

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE ARQUITECTURA



**DISEÑO DE LABORATORIO DE ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA FACULTAD DE INGENIERÍA Y  
ARQUITECTURA, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

PRESENTADO POR:

**MAYA BEATRIZ CASTILLO DE LA O  
JOSÉ RICARDO CERNA CHÁVEZ  
LILIAN ANDREA URRUTIA ROMERO**

PARA OPTAR AL TITULO DE:

**ARQUITECTO**

CIUDAD UNIVERSITARIA, MARZO 2021

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

RECTOR:

**MSc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO**

SECRETARIO GENERAL:

**ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

DECANO:

**PhD. EDGAR ARMANDO PEÑA FIGUEROA**

SECRETARIO:

**ING. JULIO ALBERTO PORTILLO**

**ESCUELA DE ARQUITECTURA**

DIRECTOR:

**MSc. y ARQ. MIGUEL ÁNGEL PEREZ RAMOS**

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE ARQUITECTURA

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de  
**ARQUITECTO**

Título:

**DISEÑO DE LABORATORIO DE ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA FACULTAD DE INGENIERÍA Y  
ARQUITECTURA, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

Presentado por:

**MAYA BEATRIZ CASTILLO DE LA O  
JOSÉ RICARDO CERNA CHÁVEZ  
LILIAN ANDREA URRUTIA ROMERO**

Trabajo de Graduación aprobado por:

Docente Asesor:

**ARQ. RUDY ALEXANDER FIGUEROA CARDOZA**

San Salvador, marzo 2021

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente asesor:

**ARQ. RUDY ALEXANDER FIGUEROA**

## AGRADECIMIENTOS

Este proyecto no solo refleja mis capacidades sino el esfuerzo colectivo y la motivación de todos aquellos individuos que me han apoyado en el proceso. Tomo esta oportunidad para expresar mis mas sinceros agradecimientos a esas personas.

A mis guías

Agradezco sinceramente a mis jurados, Arq. Pérez y Arqta. Benavides por apoyarme y proveer un entorno de aprendizaje adecuado incluso en estos tiempos difíciles como lo fue la pandemia por COVID-19. También agradecer al Arq. Figueroa por su guía a lo largo del proceso de desarrollo de la tesis y no menos importante a todos los catedráticos que me han formado profesionalmente a lo largo de mi vida universitaria.

A mi familia

A mis padres, Sra Maela De La O y Sr. Miguel Castillo por ser el pilar de apoyo para culminar esta etapa de mi vida; a mis hermanas Zelma y Ariel, a mi hermano Bill, por su constantes palabras de ánimo, por ayudarme a ver que cada etapa de cualquier proceso es necesaria para aprender, entender, y agradecer. A Rennie, por ser el compañero de desvelos y un gran apoyo emocional.

A mis compañeros de tesis

A ellos, Ricardo Cerna y Lilian Urrutia, gracias por el esfuerzo colectivo para poder hacer realidad este último peldaño para obtener nuestro tan ansiado título, por el aporte que cada uno brindo para que esta tesis sea lo que hoy es. Podemos estar orgullosos del resultado final de este proyecto.

A esas personas especiales

Mis amigos cercanos; quienes han sido parte de mi vida universitaria y han sido un vital apoyo para crecer juntos como profesionales; Elda, Katherine R., Franco, Sabry, Linda, a todos ellos gracias.

“Agradacias” especiales a Adonis por ser el cuarto integrante, por la ayuda desinteresada para que nuestro proyecto se llevara a cabo. Y finalmente al Sr. y Sra Cerna por el apoyo durante el proceso y su constante interés de saber que el proyecto iba viento en popa.

**Maya Beatriz Castillo De La O**

## **AGRADECIMIENTOS**

Sin dudas llegar a este punto de la carrera me genera una gran alegría y satisfacción, y soy consciente que este logro no lo podría haber conseguido sin la ayuda y compañía de muchas personas que estuvieron a mi lado a lo largo de estos años.

Gracias a Dios por permitirme finalizar con éxito este trabajo y mi carrera universitaria.

Agradezco a mi papá Ricardo Cerna y mi mamá Selma Chávez por ser mi pilar de apoyo en todo este trayecto, y por empujarme a seguir adelante, sin dudas son un ejemplo para mí y gracias por ayudarme en mi formación tanto académica como personal, sin ustedes no podría haber llegado a ser quien soy en este momento. De igual manera quiero agradecer a mi hermana Maricela Cerna y mi cuñado Gerardo Flores por siempre estar cerca de mí ofreciéndome sus consejos y apoyo.

A mi novia Linda López por estar conmigo en todo momento impulsándome a dar lo mejor de mí y ser gran parte de mis alegrías durante la carrera.

Agracias a mis amigos que han estado conmigo en mi carrera universitaria y han sido parte importante de mi crecimiento y espero poder seguir contando con su amistad mucho más tiempo.

A mis compañeras de tesis Maya De La O y Lilian Urrutia, gracias por este gran esfuerzo que realizamos para poder cumplir este objetivo y estar un paso más cerca de conseguir nuestro título universitario.

**José Ricardo Cerna Chávez**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios porque ha sido mi principal guía, sustento, fortaleza desde el inicio de este proceso. Gracias a Él he aprendido en la escuela de la vida mediante las experiencias y personas que puso en mi camino.

A mi familia, que se esfuerzan a mi lado, dan su apoyo de todas las maneras posibles, me alientan cuando ya no puedo más, alimentan mis sueños y creen en mí en los momentos más difíciles.

Al cuerpo docente de la carrera de arquitectura, que permitieron desarrollar este trabajo, también me dieron lecciones de vida al mismo tiempo que abonaron a mis conocimientos para formarme como profesional, forjando partes de mi carácter en el proceso

Mi equipo de trabajo, que en conjunto pudimos desarrollar este proyecto, por su paciencia, buen ánimo, mantener siempre un espíritu de aprendizaje y el deseo de buscar siempre las mejores soluciones aun en medio de la realidad en que tuvimos que vivir este proceso.

**Lilian Andrea Urrutia**

## CONTENIDO TRABAJO DE GRADUACIÓN

Diseño Del Laboratorio De Arquitectura Bioclimática  
Facultad De Ingeniería Y Arquitectura, Universidad De El Salvador.

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1	2.5.1 Sostenibilidad social en las edificaciones ....	13
<b>I CAPÍTULO</b> .....	3	2.5.2 Sostenibilidad económica en las edificaciones .....	13
1. Generalidades.....	3	2.5.3. Sostenibilidad ambiental de las edificaciones .....	13
1.1. Descripción del tema .....	3	2.6    Certificaciones en construcción sostenible ...	20
1.2. Justificación .....	4	2.6.1    Certificación HAUS .....	20
1.3. Objetivos .....	4	2.6.2.    Certificación EDGE.....	22
1.4. Alcances .....	5	2.6.3    Certificación LEED .....	24
1.5. Limitantes .....	5	2.6.4.    Certificación RESET .....	26
1.6. Esquema Metodológico .....	6	2.6.5    Certificación Passive House.....	28
<b>II CAPÍTULO</b> .....	8	2.7    Factores Climáticos y Ambientales.....	31
2. Fundamentación teórica .....	8	2.7.1    Temperatura .....	31
2.1    Marco Normativo .....	8	2.7.2    Asoleamiento.....	31
2.2    Arquitectura bioclimática: orígenes y definición. ....	9	2.7.5    Funciones de la ventilación Natural en edificaciones .....	35
2.3    Desarrollo sostenible .....	10	2.7.6    Nubosidad .....	36
2.4    Objetivos de desarrollo sostenible.....	11	2.7.7    Humedad relativa .....	37
2.4.1.    Objetivos de desarrollo sostenible de impacto en la construcción. ....	12	2.7.8    Componentes abióticos .....	37
2.5    Sostenibilidad en edificaciones.....	13	2.8    Laboratorio de Arquitectura Bioclimática .....	38
		2.8.1Espacios dentro de un laboratorio.....	38
		2.8.2 Casos Análogos .....	42
		2.8.3.    Matriz comparativa de casos análogos .	45
		2.8.4 Equipos de Laboratorio de arquitectura .....	46



2.8.5 Matriz comparativa de equipos de laboratorio de Arquitectura Bioclimática.....	47	3.7.2 Análisis de suelos del terreno de estudios.....	83
2.8.6 Software para estudios, cálculos, modelados y simulaciones. ....	49	3.7.3 Hidrología .....	87
2.9 Metros cuadrados necesarios para el usuario ..	52	3.7.4. Asoleamiento y sombras.....	87
2.9.1 Nueva normalidad COVID-19.....	53	3.7.5 Vientos .....	90
2.10 Modelo educativo .....	54	3.7.6 Humedad y temperatura.....	93
2.10.1 Modelos o enfoques educativos.....	55	3.7.7 Precipitación.....	94
2.10.2 Modelo educativo Universidad de El Salvador.....	57	3.7.8 Nubosidad.....	94
<b>III CAPÍTULO</b> .....	60	3.8 Análisis de datos climáticos .....	95
3. Diagnóstico .....	60	3.8.1 Rango de confort de temperaturas .....	95
3.1. Generalidades del sitio.....	60	3.8.2. Conclusiones.....	98
3.1.1. Ubicación Geográfica .....	60	3.9 Línea base de consumo energético.....	100
3.1.2. Contexto del sitio .....	61	<b>IV CAPÍTULO</b> .....	105
3.1.3. Accesibilidad.....	62	4. Propuesta.....	105
3.2. Perfil del usuario .....	63	4.1. Programa Arquitectónico .....	105
3.3. Usuarios proyectados identificados.....	65	4.1.1. Resumen de áreas.....	107
3.4. Horario de operaciones.....	70	4.2 Conceptualización del proyecto.....	107
3.5 Requerimiento espaciales .....	71	4.2.1 Idea rectora .....	108
3.5.1. Programa base de necesidades.....	75	4.3. Criterios de diseño .....	108
3.6 Matriz de evaluación de certificaciones .....	78	4.3.1. Ambientales .....	108
3.7 Análisis de ambiente.....	83	4.3.2. Formales .....	109
3.7.1. Topografía .....	83	4.3.3. Funcionales .....	109
		4.3.4. Tecnológicos.....	110
		4.4. Criterios de zonificación.....	110

4.4.1. Propuestas de zonificación.....	111
4.4.2 Matriz de evaluación de zonificaciones....	115
<b>V CAPÍTULO</b> .....	117
5. Documentos de diseño .....	117
5.1 Representación gráfica del modelado .....	117
5.2 Esquema de reordenamiento .....	131
5.3 Planos Arquitectónicos.....	132
5.4 Planos Estructurales.....	141
5.5 Planos de Instalaciones Eléctricas.....	147
5.6 Planos de Instalaciones Hidráulicas .....	152
5.7 P. De Señalética Y Rutas De Evacuación .....	155
5.8 Presupuesto Estimado.....	156
<b>CONCLUSIONES</b> .....	158
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	159
<b>TRABAJOS CITADOS</b> .....	160
<b>ANEXOS</b> .....	163

## INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo de investigación se plantea una propuesta de solución para el proyecto previsto en la Escuela de Arquitectura de la Universidad De El Salvador correspondiente al desarrollo del Laboratorio de Arquitectura Bioclimática, donde el mismo, en conjunto con el Laboratorio de Tecnología de la Construcción se convertirán en el Centro de Investigaciones de Arquitectura Bioclimática (CIAB) en el Campus central del alma mater.

Dicha propuesta se realiza mediante el seguimiento de los parámetros metodológicos del proceso de diseño integrativo y la mayor cantidad de estrategias bioclimáticas aplicables dentro del rubro de construcción sostenible posibles.

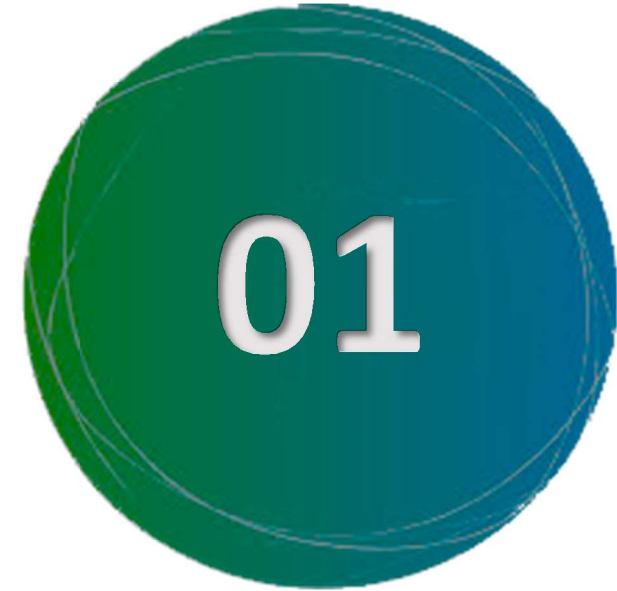
El objetivo del proyecto es proveer al cuerpo académico los insumos que permitan desarrollar en los futuros profesionales, conocimientos suficientes para hacer arquitectura mediante la implementación de los principios bioclimáticos.

El diseño del Laboratorio de Arquitectura Bioclimática se desarrolla mediante una metodología compuesta por cuatro fases: formulación, recopilación y análisis de datos, resultados y comprobación; donde, estas fases a su vez, serán subdivididas por medio de capítulos que registrarán las secuencias del proceso de proyectación del mismo.

Estás etapas permiten desarrollar de manera ordenada la evolución del proyecto desde el planteamiento del problema y establecimiento de objetivos, hasta la teoría y la aplicación de las metodologías de diseño, permitiendo adquirir el conocimiento necesario para desarrollar los espacios que son de requerimiento del mismo por y para los usuarios.

FASE I: FORMULACIÓN

# CAPÍTULO GENERALIDADES



Este capítulo brinda un panorama general acerca del tema a desarrollar. Expone el problema que se pretende resolver, los objetivos que se buscan cumplir y las limitantes para lograrlo...

## CAPÍTULO I

### 1. Generalidades

#### 1.1. Descripción del tema

Actualmente, el rubro de la construcción en El Salvador está viviendo una fase de transformación la cual dirige a la ejecución de proyectos bajo conceptos tales como “arquitectura bioclimática” entendida en términos conceptuales, que se fundamenta en la adecuación y utilización positiva de las condiciones medioambientales y materiales, mantenida durante el proceso del proyecto y la obra. (Celis D'Amico, 2000)

“Los edificios son responsables de un porcentaje considerable del consumo de energía a nivel mundial”, y para nuestro estudio la misma situación ocurre en la Universidad de El Salvador, teniendo en cuenta que la mayor parte de la infraestructura son edificios; un estudio realizado acerca del consumo energético en el alma mater, muestra que para el año 2015 el consumo general es de cerca 4,700,000 KWh/año y este es equivalente a más de \$1,000,000.00 USD. (Calderón López, 2017).

Otro estudio a cerca del consumo energético nos muestra que la acometida ubicada en el costado este llamado “La Fosa”, que es la que sirve a la facultad de ingeniería y arquitectura de la Universidad de El Salvador marcaba en el 2010 un consumo de 1,103,642.00 KWh/año equivalente a un costo de \$201,444.03 USD, posteriormente para el año 2015 se realizó la unificación de las acometidas del C. deportivo – Fosa – Humanidades logrando bajar el consumos y por ende los costos alcanzando montos de \$175,000.00 USD, sin embargo, estos montos siguen siendo altos.

De ahí la importancia de esta temática y el interés de diseñar desde la perspectiva bioclimática un espacio con criterios de sostenibilidad y eficiencia energética que permita el ahorro energético, la formación de profesionales en las áreas de bioclimática y construcción sostenible, así como la investigación de temas relacionados para el beneficio de la sociedad salvadoreña.

Además, generar la base teórica para entender los costos y beneficios de la construcción sostenible versus la construcción tradicional.

---

<sup>1</sup> M.R Guerra, “Arquitectura Bioclimática como parte fundamental para el ahorro de energía en edificaciones”. Reporte de investigación, UDB. P.124.

## 1.2. Justificación

Hace ya un poco más de una década hay creciente interés de generar propuestas de diseño que posean estrategias de sostenibilidad<sup>2</sup> (CASALCO, 2019), surge la necesidad en las instituciones de educación superior de poseer espacios que les ayuden a capacitar a futuros profesionales en el tema antes mencionado.

Si bien existen estudios y trabajos de grado en el tema de construcción sostenible dentro de la Universidad de El Salvador, la realización y el enfoque del presente trabajo puede convertirse en un referente para futuras investigaciones o aplicaciones del tema que las diferentes disciplinas implicadas en el diseño y construcción puedan abordar.

## 1.3. Objetivos

### 1.3.1. Objetivo General

Desarrollar un proyecto de diseño del laboratorio de arquitectura bioclimática para la escuela de arquitectura de la Universidad de El Salvador bajo criterios de construcción sostenible.

### 1.3.2. Objetivos Específicos

- ∂ Evaluar los diferentes estándares de construcción sostenible y seleccionar uno como guía.
- ∂ Evaluar los costos y beneficios de la construcción sostenible vs. la construcción tradicional.
- ∂ Elaborar una propuesta integral de espacios complementarios principalmente en el exterior del edificio como: plazas, jardines y áreas para el estudio al aire libre.
- ∂ Contribuir con la Universidad de El Salvador a generar propuestas que contribuyan al cumplimiento de los ODS (objetivo de desarrollo sostenible)

---

<sup>2</sup> Revista construcción CASALCO, “El país necesita mas construcciones sostenibles”. Entrevista a B100 Arquitectos, edición marzo – abril 2019. P. 26 -27.

## 1.4. Alcances

- ∂ Se realizará el diseño del laboratorio de arquitectura bioclimática de la escuela de arquitectura bajo los estándares de construcción sostenible hasta la fase de proyecto ejecutivo.
- ∂ Al aplicar las estrategias de sostenibilidad se buscará obtener la mayor eficiencia energética del proyecto.
- ∂ Se evaluarán los resultados de la comparativa mediante la utilización de matrices, herramientas de modelado, gráficos y todo aquel insumo que nos acerque a los resultados reales.
- ∂ La investigación pretende ser una guía académica para el conocimiento y aplicación de la metodología de diseño integrativo en las edificaciones.

