



**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE ARQUITECTURA  
ESCUELA DE ARQUITECTURA



FACULTAD DE  
ARQUITECTURA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

# JARDÍN BOTÁNICO

Para el Instituto de Ciencias de la Tierra,  
Universidad de San Carlos de Guatemala



Proyecto desarrollado por:

**TEVA PEÑA**

para optar al título de Arquitecta



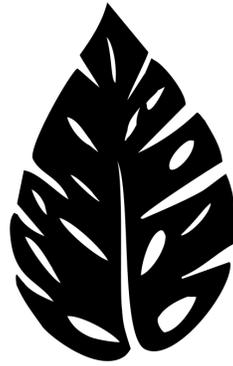


**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala



FACULTAD DE  
ARQUITECTURA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE ARQUITECTURA**  
ESCUELA DE ARQUITECTURA



**JARDÍN BOTÁNICO**  
PARA EL INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA, USAC.

Proyecto de Graduación presentado por:

**TEVA PEÑA**

para optar al título de Arquitecta  
Guatemala, Agosto de 2018

*El autor es responsable de las doctrinas sustentadas, originalidad y contenido del Proyecto de Graduación, eximiendo de cualquier responsabilidad a la Facultad de Arquitectura de la Universidad de San Carlos de Guatemala*



## JUNTA DIRECTIVA

- Decano** Dr. Byron Alfredo Rabe Rendón
- Vocal I** Arq. Gloria Ruth Lara Cordón de Corea
- Vocal II** Arq. Sergio Francisco Castillo Bonini
- Vocal III** Msc. Arq. Alice Michele Gómez García
- Vocal IV** Br. María Fernanda Mejía Matías
- Vocal V** Br. Lila María Fuentes Figueroa
- Secretario** Msc. Arq. Publio Alcidez Rodríguez Lobos

## TRIBUNAL EXAMINADOR

- Decano** Dr. Byron Alfredo Rabe Rendón
- Secretario** Msc. Arq. Publio Alcidez Rodríguez Lobos
- Examinador** Arq. Ana Verónica Carrera Vela
- Examinador** Arq. Sergio Castillo Bonini
- Examinador** Ing. David Elías Mendieta Jiménez



## DEDICATORIA

### DIOS

La razón de todo. Por estar desde el primer día de esta aventura conmigo, guiarme, amarme y aceptarme incondicionalmente.

### MAMÁ

Por ser mi fuerza, apoyo, guía y el mejor ejemplo de esfuerzo, superación, amor y valentía a lo largo de mi vida. Por no rendirse y haber entregado su vida para sacarnos a mi hermana y a mi adelante.

### FAMILIA

Por su apoyo, amor, paciencia y comprensión, algunos de lejos y otros a mi lado, en especial a Mamá y Daniel por haberme alentado en el ámbito profesional y personal. Esto es por y para ustedes.

### AMIGOS

Por quienes han estado desde antes y a quienes pude conocer en el camino. Por las risas, enojos, lágrimas, estrés, aventuras y proyectos juntos, por tantas horas de trabajo invertidas no solo en estudiar sino en conocernos. Toda mi vida estaré para ustedes.

### CATEDRÁTICOS

Por el legado tan importante que dejan en nosotros, por su dedicación y empeño al guiarme durante mi formación profesional, especialmente a quienes me aconsejaron, ayudaron y marcaron mi vida a nivel personal. Será un honor llamarles colegas.

### ASESORES

Por su apoyo técnico y científico durante el desarrollo de este proyecto.

### ALMA MATER

Tricentenario Universidad de San Carlos de Guatemala, por verme crecer y ser mi segundo hogar durante esta etapa de mi vida.



# ÍNDICE





# 01

## 1. INTRODUCCIÓN

1.1	Antecedentes	15
1.2	Planteamiento del problema	18
1.3	Justificación del proyecto	19
1.4	Objetivos	20

# 02

## 2. DELIMITACIÓN DEL PROYECTO

2.1	Delimitación Geográfica	23
2.2	Delimitación Poblacional	26
2.3	Delimitación Temporal	27
2.4	Delimitación Teórica	27
2.5	Metodología	28
2.6	Mapa Mental	29

# 03

## 3. REFERENTES

3.1	Referente Teórico	33
3.2	Referente Conceptual	35
3.3	Referente Legal	42
3.4	Referente Histórico	45

# 04

## 4. ANÁLISIS DE ENTORNO Y SITIO

4.1	Análisis de Entorno	49
4.1.1	Factor Físico - Natural	50
4.1.2	Factor Climático	54
4.1.3	Infraestructura Local	55
4.1.4	Factor Urbano - Social	56
4.2	Análisis de Sitio	
4.2.1	Factor Físico	63
4.2.2	Factor Natural	70
4.2.3	Infraestructura	73
4.2.4	Análisis de Vistas	74
4.2.5	Plano Resumen	75

# 05

## 5. PREFIGURACIÓN

5.1	Análisis de Casos Análogos	79
5.1.1	Jardín Botánico de Culiacán	80
5.1.2	Instituto de Investigación Botánica de Texas	85
5.1.3	Análisis comparativo	89
5.2	Programa Arquitectónico	91
5.3	Premisas de Diseño	
5.3.1	Conjunto	92
5.3.2	Edificio	96
5.3.3	Jardín	101

# 06

## 6. DESARROLLO DEL PROYECTO

6.1	CONJUNTO	
6.1.1	Vistas del proyecto	111
6.1.2	Proceso de Diseño	114
6.1.3	Conceptualización a nivel de Conjunto	115
6.1.4	Master Plan del CEDA	117
6.1.5	Circulaciones de conjunto	119



6.1.6	Circulaciones Área Norte	121
6.1.7	Planta de conjunto Área Norte	123
6.1.8	Factor Ambiental	125
6.2 INVERNADERO		
6.2.1	Indicio formal y Volumétrico	129
6.2.2	Definición Estructural	130
6.2.3	Emplazamiento del Invernadero	131
6.2.4	Ingreso y Salida	132
6.2.5	Planta Arquitectónica del Invernadero	133
6.2.6	Zona Cálida Seca	135
6.2.7	Zona Cálida Húmeda	136
6.2.8	Zona Fría húmeda y muy húmeda	137
6.2.9	Estudio Solar dentro del Invernadero	138
6.2.10	Detalles estructurales	141
6.2.11	Secciones	143
6.3 ÁREAS DE SERVICIO		
6.3.1	Área de empleados	149
6.3.2	Bodegas de servicio	151
6.3.3	Módulo de servicios sanitarios	153
6.4 JARDÍN BOTÁNICO		
6.4.1	Sectorización del jardín	157
6.4.2	Sector 1	159
6.4.3	Sector 2	161
6.4.4	Sector 3	163
6.4.5	Sector 4	165
6.4.6	Sector 5	167
6.4.7	Estudio de Soleamiento conforme a alturas para área de Jardín Exterior	169
6.5 PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN		
6.5.1	Presupuesto	177
6.5.2	Cronograma de ejecución e inversión	179
6.6	Conclusiones y Recomendaciones	181
6.7	Fuentes de Consulta	183
6.8	Anexos	187





# 1. INTRODUCCIÓN

Guatemala está ubicada en una región megadiversa, guardiana de biodiversidad con la riqueza que posee en especies y recursos. El Instituto de Ciencias y Sistemas de la Tierra es un proyecto de vanguardia ubicado en los campos del Centro Experimental Docente de Agronomía -CEDA-, al Sur del Campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala, el cual busca albergar especies y brindar espacios adecuados para generar investigación de campo y gabinete con el fin de promover el desarrollo y conservación de especies botánicas en el país, así como el aprovechamiento de recursos naturales para actividades que aporten a la educación.

Se propone el Plan Maestro del Instituto de Ciencias y Sistemas de la Tierra, del cual deriva un Jardín Botánico, integrado por invernaderos de propagación, jardines de investigación y exposición y áreas de servicio e investigación. Con éste proyecto, se da paso al aprovechamiento y distribución de recursos en el CEDA a través de la arquitectura, mitigando los riesgos que presenta el terreno con respecto a su ubicación y conformación topográfica. La implementación del Instituto en la Universidad de San Carlos de Guatemala responde a la necesidad de nuevas áreas de investigación y estudio en campo y laboratorios para alumnos e investigadores de la Facultad de Agronomía y otras entidades involucradas en la botánica.





# ANTECEDENTES

Guatemala ha sido reconocida como un país megadiverso, gracias a la variedad de especies, ecosistemas, genes y diversidad cultural que posee. En conjunto con otros 18 países, alberga parte del 70% de la diversidad biológica del planeta. Así mismo, se encuentra dentro del Grupo de Países Megadiversos Afines -GPMA-, proceso el cual logró en 2012 designar al país como Co-Presidente entrante y en 2014, desempeñar la presidencia de dicho grupo.<sup>1</sup>

La poca conservación y la utilización insostenible de esta diversidad, junto a la mala distribución y aprovechamiento de recursos ha generado diversos desastres naturales y humanos que han causado la muerte y desaparición de muchas especies, animales y vegetales.

La situación ambiental actual a nivel mundial, frente a la degradación del planeta generada por la raza humana, aumenta los desastres naturales como la calidad de vida en todo el planeta. Guatemala es una sociedad consumista y poco consciente que ha degradado el ambiente, junto al mal aprovechamiento y explotación de los miles de recursos naturales que el territorio ofrece.

---

<sup>1</sup> Portal sobre Diversidad Biológica en Guatemala, “Guatemala y el Grupo de Países Megadiversos Afines”, consultado el 10 de Agosto, 2015, disponible en: <http://www.chmguatemala.gob.gt/instituciones/guatemala-y-el-grupo-de-paises-megadiversos-afines-gpma/guatemala-en-el-grupo-de-paises-megadiversos-afines>

Existen varios puntos a tratar en cuanto a la problemática ambiental en el país, de ellos surgen cinco ejes principales a tratar en la política de diversidad biológica en Guatemala, estos son: <sup>2</sup>

EJES AMBIENTALES	PROBLEMÁTICA
<p><b>1. Conocimiento y valoración:</b> caracterizada por los componentes de la diversidad biológica, la recuperación del conocimiento y las prácticas tradicionales así como el fomento de la divulgación de investigaciones científicas.</p>	<p>En Guatemala se ha perdido el valor y la conciencia social hacia la naturaleza y recursos por la poca interacción que se tiene con ella, al menos en las áreas desarrolladas tanto del interior como el área metropolitana.</p>
<p><b>2. Conservación y restauración:</b> incluye medidas in situ a través del fortalecimiento a las Áreas Protegidas, la reducción de los procesos y actividades que causan pérdida o transformación de la diversidad biológica, la recuperación de ecosistemas degradados y especies amenazadas. También abarca estrategias de conservación ex situ que se complementan con el fomento de jardines botánicos, bancos de germoplasma, centros de rescate y reproducción de fauna amenazada, entre otros.</p>	<p>Las tierras en Guatemala se han privatizado a pesar de ser o poseer parte del patrimonio nacional, dejando a merced de sus terratenientes su cuidado. Se han planteado diversos proyectos de política, conservación y conciencia ambiental, sin embargo, por fines políticos y de poco presupuesto se han engavetado o aplazado la aprobación de los mismos.</p>
<p><b>3. Utilización Sostenible:</b> busca promover el uso de sistemas sostenibles de manejo por medio de programas competitivos que apoyen las actividades productivas asociadas a la diversidad biológica que permitan el desarrollo del potencial económico de la misma, así como la distribución equitativa de sus beneficios.</p>	<p>Los recursos naturales no son utilizados de manera equitativa y controlada, las actividades de explotación de recursos buscan beneficiar a un ente privado que no respeta o cumple a cabalidad las políticas ambientales de manejo de recursos, dejando a la población en pobreza y poco o ningún acceso a los mismos.</p>
<p><b>4. Diversidad biológica en la adaptación al cambio climático:</b> este surge debido al aumento en la temperatura del planeta, busca abarcar los aspectos climáticos de vulnerabilidad, adaptación y mitigación por medio de estrategias, mecanismos financieros, y política ambiental.</p>	<p>Con el avance del cambio climático, todos los seres vivos se han visto afectados de distinta manera, ya sea por evolución o erradicación de su especie. Respecto al reino animal y vegetal, se ha dado una extinción masiva de especies, cambios en sus ecosistemas y desequilibrio ambiental.</p>
<p><b>5. La instrumentalización de la política:</b> busca implementar los ejes anteriores a través de condiciones políticas, jurídicas, institucionales y administrativas.</p>	<p>Muchas leyes y decretos ambientales no se aplican en todo su rigor. En su mayoría, las empresas y asociaciones no contemplan ni son estrictamente sometidas a un estudio de impacto ambiental. Además, gracias a la corrupción que existe en el gobierno, no son debidamente sancionadas y sometidas a un proceso de reestructuración que permita potencializar los recursos de los cuales se están sirviendo.</p>

Figura 1. Tabla de comparación de Ejes Ambientales y Problemática en Guatemala. Elaboración propia con base en documento "Consejo Nacional de Áreas Protegidas CONAP", consultado en marzo, 2016, disponible en: <https://www.cbd.int/doc/world/gt/gt-nbsap-v2-es.pdf>

El Consejo Nacional de Áreas Protegidas CONAP, por medio del Decreto Número 4-89 del Congreso de la República es el ente responsable de velar por el cumplimiento de las disposiciones contenidas en instrumentos internacionales relacionados con la diversidad biológica, por ello en 1999 aprueba la ENB<sup>3</sup> que tiene por finalidad el cumplimiento del CBD<sup>4</sup>. A lo largo de 26 años transcurridos desde su aprobación, ha habido un avance significativo en el fortalecimiento del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas -SIGAP- conocimiento de la diversidad biológica y cultural de país, propuestas de leyes, entre otros. Sin embargo, por parte del Estado, al estar conformado por un Gobierno y sociedad civil, ha tenido una escasa apropiación del mismo.

Uno de los objetivos principales de la promoción del conocimiento y la valoración de la diversidad biológica y sus componentes (ecosistemas, especies y genes) es sistematizar e integrar el conocimiento científico y tradicional asociado a la misma. Ya que, por medio de valoración de ésta, se mejora la utilización de recursos y se mejora la calidad de vida la cual ha ido en disminución en las últimas décadas.

En la zona 10 del Área Metropolitana de la Ciudad de Guatemala -AMCG-, sobre la avenida Reforma se encuentra ubicado actualmente el Jardín Botánico de la Ciudad de Guatemala, manejado por el Centro de Estudios Conservacionistas -CECON- y la Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC-. Siendo esta la única institución en Guatemala dedicada a investigar, conservar, exponer y almacenar colecciones botánicas tanto nativas como extranjeras y registrarlas según su especie, con el fin de mantener una base de datos botánica, en caso surja emergencias ambientales como deforestación o desaparición de especies.

El Jardín Botánico constituye un área única dentro del País dedicada al estudio de la flora guatemalteca con gran potencial para la educación y la promoción turística en el país. Declarado un Monumento Nacional protegido por el decreto legislativo 26-97, Ley para la Protección del Patrimonio Cultural y sus reformas contenidas en el decreto legislativo 81-98, el Jardín Botánico, contiene bienes patrimoniales históricos de gran importancia, los cuales se encuentran actualmente registrados.

Es importante entonces contar con áreas de protección, estudio de especies y educación ambiental enfocada a la biodiversidad, ya que con ellas se pretende tomar una medida protectora y compensadora de especies, así como cambiar la actitud del hombre frente a su medio biofísico.

---

2 Consejo Nacional de Áreas Protegidas CONAP, Política Nacional de Diversidad Biológica (Acuerdo Gubernativo 220-2011), *Estrategia Nacional de Diversidad Biológica y su Plan de Acción (Resolución 01-06-2012) 2012-2022*, Primera ed (Guatemala, Guatemala: 2013), consultado en marzo de 2016

3 Estrategia Nacional para la Conservación y el Uso Sostenible de la Biodiversidad

4 Convenio sobre Diversidad Biológica, enfocado a la conservación y uso sostenible, regulando el acceso a los recursos biológicos.



## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Ciudad de Guatemala ha presentado un crecimiento descontrolado en las últimas décadas. Esto ha provocado el desarrollo industrial masivo y que la tasa de crecimiento urbano superase al crecimiento económico en cierto momento, combinando la urbanización acelerada con la hiperurbanización<sup>5</sup>. Esto ha generado problemas en la movilidad, accesibilidad, permeabilidad, presentando deficiencias en equipamiento e infraestructura y con ello, la desaparición de áreas verdes lo cual ha dado paso al aumento del ruido y contaminación; a pesar de existir un reglamento de urbanización, se le da prioridad a la construcción y al comercio, sin contemplar la importancia e implementación de áreas verdes dentro de la capital.

En el caso del Instituto de Ciencias y Sistemas de la Tierra -ICST-, perteneciente a la USAC, se ha contemplado en su planificación la implementación de un Jardín Botánico que permita al cuerpo estudiantil, docente e investigadores desarrollar actividades de conservación, investigación y propagación de especies dentro de la USAC sin necesidad de tener que moverse a otros sitios. Este proyecto requiere planificación y desarrollado para ser implementado en Ciudad Universitaria, ya que se cuenta con espacio suficiente para realizarse.

Paralelamente, el Centro Experimental Docente de Agronomía -CEDA- no cuenta con instalaciones y áreas educativas que respondan a la demanda académica actual, atendiendo con recursos limitados el estudio y la investigación en el sitio donde se encuentra establecido, el cual -por su condición actual- posee el potencial para implementar este tipo de proyecto y equipamiento.

---

5 Alto crecimiento demográfico con una débil industrialización.



# JUSTIFICACIÓN

Un área urbana debe contemplar sistemas de áreas verdes ideales, que funjan como pulmones a la ciudad y se enlacen para elevar el nivel de vida a del ciudadano, permitiéndole la recreación y contacto con la naturaleza. Si estos no son implementados, da lugar a la contaminación masiva, calentamiento global y la muerte de especies. Cabe mencionar el manejo presupuestario del gobierno destinado a las entidades gubernamentales e instituciones autónomas como la USAC, que tienen la responsabilidad de estudiar, fortalecer, conservar y fomentar la generación de áreas verdes tanto en el área metropolitana como en el interior del país, así como espacios de investigación tal y como se establece en la programación del Plan Estratégico USAC 2022.

## CONOCIMIENTO Y VALORACIÓN

Implementación de nuevas instalaciones y áreas de estudio, eventos y recreación, elevando su valor como Jardín, ya que se fomentará su uso en las áreas teóricas y prácticas que ofrezca a través de eventos, visitas y capacitaciones.

## CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN

La institución implementará nuevos espacios esenciales para su funcionamiento, promoviendo eventualmente la conservación de especies bajo amenaza y un banco de germo plasma.

## UTILIZACIÓN SOSTENIBLE

Generar un diseño amigable con el ambiente, que sea diseñado bajo los parámetros de certificación verde, como el Modelo Integrado de Evaluación Verde -MIEV- de Guatemala y Guatemala Green Building Council -GGBC- que promueve la práctica de diseño y construcción sostenible.

## DIVERSIDAD BIOLÓGICA

Adaptación al cambio climático: respondiendo a la necesidad de conservar adecuadamente todas las especies hasta ahora conocidas en Guatemala.

## INSTRUMENTALIZACIÓN DE LA POLÍTICA

Estableciendo alianzas directas con las facultades de Ciencias Químicas y Farmacia, realizando aportes significativos en propuestas legislativas relativas al tema ambiental y biológico en Guatemala orientadas a la necesidad del almacenamiento de especies.

Con el crecimiento de la población, el desarrollo y la industrialización en las áreas rurales y metropolitana, la pérdida de biodiversidad y especies vegetales es inevitable, por lo que la implementación de un Jardín Botánico promoverá el conocimiento, la conservación, investigación y propagación de especies nativas provenientes de las distintas regiones climáticas del país, las cuales varían de acuerdo a la altitud y clasificación taxonómica, permitiendo almacenarlas de manera viva y herborizada en un mismo sitio. Paralelamente se plantean espacios de recreación y áreas educativas para la población, especialmente para el sector educativo superior enfocado a la rama de la botánica y la investigación, en las cuales se pueda desarrollar un sitio de estudio de las plantas y semillas de especies de distintas regiones de Guatemala.

Conjunto a la Facultad de Agronomía, se solicita la aprobación de áreas en el terreno del polígono secundario de Ciudad Universitaria, el cual reúne las características para la implementación de éste proyecto, el cual suplirá la demanda académica y facilitará al cuerpo estudiantil y docente los espacios requeridos para llevar a cabo las actividades previamente mencionadas dentro del Campus Universitario, sin necesidad de movilizarse a otro sitio.

Figura 2. Respuesta a los cinco ejes planteados por el Decreto 4-89 con respecto a la diversidad biológica. Elaboración propia.



# OBJETIVOS

## 4.1 GENERAL

Desarrollar el Plan Maestro Para el Instituto de Ciencias y Sistemas de la Tierra de la USAC, diseñando específicamente el Jardín Botánico y las áreas de servicio pertenecientes al mismo.

## 4.2 ESPECÍFICOS

- Diseñar un plan maestro para el ICST dentro de los campos del CEDA, ubicados en Ciudad Universitaria, aprovechando el terreno y sus características físicas y ambientales, dando una respuesta apropiada de diseño de acuerdo al estudio y dictamen de CONRED.
- Integrar el aspecto formal y funcional del Jardín Botánico dentro del conjunto a la morfología y aspectos físicos del terreno, contrastando la arquitectura ya existente en el entorno, adecuándola a la contemporaneidad.
- Utilizar sistemas pasivos de control climático para generar microclimas de acuerdo a los requerimientos de las distintas especies a estudiar.
- Diseñar para la USAC y otras entidades educativas, un área con las condiciones óptimas para realizar actividades de investigación.
- Diseñar un proyecto que tenga el potencial de optar a una certificación, al ser sostenible en su ejecución y funcionamiento.



## DELIMITACIÓN DEL PROYECTO

El entorno se analiza con el propósito de conocer de manera general distintos factores que afectan al casco urbano del área a intervenir; el sitio examina puntualmente los factores directos, en el terreno a intervenir, que afectarán y delimitarán físicamente al proyecto; los casos análogos son ejemplos de proyectos similares de los que se obtendrán parámetros de diseño a tomar en cuenta para el proyecto. Como resultado, se realizarán las premisas y la propuesta arquitectónica del proyecto.





## DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA

El proyecto se propone en el AMCG, en el terreno proporcionado para el Centro Experimental Docente de Agronomía (CEDA) ubicado en el Campus Universitario de la USAC, zona 12; con apoyo y aval de la Facultad de Agronomía. El área planteada actualmente cuenta con 22 hectáreas<sup>6</sup>, la mayoría de las cuales se utilizan para práctica de plantaciones e invernaderos, sobre este terreno se ha planteado la construcción del Instituto Ciencias y Sistemas de la Tierra, ubicando el Jardín Botánico el lado derecho del área cercana a la quebrada del terreno destinándole un área de 10 hectáreas.

---

<sup>6</sup> Dato obtenido de planos del CEDA.

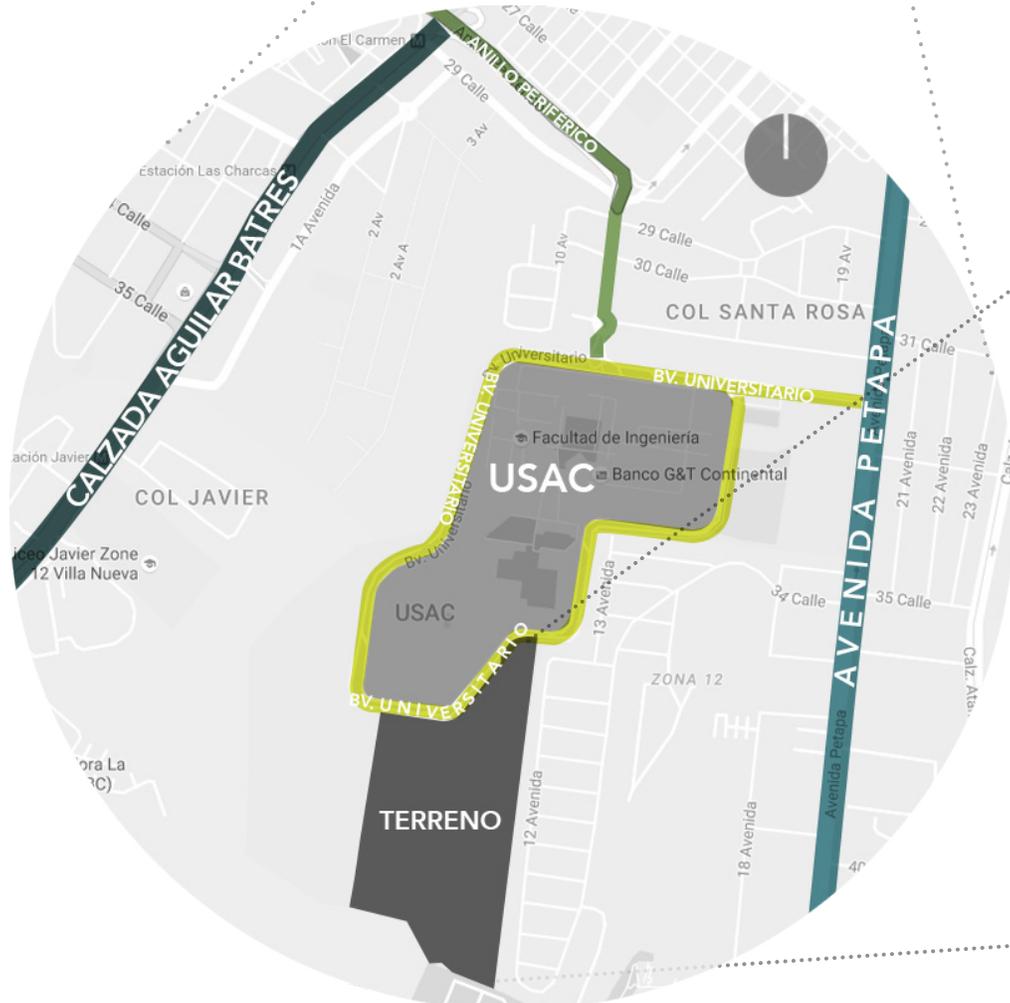
-Extensión Territorial:  
108,889km<sup>2</sup>  
-Límites:  
-Norte: República de México  
-Sur: Océano Pacífico  
-Este: Océano Atlántico, Honduras y Belice



**GUATEMALA,  
CENTROAMÉRICA**

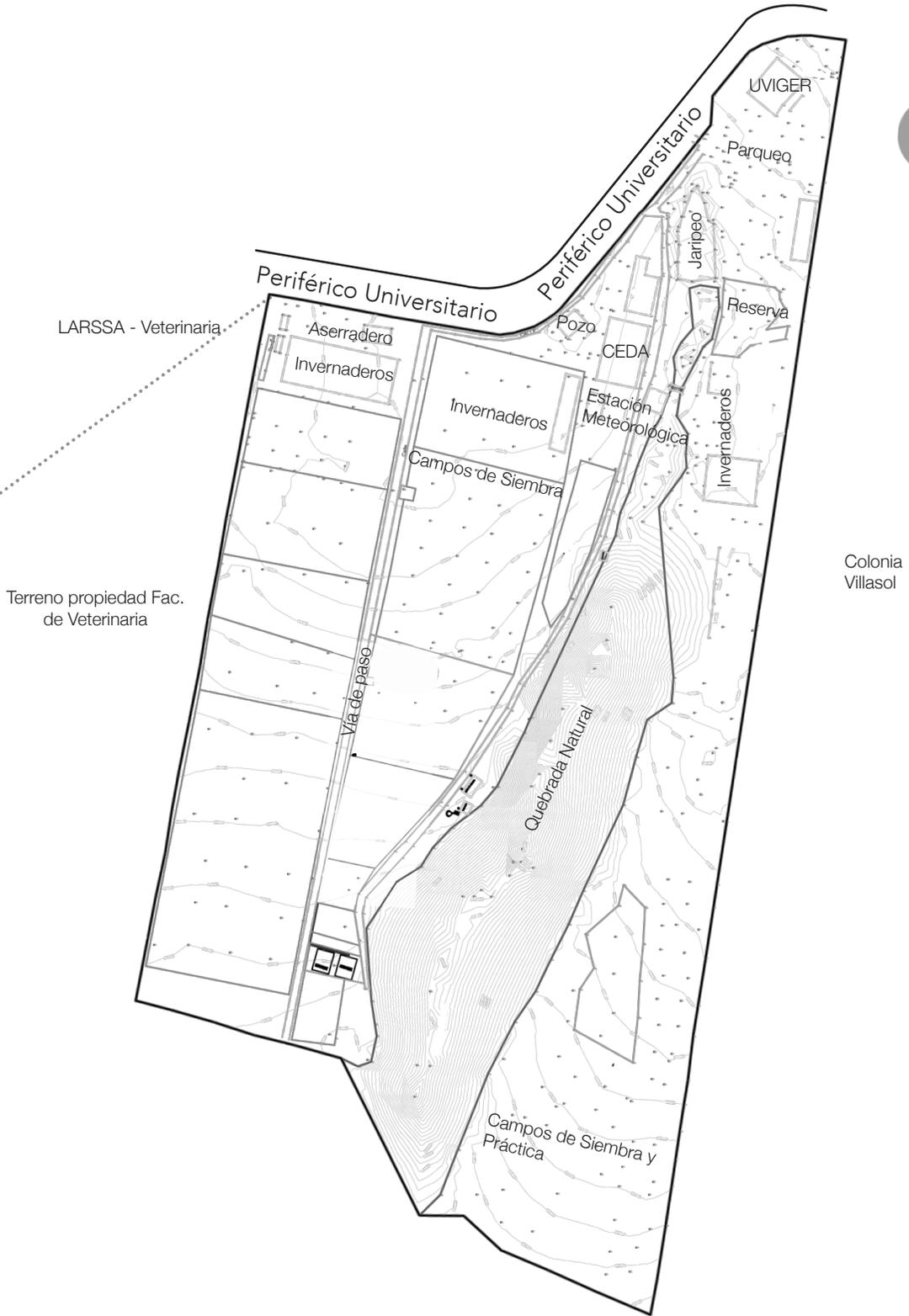


**DEPARTAMENTO  
DE GUATEMALA**



**CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12  
MUNICIPIO DE GUATEMALA**

Figura 3. Esquema de Ubicación del terreno del CEDA en la USAC. Elaboración propia con mapas obtenidos de Google Maps.



**TERRENO**  
 CENTRO EXPERIMENTAL DOCENTE DE AGRONOMÍA, CEDA, USAC  
 SIN ESCALA



# DELIMITACIÓN POBLACIONAL

El objetivo principal del presente proyecto es la investigación científica y protección de las especies vegetales, tomando en cuenta la educación para los jóvenes estudiantes y docentes de la región, tanto de nivel medio como superior, enfocado a las distintas facultades del área de ciencia de la USAC, organizaciones nacionales e internacionales, personas dedicadas a la investigación y la docencia.

De acuerdo a información proporcionada por el departamento de Registro y Estadística<sup>7</sup>, en la Facultad de Agronomía, la tasa de crecimiento en la comunidad estudiantil fluctúa entre 0.04 y 0.06. Tomando en cuenta que actualmente (año 2017) se encuentran inscritos alrededor de 2,020 estudiantes en la facultad, la proyección para los próximos 20 años es:

$$Pf = Po (1+i)^n$$

Donde Pf= Población proyectada, Po= Población del año base, 1 es constante, i= tasa de crecimiento, n= diferencia en el número de años.<sup>8</sup>

$$Pf = [2,020 \text{ estudiantes}] (1+0.050)^{20 \text{ años}} = \mathbf{5,360 \text{ estudiantes}}$$

quienes deben realizar visitas guiadas de trabajo e investigación al terreno al menos semanalmente en diversos grupos conformados por 25 estudiantes.

Para el área de invernadero se generarán espacios de trabajo con capacidad de 55 estudiantes (2 grupos) simultáneamente, atendiendo 6 talleres al día (3 talleres por jornada), **330 estudiantes por jornada, 660 estudiantes por día, 3,960 estudiantes por semana.**

Para el área de práctica de siembra en invernadero se diseñarán tres distintos microclimas con la capacidad que proporcione el terreno en el área de la quebrada, con el fin de adaptarse al mismo, generando así mayor espacio para la visita guiada, exposición y práctica de más investigadores y estudiantes.

Para el área de exposición exterior no se cuenta con una tasa de crecimiento predeterminada, sin embargo, tomando en cuenta que el jardín actual conservaba en 1969, 120 ejemplares y en 1977, 400, se define una tasa de crecimiento del 2.3%.

$$Pf = [400 \text{ ejemplares}] (1+0.023)^{50 \text{ años}} = \mathbf{1,246 \text{ ejemplares.}}$$

<sup>7</sup> Departamento de Registro y Estadística, *Avance Estadístico No. 2-2017*, (Guatemala: USAC, junio de 2017)

<sup>8</sup> Morales, Juan Luis, *Fórmula de Interés Compuesto*, Instituto Nacional de Estadística INE. (Guatemala, USAC, 2016)



## DELIMITACIÓN TEMPORAL

El período de tiempo del estudio para el desarrollo del proyecto comprender la formulación: 6 meses de desarrollo de protocolo (2015), 6 meses de fundamentación teórica y 6 meses para el diseño del proyecto (2016).

El tiempo de vida del proyecto comprende dos fases: 25 años a partir de su construcción en lo que concierne al edificio de Herbario e Investigación y un rango adicional variable de 15-20 para el crecimiento de jardín, pudiendo existir por un tiempo indeterminado de acuerdo a la reproducción y el mantenimiento que se le proporcione.



## DELIMITACIÓN TEÓRICA

1. **Objeto de estudio:** Edificio público
2. **Tema de estudio:** Investigación, conservación y exposición de las colecciones de especies botánicas de Guatemala
3. **Sub tema de estudio:** la conservación *in situ* y *ex situ*.

# METODOLOGÍA DEL PROYECTO

## TRABAJO DE CAMPO

Se recaba información del lugar y se ordena con base en su utilidad:

- Visita al terreno
- Reuniones con los encargados del proyecto
- Consultas con el asesor
- Análisis fotográfico del terreno y su contexto
- Estudio y análisis mediante observación

## TRABAJO DE GABINETE

Como complemento a la información recopilada se realiza:

- Consulta bibliográfica del sitio y del tipo de proyecto
- Análisis y síntesis de esa información
- Redacción del material por escrito
- Propuesta de protocolo del proyecto
- Consultas con el asesor
- Correcciones pertinentes

## ANÁLISIS DEL ENTORNO

- Análisis del contexto físico a nivel de casco urbano
- Análisis socio-económico
- Estudio de topografía, pendientes, tipo y uso del suelo
- Identificación de servicios de infraestructura.
- Recopilación de datos climáticos que afectan tanto al entorno y al terreno.

## ANÁLISIS DEL SITIO

- Análisis del contexto físico inmediato
- Estudio de topografía, pendientes, tipo y uso del suelo del terreno
- Localización de infraestructura en el terreno
- Recopilación de datos climáticos que afectan al terreno.
- Vistas y uso de suelo del terreno

## CASOS ANALÓGOS

Análisis de proyectos de la misma naturaleza en aspectos a nivel de conjunto, ambientales, funcionales y formales de carácter nacional e internacional.

## PREMISAS DE DISEÑO

- Resultado del análisis de entorno, sitio y casos análogos en el cual se establecerán los criterios a considerar en los factores funcionales, ambientales, formales y tecno-constructivos en el proyecto.

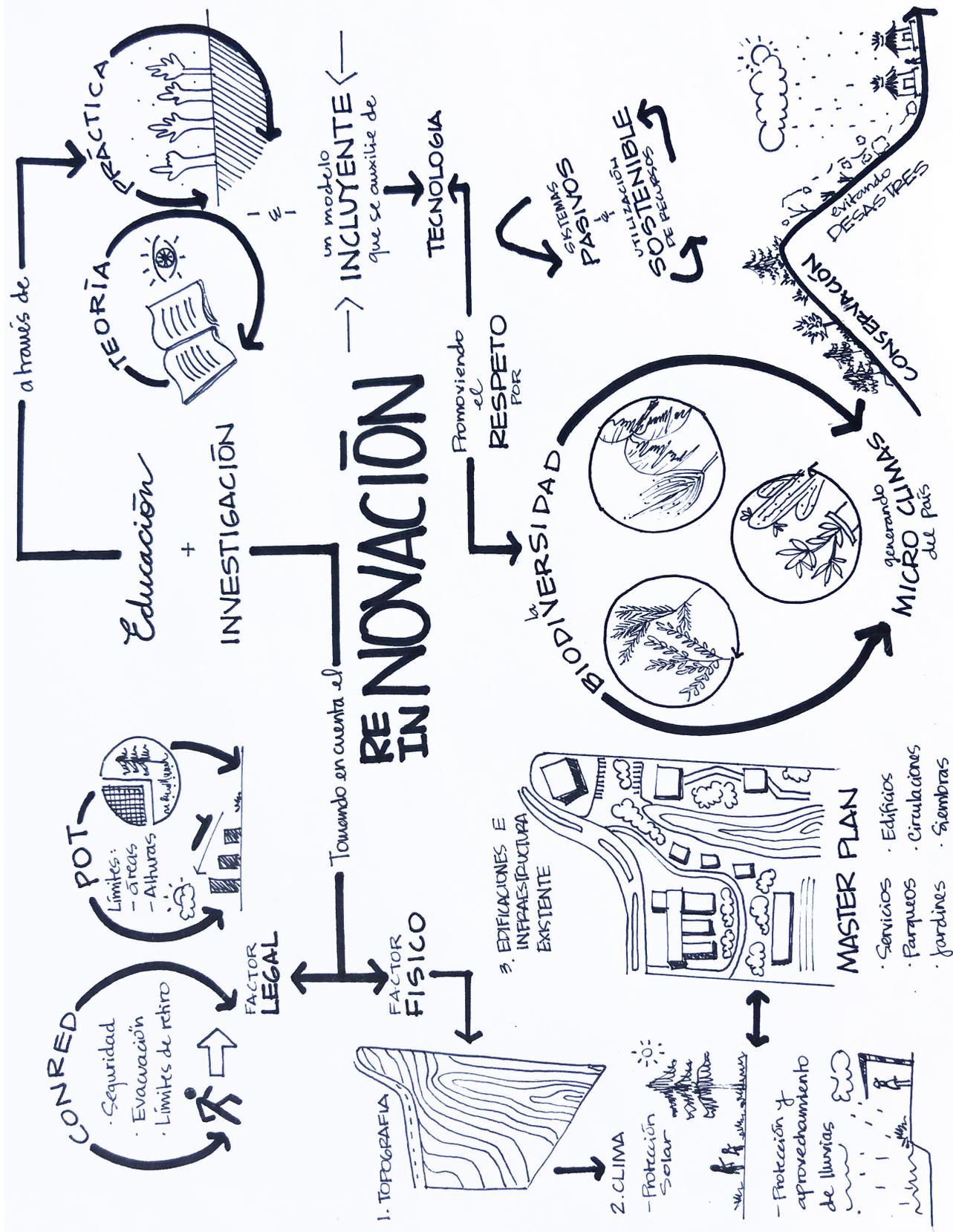
## TALLER DE DISEÑO

- Desarrollo del programa de necesidades
- Diagramación
- Análisis de casos análogos
- Taller de desarrollo del conjunto por medio de la teoría de la forma
- Desarrollo de plan maestro
- Desarrollo de áreas a nivel de conjunto

## PROPUESTA

Desarrollo de la propuesta a nivel de anteproyecto en planos y vistas tridimensionales del objeto arquitectónico.

Figura 4. Esquema de la metodología a emplear para el desarrollo del proyecto. Elaboración propia.







## REFERENTES

Este capítulo define las distintas referencias bajo las cuales se desarrolla el proyecto, definiendo los factores más importantes a tomar en cuenta para el diseño del edificio de Investigación y Jardín Botánico: la teoría de la Arquitectura a partir de la cual se generará la conceptualización del edificio, los conceptos bases para el mejor entendimiento del proyecto, la legislación actual a respetar y una breve reseña histórica del sitio en donde se emplaza el proyecto.





## REFERENTE TEÓRICO

Para el desarrollo del siguiente proyecto, se establece un fundamento teórico que justifica su forma, espacialidad y propósito. Por medio de arquitectura **Contemporánea Minimalista y conceptual** es que se integra el edificio a la arquitectura proveniente del movimiento moderno que predomina en el Campus de la USAC, la cual se auxiliará de tecnologías y sistemas constructivos actuales, sin descuidar el ambiente y naturaleza que rodea al proyecto.

La arquitectura contemporánea o actual no hubiese sido posible sin la revolución industrial, ya que el hallazgo de nuevos materiales en la construcción, como el hormigón armado y el acero, dio lugar a la evolución de la arquitectura. El término "**minimalismo**" proviene de mediados de los años 70, describiendo aspectos morfológicos del trabajo de arquitectos de la época (Louis Kahn, Tadao Ando, Ricardo Legorreta) suponiendo arquitectura primaria simple, partiendo de figuras geométricas. Sin embargo, se denominó como nuevo estilo a partir de los años 80 buscando suprimir el exceso en el diseño, descubriendo arquetipos y gestos elementales de la arquitectura,<sup>2</sup> generando formas estéticas carentes de ornamentación que rechaza detalles complicados y molduras.

2 Bladimir Stevanovic, *A Reading of Interpretative Model of Minimalis in Architecture*, Department of History, Theory and Aesthetics of Architecture and Visual Arts.. (Serbia: Faculty of Architecture, University of Belgrade, 2013)

Ritmo, jerarquía y escala. Sus espacios responden a su propia función, estructurados con elementos nuevos y tradicionales. Su principal característica es la simplicidad, antes rechazada. Se enfoca en la simpleza del diseño, algunas veces considerado frío e indiferente, de concreto limpio, acero y vidrio, definido por líneas limpias, formas simples y fachadas no ornamentadas.

El Estilo Internacional y el Funcionalismo jugaron también papeles importantes en el surgimiento de la arquitectura contemporánea, ya que rompieron con las ostentosas decoraciones sin dejar a un lado la monumentalidad de las obras. El Estilo Internacional es precisamente el primero que utiliza la función, líneas limpias, formas simples y espacios abiertos.

Con la globalización y alcance de la tecnología, se han desarrollado obras y proyectos de arquitectura contemporánea, de los expositores más remarcables a nivel latinoamericano están arquitectos como Luis Barragán, Rogelio Salmona, Alejandro Aravena, Pedro Ramírez Vázquez, y a nivel internacional arquitectos como Rem Koolhaas, Álvaro Siza, Rafael Moneo, Steven Holl, entre otros, han logrado diseñar proyectos con ayuda de sistemas modernos y tecnológicos para el diseño y la ejecución de los mismos.<sup>3</sup>

El diseño del Jardín Botánico para el Instituto de Ciencias y Sistemas de la Tierra busca resolver la necesidad de implementación de nuevos espacios para la investigación y reproducción de especies de una manera pacífica y respetuosa con su entorno tanto natural como artificial. La utilización de la transparencia y el reflejo en sus fachadas busca representar la posición del ser humano rodeado y enmarcado por su entorno original. Con el fin de demostrar que la arquitectura debe enmarcar la verdadera obra de arte natural y no a la inversa, se muestra respeto, admiración y conservación a través de una forma geodésica que se adapta a su entorno natural de manera representativa, por medio de curvas y figuras amplazándose sin arrasar con todo a su paso.

A través de materiales vistos y líneas limpias la vegetación toma el papel protagónico, se enmarca y aprecia de manera distinta, no se compite con ella. Los caminamientos, mobiliario, y áreas de servicio y la arquitectura como tal se auxilia de la misma para dar confort climático y un ambiente agradable de trabajo para los usuarios y visitantes. Transmite un mensaje, no solo educativo sino experimental a través del contacto y contemplación de la naturaleza.



**"God is in the details"**  
-Mies van der Rohe

3 Samuel Nguma, *40 Most Famous Architects of the 21st Century*, Archute, *Step Into Architecture*. Consultado el 15 de agosto, 2016. Disponible en: <http://www.archute.com/2015/08/03/40-famous-architects-of-the-21st-century/>

# REFERENTE CONCEPTUAL



## 1. BANCO DE GERMOPLASMA

Fuentes de suministro de los recursos genéticos para producir las poblaciones que luego serán instaladas en régimen experimental o definitivo en el medio natural.



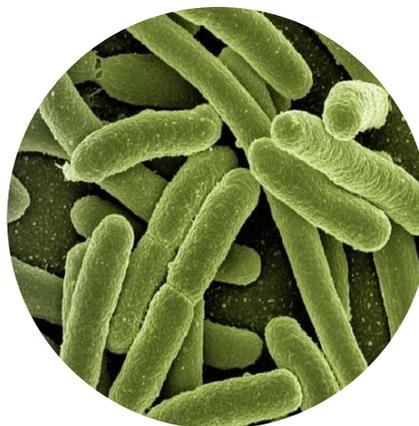
## 2. BOTÁNICA

Universalmente se reconoce a la Botánica como la disciplina que se dedica al estudio de la división vegetal. Esta disciplina abarca la investigación de todas las plantas y en base a las diversas características que cada especie pueda presentar, se ordenan y clasifican; razón por la cual existe una relación muy estrecha con otra disciplina más específica: la Taxonomía.<sup>4</sup>

<sup>4</sup> Taxonomía: Disciplina dedicada a la clasificación de organismos vivos en base a sus características.

Fue Carlos Lineo quien propuso la división de la naturaleza en tres grandes reinos: Animal, Vegetal y Mineral.

La clasificación tradicional de la Botánica divide al reino vegetal dentro de cuatro grandes grupos, para lograr un estudio más específico y apto para cada uno:



### 1.1 CIANOBACTERIAS

Son seres primitivos. Fueron los primeros el habitar el planeta y dieron paso a las plantas tal y como las conocemos hoy.



### 1.2 HONGOS

Aunque éste grupo no son propiamente plantas, se reproducen por medio de esporas y ésta es la razón del por qué se encuentran incluidos en esta disciplina.



### 1.3 ALGAS

Estos seres son organismos de organización sencilla. Poseen clorofila, viven en el agua o en humedad, existen en tamaños variados y son muy importantes ya que son el sustento alimenticio de la vida marina.



### 1.4 PLANTAS

Estos organismos son muy complejos, existen en diferentes formas y habitan en todos los biomas del planeta. Son el grupo más extenso de la Botánica y se les ha dividido en cuatro grupos para poder analizarlos:

**1. Briofitas:** Son los organismos con menor grado de complejidad dentro de las plantas debido a que fueron las primeras en adaptarse a la tierra. Son pequeñas, sin flor o fruto y su importancia radica en la capacidad que tienen de formar suelos aptos para el desarrollo de más vegetación.

**2. Helechos:** Son plantas vasculares, no producen flores o frutos, varían su tamaño de acuerdo al ambiente a desarrollarse y existen tanto en agua como en tierra. Esta

especie es muy frecuentemente utilizada como ornamento en espacios de convivencia.

**3. Gimnosperma:** Son plantas maderosas, predominan en zonas frías, no tienen y son productores de madera suave utilizada en diversas formas en la ciudad.

**4. Angiospermas:** Ésta es la especie más diversa de las plantas. Se les puede encontrar en forma de árboles, arbustos, hierbas, enredaderas, pueden ser terrestres o acuáticas. Se caracterizan por tener flores y frutos, y predominan en lugares húmedos/tropicales. Es la fuente principal de alimentos consumidos por el hombre.



### 3. COLECCIÓN VIVA

**1. Cubresuelos:** se denomina así a las plantas rastreras, que no llegan a tener una gran altura y necesitan poca luz solar. Son perennes, no pierden su follaje en casi ningún momento del año.

**2. Árboles:** plantas de tallo leñoso con una altura mínima de entre 3 y 6 metros. Estos tallos se conocen como troncos, y no empiezan a ramificarse hasta que estén a una altura considerable del suelo, cuentan con un tronco de aproximadamente 30 cm y un tallo principal, una copa definida y una serie de ramificaciones secundarias.

**3. Arbustos:** son plantas leñosas de menos de 5 metros de alto, a diferencia de los árboles estas plantas tienen sus ramificaciones creciendo desde la base.



#### 4. CONSERVACIÓN EX SITU

Tipo de conservación de los recursos genéticos forestales que se da básicamente mediante Criopreservación, banco de semillas, cultivos de tejidos, cultivo en ambiente controlado, jardín comunal, como insumos para los sectores forestal, agrícola y comercial.<sup>5</sup>



#### 5. ECOLOGÍA

Disciplina encargada del estudio técnico de la interacción de los organismos vivos y su entorno. Es necesario estudiar la interacción entre los mismos para establecer las mejores condiciones que aseguren prolongar la vida.

<sup>5</sup> Maite Lascuráin, Rurik List, Laura Barraza, et al. "Conservación de especies ex situ" en *Capital Natural de México*, vol. II: *Estado de Conservación y tendencias de cambio*. (Conabio, México: 2009).



#### 6. HERBARIO

Constituye una diversa colección de plantas secas y herborizadas, se suele relacionar el término al almacenamiento, catalogación y conservación de semillas, frutos, madera, incluyendo la fotografía de plantas. Su objetivo es tener una representación sistematizada de la vida vegetal en una región para determinar con precisión su presencia en la zona. Estos estudios permiten establecer medidas de protección de las taxas<sup>6</sup>.



#### 7. INDEX SEMINUM

Nombre en latín de Index Seminum ("índice de semillas"). Catálogo de semillas en formato 14,6 x 21 cm. (A5), que preparan los jardines botánicos con las semillas que tienen disponibles de las plantas que albergan, y que se ofrece anualmente a los jardines botánicos de todo el mundo, con la intención de establecer un intercambio libre y gratuito.<sup>7</sup>

<sup>6</sup> Taxa o taxón: grupo de organismos emparentados que mediante una clasificación han sido agrupados, nombrados en latín, descritos y tipificados.

<sup>7</sup> Definición obtenida de la página del Jardín Botánico CECON-USAC, disponible en: <http://sitios.usac.edu.gt/indexseminum/>

En 1969 se editó el primer catálogo para el Jardín Botánico de la USAC, en el cual se mostraba un listado de semillas y plantas disponibles para intercambio. Con un total de 120 ejemplares de 60 especies. Para el año 1977 se ofrecían 400 ejemplares de 275 especies.



## 8. JARDÍN BOTÁNICO

Espacio en donde se cultivan una serie de especies de plantas y son expuestas con fines culturales/educativos. Su colección no se limita a un número determinado plantas sino que mantiene la mayor diversidad posible de especies proporcionando ámbitos aptos, sobre todo para las especies que puedan estar en peligro de extinción. Cuenta también con colección de semillas las cuales son almacenadas y de ser necesario, utilizadas para la reforestación de un área.

En la colección de plantas del Jardín Botánico de Guatemala pueden identificarse ocho áreas:

1. **Plantas Endémicas:** plantas que pueden existir únicamente en ciertas regiones o áreas.
2. **Plantas Introducidas:** plantas que han sido trasladadas desde su región de origen hacia otro entorno diferente, generalmente las condiciones son similares para que la especie pueda adaptarse, sobrevivir y posiblemente reproducirse creando una nueva variación.

3. **Plantas en Peligro de Extinción:** Para especies que corren el riesgo de dejar de existir se han creado a nivel internacional espacios protegidos de amenazas humanas o ambientales que puedan asegurar la sobrevivencia de éstas. Estos espacios funcionan bajo un estricto control y seguridad.
4. **Plantas Acuáticas:** A este tipo de plantas pertenecen las algas.
5. **Invernadero:** espacio en donde se reproducen las condiciones que las plantas puedan necesitar durante ciertas épocas del año para sobrevivir. Está conformado por una estructura cerrada cubierta de materiales transparentes que puedan crear microclimas para poder cultivar especies de plantas fuera de su estación habitual.

### VENTAJAS

- Permite mayor diversidad de plantas a lo largo del año
- Optimiza la producción de plantas y frutos
- Es más fácil controlar las plagas
- Disminuye la necesidad de fertilizantes, ya que las condiciones son las más óptimas

### TIPOS DE INVERNADERO

- Se requiere de una inversión bastante elevada, tanto para su construcción como para su mantenimientos periódico
- Las operaciones que se realizan requieren de personal especializado

Los invernaderos varían de acuerdo a las condiciones del lugar en donde se desarrollará (topografía, clima, tipo de personal, disponibilidad de materiales, presupuesto, entre otras).

De acuerdo a su forma, puede ser:

- Planos
- Tipo Raspa
- Asimétricos
- Capilla
- Doble Capilla
- Túnel de Cristal

Figura 5. Tabla de datos de ventajas, desventajas y tipos de Invernadero. Elaboración propia.

6. **Cactáreo:** Este es un espacio que recrea las condiciones áridas en las cuales se desenvuelven este tipo de plantas angiospermas. Hay cactus columnares de hasta 20 mts. y esféricos de 2 mts. de diámetro máximo, de tallos foliáceos y costillas o con mamelones. Tanto troncos como rama están cubiertos por una cutícula cariácea<sup>8</sup> que disminuye la transpiración. Las hojas son escamosas o totalmente atróficas<sup>9</sup> e incluso se transforman en pelos o espinas. Las flores, por lo general, son grandes, bisexuadas y de vistosos colores. Los frutos son vayas carnosas, que a veces son comestibles y muy dulces. Se dividen en tres familias: periki-  
oddeas, opuntioideas y cereoideas.<sup>10</sup>

7. **Área de Semillas (Index Seminum)**

8. **Herbario**



## 9. SEMILLAS

### INTERCAMBIO DE SEMILLAS

El intercambio de semillas y esporas constituye una de las principales vías de incremento de las colecciones vivas de los Jardines Botánicos, y también es una forma de conseguir material para el desarrollo de trabajos de investigación, ensayos, propagación, educación y desarrollo de las colecciones de los jardines botánicos.

8 Cariácea: Que tiene el aspecto y tacto semejante a cuero.

9 Atrófica: Que presentan una disminución en su funcionamiento.

10 Consulta: "Recorrido Virtual del Jardín Botánico y el Museo de Historia Natural" por Olga García, USAC

## CONSERVACIÓN DE SEMILLAS

Es el período que va desde que madura en la planta hasta que ésta es sembrada. Este comprende, por tanto, el tiempo que la semilla está madura sobre la planta, el que va de la planta hasta el almacén para su conservación durante un período más o menos largo y el que va desde el almacén hasta su siembra final.

La principal razón del almacenamiento de las semillas es su distribución en el tiempo y el espacio (Besnier Romero, 1989). Deben conservarse en condiciones adecuadas a medio plazo sin pérdida sensible de su capacidad germinativa.

Durante su almacenamiento, las semillas sufren un proceso de deterioro tal que disminuye su longevidad. No todas responden de igual manera.<sup>11</sup>



## 10. SEMILLAS ORTODOXAS

Las semillas ortodoxas (Roberts, 1973) adquieren tolerancia a la deshidratación durante su desarrollo y pueden almacenarse en estado seco, por períodos predecibles y bajo condiciones específicas. A no ser que estén debilitadas por hongos con tolerancia cero en almacenamiento, estas deben mantener un alto vigor y viabilidad, por lo menos desde la cosecha hasta la siguiente temporada de cultivo (Berjak et al., 1989), o por varias décadas a una temperatura de -18 °C (IBPGR, 1976). Por lo general, estas semillas pasan por un período

11 Cándido Gálvez R. "Almacenamiento y Conservación de Semillas" de *Material Vegetal de Reproducción: Manejo, Conservación y Tratamiento*, (España, Ed. Junta de Andalucía, 2002).

do de secado durante su maduración y se desprenden a un bajo contenido de humedad, el cual está en equilibrio con la humedad relativa (HR) prevaleciente. Cualquier semilla que no se comporte de esta manera no es ortodoxa, las semillas de un gran número de especies tropicales pueden ser, por consiguiente, no ortodoxas.<sup>12</sup>

## 10.1 CONSERVACIÓN DE SEMILLAS ORTODOXAS

Estas semillas pueden mantenerse satisfactoriamente *ex situ*<sup>13</sup> durante períodos largos bajo condiciones adecuadas, su longevidad se incrementa con el descenso del contenido en humedad bajos y la temperatura. En este tipo de conservación se presentan distintos factores a considerar:

### A. Reglas de Harrington

Los dos factores más importantes para prolongar la longevidad de las semillas son la temperatura y la humedad relativa HR. Según las reglas empíricas de Harrington (1972) las dos reglas en las que se relacionan estos conceptos a la velocidad del deterioro de las semillas son:

- Por cada 1% de reducción en la HR, las semillas doblan su vida.
- Por cada 5°C de reducción en la temperatura, la semilla dobla su vida.

### B. Contenido de humedad en las semillas

Cuando las semillas presentan un alto contenido en humedad (+/-30%), si no muestran letargo, germinan rápidamente.

- Entre el 18-30% se puede producir un calentamiento debido a la actividad de microorganismos en presencia de oxígeno, provocando una muerte rápida en las semillas.
- En el rango comprendido entre 10% para las semillas de especies oleaginosas<sup>14</sup> y del 13% en semillas no oleaginosas hasta el

<sup>12</sup> Definiciones del Capítulo 4 del "Manual de Semillas de Árboles tropicales"

<sup>13</sup> La conservación *ex situ* consiste en el mantenimiento de algunos componentes de la biodiversidad fuera de sus hábitats naturales.

<sup>14</sup> Las plantas oleaginosas son vegetales de cuya semilla o fruto puede extraerse aceite, en algunos casos comestibles y en otros casos de uso industrial.

18% los hongos de almacenamiento crecen y destruyen los embriones.

Las semillas deben secarse rápido por debajo del 10-13% de humedad y conservarse a estos niveles durante todo su almacenamiento.

### C. Relación HR-temperatura de almacenamiento

Como la cantidad de agua que es capaz de absorber el aire es mayor a temperatura más alta, si el peso absoluto de la humedad se mantiene constante, la HR decrece al calentar el aire y viceversa.



### D. Proceso

#### 1. Secado de semillas

Para secar las semillas la HR del aire debe ser menos que de la que se encuentra en equilibrio la semilla de tal manera que se cree un gradiente de humedad.

Si la humedad de aire es mayor que la de equilibrio, entonces el gradiente de humedad será hacia la semilla y ésta ganará humedad.

- Para conservarlas durante una estación, niveles de humedad en equilibrio con el 65% de HR del ambiente son suficientes.
- Para el almacenamiento de 2-3 años deberán estar en equilibrio con una Hr ambiente del 45%.
- Para un almacenamiento a largo plazo, deben estar en equilibrio con el 25% de HR o contener el 5-6% de humedad.

#### 2. Almacenamiento seco

Una vez las semillas han alcanzado el nivel de humedad adecuado para el tipo de almacenamiento que se pretende, han de al-



macenarse en condiciones de HR y aislamiento. Existen 3 alternativas fundamentales para garantizar el almacenamiento en condiciones secas, aunque el principio en el que se apoyan es el mismo:

1. Almacenamiento seco y estanco equipado con un sistema para mantener bajos los niveles de HR.
2. Semillas conservadas en contenedores estancos.
3. Semillas conservadas en contenedores con indicador de desecación.

Existen diferentes envases que se muestran adecuados para la conservación de las semillas, sin embargo hay que extremar el cuidado cuando se trata de almacenamiento a largo plazo, donde recientes trabajos ponen en evidencias las deficiencias de muchos de los envases utilizados.



## 11. SEMILLAS RECALCITRANTES

Semillas no ortodoxas, a las que se le denominan como recalitrantes (Roberts, 1973) o intermedias (Ellis et al., 1990a), acorde a su

comportamiento de almacenamiento. Las semillas recalitrantes son aquellas que pasan por un corto o ningún secado de maduración, y permanecen sensibles a la deshidratación, tanto en su desarrollo como después de su desprendimiento. Tales semillas se desprenden hidratadas.

### 11.1 CONSERVACIÓN DE SEMILLAS RECALCITRANTES

Durante el desarrollo de las semillas en la planta madre, la tolerancia a la desecación de las semillas recalitrantes aumenta, pero al contrario en las semillas ortodoxas, el contenido en humedad de las semillas no desciende a medida que aumenta la madurez de las mismas.

No existe un método definitivo para la conservación de semillas recalitrantes, ya que no pueden ser desecadas sin pérdidas de viabilidad como las ortodoxas, ni pueden conservarse a temperaturas bajo cero, por la su congelación. El almacenamiento de estas semillas ha de realizarse, por tanto a bajas temperaturas (nunca inferiores a  $-2^{\circ}\text{C}$ ) y alto contenido en humedad.



## 4. XILOTECA

Colección de maderas (xylos = madera) en donde, en mayor o menor escala, se representa la propia flora de un país, así como también ejemplares de otras regiones del mundo.



