

# **UNIVERSIDAD DE SONORA**

DIVISIÓN DE HUMANIDADES Y BELLAS ARTES  
DEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA Y DISEÑO  
PROGRAMA DE ARQUITECTURA

**REVITALIZACIÓN DEL INVERNADERO Y PROPUESTA DE ZONAS  
PARA EXHIBICIÓN DE FLORA NATIVA EN EL CENTRO  
ECOLÓGICO DE SONORA, UBICADO EN HERMOSILLO, SONORA.**

TESIS QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
**ARQUITECTA**

PRESENTA:

**GABRIELA DEL PILAR GRIJALVA CHACÓN**

DIRECTOR DE TESIS:

M.C. BEATRIZ CLEMENTE MARROQUÍN

HERMOSILLO, SONORA

SEPTIEMBRE DE 2018

# Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

# **UNIVERSIDAD DE SONORA**

DIVISIÓN DE HUMANIDADES Y BELLAS ARTES  
DEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA Y DISEÑO  
PROGRAMA DE ARQUITECTURA

**REVITALIZACIÓN DEL INVERNADERO Y PROPUESTA DE ZONAS  
PARA EXHIBICIÓN DE FLORA NATIVA EN EL CENTRO  
ECOLÓGICO DE SONORA, UBICADO EN HERMOSILLO, SONORA.**

TESIS QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
**ARQUITECTA**

PRESENTA:

**GABRIELA DEL PILAR GRIJALVA CHACÓN**

ASESORES:

M.I.C. VLADIMIR CASAS FÉLIX

M. H. LAURA MERCADO MALDONADO

## ÍNDICE

Contenido	Pág.
INTRODUCCIÓN .....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
JUSTIFICACIÓN .....	5
OBJETIVOS.....	6
HIPÓTESIS.....	7
METODOLOGÍA .....	8
CAPITULO 1. ANTECEDENTES.....	10
1.1. MARCO HISTÓRICO .....	13
1.1.1. Invernaderos en México.....	15
1.1.2. Antecedentes históricos del Centro Ecológico de Sonora .....	17
1.1.3. Estado Actual del Invernadero del Centro Ecológico de Sonora .....	20
1.2. MARCO TEÓRICO .....	26
1.2.1. Los Invernaderos .....	26
1.2.2. Ecosistemas del Proyecto: Selvas en México .....	28
1.2.3. Análisis de Tipologías .....	31
CAPITULO 2. ESTUDIOS PRELIMINARES.....	49
2.1. USUARIO .....	51
2.1.1. Demanda .....	51
2.1.2. Deseos de los Usuarios .....	53
2.1.3. Tipos de usuario .....	54
2.2. MEDIO URBANO .....	55
2.2.1. Localización y Ubicación.....	56
2.2.2. Linderos.....	59
2.2.3. Usos de Suelo.....	60
2.2.4. Vialidades .....	62
2.2.5. Equipamiento, infraestructura y servicios públicos .....	66
2.2.6. Imagen urbana.....	76
2.2.7. Estudio o consideraciones de impacto ambiental.....	79
2.2.8. Reglamentación vigente.....	80
2.3. MEDIO FÍSICO .....	80
2.3.1. Topografía .....	81
2.3.2. Hidrología .....	84



2.3.3.	Mecánica de suelos .....	84
2.3.4.	Clima.....	85
2.3.5.	Vegetación .....	92
2.3.6.	Fauna.....	96
2.4.	Análisis de sitio .....	100
<b>CAPITULO 3. PROGRAMACIÓN .....</b>		<b>103</b>
3.1.	Programa de Necesidades y Espacios .....	105
3.2.	Criterios y estrategias de diseño .....	107
3.2.1.	Espacio .....	107
3.2.2.	Exteriores.....	108
3.2.3.	Sistema constructivo .....	108
3.2.4.	Materiales y acabados .....	109
3.2.5.	Ingenierías .....	110
3.2.6.	Adecuación Climática y confort .....	110
3.2.7.	Ahorro de energía y recursos hídricos.....	111
3.2.8.	Movilidad.....	111
3.3.	Programa Arquitectónico .....	112
3.4.	Construcción de diagramas espaciales.....	114
3.4.1.	Diagrama de relaciones .....	114
3.4.2.	Diagrama de funcionamiento.....	115
3.4.3.	Zonificación.....	116
<b>CAPITULO 4. PROYECTO.....</b>		<b>119</b>
4.1.	Memoria descriptiva.....	121
4.2.	Revitalización del invernadero y propuesta de zonas para EXHIBICIÓN de flora nativa en el CES. ....	121
4.2.1.	Visualización del proyecto .....	125
4.2.2.	Descripción estructural.....	130
4.2.3.	Descripción de instalaciones.....	131
<b>CAPITULO 5. PROYECTO EJECUTIVO.....</b>		<b>133</b>
5.1.	Planos preliminares, arquitectónicos, urbanos, de paisaje, estructurales, instalaciones y protección civil .....	137
5.2.	Presupuesto Paramétrico .....	195
<b>CONCLUSIÓN .....</b>		<b>197</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>		<b>201</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>213</b>

## ÍNDICE DE IMÁGENES

Contenido	Pág.
Imagen 1. Fachada actual Oeste/Fachada principal.....	25
Imagen 2. Fachada actual Sur; vista de acceso al invernadero a la izquierda.....	25
Imagen 3. Fachada actual este. Salida del invernadero. A la izquierda se encuentra la granja infantil.....	25
Imagen 4. Fachada actual norte, vista desde granja infantil.....	25
Imagen 5. Ubicación Invernadero Faustino Miranda.....	31
Imagen 6. Vista aérea del Invernadero.....	34
Imagen 7. Ubicación de Marjorie K. Daugherty Conservatory dentro de Lauritzen Gardens.....	36
Imagen 8. Logotipo del jardín.....	38
Imagen 9. Planta del Invernadero.....	39
Imagen 10. Ubicación del Conservatorio.....	42
Imagen 11. Plano del Muttart Conservatory.....	46
Imagen 12. Plano del Muttart Conservatory y sus conexiones internas.....	46
Imagen 13. Ubicación de cortes de senda.....	65
Imagen 14. Cortes de sendas cercanas al CES.....	65
Imagen 15. Poligonal del terreno.....	83
Imagen 16. Análisis de sitio de la zona del proyecto.....	101
Imagen 17. Zapata corrida y muro de carga.....	108
Imagen 18. Riego programado con difusores.....	110
Imagen 19. Planta de conjunto del proyecto.....	122
Imagen 20. Plano arquitectónico del conjunto con ejes de composición y delimitación de zonas.....	123
Imagen 21. Alzado oeste.....	124
Imagen 22. Alzado Sur.....	124
Imagen 23. Alzado Este.....	124
Imagen 24. Alzado Norte.....	124
Imagen 25. Vista aérea del conjunto desde el sur.....	125
Imagen 26. Vista del conjunto desde el acceso.....	125
Imagen 27. Vista del conjunto desde el sur y salidas de emergencia.....	126
Imagen 28. Salidas del conjunto y vista de fotografías de plantas.....	126
Imagen 29. Vista de sanitarios, tienda de souvenirs y espacio central libre.....	126
Imagen 30. Indicación de exhibición sobre puertas.....	127
Imagen 31. Acceso a Invernadero de Ecosistema Selva Tropical.....	127
Imagen 32. Acceso a Exhibición de Ecosistema Selva Baja Caducifolia.....	127
Imagen 33. Muro divisor de recorrido, cascada por detrás.....	128
Imagen 34. Vista a punto central en Exhibición selva baja caducifolia.....	128
Imagen 35. Interior del recorrido hacia la salida del invernadero.....	128
Imagen 36. Áreas de descanso dentro del recorrido de selva tropical con vista a cascada.....	128
Imagen 37. Vista desde el suroeste de la exhibición de selva baja caducifolia con variación en los materiales del piso.....	129
Imagen 38. Vista desde el sureste de la exhibición de selva baja caducifolia.....	129

Imagen 39. Acceso a jardín.....	129
Imagen 40. Vista del jardín desde zona de descanso.....	129
Imagen 41. Vista aérea de cascada.....	130
Imagen 42. Funcionamiento del sistema de enfriamiento evaporativo.....	131
Imagen 43. Paneles colocados en la fachada este.....	132

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Contenido	Pág.
Fotografía 1. Invernadero del CES.....	18
Fotografía 2. Ave del paraíso en Invernadero del CES.....	18
Fotografía 5. Visitas grupales programadas.....	19
Fotografía 3. Exhibición de dinosaurios dentro de Invernadero del CES.....	19
Fotografía 4. Visitas de funcionarios al invernadero.....	19
Fotografía 6. Vista del Invernadero desde la Granja.....	20
Fotografía 7. Vista del área más dañada de la lona.....	20
Fotografía 8. Vista interior del Invernadero, desde el acceso.....	21
Fotografía 9. Vista del acceso desde el interior.....	21
Fotografía 10. Vista interior del invernadero, desde el acceso.....	21
Fotografía 11. Perfiles sueltos en la estructura del invernadero.....	21
Fotografía 12. Paneles inutilizables a causa de las lluvias de la temporada.....	22
Fotografía 13. Arroyo, sendero y maleza.....	22
Fotografía 14. Salida del Invernadero, fachada este.....	23
Fotografía 15. Bomba sobre cisterna.....	23
Fotografía 16. Exterior Invernadero.....	35
Fotografía 17. Exterior del Invernadero, por acceso.....	35
Fotografía 18. Interior del invernadero.....	35
Fotografía 19. Marjorie K. Daugherty Conservatory con el centro de visitantes a la derecha.....	38
Fotografía 20. Interior del Invernadero Templado.....	40
Fotografía 21. Interior del Invernadero Tropical.....	40
Fotografía 22. Vista del exterior por el acceso/salida del invernadero de clima templado.....	40
Fotografía 23. Estructura de acero y envolvente de vidrio.....	40
Fotografía 24. Equipos de ventilación en fachada oeste.....	41
Fotografía 25. Interior del Invernadero Tropical.....	41
Fotografía 26. Mural "Circle of life" de Alex Janvier en núcleo central y vista de los accesos a los invernaderos.....	43
Fotografía 27. Escultura "We are here" por Mia Weinberg en el acceso principal.....	43
Fotografía 28. Recepción de evento en el núcleo central del Muttart Conservatory.....	44
Fotografía 29. Bioma templado.....	45
Fotografía 30. Bioma arido.....	45
Fotografía 31. Bioma tropical.....	45
Fotografía 32. Bioma tropical.....	45
Fotografía 33. Exposiciones temporales de arte.....	47
Fotografía 34. Vista aérea del conjunto.....	47
Fotografía 35. Vista de senda hacia invernadero.....	63

Fotografía 36. Vista de senda desde invernadero. ....	63
Fotografía 37. Gimnasio polifuncional “Ana Gabriela Guevara” .....	67
Fotografía 38. Palapa y tienda de souvenirs, ubicada frente a ecosafari. ....	69
Fotografía 39. Carros electrónicos para transporte gratuito dentro del CES. ....	69
Fotografía 40. Vista aérea del Centro Ecológico con ubicación de equipamiento. ....	70
Fotografía 41. Centro de carga principal. ....	72
Fotografía 42. Líneas de media tensión ubicadas al sur del invernadero. ....	72
Fotografía 43. Tanque elevado en CES. ....	72
Fotografía 44. Ubicación de cisterna. ....	72
Fotografía 45. Recepción Alila Seminyak Bali Hotel & Resort. ....	107
Fotografía 46 y 47. The Water Conservation Garden .....	107
Fotografía 47. The Water Conservation Garden .....	107
Fotografía 48. Remodelación Chilevisión. ....	108
Fotografía 49. Acceso al CES. ....	108
Fotografía 50. Cubierta de teja en Museo de Vida Silvestre del CES. ....	109
Fotografía 51. Ecosistema del desierto en el CES. ....	109
Fotografía 52. Espacio en The Water Conservation Garden. ....	109
Fotografía 53. Pasillo con iluminación natural en Botanical Building, San Diego. ....	110
Fotografía 54. Paneles evaporativos en invernadero. ....	110
Fotografía 55. Andador de 1.2 mts en Japanese Friendship Garden. ....	111
Fotografía 56. Senda en The Water Conservation Garden. ....	111
Fotografía 57. Detalle con vegetación xerófila en The Water Conservation Garden .....	111

## ÍNDICE DE MAPAS

Contenido	Pág.
Mapa 1. Localización del Centro Ecológico de Sonora. ....	56
Mapa 2. Subcentros Urbanos. ....	57
Mapa 3. Ubicación del Invernadero. ....	58
Mapa 4. Colonias Colindantes con el CES. ....	59
Mapa 5. Usos de suelo en la zona de estudio. ....	60
Mapa 6. Tipos de vialidades cercanas a CES. ....	62
Mapa 7. Sendas en Centro Ecológico de Sonora. ....	64
Mapa 8. Equipamiento urbano. ....	68
Mapa 9. Red de energía eléctrica. ....	71
Mapa 10. Servicio de agua potable. ....	73
Mapa 11. Líneas de transporte disponibles en la zona. ....	74
Mapa 12. Disponibilidad de banquetas en vialidades. ....	75
Mapa 13. Imagen urbana con criterios de Kevin Lynch. ....	78
Mapa 14. Curvas de nivel en Centro Ecológico. ....	81
Mapa 15. Curvas de nivel en zona del proyecto. ....	82
Mapa 16. Corrientes de agua cercanas al CES. ....	84



## ÍNDICE DE TABLAS

Contenido	Pág.
Tabla 1 Usuarios directos.....	54
Tabla 2 Usuarios Indirectos.....	55
Tabla 3. Cuadro de construcción de la Poligonal del Invernadero del Centro Ecológico de Sonora.....	83
Tabla 4. Temperatura promedio mensual.....	86
Tabla 5. Humedad relativa promedio mensual.....	88
Tabla 6. Días soleados.....	90
Tabla 7. Días Nublados.....	90
Tabla 8. Velocidad y dirección de los vientos.....	91
Tabla 9. Dirección de los vientos.....	92
Tabla 10. Flora en Centro Ecológico de Sonora.....	92
Tabla 11. Flora en Centro Ecológico de Sonora.....	93
Tabla 12. Flora en Centro Ecológico de Sonora.....	94
Tabla 13. Flora en Centro Ecológico de Sonora.....	95
Tabla 14. Flora en Centro Ecológico de Sonora.....	96
Tabla 15. Fauna en la granja del Centro Ecológico de Sonora.....	97
Tabla 16. Fauna en Ecosafari del Centro Ecológico de Sonora.....	97
Tabla 17. Fauna en Ecosafari del Centro Ecológico de Sonora.....	98
Tabla 18. Fauna dentro del recorrido cercano al Invernadero en CES.....	98
Tabla 19. Fauna dentro del recorrido cercano al Invernadero en CES.....	99
Tabla 20. Necesidades Generales del Invernadero.....	105
Tabla 21. Necesidades específicas del Invernadero.....	106
Tabla 22. Programa Arquitectónico.....	112
Tabla 23. Continuación programa arquitectónico.....	113
Tabla 24. Relación de planos contenidos en el documento.....	135
Tabla 25. Relación de planos contenidos en el documento.....	136
Tabla 26. Desglose de costos del proyecto.....	195

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Contenido	Pág.
Gráfica 1. Tipos de visitantes del CES.....	51
Gráfico 2. Resultados en pregunta de encuesta.....	53
Gráfica 3. Temperatura promedio mensual.....	86
Gráfica 4. Radiación promedio mensual.....	87
Gráfica 5. Humedad Relativa por horas.....	89
Gráfica 6. Precipitación Pluvial.....	90
Gráfico 7. Diagrama de relaciones.....	114
Gráfico 8. Diagrama de funcionamiento.....	115
Gráfico 9. Zonificación.....	116
Gráfico 10. Zonificación para distribución de vegetación.....	117



EL SABER DE MIS HIJOS  
HARÁ MI GRANDEZA

**UNIVERSIDAD DE SONORA**  
**DIVISION DE HUMANIDADES Y BELLAS ARTES**  
**DEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA Y DISEÑO**



**PROGRAMA DE ARQUITECTURA**

Hermsillo, Sonora. 8 de agosto de 2018

DAD/CA/2018-198

**C. Gabriela del Pilar Grijalva Chacón**

**Expediente: 213204417**

Atendiendo a su solicitud de revisión de tema para su tesis, me place informarle que su propuesta ha sido aprobada bajo el título **"Revitalización del Invernadero y Propuesta de Zonas para Exhibición de Flora Nativa en el Centro Ecológico de Sonora, Ubicado en Hermosillo, Sonora"**, con el siguiente contenido:

Introducción

Planteamiento del Problema

Justificación

Objetivos

Hipótesis

Metodología

Capítulo 1. Antecedentes

Capítulo 2. Estudios Preliminares

Capítulo 3. Programación

Capítulo 4. Proyecto

Capítulo 5. Proyecto Ejecutivo

Conclusión

Bibliografía

Anexos

Asimismo, le informo que la Comisión Revisora estará compuesta por los siguientes académicos con sus respectivos nombramientos:

- M.C. Beatriz Clemente Marroquín, Directora de Tesis
- M.I.C. Vladimir Casas Félix, Asesor
- M.H. Laura Mercado Maldonado, Asesor

Cabe recordarle que para continuar con su proceso de titulación, deberá contar con su Carta de Liberación del Servicio Social Universitario y tener acreditadas las Prácticas Profesionales establecidas en nuestro Plan de Estudios. Aprovecho para extenderle mi felicitación y desearle éxito en este último paso de su preparación académica, así como en su actividad profesional por iniciar.

Atentamente

*"El saber de mis hijos hará mi grandeza"*

**Dr. Oscar Armando Preciado Pérez**

Coordinador del Programa de Arquitectura



*"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"*

C.c.p. Dra. Glenda Bethina Yanes Ordiales, Jefa del Departamento de Arquitectura y Diseño.

C.c.p. Archivo

COORDINADOR DEL  
PROGRAMA DE  
ARQUITECTURA





"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"

**UNIVERSIDAD DE SONORA**  
**DIVISIÓN DE HUMANIDADES Y BELLAS ARTES**  
**DEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA Y DISEÑO**  
PROGRAMA DE ARQUITECTURA



Hermosillo, Sonora a 16 de Agosto de 2018

Dra. Glenda Bethina Yanes Ordiales  
Jefa del Departamento de Arquitectura y Diseño.  
PRESENTE. –

Los suscritos integrantes de la Comisión Revisora de Tesis, nos dirigimos a Usted de la manera más atenta, a fin de comunicarle que habiendo realizado la revisión de la tesis titulada **“Revitalización del Invernadero y Propuesta de Zonas para Exhibición de Flora Nativa en el Centro Ecológico de Sonora, ubicado en Hermosillo, Sonora”**, de la P. Arq. **Gabriela del Pilar Grijalva Chacón**, y después de haberla estudiado, discutido y corregido su contenido, la hemos encontrado satisfactoria.

ATENTAMENTE.

M.C. Beatriz Clemente Marroquín  
Director de tesis

M.I.C. Vladimir Casas Félix  
Asesor

M. H. Laura Mercado Maldonado  
Asesor



## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres, quienes son mi más grande ejemplo a seguir y la mejor demostración de que si uno se lo propone puede llegar muy lejos, ellos que a pesar de la distancia nunca me han dejado sola y siempre me han alentado a seguir siempre adelante y gracias a su apoyo y esfuerzo he podido cumplir todas mis metas.

A los arquitectos que estuvieron en todos y cada uno de los semestres guiándome para formarme en esta profesión, quienes a pesar de hacerme sufrir en algunas ocasiones me enseñaron tantas cosas y les agradezco infinitamente por ello, debido a que sin eso mi formación no habría sido la misma.

A mis hermanos, quienes me acompañaron día a día en este proceso, que aguantaron mis malos humores, mi estrés, mis desvelos, mis desastres por maquetas o fechas de entrega y aun así buscaban como hacer que estuviera bien y todo fuera más fácil, hasta convertirse en mis asistentes personales cuando el tiempo empezaba a comerme.

A mis tíos, primos y abuelos quienes me abrieron las puertas de su casa los primeros años de la carrera y me ayudaron a adaptarme al cambio sin sentirme sola, y que aunque no viví con ustedes después, estuvieron ahí dispuestos a ayudarme en lo que necesitara, compartiendo y festejando conmigo todos los logros y animándome a seguir siempre adelante creyendo en mí.

A mis amigos, personas especiales y compañeros de carrera, quienes aguantaron mi carácter y compartieron conmigo estos 5 años, complementándome en los aspectos que me fallaban para lograr mejores resultados, refrescando mis ideas cuando me ciclaba y apoyándome no solo en aspectos académicos sino también personales.

Por último, a todo el personal del CES que amablemente me abrieron las puertas y estuvieron dispuestos a ayudarme en lo que necesitara; así como a las personas que me ayudaron en la recopilación de información para llevar a cabo el proyecto.

A todos y cada uno de ustedes, ¡GRACIAS! Dios los bendiga.



## INTRODUCCIÓN

Un invernadero es un edificio cerrado, construido con la finalidad de proteger especies de flora, así como producción de estas, controlando las condiciones climáticas del edificio según se requiera para lograr un óptimo desarrollo de las especies (Bastida, 2011; Serrano, 2005; Alvarado & Urrutia, 2003).

Estas edificaciones se encuentran en algunos países como México, Estados Unidos, Inglaterra, entre otros, ya que son de utilidad cuando no se tiene el clima ideal para cultivar distintas especies de flora, ya sea plantas de ornato, medicinales o incluso para alimentos. En México, los primeros invernaderos conocidos fueron para producción de planta ornamental, y a partir de ahí fue creciendo este ámbito de producción en el país.

A través de los años, y con los avances tecnológicos, las estructuras y las funciones de los invernaderos han variado, desde utilizar estructuras y cubiertas de madera, hasta llegar al acero y plástico y/o vidrio; su función no solo se limitó a ser solo lugares de exhibición y muestras de poder económico, sino que actualmente también se producen especies vegetales y se realizan estudios relacionados con la flora (Bastida, 2011).

El Centro Ecológico de Sonora (CES), ubicado en Hermosillo, capital del estado, contaba con un invernadero, el cual estuvo en funcionamiento hasta el año 2014, en él se exhibían especies vegetales referentes al ecosistema de selva tropical<sup>1</sup>, pero con el pasar de los años y diversos factores económicos, climáticos y de prioridades dentro del CES, entro en estado de deterioro, por lo que en la actualidad no se cuenta con esta exhibición.

Por esto, el proyecto de revitalización del Invernadero del Centro Ecológico de Sonora (CES), busca reutilizar el espacio, retomando únicamente el área actual y realizando una expansión hacia el sur, para así ampliar el área y convertirla en un

---

<sup>1</sup> Ver ecosistema de selva tropical, pág 26



nuevo lugar de contemplación y estudio de no solo un ecosistema, sino de dos, brindándole así otro punto de atracción al recorrido del CES.

El proyecto, está enfocado principalmente a los ciudadanos de Hermosillo, pero también a los turistas que visiten la ciudad y acudan al Centro Ecológico de Sonora, incluyendo a personas de todas las edades, desde niños hasta adultos mayores.

El proyecto se desarrolla en cinco capítulos, los cuales están contenidos en el documento de la siguiente manera: en los primeros dos, se presenta la información recopilada durante la investigación documental y de campo, la cual incluye los antecedentes del tema, el perfil del usuario y los estudios preliminares referentes al análisis contextual en el que se encuentra el proyecto y en los capítulos restantes se presenta lo referente al proyecto arquitectónico propuesto, incluyendo anteproyecto, el proyecto ejecutivo y presupuesto paramétrico.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Hermosillo cuenta con espacios de recreación y cultura que no son utilizados y aprovechados en su máximo potencial, ya que las personas suelen visitarlos pocas veces, debido a que no son atractivos o porque se encuentran en malas condiciones o son inseguros, como es el caso de los parques (Landgrave, 2018; Ayala, 2016) o espacios como el Centro Ecológico de Sonora (CES) (Martínez, 2017).

El Centro Ecológico de Sonora (CES), además de ser un lugar de recreación, tiene como objetivo promover y difundir la cultura de las personas respecto al cuidado del medio ambiente, específicamente a la protección y conservación de la flora y fauna, incluyendo tanto especies nativas como exóticas, por lo que es considerada un área de reserva ecológica.

El Centro Ecológico de Sonora (CES) abrió sus puertas desde el año 1985, durante el mes de junio, trabajando ininterrumpidamente desde entonces; cuenta con 188 hectáreas (Gobierno del Estado de Sonora, 2015 - 2021), dentro de las cuales se encuentran exhibiciones al cubierto y al descubierto, un observatorio astronómico, un museo de vida silvestre y espacios de descanso y servicios, como son cafeterías, servicios sanitarios, bancas y palapas en diferentes puntos del recorrido.

Una de las atracciones en el CES fue el invernadero, el cual se encuentra entre el Museo de Vida Silvestre y la Granja; contenía especies de flora referentes al ecosistema de selva tropical e información sobre estas dentro del recorrido.

Sin embargo, de acuerdo a la entrevista realizada al Lic. Alfredo Mora Malerva, jefe de educación ambiental en el Museo de Vida Silvestre del Centro Ecológico de Sonora (CES) en 2017, actualmente y desde hace aproximadamente cuatro años (2014), se cerró al público debido al estado de deterioro cada vez más notorio; las especies murieron debido a que no pudieron mantenerse al ser los animales la principal prioridad, solo sobrevive maleza<sup>2</sup>, el arroyo está seco, no tiene cubierta y

---

<sup>2</sup> Especies de flora que crecen de manera silvestre en una zona o área modificada por el hombre, ya que generalmente son endémicas de la zona, por lo que se vuelve indeseable e incluso invasivas para los espacios. (Flores, 2014)



únicamente se ven los perfiles que la sostenían, el sistema de ventilación quedó inutilizable a causa de las lluvias del 2017.

Es por esto que, a partir del año 2016, las autoridades del Centro Ecológico de Sonora han buscado rehabilitarlo, sin embargo, no se cuenta con recursos económicos suficientes para llevar a cabo este proceso, por lo que se requieren donaciones, proyectos de servicio social e inversionistas para realizar el proyecto.

## JUSTIFICACIÓN

México tiene gran biodiversidad, entre las cuales se encuentran miles de especies de flora pertenecientes a distintos ecosistemas, sin embargo, no siempre es posible conocer y viajar a otros destinos.

Uno de los ecosistemas en Sonora, es el de Selva Baja Caducifolia, sin embargo, la Selva Tropical se ubica hacia el sur del país, entonces, ¿cómo comparar las diferencias que existen entre ellas para aprender a valorar y enfatizar el respeto por la naturaleza y el conocimiento de las especies de flora nativas y exóticas de la región y del país, si no se tiene un espacio para esto?.

Para esto, se proponen dos espacios, cada uno con un ecosistema distinto: selva baja caducifolia y selva tropical, para mostrar las diferencias que tienen entre si y lo que las hace valiosas e importantes para el país, agregando así un nuevo punto de atracción al recorrido del Centro Ecológico de Sonora (CES) que genere interés a los visitantes.

Por ejemplo, un punto de atracción con el que las personas acudieron a visitar el CES, fue el show de Lobos Marinos, el cual genero más afluencia de personas, aumentando las visitas en un 40% debido a que es algo diferente a lo común en Hermosillo, ¿entonces porque no proveer de un espacio con plantas diferentes a las comunes en Hermosillo, además de un ecosistema diferente el cual pueda compararse con ecosistemas de Sonora?

Es así como la propuesta, además de generar un nuevo espacio para el disfrute de las personas con la naturaleza, posibilita el implementar un programa para la venta de flora producida en el invernadero, generando a su vez ingresos para utilizarse en el mantenimiento del mismo y reducir el gasto por parte del CES.

Sin embargo, se busca economizar lo máximo posible la inversión de la obra, ya que se llevara a cabo por medio de donaciones, a causa de que los recursos económicos del CES para la revitalización del invernadero son escasos, debido a que su prioridad son los animales.



## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Realizar el proyecto arquitectónico de la revitalización del Invernadero del Centro Ecológico de Sonora (CES), utilizando especies de flora representantes del ecosistema de selva tropical y selva baja caducifolia.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ✓ Provocar interés desde la conexión con el recorrido principal del CES (vestíbulo y estructura).
- ✓ Generar puntos de énfasis con vegetación dentro de los nuevos recorridos.
- ✓ Trabajar con condiciones climáticas distintas para mostrar ecosistemas diferentes.
- ✓ Diseñar una distribución de especies en donde se aprecien los distintos estratos de cada ecosistema.
- ✓ Generar una envolvente diferente a la de los invernaderos para cultivo de productos alimenticios.
- ✓ Continuar con recorridos orgánicos como en el resto del CES.

## **HIPÓTESIS**

El proyecto fomentaría un nuevo punto de atracción y cuidado del ambiente, enfatizando la valoración y conocimiento de la flora, el cual posiblemente llame la atención de más visitantes al Centro Ecológico de Sonora (CES); por otra parte, posibilitaría una fuente de ingreso económico para autosostenerse, ya que algunas especies podrían tenerse en venta a la salida del invernadero como una especie de souvenir, o bien, lograr acuerdos para vender a viveros o sitios externos al CES.

## **METODOLOGÍA**

Para llevar a cabo este proyecto, fue necesario seguir un determinado orden y una serie de pasos lógicos para llegar a un fin; desde la elección del tema hasta la búsqueda de información y la síntesis reflejada en el proyecto final.

El método utilizado será el de fases, el cual consta de cuatro apartados: antecedentes, estudios preliminares, programación y proyecto, los cuales se traducen a los cinco capítulos contenidos en este documento.

### **Fase 1. Antecedentes**

- Se realizó investigación documental, que incluye libros, archivos de internet y escritos relacionados al tema del invernadero, desde aspectos históricos hasta aspectos técnicos, incluyendo las características de los dos distintos ecosistemas abordados en el proyecto.
- También incluye investigación de campo, la cual se conforma por visitas al sitio: invernadero, oficinas generales de CES y CEDES, y herbario.
- Con las visitas al sitio, se hizo un estudio sobre el estado actual del invernadero, a partir del cual se decidió lo más conveniente para la propuesta.
- Por último, se hizo una investigación de casos análogos, invernaderos y/o jardines botánicos nacionales e internacionales, para evaluar posibles soluciones aplicables al proyecto, o a problemas surgidos en ellos para evitarlos en la propuesta.

### **Fase 2. Estudios preliminares**

- Se realizó análisis del usuario, para conocer las necesidades y los requerimientos que estos buscan en cuanto al invernadero, por medio de encuestas.

- Se realizó un análisis de sitio, el cual incluye condiciones climáticas de Hermosillo, de topografía del terreno en el que se ubica el proyecto, tipo de suelo, fauna y principalmente flora existente en el Centro Ecológico de Sonora.
- Se estudiaron los elementos del medio urbano en un radio de 1.5 kms, como son referencias históricas del sitio, equipamiento, infraestructura y reglamentos.

### Fase 3. Programación

- Se elaboró un programa de necesidades basado en los estudios anteriores, con la finalidad de cumplir de la mejor manera con las actividades a realizar en el invernadero.
- Se investigaron distintas estrategias y criterios de diseño que pudieran ser aplicables al proyecto, tanto para su ahorro energético como económico.
- Finalmente se propuso un programa arquitectónico con las posibles características de cada área y primeros bocetos del invernadero.

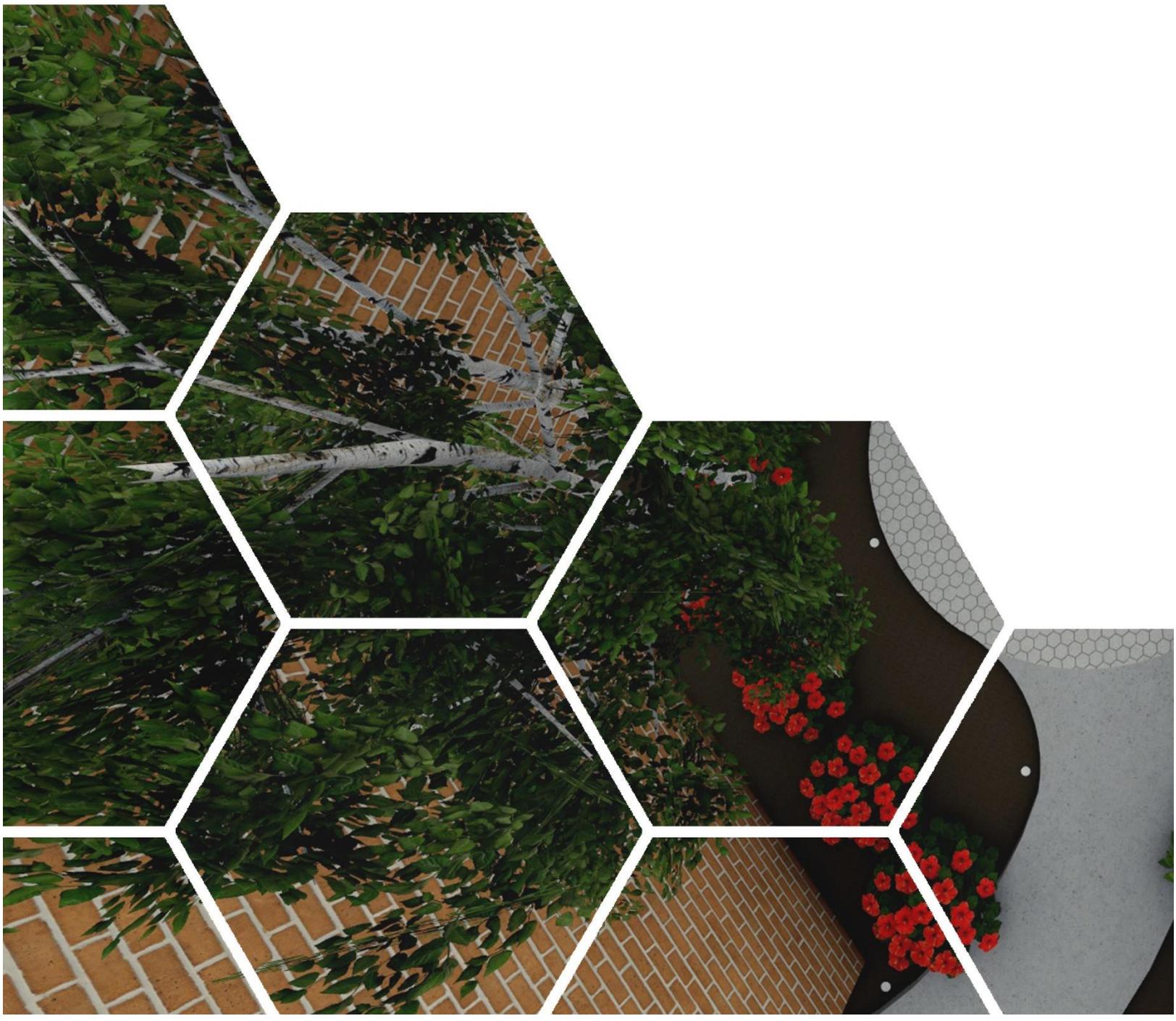
### Fase 4. Proyecto

- Se generó un anteproyecto arquitectónico, el cual está conformado por plantas, alzados y cortes que muestren la revitalización del invernadero.
- Una vez revisado y realizado las debidas correcciones, se continuo con el proyecto ejecutivo.
- Se realizó el proyecto ejecutivo, el cual incluye las nuevas instalaciones (sistemas de riego, iluminación), la estructura y los planos generados anteriormente del proyecto arquitectónico.
- Por último, se calculó un presupuesto paramétrico, el cual de una idea de la inversión necesaria para llevar a cabo el proyecto



# CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES

MARCO HISTÓRICO  
MARCO TEÓRICO





## 1.1. MARCO HISTÓRICO

En la historia, se tienen varios antecedentes sobre donde fue que se emplearon los invernaderos por primera vez, por lo que no se conoce con exactitud donde fue que en realidad empezaron a utilizarse y quien o quienes fueron los creadores de estos espacios.

Bastida (2011), hace mención de varios autores, los cuales sustentan diferentes antecedentes sobre la creación de invernaderos, entre ellos se encuentran quienes dicen que los egipcios fueron los pioneros en este tema, buscando proteger las plantas cultivadas bajo condiciones ambientales adversas a su desarrollo; otros mencionan que fueron los romanos, con el cultivo de plantas medicinales, hierbas y pepinos para consumo personal de su emperador Tiberio por prescripciones médicas, sin embargo, también se hacen referencias a los griegos, judíos y chinos, entre otros pueblos antiguos.

Inicialmente el fin de estas edificaciones era el de proteger plantas exóticas<sup>3</sup> traídas de lugares extranjeros a castillos y grandes palacios de personas importantes en Europa (Bastida, 2011) para satisfacer su pasión por la flora; por eso mismo también se volvieron símbolo de poder ya que solo eran propiedad de la nobleza y las personas de alto nivel económico (Katemopoulos, 2017), surgiendo así los Specularium: casas dedicadas a las plantas en crecimiento (Bruno, 2012).

Después, en el siglo XVI las casas reales europeas empezaron a cultivar cítricos, utilizando los Orangerie<sup>4</sup>, los cuales solo podían tener los aristócratas porque representaban la distinción y la unión perfecta entre naturaleza y cultura. (Ricus, 2014).

---

<sup>3</sup> Según CONABIO (2014), una especie exótica, también llamada introducida o no nativa, es una especie que no se encuentra en su área de distribución original, por lo que se vuelven atractivas para las personas al encontrarse fuera de la vegetación nativa o endémica del lugar donde viven. Por lo tanto, las especies exóticas varían según la ubicación geográfica, ya que lo que es exótico en Sonora, puede no serlo en Yucatán (Sánchez, 2016).

<sup>4</sup> Edificio grande de cristal, utilizado para cultivo de árboles cítricos, protegiéndolos del frío invernal. Contaban con ventanas al sur y muros gruesos al norte, y el interior era calentado con estufas o fuego (Citrus Ricus, 2014; Brick Eagle, 2016).

Posteriormente, durante el siglo XVII, se experimentó el uso de muros acristalados con distintos ángulos, ya que los diseñadores y arquitectos buscaban satisfacer la demanda de sus clientes debido a que competían unos con otros para tener los mejores lugares para exhibir sus colecciones de plantas, fue así que surgieron los conservatorios, invernaderos acristalados adosados a casas señoriales, en los cuales además de mantenerse plantas, se utilizaban como lugares de entretenimiento, ya que el cultivo de las plantas se convirtió en un pasatiempo (Ricus, 2014).

Bruno (2012) hace alusión a que con la adquisición de especies exóticas por parte de los europeos, se dio un interés significativo por el estudio de la botánica<sup>5</sup>, situación por la cual muchas universidades empezaron a emplear invernaderos, tanto para uso práctico como para conocimiento de los propios estudiantes sobre botánica.

Para el siglo XX se empezó a utilizar el invernadero para fines comerciales, con cultivos de plantas ornamentales, flores de corte y hortalizas, situación notoria después de la Segunda Guerra Mundial (Bastida, 2011).

Con el paso de los años estas edificaciones fueron cambiando y tomando más de un uso, sin embargo, la función principal sigue siendo la misma, que es proteger las plantas de las condiciones climáticas de los distintos lugares, para cultivar especies que no son originarias o que no es posible que crezcan de manera natural sin intervención del hombre.

Por otra parte, la estructura y forma del invernadero también fue evolucionando: para proteger los cultivos del frío, se utilizaban armazones y camas calientes cubiertas de vidrio; para generar ambientes calientes se utilizaban armazones portátiles de madera cubiertos de papel transparentes aceitados o invernaderos calentados con estiércol cubiertos con vidrio en Francia e Inglaterra; en Japón para

---

<sup>5</sup> Ciencia y rama de la biología que estudia todo lo relacionado a las especies vegetales.

proteger los cultivos de condiciones climáticas severas usaban una combinación de esteras de paja con papel impregnado de manteca (Bastida, 2011).

Posteriormente, Holanda y los Países Bajos, aplicaron nuevas tecnologías en la construcción de invernaderos, haciendo uso de acero y cristal para el cultivo de especies vegetales, debido a la necesidad de entrada de luz solar para el cultivo de plantas medicinales (Bastida, 2011; Agropinos, 2016; Brick Eagle, 2016).

Europa fue uno de los continentes en aplicar esta estructura: perfiles de acero para el sistema en general y vigas de acero para soportar la cubierta de vidrio y todo en conjunto.

Sin embargo, los altos costos de estas estructuras derivaron en lo que se observa en la actualidad para el cultivo de especies vegetales, estructuras ligeras de acero cubiertas con mallas de plástico, aplicadas por el profesor Emery Myers Emmert de la Universidad de Kentucky en 1948, quien desarrolló tecnologías en base a los plásticos con fines agrícolas (plasticultura) usando para esto toda una investigación en sus invernaderos (Bastida, 2011).

Actualmente, los invernaderos no se limitan únicamente al acero, vidrio o plástico, sino que también hacen uso de otros materiales como el concreto para la estructura, y diferentes tipos de malla sombra, pantallas térmicas, mallas reticulares, entre otros, adoptando también, distintas formas como geodésicas, pirámides o conjuntos de varias formas.

### **1.1.1. INVERNADEROS EN MÉXICO**

En comparación con países mencionados anteriormente, en México se empezaron a utilizar los invernaderos años después, tiene sus antecedentes en los 50's, cuando un productor mexicano instaló las primeras estructuras tipo invernadero para la producción de plantas ornamentales; sin embargo, fue hasta los años 70's cuando se instalaron nuevas estructuras con cubiertas de plástico, que aumentó significativamente la importancia de la floricultura en el país (Inforural, 2015).

Pese a esto, el uso de los invernaderos y la producción en ellos fue lenta, debido a que se replicaban diseños de lugares con condiciones distintas a las del país, hasta que a finales de los 90's con ayuda de empresas extranjeras y asesoría técnica sobre agricultura el uso de invernaderos aumento (Bastida, 2011).

A su vez, se cuenta con invernaderos que fueron utilizados para investigación y enseñanza, los cuales no tuvieron mucha difusión debido a que por su costo no podían aplicarse a una escala comercial.

Actualmente en México existen 25,814 espacios dedicados a la agricultura protegida<sup>6</sup>, de entre los cuales el 65% son invernaderos, y el resto son espacios con cubiertas que buscan el mismo fin, resguardar las especies para que se desarrollen y que exista la producción (principalmente de jitomate, pepino, pimientos, rosas, cultivos ornamentales, medicinales y forestales) (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, 2016), teniendo el 50% de agricultura protegida concentrada en los estados de Sinaloa, Jalisco y Baja California (Asociación Mexicana de Horticultura Protegida, 2018), pero también en Sonora se ubican invernaderos de este tipo.