## 1.5. Limitantes

### 1.5.1. Límite temporal

El periodo de ejecución de este trabajo de grado será un plazo estimado de 9 meses.

### 1.5.2. Límite geográfico

La proyección de la propuesta será realizada a un costado del Laboratorio de tecnología de la escuela de arquitectura dentro del campus central, UES.

### 1.5.3. Límite técnico

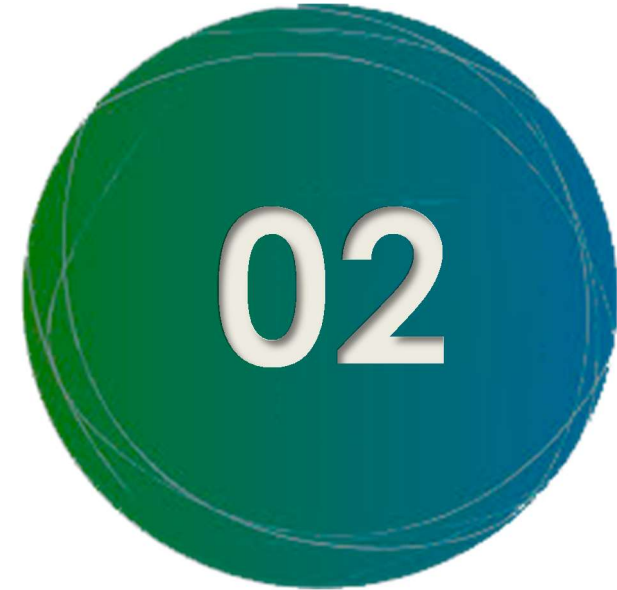
La recolección de la Información de campo, ya sea que se trate de carácter geográfico, climático o de datos cuantitativos del gasto energético en el edificio estarán sujetos a la disponibilidad de las instituciones correspondientes (UES, MARN).

## 1.6. Esquema Metodológico





# CAPÍTULO FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA



Este capítulo está compuesto por el contenido bibliográfico clave para establecer los conceptos relevantes que servirán como marco referencial para determinar cuáles son las variables que se deben medir y la relación entre las mismas...

## II CAPÍTULO

### 2. Fundamentación teórica

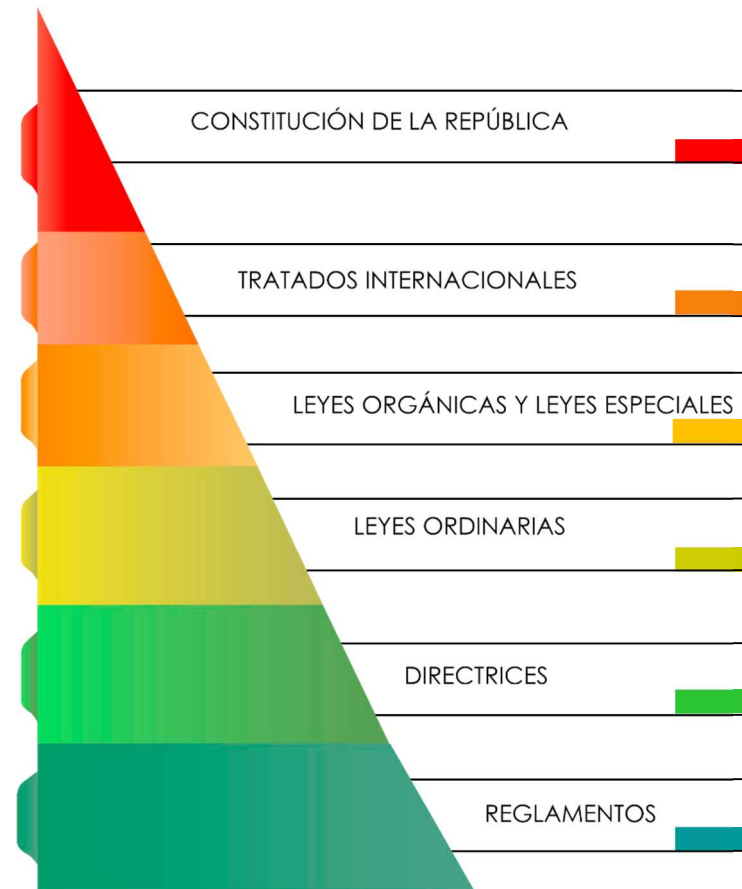
Para definir qué es un laboratorio de arquitectura bioclimática es necesario conocer y analizar las diferentes referencias legales, teóricas e históricas que giran en torno a su origen, concepción y funcionamiento, por lo tanto, todos los tópicos competentes mencionados serán desglosados y presentados a continuación.

#### 2.1 Marco Normativo

Realizar un proyecto de diseño conlleva respetar los aspectos técnicos y normativos del país, región o zona donde se piensa proyectar; pues estos también permiten establecer criterios para el desarrollo del mismo.

Para el desarrollo del proyecto de diseño del laboratorio de arquitectura bioclimática tendremos como base la pirámide de la jerarquía jurídica (conocida también como la pirámide de Kelsen), estableciendo un listado de leyes y normas técnicas de El Salvador (Ver anexo 1. Marco normativo).

Ilustración II.1 Jerarquía Jurídica



Fuente: Elaboración propia

## 2.2 Arquitectura bioclimática: orígenes y definición.

Partiendo del análisis de cada uno de los componentes que comprenden el término **arquitectura bioclimática**, se tiene que por definición la arquitectura, según la real academia de la lengua española es “Arte de proyectar y construir edificios.”<sup>1</sup>

Al descomponer la palabra bioclimática, se obtiene el prefijo técnico de origen griego “bio” que quiere decir vida, vivo o la existencia de los seres vivos<sup>2</sup>; mientras por otra parte se tiene “climática” que es un adjetivo que viene de clima o que tiene relación con

*Ilustración II.2 Víctor Olgyay*



Fuente: Imágenes de Google

el conjunto de condiciones atmosféricas<sup>3</sup>.

Obteniendo de manera literal “Bioclimática es igual a La vida o el funcionamiento de las condiciones atmosféricas”.

Víctor Olgyay considerado uno de los precursores de este enfoque arquitectónico, en

su libro “Arquitectura y clima: Manual para el diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas” (1960) pone de manifiesto los principios de diseño del lugar, la casa y los materiales constructivos según la región donde se desarrolle.

Promueve el volver al conocimiento exhaustivo del lugar para poder intervenir en base a las condiciones del medio ambiente de una manera respetuosa, amable, eficaz e inteligente; disminuyendo los impactos negativos sobre los recursos.<sup>4</sup>

De igual manera, el Arq. Lucas Rodríguez, define la arquitectura bioclimática como:

“La respuesta del hombre (BIOS) frente al clima, por lo que se tienen en consideración aspectos y criterios como la ubicación, las orientaciones, los vientos, los soleamientos, las vegetaciones y las refrigeraciones naturales”<sup>5</sup>. Tomando en cuenta los conceptos antes mencionados, se ha generado una concepción de que es la arquitectura bioclimática, esta se explica como **“el diseño de edificaciones que busca reducir el impacto ambiental y tendrá en consideración el aprovechamiento y optimización de recursos brindados por el sitio”**.<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Definición de Arquitectura-RAE/ Edición del tricentenario 2019

<sup>2</sup> Obtenido de: <https://definiciona.com/bio/>

<sup>3</sup> Obtenido de “Definiciones Oxford Languages”

<sup>4</sup> Olgyay, Víctor 1960. *Arquitectura y Clima: manual para el diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*.

<sup>5</sup> Arq. Lucas Rodríguez, “Construcciones bioclimáticas”. Informe 3º jornada Provincial de Ambiente y desarrollo sustentable. Santa Cruz, Argentina. 2009

<sup>6</sup> Elaboración Propia.

## 2.3 Desarrollo sostenible

El desarrollo sostenible entra en los temas más relevantes de actualidad para la sociedad, en sus diferentes aspectos: económico, social, ambiental; incluso 33 años después de aparecer en el informe de las Naciones Unidas en 1987, también llamado “Nuestro futuro común”.

Donde se define como “La satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”<sup>7</sup>

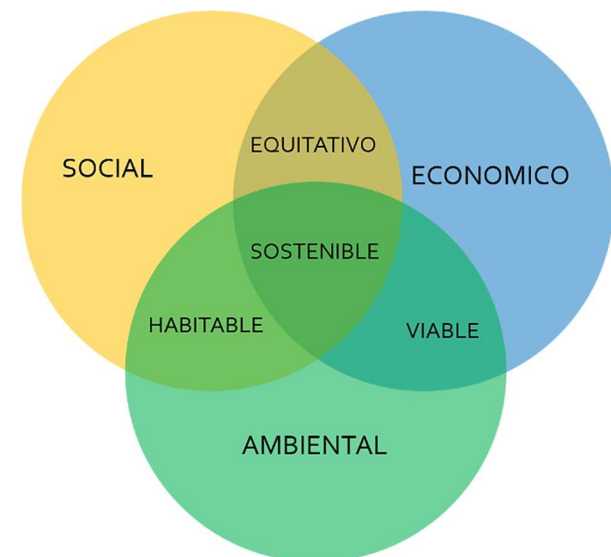
Partiendo de esta definición, se incorpora el término de sostenibilidad que “nos permite entender que estamos ante un mundo con recursos naturales escasos y necesidades ilimitadas, una población siempre creciente, un desarrollo económico que ha venido dándose con base en tecnologías ya obsoletas (con un consumo energético desorbitante que además genera una gran contaminación).” (Zarta Ávila, 2018)

Todo este panorama que está ya generando efectos climáticos devastadores nos ha llevado a comprender que existe una capacidad límite de

sustentación para el planeta, y que nos estamos acercando rápidamente al colapso del ecosistema.<sup>8</sup>

Permitiendo esclarecer el desarrollo sostenible por medio de tres vertientes, donde la conjunción de estos garantiza el logro de la calidad de vida y su mantenimiento durante varias generaciones.

Esquema II-1 Ejes de la sostenibilidad



Fuente: Elaboración propia.

<sup>7</sup> Gro Harlem Brundtland, “Nuestro futuro común”, Informe de las Naciones Unidas, 1987.

<sup>8</sup> Zarta Ávila, P. (2018). La sustentabilidad o sostenibilidad: un concepto poderoso para la humanidad. Tabula Rasa, (28), 409-423

Todo ello quedaría materializado en la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (1992), aprobada en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (segunda Cumbre de la Tierra), en Río de Janeiro (Brasil).

La conocida como Declaración de Río o conocida como **Agenda 21** sienta las bases para la protección del medioambiente como parte integral del proceso de desarrollo e insta a los gobiernos a desarrollar la legislación necesaria para asegurar la responsabilidad, el cuidado y la reparación medioambiental.

## 2.4 Objetivos de desarrollo sostenible

Para el año 2000 la ONU fija los **Objetivos de Desarrollo del Milenio**, con 8 propósitos de desarrollo humano cuya consecución pasaba a ser prioritaria para los Gobiernos de todo el mundo a través de la cooperación nacional. Específicamente el objetivo N° 7 buscaba garantizar la sostenibilidad del medio ambiente.<sup>9</sup>

Ilustración II.3 Objetivos de desarrollo del milenio



Fuente: Sitio oficial ONU

El cumplimiento de los objetivos tendría como plazo el año 2015, año en el que se emite el informe realizando una rendición del progreso alcanzado y dio lugar a una nueva agenda mundial con los denominados **Objetivos de desarrollo sostenible** (PNUD, s.f.)

Ilustración II.4 Objetivos de desarrollo sostenible



Fuente: Sitio oficial ONU.

De los cuales, se enlistarán los objetivos que tienen impacto directo en el rubro de la construcción según el World Green Building Council (Consejo Mundial de construcción sostenible).

<sup>9</sup> PNUD/ Objetivos de Desarrollo del milenio. Recuperado de [https://www.undp.org/content/undp/es/home/sdgooverview/mdg\\_goals.html](https://www.undp.org/content/undp/es/home/sdgooverview/mdg_goals.html)

### 2.4.1. Objetivos de desarrollo sostenible de impacto en la construcción.



Las edificaciones sostenibles pueden mejorar la salud, el bienestar y la productividad de los usuarios

Las edificaciones sostenibles pueden utilizar energías renovables para reducir costos de operación

Las construcciones de edificaciones sostenibles pueden crear empleos y mejorar la economía.

Las edificaciones sostenibles pueden ser innovadoras y resilientes ante los riesgos por el cambio climático.

Las edificaciones sostenibles son una parte importante de las ciudades y comunidades



Las edificaciones sostenibles utilizan principios circulares donde los recursos no son desperdiciados,

Las edificaciones sostenibles producen menos emisiones de CO<sub>2</sub>e, ayudando a combatir el cambio climático

Las edificaciones sostenibles pueden mejorar la biodiversidad, salvar las fuentes de agua y proteger los bosques

A través de la construcción de edificaciones sostenibles pueden crearse sólidas asociaciones globales

La educación es parte clave para mejorar la calidad de vida y poner en práctica el desarrollo sostenible

Fuente: Sitio oficial ONU

## 2.5 Sostenibilidad en edificaciones

Como se vio en el Esquema II-1 Ejes de la sostenibilidad

está compuesta por 3 ejes, de igual importancia cada uno de ellos, a pesar que actualmente se le da preponderancia al ambiental; siempre es necesario definir cada una de las vertientes antes mencionadas

### 2.5.1 Sostenibilidad social en las edificaciones<sup>10</sup>

El enfoque para el desarrollo sostenible de las edificaciones debe tener presente las interacciones reales y no supuestas o sesgadas por la subjetividad de las personas con el medio que vamos a proponer.

Pues, si se parte de supuestos falsos o incompletos al diseñar proyecto y con su posterior desarrollo y ejecución obtendremos soluciones erróneas que no tendrán como consecuencia las previsiones adecuadas.

### 2.5.2 Sostenibilidad económica en las edificaciones<sup>11</sup>

La relación armónica entre conservación del medio ambiente humano e intereses económicos pudiera parecer imposible, sin embargo, en esta conceptualidad es considerada como una meta posible y necesaria. Esto como consecuencia del reconocimiento de la cada vez más estrecha relación

entre crecimiento económico y sostenibilidad medioambiental. Al respecto J. A. Herce (1991: 5) plantea "la proposición dual del crecimiento sostenible" la que expresa señalando que: "No habrá crecimiento económico sin sostenibilidad medioambiental" y que correspondientemente: "No habrá sostenibilidad medioambiental sin crecimiento económico" (González, Sin fecha)

### 2.5.3. Sostenibilidad ambiental de las edificaciones

Ya teniendo conocimiento general de los dos principales ejes de sostenibilidad, se debe comprender que la implementación de la sostenibilidad ambiental como el tercer eje de la misma, en la actualidad es un término mucho más amplio que no solo incluye el uso apropiado de la energía, de estrategias pasivas de climatización y la implementación de energías renovables.

La aplicación de la sostenibilidad ambiental en la construcción abarca diferentes aspectos, los cuales se mencionarán a continuación:

#### a) Proceso de diseño integrativo

El concepto de Proceso de Diseño Integrado – conocido en inglés por su sigla IPD – es especialmente relevante en al ámbito del diseño sustentable.

---

<sup>10</sup> Ledezma, Alejandra. "La sostenibilidad y sus tres ejes", Universidad Tecnológica de Tlahuapalapa. Chihuahua 2013

<sup>11</sup> Idem.

El proyecto de investigación de la IEA (International Energy Agency) denominado Task 23: Optimisation of Solar Energy Use in Large Building define el Proceso de Diseño Integrado como un procedimiento que apunta a optimizar el edificio como un sistema integral y por toda su vida útil, lo que se logra a través del trabajo interdisciplinario desde el inicio del proceso (Löhnert et al., 2003). (Trebilcock, 2009)

A diferencia del proceso de diseño convencional lineal, la estructura del proceso de diseño integrativo está planteada de una manera en la que todas las disciplinas se involucren en todas las etapas del proyecto por medio de la investigación y análisis de información; y la exposición colectiva de lo recopilado a través de reuniones o charrettes de manera periódica.<sup>12</sup>

De igual manera, otro documento importante a tener en cuenta en el proceso de diseño integrativo son los Requerimientos del Propietario para el Proyecto (OPR, por sus siglas en inglés) es "un documento escrito que detalla los requisitos de un proyecto y las expectativas de cómo se utilizará y operará.

Esto incluye objetivos del proyecto, criterios de desempeño medibles, consideraciones de costos, puntos de referencia con la industria, criterios de éxito

---

<sup>12</sup> El Salvador Green Building Council. Recuperado de: <https://www.elsalvadorgreenbc.org/proceso-de-diseno-integrativo-para-la-construccion-sostenible/>

<sup>13</sup> ASHRAE 202.

e información complementaria".<sup>13</sup> Este debe ser formulado junto con el propietario previo al inicio del proyecto, en una etapa de anteproyecto o incluso de concepción del proyecto.

Siendo estos talleres de diseño intensivos para producir entregas específicas, buscando identificar oportunidades y generar soluciones estratégicas.

Un equipo de diseño integrativo también se encarga de definir los objetivos y metas del proyecto; involucra a propietarios, expertos y proveedores para el aporte de ideas; participa en la administración y toma de decisiones durante todas las fases; e informa sobre los avances en cuanto a mantenimiento y funcionamiento al finalizar su construcción.<sup>14</sup>

El proceso está compuesto de siete fases:<sup>15</sup>

- o *Descubrimiento o Prediseño.*

La fase de prediseño busca a revelar las opciones óptimas entre el sitio, los usuarios y el propietario para cubrir una gama de criterios de desempeño económico, ambiental y social. Debe establecer metas claras, horarios y resultados acerca de las investigaciones realizadas.