## REFERENTE LEGAL

El proceso del desarrollo del presente proyecto está regido bajo leyes vigentes de temas relacionados al ambiente, ordenamiento territorial, áreas protegidas, entre otros. Bajo esta instancia, se realizó una síntesis de leyes con sus artículos específicos relacionados al proyecto provenientes de los siguientes reglamentos:

- Constitución Política de la República
- Estatuto de la USAC
- Plan Estratégico USAC 2022 y 2015
- Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente (Decreto 68-86)
- Código de Salud
- Ley de Áreas Protegidas
- Ley Forestal
- Ley de Sanidad Vegetal
- Ley de Fumigación
- Ley de Protección y Mejoramiento del medio ambiente
- Ley de Atención a las Personas con Discapacidad
- Plan de Ordenamiento Territorial POT
- Norma Para la Reducción de Desastres Dos NRD 2

### CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA

Art. 57-59 - Derecho a la cultura, a la Identidad Cultural y a la protección e Investigación de ellos.

Art. 82 - Sobre la responsabilidad de investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

### ESTATUTO DE LA USAC

Art. 8 a - Establecer bibliotecas, museos, exposiciones y todas aquellas organizaciones que tiendan al desenvolvimiento cultural del país.

Art. 8 b - Colaborar en la vigilancia, conservación y restauración del tesoro científico del país.

Art. 118 - La USAC cooperará con el Estado para la creación y conservación de los museos, la conservación, rescate y clasificación de archivos, así como con la preservación y estudio de otros que tengan relación con la ciencia.

Art. 119 - La USAC colaborará en la conservación y desarrollo de áreas de reserva, en beneficio de la preservación del ecosistema.

### ACUERDO MINISTERIAL 276-89

Art. 1o. - Sobre la colecta de germoplasma vegetal de cualquier especie del territorio nacional.

### CÓDIGO DE SALUD

Art. 26 - Descarga de desechos sólidos y aguas servidas.

### LEY DE ÁREAS PROTEGIDAS

Art. 35 - Sobre el aprovechamiento de vida silvestre y la captura, corte o recolecta de especímenes de flora o fauna silvestre.

Art. 47 - Realización de investigaciones científicas que impliquen manejo de vida silvestre.

Art. 81 - En cuanto a la recolección de ejemplares vivos o muertos de flora y/o fauna y el respeto a la vida silvestre. Así también a la oposición de las inspecciones solicitadas.

## LEY FORESTAL

Art. 98 - Aprovechamiento de más de 5 árboles sin licencia y el cambio del uso de la tierra

Art. 99 - Sobre la realización de actividad forestal sin uso de licencia.

## LEY DE SANIDAD VEGETAL

Art. 27, 28 y 29 - Sobre el uso de fertilizantes y control de plagas.

## LEY DE FUMIGACIÓN

Art. 32 - Sobre las disposiciones sobre fumigación.

## LEY DE PROTECCIÓN Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE

Art. 8 - sobre la Evaluación de Impacto Ambiental a realizar previo a la construcción del proyecto y las modificaciones al paisaje.

## LEY DE ATENCIÓN A LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD

Art. 13- Las instituciones públicas deberán proveer a las personas con discapacidad los servicios de apoyo y las ayudas técnicas requeridas para una libre utilización de sus espacios.

Art. 54 - Las construcciones nuevas de edificios de propiedad pública deberán efectuarse conforme a especificaciones técnicas que permitan fácil acceso y locomoción de las personas con discapacidad a los lugares que visiten.

Art. 57 - Reservar y habilitar un área específica para estacionamiento de los vehículos conducidos por personas con discapacidad o para quienes las transporten, ubicándoles en lugares inmediatos a las entradas de edificaciones y con las facilidades necesarias para su desplazamiento y acceso.

Art. 61 - Garantizar que la información dirigida al público, sea accesible a todas las personas.

Art. 65 - Los espacios físicos dónde se realicen actividades recreativas, deberán ser accesibles a las personas con discapacidad.

## REGLAMENTO DE USO DE ABONOS Y FERTILIZANTES

Art. 13 - Sobre el uso de plaguicidas, abonos y fertilizantes

Art. 10-12 - Sobre el almacenamiento de pesticidas.

## NORMA PARA LA REDUCCIÓN DE DESASTRES -NRD 2-

Esta norma constituye el conjunto de medidas y acciones mínimas con las cuales deben cumplir los medios de evacuación de un inmueble, en este caso, el edificio Investigación.

- La **Carga de Ocupación** se obtendrá por área de acuerdo a la fórmula  
 $CO = \text{Área (m}^2) / \text{factor de carga de oc.}$

Esta deberá estar debidamente rotulada en cada uno de los ambientes.

- Las **salidas de emergencia** serán definidas en cantidad como en medida de acuerdo al resultado de las cargas de ocupación, tomando en cuenta que al nivel inicial le serán añadidas las salidas de emergencia de los niveles adyacentes. Su abatimiento no deberá obstruir la ruta, siendo hacia el lado de evacuación.
- Los **descansos en puertas** deberán ser de mínimo 1.10m o del ancho de la puerta.
- Las **gradas** deberán de contar con una huella mínima de 28 cm y una contrahuella de 10-18 cm. Deberán tener una superficie antideslizante en la nariz de cada escalón y descanso intermedio a cada 3.70 m de altura. Su ancho mínimo será 136 cm.
- Las **rampas** deberán contemplar una pendiente no mayor al 8.33% con descansos intermedios a una altura máxima de 150 cm.
- Los **pasamanos** deben ser continuos y colocados en ambos lados de gradas y rampas, con 85-97 cm de altura.

## PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL -POT-

El terreno comprende tres zonas G de acuerdo al ordenamiento municipal, las cuales son:



**Zona G3 (urbana):** área que por su relativa cercanía a las vías de mayor acceso con el municipio se ha considerado apta para edificaciones de mediana intensidad de construcción y en las que predomina la vivienda, tanto unifamiliar como multifamiliar.



**Zona G1 (rural):** área que por su topografía se considera de vocación para la conservación de recursos naturales y ambiente, con aptitud para la ocupación humana compatible con el ambiente, correspondiente a una baja intensidad de construcción.



**Zona G0 (natural):** área que por su topografía y orografía se considera de vocación para la conservación del ambiente y que por sus condiciones se consideran de riesgo de desastres y no aptas para edificaciones y ocupación humana continuada.<sup>1</sup>

Con base en la información y los parámetros establecidos por esa zonificación, se seguirá la aplicación de este instrumento a través del procedimiento DCT, obteniendo las siguientes normativas para el terreno:

- El **índice de edificabilidad** en el terreno en la zona G3 es de 2.7, la zona G1 es de 1.2 y la zona G0 se asigna como área de bosque por lo que no realizará ningún tipo de intervención en esa porción del predio. Por tanto, esta porción se excluye del análisis.

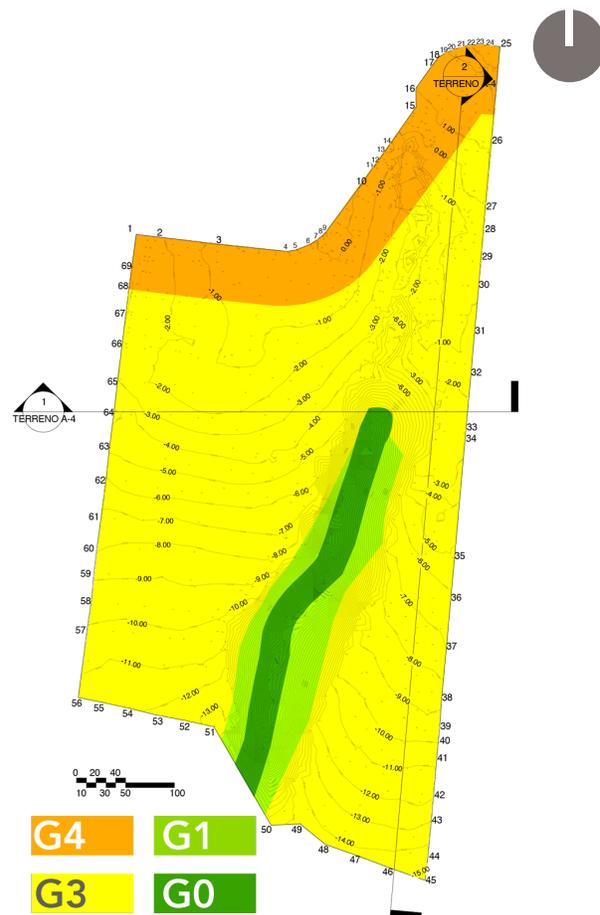


Figura 6. Terreno ubicado sobre mapa de Zonas G, Zona 12 capitalina. Elaboración propia. (Plan de Ordenamiento Territorial, Septiembre, 2015).

- La **altura** en éstas zonas es permisible hasta 16m de altura, desde el nivel existente del terreno, sin contemplar sótanos.
- El **porcentaje de permeabilidad** mínimo en una zona general G3 es del 10%, lo que implica que en ese 10% no puede haber ningún tipo de construcción incluyendo sótanos. Para la zona general G1 el porcentaje de permeabilidad es de 70%.
- El **lado mínimo del patio o pozos de luz** deberá ser igual o mayor a  $\frac{1}{4}$  de la altura para el bloque inferior y  $\frac{1}{8}$  de la altura para el bloque superior.

1 Ver Anexos d e parámetros Zonas G



## REFERENTE HISTÓRICO

El primer Rector electo democráticamente por estudiantes, docentes y profesionales, en el período autónomo, fue el Dr. Carlos Martínez Durán, único Rector electo por dos períodos, defensor ineludible de la Autonomía Universitaria y de los Derechos Humanos, impulsor de la excelencia, quien tuvo la visión de adquirir los terrenos donde actualmente está construida la USAC e impulsó la fundación de Centros Universitarios en el área departamental, siendo el de Quetzaltenango el primero. Se planteó la diversificación de los estudios y se crearon nuevas áreas académicas, entre ellas la Facultad de Agronomía.

El terreno sobre el cual se desarrollará el proyecto es perteneciente a la Facultad de Agronomía FAUSAC de la USAC, creada en el año de 1950. En ese entonces, la facultad funcionaba donde actualmente funciona la Escuela de Ciencias Lingüísticas, donde no se contaba con áreas apropiadas para la práctica experimental.

En 1954, bajo el período del Rector Carlos Martínez-Durán, se le concedió a la facultad éste terreno ubicado al sur del campus, nombrado Campos del CEDA (Centro Experimental Docente de Agronomía) con el propósito de brindar a la facultad un área de prácticas experimentales en campo, el cual cuenta con un área de 22. 28 Hectáreas; las cuales se dividieron en módulos y áreas para el desarrollo programas de laboratorio y prácticas agroforestales, como investigaciones enfocadas al área agrícola y forestal.

En 2009, pasó a obtener el nombre de “Centro Experimental Docente de Agronomía Maestro Domingo Amador Pérez”, distinguido maestro de la FAUSAC, a solicitud de personal docente, administrativo, de servicios y campo, y estudiantes.

A pesar de que no existe un registro de actividades desarrolladas en el CEDA, por medio de visita de campo se pueden observar los distintos proyectos de siembra, invernadero y huerto de especies que se han desarrollado, así también sistemas de riego y organización de sembradíos.<sup>15</sup>

---

15 Portal de la FAUSAC, *Gestor de Documentos*, consultado el 8 de abril, 2015, disponible en: <http://fausac.usac.edu.gt/GPublica/index.php/CEDA>





## ANÁLISIS DE ENTORNO Y SITIO

El entorno se analiza con el propósito de conocer de manera general distintos factores del casco urbano que afectan al terreno y su contexto, a partir de los cuales se definen circulaciones, accesos, relaciones y condicionantes externas en las que se encuentra el terreno. el sitio examina puntualmente los factores directos, en el terreno a intervenir, que afectarán y delimitarán físicamente al proyecto. Este capítulo fundamenta la propuesta a nivel de conjunto tanto en relación con el exterior, como sus relaciones internas, función, adecuación del objeto arquitectónico al terreno y definición de premisas.





## ANÁLISIS DE ENTORNO

La zona 12 capitalina se encuentra al Sur-Este del AMCG, abarcando desde El Trébol hasta la 55 calle y de la calzada Raúl Aguilar Batres a la colonia Villa Lobos y Ciudad Real (Molinedo, 2012)<sup>16</sup>. Colinda al Norte la zona 11, al Este con la zona 13, al Sur con Villanueva y al Oeste con Mixco.

---

<sup>16</sup> Fernando Molinedo, *La Nueva Guatemala de la Asunción, historia de 236 años*, (Periódico La Hora, Recuperado el 15 de octubre de 2013).

## 14.1 FACTOR FÍSICO-NATURAL

### ZONA DE VIDA

De acuerdo a los mapas de vida de Holdridge, la zona 12 capitalina se encuentra dentro de una zona de Bosque Húmedo Subtropical (Templado) **bh-S(t)**, de la cual se deriva lo siguiente:

BOSQUE HÚMEDO SUBTROPICAL-TEMPLADO- bh-St	
ESPECIES PREDOMINANTES	ECORREGIÓN
<i>Pinus oocarpa</i> , <i>Curatella americana</i> , <i>Quercus spp.</i> , <i>Byrsonima crassifolia</i> .	<b>Bosques de Pino-Encino:</b> comprende los bosques de coníferas tropicales y subtropicales de Guatemala. Gran cantidad de plantas en esta ecorregión son <i>endémicas</i> (que no se encuentra de forma natural en ninguna otra parte del mundo). Esta es considerada como una de las zonas más ricas del mundo, siendo un hábitat importante para una diversidad de especies e insectos.
BIOMA	
<b>Bosque de montaña:</b> Representativo de la vegetación neártica, donde abundan coníferas. Marcada diferencia de temperatura en épocas fría y cálida.	

Figura 7. Tabla resumen de especies predominantes, bioma y ecorregión del Bosque Húmedo Subtropical templado bh St. Elaboración Propia con datos obtenidos de: Claudia Santizo, C. Biodiversidad, de *Panorama del Medio Ambiente en Guatemala*, (Guatemala, Instituto de Incidencia Ambiental. Universidad Rafael Landívar, 2004).

## GEOMORFOLOGÍA

La Ciudad de Guatemala forma parte de la provincia fisiográfica de **La Cordillera Central de Guatemala**, conformada por una faja de rocas plutónicas, metamórficas y sedimentarias plegadas, que se extiende a través del centro del país.

Dentro del territorio pueden distinguirse 17 grandes litologías diferenciables a gran escala, de las cuales la **"Ceniza Volcánica"** es la que conforma al área sur de la Ciudad, derivado del cinturón volcánico que atraviesa al país. La Ciudad se asienta sobre un graven estructural, controlado fundamentalmente por el sistema de fallas de Motagua-Polochic, limitado al sur por el volcán de Pacaya y la caldera de Amatitlán.<sup>17</sup>

De acuerdo al Mapa Geológico de la República de Guatemala<sup>18</sup>, la zona 12 se encuentra categorizada como **"Rocas Ígneas y Metamórficas"**, las cuales son rocas de origen volcánico sin dividir.

De acuerdo al estudio realizado por la Facultad de Ingeniería de la USAC se clasificó la ciudad en 4 unidades geotécnicas en el cual, la zona 12 capitalina es un depósito de pómez cuaternario, con un suelo principalmente formado de **pedra pómez, ceniza y arena**.

17 Omar Belteton y Juan Ligorria, *Zonificación Sísmica Urbana en Guatemala*, Fase I, (Centro de Estudios Superiores en Energía y Minas, FIUSAC, USAC, 2001), 33.

18 Ver Anexo VI

- Refracción sísmica: 32m<sup>19</sup>
- Velocidad de onda de corte: 201m/s.<sup>20</sup>

De acuerdo a los estudios, se derivan las siguientes recomendaciones:

- Existe una vulnerabilidad a fallos bajo cargas sísmicas (licuefacciones, arcillas sensibles, suelos cementados susceptibles a colapso)
- Suelos con alto contenido orgánico de espesor mayor a 3 metros
- Arcillas de alta plasticidad, con espesor mayor a 8 metros

## TOPOGRAFÍA

La configuración topográfica del Área Metropolitana de la Ciudad de Guatemala muestra un valle central de orientación aproximadamente norte-sur, bordeado por áreas montañosas al oriente y occidente. Internamente, el valle forma secuencias de planicies y barrancos como resultados de procesos erosivos del tipo fluvial relacionados a hidrología.

La zona 12 culmina la ciudad al sureste, bastante plana en su mayor desarrollo pero accidentada en sus orillas (colinda con Mixco y Villanueva) por más de tres quebradas que convergen en un barranco (ver Mapa de Quebradas y Drenaje Natural), conocido como "Barranco de las Ardillas", en donde pasa el Río Molino. Con pendientes desde el 0.38% - 89.76%, se encuentra conformada por la siguiente manera:<sup>21</sup> *Ver mapa de quebradas y drenaje Natural.*



■ > 62% ■ 38% - 61% ■ 27% - 37% ■ 21% - 26% ■ < 20%

Figura 8. Porcentaje de pendientes de la conformación topográfica del Área Metropolitana de la Ciudad de Guatemala. Elaboración propia con información de referencia no. 21

## FAUNA

### INSECTOS

Al menos 35 especies de mariposas y 12 especies de coleópteros 2 familias de arácnidos y 18 morfo-especies.

### REPTILES Y ANFIBIOS

Al menos 12 especies de serpientes y lagartijas, 1 de rana y dos sapos.

### CRUSTÁCEOS

1 especie de cangrejo

### MAMÍFEROS

Tacuación, musarañas, murciélagos, ratones, ardillas, conejos, mapaches, zorros, taltuzas, perros, gatos y 88 especies reportadas de aves tanto residentes como migratorias.<sup>22</sup>

### PECES

2 especies

De la fauna del departamento, se deduce que posee una gran riqueza y amplia distribución de diversidad biológica. De estudios realizados por las Universidades San Carlos y del Valle de Guatemala y FUNDAECO, se constan los siguientes datos:

19 Método sísmico de la Geofísica aplicada en donde se mide la distancia de propagación de una onda elástica, desde donde se genera hasta donde llega.

20 Parámetro geofísico empleado para estimar la respuesta sísmica de un sitio determinado.

21 Raúl Monterroso, et al, *Análisis Estratégico de Potencialidad y Economía Territorial de los Barrancos del Municipio de Guatemala como Herramienta para la Sostenibilidad en los Asentamientos Humanos*, (USAC, Oficio Colectivo y Urbanística, 2014), 77.

22 Liza Ixcot, et al., *Diversidad Biológica en el Departamento de Guatemala*, Informe final Proyecto FODECYT 29-2006, (USAC, UVG, 2007), 21.

# DRENAJE E HIDROGRAFÍA

El siguiente mapa muestra las quebradas cercanas al área de la USAC, la cual tiene dentro de su terreno la quebrada del barranco de "Las Ardillas" y la de la Colonia Villa Sol, que se encuentra dentro del terreno del CEDA. Estas quebradas han sido de utilidad como un drenaje natural para el agua de lluvia de la Universidad, siguiendo su trayecto hasta el Río Villalobos.

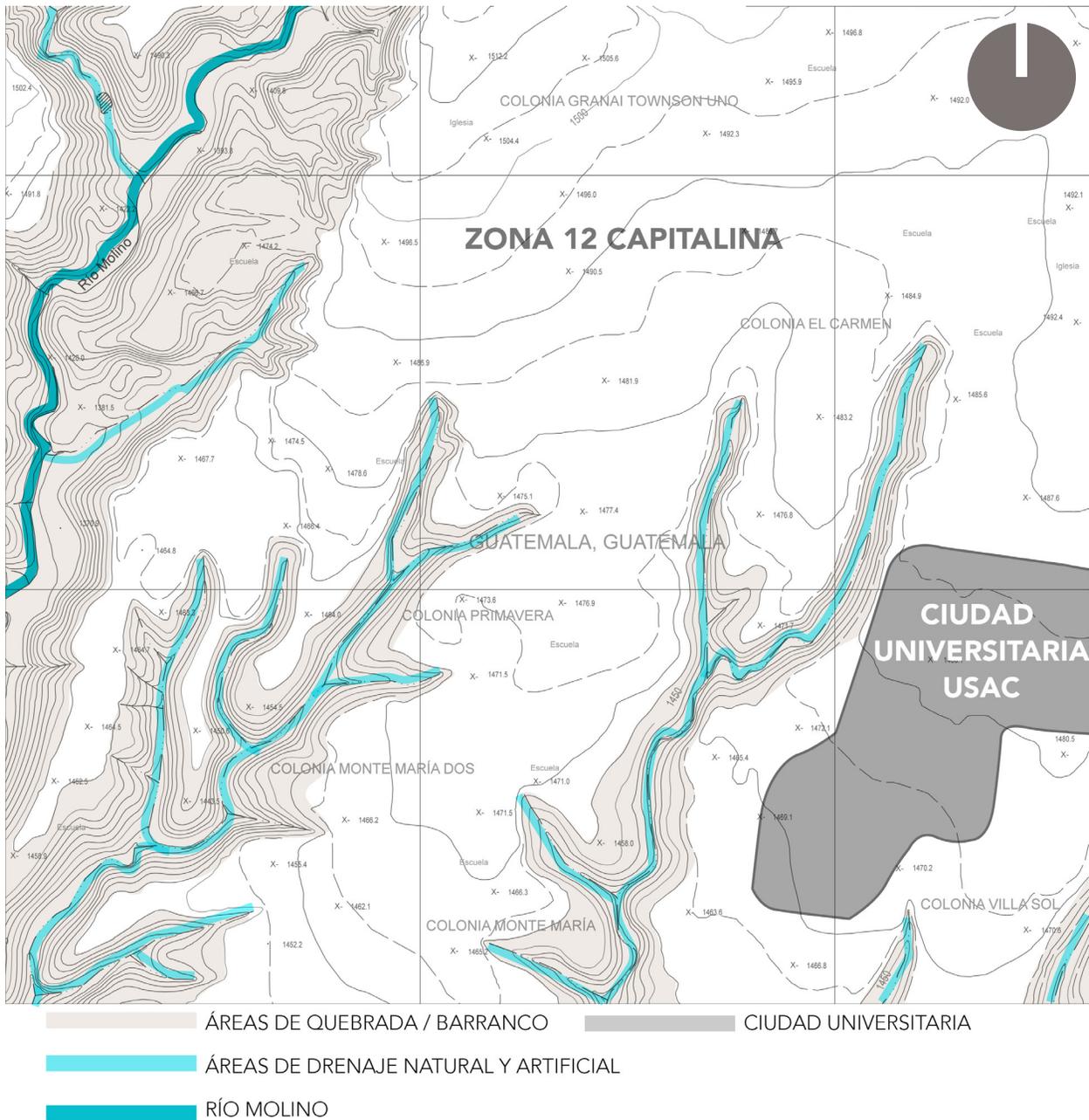
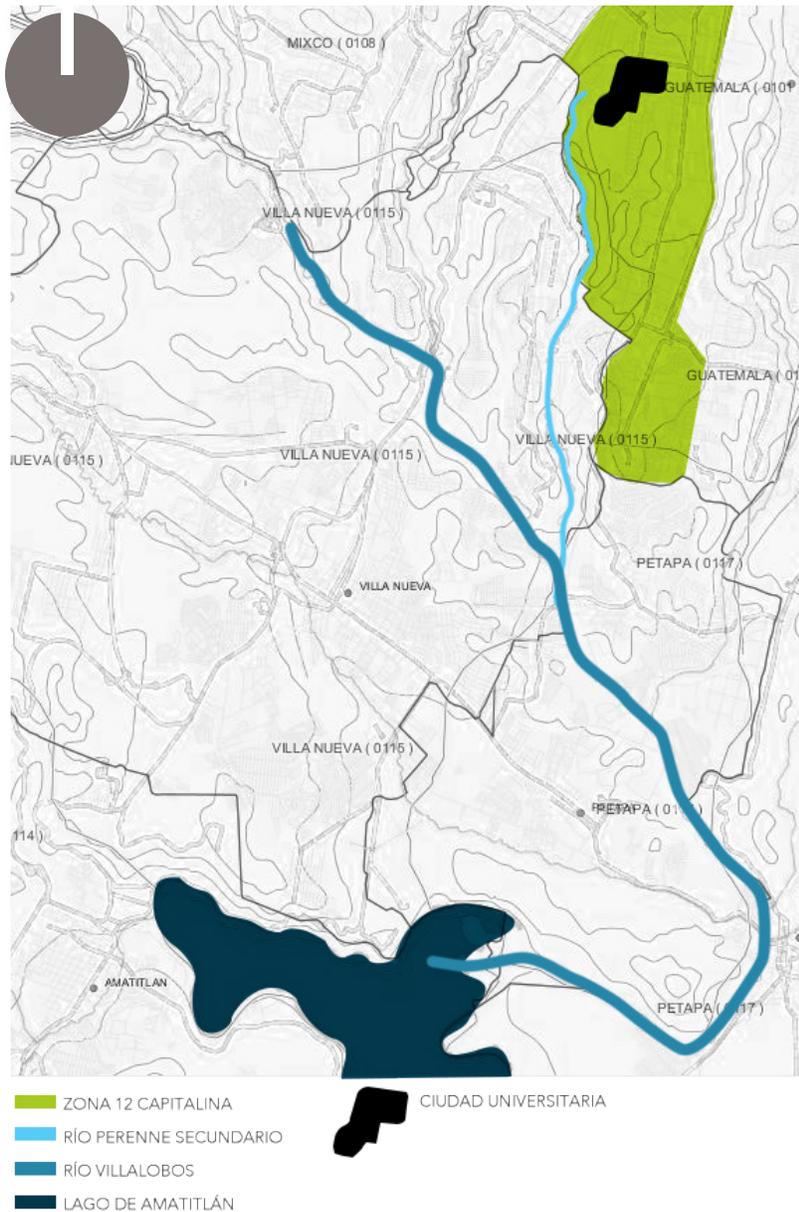


Figura 9. Mapa de Quebradas y Drenaje Natural, Peña, Teva con mapa obtenido por el MAGA (Mayo, 2016).

## MAPA DE QUEBRADAS Y DRENAJE NATURAL SIN ESCALA



Tal como lo muestra el Mapa de Cuencas Hidrográficas del Ministerio de Agronomía, Ganadería y Alimentación MAGA y la UPGGR, El departamento de Guatemala se encuentra en la vertiente del Pacífico, dentro de las dos cuencas mayores del Río Michatoya y Río de las Vacas, donde, a un escala más pequeña a nivel del casco urbano del proyecto llega a afectar al río Villalobos, Río María Linda, yendo a desembocar al al Lago de Amatitlán y al Océano Pacífico.<sup>23</sup> Ver anexos.

Figura 10. Mapa Drenaje a Nivel de Casco Urbano, Peña, Teva con mapa obtenido por el MAGA (Mayo, 2016).

## MAPA DE DRENAJE A NIVEL DE CASCO URBANO SIN ESCALA

### FLORA

Con base en la información de la Ecorregión que proporciona el Mapa de Zonas de Vida de Holdridge y la información botánica de agrupación de las especies vegetales, se plantea clasificar y conservar las siguientes especies clasificadas de la siguiente manera:

- **Áreas de exposición exterior:** todas aqueas especies capaces de sobrevivir en el microclima de la Región Central.
- **Áreas de conservación y reproducción interior** (invernaderos) divididas en 3 grandes zonas de vida: Zona Cálida Húmeda, Zona Cálida Seca, Zona Fría Húmeda y Muy Húmeda.

23 Ministerio de Agronomía, Ganadería y Alimentación, UPGR, *Mapa de Cuencas Hidrográficas*, (2013) [http://web.maga.gob.gt/wp-content/blogs.dir/13/files/2013/widget/public/memoria\\_cuencas\\_50000.pdf](http://web.maga.gob.gt/wp-content/blogs.dir/13/files/2013/widget/public/memoria_cuencas_50000.pdf)

## 14.2 FACTOR CLIMÁTICO

### VIENTOS

De acuerdo a Intituto Nacional de Sismología, Vulcanologían, Meteorología e Hidrología INSIVUMEH, se registra una velocidad promedio del viento entre 7 - 10 km/h (2006-2012) llegando a velocidades máximas de hasta 22 km/h los últimos meses del año y mínimas de hasta 5km/h a mediados, en los meses de Marzo a Agosto.

### SOLEAMIENTO

La Ciudad de Guatemala se ubica en la latitud: 14°37" N; longitud; 90°33" O, esta ubicación es la que rige el paso del sol y los factores climáticos del país. Durante los meses de invierno hay más horas de sol, ya que el día es más largo.

En el Solsticio de Invierno, Guatemala recibe la luz solar con un ángulo de 51°53' en relación con la horizontal con la orientación sur cuando la inclinación de la tierra en invierno es de 23°30'.

En el Solsticio de verano, la luz solar alcanza un ángulo de inclinación máximo de 81°7' en relación con la horizontal Norte.<sup>24</sup>

### PRESIPITACIÓN PLUVIAL

De acuerdo a los registros del INSIVUMEH en la estación bajo el mismo nombre, los últimos años se ha registrado mayor cantidad de lluvia en los meses de Mayo a Octubre, siendo éste variable durante los fenómenos del Niño o la Niña, en donde se presentan intensas lluvias o sequías de manera impredecible durante el año.

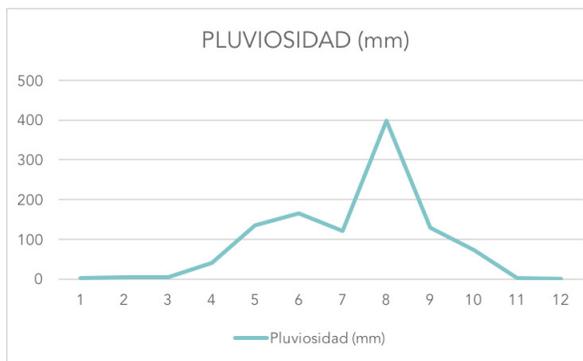


Figura 11. Gráfica de Pluviosidad en mm para la estación INSIVUMEH, Peña, Teva. (INSIVUMEH, 2016)

### TEMPERATURA

En los últimos años se registran temperaturas templadas durante todo el año, con aumento en los meses de marzo a septiembre y disminución de octubre a enero.

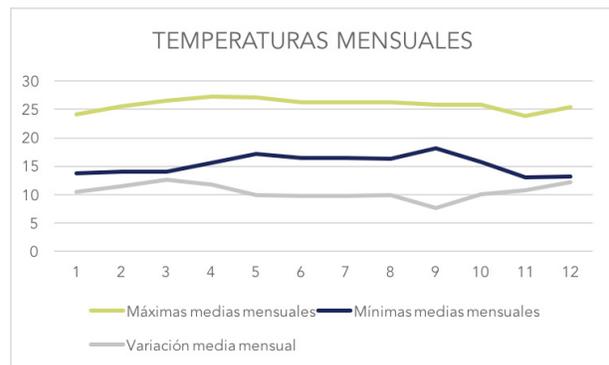


Figura 12. Gráfica de Temperaturas Mensuales para la estación INSIVUMEH, Peña, Teva. (INSIVUMEH, 2016)

### RECOMENDACIONES CUADROS DE MAHONEY

Se realizó el análisis del área urbana pertinente con los cuadros de Mahoney a partir de los cuales se obtendrán premisas de diseño climático. Ver Anexos.

Figura 13. Tabla de factores climáticos para la Ciudad de Guatemala, elaboración propia con información de INSIVUME, 2016.

24 Arturo de León, *La Luz Solar en la Arquitectura, Facultad de Arquitectura*, (Guatemala, USAC, 2011) 124-128.

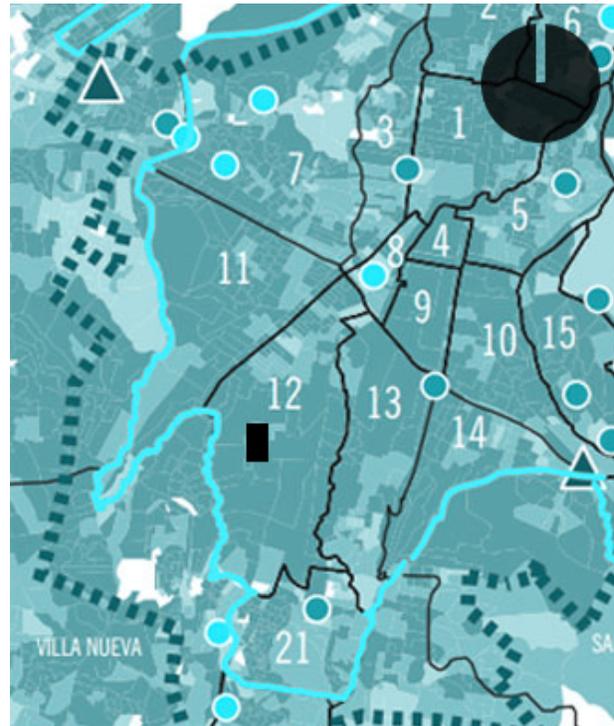
## 14.3 INFRAESTRUCTURA LOCAL

Los siguientes mapas esquematizan la cobertura a nivel del casco urbano de los servicios de cobertura básica como lo son el agua potable, drenaje, luz y energía eléctrica:

### AGUA POTABLE

Dentro del AMCG para el año 2002 se servía a un estimado de 185,807 usuarios con sistema de agua potable municipal, en la zona 12 específicamente no se cuenta con planta de tratamiento, tanque o estación de bombeo, sino que simplemente se abastece por el sistema de la red municipal, cubriendo el 85% de la zona, siendo su uso racionado de la siguiente manera:

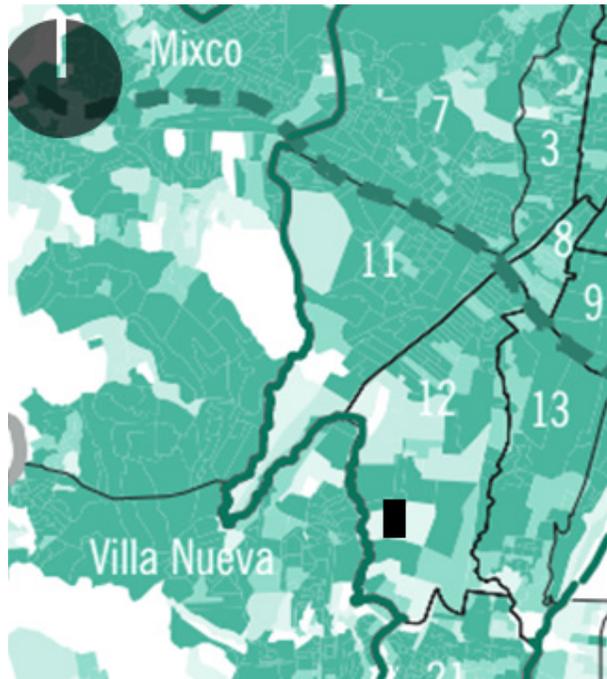
Exclusivo: 84.73%  
Compartido: 8.38%  
Público: 1.77%



### COBERTURA MUNICIPAL AGUA POTABLE



Figura 14. Mapa "Cobertura de Agua Potable, Departamento/Ciudad de Guatemala", Carrascoza, Frank. (Urbanística, Municipalidad de Guatemala, 2009).



### COBERTURA SERVICIO DE DRENAJES



### DRENAJES

Dependiendo de la zona, el sistema de drenaje de la capital tiene una cobertura de servicio del 80%-100%. La zona 12 cuenta con un 87% de cobertura, racionado de la siguiente manera:

Drenaje individual: 79.45%  
Drenaje compartido: 7.75%  
Drenaje público: 12.8%

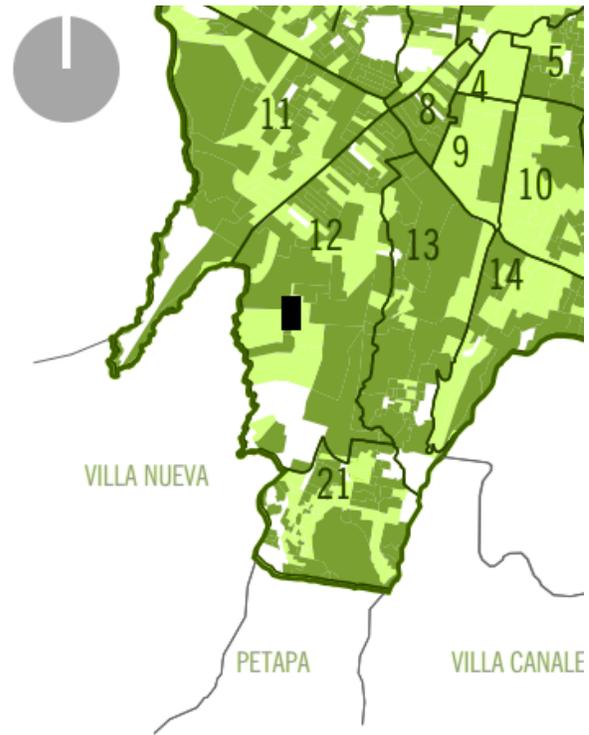
la Universidad de San Carlos cuenta con una planta de tratamiento, la cual funciona parcialmente.

Figura 15. Mapa "Cobertura de Servicio de Drenajes, Departamento/Ciudad de Guatemala", Carrascoza, Frank. (Urbanística, Municipalidad de Guatemala, 2009).

## ENERGÍA ELÉCTRICA

Todo el casco urbano de la zona 12 capitalina está cubierto por servicio de energía eléctrica entre un 95% - 100% para uso de iluminación, racionado de la siguiente manera:

- Servicio brindado por Empresa Eléctrica de Guatemala: 98.56%
- Otro (candela, panel solar, etc.): 1.46%



### COBERTURA CON ENERGÍA ELÉCTRICA



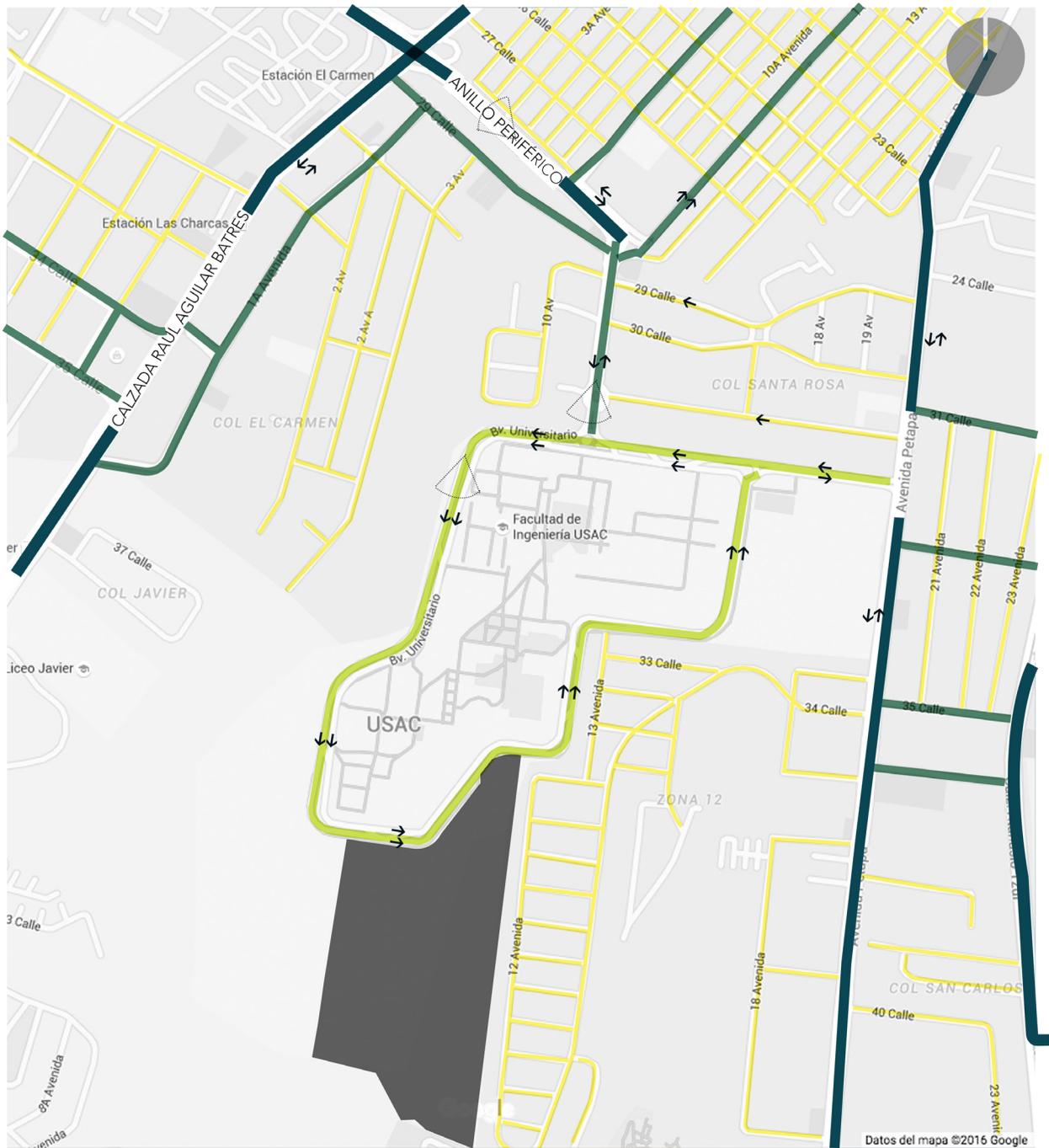
Fuente: IX Censo de Habitación y VI Censo de Población 2002. INE

Figura 16. Mapa "Cobertura de Energía Eléctrica, Departamento/Ciudad de Guatemala", Carrasco, Frank. (Urbanística, Municipalidad de Guatemala, 2009).

## 14.4 FACTOR URBANO-SOCIAL

Éste pretende por medio de un análisis gráfico estudiar factores como accesibilidad, vialidad, uso de suelo, equipamiento, entre otros, referentes al entorno urbano del terreno en donde se desarrollará el proyecto.

La Ciudad Universitaria se encuentra entre áreas de uso de vivienda, comercial e industrial, lo que la convierte en un hito para el área sur de la ciudad capital, siendo el único equipamiento educativo de nivel superior en la zona. Es importante analizar los factores que en ella intervienen para determinar la factibilidad del proyecto y poder así brindar soluciones a través del diseño.



- NOMENCLATURA**
- CALLES PRINCIPALES
  - CALLES SECUNDARIAS
  - CALLES Terciarias
  - PERIFÉRICO UNIVERSITARIO
  - TERRENO
  - ↔ VÍAS

**FOTOGRAFÍAS-ACCESIBILIDAD**



Foto 1. Anillo periférico de salida de la universidad. Con tres carriles para cada vía.



Foto 2. Ingreso a ciudad universitaria con acceso a pie, bicicleta, vehículo, moto.



Foto 3. Periférico universitario, el cual tiene una sola vía y recorre toda la universidad.

**ACCESIBILIDAD Y VIALIDAD SIN ESCALA**

Figura 17. Mapa de Accesibilidad y Vialidad, Teva Peña. (Google Maps, 2016).

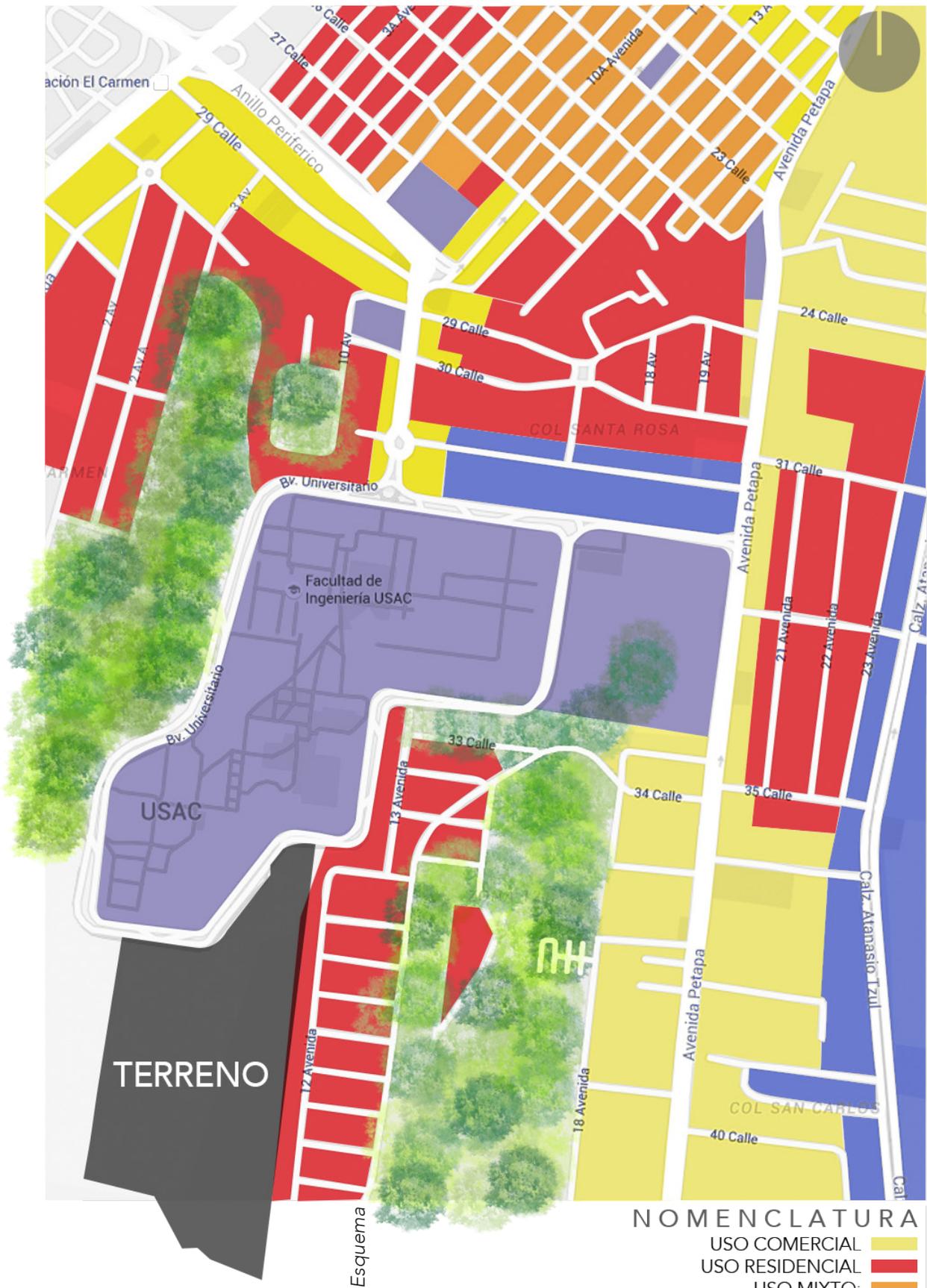


Figura 18. Mapa de Uso de Suelo, Teva Peña. (Google Maps, 2016).



NOMENCLATURA

- ED EQUIPAMIENTO DEPORTIVO
- EE EQUIPAMIENTO EDUCATIVO
- EC EQUIPAMIENTO COMERCIAL
- ER EQUIPAMIENTO RELIGIOSO
- G GASOLINERAS
- P PATRONATO
- — — VÍA TRANSPORTE PÚBLICO
- — — CICLOVÍA

Figura 19. Mapa de Equipamiento Urbano, Teva Peña. (Google Maps, 2016).

## IMAGEN URBANA

A mediados del siglo XX, el movimiento Moderno revolucionó la arquitectura y a todas las disciplinas de expresión en Guatemala. Caracterizado por plantas sobre pilotes, muros cortina, terrazas jardín y la utilización de nuevos sistemas constructivos y lógica estructural, la Universidad de San Carlos es representante de éste movimiento, siendo los materiales vistos los protagonistas.

Ciudad universitaria se concibe en zonas acordes a las distintas áreas del conocimiento y servicios generales, se desarrolla en plataformas a distintas alturas, tomando como elemento integrador una explanada Plaza de los Mártires, la cual es rodeada por templos de la modernidad, evocando una acrópolis precolumbina como metáfora de un espacio local.

El conjunto se delimita por un periférico como única vía automovilística, garantizando el concepto de Campus.<sup>25</sup> Para favorecer que las circulaciones internas, se construyeron corredores techados, con el tiempo se han realizado intervenciones las cuales rompen por completo con el estilo originalmente empleado.



Figura 20. Rectoría. Teva Peña. (USAC, 2016)

Cuenta con elementos estéticos que la hacen bella, ventanales hacia el norte, elementos geométricos que surgen desde su base como columnas y a la vez parteluces, utiliza materiales locales los cuales hacen su fachada estéticamente limpia y pura.



Figura 21. Edificio DIGA. Teva Peña (USAC, 2016).

De las nuevas edificaciones del campus universitario, el cual ha sido criticado por su falta de integración al resto de edificios y por competir a nivel de jerarquía con Rectoría.



Figura 22. Fachada de Recursos Educativos. Teva Peña (USAC, 2016).

El eje que parte del centro del edificio de rectoría atraviesa la explanada y llega hasta la arista norte de la biblioteca, dialogando entre sí. Los diseñadores eligieron el uso del concreto expuesto y el juego de luces y sombra de los parteluces como única y suficiente forma de expresión estética.



Figura 23. Plaza de los Mártires. Teva Peña. (USAC, 2016)

25 Gemma Gil y Raúl Monterroso, *Moderna: guía de arquitectura moderna de Ciudad de Guatemala*, (Guatemala: Ed. Librovisor, 2008). 11-13; 197-213.

# ARQUITECTURA DEL PAISAJE

El entorno inmediato del terreno, está conformado por elementos tanto construidos como naturales, generando su paisaje. La arquitectura de los edificios circundantes, las circulaciones, jardinerías y áreas exteriores deben ser tomadas en cuenta como una referencia morfológica para el desarrollo del proyecto.



Figura 24. Edificio S 10 Facultad de Ciencias Económicas. Teva Peña. (USAC, 2016).

Fachadas masivas hacia el sur, un volúmen macizo elevado sobre otro de ladrillo que utiliza parteluces fundidos en concreto y vegetación para protección solar y caminamientos.



Figura 25. Edificio UVIGER dentro del CEDA. Teva Peña. (USAC, 2016).

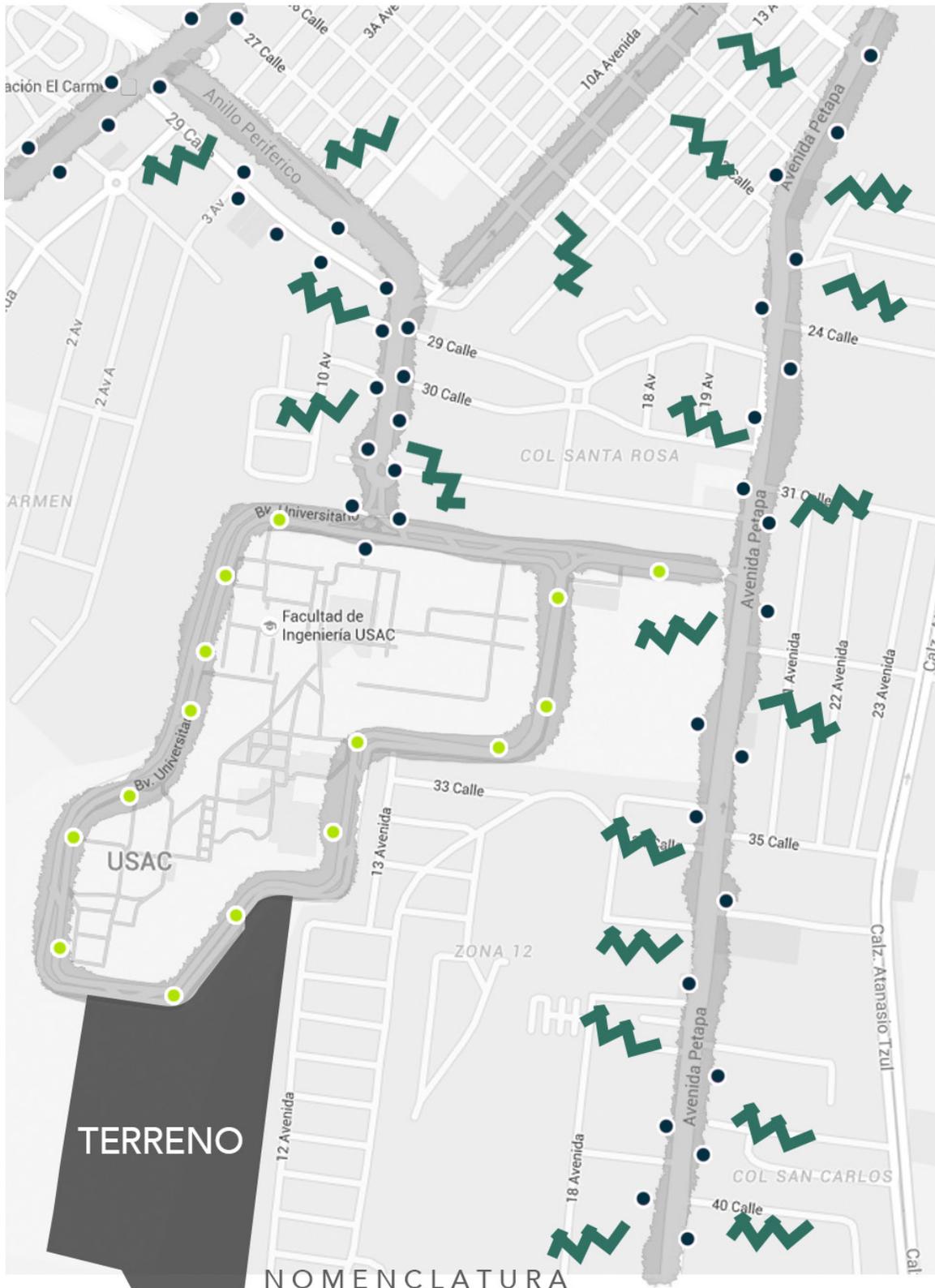
El material en fachadas de éste edificio mimetiza de cierta manera con el entorno, no contrasta y guarda volúmenes masivos, con iluminación retraída y vegetación en su alrededor.

Figura 26. Edificio M10 LARRSA. Teva Peña. (USAC, 2016).



Esta edificación pelea visualmente con los edificios de su entorno, su fachada masiva unicolor y sin vegetación no se adapta a la arquitectura del lugar. No cuenta con protección solar por medios pasivos y se encuentra bordeada por un muro masivo que le da un carácter privado.





TERRENO

**NOMENCLATURA**

**CONTAMINACIÓN AMBIENTAL**  
 Polución de las principales vías de la ciudad y desde el periférico universitario

**CONTAMINACIÓN AUDITIVA**  
 Del tráfico pesado, horas pico y aviones que atraviesan la ciudad

**CONTAMINACIÓN OLFATIVA**  
 Estaciones de basura alrededor del periférico universitario tienden a general malos olores.

**CONTAMINACIÓN VISUAL**  
 Generada por vallas y material gráfico de mercadeo en toda la ciudad.

**AGENTES CONTAMINANTES SIN ESCALA**

Figura 27. Mapa de Agentes Contaminantes, Teva Peña. (Google Maps, 2016).

# ANÁLISIS DE SITIO

El terreno se encuentra ubicado dentro de la ciudad universitaria de la USAC, al sur de la misma sobre el periférico universitario, posee las siguientes coordenadas:

Latitud:  $14^{\circ}34'48.27''N$   
Longitud:  $90^{\circ}33'16.52''W$

Posee un retiro de entre 10 y 15m de distancia, el cual va variando conforme el desarrollo de la línea de fachada.

➔ El ingreso principal se encuentra dentro de las estaciones 14 y 15

➔ El ingreso secundario (de servicio) se encuentra dentro de las estaciones 11 y 12

Área: 223,137.703 m<sup>2</sup>.  
Perímetro: 2,245 m.

## UBICACIÓN DEL TERRENO

ESCALA GRÁFICA

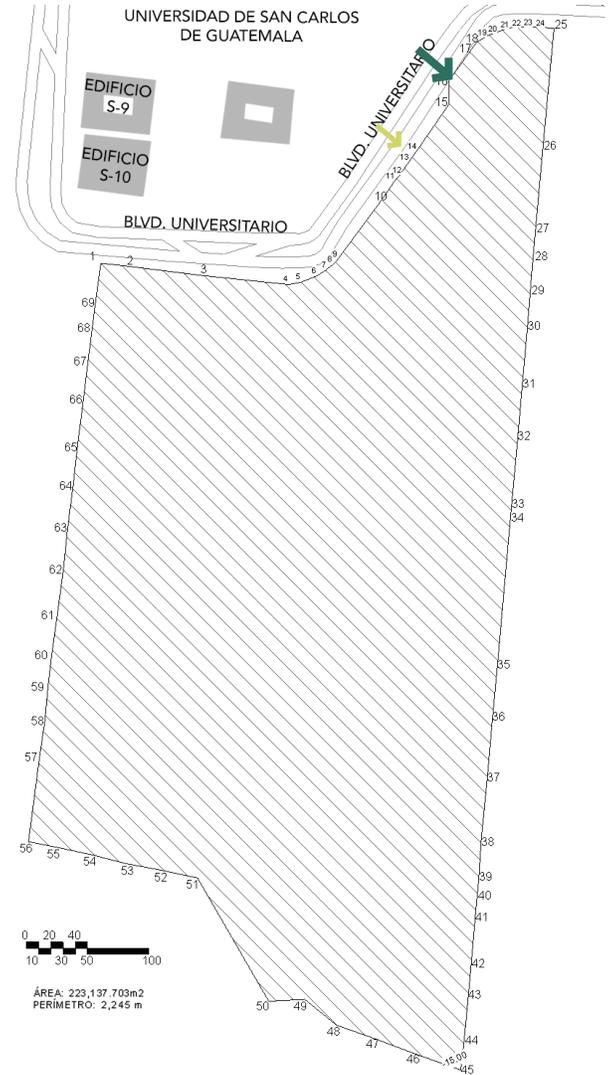
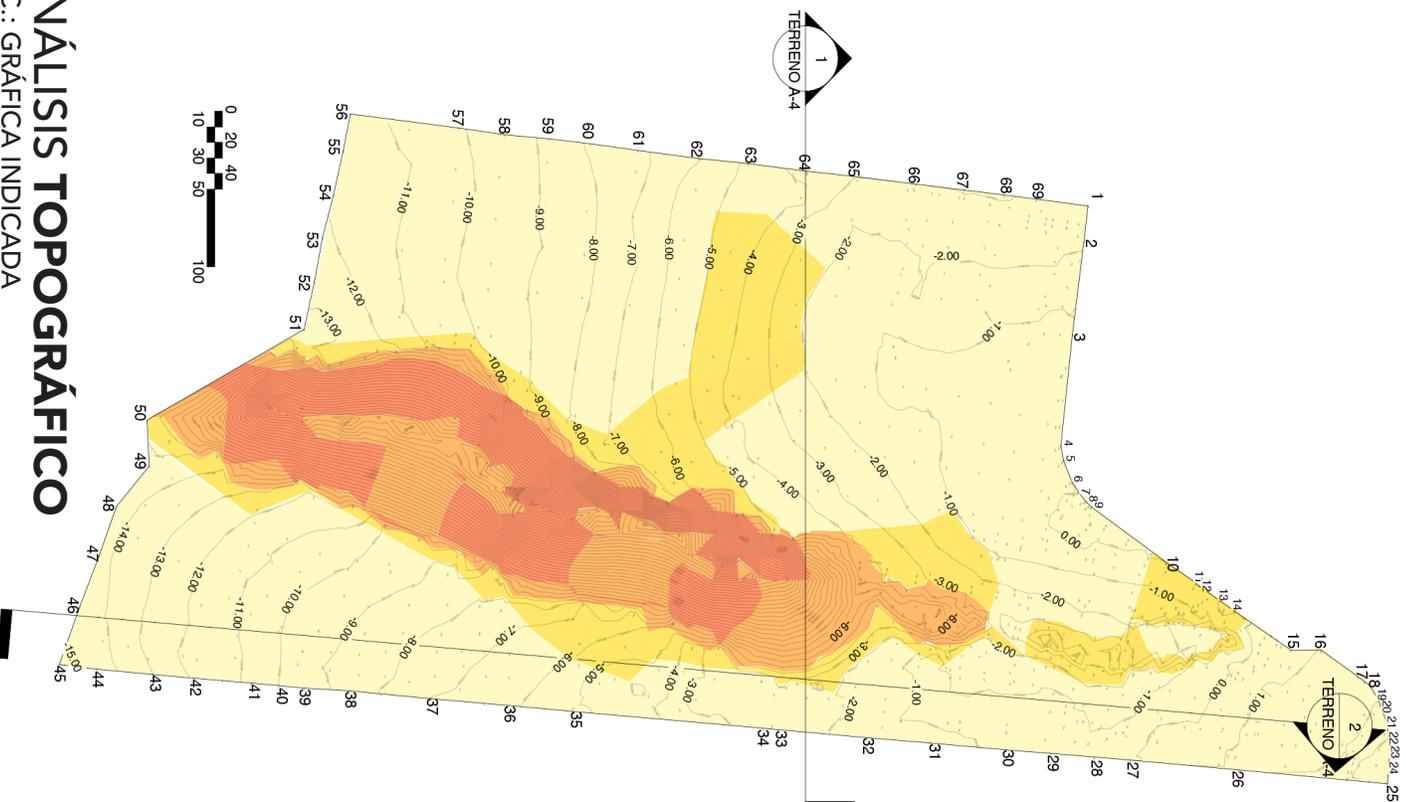


Figura 28. Esquema de Ubicación del terreno, Teva Peña. (Google Maps, 2016).



