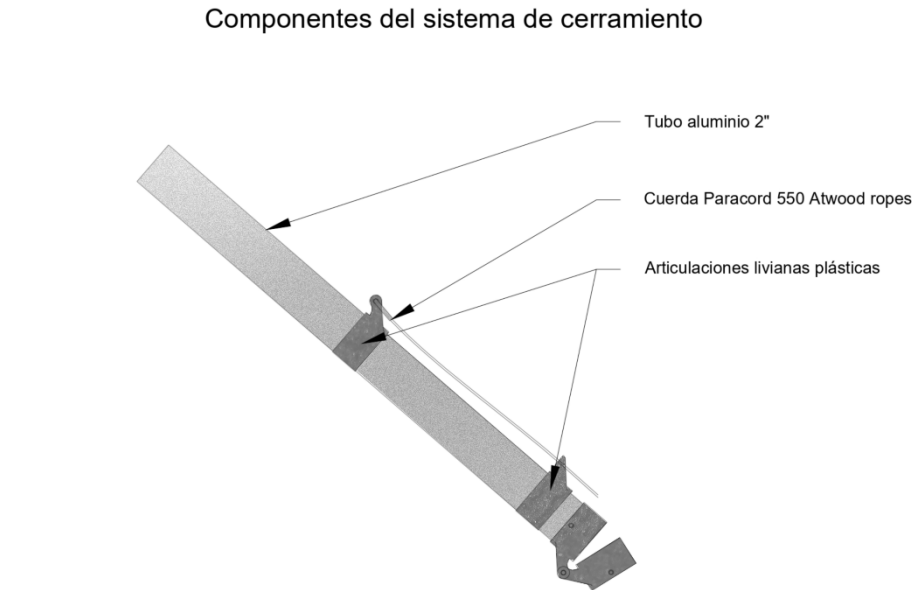
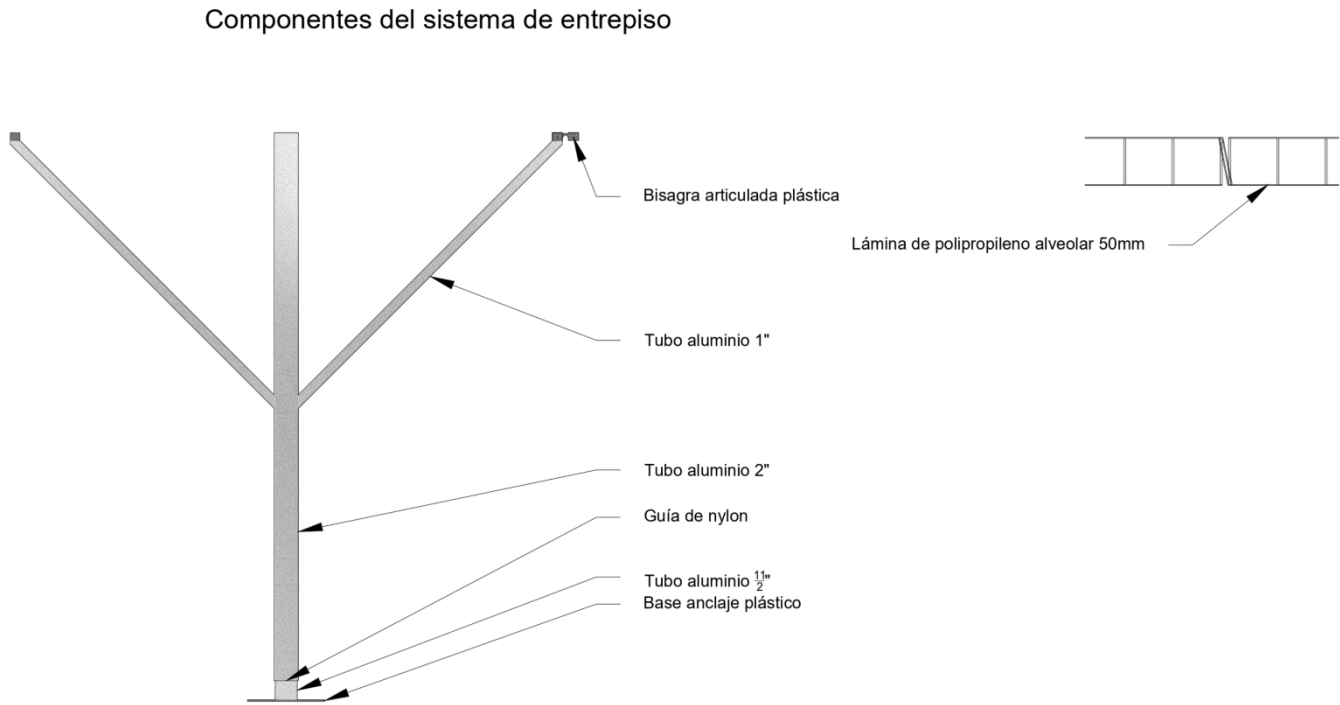


Figura 80. Detalle de materialidad del módulo



Nota. Autoría propia.

6.7 Partes que conforman el módulo y materialidad

Resulta importante definir la conformación de las partes del módulo como habitáculo. En la figura 80 se muestran las partes que integran el sistema desde los elementos más simples hasta los compuestos por varias partes. El habitáculo se conforma de dos sistemas generales: el entrepiso y los cerramientos. La estructura del entrepiso está formada por triangulaciones de tubos de aluminio que varían entre una y dos pulgadas, las cuales son moduladas por una bisagra articulada, permitiendo el pliegue del conjunto. Sobre estas, se colocan paneles de polipropileno alveolar de 50 mm, los cuales también están unidos por bisagras que permiten pliegues en ambas direcciones. Estas bisagras están integradas al material, por lo que al extenderlo no son visibles. Por otro lado, la estructura de cerramientos está compuesta por 6 tubos de aluminio de 2" que se unen mediante articulaciones plásticas y permiten tanto plegarse como extenderse. Así mismo, implementa un sistema de poleas y cables para ajustes y movimientos necesarios que se deba hacer en la estructura.

6.8 Transporte manual

Como respuesta a las condiciones del sitio, el habitáculo está diseñado para ser transportado manualmente. Esto quiere decir que cada uno de los sistemas que componen el habitáculo, se pliegan o retractan para ser transportados en la espalda cuatro usuarios. Se decide esa cantidad de usuarios ya que, por motivos de seguridad, para las expediciones realizadas dentro del parque usualmente se requieren tres personas. Este requerimiento de transporte y movilidad condiciona la forma y sistemas constructivos aplicados en el habitáculo.

Previo a transportar el habitáculo es importante realizar un plan de implantación que sigue los pasos de la figura 81, en el que se toma en cuenta el propósito del habitáculo, características físicas y ambientales del sitio de implantación y la cantidad de tiempo y usuarios que se prevé. Este análisis permite realizar adecuaciones al diseño y tener un paso a paso claro para cuando se ensamble dentro del bosque.

Seguidamente, una vez en el sitio de implantación, se realiza una revisión del terreno y se procede a levantar el refugio. Se comienza por extender la estructura del entrepiso, se ajustan las alturas de los

apoyos y se bloquean. Luego, se desdoblán los paneles de piso, colocándolos sobre la estructura de entrepiso ya desdoblada y se aseguran a presión en su lugar. Como tercer paso, se utilizan las articulaciones T4 para asegurar el entrepiso a la estructura de cerramiento. Así, se pueden desdoblar y elevar según sea necesario utilizando las poleas. Finalmente, se coloca la cubierta, tensando con articulaciones correspondientes y se aseguran los laterales con la cuerda restante.

Una vez en el sitio de implantación, se realiza una inspección preliminar del terreno, para verificar que se cumplan las condiciones necesarias para el montaje del habitáculo. Posteriormente, se despliega la estructura del entrepiso, se ajusta la altura de los apoyos al terreno y se bloquean en su lugar. A continuación, se despliegan los paneles del entrepiso y se colocan sobre las estructuras previamente extendidas, fijándonos en esta a presión.

Una vez emplazada la plataforma, se une a la estructura de cerramiento utilizando las articulaciones T4 y mediante el sistema de poleas se despliegan hasta alcanzar la altura y ángulos necesarios. Finalmente,



Nota. Autoría propia.

se instala la cubierta, la cual se fija y tensiona utilizando las articulaciones correspondientes. Como último paso se asegura con cuerdas la estructura principal de los cerramientos.

Para el desensamble, se realizan los mismos pasos en orden inverso. Iniciando con retirar la cubierta, el desamarre de los tensores laterales, seguido de la estructura de cerramiento utilizando las poleas y finalmente, desmontando los paneles y la estructura de entrepiso. Todos los elementos se vuelven a colocar en la posición de transporte.

Síntesis obtenidas del subcapítulo

Se define un módulo mínimo que integra las funciones principales para realizar investigación de campo, entre las actividades que permite están: trabajo, descanso, higiene y funciones exteriores. Esto, separando las áreas de trabajo y el área personal mediante un eje de circulación. El sistema permite crecimiento modular al repetir la pieza mínima, siempre conservando la organización funcional, y cumpliendo con los principios de auto semejanza y siguiendo la retícula modular. Esta flexibilidad permite que las configuraciones del habitáculo respondan a distintas condiciones topográficas, lo que lo vuelve adaptable a distintos terrenos y contextos ambientales. Con respecto al amoblamiento, se diseña siguiendo la formalidad y funcionalidad del sistema constructivo. Al utilizar la misma modulación y lógica plegable, se optimiza el espacio y facilita el transporte.

Por otro lado, se establecen pasos para la implantación, montaje y desmontaje que facilita el emplazamiento en sitios remotos. De esta manera se responden a requerimientos operativos de la

investigación científica, limitaciones de accesibilidad y los principios ya establecidos de flexibilidad, adaptabilidad y reversibilidad.

07

REGLAMENTACIÓN

LEY ORGÁNICA DE AMBIENTE N° 7554

LEY DE BIODIVERSIDAD N° 7788

LEY DE CONSERVACIÓN DE LA VIDA SILVESTRE N° 7317

LEY FORESTAL N° 7575

REGLAMENTO PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) N° 31846 - MINAE-
SINAC - MOPT- MAG - MEIC

MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA REALIZAR INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y CULTURAL EN LAS
ÁREAS DE CONSERVACIÓN DE - 32553

PLAN GENERAL DE MANEJO DEL PNBC

ESTRATEGIA NACIONAL DE BIODIVERSIDAD

CONVENIO SOBRE DIVERSIDAD BIOLÓGICA

MANUAL DE BIOSEGURIDAD EN EL LABORATORIO: DISEÑO Y MANTENIMIENTO DEL LABORATORIO

En el siguiente apartado se listan una serie de leyes, normas y planes que afectan directamente al proyecto. Se encuentran ordenadas según su jerarquía y se explica en cada una de ellas la relación que tienen con el proyecto y posibles puntos importantes a tomar en cuenta. Al ser el Parque Nacional Braulio Carrillo una zona bajo jurisdicción del SINAC, el documento que establece las actividades permitidas dentro del parque es el Plan General de Manejo, las demás leyes, normas y documentos, funcionan como guía y complemento para el habitáculo.

Plan General de Manejo del Parque Nacional Braulio Carrillo: Brinda una guía de estrategias y actividades para la protección de la biodiversidad dentro del PNBC. Establece las Zonas de Manejo y las normas dentro de cada uno. La zona de manejo de intervención mínima permite refugios temporales dentro del Parque cuando se trate de investigación.