- o *Diseño esquemático* – Diseño de criterios

<sup>14</sup> El Salvador Green Building Council. Recuperado de: <https://www.elsalvadorgreenbc.org/proceso-de-diseno-integrativo-para-la-construccion-sostenible/>

<sup>15</sup> ídem



Consiste en la exploración de tecnologías innovadoras, ideas y nuevos métodos de aplicación para trabajar en los objetivos y metas generales que se establecieron anteriormente en la fase de prediseño.

o *Diseño detallado* – Desarrollo del diseño

Es el desarrollo de una idea extraída de la fase de diseño esquemático, que es aprobado por el propietario del proyecto para reafirmar o validar opciones.

o *Documento de ejecución* – Documento de construcción

Los documentos de construcción se preparan basándose en la documentación generada en la fase de desarrollo del diseño, los cuales ya han sido aprobados.

o *Licitación, construcción y puesta en marcha*

En esta fase se realizan los principales planos de diseño tomando en cuenta muchos factores para garantizar los objetivos establecidos. Se debe prestar especial atención a la intención del diseño por los ajustes realizados en la fase de documentación.

o *Operación de construcción*

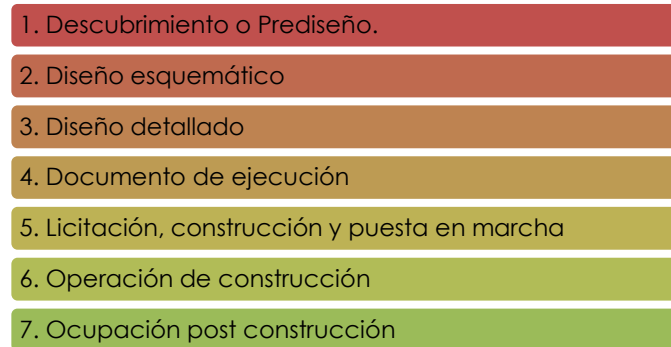
Es una fase que tiene como propósito transmitir hacia los propietarios y ocupantes de manera responsable todo lo relacionado al proyecto para garantizar el uso y el funcionamiento efectivo del edificio.

o *Ocupación post construcción*

En esta etapa se busca mejorar toda la vida útil del edificio a través de un mantenimiento y operaciones eficaces por parte del propietario.

De manera esquemática siguiendo consecuentemente el proceso de diseño integrativo, se tiene:

*Esquema II-2 Etapas del diseño integrativo*



Fuente: Elaboración propia.

b) *Eficiencia de recursos*

Según la RAE se define eficiencia como “Capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un efecto determinado.”

Y según los lineamientos tanto nacionales como internacionales, la eficiencia tanto de la energía como el agua, implica hacer un estudio, evaluación y definición de estrategias que permitan la mejora

continúa de los procesos de consumo dentro del proyecto, desde la obtención hasta el destino final del recurso.

Por lo tanto, la evaluación e implementación de la arquitectura permite identificar las oportunidades de eficiencia energética sostenible, desarrollando análisis de optimización de recursos y proponiendo tecnologías de aprovechamiento de energías renovables como alternativas de sustitución que conlleven aun mayor ahorro energético dentro de una edificación.<sup>16</sup>

Ahora bien, la eficiencia energética es un concepto muy general, utilizado en la actualidad para referirse a los resultados conseguidos a través de medidas dirigidas a reducir el consumo de energía o de forma más precisa a mejorar el uso de la misma, por otro lado, es una estrategia que consiste en seleccionar equipos o instalaciones que consumen menos energía y producen iguales o mejores resultados.

Sin embargo, aplicar esta estrategia lleva implícitamente una inversión en nueva tecnología o sustitución de la misma<sup>17</sup>. Por ejemplo: la sustitución de focos incandescentes por iluminación de tecnología LED.

Aplicar la evaluación de la eficiencia de recursos en las edificaciones conlleva 3 etapas:

- Ahorro energético
- Eficiencia energética
- Energías renovables.

Cuando se describe a la etapa de ahorro energético se está refiriendo a la implementación de todas aquellas estrategias pasivas y envolventes que permitan aprovechar al máximo el entorno, los recursos naturales y que a partir de estos se genere un diseño que los optimice al máximo.

Las estrategias pasivas a implementar son: orientación, ventilación e iluminación natural, forma, superficies acristaladas, protecciones solares, aislamientos, vegetación etc.

Después de aplicar estrategias pasivas se recomienda aplicar técnicamente "eficiencia energética", lo cual consiste en una adecuada selección de aparatos y equipos, de tal forma de obtener iluminación de bajo consumo, electrodomésticos, sistemas de calefacción y de refrigeración de alta eficiencia, intercambiadores y

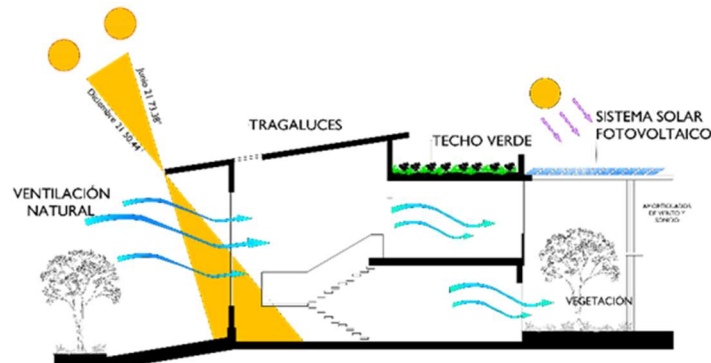
---

<sup>16</sup> M.R Guerra, "Arquitectura Bioclimática como parte fundamental para el ahorro de energía en edificaciones". Reporte de investigación, UDB. P.124

<sup>17</sup> Martínez, Luis. (2012). MANUAL DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.

recuperadores de calor, sistemas evaporativos, entre otros.<sup>18</sup>

Ilustración II.5 Estrategias pasivas y energías renovables



Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, luego de implementar las primeras 2 etapas, se debe evaluar la factibilidad de la incorporación de energías renovables,

### c) Materiales



En el caso de materiales como parte de las estrategias de sostenibilidad, se evalúa y toma en cuenta el tipo de materiales que se utilizarán en el edificio, que su proceso de producción tenga la documentación respectiva que garantice que se ha generado lo más

<sup>18</sup> M.R Guerra, "Arquitectura Bioclimática como parte fundamental para el ahorro de energía en edificaciones". Reporte de investigación, UDB. P.124.

<sup>19</sup> EDGE-User-Guide-for-All-Building-Types-Version-2.1\_d-1 2019

responsablemente para el ambiente, de acuerdo al tipo de material y que no se vuelve nocivo para los usuarios del edificio<sup>19</sup>.

### d) Selección del sitio<sup>20</sup>



La selección del sitio es importante para la sostenibilidad debido a que parte de un proyecto sostenible es que su ubicación sea céntrica, además de tener en cuenta que debe contribuir a reducir el efecto isla de calor, reducir la polución tanto durante el proceso de construcción como en su vida útil al evitar el consumo excesivo de combustible, reducir la contaminación lumínica, también se busca proteger la vegetación nativa existente en el sitio o reforestar con especies que contribuyan al clima regional, administrar de forma eficiente las aguas lluvias .

### e) Ubicación y transporte<sup>21</sup>



El objetivo general del apartado es diseñar el proyecto integrándolo a su entorno cultural, físico y natural, así como su fácil acceso.

Se deben seguir criterios de minimización de riesgos, y el aprovechamiento y explotación de la infraestructura existente, considerando intervenciones

<sup>20</sup> Idem

<sup>21</sup> Guía RESET. Requisitos para Edificaciones Sostenibles en el Trópico.

realizadas previamente antes de usar terrenos nuevos. Se considera la conservación de patrimonio cultural y del ambiente donde se inserta el proyecto.

En relación con el transporte, se procura que sea eficiente y limpio, hacia dentro y fuera del proyecto.

#### f) Diseño



El diseño de un proyecto como parte del diseño integrado es parte fundamental para el correcto funcionamiento de cada parte de los recursos, sistemas y factores que componen e influyen en el mismo.

Considerando un proceso cíclico de la mayor cantidad posible de los materiales, sistemas y componentes del proyecto involucrados, integrando los intereses sociales, económicos y ambientales mediante la forma, la función y tecnología-o en otras palabras, el diseño arquitectónico que integre las tecnologías a implementar y que ponga como centro del proyecto al usuario y a la naturaleza orgánica de este (considerando siempre que como seres humanos requerimos de factores ambientales y sociales para subsistir), factores económico (retorno de inversión si es posible).<sup>22</sup>

Debido a estos factores antes mencionados, los profesionales de diseño deben encargarse de ver

<sup>22</sup> Diseño sostenible: Adaptabilidad y deconstrucción-2011 / Arquitecto Edgardo Sánchez Juárez

cumplir dichos propósitos y principios con una conciencia clara de que estos factores mejoran no solo la imagen de los proyectos, sino que se mejora la calidad de vida de los usuarios y la influencia simbiótica edificio-ambiente.

#### g) Calidad del ambiente interior<sup>23</sup>

Los componentes necesarios para mejorar la calidad ambiental interior son los siguientes:

- **Calidad del aire:**  
“La mayor parte del aire que respiran los ocupantes de las edificaciones se suministra a través del sistema de ventilación del edificio (naturalmente o mecánicamente), y la calidad de este aire puede verse comprometida por sustancias contaminantes dentro del edificio. Es sabido que la calidad del aire interior afecta la salud humana y puede influir directamente en la productividad y la calidad de vida.”
- **Confort térmico, iluminación y acústica:**  
“Proporcionar un alto grado de confort térmico y permitir a los ocupantes tener el control de sus condiciones ambientales lleva a una mayor productividad y aumenta la satisfacción de los ocupantes. Además, los espacios que ofrecen amplia iluminación natural, acceso a vistas y

<sup>23</sup> Guía de Estudio de LEED Green Associate del USGBC.

acústica de alto desempeño mejoran aún más la experiencia de los usuarios."

h) Innovación



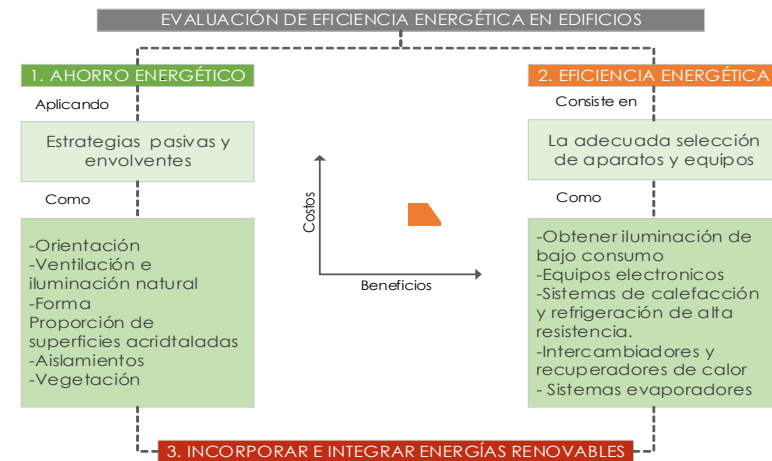
"La construcción ecológica y el diseño sustentable se tratan de evolucionar, aprender y mejorar."<sup>24</sup>

Esta etapa se centra en la aplicación de estrategias que busquen mejorar y brindar ideas a la manera actual de diseñar y construir edificaciones.

De manera gráfica para una mejor comprensión de la evaluación de la eficiencia d de las edificaciones desde la perspectiva bioclimática y de la importancia costo-beneficio que se consigue con las primeras etapas, se obtiene:

<sup>24</sup> Ídem.

Esquema II-3 Eficiencia energética



Fuente: Elaboración propia en base a reporte de investigación "Arquitectura Bioclimática como parte fundamental para el ahorro de energía en edificaciones."

## 2.6 Certificaciones en construcción sostenible

A lo largo de los años el proceso de construcción, ocupación, renovación y demolición de los edificios ha tenido un impacto significativo en el medio ambiente, debido al uso no controlado de la energía, el agua y la materia prima; la economía, la salud de las personas y la productividad. Lo anterior impulsó a organismos, tanto locales como internacionales, a crear un sistema de evaluación y certificación de construcción sostenible para reducir el impacto de las edificaciones en el entorno natural y contribuir a la salud y bienestar de los ocupantes.<sup>25</sup>

A continuación, se presentarán 5 diferentes certificaciones investigadas.

### 2.6.1 Certificación HAUS

Ilustración II.6 HAUS



Fuente: Imágenes de Google

<sup>25</sup> El Salvador Green Building Council. Recuperado de: <https://www.elsalvadorgreenbc.org/certificaciones-para-construcciones-sostenibles/>

La guía de Hábitats Urbanos Sostenibles tiene como propósito la implementación de estrategias en las distintas etapas de proyectos para mejorar el medio ambiente urbano de la metrópoli.

Dicha guía fue publicada en el 2018 y busca cumplir con los objetivos y principios internacionales – objetivos de desarrollo sostenible y la Nueva agenda III – y nacionales todos los movimientos y esfuerzos que se originan a raíz de la convención marco de naciones unidades sobre el cambio climático del 2015.<sup>26</sup>

Esquema II-4 Estrategias HAUS



<sup>26</sup> Diario Oficial, Guía HAUS, San Salvador, viernes 1 de junio de 2018.



## GUIA DE HÁBITATS URBANOS SOSTENIBLES

Contiene recomendaciones para la implementación de estrategias de sostenibilidad en en las distintas etapas de proyectos. Esta guía es de aplicación voluntaria, sien embargo, propone incentivos para su implemen-

### INCENTIVOS



FORMATIVOS



PROCESO SIMPLIFICADO



SOCIALES

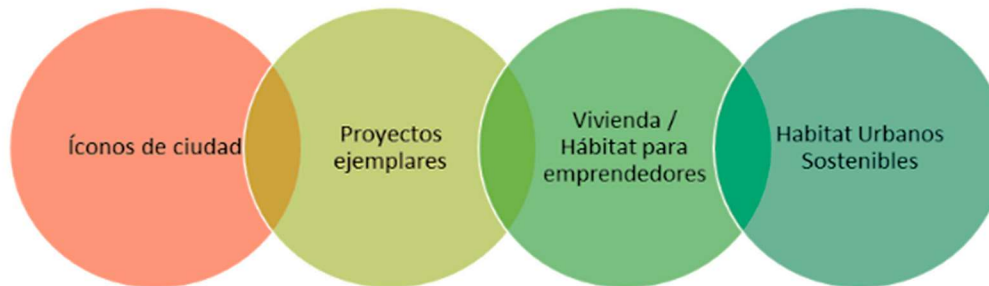


URBANISTICOS



FINACIEROS

### CATEGORÍAS RECONOCIMIENTO A LA EFICIENCIA EN LA APLICACIÓN DE NORMATIVA OPAMSS



Infografía 1 Certificación HAUS

## APLICACIÓN

Tu: Expones y aclaras dudas acerca de la guía

1

OPAMSS: Te da la guía y requisitos, categorizan el proyecto e inddicane l procedimiento a seguir

Tu: Confirmas la adopción de la normativa y conformas el equipo técnico

2

OPAMSS: Establece el equipo asesor y brinda información especializada del proyecto a desarrollar.

Tu: Aplicar como mínimo 3 estrategias y realizar reuniones técnicas

3

OPAMSS: Asesoría técnica al equipo y seguimiento de las reuniones técnicas.

Fuente: Elaboración propia.

## 2.6.2. Certificación EDGE

Ilustración II.7 EDGE



Fuente: Imágenes de Google

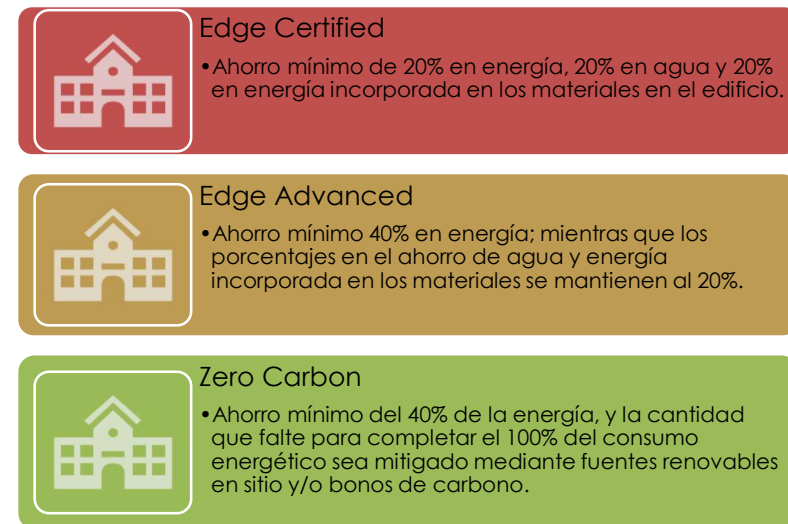
Es una guía que provee estándares para la construcción de edificios ecológicos mediante el uso de una plataforma virtual que mide el ahorro de la edificación a evaluar en el consumo de tres categorías:

- Reducción de consumo de Energía,
- Reducción de consumo de agua y
- Uso de materiales.

Volviendo esta certificación la menos exigente de todas según algunos profesionales concedores de las certificaciones, y con la forma de medir el desempeño mediante la toma de datos para pronóstico, es la más económica para los que buscan hacer uso de alguna de las guías ya sea que certifiquen o no.<sup>27</sup>

Esta guía se basa en cálculos que muestran el rendimiento potencial del edificio en lo que se refiere al consumo de las categorías antes mencionadas. Basados en distintas normas y códigos internacionales (ISO 13790, COMCHECK/ USA, SAP/UK).

Esquema II-5 Categorías EDGE



Fuente: Elaboración propia en base a la guía de aplicación EDGE

<sup>27</sup> EDGE/ User Guide for All Building Types Version 2.1 2019



## EXCELLENCE IN DESIGN FOR GREATER EFFICIENCIES



es una evaluación para construcciones nuevas o existentes, disponible en más de 130 países de economías en desarrollo. Basada en cálculos que muestran el rendimiento potencial del edificio en lo que se refiere a energía, agua y materiales. Basados en distintas normas y códigos internacionales (ISO 13790, COMCHECK/ USA, SAP/UK)

### APLICABLE EN



### PASOS PARA LA CERTIFICACIÓN EDGE



Infografía 4 Certificación EDGE

REDUCCIÓN DE RUBROS



AGUA



ENERGÍA



ENERGÍA INCORPARADA EN MATERIALES

Fuente: Elaboración propia.