# ANÁLISIS TOPOGRÁFICO

## ESC.: GRÁFICA INDICADA

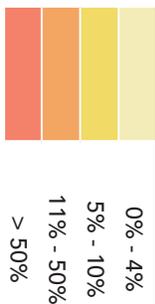
### DERROTERO

ESTACIÓN	P.O.	AZMUT	DIST.
1	2	96° 21' 04"	23.12 m
2	3	97° 07' 30"	60.2 m
3	4	95° 57' 37"	71.73 m
4	5	79° 21' 31"	9.7 m
5	6	68° 20' 20"	14.56 m
6	7	57° 15' 03"	7.97 m
7	8	51° 50' 22"	7.51 m
8	9	45° 38' 14"	4.9 m
9	10	36° 29' 24"	60.34 m
10	11	34° 43' 50"	22.35 m
11	12	45° 46' 19"	3.04 m
12	13	34° 59' 47"	16.49 m
13	14	35° 31' 28"	11.61 m
14	15	34° 34' 08"	44.36 m
15	16	359° 46' 00"	19.16 m
16	17	35° 46' 22"	29.22 m
17	18	36° 43' 47"	9.3 m
18	19	57° 29' 40"	9.69 m
19	20	69° 32' 09"	4.6 m
20	21	69° 14' 08"	12.56 m
21	22	81° 33' 57"	9.49 m
22	23	86° 13' 16"	6.49 m
23	24	93° 53' 18"	9.56 m
24	25	94° 09' 19"	13.69 m
25	26	185° 20' 47"	95.63 m
26	27	185° 08' 20"	70.28 m
27	28	185° 03' 03"	22.96 m
28	29	184° 37' 21"	28.37 m
29	30	184° 36' 28"	28.62 m
30	31	185° 06' 15"	49.04 m
31	32	184° 51' 17"	41.1 m
32	33	185° 13' 30"	57.14 m
33	34	185° 09' 09"	9.5 m
34	35	185° 02' 57"	122.78 m
35	36	185° 17' 32"	41.89 m
36	37	185° 00' 48"	49.4 m
37	38	185° 33' 45"	52.41 m
38	39	183° 23' 40"	29.59 m
39	40	185° 28' 24"	16.2 m
40	41	185° 11' 08"	17.91 m
41	42	184° 53' 57"	37.07 m
42	43	185° 07' 56"	26.3 m

### DERROTERO

ESTACIÓN	P.O.	AZMUT	DIST.
43	44	185° 28' 27"	36.09 m
44	45	186° 51' 39"	24.18 m
45	46	289° 21' 58"	39.35 m
46	47	290° 45' 19"	35.29 m
47	48	289° 19' 01"	33.26 m
48	49	309° 05' 03"	33.69 m
49	50	266° 56' 27"	29.51 m
50	51	329° 58' 00"	116.62 m
51	52	282° 05' 32"	31.38 m
52	53	280° 35' 13"	28.8 m
53	54	284° 29' 16"	28.4 m
54	55	282° 08' 22"	29.17 m
55	56	281° 04' 01"	23.86 m
56	57	7° 26' 39"	70.53 m
57	58	8° 21' 27"	29.64 m
58	59	5° 16' 56"	28.81 m
59	60	6° 44' 35"	26.4 m
60	61	7° 54' 19"	30.82 m
61	62	7° 40' 21"	39.48 m
62	63	5° 46' 51"	31.82 m
63	64	7° 17' 19"	37.99 m
64	65	6° 13' 41"	30.01 m
65	66	7° 14' 35"	40.35 m
66	67	6° 55' 32"	31.64 m
67	68	7° 09' 00"	25.44 m
68	69	7° 19' 04"	21.05 m
69	1	7° 40' 05"	33.57 m

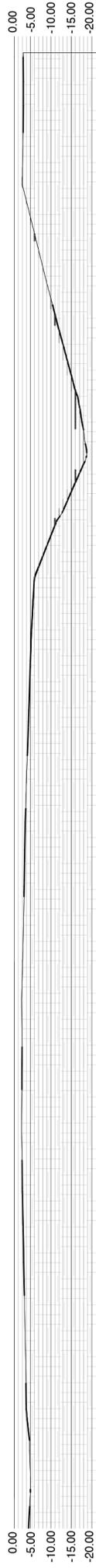
### ANÁLISIS DE PENDIENTES



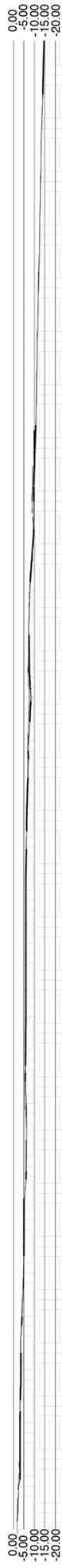
El terreno cuenta con pendientes bajas, las cuales se utilizan para siembra y otras instalaciones, se encuentra dividido casi en su totalidad por una quebrada natural la cual llega a pendientes del 100%, siendo bastante irregular.

El drenaje tanto natural como artificial se realiza hacia este área, volviéndose un área relativamente contaminada en su fondo.

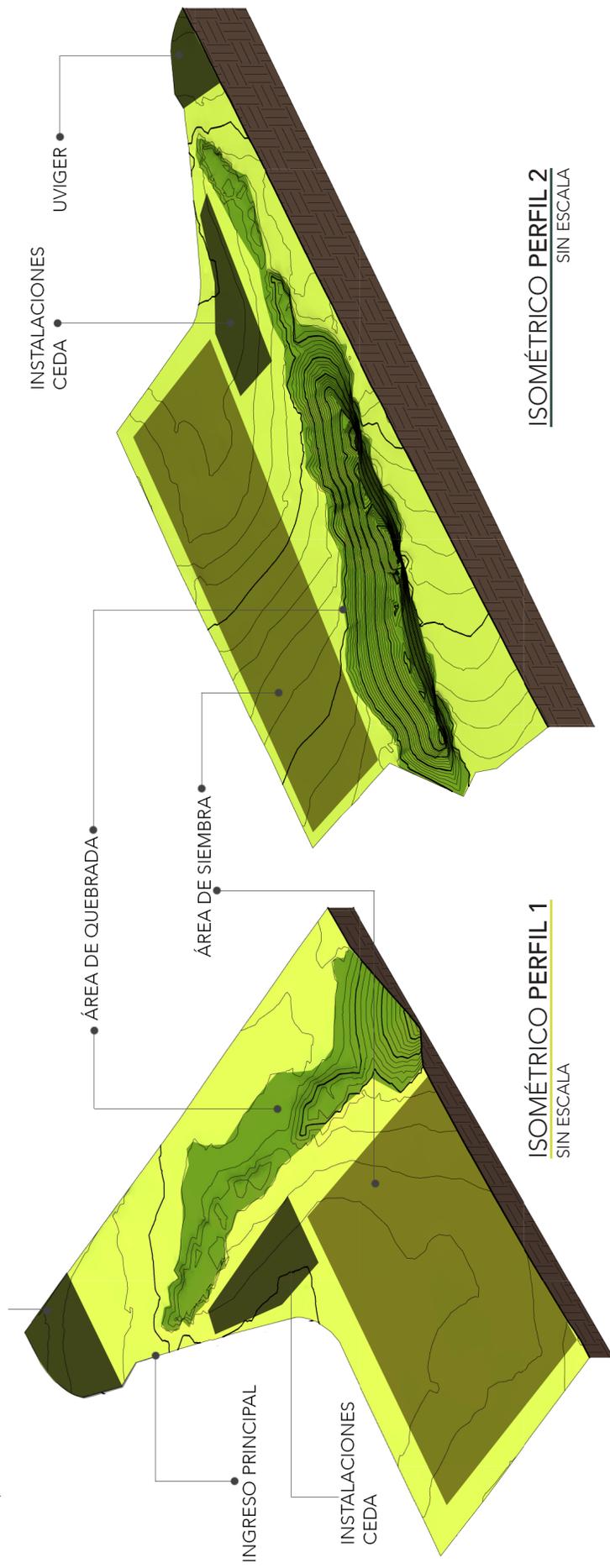
Figura 29. Análisis Topográfico, elaboración propia con información obtenida de FAUSAC, (Autodesk Revit 2015, Marzo de 2016).



**PERFIL 1**  
ESC. 1 : 1,000



**PERFIL 2**  
ESC. 1 : 2,000



# ANÁLISIS TOPOGRÁFICO

ESC.: INDICADA

Figura 30. Análisis Topográfico, elaboración propia con información obtenida de FAUSAC, (Autodesk Revit 2015, Marzo de 2016).

Figura 31. Ingreso. Garita de control y un carril de ingreso y salida cercado por un portón de malla corredizo. Este es el acceso principal al terreno.



Figura 46. Taller de carpintería. Frente a los invernaderos se encuentra un taller de carpintería, al lado del pozo del terreno, que cuentan con una acometida secundaria.



Figura 45. Invernaderos. Al frente del terreno se construyeron 9 invernaderos de servicio.



Figura 44. Área de secado. Entre el área de siembra se encuentra un secador de semillas el cual es una galería levantada de block cubriendo un área de 15m<sup>2</sup>.

Figura 43. Salón. Luego del área de estar se encuentra una galería que funciona como salón de clase y bodega a la vez.



Figura 42. Área de estar. Camino a los campos de siembra en el lado Oeste se encuentra un área estancial con mesas y bancas fundidas en concreto para los usuarios y trabajadores del lugar.

Figura 41. Piletas. En el terreno se encuentran piletas/lavaderos de obtención de agua que permiten el riego y limpieza de las siembras y equipos varios que utilizan los estudiantes.

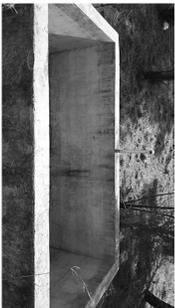


Figura 47. Corral. Se encuentra al inicio de la quebrada.



Figura 32. UWIGER. Edificio ubicado en el extremo Norte del polígono, cuenta con un parqueo y sus instalaciones pertinentes cubriendo un área de 250m<sup>2</sup>.



Figura 33. Editorial Universitaria. Donde anteriormente se ubicada un garage se encuentran ahora las instalaciones de Editorial Universitaria.



Figura 34. Ingreso a lado Este. Para ingresar a las siembras del lado Este del terreno se ubican tambos de concreto como limitante de paso.



Figuras 35 y 36. Invernaderos. Donde se ubica el marposario, invernaderos de siembra y área de plantas medicinales.



Figura 37. Oficina de Dirección. Al lado de las bodegas de utilería se encuentra la oficina administrativa del CEDA.



Figuras 38 y 39. Límites del polígono. Al Norte y Oeste el terreno se instaló cerco de malla mientras al Sur y Este se levantó un muro perimetral de block.

Figura 40. Pozos. En el terreno se encuentran 3 pozos que excavados con el fin de realizar un estudio de suelo, cuentan con más de 3 metros de profundidad.



Nota: Tanto la infraestructura como elementos construidos en el terreno se conservarán a excepción del área a intervenir para las instalaciones del Jardín botánico, el cual buscará adecuarse lo mejor posible sin derribar invernaderos, ni siembras específicas.

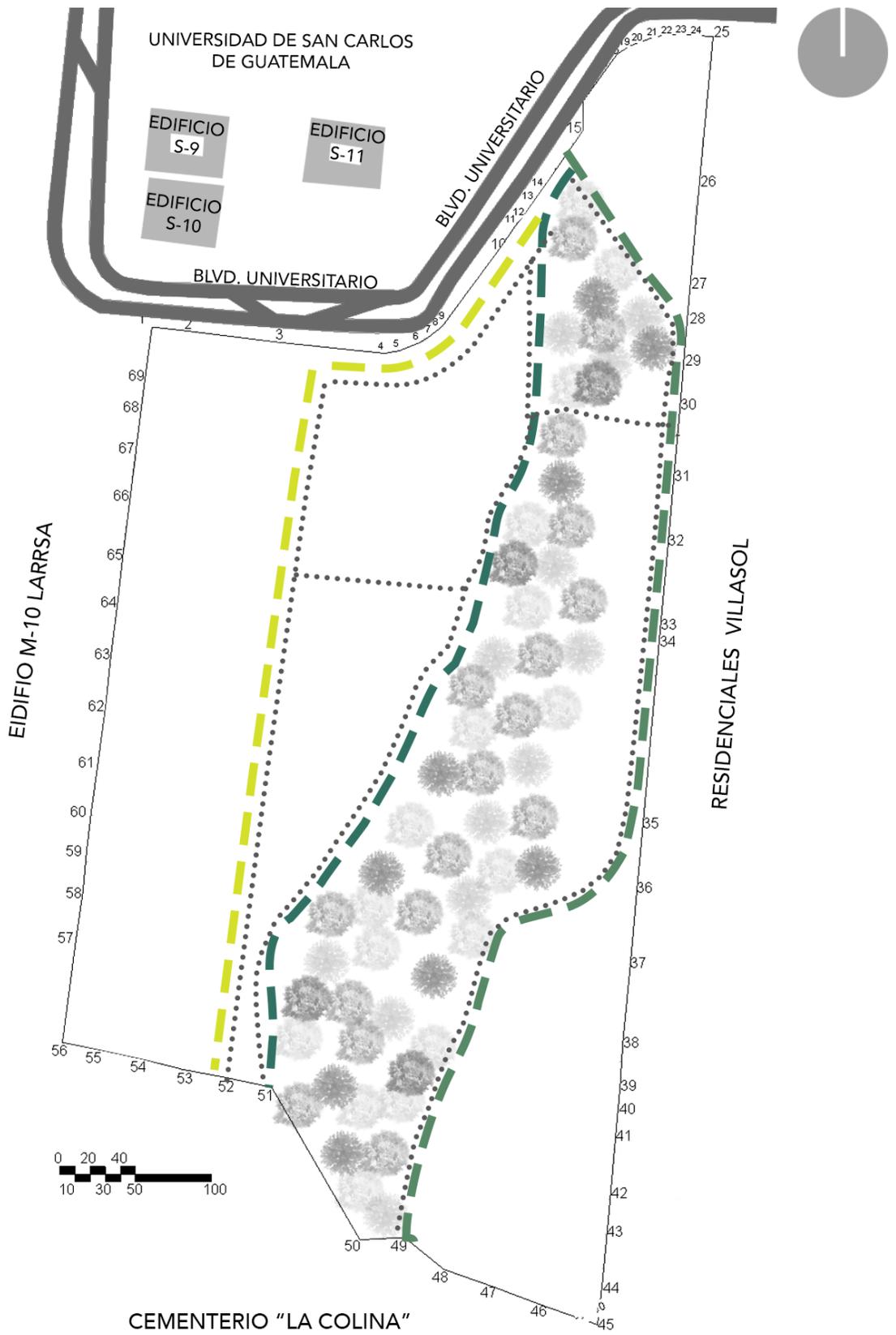
0 20 40 100



Fuente: Elaboración propia con mapa proporcionado por la FAUSAC e información obtenida del plano y de vistas de campo realizadas en Mayo de 2015 y Marzo de 2016.

## DETALLES FÍSICOS ACTUALES

### ESC.: INDICADA

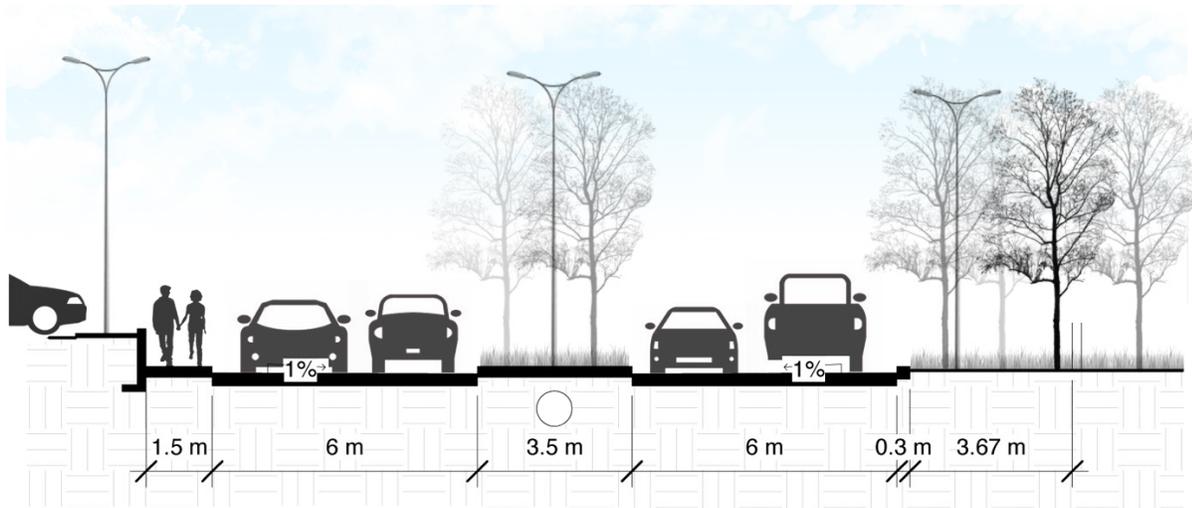


**COLINDANCIAS  
DEL TERRENO**  
ESCALA GRÁFICA

**NOMENCLATURA**

- Blvd. Universitario
- - - - - Circulación vehicular de terracería hacia Este
- - - - - Circulación vehicular de terracería hacia Oeste
- - - - - Circulación de vehicular de terracería a siembras
- ..... Circulación peatonal

Figura 48. Esquema Colindancias y circulación, Teva Peña. (Google Maps, 2016).



### **GABARITO VÍA PRINCIPAL** ESC. 1:150

La vía de acceso principal es el periférico universitario, el cual cuenta con 4 carriles separados por un camellón central, tipo boulevard.

Los cuatro carriles se dirigen en una sola dirección, siendo usualmente utilizados los de las orillas como parqueo, dando como resultado únicamente dos carriles de circulación fluida.

Ambos tramos drenan hacia el camellón central, el cual también cuenta con vegetación e iluminación.



Figura 49. Circulación vehicular en el perímetro del terreno, Teva Peña. (USAC, 2016).



Figura 50. Circulación peatonal hacia USAC desde el CEDA, Teva Peña. (USAC, 2016).

### **GABARITO CIRCULACIONES INTERNAS** SIN ESCALA

Dentro del terreno se cuenta con tres circulaciones de terracería, las cuales son cubiertas por una capa vegetal.

Estas vías son de una sola vía, las cuales están para el servicio y mantenimiento tanto de las siembras como las instalaciones del CEDA.



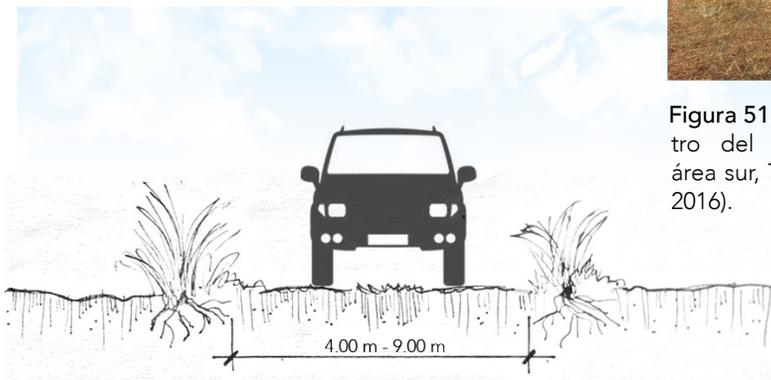
Figura 51. Circulación dentro del terreno hacia el área sur, Teva Peña. (USAC, 2016).



Figura 52. Circulación dentro del terreno hacia campos de siembra, Teva Peña. (USAC, 2016).



Figura 53. Área estancial del CEDA, Teva Peña. (USAC, 2016).

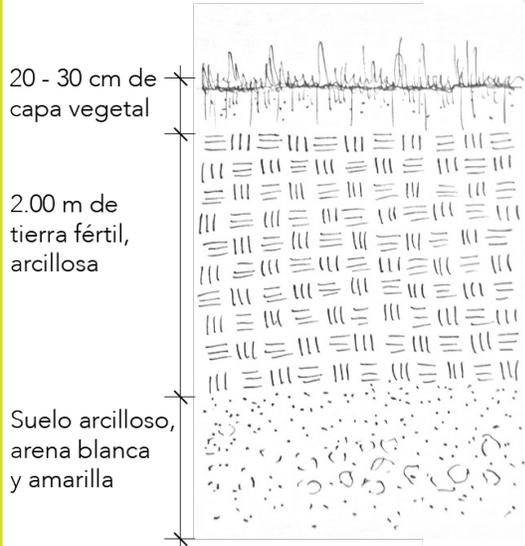


## **CALLES Y GABARITOS** ESCALA INDICADA



### SUELO SEMI FÉRTIL - ARCILLOSO

En este área se poseen cultivos, la tierra se labra y se agrega brosa para obtener los resultados deseados. De acuerdo a trabajadores del lugar, al excavar se encuentra una delgada capa vegetal y luego se encuentra arena amarilla y blanca.

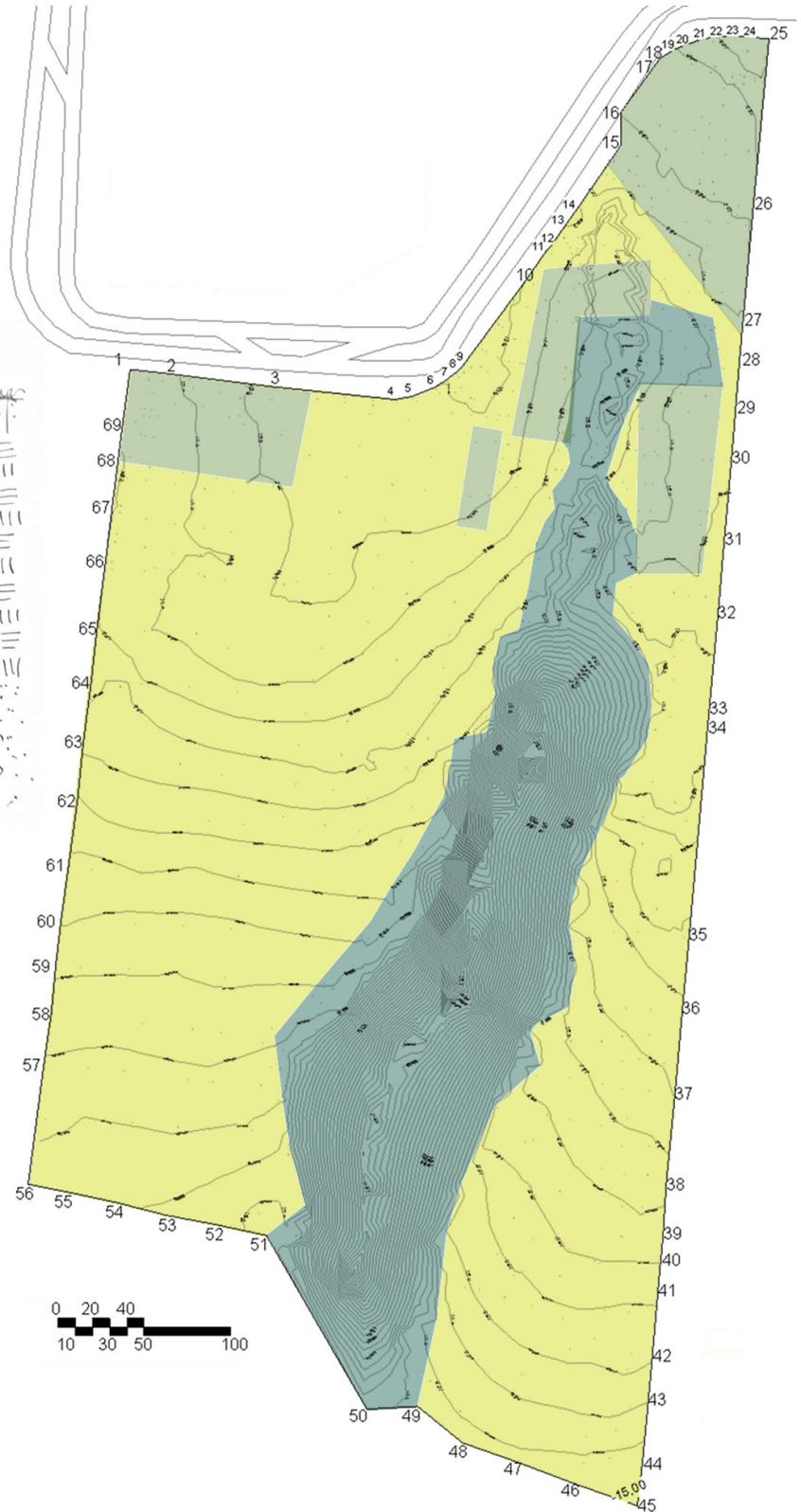


### SUELO TRATADO

Áreas que han sido tratadas e intervenidas por movimiento de tierra para realizar construcciones de distintas categorías. La mayor de ellas ha sido la del edificio UVIGER, ubicado en la esquina noreste del polígono.

### SUELO ARCILLOSO - HÚMEDO

El tipo de suelo en la quebrada, por ser drenaje natural suele ser más húmedo, así también por la vegetación que en ella se mantiene y la sombra que esta proporciona.



## TIPOS DE SUELO EN EL TERRENO

ESCALA GRÁFICA

Figura 54. Esquema de los distintos tipos de suelo que conforman el terreno, elaboración propia con base en el estudio de suelos realizado al terreno por la Facultad de Ingeniería de la USAC.

## NOMENCLATURA

### TEMPERATURA

MIN.: 13.1°C

MAX.: 27.3°C

### VIENTOS

DIRECCIÓN PREDOMINANTE:

NORESTE

DIRECCIÓN SECUNDARIA:

SUR



### SOLEAMIENTO

SOLSTICIO DE VERANO

SOLSTICIO DE INVIERNO

### HUMEDAD RELATIVA

70% - 80%

### PRECIPITACIÓN PLUVIAL

1076mm anuales (2013)

### DRENAJE NATURAL



# FACTOR NATURAL

## ESCALA GRÁFICA

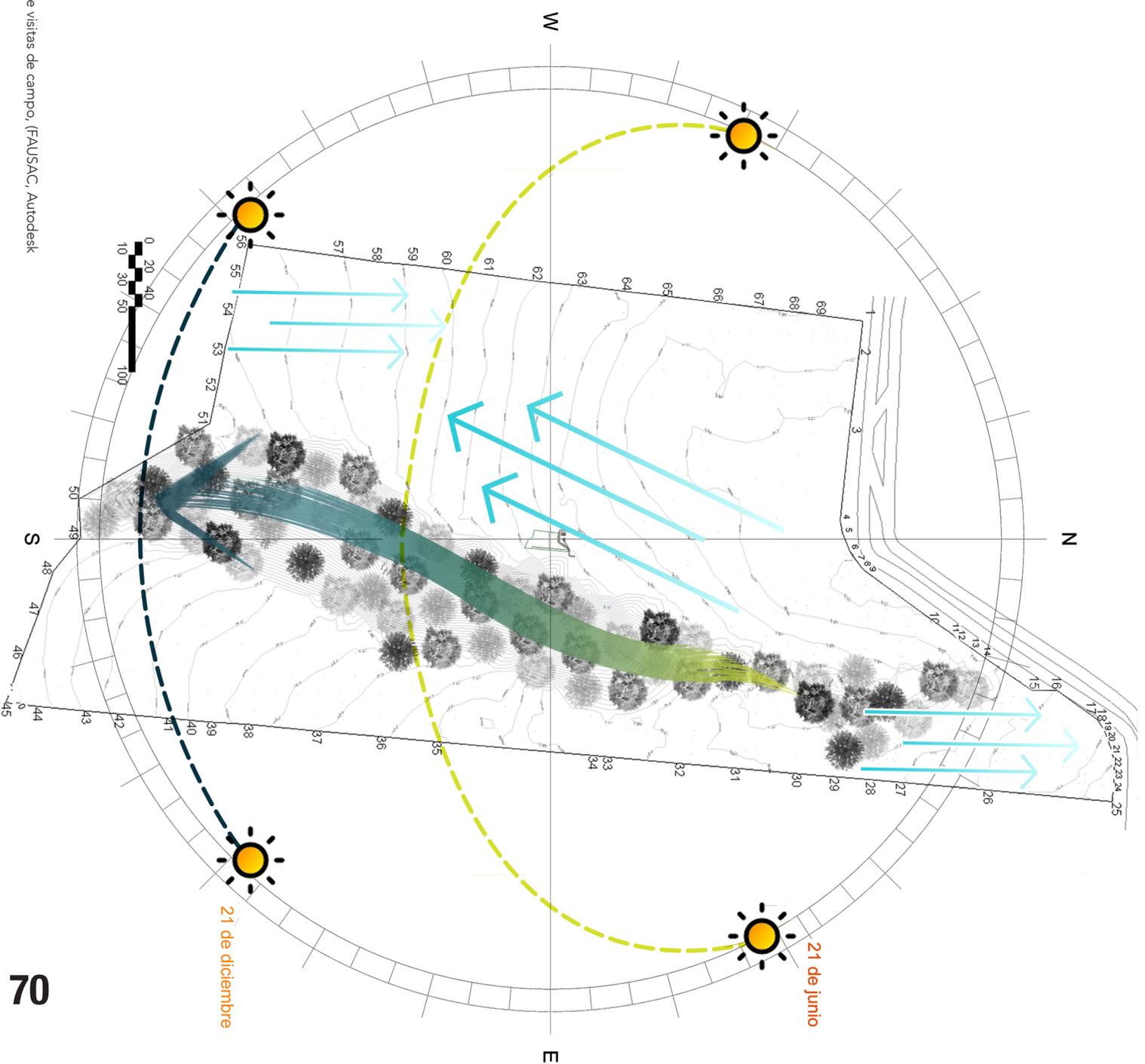


Figura 55. Factor Natural, elaboración propia con información obtenida de visitas de campo, (FAUSAC, Autodesk Revit 2015, Adobe photoshop CC 2015, Mayo de 2015 y Marzo de 2016).

# ANÁLISIS DE RIESGO Y AMENAZAS

DEPARTAMENTO		MUNICIPIO			
Guatemala		Guatemala			
ZONA (comunidad, aldea, municipio, región):		Coordenadas			
Zona 12 capitulina Jardín Botánico para el ICT, USAC		Lat.: 14° 34' 48" Long.: 90° 33' 16"			
Nombre del Proyecto		Institución responsable del proyecto:			
Jardín Botánico para el ICT, USAC		Universidad de San Carlos de Guatemala			
AMENAZAS		1. Antecedentes y pronósticos de amenazas del área de influencia del proyecto			
AMENAZAS		PRONÓSTICO			
AMENAZAS		COMENTARIOS			
Terremotos (sismos)		X	Mediano, por los sismos frecuentes en el país		
Erupciones Volcánicas (ceniza, lahares, lava, gases, etc.)		X	Mediano riesgo por su ubicación con respecto a los volcanes Santiaguito y de Fuego		
Deslizamientos		X	Mediano riesgo, por condiciones topográficas de terreno		
Derrumbes		X			
Hundimientos		X			
Inundaciones		X	Pueden darse por las condiciones del suelo en el terreno		
Sequías		X	En épocas secas o durante fenómenos climáticos		
Hieladas (congelación)		X			
Ola de calor		X			
Radiación solar intensa		X			
Vientos Fuertes		X	Cada año se genera un calor más intenso		
Sedimentación		X	Se han registrado de hasta 22mm/h		
Incendios forestales		X	Los pastizales del terreno fácilmente dispersarían el fuego		
Erosión (hídrica o eólica)		X	A causa de sequía y falta de agua para riego		
Deforestación		X			
Acumulo de escombros		X			
Incendio estructural		X			
Derrames hidrocarburos		X			
Contaminación por uso de agroquímicos		X			
Contaminación del aire		X	Poco que se eleva en temporadas de sequía		
Contaminación por ruido		X			
Contaminación por desechos sólidos		X	Esos desechos obstruirían los drenajes o canaletas		
Contaminación por desechos líquidos		X	Al tener mayor cantidad de usuarios		
Epidemias		X			
Pegajos que afectan a humanos y/o procesos productivos		X			
DEPARTAMENTO		MUNICIPIO			
Guatemala		Santa Cruz la Laguna			
ZONA (comunidad, aldea, municipio, región):		Coordenadas			
Zona 12 capitulina Jardín Botánico para el ICT, USAC		Latitud: 14° 34' 48" Longitud: 90° 33' 16"			
Nombre del Proyecto		Institución responsable del proyecto:			
Jardín Botánico para el ICT, USAC		Universidad de San Carlos de Guatemala			
Nombre del Formulador:		Fecha:			
J1032D16					
AMENAZAS QUE AFECTAN AL PROYECTO		NIVEL DE AMENAZA		MEDIDA DE MITIGACIÓN	
AMENAZAS QUE AFECTAN AL PROYECTO		FRECUENCIA		MEDIDA DE MITIGACIÓN	
AMENAZAS QUE AFECTAN AL PROYECTO		INTENSIDAD		MEDIDA DE MITIGACIÓN	
AMENAZAS QUE AFECTAN AL PROYECTO		DE 1 A 5		MEDIANA	
Terremotos (sismos)		5	1	3	Correcto dimensionamiento en sistemas estructurales para las edificaciones
Erupciones Volcánicas (ceniza, lahares, lava, gases, etc.)		3	2	3	Adecuación de techos con pendiente de fácil evacuación
Deslizamientos		1	1	1	Sembrar especies de raíz contenedora
Sequías		3	3	3	Contemplar sistema de captación de agua de lluvia
Ola de frío		3	2	3	Contemplar diseño bioclimático en interiores
Vientos Fuertes		3	2	2	Tratar las áreas de permeabilidad con masas vegetales que protejan del viento
Incendios forestales		1	1	1	Contemplar reserva de agua para incendios y evitar la quema de paja y/o basura
Erosión (hídrica o eólica)		2	2	2	Impedir la erosión del suelo y capa vegetal en donde no se requiera
Contaminación por uso de agroquímicos		3	1	2	Plantear el uso de fertilizantes y tratamientos naturales para el mantenimiento tanto de los jardines como siembras
Contaminación del aire		1	1	1	Controlar el levantamiento de polvo por medio de masas vegetales
Contaminación por desechos sólidos		3	2	3	Incluir la clasificación de los desechos orgánicos e inorgánicos así como el reciclaje del mismo
Contaminación por desechos líquidos		3	2	3	Plantar tratamiento primario para las aguas grises que se obtengan del proyecto
Pegajos que afectan a humanos y/o procesos productivos		2	1	2	Dar un mantenimiento a las plantas y siembras para evitar el uso de pesticidas.

Figura 57. Fuente: elaboración propia con información obtenida del Análisis de Gestión del Riesgo en Proyectos de Ingeniería Agrícola AGRIP (Guatemala: Dirección de Comunicación Social, Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia -SEGEPLAN-, 2013) 3-9.

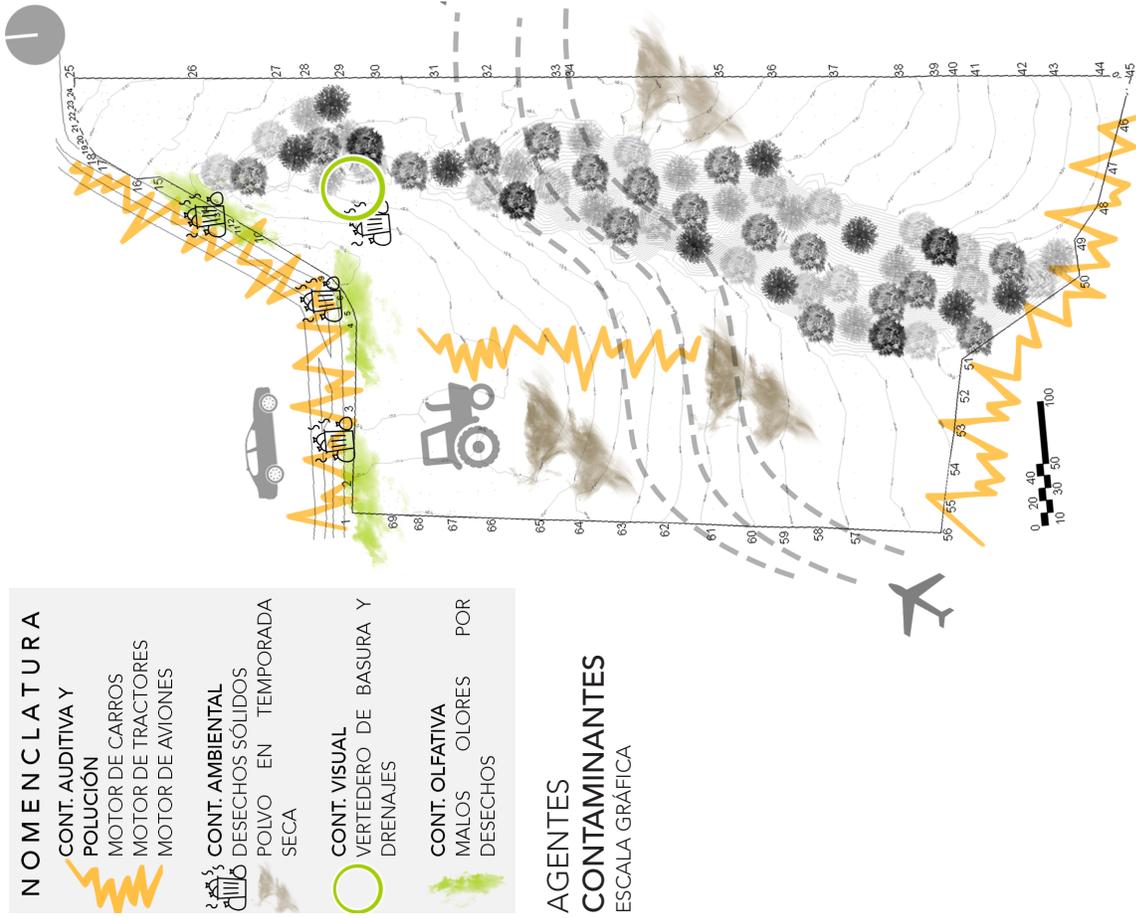


Figura 56. Agentes Contaminantes, elaboración propia con información obtenida de visitas de campo, (Adobe photoshop CC 2015, Mayo de 2015 y Marzo de 2016).



Fig. 58. Plantas de plátano en la quebrada baja.

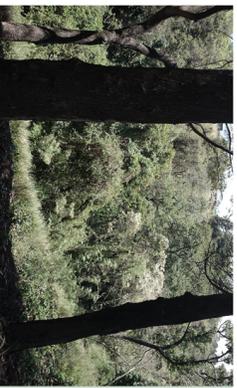


Fig. 59. Vista hacia la quebrada, tepalcaldos, arbustos y árboles han crecido en la pendiente del barranco



Fig. 60. Vista hacia la quebrada, cercano al área de invernaderos y maitposario, se cuentan con arbustos y palos altos de tronco medio (30cm de diámetro).



Fig. 61. Vista hacia la quebrada, con área de aprovechamiento para siembra de café.



Fig. 62. Siembra de pino al finalizar el terreno, collindancia sur.



Fig. 63. Las collindancias del terreno se encuentran cercadas con eucaliptos, casuarinas y malla.

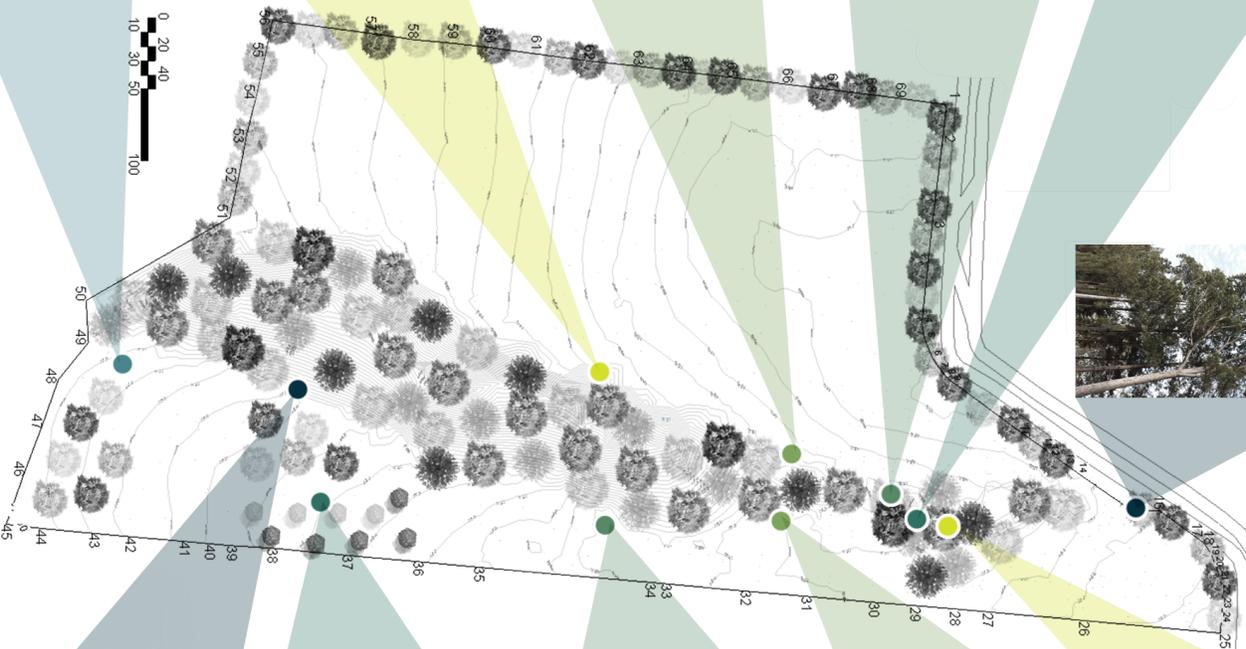


Fig. 64. Área de siembra de casuarinas al inicio de la quebrada.



Fig. 65. Área de siembra de casuarinas y eucaliptos cerca del área de los invernaderos.



Fig. 66. Área de descampada la cual es chapada irregularmente. Desde este punto se aprecia una siembra de cipreses.



Fig. 68. Área de siembra palo de limon.



Fig. 70. Vegetación que impide el paso a la quebrada.



Fig. 67. Área de barranco hacia la quebrada sobre la cual crece todo tipo de vegetación cubresuelo.



Fig. 69. Área de siembra palo de Ciprés.

Fuente: Elaboración propia con mapa proporcionado por la FAUSAC e información obtenida del plano y del Ing. Francisco Cifuentes en las visitas de campo realizadas en Mayo de 2015 y Marzo de 2016.



Fig. 74 a la **acometida** ingresan los conductores que provienen de un poste con transformador el cual se encuentra en la acera frente al terreno.



Fig. 75 El terreno cuenta con 3 **acometidas** de las cuales esta es la principal que surte energía a los edificios del CEDA. El servicio es eficiente ya que proviene del servicio general de la USAC.



Fig. 76 El **drenaje de las aguas pluviales** en la circulación se da hacia el camellón central del boulevard universitario, estos se tapan con hojas y/o basura.



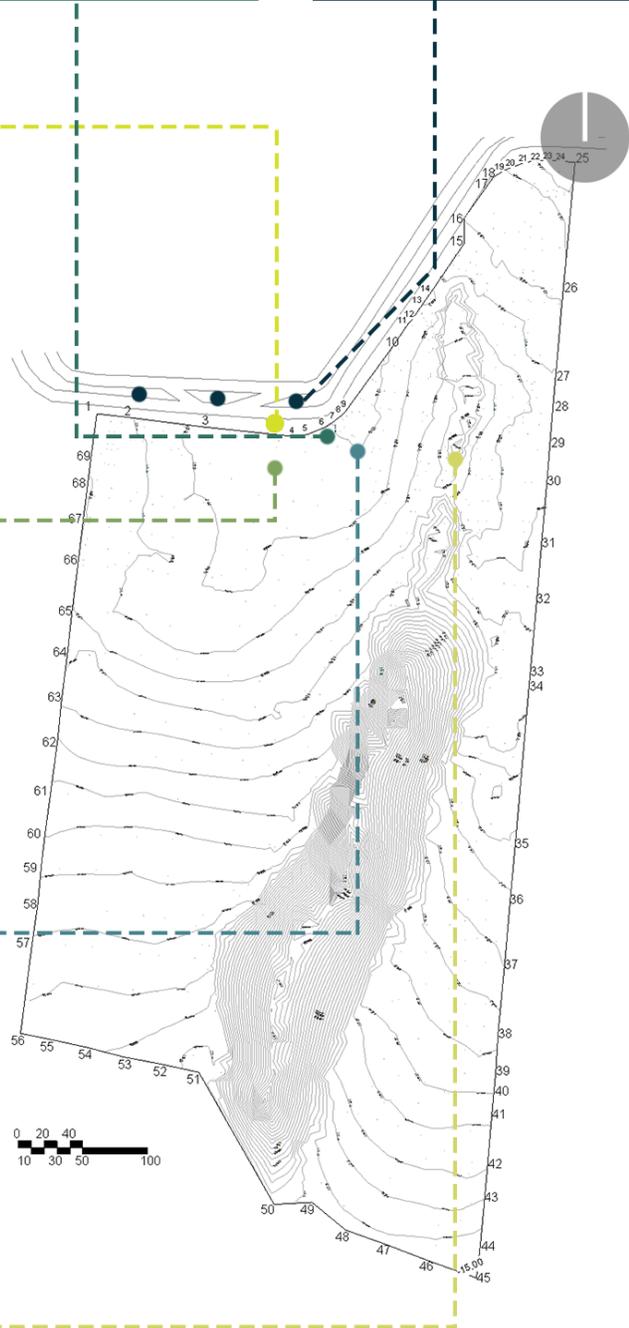
Fig. 73 La **toma de agua** se realiza por medio de un pozo y un sistema hidroneumático para el cual se cuenta con otra acometida.



Fig. 72 Del pozo el agua se coloca en un **tanque de captación** para mantener una reserva así como captar agua de lluvia para el constante riego de las



Fig. 71 El **drenaje** se realiza hacia un pozo ciego de parte de las instalaciones del CEDA, así mismo, el drenaje de agua pluvial se manda a la quebrada, donde se ha empozado el agua.





**Fig. 83** Invernaderos y el camino de siembras que recorre el terreno en casi todo el desarrollo de los campos.



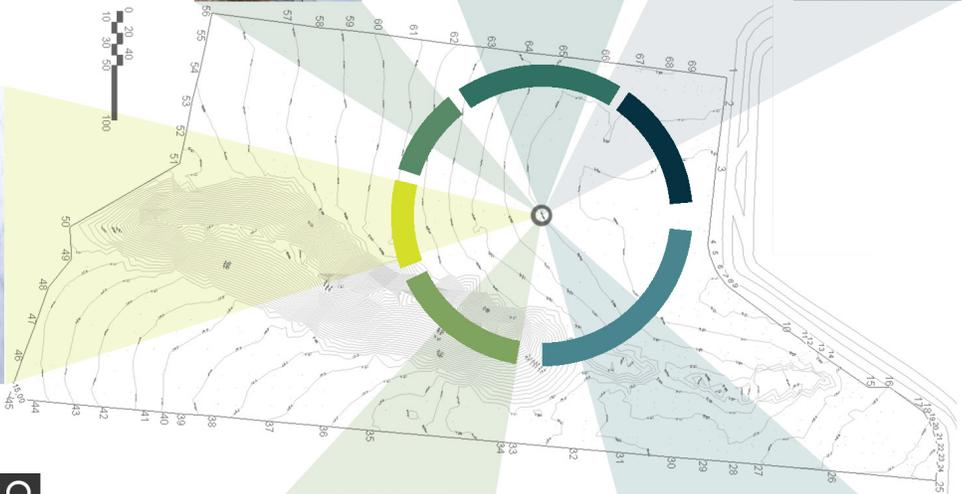
**Fig. 82** Se aprecian las siembras y la colindancia con LARRSA al otro lado del cerco del terreno.



**Fig. 81** Los volcanes son visibles en el paisaje del terreno, las siembras y vegetación enmarcan la visual.

## VISTAS DESDE EL CONJUNTO

ESCALA GRÁFICA



**Fig. 77** Se aprecian un invernadero, el cerco del terreno y siembras que abarcan la mayor parte de este área.



**Fig. 78** Siembras y al horizonte la vegetación es utilizada como barrera vegetal en el inicio de la quebrada.



**Figs. 79 Y 80** Se aprecian los volcanes, las siembras y un marco de vegetación.



## CALIDAD DE VISTAS



MUY BUENA

BUENA

REGULAR



**F1** Fig. 84 Vista desde el cerco frontal del terreno.



**F2** Fig. 85 Vista desde el cerco frontal del terreno.



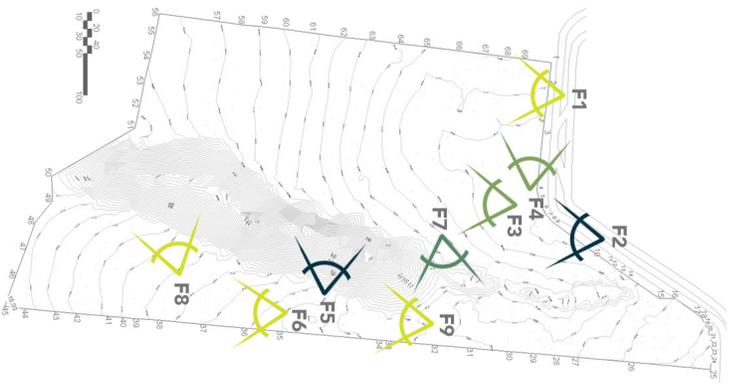
**F3** Fig. 86 Vista hacia las siembras desde orilla del terreno.



**F4** Fig. 87 Vista hacia las siembras e invernaderos desde orilla del terreno.



**F5** Fig. 88 Vista hacia el oeste del terreno desde la quebrada por el lado Este



**F6** Fig. 98 Vista hacia el sur del terreno y hacia la quebrada.



**F8** Fig. 91 Vista hacia el sur de la quebrada.



**F7** Fig. 90 Vista hacia el área de invernaderos Este



**F9** Fig. 92 Vista hacia el sur del lado Este del terreno.

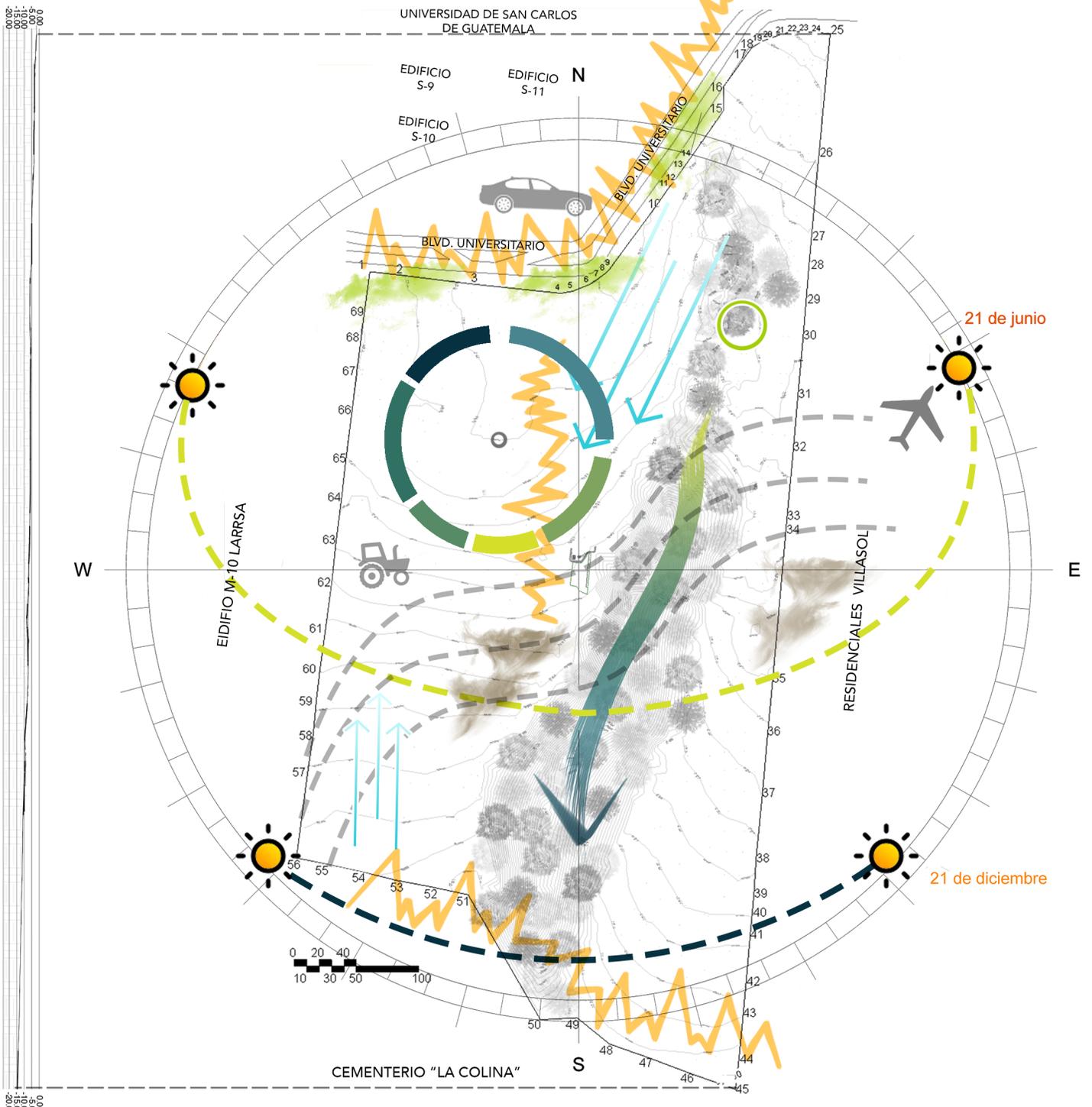
## VISTAS HACIA EL CONJUNTO

ESCALA GRÁFICA

## PLANO DE VISTAS ESC.: INDICADA

Figura 93.

Plano de Vistas, elaboración propia con información obtenida de vistas de campo, (Adobe photoshop CC 2015, Mayo de 2015 y Marzo de 2016).



## N O M E N C L A T U R A

<ul style="list-style-type: none"> <li> VIENTOS</li> <li> DIRECCIÓN PREDOMINANTE: NORESTE</li> <li> DIRECCIÓN SECUNDARIA: SUR</li> <li> SOLEAMIENTO</li> <li> SOLSTICIO DE VERANO</li> <li> SOLSTICIO DE INVIERNO</li> <li> DRENAJE NATURAL</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li> CONT. AUDITIVA Y POLUCIÓN</li> <li> MOTOR DE CARROS</li> <li> MOTOR DE TRACTORES</li> <li> MOTOR DE AVIONES</li> <li> CONT. AMBIENTAL</li> <li> DESECHOS SÓLIDOS</li> <li> POLVO EN TEMPORADA SECA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li> CONT. VISUAL</li> <li> VERTEDERO DE BASURA Y DRENAJES</li> <li> CONT. OLFATIVA</li> <li> MALOS OLORES POR DESECHOS</li> </ul>
<b>CALIDAD DE VISTAS</b> MUY BUENA BUENA REGULAR		

Figura 94. Plano de Resumen, elaboración propia con información obtenida de visitas de campo, (Adobe photoshop CC 2015, Mayo de 2015 y Marzo de 2016).





## PREFIGURACIÓN

En éste capítulo se ejemplifican y analizan casos análogos, los cuales son proyectos similares de los que se obtendrán parámetros de diseño a tomar en cuenta para el proyecto. Como resultado, se obtendrán premisas a nivel de sitio y se iniciará el proceso de planificación y diseño del proyecto, estableciendo el programa arquitectónico, zonificación, relaciones de ambientes y las premisas que se tomarán en cuenta para ubicarlas dentro del conjunto. Este ordemaniento es vital para el funcionamiento óptimo del proyecto.





## CASOS ANÁLOGOS

A continuación se analizan dos proyectos influyentes en su entorno los cuales son afines al Jardín Botánico para el Instituto de Ciencias y Sistemas de la tierra:

**1. Jardín Botánico de Culiacán, Sinaloa, Mexico.** En él se analizan las áreas estanciales, públicas y sociales así como la distribución de circulaciones y áreas a nivel de conjunto como una referencia para el diseño del presente proyecto.

**2. Instituto de Investigación Botánica -BRIT-, Fort Worth, Texas.** En él se analizan los sistemas de tecnología empleados en la estructura, materiales y reutilización de recursos así como las áreas de servicio para un proyecto de ésta índole.

De ambos se obtiene un cuadro comparativo en donde se analizan sus fortalezas y debilidades en los aspectos de: conjunto, aspecto funcional, constructivo, morfológico y ambiental.



## JARDÍN BOTÁNICO DE CULIACÁN, SINALOA, MÉXICO

### DATOS GENERALES

**Área total:** 10 hectáreas

**Edificios que lo conforman:** Acceso Sur, Auditorio abierto, Servicios Culturales, Invernadero, Servicios Educativos, Curaduría y Acceso Norte.

**Funciones:** conservación de especies botánicas, la investigación científica, la educación ambiental y la promoción cultural.

**Colección Botánica:** cuenta con más de 1,000 diferentes especímenes de plantas, de más de 400 géneros y de alrededor de 100 familias, agrupados en 19 colecciones.

**Manejo:** entidad privada con donaciones gubernamentales y de organizaciones, voluntariado, manejo de eventos y donaciones abiertas al público.

### CONJUNTO

#### ACCESIBILIDAD Y CIRCULACIÓN

- Cuenta con dos accesos principales en dos extremos contrarios, lo cual lo hace accesible.
- La circulación es netamente peatonal dentro del conjunto, teniendo una circulación privada de servicio que conduce a las bodegas.
- La circulación peatonal es variable, jerarquizada por su ancho y ubicación. Ambos ingresos al conjunto son tipo corredor, los cuales conectan directamente hacia la calle. Alguna se encuentra pavimentada, otra se mantiene únicamente con un tratamiento primario de compactación.
- El jardín es visitado por aproximadamente 30,000 personas al mes.
- El polígono se protege por medio de una barrera vegetal.

#### ZONIFICACIÓN

- Las áreas de comercio se reservan únicamente a los ingresos.
- El área pública se mantiene aparte del área de invernadero e investigación.
- Las lagunas de exposición se encuentran en varias partes del conjunto, se aprovechan como áreas estanciales.
- Se cuenta con un área exclusiva de bodegas colindante a una calle de servicio.
- En todo el parque se cuenta con vegetación, sin embargo, las colecciones principales se encuentran agrupadas en distintos sectores.

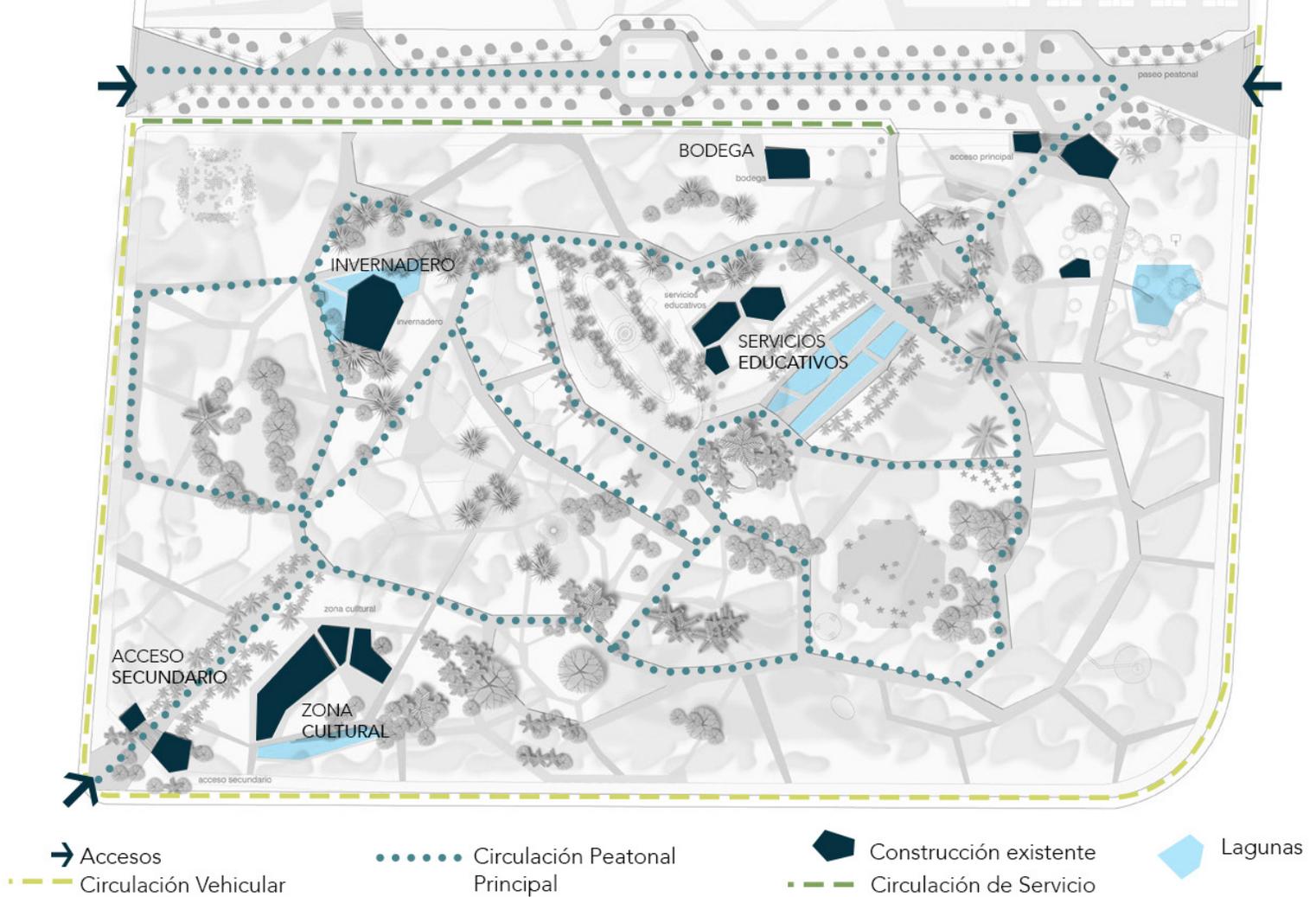


Figura 95. Planta de conjunto zonificada. Elaboración propia a partir de plano de Conjunto de Tatiana Bilbao. (Jardín Botánico de Culiacán, 2012).