MANUAL DE BIOSEGURIDAD EN EL LABORATORIO Diseño y mantenimiento del laboratorio: Proporciona criterios técnicos y de diseño del funcionamiento de un laboratorio. En este se encuentran

reglas relacionadas al uso de materiales, el diseño específico de las partes de distintos laboratorios y otros factores directamente relacionados con el diseño de espacios de investigación.

Ley Orgánica de Ambiente: A partir de esta ley, se conoce el tipo de área silvestre protegida a la que pertenece el PNBC, ya que las clasifica y brinda objetivos que considerar dentro de esta como lo es el promover la investigación científica. Establece reglas para las investigaciones que se desarrollan dentro de las ASP, por lo que se vuelve útil para conocer sobre los procesos y limitaciones que se tienen dentro de esta área.

Ley de Biodiversidad: En general la ley vela por la conservación de la biodiversidad y el uso adecuado de los recursos. Al igual que la Ley Orgánica de ambiente, promueve la investigación científica al contribuir con acceso a recursos.

Ley de Conservación de Vida Silvestre: Proporciona lo relacionado con la protección de la vida silvestre y actividades que puedan afectarla. También declara de interés público las actividades de conservación, investigación y protección de la vida silvestre.

Reglamento Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) N° 31849-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC: Define las áreas ambientalmente frágiles, además aporta conceptos, entidades y procesos que implementar o consultar antes de una intervención en el sitio. En el caso de este proyecto y según el reglamento, no es necesario un estudio de impacto ambiental, ya que además de estar dentro del PNBC y regirse bajo el plan de manejo del parque, el proyecto es temporal y no tiene ningún impacto permanente sobre el ecosistema en el que se implanta.

Manual de Procedimientos para Realizar Investigación en Biodiversidad y Recursos Culturales en las Áreas de Conservación: Establece los requisitos y procesos para tramitar los permisos de investigación dentro de las AC, así como el seguimiento respectivo. Se enfoca más que todo en la población científica, sin embargo, es importante conocer sobre los procesos y limitantes que se tienen dentro de las AC durante las investigaciones.

Estrategia Nacional de Biodiversidad 2016-2025: Al igual que las leyes anteriores, vela por la conservación de la biodiversidad mientras que como objetivos se plantea mejorar la investigación científica,

monitoreo y gestión ambiental. Se utiliza como guía para alinear las metas propuestas con la función del habitáculo.

Convenio sobre la diversidad biológica: Proporciona lo relativo a marcos internacionales para la conservación y monitoreo de los ecosistemas. Los objetivos que propone se alinean con lo que el habitáculo como herramienta presenta.

Como principal parámetro de diseño determinado a partir de estas leyes y documentos, se tiene el que el habitáculo no impacte de forma permanente al ecosistema en el que se implanta. Por lo que se requieren sistemas de adaptabilidad que permitan desmontarse sin modificar el estado del sitio sin importar el tiempo en que estuvo emplazado. Asimismo, la presencia de los usuarios dentro del ecosistema debe ser considerada y resuelta en el diseño para evitar perturbaciones a la avifauna del lugar.

Tabla 9. Capítulos de interés por cada reglamentación.

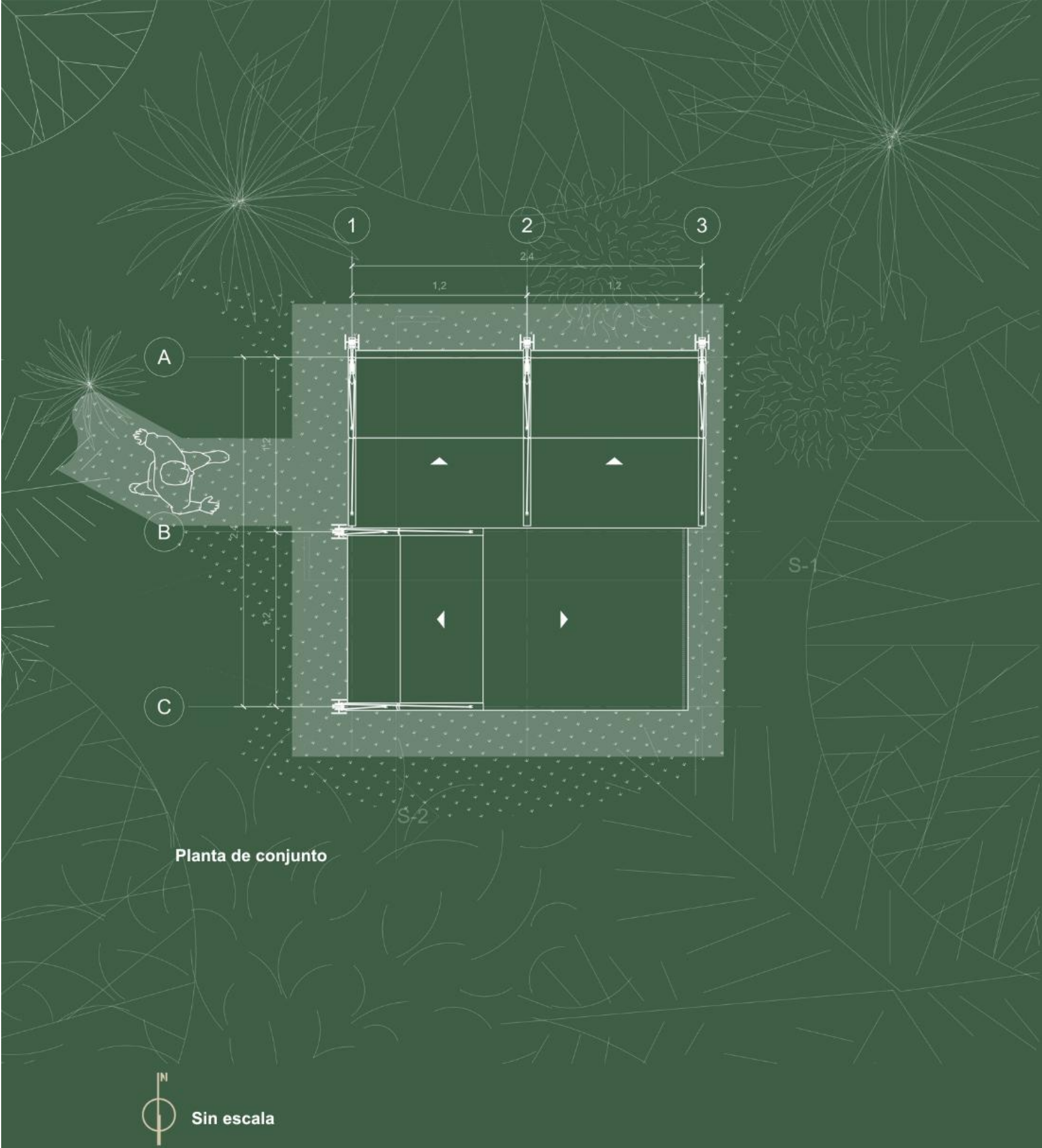
Norma	Capítulo o artículo de interés
Ley Orgánica de Ambiente N° 7554	Art. 17. Evaluación de impacto ambiental. Art. 32. Clasificación de las áreas silvestres protegidas. Art. 35. Objetivos.
Ley de Biodiversidad N° 7788	Art. 9. Principios Generales. Art. 10. Objetivos. Art. 45. Responsabilidad en materia de seguridad ambiental.
Ley de Conservación de la Vida Silvestre N° 7317	Art. 1. Regulaciones sobre la vida silvestre Art. 3. Declaración de interés público la conservación, investigación y desarrollo de los recursos...
Ley Forestal N° 7575	Contexto de la protección del sistema.
Reglamento Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) N.° 31849-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC	Art. 3. Definiciones.
Manual de Procedimientos para realizar investigación científica y cultural en las Áreas de Conservación DE- 32553	Cap. III. Requisitos y procedimientos para tramitar permisos de investigación. Cap. IV. Trámites, plazos y obligaciones.
Plan General de Manejo PNBC	Aplica todo el plan.
Estrategia Nacional de Biodiversidad	Conservación, conocimiento e investigación, gestión de la biodiversidad.
Convenio sobre Diversidad Biológica	Art. 8. Conservación in situ. Art. 12. Investigación y capacitación.
Manual de Bioseguridad en el Laboratorio: Diseño y mantenimiento del laboratorio	Aplica todo el manual.

Nota. Autoría propia.