Sin embargo, las cifras mencionadas anteriormente, son para la producción de especies en invernadero, que posteriormente son exportadas con un estimado anual de 80% y 90%, convirtiéndose en la séptima potencia mundial en dicha producción, lo que a su vez, convierte la actividad en una impulsora de la economía para el sector primario (Asociación Mexicana de Horticultura Protegida, 2018).

En cuanto a los invernaderos que son para exhibición de especies, la cifra es menor, entre ellos se encuentra el Invernadero Faustino Miranda en Ciudad Universitaria, el Invernadero del Centro vacacional IMSS Oaxtepec o Balneario IMSS Oaxtepec, el invernadero del jardín botánico de Chapultepec, lo que conduce a los jardines

---

<sup>6</sup> Término aplicado en México para la agricultura que utiliza métodos de producción controlados, ya que el agricultor tiene cierto grado de control sobre los diversos factores del medio ambiente para la correcta producción de especies (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, 2016).

botánicos<sup>7</sup> en Mexico, que son quienes cuentan con invernaderos dentro de su recorrido.

Según la Asociación Mexicana de Jardines Botánicos A.C. (AMJB) hay 26 jardines botánicos oficiales, 24 en desarrollo y 12 pendientes por evaluar (UNAM, 2018), ejemplo de ellos son los mencionados anteriormente, el cosmovitral en Toluca, el Jardín Botánico “Jerzy Rzedowski Rotter” en Torreon, Coahuila, el Jardín Botánico Francisco Javier Clavijero en Xalapa, Veracruz, Jardín Etnobotánico, INAH en Cuernavaca, Morelos, Jardín Botánico Culiacán, Sociedad Botánica y Zoológica, IAP en Culiacan, Sinaloa, entre otros (Asociación Mexicana de Jardines Botánicos , 2006).

Sin embargo, en el estado de Sonora no se cuenta con un jardín botánico considerado oficialmente, ya que el Centro Ecológico de Sonora alberga plantas nativas de la región, conservándolas y utilizándolas para la educación ambiental pero no está reconocido por la AMJB.

### **1.1.2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DEL CENTRO ECOLÓGICO DE SONORA**

El Centro Ecológico de Sonora (inicialmente llamado Centro Ecológico del Estado de Sonora, CEES), fue inaugurado el 20 de junio de 1985 (Gobierno del Estado de Sonora, 2015 - 2021), por el Presidente de la República, Miguel de la Madrid Hurtado y el Dr. Samuel Ocaña García, Gobernador constitucional del estado de Sonora (1979-1985); su construcción inicio en el año de 1983, cuando el gobierno del estado, en congruencia con las políticas, estrategias y objetivos del plan nacional de desarrollo, buscaron dar respuesta a la falta de infraestructura que atendiera el estudio de la variedad de ecosistemas con que cuenta el estado y que a su vez invitara a la conservación, conocimiento y concientización de los mismos por medio de la educación ambiental (Trejo, González, & Taylor, 2003).

---

<sup>7</sup> Espacio que contiene especies nativas de un sitio, utilizadas para la conservación y educación ambiental (Vergara , 2009).

Fomentando así el crecimiento de la ciudad hacia el sur de Hermosillo aunado a la apertura de la planta Ford también en los 80's y la necesidad de vivienda en la zona.

Inicialmente el Centro Ecológico de Sonora (CES), era un centro de investigación, el cual tenía el objetivo de estudiar y conocer los distintos ecosistemas del estado de Sonora, así como el hacer conciencia sobre el uso racional de los mismos; a su vez, fue una forma de poner a los sonorenses y demás visitantes en contacto con su entorno, para así fomentar el amor y por consiguiente el respeto por el mismo, y es de ahí donde nace el lema del CES "Conocer para proteger".

A lo largo de los años, el CES ha trabajado ininterrumpidamente, permaneciendo abierto al público y mostrando especies de flora y fauna dentro de sus 2.8 km de recorrido (Gobierno del Estado de Sonora, 2015 - 2021), en el cual se encuentran distintos puntos informativos, tales como las representaciones de los ecosistemas montaña, pradera, desierto y área del Golfo de California, o dentro del Museo de Vida Silvestre, donde se exhiben objetos de animales como cornamentas, astas, plumas, huesos, pieles, y animales disecados.

A su vez, dentro del recorrido del CES se encuentra el Observatorio Astronómico "Antonio Sánchez Ibarra", y años atrás estaba en funcionamiento el Invernadero, el cual contenía plantas representantes del ecosistema de Selva Tropical como se ve en las siguientes fotografías.



Fotografía 1. Invernadero del CES.  
Fuente: Subdirección General del CES, 2002



Fotografía 2. Ave del paraíso en Invernadero del CES.  
Fuente: Subdirección General del CES, 2002

En ocasiones, se tenían exhibiciones extras dentro del recorrido del Invernadero, como es el caso de la exhibición de dinosaurios en 2003 (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) para la cual se realizó una rehabilitación de la lona.



Fotografía 4. Exhibición de dinosaurios dentro de Invernadero del CES.

Fuente: Subdirección general del CES, 2003

A su vez, además de recibir al público en general, se recibían visitas grupales programadas a lo largo del año (ver Fotografía 3 y Fotografía 5)



Fotografía 3. Visitas grupales programadas.

Fuente: Subdirección general del CES, 2003

Sin embargo, esta exposición perduro hasta el año 2014 aproximadamente, debido a que a partir de este año las especies empezaron a morir por diversos factores de prioridad en cuanto a recursos económicos dentro del Centro Ecológico de Sonora (CES), que influyeron en el mantenimiento del espacio y por consecuente, de las especies, lo que llevo al invernadero al cierre definitivo al público.



Fotografía 5. Visitas de funcionarios al invernadero.

Fuente: Subdirección General del CES, 2003

Actualmente la Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora (CEDES) es la responsable del adecuado funcionamiento del Centro Ecológico de Sonora (Gobierno del Estado de Sonora., 2015 - 2021).

### 1.1.3. ESTADO ACTUAL DEL INVERNADERO DEL CENTRO ECOLÓGICO DE SONORA

En Septiembre de 2016, se realizó una primera visita a las instalaciones del CES, para evaluar en qué estado estaba el Invernadero, teniendo como resultado lo siguiente:



Fotografía 6. Vista del Invernadero desde la Granja.  
Fuente: Grijalva, 2016



Fotografía 7. Vista del área más dañada de la lona.  
Fuente: Grijalva, 2016

Como se observa en las fotografías, la lona se encontraba en malas condiciones, algunos tramos permanecían aparentemente intactos, pero otros no tenían lona o se encontraba rota (ver Fotografía 6 y Fotografía 7). En el interior, solo se encontraba maleza y las leyendas de las plantas que una vez estuvieron ahí.

En febrero del año siguiente, se realizó una segunda visita, en la cual se presentaron cambios en la lona como se muestra en las siguientes fotografías:



Fotografía 8. Vista interior del Invernadero, desde el acceso.  
Fuente: Grijalva, 2017



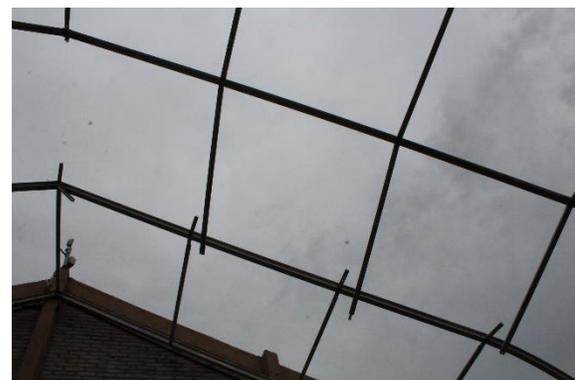
Fotografía 9. Vista del acceso desde el interior.  
Fuente: Grijalva, 2017

El estado del interior permanecía como en meses atrás, sin embargo, como se aprecia en las fotografías, la lona continuaba decayendo, y prácticamente solo quedaba la estructura.

Se continuaron las visitas al Centro Ecológico de Sonora en los siguientes meses, sin embargo, para el mes de septiembre del 2017, un año después de la primera visita los cambios en el invernadero eran aún más visibles, como se muestra en las siguientes fotografías.



Fotografía 10. Vista interior del invernadero, desde el acceso  
Fuente: Grijalva, 2017



Fotografía 11. Perfiles sueltos en la estructura del invernadero.  
Fuente: Grijalva, 2017

Las lluvias que se presentaron en la temporada terminaron por acabar con el resto de la lona (ver Fotografía 10) por lo que tuvo que retirarse por completo, a su vez,

dañaron parte de la estructura (ver Fotografía 11) ya que en algunos puntos se separaron los perfiles; también el sistema de ventilación (enfriamiento evaporativo) se vio afectado, ya que los paneles cayeron, permaneciendo únicamente los vanos en el muro este, donde alguna vez estuvo el sistema (ver Fotografía 12).



Fotografía 12. Paneles inutilizables a causa de las lluvias de la temporada.  
Fuente: Grijalva, 2017



Fotografía 13. Arroyo, sendero y maleza.  
Fuente: Grijalva, 2017

En la esquina inferior derecha de la Fotografía 12, se aprecian los fragmentos de paneles del sistema de enfriamiento evaporativo, así como los vanos que dejaron los mismos.

Por otra parte, las leyendas con los nombres de las distintas especies se quitaron, prevaleciendo la mala hierba, el canal del arroyo, los montículos de tierra que generaban distintos niveles a las plantas y el sendero del recorrido (ver Fotografía 13).

En visitas del presente año, no se encontró mejoría, el estado del invernadero permanece como en los años analizados anteriormente, sin embargo, cabe destacar, que la cisterna ubicada a un costado del edificio dentro de la granja infantil tiene posibilidades de reutilizarse.

En las fotografías siguientes se observa la fachada este y la bomba de la cisterna con los tubos del sistema de enfriamiento evaporativo.



Fotografía 14. Salida del Invernadero, fachada este.  
Fuente: Grijalva, 2018



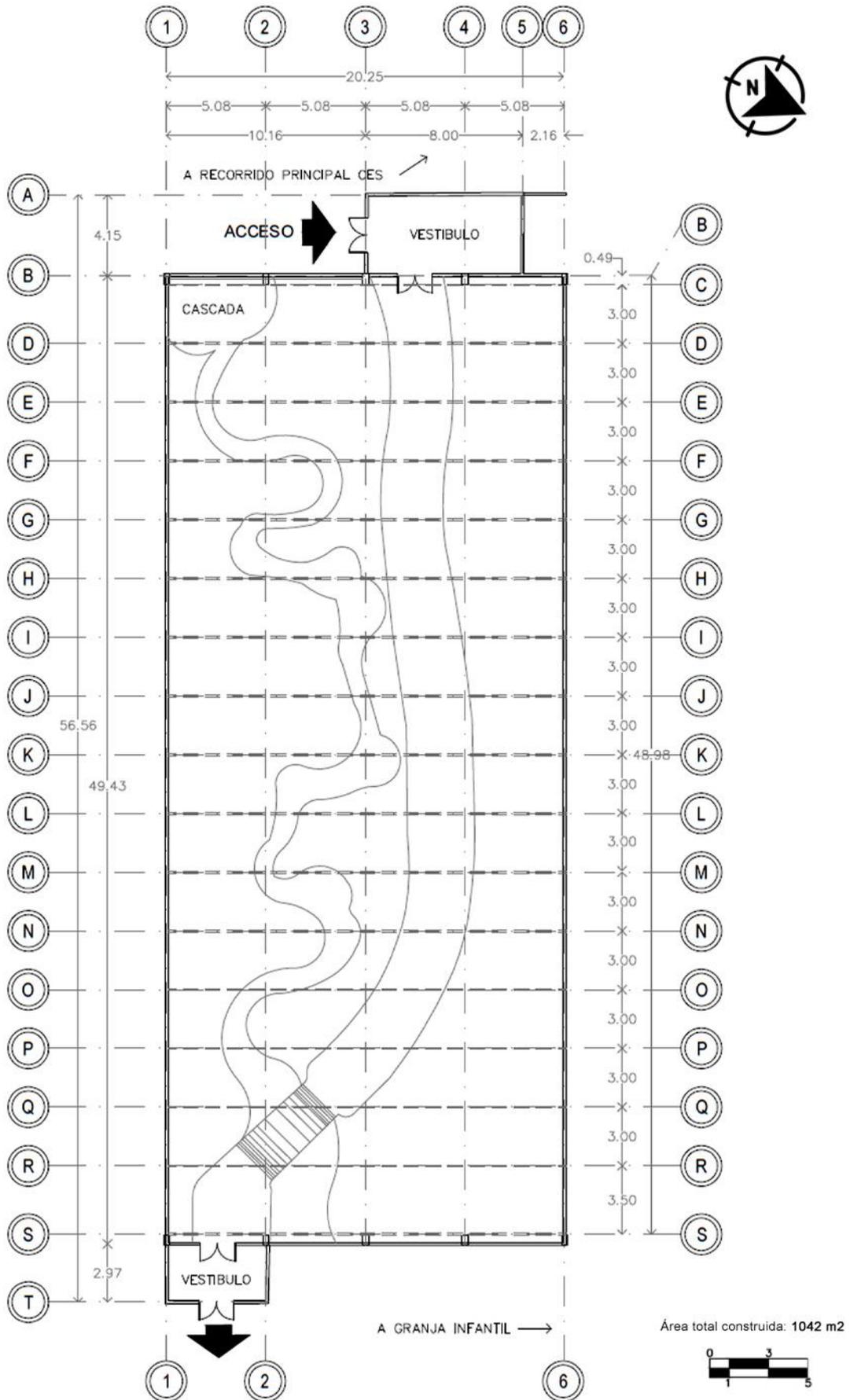
Fotografía 15. Bomba sobre cisterna.  
Fuente: Grijalva, 2018

Como se observa, la puerta para salir del invernadero no funciona, y este espacio de transición es un almacén de pacas; la ubicación de la cisterna es del lado derecho y se accesa a ella desde la granja infantil, la cual cuenta con 2 accesos, uno del lado oeste (el principal desde que el invernadero cerro), y otro por el lado este (únicamente utilizado por personal de servicio desde el cierre del invernadero).

Para complementar la información fotográfica mostrada anteriormente, a continuación, se presenta un análisis arquitectónico del invernadero del Centro Ecológico de Sonora (CES), el cual incluye el levantamiento arquitectónico de la planta y sus respectivas fachadas.

Para realizar el levantamiento, se hizo uso de una planta arquitectónica y sección preliminar realizados por el Bufete de Ingeniería Civil de la Universidad de Sonora en 2016 donde se muestran las dimensiones del invernadero así como los ejes de los marcos, y con ayuda de un levantamiento realizado por Servicios Topográficos del Noroeste (TOPNOR) en enero de 2018 se ajustaron las dimensiones y se ubicó el edificio en las coordenadas específicas.

Su planta es rectangular, que va de este a oeste como se aprecia en la planta arquitectónica, también cuenta con dos espacios de transición, uno en el acceso y otro en la salida, los cuales no sobrepasan los 30 m<sup>2</sup>.



Cuenta con una estructura y forma tipo túnel, similar a las utilizadas para el cultivo en el sector agropecuario, la cual se aprecia en las fachadas.

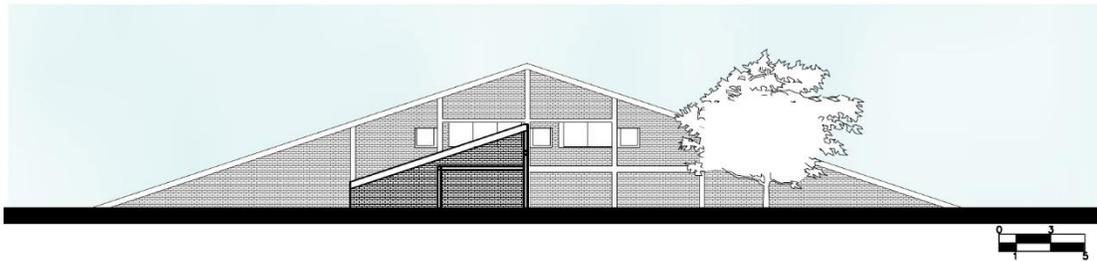


Imagen 1. Fachada actual Oeste/Fachada principal.  
Fuente: Grijalva, 2018

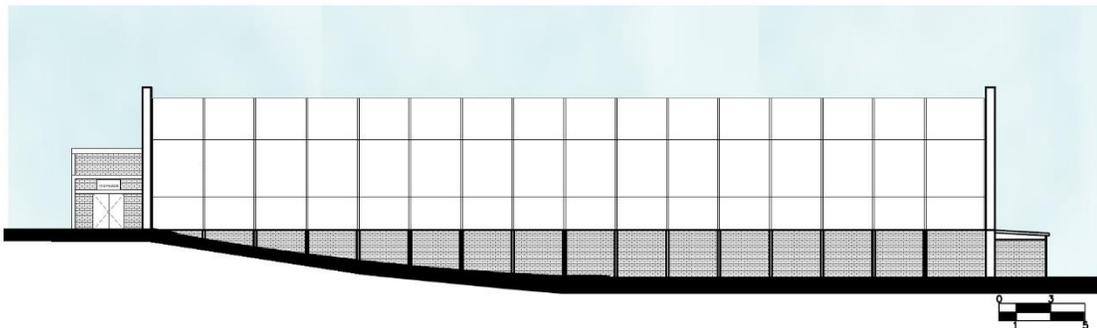


Imagen 2. Fachada actual Sur; vista de acceso al invernadero a la izquierda.  
Fuente: Grijalva, 2018

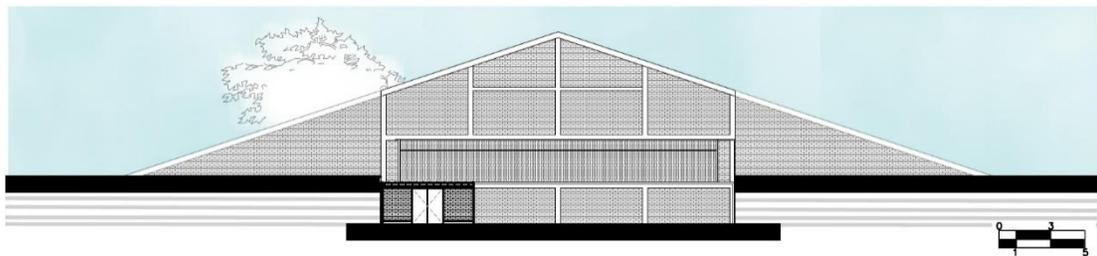


Imagen 3. Fachada actual este. Salida del invernadero. A la izquierda se encuentra la granja infantil.  
Fuente: Grijalva, 2018

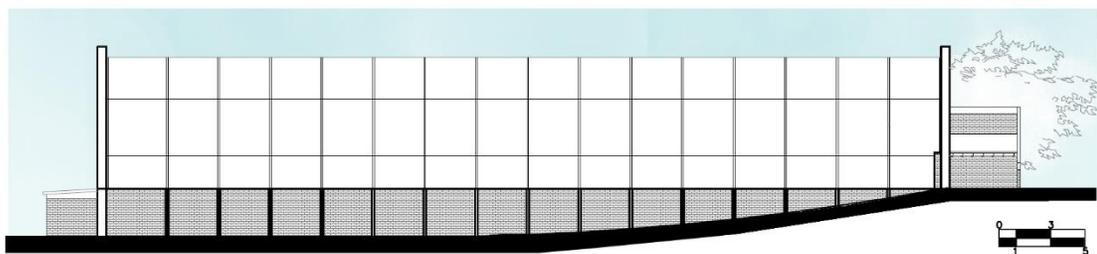


Imagen 4. Fachada actual norte, vista desde granja infantil.  
Fuente: Grijalva, 2018

## 1.2. MARCO TEÓRICO

A continuación, se presentan las definiciones y conceptos relacionados al tema, con el fin de dar una introducción y un porqué de la toma de decisiones para el diseño de la propuesta, indicando también un análisis de tipologías para dar una idea más clara del proyecto propuesto.

### 1.2.1. LOS INVERNADEROS

A continuación, se presentan distintas interpretaciones del concepto *invernadero*, abordadas por distintos autores y fuentes.

Según la Norma Mexicana para el Diseño y Construcción de Invernaderos (NMX-E-255-CNCP-2008), un invernadero es una construcción agrícola de estructura metálica, usada para el cultivo y/o protección de plantas, con cubierta de película plástica traslúcida que no permite el paso de la lluvia al interior y que tiene por objetivo reproducir o simular las condiciones climáticas más adecuadas para el crecimiento y desarrollo de las plantas cultivadas establecidas en su interior, con cierta independencia del medio exterior y cuyas dimensiones posibilitan el trabajo de las personas en el interior.

Por otra parte, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) (2014) lo define como una instalación dentro de la cual se suministran de manera racional todos los factores que intervienen en el desarrollo de las plantas (luz, agua, temperatura y nutrientes), proporcionando buenas condiciones para el logro de resultados económicos favorables.

Bastida (2013) lo define como una estructura que supera los 3 metros de altura con cubierta translúcida empleadas para proteger cultivos de los fenómenos y factores climáticos, creando un ambiente óptimo para el crecimiento de especies vegetales, al ser espacios manipulables donde se pueden crear microclimas diferentes a las condiciones climáticas del lugar.

Sin embargo, el giro del proyecto no es para la producción de especies en invernadero para el sector agropecuario, sino para la contemplación y exhibición de especies de flora, por lo que se aborda también el concepto de *conservatorio*<sup>8</sup>.

El *conservatorio*, según el American Heritage® Dictionary of the English Language (2011), es un invernadero en el que las plantas se disponen de manera estética para su exhibición, como si fuera un jardín botánico.

Por lo tanto, para este proyecto y según las definiciones vistas anteriormente el invernadero es un espacio cerrado, el cual tiene como principal objetivo el proteger y mantener especies vegetales que debido a las condiciones climáticas de Hermosillo no pueden crecer sin un control climático que simule las condiciones naturales para su crecimiento y producción, las cuales podrán estar en exhibición al público como en un conservatorio.

#### 1.2.1.1. *El invernadero y sus usos*

En México, el principal uso de los invernaderos se da en el sector agrícola, sin embargo, existen excepciones, en donde el invernadero se utiliza para controlar y tener un microclima adecuado para ciertas especies, funcionando como espacios de exposición, como es el caso del invernadero Faustino Miranda en Ciudad Universitaria o el Princess of Wales Conservatory en Kew Gardens, Reino Unido.

En el extranjero, existen invernaderos (greenhouses) tanto en el sector público como en el privado, ya que en algunos lugares se encuentran en las casas particulares, sin embargo, también se tienen para la exhibición de plantas representativas de un solo ecosistema o de varios, abiertos al público en general, algunos ejemplos son la Biosfera 2 (Biosphere 2) al norte de Tucson Arizona, el Eden Project en Cornwall Inglaterra, Gardens by the Bay en Singapur, Bicentennial conservatory en Adelaide Botanic Gardens: Australia, Conservatorios de Longwood Gardens en Pensilvania, Climatron en el Missouri Botanical Garden de St. Louis, Fairchild Tropical Botanic Garden en Miami, entre otros.

---

<sup>8</sup> Conservatorio, traducción de “*Conservatory*”, término utilizado en el extranjero.

### *1.2.1.2. Ventajas del uso de invernaderos*

Serrano (2005), en su libro “construcción de invernaderos” menciona las ventajas que tiene hacer uso de invernaderos, las cuales no solamente incluyen el controlar las condiciones climáticas dentro de la instalación, sino que también posibilita el realizar cultivos en zonas climáticas o estaciones en donde no se dan estando al aire libre, como en el caso de Hermosillo y las especies de selva tropical.

Por otra parte, permite a los usuarios conectarse con la naturaleza, ejemplo visto desde 1800, con Regent Park en Londres, o con el Winter Garden en Paris, donde los victorianos consideraron el invernadero como algo más que solo un espacio para las plantas, sino que se convertía en un lugar que daba la oportunidad a las ciudades inmersas en la industrialización de conectarse nuevamente con la naturaleza (Bruno, 2012), situación aplicable a Hermosillo, brindando un espacio de conexión con la naturaleza dentro de una ciudad urbanizada.

Este hecho se vuelve un factor determinante en la actualidad, ya que las personas no suelen ver el valor que representan los distintos ecosistemas y la vegetación contenida en los mismos, por lo que no se concientizan sobre el cuidado de los mismos y realizan actividades que poco a poco van acabando con estas áreas.

A su vez, se encuentra menor cantidad de área verde en las ciudades, ya que se prefiere construir que dejar espacios que den respiro a la ciudad, o bien, descuidar los parques para invertir el recurso de mantenimiento de los mismos, en otras cosas, dejando caer estos espacios.

### **1.2.2. ECOSISTEMAS DEL PROYECTO: SELVAS EN MÉXICO**

Un ecosistema es un conjunto de especies, tanto vegetales como animales, que interactúan en un área específica entre ellas y con su entorno, por lo que dependen unas de otras para sobrevivir.

En México existe gran variedad de ecosistemas, ya que posee diversos relieves y características en toda su extensión, por lo que se encuentran desde bosques, hasta matorrales e incluso ecosistemas acuáticos.

Otros de los ecosistemas con que cuenta el país, son las selvas, las cuales son fuente tradicional de recursos como la madera, diversidad de plantas y animales que favorecen y ayudan a la subsistencia de las comunidades rurales e indígenas; es por esto que este tipo de ecosistemas se abordan en el proyecto y se describen a continuación en los siguientes apartados.

#### *1.2.2.1. Ecosistema Selva Tropical*

La Selva Tropical, también llamada selva alta perennifolia o bosque tropical perennifolio, es considerado con gran valor en cuanto a conservación de especies, debido a que en él se encuentran especies tanto de flora como de fauna enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como especies en riesgo (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2006-2009).

A su vez, CONABIO (2006-2009) menciona que es el ecosistema terrestre más rico en biodiversidad del mundo, ya que cuenta con el 40% de todas las especies conocidas con grandes comunidades de flora, en la que se distinguen cuatro estratos distintos formados por árboles de hasta 30 m o más de alto, arbustos y diversas especies, por lo que se vuelve un ecosistema importante para el país, sin embargo, con el pasar de los años, ha ido perdiendo superficie.

Originalmente ocupaban una extensión de cerca del 9.2% de la República Mexicana que se ha reducido a 4.7% (91, 566 km<sup>2</sup>) a consecuencia de actividades humanas como la cría de ganado o la tala de árboles (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2006-2009).

Se distribuye desde el sur de San Luis Potosí hasta Tabasco a lo largo de Veracruz, en el sur de Yucatán, en una franja angosta de la Sierra Madre de Chiapas y en áreas de menor tamaño en las faldas bajas de la Sierra Madre del sur de Oaxaca y Guerrero (CONABIO, 2008-2010).

Se ubica en zonas climáticas cálidas con lluvia abundante todo el año, por lo que la vegetación en este ecosistema es perennifolia, es decir, que mantiene su follaje todo el año. Alcanza precipitaciones superiores a los 2,000 mm anuales

manteniéndose arriba de los 18°C con variación mínimas que van desde los 5 a los 7 °C) (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2008-2010).

#### *1.2.2.2. Ecosistema Selva Baja caducifolia.*

La Selva baja caducifolia o bosque tropical deciduo, a diferencia de la anterior, es considerada como selva seca, debido a que cuenta con una temporada prolongada en que se mantiene con esta característica por la escases de lluvias, lo que a su vez, provoca que más del 75% de sus especies pierdan las hojas en esa temporada.

Al igual que el anterior, con los años ha perdido extensión, ya que es uno de los ecosistemas más amenazados del país y del mundo, entre los factores causantes de esta pérdida se encuentra la deforestación para utilizar las tierras en la ganadería, el crecimiento en la infraestructura del turismo ha sido otro factor, así como las mismas condiciones climáticas que cada vez son más extremas, lo que favorece las condiciones de aridez y desertificación en las zonas (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2008-2010).

En este ecosistema a diferencia de la selva tropical, predominan los arboles pequeños y de hoja caduca, los cuales pierden su follaje en las temporadas secas; se distribuye desde el sur de Sonora y suroeste de Chihuahua hasta Chiapas, prolongándose hasta Centroamérica.

Como se mencionó anteriormente, se da en zonas con climas cálidos, donde las condiciones climáticas propician la desertificación, en los cuales las lluvias son escasas, y donde se tienen varios meses secos que abarcan desde diciembre hasta mayo, alcanzando desde los 300 a los 1,200 mm de precipitación al año, alcanzando temperaturas que van desde los 0°C en invierno, hasta los 29°C en verano.

Es un ecosistema con diversidad única ya que aproximadamente el 40% de sus especies son endémicas. (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2006-2009)

### 1.2.3. ANÁLISIS DE TIPOLOGÍAS

#### INVERNADERO FAUSTINO MIRANDA

Ubicación y localización: Jardín Botánico del Instituto de Biología de la UNAM.  
Tercer Circuito Exterior S/N, Ciudad Universitaria, Copilco, Coyoacán, México.



Imagen 5. Ubicación Invernadero Faustino Miranda.

Fuente: Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM., 2016; Google, INEGI, 2017 con intervención propia

Proyectistas y constructores: El jardín botánico fue diseñado por el Dr. Faustino Miranda y se creó con el apoyo del Dr. José Manuel Oronoz y de la Dra. Helia Bravo Hollis.

Superficie construida: 835 m<sup>2</sup>

Año de terminación de la obra: 1959

### 1.2.3.1. Referentes históricos y culturales

El Jardín Botánico del Instituto de Biología de la UNAM fue fundado el primero de enero de 1959 por los botánicos Faustino Miranda y Manuel Ruíz Oronóz, en colaboración con el reconocido fisiólogo médico Efrén del Pozo, quien fungía como Secretario General de la UNAM (Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), 2011 - 2012).

Del Pozo además de ser un fisiólogo de amplia cultura, era admirador de la botánica medicinal prehispánica al igual que el Dr. Miranda, motivo por el cual surgió la amistad al compartir ese interés; fue así que comenzó la iniciativa innovadora, que representó la continuación de la historia de jardines botánicos de México con el objetivo de que la colección contuviera plantas vivas representantes de la diversidad vegetal mexicana que ayudara a la investigación, educación de la botánica y resguardo de especies (Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), 2011 – 2012; Gómez, 2016).

Los años de fundación y primeras etapas de crecimiento del invernadero Faustino Miranda y del jardín botánico<sup>9</sup> fueron significativos, ya que poco a poco se dieron a conocer tanto nacional como internacionalmente; además de que se dio un desarrollo en la botánica moderna de México, debido a que se formó un grupo de jóvenes que realizaron una colecta de ejemplares de plantas en todo el país y posteriormente los integrantes de este grupo se convirtieron en destacados especialistas de la botánica mexicana, entre ellos Ramón Riba, Arturo Gómez Pompa y Javier Valdés (Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), 2011 – 2012; Gómez, 2016).

Por otra parte, la cubierta que se construyó para proteger las colecciones en el invernadero, fue uno de los primeros domos de su tipo realizados en el mundo (Gómez, 2016).

---

<sup>9</sup> Centro de investigación biológica o museo vivo, que muestra al público en general colecciones de plantas vivas, endémicas raras o en peligro de extinción, para apoyar a diferentes programas educativos y resaltar la importancia en la conservación de la flora. (UNAM, 2018)

### *1.2.3.2. Referentes actuales de uso*

Actualmente, tanto el jardín como el invernadero siguen en uso constante, abierto al público toda la semana a partir de las 9:00 hrs. hasta las 16:30 hrs con excepción de los días festivos y vacaciones universitarias (UNAM, 2018).

En el jardín, es posible realizar un recorrido tomando distintas rutas en el cual el camino principal conduce a la colección de plantas tropicales expuestas en el Invernadero Faustino Miranda, los senderos secundarios conducen a diversas exposiciones y casi al final del recorrido, se encuentra una parte de la colección de orquídeas ubicada en una terraza (Iasa Comunicación, 2017).

Se cuenta con visitas guiadas por biólogos en las distintas colecciones del jardín (Invernadero: colección de plantas tropicales, jardín exterior: 7 colecciones taxonómicas y 8 temáticas), con el fin de promover la importancia de los jardines botánicos e incentivar al conocimiento y conservación de la diversidad vegetal mexicana (Hernández & López , s.f.).

Los recorridos tienen diferentes costos y duraciones; si solo se desea visitar el invernadero, la duración es de 1 hr., pero si se desea conocer el jardín exterior, es decir, las 15 colecciones, son 2 hrs (Hernández & López , s.f.).

Otra actividad a realizar en el jardín, son prácticas biodiversidad, las cuales consisten en actividades recreativas y lúdicas, en donde las personas puedan aprender a identificar y reconocer la importancia de la biodiversidad de nuestro país, así como los recursos naturales y la manera de utilizarlos de una forma sostenible (Hernández & López , s.f.).

También se promueven cursos, talleres y exposiciones para el público en general constantemente, anunciados por distintos medios de comunicación; así como reuniones entre las cuales se encuentra el curso de horticultura infantil “Quilchihcáyoti” en vacaciones de verano, o el encuentro de pintura infantil (UNAM, 2018).

### 1.2.3.3. Enfoques tipológicos

#### *Morfológicos.*

El invernadero tiene forma esférica, es de color claro, debido al material utilizado para la cubierta, la cual busca permitir el paso de la luz para cumplir con las necesidades de las plantas.

Al ser una cúpula, se logra un ritmo en los perfiles de la estructura que la soporta, ya que se da una repetición de perfiles en forma radial, quedando una división similar a la de los gajos de naranja.

La jerarquía es clara, al ver el invernadero rebasar las dimensiones del acceso. Y también debido al enmarque que proporciona el contraste de colores entre el verde de los árboles que se encuentran alrededor con el color blanco del invernadero.



Imagen 6. Vista aérea del Invernadero.  
Fuente: Google Maps, 2018

#### *Funcionales*

Debido a que el invernadero contiene únicamente la exposición de plantas, los servicios y demás espacios relacionados se ubican a los alrededores del mismo, conectado de manera indirecta con ellos debido a que no se encuentran en el mismo edificio.

Sin embargo, las relaciones públicas son evidentes, ya que al tener visitas guiadas y ser un edificio público, se está en contacto con varias personas distintas cada día.

### *Tecnológicas*

La distribución interior se hizo aprovechando la hondonada natural, resultado de una desigualdad del terreno, provocada por la roca volcánica proveniente de la erupción del Xitle, la cual busca alcanzar el clima cálido húmedo que se necesitaba para las plantas, sin embargo no fue suficiente, situación que se solucionó con la construcción de la cúpula.

La cúpula cubre toda la superficie del invernadero, alcanzando en su parte más alta los 16 metros; los materiales de este elemento son el hierro y la fibra de vidrio translúcida (para permitir el paso de la luz y evitar la pérdida de calor), y utiliza únicamente los muros como soporte.

Este sistema logra que la temperatura interior se encuentre más alta que en el exterior, pero con menos fluctuación entre las temperaturas del día y de la noche; además, retiene la humedad, factor sumamente importante para las plantas tropicales.



Fotografía 18. Interior del invernadero.  
Fuente: Jozue, 2008.



Fotografía 17. Exterior del Invernadero, por acceso.  
Fuente: Guzmán, 2008



Fotografía 16. Exterior Invernadero.  
Fuente: Guzmán, 2008

## LAURITZEN GARDENS - MARJORIE K. DAUGHERTY CONSERVATORY

Ubicación y localización: Lauritzen Gardens, Omaha's Botanical Center 100 Bancroft Street, Omaha, Nebraska, Estados Unidos.



Imagen 7. Ubicación de Marjorie K. Daugherty Conservatory dentro de Lauritzen Gardens  
 Fuente: Lauritzen Gardens - Omaha's Botanical Center, 2018; Google earth, 2018; AIA Omaha, 2014 con intervención propia

Proyectistas y constructores: Despacho de Arquitectura e ingeniería HDR, inc, Arquitectura del paisaje por CG Studios, los consultores de conservatorios Rough Brothers y para supervisión de obra y recaudación de fondos Peter Kiewit & Sons y Heritage Services.

Superficie construida: 1,625.8 m<sup>2</sup> | Año de terminación de la obra: 2014  
 (17,500 ft<sup>2</sup>)

#### *1.2.3.4. Referentes históricos y culturales*

Lauritzen Gardens<sup>10</sup> es un jardín botánico, el cual cuenta con 100 acres (40.47 hectáreas) al aire libre de especies nativas de Omaha, donde se concentran diversidad de jardines, ya que esta es la especialidad del lugar.

Entre los jardines contenidos en el complejo se encuentra el jardín de rosas, primer jardín en construirse, jardín del festival, jardín victoriano, jardín de la cañada, jardín japonés y muchos otros, ya que cada año se agregan nuevas áreas de jardín o adiciones a los ya existentes.

Sin embargo, el conservatorio no estuvo en Lauritzen Gardens desde su apertura en 1995, pero los fundadores lo tenían pensado desde entonces, manteniendo la idea de que el jardín contuviera un espacio de exhibición de plantas no nativas y poco comunes para la comunidad de Omaha, el cual tendría como tema las cuatro estaciones del año.

Para el año de 1996, la idea de construir un conservatorio se volvió una adición permanente en el crecimiento a futuro del plan maestro del jardín, pero no fue hasta el año 2010, cuando se realizó un estudio de viabilidad, el cual evaluaba la necesidad de contar con un conservatorio en Omaha, y como consecuencia, al año siguiente se iniciaron los planes de recaudación de fondos y posteriormente en el 2012 la proyección del invernadero por el despacho HDR.

#### *1.2.3.5. Referentes actuales de uso*

El invernadero cuenta con exhibición de especies que van desde jardines tropicales hasta jardines templados, incluyendo especies exóticas e insuales.

El jardín tropical cuenta con 10,000 ft<sup>2</sup> de exhibición y el jardín templado con 5,000 ft<sup>2</sup>, teniendo en total 15,000 pies cuadrados (1,390 m<sup>2</sup>) con exhibición de especies referentes a regiones del sureste de Estados Unidos.

---

<sup>10</sup> Llamado así en honor a la familia Lauritzen, personalidades importantes en la historia y desarrollo de la ciudad.

Cuenta con una galería de 232.25 m<sup>2</sup>, en la que se tienen exhibiciones temporales, y la cual puede ser utilizada para eventos especiales (capacidad 75 personas).

A su vez, el recorrido culmina en el sendero del bosque, el cual contiene especies nativas, por lo que el conservatorio se vuelve una conexión entre el resto de los jardines y este recorrido.

#### 1.2.3.6. Enfoques tipológicos

##### *Morfológicos*

La forma de la envolvente del invernadero, está inspirada en el logotipo de Lauritzen Gardens así como en la flor heliconia (también incluida en el logotipo), el diseño a dos aguas se ve reflejado en el logotipo (ver Imagen 8), así como la diferencia en alturas de los distintos espacios con los que cuenta el invernadero, a su vez, cada espacio esta superpuesto sobre el otro, tal como las hojas de la heliconia siguiendo un ritmo marcado por la ladera sobre la que está situado.

Por otra parte, la misma ubicación, da la ilusión óptica de que el espacio va aumentando en altura, y en el interior, permite cambios en la elevación de las distintas áreas del recorrido.



Imagen 8. Logotipo del jardín.

Fuente: Lauritzen Gardens - Omaha's Botanical Center, 2018



Fotografía 19. Marjorie K. Daugherty Conservatory con el centro de visitantes a la derecha  
Fuente: HDR, 2018

### *Funcionales.*

El conservatorio se divide en 3 zonas, la primera es el invernadero de clima templado (464.5 m<sup>2</sup>), la segunda es el invernadero de clima tropical (929 m<sup>2</sup>) y la tercera es la galería de exhibiciones temporales.

El acceso principal es por el centro de visitantes el cual conecta directamente con el invernadero tropical, y de ahí se puede acceder tanto al invernadero templado como a la galería.

Como se observa en la Imagen 9, a pesar de que la forma es rectangular y uortogonal, los recorridos en el interior son orgánicos, rigiéndose por la curva, y dando al visitante la oportunidad de salir por distintos puntos desde las distintas áreas, por ejemplo en el invernadero templado se tienen 2 salidas, las cuales se observan en la Imagen 9, y en el tropical una al exterior y otra a la galería.

En las siguientes imágenes se muestra el interior de ambos invernaderos, y se puede apreciar cómo va aumentando el nivel conforme avanza el recorrido.



Imagen 9. Planta del Invernadero.  
Fuente: Golden, 2013



Fotografía 20. Interior del Invernadero Templado  
Fuente: HDR, 2018



Fotografía 21. Interior del Invernadero Tropical  
Fuente: Rough Brothers, Inc., 2018

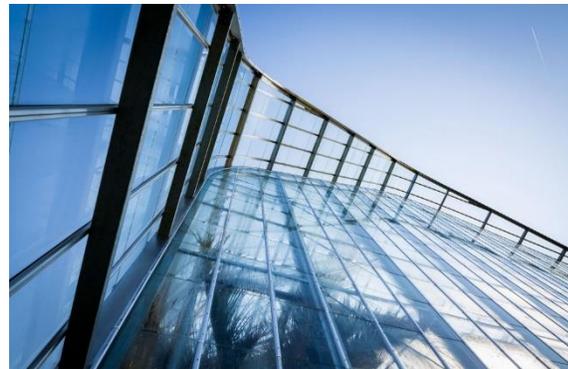
En la Fotografía 20 se ve el acceso mencionado anteriormente, así como parte del recorrido; en la Fotografía 21 se aprecian las palmas características de este invernadero, así como el resto de especies expuestas ahí; a su vez, la inclinación de la ladera ayuda a que desde los distintos puntos se vea lo que falta por recorrer y lo que ya se recorrió, como se aprecia en las imágenes.

### *Tecnológicas.*

Cubierta y envolvente de paneles de vidrio con estructura de acero como se muestra en las siguientes imágenes. En el interior, se utilizan materiales como el estuco y la piedra natural, para de esta forma combinarse con las instalaciones existentes.



Fotografía 22. Vista del exterior por el acceso/salida del invernadero de clima templado  
Fuente: Dan Schwalm en HDR, 2018



Fotografía 23. Estructura de acero y envolvente de vidrio.  
Fuente: HDR, 2018

Debido a que encuentra en una ladera, el terreno asciende 20 pies (6.096 metros) de altura, lo que permite los cambios en las elevaciones durante todo el recorrido.

Cuenta con compuertas (respiraderos y persianas operables) que se abren para dejar salir el calor y el exceso de humedad cuando es requerido, ya que se requiere un alto nivel de humedad en todo momento para el correcto cultivo de las especies; también esta equipado con abanicos de techo colocados en distintos puntos en ambos invernaderos.