### INFRAESTRUCTURA

- Cuenta con instalaciones subterráneas para todos sus servicios dentro y fuera del conjunto.
- Algunos espacios exteriores son aprovechados como pabellones que son áreas estancias, dotados de sombra y protección a lluvias, áreas de descanso, iluminación y servicios sanitarios.
- Los jardines se encuentran protegidos por cercos o bien, la barrera vegetal que crean los arbustos.
- No se cuenta con una señalización masiva, es muy discreta y no pelea con el entorno natural.
- En varios puntos de los caminamientos se encuentran basureros lo cual ayuda a mantener limpio el lugar.



Figura 96. Áreas estancias de recreo. Iwan Baan. (Jardín Botánico de Culiacán, 2012).



Figura 97. Instalaciones en áreas estancias Iwan Baan. (Jardín Botánico de Culiacán, 2012).

## ASPECTO FUNCIONAL

### ZONA PÚBLICA

Además de la exposición en el jardín, se cuenta con áreas destinadas a la atención al público, entre ellas: cafeterías (2), auditorio al aire libre, Servicios Culturales y Servicios Educativos los cuales se aprovechan de la siguiente manera:

- Las cafeterías cuentan con una capacidad para 60 personas, batería de baños para 10 personas
- En todas las áreas se cuenta con accesibilidad universal.
- En nodos de los caminamientos se aprovecha la instalación de obras de arte de más de 15 artistas nacionales e internacionales.
- En el área cultural se contempla un sitio flexible para exposiciones, con una bodega y un área aproximada de 100m<sup>2</sup>
- Los ángulos agudos dentro de las instalaciones se ven desperdiciadas en los planos.
- El auditorio exterior cuenta con una bodega y capacidad para 50 personas sentadas y contempla espacio para que otras se mantengan de pie, éste se delimita por muros de distinto perfil para almacenar la acústica de las presentaciones digitales proyectadas.
- El área educativa cuenta con: biblioteca, área de exposición digital y auditorio para 60 personas incluyendo la discapacidad. La batería de baños tiene una capacidad para 6 personas.
- El invernadero es atravesado por medio de una rampa, lo cual lo hace accesible.
- El área verde se aprovecha para conservar especies animales como reptiles, mariposas, aves, peces, entre otros.
- Se atiende en jornadas de Lunes a Sábado de 7:00 a 5:00 p.m. , sujeto a eventos y recorridos nocturnos.



Figura 98. Auditorio al aire libre. Iwan Baan. (Jardín Botánico de Culiacán, 2012).



Figura 99. Interior área educativa. Sergio Culjarbota. (Jardín Botánico de Culiacán, 2012).

### ZONA PRIVADA

- Se cuenta un área administrativa y de investigación en invernadero las cuales no son abiertas al público.

### ZONA SERVICIO

- Se cuenta con el servicio de aproximadamente 60 jardineros, distribuidos por área, las cuales cuentan con sus bodegas respectivas.
- Las colecciones principales son: palmas, Agaves y Suculentas, Bosque de Plantas Comestibles, Ficus, entre otras.
- En toda la institución trabajan 150 personas, contando jardineros, investigadores, administradores, entre otros.
- Todas las áreas cuentan con su respectivo servicio sanitario, en áreas privadas se cuenta únicamente con un artefacto por batería, en áreas públicas, entre 3 a 6 artefactos por batería.

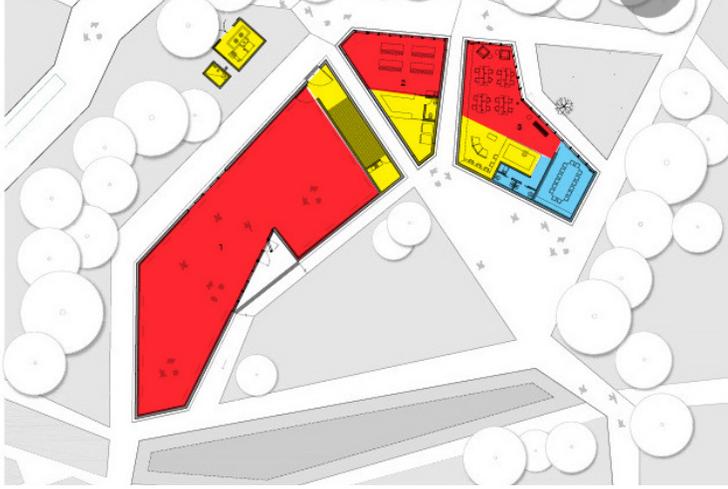


Figura 100. Planta de Área Cultural. Elaboración propia sobre plano de Tatiana Bilbao. (Jardín Botánico de Culiacán, 2012).

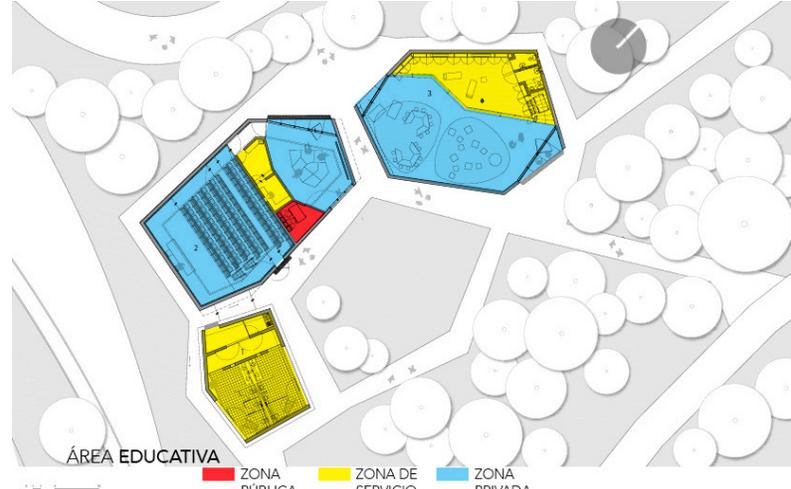


Figura 101. Planta de Área Educativa. Tatiana Bilbao. (Jardín Botánico de Culiacán, 2012).

## ASPECTO FORMAL Y CONSTRUCTIVO

En áreas intervenidas constructivamente se han implementado espacios educativos y piezas de arte contemporáneo que se integran a la naturaleza circundante.

- Se diseñaron espacios geométricos proyectivos, por líneas limpias, con acabados naturales vistos.
- Las luces a cubrir van de medias a grandes, desde los 7 hasta los 15 metros (auditorio) cubiertos por un sistema prefabricado de losa tipo T. La ventaja de éstos espacios es que son únicamente de un nivel. Algunas áreas con mezzanine se sostienen sobre un sistema de vigas y columnas de acero.
- El cerramiento horizontal se realizó por medio de muros masivos, fundidos in situ con una sección de 0.15m los cuales transmiten la carga hacia una cimentación corrida.
- Para el invernadero únicamente se circundó el espacio con paneles de vidrio, los cuales reposan sobre muros de contención.
- Las lagunas son artificiales, con rebalses y drenajes que redirigen el agua hacia adentro de las mismas.



Figura 102. Fachadas en área Educativa. Iwan Baan. (Jardín Botánico de Culiacán, 2012).

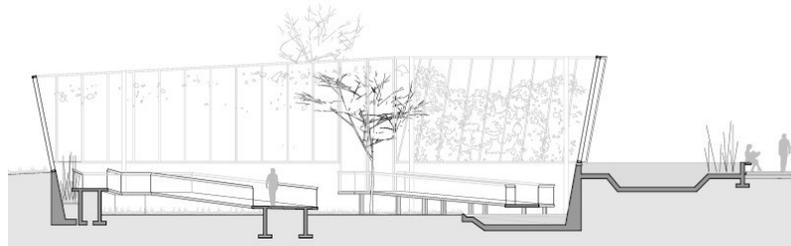
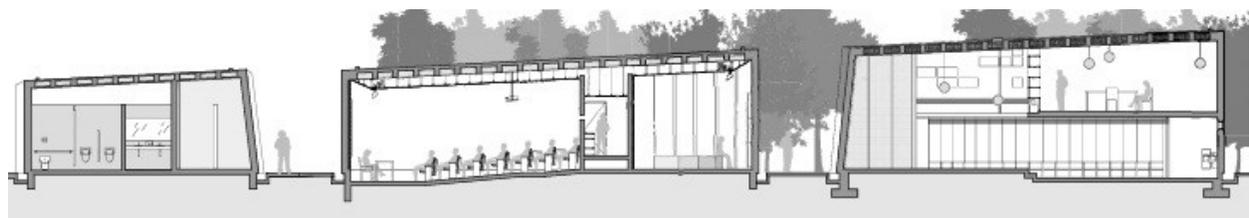


Figura 103. Sección de invernadero. Tatiana Bilbao. (Jardín Botánico de Culiacán, 2012).

- El vidrio es un material bastante empleado para las instalaciones y fachadas, empleados en muros cortina con montantes de aluminio.
- Las instalaciones artísticas en el resto del jardín emplean estructuras de acero y madera, mobiliario fundido en concreto el cual es más duradero.

Figura 104. Sección de Servicios Educativos. Tatiana Bilbao. (Jardín Botánico de Culiacán, 2012).



## ASPECTO AMBIENTAL

- Fachadas abiertas al norte y cerradas al sur, aprovechando la luz natural y ventilación en donde sea posible, ya que los vientos predominantes provienen del Sur Este.
- En las edificaciones como área de exposición y auditorio que requieren de un espacio cerrado, el eje de fachada larga es N-S. Por el contrario, en áreas de mayor estadía el eje de fachada larga es E-W, para aprovechar la luz.
- Existe protección contra la lluvia en los ingresos a las edificaciones por medio de voladizos. Éstas son circundadas por una cuneta para la evacuación y captación del agua pluvial.
- Gran porcentaje de iluminación es natural en los interiores, principalmente por el horario del parque.
- Las edificaciones no pelean, más bien respetan los árboles cercanos, aprovechando el follaje para proporcionar protección a la luz solar directa tanto en espacios construidos como en el recorrido exterior.
- Las lagunas se aprovechan como áreas estanciales y de exposición que a la vez ayudan a humedecer el ambiente.
- Algunos pavimentos son permeables, esto ahorra el manejo de agua pluvial en el conjunto ya que se realiza una recarga directa al suelo. El resto cuenta con alcantarillado.



Figura 105. Cuneta circundante de edificios. Iwan Baan. (Jardín Botánico de Culiacán, 2012).

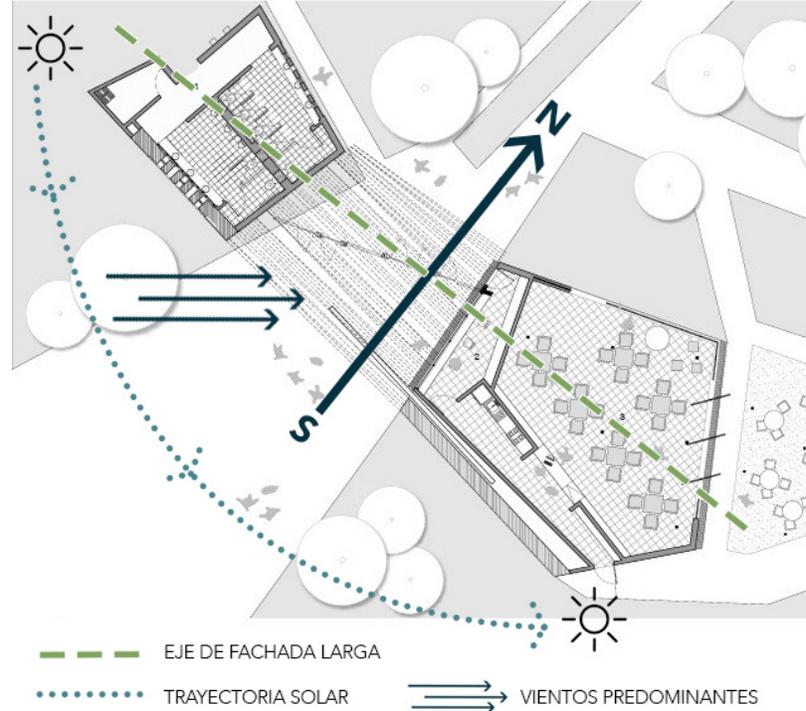


Figura 106. Esquema de manejo ambiental, elaboración propia con planos de Tatiana Bilbao. (Jardín Botánico de Culiacán, 2012).



Figura 107. Aprovechamiento de sombra, revistacodigo.com. (Jardín Botánico de Culiacán, 2012).

- En áreas cerradas, como el auditorio, se utiliza sistema de aire acondicionado.
- Para las áreas de exposición principal se aprovecha al máximo un solo espacio para representar especies de diversas alturas, por ejemplo: un árbol, un arbusto y un cubresuelo. Otros espacios se aprovechan únicamente para arbustos y árboles.
- Estos espacios se vuelven sostenibles para el mantenimiento de especies animales, ya que los propios árboles y plantas brindan frutos para su alimentación.

# INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN BOTÁNICA, -BRIT-, FORT WORTH, TEXAS, ESTADOS UNIDOS

## DATOS GENERALES

Área total: 6,500 m<sup>2</sup>

Año: 2011

Partes que lo conforman: El "Thin Block" con la administración, oficinas de investigación, departamento educativo, áreas de exhibición y espacios públicos y el "Archive Block" que contiene al herbario y librería.

Colección: más de un millón de especies en herbario, y jardines de estudio.

Manejo: Entidad privada, sin fines de lucro.

Certificación:  
LEED-NC Platinum.

## CONJUNTO

El edificio se encuentra e interconecta con los terrenos colindantes del jardín botánico, conservatorio y Universidad.

- Sus circulaciones se encuentran bien relacionadas y diferenciadas una de las otras. Cuenta con acceso y circulación de servicio y cada isla de parqueo conduce peatonalmente hacia el edificio de forma eficiente.
- Las circulaciones se interconectan, teniendo mayor jerarquía la peatonal.
- Cuenta con 266 plazas para parqueo, dotadas con sombra vegetal, de las cuales 12 son para personas discapacitadas las cuales tienen circulación directa al edificio.
- Es accesible, ya que cuenta con 3 ingresos tanto vehiculares como peatonales en puntos opuestos del terreno y conecta hacia el Jardín Botánico y Conservatorio por un boulevard.
- Se contempló el reservar áreas de bosque y se implementó un jardín de investigación en el área de parqueo, así también cuenta con área de clases en el exterior.

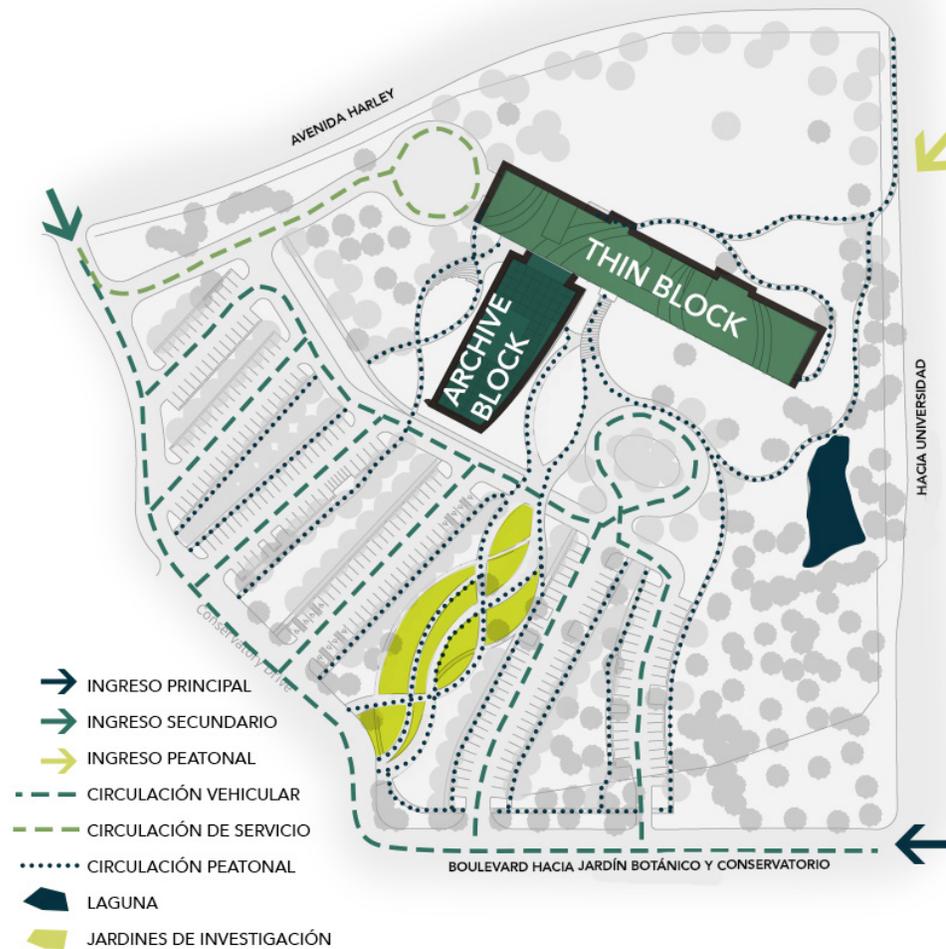


Figura 108. Esquema de conjunto, elaboración propia sobre plano de H3 Hardy Collaboration Architecture, (Archdaily, 2012).

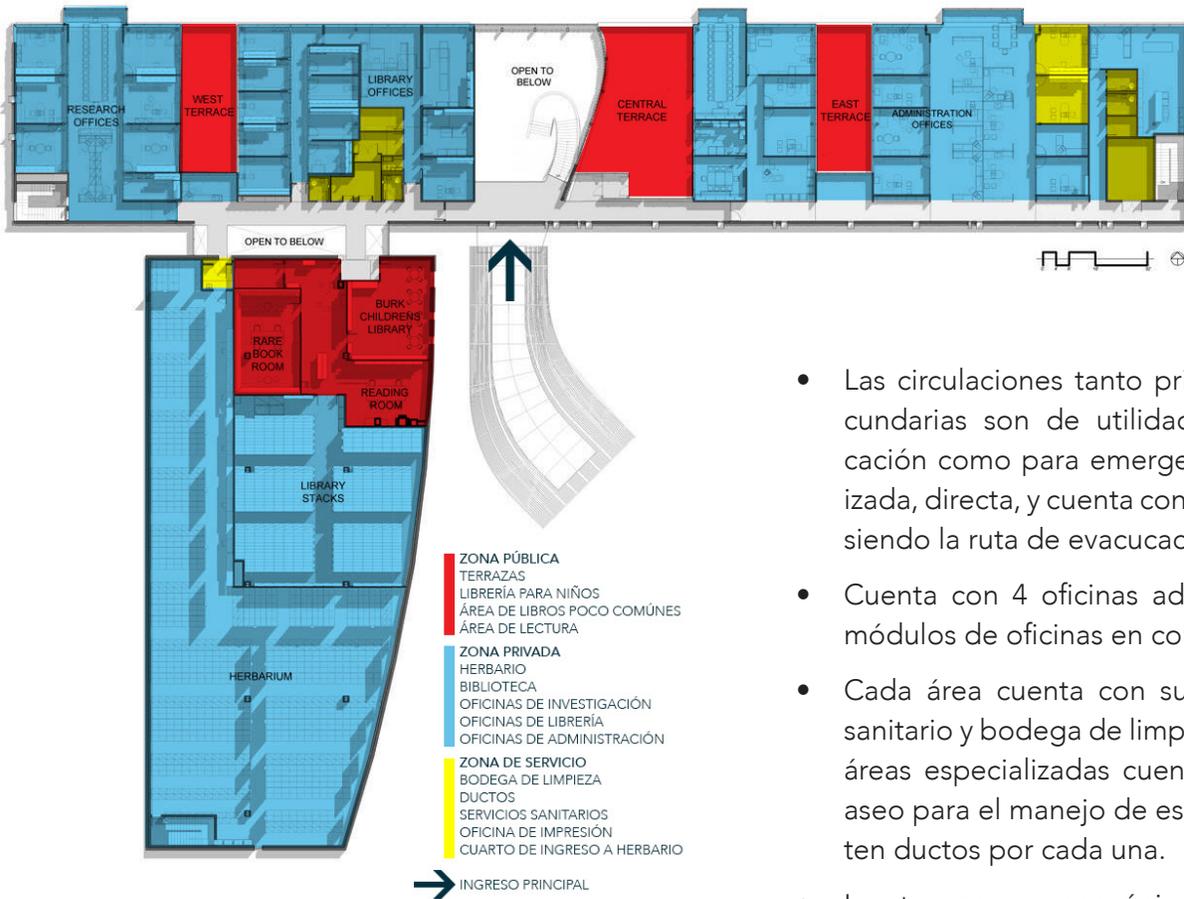


Figura 109. Esquema de zonificación de Planta Alta, elaboración propia sobre plano de H3 Hardy Collaboration Architecture, (Archdaily, 2012).

- La relación y el índice de ocupación del proyecto es bajo a comparación de toda el área de terreno.
- Contempla también una futura ampliación para el herbario.

## ASPECTO FUNCIONAL

- Separa eficientemente el módulo público y el privado con sus respectivos servicios y circulaciones.
- Cuenta con 14 oficinas de investigación, de aproximadamente 10m<sup>2</sup>, incluyendo principales y anexas, con una biblioteca de consulta.
- La zonificación es óptima, de acuerdo a la frecuencia y secuencia de uso de las instalaciones, dejando los espacios públicos a primer alcance y los privados más reservados.

- Las circulaciones tanto principal como secundarias son de utilidad para la zonificación como para emergencias. Es centralizada, directa, y cuenta con distintas salidas, siendo la ruta de evacuación más corta.
- Cuenta con 4 oficinas administrativas y 7 módulos de oficinas en conjunto.
- Cada área cuenta con su propio servicio sanitario y bodega de limpieza/servicio. Las áreas especializadas cuentan con área de aseo para el manejo de especímenes. Existen ductos por cada una.
- Las terrazas no son únicamente espacios públicos sino también se aprovechan para dotar al edificio de iluminación y ventilación natural.

## ASPECTO FORMAL Y CONSTRUCTIVO

- El *Thin Block* está conformado por una estructura de acero de sección circular que cubren una luz de aprox. 8 x 10 metros y cerramientos de paneles de concreto prefabricado con rematados con muros cortina en la fachada norte y aberturas más discretas en la fachada sur.



Figura 110. Área administrativa del BRIT. Chris Cooper. (Archdaily, 2012).

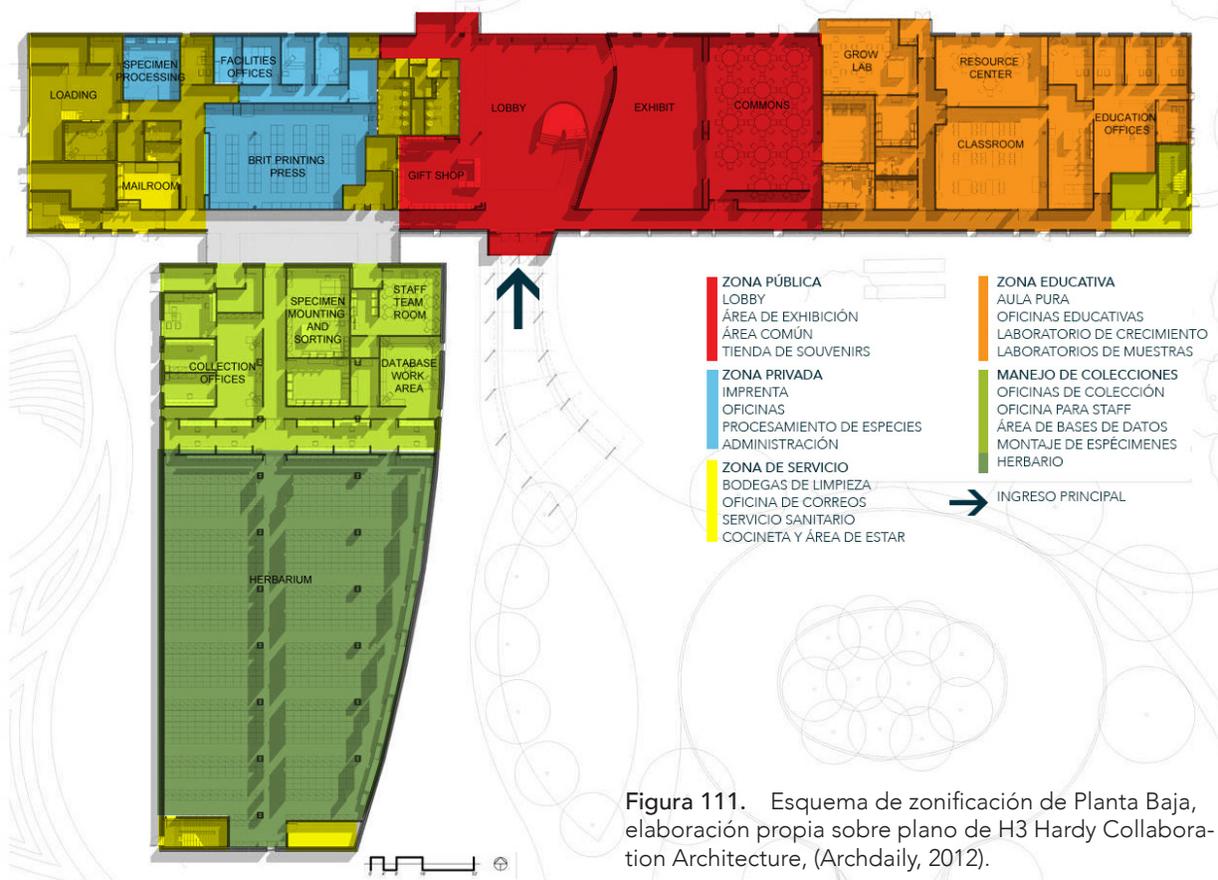


Figura 111. Esquema de zonificación de Planta Baja, elaboración propia sobre plano de H3 Hardy Collaboration Architecture, (Archdaily, 2012).

- El *Archive Block* se sostiene por medio de una estructura de acero de sección rectangular que salvan una luz de 10 x 10 metros. El cerramiento en éste es de paneles tilt-up de concreto cerrando casi en su totalidad el espacio, por los requerimientos de temperatura y humedad que éste requiere.
- Las cubiertas son levemente inclinadas de block prefabricados sobre vigas de metal, en algunas áreas cubierto por cielo falso de madera. La circulación principal está cubierta por una cristallera que permite el aprovechamiento de luz natural.

- La forma del edificio surge de su función, basándose en formas geométricas y una leve interrelación de formas entre ambos módulos y la curva generada en el módulo de archivo.
- La interrelación de volúmenes hace que uno le genere sombra a otro en las horas de la tarde, se cuida también el cerrar el edificio hacia su fachada principal (sur) por protección solar.

## ASPECTO AMBIENTAL

El edificio cuenta con certificación LEED Platinum la cual ha ganado por medio de los siguientes sistemas, ahorrando \$37,000 al año:

- Los jardines son depresiones poco profundas cerca de escorrentías, plantados con especies de raíz profunda, autóctonas de la región que protegen las alcantarillas de inundaciones, nutre las plantas y reduce la polución.
- Reserva espacios en sus parqueos para vehículos con baja emisión de Co2
- El sitio ha reforestado el 67% del área que ha construido reintroduciendo plantas nativas al sitio.

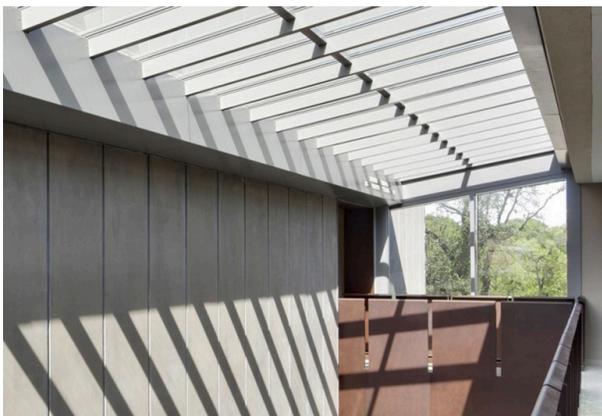


Figura 112. Cubierta de cristallera sobre circulación principal. Chris Cooper. (Archdaily, 2012).



Figura 113. Interior de Herbario controlado con aire acondicionado. Chris Cooper. (Archdaily, 2012).



Figura 114. Cubierta verde en época de lluvia. Chris Cooper. (Inhabitat.com, 2012).



Figura 115. Cubierta de cristalera sobre circulación de ingreso. Chris Cooper. (Google Images, 2012).

- Las cubiertas vegetales ayudan a reducir la temperatura, su pendiente también ayuda a distribuir el agua de lluvia que las riega.
- Toda la iluminación artificial utilizada es LED de bajo consumo.
- Eficiencia en el uso del agua, utilizando únicamente plantas nativas para la jardinería ya que éstas se adecúan al clima extremo del lugar.
- Implementa un estanque artificial en donde se reserva el agua pluvial recolectada del techo y parqueo. Ésta se aprovecha en las pocas áreas que requieren de riego en el

conjunto. También se colecta en una cisterna fuera del edificio.

- Aprovecha el calor generado en parqueos creando 166 pozos geotérmicos que reduce la carga de calefacción hasta un 50%.
- En la cubierta del Archive Block se colocaron paneles solares fotovoltaicos que cubren un 14% del requerimiento energético del edificio.
- El área de herbario se encuentra cerrada casi en su totalidad, por lo cual acude al uso de aire acondicionado para controlar temperatura y humedad.
- Existe protección a la lluvia únicamente en los ingresos del edificio.

## FUENTES DE CONSULTA

### Jardín Botánico de Culiacán

- Quintana, Lorena, "*Jardín Botánico de Culiacán/Tatiana Bilbao S.C.*", *Plataforma Arquitectura*, consultado el 18 de agosto, 2016. Disponible en: <http://www.archdaily.com/410393/botanical-garden-tatiana-bilbao-s-c>
- Victoria, Miguel Angel, "*Jardín Botánico Culiacán*", *Sinaloa 360*, consultado el 19 de agosto, 2016, disponible en: <http://www.sinaloa360.com/jardin-botanico-culiacan/>
- Guga, Celia, "*Gráficas de temperatura asoleamiento y vientos para Culiacán*", Taller Integral de Diseño Urbano y del Paisaje FA UAS, consultado el 18 de agosto, 2016. Disponible en: <http://tdup1-fauas2013.blogspot.com/2013/11/graficas-de-temperatura-soleamiento-y.html>

### Instituto de Investigación Botánica, Texas

- Botanical Research Institute of Texas, "*LEEDing the way to a greener tomorrow*", *brit.org*, consultado el 20 de agosto, 2016. Disponible en: <http://www.brit.org/visit/sustainable>
- Ross, Kritiana, "*Botanical Research Institute of Texas /H3 Hardy*", *Archdaily*, consultado el 20 de agosto, 2016. Disponible en: <http://www.archdaily.com/217435/botanical-research-institute-of-texas-h3-hardy-c%25e2%2580%2580-laboration-architecture>

ANÁLISIS COMPARATIVO Y CONCLUSIVO  
**JARDÍN BOTÁNICO DE CULIACÁN, SINALOA, MÉXICO**

	FORTALEZAS	DEBILIDADES
<b>CONJUNTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es accesible por dos puntos, netamente peatonal y además cuenta con circulación de servicio. Accesibilidad universal en todo su recorrido.</li> <li>• Implementa varias circulaciones secundarias, lo cual le permite tener más afluencia de personas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Señalización dentro de los caminamientos, no hay/no es visible. Por el trazado orgánico es muy fácil desorientarse.</li> <li>• Los caminos de tierra en invierno no han de ser completamente transitable.</li> </ul>
<b>ASPECTO FUNCIONAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuenta con recorridos nocturnos en época de verano, aprovechan al máximo sus instalaciones.</li> <li>• Aprovecha las áreas de estar como instalaciones de arte contemporáneo y contemplación.</li> <li>• Es autosostenible en cuanto a sus desechos orgánicos.</li> <li>• Cada área cuenta con un área de servicios cerca.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuentan únicamente con un invernadero, pudiendo aprovechar el espacio y la variedad de especies para reproducción.</li> <li>• El área de parqueo no se encuentra dentro del terreno dificultando el acceso a personas discapacitadas.</li> <li>• No cuenta con suficientes espacios a lo largo del recorrido para cubrirse de la lluvia.</li> </ul>
<b>ASPECTO CONSTRUCTIVO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emplean sistemas prefabricados para cubrir luces grandes y pequeñas, se transmiten las cargas a través de muros.</li> <li>• Se toma en cuenta la descarga de agua pluvial en todos los elementos que conforma en conjunto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El cerramiento horizontal, al no ser prefabricado retrasa el proceso de la obra en comparación con el desarrollo de la cubierta.</li> </ul>
<b>ASPECTO MORFOLÓGICO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El espacio minimal, con materiales vistos se adecúan al paisaje estéticamente, sin pelear con el entorno o ser contrastante.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El diseño proyectivo en planta no es funcional en sus ángulos agudos.</li> </ul>
<b>ASPECTO AMBIENTAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El área construida respeta e integra la vegetación y los árboles a su control ambiental.</li> <li>• Las áreas verdes se aprovechan como espacios para actividades recreativas.</li> <li>• Las edificaciones aprovechan las fachadas largas en eje E-W la luz natural y la ventilación en algunos espacios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los muros cortina no cuentan con sistema de abertura para aprovechar la ventilación, haciendo necesario el uso de aire acondicionado en ambientes en los que se podría controlar naturalmente la temperatura y ventilación.</li> <li>• Hay especies que requieren de mucho cuidado ya que no son nativas pero no tienen un invernadero controlado en donde poder desarrollarse adecuadamente.</li> </ul>

Figura 116. Tabla de Análisis Comparativo y Conclusivo del Caso Análogo: Jardín Botánico de Culiacán (2017).

## INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN BOTÁNICA DE TEXAS

	FORTALEZAS	DEBILIDADES
CONJUNTO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es accesible, en varios puntos se interconecta con otros equipamiento como el Jardín Botánico de Texas, Conservatorio y Universidad.</li> <li>• Sus caminamientos cubren de manera eficiente la circulación por todas las áreas del conjunto, sin ser demasiadas.</li> <li>• Cuenta con infraestructura certificada LEED Platinum.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No cuenta con circulación techada en áreas de parqueo, únicamente en el ingreso principal.</li> </ul>
ASPECTO FUNCIONAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada área cuenta con sus servicios y circulación vertical específica, facilitando las rutas de evacuación.</li> <li>• La circulación es directa y simple en el interior, no excede el 15% del área total.</li> <li>• Cuenta con oficinas para investigadores principales y anexos, áreas de práctica y manejo de muestras, con áreas de aseo incluídas.</li> <li>• El área pública está centralizada y directa a los accesos, el área privada cuenta con barreras de acceso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El área común parece no darse a basto de acuerdo al arreglo espacial en planta.</li> <li>• El interior de los edificios no contempla la accesibilidad universal, ya que no cuenta con rampa o elevador.</li> </ul>
ASPECTO CONSTRUCTIVO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las luces que se cubren son eficientes para la función que se desarrolla en el interior.</li> <li>• Los espacios son amplios y permiten aprovechamiento de luz natural en cerramientos verticales y horizontales.</li> <li>• Manejaron materiales prefabricados, lo cual significó un avance rápido en la construcción.</li> </ul>	
ASPECTO MORFOLÓGICO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las formas geométricas empleadas facilitan el diseño estructural y su ejecución.</li> <li>• Los materiales son expuestos, el juego de volumen y transparencias en fachadas generan un juego de luz en el interior.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No hay unidad en las fachadas, por el frente parece un edificio y por la parte posterior otro totalmente distinto.</li> </ul>
ASPECTO AMBIENTAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprovechamiento de calor subterráneo, agua de lluvia y sistemas de ahorro de energía.</li> <li>• Aprovechamiento de ventilación e iluminación natural en la mayoría de sus espacios.</li> <li>• Reutilización del agua de lluvia en terrazas y parqueo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La reserva de agua, no se da a basto en verano para el riego de todos los jardines, por lo que se tienden a ver secos.</li> <li>• El parqueo exterior es masivo y genera aún más calor.</li> <li>• Emplean control con sistemas activos en área de Herbario.</li> </ul>

Figura 117. Tabla de Análisis Comparativo y Conclusivo del Caso Análogo: Instituto de Investigación Botánica de Texas (2017).



# PROGRAMA ARQUITECTÓNICO

El proyecto está conformado por áreas públicas educativas, privadas y de servicio las cuales estarán distribuidas en el terreno en un área conformada de 10 hectáreas en la quebrada natural del terreno y sus cercanías. Con la implementación de éstos espacios, el Jardín será responsable social, ambiental y económicamente a través de:

- Generar conocimiento a través de actividades de investigación
- Generar ingresos a través de las visitas guiadas y actividades recreativas y de enseñanza para todo público
- Generar empleos para todas las personas que se requieran contratar como personal de servicio, limpieza, seguridad y jardinería
- Inculcar el respeto a la naturaleza en la sociedad y proporcionar un espacio de interacción con la misma.

## 17.1 ZONA PÚBLICA

Será conformada por espacios de exposición tanto interiores como exteriores. En el exterior se encontrarán los invernaderos, los cuales serán equipados con talleres especiales para estudiantes de las distintas disciplinas derivadas de la ciencia enfocada en la botánica, para el público en general, se diseñarán áreas de jardín con espacios estanciales para el desarrollo de actividades con los estudiantes de la Facultad de Agronomía, contemplación en la laguna, siembra, entre otros. Las plantas serán albergadas de acuerdo a la clasificación de climas en el numeral 17.4

## 17.2 ZONA PRIVADA

Esta se desarrollará como la Administración en otro proyecto de los que conforman al Instituto de Ciencias y Sistemas de la Tierra, en ella se desarrollarán las actividades de investigación y administrativas para el Jardín, contemplando recepción, oficinas administrativas, área de investigadores principales y cubículos para investigadores anexos, área de registro de plantas, biblioteca, sala de reuniones y archivo.

En el área exterior se ubicarán los talleres de trabajo para los invernaderos, los que contarán con almacenamiento en frío y seco de plantas, cuarto de preparación de tierra y trasplante, área de esterilización de suelos, cuarto de germinación con planta de calor, y área de trabajo para investigadores.

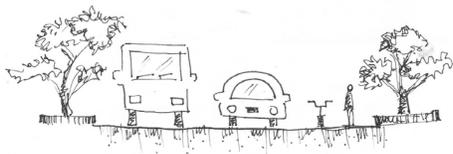
## 17.3 ZONA DE SERVICIO

Las áreas de servicio son las más importantes para el funcionamiento del Jardín, ellas servirán a interiores, exteriores e invernaderos, conformada por todos los parqueos, área de carga y descarga, bodegas de servicio y mantenimiento, almacenamiento de herramientas, fertilizantes y abonos, cuartos de bombeo y servicios sanitarios para el público, trabajadores y administradores del lugar.

# PREMISAS DE DISEÑO - CONJUNTO

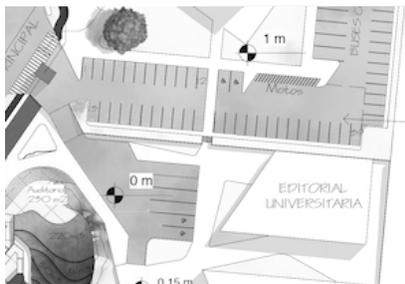
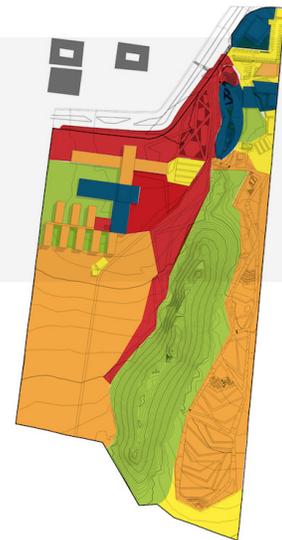
## PREMISAS FUNCIONALES

Establecer circulaciones peatonales con un mínimo de 3 metros de ancho, ciclovía con un mínimo de 0.75m de ancho, vehiculares en uno (3m) o 2 (5m) sentidos y de servicio jerarquizadas, con áreas de descanso y nodos establecidos, debidamente distinguidas dentro del conjunto, dando prioridad al peatón y a la accesibilidad universal en todas las áreas posibles.



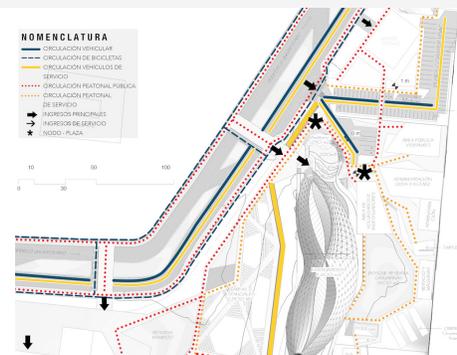
Zonificar de acuerdo a áreas públicas, privadas y de servicio de tal manera que se establezcan y complementen las relaciones pertinentes entre las mismas: relación necesaria, relación deseable o ninguna relación.

Distribuir las áreas en el conjunto de acuerdo a la zonificación establecida, frecuencia y secuencia de uso, tomando en cuenta el flujo de usuarios que tendrá cada una, contemplando el área pública más accesible que la privada y de servicio, estableciendo una circulación para ésta última que circunde los distintos edificios de investigación y tenga acceso por el exterior.

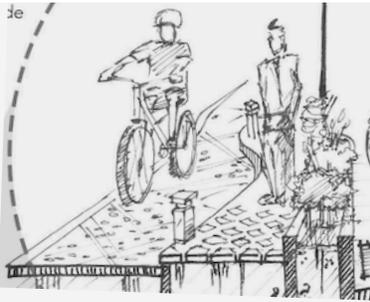


Diseñar parqueos públicos, bahías de abordaje, parqueo privado, de servicio, para bicicletas, motocicletas, personas embarazadas y discapacitadas de acuerdo a lo que establece el Plan de Ordenamiento Territorial -POT- y responda al uso de suelo del sitio.

Conectar todos los edificios del conjunto por medio de circulación peatonal, tomando en cuenta una ruta con protección a la lluvia en áreas principales.

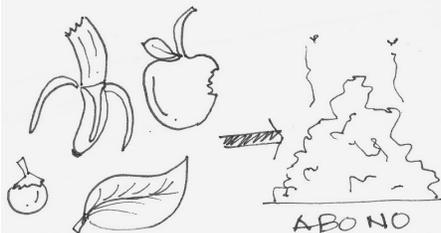
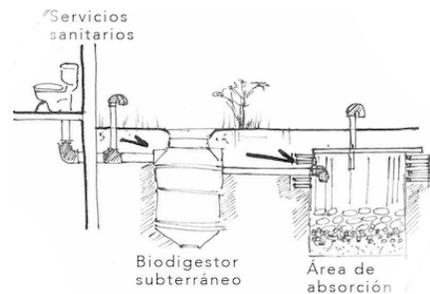


## PREMISAS AMBIENTALES



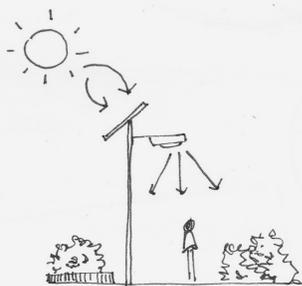
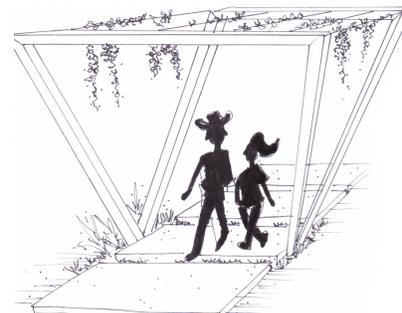
Implementar en circulaciones área jardinizada, pavimentación permeable combinada con pavimentos reciclados que permitan recargar inmediatamente los suelos con la precipitación pluvial, tomando en cuenta paralelamente una red de alcantarillado en todos los tramos que dirijan el agua pluvial al aljibe y laguna.

Reutilizar las aguas pluviales provenientes de caminamientos, techos y parqueo para riego y otras actividades de servicio como limpieza de herramientas, disponiendo su almacenamiento en la laguna artificial.



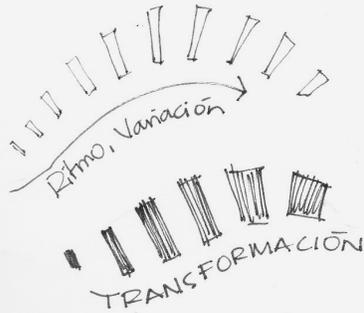
Reciclar todos los desechos que generen las distintas áreas del conjunto, separando los orgánicos para crear áreas de compostaje, que permitan optimizar recursos en cuanto al manejo de jardines.

Considerar tramos de caminamientos peatonales techados en áreas del conjunto que permitan el tránsito de usuarios en invierno.



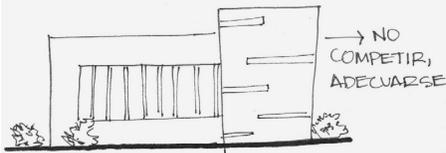
Aprovechar la luz solar por medio de la implementación de paneles fotovoltaicos que permitan ahorrar energía en instalaciones interiores y exteriores, en la iluminación de parques, jardines y circulaciones.

# PREMISAS MORFOLÓGICAS



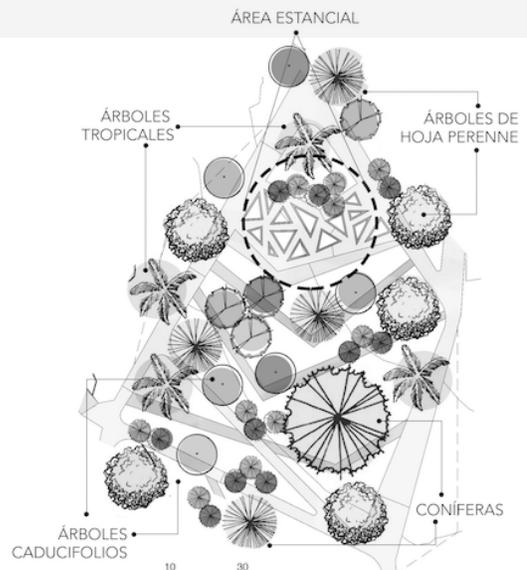
Diseñar con base en principios ordenadores de diseño (ritmo, jerarquía, textura, continuidad, transformación, anomalía, entre otros) tanto en plantas como en fachadas, en busca de minimalismo y estética en todos los elementos tanto trazados (caminamientos, áreas estanciales) como construidos.

Partir de la evaluación morfológica y conformación del terreno para poder generar ejes ordenadores que guíen el trazo y desarrollo del diseño a nivel de conjunto en planta. Ver planos de proceso de diseño a nivel de Conjunto.

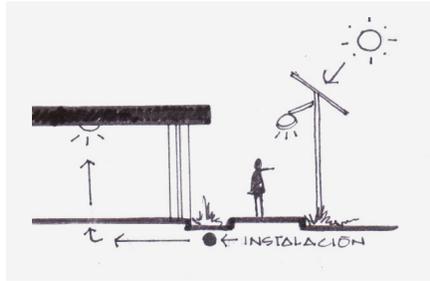


Respetar la arquitectura de la USAC, integrándose por medio de arquitectura limpia, geométrica, basando el diseño en la teoría de la forma expresada en arquitectura contemporánea minimal en todos los volúmenes del conjunto. Esto podrá variar en caminamientos en donde se busque adecuación a la topografía del terreno.

Aprovechar las áreas de jardín y otras de servicio (por ejemplo, la laguna) para áreas estanciales que posean instalaciones educativas y/o artísticas, que se integren generando contraste con la morfología de los edificios y del entorno natural.

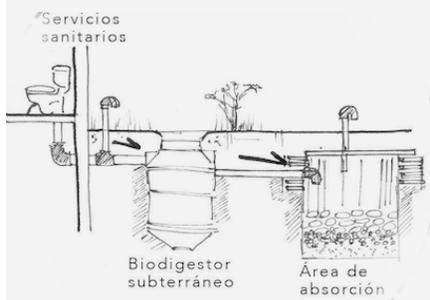
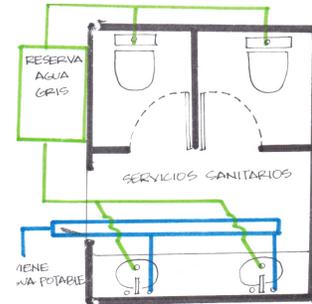


# PREMISAS TÉCNICO-CONSTRUCTIVAS



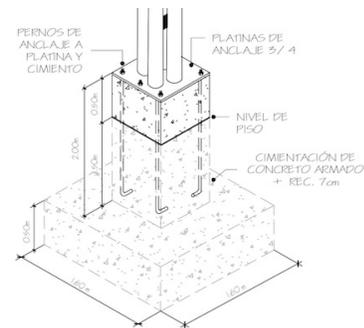
Instalaciones eléctricas: implementar por medio de tubería subterránea la dotación de energía de los espacios nuevos que así lo requieran, empleando paneles solares en áreas de iluminación exterior y luminarias de bajo consumo energético en el proyecto.

Instalaciones hidráulicas: implementar en los circuitos de dotación de agua tubería para el aprovechamiento del agua de lluvia en áreas de servicio y otras para actividades que no sean de consumo humano como: riego, descarga de inodoros, lavado de herramientas, etc.



Drenajes: contemplar espacio para un sistema de tratamiento primario de aguas grises por edificio y un sistema general de tratamiento de aguas negras redirigiendo estos desechos hacia un campo de oxidación.

Determinar de acuerdo a los estudios de suelo realizados en el terreno la cimentación adecuada para los distintos elementos arquitectónicos que conformarán al conjunto, implementando la normativa nacional correspondiente para el diseño estructural.



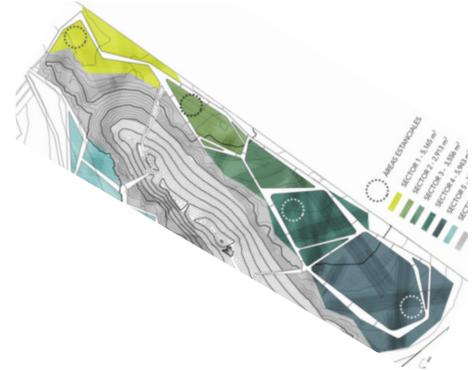
Diseñar con materiales vistos, explotando al máximo sus texturas originales, emplear materiales que se obtengan en las cercanías del lugar, tomando en cuenta características ambientales y acústicas necesarias para cada ambiente.

# PREMISAS DE DISEÑO - JARDÍN BOTÁNICO

## PREMISAS FUNCIONALES

### ZONIFICACIÓN

- Establecer una zonificación funcional para los ambientes aprovechando el espacio disponible.
- Zonificar Jardines por sectores de acuerdo a los requerimientos del Instituto, generando un recorrido que contemple áreas estanciales y de servicio para los usuarios. Diseñar el invernadero en áreas o zonas que permitan modificar el microclima para adaptar distintas especies en un mismo lugar.



### ARO. SIN BARRERAS

- Diseñar las áreas públicas y privadas con accesibilidad a usuarios con capacidades especiales de movilidad, aplicando esto en caminamientos, dimensiones, arreglos espaciales, elementos de apoyo y señalización.



### UBICACIÓN

- Integrar las distintas áreas que conformarán el Instituto respetando la construcción e instalaciones ya existentes dentro del terreno como el entorno natural.



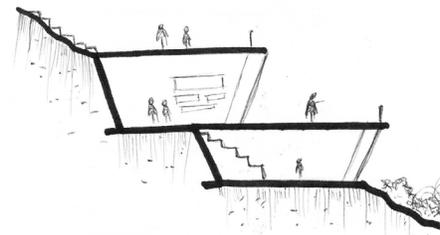
### ILUMINACIÓN Y VENTILACIÓN

- Orientar fachadas largas sobre el eje N-S para un mejor aprovechamiento de ventilación cruzada e iluminación natural.
- Implementar espacios flexibles que permitan variar la distribución de las especies expuestas en el área de jardín, conservación y almacenamiento, de acuerdo a las necesidades de la institución.



### CIRCULACIÓN

- Conectar edificios por medio del aprovechamiento de la topografía implementando tanto gradas como rampas.
- Utilizar anchos, medidas y pendientes cómodas para los usuarios: rampas con una pendiente no mayor al 8%, gradas con contrahuella entre 16-17cm y pasillos públicos no menores a 2.5m.
- Integrar áreas de estar en cada sector, los cuales permitan un descanso al visitante.



# PREMISAS FUNCIONALES

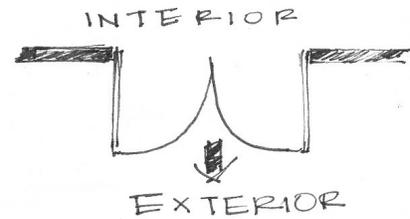
## PARQUEOS

- Implementar parqueos para bicicletas y ciclovía en el acceso al conjunto.
- Ubicar un parqueo de carga y descarga así como de servicios generales
- Establecer el parqueo para buses tipo coaster y escolares.
- Cubrir los parqueos con sombra por medio de elementos naturales.



## REDUCCIÓN DE DESASTRES

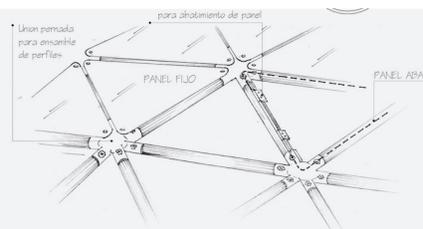
- Señalar todos los pasillos y ambientes con la carga de ocupación máxima, rutas de evacuación y salidas de emergencia del edificio.
- Localizar la cantidad necesaria de salidas de emergencia requeridas de acuerdo a la capacidad de carga.
- Emplear puertas con herraje de liberación rápida que permitan una salida de emergencia, tomando en cuenta el abatimiento hacia afuera de los ambientes.
- Contemplar áreas o puntos de reunión de emergencia en áreas abiertas o descampadas.
- Ubicar y señalar equipo contra incendios de acuerdo a los requerimientos de cada área en el conjunto.



# PREMISAS AMBIENTALES

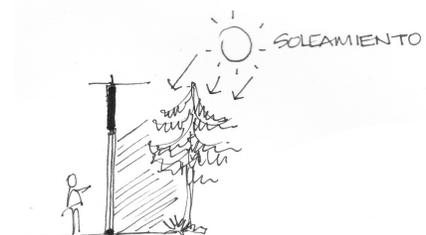
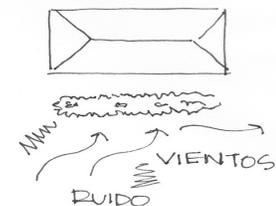
## INVERNADEROS

- Diseñar invernaderos que cuenten con sistemas pasivos, con modulaciones que permitan controlar de manera deseada conforme a las necesidades climáticas de cada ambiente.



## VEGETACIÓN

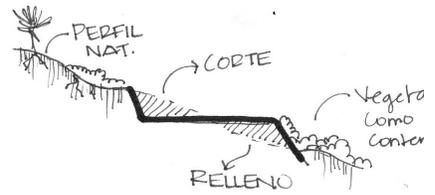
- Aprovechar la vegetación existente en el terreno para el manejo de la luz solar en las áreas de servicio.
- Emplear barreras vegetales para el manejo del viento, contaminación visual y auditiva, principalmente en ambientes de actividad académica y de investigación



# PREMISAS AMBIENTALES

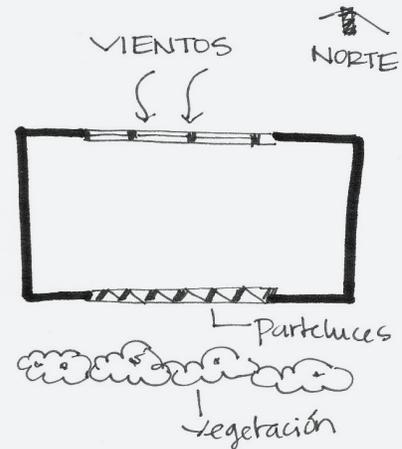
TOPOGRAFÍA

- Aprovechar la topografía del terreno al máximo, por medio del manejo de plataformas en corte y relleno, uso de taludes y perfiles naturales.
- Sembrar especies vegetales con raíces adecuadas para la contención de taludes en donde no se requiera muro de contención.



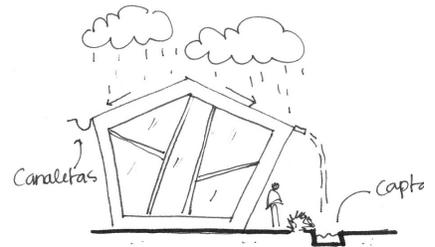
ILUMINACIÓN Y VENTILACIÓN NATURAL

- Aprovechar la fachada norte para iluminación natural sin filtro.
- Implementar elementos pasivos para el manejo de luz solar en las fachadas que así lo requieran, permitiendo el paso de luz sin incidencia solar.
- Aprovechar la dirección de los vientos predominantes del Norte, y secundarios del Sur ubicando aberturas en esas fachadas y pieles para una ventilación pasiva, cruzada, en todos los ambientes.
- Implementar elementos en el diseño que permitan redirigir la ventilación hacia los ambientes que así lo requieran.



AGUA PLUVIAL

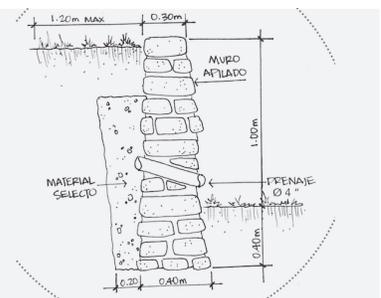
- Drenar, aprovechar y almacenar correctamente el agua pluvial proveniente de techos, jardines y patios para proteger el suelo de empozamientos y erosión, problema el cual se genera actualmente.



# PREMISAS TÉCNICO-CONSTRUCTIVAS

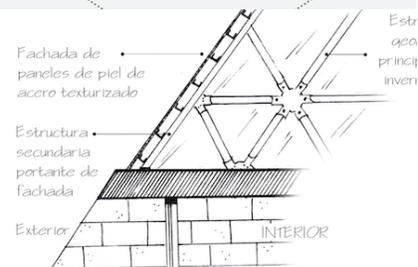
CIMENTACIÓN

- Diseñar una cimentación poco profunda, que responda a un sistema estructural liviano, para evitar el desplazamiento del suelo actualmente erosionado en el terreno.



SISTEMA ESTRUCTURAL

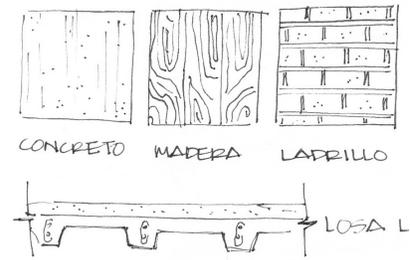
- Analizar de acuerdo a la demanda de espacios del proyecto, la adecuación de un sistema estructural mixto (acero+concreto) con el fin de enriquecer el diseño, alivianar cargas y optimizar recursos.