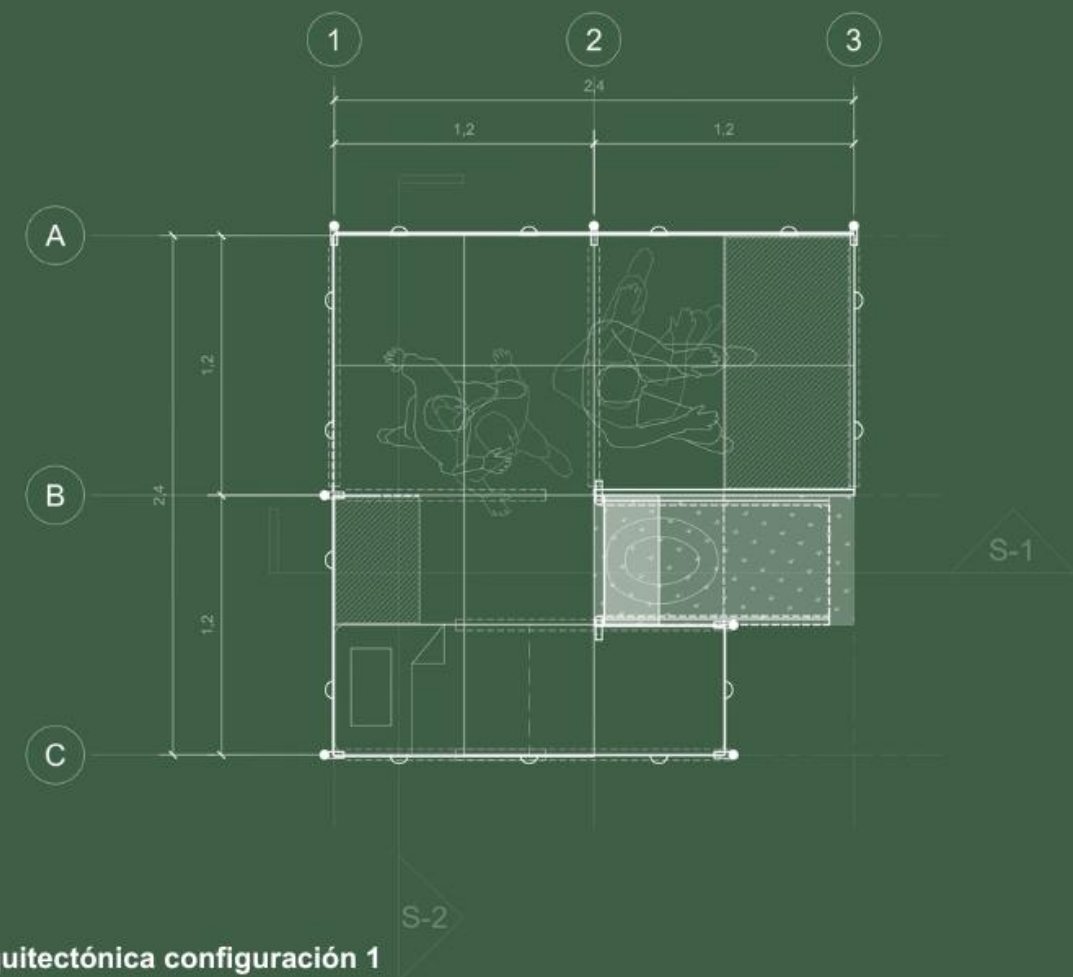
08

PLANOS ARQUITECTÓNICOS

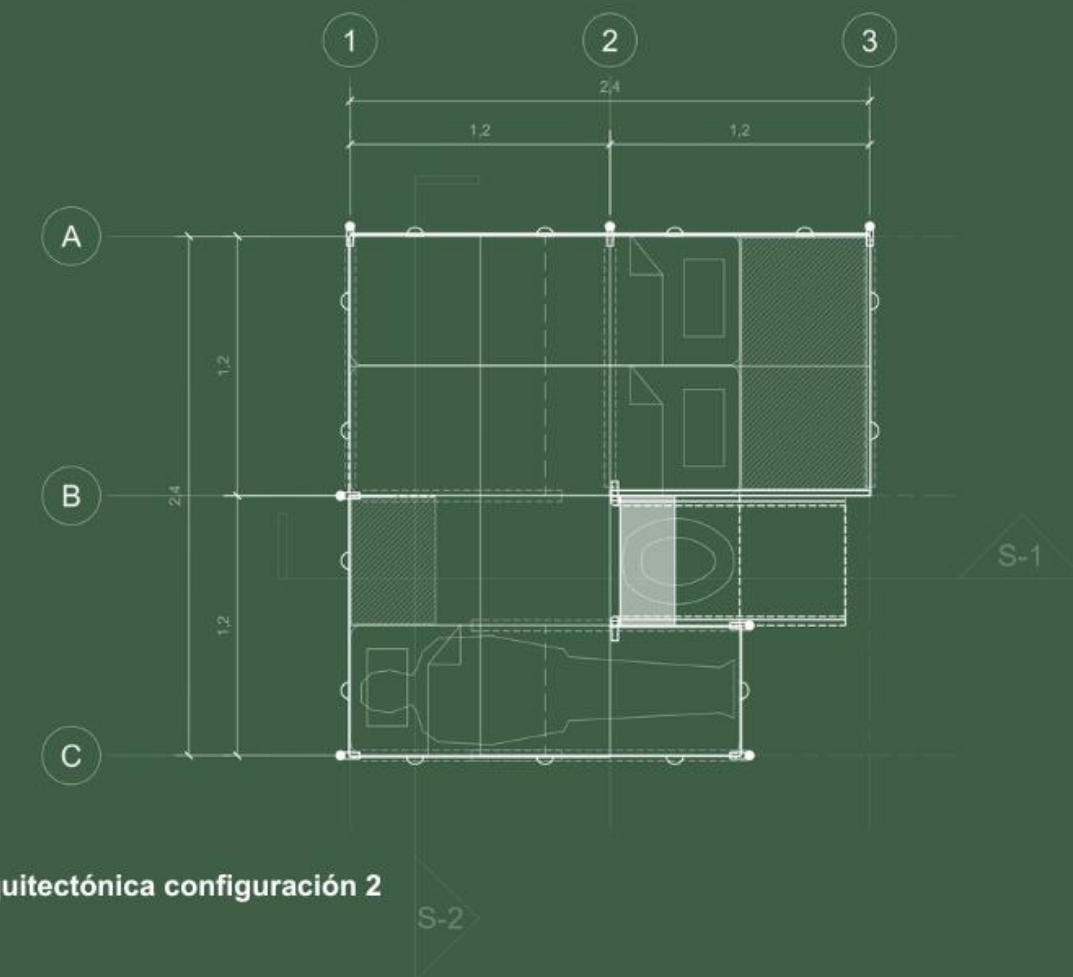
PLANTA DE CONJUNTO
PLANTAS ARQUITECTÓNICAS
PLANTA ESTRUCTURAL
ELEVACIONES
SECCIONES
DETALLES