### 2.6.3 Certificación LEED

Ilustración II.8 Sello USGBC-LEED



Fuente: Imágenes de Google

LEED-Leadership in Energy and Environmental Design es una normativa que se utiliza como sistema de calificación a nivel mundial para fomentar el diseño, construcción y operación de edificios ecológicos de alto rendimiento. Data del año 1992, donde da origen a dicha normativa la ASTM (American Society for Testing and Materials) con el fin de desarrollar un estándar para edificaciones sostenibles.<sup>28</sup>

Dicha certificación posee diferentes categorías de implementación, las cuales se mencionan a continuación:

Esquema II-6 Estrategias LEED



Fuente: Elaboración propia.

<sup>28</sup> LEED v4.1 "BUILDING DESIGN AND CONSTRUCTION" (January 2020)

## LEADERSHIP IN ENERGY AND ENVIRONMENTAL DESIGN



Se compone de un conjunto de normas sobre la utilización de estrategias encaminadas a la sostenibilidad en edificios de todo tipo.



CERTIFICACIONES



**LEED  
CERTIFIED**

40 - 49  
PUNTOS



**LEED  
SILVER**

50-59  
PUNTOS



**LEED  
GOLD**

60-79  
PUNTOS



**LEED  
PLATINUM**

80+ PUNTOS

### TIPOS DE CERTIFICACIÓN LEED



Viviendas



Operación y  
Mantenimiento



Diseño interior  
y construcción



Diseño  
y construcción



Desarrollo de  
Barrios

Infografía 6 Certificación LEED

## NORMATIVAS



- ASHRAE Standard 90.1-2016
- ASHRAE 209-2018
- ASHRAE 50% Advanced Energy Design Guides ++



ANSI/CRRS S100



ASTM INTERNATIONAL  
ASTM E1980

Fuente: Elaboración propia.

#### 2.6.4. Certificación RESET

Ilustración II.9 Logo RESET



Fuente: Imágenes de Google

La certificación de Requisitos para Edificaciones Sostenibles en el Trópico (RESET) es una norma que se adapta a nuestro país de la normativa RESET de Costa Rica que a su vez busca cumplir con los requisitos del Consejo de Canadá (SCC). Cuya primera versión fue publicada en 2012, se desarrolla como “una herramienta que permita reducir el impacto del sector construcción en el ecosistema natural.”<sup>29</sup>

Esta guía establece ciertas categorías que se tienen que cumplir para su correcta implementación, las cuales son:

Esquema II-7 Categorías de sostenibilidad



Fuente: Elaboración propia.

<sup>29</sup> INTECO, "RESET", Tercera edición (2020)



## REQUISITOS PARA EDIFICIOS SOSTENIBLES EN EL TROPICO



Guía que establece requisitos que deben cumplir las edificaciones en el trópico para poder ser designadas como sostenibles.

IMPLEMENTACIÓN DE LA NORMA

1	<b>ESTUDIOS RECOMENDADOS</b>	Factor Climático	Estudios Preliminares	Leyes Aplicables
2	<b>CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO DEL PROYECTO</b>	Se evalúan 11 criterios	Clasificación de categorías de impacto	- Blanca - Amarilla - Naranja - Roja
3	<b>REQUISITOS DE EVALUACION</b>	Definir categoría para certificación	Evaluación de criterios	Puntuación de criterios
4	<b>CALCULO DE PUNTAJES</b>	Resultados	Certificación RESET	Certificación RESET PLUS

Infografía 7 Certificación RESET

### NORMATIVAS



20000

ISO 6707-1  
INTE/ISO 8995-1  
IEC 61000-3-2

### CATEGORÍAS



1 Sello  
Certificación  
RESET



2 Sello  
Certificación  
RESET PLUS

Fuente: Elaboración propia.

## 2.6.5 Certificación Passive House<sup>30</sup>

Ilustración II.10 Logo Passive House Institute



Fuente: Imágenes de Google

Esta guía fue creada en el Instituto Passivhaus de Alemania, y busca minimizar el consumo energético de las edificaciones con la utilización de estrategias pasivas que vuelvan más eficiente el uso de sistemas de calefacción o enfriamiento.

El estándar busca reducir hasta en un 80% el consumo energético.

Este estándar se basa en 7 principios básicos que tienen que ser aplicados en los diseños, construcción y rehabilitación de las edificaciones, estos principios son:

Esquema II-8 Principios básicos passive HAUS



Fuente: Elaboración propia.

<sup>30</sup> FENERCOM "Guía del estándar Passivhaus" (2011)

## ESTANDAR PASSIVE HOUSE



Guía que busca minimizar el consumo energético de las edificaciones con la utilización de estrategias pasivas que vuelvan mas eficiente el uso de sistemas de calefacción o enfriamiento.

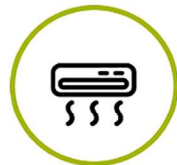
ACREDITACIONES

Diseñador	Consultor	Exp. Acreditado	Ejecutor
 <p><b>DESIGNER</b> CERTIFIED PASSIVE HOUSE DESIGNER</p>	 <p><b>CONSULTANT</b> CERTIFIED PASSIVE HOUSE CONSULTANT</p>	 <p>Passive House <b>Certifier</b> Passive House Institute accredited</p>	 <p>CERTIFIED PASSIVE HOUSE TRADESPERSON <b>TRADESPERSON</b></p>

REQUISITOS



DEMANDA DE CALEFACCIÓN  
< 15 kWh/(m²a)



DEMANDA DE REFRIGERACIÓN  
< 15 kWh/(m²a)



DEMANDA EN ENERGÍA PRIMARIA  
< 120 kWh/(m²a)  
(calefacción, agua caliente y electricidad)



HERMETICIDAD  
< 0.6 renovaciones de aire por hora (valor con un diferencial de presión de 50 Pa)

Infografía 8 Certificación Passive House

## CATEGORÍAS



**CLASSIC**



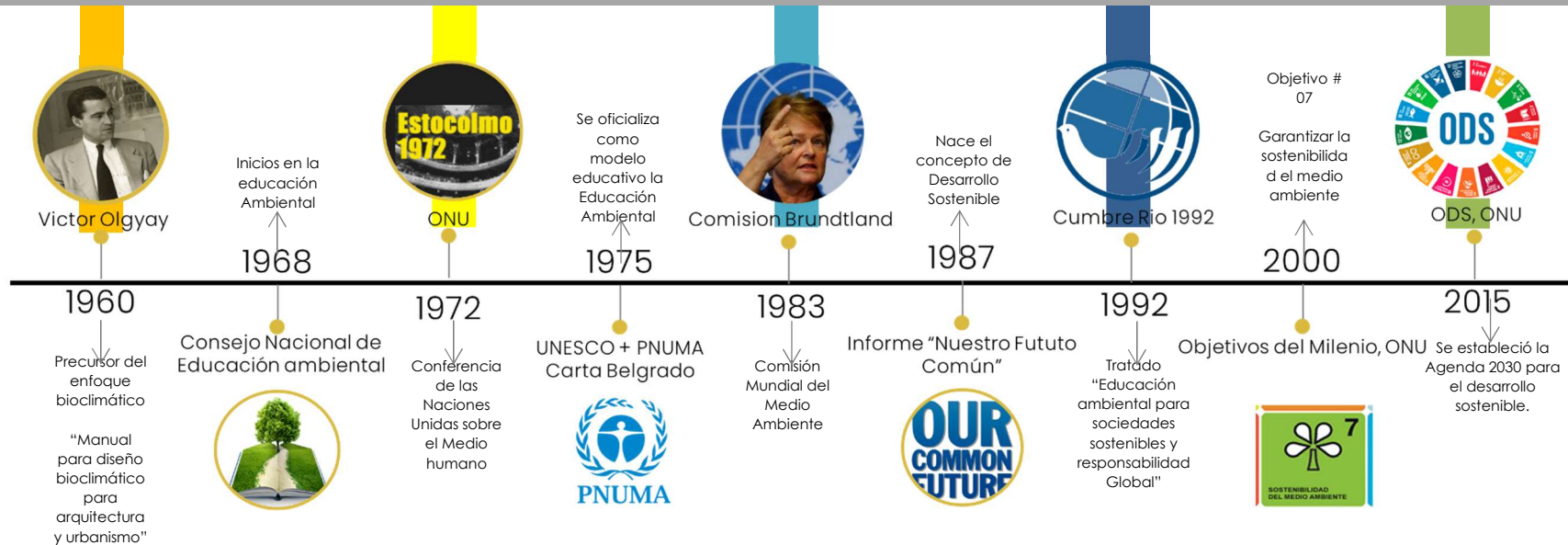
**PLUS**



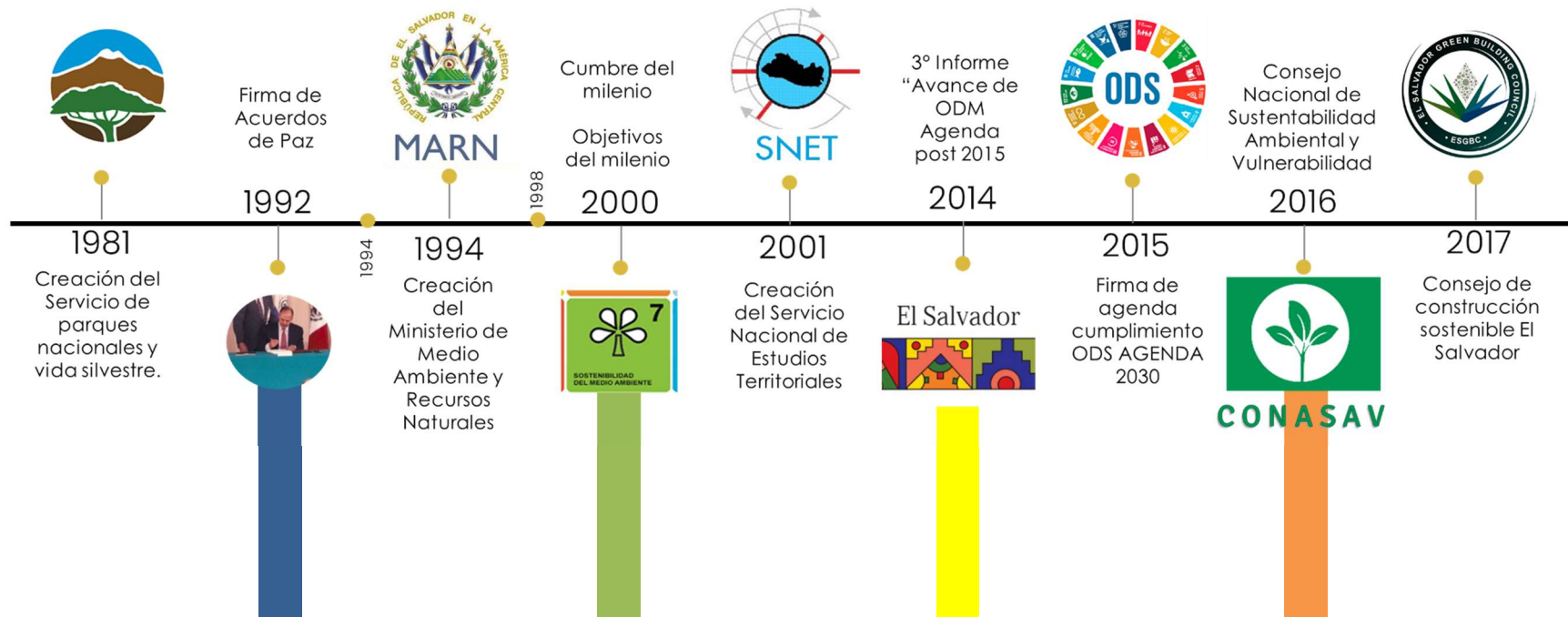
**PREMIUM**

Fuente: Elaboración propia.

EPILOGO ENFOQUE BIOCLIMÁTICO Y DESARROLLO SOSTENIBLE



EPILOGO ENFOQUE BIOCLIMÁTICO Y DESARROLLO SOSTENIBLE EN EL SALVADOR





## 2.7 Factores Climáticos y Ambientales

Deben analizarse según las características anuales de sus elementos constituyentes, es decir, temperatura, humedad relativa, radiación solar, efectos del viento<sup>31</sup>, entre otros, así como los factores ambientales que son aquellos componentes abióticos como la topografía y el suelo.

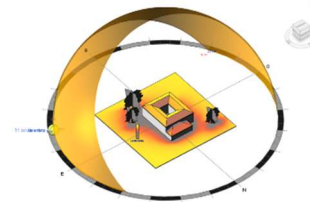
### 2.7.1 Temperatura



Las dimensiones previstas en el diseño de varios puntos de un edificio y también el material en uso están determinados por la temperatura máxima y mínima del entorno. Por lo tanto, la cantidad y la calidad para la construcción de un edificio son diferentes según el tipo de región: tropical, frío y moderado. La región glacial requeriría tomar decisiones especiales sobre la elección de los materiales. Para evitar la disipación de energía en las regiones tropicales y frías en verano e invierno, se debe considerar el aislamiento corporal de los edificios, mientras que este tema podría no ser una prioridad en las regiones moderadas (Zareaian & Zadeh, 2013)

### 2.7.2 Asoleamiento

Ilustración II.11  
Asoleamiento



Fuente: Imágenes de Google

Analizar el asoleamiento es parte fundamental para la planeación de un proyecto arquitectónico, pues se tiene la necesidad de permitir el ingreso de rayos solares para conseguir confort térmico e iluminación natural, sin embargo, el comportamiento solar no se puede estandarizar, ya que este varía en función del hemisferio norte y el hemisferio sur, por ende, las estaciones climáticas en el año.

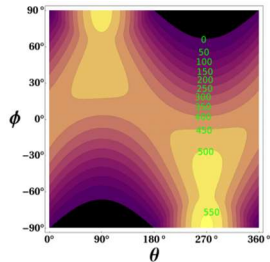
Conocer el comportamiento solar nos permitirá elegir la orientación adecuada para el proyecto, esto puede traer consigo múltiples beneficios, si se hace bien, se puede llegar a prescindir de elementos mecánicos para la climatización de los espacios.

El Salvador se encuentra ubicado en el hemisferio norte, en el cual el sol llega fuerte en verano, sobre todo en las primeras horas del día y en el atardecer.

<sup>31</sup> Victor Olgyay, *Arquitectura y Clima*, Editorial Gustavo Gili, Barcelona, 1998, p. 11

a) ¿Qué es la radiación solar (RS)?

Ilustración II.12  
Radiación solar



Fuente: Imágenes de Google.

La radiación es la transferencia de energía por ondas electromagnéticas. La radiación se produce directamente desde la fuente hacia fuera en todas las direcciones. Estas ondas no necesitan un medio material para propagarse, pueden atravesar el espacio interplanetario y llegar a la Tierra desde el Sol.

La magnitud que mide la energía por unidad de área de RS incidente en una superficie colocada en un lugar y rango de tiempo bien especificados es la **irradiación solar**.

La irradiación solar en la superficie terrestre es, desde el punto de vista técnico, es la adición en un intervalo de tiempo determinado de la radiancia solar filtrada por la interposición de la atmósfera.

El valor de la irradiación solar en la superficie depende de la época del año, de la latitud, la climatología local y las horas del día.

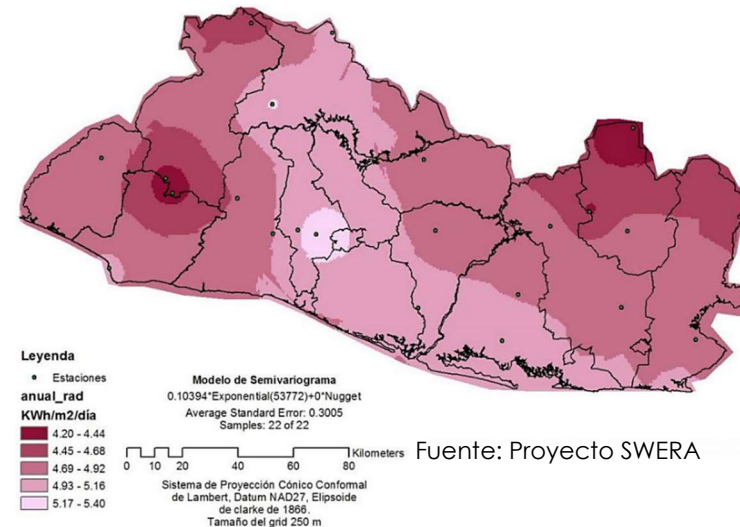
b) Irradiación Solar en El Salvador.

En la región central del área metropolitana de El Salvador la irradiación solar es alta (5.3 kWh/m<sup>2</sup> - día), en comparación con la de otros países como Alemania o Tokio (3.3 kWh/m<sup>2</sup>/día). (El mapa de

irradiación solar en El Salvador fue creado bajo el proyecto SWERA, el cual muestra el potencial de irradiación solar en promedio diario de un año.)

Información que nos permite tener una idea de la energía solar que se podría llegar a captar para el aprovechamiento del recurso.

Ilustración II.13 Irradiación Solar en El Salvador.