# PREMISAS TÉCNICO-CONSTRUCTIVAS

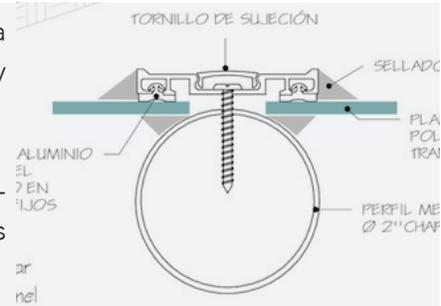
## MATERIALES

- Tomar en cuenta los espacios necesarios para el mantenimiento y limpieza de los distintos elementos que compongan la estructura del invernadero.
- Utilizar sistemas prefabricados para losas, cerramientos y acabados del proyecto para ahorrar tiempo en la ejecución del mismo.



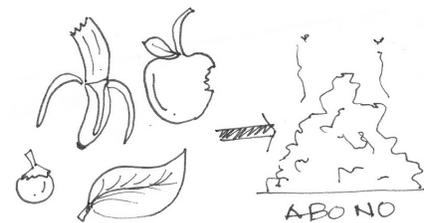
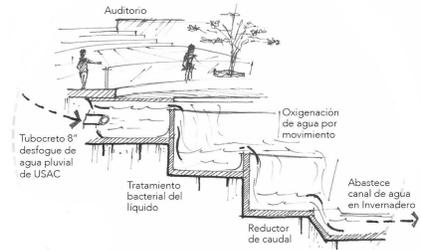
## CERRAMIENTOS

- Aprovechar la dimensión de los materiales para la modulación y levantamiento de los edificios y estructuras componentes del proyecto.
- Emplear cerramientos de alto sello que proporcionen hermetismo entre los distintos sectores climáticos que componen al invernadero.



## INSTALACIONES

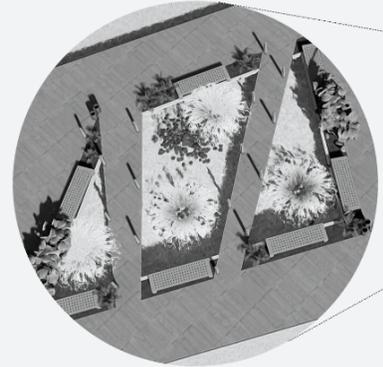
- Implementar sistemas naturales de tratamiento y oxigenación de agua pluvial recolectada en el aljibe y laguna artificial, por medio de plantas y microorganismos, evitando el uso de sistemas que generen un consumo eléctrico.
- Drenajes: contemplar espacio para un sistema de tratamiento primario de aguas grises y negras redirigiendo estos desechos hacia un campo de absorción.
- Implementar un área para descomposición y almacenamiento de abono renovable.



## PREMISAS MORFOLÓGICAS

### FORMA

- Generar una forma contrastante en el invernadero, que permita identificar al proyecto como tecnológico y vanguardista.
- Implementar áreas estanciales diseñadas a partir de principios y formas geométricas interrelacionadas.



### PRINCIPIOS ORDENADORES

- Ritmo
- Jerarquía
- Textura
- Continuidad
- Anomalía
- Transformación
- Ejes provenientes de la morfología del terreno

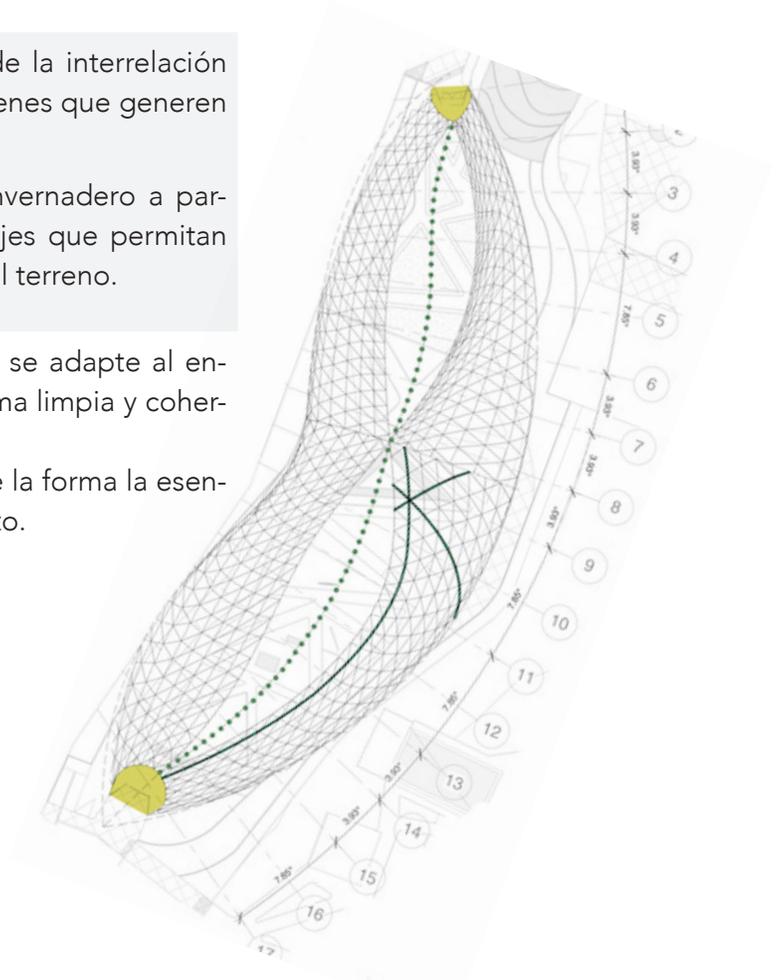


### VOLÚMENES

- Experimentar por medio de la interrelación de forma para crear volúmenes que generen contrastes en el proyecto.
- Generar el volumen del invernadero a partir de una modulación y ejes que permitan adaptarle a la quebrada del terreno.

### ESTILO

- Minimalista, que respete y se adapte al entorno existente de una forma limpia y coherente.
- Que se exprese a través de la forma la esencia y naturaleza del proyecto.

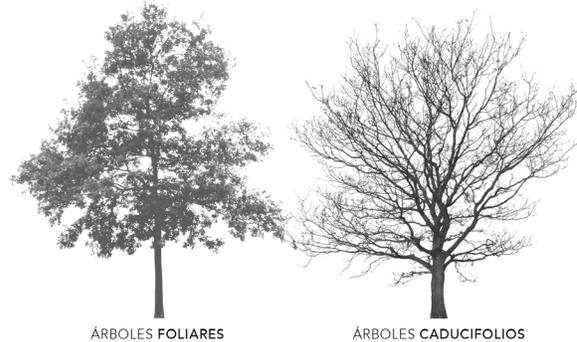


# PREMISAS DE DISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL JARDÍN BOTÁNICO

Basado en el concepto de estructura de la vegetación (i.e. la disposición espacial de los componentes de la vegetación resultantes del tamaño y la altura de la planta, la estratificación vertical en capas y el espaciamiento horizontal de las plantas) y de la fisonomía de las comunidades vegetales (i. e. la estructura visible o apariencia exterior de una comunidad vegetal expresada por las formas de crecimiento dominantes, como su apariencia foliar o si es caducifolia)<sup>26</sup>.

Una de las técnicas fisonómicas más famosas de la descripción de la vegetación es el método de las formas de vida de Raunkiaer<sup>27</sup>. Ideó una progresión biológica basada en la altura sobre el suelo de las yemas perennes de cada especie, las cuáles son las partes de la planta desde donde comienza el crecimiento en la siguiente temporada de crecimiento favorable.

Los principales grupos de la clasificación de Raunkiaer, en cuanto a los fanerófitos, se dividen en función de la altura, en nanofanerófitos (menos de 2 m de altura), microfanerófitos (2-8 m), mesofanerófitos (8-30 m) y megafanerófitos (más de 30 m)<sup>28</sup>. En este trabajo se propone una clasificación arbitraria de la altura basada en la serie de Fibonacci y en las ternas pitagóricas correspondientes con las cuales se construyen los triángulos pitagóricos. Los árboles pueden estar comprendidos entre los rangos de: 1-4, 4-12, 12-30, y 30-80 metros.



Para establecer un criterio de diseño arquitectónico para ser utilizado en el plan maestro, se determinó una generalización basada en la serie de Fibonacci que se forma sumando los últimos dos números para obtener el siguiente, comenzando con 0 y 1.

0, 1, ...  
 $0+1=1$   
 0, 1, 1, ...  
 $1+1=2$   
 0, 1, 1, 2, ...  
 $1+2=3$   
 0, 1, 1, 2, 3, ...  
 $2+3=5$   
 0, 1, 1, 2, 3, 5, ...  
 $3+5=8$   
 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, ...  
 $5+8=13$   
 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, ...  
 $8+13=21$   
 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, ...  
 $13+21=34$   
 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, ...  
 $21+34=55$   
 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, ...  
 $34+55=89$   
 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233, 377, 610, 987, ...

26 Dieter Mueller-Dombois. *Aims and methods of vegetation ecology*. (Caldwell, New Jersey: Blackburn Press, 2003).

27 y 28 Christen Raunkiaer. *The life forms of plants and statistical plant geography: being the collected papers of C. Raunkiaer*. (Oxford: Clarendon Press, 1977).

Además, en los números de la serie de Fibonacci se encuentran las ternas pitagóricas con las cuales se construyen los triángulos pitagóricos (i. e. triángulos rectángulos con lados que son números enteros). En cualquier triángulo rectángulo con lados  $s$  y  $t$  y el lado más largo (hipotenusa)  $h$ , se aplica el teorema de Pitágoras:

$$a^2 + b^2 = c^2$$

Sin embargo, para un triángulo pitagórico, también se requiere que los lados sean números enteros. Un ejemplo común es un triángulo con lados  $a=3$ ,  $b=4$  y  $c=5$ . Se puede verificar el teorema de Pitágoras así:

$$a^2 + b^2 = 3^2 + 4^2 = 9 + 16 = 25 = 5^2 = c^2$$

Hay una manera fácil de generar triángulos pitagóricos usando 4 números de Fibonacci. Por ejemplo, los 4 números de Fibonacci <sup>29</sup>(4):

$$1, 2, 3, 5, \dots$$

Llamemos a los dos primeros  $a$  y  $b$ . Como son de la serie Fibonacci, la siguiente es la suma de los dos anteriores:  $a + b$  y la siguiente es  $b + (a + b)$  o también,  $a + 2b$ :

A	B	A+B	A + 2B
1	2	3	5

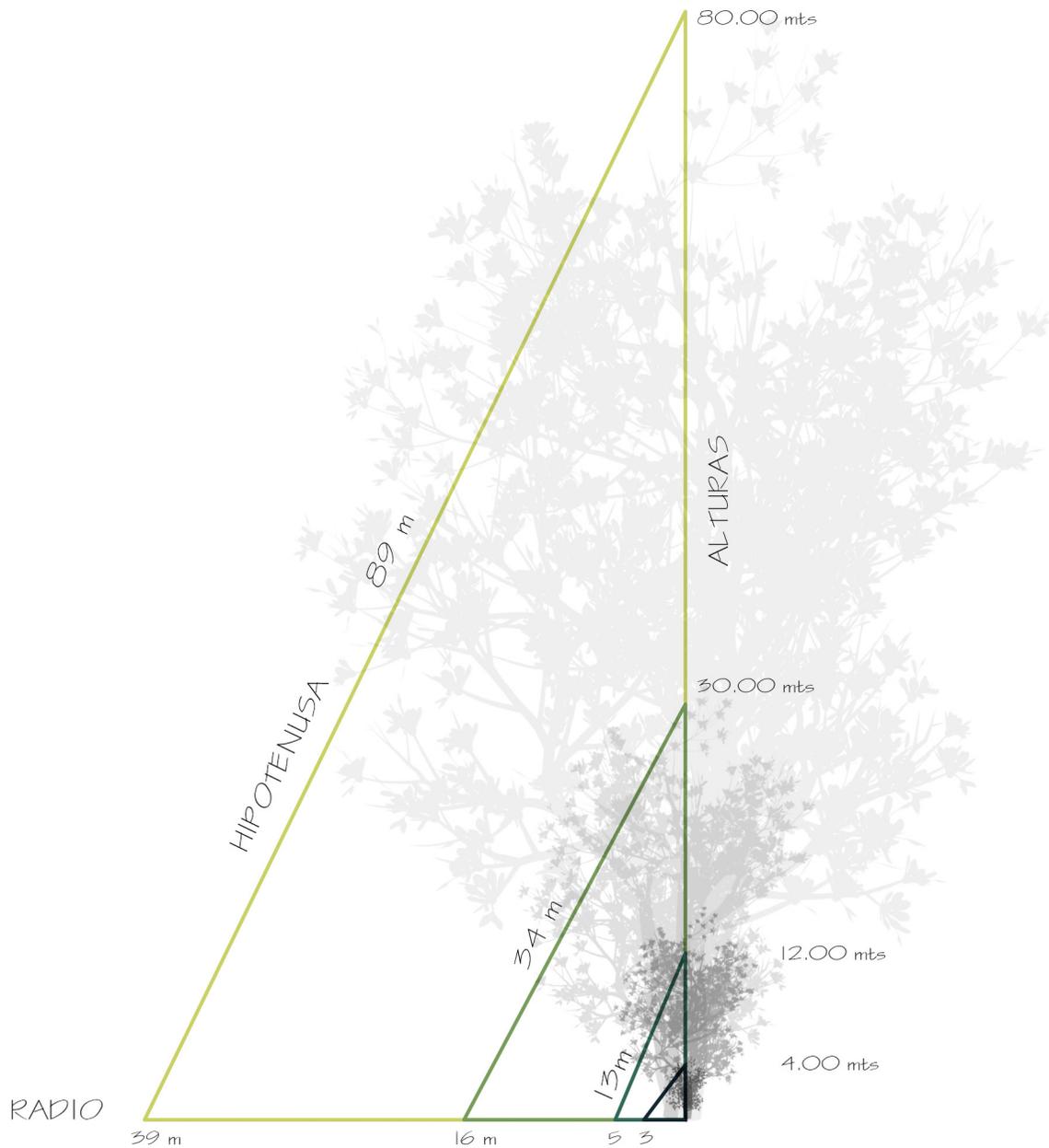
De tal manera que un triángulo pitagórico se construye de la siguiente manera:

1. Se multiplican los dos números medios o internos (aquí 2 y 3 dando 6);
2. Se duplica el resultado (aquí dos veces 6 da 12). Este es un lado,  $b$ , del triángulo de Pitágoras.
3. Se multiplican los dos números externos (aquí 1 y 5 dando 5). Este es el segundo lado,  $a$ , del triángulo de Pitágoras.
4. El tercer lado, el más largo, se encuentra al sumar los cuadrados de los dos números internos (aquí  $2^2 = 4$  y  $3^2 = 9$  y su suma es  $4 + 9 = 13$ ). Este es el tercer lado,  $c$ , del triángulo de Pitágoras.

Quedando para los fines del plan maestro del jardín botánico:

- Serie de Fibonacci: 1, 1, 2, 3; terna pitagórica: 4, 3, 5; triángulo pitagórico: 3, 4, 5.
- Serie de Fibonacci: 1, 2, 3, 5; terna pitagórica: 12, 5, 13; triángulo pitagórico: 5, 12, 13.
- Serie de Fibonacci: 2, 3, 5, 8; terna pitagórica: 30, 16, 34 =  $2 \times (15, 8, 17)$ ; triángulo pitagórico: 16, 30, 34.
- Serie de Fibonacci: 3, 5, 8, 13; terna pitagórica: 80, 39, 89... triángulo pitagórico... 39, 80, 89.

Siendo, 3, 5, 16, y 39, los radios en metros (o los diámetros en metros, 6, 10, 32, 78) de las copas de los árboles a sembrar en el jardín botánico. También, 4, 12, 30 y 80, la altura en metros de los árboles dando ésta, la proyección de la sombra según la posición del sol durante el año.



ALTURA		DISTANCIA (RADIO m)	
MÍNIMO (m)	MÁXIMO (m)	MISMA ALTURA	DISTINTA ALTURA
0	1	<1	
1	4	3	<1
4	12	5	3
12	30	16	5
30	80	39	16

Figura 118. Tabla de Radios de distancia entre árboles en relación a su altura para diseño de jardines. Fuente: Ing. Agr. David E. Mendieta, Facultad de Agronomía, USAC (2016).

Figura 119. Premisas de la estructura y composición florística del Jardín Botánico. Fuente: Ing. Agr. David E. Mendieta, Facultad de Agronomía, USAC (2018).



Figura 120. Gráfica de colocación triangular respecto a alturas en sección transversal del jardín exterior.



Figura 121. Gráfica de incidencia solar en jardín exterior en horas de la mañana.

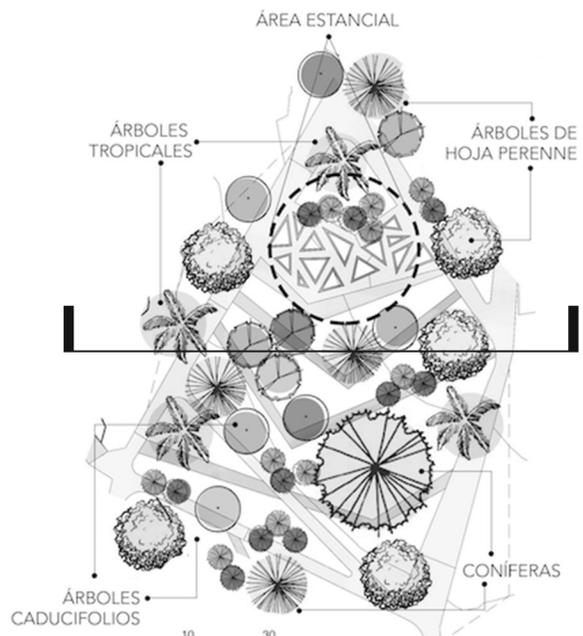


Figura 122. Gráfica de incidencia solar en jardín exterior en horas de la tarde.

Para la siembra y distribución en el Jardín exterior se tomará el criterio de colocación disperso tipo bosque artificial, tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- Diámetro de separación de la misma o distinta especie conforme y rangos de altura mostrados en la tabla de la figura No. 118.
- Estudios de soleamiento de las 4 fechas críticas del año en solsticios y equinoccios para observar la incidencia y comportamiento solar en las distribuciones propuestas tanto en horas de la mañana como de la tarde.
- Distribución en forma triangular central en cuanto a alturas, esta propuesta surge para contar con una incidencia solar pareja en toda el área de jardín exterior.
- Listado de especies del Anexo VIII<sup>30</sup>, este listado se seleccionó con el fin de tener una muestra de árboles con sus alturas y diámetros de copa con fines de diseño arquitectónico.

30 Margaret Barwick. *Tropical & subtropical trees: an encyclopedia*. (Portland, Oregon: Timber Press, 2004).





## DESARROLLO DEL PROYECTO

A continuación se presenta una serie de planos que muestran el proceso de concepción y desarrollo del proyecto, iniciando desde el plan maestro del Centro Experimental Docente de Agronomía, en donde se implementan los proyectos que conforman al Instituto de Ciencias y Sistemas de la Tierra, seguido por el desarrollo del proyecto de Jardín Botánico, dividido en área de Invernadero, Servicios y Jardines Exteriores.

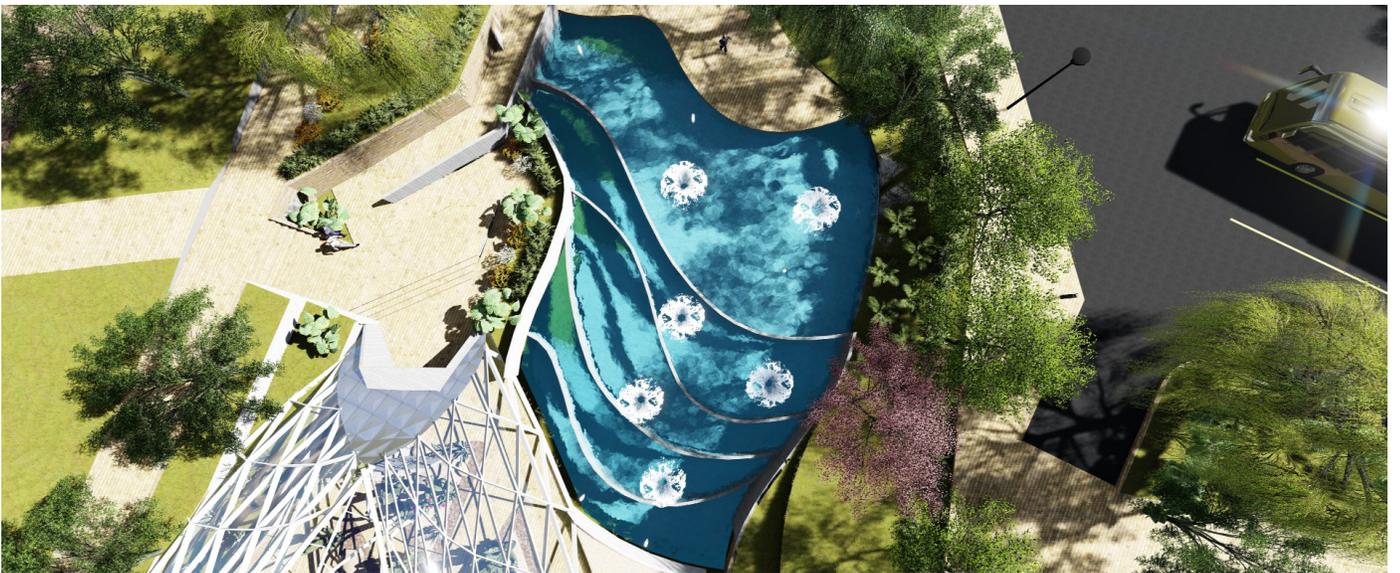




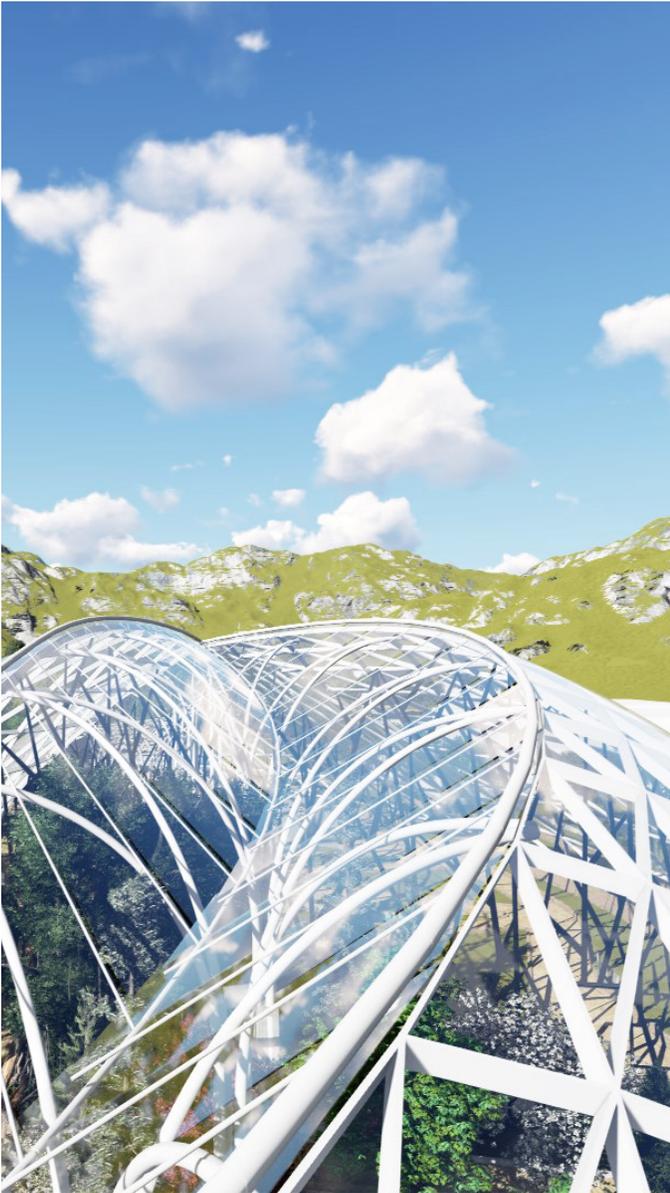


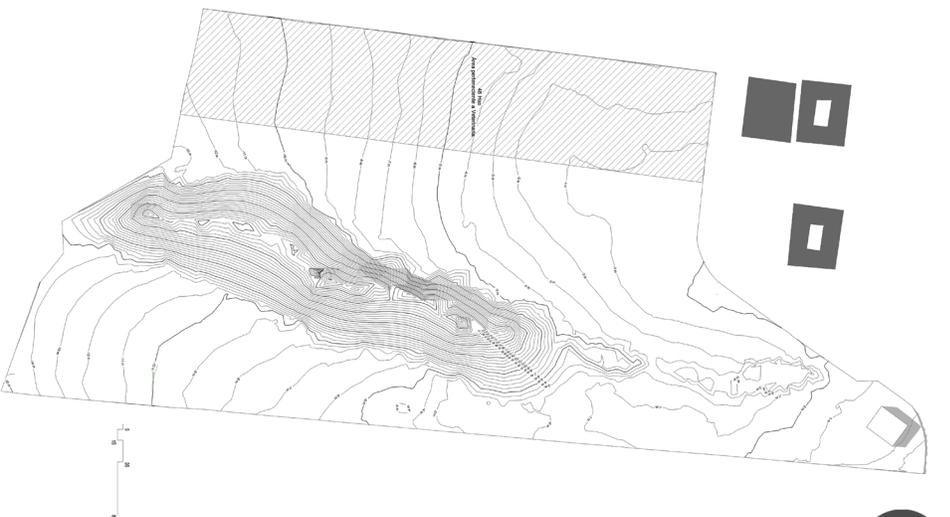
**CONJUNTO**











## TERRENO ORIGINAL

ESC. GRÁFICA

Sobre el cual se encuentran las instalaciones y campos de siembra del Centro Experimental Docente de Agronomía (CEDA) y el UVIGER. El terreno presenta una quebrada natural la cual ha sido declarada como zona de riesgo de acuerdo a CONRED, estableciendo un límite de retiro de 50 metros, y una zona de amortiguamiento de 25 metros.



## INTERVENCIÓN INICIAL

ESC. GRÁFICA

Propuesta elaborada por Tony Delgado y Vinicio Pérez para el Centro de Estudios Biológicos y Colecciones de Historia Natural de la USAC, el cual forma parte del proyecto del Instituto de Ciencias y Sistemas de la Tierra, para el Maste Plan. El edificio se ubicó al Nor-Este del Conjunto, del lado de los campos de siembra.

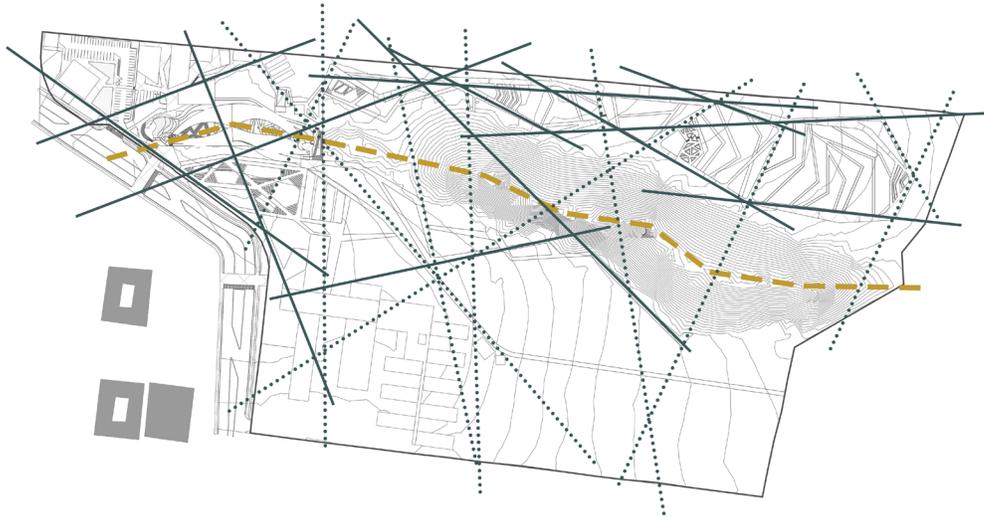


## LÍMITE DE RETIRO

ESC. GRÁFICA

Conforme al estudio realizado por la CONRED, se delimitó el límite de retiro a partir del eje central de la quebrada natural que se encuentra en el sitio, al ser trazado, parte del Instituto originalmente plantado queda dentro del área de amortiguamiento, por lo cual se procedió a realizar un reordenamiento de volúmenes a nivel de conjunto.

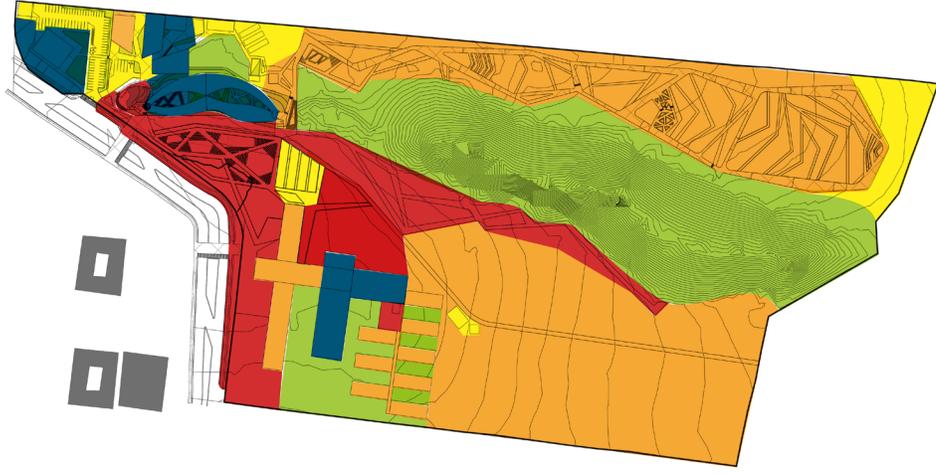




**TRAZO DE EJES**  
ESC. GRÁFICA

- Eje de quebrada natural
- ..... Ejes horizontales que responden a la pendiente topográfica del terreno
- Ejes delimitantes a la conformación natural del sitio

Se trazaron en distintas direcciones conforme a la nomenclatura mencionada, de acuerdo a las necesidades del proyecto del jardín botánico, se realizó el trazo y diseño del mismo.



**ZONIFICACIÓN DEL CONJUNTO**  
ESC. GRÁFICA

- Zonas Públicas
- Zonas Educativas
- Zonas Privadas
- Zonas de Servicios
- Areas verdes y reservas



**PROPUESTA A NIVEL DE CONJUNTO**  
ESC. GRÁFICA

Propuesta para el reordenamiento de Conjunto del CEDA, impementando el Instituto de Ciencias y Sistemas de la Tierra, y las áreas que le conforman (ver plano de master plan). De acuerdo a la zonificación y a las premisas, se reacomodaron las áreas del CEDA y se propone el área de Jardín botánico al Este del conjunto para no intervenir con los campos de siembra actual.

4

5

6





### EDIFICIO DE INVESTIGACIÓN

1. Proyecto realizado por Tony Delgado y Vinicio Orellana para Diseño Arquitectónico 8 en el segundo semestre del año 2013.

### 2. EDIFICIO UVIGER - 730 m<sup>2</sup>

#### CEDA

3. Administración y bodegas - 550 m<sup>2</sup>
4. Invernaderos académicos - 1,000 m<sup>2</sup>
5. Taller de Carpintería - 200 m<sup>2</sup>
6. Área de Secado de Semillas - 90 m<sup>2</sup>
7. Laguna de Captación de agua de lluvia - 420 m<sup>2</sup>
8. Estación Meteorológica - 100 m<sup>2</sup>
9. Corral de Jaripeo - 500 m<sup>2</sup>
10. Parqueo - 3,000 m<sup>2</sup>
11. Área pública/visitas - 1,100 m<sup>2</sup>

#### ÁREA DE SERVICIO

12. Área estancial para estudiantes y visitantes del ICST - 2,800 m<sup>2</sup>
13. Tanque y reserva de agua - 400 m<sup>2</sup>
14. Área de Investigadores - 550 m<sup>2</sup>
15. Área de Empleados - 130 m<sup>2</sup>
16. Servicios de Invernaderos - 240 m<sup>2</sup>
17. Ombráculos (invernaderos de servicio) - 300 m<sup>2</sup>
18. Bodegas - 219 m<sup>2</sup>
19. Servicios Sanitarios - 60 m<sup>2</sup>

#### INVERNADERO

20. Auditorio al aire libre 230 m<sup>2</sup>
21. Invernadero - 3,700 m<sup>2</sup>

#### ÁREAS DE RESERVA

22. Reserva de Casuarinas - 1,500 m<sup>2</sup>
23. Reserva de Bamboo - 1,200 m<sup>2</sup>
24. Reserva y mitigación en quebrada - 22,583 m<sup>2</sup>

#### JARDINES

- Áreas Estanciales de Jardín Botánico
- Caminamiento principal

#### 25. CAMPOS DE SIEMBRA

- CUERPOS DE AGUA
- CIRCULACIÓN DE TERRACERÍA

#### LÍMITE DEL TERRENO

- EJE DE LA QUEBRADA
- RETIRO DE QUEBRADA
- ÁREA DE AMORTIGUAMIENTO



INGRESOS/SALIDAS

ÁREA TOTAL DEL TERRENO: 223,137.703 m<sup>2</sup>

ÁREA TOTAL DEL PROYECTO: 73,605 m<sup>2</sup>



JARDÍN  
BOTÁNICO

PLAN MAESTRO CEDA, USAC

ESCALA GRÁFICA







UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

EDIFICIO 5-9  
EDIFICIO 5-10

PARQUELOS

EDIFICIO 5-11

UVIGER

CEDA

INVERNADERO

BIBLIOTECA

ÁREA EDUCATIVA

ADMINISTRACIÓN

COLECCIONES ZOOLOGICAS

CAFETERÍA

INSTITUTO DE CIENCIAS Y SISTEMAS DE LA TIERRA

COLECCIONES BOTANICAS

CAMPOS DE SIEMBRA

JARDÍN BOTÁNICO



Ver detalle de circulaciones de área norte en el siguiente plano.

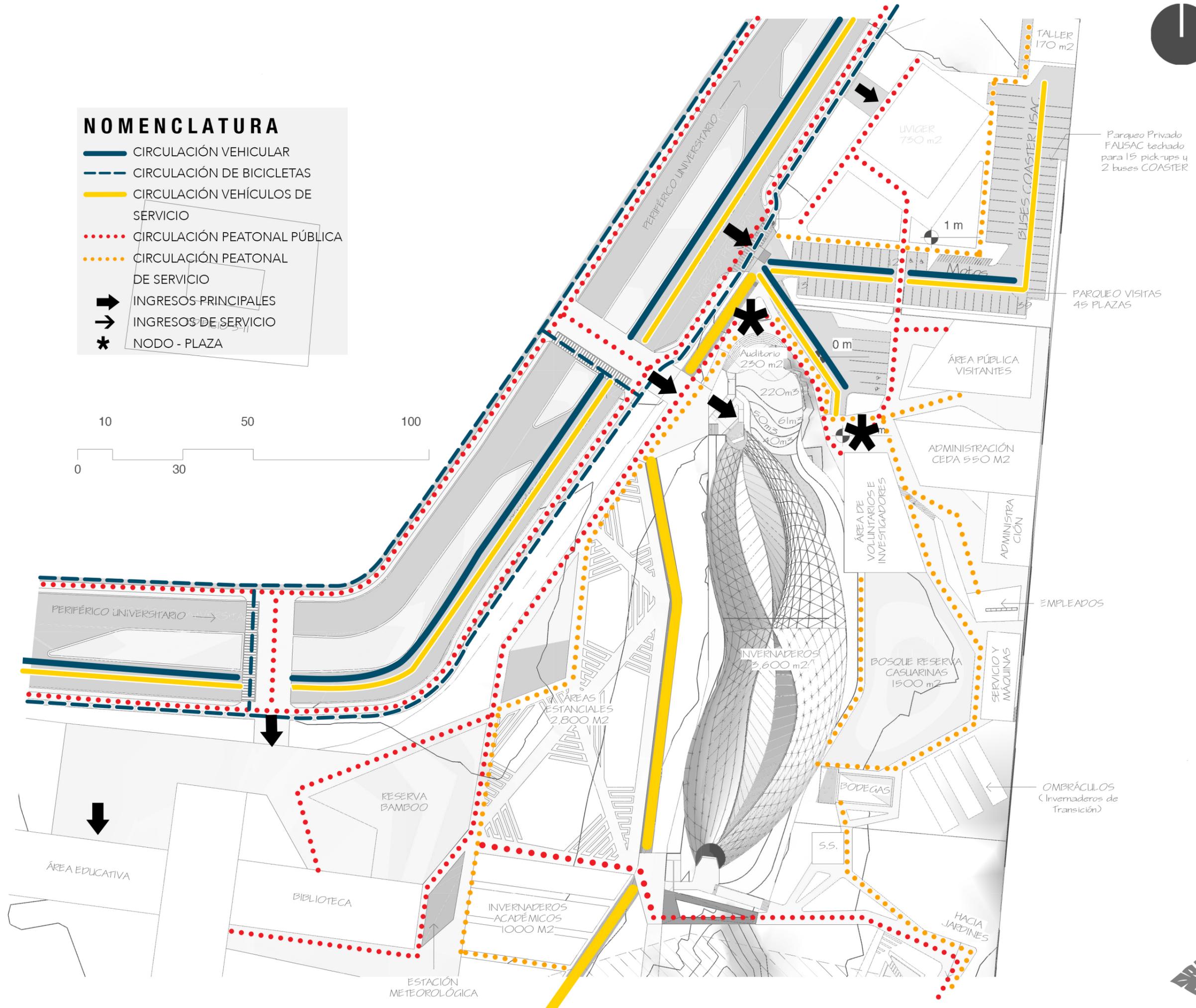
### NOMENCLATURA

- CIRCULACION VEHICULAR
- CIRCULACION BICICLETAS
- CIRCULACION VEHICULOS DE SERVICIO
- CIRCULACION PEATONAL PUBLICA
- CIRCULACION PEATONAL DE SERVICIO
- INGRESOS PRINCIPALES
- INGRESOS DE SERVICIO



### NOMENCLATURA

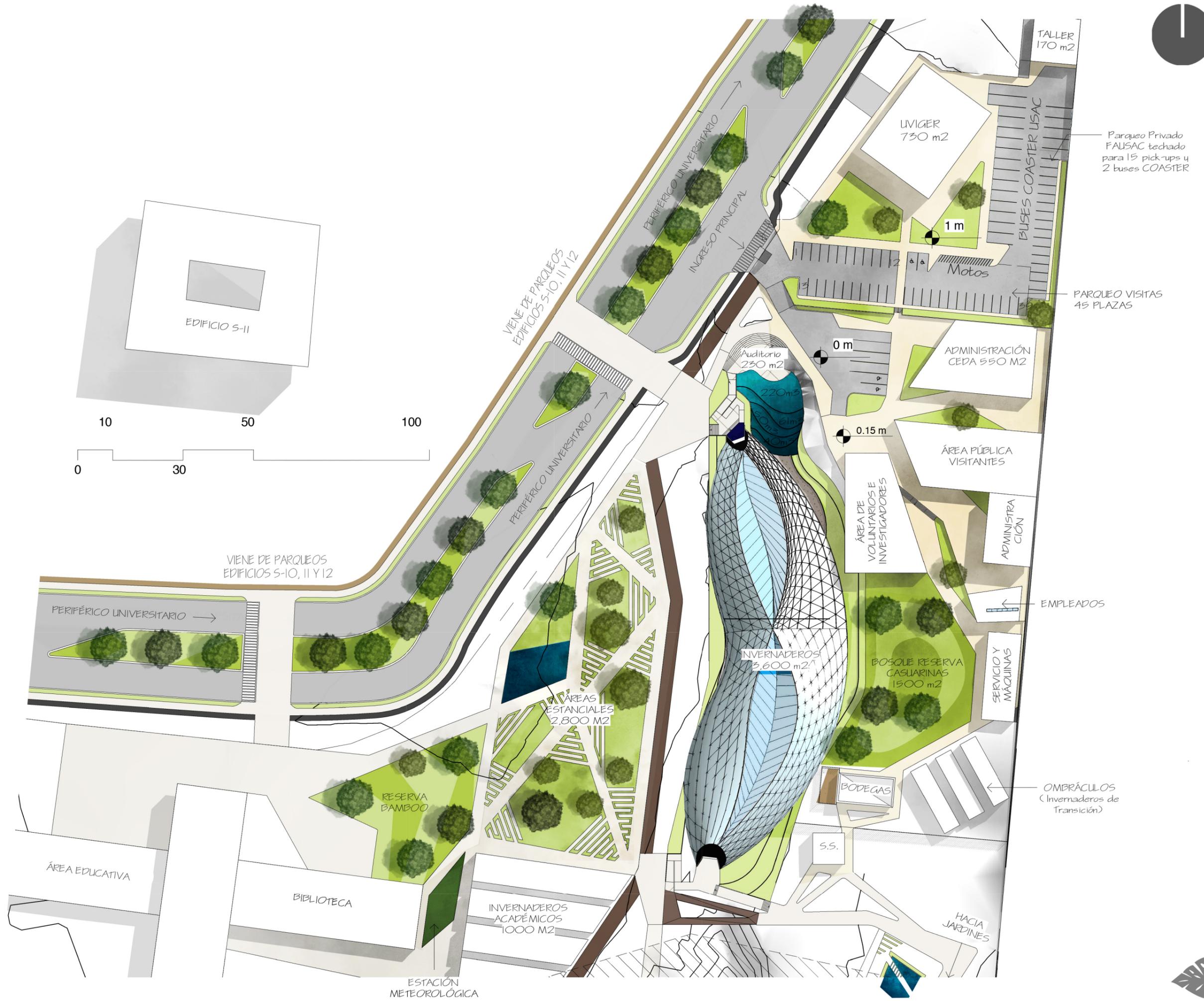
-  CIRCULACIÓN VEHICULAR
-  CIRCULACIÓN DE BICICLETAS
-  CIRCULACIÓN VEHÍCULOS DE SERVICIO
-  CIRCULACIÓN PEATONAL PÚBLICA
-  CIRCULACIÓN PEATONAL DE SERVICIO
-  INGRESOS PRINCIPALES
-  INGRESOS DE SERVICIO
-  NODO - PLAZA



# CIRCULACIONES EN ÁREA NORTE

ESCALA GRÁFICA





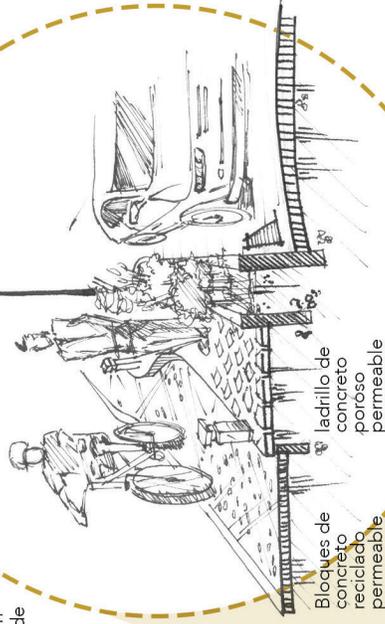
**EMPLAZAMIENTO ÁREA NORTE**  
ESCALA GRÁFICA



## PAVIMENTOS

Se implementarán materiales permeables para las circulaciones peatonales y ciclovías, permitiendo la devolución del agua al suelo sin necesidad de generar mayor cantidad de instalación de drenaje pluvial.

Luminaria alimentada con energía fotovoltaica



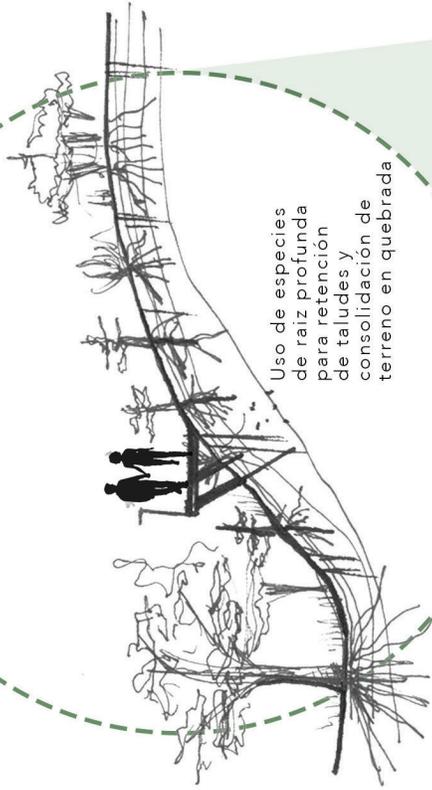
Bloques de concreto reciclado permeable

ladrillo de concreto poroso permeable

## CONSOLIDACIÓN DE SUELO

En la quebrada se intervendrá con veredas que permitan recorridos y avistamiento en miradores de estructura liviana, implementando siembra de plantas y cubresuelos con raíz profunda en áreas con pendientes mayores al 40% para retener el talud.

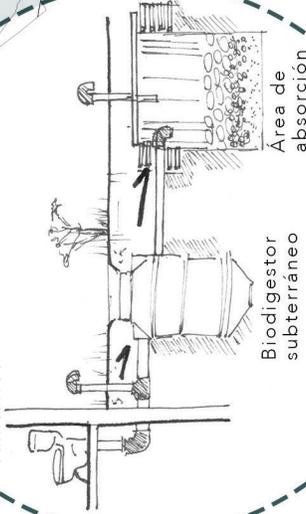
Uso de especies de raíz profunda para retención de taludes y consolidación de terreno en quebrada



## MANEJO DE DESECHOS

En áreas lejanas al alcance de las instalaciones sanitarias se empleará el tratamiento de desechos sólidos y líquidos por medio de biodigestores prefabricados y áreas de absorción.

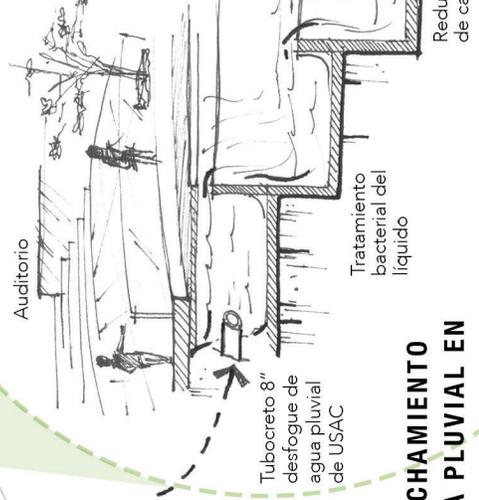
Servicios sanitarios



Biodigestor subterráneo

Área de absorción

Auditorio



Tubocreto 8" de desfogue de agua pluvial de USAC

Oxigenación de agua por movimiento

Tratamiento bacteriano líquido

## APROVECHAMIENTO DE AGUA PLUVIAL EN ALJIBE

Se retomará el área del aljibe para tratamiento de aguas pluviales de la USAC, y de las terrazas jardín de los edificios del conjunto, reutilizando la misma para riego y mantenimiento de humedad en invernaderos.

Abastece canal de agua en Invernadero

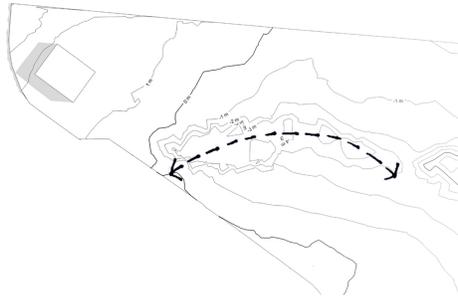
Reductor de caudal



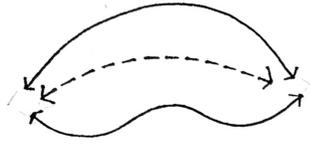


**INVERNADERO**

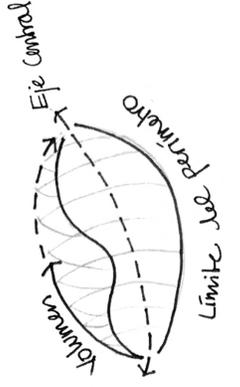




**1** Tanto en la forma como el volumen se buscó la adaptación al entorno y perfil natural del terreno. Primero se definió el eje central de la quebrada, a partir del cual se limitará el emplazamiento del objeto arquitectónico.

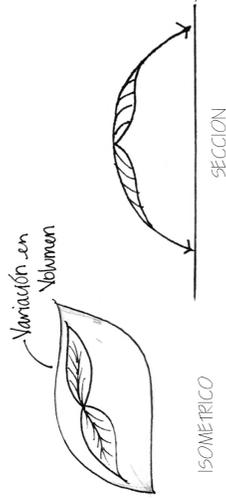


PLANTA



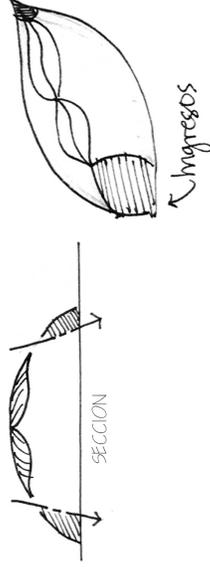
ISOMÉTRICO

**2** Buscando generar una volumetría orgánica tanto en planta como en elevación, se definen los límites del perímetro del invadido, y a partir del eje central se genera volumen vertical, teniendo siempre una curvatura con el objetivo de aumentar la estabilidad y sustento estructural.

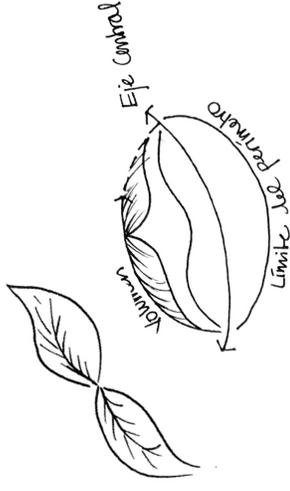


ISOMÉTRICO

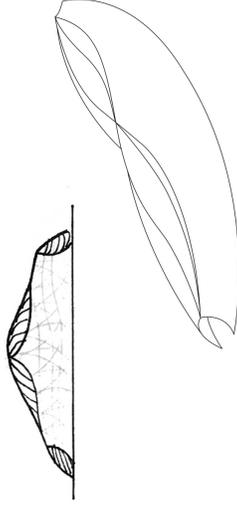
**4** Las nuevas formas centrales permiten jugar con la forma del volumen en su parte central, dando como resultado una sección que permite la variabilidad de alturas dentro del mismo. Esto será de utilidad al implementar especies de distintos requerimientos de altura dentro del volumen.



**5** Al concebir el volumen como un objeto arquitectónico se busca a través de la realización de dos cortes transversales definir los ingresos, los cuales serán diseñados de forma retrasada pensando para adaptarse de mejor manera a la geometría geodésica con la que se generará la volumetría de la forma.



**3** Se implementa en la parte superior dos formas orgánicas en representación de dos hojas de árbol, que convergen en su base al centro del volumen. De su perímetro se obtienen nuevos ejes que serán de utilidad para el sustento de la estructura y volumetría del proyecto.

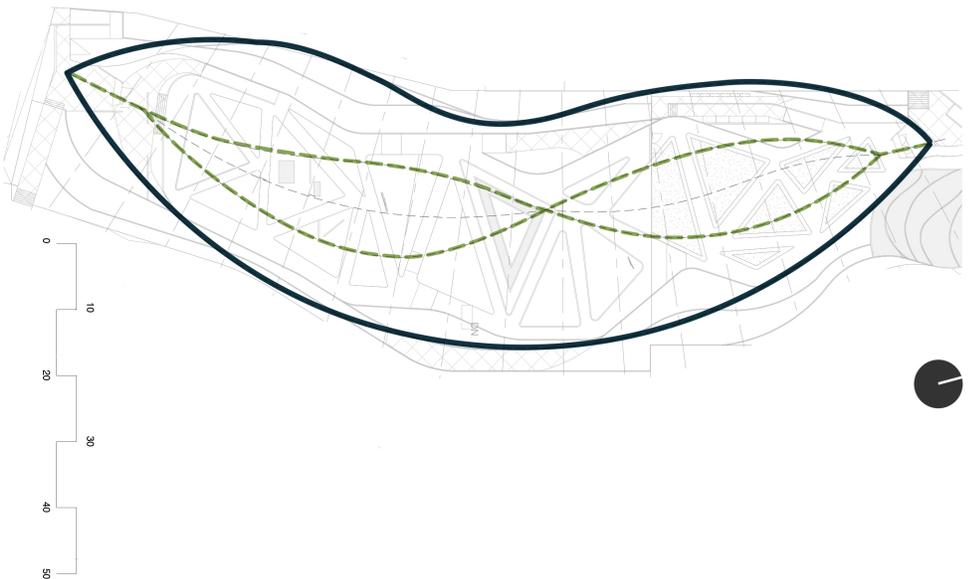


**6** Finalmente la concepción en bocetos iniciales se adaptaron digitalmente a las condiciones reales del terreno, dando como resultado la forma final del objeto arquitectónico al cual se le procedió a adaptar una estructura como se muestra a continuación:



## INDICIO FORMAL Y VOLUMÉTRICO

ESCALA GRÁFICA

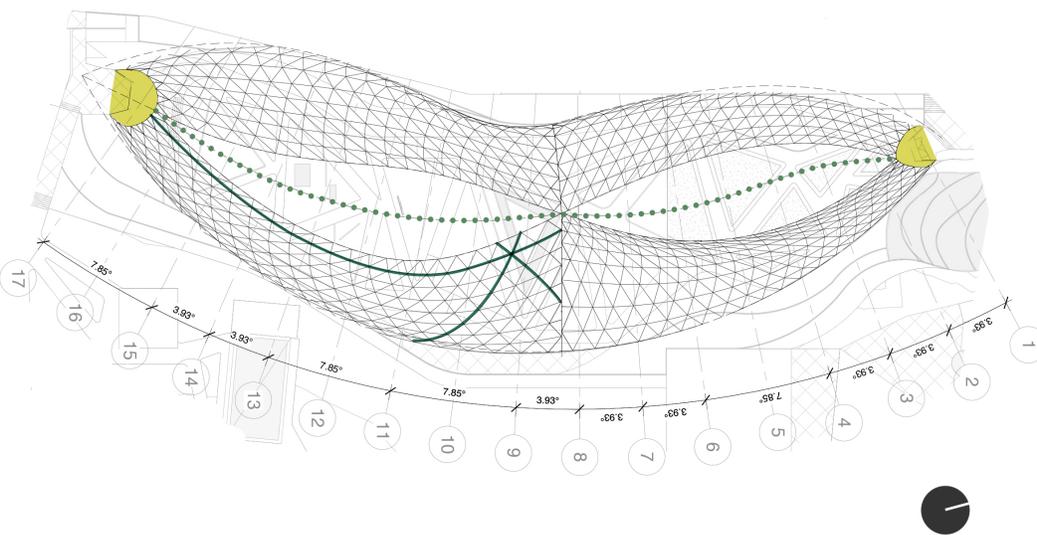


### DELIMITACIÓN

Se trazaron ejes longitudinales principales delimitándose por la morfología de la quebrada, definiendo el área a ocupar por el invernadero. Los límites deberán adaptarse a las alturas de las distintas plataformas planteadas para el manejo de taludes en el sitio.

### VIGAS PRINCIPALES

Se trazaron dos ejes centrales que definirán las vigas principales, darán forma de la cumbre y generarán alturas dentro del invernadero. El distanciamiento entre ambos ejes permite dar una variación formal al volumen del elemento arquitectónico.



### MODULACIÓN DE FACHADA

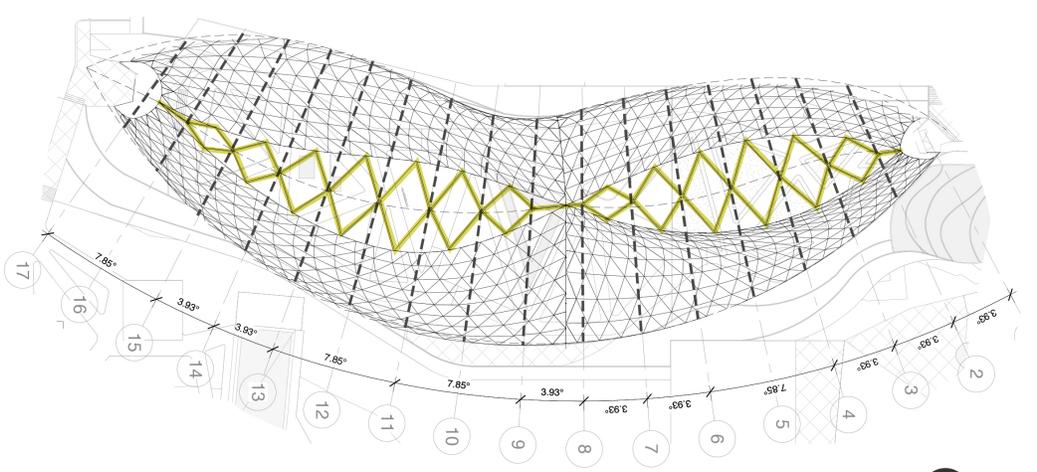
Se trazaron líneas modulares en en 3 direcciones en la fachada, creando una triangulación autoportante para la estructura de la fachada. La estructura guía la forma semi-circular en la sección transversal del invernadero.

### INGRESOS

Se plantea el ingreso y salida en los extremos del invernadero, de manera retrasada para no interferir ni competir con la tipología y forma del objeto arquitectónico.

### EJE CENTRAL

Entre las vigas principales se diagrama un eje central el cual guiará la posición de columnas de carga.



### EJE CENTRAL

Se trazaron líneas modulares en el terreno a casa 15 metros como supermódulo basado en el cual tomaría partida la modulación específica del invernadero.

### COLUMNAS

A partir de la modulación transversal se trazaron ejes secundarios angulares los cuales definen la modulación de marcos rígidos que darán forma a la estructura y serán unidos por medio de rígidos, tensores y breizas para evitar el colapso de la misma.