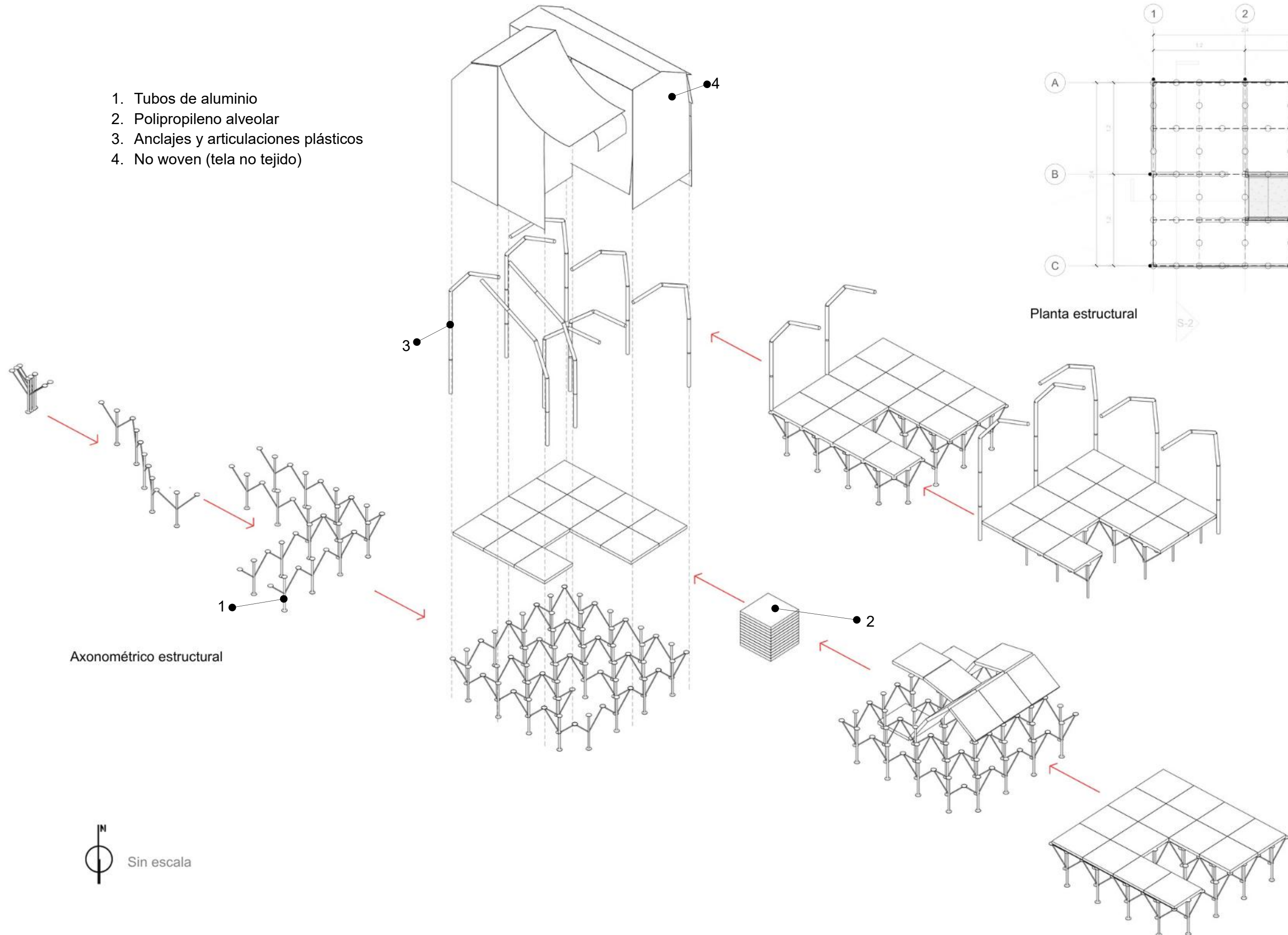
Planta arquitectónica configuración 1

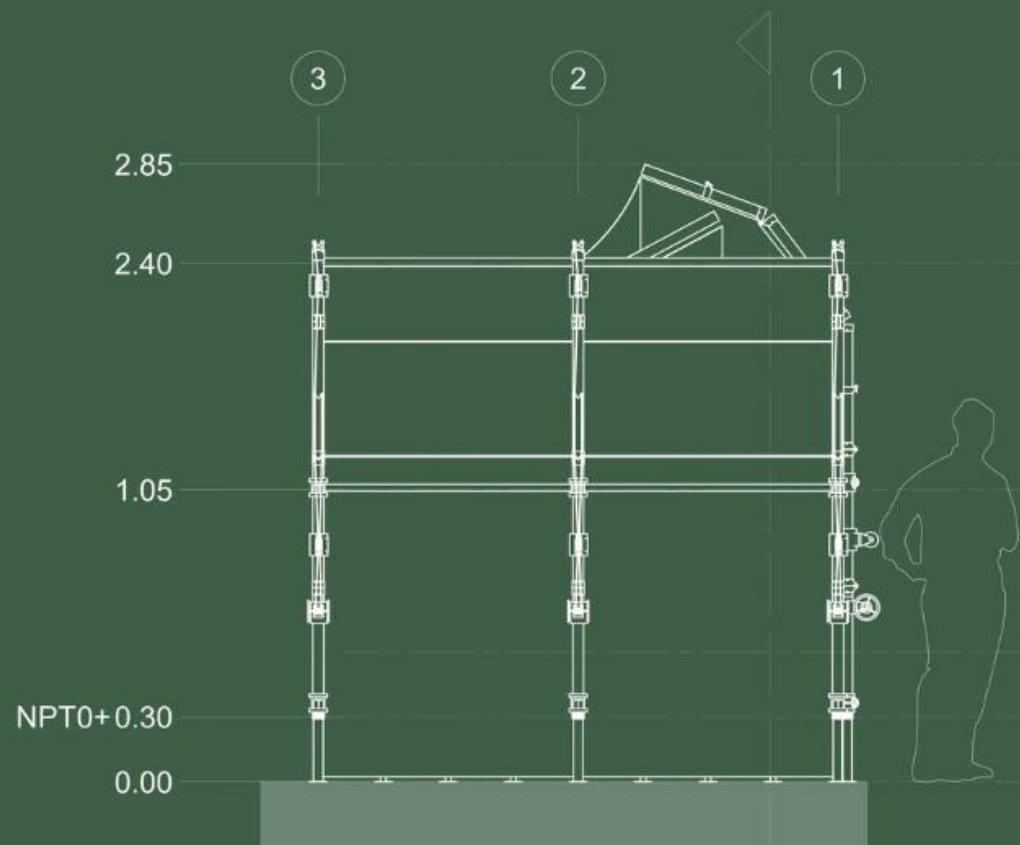


Planta arquitectónica configuración 2

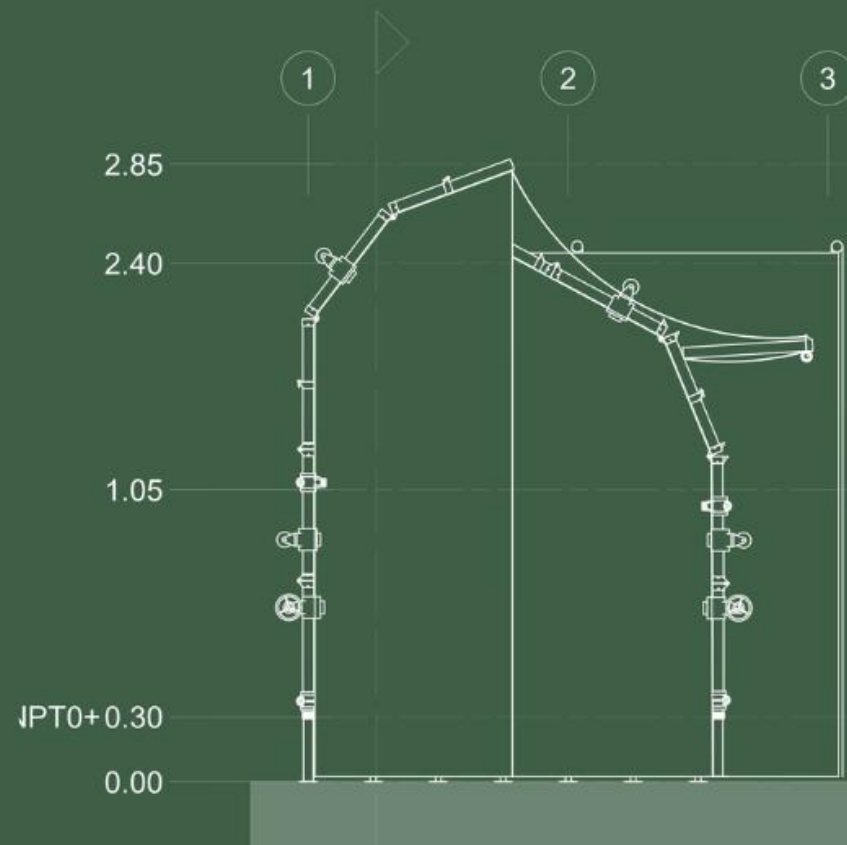


1. Tubos de aluminio
2. Polipropileno alveolar
3. Anclajes y articulaciones plásticos
4. No woven (tela no tejido)

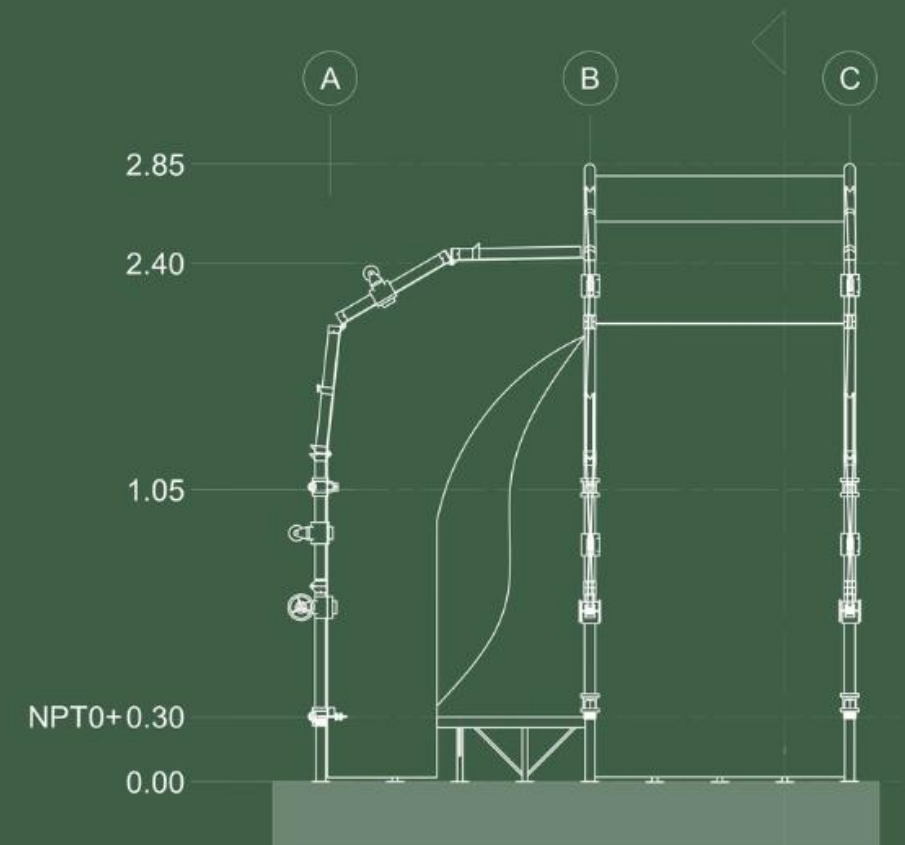




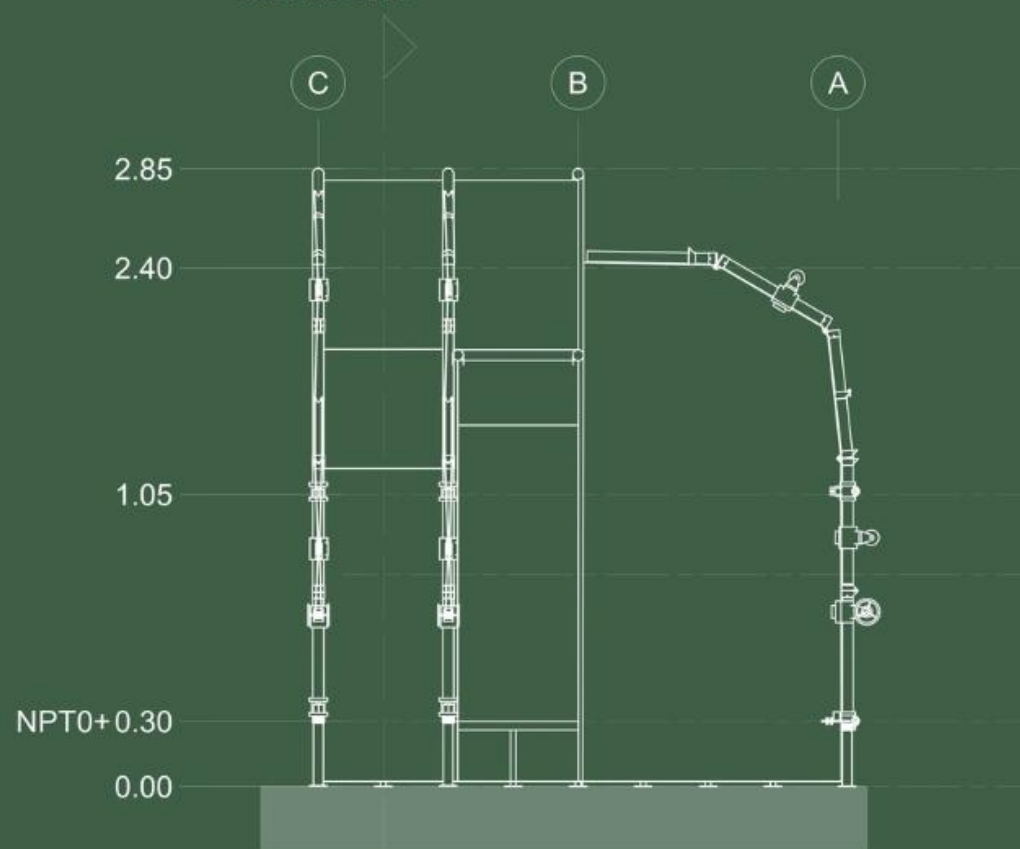
Elevación A



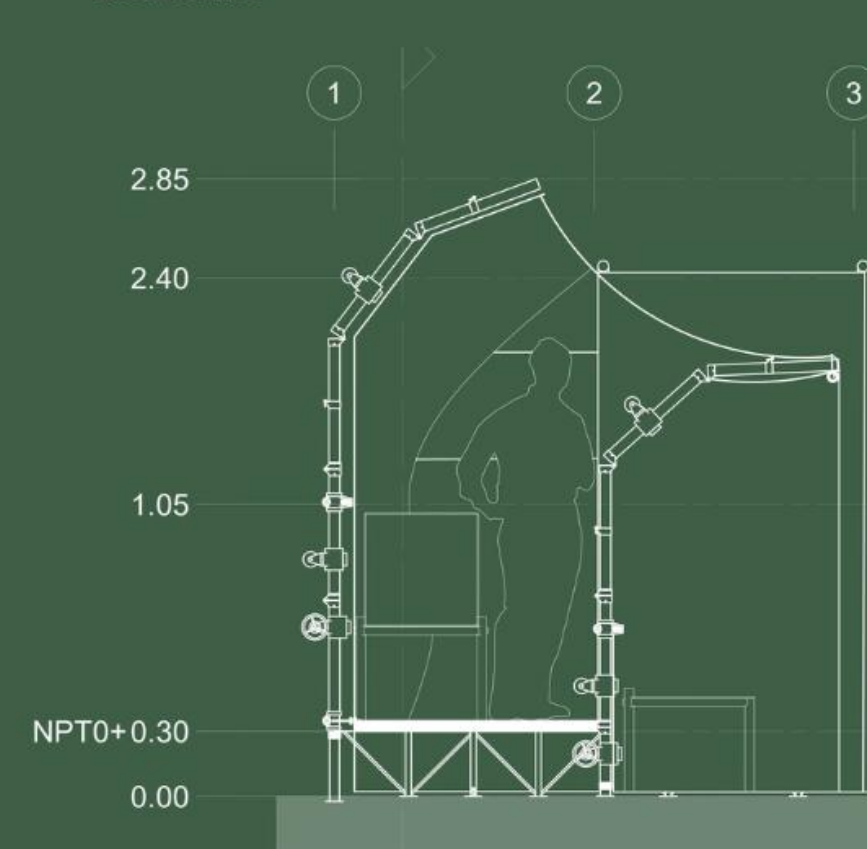
Elevación B



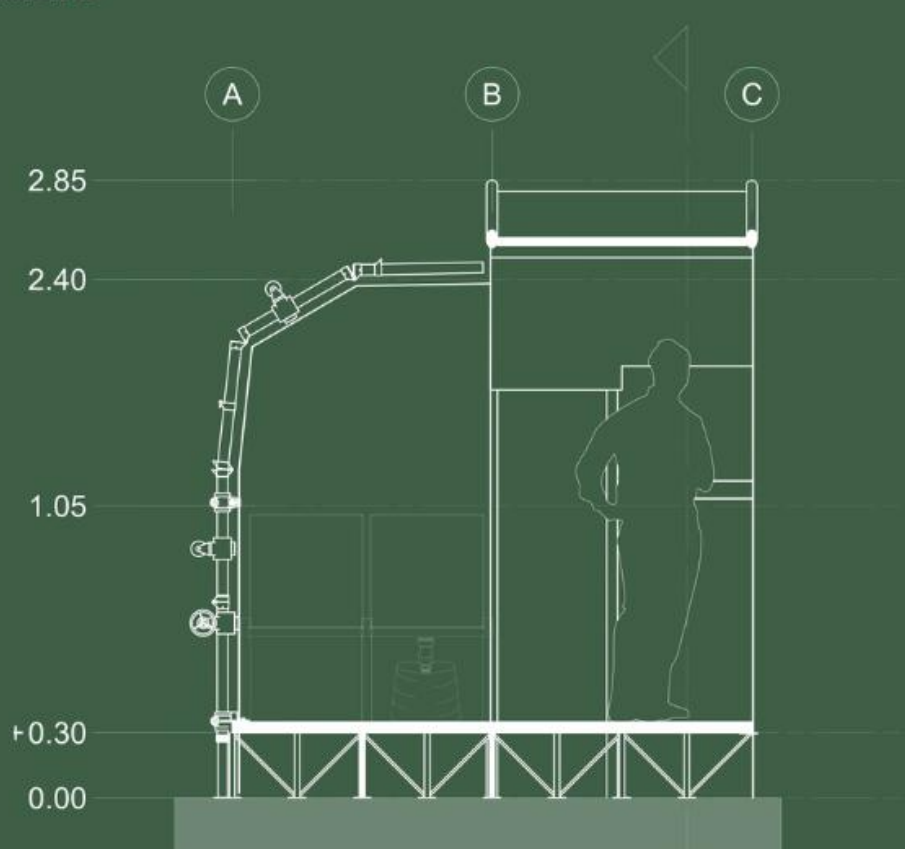
Elevación C



Elevación D
Sin escala

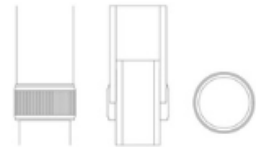


Sección 1

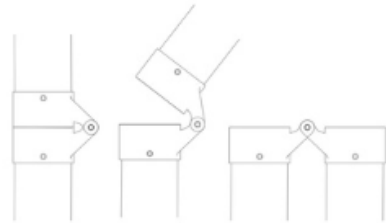


Sección 2

T1: Extensión + freno



T2: Bisagra articulada 180°.