Además, los acristalamientos son transpirables para lograr ventilación natural y de esta manera ahorrar la mayor cantidad de energía; por la noche, se utilizan persianas mecánicas retractiles, para de esta manera conservar el calor.

El proyecto estuvo financiado por donaciones, teniendo un costo aproximado de 31.2 millones de dólares.



Fotografía 25. Interior del Invernadero Tropical.  
Fuente: HDR, 2018



Fotografía 24. Equipos de ventilación en  
fachada oeste.  
Fuente: Sitzmann, 2014

## MUTTART CONSERVATORY

Ubicación y localización: 9626 96a St NW, Edmonton, AB T6C 4L8, Canadá

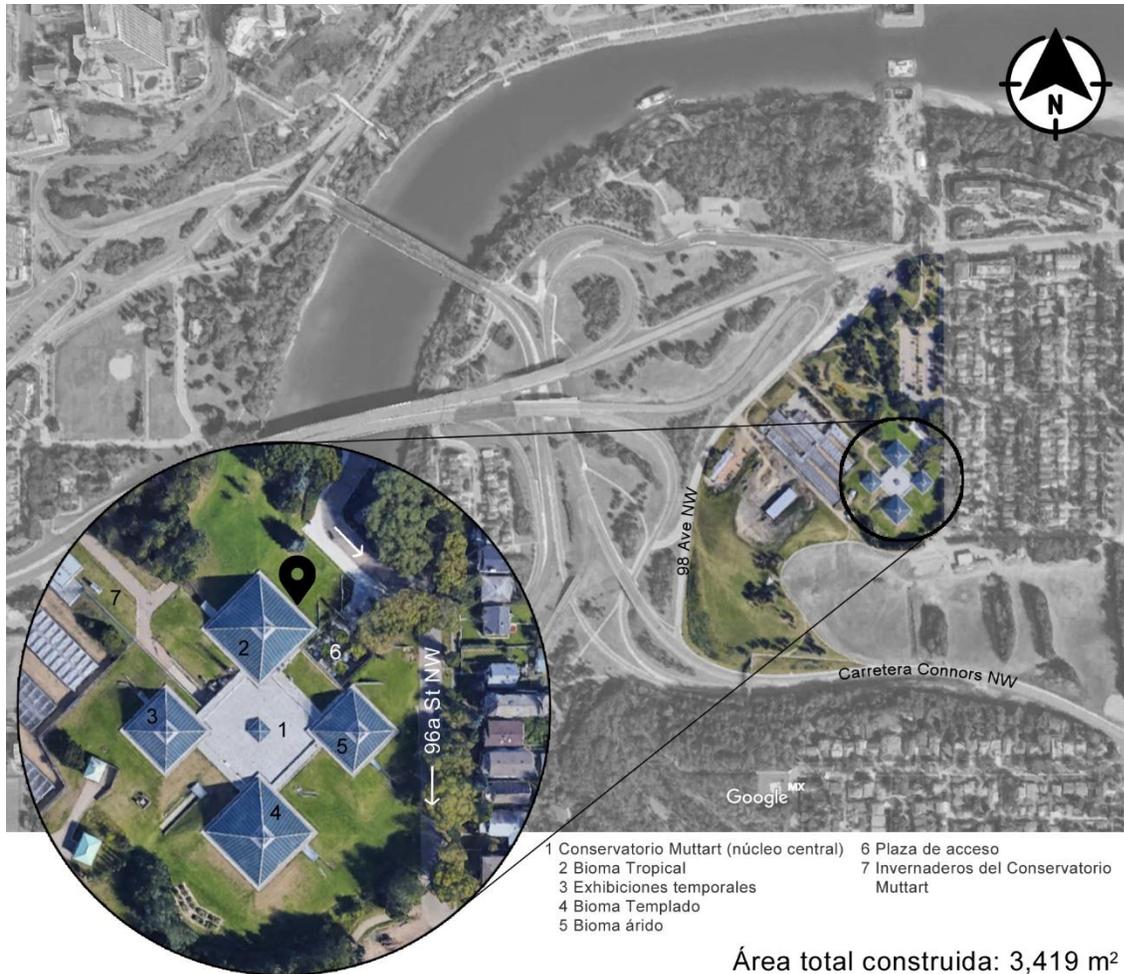


Imagen 10. Ubicación del Conservatorio.  
 Fuente: Google Earth, 2018, con intervención propia

Proyectistas y constructores: Arq. Peter Hemingway

Superficie construida: 2,100 m<sup>2</sup> (solo de invernaderos)

Año de terminación de la obra: 1980 con renovaciones completadas en 2009

### 1.2.3.7. Referentes históricos y culturales

Diseñado a inicios de los años 1970's por el arquitecto Peter Hemingway con la intención de fusionar los requerimientos de las plantas con juegos visuales respecto

a la forma del edificio y abierto al público en 1976, sin embargo, la construcción del complejo quedó concluida hasta 1980.

Acreditado como museo por The Alberta Museums Association, el Conservatorio Muttart cuenta con una de las colecciones botánicas más grandes de Canadá, debido a que alberga más de 700 especies de plantas en sus distintos biomas<sup>11</sup>.

Por su forma característica de un conjunto de pirámides, enmarcan el horizonte de la ciudad de Edmonton y marcan la principal atracción hortícola de la ciudad.

#### 1.2.3.8. Referentes actuales de uso

Actualmente es posible visitar el lugar para recorrer las 4 distintas exhibiciones de plantas, ya sea con un guía en los horarios y días de tour establecidos (duración de 20 minutos por pirámide) o de manera individual, pero también se tienen exposiciones de arte temporales y permanentes (mural que rodea todo el núcleo central pintado en 1976 y escultura colocada en la renovación de 2008-2009) de artistas locales de Edmonton.



Fotografía 26. Mural "Circle of life" de Alex Janvier en núcleo central y vista de los accesos a los invernaderos.  
Fuente: City of Edmonton, 2018



Fotografía 27. Escultura "We are here" por Mia Weinberg en el acceso principal.  
Fuente: City of Edmonton, 2018

A su vez, se tiene la opción de pagar para tener cualquiera de las pirámides como locación para sesiones fotográficas con duraciones desde los 45 minutos hasta los

<sup>11</sup> Comunidad de plantas y animales que viven juntos en un clima particular. (The Earth Observatory. NASA, s.f.)

90 minutos con uso exclusivo del bioma elegido los primeros 30 minutos y el resto es sin uso exclusivo de cualquiera o todos los biomas.

También se realizan cursos para todas las edades ya que cuenta con varios programas interactivos para los niños o programas como meditación, fotografía, y casa y jardín para adultos. A su vez, a lo largo del año se realizan distintos campamentos que incluyen interacción en el interior de las pirámides y también al aire libre.

Otro uso del conservatorio, es para realizar eventos, tales como bodas, fiestas de cumpleaños o eventos corporativos y/o sociales, todos ellos con distintos paquetes.

Para fiestas de cumpleaños, se incluyen recorridos y actividades en los distintos biomas, considerando grupos de máximo 25 niños con duración de 1.5 horas más la renta de algún salón.

En el caso de ceremonias es posible realizarse en cualquiera de los biomas tomando en cuenta la capacidad de 25-50 personas y que solo se tiene un uso exclusivo de 30 minutos, sin embargo, las recepciones cuentan con paquetes que incluyen varios servicios y tienen capacidad para 150 personas, ya que se realiza en el núcleo central incluyendo una pista de baile, y acceso a los biomas para los invitados hasta media noche.



Fotografía 28. Recepción de evento en el núcleo central del Muttart Conservatory.  
Fuente: City of Edmonton, 2018

### 1.2.3.9. Enfoques tipológicos

#### *Morfológicos.*

Todo el conjunto está dado por 4 pirámides acristaladas cuadrangulares de distintas alturas y áreas, conectadas unas con otras por medio de un núcleo central de 1,319 m<sup>2</sup>.

El invernadero de bioma templado, cuenta con 7100 ft<sup>2</sup> (660 m<sup>2</sup>) y 79 ft (24 mts) de altura, dimension necesaria para que los arboles alcancen su madurez.

El invernadero de bioma arido, tiene 4200 ft<sup>2</sup> (390 m<sup>2</sup>) y 59 ft (18 mts) de altura; en el se encuentran especies cactaceas y suculentas.



Fotografía 29. Bioma templado  
Fuente: City of Edmonton, 2018



Fotografía 30. Bioma arido  
Fuente: City of Edmonton, 2018

El invernadero de bioma tropical, cuenta con las mismas dimensiones que el de bioma templado, ya que tambien cuenta con arboles que requieren mas espacio para desarrollarse de manera optima, a su vez, en el centro se encuentra una cascada, la cual alberga especies de nenufares e incluso algunos peces.



Fotografía 31. Bioma tropical  
Fuente: City of Edmonton, 2018



Fotografía 32. Bioma tropical  
Fuente: City of Edmonton, 2018

Para generar movimiento en la visual del edificio desde el exterior, los invernaderos con las mismas dimensiones se colocaron diagonales entre si, lo que mantiene la simetria y marca un cambio en el ritmo, el cual se repite con las piramides mas bajas.

Esta misma conexión diagonal provoca que se crucen con el núcleo central, el cual conecta todas las zonas, lo que permite al usuario tomar distintas elecciones sin estar forzado a seguir un recorrido específico dentro del complejo.

### *Funcionales.*

El conservatorio se compone por 4 invernaderos (ver Imagen 11) con biomas distintos; uno es de bioma templado con ecosistemas de tundra, bosque boreal y deciduo, pastizales y matorral mediterráneo, otro bioma es árido, con ecosistemas de bosques mediterráneos y desiertos, el tercero es de bioma tropical que incluye ecosistemas tropicales, manglares, bosque de coníferas, praderas y sabanas, y por último, se tiene un invernadero con exhibiciones temporales que cambia de 5 a 7 veces al año.

Estos 4 invernaderos (ver Imagen 12), están conectados por un núcleo central de servicios, el cual incluye módulos sanitarios, salones, oficina, cafetería y tienda de souvenirs.

Cada invernadero cuenta con salidas adicionales a la principal, las cuales se utilizan como salidas de emergencia.

La proporción la definen las similitudes en áreas y volúmenes, generando un ritmo, al colocarlos de manera diagonal.

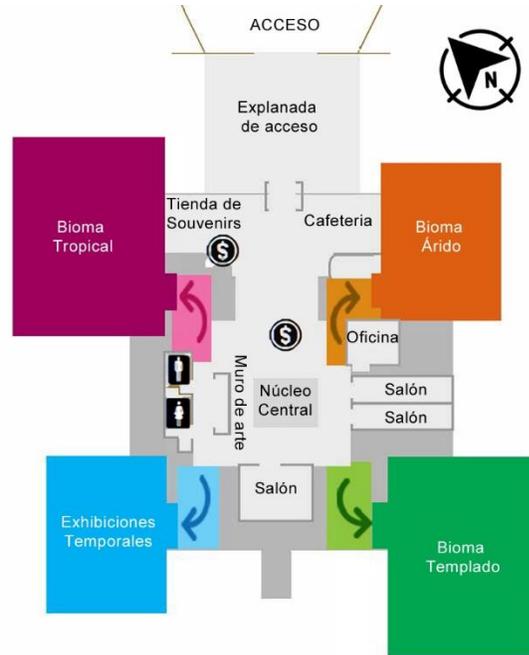


Imagen 11. Plano del Muttart Conservatory.  
Fuente: City of Edmonton, 2018

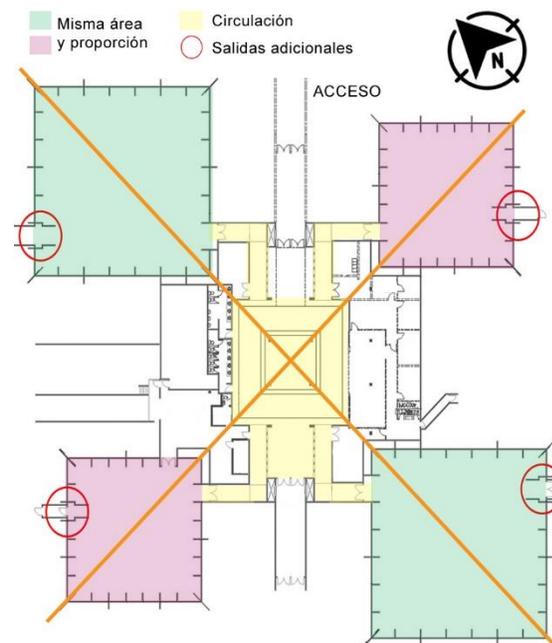


Imagen 12. Plano del Muttart Conservatory y sus conexiones internas.  
Fuente: White, 2003; C2E, 2007; con intervención propia

Por otra parte, fuera del conjunto, se encuentran 6 invernaderos, los cuales son para servicios y solo tiene acceso el personal del conservatorio.

### *Tecnológicas.*

Las temperaturas climáticas son controladas cuidadosamente para lograr los climas necesarios en las distintas estaciones para los 3 biomas, por ejemplo, en el bioma tropical, la temperatura se mantiene en 24°C prácticamente todo el año.

El acceso a los biomas es por medio de rampas.

Se cuenta con instalaciones especiales como rieles para el montaje de exposiciones temporales como puede verse en la Fotografía 33.



Fotografía 33. Exposiciones temporales de arte.

Fuente: City of Edmonton, 2018



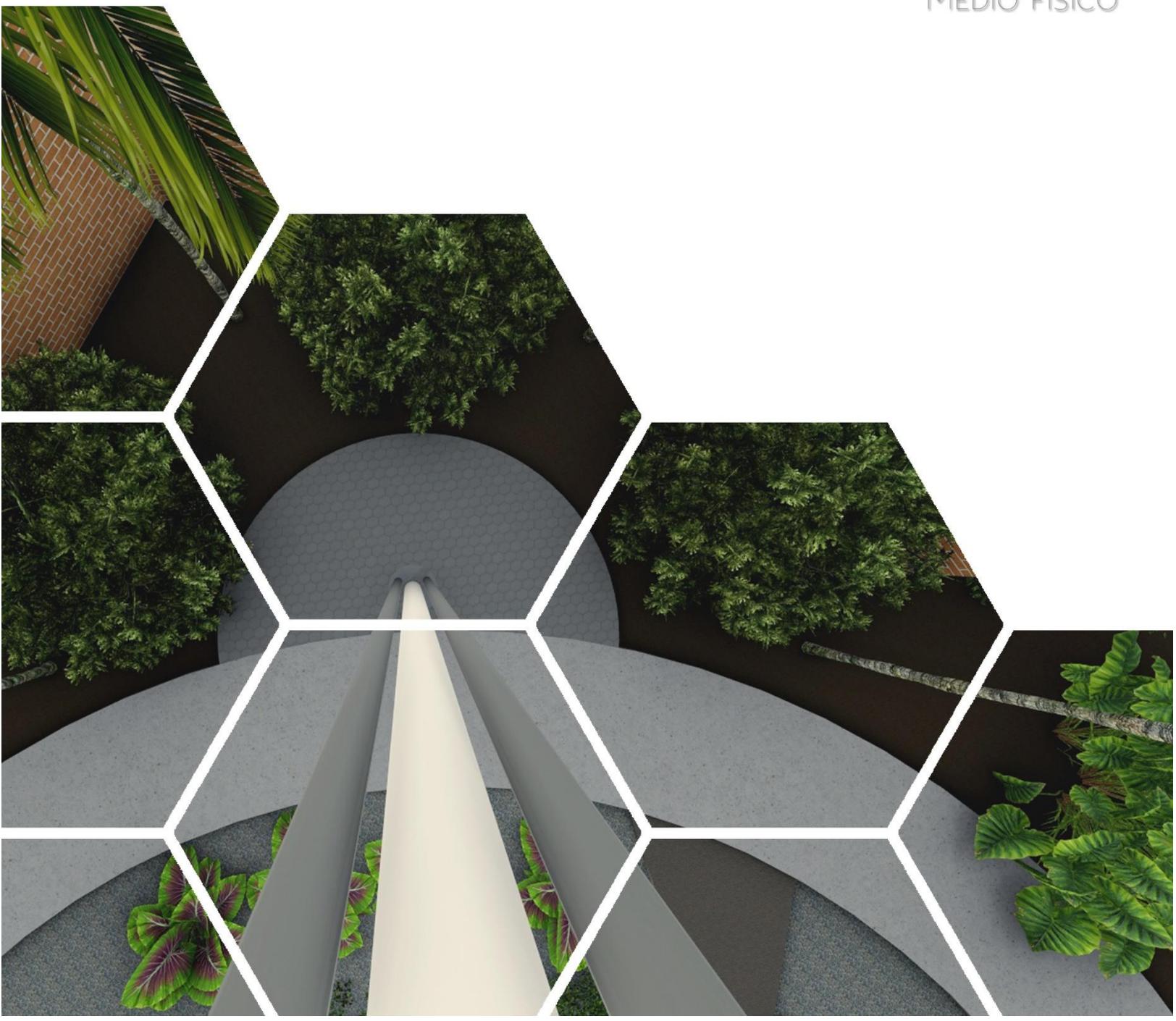
Fotografía 34. Vista aérea del conjunto.

Fuente: Landbeauties.com, 2014



# CAPÍTULO 2. ESTUDIOS PRELIMINARES

USUARIO  
MEDIO URBANO  
MEDIO FISICO





## 2.1. USUARIO

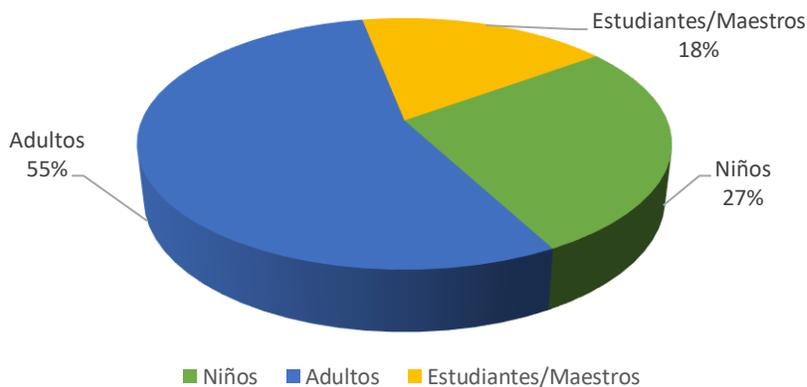
### 2.1.1. DEMANDA

El CES recibe visitantes tanto de la ciudad de Hermosillo como de otras ciudades, que van desde niños a personas mayores, durante todo el año, ya que trabajan casi todos los días, con excepción de los lunes; con un horario que va desde las 8:00 hrs hasta las 17:00 hrs.

En los últimos cuatro años, se ha tenido un aumento en el número de personas que acuden al CES, teniendo una cifra aproximada de 92,998 visitantes en 2015, 130,296 en 2016, 166,798 en 2017 y 125,224 hasta agosto de 2018, contando con más afluencia de individuos durante las vacaciones de semana santa (marzo-abril) y siendo mayoría las personas de clase media (Subdirección General del Centro Ecológico de Sonora, 2018).

En general, el 86.8% lo representa el público en general, incluyendo estudiantes y personas de la tercera edad, seguido del 10.7% que engloba las escuelas, tanto privadas como públicas; y el resto lo componen las visitas al observatorio y las cortesías.

A continuación, en el siguiente gráfico se aprecia el porcentaje de los tipos de visitantes que acuden al CES.



Gráfica 1. Tipos de visitantes del CES.  
Fuente: Subdirección General del Centro Ecológico de Sonora, 2017

Para conocer el impacto que provocaría y la percepción del proyecto desde el punto de vista de los usuarios, se realizó una encuesta (ver encuesta en anexos), para la cual se tomó una muestra basada en la cantidad de habitantes de Sonora, que según la encuesta intercensal 2015 de INEGI, cuenta con 2,850,330 habitantes (INEGI, 2015); partiendo de este dato y aplicando un intervalo de confianza de 8, se obtuvo la cantidad de encuestas a realizar para obtener un nivel de confianza del 95% en los resultados obtenidos.

Dicha encuesta se aplicó a personas de 15 años en adelante, ya que como se ve en la Gráfica 1 más del 50% de las visitas la representan adultos, sin embargo, se consideró en una pequeña cantidad a niños; por otra parte, se realizaron en distintos días y horas tanto a residentes de Hermosillo como a visitantes en la ciudad.

En su mayoría, las personas suelen acudir al Centro Ecológico de Sonora los fines de semana (50% de los encuestados), el 25% asiste en vacaciones de verano o de invierno, y el resto lo frecuenta cuando tienen tiempo, sin una fecha en especial para hacerlo.

En cuanto a la cantidad de visitas al CES, la mitad de los encuestados asistió de entre 1 y 5 veces, una cuarta parte de 6 a 10 veces, y el resto asistió al centro más de 10 veces o era su primera vez en el lugar.

Por otra parte, al cuestionarles si consideraban que el invernadero atraería más visitantes, todos los encuestados coincidieron en que sí, por lo que el proyecto aportaría más visitas al Centro Ecológico de Sonora, aumentando así la afluencia de personas y por lo tanto el ingreso económico para el lugar.

Respecto a los ecosistemas abordados en el proyecto, surgieron a partir de la petición realizada por las autoridades del CES, los cuales solicitaron mantener el ecosistema que se tenía anteriormente en exhibición (Selva tropical) pero agregar una nueva zona con exhibición de plantas pertenecientes al ecosistema de selva baja caducifolia, para mostrar a las personas las diferencias entre dichas selvas y por consiguiente el valor que tienen y representan cada una de ellas.

## 2.1.2. DESEOS DE LOS USUARIOS

La encuesta también funciono para conocer los intereses y deseos de las personas en cuanto al proyecto, por lo que los resultados arrojados fueron utilizados para el proceso de diseño.

Actualmente el invernadero cuenta con 1,042 m<sup>2</sup> de construcción, área que el 55% de las personas encuestadas considera adecuada, sin embargo, dudaban al responder, el resto menciona que les parece pequeño, por lo que una expansión sería benéfica, ya que nadie dijo que excedía dimensiones.

A su vez, algunos de los usuarios se sorprendían al saber que antes existió un invernadero y otros de que ya no funcionara, alcanzando un 50% en desconocimiento de la situación actual, por lo que en su mayoría las personas mencionaron que desearían que se rehabilitara, pero sería mejor aún si se construyera uno nuevo como se muestra en la Gráfico 2.

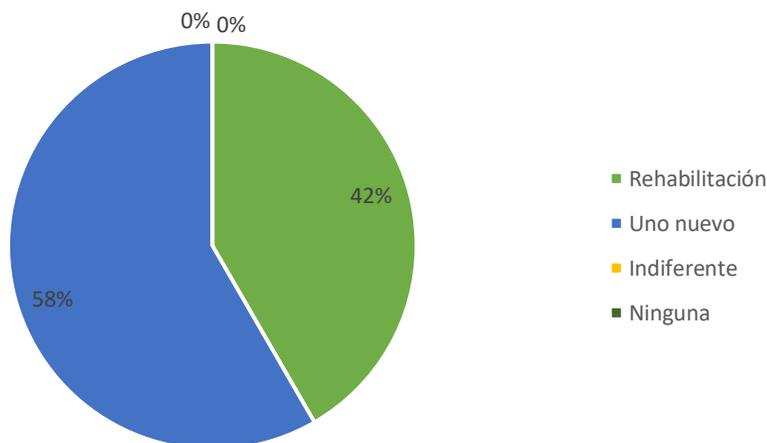


Gráfico 2. Resultados en pregunta de encuesta.  
Fuente: Grijalva, 2018

Respecto a tiempos de espera y recorridos, el 50% de los encuestados respondieron que pasarían en el invernadero entre 15 y 30 minutos, el 37% más de 30 minutos y únicamente el 4% menos de 15 minutos en el lugar, pero en caso de existir un programa de tours el 46% esperaría menos de 15 minutos para tomarlo, el 39% podría esperar entre 15 y 30 minutos y el 15% esperaría más de 30 minutos.

Otra pregunta realizada fue si desearían hacer el recorrido con el apoyo de un guía o si lo preferían hacer solos, de manera libre, obteniendo 50% de preferencia para realizar el recorrido con guía, ya que así podían preguntar dudas sobre las plantas, el 42% solos, ya que preferían tomarse su tiempo y conocer cada especie según llamara su atracción y el 8% se mostró indiferente.

### 2.1.3. TIPOS DE USUARIO

Al ser un lugar público, que ofrece servicios a la población, debe contar con personal encargado de las distintas áreas, por lo que se cuenta con distintos tipos de usuario, los usuarios directos, son quienes están utilizando el espacio casi todos los días, de manera constante, y los usuarios indirectos, son quienes visitan ocasionalmente el lugar y únicamente por ciertas horas o tiempos cortos.

A continuación, se describen cada uno y las distintas actividades que realizan y lo necesario para que las lleven a cabo.

#### *Usuarios directos*

Usuario	Actividad (es)	Mobiliario	- Equipo
Guías	Hacer recorridos diarios a diferentes grupos de visitantes.	- Silla ergonómica - Escalón	- Radio - Megáfono
Empleado/ director de invernadero	Coordinar las actividades a realizar en el invernadero así como supervisar el correcto funcionamiento del mismo.	- Escritorio - Silla ergonómica - Papelera - Archivero	- Computadora - Teléfono - Impresora
Intendente	Realizar la limpieza de las diferentes áreas de servicio.	- Tarja - Mueble con estantes	- Artículos de limpieza - Radio
Empleado/ Vendedor	Atender la tienda de souvenirs	- Silla ergonómica - Mostrador	- Computadora - Caja registradora
Prestadores de servicio social	Realizar actividades indicadas por el coordinador del invernadero.	- Silla ergonómica - Mesa/escritorio - Stand de exposición	- Radio
Visitantes	Hacer recorridos por el lugar, y/o realizar tours por los invernaderos siguiendo a un guía.	- Bancas de descanso - Contenedores de basura - Áreas de estar	- Teléfono - Módulos de autoacceso/ - información virtual

Tabla 1 Usuarios directos.

Fuente: Grijalva, 2017

### *Usuarios Indirectos*

Usuario	Actividad (es)	Mobiliario	- Equipo
Jardinero	Realizar el mantenimiento de las plantas del invernadero.	- Muebles de guardado.	- Maquina podadora - Herramientas de jardinería
Mantenimiento	Realizar mantenimiento constante a los diferentes equipos y/o instalaciones del edificio.	- Muebles de guardado.	- Herramientas - Radio - Computadora
Provedores	Llevar insumos tanto para las plantas (fertilizantes, pesticidas, abonos, semillas, entre otras cosas) como para la tienda de souvenirs.	- NA	- NA

Tabla 2 Usuarios Indirectos.

Fuente: Grijalva, 2017

## **2.2. MEDIO URBANO**

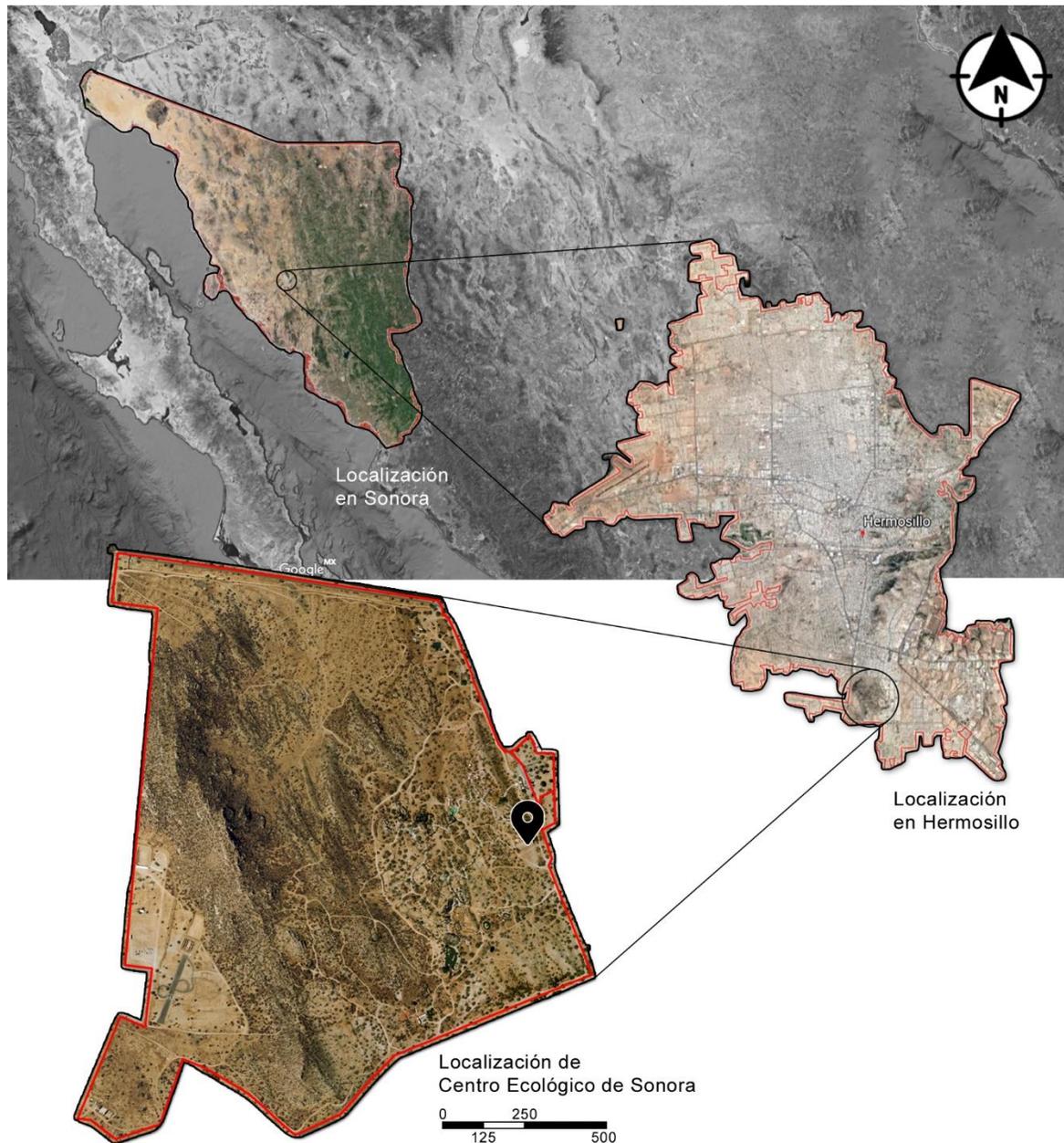
En los siguientes subcapítulos, se presenta un análisis del contexto urbano haciendo uso de distintos mapas y tablas que presentan gráficamente la información descrita en cada tema.

En este apartado fue de suma importancia realizar visitas al sitio, para comprobar que los datos proporcionados por las diferentes fuentes fueran realmente validos o no hubieran cambiado desde el tiempo en que se hizo la última actualización en las diferentes fuentes.

Este análisis abarca todos los temas relacionados al nivel de urbanización en el que se encuentra el predio planteado, en este caso el Centro Ecológico de Sonora, es decir, con qué recursos se cuenta actualmente que favorezcan la realización del proyecto, así como las distintas reglamentaciones existentes que aplican al proyecto.

## 2.2.1. LOCALIZACIÓN Y UBICACIÓN

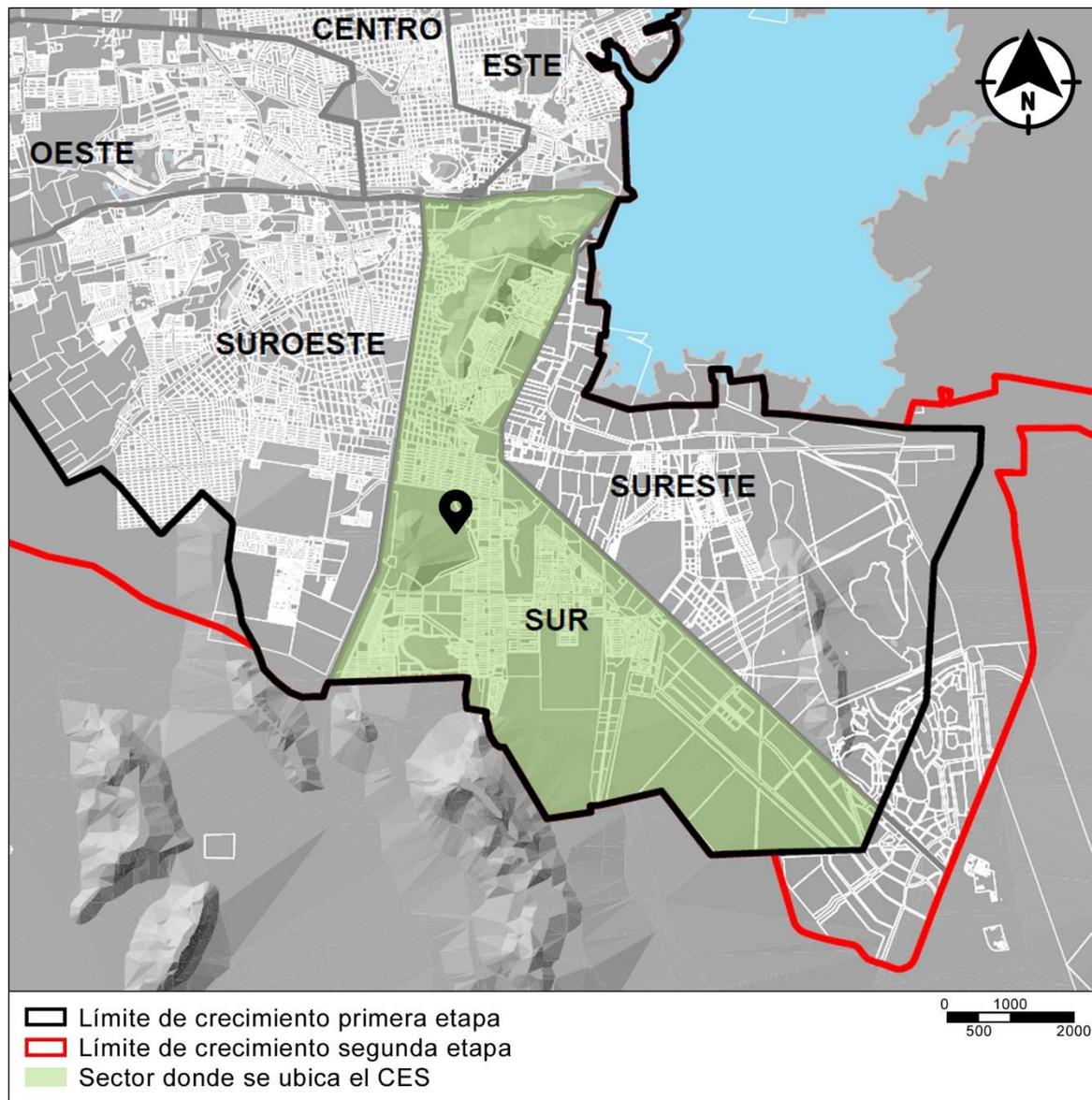
El Centro Ecológico de Sonora (CES) se ubica en la carretera salida a Guaymas km 2.5, en Hermosillo, Sonora, México y su clave de AGEB es la 260300001736A.



Mapa 1. Localización del Centro Ecológico de Sonora.

Fuente: Grijalva, 2018 con información de Google Maps, 2018 y Dirección General del Centro Ecológico de Sonora, 2017

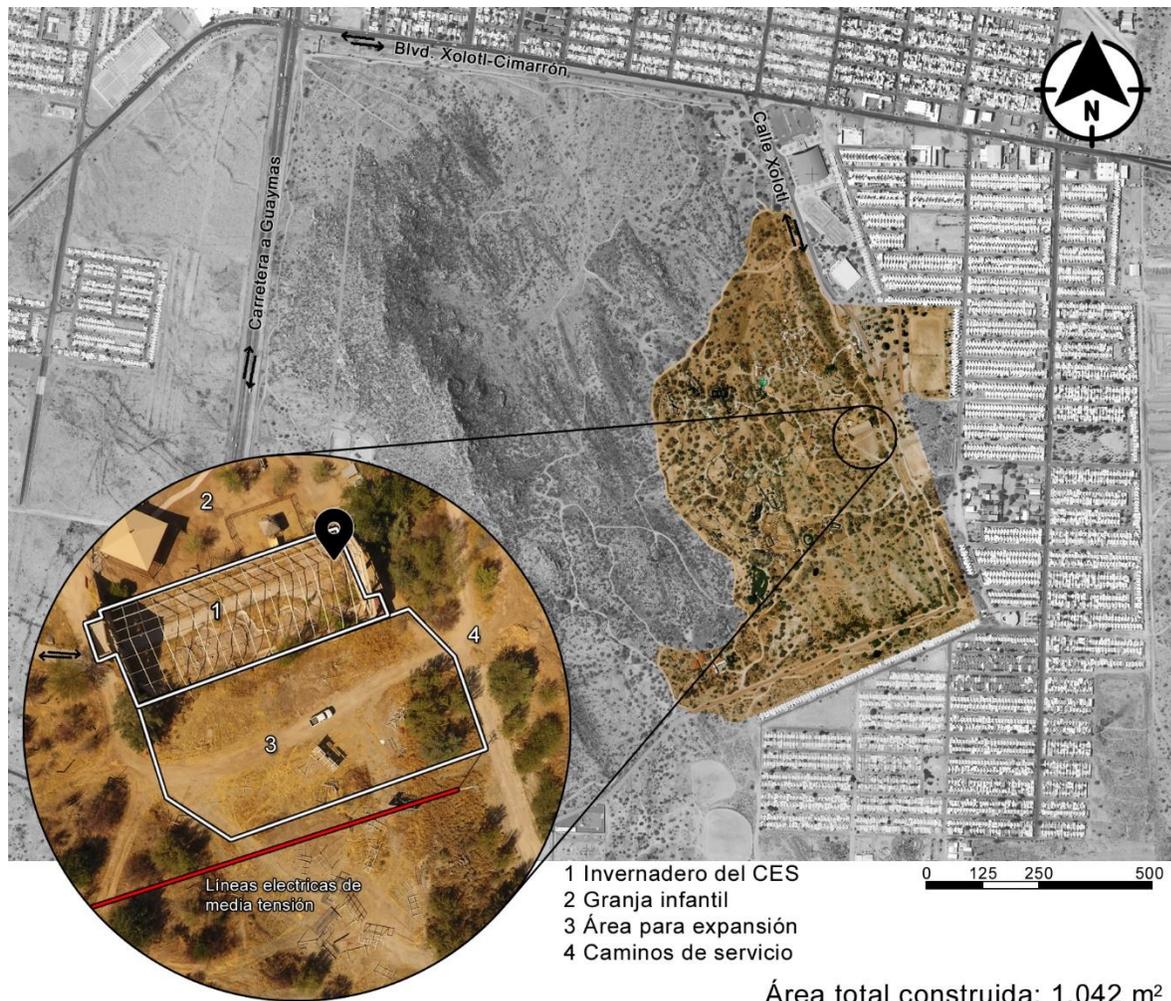
A su vez, el CES se ubica dentro del sector Sur, según el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Hermosillo, Sonora (2012-2015), como se muestra en el siguiente mapa:



Mapa 2. Subcentros Urbanos.  
Fuente: IMPLAN, 2014; Ayuntamiento de Hermosillo, 2012-2015 con intervención propia

El acceso principal al Centro Ecológico de Sonora se encuentra únicamente por la calle Xólotl, ubicándose en este punto la taquilla y el estacionamiento.

El invernadero se encuentra dentro de las instalaciones del Centro Ecológico de Sonora, al final de recorrido, después del Museo de Vida Silvestre y antes de la granja infantil.



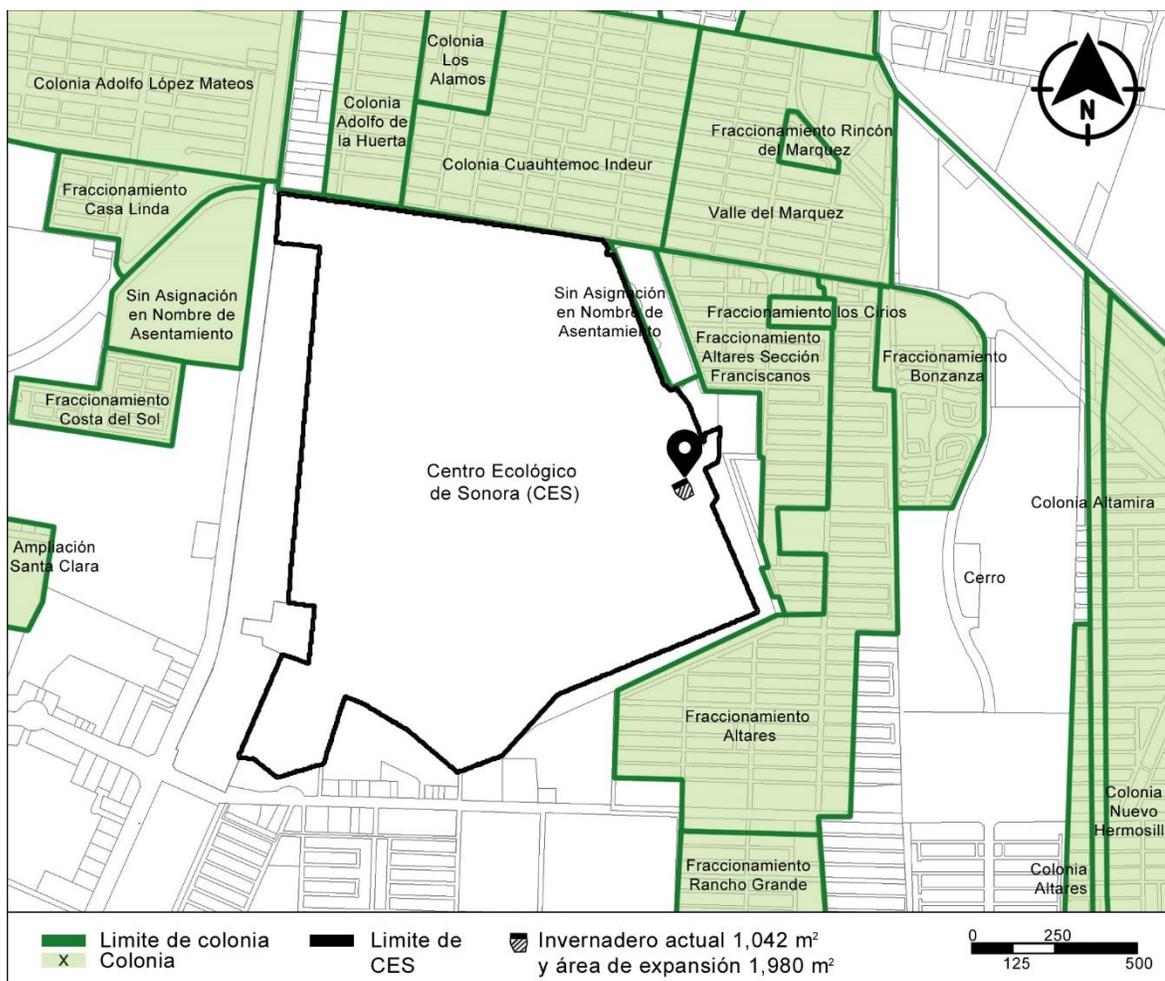
Mapa 3. Ubicación del Invernadero.