## DEFINICIÓN ESTRUCTURAL

ESCALA GRÁFICA

DISEÑO Y ELABORACIÓN: TEVA PEÑA

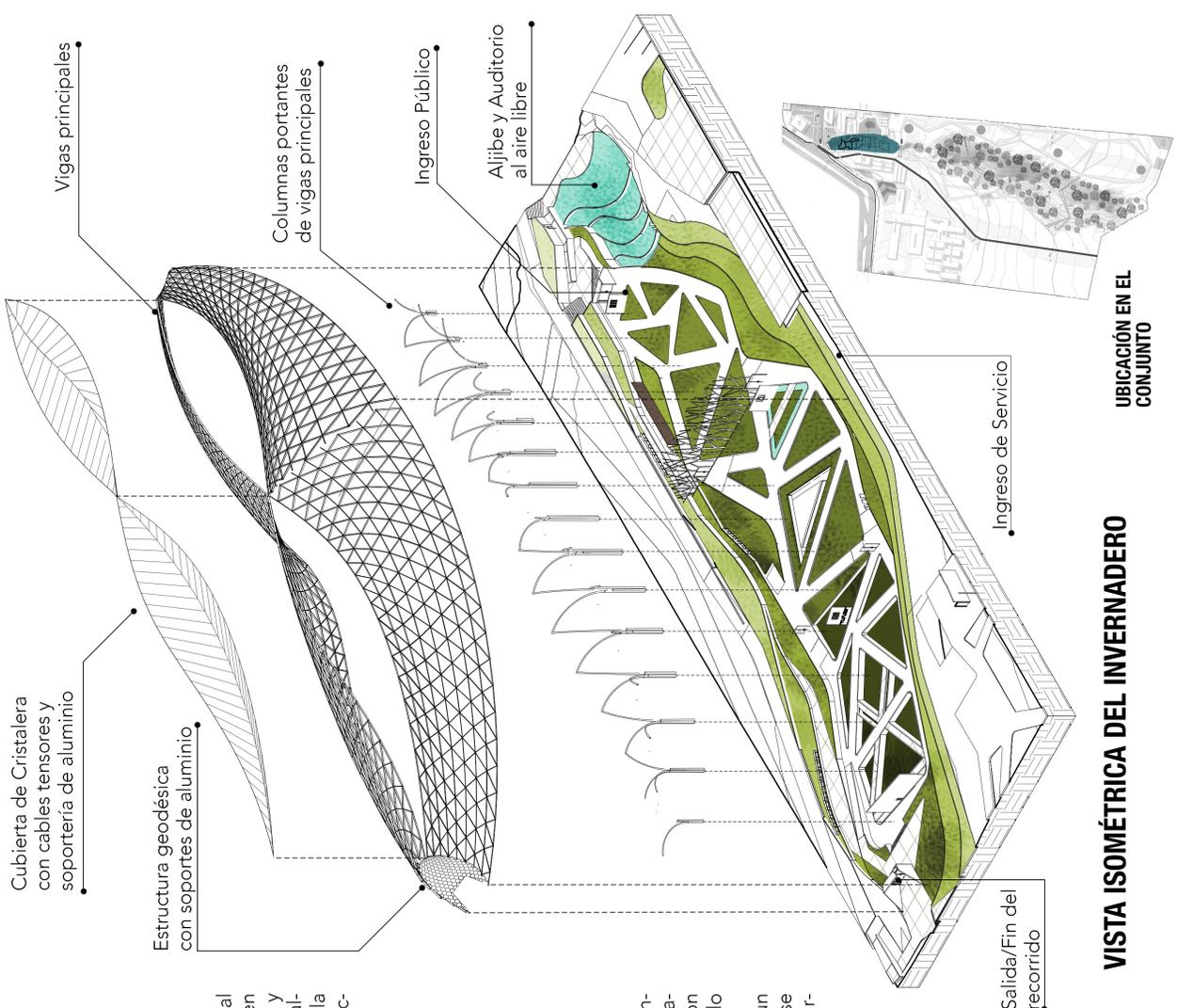


JARDÍN BOTÁNICO



# EMPLAZAMIENTO DEL INVERNADERO

## VISTA ISOMÉTRICA DEL INVERNADERO



Cubierta de Cristalera con cables tensores y soportería de aluminio

Estructura geodésica con soportes de aluminio

Vigas principales

Columnas portantes de vigas principales

Ingreso Público

Aljibe y Auditorio al aire libre

Ingreso de Servicio

Salida/Fin del recorrido

UBICACIÓN EN EL CONJUNTO

### MANEJO CLIMÁTICO

Se diseñó una sola estructura la cual estará conformado por 3 invernaderos en uno, brindando por medio de espacios y aberturas el ambiente adecuado para albergar especies de los distintos climas de la región agrupados en los siguientes macro-climas:

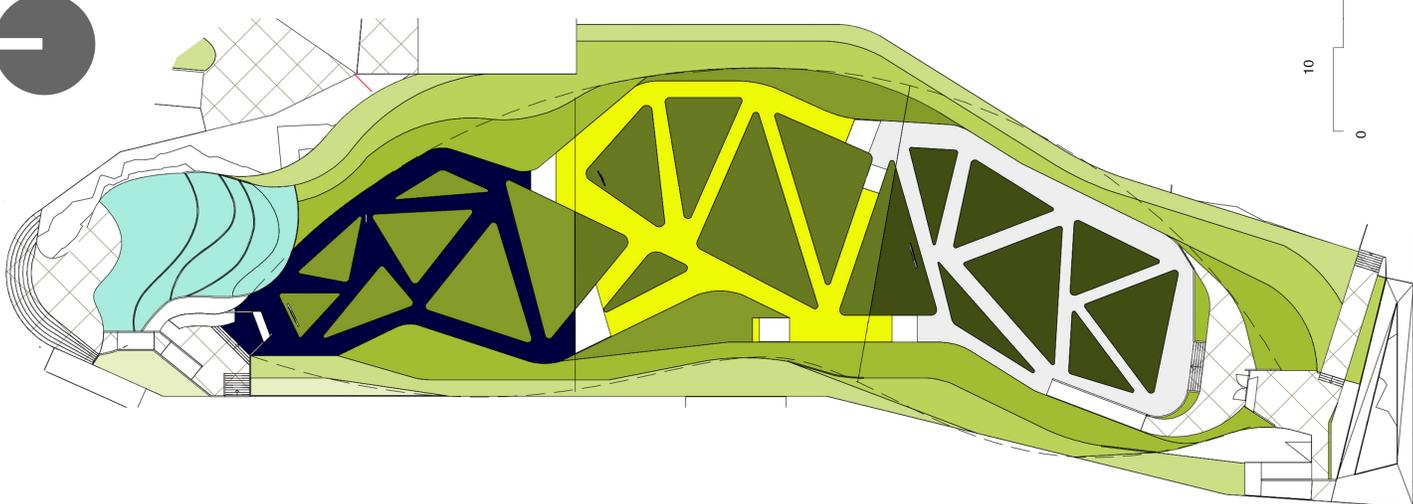
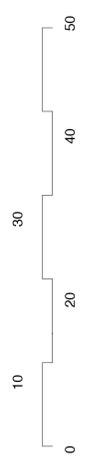
- **Clima Cálido-Seco**
- **Clima Cálido-Húmedo**
- **Clima Frío-Húmedo**
- - - **Perímetro del Invernadero**

### MANEJO TOPOGRÁFICO

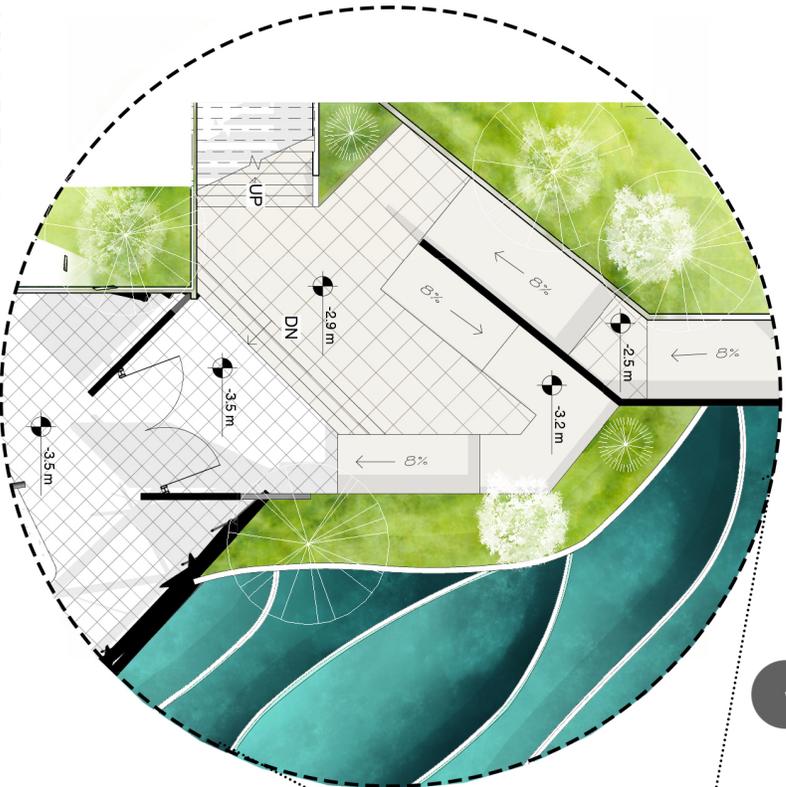
La quebrada en donde se emplazará el invernadero será tratada por medio de plataformas con un mínimo de talud proporción 1:2 para protección y contención del suelo circundante.

Con base en la topografía, se define un límite de quebrada a partir del cual se trazan las plataformas a las siguientes alturas relativas a la curva 0.00 del terreno:

- -1.00 mts
- -2.00 mts
- -2.50 mts
- -3.00 mts
- -3.50 mts
- -4.50 mts
- -5.00 mts



AUDITORIO AL AIRE LIBRE



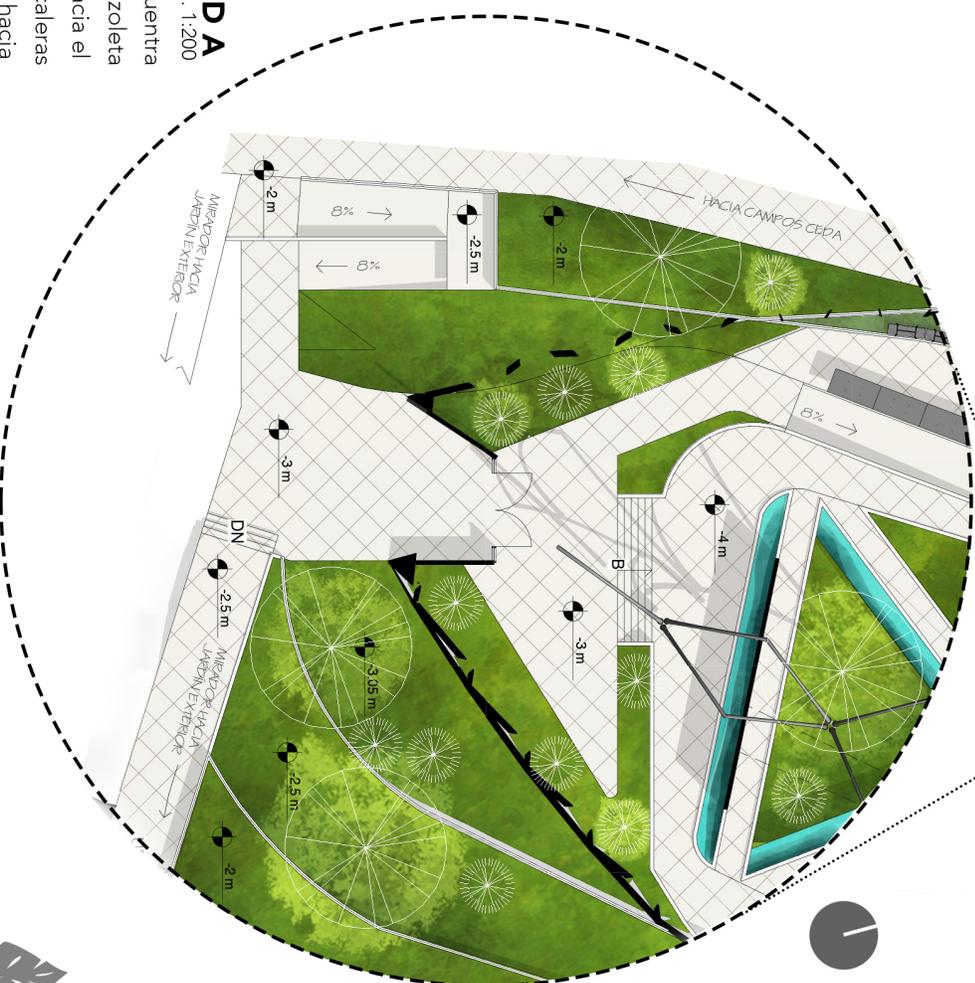
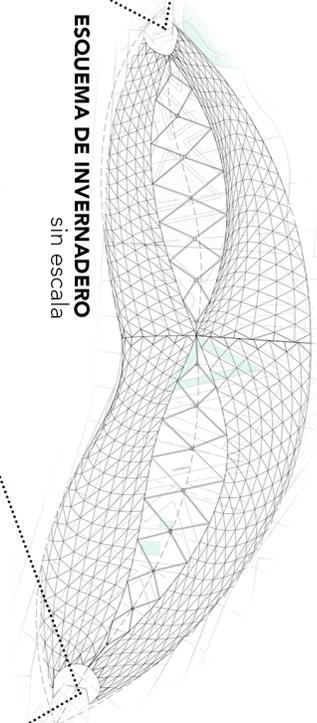
## INGRESO

ESC. 1:125

Desde el auditorio al aire libre se ingresa al invernadero, ya que previamente a los recorridos se dará inducción a los visitantes. Desde este recorrido se podrá apreciar el aljibe, el cual mantendrá el agua en movimiento para mantener la oxigenación.



## ESQUEMA DE INVERNADERO sin escala



## SALIDA

ESC. 1:200

La salida del invernadero se encuentra hacia el sur, se incorporó una plazoleta que permite la comunicación hacia el jardín botánico por medio de escaleras o bien una rampa la cual dirige hacia las instalaciones del CEDDA a la vez.

## INGRESO Y SALIDA DEL INVERNADERO

ESCALA INDICADA

DISEÑO Y ELABORACIÓN: TEVA PEÑA



JARDÍN BOTÁNICO

## ZONA CÁLIDA - SECA

ESCALA GRÁFICA

- Área Total: 991 m<sup>2</sup>
- Área de siembra: 450 m<sup>2</sup>
- Altura Máxima: 11 mts
- Capacidad de Estudiantes: 15 estudiantes



Caminamientos de Bloques compactados de material reciclado triturado



## ZONA CÁLIDA-HÚMEDA

ESCALA GRÁFICA

- Área Total: 1,304.70 m<sup>2</sup>
- Área de siembra: 654 m<sup>2</sup>
- Altura Máxima: 16 mts
- Capacidad de Estudiantes: 20 estudiantes



## ZONA FRÍA-HÚMEDA Y MUY HÚMEDA

ESCALA GRÁFICA

- Área Total: 1,4380 m<sup>2</sup>
- Área de siembra: 814 m<sup>2</sup>
- Altura Máxima: 17 mts
- Capacidad de Estudiantes: 25 estudiantes



Caminamientos antideslizantes + rejilla para captación de agua de riego



### NOMENCLATURA

- CAMINAMIENTO PEATONAL
- - - DIVISIÓN DE JARDÍN POR CUBRESUELO
- CUERPO DE AGUA
- REJILLA DE DRENAJE EN CAMINAMENTOS

0.00 - 1.00 m    1.00 - 4.00 m    4.00 - 12.00 m    12.00 - 50.00 m



Agua de Aljibe se dirige a cisterna de riego

Muro hermético divisorio

Áreas de Exposición

Área de Práctica

Caminamientos antideslizantes + rejilla para captación de agua de riego

Muro hermético divisorio

Área de Práctica

Almacenamiento de agua Pluvial en fuentes

Áreas de Exposición

3m

3m

3m

3m

3m

3m

3m

3m



# ZONA CÁLIDA - SECA

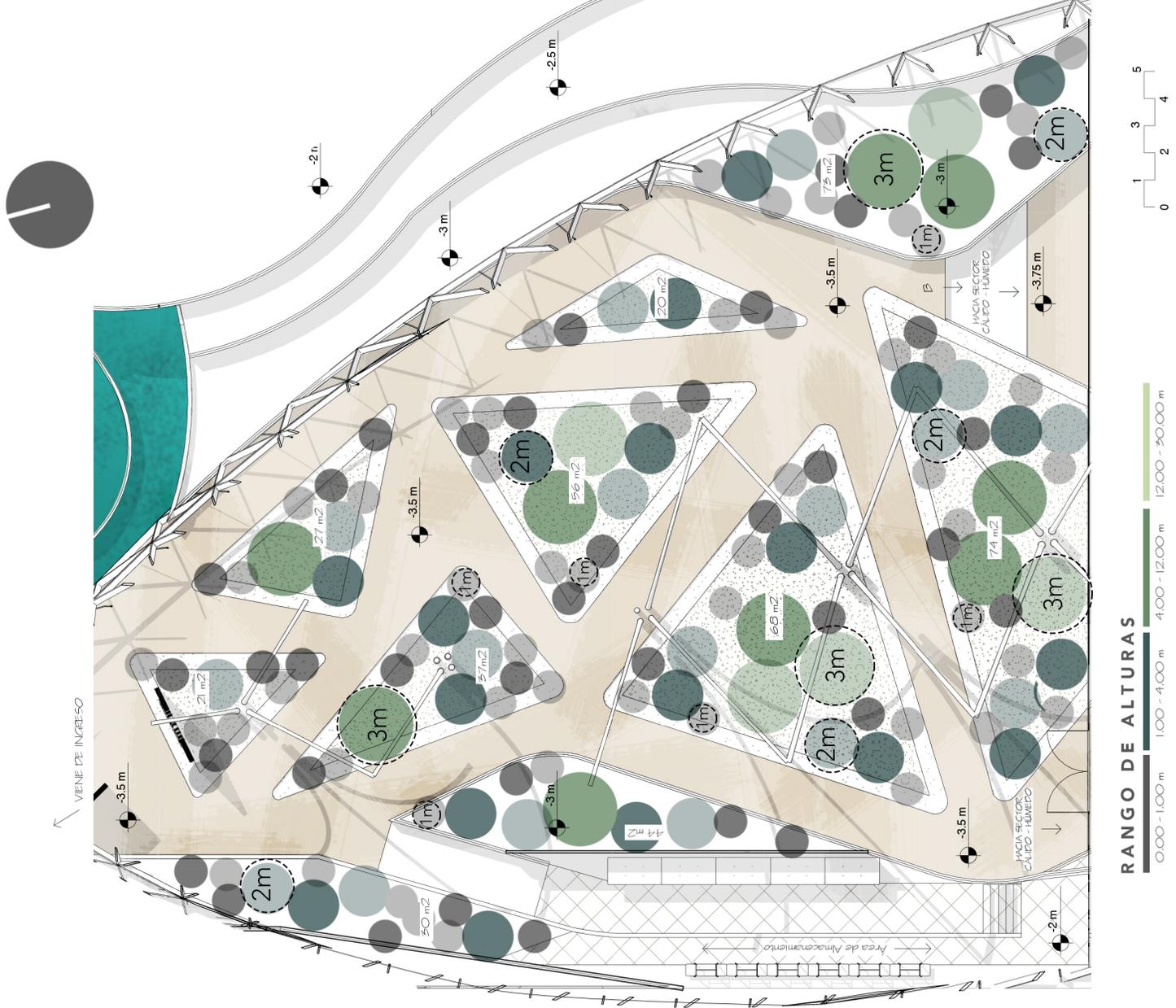
ESCALA 1:150

Con un área de **991.00 m<sup>2</sup>**, éste sector es el más pequeño del invernadero y alberga especies de climas secos de la región oriente del país, cactáceas, Anacardiáceas, Primuláceas, entre otras que se encuentran distribuidas dentro de un espacio delimitado de hasta 13 metros de altura. Las plataformas se generan de acuerdo a la pendiente original de la quebrada, se contempló el área de taller y trabajo en la plataforma **-2.00** que incluye espacios de práctica de siembra, dejando el área de exposición en la plataforma **-3.00**. Se toma en cuenta la transición en rampas hacia el siguiente sector ubicado en la plataforma **-3.75** con una pendiente máxima del 8%.

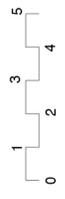


## NOMENCLATURA

- CAMINAMIENTO PEATONAL
- DIVISIÓN DE JARDÍN POR CUBRESUELO
- CUERPO DE AGUA



## RANGO DE ALTURAS



# ZONA CÁLIDA-HÚMEDA

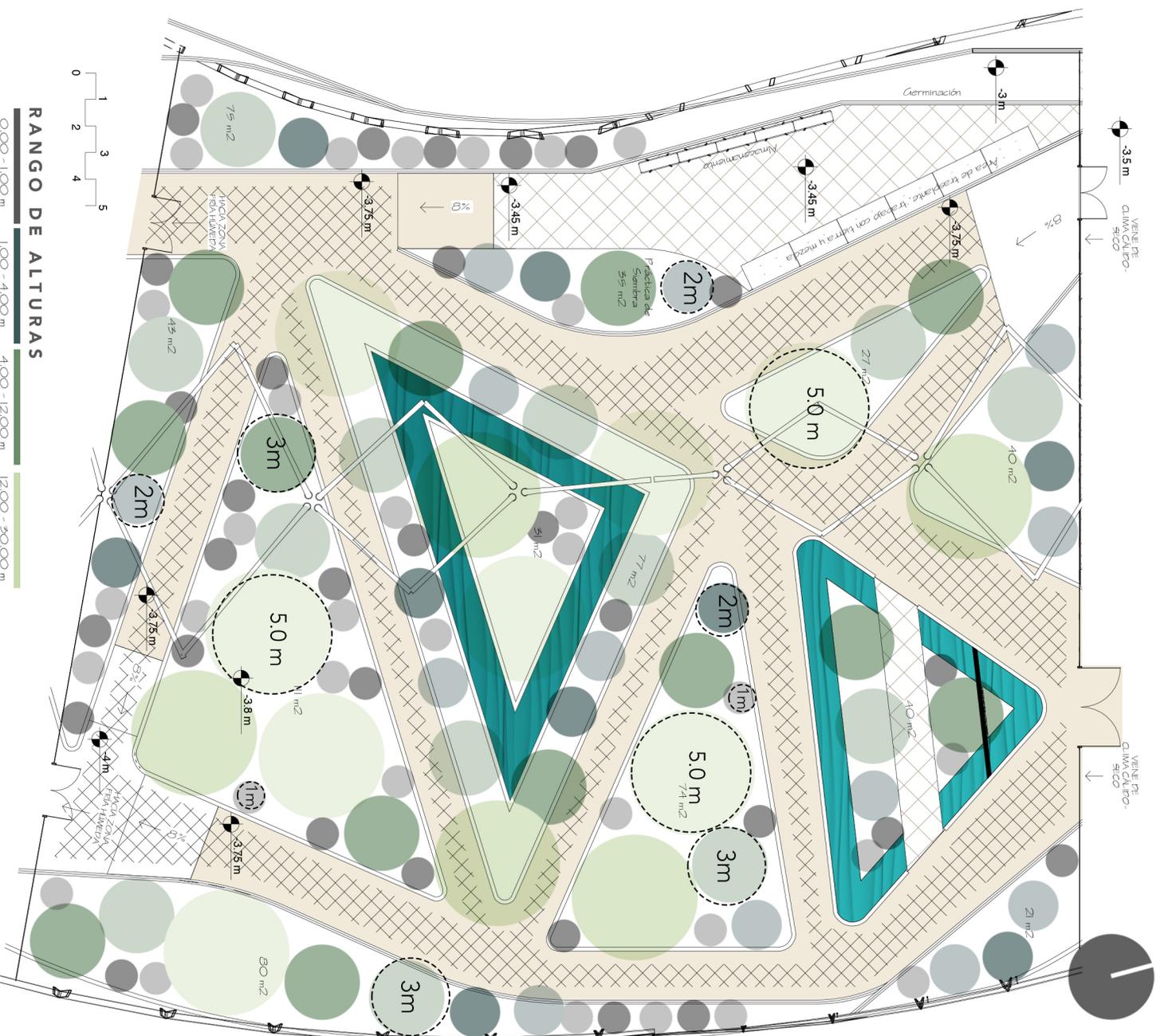
ESCALA 1:150

Con un área de **1,304.70 m<sup>2</sup>**, éste sector es el intermedio del invernadero, el cual alberga especies de climas cálidos-húmedos de la región norte y sur del país: Umbelíferas, Solanáceas, Primuláceas, etc. se encuentran distribuidas en el sector de mayor altura del invernadero (hasta 18 metros). Se contemplaron caminamientos en la plataforma **-3.75**, quedando nuevamente el área de práctica elevada en la plataforma **-3.45**. Para éste sector, se adecuaron los jardines y áreas de exposición de tal manera, que se alternen distintos diámetros de copa, ya que la variedad en esta zona es extensa, y se puedan mostrar tanto especies altas como bajas durante el recorrido.



## NOMENCLATURA

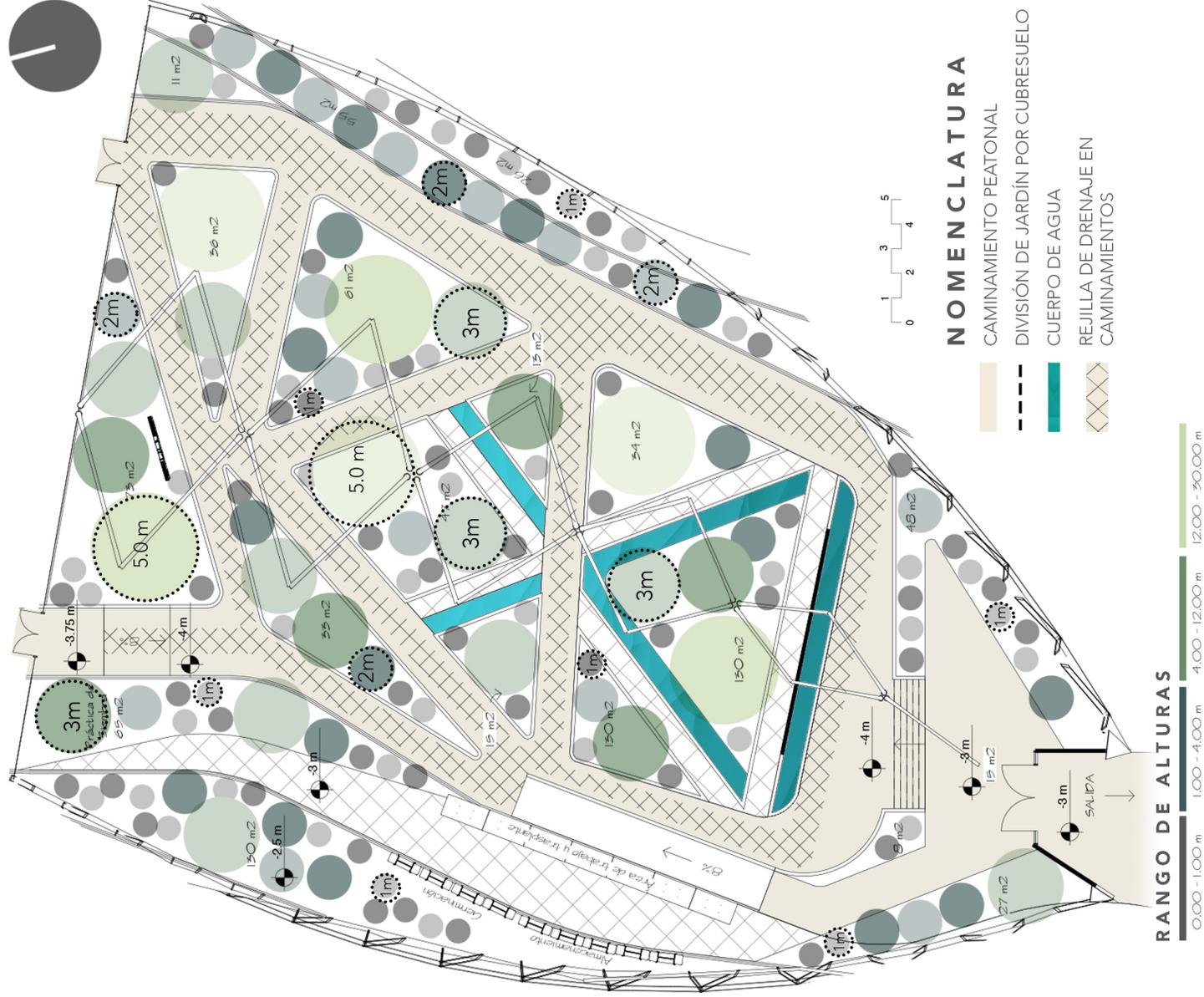
-  CAMINAMIENTO PEATONAL
-  DIVISIÓN DE JARDÍN POR CUBRESUELO
-  CUERPO DE AGUA
-  REJILLA DE DRENAJE EN CAMINAMIENTOS



# ZONA FRÍA - HÚMEDA Y MUY HÚMEDA

ESCALA 1:200

Con un área de 1,438 m<sup>2</sup>, éste sector es el más grande del invernadero y alberga las distintas especies de climas que comprenden cualidades frías, húmedas y muy húmedas del país: Orquídeas, pineáceas, entre otras, se encuentran distribuidas dentro de un espacio delimitado hasta 16 metros de altura. Las plataformas se generan a -1.00 metro del caminamiento peatonal, permitiendo el desarrollo de las especies de mayor altura. El sector cuenta con caminamientos en las plataformas -3.00 y -4.00, y jardines en las plataformas -5.00, -4.00, -3.00 y -2.75. El área de trabajo en éste sector se contempla en la plataforma -3.00 con capacidad para 15 estudiantes.

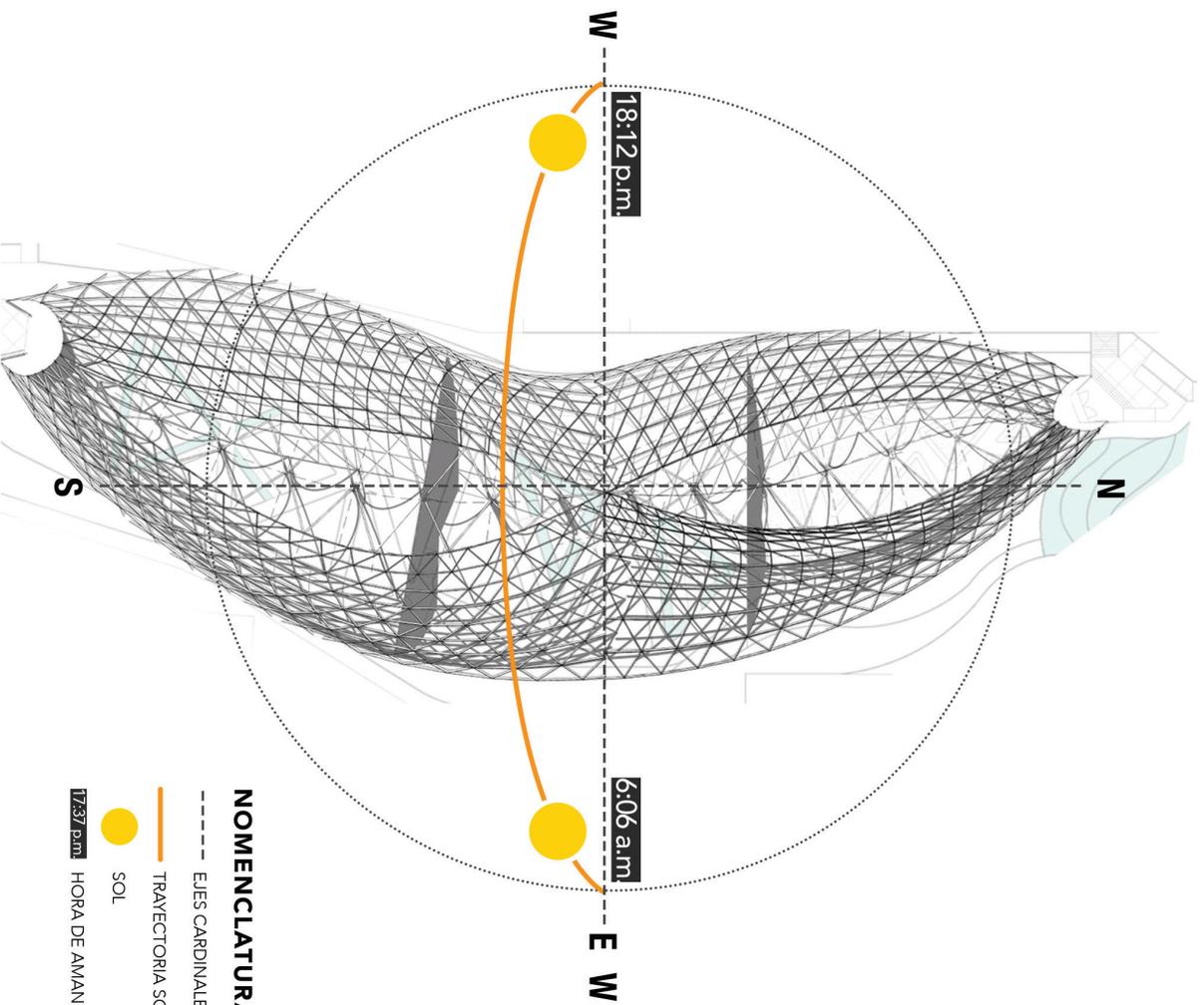


-  CAMINAMIENTO PEATONAL
-  DIVISIÓN DE JARDÍN POR CUBRESUELO
-  CUERPO DE AGUA
-  REJILLA DE DRENAJE EN CAMINAMIENTOS

## RANGO DE ALTURAS

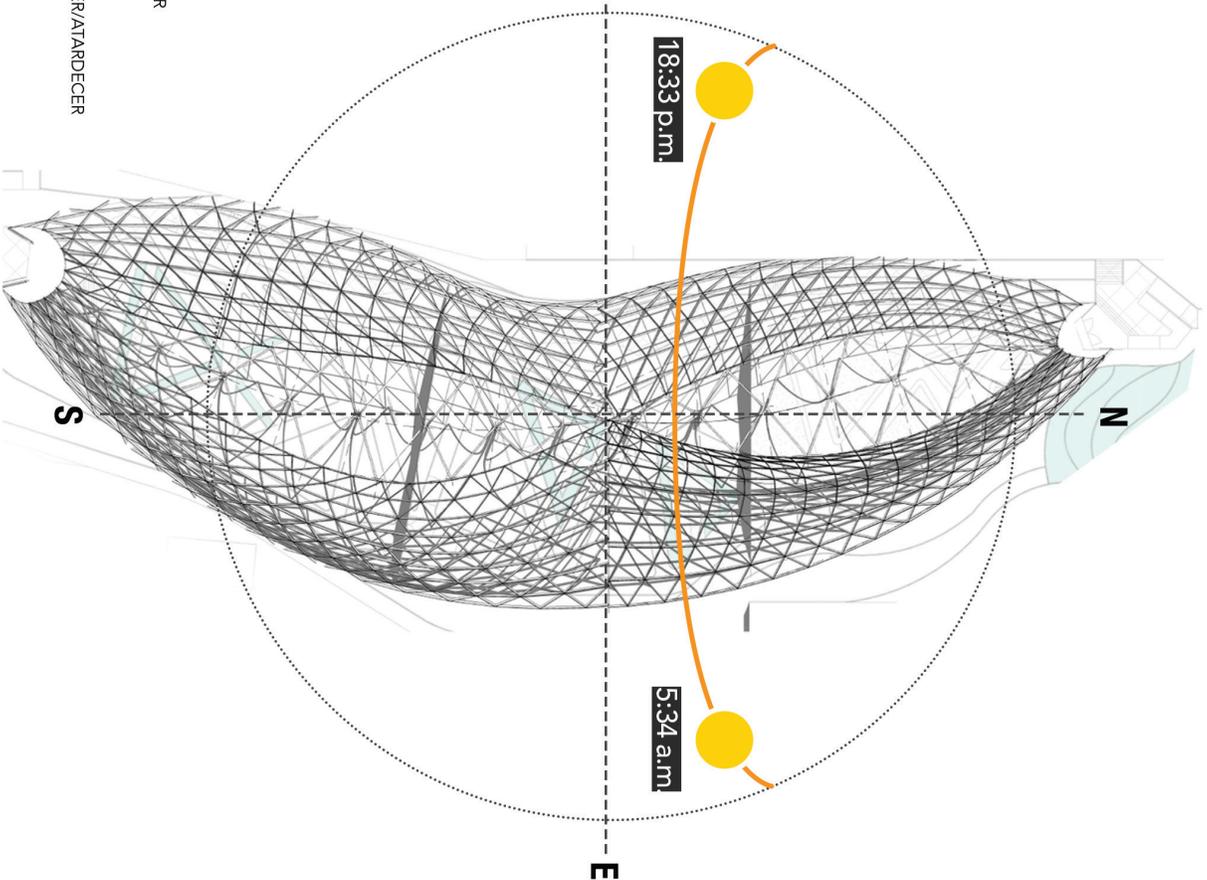


0.00 - 1.00 m 1.00 - 4.00 m 4.00 - 12.00 m 12.00 - 30.00 m



**NOMENCLATURA**

- EJES CARDINALES
- TRAYECTORIA SOLAR
- SOL
- 17:37 p.m. HORA DE AMANECER/ATARDECER



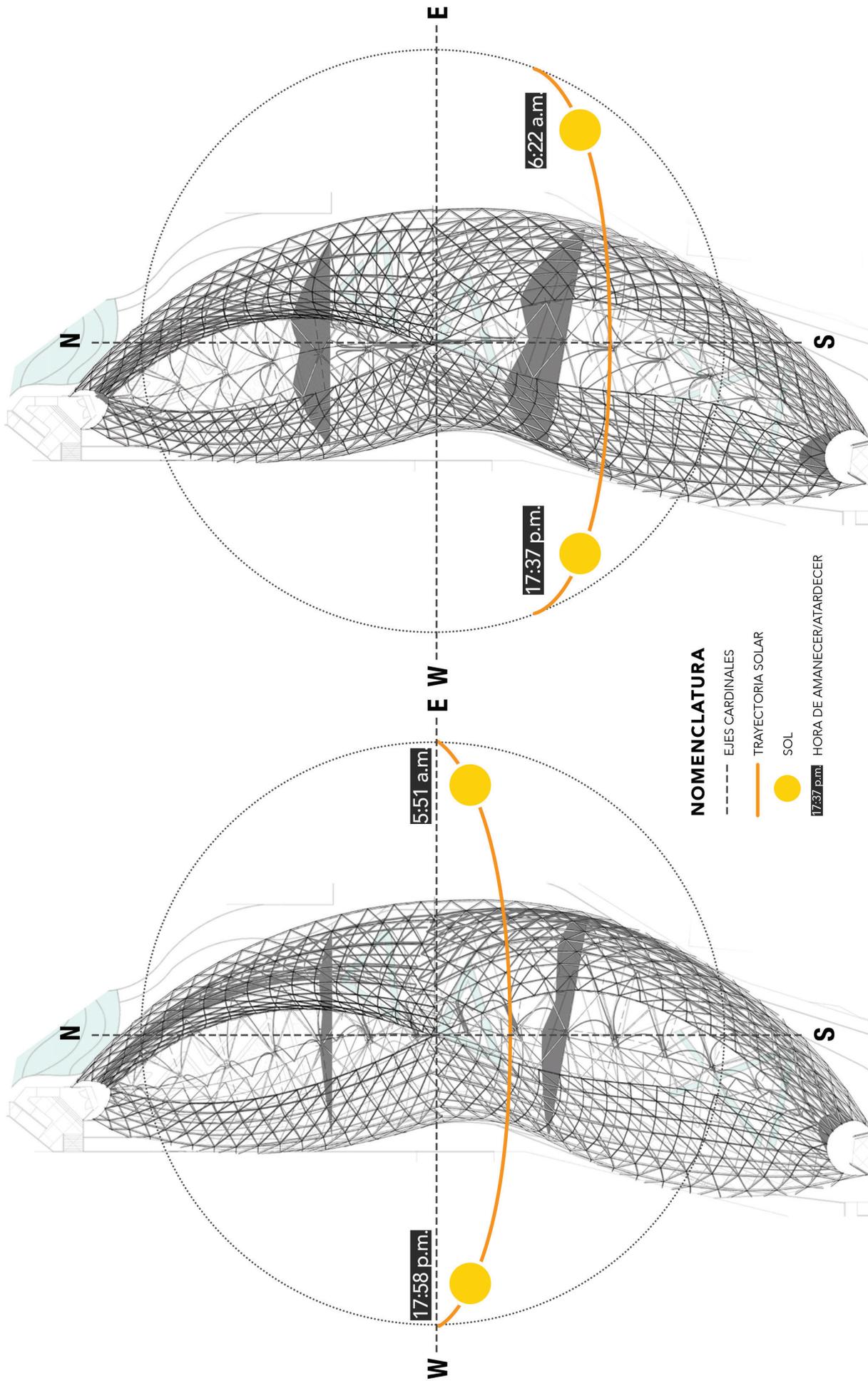
**EQUINOCCIO DE PRIMAVERA**

20 DE MARZO - 2017  
 Sombra proyectada: 14:00 hrs

**SOLSTICIO DE VERANO**

21 DE JUNIO - 2017  
 Sombra proyectada: 14:00 hrs.

\*Ver estudio animado de soleamiento en los documentos digitales del proyecto



### EQUINOCCIO DE OTOÑO

22 DE SEPTIEMBRE- 2017  
Sombra proyectada: 14:00 hrs.

### SOLSTICIO DE INVIERNO

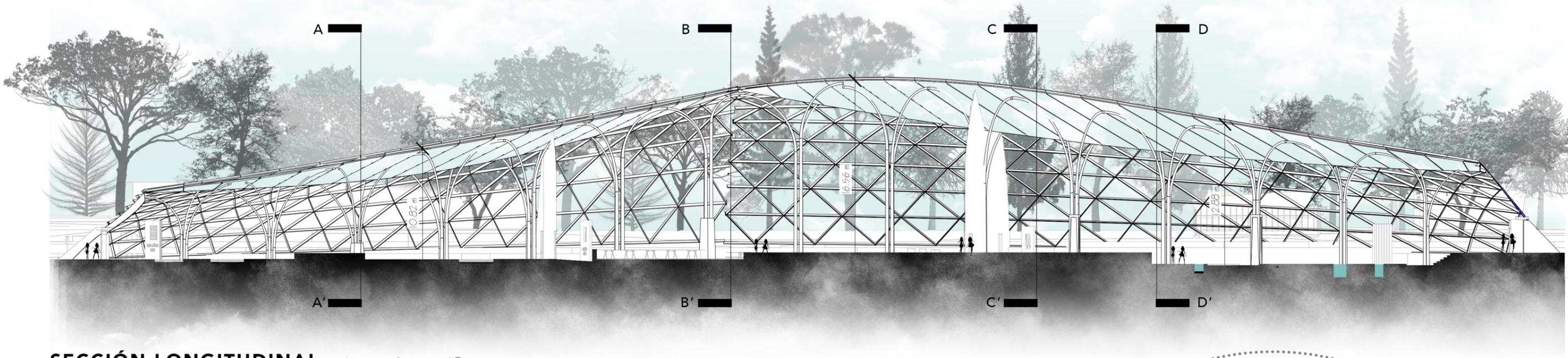
21 DE DICIEMBRE- 2017  
Sombra proyectada: 14:00 hrs.

\*Ver estudio animado de soleamiento en los documentos digitales del proyecto





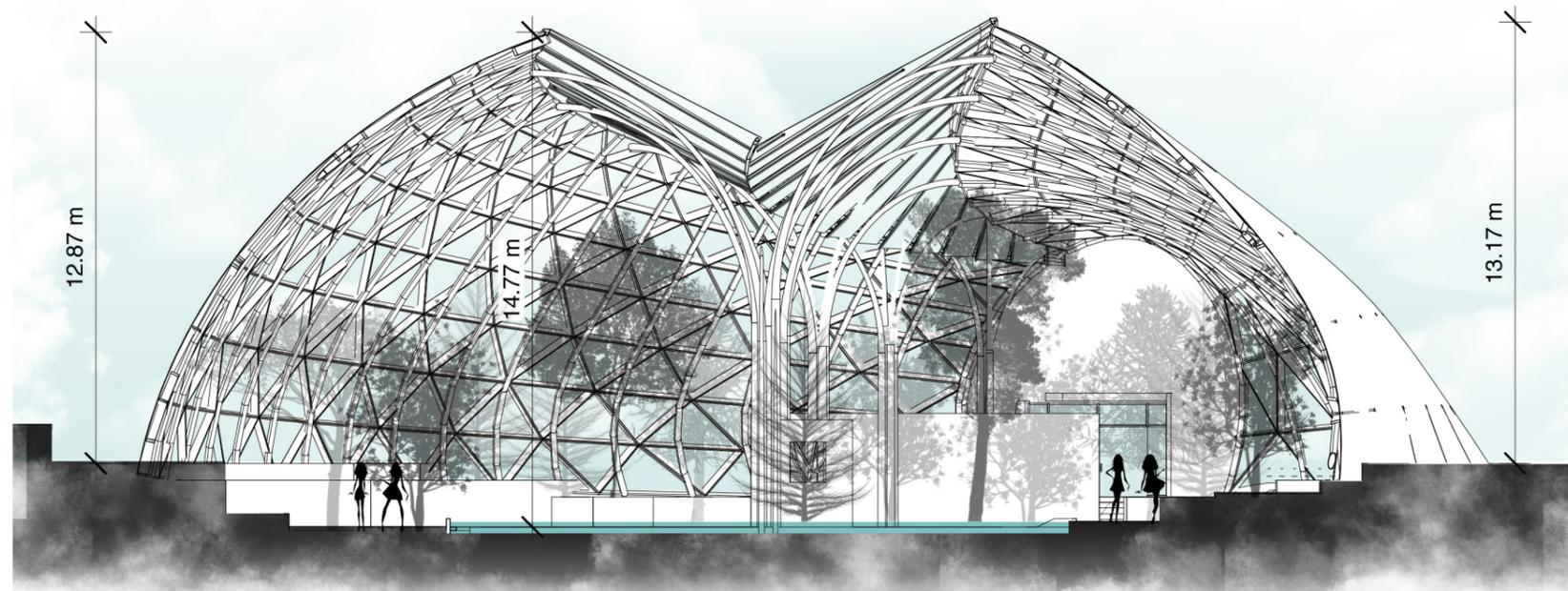




## SECCIÓN LONGITUDINAL

ESCALA GRÁFICA

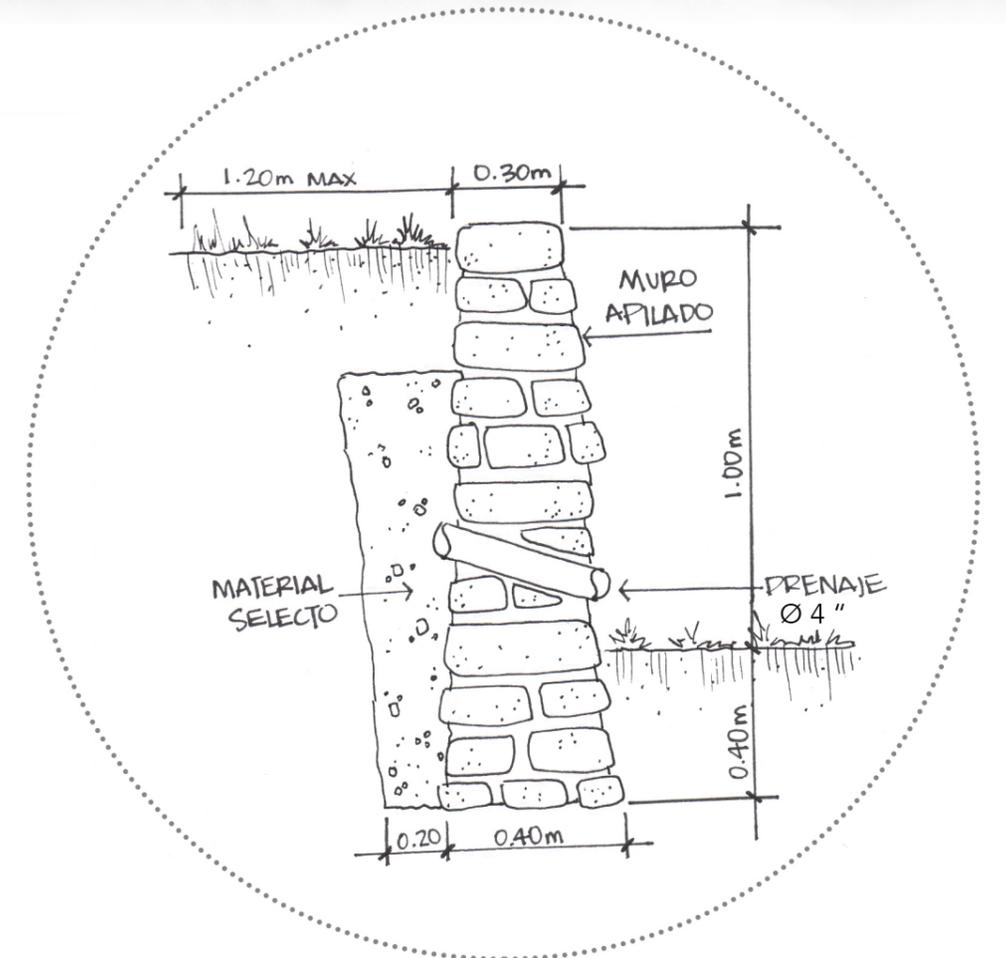
Longitudinalmente la estructura del invernadero tiene una sucesión ascendente hacia el centro, que es donde se albergarán especies de mayor altura. Las columnas extruídas con curvatura en su capitel buscan la simpleza en la representación del tronco de un árbol. La limpieza y carencia de excesiva ornamentación permitirá que sean las plantas y los árboles los protagonistas de la experiencia del usuario.



## SECCIÓN B-B'

ESCALA GRÁFICA

Transversalmente la estructura posee una curvatura la cual le permite transmitir la carga al suelo cubriendo una luz mayor. En la parte superior central se generan dos sustracciones a la forma geodésica del invernadero, con el propósito de captación y reutilización del agua de lluvia, así mismo de generar una forma interesante con ritmo y gradación tanto de forma como de alturas. Se llegan a alcanzar hasta 16 metros en la parte más alta del invernadero.



## MUROS DE CONTENCIÓN DE PIEDRA POR GRAVEDAD

DETALLE SIN ESCALA

SECCIONES

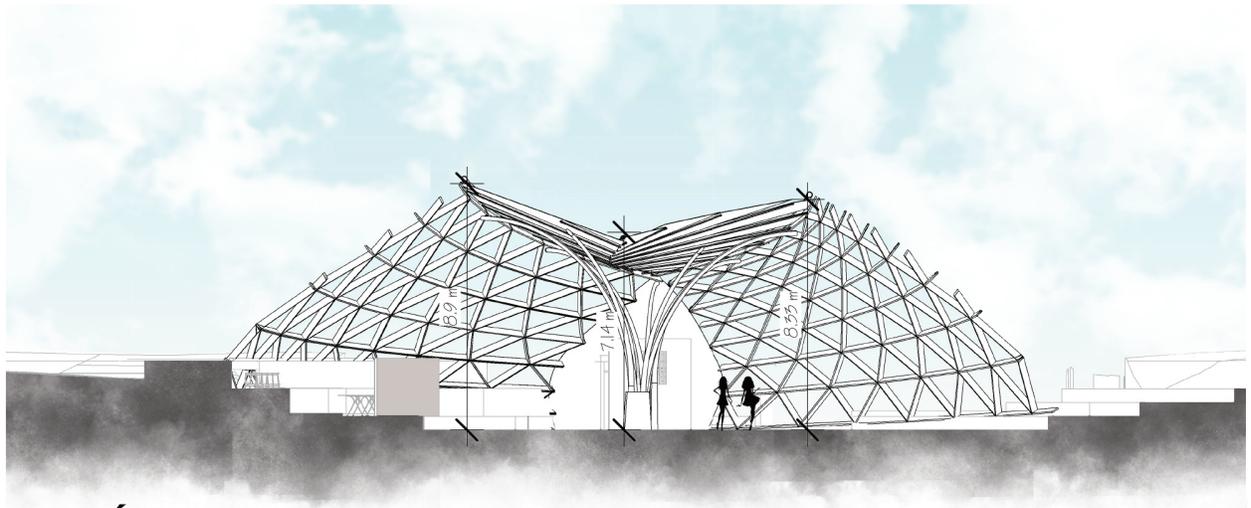
ESCALA GRÁFICA

DISEÑO Y ELABORACIÓN: TEVA PEÑA

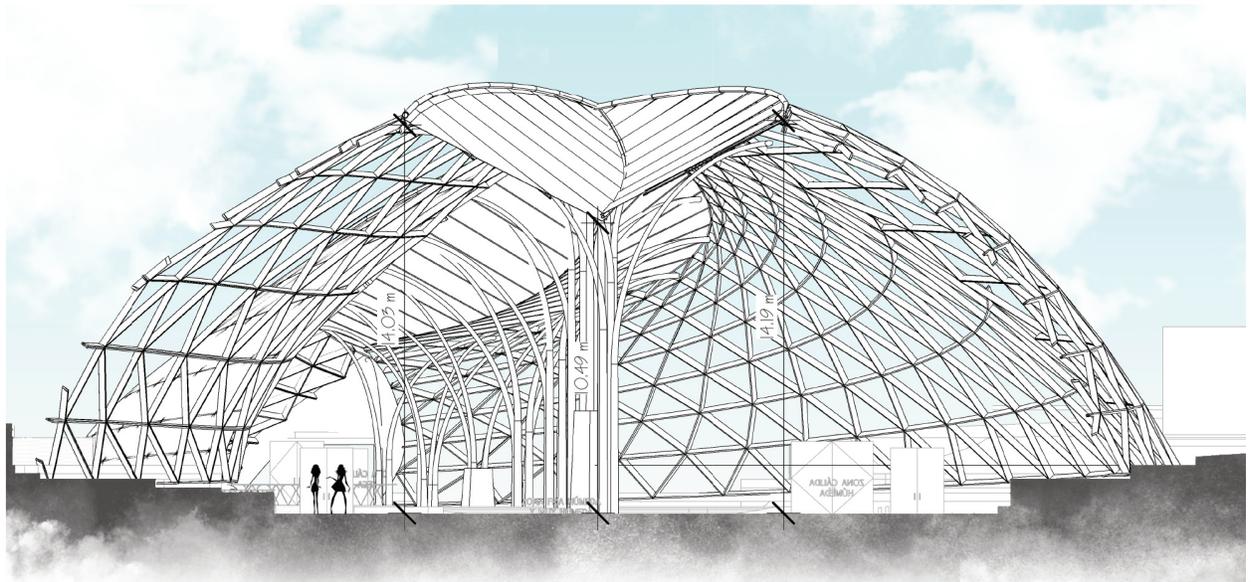


JARDÍN BOTÁNICO

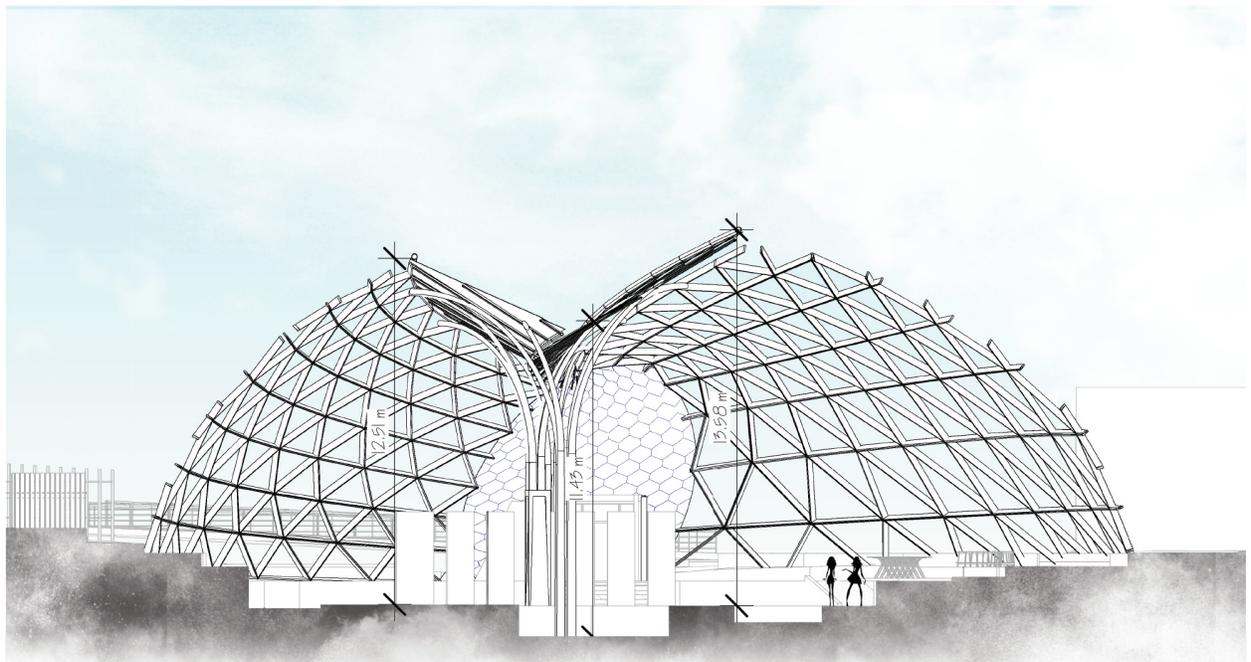




**SECCIÓN A-A'**  
ESCALA GRÁFICA



**SECCIÓN C-C'**  
ESCALA GRÁFICA



**SECCIÓN D-D'**  
ESCALA GRÁFICA





# ÁREAS DE SERVICIO





**PLANTA ARQUITECTÓNICA ÁREA DE EMPLEADOS**

ESC. 1:100



**VENTILACIÓN INTERIOR**  
Disposición de ladrillos tipo celosía que permite el paso del viento a los corredores y áreas húmedas

**ILUMINACIÓN EN PASILLO**  
De pasillo por medio de cristalera en cubierta, la cual permite aprovechamiento de la luz natural.

**PIELES**  
En fachadas con orientación oeste aprovecha la iluminación y el empleo de pieles para crear efectos de iluminación en el interior.