Y1: Sistema polea



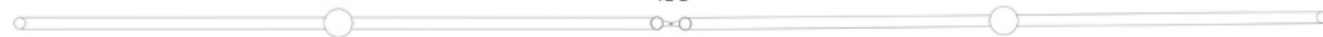
Y2: Andaje



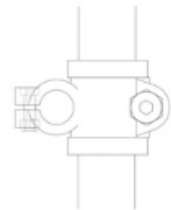
Y2-B: Guía



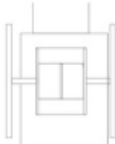
T2-B



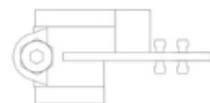
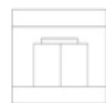
T3: Fija en T. [RK ROSE+KRIEGER]



Y3: Cabrestante



T4: Prensa entrepiso

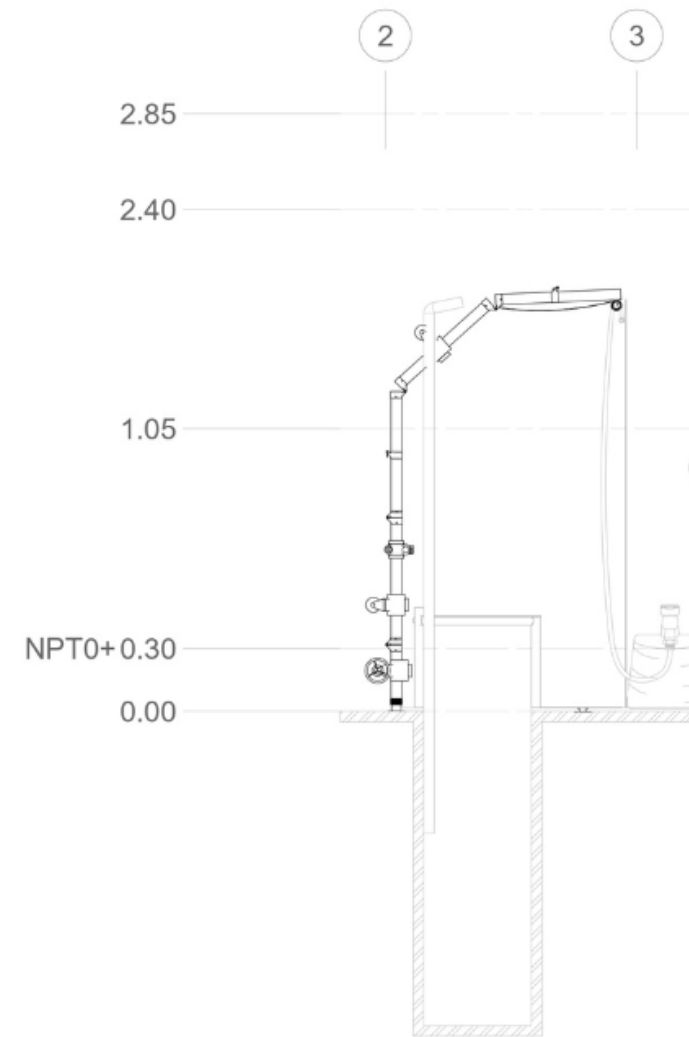


S1: Terminal de tensor

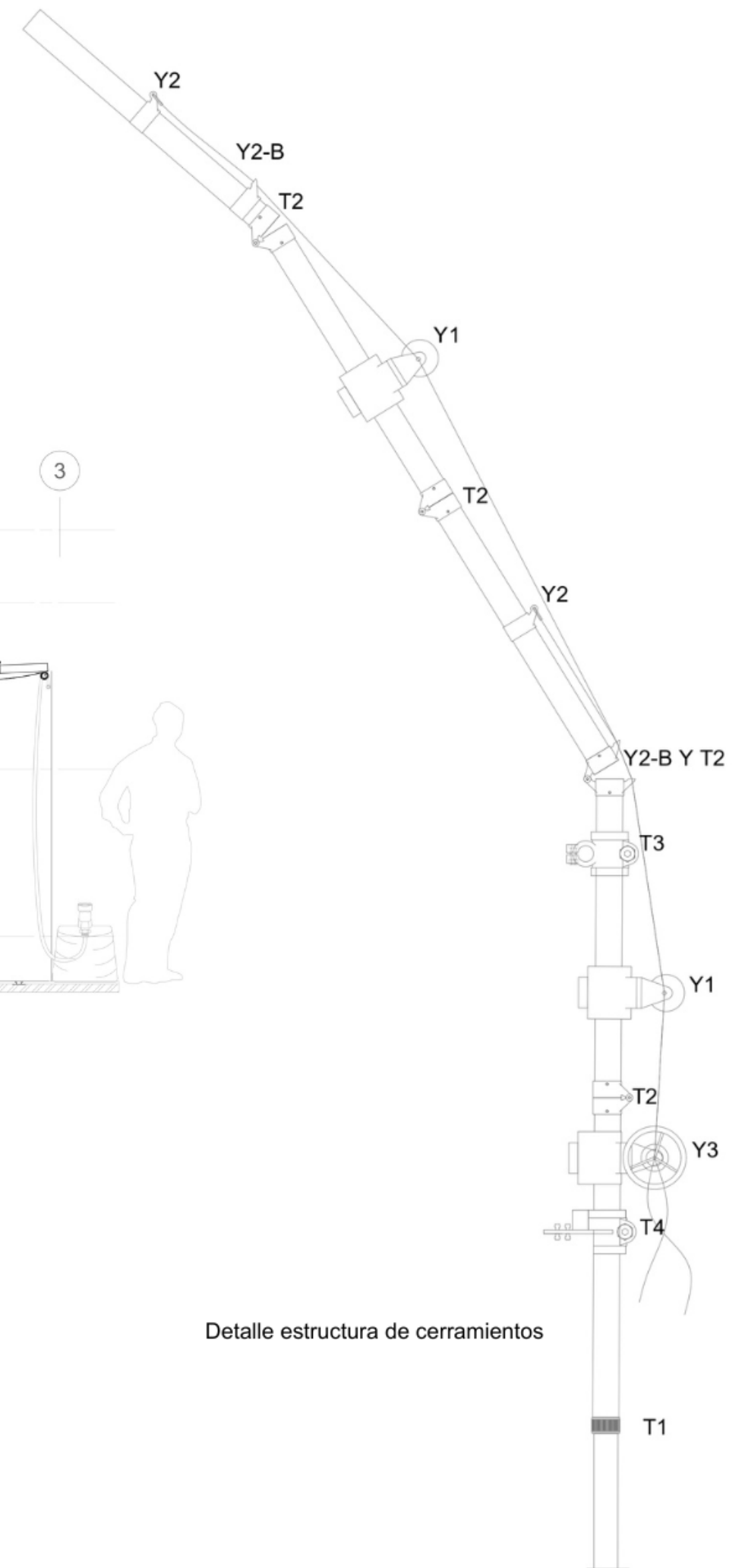


Detalles de articulaciones

Sin escala

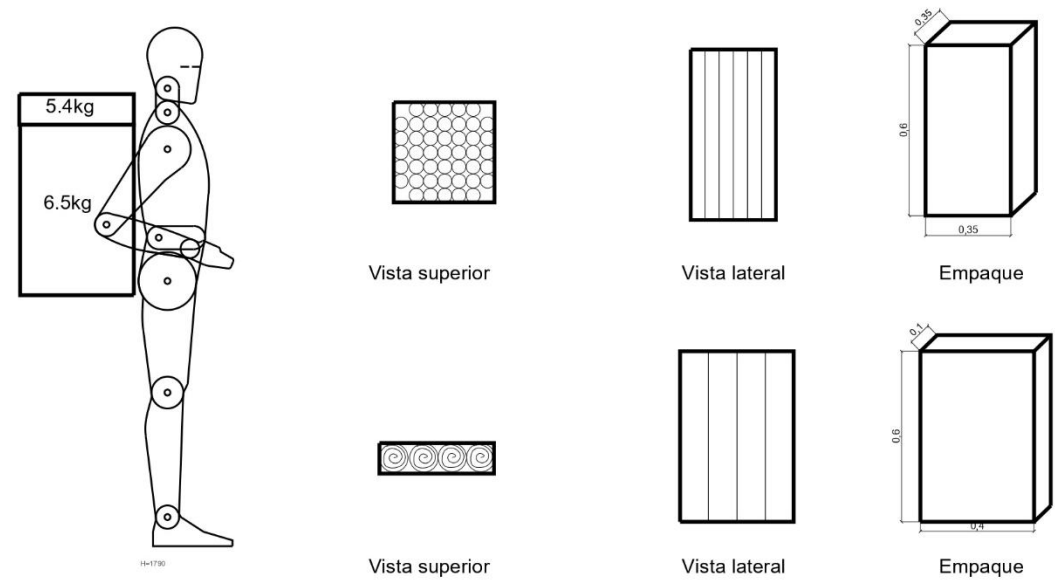
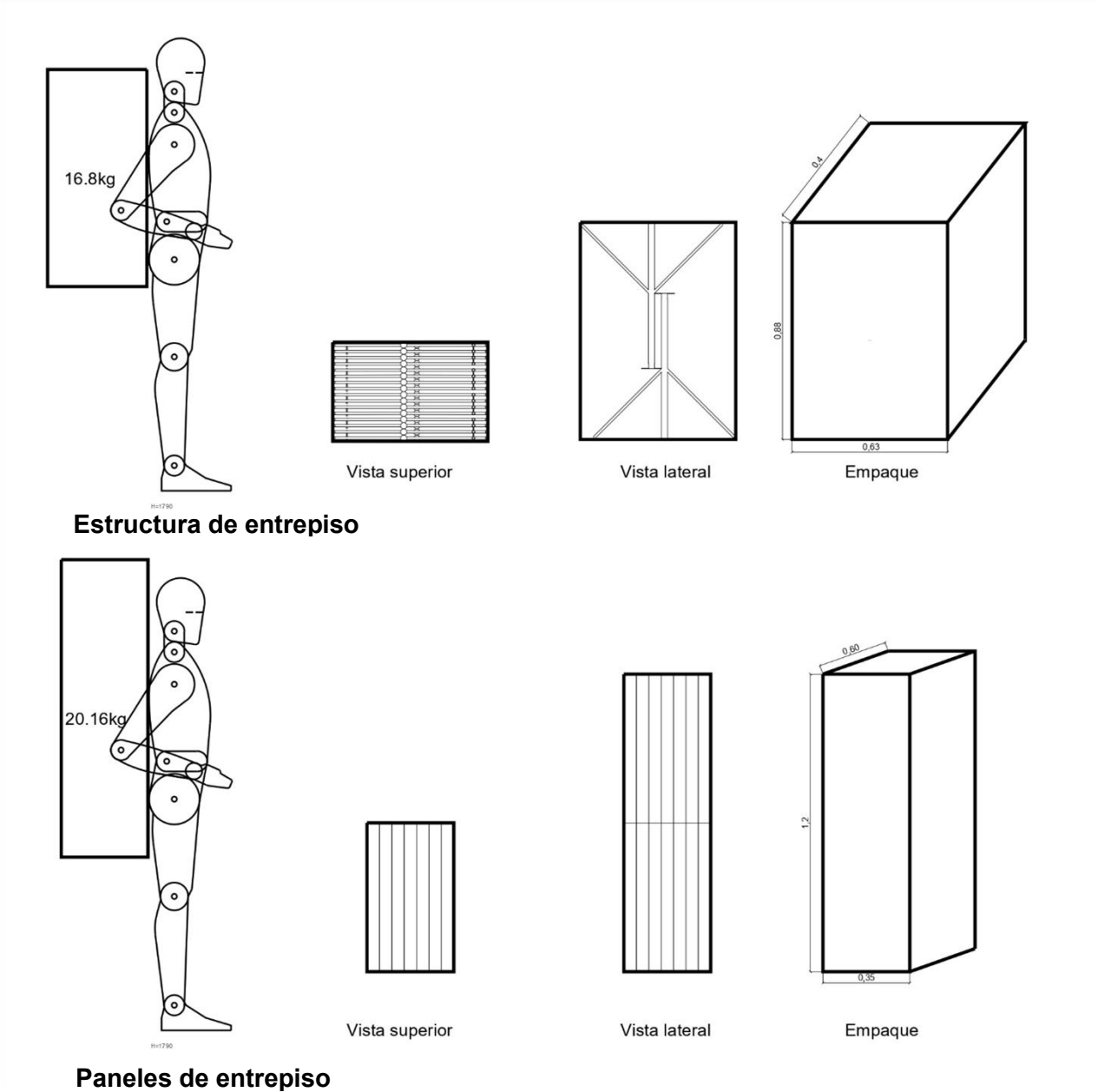