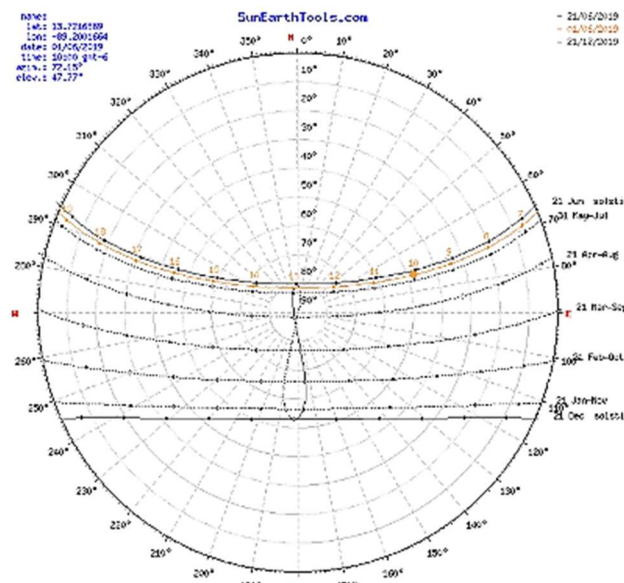


Fuente: Proyecto SWERA

c) Comportamiento solar

La **carta solar** es una representación gráfica en planta, que nos permite obtener la posición del sol en el cielo con respecto a nuestra ubicación, considerando una latitud específica. Eligiendo una fecha y hora específica, obteniendo el ángulo solar y el azimut correspondiente.

Ilustración II.14 Carta solar en planta



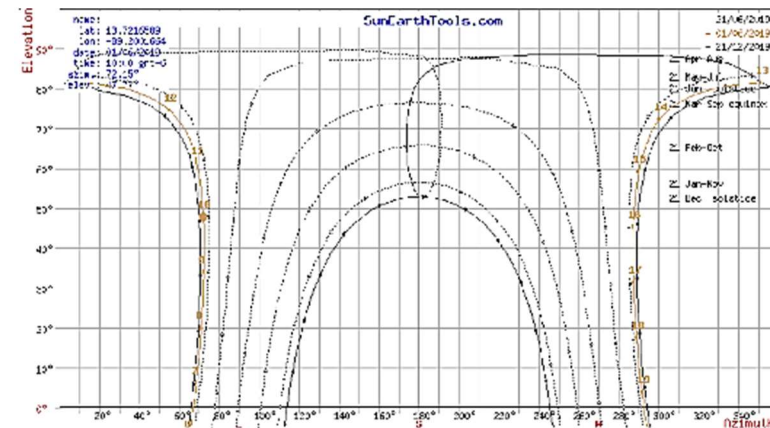
Fuente: Sunearthtools.

Representa el movimiento del sol en la bóveda celeste de una latitud específica. Sobre el gráfico se pueden identificar los ejes Norte-Sur y Este-Oeste. En la circunferencia externa se indican los ángulos de azimut y, en la parte inferior del eje Norte-Sur, los ángulos de

altura que corresponden a circunferencias de radios concéntricos, los que no se dibujan con objeto de no complicar el gráfico.

Las trayectorias del sol, en proyección estereográfica son los arcos de circunferencia sobre los cuales se han indicado las fechas correspondientes a cada trayectoria. Las horas (Tiempo solar medio) se representan por las curvas que cortan a las anteriores y bajo las cuales están indicadas. Toda esta información puede traducirse a la versión de la carta solar cilíndrica que no es más que la representación del paisaje.

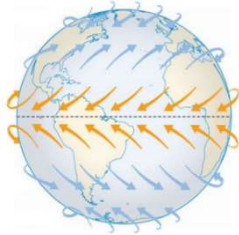
Ilustración II.15 Carta Solar Cilíndrica



Fuente: Sunearthtools.

### 2.7.3 Vientos

Ilustración II.16 Vientos



La ventilación en las edificaciones es uno de los factores a los que se le debe dar primacía al momento de diseñar, ya que es de los determinantes en la salud, el confort y bienestar de los usuarios, además de tener una relación indirecta con la temperatura y la humedad de los espacios

El uso apropiado de esta fuente genera diversas ventajas para los edificios, manteniendo la calidad del aire interior por el constante cambio, mientras que reduce la demanda de energía:

- Al llevar a cabo la renovación de aire, los vientos llevan microorganismos nocivos para la salud humana, los olores no deseados y los gases tóxicos, dejando que el ambiente fresco y ventilado, mejorando la calidad del aire.
- Otra ventaja de una edificación bien ventilada es la reducción de los gastos de energía en acondicionamiento de la temperatura y la humedad, ya que la ventilación natural se puede utilizar para el control térmico, eliminando el uso de aire acondicionado, lo cual es uno de los principales consumidores de energía. (Arquitectos., 2014)
- También es muy importante el papel que cumple la vegetación en cuanto a limpiar el aire

de impurezas por fijación electrostática y aceitosa de motas de polvo, además de humectar el aire y generar zonas frescas (2 a 4° C menos que la temperatura exterior) por la evapotranspiración. (Gonzalo, 2004, pág. 200)

### 2.7.4 Efectos de inconfort del viento.

Estudios realizados por el Centre de Recherches Methodologiques en Architecture et Aménagement, en colaboración con el C.S.T.B., (1978) por medio de un túnel de viento, encontraron los principales efectos de inconfort, en relación con la disposición y altura de edificios. Así tenemos:

#### a) Efecto de Venturi:

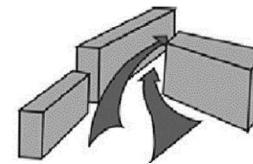


Imagen II-1 Efecto Venturi

colección de vientos por disposición de edificios, que provocan una aceleración considerable del flujo.

#### b) Efecto de canalización

no es en sí mismo un motivo de inconfort, sino que asociado a una anomalía (por ejemplo, que el viento ingrese por efecto Venturi) transmite esta anomalía a lo largo de todo el recorrido

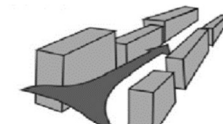


Imagen II-2 Efecto de canalización

c) Efecto de barra

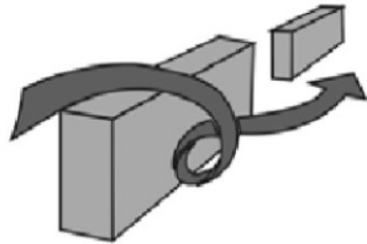


Imagen II-3 Efecto de barra

Al tener un edificio poco ancho con una longitud equivalente a 8 veces o más la altura, se produce una caída en barrena del viento en la parte posterior (con un ángulo de ataque de 45°) aumentando su velocidad y turbulencia.

d) Efecto de pilotes

Aquí el viento choca con el edificio y accede a los orificios inferiores en situación difusa, pero sale de ellos como un chorro de aire. Este efecto se incrementa con la altura de los edificios, pero si la altura no supera los 5 niveles, prácticamente no existe.

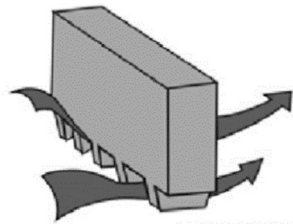


Imagen II-4 Efecto de pilotes

e) Efecto de esquina



Imagen II-5 Efecto de esquina

En los ángulos de los edificios, sobre todo si estos son elevados, un efecto local de fuerte gradiente horizontal de velocidad, también está el efecto de surco que está provocado por las

distribuciones de presiones negativas y positivas alrededor del edificio.

2.7.5 Funciones de la ventilación Natural en edificaciones



Imagen II-6 Ventilación natural

a) Renovar el aire:

Generar las condiciones higiénicas que debe tener el aire interior para que produzca una correcta respiración. En los ambientes cerrados y habitados, el aire se satura rápidamente de anhídrido carbónico, hasta el punto que muchas veces se hace irrespirable.

b) Proveer de bienestar térmico a los ocupantes de los edificios:

Refiriéndose al bienestar térmico que produce la incidencia del viento en el cuerpo humano, especialmente en climas cálidos y cálido-húmedo.

c) Enfriar las superficies internas de la envolvente de los edificios:

El aporte de la ventilación natural al refrescamiento de las superficies internas de la envolvente de los edificios por el ingreso de viento a

menor temperatura (horas nocturnas), lo que posibilita mejorar las condiciones térmicas del interior de los locales.

#### d) Ventilación para el confort

Las necesidades de ventilación dependerán de las características climáticas de emplazamiento del edificio. Por tal motivo es conveniente realizar el análisis de la rosa de viento.

Para el caso de climas cálidos y sobre todo húmedo, será uno de los factores de mayor importancia que puede facilitar el acercamiento a las condiciones de confort.

Para este tipo de clima (como el del país), más importante que el volumen de renovación de aire será la velocidad interior del flujo y sobre todo que éste se canalice a la altura de ocupación normal de las personas.

Generalmente las causas principales de una ventilación deficiente son: falta de aberturas en la edificación que permitan el movimiento de aire en todo el espacio y la incorrecta ubicación de estas, pues la ubicación de ventanas y aleros son un determinante para el comportamiento de la vena del aire en el interior de los locales.

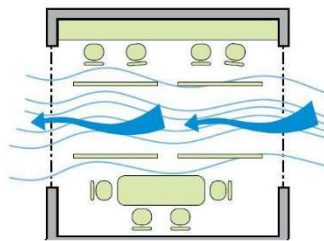


Imagen II-7 Ventilación cruzada

Por tal motivo se recomienda disponer de ventilación cruzada que permita la entrada y la salida del aire en un flujo adecuado.

En zonas cálidas es conveniente que el edificio tenga mayor superficie hacia los vientos dominantes y que las aberturas de ingreso de aire se ubiquen en la zona de presión positiva y las egreso en zonas de presión negativa.

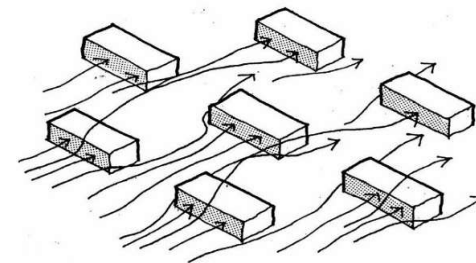


Imagen II-8 Exposición a vientos predominantes.

#### 2.7.6 Nubosidad

Es la cantidad de días cubiertos y la extensión de las nubes. Afecta a la radiación solar disponible y la calidad y cantidad de iluminación natural.

Algunos especialistas han llegado a desarrollar métodos que permiten su cuantificación. No obstante, su importancia en el análisis de las edificaciones reside en el efecto que produce el estado del cielo sobre otros parámetros como la temperatura, humedad y movimiento del aire; esto sin mencionar que afecta positivamente o negativamente la incidencia solar sobre las edificaciones.

### 2.7.7 Humedad relativa



Por definición, humedad relativa se refiere a la proporción de la cantidad de humedad existente en el aire a la cantidad máxima de humedad aceptable en términos de porcentaje. Cuanto mayor es el índice de humedad relativa, mayor es la posibilidad de que se formen gotas de agua en objetos físicos en la superficie de la tierra (incluidos edificios y otras construcciones, como puentes, calles, etc.).

Esto significa la aceleración del efecto de la humedad en los equipos y su óxido (corrosión de metales, oxidación de metales, etc.) y físico (congelando el agua y causando grietas en el diseño del edificio. En las regiones donde hay más humedad relativa como áreas costeras e islas, el diseño y la construcción de los edificios se realizan de acuerdo con los altos efectos adversos del agua, y deben diseñarse y construirse de manera tal que los efectos físicos y químicos adversos del agua disminuyan al nivel mínimo o incluso a cero. Esta necesidad se cumple a través de la selección de agua y materiales y equipos resistentes a la corrosión.

La cantidad de vapor de agua que puede contener el aire depende de su temperatura; el aire caliente tiene la capacidad de contener más vapor de agua

que el aire frío. Es la cantidad de vapor de agua en el aire, expresada como la proporción (en porcentaje) de la cantidad máxima de vapor de agua que puede contener a cierta temperatura. Por ejemplo, un aire que tiene una humedad relativa de 60% a 27 C de temperatura significa que cada kilogramo de aire contiene 60% de la cantidad máxima de agua que puede llevar a esa temperatura (Miller 2001). La humedad afecta los materiales de una construcción como la madera. (Zareaian & Zadeh, 2013)

### 2.7.8 Componentes abióticos

#### a) Topografía<sup>33</sup>

La topografía tiene gran importancia en la aplicación y proyección de diseños arquitectónicos y de ingeniería, ya que es la base en la que un diseño o futuro proyecto deberá emplazarse. también es muy importante para replanteos no solo de diseños a emplazarse, sino también el relevamiento de edificaciones ya consolidadas. la topografía es una rama que no puede desligarse de carreras afines a esta como las ingenierías , agronomía, arquitectura, geodesia, y muchas más.

#### b) El suelo (Tipos y el estudio geotécnico)

La identificación del tipo del suelo, se realiza por medio de un estudio de suelo: *“El estudio geotécnico se realiza previamente al proyecto de un edificio y tiene por*

<sup>33</sup> Recuperado de <https://sites.google.com/site/topografiaenlaarquitectura/4-aplicacion-en-la-arquitectura.> (Arq. Jose María Villarroel Terrazas)

objeto determinar la naturaleza y propiedades del terreno, necesarios para definir el tipo y condiciones de cimentación" (Rodríguez Ortiz y otros, 1984).

## 2.8 Laboratorio de Arquitectura Bioclimática

Según la Real Academia de la Lengua Española, un laboratorio es "Lugar dotado de los medios necesarios para realizar investigaciones, experimentos y trabajos de carácter científico o técnico."

Anteriormente se definió el concepto de arquitectura bioclimática, debido a esto al unir ambos términos se obtiene que un laboratorio de arquitectura bioclimática es un "lugar destinado a la investigación, experimentación y trabajos de carácter científico o técnico, que aportaran al diseño de edificaciones que reduzcan el gasto en energía y agua, aprovechen los recursos ambientales y creen espacios dotados de confort hacia los usuarios."<sup>35</sup>

### 2.8.1 Espacios dentro de un laboratorio

Los laboratorios de arquitectura bioclimática poseen diferentes espacios para el correcto funcionamiento de las actividades técnicas e investigaciones que ahí se realizaran, para este caso de estudio se utilizó la herramienta del OPR (Owner Project Requeriment) por sus siglas en inglés, para definir con el propietario los espacios especializados que se necesitan dentro del

proyecto (Ver anexo: Requerimientos del propietario OPR), estos se mencionan a continuación:

#### a) Laboratorio de estudios hídricos

El cuidado y la correcta utilización del agua es importante en la proyección de edificaciones aplicando los criterios de arquitectura bioclimática, para ello es necesario contar con un espacio que ayude a la formación de profesionales con los conocimientos necesarios en este tema.

Para conocer los temas principales que se investigaran en este espacio se tomó en cuenta la información obtenida por el Laboratorio de materiales, energía y agua, este menciona que "es un lugar que investiga información relacionada en temas de agua y como se relacionan con las edificaciones, tales como: medición de calidad y pureza, reutilización y recuperación de agua, tratamiento de aguas negras, aguas grises y su reutilización en edificaciones y áreas verdes."<sup>36</sup>

Ilustración II.18 Ciclo del agua



Fuente: Centro de estudios cervantinos

Recuperado de:

<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/899445/conoce-los-proyectos-participantes-del-laboratorios-de-materiales-energia-y-agua-infonavit>

<sup>35</sup> Elaboración propia

<sup>36</sup> Laboratorio de Materiales, Energía y Agua, INFONAVIT.



## b) Centro de luminotecnia

Ilustración II.19 Simulación Luminotécnica



Fuente: Studioseed.net

La luminotecnia debe determinar los niveles adecuados de iluminación para una instalación determinada.<sup>37</sup>

Este espacio se dedica a estudiar los niveles correctos de iluminación que debe tener en un espacio para brindar confort a los usuarios.

En información obtenida por parte Laboratorio de Acústica y Luminotecnia de Buenos Aires nos menciona los diferentes estudios realizados por parte de la institución, “En Luminotecnia le compete la investigación y desarrollo de sistemas de iluminación en ambientes abiertos y cerrados, la evaluación del rendimiento lumínico de artefactos, la mejora de diseños y el desarrollo de sistemas de medición lumínica. Las áreas de trabajo se orientan hacia la seguridad vial, el óptimo aprovechamiento de energía y el confort humano.”<sup>38</sup>

Los niveles de iluminación recomendados dependen de la actividad a desarrollar. Estos niveles son:

Tabla II-1 Niveles de iluminación recomendados

Clases de local	Iluminancia en lux
Zonas comunes de edificios	100
Escaleras, lavabos, almacenes	150
Aulas y laboratorios docentes	400
Bibliotecas y salas de estudio	500
Oficinas normales	500
Delineación, diseño	750
Comercio tradicional	500
Grandes superficies. Supermercados	750
Industria con requerimiento visual limitado	300
Industria con requerimiento visual normal	750
Industria con requerimiento visual especial	1500
Dormitorios de viviendas	150
Cuartos de aseo de viviendas	150
Cuarto de estar de viviendas	300
Cuartos de estudio de viviendas	500

Fuente: Escuela Abierta de Desarrollo en Ingeniería y Construcción (EADIC)

<sup>37</sup> Escuela Abierta de Desarrollo en Ingeniería y Construcción (EADIC). Recuperado de: <https://www.eadic.com/que-estudia-la-luminotecnia/>

<sup>38</sup> Laboratorio de Acústica y Luminotecnia de Buenos Aires. Recuperado de: <http://lal.cic.gba.gob.ar/investigacion.html>

### c) Laboratorio de estudio de energía fotovoltaica<sup>39</sup>

Ilustración II.20 Paneles solares



Fuente: Imágenes unsplash.

Los principales fines del Laboratorio de Energías Renovables Eólico-Fotovoltaico son el educativo y el divulgativo, mediante visitas guiadas para ofrecer un mayor acercamiento a este tipo de energías.

Entre las diferentes instalaciones y/o equipos que posee el laboratorio se encuentra:

- Instalación aislada eólico-fotovoltaica.
- Instalación fotovoltaica conectada a red.
- Sistemas de seguimiento fotovoltaico.
- Banco de envejecimiento de paneles amorfos de capa fina.
- Demostrador de instalación fotovoltaica conectada a red.
- Demostrador de autoconsumo fotovoltaico.
- Simulador fotovoltaico con fines didácticos

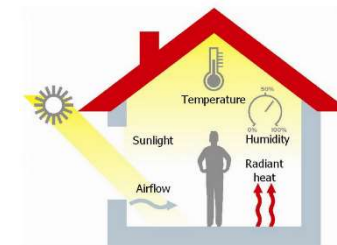
<sup>39</sup> Laboratorio de Energías Renovables Eólico-Fotovoltaico, Universidad de Valladolid. <http://die.uva.es/files/2016/05/Descripcion-LABORATORIO-DE-ENERG%C3%8DAS-RENOVABLES.pdf>

<sup>40</sup> SGARQ, Arquitectura Eficiencia Energética. <https://sgara.com/que-es-el-confort-termico/>

### d) Laboratorio de estudio de confort en interiores

Confort térmico, es "cuando las personas que habitan algún espacio no experimentan sensación de calor ni frío, o, dicho de otro modo, cuando las condiciones de humedad, temperatura y movimiento de aire es agradable y adecuado a la actividad que se realiza en su interior."<sup>40</sup>

Ilustración II.21 Factores de confort interno



Fuente: Imágenes de Google.