**ILUMINACIÓN NATURAL**  
Fachadas abiertas hacia el norte para mejor aprovechamiento de la luz y ventilación natural

**PAVIMENTACIÓN**  
Permeable en todas las áreas de servicio, realizada con bloques de concreto poroso reciclado.

**VISTA ISOMÉTRICA SIN ESCALA**



**SECCIÓN A-A'**

ESC. 1:100



**ELEVACIÓN FRONTAL** ESC. 1:100



**ELEVACIÓN LATERAL**

ESC. 1:100

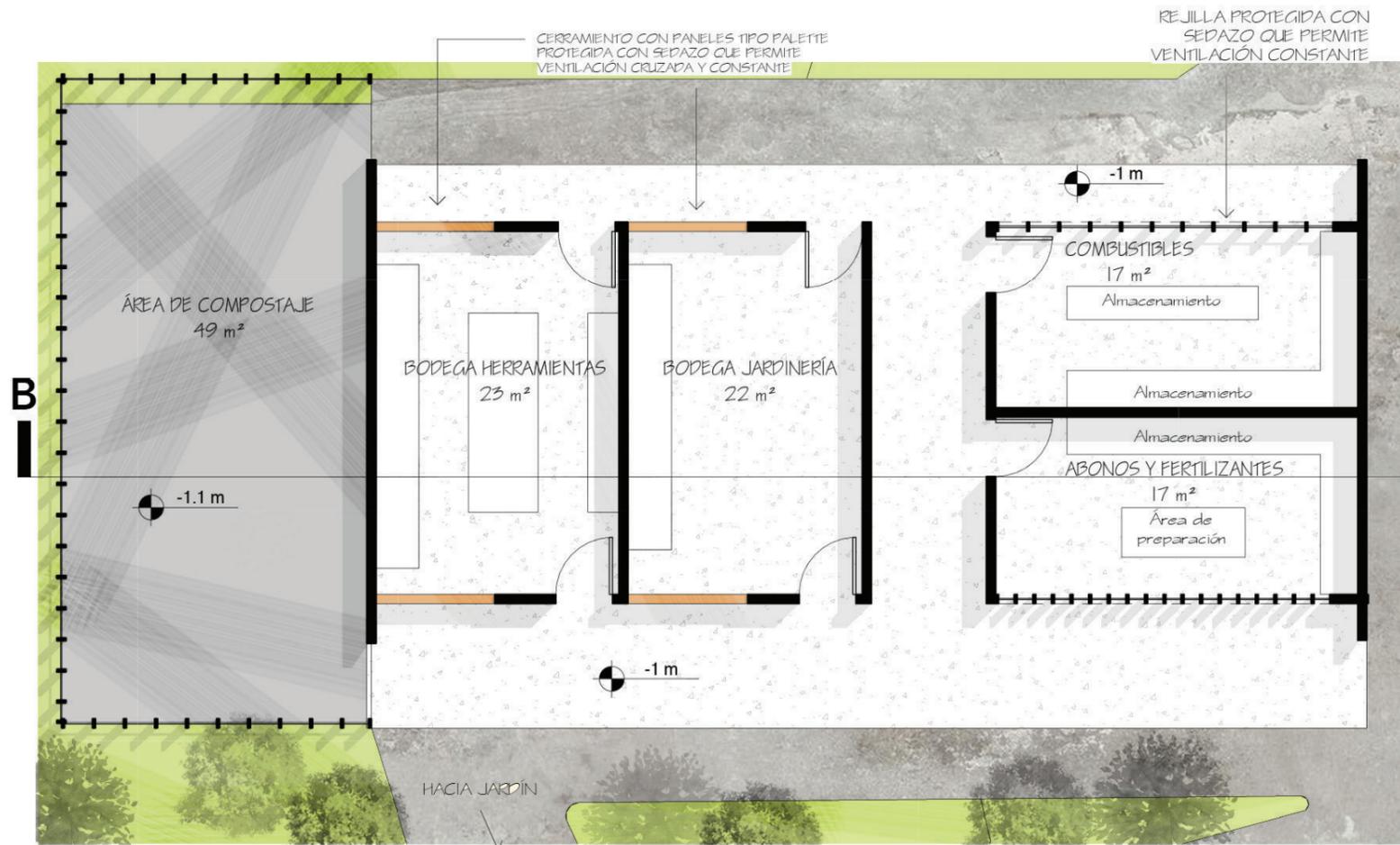
**ÁREAS DE SERVICIO - EMPLEADOS**

DISEÑO Y ELABORACIÓN: TEVA PEÑA



**JARDÍN BOTÁNICO**





**PLANTA ARQUITECTÓNICA DE BODEGAS DE SERVICIO**  
ESC. 1:100



**SECCIÓN B-B'**  
ESC. 1:100

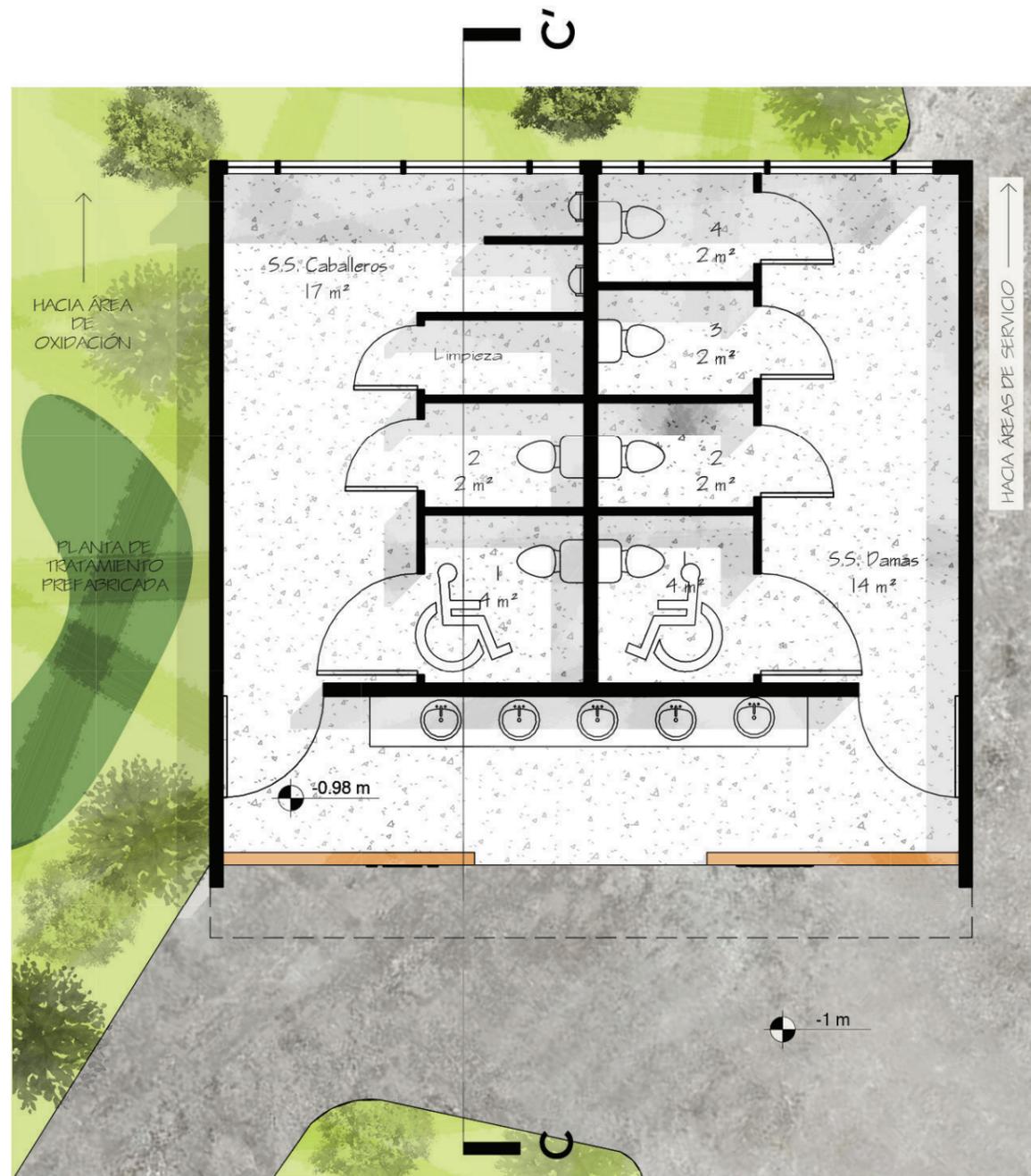


**ELEVACIÓN FRONTAL**  
ESC. 1:100

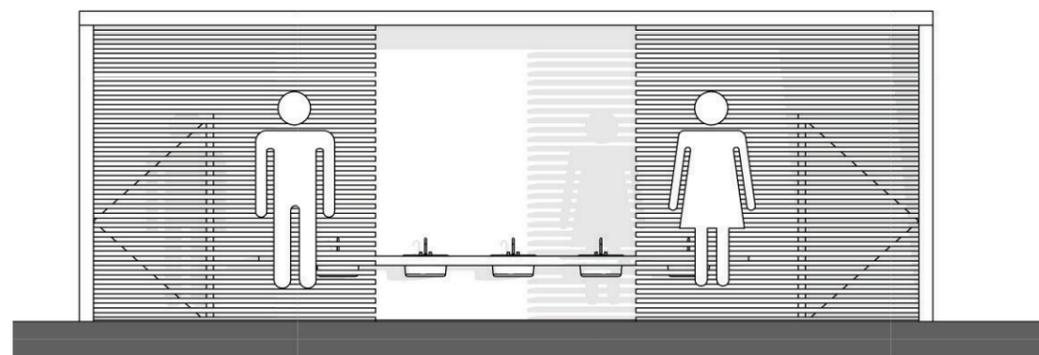
**ÁREAS DE SERVICIO - BODEGAS**







**PLANTA ARQUITECTÓNICA DE MÓDULO DE SERVICIOS SANITARIOS**  
ESC. 1:75



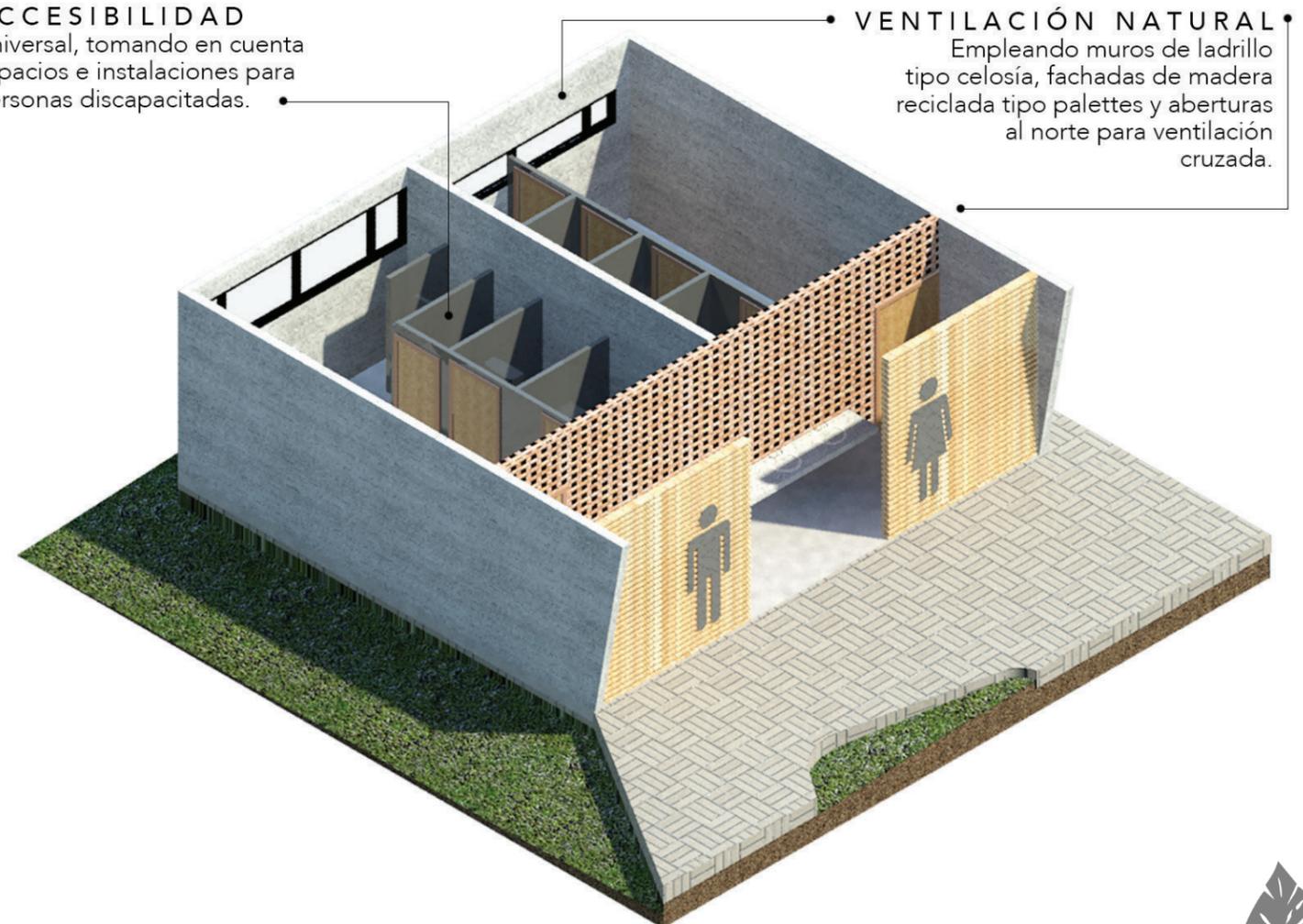
**ELEVACIÓN FRONTAL**  
ESC. 1:75



**SECCIÓN C-C'**  
ESC. 1:75

**ACCESIBILIDAD**  
Universal, tomando en cuenta espacios e instalaciones para personas discapacitadas.

**VENTILACIÓN NATURAL**  
Empleando muros de ladrillo tipo celosía, fachadas de madera reciclada tipo palettes y aberturas al norte para ventilación cruzada.



**ÁREAS DE SERVICIO - SANITARIOS**



**JARDÍN BOTÁNICO**

DISEÑO Y ELABORACIÓN: TEVA PEÑA

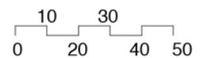


# JARDÍN BOTÁNICO





-  ÁREAS ESTANCIALES
-  SECTOR 1 - 5,165 m<sup>2</sup>
-  SECTOR 2 - 2,913 m<sup>2</sup>
-  SECTOR 3 - 3,556 m<sup>2</sup>
-  SECTOR 4 - 5,943 m<sup>2</sup>
-  SECTOR 5 - 12,820 m<sup>2</sup>
-  SECTOR 6 - 3,038 m<sup>2</sup>
-  SIEMBRA DE MITIGACIÓN EN QUEBRADA - 22, 583 m<sup>2</sup>



## SECTORIZACIÓN DE JARDINES

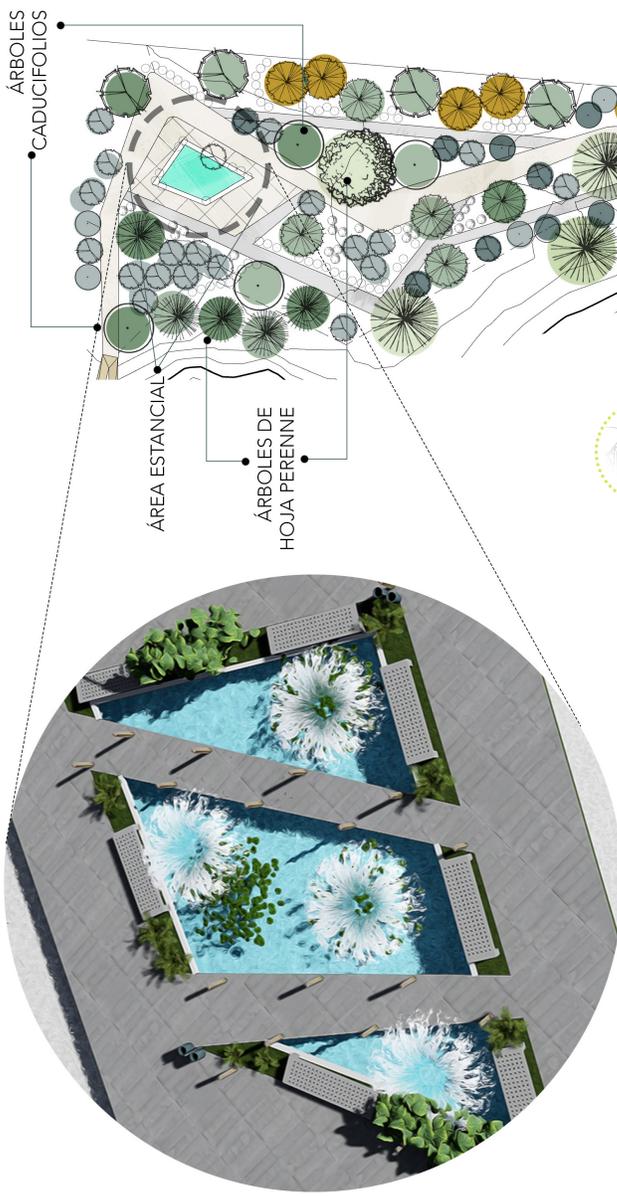
ESCALA GRÁFICA

JARDÍN BOTÁNICO  
para el Instituto de Ciencias y Sistemas de la Tierra, USAC





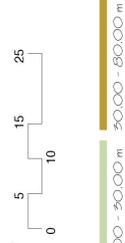
SECCIÓN A-A



DETALLE DE ÁREA ESTANCIAL 1

**NOMENCLATURA**

- LIMITE DEL SECTOR
- CAMINAMIENTO PEATONAL - PRINCIPAL
- CAMINAMIENTO PEATONAL - SECUNDARIO
- LAGUNETA / CUERPO DE AGUA
- DIAMETRO DE COPA



El sector cuenta con un área de **5,165 m<sup>2</sup>**, sus caminamientos se encuentran divididos en dos plataformas sobre las curvas **-2.00** y **-3.00**, las cuales se interconectan por medio de rampas.

La distribución propuesta alterna árboles de hoja perenne y caducifolios, lo cual permite que en cierta estación del año, las especies de hoja perenne y los arbustos ubicados bajo las especies caducifolios, tengan mayor exposición al sol.

- ALTURAS**
- 0 - 1 m
  - 1 - 4 m
  - 4 - 12 m
  - 12 - 30 m
  - 30 - 60 m



**RANGO DE ALTURAS**



**SECTOR 1**

ESCALA GRAFICA





**SECCIÓN B - B'**

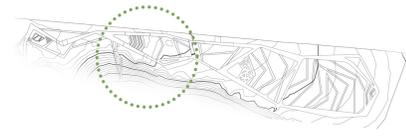
**ÁREA ESTANCIAL**

**ÁRBOLES TROPICALES**

**ÁRBOLES DE HOJA PERENNE**

**ÁRBOLES CADUCIFOLIOS**

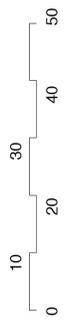
- ALTURAS**
- 0 - 1 m
  - 1 - 4 m
  - 4 - 12 m
  - 12 - 30 m
  - 30 - 60 m



El sector cuenta con un área de **2,913 m<sup>2</sup>**, sus caminamientos se encuentran divididos en dos plataformas sobre las curvas **-2,00, -4,00 y -5,00**, las cuales se interconectan por medio de rampas.  
 En este sector se introducen especies de mayor altura, orientados al sur-este para que con la pendiente y soleamiento del terreno no obstruya el crecimiento de las especies menores.

**NOMENCLATURA**

- LIMITE DEL SECTOR
- CAMINAMIENTO PEATONAL - PRINCIPAL
- CAMINAMIENTO PEATONAL - SECUNDARIO
- LAGUNETA / CUERPO DE AGUA
- DIAMETRO DE COPA

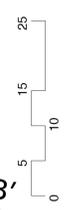
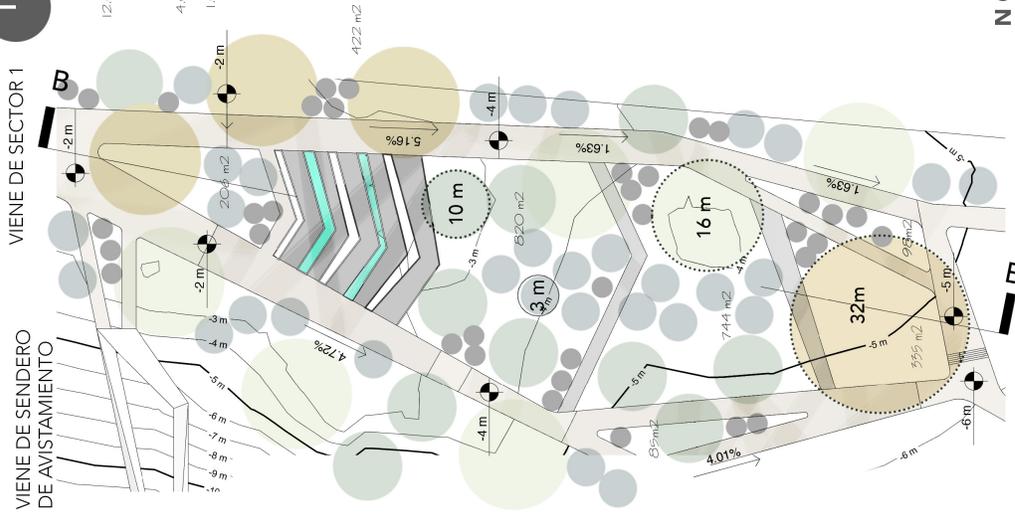


**SECTOR 2**  
ESCALA GRÁFICA

VIENE DE SENDERO DE AVISTAMIENTO

VIENE DE SECTOR 1

HACIA SECTOR 2





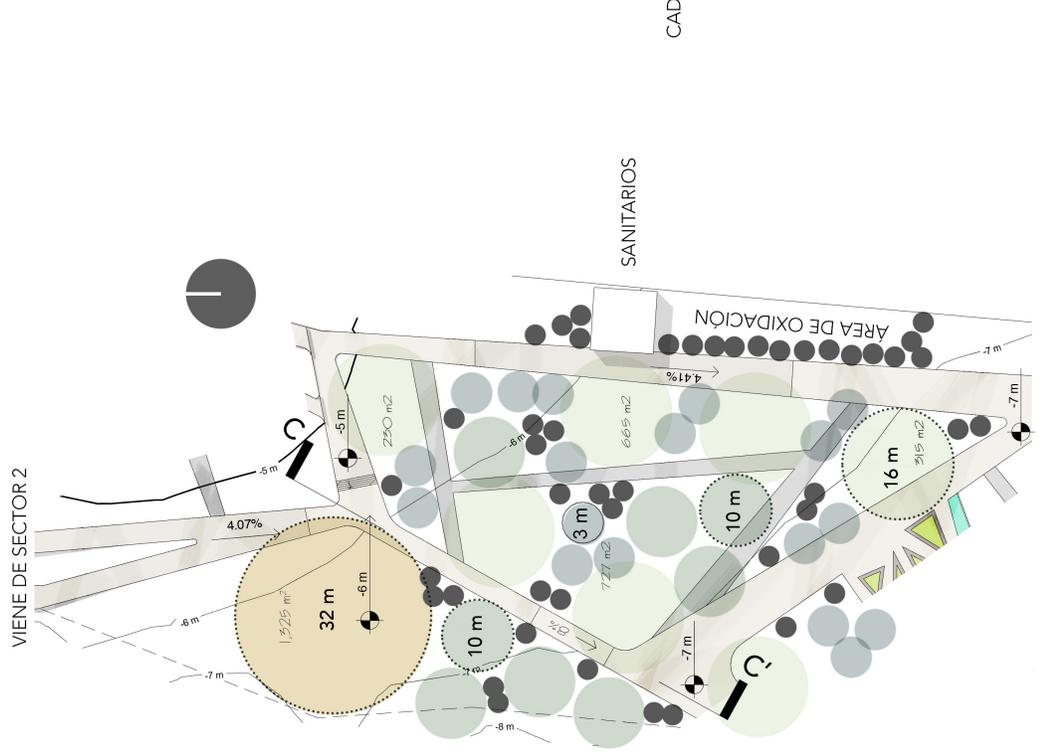


SECCIÓN C-C'

Éste sector es el más pequeño del jardín, cuenta con un área de **3.556 m<sup>2</sup>**, en los que se distribuyen especies de altura mediana y grande, con media capacidad de arbustos, ya que la mayoría son árboles de hoja perenne y especies tropicales.

Sus caminamientos se encuentran distribuidos en dos plataformas sobre las curvas **-5.00 y -7.00**, las cuales se interconectan por medio de rampas con un porcentaje de pendiente igual o menor al 8%.

Por ser un área pequeña y el sector central, se han colocado servicios sanitarios tipo letrina, las cuales tendrán un tratamiento primario y serán desechadas a un área de oxidación.

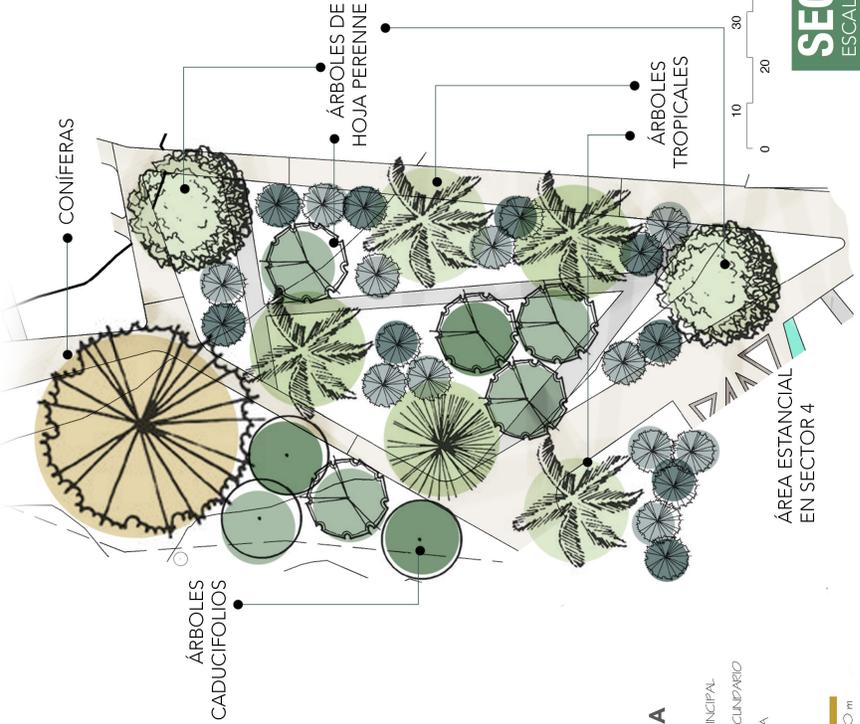


HACIA SECTOR 4

**NOMENCLATURA**

- - - LÍMITE DEL SECTOR
- CAMINAMIENTO PEATONAL PRINCIPAL
- CAMINAMIENTO PEATONAL SECUNDARIO
- LAGUNETA / CUERPO DE AGUA
- DIÁMETRO DE COPA

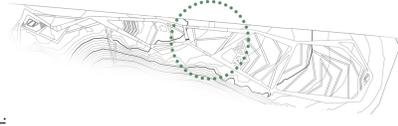
**RANGO DE ALTURAS**



**ALTURAS**

- 0 - 1 m
- 1 - 4 m
- 4 - 12 m
- 12 - 50 m
- 50 - 80 m

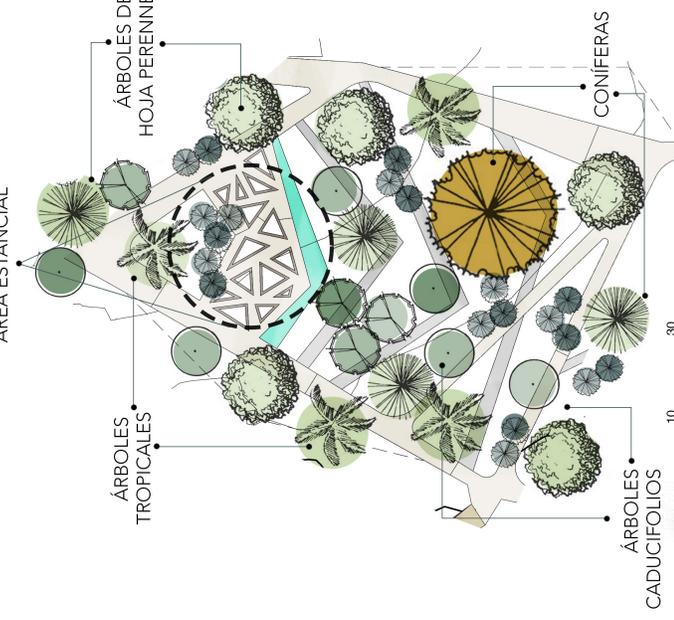
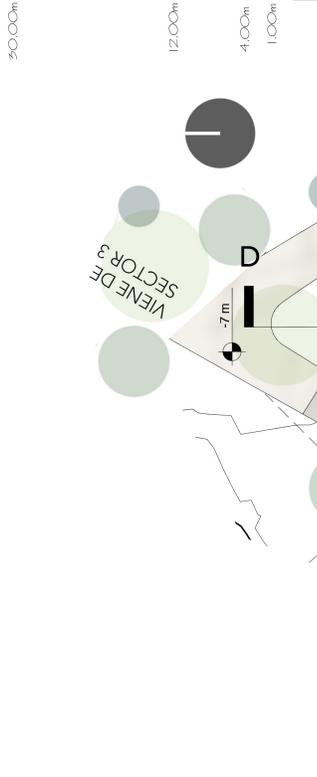
**SECTOR 3**  
ESCALA GRÁFICA







**SECCIÓN D-D'**



Este sector cuenta con un área de 5,943 m<sup>2</sup>, en él se distribuyen plantas tropicales y coníferas, aprovechando la pendiente del terreno, con luces aptas entre árboles para implementar arbores de mayor tamaño, ya que la incidencia solar y la distribución facilitan su crecimiento.

Sus caminientos se encuentran divididos en dos plataformas sobre las curvas -8.00 y -9.00, las cuales se interconectan por medio de rampas con porcentajes igual o menos al 8%.

Posee un área estancial interactiva con árboles, que permite el descanso y recreo de los visitantes.

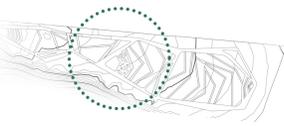
**NOMENCLATURA**

- LÍMITE DEL SECTOR
- CAMINAMIENTO PEATONAL PRINCIPAL
- CAMINAMIENTO PEATONAL SECUNDARIO
- LAGUNETA / CUERPO DE AGUA
- DIÁMETRO DE COPA

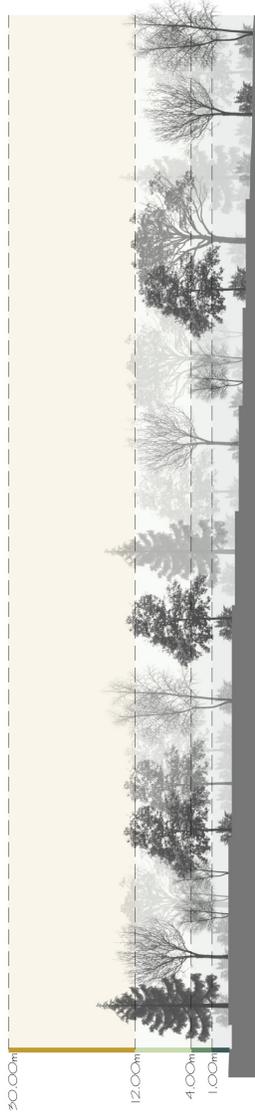
**RANGO DE ALTURAS**



**SECTOR 4**  
ESCALA GRÁFICA







**SECCIÓN E-E'**

Con un área de 12,820 m<sup>2</sup>, el Sector 5 es el más grande del jardín. En él se distribuyen todo tipo de plantas, en plataformas que abarcan las curvas.

Sus caminamientos se encuentran divididos en dos plataformas sobre las curvas -10.00, -11.00, -12.00 y -13.00, marcando el retorno del recorrido hacia el sector 4.

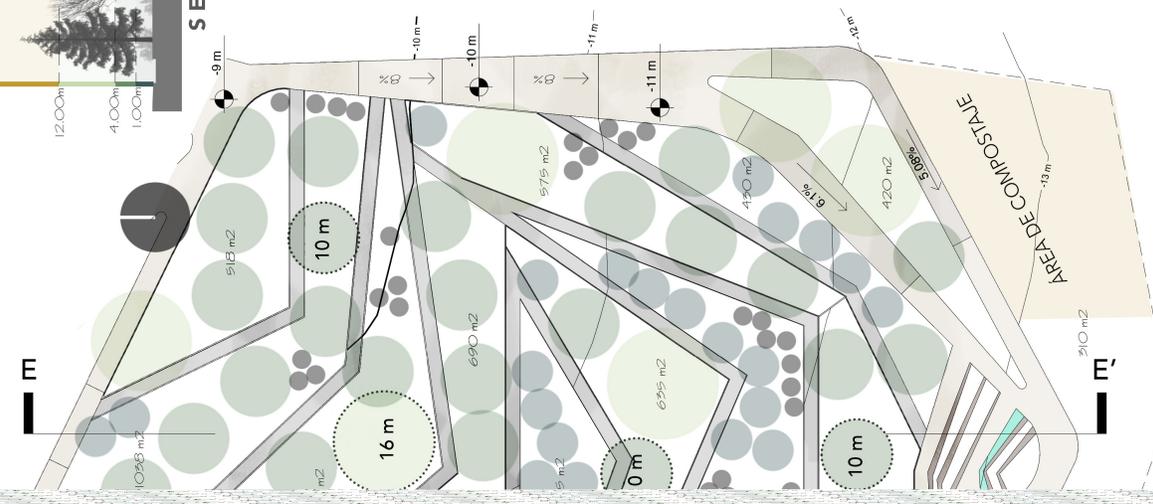
Posee un área estancial al final del mismo, frente a la cual se encuentra el tercer y último módulo de sanitarios para visitantes y trabajadores, con su respectiva área de tratamiento. Así también, se encuentra la segunda área de compostaje para los desechos naturales de los sectores 3, 4 y 5.



ÁREA ESTANCIAL  
310 m<sup>2</sup>

- ALTURAS**
- 0 - 1 m
  - 1 - 4 m
  - 4 - 12 m
  - 12 - 50 m
  - 50 - 80 m

- NOMENCLATURA**
- LÍMITE DEL SECTOR
  - CAMINAMIENTO PEATONAL PRINCIPAL
  - CAMINAMIENTO PEATONAL SECUNDARIO
  - LAGUNETA / CUERPO DE AGUA
  - DIÁMETRO DE COPA



**SECTOR 5**  
ESCALA GRÁFICA



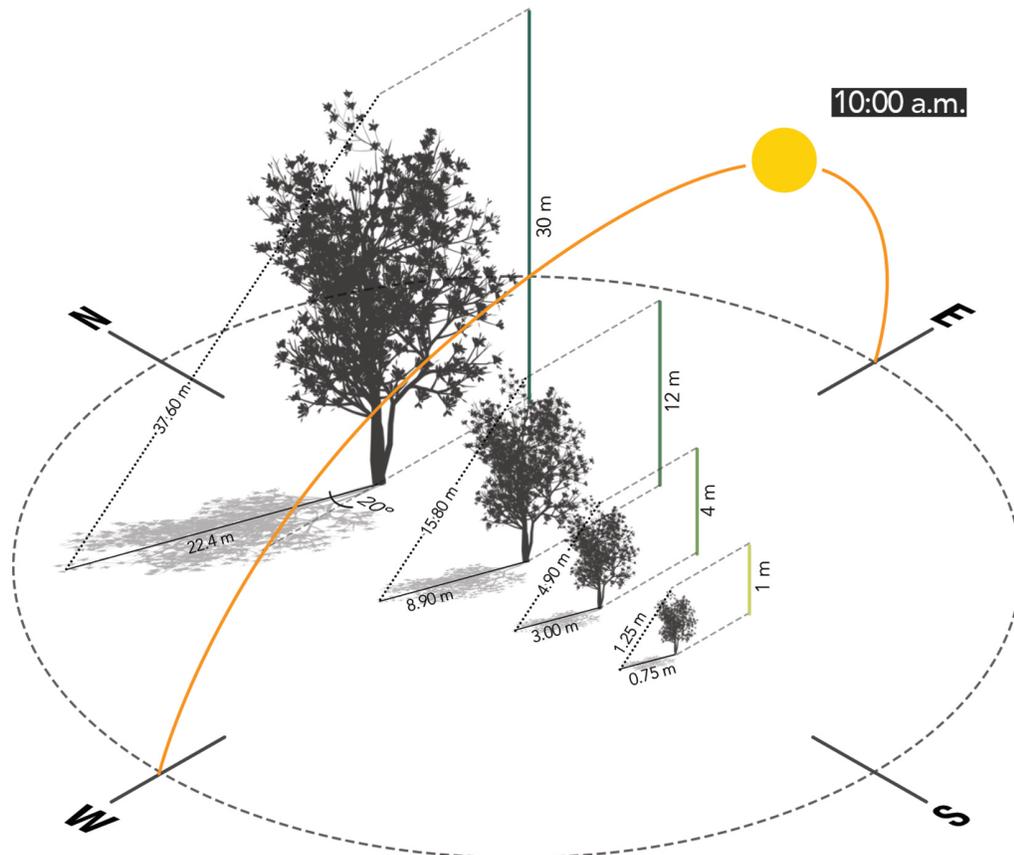
# ESTUDIO DE SOLEAMIENTO CONFORME A ALTURAS PARA ÁREA DE JARDÍN EXTERIOR

El estudio de soleamiento fue realizado para las áreas de invernadero en relación a la estructura, y en el área de jardín exterior en relación con las distintas alturas a emplear en el futuro bosque artificial. Para dicho estudio se emplearon las coordenadas del Jardín localizado en **Latitud: 14°34'48.27"N, Longitud: 90°33'16.52"W**. Se analizaron las proyecciones de sombra en las cuatro fechas críticas en el año, equinoccios y solsticios, en dos momentos claves del día, como se muestra a continuación:

FECHA	ALTURA (m)	PROYECCIÓN 10:00 A.M.			PROYECCIÓN 4:00 P.M.			
		ANGULO RESPECTO E-W	SOMBRA HORIZONTAL (m)	HIPOTENUSA (m)	ANGULO RESPECTO E-W	SOMBRA (m)	HIPOTENUSA (m)	
<b>SOLSTICIOS</b>	VERANO 21 de Junio		1	0.62	1.14		1.5	1.8
			4	2.54	4.66		8	7.14
		16.6 °	12	7.66	14.1	22 °	18	21.54
			30	19.18	35.6		45	54.21
			80	51.6	94.7		120.4	144.5
<b>SOLSTICIOS</b>	INVIERNO 21 de Diciembre		1	1.1	1.4		2.7	2.9
			4	4.4	8.9		10.9	11.45
		50 °	12	13.4	17.85	32 °	32.7	34.5
			30	33.3	43.4		81.8	87.7
			80	88	120		218	231
<b>EQUINOCIOS</b>	PRIMAVERA 20 de Marzo		1	0.75	1.25		1.7	1.9
			4	3	4.9		6.5	7.6
		20 °	12	8.9	15.8	9 °	19.8	22.8
			30	22.4	37.6		49.5	58
			80	60	100		132	153
<b>EQUINOCIOS</b>	OTOÑO 22 de Septiembre		1	0.88	1.2		1.9	2.15
			4	2.7	4.7		7.6	8.5
		19 °	12	8	14.1	7 °	22.7	25.7
			30	20	36.1		56.6	65.3
			80	53	100.7		151	170

Figura 119. Tabla de Radios de distancia entre árboles en relación a su altura para diseño de jardines. Fuente: elaboración propia con ayuda del sistema de posicionamiento global y análisis solar de Autodesk Revit 2018.

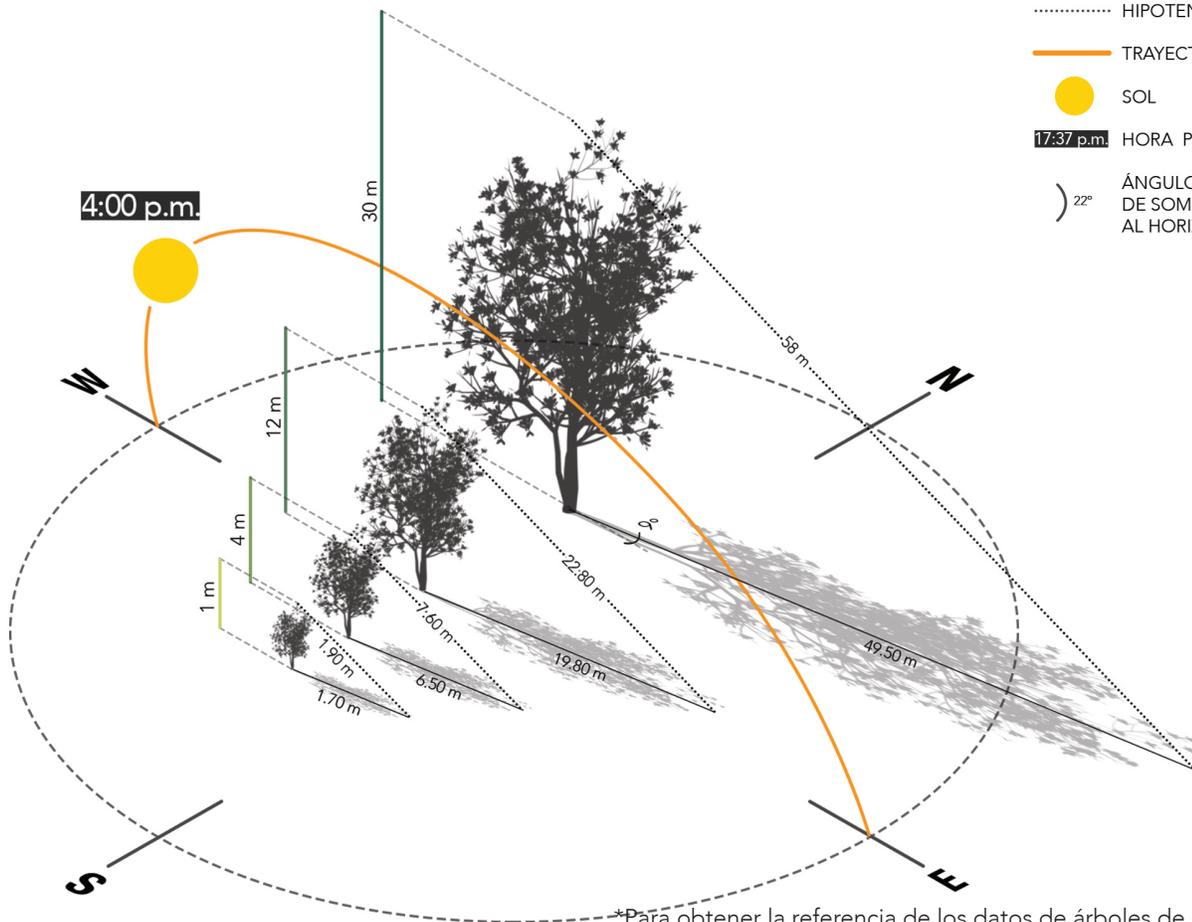
Este estudio será de utilidad para la orientación y distribución de especies conforme a su altura y requerimiento solar en las distintas áreas y sectores que conforman al jardín exterior.



20 · MARZO · 10:00 A.M.

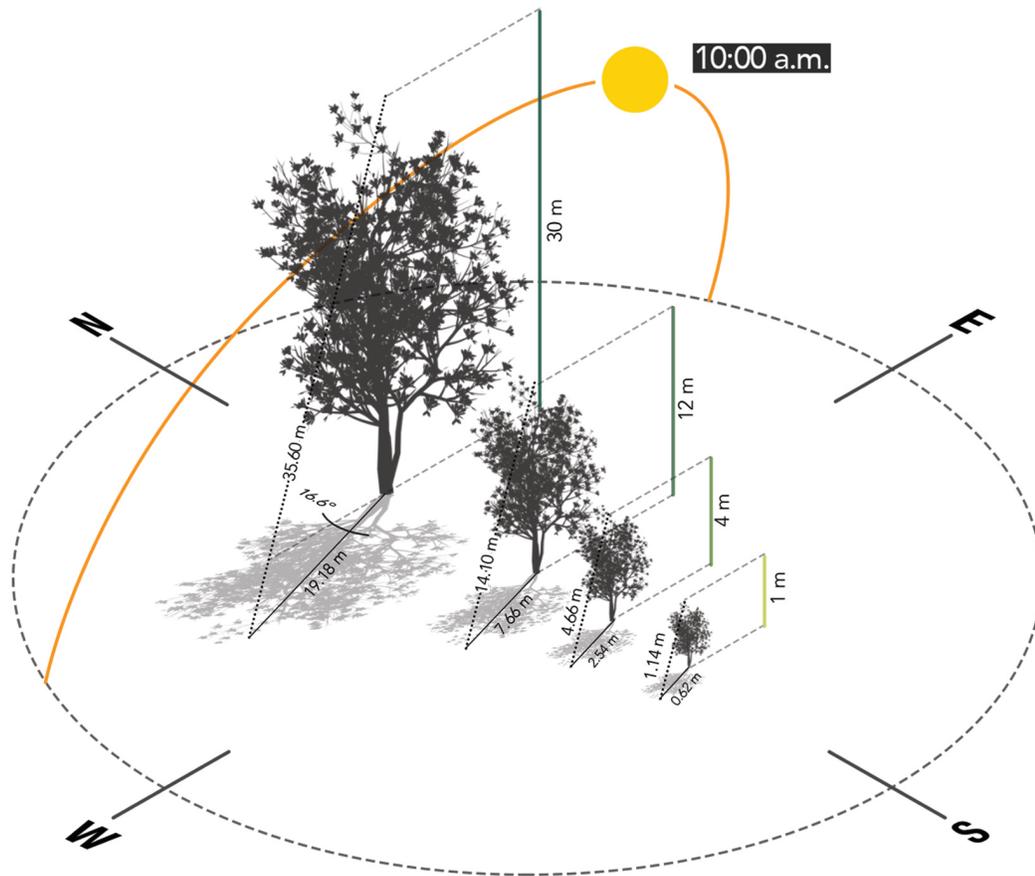
### NOMENCLATURA

- PROYECCIÓN DE SOMBRA HORIZONTAL
- ..... HIPOTENUSA
- TRAYECTORIA SOLAR
- SOL
- 17:37 p.m. HORA PROYECTADA
- 22° ÁNGULO DE PROYECCIÓN DE SOMBRA EN RELACIÓN AL HORIZONTE E-W



20 · MARZO · 4:00 P.M.

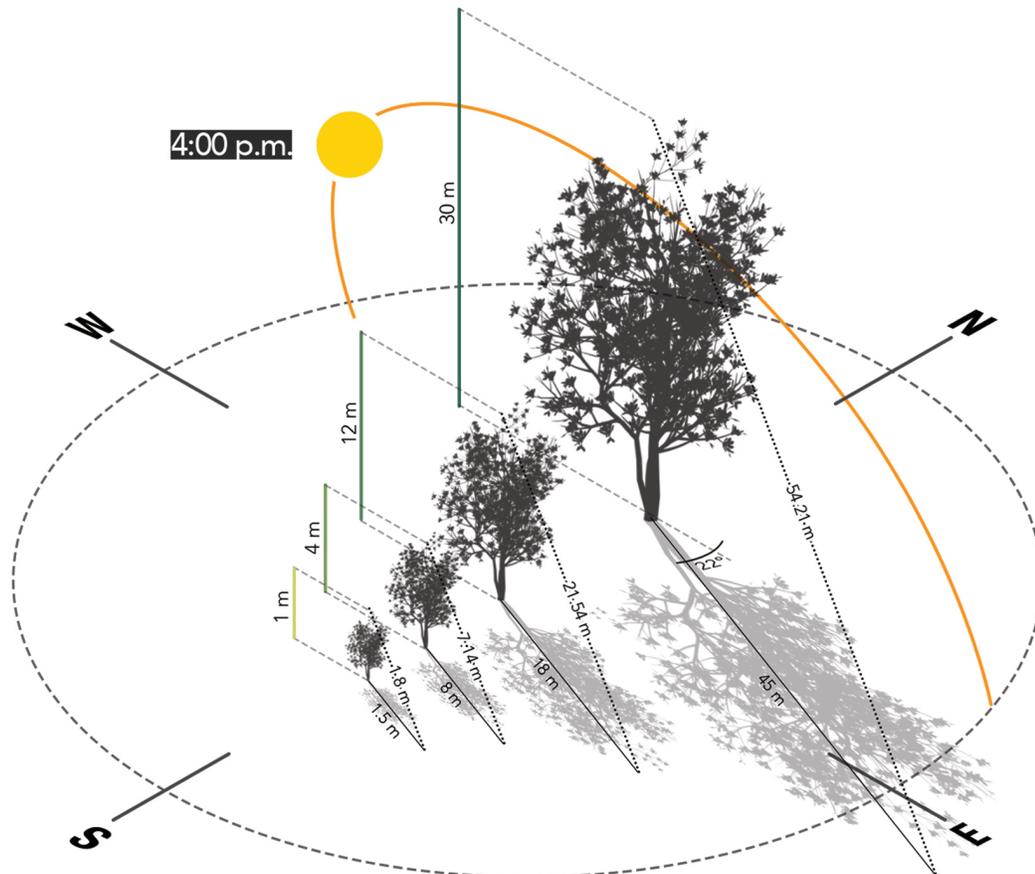
\*Para obtener la referencia de los datos de árboles de 80 metros de altura ver Figura 119.



21 · JUNIO · 10:00 A.M.

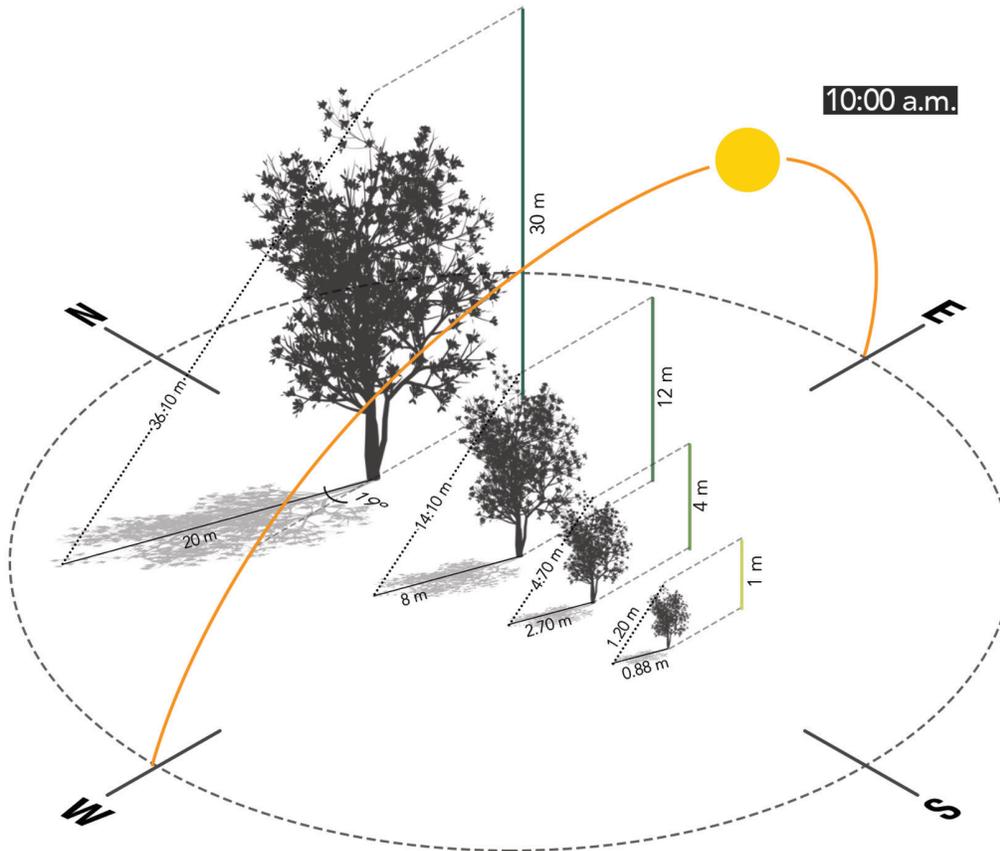
**NOMENCLATURA**

- PROYECCIÓN DE SOMBRA HORIZONTAL
- ..... HIPOTENUSA
- TRAYECTORIA SOLAR
- SOL
- 17:37 p.m. HORA PROYECTADA
- ) 22° ÁNGULO DE PROYECCIÓN DE SOMBRA EN RELACIÓN AL HORIZONTE E-W



21 · JUNIO · 4:00 P.M.

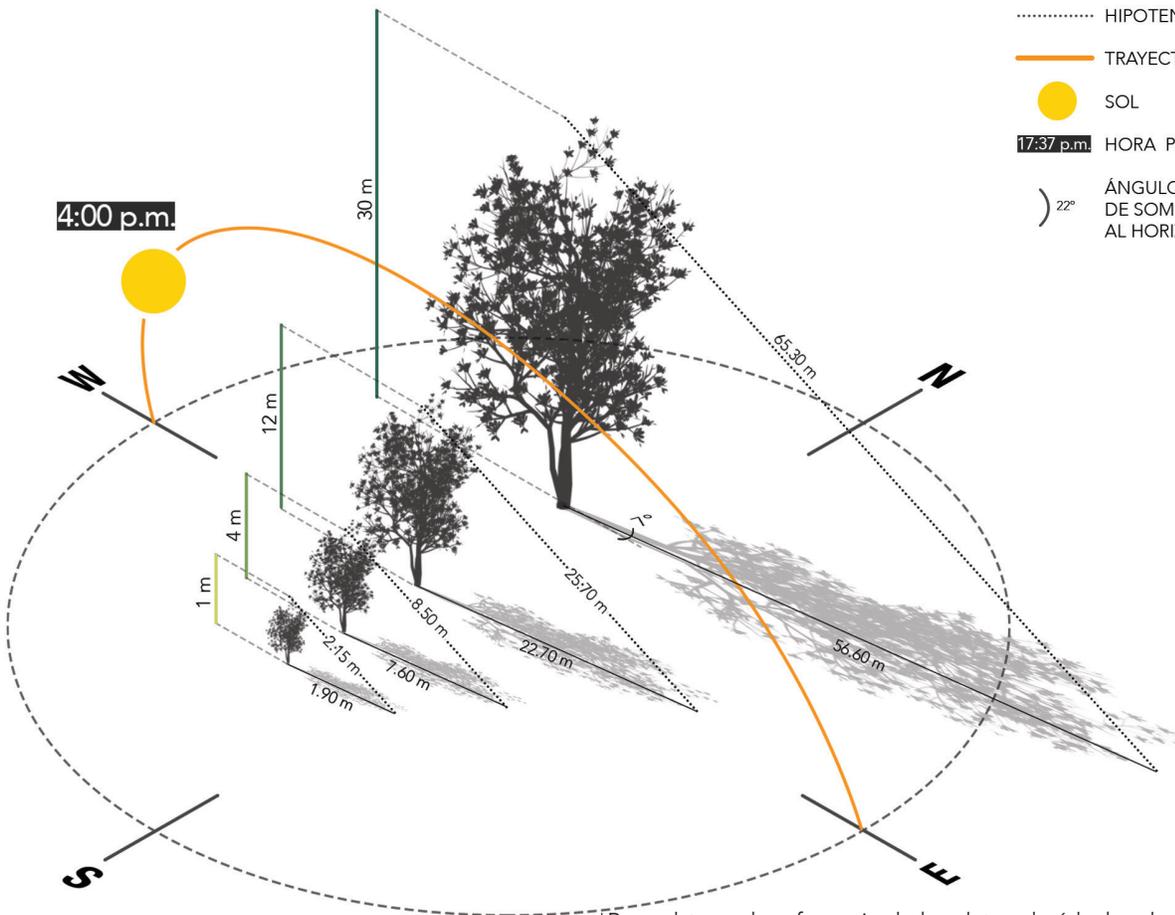
\*Para obtener la referencia de los datos de árboles de 80 metros de altura ver Figura 119.



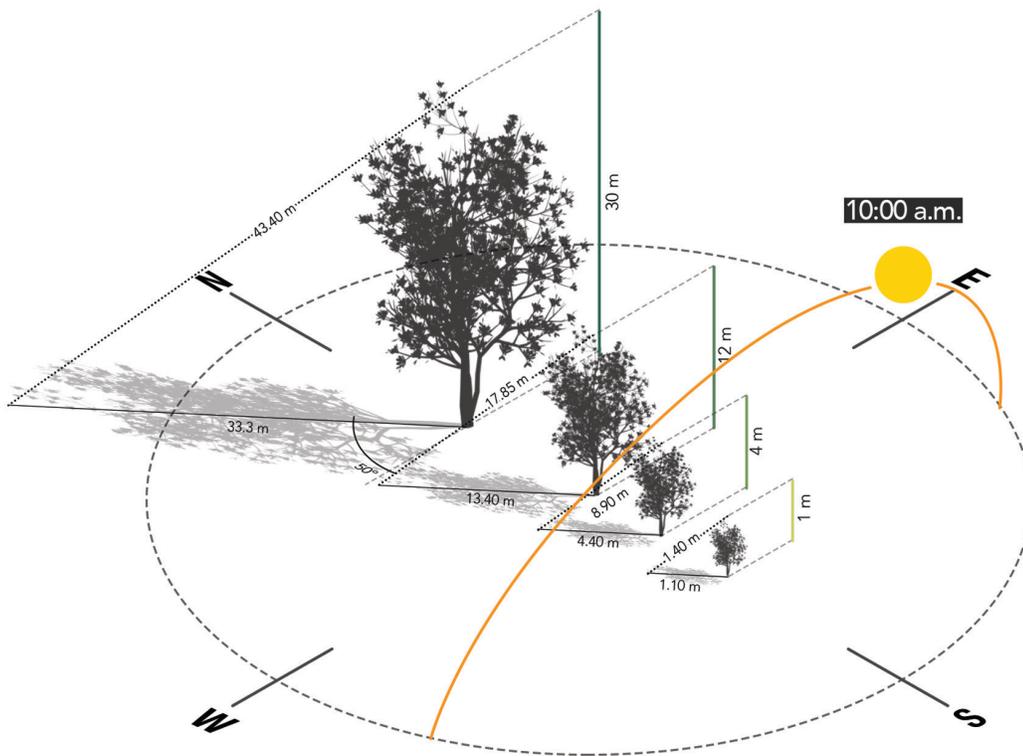
22 · SEPTIEMBRE · 10:00 A.M.

**NOMENCLATURA**

- PROYECCIÓN DE SOMBRA HORIZONTAL
- ..... HIPOTENUSA
- TRAYECTORIA SOLAR
- SOL
- 17:37 p.m. HORA PROYECTADA
- ) 22° ÁNGULO DE PROYECCIÓN DE SOMBRA EN RELACIÓN AL HORIZONTE E-W



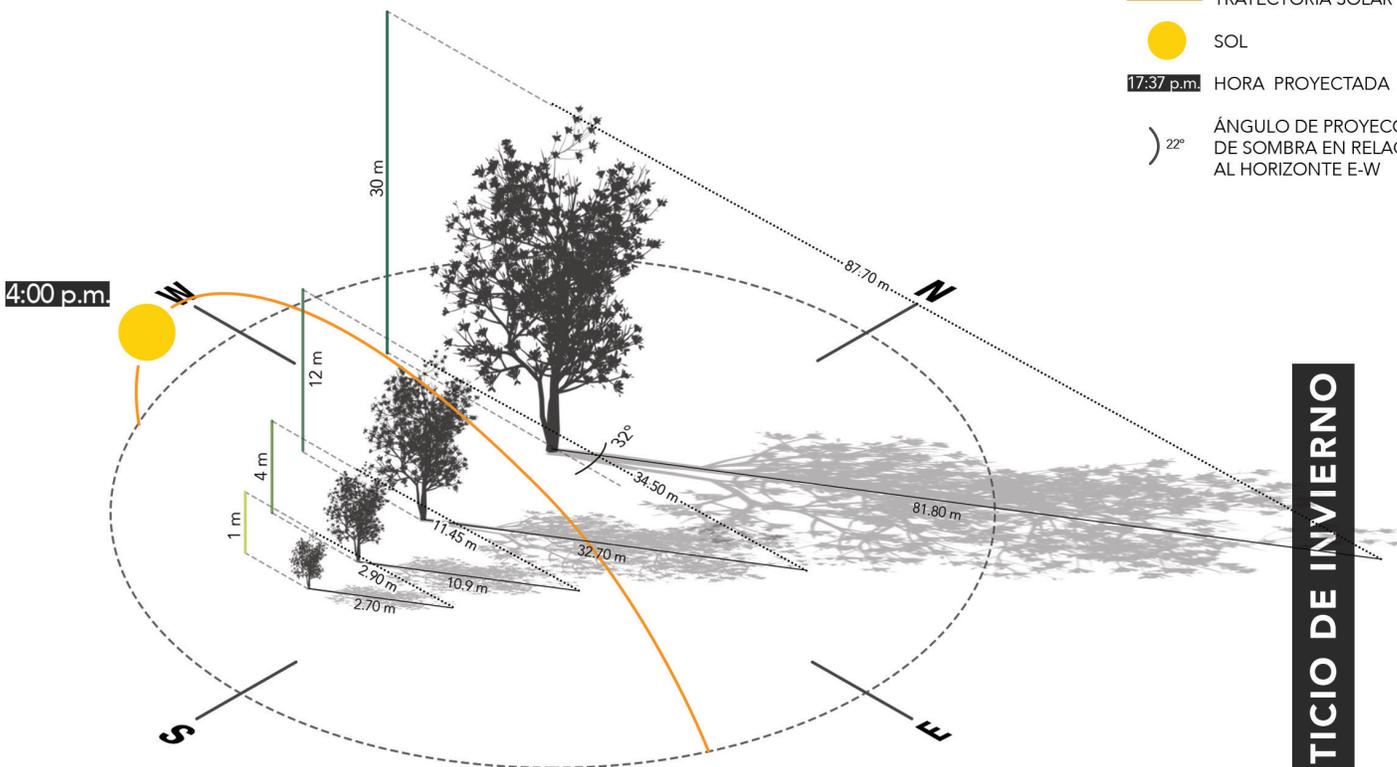
\*Para obtener la referencia de los datos de árboles de 80 metros de altura ver Figura 119.



21 · DICIEMBRE · 10:00 A.M.

**NOMENCLATURA**

- PROYECCIÓN DE SOMBRA HORIZONTAL
- ..... HIPOTENUSA
- TRAYECTORIA SOLAR
- SOL
- 17:37 p.m. HORA PROYECTADA
- ) 22° ÁNGULO DE PROYECCIÓN DE SOMBRA EN RELACIÓN AL HORIZONTE E-W



21 · DICIEMBRE · 4:00 P.M.

\*Para obtener la referencia de los datos de árboles de 80 metros de altura ver Figura 119.



# **PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN**



# PRESUPUESTO POR ÁREAS

## PRESUPUESTO ESTIMADO INTEGRADO POR ÁREAS

### JARDÍN BOTÁNICO PARA EL INSTITUTO DE CIENCIAS Y SISTEMAS DE LA TIERRA, USAC

No.	REGLÓN	OBSERVACIONES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL
<b>1. CONJUNTO</b>							
1.1.	Trabajos Preliminares	incluyen remoción de instalaciones existentes, destronque de árboles, limpieza y chapeo, demolición de muros, trazo y estaqueado para áreas de servicio, levantado topográfico para plataformas y trazo de jardín.	M2	83,212.50	Q 22.69	Q 1,888,000.00	<b>Q 3,403,300.00</b>
1.2.	Instalaciones Provisionales	cerramiento perimetral en áreas de construcción, bodegas provisionales, instalaciones temporales	Global	--	--	Q 105,300.00	
1.3.	Movimiento de Tierras	para plataformas de caminamientos	M3	2,436.00	Q 80.00	Q 195,000.00	
1.4.	Pavimentación	pavimento permeable de ladrillo y bloques de concreto poroso reciclado en conjunto	M2	9,500.00	Q 50.00	Q 475,000.00	
1.5.	Instalaciones	incluye iluminación exterior con luminarias alimentadas a través de paneles solares, acometida para áreas de servicio e invernadero, cisterna para agua potable, drenajes de áreas de servicio y aljibe de recolección de agua de lluvia	global	--	--	Q 600,000.00	
1.6.	Mobiliario urbano	banacas, basureros, bolardos e instalaciones en áreas estanciales	U	4.00	Q 35,000.00	Q 140,000.00	
<b>2. ÁREAS DE SERVICIO</b>							
2.1.	Movimiento de tierras	Compactación/relleno + nivelación	M3	233.4	Q 80.00	Q 18,672.00	<b>Q 2,660,072.00</b>
2.2.	Cimentación	incluye zapatas, cimiento corrido	Global	--	--	Q 119,000.00	
2.3.	Construcción	obra gris + acabados	M2	512	Q 3,500.00	Q 1,792,000.00	
2.4.	Jardinización		M2	1000	Q 500.00	Q 500,000.00	
2.5.	Instalaciones	básicas	M2	512	Q 450.00	Q 230,400.00	
<b>3. INVERNADERO</b>							
3.1.	Movimiento de tierras	incluye excavación, relleno y nivelación	M3	5,800.00	Q 80.00	Q 464,000.00	<b>Q 19,734,000.00</b>
3.2.	Contenciones de piedra por gravedad	en taludes de quebrada	M2	1,000.00	Q 65.00	Q 65,000.00	
3.3.	Cimentación	zapatas en columnas principales	U	36.00	Q 862.00	Q 31,000.00	
3.4.	Construcción	incluye estructura, cerramiento de vidrio en perímetro y cubierta, muros divisorios, ingreso y salida	M2	3,700.00	Q 4,000.00	Q 14,800,000.00	
3.5.	Instalaciones	riego por goteo, canal de drenaje e iluminación	M2	3,700.00	Q 850.00	Q 3,145,000.00	
3.6.	Circulaciones	incluye pavimentación en ingreso y salida, caminamientos interiores, gradas y rampas	M2	1,245.00	Q 200.00	Q 249,000.00	
3.7.	Jardinización y siembra	incluye jardinería exterior y preparación de tierra en el interior del invernadero para siembra posterior, NO incluye especies a exponer.	M2	2,800.00	Q 350.00	Q 980,000.00	
<b>4. JARDINES</b>							
4.1.	Pavimentación	pavimento permeable de ladrillo y bloques de concreto poroso	M2	11060	Q 50.00	Q 553,000.00	<b>Q 1,224,250.00</b>
4.2.	preparación de terreno para siembra		M2	22375	Q 30.00	Q 671,250.00	
<b>TOTAL</b>							<b>Q 27,021,622.00</b>
Q POR M2						(25,485 m2)	Q 1,060.30









# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## CONCLUSIONES

- Para llegar a una respuesta apropiada, fue necesario analizar y replantear las relaciones, circulaciones, jerarquías y áreas de cada componente existente y planteado para el proyecto en el terreno, con base en el análisis físico-ambiental del mismo. Se buscó adaptar cada área al terreno con la mínima intervención, generando circulaciones necesarias para un recorrido agradable que permita interconectar espacios tanto interiores como exteriores, con áreas estanciales que brinden descanso al visitante en el caso de las circulaciones públicas, y accesos directos y privados para las circulaciones de servicio. La intervención en las áreas existentes no fue abrupta, sin embargo, se reubicaron áreas de servicios que no fueron originalmente planificadas y perjudicaban la función del terreno y al ambiente.
- Las fachadas se concibieron con materiales puros, en el área de invernadero, por medio del cerramiento del vidrio perimetral, se mimetiza reflejando la vegetación exterior. En las áreas de servicio se buscó generar volúmenes geométricos sencillos, que no compitan con el entorno inmediato (edificios S10 y S11) de la USAC, aprovechando al máximo las fachadas para un control climático pasivo. En el área de jardín no se intervino con construcciones o instalaciones masivas que llegaran a romper con el entorno natural del terreno, como parte del plan de manejo recomendado por CONRED.
- Todas las áreas son ambientalmente controlables por medio de sistemas pasivos empleados en el diseño de las mismas. El invernadero se encuentra modulado en toda su superficie, de tal forma que se pueden controlar las aberturas a la altura y en la dirección necesarias con base en un estudio de soleamiento y vientos en el terreno para controlar la humedad y temperatura en su interior, auxiliándose de un canal de agua de lluvia contemplado en las áreas destinadas a zonas húmedas. En las áreas de servicio se mantiene una ventilación cruzada por medio de aberturas en las fachadas o bien celosías protegidas con mosquiteros que permiten al aire fluir constantemente en dirección N-S.
- Las áreas de investigación, servicio y circulaciones fueron diseñadas bajo parámetros antropométricos y ergonómicos que cumplen con los requerimientos y espacios que el Jardín Botánico actual no posee, áreas de voluntarios y personal de servicio implementadas para poder realizar mejor las actividades y servicio diarios.