Detalles letrina y ducha

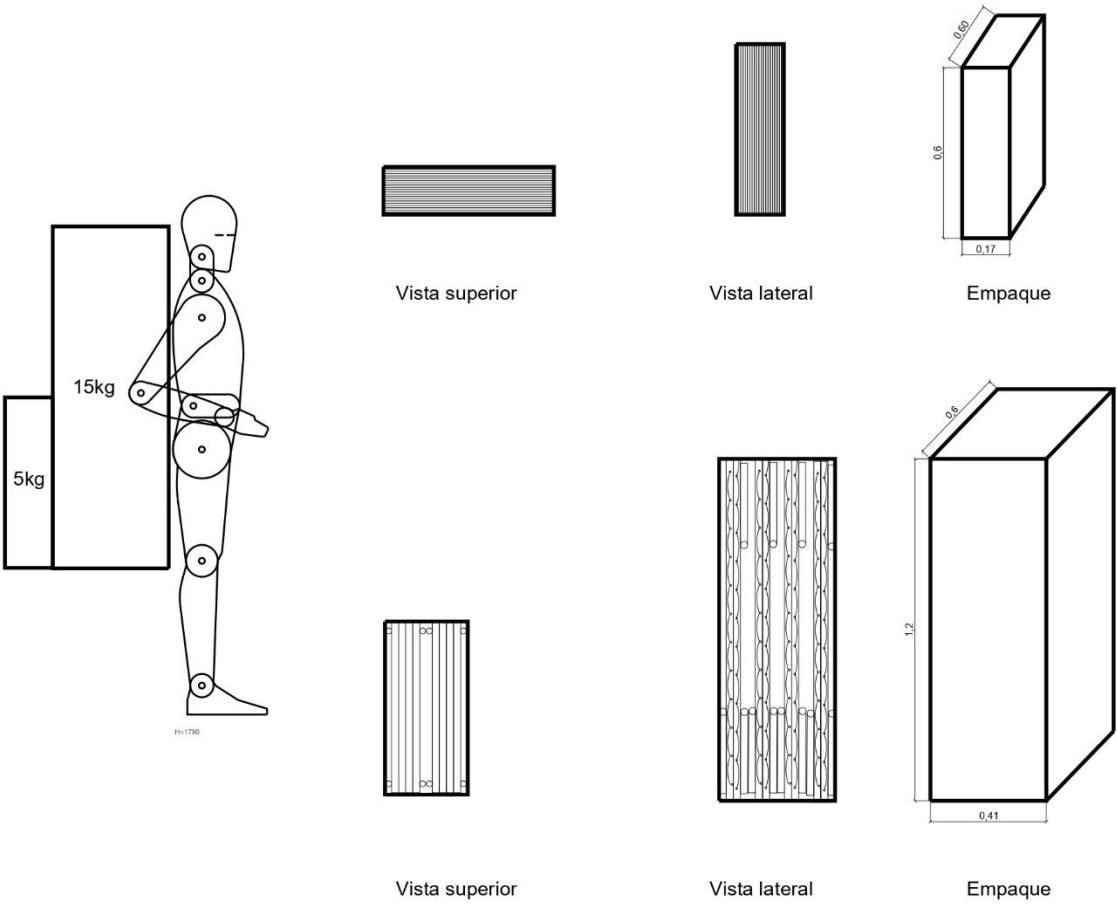


Detalle estructura de cerramientos

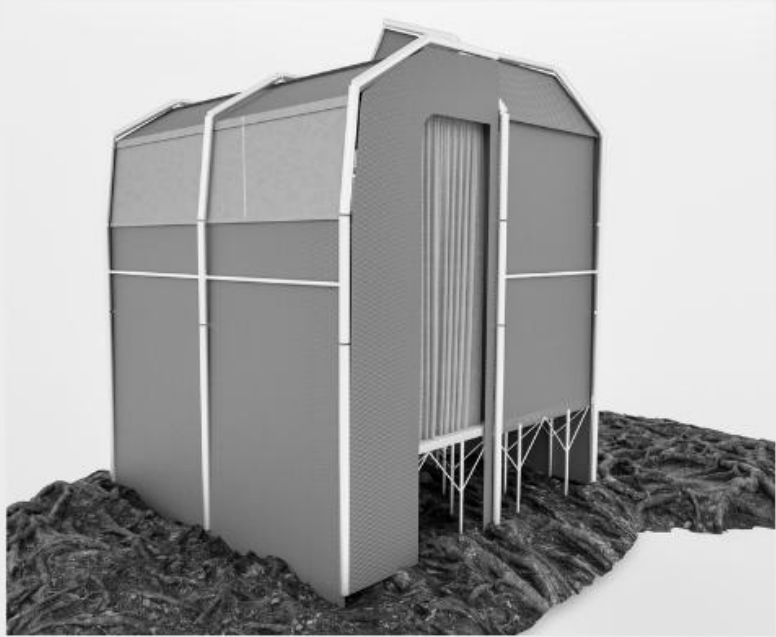
Diagrama de transporte manual y peso por equipaje.



Estructura móvil de cerramientos



Mobiliario



09

PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA

PRESUPUESTO GENERAL
EDT
CRONOGRAMA

Tabla 11. Costos generales del **habitáculo mínimo**

[illegible]

Tabla 12. Rendimiento de obra

Rendimiento de obra			
Estructuras metálicas ligeras (0-15kg)	4,5	kg/hh	
	Hora		€ 12 436,41
	Peso unitario	Peso total	Total
ENTREPISO			
Tubo aluminio 1" 6m	0,39	5,07	
Tubo aluminio 1 1/2" 6m	0,95	6,65	
Tubo aluminio 2" 6m	1,24	6,2	
		17,92	
	H-H	3,98	€ 49 524,55
CERRAMIENTO			
Tubo aluminio 1 1/2" 6m	0,95	5,7	
Tubo aluminio 2" 6m	1,24	1,24	
		6,94	
	H-H	1,54	€ 19 179,71

Tabla 13. EDT

E.D.T			
1	Módulo mínimo		
1.1	Planificación del proyecto		
1.1.1	Estudio de cantidad de usuarios y tiempo requerido		
1.1.2	Estudio aproximado de topografía		
1.1.3	Estudio hidrogeológico		
1.1.4	Cantidad de usuarios para traslado y levantamiento		
1.2	Documentación		
1.2.1	Instrucciones de montaje y réplica		
1.2.2	Detalles típicos		
1.2.3	Planos arquitectónicos		
2	Transporte		
2.1	Colocación de elementos en posición de transport		
2.1.1	Revisión del sistema		
2.1.2	Empaque		
2.2	Conteo de usuarios para transporte		
2.2.1	Selección de usuarios		
2.2.2	Asignación de maletín		
2.3	Trazado de la ruta		
2.3.1	Selección de punto de implantación		
2.3.2	Cálculo de tiempo de la caminata		
2.3.3	Análisis dificultad		
2.3.4	Selección de ruta		
3	Implantación en el sitio		
3.1	Montaje estructura		
3.1.1	Estructura entrepiso		
3.1.2	Desdoble de piso		
3.1.3	Asegurar la estructura lateral		
3.1.4	Colocación de cerramientos		
4	Retiro del módulo		
4.1	Desmontaje de la estructura		
4.1.1	Retiro de cubierta		
4.1.2	Desamarre de tensores laterales		
4.1.3	Pliegue de estructura		
4.1.4	Pliegue de piso		
4.1.5	Colocación en posición de transporte		

Tabla 14. GANTT

		Horas																	
	Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	Módulo mínimo																		
1.1	Planificación del proyecto																		
1.1.1	Estudio de cantidad de usuarios y tiempo requerido																		
1.1.2	Estudio aproximado de topografía																		
1.1.3	Estudio hidrogeológico																		
1.1.4	Cantidad de usuarios para traslado y levantamiento																		
1.2	Documentación																		
1.2.1	Instrucciones de montaje y réplica																		
1.2.2	Detalles típicos																		
1.2.3	Planos arquitectónicos																		
	Actividad	Horas																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14				
2	Transporte																		
2.1	Colocación de lementos en posición de transporte																		
2.1.1	Revisión del sistema																		
2.1.2	Empaque																		
2.2	Conteo de usuarios para transporte																		
2.2.1	Selección de usuarios																		
2.2.2	Asignación de maletín																		
2.3	Trazado de la ruta																		
2.3.1	Selección de punto de implantación																		
2.3.2	Cálculo de tiempo de la caminata																		
2.3.3	Análisis dificultad																		
2.3.4	Selección de ruta																		
2.4	Expedición																		

ESCENARIO 1 (1 TRABAJADOR)		Horas								
Actividad		1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	Implantación en el sitio									
3.1	Montaje estructura									
3.1.1	Estructura entrepiso									
3.1.2	Desdoble de piso									
3.1.3	Asegurar la estructura lateral									
3.1.4	Colocación de cerramientos									
ESCENARIO 1 (1 TRABAJADOR)		Horas								
Actividad		1	2	3	4	5	6	7	8	9
4	Retiro del módulo									
4.1	Desmontaje de la estructura									
4.1.1	Retiro de cubierta									
4.1.2	Desamarre de tensores laterales									
4.1.3	Pliegue de estructura									
4.1.4	Pliegue de piso									
4.1.5	Colocación en posición de transporte									
ESCENARIO 2 (4 TRABAJADORES)		Horas								
Actividad		1	2	3	4					
3	Implantación en el sitio									
3.1	Montaje estructura									
3.1.1	Estructura entrepiso									
3.1.2	Desdoble de piso									
3.1.3	Asegurar la estructura lateral									
3.1.4	Colocación de cerramientos									
ESCENARIO 2 (4 TRABAJADORES)		Horas								
Actividad		1	2	3	4					
4	Retiro del módulo									
4.1	Desmontaje de la estructura									
4.1.1	Retiro de cubierta									
4.1.2	Desamarre de tensores laterales									
4.1.3	Pliegue de estructura									
4.1.4	Pliegue de piso									
4.1.5	Colocación en posición de transporte									

00

CONSIDERACIONES FINALES

CONCLUSIONES
RECOMENDACIONES

Conclusiones y Recomendaciones

Como capítulo final, se exponen las principales conclusiones obtenidas a partir de la investigación desarrollada. Relacionando los temas abarcados en el planteamiento de la problemática, con los objetivos planteados y conceptos desarrollados en el proceso. Así como posibles recomendaciones a tomar en cuenta, que se determinaron al concluir la investigación.