Fuente: Grijalva, 2018 con información de Dirección General del Centro Ecológico de Sonora, 2017; Grijalva, Miranda, & Sandoval, 2017.

Cuenta con 1,042 m<sup>2</sup>, dentro de los cuales se encuentra un camino, espacios para la vegetación que se encontraba en cada área y el canal del arroyo artificial que por ahí corría.

## 2.2.2. LINDEROS

El CES cuenta con límites tanto naturales como territoriales; al oeste se encuentra el cerro de las viboras, el cual condicionó el crecimiento del CES hacia esa dirección, y detrás del cerro se encuentran los fraccionamientos Casa Linda y Costa del Sol; al norte colinda con las colonias Adolfo de la Huerta, Cuauhtemoc Indeur, Fraccionamiento Rincón del Márquez; al este con los fraccionamientos Los Cirios, Altares Sección Franciscanos, Altares; y al sur se encuentran terrenos sin construcciones hasta el momento.



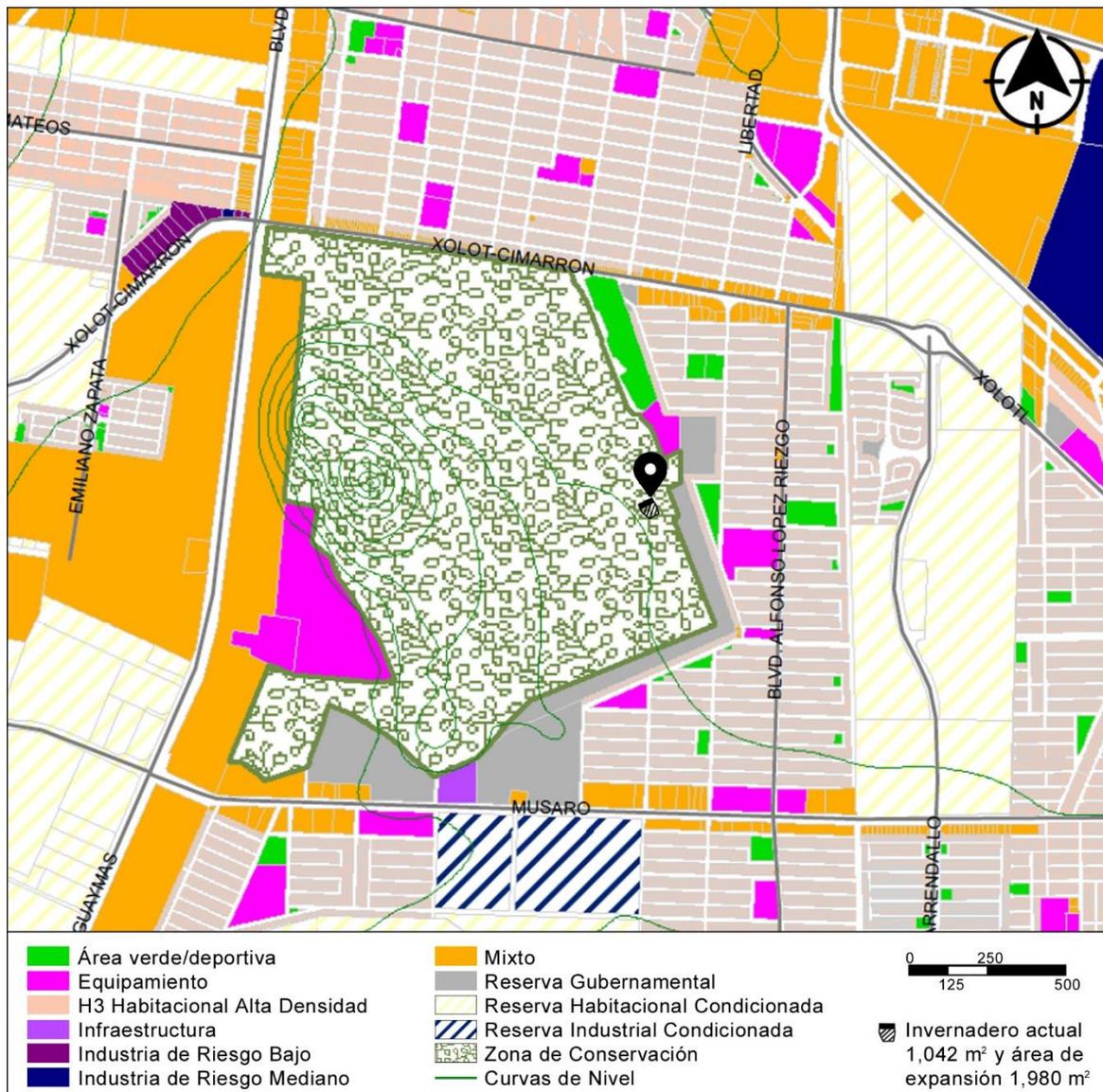
Mapa 4. Colonias Colindantes con el CES.  
Fuente: INEGI, 2017 con intervención propia

Como se observa en el Mapa 4, el Centro Ecológico de Sonora en su mayoría colinda con unidades habitacionales, principalmente hacia el norte y este, ya que al

oeste y sur se tienen en su mayoría terrenos sin construcciones y pocos conjuntos habitacionales, de dimensiones más pequeñas.

### 2.2.3. USOS DE SUELO

Según el Plano de Uso, Reservas y Destinos de Suelo, del IMPLAN, el CES es considerado como zona de conservación, como se aprecia en el siguiente mapa, a su vez, en el se observan los distintos usos de suelo que se encuentran colindantes al CES.



Mapa 5. Usos de suelo en la zona de estudio.

Fuente: IMPLAN, 2014

Como se aprecia en el Mapa 5, la mayoría de las colindancias cuentan con un uso de suelo habitacional, el cual representan las colonias mencionadas anteriormente en linderos las cuales, a su vez, cuentan con áreas verdes, equipamiento e infraestructura los cuales serán mencionados más detalladamente en los siguientes apartados.

Por otra parte, se observan 3 tipos de reservas colindantes al CES, las cuales son Reserva Gubernamental ubicadas al sur, sureste y este, en el perímetro del CES, Reserva Habitacional Condicionada ubicada casi en todas las orientaciones, con excepción del norte y por último, Reserva industrial Condicionada al sur.

También se encuentra presente el uso de suelo mixto, principalmente hacia la orientación este, sin embargo, se encuentra presente en las demás orientaciones solo que en menor extensión.

Por último, existe una pequeña zona de Industria de Riesgo Bajo hacia el noroeste, y al noreste se encuentra una zona de Industria de Riesgo Medio (sin embargo, esta sale del radio de estudio de 1.5 km).

#### *2.2.3.1. COS Y CUS*

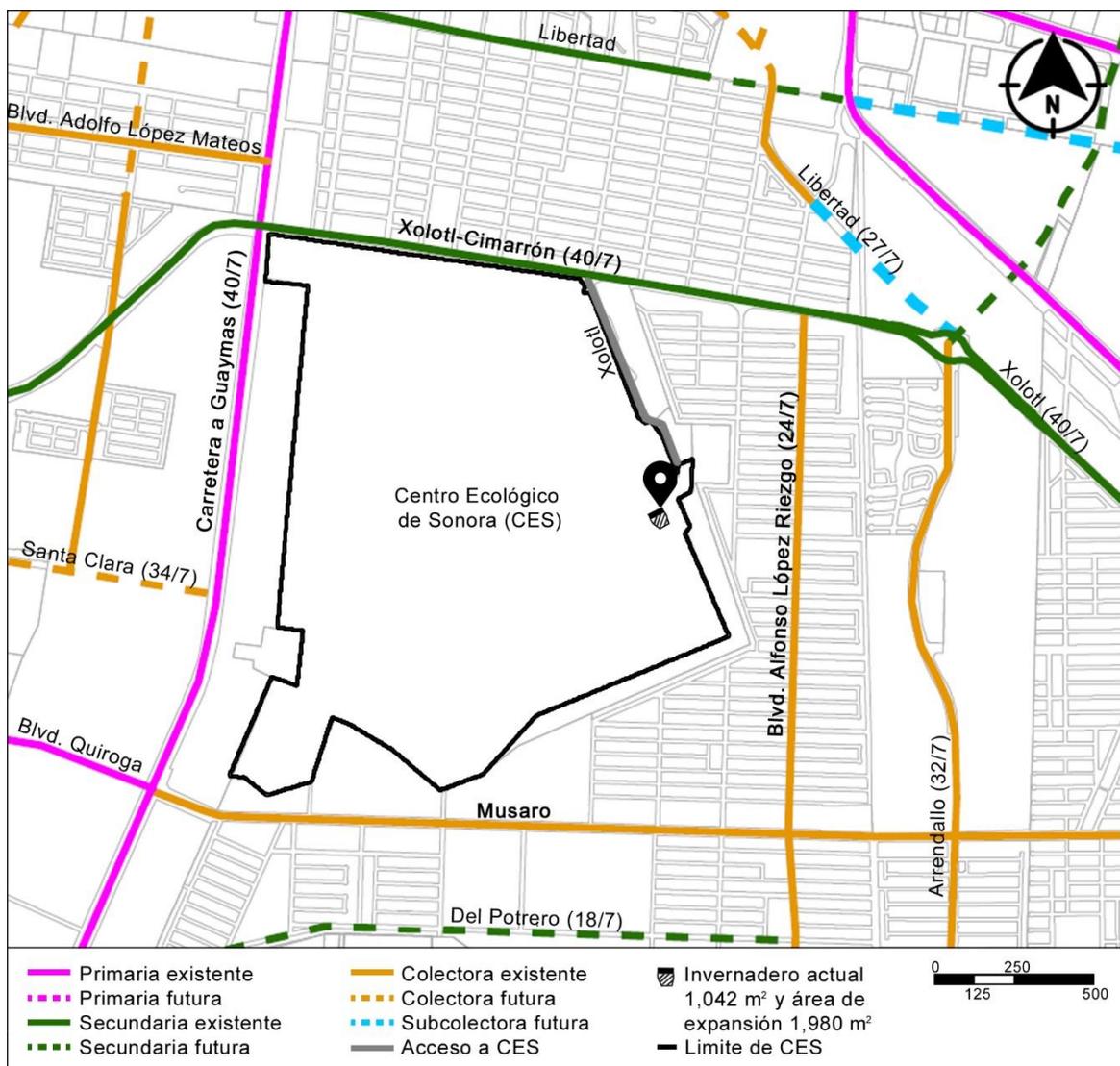
Debido a que el uso de suelo del Centro Ecológico de Sonora es zona de conservación, la tabla de criterios y compatibilidad de usos de suelo del Municipio de Hermosillo no indica un valor determinado para el coeficiente de ocupación del suelo (COS) ni para el coeficiente de utilización del suelo (CUS).

Sin embargo, para la expansión del invernadero, se tomó el área colindante al edificio del lado sur, donde no se encuentra vegetación en edad adulta, y la existente se mantuvo en su sitio por la condición de zona de conservación.

## 2.2.4. VIALIDADES

Debido a que el Centro Ecológico de Sonora se encuentra en la salida Sur de Hermosillo, una vialidad primaria importante que colinda con el terreno es la carretera a Guaymas.

Por el lado norte, se localiza la vialidad secundaria Xolotl-Cimarrón, y tanto para el sur como para el este cuenta con vialidades colectoras, Musaro y Blvd. Alfonso López Riezo respectivamente (IMPLAN, 2014), en el siguiente mapa se aprecian dichas vialidades.



Mapa 6. Tipos de vialidades cercanas a CES.  
Fuente: IMPLAN, 2014 con intervencion propia

También se tienen varias vialidades futuras, de los cuatro tipos: primaria, secundaria, colectora y subcolectora, las cuales serán prolongaciones de vialidades existentes, que en su mayoría son colectoras.

Sin embargo, el acceso al CES es por la calle Xolotl, la cual no entra dentro de alguna de las categorías antes mencionadas según la evaluación de IMPLAN.

Por su parte, dentro del Centro Ecológico de Sonora existen 3 tipos de sendas (ver Mapa 7), una es la de 2.4 km de recorrido principal que va desde 2.5 mts hasta 3.5 mts en su ancho, de concreto; otra es la del recorrido del ecosafari, la cual se recorre dentro del ecobus conducido por guías y por último, se tienen las sendas de servicio, utilizadas únicamente por el personal del CES; cuentan con dimensiones que van desde 1.2 mts hasta los 4.0 mts y son de terracería; en ninguno de los casos se cuenta con banquetas que delimiten las circulaciones.

Es importante mencionar que, en algunos casos, sendas que son de servicio pasaron a ser parte del recorrido, debido a desviaciones por reparaciones o por zonas que se cerraron, como es el caso de la conexión de la granja infantil con el recorrido (ver Fotografía 35, esquina inferior izquierda), ya que anteriormente se accedía a este lugar después de haber recorrido el invernadero.

En las siguientes fotografías se aprecia la senda que conecta el invernadero con el recorrido del CES, la cual se encuentra delimitada por postes bajos y cadenas.



Fotografía 35. Vista de senda hacia invernadero.  
Fuente: Grijalva, 2018



Fotografía 36. Vista de senda desde invernadero.  
Fuente: Grijalva, 2018



Mapa 7. Sendas en Centro Ecológico de Sonora.  
 Fuente: Grijalva, Miranda, Sandoval, 2018, con intervención propia

A continuación, se muestran 4 cortes de sendas cercanas al invernadero; la primera es la A, que conecta el edificio con el resto del recorrido, ya que este es el único punto de acceso a él; la senda B es de servicio, utilizada por el personal del CES únicamente, sin embargo, no se encuentra cerrada al público; la C y la D forman parte del recorrido principal, pero la C se encuentra delimitada por la granja manteniendo sus dimensiones en dicha área.

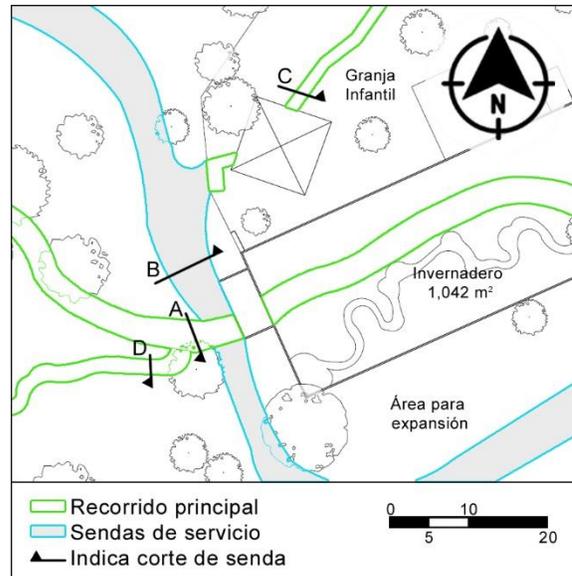


Imagen 13. Ubicación de cortes de senda.  
Fuente: Grijalva, 2018

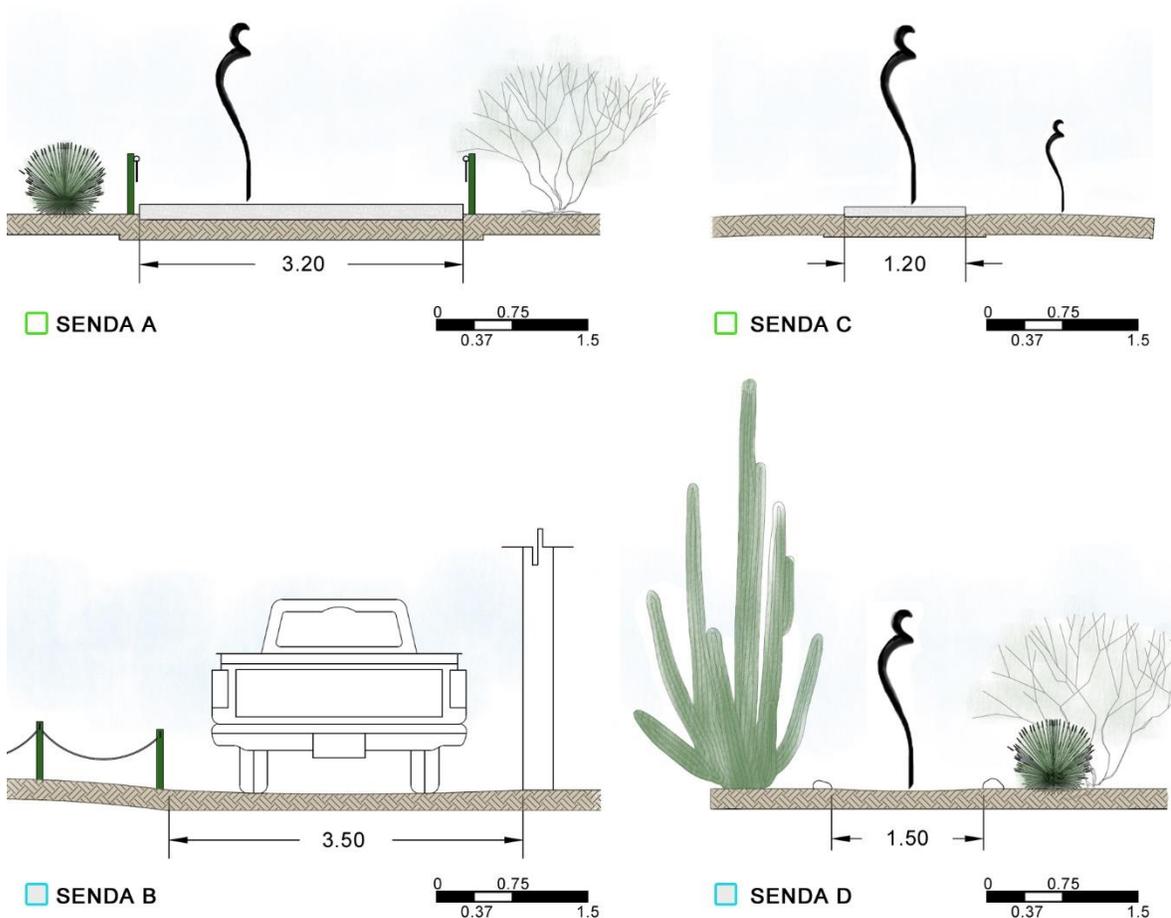


Imagen 14. Cortes de sendas cercanas al CES.  
Fuente: Grijalva, 2018

## **2.2.5. EQUIPAMIENTO, INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS PÚBLICOS**

Para hacer un análisis más cercano a la realidad aunado a la reglamentación existente, se consultó el reglamento de SEDESOL, específicamente el Tomo V: Recreación y Deporte, tomando como base un área de ferias y exposiciones, debido a que no aparece un invernadero como tal. Sin embargo, el radio de servicio regional recomendable es de 30 kms o bien, una hora, lo cual abarca toda la ciudad tanto en tiempo como en distancia.

Es por esto que, para fines de la presente investigación, se tomó un radio de 1.5 km, haciendo un análisis del equipamiento, infraestructura y servicios públicos únicamente de las zonas vecinas y/o del sector en donde se encuentra el Centro Ecológico de Sonora.

### *2.2.5.1. Equipamiento urbano*

Análisis basado en los tipos de equipamiento definidos por SEDESOL. Tomando el radio de estudio mencionado anteriormente, y según datos de INEGI, se cuenta con un total de 326 establecimientos, entre los cuales se encuentra equipamiento deportivo, comercial, de salud, educativo, entre otros. A continuación, en el Mapa 8, se muestra el área analizada y la ubicación de los diferentes establecimientos mencionados en los siguientes puntos.

#### *Educación y cultura*

Se cuenta con 28 espacios que brindan servicios educativos, de los cuales 25 son escuelas básicas de educación media y básica, 1 es escuela de oficios y 2 son otros servicios educativos.

#### *Salud y Asistencia social*

Se tienen también 14 establecimientos que brindan servicios de salud, generalmente consultorios, 6 de orientación y trabajo social y 8 guarderías.

### *Comercio y abasto*

En cuanto a equipamiento comercial, existen 253 establecimientos de comercio al por menor en donde destacan los relacionados a la venta de alimentos, principalmente pan y tortillas, sin embargo, también se encuentran abarrotes y minisúper, a su vez, se tienen 7 establecimientos de comercio al por mayor.

### *Comunicación y transporte*

Dentro del radio de estudio o cercano a él, no se cuenta con alguna central de camiones o un aeropuerto.

### *Recreación y deporte*

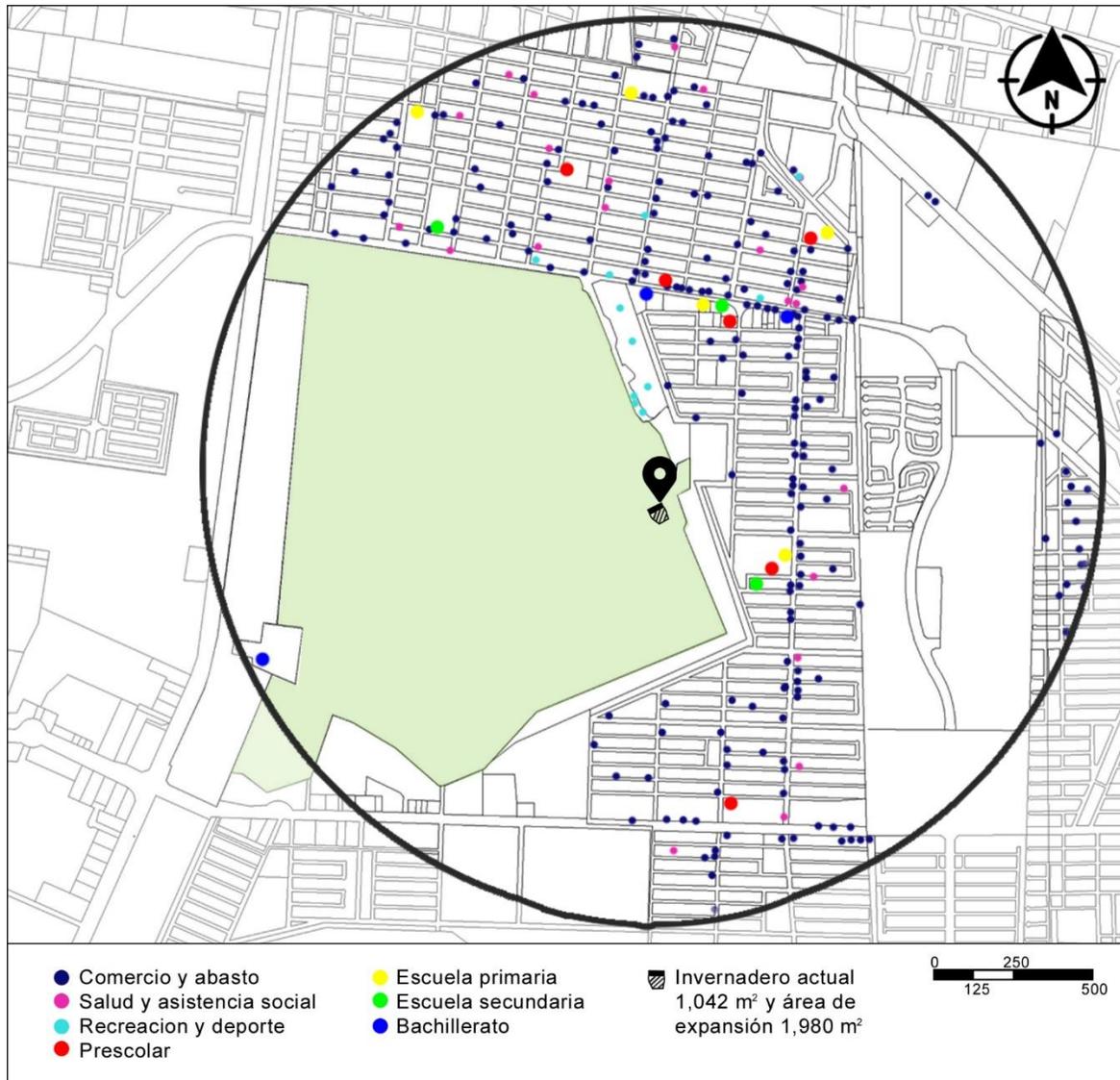
Hay 10 equipamientos de esta categoría, incluyendo el mismo Centro Ecológico de Sonora, como equipamiento recreativo, así como distintos parques.

Por otra parte, uno de los edificios más notorios en el área, el cual se encuentra colindante directamente con el CES, es la Unidad Deportiva Ana Gabriela Guevara, ubicada en la av. Xolotl-Cimarrón, la cual se compone de Alberca semi olímpica, gimnasio polifuncional (ver Fotografía 37) y patinódromo.



Fotografía 37. Gimnasio polifuncional “Ana Gabriela Guevara”.  
Fuente: Grijalva, 2017

A continuación, se muestra el mapa con la ubicación del equipamiento mencionado anteriormente dentro del radio de estudio.



Mapa 8. Equipamiento urbano.  
Fuente: INEGI, 2017 con intervención propia

### *Equipamiento dentro del Centro Ecológico de Sonora.*

En el interior del Centro Ecológico de Sonora, también se tienen distintos tipos de equipamiento, entre los cuales se puede mencionar dentro de educación y cultura los distintos módulos ilustrativos de los ecosistemas, el museo de vida silvestre, el observatorio y el ecosafari, lugares donde se cuenta con guías o personal con conocimiento acerca de los distintos temas presentados en las exhibiciones, así

como con láminas informativas. Existe un aula audiovisual con capacidad para 250 personas, donde se presentan conferencias o eventos importantes del CES ubicada en el edificio principal.

Respecto a equipamiento comercial, se tienen 4 palapas/cafetería dentro del recorrido, sin embargo, solo una se encuentra en funcionamiento, al igual que la cafetería principal, al inicio del recorrido.

La palapa/cafetería que se encuentra en funcionamiento, es a su vez una tienda de souvenirs, donde se pueden encontrar artículos como gorras, camisetas, tazas, entre otros con el logotipo del CES, pero esta no es la única tienda de souvenirs, ya que en el edificio principal se ubica otra, solo que permanece cerrada la mayoría del tiempo.

El CES esta equipado con módulos de baño ubicados en la parte trasera de las palapas/cafeterías, así como con un módulo de sanitarios en el edificio principal.

Al inicio del recorrido, el CES cuenta con el servicio gratuito de transporte para las personas mayores o con discapacidades.

Fuera del recorrido se encuentra el centro médico veterinario, donde se atiende a los animales y donde se recibe y se mantiene a los animales nuevos antes de trasladarlos a su respectivo cautiverio.



Fotografía 38. Palapa y tienda de souvenirs, ubicada frente a ecosafari.  
Fuente: Grijalva, 2016



Fotografía 39. Carros electrónicos para transporte gratuito dentro del CES.  
Fuente: Grijalva, 2017

A continuación se muestra la ubicación de equipamiento dentro del recorrido.



Fotografía 40. Vista aérea del Centro Ecológico con ubicación de equipamiento.

Fuente: Grijalva, Miranda, Sandoval, 2018, con intervención propia

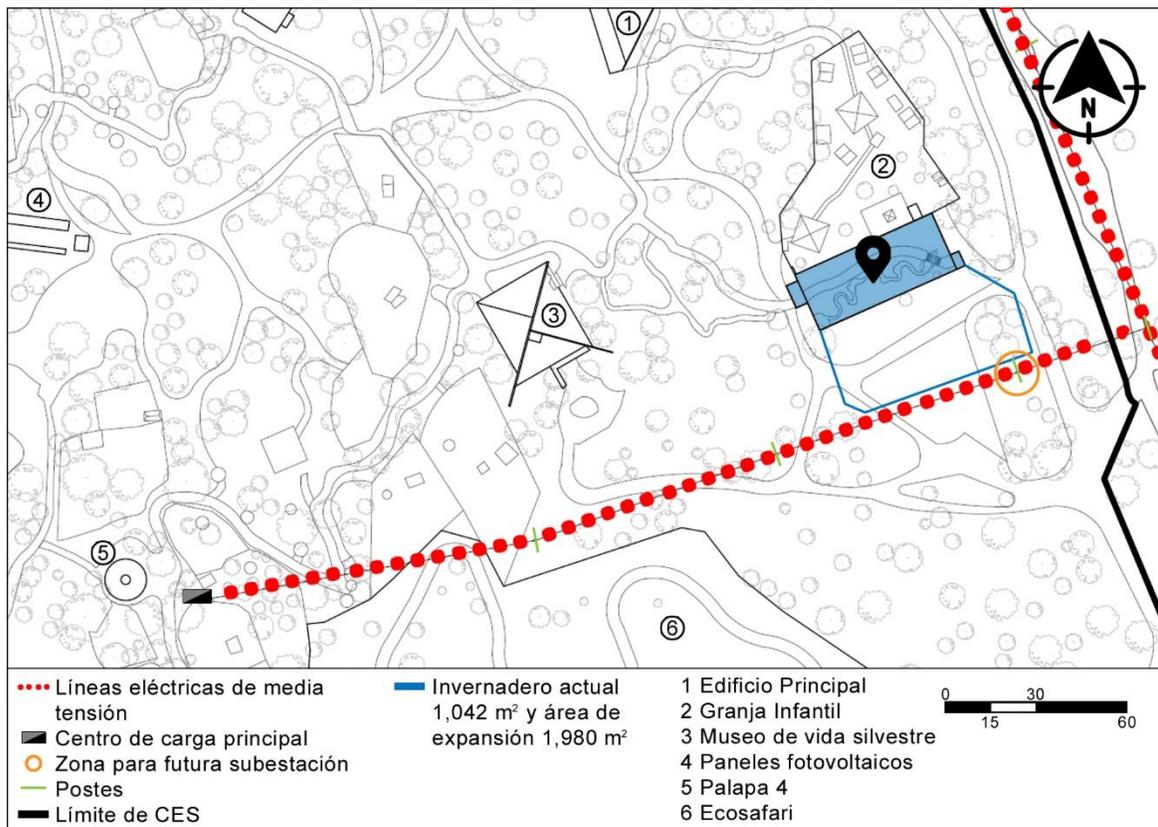
### 2.2.5.2. Infraestructura Urbana

#### Infraestructura general

El CES cuenta con servicio de agua potable y energía eléctrica descritos en los siguientes subtemas, sin embargo, no cuenta con red de drenaje, las instalaciones dentro del conjunto cuentan con fosas sépticas, sin embargo, el invernadero puede conectarse a la red de drenaje ya que se encuentra en las periferias del CES.

#### Red de energía eléctrica

Dentro del CES, se tiene un centro de carga principal ubicado frente a la palapa 4, colindante con el cautiverio del Emu (ver Fotografía 41), sin embargo, se planea una subestación conectada a las líneas de media tensión ubicadas cercanas al invernadero por el sur, para abastecer tanto al invernadero como al museo de vida silvestre (Grijalva y Alborez, 2018).



Mapa 9. Red de energía eléctrica.  
 Fuente: Grijalva, 2018



Fotografía 41. Centro de carga principal.  
Fuente: Grijalva, 2018



Fotografía 42. Líneas de media tensión  
ubicadas al sur del invernadero.  
Fuente: Grijalva, 2018

Justo debajo del poste de la Fotografía 42, es donde se planea colocar una subestación, la cual abastecería directamente al proyecto.

### *Red de agua potable*

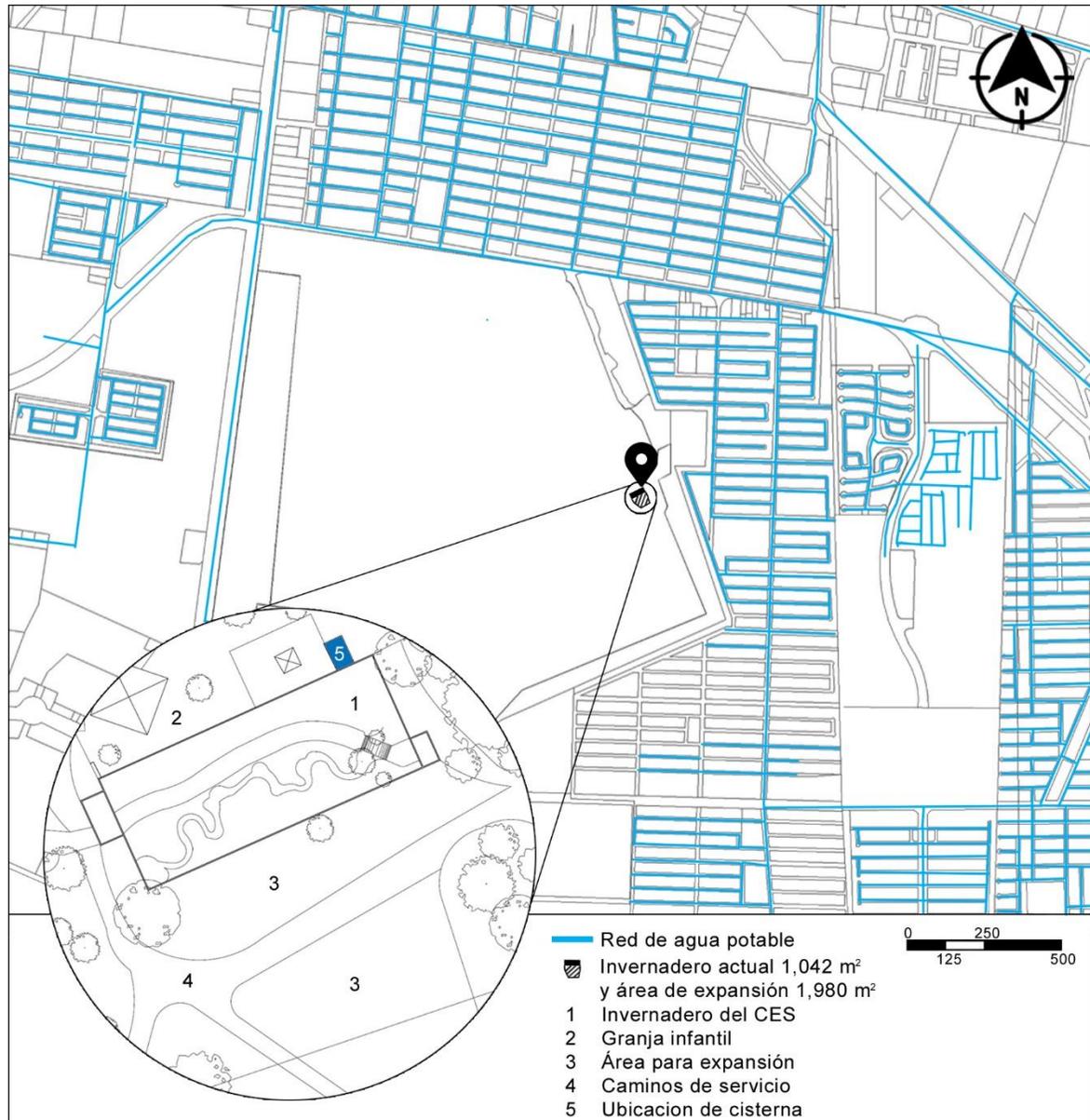
En el Mapa 10, se aprecian las tuberías en la mayoría de las calles, sin embargo cuando no hay suficiente presión por parte de agua de Hermosillo para el CES, se utiliza una pila elevada con capacidad de 300 metros cúbicos (ver Fotografía 43) y se reparte a los distintos puntos del CES por gravedad, esta pila recibe el agua de tanques ubicados a las afueras del predio (tanques akiwikis, cap. 1475 m<sup>3</sup> el cuadrado y 1,600 m<sup>3</sup> el circular, con elevación de 273.14 y 276.94 respectivamente (Agua de Hermosillo, 2015)).



Fotografía 43. Tanque elevado en CES.  
Fuente: Grijalva, 2017



Fotografía 44. Ubicación de cisterna.  
Fuente: Grijalva, 2018



Mapa 10. Servicio de agua potable.

Fuente: H. ayuntamiento de Hermosillo, 2015-2018 con intervención propia

Para abastecer el invernadero, se cuenta con una cisterna con capacidad de 10 m<sup>3</sup>, ubicada al noreste de la estructura, dentro de la granja infantil como se ve en el Mapa 10, la cual está en condiciones de volverse a utilizar, ya que cuenta con las conexiones necesarias para suministrar el agua, sin embargo, tendría que colocarse una cisterna extra para la expansión del área.

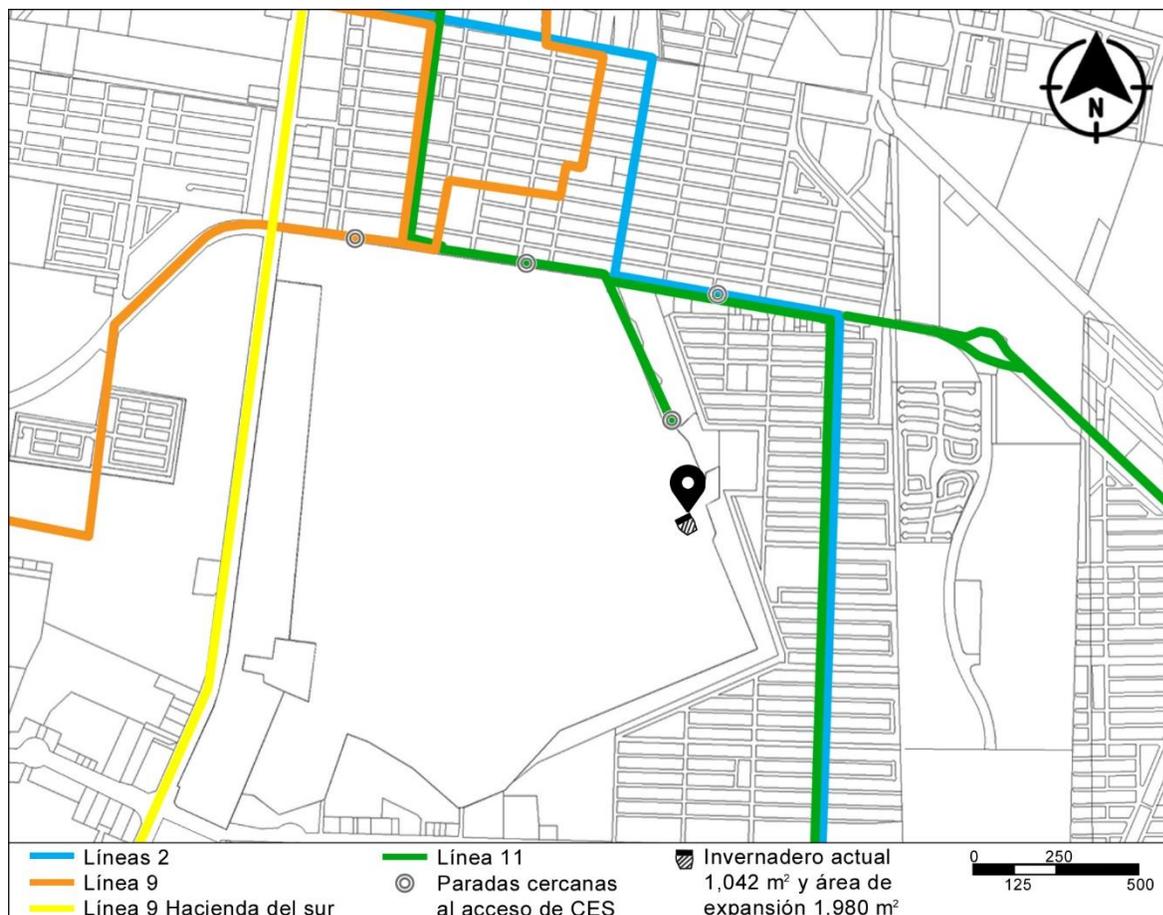
### 2.2.5.3. Servicios Públicos

#### *Recolección de basura*

En cuanto a la recolección de basura, se realiza los días martes y viernes, en horario de 5:00 a.m. a 12:00 p.m. la cual se recolecta a la salida del Centro Ecológico de Sonora en unos contenedores, ya que el personal de mantenimiento es quien se encarga de hacer la recolección interna de basura.

#### *Transporte urbano*

En Hermosillo se tiene el sistema de transporte UNE, el cual cuenta con 25 rutas que atraviesan toda la ciudad, sin embargo, solo 9 llegan al sector sur (incluyendo suroeste y sureste), de las cuales cuatro pasan por la calle Xolotl-Cimarrón (ver Mapa 11) y una por la carretera a Guaymas (línea 9, Haciendas del sur).



Mapa 11. Líneas de transporte disponibles en la zona.

Fuente: SIGEM, 2017; Portal UNE Transporte Sonora, Gobierno del Estado de Sonora, 2018

Como se ve en el mapa, las paradas de camión se ubican en la calle Xólotl-cimarrón, lo que se vuelve un punto a favor para el proyecto, ya que la personas pueden llegar al CES por medio del transporte público. Cabe mencionar que la línea 11, entra hasta el estacionamiento del CES.

### *Disponibilidad de banquetas*

En el Mapa 12 se observa que las unidades habitacionales colindantes cuentan con banquetas en su gran mayoría, sin embargo, la calle templo Tláloc, por la cual se accesa al CES, no cuenta con esta infraestructura en su totalidad, ya que solo tiene banqueta por el lado Este en el polifuncional Ana Gabriela Guevara.



Mapa 12. Disponibilidad de banquetas en vialidades.  
Fuente: INEGI, 2017

Por su parte, en el interior del CES, todo el recorrido se encuentra con firme de concreto, incluyendo las zonas de descanso.

### **2.2.6. IMAGEN URBANA**

Según el estudio de Kevin Lynch, la ciudad es perceptible para sus habitantes por medio de distintos elementos que dan sentido a los espacios, y en base a ellos las personas crean mapas mentales que les ayudan a ubicarse o recordar distintos puntos dentro de la ciudad; a continuación, se presentan los distintos elementos según la clasificación de Kevin Lynch que se encuentran presentes en el área cercana al Centro Ecológico de Sonora y dentro del mismo.

#### *Sendas*

El Blvd. Xolotl y la calle Alfonso López Riezgo son notorias para los habitantes que visitan esta zona, ya que es por donde pasan las rutas de camiones, y por donde se concentra la mayor cantidad de equipamiento comercial.

Otra senda es la carretera a Guaymas, ya que por ser carretera se vuelve un punto de ubicación para residentes de Hermosillo y foráneos.