Entendemos entonces que este espacio se encargara de estudiar los diferentes métodos existentes para lograr este confort en los espacios.

### e) Laboratorio de estudio de transferencia de calor de materiales<sup>41</sup>

Este laboratorio investiga los diferentes métodos de transferencia de calor: conducción, convección y radiación. Cuenta con bancos especializados para realizar pruebas en diferentes materiales y con una diversa gama de medidores que permiten a los

<sup>41</sup> Laboratorio de Transferencia de Calor, Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas" (UCA) <https://cef.uca.edu.sv/main/index.php/laboratorio-de-transferencia-de-calor/>

alumnos comprender de mejor manera la teoría estudiada en clase.

Los estudiantes dedican su atención en el laboratorio a las prácticas de Intercambiadores de calor con unidad de alimentación y Leyes de transferencia de calor por radiación.

Ilustración II.22 Métodos de transferencia de calor



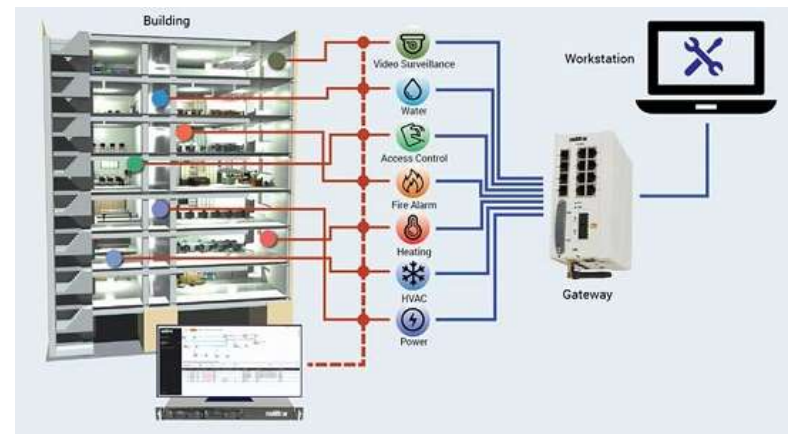
Fuente: Imágenes de Google.

f) Sala de equipos de monitoreo

Es un espacio que cuenta con todos los controles de monitoreo de los sistemas que componen el edificio, que permita de una forma comprensible analizar el comportamiento diario, mensual y anual del consumo de los parámetros antes mencionados y cualquier otro parámetro que se considere necesario.

Dicho monitoreo debe ser realizado por especialistas o personas capacitadas para realizar tal labor y que logren identificar anomalías en los parámetros preestablecidos con los estudios de modelado energético, el BOD, el OPR y cualquier normativa internacional o nacional que se quiera implementar para definir los parámetros.

Ilustración II.23 Monitoreo de sistemas



Fuente: Imágenes de Google.

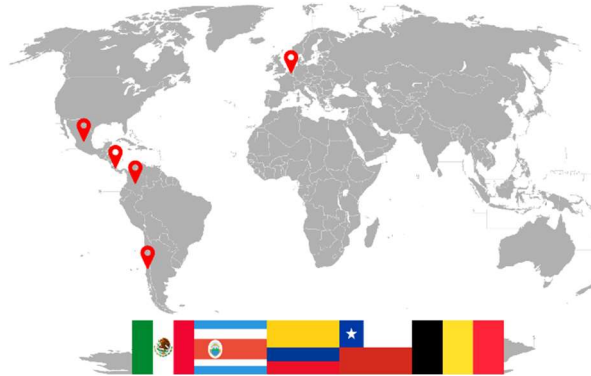
### 2.8.2 Casos Análogos

Con la premisa de la elaboración del “diseño del laboratorio de arquitectura bioclimática para la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador (FIA-UES), campus central”, se realizó el siguiente estudio de proyectos similares en otras universidades a nivel internacional.

Este apartado permitirá obtener una idea más concreta de las necesidades a suplir dentro del proyecto, en cuanto a los servicios y los equipos utilizados dentro de los mismos.


Por medio de matrices comparativas se identificarán las coincidencias y esto nos ofrecerá de manera más sintetizada los elementos a tomar en cuenta para diseñar las proyecciones respectivas.

*Ilustración II.24 Ubicación geográfica c. análogos*




Fuente: Elaboración propia


*Cuadro II-1 Caso análogo n° 01*

Laboratorio de Modelado y Simulación Bioclimática en Arquitectura y Urbanismo	
	
<b>ubicación</b>	Cali, Colombia
<b>Creación</b>	2012
<b>Servicios</b>	Análisis y monitoreo del confort: - Térmico -Acústico -Lumínico -Del aire
<b>Equipos</b>	Mediciones y simulaciones con: -Túnel de viento -Anemómetro -Cámara termográfica -Data Logger -Equipo de medición de conductividad y emisividad térmica -Máquina de humo -Estaciones meteorológicas -Luxómetro digital -Medidor de calidad de aire -Sonómetro
Fuente: Recuperado de <a href="https://sites.google.com/a/correouniv alle.edu.co/laboratorio-de-arquitectura-y-urbanismo-bioclimatico/home">https://sites.google.com/a/correouniv alle.edu.co/laboratorio-de-arquitectura-y-urbanismo-bioclimatico/home</a>	


Cuadro II-2 Caso análogo nº02

Laboratorio de Bioclimática, Universidad Iberoamericana	
	
<b>ubicación</b>	Ciudad de México, México
<b>Capacidad</b>	900 usuarios
<b>Servicios</b>	La experimentación y adecuación de los diseños arquitectónicos de los alumnos a las condiciones climáticas externas para lograr el confort y bienestar general de los usuarios.
<b>Equipos</b>	Mediciones y simulaciones con: -Heliodón -Tunel de viento -Cámara termográfica -Equipos de apoyo para la medición de ruido
<p>Fuente: Recuperado de Laboratorio de Bioclimática, Universidad Iberoamericana, México. <a href="http://arqing.ibero.mx/laboratorio-de-bioclimatica/">http://arqing.ibero.mx/laboratorio-de-bioclimatica/</a></p>	



Cuadro II-3 Caso análogo nº03

Laboratorio de Bioclimática (LABBIO) UCEN	
	
<b>ubicación</b>	Santiago, Chile
<b>Capacidad</b>	xxxx
<b>Servicios</b>	laboratorio docente y de investigación especializado en métodos experimentales, modelos físicos y computacionales para apoyo al diseño arquitectónico y territorial bajo un enfoque bio ambiental.
<b>Equipos</b>	Mediciones y simulaciones con: -Heliodón -Tunel de viento -Cámara termográfica -Equipos de apoyo para la medición térmica, lumpinica, acústica y de calidad de aire
<p>Fuente: Recuperado de Laboratorio de Bioclimática (LABBIO) Universidad central de Chile (UCEN) <a href="https://www.ucentral.cl/facultades-y-carreras/finarq/presentacion-laboratorio-de-bioclimatica">https://www.ucentral.cl/facultades-y-carreras/finarq/presentacion-laboratorio-de-bioclimatica</a></p>	

Cuadro II-4 Caso análogo n° 04

Laboratorio de Arquitectura Tropical, Escuela de Arquitectura, UCR	
 <p>UNIVERSIDAD DE COSTA RICA</p>	
<b>ubicación</b>	San José, Costa Rica
<b>Creación</b>	2010
<b>Servicios</b>	Investigación y Acción Social, busca contribuir a la disminución del gasto energético en edificaciones y hacer frente al cambio climático mediante mecanismos, instrumentos e instalaciones.
<b>Equipos</b>	Mediciones y simulaciones con: -Heliódón - Tunel de viento
<p>Fuente: Recuperado de Laboratorio de Arquitectura Tropical, Escuela de Arquitectura, Universidad de Costa Rica. <a href="https://yellow.place/en/laboratorio-de-arquitectura-tropical-ucr-san-pedro-costarica">https://yellow.place/en/laboratorio-de-arquitectura-tropical-ucr-san-pedro-costarica</a></p>	

Cuadro II-5 Caso análogo n° 05

Laboratorio de Diseño de Edificios Sostenibles (SBD)	
 	
<b>ubicación</b>	Lieja, Bélgica
<b>Creación</b>	xxxx
<b>Servicios</b>	Este se centra en el diseño integrador sostenible y el monitoreo del rendimiento de los edificios, que aborda la interacción de los usuarios en relación con la eficiencia energética, el confort térmico y la calidad ambiental interior.
<b>Equipos</b>	Mediciones y simulaciones con: -Cuatro registradores de temperatura y humedad para uso en interiores. -Pirheliómetro -Rastreador Soly 2 - Data Logger - Sensor CO2 -Instrumento de medición del valor U -Cámaras de imagen térmica -Medidor de agua para duchas -Equipos con softwares de cálculo y apoyo en el diseño bioclimático,
<b>Softwares</b>	Estos son: -Meteonorm Energy plus -Design builder -PVSyst -WUFI -ELODIE -Ecoinvent
<p>Fuente: Recuperado de Laboratorio de Diseño de Edificios Sostenibles (SBD), Bélgica. <a href="http://www.sbd.ulg.ac.be/">http://www.sbd.ulg.ac.be/</a></p>	

### 2.8.3. Matriz comparativa de casos análogos

Luego de investigados los casos análogos que ayudaran al aporte de ideas sobre el funcionamiento de los laboratorios bioclimáticos, el tipo de equipos y espacios que en este se utilizan, es necesario realizar una matriz comparativa de los mismo con el afán de tener una idea clara de que estrategias y elementos investigados podrán ser homologados en el proyecto a realizar. Para ello se presenta el primer cuadro que recopila datos principales de los laboratorios.

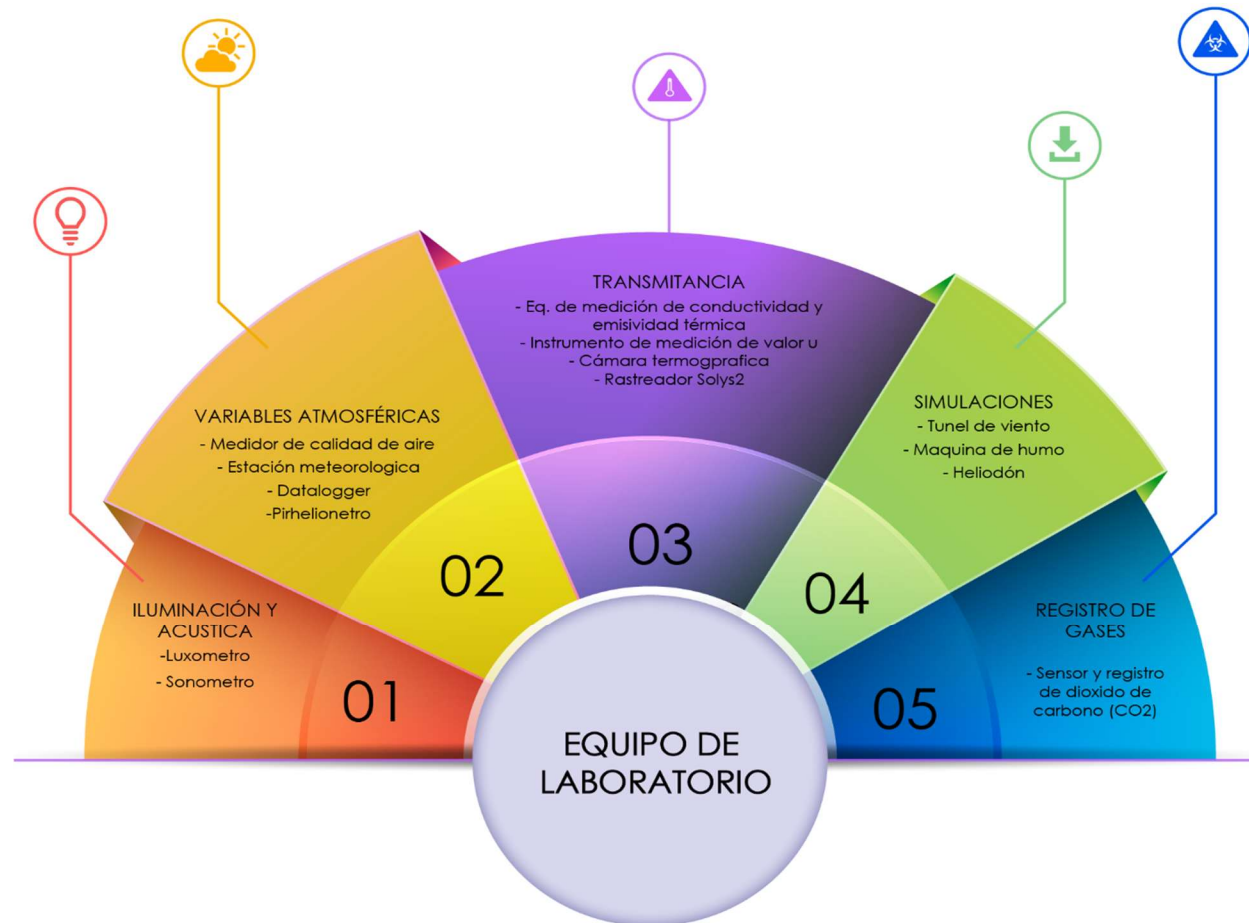
*Cuadro II-6 Matriz comparativa casos análogos*

Laboratorios Bioclimáticos	Ubicación	Datos climáticos del país	Tipo de investigación realizada
<b>Laboratorio de Bioclimática, Universidad Iberoamericana.</b>	Universidad Iberoamericana, Ciudad de México, México.	El trópico de cáncer divide en país en zonas tropicales y templadas.	Espacio destinado a la experimentación y adecuación de los diseños arquitectónicos de los alumnos a las condiciones climáticas externas para lograr el confort y bienestar general de los usuarios
<b>Laboratorio de Bioclimática (LABBIO) Universidad central de Chile (UCEN).</b>	Universidad central de Chile, Santiago, Chile.	Por su ubicación y extensión territorial su clima puede variar desde lugares desérticos hasta clima polar.	La investigación llevada a cabo en este laboratorio aborda materias ligadas a la sustentabilidad, entre ellas nuevas tipologías de edificios sustentables, el edificio multiprograma, arquitectura vernácula y evaluación post ocupacional (EPO).
<b>Laboratorio de Modelado y Simulación Bioclimática en Arquitectura y Urbanismo.</b>	Universidad del Valle, Cali, Colombia.	Posee diferentes climas tales como tropicales, secos, templados, continentales y polares.	Contribuir con el mejoramiento de la calidad de vida y condiciones de habitabilidad de una población a través de la investigación de los temas de hábitat, sostenibilidad, calidad y ordenamiento, participando en la realización de las pruebas y ensayos requeridos para la evaluación de la calidad urbana o arquitectónica de una realidad específica.
<b>Laboratorio de Diseño de Edificios Sostenibles (SBD)</b>	Universidad de Lieja, Bélgica.	El clima se considera como marítimo templado por su ubicación geográfica.	Este se centra en el diseño integrador sostenible y el monitoreo del rendimiento de los edificios, que aborda la interacción de los usuarios en relación con la eficiencia energética, el confort térmico y la calidad ambiental interior.
<b>Laboratorio de Arquitectura Tropical.</b>	Universidad de Costa Rica (UCR), Costa Rica.	Ubicado entre el ecuador y el trópico de cáncer su clima en mayor medida es tropical.	Busca contribuir a la disminución del gasto energético en edificaciones y hacer frente al cambio climático mediante mecanismos, instrumentos e instalaciones.

### 2.8.4 Equipos de Laboratorio de arquitectura

A continuación, se presentará un esquema que identifica los diferentes equipos utilizados por los laboratorios. Para conocer más acerca de estos equipos ver Anexo 2. Descripción de equipos de laboratorio

Esquema II-9 Equipo de laboratorio



Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida de casos análogos.



Una vez se conoce la descripción de cada equipo potencialmente implementable en el proyecto es necesario generar una comparativa de cuales son aquellos más coincidentes de acuerdo a lo investigado en el apartado de casos análogos, por lo cual se presenta la siguiente matriz, la cual recopila la información de manera sintetizada.

### 2.8.5 Matriz comparativa de equipos de laboratorio de Arquitectura Bioclimática

*Cuadro II-7 Equipos de laboratorio coincidentes*

Laboratorios Bioclimáticos	Laboratorio de Bioclimática, Universidad Iberoamericana	Laboratorio de Bioclimática (LABBIO) Universidad central de Chile (UCEN).	Laboratorio de Modelado y Simulación Bioclimática en Arquitectura y Urbanismo	Laboratorio de Diseño de Edificios Sostenibles (SBD)	Laboratorio de Arquitectura Tropical	Total de equipos que coinciden
Equipos						
Túnel de viento	X	X	X		X	4
Máquina de humo			X			1
Anemómetro			X			1
Medidor de calidad de aire		X	X			2
Sensor de CO2				X		1
Heliodón	X	X			X	3
Cámara termográfica	X	X	X	X		4
Sonómetro	X	X	X			3
Equipo de medición de conductividad y emisividad térmica			X			1
Luxómetro digital		X	X			2

Laboratorios Bioclimáticos	Laboratorio de Bioclimática, Universidad Iberoamericana	Laboratorio de Bioclimática (LABBIO) Universidad central de Chile (UCEN).	Laboratorio de Modelado y Simulación Bioclimática en Arquitectura y Urbanismo	Laboratorio de Diseño de Edificios Sostenibles (SBD)	Laboratorio de Arquitectura Tropical	Total de equipos que coinciden
Equipos						
Instrumento de medición de valor U				X		1
Estación meteorológica			X			1
Datalogger			X	X		2
Pirheliómetro				X		1
Rastreador Solys2				X		1
Medidor de agua para las duchas				X		1
Software para estudios, cálculos y modelados energéticos		X		X		2

Fuente: Elaboración propia en base a información de casos análogos.