La presente investigación permitió demostrar que la arquitectura adaptable, junto con la aplicación de conceptos de habitabilidad y mínimo impacto en el ecosistema, puede contribuir al fortalecimiento del monitoreo ambiental.

Físico y Ambiental

Con respecto al primer objetivo específico, se lograron determinar los parámetros fundamentales para este diseño en específico. Esto, se logró al analizar las condiciones topográficas, densidad boscosa, accesibilidad y la normativa ambiental del Parque Nacional Braulio Carrillo. Y es a partir de este análisis que se transforman las limitaciones en criterios formales y decisiones a la hora de seleccionar la implantación.

Espacialidad

Por otro lado, se logra crear un espacio que facilita los procesos de investigación, esto al diseñar el habitáculo según las necesidades requeridas como el almacenamiento de equipo, la protección y un lugar seco y seguro en medio del bosque. Al cumplir con estas características espaciales y sensoriales, el espacio pasa de ser no solo un refugio si no un hábitat para el investigador, el cual le permite desarrollarse de la mejor manera posible en el campo.

Sistema constructivo

Respecto a la materialidad y al sistema constructivo empleado, el análisis determina que la utilización de elementos prefabricados y modulares conforman una estrategia adecuada para responder a las condiciones adversas del sitio y a las limitaciones económicas existentes. La posibilidad de transportar

manualmente los componentes, y que estos permitan ser ensamblados y desmontados con mínimo esfuerzo contribuye a facilitar el trabajo del científico que se debe adentrar en el bosque y requiere un refugio. Porque no solo es espacio habitable mínimo, también lo es a la hora del transporte, montaje y peso.

Finalmente, la característica de crecimiento ordenado por una retícula resuelve posibles situaciones de diferentes contextos físicos, siempre manteniendo el principio formal y constructivo del proyecto. La investigación permitió desarrollar un sistema que integra movilidad, prefabricación y ensamblaje. El sistema posibilita diferentes configuraciones espaciales y de esta manera se plantea además de un refugio, un sistema arquitectónico adaptable que podría aplicarse en distintos escenarios.

Recomendaciones

Con respecto al habitáculo, se recomienda desarrollar un prototipo a escala real que permita evaluar el funcionamiento del sistema constructivo durante cada una de las etapas, así como la capacidad de implantación en diferentes contextos físicos. De la misma forma se deben realizar pruebas en conjunto con los investigadores, y así ajustar aspectos relacionados con la distribución espacial, el mobiliario y los tiempos de instalación y desmontaje. Por otra parte, se debe ampliar el estudio de materiales a fin de reducir el peso total del habitáculo, siempre manteniendo características de durabilidad y adaptación al contexto ambiental.

Dentro del ámbito de los sistemas de abastecimiento de agua, energía y tratamiento de residuos y otras tecnologías, se recomienda indagar junto con profesionales dedicados al tema para solventar la autonomía del habitáculo durante estadías prolongadas.

Finalmente se recomienda considerar la adaptación del sistema a otros contextos físicos como otras Áreas de Conservación, diferentes biomas y factores ambientales, así como a otras funciones relacionadas con estadías dentro áreas ambientalmente frágiles y ambientes extremos.

Referencias

- Agost, M. J. y Vergara, M. (2015). Antropometría aplicada al diseño de producto: (ed.). Castelló de la Plana, Spain: Universitat Jaume I. Servei de Comunicació i Publicacions. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/bibliouia/42367?page=10>
- Akhanolu, A., & Omondiale, R. E. (2025). Architecture in an extreme environment (A case of Halley VI research station). WJIMT. <https://doi.org/10.56201/wjimt.v9.no4.2025.pg153.160>
- Acevedo H., Fallas J., Lobo S., (2019). Propuesta de homologación de la clasificación de ecosistemas para el SIMOCUTE: Ecorregiones y ecosistemas de Costa Rica por medio de un enfoque ecosistémico. Ambientico UNA, (273), 42-50. https://www.ambientico.una.ac.cr/wp-content/uploads/tainacan-items/5/30652/273_42-50.pdf
- Bustamante, A. (2022). Diseño ergonómico en la prevención de la enfermedad laboral: (1 ed.). Madrid, Ediciones Díaz de Santos. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/bibliouia/269955?page=27>
- Decreto N° 31849-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC (2004). Reglamento General sobre los Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA). 28 de junio de 2004. Diario Oficial La Gaceta N.º 125.
- Espinosa, M. (2017). La habitabilidad y la transdisciplinariedad. Revistarquis, 6(2), 101-109. <http://orcid.org/0000-0002-1323-5584>
- Guevara, J.E.O.; Broce, K.; GómezZanetti, N.A.; Henríquez, D.; Ellis, C.; Mack-Vergara, Y.L. The Impact of a Mobile Laboratory on Water Quality Assessment in Remote Areas of Panama. Sustainability 2025, 17, 7096. <https://doi.org/10.3390/su17157096>
- Häuplik-Meusburger, S. Bishop, S. (2021). Space Habitats and Habitability: Design for Isolated Confined Environments on Earth and in Space. Switzerland:Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-69740-2>
- Meine, C. (2010). Conservation biology: Past and present. En Sodhi N. S. y Ehrlich P. R. (Editores), Conservation Biology for all (pp. 7-26). Oxford University Press.
- Ministry of Water, Land and Air Protection Ecosystem Standards and Planning Biodiversity Branch. (2004). Environmental Best Management Practices for Urban and Rural Land Development. British Columbia.
- Movable Shinto Shrine / Kikuma Watanaeb + D Environmental Design System Laboratory. (2017). ArchDaily. Recuperado el 15 Mar 2026. <https://www.archdaily.com/875919/movable-shinto-shrine-kikuma-watanabe-plus-environmental-design-system-laboratory>
- Niño Rojas, V. M. (2011). Metodología de la Investigación: diseño y ejecución: (ed.). Bogotá, Colombia: Ediciones de la U. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/bibliouia/70969?page=31>.
- Obregón Sánchez, M. (2016). Fundamentos de ergonomía: (ed.). México D.F, Mexico: Grupo Editorial Patria. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/bibliouia/40469?page=23>
- Picado, K. (7 de abril, 2025). Sede Central realizó evaluación de la Calidad del Agua en los Parques Nacionales Braulio Carrillo y Carara. Universidad Técnica Nacional. <https://www.utn.ac.cr/sede-central-realizo-evaluacion-calidad-agua-parques-nacionales-braulio-carrillo-carara>
- Pomareda, E., Araya-Gamboa, D., Ríos, Y., Arévalo, E., Aguilar, M. y R. Menacho. 2014. Guía Ambiental “Vías Amigables con la Vida Silvestre”. Comité Científico de la Comisión Vías y Vida Silvestre. Costa Rica. 75 pp.
- Programa Estado de la Nación. (2025). Armonía con la naturaleza. Informe Estado de la Nación 2025. Consejo Nacional de Rectores. <https://hdl.handle.net/20.500.12337/10962>
- Prió S,. (2019). Arquitectura del espacio mínimo: La condensación del pensamiento. Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Universidad Politécnica de Madrid. https://oa.upm.es/55881/1/TFG_Prio_Gea_Sergi.pdf
- Real Academia Española. (s.f.). Habitabilidad. En Diccionario de la lengua española. Recuperado el 12 de marzo de 2026, de <https://dle.rae.es/habitabilidad>
- Robles, R. (2012). La metáfora y la huella del ferrocarril en la formulación de la vivienda moderna de Le Corbusier. Anuario del Departamento de Historia y Teoría del Arte, 24, 93-110. <https://doi.org/10.15366/anuario2012.24.007>

Secretaría Técnica Nacional. (s.f). Re: ¿Qué pasa cuando una AOP está ubicada dentro de un área ambientalmente frágil (AAF)? [Comentario en Actividades, Obras y Proyectos (AOP) Sujetas a Viabilidad Ambiental]. Preguntas Frecuentes. <https://www.setena.go.cr/es/FAQs-SETENA>

Self-build Shinto Shrine / Kikuma Watanabe. (2016). ArchDaily. Recuperado el 15 Mar 2026.
<https://www.archdaily.com/791307/self-build-shinto-shrine-kikuma-watanabe>

SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación). 2014. Estrategia Nacional de Investigación del SINAC 2014 – 2024: Áreas temáticas priorizadas y Portafolio de Perfiles de proyectos de Investigación. Costa Rica. 42 p.

SINAC. 2016. Marco conceptual y guía metodológica para la Integridad ecológica en Áreas Silvestres Protegidas de Costa Rica. San José-Costa Rica. 40 págs

Sistema Nacional de Áreas de Conservación. (2019). Plan general de manejo del Parque Nacional Braulio Carrillo. Ministerio de Ambiente y Energía.
<https://www.sinac.go.cr/ES/planmanejo/Plan%20Manejo%20ACC/Plan%20General%20de%20Manejo%20del%20Parque%20Nacional%20Braulio%20Carrillo.pdf>

Sistema Nacional de Monitoreo de la Cobertura y Uso de la Tierra y Ecosistemas (SIMOCUTE). (2023). Sistema de Clasificación de la Cobertura y Uso de la Tierra para Costa Rica: versión 2.0. San José, Costa Rica. Ed. H. Acevedo y Y. Villalobos. 48 páginas.

SO? Architecture & Ideas. (2017). Cabin on the Border. <https://www.soistanbul.com/Cabin-on-the-Border>

Swedish Polar Research Secretariat. (s.f). Wasa and Svea: research stations in Antarctica.
<https://www.polar.se/media/ggqliwwg/broschyr-wasa-och-svea.pdf>

00

ANEXOS

ENTREVISTA A ORLANDO VARGAS
ENTREVISTA A RICARDO SÁNCHEZ
ENTREVISTA A KINDDLE BLANCO

Anexo A. Transcripción de entrevista con personal de la Estación Biológica La Selva - Organización para Estudios Tropicales (OET)

Fecha: 27 de febrero del 2026.
Entrevista virtual.
Entrevistadora: Silvia Domínguez.
Participantes: Orlando Vargas y Enrique Castillo

La siguiente transcripción pertenece a la entrevista realizada para el desarrollo del proyecto de tesis “Arquitectura adaptable como herramienta para fortalecer el monitoreo ambiental en el Área de Protección Silvestre Parque Nacional Braulio Carrillo”. Contenido presentado de forma textual.

Orlando Vargas:

José Solano fue el que nos puso en contacto con usted. Con José trabajamos con el asunto de trabajos e investigaciones dentro del parque y siempre estamos pidiendo permisos. Ayer, más bien, subimos con 18 estudiantes y un profesor; más de 20 personas estuvimos en El Ceibo. Subimos al parque y caminamos para hacer una exploración con gente joven que esperamos puedan ser futuros investigadores que trabajen no solo acá en la selva, sino también fuera de la estación.