Por su parte, dentro del CES, las sendas son muy específicas, ya que cuenta con 3 ya definidas, las cuales se vieron en el apartado de vialidades.

#### *Bordes*

En general, los bordes en esta zona lo representan los conjuntos habitacionales y la horizontalidad de todos ellos, ya que no se encuentran barreras arboladas o elementos de este tipo. Sin embargo, el cerro las Víboras significa un borde para el crecimiento del Centro Ecológico de Sonora.

Por el contrario, dentro del CES, los bordes están dados por todos los cautiverios, los cuales son únicamente para los animales y para personal del centro, por lo que el recorrido está delimitado por cadenas, vegetación o tubos.

### *Barrios*

Como se mencionó en el punto anterior, el Centro Ecológico de Sonora, se encuentra rodeado de varias colonias, las cuales son conocidas y catalogadas como “peligrosas” en cierto sentido, ya que se suelen escuchar frases como “hubo un robo en tal lugar”. Por esto mismo, las colonias Nuevo Hermosillo y Altares son ubicables para los hermosillenses.

Sin embargo, esto no es muy satisfactorio para el proyecto, ya que posiblemente algunas personas no acuden a visitar al CES por la ubicación que tiene el mismo.

### *Nodos*

El Nudo de la carretera a Guaymas con el Blvd Xolotl, es el más representativo de la zona a consideración propia, ya que desde este punto se indica el acceso al CES y es donde convergen 2 sendas importantes.

Dentro del CES, se tienen varios nodos, ya que se tienen varios puntos en donde el usuario puede elegir hacia donde avanzar dentro del recorrido principal, los cuales pueden apreciarse en el apartado de vialidades, en el Mapa 7. Sendas en Centro Ecológico de Sonora.

### *Hitos*

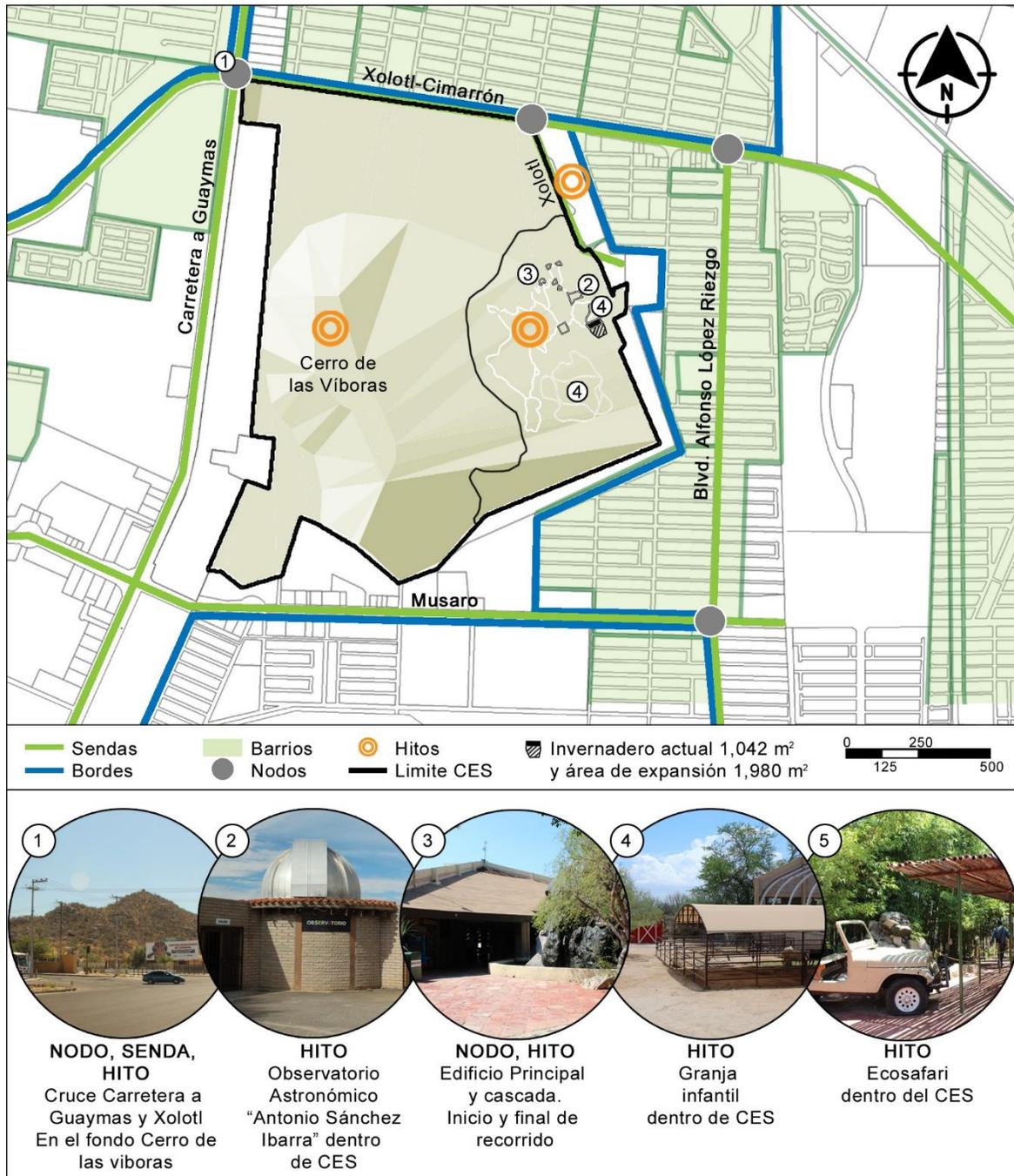
Un edificio a considerarse como hito, es el Gimnasio Ana Gabriela Guevara, el cual por sus dimensiones y formas se vuelve un punto de referencia para las personas.

Por otra parte, los hitos no son solamente edificios sino también elementos naturales, y en este caso sería el Cerro de las Víboras, el cual podemos ver desde el nodo que se genera entre la carretera Hermosillo Guaymas y el boulevard Xolotl, desde el gimnasio y desde las colonias ubicadas al sur del CES. Así mismo podemos considerar el centro como un hito para los hermosillenses.

En el interior del CES, el edificio principal es icónico, ya que aquí se inicia y se concluye el recorrido, y la cascada que se tiene en este punto se vuelve un lugar donde las personas suelen fotografiarse. Otros puntos que pueden considerarse

hitos dentro del recorrido son la granja infantil, el ecosafari, el museo y el observatorio.

En el siguiente mapa se muestran gráficamente los elementos mencionados anteriormente.



Mapa 13. Imagen urbana con criterios de Kevin Lynch.

Fuente: Grijalva, 2018

### **2.2.7. ESTUDIO O CONSIDERACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL**

Al ser un proyecto relacionado directamente con la flora, fue de suma importancia hacer una revisión de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (PROFEPA, 2010), la cual indica la protección ambiental de las especies nativas de México, tanto de flora como de fauna silvestre, clasificándolas en 4 categorías de riesgo que son: en peligro de extinción, amenazada, con protección especial y probablemente extinta en el medio silvestre.

A su vez, menciona cuales son los criterios para clasificar a las especies en las distintas categorías, y las indicaciones para la protección de las mismas, además presenta el listado con las especies, el cual se revisó y se aplicó en la Tabla 11, 11, 12: Flora en CES, y en las tablas Tabla 15, Tabla 17, Tabla 19: Fauna en CES abordadas en los siguientes subcapítulos.

En cuanto a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LLEEPA) (PROFEPA, 2015), en el artículo primero, en los puntos IV, V, VII, se hace referencia a varios puntos abordados en el proyecto.

Por otra parte, el capítulo III de la misma ley hace referencia a la preservación y restauración del equilibrio ecológico y al ambiente, haciendo mención del cuidado de los distintos ecosistemas y el aprovechamiento de los recursos naturales para no acabar con ellos.

En la sección II, se hace mención de los tipos y características de las áreas naturales protegidas, dentro de las cuales se encuentran las zonas de conservación como el CES.

También se encuentra el proyecto de Invernaderos de cubiertas plásticas-diseño y construcción-especificaciones (PROY-NMX-E-255-CNCP-2012) (Diario Oficial de la Federación, 2013), la cual cancelara a la Norma Mexicana de construcción de invernaderos (NMX-E-255-CNCP-2008) (Asociación Mexicana de Constructores de Invernaderos, A.C., 2008), en la cual se mencionan y especifican los procesos a

seguir para la construcción de invernaderos con cubiertas plásticas y diferentes características que favorezcan la seguridad de la estructura.

### **2.2.8. REGLAMENTACIÓN VIGENTE**

El reglamento de construcción de Hermosillo, se consultó más que nada para obtener dimensiones, cantidades y capacidades mínimas necesarias (H. AYUNTAMIENTO DE HERMOSILLO).

El reglamento de protección civil para el municipio de Hermosillo, hace mención de las características que debe tener un edificio para proteger a los usuarios en casos de siniestro. (capítulo 9, 17, 19).

En el Plan de Desarrollo Municipal (H. AYUNTAMIENTO DE HERMOSILLO, 2016-2018), en el Eje 3 Hermosillo Competitivo y Emprendedor, uno de los temas prioritarios es el fomento al turismo, hablando de ello en el punto 3.7, donde cabe destacar la iniciativa de impulsar los servicios turísticos, en este caso el Centro Ecológico de Sonora.

En el punto 3.7.1 menciona el contribuir a revitalizar y consolidar los lugares turísticos de Hermosillo con distintas estrategias de promoción. En el punto 3.7.3 menciona el promover la inversión pública y privada en los distintos destinos turístico y por último en el punto 3.7.4 hace mención de la sustentabilidad de la actividad turística en los distintos destinos.

Debido a que no se encuentra en una zona protegida por el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), no se consultó el reglamento de la ley federal sobre monumentos y zonas arqueológicas, artísticos e históricos.

### **2.3. MEDIO FÍSICO**

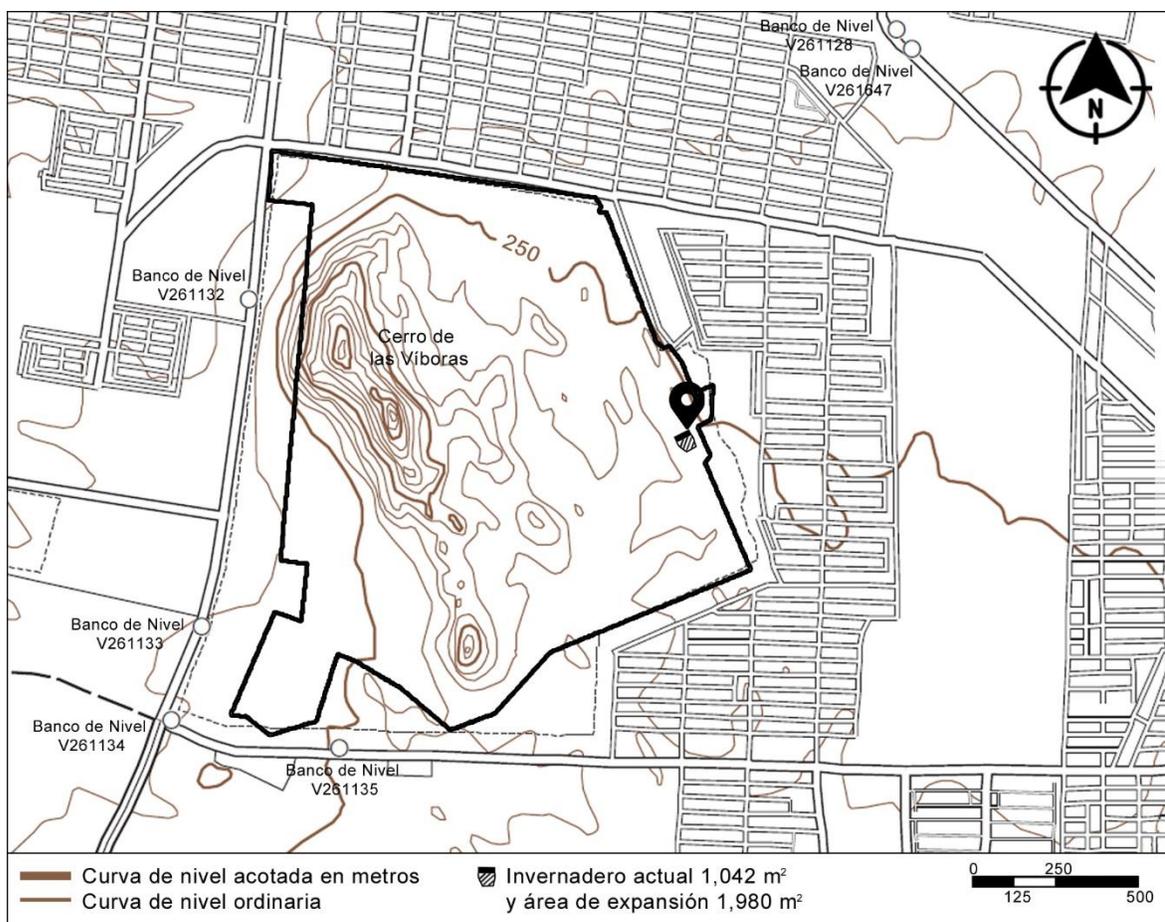
En cuanto al análisis del medio físico, se presentan todas las variables medio ambientales relacionadas con Hermosillo, y específicamente del Centro Ecológico de Sonora, incluyendo datos climatológicos, topográficos y datos de flora y fauna.

### 2.3.1. TOPOGRAFÍA

El Centro Ecológico de Sonora, se encuentra entre las coordenadas (503:000E,3:211:000N) y (506:000E,3:209:000N) sin embargo, el invernadero se encuentra prácticamente en las coordenadas (505:000E,3:210:000N) según la carta topográfica: Hermosillo H12D41 (INEGI, 2015).

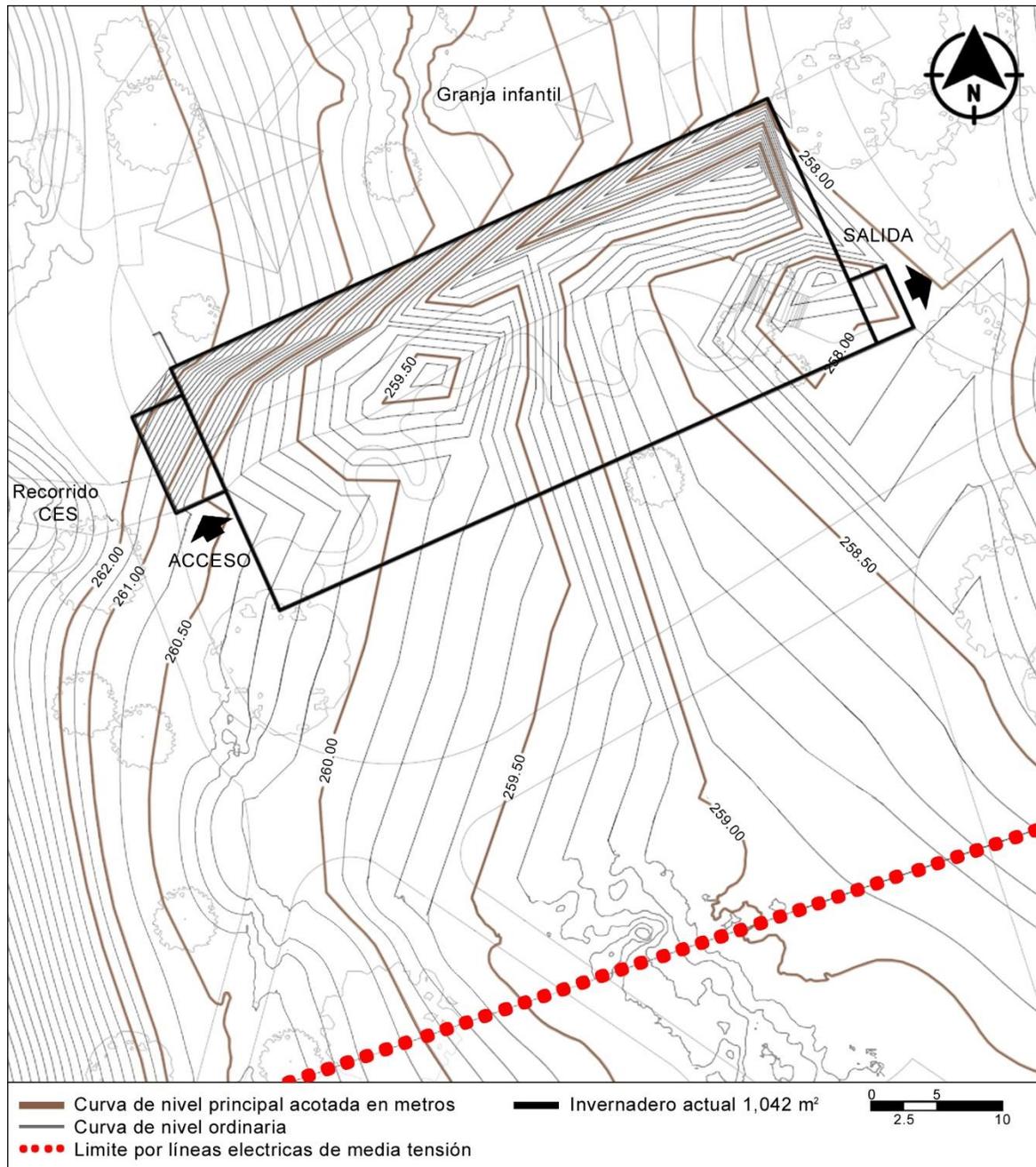
#### 2.3.1.1. Curvas de nivel

Como se aprecia en el Mapa 14, obtenido de la carta topográfica: Hermosillo H12D41, de INEGI, gran parte del Centro Ecológico de Sonora, se encuentra con un nivel de 250 metros, alcanzando los 340 metros en el punto más alto y 300 metros en el punto medio del cerro Las Víboras, presentando curvas de nivel ordinarias en el resto del cerro y del CES.



Mapa 14. Curvas de nivel en Centro Ecológico.  
Fuente: INEGI, 2015

En cuanto a la zona donde se ubica el invernadero y el área para posible expansión se cuenta con diferencias de niveles que se aprecian en el siguiente mapa, con una disminución en altura que va de noroeste a sureste.



Mapa 15. Curvas de nivel en zona del proyecto.

Fuente: Servicios Topograficos del Noroeste. TOPNOR, 2018, y Consultoría Geológica GV SC, 2018 con intervencion propia.

### 2.3.1.2. Poligonal del terreno

A continuación, se presenta la poligonal del invernadero existente, así como el cuadro de construcción de la misma.

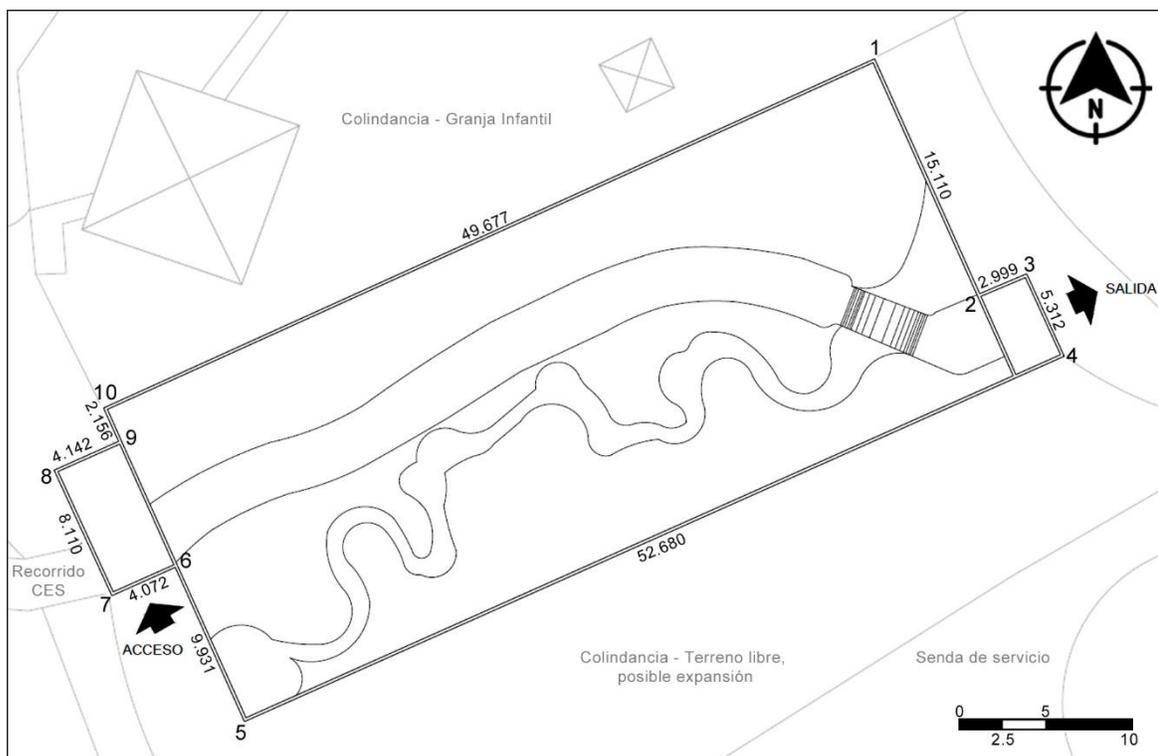


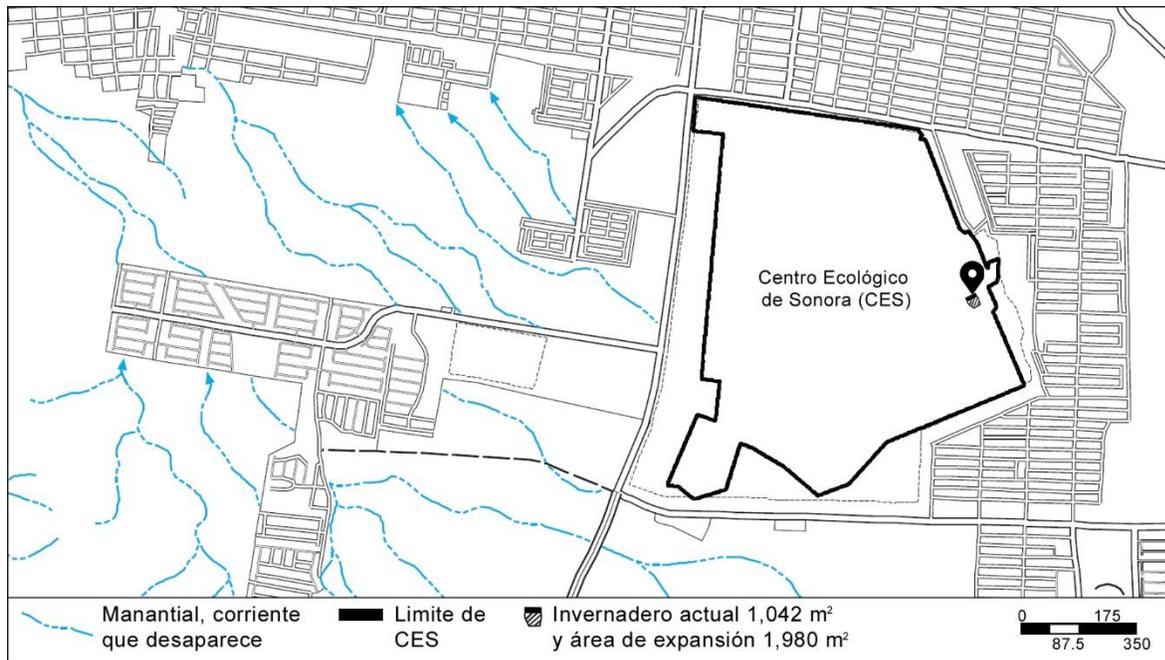
Imagen 15. Poligonal del terreno.  
Fuente: Servicios Topograficos del Noroeste. TOPNOR, 2018

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN						
Lado		Rumbo	Distancia	V	Coordenadas	
EST	PV				X	Y
				1	3,209,758.5080	505,179.4750
1	2	S 24'06'01.16" E	15.110	2	3,209,744.7150	505,185.6450
2	3	N 67'06'08.67" E	2.999	3	3,209,745.8820	505,188.4080
3	4	S 24'28'33.92" E	5.312	4	3,209,741.0470	505,190.6090
4	5	S 65'57'26.02" W	52.680	5	3,209,719.5840	505,142.4990
5	6	N 24'11'07.60" W	9.931	6	3,209,728.6429	505,138.4305
6	7	S 65'57'26.02" W	4.072	7	3,209,726.9840	505,134.7120
7	8	N 24'40'42.33" W	8.110	8	3,209,734.3530	505,131.3260
8	9	N 65'57'26.02" E	4.142	9	3,209,736.0403	505,135.1082
9	10	N 24'11'07.60" W	2.156	10	3,209,738.0070	505,134.2250
10	1	N 65'37'35.70" E	49.677	1	3,209,758.5080	505,179.4750
SUPERFICIE = 1,059.489 m <sup>2</sup>						

Tabla 3. Cuadro de construcción de la Poligonal del Invernadero del Centro Ecológico de Sonora.  
Fuente: Servicios Topograficos del Noroeste. TOPNOR, 2018

### 2.3.2. HIDROLOGÍA

Como se ve en el Mapa 16, de la carta topográfica: Hermosillo H12D41, de INEGI, las corrientes de agua existentes en puntos cercanos al Centro Ecológico de Sonora, no pasan por la reserva, sino que se encuentran colindantes por el lado Oeste con dirección al noroeste.



Mapa 16. Corrientes de agua cercanas al CES.  
Fuente: INEGI, 2015

Por su parte, dentro del CES, en la zona donde se encuentra el invernadero no se tienen problemas de encharcamiento de agua, ya que en temporadas de lluvia el agua fluye de noroeste a sureste según las curvas de nivel del terreno.

### 2.3.3. MECÁNICA DE SUELOS

En entrevista con el Ing. Oscar Rafael Rodríguez (2017), maestro de la Universidad de Sonora en el departamento de Ingeniería Civil y Minas, con experiencia en mecánica de suelos, comentó que el terreno en que se encuentra el Centro Ecológico es de arenas limosas, con espesores que van desde los 50 cms hasta los 2 metros dependiendo del punto en el que se ubique.

En cuestión de excavaciones, en áreas limosas se puede tener un 20% de material Tipo A (más blando, excavación con pala) y el 80% de material Tipo B (menos blando y más duro, excavación con pico y pala), sin embargo, entre más cerca se encuentre del cerro, donde aflora la roca, se tiene un material de Tipo C (duro, excavación con explosivos o equipos de aire a compresión).

A su vez, este terreno tiene una capacidad de carga de 30 ton/m<sup>2</sup> donde se encuentra la roca y abarcando un estrato de 2.0 a 3.0 mts, se puede encontrar una capacidad de carga que va desde las 10 ton/m<sup>2</sup> (superficial: 50 cms) a las 12 ton/m<sup>2</sup> (más de un metro).

#### **2.3.4. CLIMA**

Hermosillo se encuentra ubicado en la latitud 29.25° Norte, con una altitud de 220 metros; a continuación, se presentan los distintos datos climáticos de la ciudad.

##### *2.3.4.1. Temperatura promedio mensual*

La ciudad de Hermosillo tiene una temperatura que varía de entre los 3°C en invierno hasta casi los 45°C en verano; en enero y diciembre son muy similares, debido a que se encuentran en temporada de invierno, las cuales van desde los 3°C hasta los 24°C, llegando así a la zona de confort ubicada entre los 20°C y 24°C; el mes de febrero alcanza las mismas temperaturas bajas que los meses anteriores, sin embargo, ha logrado alcanzar los 33°C.

Marzo y noviembre tienen un promedio mensual que va desde los 6°C hasta los 28°C.

En el mes de abril, se observa como las temperaturas enfatizan el cambio de estación, logrando temperaturas que van desde los 4°C hasta los 36°C, y la misma situación se repite en el mes de octubre que va desde los 10°C hasta los 37°C.

Las temperaturas más altas son las de los meses de junio, julio, agosto y en menos cantidad septiembre, con temperaturas que va desde los 20°C hasta los 44°C, alcanzando muy poco el rango de confort en verano, que va de los 23°C a los 26°C.

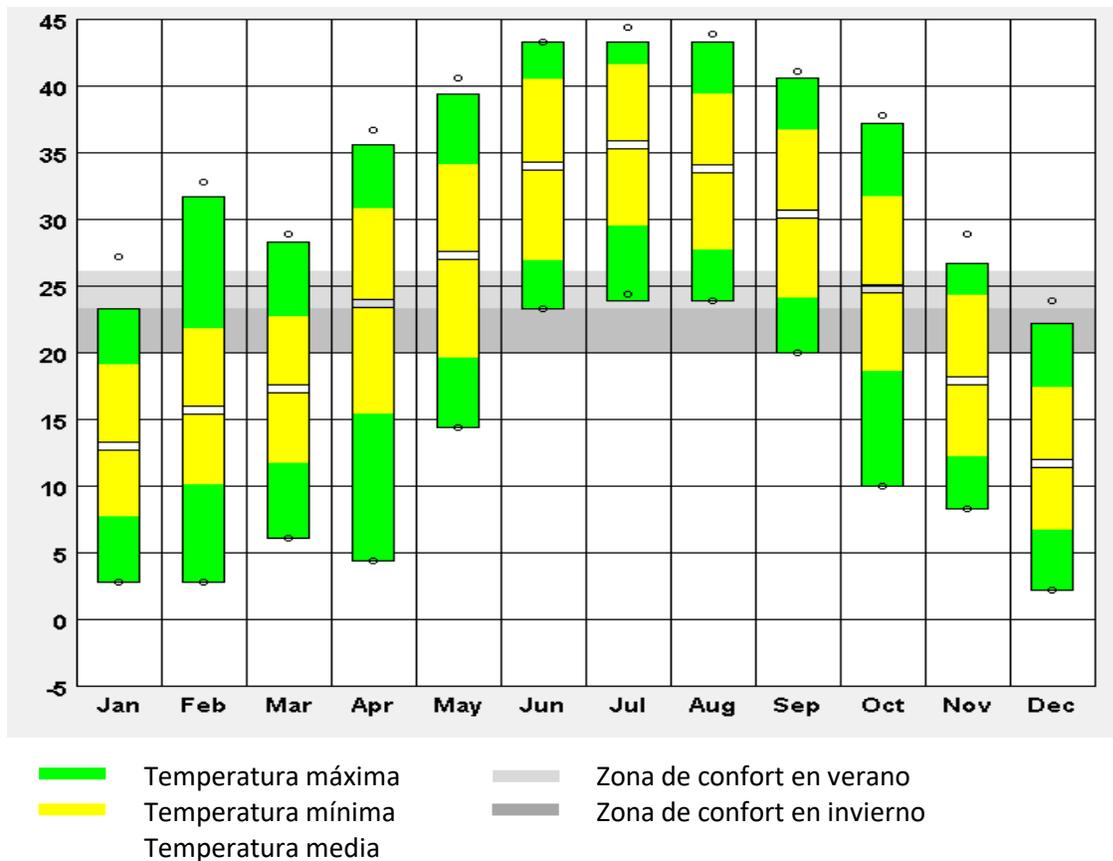
En la tabla siguiente, se aprecian las variaciones cuantitativas de las temperaturas alcanzadas mensualmente en Hermosillo.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Máxima	24.5	34	28	36	37.2	44	44	44	41.3	37	28.3	23.9
Mínima	3	3	6	4	14.8	24	25.6	24.6	20	10	6	9.9
Media	13.7	16	17	24.4	27.8	33.9	32.8	34	30.7	24.8	17	16.9

Tabla 4. Temperatura promedio mensual.

Fuente: Climate Consultant, 2017

Y con el siguiente gráfico, se observa que las temperaturas máximas y las temperaturas mínimas entran poco sobre el rango de confort de las personas tanto en invierno como en verano, por lo que es necesario evaluar que equipos o sistemas de climatización son óptimos para utilizar y lograr el confort tanto de las personas como de las plantas a utilizar, así como verificar en que meses será necesario hacer uso de dichos equipos.



Gráfica 3. Temperatura promedio mensual.

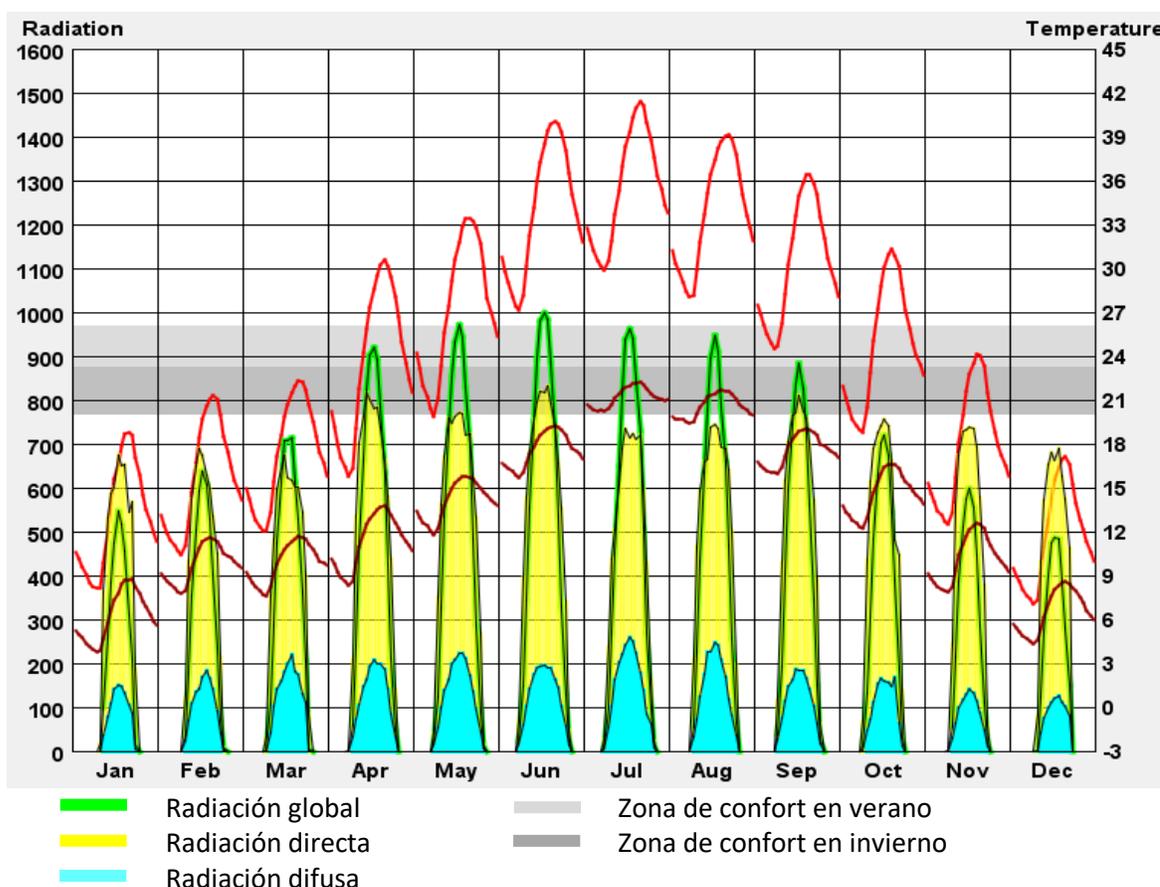
Fuente: Climate Consultant, 2017

### 2.3.4.2. Radiación solar promedio mensual

Es necesario conocer los parámetros de radiación solar para evaluar si es óptimo o no mantener áreas al aire libre descubiertas o cubiertas, así como para dimensionar las aperturas en muros, ya sea puertas o ventanas.

La Gráfica 4, muestra la radiación solar directa que se alcanza en los distintos meses del año, llegando a poco más de 800 W/m<sup>2</sup>, en el mes de junio y variaciones que van desde los 700 a los 800 W/m<sup>2</sup> en los meses de abril a noviembre; por su parte la radiación solar más baja se presenta en enero, febrero, marzo y diciembre, variando de los 600 a los 700 W/m<sup>2</sup>.

A su vez, se aprecia que en su mayoría se tiene poca nubosidad, teniendo cielo despejado o con pocas nubes la mayoría del tiempo en los diferentes meses del año, ya que se tiene una radiación difusa que varía de entre los 0 a los 250 W/m<sup>2</sup>.



Gráfica 4. Radiación promedio mensual.  
Fuente: Climate Consultant, 2017

### 2.3.4.3. Humedad relativa promedio mensual

En general, el clima de Hermosillo es seco, por lo que los porcentajes de humedad no son muy altos, a continuación en la Tabla 5 se ve la humedad relativa promedio mensual máxima, media y mínima.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Máxima	65	60	55	47	43	46	62	69	63	56	59	67
Media	48	44	40	34	31	34	48	53	48	42	43	49
Mínima	31	28	25	21	19	22	34	37	33	28	27	31

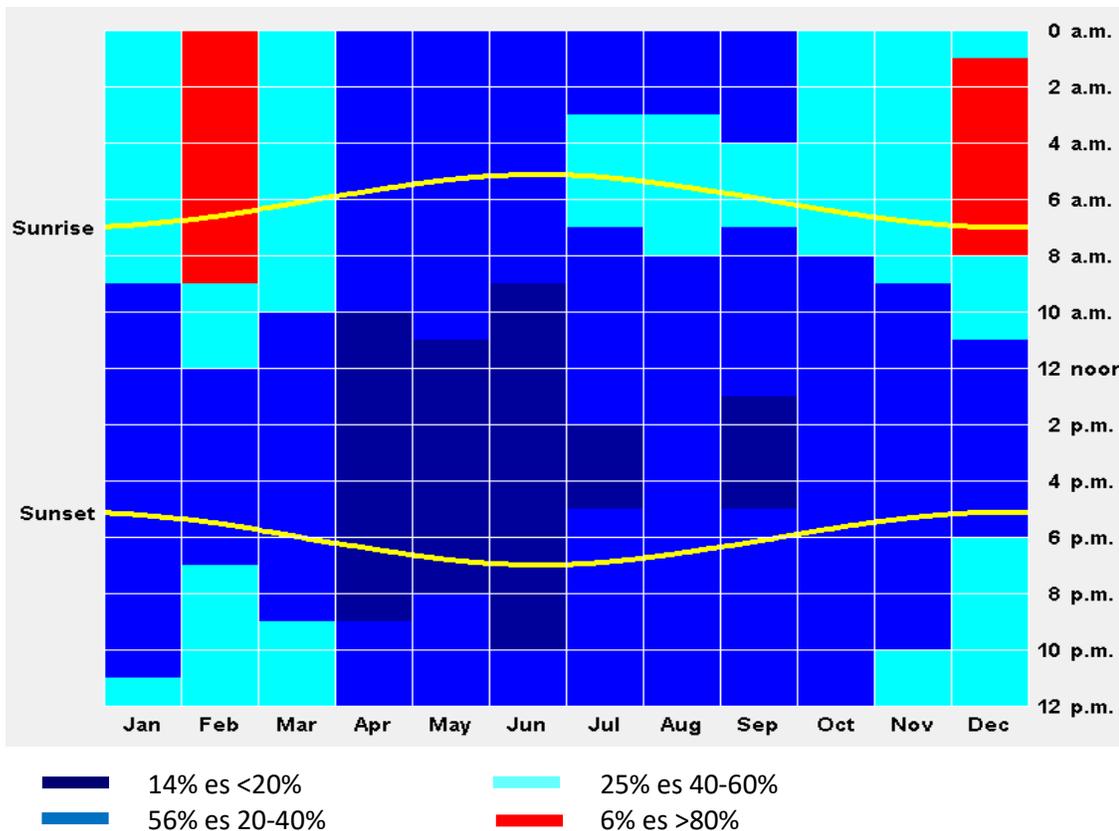
Tabla 5. Humedad relativa promedio mensual.  
Fuente: Barrera, 2010

Debido a que Hermosillo no cuenta con rangos de humedad altos, será necesario aplicar sistemas que ayuden a mantener la humedad necesaria para que las plantas estén en su ambiente óptimo en el invernadero de Selva Tropical.

A su vez, la Gráfica 5, muestra las distintas variaciones de humedad, en donde los tonos oscuros de azul son los que predominan, presentándose en todos los meses (mayormente de abril a septiembre), los cuales indican que la humedad relativa varía del 20% al 40%, también se observa que en los meses de abril, mayo y junio de las 10 horas en adelante la humedad es menor al 20%.

Por las mañanas, antes del amanecer principalmente, desde las 0 horas hasta las 11 horas en los meses de enero, marzo, octubre, noviembre, y de las 3 horas a las 8 horas en julio, agosto y septiembre la humedad varía entre el 40% y el 60%, así como este mismo valor se observa en los meses de diciembre y febrero después del atardecer, es decir, de las 18 horas en adelante.

En una mínima cantidad se observa que, en el mes de febrero y diciembre durante las mañanas, se tiene una humedad que varía entre el 60% y el 80%, porcentaje mínimo respecto a los datos analizados, debido a que solo es el 6% de estos.



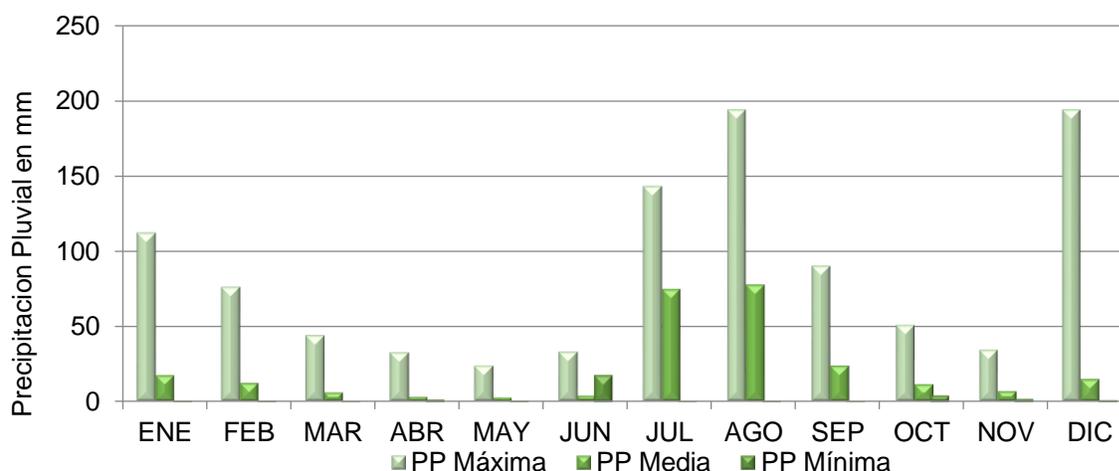
Gráfica 5. Humedad Relativa por horas.  
 Fuente: Climate Consultant, 2017

#### 2.3.4.4. Precipitaciones

En Hermosillo las lluvias son escasas, sin embargo, cuando este fenómeno se presenta, lo hace en cantidades, por lo que es necesario conocer los parámetros de esta condicionante climática, para definir las pendientes optimas en las cubiertas, así como los tipos de pisos a utilizar en las distintas zonas del proyecto.