Con la información obtenida se identificaron los diferentes equipos pertenecientes a los 5 laboratorios estudiados, siendo la cámara termográfica de los principales equipos utilizados con 4 coincidencias entre laboratorios. Igualmente, las herramientas como túnel de viento, heliodón, sonómetro que se repiten en 3, y finalmente el medidor de calidad de aire, luxómetro digital, datalogger y software para estudios, cálculos y modelados energéticos con 2 repeticiones.

### 2.8.6 Software para estudios, cálculos, modelados y simulaciones.

El Laboratorio de Diseño de Edificios Sostenibles (SBD), posee un espacio especializado con computadores que permite tener software de apoyo para el cálculo, recopilación de datos y uso en simulaciones energéticas de edificios, estos softwares se dividirán según su rubro de aplicación.

#### a) Software para simulación energética de edificios.

- **Energy plus:** es un programa completo de simulación de energía del edificio que se usa para modelar tanto el consumo de energía como el uso de agua en edificios. Al no poseer interfaz gráfica este software puede ser complicado.
- **Design Builder:** ayuda a realizar una evaluación de la eficiencia energética, medioambiental y económica de los edificios durante todo el proceso de diseño, desde el concepto hasta el proyecto ejecutivo.
- **ELODIE:** una herramienta para la evaluación ambiental de edificios, permite conocer la cuantificación del desempeño ambiental de edificios.

#### b) Software de obtención de datos climatológicos e información sobre productos.

- **Meteonorm:** este programa permite generar datos climáticos de cualquier sitio del mundo y en diferentes años, con la utilización de una base de datos que consta de más de 8 000 estaciones meteorológicas, cinco satélites geoestacionarios calibrados globalmente.
- **Ecoinvent:** es una base de datos que proporciona información de proceso, bien documentados para miles de producto sobre su impacto ambiental.

#### c) Software de cálculo de transferencia de calor de materiales:

- **WUFI:** software que permite el cálculo del transporte de calor y humedad en paredes y otros componentes de edificios.

#### d) Software de diseño de sistemas fotovoltaicos:




- **PVSyst:** permite el cálculo y diseño de sistemas fotovoltaicos para casa, edificios, etc.

Cabe destacar que además de los softwares mencionados anteriormente, existen otros que permiten generar simulaciones energéticas de edificaciones, en información obtenida del sitio web DOE2<sup>42</sup> se mencionan los siguientes programas:

- **DOE-2:** es un programa gratuito de análisis de energía de edificios ampliamente utilizado y aceptado que puede predecir el uso y el costo de la energía para todo tipo de edificios.
- **eQUEST:** es uno de los programas que más se usa en el desarrollo de modelos energéticos en la actualidad, brindando resultados de mucha calidad con muy poco esfuerzo gracias a su interfaz amigable e interactiva.
- **Weather data:** proporciona una variedad de datos meteorológicos pre-procesados compatibles con otros softwares de simulación energética.

Luego de recabar la información de diferentes softwares es necesario realizar una matriz comparativa en base a 3 criterios, para determinar cuál posee mejor calidad, fácil manejo y tiene mayor economía en su licencia para su uso en simulaciones energéticas de edificios.

Cuadro II-8 Comparativa de softwares para modelado energético

Software	Criterios*		
	Calidad	Fácil manejo	Economía**
 Energy plus	Alta	Bajo	Alta
 Design Builder	Alta	Alta	Media
 ELODIE	Alta	Alta	Baja
 DOE-2	Alta	Alta	Alta
 eQUEST	Alta	Alta	Alta

Fuente: Elaboración propia

\*Criterios evaluados en base a cuantificación de calidad definida en tres puntuaciones (Alta, Media, Baja)

\*\*El criterio de economía califica calidad en base al siguiente criterio:

- Gratuito: Alta.
- Licencia estudiantil: Media.
- Licencia privada: Baja.

<sup>42</sup> Recuperado de: <http://www.doe2.com/>

El siguiente cuadro muestra la dirección del sitio web de cada software para obtener mayor información sobre su uso y costos de licencias:

Cuadro II-9 Sitios oficiales de Softwares de simulación energética

Software	Sitio web
Energy Plus	<a href="https://energyplus.net/">https://energyplus.net/</a>
Desing Bulider	<a href="https://www.designbuilder-lat.com/">https://www.designbuilder-lat.com/</a>
ELODIE	<a href="https://logiciels.cstb.fr/batiments-et-villes-durables/performances-environnementales/elodie/">https://logiciels.cstb.fr/batiments-et-villes-durables/performances-environnementales/elodie/</a>
DOE-2	<a href="http://doe2.com/">http://doe2.com/</a>
eQUEST	<a href="http://doe2.com/">http://doe2.com/</a>






Fuente: Elaboración propia.

Luego de elaborada la matriz se puede constatar que todos los softwares proveen un gran estudio y análisis de resultados para las simulaciones energéticas de los edificios, el punto de diferencia entre ellos está en el costo de las licencias para el uso de los mismos, por esta razón los softwares más recomendados para uso estudiantil por su fácil manejo, calidad del programa y economía son **DOE-2 e eQUEST**, ya que ambos programas son gratuitos y de fácil obtención.

Además, es necesario realizar una matriz comparativa para el conjunto de softwares de obtención de datos climatológicos, cálculo de transferencia de calor de materiales, diseño de

sistemas fotovoltaicos. Esta se realiza en base a los 3 criterios mencionados anteriormente.

Cuadro II-10 Comparativa de software de apoyo para el modelado energético.

Software	Criterios*		
	Calidad	Fácil manejo	Economía**
 Meteonorm	Alta	Alta	Media
 PVsyst	Alta	Alto	Bajo
 Ecoinvent	Alta		Media
 WUFI	Alta		Media
 Weather Data	Alta	Bajo	Alta

Fuente: Elaboración propia

\*Criterios evaluados en base a cuantificación de calidad definida en tres puntuaciones (Alta, Media, Baja)

\*\*El criterio de economía califica calidad en base al siguiente criterio:

- Gratuito: Alta.
- Licencia estudiantil: Media.
- Licencia privada: Baja.

El siguiente cuadro muestra la dirección del sitio web de cada software para obtener mayor información sobre su uso y costos de licencias:

Cuadro II-11 Sitios oficiales para software de apoyo

Software	Sitio web
Meteonorm	<a href="https://meteonorm.com/en/product/meteonorm-software">https://meteonorm.com/en/product/meteonorm-software</a>
PVSyst	<a href="https://www.pvsyst.com/">https://www.pvsyst.com/</a>
Ecoinvent	<a href="https://www.ecoinvent.org/">https://www.ecoinvent.org/</a>
WUFI	<a href="https://wufi.de/en/">https://wufi.de/en/</a>
Weather Data	<a href="http://doe2.com/">http://doe2.com/</a>

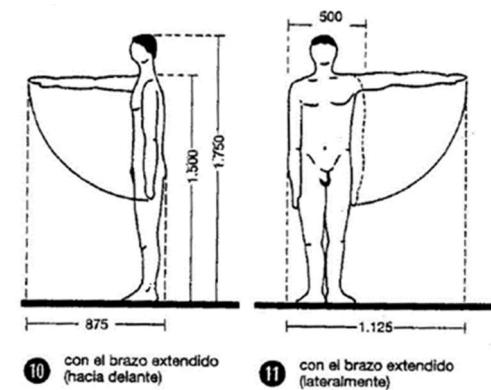
Fuente: Elaboración propia.

Ya realizada la matriz, es evidente que la calidad de los softwares estudiados es buena, sin embargo, dada las limitaciones de información en cuanto a los datos climatológicos regionales de algunos ellos (por ejemplo, weather, el cual sus bases de datos se limitan a Estados Unidos y Canadá) que son compatibles con otros programas de modelado, pero solo trabajan con información del país de origen. Es por eso que los softwares más recomendables para el uso en laboratorios bioclimáticos en nuestra región son **Meteonorm** y **PVSyst**.

## 2.9 Metros cuadrados necesarios para el usuario

Para la realización de un diseño integral del espacio con el usuario, es necesario conocer las medidas base de una persona y su movilidad dentro del espacio.

Ilustración II.25 Espacio por usuario

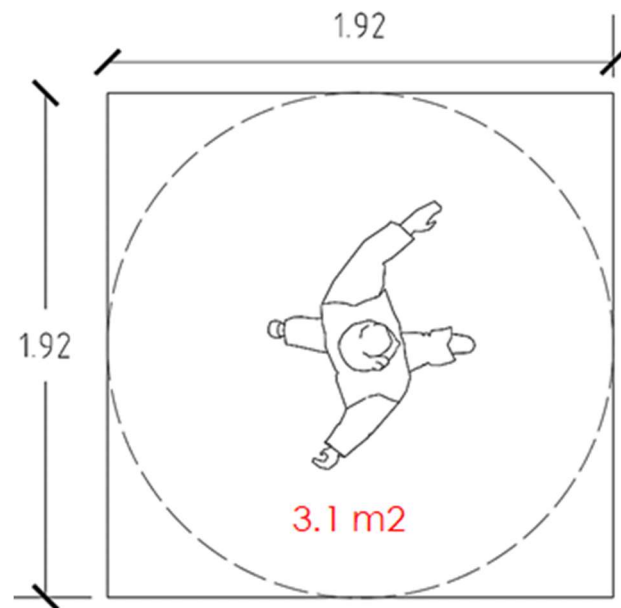


Fuente: Imágenes de Google

Para ello, el libro de Neufert, “El arte de proyectar arquitectura” menciona que la medida estándar de una persona de pie con un brazo estirado hacia el costado es de 1.125m, y una persona de pie con el brazo estirado hacia el frente es de 0.875m. Tomado estas medidas como base, se tiene que una persona de pie con ambos brazos estirados hacia los costados necesita un espacio de 1.75m libre para su correcta movilidad.

Al realizar la operación  $1.75 \times 1.75$  se obtiene un resultado de  $3.0625 \text{ m}^2$  aproximado a  $3.1 \text{ m}^2$  que será la medida base de metros cuadrados libres por persona para su adecuada movilidad.

*Ilustración II.26 Metros cuadrados por persona*



Fuente: Elaboración propia.

La ilustración antes mostrada ejemplifica los metros cuadrados que necesita una persona para poder moverse de manera cómoda dentro de un espacio. Cabe destacar que este dato no toma en cuenta los muebles dentro del espacio.

### 2.9.1 Nueva normalidad COVID-19

Considerando la situación actual que se está viviendo mundialmente debido a la pandemia surgida por el COVID-19, se deben acatar las medidas de distanciamiento social instauradas para evitar el contagio del virus y poder realizar las actividades de manera segura, para ello se menciona en plataformas del Gobierno de El Salvador a través de Ministerio de Salud que se deberá tener un distanciamiento de al menos 2m por persona, lo que nos daría un total de  $4 \text{ m}^2$  libres por persona.

*Ilustración II.27 Distanciamiento social*



Fuente: Imágenes unsplash.

Debido a temas de prevención por la pandemia las clases presenciales han sido suspendidas y por el avance del virus no se ha hecho público algún plan de reapertura de centros educativos y las medidas que estos tomaran para funcionar correctamente. Es por ello que nos basaremos en los lineamientos del Ministerio de Salud que serán utilizados en la reapertura económica.<sup>43</sup>

Estos nos mencionan las medidas de distanciamiento social que es necesario seguir para evitar la propagación del virus, a continuación, se mostraran 3 puntos importantes que se tomaran en cuenta para el proyecto:

- Implemente horarios de trabajo flexibles (por ejemplo, rotar o escalonar los turnos para limitar la cantidad de empleados que están en el lugar de trabajo al mismo tiempo).
- Modifique el espacio de trabajo para aumentar el espacio físico entre sus empleados.
- Aumente el espacio físico entre los empleados y usuarios (a través de servicios desde auto, barreras físicas como divisores).

## 2.10 Modelo educativo

Un modelo, genéricamente definido, es un arquetipo o un referente de alguna cosa o ente. Se habla de modelo educativo para establecer la forma en qué están articulados los diferentes componentes y procesos que supone la educación. Según Carlos Tunnerman, el Modelo Educativo es la concreción, en términos pedagógicos, de los paradigmas educativos que una institución profesa y que sirve de referencia para todas las funciones que cumple (docencia, investigación, extensión, vinculación y servicios), a fin de hacer realidad su Proyecto Educativo. El Modelo Educativo debe estar sustentado en la historia, valores profesados, la Visión, la Misión, la filosofía, objetivos y finalidades de la institución. (Gestion UES, 2014)

En otras palabras, un modelo educativo es un patrón conceptual a través del cual se esquematizan las partes y los elementos de un programa de estudios. Estos modelos varían de acuerdo al periodo histórico, ya que su vigencia y utilidad depende del contexto social. (Gestion UES, 2014)

Todo modelo educativo se diseña desde uno o varios paradigmas, perspectivas o modelos pedagógicos; lo cual no debe criticarse como una posición ecléctica, sino más bien como una necesidad impuesta por el dinamismo y complejidad de la realidad educativa.

---

<sup>43</sup> Plan de reapertura económica, Lineamientos Ministerio de Salud. Recuperado de: <https://covid19.gob.sv/reapertura/>



### 2.10.1 Modelos o enfoques educativos<sup>44</sup>

#### a) Cuadro II-12 Modelo conductista

Características	Descripción
Concepto de enseñanza	<ul style="list-style-type: none"> <li>-El docente privilegia entregar estímulos a los alumnos y estos al recibir el estímulo debe entregar una respuesta.</li> <li>-La institución o el docente se centra en el comportamiento del alumno y no en el desarrollo del aprendizaje del alumno.</li> <li>-La institución modela o construye el contenido que le va a entregar al alumno.</li> <li>-La institución organiza el contenido de manera jerárquica para entregárselo al docente para que este se lo traspase al alumno.</li> <li>-Las metodologías de trabajo son restringidas para el alumno.</li> </ul>
Concepto de aprendizaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>-El docente le entrega un estímulo al alumno y este le da una respuesta.</li> <li>- El alumno genera aprendizajes a través de la imitación.</li> <li>-El profesor siempre está pendiente del proceso educativo del alumno.</li> </ul>
Rol del profesor	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Interviene frecuentemente en el proceso de enseñanza aprendizaje.</li> <li>-Es un expositor.</li> <li>-Ente que el cual entrega el material necesario para el desarrollo de las clases.</li> </ul>
Concepto de Evaluación	<ul style="list-style-type: none"> <li>-El profesor evalúa frecuentemente a sus alumnos.</li> <li>-La evaluación se centra en los conocimientos y en el comportamiento del alumno.</li> </ul>
Rol del aprendiz	<ul style="list-style-type: none"> <li>-El alumno responde a los estímulos exteriores del medio ambiente.</li> <li>-El alumno es reactivo y no pro activo.</li> <li>-Tiene motivaciones controladas por los refuerzos exteriores que se le proporcionan al alumno</li> </ul>

#### b) Cuadro II-13 Modelo humanista

Características	Descripción
Concepto de enseñanza	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Se crea un clima de aula positivo para el proceso de enseñanza aprendizaje.</li> <li>-Fomenta el desarrollo y la autonomía del alumno.</li> <li>-A través del dialogo se generan los procesos de enseñanza aprendizaje.</li> </ul>
Concepto de aprendizaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Se genera a través del dialogo con el profesor.</li> <li>-El alumno es activo dentro del proceso de aprendizaje ya que este busca su propio conocimiento.</li> <li>-No se produce el aprendizaje por simple repetición.</li> </ul>
Rol del profesor	<ul style="list-style-type: none"> <li>-El profesor es un guía para el alumno.</li> <li>-Incentiva y mantiene un clima de interés hacia los contenidos por parte de los alumnos.</li> <li>-Emplea diversas estrategias y recursos en el proceso de enseñanza-aprendizaje.</li> </ul>
Concepto de Evaluación	<ul style="list-style-type: none"> <li>-No solo se centra en los comportamientos o en los conocimientos, sino que también en el desarrollo de las persona.</li> <li>-Es un proceso continuo</li> </ul>
Rol del aprendiz	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Responde a los estímulos internos y externos que se encuentran en el medio.</li> <li>-El alumno es un constructor activo de su aprendizaje.</li> </ul>