Entonces, Enrique y yo estamos trabajando aquí en la selva desde hace ya muchos años. Tenemos a cargo la parte de revisión de propuestas y la coordinación con los investigadores para que la investigación se desarrolle de acuerdo con el Plan Maestro Operacional de la estación y de la OET. También manejamos bases de datos de colecciones vivas y muertas, así como el herbario. Participamos en eventos relacionados con la comunidad, como conteos de aves, el día abierto, la feria ambiental, entre otros.

Además, Enrique se encarga de los permisos de investigación que son solicitados por el gobierno para que cada investigador pueda publicar sus datos. Básicamente eso es lo que hacemos, además de otras actividades. También representamos a La Selva en el pueblo en diferentes reuniones y trabajamos con colegios y escuelas, por lo que estamos bastante involucrados en la parte académica y científica.

Entrevistadora:

Para el caso de esta tesis no se requieren muestras tomadas del parque. Se trata de un proyecto más conceptual: una herramienta para apoyar el monitoreo, planteada como un refugio adaptable y móvil que

puedan utilizar los científicos. Está enfocado hacia profesionales que realizan investigaciones relacionadas con la conservación, no hacia estudiantes ni hacia el sector turístico.

¿Cómo funcionan los procesos de monitoreo dentro del parque? ¿Es necesario gestionar permisos o trámites con el SINAC?

Orlando Vargas:

Puede hacernos una visita en la oficina y conocer las instalaciones. Así podría ver con nosotros cómo trabajamos y qué facilidades ofrece la estación La Selva. No sé si ya la ha visitado.

Entrevistadora:

No.

Orlando Vargas:

¿Usted de dónde es?

Entrevistadora:

De Coronado.

Orlando Vargas:

Es una estación de 1600 hectáreas, bastante grande para la región. Conecta el sector sur con el Parque Nacional Braulio Carrillo. Tenemos una red de senderos de más de 60 km y diferentes instalaciones como aulas, laboratorios, bibliotecas, herbario, casas de sombra, comedor, dormitorios y un taller. También hay un puente de 100 m que conecta la parte académica con la parte administrativa.

La presencia en Sarapiquí se remonta al año 1950, y la OET adquiere La Selva en 1968. Desde entonces se han desarrollado miles de publicaciones a partir del trabajo de investigadores que estudian en la estación. Nosotros funcionamos como facilitadores para que los investigadores puedan desarrollar su trabajo y producir artículos científicos, tesis de maestría o doctorado. Esa es básicamente nuestra función.

Sería una buena idea que nos visite para que pueda conocer qué tipo de equipo o de laboratorio analítico se requiere para que los investigadores lleguen a ese nivel de producción científica.

En el parque nosotros solo coordinamos visitas y ayudamos a los investigadores a conectarse con José y con el director del parque. Además, requerimos que quienes utilizan nuestras instalaciones suban su

propuesta de investigación a una base de datos que tenemos, lo cual nos permite llevar un control de quién trabaja, dónde lo hace y qué necesita.

En el parque hay muchas investigaciones que pasan por nuestra estación, muchas de ellas comparativas. Debido al rango altitudinal que existe entre La Selva (35 m) y el volcán Barva (hasta 3000 m), es un sitio ideal para comparar fenómenos como el comportamiento de especies, el calentamiento global, el movimiento de aves y la dinámica de los bosques.

En cuanto a la idea que usted menciona de un refugio o facilidad moldeable para que alguien pueda permanecer en el sitio, suena muy interesante. Desde hace muchos años la OET ha colaborado en el mantenimiento de un sendero que conecta La Selva con el Barva. Alrededor del año 2000 se construyeron pequeños refugios a lo largo del transecto.

Son refugios de madera y cemento, y llegar a ellos implica caminar largas distancias. Por ejemplo, alcanzar uno de los refugios alrededor de los 1000 m de altitud puede tomar aproximadamente siete horas desde El Ceibo.

Muchos de estos refugios fueron contruidos con apoyo de helicópteros que transportaron los materiales. Actualmente varios no están en buen estado y sería necesario recuperarlos.

El problema es que el parque tiene regulaciones muy estrictas respecto a la actividad humana dentro de sus límites. Sin embargo, ideas como la suya podrían contribuir a replantear la importancia de mantener estas facilidades y facilitar el trabajo de investigación.

Entrevistadora:

Me interesa conocer más sobre los transectos. No sabía que ya existían algunas estaciones pequeñas a lo largo de ellos. También me interesa comprender los rangos de tiempo en los que se utilizan.

Estoy considerando desarrollar dos o tres configuraciones del habitáculo que se adapten a diferentes duraciones de investigación. Algunas investigaciones pueden extenderse hasta tres años, mientras que otras, especialmente para investigadores extranjeros, duran aproximadamente seis meses.

La idea sería que el habitáculo pueda adaptarse a diferentes escenarios: uno más permanente que resista varios años en la intemperie, o uno más liviano que pueda instalarse y retirarse en periodos de seis meses o un año.

También me interesaría conocer cómo se trasladan los científicos dentro del bosque y tener acceso a mapas topográficos para entender mejor las condiciones del sitio.

Orlando Vargas:

Incluso dentro de la estación, dependiendo del lugar donde el investigador quiera trabajar o del tema que esté desarrollando, un habitáculo portátil podría ser útil.

El corredor altitudinal que conecta La Selva con el volcán Barva tiene aproximadamente 51 km de extensión y no es fácil recorrerlo.

Existen varios accesos. Uno de los más rápidos es por El Ceibo, donde se puede llegar en vehículo. Desde ahí se desciende hacia el río Peje y luego se inicia el ascenso. El principal problema es el traslado del equipo, ya que solo hay un andarivel para cruzar el río.

Otro acceso es por Magsasay, entrando por La Virgen, que permite llegar a zonas cercanas a los 150 m de altitud. Sin embargo, también existe la dificultad de cruzar el río Peje.

Un tercer acceso se encuentra en San Rafael de Vara Blanca, donde se puede llegar en vehículo hasta aproximadamente los 2000 m de altitud.

En total existen cuatro puntos principales de acceso al parque, incluyendo el sector del volcán Barva.

Entrevistadora:

¿Cuántas personas suelen participar en una misma investigación dentro del parque?

Orlando Vargas:

Recomendamos que el grupo mínimo sea de cuatro personas. De esa forma, en caso de accidente o emergencia, dos pueden quedarse y dos pueden salir a buscar ayuda. En general, los grupos suelen estar conformados por cuatro o cinco personas.

Enrique Catillo:

Los tiempos de estancia varían, pero cuando se trabaja desde un refugio la principal limitante son los víveres.

Por ejemplo, los investigadores que trabajan con aves suelen permanecer entre siete y diez días en el sitio.

Entrevistadora:

¿Y cómo manejan los desechos durante esas estancias?

Enrique Catillo:

Lo ideal es que todo lo que se lleva se regrese.

Orlando Vargas:

Esa es la política. Todo material como latas, plásticos o empaques debe salir del bosque. Lamentablemente no todos tienen esa cultura y en algunos refugios se han encontrado residuos.

Por eso sería importante que en su proyecto se contemple una política clara respecto al manejo de desechos si se plantea un habitáculo móvil.

En algunos refugios hay letrinas para manejar los desechos orgánicos.

Enrique Catillo:

Además, los refugios no solo son utilizados por investigadores. A veces también son encontrados por cazadores que pasan por el bosque.

Orlando Vargas:

Exactamente. En algunos sectores hay riesgo de vandalismo. En lugares cercanos a El Ceibo hay más presencia de guardaparques, pero en otros sectores el control es menor.

La gente incluso llega a utilizar madera de los refugios para hacer fogatas. Por eso existe el riesgo de que cualquier estructura fija pueda ser intervenida.

Generalmente los investigadores no dejan equipo costoso dentro de los refugios; lo llevan consigo. Lo principal que buscan es un lugar seco donde puedan descansar y dormir.

Fin de la entrevista.

Anexo B. Entrevista con investigador especialista en murciélagos.

Fecha: 27 de febrero del 2026.

Entrevista virtual.

Entrevistadora: Silvia Domínguez.

Participantes: Ricardo Sánchez.

El siguiente resumen pertenece a la entrevista realizada para el desarrollo del proyecto de tesis “Arquitectura adaptable como herramienta para fortalecer el monitoreo ambiental en el Área de Protección Silvestre Parque Nacional Braulio Carrillo”.

Durante esta entrevista se abordaron temas relacionados con el trabajo de campo y la experiencia que el investigador ha tenido en el desarrollo de sus actividades y estudios. Se discutieron dinámicas de trabajo de los equipos de investigación.

El investigador explica que los periodos en los que están dentro del bosque son variables dependiendo del tipo de estudio que se realice. Se le comentó sobre la importancia de que estas implantaciones en el bosque son de bajo impacto ambiental, y no permanentes. Explica que una buena opción sería que el equipo (habitáculo) móvil se mantuviera en una estación que está más alejada. Y así se mejoraría la movilidad en áreas más inexploradas. Además, agrega que en sectores cercanos como la estación La Selva no sería tan valioso como en el sector 1070 del PNBC.

Estos comentarios permiten identificar criterios relevantes en relación con la necesidad y posible ubicación del habitáculo.

Anexo C. Entrevista con médica veterinaria de la UNA.

Fecha: 2 de marzo del 2026.
Entrevista virtual.
Entrevistadora: Silvia Domínguez.
Participantes: Dra. Kinddle Blanco.

El siguiente resumen pertenece a la entrevista realizada para el desarrollo del proyecto de tesis “Arquitectura adaptable como herramienta para fortalecer el monitoreo ambiental en el Área de Protección Silvestre Parque Nacional Braulio Carrillo”.

La entrevista abordó aspectos relacionados con la investigación científica en ambientes naturales y retos que conlleva este trabajo, especialmente en ecosistemas boscosos.

El trabajo de la investigadora se centra en el estudio de la resistencia microbiana. Explica que se origina principalmente a partir de actividades humanas y del mal uso de productos antimicrobianos que están presentes en medicamentos y productos de limpieza. Estas sustancias llegan a los ecosistemas a través de cuerpos de agua, afectando directamente a las especies.

Explicó sobre metodologías de investigación utilizadas, y destacó la importancia de aplicar estrategias que minimicen la perturbación de los animales en su entorno. Menciona los métodos que más ha utilizado, que son los de muestreo pasivo, para evitar la captura directa de los animales. Sin embargo, explica que en ciertas investigaciones es necesario los muestreos directos. Estos muestreos requieren un proceso más logístico y el trasladar equipo dentro del bosque.

Al preguntarle sobre los procesos de trabajos de campo, comenta que se realizan en equipos de al menos dos o tres investigadores por seguridad. Estas actividades son entre otras, caminatas para localizar puntos de muestreo, recolección de muestras, transporte para analizarlas luego. De los principales retos que explica está el transporte de recipientes estériles, equipo de muestreo y cuando es necesario, sistemas de refrigeración para conservar las muestras.

Con respecto a infraestructura dentro del bosque, consideró importante que esta tenga un impacto mínimo al ecosistema. Destacó aspectos como el tipo de iluminación artificial, ruidos, factores que puedan generar estrés a la fauna. Explica, además, que sería ideal el tener algún tipo de fuente de energía y poder almacenar

muestras dentro del bosque por unos días y ejemplifica un tipo de producto que no requiere fuerza extra para ser transportado.