Por otra parte, al trabajar con plantas, es necesario saber que tanto serán afectadas por las precipitaciones de la ciudad, o si los parámetros promedios serán beneficios para ellas.

A continuación, se muestran los promedios mensuales de precipitación pluvial, en donde se aprecia que principalmente en los meses de julio y agosto es cuando más lluvias se presentan (ver Gráfica 6).



Gráfica 6. Precipitación Pluvial.  
Fuente: Barrera, 2010

#### 2.3.4.5. Días soleados

La suma total de días soleados en Hermosillo es de 126.9 días, presentándose mayor cantidad de días despejados en el mes de mayo, sin embargo, en ningún mes sobrepasa el 50% de días soleados. A continuación, se presenta la tabla en donde se ven los días soleados promedio en cada mes.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Despejado	11.7	9.4	11.2	14.9	16	14.1	3.2	2.5	7.7	12.4	11.7	12.1

Tabla 6. Días soleados.  
Fuente: CONAGUA, s.f.

#### 2.3.4.6. Días nublados

Respecto a los días nublados, no sobrepasan los soleados, llegando a una sumatoria de 74.8 días nublados, y de igual manera no sobrepasan el 50% de días del mes. Por otra parte, el mes que más días nublados presenta es julio, alcanzando los 10 días.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Nublados	7.9	7.5	6.1	5.0	3.1	2.8	10.4	8.4	4.2	4.9	6.5	7.9

Tabla 7. Días Nublados.  
Fuente: CONAGUA, s.f.

Tanto los días soleados como los días nublados, ayudan a definir si es necesario aplicar sistemas de protección solar, o hacer uso de sistemas que aprovechen la energía natural.

Por otra parte, las plantas del invernadero de selva baja caducifolia requieren exposición solar directa, por lo que es beneficio que en Hermosillo se cuente con más días soleados que nublados.

A su vez, las plantas del invernadero de selva tropical, también requieren exposición solar, sin embargo no es requerimiento de la mayoría, por lo que se debe buscar un equilibrio entre los distintos requerimientos que presentan las plantas en este ecosistema.

#### 2.3.4.7. Vientos (*dirección dominante y velocidad*)

En cuanto a la velocidad del viento en Hermosillo, predominan los vientos de 3 a 5 m/s, permaneciendo así durante todos los meses después del amanecer y antes del atardecer. En los meses de enero, febrero, marzo, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre, después del atardecer, la velocidad de viento varía de entre 2 a 3 m/s, y en escasas ocasiones llega a velocidades menores a los 2 m/s.

Por las mañanas antes del amanecer, en los meses de marzo, junio, agosto, septiembre, noviembre y diciembre se alcanzan velocidades de entre 2 y 3 m/s. En abril, mayo y julio, de las 12 horas a las 18 horas se alcanzan velocidades de entre 5 a 9 m/s (Climate Consultant, 2017).

A continuación, se presentan las velocidades promedio en los distintos meses del año, así como la tabla con la respectiva dirección.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Dirección Dominante	NO	O	O	SO	SO	SO	E	SO	E	E	E	E
Velocidad media	1.5	1.4	1.5	1.8	1.6	1.7	1.5	1.3	1.4	1.4	1.5	1.2
Velocidad máxima	1.8	1.8	2.6	2.3	2.3	2.3	3	2.1	2.1	1.8	2.5	2

Tabla 8. Velocidad y dirección de los vientos.  
Fuente: Barrera, 2010

											
NO	O	O	SO	SO	SO	E	SO	E	E	E	E
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic

Tabla 9. Dirección de los vientos.

Fuente: Barrera, 2010

Conocer la dirección de los vientos y la velocidad promedio ayuda a que se defina donde colocar equipos de ventilación o bien como aplicar sistemas de ventilación pasivos como ventilación cruzada por ejemplo, que aprovechen las condicionantes climáticas con que se cuenta en la ciudad, para lograr crear espacios para el confort del usuario.

### 2.3.5. VEGETACIÓN

Durante todo el recorrido del Centro Ecológico de Sonora (CES), se aprecia gran cantidad de vegetación desértica, destacando las cactáceas y vegetación baja, las cuales en conjunto suman 140 especies de plantas (Gobierno del Estado de Sonora, 2015 - 2021) distribuidas en todo el recorrido, a continuación, se presenta una tabla con parte de la vegetación existente, tanto en el CES, como específicamente en el área destinada al invernadero.

El conjunto de información es una recopilación de datos del Centro Ecológico de Sonora, visitas al sitio y datos provenientes de la NOM\_059\_SEMARNAT\_2010.

Imagen	Nombre Científico/ Nombre Común	Diámetro x Altura (m)	Características	Declaratoria / Cantidad
	Acacia willardiana/ Palo blanco	3.0 x 4.0	Árbol de pleno sol, su follaje se asemeja al de sauce llorón.	Peligro de extinción / 5
	Agave angustifolia/ Agave Bacanora	1.0 x 0.90	Cactácea de hojas con puntas filosas y acintadas	No aplica / 30

Tabla 10. Flora en Centro Ecológico de Sonora.

Fuente: Grijalva, 2017

Imagen	Nombre Científico/ Nombre Común	Diámetro x Altura (m)	Características	Declaratoria / Cantidad
	Ferocactus wislizenii/ Biznaga de barril	0.50 x 0.80	Cactácea con forma de barril y varias costillas	No aplica / 13
	Bursera laxiflora/ Torote prieto	3.0 x 3.0	Árbol de copa redonda con textura de follaje fina	No aplica / 32
	Caesalpinia pulcherrima/ Tabachín de la sierra	1.8 x 2.0	Forma esférica de textura fina, con flores color naranja	No aplica / 3
	Carissa grandiflora/ Carisa	3.0 x 2.0	Forma esférica con follaje de color vivo y textura mediana	No aplica / 1
	Carnegiea gigantea/ Sahuaro	0.30 - 0.60 x 1.5 - 2	Tallo columnar con costillas verticales y ramificaciones	NE Amenazada / 15
	Coursetia glandulosa/ Palo dulce-Sámota	2.0 – 3.0 x 3.0	Árbol de follaje fino con hojas elípticas paripinadas de color vivo	No aplica / 4
	Cylindropuntia fulgida/ Choya güera	0.60 x 0.80 – 1.0	Tallos divididos en segmentos cilíndricos	No aplica / 11
	Euphorbia Lomelii /Candelilla	0.30 – 1.0 x 0.50 – 1.0	Suculenta de tallos alargados con ramificaciones desde la base	No aplica /
	Bougainvillea spectabilis/ Bugambilia	2.5 – 3.0 x 2.0 – 2.5	Hojas rosas ovaladas de textura mediana	No aplica / 6

Tabla 11. Flora en Centro Ecológico de Sonora.  
Fuente: Grijalva, 2017

Imagen	Nombre Científico/ Nombre Común	Diámetro x Altura (m)	Características	Declaratoria / Cantidad
	Fouquieria Macdougalli/ Ocotillo Macho	1.8 – 2.0 x 2.0 – 3.0	Tallos alargados y gruesos con hojas espatuladas de color vivo	No aplica / 22
	Fouquieria splendens/ Ocotillo Hembra	1.5 – 2.0 x 2.0 – 2.8	Tallos alargados que crecen verticalmente con hojas pequeñas de color opaco	No aplica / 10
	Guaiacum coulteri / Guayacán, Palo Santo	2.0 - 3.0 x 2.5 - 4.0	Copa esférica de hojas paripinadas de textura mediana	Endémico Amenazado / 12
	Hechtia Montana / Montana	1.2 x 0.60	Hojas acintadas con espinas en todo el perímetro	No aplica /
	Hyptis Emoryi / Salvia	1.0- 2.0 x 1.5 – 1.8	Tallo delgado con hojas elípticas de textura mediana y color vivo	No aplica / 4
	Jatropha cardiophylla/ Sangrengado	1.2 x 1	Arbusto de varios brazos y hojas deltoides	No aplica / 24
	Jatropha cordata/ Falso Torote, copalillo	1.5 x 1.8 – 2.0	Tronco delgado de color claro similar al palo blanco	No aplica / 6
	Lophocereus schottii / Cina Garambullo	1.8 x 2	Tallo columnar con ramificaciones y pocas costillas	Endémica Protegida /
	Lophocereus schottii/ Cina barbona, senita	1.5 x 1.8 – 2.0	Tallo columnar con ramificaciones desde la base	Endémica Protegida / 9

Tabla 12. Flora en Centro Ecológico de Sonora.

Fuente: Grijalva, 2017

Imagen	Nombre Científico/ Nombre Común	Diámetro x Altura (m)	Características	Declaratoria / Cantidad
	Lysiloma divaricatum / Tepehuaje	2.5 – 3.0 x 3.5 – 4.0	Árbol de tronco grosso con hojas bipinnadas de color vivo	No aplica /
	Mammillaria grahamii / Cabeza de viejo	0.10 – 0.20 x 0.30	Conjunto de cactáceas con forma de barril y espinas	Endémica Amenazada / 3
	Olneya tesota/ Palo fierro	2.5-4.0 x 3.0 – 4.0	Árbol y/o arbusto con textura de follaje mediana y hojas pinnadas	NE Protegida / 16
	Opuntia arbuscula / Siviri	1.5 x 0.90 – 1.2	Tallos ramificados de forma cilíndrica	No aplica / 7
	Opuntia Ficus Indica / Nopal de Castilla	1.5 – 2.0 x 1.0 – 2.0	Tallos divididos en segmentos planos	No aplica /
	Opuntia Fulgida / Choya	0.60 x 0.80 – 1.0	Tallos divididos en segmentos cilíndricos	No aplica /
	Opuntia gosseliniana / Nopal Morado	1.5 x 1.0	Tallos divididos en segmentos planos color morado	No aplica / 3
	Pachycereus pringlei/ Cardón, sahuaro	0.60 x 3.0	Forma columnar con ramificaciones que van casi desde la base	No aplica / 37
	Parkinsonia microphylla/ Palo verde chino	2.5 – 3.0 x 3.0 – 4.0	Textura de follaje fina con ramificaciones desde la base	No aplica / 34

Tabla 13. Flora en Centro Ecológico de Sonora.  
Fuente: Grijalva, 2017

Imagen	Nombre Científico/ Nombre Común	Diámetro x Altura (m)	Características	Declaratoria / Cantidad
	Parkinsonia praecox/ Palo Brea	3.0 x 3.0	Copa de parasol con follaje fino y tronco verde fino	No aplica / 10
	Randia thurberi/ Cruceto, Papache Borracho	1.5 x 2.5 – 3.0	Hojas espatuladas de textura mediana con ramificación desde la base	No aplica / 2
	Stenocereus thurberi/ Pitahaya dulce	1.5 x 2.0 – 3.0	Tallo columnar con ramificaciones desde la base y costillas muy juntas	No aplica / 62

Tabla 14. Flora en Centro Ecológico de Sonora.  
Fuente: Grijalva, 2017

Como se observa en las tablas anteriores, la mayoría de la vegetación es de colores opacos, con texturas de follaje finas y de hojas muy pequeñas o sin hojas, a su vez, las espinas son un elemento presente ya que se cuenta con varios tipos de cactáceas.

En general, es vegetación xerófila, típica y característica de las zonas áridas.

### 2.3.6. FAUNA

Al tratarse del Centro Ecológico de Sonora, se cuenta con variedad de especies de fauna, exhibiendo a 170 especies de animales y alrededor de 2000 organismos (Gobierno del Estado de Sonora, 2015 - 2021), debido a que es el principal atractivo y lo más importante en este lugar. A continuación, en las siguientes tablas se presentan algunas de las especies presentes en el recorrido, que se encuentran más cercanas al invernadero.

La información presentada es producto de visitas al sitio, información del Centro Ecológico de Sonora, y de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Imagen	Nombre Científico/ Nombre Común	Imagen	Nombre Científico/ Nombre Común
	Bos Indicus / Cebú miniatura		Ovis sp / Borrego Pelibuey
	Cerdo Vietnamita		Ovis sp / Cabra doméstica
	Ovis sp / Borrego cuatro cuernos		Ovis sp / Cabra miniatura, cabra de camerun
	Ovis sp / Borrego de la Isla Guadalupe		P. Equus Asinus / Burro Pigmeo
Declaratoria/ estatus: No aplica		Declaratoria/ estatus: No aplica	

Tabla 15. Fauna en la granja del Centro Ecológico de Sonora.  
Fuente: Grijalva, 2017

Imagen	Nombre Científico/ Nombre Común	Imagen	Nombre Científico/ Nombre Común
	Antilope cervicapra / Antilope Sasin		Equus Burchelli/ Zebra
	Borrego Barbario		Giraffa camelopardalis / Jirafa
	Bubalus Bubalis / Búfalo acuático		Lama glama/ Llama
	Camelus dromedarius / Dromedario		Lemur catta / Lémur de cola anillada *Endémico (Madagascar)

Tabla 16. Fauna en Ecosafari del Centro Ecológico de Sonora.  
Fuente: Grijalva, 2017

Imagen	Nombre Científico/ Nombre Común	Imagen	Nombre Científico/ Nombre Común
	Cervus elaphus / Ciervo Rojo		Oryx dammah / Orix cimitarra *En peligro de extinción
	Connochaetes taurinus taurinus / Antilope Ñu		Ovis musimon / Borrego muflón
	Dama dama / Ciervo Gamo Europeo		Struthio camelus/ Avestruz
	Dolichotis patagonum / Liebre de la Patagonia		Taurotragus oryx / Antilope Eland
	Elaphurus davidianus / Ciervo del Padre David *Extinto en vida silvestre		Vicugna pacos / Alpaca
Declaratoria/ estatus: No aplica		Declaratoria/ estatus: No aplica	

Tabla 17. Fauna en Ecosafari del Centro Ecológico de Sonora.

Fuente: Grijalva, 2017

Imagen	Nombre Científico/ Nombre Común	Imagen	Nombre Científico/ Nombre Común
	Crocuta crocuta/Hiena Moteada		Panthera onca/ Jaguar *Peligro de extinción
	Felis concolor/ Puma		Panthera pardus melanisticus/ Pantera
	Leopardus pardalis/ Ocelote *Peligro de extinción		Panthera Tigris / Tigre Blanco *Peligro de extinción

Tabla 18. Fauna dentro del recorrido cercano al Invernadero en CES.

Fuente: Grijalva, 2017

Imagen	Nombre Científico/ Nombre Común	Imagen	Nombre Científico/ Nombre Común
	Lynx rufus/Lince		Panthera tigris/ Tigre *Peligro de extinción
	Panthera leo/ León *Vulnerable		Puma concolor / Puma
Declaratoria/ estatus: No aplica		Declaratoria/ estatus: No aplica	

Tabla 19. Fauna dentro del recorrido cercano al Invernadero en CES.  
 Fuente: Grijalva, 2017

Las especies más cercanas al invernadero, se encuentran ubicadas en la granja (Tabla 15), ya que son la colindancia directa con este espacio. A su vez, se encuentran las especies ubicadas en el recorrido del Eco Safari (Tabla 17), y los felinos y cautiverios colindantes al Museo de Vida Silvestre (Tabla 19).

Sin embargo, como se comentó anteriormente el CES cuenta con gran cantidad de especies, entre las cuales también podemos encontrar:

- Ursus americanus/Oso Negro
- Canis lupus baileyi/ Lobo Gris Mexicano
- Canis latrans/Coyote
- Ovis canadensis/Borrego Cimarrón
- Hystrix cristata/Puercoespín Africano
- Bison bison/Bisonte
- Caiman crocodilus/Caimán
- Hippopotamus amphibius/Hipopótamo
- Bubalus bubalis/Búfalo acuático
- Entre muchas otras aves, mamíferos y reptiles.

También, al ser una reserva natural, es común encontrar fauna silvestre como zorrillos, ardillas, lagartijas, iguanas, hormigas, entre otros, mientras se realiza el recorrido.

A su vez, la termita se encuentra presente en el CES, y aunque también es fauna, es considerada como plaga, ya que come madera, uno de los materiales presente en los edificios del CES, el cual debe quedar a consideración si se plantea usar para el invernadero, y si es así, tomar las medidas necesarias para que no sufra consecuencias en la edificación.

#### **2.4. ANÁLISIS DE SITIO**

Como se vio en los estudios anteriores, se tienen varios factores a considerar para el proyecto, por lo que en la siguiente imagen se ejemplifican los parámetros y condicionantes vistos. Tales como dirección de los vientos, recorrido solar, ubicación de la vegetación existente y límites que condicionan el crecimiento del proyecto.

Es importante considerar que la vegetación con que se cuenta es caducifolia, por lo que en temporadas frías, los árboles perderán su follaje permitiendo el paso de vientos y sol. A su vez, dicha vegetación, en su mayoría se encuentran en estado adulto, por lo que es preferible y deseable conservarla.

También como se observa, las sendas de servicio en esa zona, serán modificadas, ya que parte de la zona de expansión atraviesa algunas.

Por otra parte, la dirección de los vientos es favorable en cuanto a los aromas de los animales, ya que la granja infantil se ubica al norte del invernadero y en ninguno de los dos casos el viento los lleva hacia la zona del proyecto, por su parte, los que vienen del ecosafari (suroeste) son desviados por la vegetación existente.

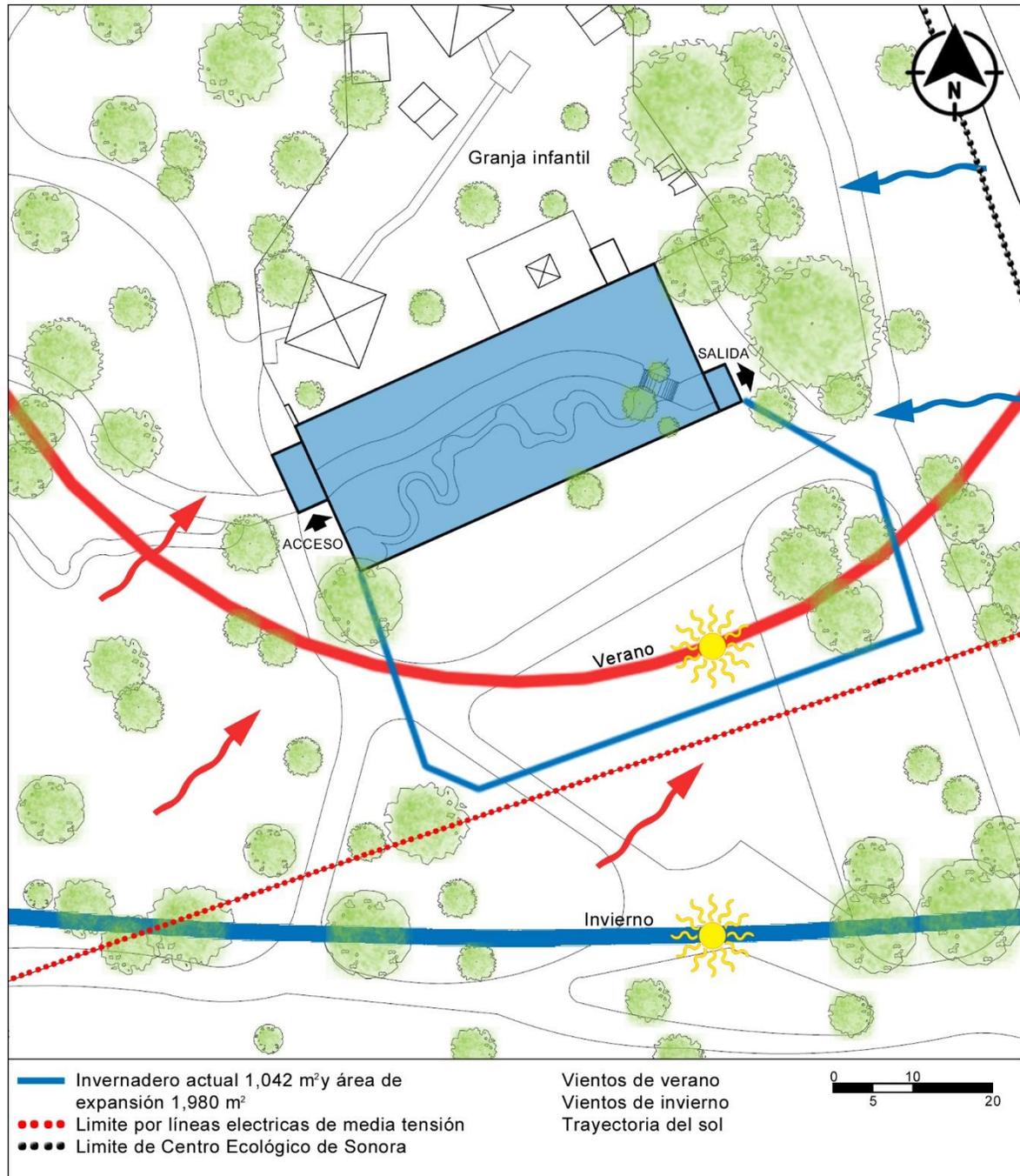
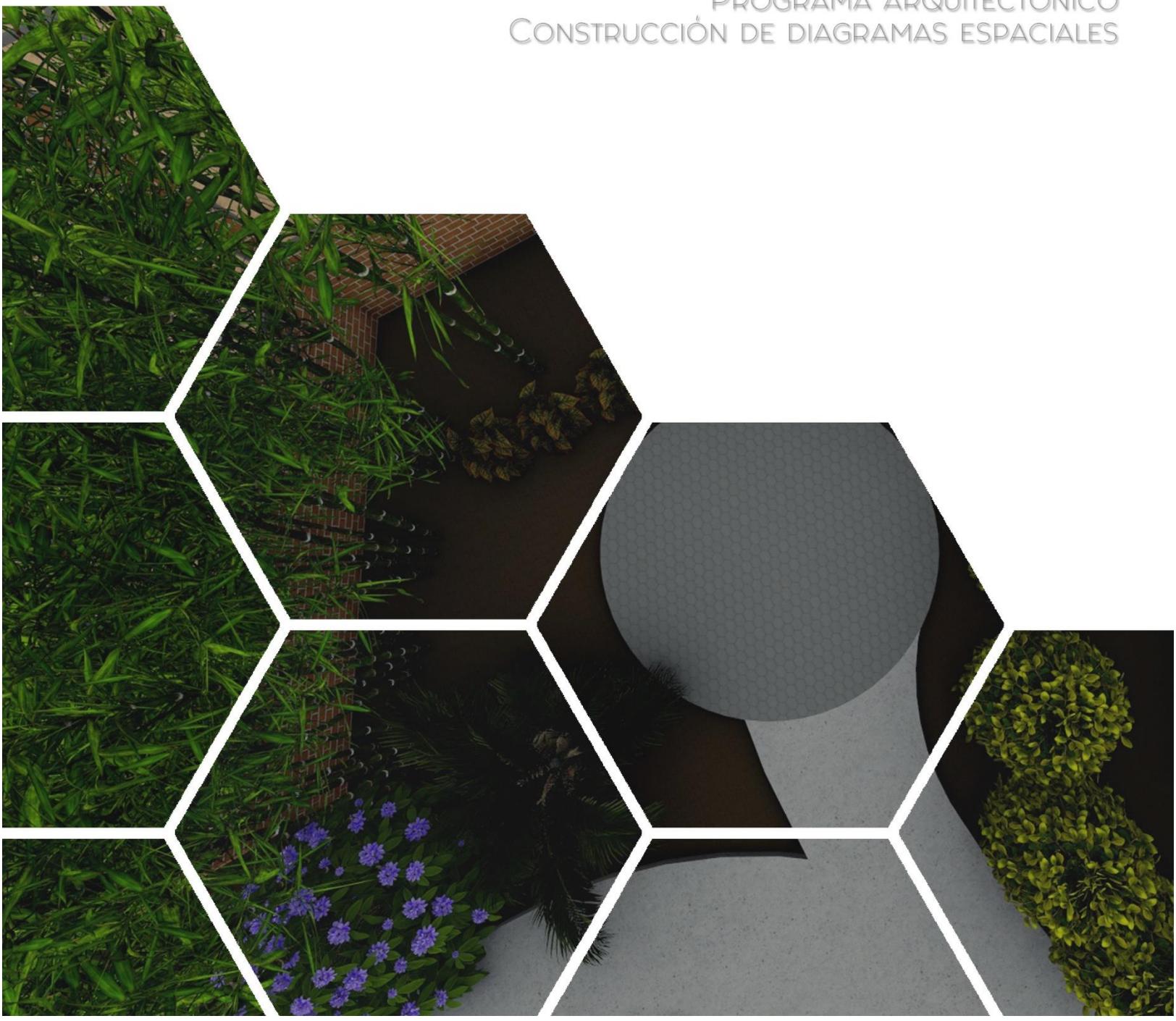


Imagen 16. Análisis de sitio de la zona del proyecto.  
 Fuente: Grijalva, 2018



# CAPÍTULO 3. PROGRAMACIÓN

PROGRAMA DE NECESIDADES Y ESPACIOS  
CRITERIOS Y ESTRATEGIAS DE DISEÑO  
PROGRAMA ARQUITECTÓNICO  
CONSTRUCCIÓN DE DIAGRAMAS ESPACIALES





### 3.1. PROGRAMA DE NECESIDADES Y ESPACIOS

A continuación, en las siguientes tablas, se aprecian las distintas necesidades con que se cuenta para llevar a cabo las actividades dentro del proyecto, así como una posible solución a dichas necesidades.

Necesidades Generales	Espacio(s)-solución propuesto(s)
Se requiere un recorrido definido por el Invernadero del CES.	Rediseñar la senda existente, así como la ubicación de las distintas especies de flora.
Intervención en la estructura del invernadero.	Cambiar los perfiles de acero que soportaban la lona, así como el material de la envolvente, o bien iniciar una propuesta desde cero.
Mostrar dos tipos de ecosistema. Ecosistema Selva Tropical y Ecosistema Selva Baja Caducifolia.	Invernadero nuevo y rediseño del invernadero existente.
Un espacio donde los usuarios puedan esperar a que empiece su recorrido, con protección contra el asoleamiento y condiciones de confort ya que el invernadero es uno de los puntos finales del recorrido del CES, por lo que los usuarios se encuentran en su mayoría agotados.	Sala de espera amplia, de preferencia cerrada.
Área de servicios tanto para el personal del Invernadero como para los visitantes.	Servicios sanitarios para hombres y mujeres. Bodegas de servicio, para almacenaje de herramientas y materiales, y cuarto de máquinas.

Tabla 20. Necesidades Generales del Invernadero.  
 Fuente: Grijalva, 2017

Necesidades Especificas	Espacio(s)-solución propuesto(s)
El personal del Invernadero, guías y/o prestadores de servicio social, necesitan un área de almacenaje de artículos personales, así como espacio para descansar entre un recorrido y otro.	Cuarto de empleados. Con lockers, sillones y una cocineta donde puedan acceder a bebidas o almacenar alimentos.
Se requiere de un espacio donde se pueda informar al visitante en que horario son los recorridos, y/o donde puedan acceder a más información acerca de las especies dentro del Invernadero.	Módulo de atención/recepción y/o espacios de exposición así como de avisos.
Un área donde se tenga control del Invernadero específicamente, la cual se ubique en el conjunto y no en oficinas generales u otro punto del CES.	Oficina ejecutiva y cuartos de control, donde se tengan datos específicos del Invernadero y toda su exhibición.

Tabla 21. Necesidades específicas del Invernadero.  
Fuente: Grijalva, 2017

## 3.2. CRITERIOS Y ESTRATEGIAS DE DISEÑO

Con base en subcapítulos anteriores y experiencias pasadas, se presenta una serie de posibles elementos a utilizar en el proyecto y lograr los objetivos planeados.

### 3.2.1. ESPACIO

**Formas:** Uso de formas ortogonales, utilizando un nivel para llevar a cabo el programa, pero utilizando dobles alturas para no hacer un cambio drástico entre el espacio construido y el invernadero (ver Fotografía 45).

**Organización:** agrupar los espacios de uso común, y los reservados para personal del invernadero y las exhibiciones.

**Ambientes:** generar ambientes rústicos provocados por los materiales en aparente, y aplicar vegetación desde el acceso para indicar que ese espacio está dedicado a las plantas y no tanto a los animales (ver Fotografía 45), por otra parte, se propone la utilización de materiales claros e iluminación neutra o fría, así como la aplicación de transparencias y/o celosías para provocar divisiones sin afectar el paso de la luz (ver Fotografía 47 y 46).



Fotografía 45. Recepción Alila Seminyak Bali Hotel & Resort.  
Fuente: Gaurang, 2016



Fotografía 46 y 47. The Water Conservation Garden  
Fuente: Grijalva, 2018



Fotografía 49. Acceso al CES.  
Fuente: Grijalva, 2016



Fotografía 48. Remodelación Chilevisión.  
Fuente: Vial, 2008

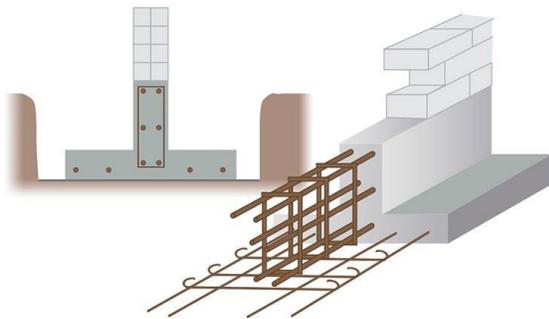


Imagen 17. Zapata corrida y muro de carga.  
Fuente: Dearkitectura, 2014

### 3.2.2. EXTERIORES

**Formas:** Para no romper con el diseño actual de los diferentes elementos arquitectónicos del CES, se busca hacer uso de techos a más de dos aguas, los cuales forman las palapas (ver Fotografía 49).

**Organización:** espacios cubiertos abiertos que ayuden a la transición de espacios (abiertos y cerrados) para que los cambios de temperatura e iluminación no sean tan drásticos antes y después de entrar al invernadero (ver Fotografía 48).

**Ambientes:** generar espacios que conecten a los usuarios con la naturaleza, utilizando los materiales en aparente y la vegetación propia de nuestro estado y del centro ecológico, aplicando bancas en los trayectos (ver Fotografía 48).

### 3.2.3. SISTEMA CONSTRUCTIVO

El sistema se iniciará desde cero, omitiendo la estructura actual, ya que no se encuentra en estado óptimo.

**Cimentación:** zapatas corridas en la mayoría de los casos y zapatas aisladas.

**Estructura portante:** columnas-castillo reforzadas y muros de carga, así como uso de perfiles y armaduras de acero.

**Losas y/o cubierta:** cubierta de teja para continuar con la tipología del CES (ver Fotografía 50), solo que para este caso será teja metálica.

Sobre módulos más pequeños y bajos se propone usar losas de vigueta y casetón.

### 3.2.4. MATERIALES Y ACABADOS

**Acabados:** el uso de acabados aparentes en el CES es característico, ya que podemos ver los materiales tal cual, es por esto que para el proyecto, se plantea seguir con este concepto, haciendo uso de ladrillos Querobaby 10x20x40 cms, con estructuras de acero (ver Fotografía 51).

A su vez, se busca utilizar los mismos materiales de construcción para crear mobiliario propio del lugar.

**Colores:** uso de paletas neutras, aplicando tonos tierra y puntos específicos de color naranja y verde, los cuales representan diversión, alegría, vida, naturaleza (ver Fotografía 52).



Fotografía 50. Cubierta de teja en Museo de Vida Silvestre del CES.  
Fuente: Grijalva, 2016



Fotografía 51. Ecosistema del desierto en el CES.  
Fuente: Grijalva, 2016



Fotografía 52. Espacio en The Water Conservation Garden.  
Fuente: Grijalva, 2018

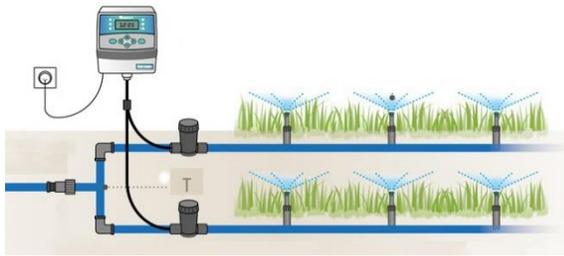


Imagen 18. Riego programado con difusores.  
Fuente: Merlin , 2016



Fotografía 53. Pasillo con iluminación natural en Botanical Building, San Diego.  
Fuente: Grijalva, 2018



Fotografía 54. Paneles evaporativos en invernadero.  
Fuente: Munters, s.f.

### 3.2.5. INGENIERÍAS

Es necesario aplicar sistemas de riego para lograr el óptimo mantenimiento de las plantas, el sistema utilizado anteriormente era el de riego por nebulización, por lo que se encuentra a consideración el retomar este sistema, pero también se plantea usar riego por goteo y con difusores (INFOJARDIN, 2018).

También se plantea una bomba sumergible para cascadas y estanque.

### 3.2.6. ADECUACIÓN CLIMÁTICA Y CONFORT

**Orientación:** se busca orientar el edificio de manera que las fachadas más largas queden hacia el oeste y este.

**Iluminación natural:** uso de ventanas en la mayoría de las fachadas, para así evitar el uso de iluminación artificial durante el día y proveer de luz solar a las plantas para un mejor desarrollo (ver Fotografía 53).

**Ventilación:** aplicación del sistema de enfriamiento evaporativo, colocando los paneles evaporativos en las fachadas oeste y los extractores en las fachadas este (ver Fotografía 54).

**Uso de vegetación:** la vegetación a utilizar es perteneciente al ecosistema de selva tropical y selva baja caducifolia, sin embargo, también se hará uso de vegetación regional de follaje abundante y de distintas suculentas (ver Fotografía 57).



Fotografía 57. Detalle con vegetación xerófila en The Water Conservation Garden  
Fuente: Grijalva, 2018

**Superficies y pavimentos:** suelos permeables como el adocreto, piedras, gravas e incluso la misma tierra (ver.

### 3.2.7. AHORRO DE ENERGÍA Y RECURSOS HÍDRICOS

**Sistemas de reciclado o reuso:** se planea reutilizar el agua de los lavabos y la tina del cuarto de servicio para el llenado de los tanques de los wc.



Fotografía 56. Senda en The Water Conservation Garden.  
Fuente: Grijalva, 2018

### 3.2.8. MOVILIDAD

**Interna:** las dimensiones de los pasillos deben ser de entre 120 y 360 cms o más considerando la distancia social en espacios públicos según la proxemica, para que las personas transiten de manera cómoda.

**Externa:** la conexión con el resto del recorrido, es por medio de las sendas existentes, haciendo una prolongación de la misma para llegar al punto de acceso del Invernadero.



Fotografía 55. Andador de 1.2 mts en Japanese Friendship Garden.  
Fuente: Grijalva, 2018

### 3.3. PROGRAMA ARQUITECTÓNICO

A continuación, se presenta un programa arquitectónico, basado en las necesidades requeridas por los usuarios y las solicitudes por parte del CES.

Espacio		Características generales			Dimensiones (mts)	
	Subespacio	Actividades	Observaciones	Capacidad	Largo x Ancho	Área
Exhibiciones de plantas	Invernadero selva tropical	Caminar Dialogar Tomar fotografías Cultivar plantas	Edificio cerrado que estará en constante mantenimiento y uso	1 guía 20 visitantes 69 especies de plantas	50 x 26	1,300 m <sup>2</sup>
	Exhibición selva baja caducifolia	Caminar Dialogar Tomar fotografías Cultivar plantas	Colocación de árboles caducifolios, sin uso de arbustos ni vegetación baja	1 guía 20 visitantes 15 especies de plantas	41 x 25	1,025 m <sup>2</sup>
	Jardín xerófilo	Caminar Dialogar Tomar fotografías Cultivar plantas		1 guía 10 visitantes 13 especies de plantas	30 x 18	540 m <sup>2</sup>
<b>SUBTOTAL CONSTRUIDO</b>					<b>1,300 m<sup>2</sup></b>	
<b>SUBTOTAL ÁREAS EXTERIORES</b>					<b>1,565 m<sup>2</sup></b>	
Zona común	Recepción/información	Dar información Organizar a las personas		1 recepcionista 1 guía	3.0 x 4.5	13.5
	Sala de espera	Esperar Dialogar Descansar	Considerar las distancias de proxémica	40 visitantes	9.6 x 9.3	89.28 m <sup>2</sup>
	Tienda de souvenirs	Ver artículos Comprar souvenirs		1 vendedor 6 usuarios	6 x 3.75	22.5 m <sup>2</sup>
<b>SUBTOTAL</b>					<b>125.28 m<sup>2</sup></b>	

Tabla 22. Programa Arquitectónico.

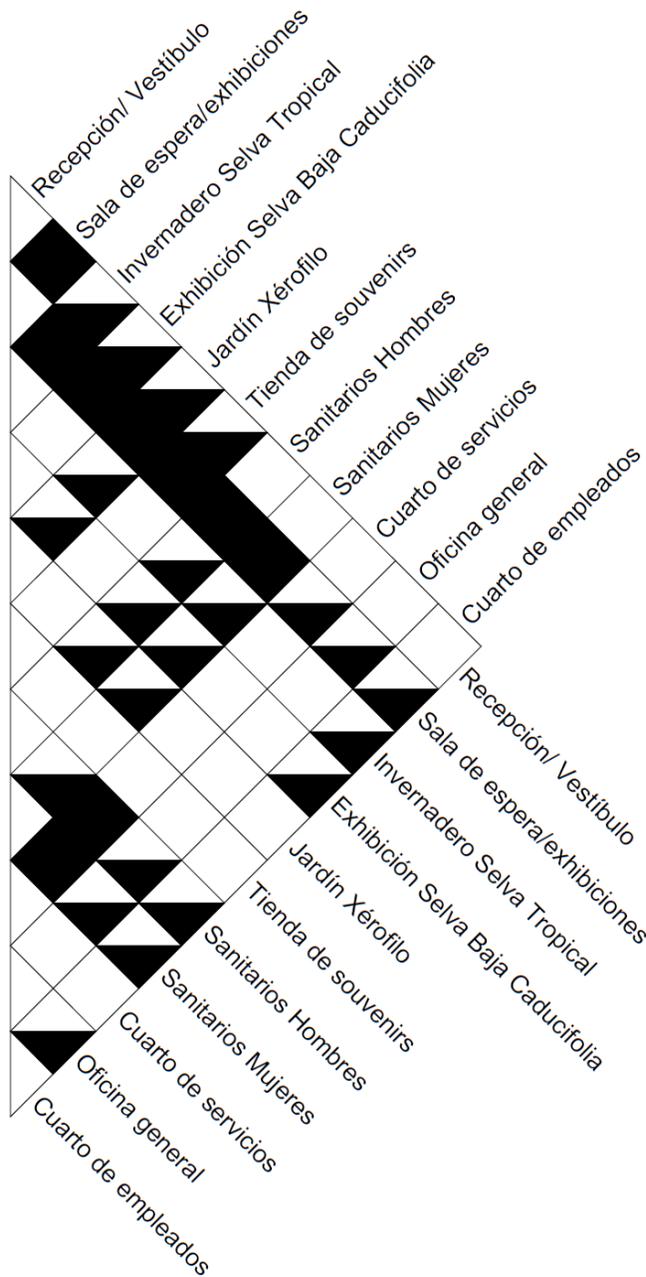
Fuente: Grijalva, 2017

Espacio		Características generales			Dimensiones (mts)	
	Subespacio	Actividades	Observaciones	Capacidad	Largo x Ancho	Área
Zona común	Sanitarios Hombres	Evacuar Lavarse las manos	Considerar dimensiones necesarias para discapacitados	6 usuarios	2.85 x 5.65	16.10 m <sup>2</sup>
	Sanitarios Mujeres	Evacuar Lavarse las manos	Considerar dimensiones necesarias para discapacitados	6 usuarios	2.85 x 5.65	16.10 m <sup>2</sup>
<b>SUBTOTAL</b>					<b>32.20 m<sup>2</sup></b>	
Zona privada	Cuarto de servicios	Almacenar artículos de limpieza Lavar trapeador, trapos, u otra cosa.		1 encargado de limpieza	3.0 x 2.85	8.55 m <sup>2</sup>
	Oficina gerencial	Administrar y coordinar las actividades de las exhibiciones		1 gerente/ encargado de invernadero	2.85 x 4.40	12.54 m <sup>2</sup>
	Cuarto de empleados	Descansar (sin dormir) Comer (ocasionalmente) Guardar artículos personales	Generar un espacio de descanso, mas no de ocio	4 guías, 1 recepcionista, 1 guardia	3.0 x 4.5	13.5 m <sup>2</sup>
<b>SUBTOTAL</b>					<b>34.59 m<sup>2</sup></b>	
<b>Total de construcción</b>					<b>1,492.07 m<sup>2</sup></b>	
<b>Total zonas exteriores</b>					<b>1,565 m<sup>2</sup></b>	
<b>TOTAL</b>					<b>3,057.07 m<sup>2</sup></b>	

Tabla 23. Continuación programa arquitectónico.  
 Fuente: Grijalva, 2017

### 3.4. CONSTRUCCIÓN DE DIAGRAMAS ESPACIALES

#### 3.4.1. DIAGRAMA DE RELACIONES



A continuación, se presenta la relación entre las distintas áreas del programa arquitectónico realizado en el apartado anterior, indicando la relación directa, indirecta y nula entre ellos.

Como se observa, predominan las relaciones indirectas entre los espacios, sin embargo, en la parte superior, se ve como la sala de espera tiene relación directa con varios espacios, como son el invernadero, sanitarios, vestíbulo, por lo que se vuelve un nodo importante en el proyecto.

SIMBOLOGÍA	
	Relación directa
	Relación indirecta
	Sin relación

Gráfico 7. Diagrama de relaciones.

Fuente: Grijalva, 2017

### 3.4.2. DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO

En el Gráfico 8, se presenta el diagrama de funcionamiento del conjunto, el cual se realizó a partir del diagrama de relaciones realizado en el apartado anterior.



Gráfico 8. Diagrama de funcionamiento.  
Fuente: Grijalva, 2017

El acceso al vestíbulo es por medio de la senda del recorrido del CES, y a partir de este espacio se pasa a los siguientes, conectándose directamente con la sala de espera y esta a su vez, con las exhibiciones y el resto de las áreas.