- El proyecto podría optar a una certificación de ser completado con la implementación de estudios de comportamiento climático y otros factores competentes a otras disciplinas conforme a los parámetros que establece y evalúa el Green Building Council. Con respecto al diseño arquitectónico, bajo las premisas y sistemas propuestos en el proyecto, los cuales buscan la eficiencia energética, económica, reutilización y manejo de desechos, consolidación del suelo en áreas en riesgo, movilidad eficiente para todas las circulaciones, adaptación al clima templado del Altiplano Central por medio de vegetación y aberturas en los elementos arquitectónicos, eficiencia en el uso y reuso del agua, empleo de materiales de fácil acceso y reciclados, se cumple con el modelo de evaluación ambiental LEED y el MIEV.

## RECOMENDACIONES

### A la Facultad de Arquitectura:

- El desarrollo del proyecto se encuentra a nivel de plan maestro, al momento de integrar a más estudiantes a la continuación del mismo, respetar e integrar las distintas áreas que conforman al proyecto de acuerdo al diseño original, adecuándose a las instalaciones ya existentes, guardando la relación formal y funcional entre los edificios y áreas de servicio. Respetar el entorno y el retiro de la quebrada dictaminado por CONRED.
- Guardar la relación en los materiales empleados tanto en fachadas como en áreas exteriores, emplear geometrías que no peleen con el entorno construido. Cuidar la jardinería en todas las áreas, incluyendo las privadas.
- Buscar el beneficio del control climático pasivo en todas las áreas y edificios que se planteen posteriormente, aprovechando el uso de la vegetación, tratamiento de fachadas, soleamiento y vientos predominantes en el terreno, controlando la incidencia solar y la temperatura en cada área según sea necesario.

### Al Instituto de Ciencias y Sistemas de la Tierra

- Respetar las áreas para el uso que fueron diseñadas y localizadas, evitando que se realicen actividades incongruentes en los ambientes implementados para un fin específico.
- Dar continuidad y mantenimiento a la construcción amigable y a los sistemas propuestos para hacer del proyecto un elemento sostenible, evitando el uso de sistemas activos para el control climático en áreas estanciales como en el invernadero.
- Plantear con base en investigación botánica la propuesta de especies a conservar en jardines e invernadero y el plan de manejo para las mismas.



# FUENTES DE CONSULTA

## LIBROS

- Barreda, Alenka. «*Propuesta para el crecimiento urbano del campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala, zona 12 2000-2020*». Guatemala, USAC, 2002.
- Barwick, Margaret. «*Tropical & subtropical trees: an encyclopedia*» Portland, Oregon: Timber Press, 2004.
- Belteton, Omar y Juan Pablo Ligorria, «*Zonificación Sísmica Urbana en Guatemala, Fase I*». Centro de Estudios Superiores en Energía y Minas, FIUSAC, USAC, 200.
- Chinchilla G., Ana Beatriz, «*Catálogo de plantas aplicadas en la arquitectura guatemalteca*». Tesis de grado, Facultad de Arquitectura, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2009.
- D., Ramón e Ignacio Rodríguez, «*Manual de Gestión del Medio Ambiente*». Fundación Mafre, 4ta edición, España, 2000.
- García V., Olga Nicté. «*Recorrido virtual del Jardín Botánico y Museo de Historia Natural*». Tesis de grado, Facultad de Arquitectura, USAC, 2006.
- Gil, Gemma y Raúl Monterroso. *Moderna: guía de arquitectura moderna de Ciudad de Guatemala*. Primera ed. Guatemala, Guatemala: Editorial Librovvisor, 2008.
- Ixcot, Liza, et al., «*Diversidad Biológica en el Departamento de Guatemala*», Informe final Proyecto FODECYT 29-2006, Universidad de San Carlos de Guatemala y Universidad del Valle de Guatemala, 2007.
- Koshy, Thomas, «*Fibonacci and Lucas numbers with applications*». New York, Wiley, 2001.
- Monterroso, Raúl, et al., «*Análisis Estratégico de Potencialidad y Economía Territorial de los Barrancos del Municipio de Guatemala como Herramienta para la Sostenibilidad en los Asentamientos Humanos*». USAC, Oficio Colectivo y Urbanística, 2014.
- Mueller-Dombois, Dieter., «*Aims and methods of vegetation ecology*», 15a edición, Caldwell, New Jersey, Blackburn Press, 2003.
- Raunkiaer, C. «*The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography: Being the Collected Papers of C. Raunkiaer*». Oxford, Clarendon Press, 1977.

- Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia -SEGEPLAN-, «Análisis de Gestión del Riesgo en Proyectos de Inversión Pública AGRIP» Guatemala: Dirección de Comunicación Social, 2013.
- Stevanovic, Bladimir. «A Reading of Interpretative Model of Minimalism in Architecture». Department of History, Theory and Aesthetics of Architecture and Visual Arts, Faculty of Architecture, University of Belgrade, Serbia, 2013.

## LIBROS DIGITALES

- Camel Franco, Julia María. «Evaluación de cuatro frecuencias de fertirriego en hidroponía para la reproducción de minitubérculos de papa (*Solanum tuberosum* L) variedad loman, para producción de semilla prebásica con calidad fitosanitaria, diagnóstico y servicios desarrollados en el Centro Experimental Docente de Agronomía -CEDA-» Facultad de Agronomía, USAC, 2011. Consultado el 15 de abril, 2015, disponible en: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01\\_2699.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2699.pdf)
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas: «Estrategia Nacional de Diversidad Biológica y su Plan de Acción 2012-2022» Acuerdo Gubernativo 220-2011. Resolución 01-06-2012 de CONAP. Consultado en marzo de 2016, disponible en: <https://www.cbd.int/doc/world/gt/gt-nbsap-v2-es.pdf>
- Consejo Nacional Para la Atención de las Personas con Discapacidad, CONADI. «LEY DE ATENCIÓN A LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD». Decreto No. 135-96, Guatemala. Consultado el 15 de agosto, 2016. Disponible en: <http://conadi.gob.gt/web/recursos-accesibles/>
- De León, Arturo, «La Luz Solar en la Arquitectura». Facultad de Arquitectura, USAC, 2011. Consultado en marzo de 2016, disponible en: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02\\_2944.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02_2944.pdf)
- Desastres, USAC, «Topografía de la zona Metropolitana de Guatemala» consultado el 24 de febrero, 2016, <http://desastres.usac.edu.gt/documentos/doc/gt/pdf/spa/doc0196/doc0196-parte03.pdf>
- Lascuráin, Maite, et al. «Conservación de especies ex situ» en Capital Natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Conabio, México, 2009. Consultado el 16 de agosto, 2016. Disponible en: [http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/CapNatMex/Vol%20II/II12\\_Conservacion%20de%20especies%20ex%20situ.pdf](http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/CapNatMex/Vol%20II/II12_Conservacion%20de%20especies%20ex%20situ.pdf)
- Monterroso G., Carlos Alberto «Trabajo de graduación realizado en el uso actual de las instalaciones y funcionamiento administrativo del Centro Experimental Docente de Agronomía "Domingo Amador" -CEDA-». Facultad de Agronomía, USAC, 2011. Consultado el 4 de abril, 2015, disponible en: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01\\_2623.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2623.pdf)
- Municipalidad de Guatemala, «Plan de Ordenamiento Territorial POT», actualizado hasta 2015, disponible en: [pot.muniguate.com](http://pot.muniguate.com)

- Sagastume, G. Marco Antonio. «*Síntesis Histórica de la Universidad de San Carlos de Guatemala*». Consultado el 17 de marzo, 2015, disponible en: <http://es.scribd.com/doc/53205414/Sintesis-Historica-USAC#scribd>
- Santizo, Claudia, et al., «Biodiversidad. Panorama del Medio Ambiente en Guatemala» en *Perfil Ambiental de Guatemala*. Universidad Rafael Landívar, Guatemala, 2004. Consultado el 8 de febrero, 2016, disponible en: [http://www.infoiarna.org.gt/dmdocuments/1\\_pu\\_pro\\_per\\_04-Perfam\\_2C%20-%20Biodiversidad.pdf](http://www.infoiarna.org.gt/dmdocuments/1_pu_pro_per_04-Perfam_2C%20-%20Biodiversidad.pdf).
- Secretaría Ejecutiva de la CONRED. «*Manual de Uso para Norma de Reducción de Desastres Dos NRD 2*» Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres CONRED, Consultado el 15 de agosto, 2016, disponible en: [http://conred.gob.gt/www/normas/NRD2/Manual\\_NRD2.pdf](http://conred.gob.gt/www/normas/NRD2/Manual_NRD2.pdf)

## MAPAS DIGITALES

- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación MAGA, «*Mapas de Cuencas Hidrográficas a Escala 1:50 000 República de Guatemala*». Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo UPGGR, consultado el 10 de febrero, 2016. [http://web.maga.gob.gt/wp-content/blogs.dir/13/files/2013/widget/public/memoria\\_cuencas\\_50000.pdf](http://web.maga.gob.gt/wp-content/blogs.dir/13/files/2013/widget/public/memoria_cuencas_50000.pdf)
- Campos, Eva y Frank Carrascoza, «*Mapa: Cobertura de Agua Potable, Departamento/ Ciudad de Guatemala*». Departamento de Urbanística, Municipalidad de Guatemala, 2009. Consultado en marzo de 2016, disponible en: [http://infociedad.muniguate.com/Site/11\\_Cobertura\\_de\\_agua\\_potable\\_files/11\\_Cobertura%20de%20agua%20potable.pdf](http://infociedad.muniguate.com/Site/11_Cobertura_de_agua_potable_files/11_Cobertura%20de%20agua%20potable.pdf)
- Campos, Eva y Frank Carrascoza, «*Mapa: Cobertura de Drenajes, Departamento/ Ciudad de Guatemala*». Departamento de Urbanística, Municipalidad de Guatemala, 2009, disponible en: [http://infociedad.muniguate.com/Site/12\\_Cobertura\\_de\\_drenajes\\_files/12\\_Cobertura%20de%20Drenajes.pdf](http://infociedad.muniguate.com/Site/12_Cobertura_de_drenajes_files/12_Cobertura%20de%20Drenajes.pdf)
- Campos Eva y Frank Carrascoza, «*Mapa: Cobertura de Energía Eléctrica, Departamento/ Ciudad de Guatemala*». Departamento de Urbanística, Municipalidad de Guatemala, 2009. Consultado en marzo de 2016, disponible en: [http://infociedad.muniguate.com/Site/14\\_cobertura\\_energia\\_electrica\\_files/14\\_Cobertura%20de%20energia%20electronica.pdf](http://infociedad.muniguate.com/Site/14_cobertura_energia_electrica_files/14_Cobertura%20de%20energia%20electronica.pdf)

## PÁGINAS WEB

- Dirección de Asuntos Jurídicos. «*Leyes y Reglamentos de la Universidad de San Carlos de Guatemala*» Universidad de San Carlos de Guatemala, 2006. Consultado el 15 de agosto, 2016, disponible en: <https://www.usac.edu.gt/cip/docs/Manuales-y-Leyes.pdf>
- Portal de la FAUSAC, *Gestor de Documentos*, consultado el 8 de abril, 2015, disponible en: <http://fausac.usac.edu.gt/GPublica/index.php/CEDA>

- Portal Nacional sobre Diversidad Biológica en Guatemala, consultado el 20 de marzo, 2016, disponible en: <http://www.chmguatemala.gob.gt/instituciones/guatemala-y-el-grupo-de-paises-megadiversos-afines-gpma/guatemala-en-el-grupo-de-paises-megadiversos-afines> y <http://www.conap.gob.gt/index.php/diversidad-biologica/biotechnologia/portal-nacional-sobre-diversidad-biologica-en-guatemala.html>
- Portal Nacional BCH sobre Seguridad de la Biotecnología en Guatemala, consultado el 13 de marzo, 2016, disponible en: <http://www.bchguatemala.gob.gt/>
- Página web del Jardín Botánico CECON-USAC, consultado el 12 de septiembre, 2015, disponible en: <http://sitios.usac.edu.gt/jardinbotanico/>
- Página web del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C., México, Consultado el 15 de junio, 2015, disponible en: <http://www.cibnor.mx/es/investigacion/colecciones-biologicas/herbario-hcib/iq-que-es-un-herbario>
- Página web **El Hogar Natural**: <http://www.elhogarnatural.com/reportajes/Herbario.htm>
- Página web de Behance «**Identidad Corporativa Jardín Botánico**»: <https://www.behance.net/gallery/4702823/Identidad-Corporativa-Jardin-Botanico>
- Página web de Planfor: <http://www.planfor.es/jardin-plantas,plantas-tapizantes-plantas-ras-treras-plantas-cubresuelos.html>
- Página web de Botánica online: <http://www.botanical-online.com/arboles.htm>

## ARTÍCULOS

- Berjak, Patricia y N.W. Pammenter. «**Manual de Semillas de Árboles tropicales**». Unidad de Investigación de Biología Celular de Plantas, Facultad de Ciencias de la Vida Universidad de Natal, Durban 4041, Sudáfrica.
- Bermejo, J. Esteban. «**Jardines botánicos y bancos de germoplasma, la conservación ex situ frente a las perspectivas de una estrategia para la conservación de las plantas**». *Revista Ambienta*, España, abril de 2007.
- Gálvez, R. Cándido «Almacenamiento y Conservación de Semillas» de *Material Vegetal de Reproducción: Manejo, Conservación y Tratamiento*. España, Ed. Junta de Andalucía, 2002). . Consultado el 8 de agosto, 2015, disponible en: [http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/consolidado/publicacionesdigitales/80-402\\_MATERIAL\\_VEGETAL\\_DE\\_REPRODUCCION\\_\\_MANEJO\\_CONSERVACION\\_Y\\_TRATAMIENTO/80-402/5\\_ALMACENAMIENTO\\_Y\\_CONSERVACION\\_DE\\_SEMILLAS.PDF](http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/consolidado/publicacionesdigitales/80-402_MATERIAL_VEGETAL_DE_REPRODUCCION__MANEJO_CONSERVACION_Y_TRATAMIENTO/80-402/5_ALMACENAMIENTO_Y_CONSERVACION_DE_SEMILLAS.PDF)
- Nguma, Samuel. «**40 Most Famous Architects of the 21st Century**». Archute, Step into architecture. Consultado el 15 de Agosto, 2016. Disponible en: <http://www.archute.com/2015/08/03/40-famous-architects-of-the-21st-century/>
- Pérez, Jerónimo y Alejandro Gándara, «**Ecosistemas de Guatemala, una aproximación basada en el sistema de clasificación de Holdridge**». *Revista Eutopía*, España, Guatemala, enero-junio de 2016.
- Ramírez, Margarita, «**Migración y Crecimiento urbano de la Ciudad de Guatemala**». Periódico Digital Plaza Pública (Guatemala, 2014) <http://www.plazapublica.com.gt/content/migracion-y-crecimiento-urbano-de-la-ciudad-de-guatemala>

# ANEXOS

LOCALIDAD: Zona 12, Ciudad de Guatemala  
ESTACIÓN: INSIVUMEH, Guatemala

AÑO: 2016  
ALTITUD: 1530 msnm

LATITUD: 14°33'30"  
LONGITUD: 90°43'50"

CUADRO No. 1 - TEMPERATURA DEL AIRE (°C)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Más alta	TMA	Más baja	VMA
Máximas medias mensuales	24.2	25.5	26.6	27.3	27.1	26.2	26.2	26.2	25.8	25.8	23.9	25.4	27.3	20.2	13.1	14.2
Mínimas medias mensuales	13.7	14.1	14	15.6	17.2	16.4	16.4	16.3	18.2	15.7	13.1	13.2				
Variación media mensual	10.5	11.4	12.6	11.7	9.9	9.8	9.8	9.9	7.6	10.1	10.8	12.2				

PROMEDIO DE HUMEDAD RELATIVA	Grupo de humedad
Menos del 30%	1
Del 30 - 50%	2
Del 50 - 70%	3
Más del 70%	4

CUADRO No. 2 - HUMEDAD, LLUVIA Y VIENTO

HR - Humedad Relativa (%)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Total
Máximas medias mensuales (am)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
Mínimas medias mensuales (pm)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
Promedio HR	78	72	70	73	79	81	75	80	80	79	75	73	
Grupo de Humedad	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1076
Pluviosidad (mm)	3.2	5.3	5.1	40.9	136	166	121	398	129	71.9	3.2	1.1	mm
Viento dominante	NE	NE	NE	S	S	--	NE	NE	NE	NE	NE	NE	

CUADRO No. 3 - DIAGNOSIS DEL RIGOR CLIMÁTICO

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Grupo de Humedad	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Temperaturas	TMA = 20.2											
Máximas medias mensuales	24.2	25.5	26.6	27.3	27.1	26.2	26.2	26.2	25.8	25.8	23.9	25.4
Bienestar de día	Máximo	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
	Mínimo	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
Mínimas medias mensuales	13.7	14.1	14	15.6	17.2	16.4	16.4	16.3	18.2	15.7	13.1	13.2
Bienestar de noche	Máximo	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
	Mínimo	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Rigor térmico												
	Día	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
	Noche	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F

CUADRO No. 4 - INDICADORES

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
<b>HUMEDAD</b>													
H1 - Movimiento de aire indispensable	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	12
H2 - Movimiento de aire conveniente										✓			1
H3 - Protección contra la lluvia								✓					1
<b>ARIDEZ</b>													
A1 - Almacenamiento térmico													-
A2 - Dormir al aire libre													-
A3 - Problemas de estación fría	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	12

### CUADRO 5 - RECOMENDACIONES PARA EL CROQUIS

TOTALES DE LOS INDICADORES DEL CUADRO 4						Recomendaciones	
Húmedo			Árido				
H1	H2	H3	A1	A2	A3		
12	1	1	-	-	12		
TRAZADO							
			0 - 10			✓	1.- Edificios orientados sobre el eje norte - sur para reducir la exposición al sol.
					5 - 12		
			11 ó 12		0 - 4		2.- Planificación compacta con patio.
ESPACIAMIENTO							
11 ó 12						✓	3.- Espacio abierto para la penetración de la brisa
2 - 10							4.- Como el 3, pero protegido del viento cálido o frío
0 ó 1							5.- Planificación compacta.
MOVIMIENTO DE AIRE							
3 - 12						✓	6.- Habitaciones en hilera única con dispositivo permanente para el movimiento de aire.
			0 - 5				
1 ó 2			6 - 12				7.- Habitaciones en hilera doble con dispositivo temporal para el movimiento de aire
	2 - 12					✓	8.- No es necesario movimiento de aire.
0	0 - 1						
ABERTURAS							
			0 - 1		0	✓	9.- Aberturas grandes (40%-80%), muros N y S.
			11 - 12		0 - 1		10.- Aberturas muy pequeños (10%-20%).
			CUALQUIER OTRA CONDICION				11.- Aberturas medianos (20%-40%).
MUROS							
			0 - 2			✓	12.- Muros ligeros; tiempo corto de transmisión térmica
			3 - 12				13.- Muros pesados exteriores en interiores.
CUBIERTAS							
			0 - 5			✓	14.- Cubiertas aisladas ligeras
			6 - 12				15.- Cubiertas pesadas; más de 8 horas de transmisión térmica.
ESPACIO PARA DORMIR AL AIRE LIBRE							
				2 - 12			16.- Espacio necesario para dormir al aire libre
PROTECCIÓN CONTRA LA LLUVIA							
		3 - 12					17.- Necesidad de protección contra la lluvia intensa

### CUADRO 6 - RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO DE ELEMENTOS

TOTALES DE LOS INDICADORES DEL CUADRO 4						Recomendaciones	
Húmedo			Árido				
H1	H2	H3	A1	A2	A3		
12	1	1	-	-	12		
TAMAÑO DE LAS ABERTURAS							
					0		1.- Grandes, 40%-80% de muros N y S
			0 ó 1		1 - 12	✓	2.- Medianos, 25%-40% de la superficie del muro
			2 - 5				3.- Pequeños, 15%-25% de la superficie del muro
			6 - 10		0 - 3		4.- Muy pequeños, 10%-20% de la superficie del muro
			11 ó 12		4 - 12	✓	5.- Medianos, 25%-40% de la superficie del muro
POSICIÓN DE LAS ABERTURAS							
			0 - 5			✓	6.- Huecos en los muros N y S a la altura del cuerpo en el lado expuesto al viento.
			6 - 12				7.- Como lo que precede, pero con huecos en los muros internos.
0	2 - 12						
PROTECCIÓN DE LAS ABERTURAS							
					0 - 2		8.- Exclusión de la luz directa del sol.
		2 - 12					9.- Protección contra la lluvia.
MUROS Y SUELOS							
			0 - 12			✓	10.- Ligeros; Baja capacidad calorífica.
			3 - 12				11.- Pesados, más de ocho horas de tiempo de transmisión térmica
CUBIERTAS							
10 - 12			0 - 12			✓	12.- Ligeras; Superficie reflectante y cavidad.
			3 - 12			✓	13.- Ligeras y bien aisladas.
			0 - 5				14.- Pesadas; más de 8 horas de tiempo de transmisión térmica.
0 - 9			6 - 12				
TRATAMIENTO DE LA SUPERFICIE EXTERIOR							
				1 - 12			15.- Espacio para dormir al aire libre
		1 - 12				✓	16.- Drenaje adecuado para el agua de lluvia.

		 PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL		PROCEDIMIENTOS			
		PARÁMETROS		DCT	JOT	JOT + VEC	
<i>Natural</i>		descripción	unidad				
<b>FRACCIONAMIENTO</b>							
	frente de predios	m	□		0 ~	□	
	superficie efectiva de predios	m <sup>2</sup>	□		0 ~	□	
<b>OBRAS</b>							
índice de edificabilidad	base	relación	□		~ 0.8	□	
	ampliado	relación	□			□	
altura (predominan restricciones de aeronáutica)	base	m	□		~ 24	□	
	ampliada	m	□			□	
porcentaje de permeabilidad		%	□		80% ~	□	
separaciones a colindancias		m	□		0 ~	□	
<b>USO DEL SUELO</b> (ver clasificación de usos del suelo)							
	natural	m <sup>2</sup>	□		0 ~	□	
	rural	m <sup>2</sup>	□			□	
no residencial	residencial	m <sup>2</sup>	□			□	
	con actividades	ordinarias	m <sup>2</sup>	□		□	
		condicionadas I	m <sup>2</sup>	□			□
		condicionadas II	m <sup>2</sup>	□			□
	condicionadas III	m <sup>2</sup>	□			□	
<b>SIMBOLOGÍA</b>							
* : Aplica a través de Incentivos o TEC			~ x: desde "0" hasta "x"   x ~ y: desde "x" hasta "y"   x ~: desde "x" hasta infinito   > : mayor que   < : menor que			□ No permitido	
DCT: Dirección de Control Territorial			JOT: Junta Directiva de Ordenamiento Territorial			VEC: opinión de vecinos	
edificabilidad por compensación PLOT: Plan Local de Ordenamiento Territorial			TEC: transferencia de				

# G1



PARAMETROS		PROCEDIMIENTOS		
descripcion	unidad	DCT	JOT	JOT + VEC

### FRACCIONAMIENTO

frente de predios	m	20 ~	6 ~ < 20	□
superficie efectiva de predios	m <sup>2</sup>	1,000 ~	600 ~ < 1,000	□

### OBRAS

índice de edificabilidad	base	relación	~ 1.2	□
	ampliado	relación	> 1.2 ~ 1.8*	□
altura (predominan restricciones de aeronáutica)	base	m	~ 16	□
	ampliado	m	> 16 ~ 24*	□
porcentaje de permeabilidad	%		70% ~	□

BLOQUE INFERIOR	separaciones a colindancias	m	0 ~	□
	lado mínimo de patios y pozos de luz (h=altura)	relación	1/4 h ~ (1)	□
BLOQUE SUPERIOR	separaciones a colindancias	m	3 ~	□
	lado mínimo de patios y pozos de luz (h=altura)	relación	1/8 h ~ (2)	□

### USO DEL SUELO

(ver clasificación de usos del suelo)

natural	m <sup>2</sup>	0 ~	□	□	
	rural	m <sup>2</sup>	0 ~	□	
residencial	m <sup>2</sup>	0 ~	□	□	
	mixto (al cumplir este % se obtiene el parámetro normativo de usos no residenciales con actividades ordinarias)	% residencial	75% ~	□	
no residencial	ordinarias	m <sup>2</sup>	~ 100	□	
		condicionadas I	m <sup>2</sup>	~ 100	□
		condicionadas II	m <sup>2</sup>	□	□
		condicionadas III	m <sup>2</sup>	□	□

<b>SIMBOLOGIA</b>	~x: desde "0" hasta "x"   x~y: desde "x" hasta "y"   x~: desde "x" hasta infinito   >: mayor que   <: menor que		
*: Aplica a través de incentivos o TEC	Modificable a través de PLOT	□	No permitido
DCT: Dirección de Control Territorial	JOT: Junta Directiva Ordenamiento Territorial	VEC: opinión de vecinos	
TEC: Transparencia de edificabilidad por compensación PLOT	Plan Local de Ordenamiento Territorial		
Ⓣ: No podrá ser menor a 1.50m	Ⓣ: No podrá ser menor al lado mínimo de patios y pozos de luz del bloque inferior		

# G3



PARÁMETROS		PROCEDIMIENTOS		
descripcion	unidad	DCT	JOT	JOT + VEC

### FRACCIONAMIENTO

frente de predios	m	3 ~	□	□
superficie efectiva de predios	m <sup>2</sup>	60 ~ 600	45 ~ < 60	□
			> 600 ~	□

### OBRAS

índice de edificabilidad	base	relación	~ 2.7	□
	ampliado	relación	> 2.7 ~ 4.0*	□
altura (predominan restricciones de aeronáutica)	base	m	~ 16	□
	ampliado	m	> 16 ~ 24*	□
porcentaje de permeabilidad	%		10% ~	□

BLOQUE INFERIOR	separaciones a colindancias	m	0 ~	□
	lado mínimo de patios y pozos de luz (h=altura)	relación	1/4 h ~ (1)	□
BLOQUE SUPERIOR	separaciones a colindancias	m	3 ~	□
	lado mínimo de patios y pozos de luz (h=altura)	relación	1/8 h ~ (2)	□

### USO DEL SUELO

(ver clasificación de usos del suelo)

natural	m <sup>2</sup>	0 ~	□	□	
	rural	m <sup>2</sup>	0 ~	□	
residencial	m <sup>2</sup>	0 ~	□	□	
	mixto (al cumplir este % se obtiene el parámetro normativo de usos no residenciales con actividades ordinarias)	% residencial	50% ~	□	
no residencial	ordinarias	m <sup>2</sup>	~ 250	□	
		condicionadas I	m <sup>2</sup>	~ 250	□
		condicionadas II	m <sup>2</sup>	□	□
		condicionadas III	m <sup>2</sup>	□	□

<b>SIMBOLOGIA</b>	~x: desde "0" hasta "x"   x~y: desde "x" hasta "y"   x~: desde "x" hasta infinito   >: mayor que   <: menor que		
*: Aplica a través de incentivos o TEC	Modificable a través de PLOT	□	No permitido
DCT: Dirección de Control Territorial	JOT: Junta de Directiva Ordenamiento Territorial	VEC: opinión de vecinos	
TEC: Transparencia de edificabilidad por compensación PLOT	Plan Local de Ordenamiento Territorial		
Ⓣ: No podrá ser menor a 1.50m	Ⓣ: No podrá ser menor al lado mínimo de patios y pozos de luz del bloque inferior		



ESPECIE	Familia, APG III	Altura (m)	Diámetro de Copa (m)	Familia (clasificación no actual)	Especie (clasificación no actual)
Acacia farnesiana (L.) Willd.	Mimosoidae	7	12		
Acokanthera oppositifolia (Lam.) Codd	Apocynaceae	7	9		
Acrocarpus fraxinifolius Arn.	Caesalpinioideae	60	19		
Adansonia digitata L.	Malvaceae	20	22	Bombacaceae	
Adenanthera pavonina L.	Mimosoidae	17	20		
Adenium obesum (Forssk.) Roem. & Schult.	Apocynaceae	6	8		
Aegle marmelos (L.) Corrêa	Rutaceae	13	13		
Afrocarpus gracilior (Pilg.) C. N. Page	Podocarpaceae	33	26		
Agathis robusta (C. Moore ex F. Muell.) F. M. Bailey	Araucariaceae	50	22		
Alberta magna E. Mey.	Rubiaceae	10	11		
Albizia lebbek (L.) Benth.	Mimosoidae	30	29		
Albizia saman (Jacq.) Merr.	Mimosoidae	21	41		Samanea saman (Jacq.) Merr.
Aleurites moluccanus (L.) Willd.	Euphorbiaceae	20	26		
Allophylus cobbe (L.) Raeusch.	Sapindaceae	50	28		Pometia pinnata J. R. Forst. & G. Forst.
Alloxyylon flammeum P. H. Weston & Crisp	Proteaceae	30	17		
Alstonia scholaris (L.) R. Br.	Apocynaceae	20	17		
Amherstia nobilis Wall.	Caesalpinioideae	12	18		
Amphitecna latifolia (Mill.) A. H. Gentry	Bignoniaceae	10	13		
Anacardium occidentale L.	Anacardiaceae	12	22		
Andira inermis (Wright) DC.	Papilionoideae	30	26		
Annona muricata L.	Annonaceae	7	9		
Antidesma bunius (L.) Spreng.	Phyllanthaceae	14	15	Euphorbiaceae	
Aphanamixis polystachya (Wall.) R. Parker	Meliaceae	15	15		
Araucaria heterophylla (Salisb.) Franco	Araucariaceae	60	19		
Archidendron lucyi F. Muell.	Mimosoidae	18	25		
Argusia argentea (L. f.) Heine	Boraginaceae	8	13	Is an unresolved name	
Artocarpus altilis (Parkinson ex F. A. Zorn) Fosberg	Moraceae	20	26		
Athertonia diversifolia (C. T. White) L. A. S. Johnson & B. G. Briggs	Proteaceae	30	19		
Averrhoa carambola L.	Oxalidaceae	10	11		
Azadirachta indica A. Juss.	Meliaceae	16	20		
Backhousia citriodora F. Muell.	Myrtaceae	20	18		
Banksia dentata L. f.	Proteaceae	7	8		
Barringtonia asiatica (L.) Kurz	Lecythidaceae	20	33		
Bauhinia variegata L.	Caesalpinioideae	12	11		
Bertholletia excelsa Bonpl.	Lecythidaceae	50	28		
Bischofia javanica Blume	Phyllanthaceae	20	26	Euphorbiaceae	
Bixa orellana L.	Bixaceae	7	7		
Blighia sapida K. D. Koenig	Sapindaceae	20	27		
Bolusanthus speciosus (Bolus) Harms	Papilionoideae	21	29		
Bombax ceiba L.	Malvaceae	25	22	Bombacaceae	
Brachychiton acerifolius (A. Cunn. ex G. Don) F.	Malvaceae	40	17	Sterculiaceae	
Bravaisia integerrima (Spreng.) Standl.	Acanthaceae	18	19		
Brosimum alicastrum Sw.	Moraceae	30	27		
Broussonetia papyrifera (L.) L'Hér. ex Vent.	Moraceae	15	15		
Brownea macrophylla Linden	Caesalpinioideae	20	26		
Brugmansia suaveolens (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Bercht. & J. Presl	Solanaceae	5	6		
Brunfelsia americana L.	Solanaceae	5	8		
Brya ebenus (L.) DC.	Papilionoideae	8	9		
Bucida buceras L.	Combretaceae	25	27		
Buckinghamia celsissima F. Muell.	Proteaceae	30	29		
Bulnesia arborea (Jacq.) Engl.	Zygophyllaceae	15	16		
Bunchosia argentea (Jacq.) DC.	Malpighiaceae	10	9		
Bursera simaruba (L.) Sarg.	Burseraceae	25	24		
Butea monosperma (Lam.) Taub.	Papilionoideae	15	18		
Byrsonima crassifolia (L.) Kunth	Malpighiaceae	10	12		
Caesalpinia echinata Lam.	Caesalpinioideae	12	11		
Calliandra surinamensis Benth.	Mimosoidae	6	12		
Callistemon viminalis (Sol. ex Gaertn.) G. Don	Myrtaceae	8	11		
Callitris macleayana (F. Muell.) F. Muell.	Cupressaceae	45	17		
Calodendrum capense (L. f.) Thunb.	Rutaceae	15	16		

ESPECIE	Familia, APG III	Altura (m)	Diámetro de Copa (m)	Familia (clasificación no actual)	Especie (clasificación no actual)
Calophyllum inophyllum L.	Clusiaceae	35	24	Guttiferae	
Calotropis gigantea (L.) Dryand.	Apocynaceae	6	9	Asclepiadaceae	
Calyculophyllum candidissimum (Vahl) DC.	Rubiaceae	10	12		
Camellia sinensis (L.) Kuntze	Theaceae	15	7		
Cananga odorata (Lam.) Hook. f. & Thomson	Annonaceae	20	7		
Canarium ovatum Engl.	Burseraceae	20	20		
Canella winterana (L.) Gaertn.	Canellaceae	15	16		
Cascabela thevetia (L.) Lippold	Apocynaceae		11		Thevetia peruviana (Pers.) K. Schum.
		7			
Casimiroa edulis La Llave	Rutaceae	18	19		
Cassia fistula L.	Caesalpinioideae	20	22		
Castanospermum australe A. Cunn. & C. Fraser	Papilionoideae	40	33		
Castilla elastica Cerv.	Moraceae	45	24		
Casuarina equisetifolia L.	Casuarinaceae	35	22		
Catalpa longissima (Jacq.) Dum. Cours.	Bignoniaceae	25	22		
Cavanillesia platanifolia (Humb. & Bonpl.) Kunth	Malvaceae	65	20	Bombacaeae	
Cecropia peltata L.	Cecropiaceae	20	22		
Cedrela odorata L.	Meliaceae	30	32		
Ceiba pentandra (L.) Gaertn.	Malvaceae	70	26	Bombacaeae	
Ceiba speciosa (A. St.-Hil.) Ravenna	Malvaceae		22	Bombacaeae	Chorisia speciosa A. St.-Hil.
		20			
Ceratonia siliqua L.	Caesalpinioideae	10	13		
Ceratopetalum gummiiferum Sm.	Cunoniaceae	10	9		
Cerbera manghas L.	Apocynaceae	20	11		
Cestrum diurnum L.	Solanaceae	10	11		
Chrysobalanus icaco L.	Chrysobalanaceae	6	9		
Chrysophyllum cainito L.	Sapotaceae	30	26		
Cinnamomum verum J. Presl	Lauraceae	17	22		
Citrus sinensis (L.) Osbeck	Rutaceae	13	18		
Clausena lansium (Lour.) Skeels	Rutaceae	12	9		
Clerodendrum minahassae Teijsm. & Binn.	Lamiaceae	7	11		
Clusia rosea Jacq.	Clusiaceae	20	13	Guttiferae	
Coccoloba uvifera (L.) L.	Polygonaceae	15	20		
Cochlospermum vitifolium (Willd.) Spreng.	Bixaceae	12	12		
Coffea arabica L.	Rubiaceae	7	8		
Cojoba arborea (L.) Britton & Rose	Mimosoidae		25		Pithecellobium arboreum (L.) Urb.
		16			
Cola acuminata (P. Beauv.) Schott & Endl.	Malvaceae	20	26	Sterculiaceae	
Colvillea racemosa Bojer	Caesalpinioideae	15	15		
Conocarpus erectus L.	Combretaceae	20	25		
Cordia dodecandra A. DC.	Boraginaceae	16	23		
Couropita guianensis Aubl.	Lecythidaceae	35	29		
Crateva religiosa G. Forst.	Capparaceae	15	18	Capparidaceae	
Crescentia cujete L.	Bignoniaceae	10	14		
Cupaniopsis anacardioides (A. Rich.) Radlk.	Sapindaceae	12	11		
Cussonia spicata Thunb.	Araliaceae	17	15		
Dalbergia sissoo DC.	Papilionoideae	20	24		
Delonix regia (Hook.) Raf.	Caesalpinioideae	10	40		
Deplanchea tetraphylla (R. Br.) F. Muell. ex Steenis	Bignoniaceae	20	10		
Dialium guineense Willd.	Caesalpinioideae	20	33		
Dillenia indica L.	Dilleniaceae	17	19		
Dimocarpus longan Lour.	Sapindaceae	40	27		
Diospyros ebenum J. Koenig ex Retz.	Ebenaceae	20	26		
Dipterocarpus grandiflorus (Blanco) Blanco	Dipterocarpaceae	50	28		
Dodonaea viscosa (L.) Jacq.	Sapindaceae	8	8		
Dolichandrone spathacea (L. f.) Seem.	Bignoniaceae	20	26		
Dombeya rotundifolia (Hochst.) Planch.	Malvaceae	15	12	Sterculiaceae	
Dovyalis hebecarpa (Gardner) Warb.	Salicaceae	7	10	Flacourtiaceae	
Duabanga grandiflora (DC.) Walp.	Lythraceae	25	16	Sonneratiaceae	
Duranta erecta L.	Verbenaceae	8	7		
Durio zibethinus L.	Malvaceae	45	25	Bombacaeae	
Elaeocarpus angustifolius Blume	Elaeocarpaceae	15	19		
Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb.	Mimosoidae	30	28		
Eperua falcata Aubl.	Caesalpinioideae	35	26		
Eriobotrya japonica (Thunb.) Lindl.	Rosaceae	9	12		
Erythrina variegata L.	Papilionoideae	20	27		
Eucalyptus deglupta Blume	Myrtaceae	70	16		
Eugenia uniflora L.	Myrtaceae	10	14		
Euphorbia punicea Sw.	Euphorbiaceae	10	12		

ANEXO VII. Tabla de referencia de proporción de especies recopilada por el Ing. David E. Mendieta. Fuente: Barwick, Margaret. *Tropical & subtropical trees: an encyclopedia*. Portland, Oregon: Timber Press, 2004.

ESPECIE	Familia, APG III	Altura (m)	Diámetro de Copa (m)	Familia (clasificación no actual)	Especie (clasificación no actual)
Fagraea fragrans Roxb.	Gentianaceae	30	18	Loganiaceae	
Fernandoa magnifica Seem.	Bignoniaceae	18	12		
Ficus benjamina L.	Moraceae	80	36		
Filicium decipiens (Wight & Arn.) Thwaites	Sapindaceae	20	22		
Firmiana colorata (Roxb.) R. Br.	Malvaceae	25	14	Sterculiaceae	
Flacourtia indica (Burm. f.) Merr.	Salicaceae	15	13	Flacourtiaceae	
Flindersia brayleyana F. Muell.	Rutaceae	12	11		
Fraxinus griffithii C. B. Clarke	Oleaceae	12	12		
Garcinia × mangostana L.	Guttiferae	10	11	Clusiaceae	
Gardenia carinata Wall. ex Roxb.	Rubiaceae	12	11		
Geijera parviflora Lindl.	Rutaceae	9	9		
Genipa americana L.	Rubiaceae	20	25		
Gliciridia sepium (Jacq.) Walp.	Papilionoideae	10	11		
Gmelina arborea Roxb.	Lamiaceae	25	22		
Gnetum gnemon L.	Gnetaceae	15	9		
Grevillea robusta A. Cunn. ex R. Br.	Proteaceae	40	14		
Greyia sutherlandii Hook. & Harv.	Melanthaceae	7	10	Greyiaceae	
Guaicum officinale L.	Zygophyllaceae	10	14		
Guettarda speciosa L.	Rubiaceae	10	13		
Gustavia superba (Kunth) O. Berg	Lecythidaceae	15	10		
Gymnostoma rumphianum (Miq.) L. A. S. Johnson	Casuarinaceae	15	10		
Haematoxylum campechianum L.	Caesalpinioideae	10	11		
Hamelia patens Jacq.	Rubiaceae	7	8		
Harpullia pendula Planch. ex F. Muell.	Sapindaceae	12	10		
Heritiera littoralis Aiton	Malvaceae	10	13	Sterculiaceae	
Hernandia nymphaeifolia (J. Presl) Kubitzki	Hernandiaceae	10	14		
Hevea brasiliensis (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg.	Euphorbiaceae	20	21		
Hibiscus tilliaceus L.	Malvaceae	10	13		
Hura crepitans L.	Euphorbiaceae	20	22		
Hymenaea courbaril L.	Caesalpinioideae	33	27		
Hymenosporum flavum F. Muell.	Pittosporaceae	12	14	Is an unresolved name	
Ilex paraguariensis A. St.-Hil.	Aquifoliaceae	15	12		
Inga jinicuil Schltdl.	Mimosoidae	20	33		
Intsia bijuga (Colebr.) Kuntze	Caesalpinioideae	20	26		
Ixora pavetta Andr.	Rubiaceae	7	9		
Jacaranda mimosifolia D. Don	Bignoniaceae	16	23		
Jacquinia arborea Vahl	Primulaceae	20	7	Theophrastaceae	
Jatropha curcas L.	Euphorbiaceae	8	8		
Juniperus barbadensis L.	Cupressaceae	20	18		
Khaya anthotheca (Welw.) C. DC.	Meliaceae	50	23		
Kigelia africana (Lam.) Benth.	Bignoniaceae	16	26		
Kleinhovia hospita L.	Malvaceae	20	24	Sterculiaceae	
Koelreuteria elegans (Seem.) A. C. Sm.	Sapindaceae	18	24		
Kopsia arborea Blume	Apocynaceae	12	11		
Lagerstroemia speciosa (L.) Pers.	Lythraceae	25	30		
Lagunaria patersonia (Andrews) G. Don	Malvaceae	15	8		
Lansium parasiticum (Osbeck) K. C. Sahni & Bennet					Lansium domesticum Corrêa
	Meliaceae	17	17		
Lawsonia inermis L.	Lythraceae	7	9		
Lecythis zabucajo Aubl.	Lecythidaceae	35	28		
Leptospermum madidum A. R. Bean	Myrtaceae	10	19		
Leucadendron argenteum (L.) R. Br.	Proteaceae	9	10		
Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit	Mimosoidae	10	14		
Ligustrum lucidum W. T. Aiton	Oleaceae	10	14		
Litchi chinensis Sonn.	Sapindaceae	20	22		
Lonchocarpus violaceus (Jacq.) DC.	Papilionoideae	15	17		
Lophanthera lactescens Ducke	Malpighiaceae	20	16		
Lophostemon confertus (R. Br.) Peter G. Wilson & J. T. Waterh.					
	Myrtaceae	54	18		
Lysiloma sabicu Benth.	Papilionoideae	8	12		
Macadamia integrifolia Maiden & Betche	Proteaceae	20	25		
Macaranga tanarius (L.) Müll. Arg.	Euphorbiaceae	10	10		
Magnolia champaca (L.) Baill. ex Pierre	Magnoliaceae	35	24		Michelia champaca L.
Magnolia grandiflora L.	Magnoliaceae	25	22		

ESPECIE	Familia, APG III	Altura (m)	Diámetro de Copa (m)	Familia (clasificación no actual)	Especie (clasificación no actual)
Majidea zanguearica J. Kirk ex Oliv.	Sapindaceae	25	25		
Malpighia glabra L.	Malpighiaceae	6	9		
Mammea americana L.	Clusiaceae	20	18	Guttiferae	
Mangifera indica L.	Anacardiaceae	30	26		
Manilkara zapota (L.) P. Royen	Sapotaceae	30	26		
Maniltoa browneoides Harms	Caesalpinioideae	25	22		
Markhamia lutea (Benth.) K. Schum.	Bignoniaceae	13	8		
Melaleuca leucadendra (L.) L.	Myrtaceae	30	17		
Melia azedarach L.	Meliaceae	15	14		
Melicoccus bijugatus Jacq.	Sapindaceae	20	24		
Mesua ferrea L.	Calophyllaceae	18	20	Guttiferae (Clusiaceae)	
Metrosideros polymorpha Gaudich.	Myrtaceae	30	14		
Millingtonia hortensis L. f.	Bignoniaceae	26	15		
Mimusops elengi L.	Sapotaceae	15	19		
Monodora myristica (Gaertn.) Dunal	Annonaceae	30	24		
Morella cerifera (L.) Small	Myrtaceae	12	11		Myrica cerifera L.
Morinda citrifolia L.	Rubiaceae	7	9		
Moringa oleifera Lam.	Moringaceae	10	11		
Morus alba L.	Moraceae	16	27		
Muntingia calabura L.	Muntingiaceae	8	12	Tiliaceae	
Murraya koenigii (L.) Spreng.	Rutaceae	10	14		
Myrciaria floribunda (H. West ex Willd.) O. Berg	Myrtaceae	15	16		
Myristica fragrans Houtt.	Myristicaceae	23	30		
Myroxylon balsamum (L.) Harms	Papilionoideae	35	34		
Napoleonaea imperialis P. Beauv.	Lecythidaceae	7	9		
Nauclera orientalis (L.) L.	Rubiaceae	20	22		
Nephelium lappaceum L.	Sapindaceae	25	29		
Newbouldia laevis (P. Beauv.) Seem.	Bignoniaceae	18	16		
Noronhia emarginata (Lam.) Poir.	Oleaceae	10	13		
Nuxia floribunda Benth.	Stilbaceae	25	29	Loganiaceae	
Nyctanthes arbor-tristis L.	Oleaceae	6	8		
Ochroma pyramidale (Cav. ex Lam.) Urb.	Malvaceae	30	29	Bombacaeae	
Ochrosia elliptica Labill.	Apocynaceae	12	15		
Oncoba spinosa Forsk.	Salicaceae	7	10	Flacourtiaceae	
Ormosia ormondii (F. Muell.) Merr.	Papilionoideae	25	20		
Oroxylum indicum (L.) Kurz	Bignoniaceae	20	19		
Oxyanthus pyriformis (Hochst.) Skeels	Rubiaceae	10	11		
Pachira aquatica Aubl.	Malvaceae	20	26	Bombacaeae	
Pangium edule Reinw.	Achariaceae	27	25	Flacourtiaceae	
Parinari nonda F. Muell. ex Benth.			13		
	Chrysobalanaceae	10			
Parkia javanica (Lam.) Merr.	Mimosoidae	50	28		
Parkinsonia aculeata L.	Caesalpinioideae	7	11		
Parmentiera cereifera Seem.	Bignoniaceae	7	10		
Peltophorum pterocarpum (DC.) K. Heyne	Caesalpinioideae	24	26		
Persea americana Mill.	Lauraceae	16	24		
Petrea volubilis L.	Verbenaceae	7	11		Petrea arborea Kunth
Phyllanthus acidus (L.) Skeels	Phyllanthaceae	10	15	Euphorbiaceae	
Phyllocarpus septentrionalis Donn. Sm.	Caesalpinioideae	30	26		
Phytolacca dioica L.	Phytolaccaceae	20	33		
Pimenta dioica (L.) Merr.	Myrtaceae	13	8		
Pinus caribaea Morelet	Pinaceae	30	17		
Pisonia grandis R. Br.	Nyctaginaceae	5	10		
Pittosporum pentandrum (Blanco) Merr.	Pittosporaceae	10	15		
Platymiscium pinnatum (Jacq.) Dugand	Papilionoideae	20	17		
Pleiogynium timoriense (A. DC.) Leenh.	Anacardiaceae	45	19		
Plumeria rubra L.	Apocynaceae	8	9		
Podocarpus neriifolius D. Don	Podocarpaceae	40	26		
Pogonopus speciosus (Jacq.) K. Schum.	Rubiaceae	10	19		
Poitea carinalis (Griseb.) Lavin	Papilionoideae	6	9		
Polyalthia longifolia (Sonn.) Thwaites	Annonaceae	20	11		
Pongamia pinnata (L.) Pierre			22		Millettia pinnata (L.) Panigrahi
	Papilionoideae	15			
Portlandia grandiflora L.	Rubiaceae	6	7		

ESPECIE	Familia, APG III	Altura (m)	Diámetro de Copa (m)	Familia (clasificación no actual)	Especie (clasificación no actual)
Posoqueria latifolia (Rudge) Schult.	Rubiaceae	7	8		
Pouteria sapota (Jacq.) H. E. Moore & Stearn	Sapotaceae	30	26		
Pseudobombax ellipticum (Kunth) Dugand	Malvaceae	10	13	Bombacaceae	
Psidium guajava L.	Myrtaceae	10	11		
Pterocarpus indicus Willd.	Papilionoideae	30	30		
Pterospermum acerifolium (L.) Willd.	Malvaceae	30	20	Sterculiaceae	
Punica granatum L.	Lythraceae	6	7	Punicaceae	
Quararibea cordata (Bonpl.) Vischer	Malvaceae	20	18	Bombacaceae	
Quassia amara L.	Simaroubaceae	6	25		
Radermachera gigantea (Blume) Miq.	Bignoniaceae	40	23		
Reevesia thyrsoidea Lindl.	Malvaceae	8	11	Sterculiaceae	
Rollinia mucosa (Jacq.) Baill.	Annonaceae	15	19		
Salix humboldtiana Willd.	Salicaceae	20	10		Salix chilensis Molina
Sandoricum koetjape (Burm. f.) Merr.	Meliaceae	50	22		
Santalum album L.	Santalaceae	12	11		
Sapindus saponaria L.	Sapindaceae	10	10		
Saraca indica L.	Caesalpinioideae	10	18		
Sarcocephalus latifolius (Sm.) E. A. Bruce	Rubiaceae	10	14		
Schefflera actinophylla (Endl.) Harms	Araliaceae	12	14		
Schinus terebinthifolia Raddi	Anacardiaceae	7	12		
Schizolobium parahyba (Vell.) S. F. Blake	Caesalpinioideae	30	28		
Schotia brachypetala Sond.	Caesalpinioideae	15	16		
Sclerocarya birrea subsp. caffra (Sond.) Kokwaro	Anacardiaceae	15	17		
Senna spectabilis (DC.) H. S. Irwin & Barneby	Caesalpinioideae	20	22		
Sesbania grandiflora (L.) Pers.	Papilionoideae	13	9		
Sideroxylon foetidissimum Jacq.	Sapotaceae	25	25		
Solanum wrightii Benth.	Solanaceae	10	12		
Spathodea campanulata P. Beauv.	Bignoniaceae	23	19		
Spondias dulcis Parkinson	Anacardiaceae	25	26		Spondias cytherea Sonn
Stelechocarpus burahol (Blume) Hook. f. & Thomson	Annonaceae	20	17		
Stenocarpus sinuatus (A. Cunn.) Endl.	Proteaceae	30	14		
Sterculia foetida L.	Malvaceae	20	19	Sterculiaceae	
Stereospermum kunthianum Cham.	Bignoniaceae	10	15		
Strychnos nux-vomica L.	Loganiaceae	20	22	Strychnaceae	(Loganiaceae)
Swietenia mahogani L.	Meliaceae	25	29		
Swinglea glutinosa (Blanco) Merr.	Rutaceae	10	11		
Syzygium malaccense (L.) Merr. & L. M. Perry	Myrtaceae	15	12		
Tabebuia heterophylla (DC.) Britton	Bignoniaceae	15	11		
Tabernaemontana arborea Rose ex J. D. Sm.	Apocynaceae	15	13		
Tabernaemontana litoralis Kunth	Apocynaceae	7	8		Stemmadenia litoralis (Kunth) L. Allorge
Tamarindus indica L.	Caesalpinioideae	24	22		
Tamarix aphylla (L.) H. Karst.	Tamaricaceae	10	14		
Taxodium huegelii C. Lawson	Taxodiaceae	46	22		Taxodium mucronatum Ten.
Tecoma stans (L.) Juss. ex Kunth	Bignoniaceae	8	12		
Tectona grandis L. f.	Lamiaceae	50	17	Verbenaceae	
Terminalia catappa L.	Combretaceae	35	34		
Theobroma cacao L.	Malvaceae	8	10	Sterculiaceae	
Thespesia grandiflora DC.	Malvaceae	16	22	Bombacaceae	Montezuma speciosissima Moc. & Sessé ex DC.
Thespesia populnea (L.) Sol. ex Corrêa	Malvaceae	10	13		
Tibouchina granulosa (Desr.) Cogn.	Melastomaceae	12	14		
Tipuana tipu (Benth.) Kuntze	Papilionoideae	35	22		
Toona ciliata M. Roem.	Meliaceae	30	28		
Treulia africana Decne. ex Trécul	Moraceae	35	23		
Trevesia burckii Boerl.	Araliaceae	10	7		
Triplaris cumingiana Fisch. & C. A. Mey.	Polygonaceae	20	19		
Vitex agnus-castus L.	Lamiaceae	7	10	Labiatae (Verbenaceae)	
Wallaceodendron celebicum Koord.	Mimosoidae	70	18		
Warszewiczia coccinea (Vahl) Klotzsch	Rubiaceae	8	8		
Wrightia arborea (Dennst.) Mabb.	Apocynaceae	20	22		
Xanthostemon chrysanthus (F. Muell.) Benth.	Myrtaceae	40	8		
Zanthoxylum flavum Vahl	Rutaceae	16	22		
Ziziphus jujuba Mill.	Rhamnaceae	13	18		Ziziphus mauritiana Lam.
<b>Promedio (m)</b>		<b>20</b>	<b>18</b>		
<b>Mínimo (m)</b>		<b>5</b>	<b>6</b>		
<b>Máximo (m)</b>		<b>80</b>	<b>41</b>		

ANEXO VII. Tabla de referencia de proporción de especies recopilada por el Ing. David E. Mendieta. Fuente: Barwick, Margaret. *Tropical & subtropical trees: an encyclopedia*. Portland, Oregon: Timber Press, 2004.



**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala



FACULTAD DE  
ARQUITECTURA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Doctor  
Byron Alfredo Rabe Rendón  
Decano Facultad de Arquitectura  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Decano:

Por este medio hago constar que he realizado la revisión de estilo del Proyecto de Graduación "**JARDÍN BOTÁNICO PARA EL INSTITUTO DE CIENCIAS Y SISTEMAS DE LA TIERRA, USAC.**", de la estudiante **TEVA PEÑA** perteneciente a la Facultad de Arquitectura, **CUI 2275 01985 0101** registro académico **201213912**, al conferírsele el Título de Arquitecta.

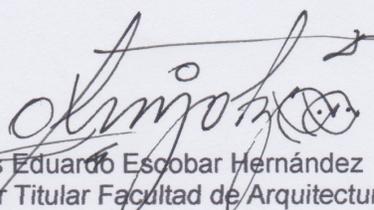
Luego de las adecuaciones y correcciones que se consideraron pertinentes en el campo lingüístico, considero que el proyecto de graduación que se presenta, cumple con la calidad requerida.

Extiendo la presente constancia en una hoja con los membretes de la Universidad de San Carlos de Guatemala y de la Facultad de Arquitectura, a los dos días de junio de dos mil dieciocho.

Al agradecer su atención, me suscribo con las muestras de mi alta estima,

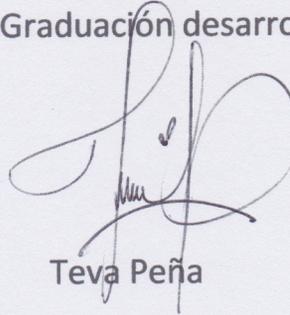
Atentamente,

Lic. Luis Eduardo Escobar Hernández  
COL. No. 4509  
COLEGIO DE HUMANIDADES

  
Lic. Luis Eduardo Escobar Hernández  
Profesor Titular Facultad de Arquitectura  
CUI 2715 41141 0101  
Colegiado de Humanidades. No. 4509

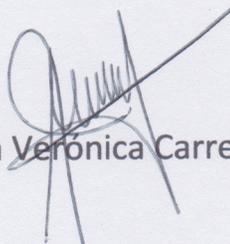
**Jardín Botánico para el Instituto de Ciencias de la Tierra, USAC**

Proyecto de Graduación desarrollado por:

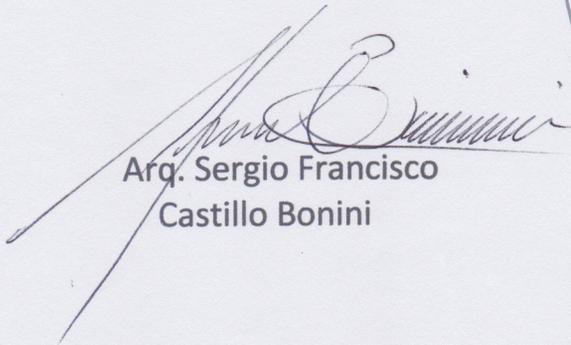


Teva Peña

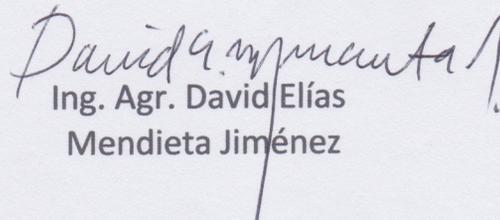
Asesorado por:



Arq. Ana Verónica Carrera Vela



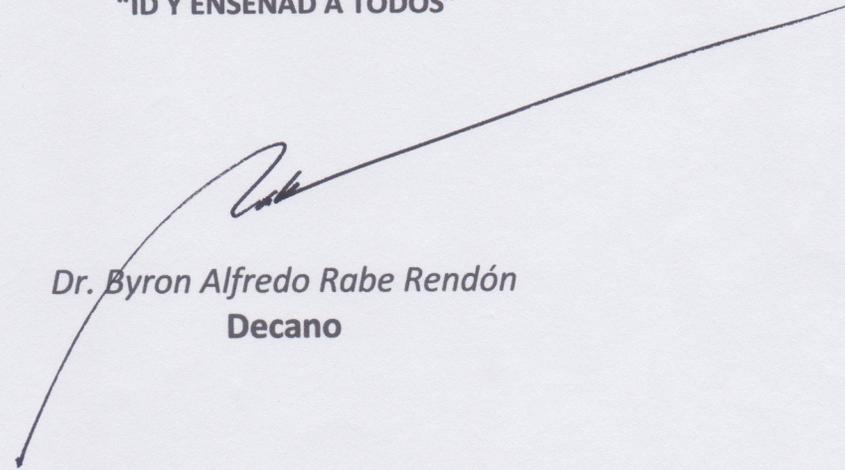
Arq. Sergio Francisco  
Castillo Bonini



Ing. Agr. David Elías  
Mendieta Jiménez

Imprímase:

**"ID Y ENSEÑAD A TODOS"**



Dr. Byron Alfredo Rabe Rendón  
Decano