### 3.4.3. ZONIFICACIÓN

Una vez realizado el análisis de áreas y el diagrama de funcionamiento se hizo una zonificación, en la cual se incluyen cuatro zonas, las exhibiciones, que se compone del edificio actual (invernadero) y su ampliación, la exhibición de selva baja caducifolia y el jardín xerófilo; las siguientes zonas se dividen en: zonas de servicio, zonas privadas y zonas públicas, las cuales se identifican con distintos colores en el diagrama de funcionamiento.

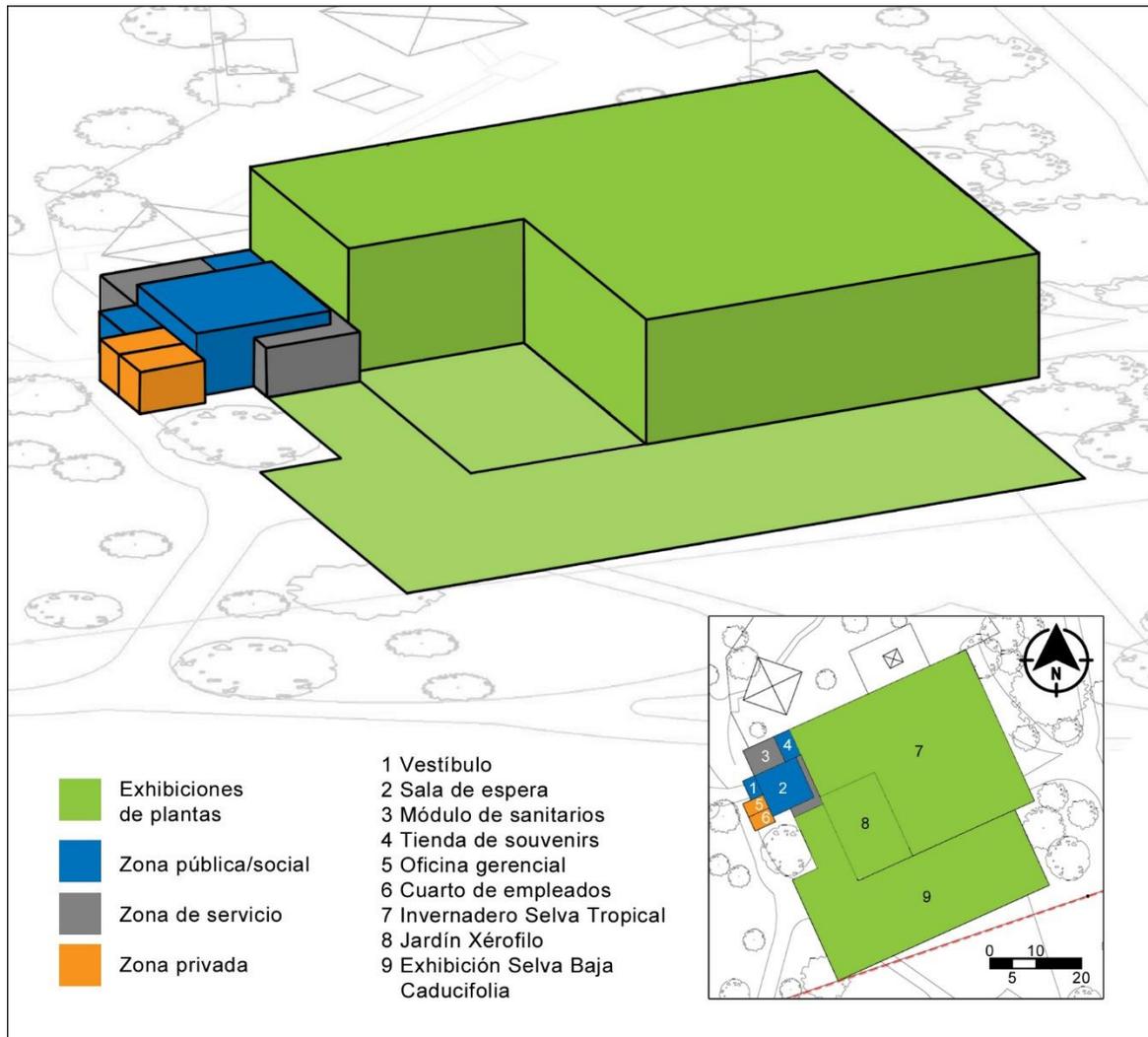


Gráfico 9. Zonificación.  
Fuente: Grijalva, 2017

Una vez obtenida la planta (descrita en el siguiente capítulo), se realizó una segunda zonificación, para hacer la distribución de la vegetación en cada espacio, tomando en cuenta los requerimientos de sol y agua como se muestra a continuación.

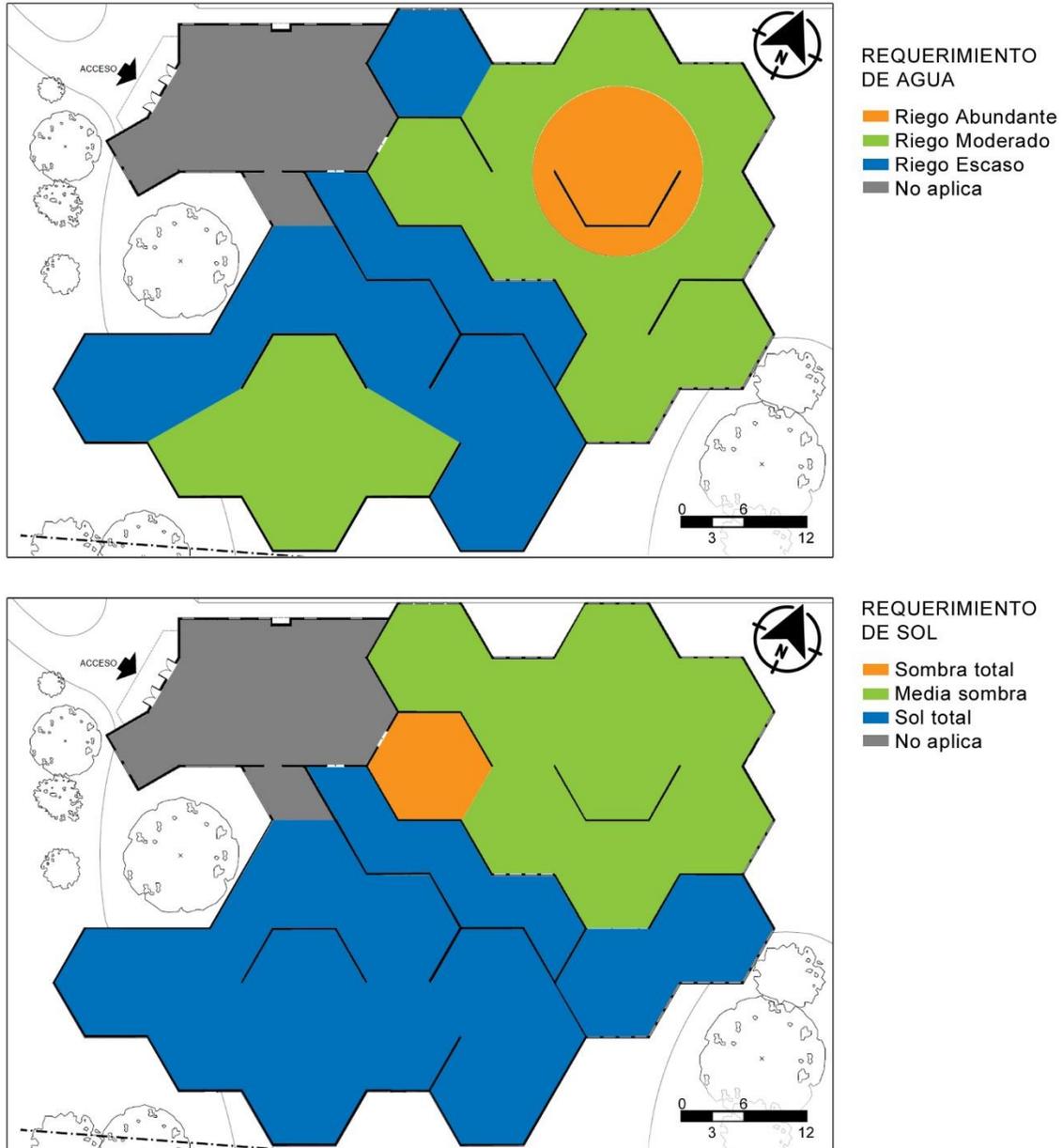


Gráfico 10. Zonificación para distribución de vegetación.  
Fuente: Grijalva, 2018



# CAPÍTULO 4. PROYECTO

MEMORIA DESCRIPTIVA  
REVITALIZACIÓN DEL INVERNADERO Y  
PROPUESTA DE ZONAS PARA EXHIBICIÓN  
DE FLORA EN EL CES





#### **4.1. MEMORIA DESCRIPTIVA**

El área donde se ubica el proyecto se encuentra dentro de las instalaciones del Centro Ecológico de Sonora, (mencionado en el capítulo 2, apartado de Localización y Ubicación), entre el Museo de Vida Silvestre y la granja infantil, casi al final del recorrido; actualmente cuenta con 1,042 m<sup>2</sup> de construcción con la posibilidad de expandirse hacia el sur con un área aproximada de 1,980 m<sup>2</sup> libre hasta el límite que definen las líneas eléctricas de media tensión ubicadas en esa zona.

El proyecto está conformado por un invernadero para el ecosistema Selva tropical, una exhibición del ecosistema de Selva Baja Caducifolia, un jardín xerófilo y un edificio principal que conecta estos tres espacios, además de funcionar como área de exposiciones temporales sobre temas de botánica.

Para el invernadero de Selva Tropical, se tomó como referencia el área actual y la opinión de los usuarios en cuanto a la percepción de dicho espacio, para el cual un 55% de las personas encuestadas dijo que les parecía adecuado, sin embargo, el resto opinó que era pequeño, por lo que se aumentó el área en un 25%, quedando así un área aproximada deseada de 1,302.5 m<sup>2</sup>.

Por otra parte, se buscó respetar la vegetación existente, la cual consiste en distintos árboles adultos, entre los cuales se encuentra el mezquite, buscando proyectar alrededor de ellos.

A su vez, se buscó continuar con la tipología del CES, haciendo uso de materiales en aparente, como es el caso del ladrillo quero babi, y tejas para la cubierta.

En los siguientes subapartados se explica cada parte del proyecto, incluyendo estructura, instalaciones y visualización del edificio.

#### **4.2. REVITALIZACIÓN DEL INVERNADERO Y PROPUESTA DE ZONAS PARA EXHIBICIÓN DE FLORA NATIVA EN EL CES.**

El acceso al conjunto se encuentra al noroeste, ya que en este punto es donde se une al recorrido del Centro Ecológico de Sonora, dicho espacio es un nexo entre el

exterior y las distintas zonas que conforman el proyecto y cuenta con un área de 321.69 m<sup>2</sup>. Por su parte, el invernadero del ecosistema de selva tropical tiene un área de 1,123.65 m<sup>2</sup>, y alberga 69 especies de plantas tropicales.

Los espacios restantes son una exhibición de 15 especies que incluye árboles y palmeras dentro de un área de 976.33 m<sup>2</sup> y un jardín xerófilo de 164.23 m<sup>2</sup> con 13 especies de plantas desérticas.

A continuación, se muestra las plantas arquitectónicas del conjunto y las fachadas correspondientes a cada una de las orientaciones.



Imagen 19. Planta de conjunto del proyecto.  
Fuente: Grijalva, 2018

El módulo hexagonal utilizado en las plantas, surgió por la necesidad de rodear los árboles existentes y salir de la forma rectangular convencional de los invernaderos, además el mantener módulos por separado ayudo a generar diferencias en alturas, las cuales se observan en las fachadas del conjunto.

A pesar de que existen zonas abiertas y cerradas (ver Imagen 20), todas guardan una relación que está dada por el modulo hexagonal, ya que los espacios abiertos cuentan con un muro de celosía perimetral que ayuda a los usuarios a mantenerse dentro del recorrido y poder diferenciar fácilmente cual es la vegetación del ecosistema en exhibición y la vegetación propia del CES.

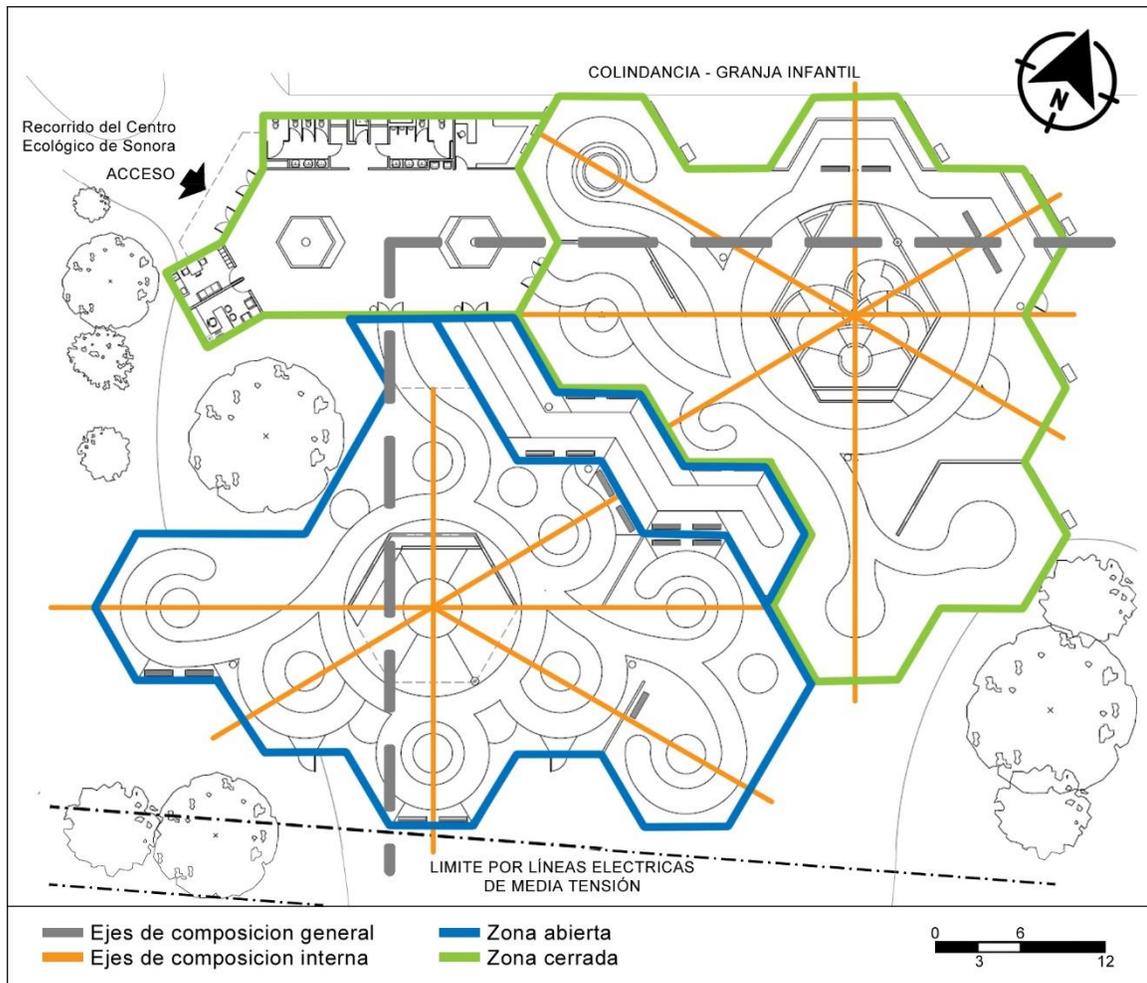


Imagen 20. Plano arquitectónico del conjunto con ejes de composición y delimitación de zonas.  
Fuente: Grijalva, 2018

A su vez, el proyecto cuenta con ejes de composición definidos, tanto en el conjunto en general como internamente en cada exhibición (ver Imagen 20).

A continuación, en las fachadas se aprecia como las diferencias de altura ayudan a la entrada de luz en los espacios, así como a generar una vista más dinámica del conjunto, asemejándose a las variaciones de alturas que presenta la vegetación.



Imagen 21. Alzado oeste  
Fuente: Grijalva, 2018



Imagen 22. Alzado Sur  
Fuente: Grijalva, 2018



Imagen 23. Alzado Este  
Fuente: Grijalva, 2018



Imagen 24. Alzado Norte  
Fuente: Grijalva, 2018

Por su parte, se distingue claramente una exhibición de otra antes de entrar al edificio, ya que la vegetación arbórea destaca y marca la diferencia con lo edificado.

El conjunto cuenta con un total de 97 especies distintas en exhibición, las cuales se encuentran detalladas en las tablas anexas (anexo 3) y algunas se pueden apreciar en las imágenes mostradas en el siguiente apartado.

#### 4.2.1. VISUALIZACIÓN DEL PROYECTO

Como se ve en las siguientes imágenes, se buscó mantener la tipología de los edificios del Centro Ecológico de Sonora, haciendo uso de techos a varias aguas con cubierta de teja y muros aparentes de ladrillo querobabi.



Imagen 25. Vista aérea del conjunto desde el sur.  
Fuente: Grijalva con render por Cuevas, 2018



Imagen 26. Vista del conjunto desde el acceso  
Fuente: Grijalva, 2018

En la siguiente imagen, se aprecian las salidas de emergencia de la exhibición de Selva Baja caducifolia, así como el muro perimetral de celosía que la enmarca.



Imagen 27. Vista del conjunto desde el sur y salidas de emergencia.  
Fuente: Grijalva con render por Cuevas, 2018

Al ingresar al edificio, se observan fotografías de plantas contenidas en las exhibiciones (ver Imagen 28), así como los distintos puntos que contiene el conjunto (exhibiciones, sanitarios, tienda de souvenirs, oficina, cuarto de empleados), a su vez, se tiene un espacio en el centro (ver Imagen 29), donde se posibilita el montaje de exposiciones provisionales relacionadas a la flora.



Imagen 28. Salidas del conjunto y vista de fotografías de plantas.  
Fuente: Grijalva, 2018



Imagen 29. Vista de sanitarios, tienda de souvenirs y espacio central libre.  
Fuente: Grijalva, 2018

Como se mencionó anteriormente, este punto es donde se conectan todas las exhibiciones, ya que aquí se encuentra el acceso a las 3, y el usuario puede decidir a cuál entrar o que orden seguir.



Imagen 30. Indicación de exhibición sobre puertas.  
Fuente: Grijalva, 2018

En cada puerta de acceso a exhibición se tiene la indicación de que ecosistema muestra (ver Imagen 30) y una vez dentro también se tiene esta indicación como se ve en las siguientes imágenes.



Imagen 31. Acceso a Invernadero de Ecosistema Selva Tropical.  
Fuente: Grijalva con render por Cuevas, 2018



Imagen 32. Acceso a Exhibición de Ecosistema Selva Baja Caducifolia.  
Fuente: Grijalva, 2018

En este punto también se da información relacionada a cada ecosistema, como ubicación de dicho ecosistema en México, condiciones climáticas, flora característica y datos interesantes.

Cada recorrido cuenta con zonas focales, de las cuales parten los ejes de composición vistos anteriormente en la Imagen 20, en el invernadero es la cascada, y en la exhibición de selva baja caducifolia es una especie de *Tabebuia*.



Imagen 33. Muro divisor de recorrido, cascada por detrás.  
Fuente: Grijalva, render por Cuevas, 2018



Imagen 34. Vista a punto central en Exhibición selva baja caducifolia.  
Fuente: Grijalva, 2018

Dentro del invernadero, las plantas se encuentran ubicadas según los requerimientos tanto de agua como de luz, por lo que se aprecia variedad de especies durante todo el recorrido, el cual como se vio en la planta es orgánico; a su vez, se tienen áreas de descanso con bancas para que las personas tengan la posibilidad de sentarse si así lo desean (ver Imagen 36).



Imagen 35. Interior del recorrido hacia la salida del invernadero.  
Fuente: Grijalva con render por Cuevas, 2018



Imagen 36. Áreas de descanso dentro del recorrido de selva tropical con vista a cascada.  
Fuente: Grijalva, 2018

Por otro lado, en la exhibición del ecosistema de selva baja caducifolia, como solo se tienen árboles y palmeras, se buscó hacer un juego con el diseño del piso, haciendo uso de grava, gravilla, piedra triturada, concreto, piedras grandes, adoquín y la misma tierra del terreno natural.



Imagen 37. Vista desde el suroeste de la exhibición de selva baja caducifolia con variación en los materiales del piso.  
Fuente: Cuevas, 2018



Imagen 38. Vista desde el sureste de la exhibición de selva baja caducifolia.  
Fuente: Cuevas, 2018

Sin embargo, durante el periodo seco, la vegetación de esta exhibición perderá su follaje, por lo que se dará un cambio drástico en la vista tanto de la exhibición como del conjunto.

Para el jardín xerófilo, se hizo uso de vegetación regional, como por ejemplo distintas especies de agaves, palma de Madagascar, pata de elefante, Texas, yucas entre otras, dentro de un recorrido corto, aplicando el diseño de piso como en la exhibición anterior.



Imagen 39. Acceso a jardín.  
Fuente: Grijalva, 2018



Imagen 40. Vista del jardín desde zona de descanso.  
Fuente: Grijalva, 2018

También desde esta exhibición se aprecia la del ecosistema de selva baja caducifolia y por las ventanas se ve un poco del interior del invernadero, como se aprecia en las imágenes anteriores.

#### 4.2.2. DESCRIPCIÓN ESTRUCTURAL

El modulo estructural de los invernaderos, está dado por las dimensiones de los hexágonos, los cuales tienen 6.0 mts de lado, dicha forma surgió por la necesidad de cambiar el modulo rectangular típico de los invernaderos, y en la búsqueda por respetar la vegetación existente, el hexágono fue la figura que podía rodear los árboles y a su vez, generar una dinámica tanto en la planta y como en las fachadas.

Las cubiertas son de teja metálica rectangular de aluzinc soportadas por estructura de joist y vigas IPR secundarias.

Para el edificio principal, se tienen losas de vigueta y casetón en las áreas más chicas, y cubierta de teja metálica a dos aguas para el área mayor, para continuar con la tipología de diseño del Centro Ecológico de Sonora, tanto losas como cubiertas estarán soportadas por los muros de carga de ladrillo querobabi con columnas-castillo reforzadas.

El proyecto en general tiene zapatas corridas, y dos tipos de zapatas aisladas; una cuenta con 3 columnas de acero OC, debido a que por el centro lleva un tubo de PVC para bajada de agua pluvial en cubiertas invertidas (Ver detalle estructural en plano EST-03).

El hexágono central del invernadero, es de block 20x20x40 cms, debido a que está en contacto con agua por la cascada y la estructura debía ser diferente a la del resto del conjunto. Este módulo tiene castillos ahogados a cada 40 cms y cada nivel de la cascada tiene un entrepiso de losa nervada, con excepción de los dos más bajos (estanque y ultimo nivel de cascada), ya que estos son de losa maciza debido a que se convierten en cimiento.



Imagen 41. Vista aérea de cascada.  
Fuente: Cuevas, 2018

### 4.2.3. DESCRIPCIÓN DE INSTALACIONES

#### *Sistemas de climatización*

En el entrespacio ubicado sobre el módulo de sanitarios, se colocaron los equipos de aire acondicionado (2 chillers de 12 toneladas cada uno) que abastecerán al edificio principal, y sobre la cubierta de la oficina, el cuarto de empleados y la tienda de souvenirs se ubicarán los equipos de aire acondicionado por minisplit de 1.5 toneladas para cada espacio.

Para la ventilación del invernadero de selva tropical, se aplicó el sistema de enfriamiento evaporativo (ver Imagen 42), ubicando paneles y extractores en muros contrarios (este y oeste).

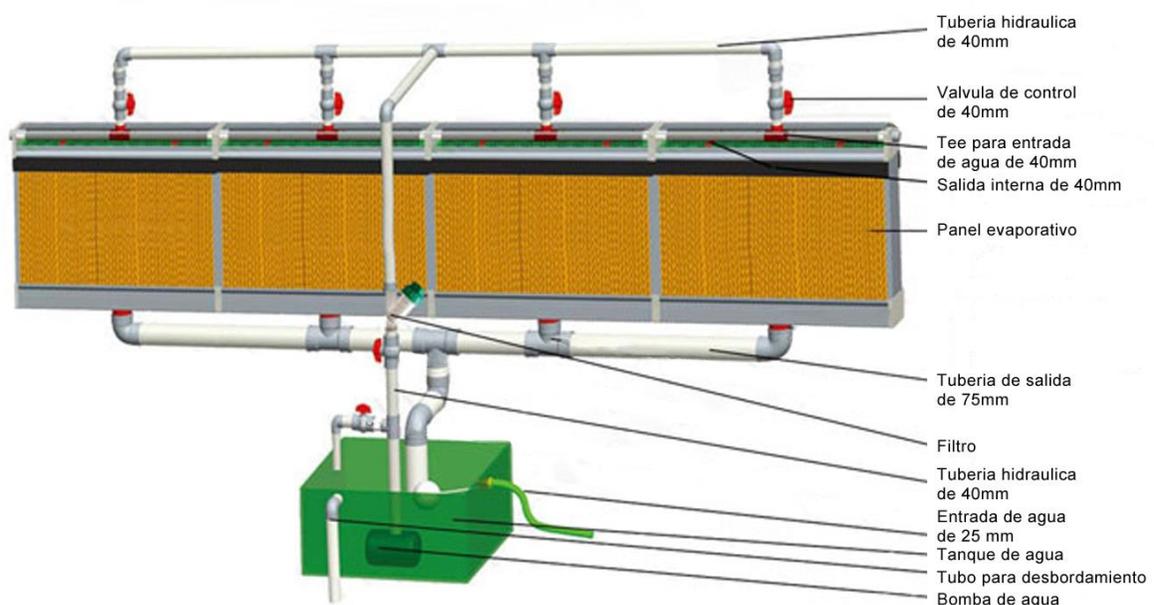


Imagen 42. Funcionamiento del sistema de enfriamiento evaporativo.  
Fuente: Daxili.com, 2018 con intervención propia

Como se muestra en la imagen anterior, los paneles son enfriados por agua, la cual es bombeada desde un tanque enterrado, este sistema se complementa con extractores de presión negativa, ubicados en orientación opuesta a la de los paneles.



Imagen 43. Paneles colocados en la fachada este.  
Fuente: Grijalva con render por Cuevas, 2018

### *Instalación hidráulica*

Para el abastecimiento de agua del edificio principal se utilizará la cisterna actual de 10 m<sup>3</sup>, así como para abastecer el equipo de enfriamiento evaporativo; para el resto del conjunto (sistemas de riego) se hará uso de una segunda cisterna, ubicada junto a la actual, pero con capacidad de 20 m<sup>3</sup> (ver plano INST01 e INST-03).

### *Sistema de riego*

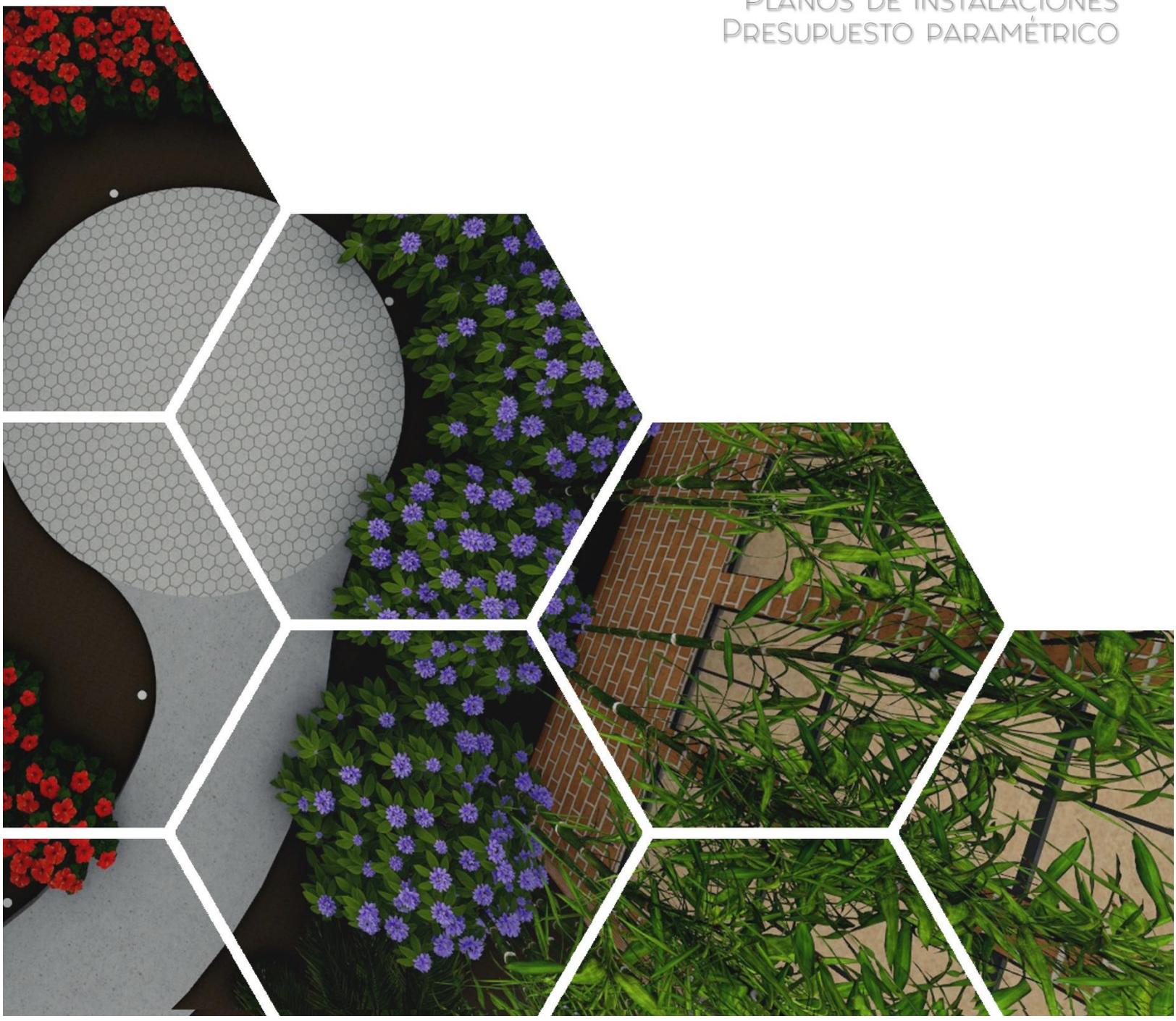
Se utilizarán varios tipos de riego: por goteo en la exhibición de ecosistema selva baja caducifolia y en el jardín; y por dispersión con boquillas inundadoras, de radio corto y de chorro en las áreas del invernadero de selva tropical, colocando dos programadores de riego, uno en el Invernadero y otro en la exhibición.

### *Iluminación*

Además de contar con la iluminación general para el edificio, se cuenta con lámparas para iluminar los senderos, así como iluminación de acento para algunas especies y para las zonas con información.

# CAPÍTULO 5. PROYECTO EJECUTIVO

PLANOS ARQUITECTÓNICOS  
PLANOS ESTRUCTURALES  
PLANOS DE INSTALACIONES  
PRESUPUESTO PARAMÉTRICO





## RELACIÓN DE PLANOS QUE CONFORMAN EL PROYECTO

A continuación, se presenta el listado de planos incluyendo el paquete al que corresponden, su respectiva clave y el número consecutivo.

	No.	Clave	Contenido
Preliminares	01	PRE01	Plano de macro y micro localización.
	02	PRE02	Planta arquitectónica: estado actual.
	03	PRE03	Fachadas actuales del Invernadero del CES.
	04	PRE04	Plano topográfico.
	05	PRE05	Plano de plataformas.
	06	PRE06	Plano de ubicación del proyecto.
Arquitectónicos	07	ARQ01	Plano de conjunto.
	08	ARQ02	Planta arquitectónica del conjunto.
	09	ARQ03	Planta Arquitectónica edificio principal y Exhibición Selva Baja Caducifolia: sección A
	10	ARQ04	Planta Arquitectónica Invernadero Selva Tropical: sección B
	11	ARQ05	Fachadas Norte, Sur, Este.
	12	ARQ06	Fachada Oeste y cortes A-A' y B-B'.
	13	ARQ07	Cortes C-C' y D-D'.
	14	ARQ08	Cortes por fachada: CX1, CXF2, CXF3
	15	ARQ09	Cortes por fachada: CXF4, CXF5, CXF6
	16	ARQ10	Planta arquitectónica y cortes de cascada.
	17	ARQ11	Detalles estructurales de cascada.
	18	ARQ12	Plano de albañilería del conjunto.
	19	ARQ13	Acabados en edificio principal
	20	ARQ14	Acabados en Exhibición Selva Baja Caducifolia
	21	ARQ15	Acabados en Invernadero de Selva Tropical.
Urbanos	22	URB01	Plano de mobiliario urbano
	23	URB02	Plano de detalles de mobiliario
	24	URB03	Plano de pisos
Paisaje	25	PAI01	Planta de conjunto: indicación de secciones (árboles y palmeras)
	26	PAI02	Planta de conjunto: indicación de secciones (arbustos y cubresuelos)
	27	PAI03	Plano de plantación Selva tropical: sección A-1
	28	PAI04	Plano de plantación Selva tropical: sección A-2
	29	PAI05	Plano de plantación Selva tropical: sección B-1
	30	PAI06	Plano de plantación Selva tropical: sección B-2
	31	PAI07	Plano de plantación Selva tropical: sección C-1
	32	PAI08	Plano de plantación Selva tropical: sección C-2

Tabla 24. Relación de planos contenidos en el documento.

Fuente: Grijalva, 2018

	No.	Clave	Contenido
Paisaje	33	PAI09	Plano de plantación Jardín xerófilo: sección D
	34	PAI10	Plano de plantación Selva baja caducifolia (arboles): sección E
	35	PAI11	Plano de riego: distribución de estaciones
	36	PAI12	Plano de riego: localización de aspersores
Estructurales	37	EST01	Plano de cimentación
	38	EST02	Detalles de cimentación
	39	EST03	Detalles de cimentación y especificaciones
	40	EST04	Plano de columnas y castillos
	41	EST05	Plano de trabes
	42	EST06	Plano de cubiertas
	43	EST07	Detalles estructurales: D01-D04
	44	EST08	Detalles estructurales: D05-D11
Instalaciones	45	INST01	Instalación hidráulica: detalles H01, IS03, Panel
	46	INST02	Instalación hidráulica: detalles H02, H03, H04
	47	INST03	Instalación hidráulica: detalles H05, H06, H07, H08
	48	INST04	Instalación sanitaria de conjunto.
	49	INST05	Instalación sanitaria detalles.
	50	INST06	Instalación eléctrica: Contactos.
	51	INST07	Instalación eléctrica: Luz.
	52	INST08	Instalación eléctrica: Iluminación.
	53	INST09	Detalles de iluminación.
	54	INST10	Aire acondicionado.
	55	INST11	Sistema de enfriamiento evaporativo.
PC	56	PC01	Rutas de evacuación y localización de extintores
	57	PC02	Equipamiento y señalización

\*PC Protección civil

Tabla 25. Relación de planos contenidos en el documento.  
Fuente: Grijalva, 2018



## **5.1. PLANOS PRELIMINARES, ARQUITECTÓNICOS, URBANOS, DE PAISAJE, ESTRUCTURALES, INSTALACIONES Y PROTECCIÓN CIVIL**



## 5.2. PRESUPUESTO PARAMÉTRICO

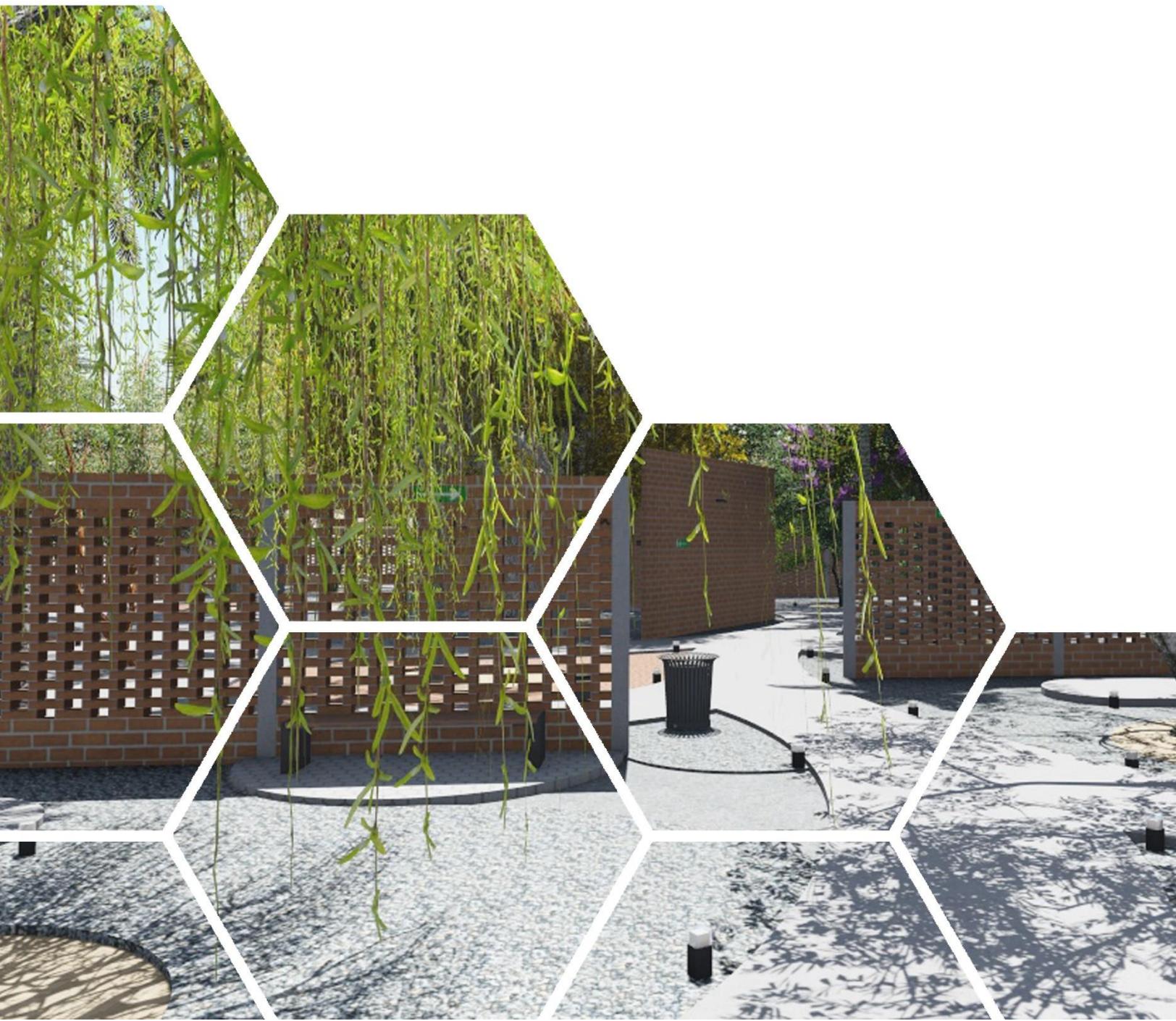
Para calcular el presupuesto paramétrico del proyecto, se revisaron las tablas de la CMIC de las cuales se tomó el costo por metro cuadrado de los jardines. Para el resto de los espacios se consultó al Ing. Vladimir Casas Félix.

Zona/espacio	Área	Costo x m <sup>2</sup>	
Edificio principal	321.69 m <sup>2</sup>	\$6,500	\$2,090,985. <sup>00</sup>
Invernadero Ecosistema Selva Tropical			\$10,081,520. <sup>00</sup>
Hexágono de 12 m de altura	96.98 m <sup>2</sup>	\$12,000	
Hexágono de 9 m de altura	281.76 m <sup>2</sup>	\$10,500	
Hexágono de 6 m de altura	744.91 m <sup>2</sup>	\$8,000	
Exhibición Ecosistema Selva Baja Caducifolia			\$632,796. <sup>32</sup>
Muros perimetrales	156.38 ml	\$2,500	
Jardín	976.33 m <sup>2</sup>	\$204	
Jardín xerófilo	164.23 m <sup>2</sup>	\$204	\$33,502. <sup>92</sup>
		<b>Total</b>	<b>\$12,841,804.<sup>24</sup></b>

Tabla 26. Desglose de costos del proyecto.  
 Fuente: CMIC,2015; Casas, 2018; Grijalva, 2018.



# CONCLUSIÓN





## **CONCLUSIÓN**

Debido a que el proyecto rompe con la forma convencional del resto de los edificios del CES atraería la atención de los visitantes incluso antes de ingresar al espacio, considerando también que las personas desean que este espacio vuelva a funcionar y formar parte del recorrido.

Con esto también aumentaría el número de visitantes al CES, ya que el recorrido no solo incluiría animales y vegetación regional, sino que tendría especies de plantas que no se ven en Hermosillo fuera de condiciones controladas.

Por su parte, el diseñar un espacio con especies de distintos ecosistemas, ayuda a que se haga una comparativa de las diferencias que tienen y el valor que posee cada uno, para así aprender a valorarlos y protegerlos, lo que a su vez ayuda a continuar con el lema del Centro “conocer para proteger”.

Otro punto favorable del proyecto, es que existe la posibilidad de vender ciertas plantas cultivadas en el invernadero, lo que generaría un ingreso económico extra para ayudar al mantenimiento del mismo.

A su vez, se generarían nuevas fuentes de empleo, ya que se requiere mantenimiento constante para las plantas y personal con conocimiento acerca de botánica, ya que las personas desean poder tomar tours guiados y no solo hacer recorridos de manera libre.



# BIBLIOGRAFÍA





## CONTENIDO EN GENERAL

### LIBROS

- Barrera Symonds, D. (2010). *Revitalización del espacio público en un sector popular de la ciudad de Hermosillo: caso Las Granjas - San Antonio*. Hermosillo. Obtenido de <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/20871/Capitulo2.pdf>
- Bastida Tapia, A. (2011). *Los Invernaderos y la Agricultura Protegida en México*. (S. d. Agribot, Ed.) Recuperado el 2017, de Capítulo 2: Desarrollo y Evolución de los Invernaderos en el Mundo: <https://documents.mx/documents/02-desarrollo-y-evolucion-de-los-invernaderos-en-el-mundo.html>
- Gómez Pompa, A. (2016). *Mi vida en las Selvas Tropicales: Memorias de un Botánico* (1 ed.). (E. Loyden, Ed.) Ciudad de México, Tlalpan, México: Offset Rebosán. Recuperado el 16 de Septiembre de 2017, de Sus inicios e influencia en el desarrollo de la botánica de México: <http://www.reservaeleden.org/agp/libro/cap11.html>
- Serrano Cermeño, Z. (2005). *Construcción de Invernaderos* (3 ed.). Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa. Obtenido de [https://books.google.com.mx/books?id=Glip3Q7T9mEC&pg=PA41&hl=es&source=gbs\\_toc\\_r&cad=4#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=Glip3Q7T9mEC&pg=PA41&hl=es&source=gbs_toc_r&cad=4#v=onepage&q&f=false)
- Trejo Moreno, A., González Godoy, F., & Taylor Padilla, L. (2003). *Revitalización del Centro Ecológico de Sonora: Acuario-Observatorio*. Hermosillo.

### PÁGINAS WEB

- Agropinos. (31 de Octubre de 2016). *HISTORIA DEL INVERNADERO*. Recuperado el 12 de Abril de 2017, de <http://www.agropinos.com/historia-del-invernadero-para-cultivos>
- Agua de Hermosillo. (8 de Mayo de 2015). *Agua de Hermosillo*. Recuperado el 1 de Noviembre de 2017, de Catastro: [http://www.aguadehermosillo.gob.mx/inicio/index.php?option=com\\_phocadownload&view=category&id=1](http://www.aguadehermosillo.gob.mx/inicio/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=1)
- AIA Nebraska. (2015). *2015 AIA NEBRASKA DESIGN AWARDS*. Obtenido de ARCHITECTURE | HONOR: [http://www.aiane.org/aia\\_design\\_awards/2015\\_design\\_awards\\_AIA/aiane\\_awards\\_15\\_102.html](http://www.aiane.org/aia_design_awards/2015_design_awards_AIA/aiane_awards_15_102.html)
- AIA Omaha. (2014). *AIA Omaha 2014 Architecture Tours*. Obtenido de Marjorie K. Daugherty Conservatory: <http://www.aiaomaha.org/architecture-tours.html>
- Alvarado, P., & Urrutia, G. (2003). *Biblioteca Virtual Universal*. Obtenido de Invernaderos: <http://www.biblioteca.org.ar/libros/8863.pdf>
- American Heritage® Dictionary of the English Language. (2011). *conservatory*. (n.d.) (Vol. Fifth Edition). (H. M. Company, Ed.) Obtenido de <https://www.thefreedictionary.com/conservatory>



- Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California (Sonora). (2017). Recuperado el 1 de Mayo de 2017, de Flora: <http://islasgc-sonora.conanp.gob.mx/flora/>
- Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California (Sonora). (2017). Recuperado el 1 de Mayo de 2017, de Especies en riesgo: <http://islasgc-sonora.conanp.gob.mx/especies-en-riesgo/>
- Asociación Mexicana de Constructores de Invernadero. (6 de Mayo de 2010). *Asociación Mexicana de Constructores de Invernadero*. Recuperado el 1 de Mayo de 2017, de Rangos de precios sugeridos para 5 tipos de invernaderos en México: [http://www.firco.gob.mx/proyectos/proap/Documents/Presentacion\\_Rangos\\_Precios\\_PROAP\\_2010.pdf](http://www.firco.gob.mx/proyectos/proap/Documents/Presentacion_Rangos_Precios_PROAP_2010.pdf)
- Asociación Mexicana de Constructores de Invernaderos, A.C. (8 de Julio de 2008). *Diario Oficial de la federación*. Obtenido de Norma Mexicana para el diseño y construcción de invernaderos: <https://es.scribd.com/doc/157292212/NMX-E-255-CNCP-2008-Resumen-080310>
- Asociación Mexicana de Horticultura Protegida. (2018). *AGRICULTURA PROTÉGIDA EN MÉXICO*. Obtenido de <http://www.amhpac.org/es/index.php/homepage/agricultura-protegida-en-mexico>
- Asociación Mexicana de Jardines Botánicos . (2006). *Capital natural de México • Vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio*. Obtenido de Apéndice 12.1. Jardines botánicos de México: [http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/CapNatMex/Vol%20II/CD3/Capitulo%2012/Apendice%2012\\_1.pdf](http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/CapNatMex/Vol%20II/CD3/Capitulo%2012/Apendice%2012_1.pdf)
- Ayala, E. (29 de Julio de 2016). Parques en Hermosillo... dañados por descuido y falta de conciencia ciudadana. Hermosillo. Recuperado el 18 de abril de 2018, de <https://proyectopuente.com.mx/2016/07/29/parques-en-hermosillo-danados-descuido-falta-conciencia-ciudadana/>
- Brick Eagle. (9 de noviembre de 2016). *Greenhouse Farming – A Roman Gift to the World*. Recuperado el 20 de abril de 2018, de <http://www.brickeagle.com/2016/11/greenhouse-farming-roman-gift-world/>
- Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM. (2016). *Universidad Nacional Autónoma de México*. Recuperado el 19 de abril de 2018, de Mapa de la UNAM: <http://atlasclimatico.unam.mx/UNAM/servmapas>
- CISION.PRWeb. (11 de Octubre de 2014). Recuperado el 30 de marzo de 2018, de The Marjorie K. Daugherty Conservatory Opens Saturday, October 11 at Lauritzen Gardens: <http://www.prweb.com/releases/2014/10/prweb12234967.htm>
- City of Edmonton. (2018). *Muttart Conservatory - Discover the pyramids*. Recuperado el 10 de abril de 2018, de Muttart Map: [https://www.edmonton.ca/attractions\\_events/muttart\\_conservatory/discover-the-pyramids.aspx](https://www.edmonton.ca/attractions_events/muttart_conservatory/discover-the-pyramids.aspx)

- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. (s.f.). *Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas*. Recuperado el 1 de Mayo de 2017, de ¿Qué hacemos?: <http://www.gob.mx/conanp/que-hacemos>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (10 de julio de 2014). *Glorario*. Obtenido de Especie exótica, introducida o no nativa.: <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/exoticas/doctos/glosario.html>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2006-2009). *Biodiversidad Mexicana*. Recuperado el 4 de Septiembre de 2017, de Selvas Húmedas: <http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/selvaHumeda.html>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2008-2010). *Biodiversidad Mexicana - Selvas Secas*. Obtenido de <http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/selvaSeca.html>
- CONAGUA. (s.f.).
- Daxili.com. (2018). *Daxili*. Recuperado el marzo de 2018, de Evaporative Cooler Pad: <http://www.daxili.com/product/info/Evaporative-Cooler-Pad.html>
- Desconocido. (1997). Jardín Botánico de la UNAM: Oasis de belleza natural. *México Desconocido*. Recuperado el 23 de septiembre de 2017, de <https://www.mexicodesconocido.com.mx/jardin-botanico-de-la-unam-oasis-de-belleza-natural.html>
- Diario Oficial de la Federación. (28 de Febrero de 2013). *Normas Oficiales*. Obtenido de PROY-NMX-E-255-CNCP-2012: [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle\\_popup.php?codigo=5295214](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5295214)
- Dirección General del Centro Ecológico de Sonora. (25 de Agosto de 2017). Mapa del Centro Ecológico de Sonora. Hermosillo Sonora.
- Ecología Verde. (2017). *Ecología Verde*. Recuperado el 17 de Septiembre de 2017, de Biosfera 2, el laboratorio climático más grande del mundo: <https://www.ecologiaverde.com/biosfera-2-el-laboratorio-climatico-mas-grande-del-mundo/>
- Flores. (2014). *Flores*. Obtenido de Maleza: <https://www.flores.ninja/maleza/>
- Gaurang, K. (s.f.). *Pinterest*. Obtenido de <https://www.pinterest.com.mx/pin/356980707956055161/>
- Geografía, Instituto Nacional de Estadística y. (2015). *Cuéntame... Información por entidad*. Recuperado el 4 de Octubre de 2017, de Número de Habitantes por Municipio: Encuesta Intercensal 2015: <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/son/poblacion/default.aspx?tema=me>
- Gobierno del Estado de Sonora. (2015 - 2021). *Centro Ecológico de Sonora*. Recuperado el octubre de 2017, de Centro Ecológico de Sonora: <http://centroecologico.sonora.gob.mx/acerca-de/comision-de-vivienda.html>



- Gobierno del Estado de Sonora. (2015 - 2021). *Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora*. Obtenido de ¿Qué es CEDES?: <http://www.cedes.gob.mx/index.php/conocenos>
- Golden, E. (25 de Abril de 2013). *Omaha World Herald*. Recuperado el 2 de abril de 2018, de \$20 million conservatory planned at Lauritzen Gardens: [http://www.omaha.com/news/million-conservatory-planned-at-lauritzen-gardens/article\\_5d4133a4-3d09-5043-b5a2-f399abd6d957.html](http://www.omaha.com/news/million-conservatory-planned-at-lauritzen-gardens/article_5d4133a4-3d09-5043-b5a2-f399abd6d957.html)
- H Ayuntamiento de Hermosillo. (2015-2018). *SIGEM HERMOSILLO*. Recuperado el 25 de Octubre de 2017, de Servicios.
- H. AYUNTAMIENTO DE HERMOSILLO. (2016-2018). *Descargar Plan Municipal de Desarrollo 2016-2018*. Obtenido de <http://www.hermosillo.gob.mx/pages/plan-municipal-de-desarrollo.aspx>
- H. AYUNTAMIENTO DE HERMOSILLO. (s.f.). *Leyes y reglamentos*. Obtenido de Reglamento de Construcción para el Municipio de Hermosillo: [https://www.hermosillo.gob.mx/portalthransparencia/marco\\_legal.aspx](https://www.hermosillo.gob.mx/portalthransparencia/marco_legal.aspx)
- HDR. (2018). *HDR Portfolio*. Recuperado el 30 de marzo de 2018, de Conservatory Addition - Creating a Memorable Visitor Experience: <https://www.hdrinc.com/portfolio/conservatory-addition>
- Hernández, C., & López, A. (s.f.). *Jardín Botánico del Instituto de Biología de la UNAM*. Recuperado el 25 de abril de 2018, de Biodiverte con nosotros en las Visitas Guiadas del Jardín Botánico del IBUNAM: <http://www.ibiologia.unam.mx/jardin/visitas.html>
- Iasa Comunicación. (2017). *México Desconocido*. Recuperado el 13 de Septiembre de 2017, de JARDÍN BOTÁNICO DE LA UNAM: OASIS DE BELLEZA NATURAL: <https://www.mexicodesconocido.com.mx/jardin-botanico-de-la-unam-oasis-de-belleza-natural.html>
- IMPLAN. (2012-2015). *PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DEL CENTRO DE POBLACIÓN DE HERMOSILLO, SONORA*. Obtenido de PLANO DE USO, RESERVAS Y DESTINOS DE SUELO.
- IMPLAN. (8 de Agosto de 2014). *PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DEL CENTRO DE POBLACIÓN DE HERMOSILLO, SONORA*. Recuperado el 23 de octubre de 2017, de Plano E11 Infraestructura: <http://www.implanhermosillo.gob.mx/programas-2/>
- IMPLAN. (2016). *Programa de Desarrollo Metropolitano de Hermosillo 2016*. Recuperado el 3 de noviembre de 2017, de <http://www.implanhermosillo.gob.mx/>
- INEGI. (2015). *Cuéntame... Información por entidad*. Obtenido de Número de habitantes - Encuesta Intercensal: <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/son/poblacion/default.aspx?tema=me&e=26>

- INEGI. (2015). *Cuéntame... Información por entidad*. Recuperado el 4 de Octubre de 2017, de Número de habitantes por municipio: <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/son/poblacion/default.aspx?tema=me>
- INEGI. (2015). *México en cifras*. Recuperado el 1 de Noviembre de 2017, de Conjunto de datos vectoriales de información topográfica escala 1:50 000 serie III. H12D41 (Hermosillo): <http://www.beta.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825267407>
- INEGI. (2017). *Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas mapas2*. Recuperado el 23 de Octubre de 2017, de DENUE-Equipamiento : <http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx#>
- INFOJARDIN. (2018). *Infojardin*. Recuperado el 20 de febrero de 2018, de Sistemas de riego: <http://articulos.infojardin.com/articulos/sistemas-riego-jardin.htm>
- Inforural. (6 de Julio de 2015). *Inforural*. Recuperado el 1 de Mayo de 2017, de Agricultura protegida, evolución y éxito en México: <https://www.inforural.com.mx/agricultura-protegida-evolucion-y-exito-en-mexico/>
- Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). (2011 - 2012). *Jardín Botánico del IBUNAM*. Recuperado el 13 de Septiembre de 2017, de Historia del Jardín: <http://www.ib.unam.mx/jardin/historia/>
- Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). (2011-2012). *Jardín Botánico del IBUNAM*. Recuperado el 13 de Septiembre de 2017, de Bienvenido al Jardín Botánico del Instituto de Biología de la UNAM: <http://www.ib.unam.mx/jardin/>
- Katemopoulos, M. (21 de Septiembre de 2017). *Garden Guides*. Recuperado el 13 de Abril de 2017, de The History of Greenhouses: <http://www.gardenguides.com/83595-history-greenhouses.html>
- Landbeauties.com. (25 de junio de 2014). *Land Beauties*. Recuperado el 10 de abril de 2018, de Muttart Conservatory Place: <https://landbeauties.com/muttart-conservatory-place/>
- Landgrave Serrano, M. (15 de enero de 2018). Hay que hacer atractivos los parques que ya tenemos: Especialista. *Uniradio Noticias*. (G. Medina, Entrevistador) Hermosillo, Sonora. Recuperado el 2018, de <http://www.uniradionoticias.com/noticias/hermosillo/509234/hay-que-hacer-atractivos-los-parques-que-ya-tenemos-especialista.html>
- Lauritzen Gardens - Omaha's Botanical Center. (2018). *Lauritzen Gardens - About - History*. Recuperado el 30 de marzo de 2018, de <http://www.lauritzengardens.org/About/History/>
- Lauritzen Gardens - Omaha's Botanical Center. (2018). *Lauritzen Gardens - Visit - Directions/Map*. Recuperado el 2 de abril de 2018, de <http://www.lauritzengardens.org/Visit/DirectionsMap/>



- Munters. (s.f.). *Munters. Your perfect climate*. Recuperado el 20 de febrero de 2018, de Enfriamiento Evaporativo: <https://www.munters.com/es/Areas-de-conocimiento/evaporative-cooling/>
- Navarro, J. (5 de Julio de 2015). *Arch Daily*. Obtenido de IENOVA / Sordo Madaleno Arquitectos: <https://www.archdaily.mx/mx/768617/ienova-sordo-madaleno-arquitectos>
- Portal UNE Transporte Sonora, Gobierno del Estado de Sonora. (2018). *UNE Transporte urbano*. Obtenido de Ubica tu camion : <http://une.sonora.gob.mx/rutas/ubica-tu-camion.html>
- PROFEPA. (30 de Diciembre de 2010). *Diario Oficial de la Federación*. Recuperado el 3 de Noviembre de 2017, de NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010: [http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/435/1/NOM\\_059\\_SEMARNAT\\_2010.pdf](http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/435/1/NOM_059_SEMARNAT_2010.pdf)
- PROFEPA. (9 de Enero de 2015). *Procuraduría Federal de Protección al Ambiente*. Recuperado el 3 de Noviembre de 2017, de LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE: [http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/1133/1/ley\\_general\\_del\\_equilibrio\\_ecologico\\_y\\_la\\_proteccion\\_al\\_ambiente.pdf](http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/1133/1/ley_general_del_equilibrio_ecologico_y_la_proteccion_al_ambiente.pdf)
- Ricus, C. (14 de Octubre de 2014). *¿Qué es una orangerie?* Recuperado el 13 de Abril de 2017, de Citrus Ricus: <http://www.citrusricus.com/blog/que-es-una-orangerie/>
- Rough Brothers, Inc. (2018). *Home - Conservatories & Botanical Gardens*. Recuperado el 30 de marzo de 2018, de <http://www.roughbros.com/conservatories-and-botanical-gardens/>
- Sánchez, M. (4 de noviembre de 2016). *Jardinería ON*. Recuperado el 20 de abril de 2018, de ¿Qué son las plantas exóticas?: <https://www.jardineriaon.com/que-son-las-plantas-exoticas.html>
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (3 de Enero de 2017). *Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación*. Recuperado el 1 de Mayo de 2017, de Tipos de Estructura para la Agricultura Protegida: <http://www.gob.mx/sagarpa/articulos/tipos-de-estructura-para-la-agricultura-protegida>
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (2017 de Enero de 2017). *Tipos de estructura para la agricultura protegida*. Obtenido de La agricultura protegida se practica bajo diferentes tipos de estructuras que contribuyen al cuidado de los cultivos ante los cambios climáticos.: <https://www.gob.mx/sagarpa/articulos/tipos-de-estructura-para-la-agricultura-protegida>
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (s.f.). *Invernaderos rusticos*. (S. d. Traspato, Ed.) Recuperado el 26 de marzo de 2018, de

<http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Invernadero%20R%C3%BAstico.pdf>

Secretaría de Educación y Cultura de Sonora. (2017). *Dirección General de Planeación Dirección de Información y Estadística*. Recuperado el 4 de Octubre de 2017, de BUSCADOR DE ESCUELAS EN LÍNEA - 2017: <http://planeacion.sec.gob.mx/upeo/ccts/>

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (29 de abril de 2016). *En México existen 25,814 unidades de producción de agricultura protegida*. Recuperado el 30 de abril de 2018, de <https://www.gob.mx/siap/articulos/en-mexico-existen-25-814-unidades-de-produccion-de-agricultura-protegida?idiom=es>

Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. (14 de diciembre de 2016). *La aplicación de sistemas de protección garantiza la disposición de frutas y verduras todo el año*. Recuperado el 2018, de Agricultura protegida: <https://www.gob.mx/senasica/articulos/conoce-que-es-la-agricultura-protegida?idiom=es>

Servicios Topograficos del Noroeste. TOPNOR. (26 de Enero de 2018). Cuadro de Construcción de la Poligonal del Invernadero del Centro Ecológico de Sonora. Hermosillo, Sonora, México.

Servicios Topograficos del Noroeste. TOPNOR. (26 de Enero de 2018). Poligonal del Invernadero del Centro Ecológico de Sonora. Hermosillo, Sonora, México.

The Earth Observatory. NASA. (s.f.). *Glossary*. Obtenido de Biome: <https://earthobservatory.nasa.gov/Experiments/Biome/vocabulary.php>

UNAM. (2018). *Jardin botanico del Instituto de Biología de la UNAM*. Obtenido de <http://www.ibiologia.unam.mx/jardin/>

Unión Vidriera Grupo. (s.f.). *NUEVO VIDRIO LAMINADO Solar Control Glass SCg 74/49*. Obtenido de <https://unionvidriera.com/nuevo-solar-control-glass/>

Vergara , M. (5 y 6 de noviembre de 2009). *LA CREACIÓN DE JARDINES BOTÁNICOS Y EL MANEJO DEL PAISAJE EN LAS UNIVERSIDADES*. Obtenido de [http://www.complexus.org.mx/Documentos/Foro/DraMariadelCarmenVergaraTenorio\\_UV.pdf](http://www.complexus.org.mx/Documentos/Foro/DraMariadelCarmenVergaraTenorio_UV.pdf)

Vial, N. (10 de Mayo de 2008). *Arch Daily*. Obtenido de Remodelación Chilevisión / elton\_léniz + Ramírez y Rodríguez: <https://www.archdaily.mx/mx/02-7460/remodelacion-chilevision-elton-leniz-ramirez-y-rodriguez>

White, B. C. (9 de abril de 2003). *Architectural Analysis of Muttart Conservatory*. Recuperado el 10 de abril de 2018, de <http://web.mst.edu/~baur/ArcE203WS03/Miner%20Rec/Muttart%20Conservatory-Edmonton-CA-B-White.ppt>.



## INFORMACIÓN DE PLANTAS

### LIBROS

Brickell, C. (1993). Enciclopedia de plantas y flores. México: Grijalbo. Recuperado el 27 de febrero de 2018

Chacalo Hilu, A., & Corona Nava Esparza, V. (2009). Árboles y arbustos para ciudades. México: Universidad Autónoma Metropolitana. Recuperado el 7 de marzo de 2018

Felger, R., Johnson, M., & Wilson, M. (2001). The Trees of Sonora, México. New York: Oxford University Press. Recuperado el 15 de marzo de 2018

Joyce, D. (1998). The perfect plant: for every site, habitat, and garden style. New York: Stewart Taboki & Chang. Recuperado el 7 de marzo de 2018

Kindersley, D. (1983). Un jardín dentro de casa. México: Reader's Digest México, S.A. de C.V. Recuperado el 7 de marzo de 2018

Martínez, M. (1994). Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. México: Fondo de Cultura Económica. Recuperado el 27 de febrero de 2018

### PAGINAS WEB

Amwua. (s.f.). Landscape Plants for the Arizona Desert. Recuperado el 27 de febrero de 2018, de Find a plant: [www.amwua.org/plants](http://www.amwua.org/plants)

Bamboo Land PTY LTD. (2018). Bamboo Land. Nursery and Parklands. Recuperado el 8 de abril de 2018, de Products - Plants: <http://www.bambooland.com.au/plants/>

Bambuver. (2018). Bambuver - Productos - Planta. Recuperado el 8 de abril de 2018, de <http://bambuver.com/index.php/productos/planta-tipo>

Botanical Online. (s.f.). Recuperado el 22 de febrero de 2018, de Guia de flores y plantas de jardin: <https://www.botanical-online.com>

Dave's Garden. (2000-2018). Dave's Garden. Recuperado el 22 de febrero de 2018, de Plant Search: <https://davesgarden.com/guides/pf/>

infojardin.com. (2002-2017). Infojardin. Recuperado el 27 de septiembre de 2017, de Fichas de plantas: <http://articulos.infojardin.com/plantas/plantas.htm>

Missouri Botanical Garden. (s.f.). Missouri Botanical Garden - Plant Finder. Recuperado el 8 de abril de 2018, de <http://www.missouribotanicalgarden.org/>

NC State University. (s.f.). NC State Extension. Recuperado el 9 de abril de 2018, de Plants: <https://plants.ces.ncsu.edu/plants/>

Plant Lust. (s.f.). Plant Lust. Recuperado el 9 de abril de 2018, de Plant Index: <https://plantlust.com/>

Plants & Flowers. (2010-2017). Plants Rescue. Obtenido de Plants and flowers:  
<http://www.plantsrescue.com>

Preferred Commerce. (2006-2018). Learn2Grow. Recuperado el 16 de abril de 2018, de  
Plant Search: <http://www.learn2grow.com/plants>

THE PALM SOCIETY. Northern California Chapter. (2004). Recuperado el 8 de abril de  
2018, de LIST OF SPECIES IN NORTHERN CALIFORNIA:  
<http://www.palmsnc.org/pages/species.php>

#### ENTREVISTAS

Carolina Chacón Cruz. Guía en Ecosafari del Centro Ecológico de Sonora. 21 de febrero  
de 2017, 9 de marzo de 2017.

Lic. José Martínez Machuca. Subdirector General del Centro Ecológico. 2 de septiembre de  
2017, 22 de agosto de 2018.

Ing. Alfredo Mora Malerva. Jefe de educación ambiental en Museo de Vida Silvestre del  
Centro Ecológico de Sonora. 3 de septiembre de 2016, 27 de febrero de 2017, 25 de marzo  
de 2017, 2 de septiembre de 2017.

Ing. Oscar Rafael Rodríguez. Maestro de la Universidad de Sonora. Departamento de Ing.  
Civil y Minas. 17 de octubre de 2017.

Ing. Eduardo Grijalva. Encargado de mantenimiento del Centro Ecológico de Sonora. 14 de  
marzo de 2018.

Ing. Luis Albores. Mantenimiento del Centro Ecológico de Sonora. 14 de marzo de 2018.



# ANEXOS





## ANEXO 1. ENCUESTA 1

1. ¿A visitado el Centro Ecológico de Sonora (CES)?, aproximadamente ¿cuántas veces lo ha visitado?
2. ¿Cuándo suele visitarlo?
3. ¿Conoce el invernadero del Centro Ecológico de Sonora (CES)?
4. ¿Considera que tiene un buen tamaño (área)?
5. ¿Sabía que actualmente está en desuso y cerrado al público?
6. ¿Desearía que fuera rehabilitado o que se construyera uno nuevo?
7. ¿Considera que el invernadero atraería más visitantes al CES?
8. ¿Cuánto tiempo estaría dispuesto a pasar en este espacio para la contemplación de especies de flora?
9. ¿Le gustaría que el recorrido por el invernadero fuera con guía o por recorrido libre (sin guía)?
10. ¿Cuánto tiempo estaría dispuesto a esperar para tomar un tour por el invernadero?
11. ¿Qué desearía que tuviera extra el invernadero (además de las exhibiciones de las especies de flora)?

### *Resultados*

Más del 80% de los encuestados sabe en qué consiste el cultivo en invernadero, sin embargo, solo el 73% ha visitado uno, de los cuales el 71% conoce el Invernadero del Centro Ecológico de Sonora.

En su mayoría, las personas encuestadas respondieron que consideraban relevante para Hermosillo contar con un invernadero y por consecuencia esto sería benéfico para los habitantes de la ciudad, alcanzando más del 70% en ambas preguntas.

En cuanto a las preguntas específicas respecto al Centro Ecológico de Sonora y el invernadero, los resultados fueron los siguientes:

- El 44% de los encuestados a visitado el CES entre 1 y 5 veces, y solo el 21% lo ha visitado más de 10 veces.
- También, el 50% de los encuestados, desconocía la situación actual del invernadero, y más del 70% desearía que fuera rehabilitado, también es importante mencionar que ningún encuestado dijo que no le interesaba su rehabilitación, sino que simplemente le era indiferente.
- En cuanto al tamaño del Invernadero, el 55% de los encuestados mencionó que lo consideraba de buen tamaño, sin embargo, el resto, dijo que era pequeño.
- Sobre el tiempo que estarían dispuestos a pasar en el recorrido del invernadero, el 50% de los encuestados dijo que podrían pasar ahí entre 15 y 30 minutos, el 37% dijo que podrían pasar más de 30 minutos y solo el 4% pasaría menos de 15 minutos en el lugar.

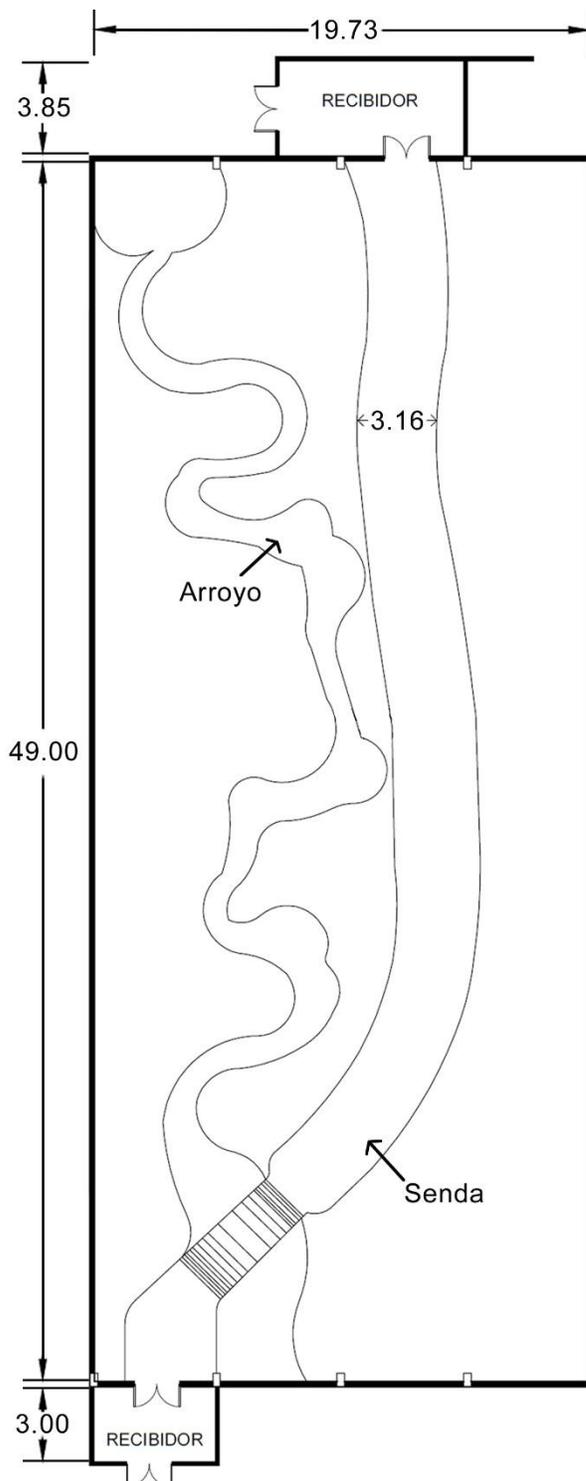
## **ANEXO 2. ANÁLISIS GRÁFICO DE ÁREAS**

En el siguiente apartado, podemos ver las distintas fichas infografías de cada espacio, las cuales contienen las dimensiones mínimas requeridas para llevar a cabo de manera óptima las distintas actividades planteadas en el capítulo 3, en el apartado 3.1. programa de necesidades.

El resultado de estas fichas, se obtuvo con base en la consulta de los espacios en los distintos casos análogos vistos, en reglamentación consultada y las distintas actividades a realizar por los usuarios.

## INVERNADERO

A continuación, se presenta el área total del actual invernadero así como el ancho promedio de 3.00 metros en la senda.

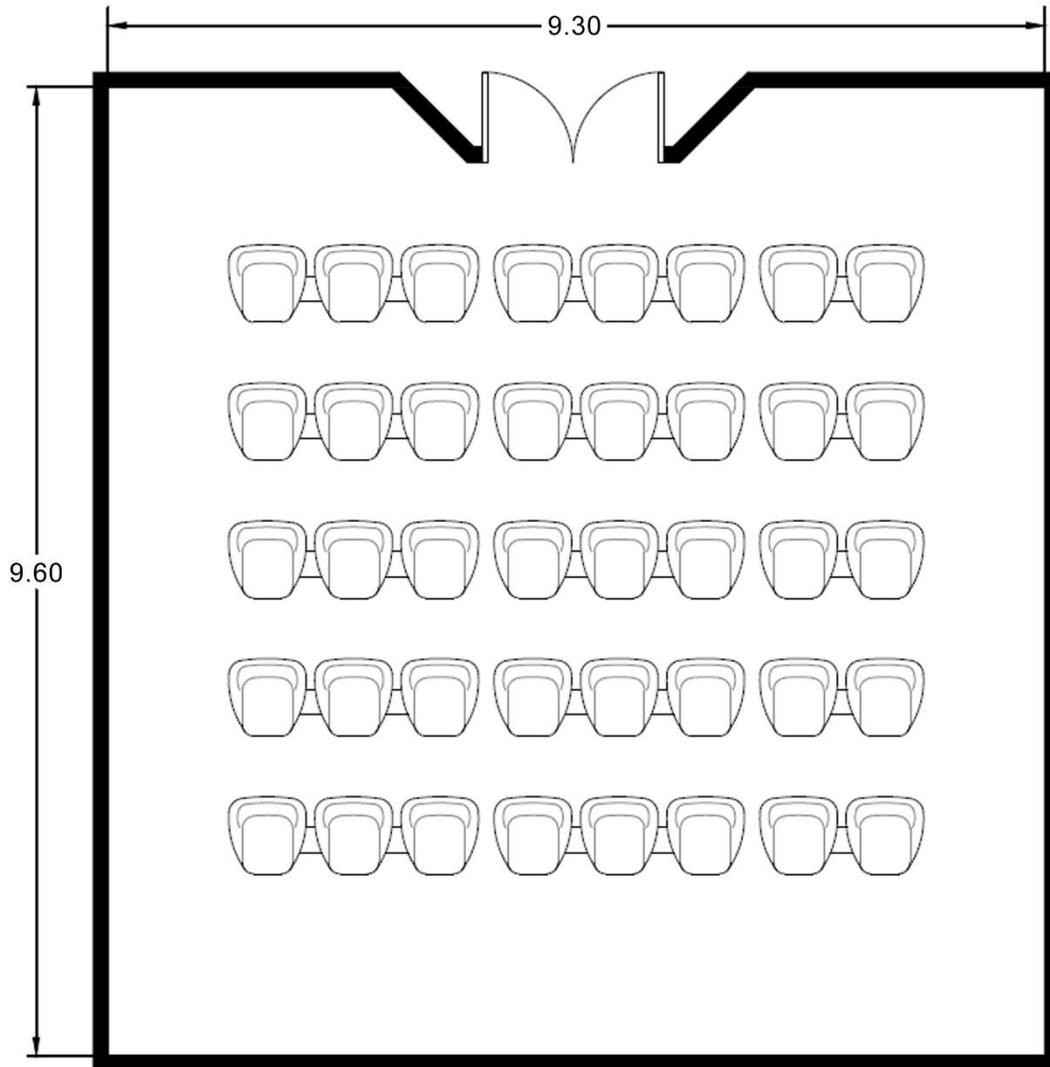


**Área de plantado:** 678.54 m<sup>2</sup>  
**Área arroyo:** 120.34 m<sup>2</sup>  
**Área de tránsito:** 167.89 m<sup>2</sup>  
**Área total:** 966.77 m<sup>2</sup>

**Altura recomendada:** 8.00 mts

## SALA DE ESPERA

Sala de espera con capacidad para 40 personas.



### Mobiliario

Sillas (40)

**Área (m<sup>2</sup>)**

20 m<sup>2</sup>

**Área de tránsito (15%):** 3 m<sup>2</sup>

**Área total:** 23 m<sup>2</sup>

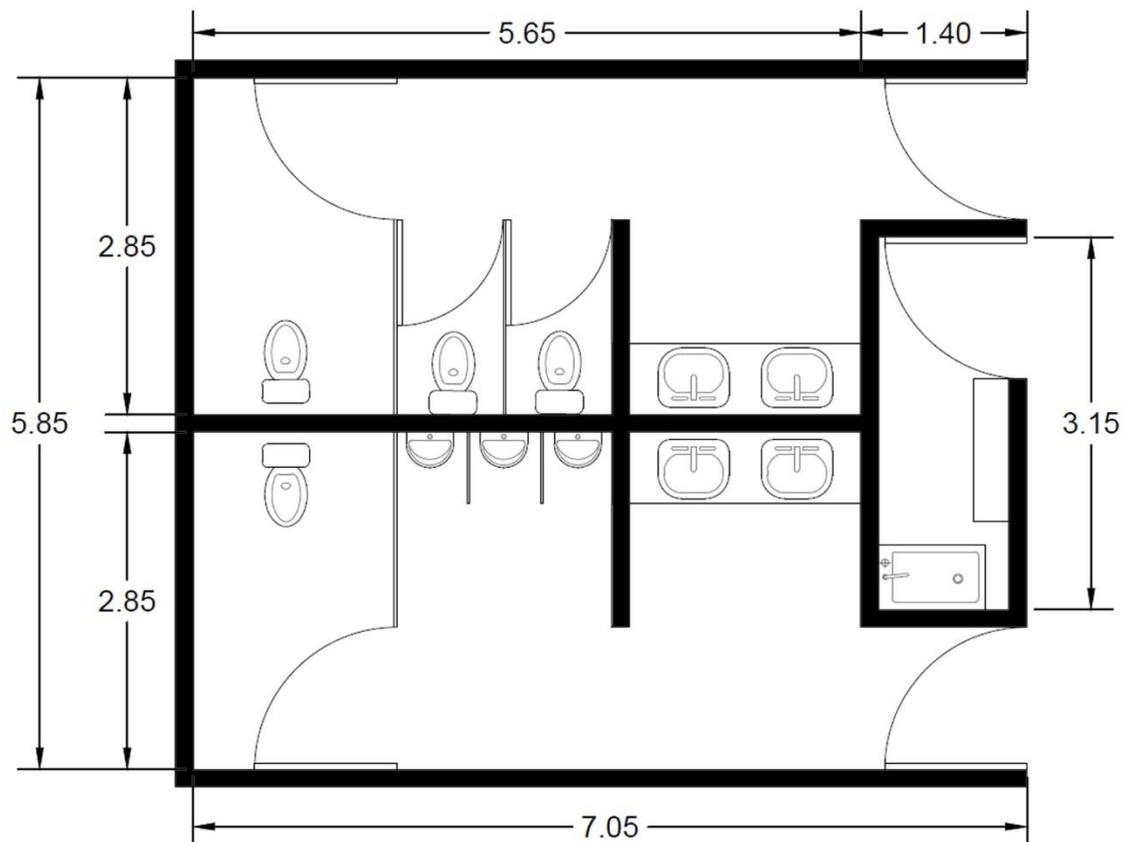
**Área mobiliario:**

20 m<sup>2</sup>

**Altura recomendada:** 4.5 mts

## MÓDULO DE SERVICIOS SANITARIOS

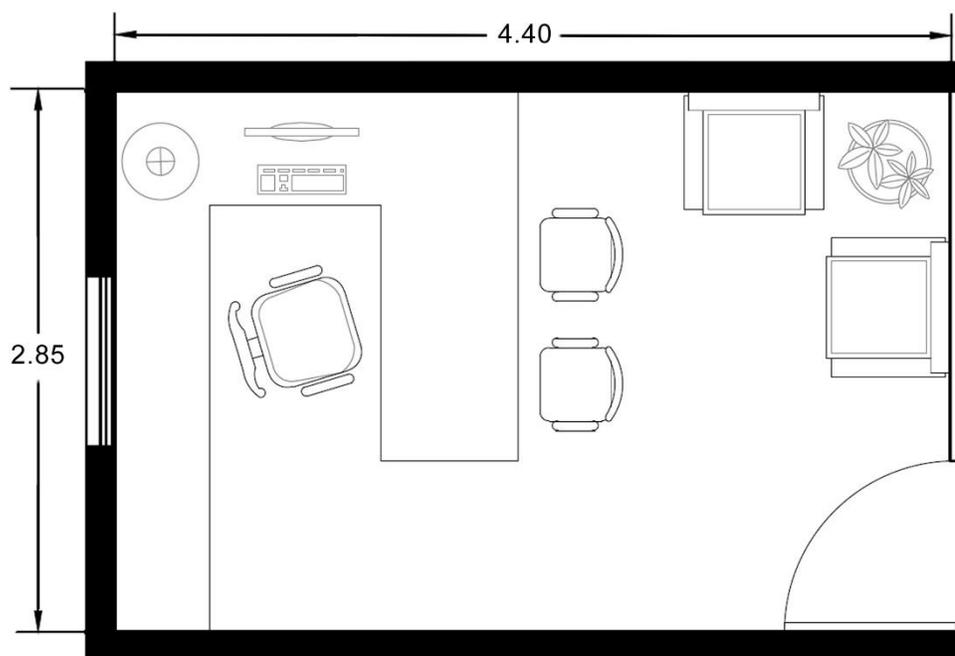
Módulo que incluye sanitarios para mujeres, sanitarios para hombres y un cuarto de servicio con tarja y estantería.



<b>Mobiliario</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>		
WC (4)	0.80	<b>Área mobiliario:</b>	3.04 m <sup>2</sup>
Mingitorio (3)	0.30	<b>Área de tránsito (15%):</b>	0.45 m <sup>2</sup>
Lavabo (4)	1.08	<b>Área total:</b>	3.49 m <sup>2</sup>
Tarja	0.50	<b>Altura recomendada:</b>	3 mts
Estante	0.36		

## OFICINA GERENCIAL

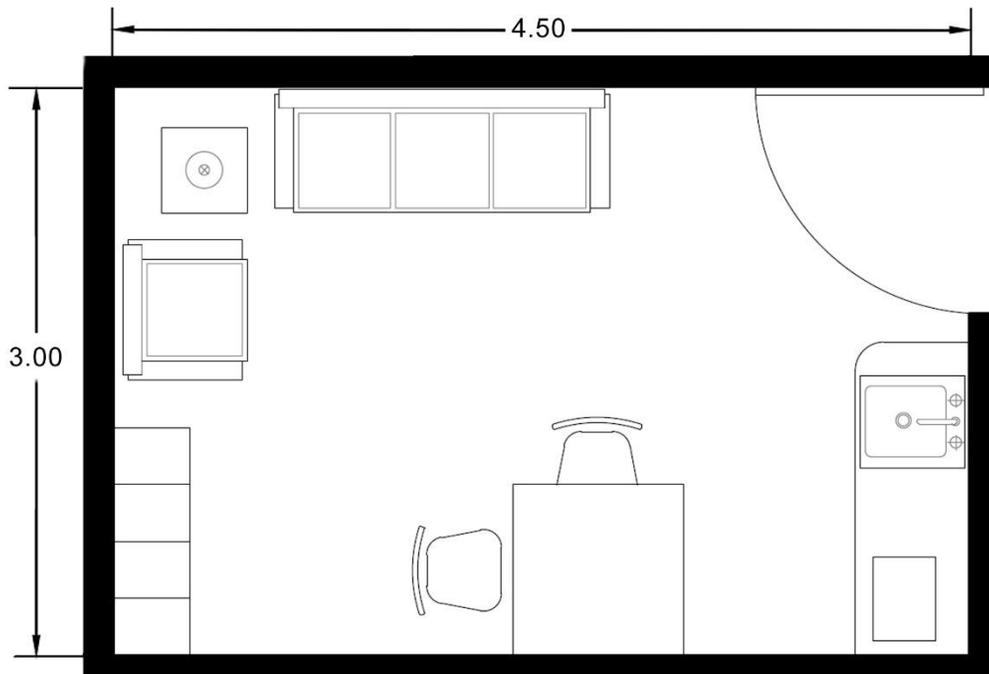
Si es necesario, este módulo podría replicarse para asignar otros puestos dentro del invernadero.



<b>Mobiliario</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>		
Credenza	0.98	<b>Área mobiliario:</b>	4.98 m <sup>2</sup>
Escritorio	1.94	<b>Área de tránsito (15%):</b>	0.74 m <sup>2</sup>
Silla ejecutiva	0.35	<b>Área total:</b>	5.72 m <sup>2</sup>
Silla (2)	0.36	<b>Altura recomendada:</b>	3 mts
Archiveros/libreros	0.45		
Sillon (2)	0.90		

## CUARTO DE EMPLEADOS

Cuarto para que los empleados puedan descansar entre un tour y otro, comer algo y/o guardar artículos personales.



<b>Mobiliario</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>		
Sillón	1.10		
Sofá	0.45		
Mesa baja	0.20		
Mesa	0.81		
Silla (2)	0.30		
Lockers (8)	0.48		
Cocineta	0.98		
		<b>Área mobiliario:</b>	4.32 m <sup>2</sup>
		<b>Área de tránsito (15%):</b>	0.64 m <sup>2</sup>
		<b>Área total:</b>	4.96 m <sup>2</sup>
		<b>Altura recomendada:</b>	3 mts