<sup>44</sup> Recuperado de : <https://enfoquesymodeloseducativos.wordpress.com/>

c) Cuadro II-14 Modelo Cognoscitivista

Características	Descripción
Concepto de enseñanza	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Se realiza a partir de los conocimientos anteriores del alumno.</li> <li>-La enseñanza se centra en las estrategias cognoscitivas y metacognitivas del alumno.</li> <li>-Es centrado en la organización de los conocimientos.</li> <li>-Realización de tareas completas y complejas.</li> </ul>
Concepto de aprendizaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>-El aprendizaje ocurre mediante la construcción gradual de los nuevos conocimientos.</li> <li>-Ocurre gracias al enlace de los conocimientos previos con los nuevos conocimientos que va adquiriendo el alumno alumno.</li> <li>-Exige la organización de conocimientos de acuerdo a nivel en que se encuentra el alumno.</li> <li>-Se efectúa a partir de tareas globales.</li> </ul>
Rol del profesor	<ul style="list-style-type: none"> <li>-El profesor interviene frecuentemente para ver el avance del educando.</li> <li>-Es un entrenador del conocimiento.</li> <li>-Cumple el rol de mediador entre el estudiante y los nuevos conocimientos.</li> </ul>
Concepto de Evaluación	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Es frecuente.</li> <li>-Se evalúa tanto los conocimientos como las habilidades de los alumnos.</li> <li>-Puede ser formativa y sumativa.</li> <li>-La retroalimentación se centra en las estrategias utilizadas como en la construcción de los conocimientos.</li> </ul>
Rol del aprendiz	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Es activo en el proceso de aprendizaje.</li> <li>-Construye sus propios conocimientos.</li> <li>-Se motiva por su percepción del valor de la tarea asimismo por el control que puede tener sobre su éxito.</li> </ul>

d) Cuadro II-15 Modelo Cognoscitivista

Características	Descripción
Concepto de enseñanza	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Los alumnos deben ser capaces de resolver problemas bien definidos.</li> <li>-Se orienta hacia la definición y realización de tareas y actividades predeterminadas.</li> <li>-Se centra en las expectativas de los alumnos.</li> </ul>
Concepto de aprendizaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Utiliza herramientas tecnológicas a partir de educación primaria tales como: A) Sistemas tutoriales/B) Sistemas de ejecución y práctica.</li> <li>-La enseñanza es tipo tubería.</li> <li>-Utiliza diversos materiales y fuentes de conocimiento; estos ya suelen estar elaborados con anterioridad es decir no hay que descubrir.</li> <li>-Promueve el aprendizaje de tipo reproductivo.</li> </ul>
Rol del profesor	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Es depositario de los conocimientos.</li> <li>-Es modelo de pensamiento.</li> <li>-Los contenidos son controlados por el docente, este decide que enseñar y para que.</li> <li>-Determina que enseñar según el nivel en el que se encuentra el alumno.</li> </ul>
Concepto de Evaluación	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Se deben lograr metas mensuales.</li> </ul>
Rol del aprendiz	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Debe asimilar lo máximo de lo que le transmite o enseña el docente.</li> </ul>

e) *Modelo heurístico*

Características	Descripción
Concepto de enseñanza	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Promueve la capacidad de autogestión del alumno.</li> <li>-Debe realizarse en un ambiente lúdico rico en medios didácticos.</li> <li>-Utiliza herramientas tecnológicas tales como:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>A) Simuladores y juegos educativos.</li> <li>B) Micro mundos exploratorios.</li> <li>C) Sistemas expertos.</li> </ul> </li> </ul>
Concepto de aprendizaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Se produce a partir de experiencias y su propio descubrimiento.</li> <li>-Se produce por medio de la interacción docente-alumno.</li> </ul>
Rol del profesor	<ul style="list-style-type: none"> <li>-No proporciona directamente el conocimiento.</li> <li>-Favorece las capacidades de autogestión del aprendiz.</li> </ul>
Concepto de Evaluación	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Evalúa destrezas cognitivas como habilidades sociales.</li> <li>-Evalúa tanto los aprendizajes del alumno como los logros de este.</li> <li>-Puede ser formativa y sumativa.</li> </ul>
Rol del aprendiz	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Experimentar, descubrir y desarrollar el aprendizaje.</li> <li>-Ser un ente activo.</li> <li>-Debe llegar al aprendizaje a través de las experiencias que tenga a lo largo de la actividad, unidad, etc...</li> </ul>

2.10.2 Modelo educativo Universidad de El Salvador<sup>45</sup>

La estructura del Modelo Educativo de la Universidad, debe basarse en la manera en que se visualizan, coordinan y ensamblan los diferentes componentes pedagógicos, los principios y valores, los planes de desarrollo, desde su filosofía, valores, misión y visión. Los niveles estructurales ya contemplan la relación institución-sociedad, de tal manera que puedan vincularse directamente estos niveles con sus correlatos de servicio a la comunidad universitaria. En tal sentido se ha elaborado una propuesta esquemática que permite comprender en forma general el modelo educativo centrado en el Aprendizaje del estudiante

Pautas metodológicas. La propuesta conceptual de este Modelo Educativo Integrador-humanista centrado en el desarrollo de la persona, permite a la Universidad de El Salvador la consolidación de una verdadera comunidad de aprendizaje que como escenario académico, científico y cultural analiza y propone desde su seno o por medio de sus graduados, soluciones a los problemas de la sociedad.

<sup>45</sup> (Gestion UES, 2014)

Esquema II-10 Estructura modelo Educativo UES



Fuente: Informe Modelo educativo y políticas y lineamientos curriculares de la Universidad de El Salvador

### Fases del modelo educativo

#### Fase de Formación Institucional:

Esta fase instruye, promueve y desarrolla la adquisición de valores, conocimientos y habilidades de carácter inter y multidisciplinario, metodológico, instrumental y contextual, con los cuales el estudiante será capaz de comunicarse eficazmente y sentar las bases para el estudio de la carrera:

Estas son:

- Habilidades para la comunicación de las ideas.
- Manejo de Tecnologías de Información y Comunicación.
- Pensamiento lógico, heurístico y creativo.
- Análisis del mundo contemporáneo.

#### Fase de Formación profesional.

Esta fase se divide en Formación Básica por área Disciplinar y en Formación Profesional Específica.

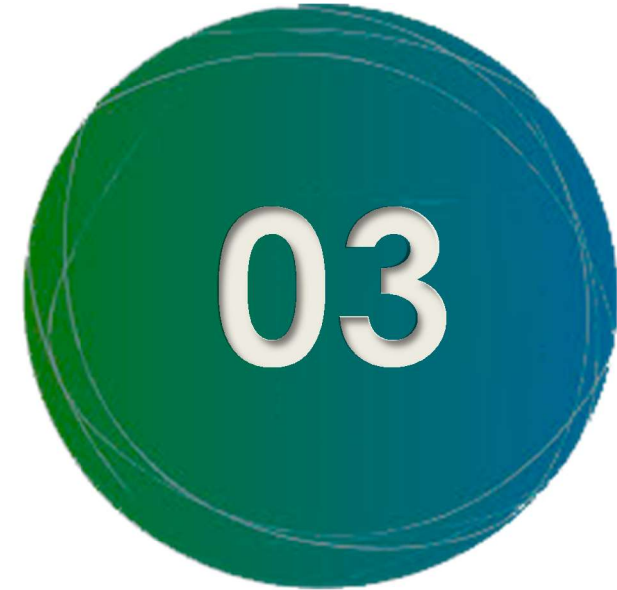
Área de Formación básica, facilita al estudiante las herramientas conceptuales y conocimientos de carácter general inherentes al campo disciplinar y cultural en el que se inscriben un conjunto de carreras afines.

Área de Formación Profesional, aporta los fundamentos científicos, metodológicos y técnicos, propios de la carrera y del mercado de trabajo profesional, que se requieren.

Fase de Integración y Vinculación. En esta fase, se completan los conocimientos, habilidades y valores desarrollados, con problemas de su profesión, además de vincularlo directamente con el campo profesional para que aplique sus conocimientos adquiridos o los trascienda en la solución de problemas del mismo. Asimismo, adquieren Habilidad y disposición para resolver problemas profesionales en pasantías, Servicio social, y trabajos de investigación previos a la graduación y actividades no lectivas (Seminarios, congresos, conferencia, entre otras).

FASE II: RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

# CAPÍTULO DIAGNÓSTICO



Este capítulo permitirá efectuar la identificación de los problemas, las deficiencias o necesidades del sitio para emplazar el proyecto, así como sus potencialidades con el propósito de transformar el estado inicial del mismo.

## III CAPÍTULO

### 3. Diagnóstico

#### 3.1. Generalidades del sitio

##### 3.1.1. Ubicación Geográfica

El terreno propuesto se encuentra ubicado en  $13^{\circ}43'18.24''N$  y  $89^{\circ}12'01.81''O$  a una altura aproximada de 684msnm. Dentro del Campus de la Universidad de El Salvador, ubicado al norte del edificio de ingeniería en sistemas informáticos e ingeniería industrial, al sur del arenal de zacamil, al costado poniente del edificio laboratorio de tecnologías de la escuela de arquitectura y al oriente de la mesa inclinable con fines de estudio sísmico.<sup>1</sup>



Ilustración III.1 Esquema de ubicación

Fuente: Elaboración propia.

<sup>1</sup> Análisis de terreno hecho por estudiantes de la universidad de ingeniería civil para estudio de suelos de sitio para proyecto de laboratorio de tecnologías

### 3.1.2. Contexto del sitio

Actualmente el terreno del proyecto cuenta con las siguientes colindantes:

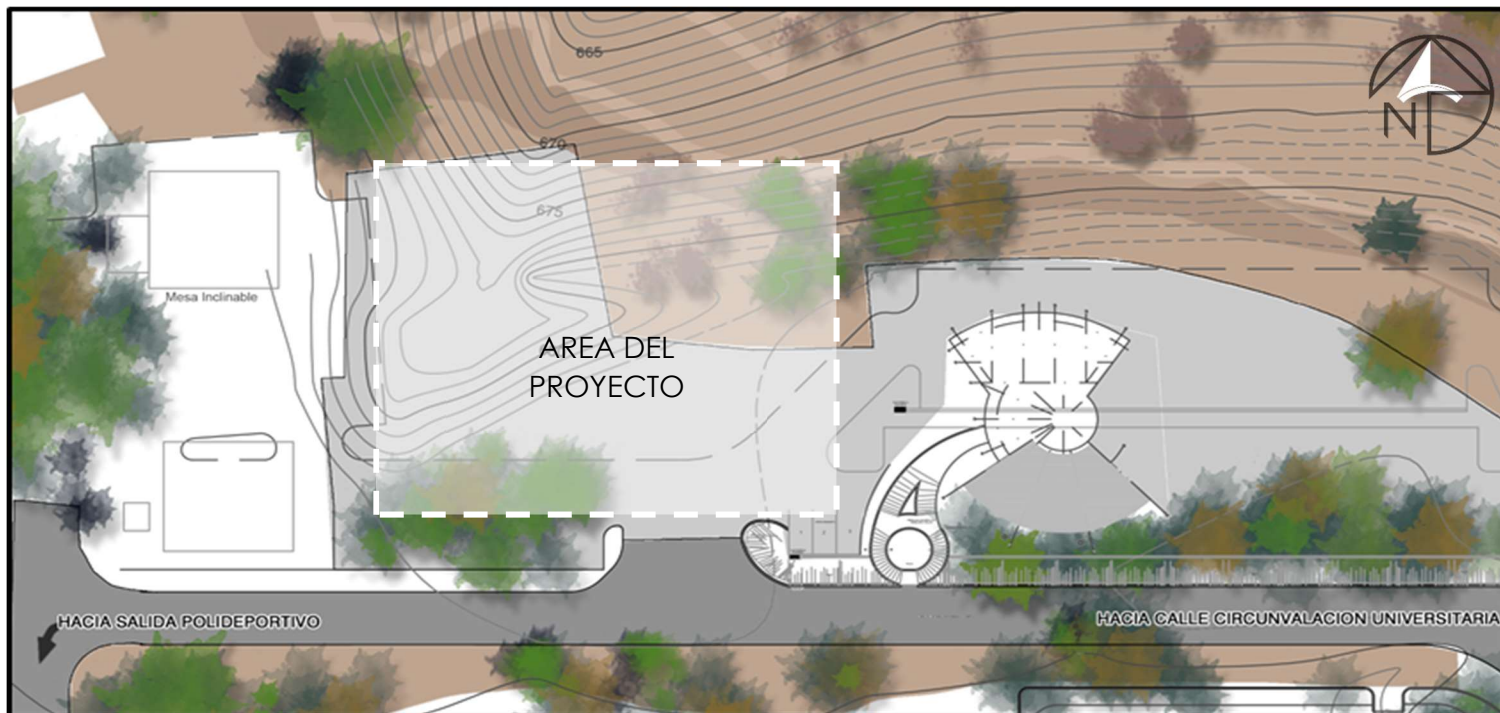
-Al sur colinda con la calle vehicular que lleva a la salida de la universidad que conecta con la calle circunvalación universitaria.

-Al norte colinda con una depresión topográfica conocida como el arenal de Zacamil que se ha abovedado.

-Al oriente colinda con el laboratorio de tecnologías de la carrera de arquitectura.

-Al poniente colinda con la mesa inclinable que se utiliza para el estudio del comportamiento de los materiales ante un sismo

Ilustración III.2 Análisis de colindantes del terreno



Fuente: Elaboración propia.

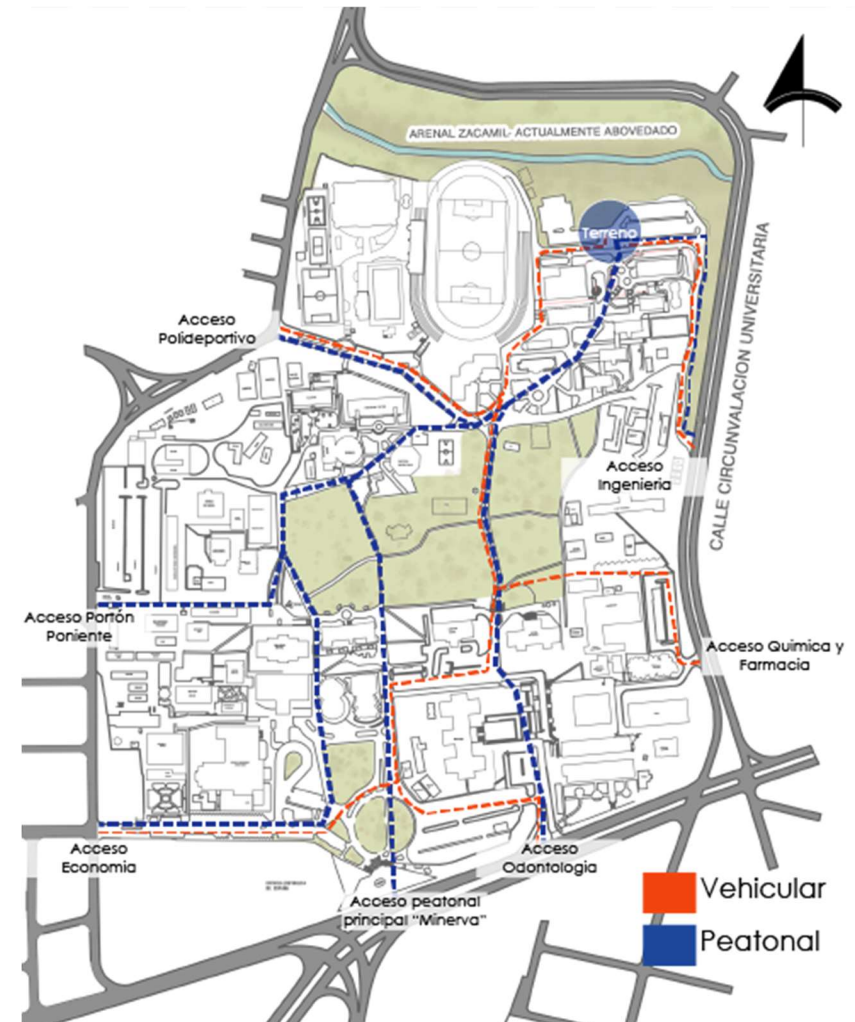
### 3.1.3. Accesibilidad

El sitio del proyecto actualmente cuenta con el equipamiento necesario para que los vehículos se desplacen hacia el sitio, de hecho, se puede llegar desde cualquiera de los accesos del campus hacia el sitio del terreno.

El acceso más cercano es el conocido como “La Tanqueta” éste muestra un claro privilegio del vehículo sobre el peatón, identificando además tramos en los que la acera desaparece.

Las pendientes de diseño de las calles, complican más el acceso peatonal universal.

Ilustración III.3 Mapa de accesibilidad al proyecto





### 3.2. Perfil del usuario

Para la obtención de dichos datos se hizo uso de entrevistas con el propietario y con los usuarios finales

En dichas reuniones se le realizan una cantidad de cuestionamientos al propietario para tener claros dichos objetivos y metas. Así como también de hacer del conocimiento del propietario sobre el proceso que se lleva a cabo en el proyecto, esto mediante la herramienta conocida por sus siglas en inglés como OPR (Owner Project Requirement).

A lo largo del desarrollo del presente documento se desglosan los datos obtenidos en el OPR que fueron cruciales para orientar apropiadamente el proceso.

De acuerdo a los requerimientos del propietario, el proyecto está orientado a los usuarios<sup>2</sup> potenciales, los cuales son presentados en el siguiente esquema:

Esquema III-1 Usuarios Potenciales



Fuente: Elaboración propia

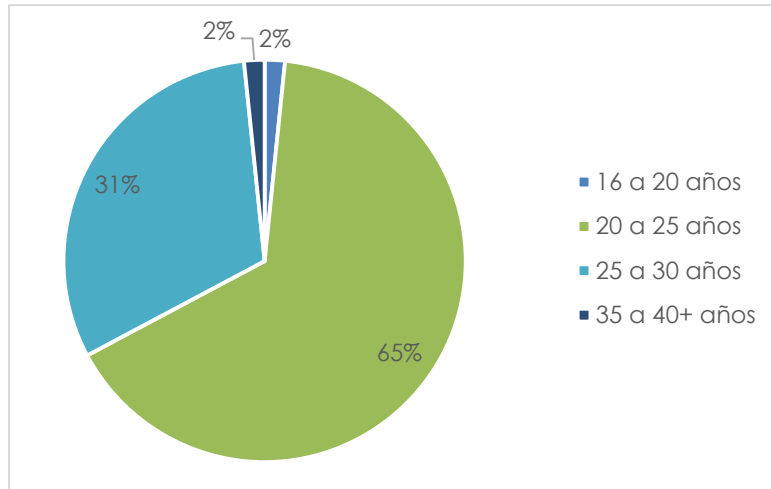
Además, se realizó una encuesta con una muestra de 62 sujetos que de acuerdo a las respuesta y porcentajes determinarían finalmente los usuarios potenciales para el laboratorio de arquitectura bioclimática

Los datos obtenidos fueron los siguientes:

<sup>2</sup> Requerimientos del propietario (OPR)

a) Edades:

Gráfico III-1 Edades muestra encuestada



Fuente: Elaboración propia en base a datos obtenidos en encuesta.

En el Gráfico 1 observamos que el 65% se encuentra en un rango de 20 a 25 años seguido por el 31% de personas que oscilan entre los 25 a 30 años, dando como resultado que un 96% de la población encuestada son jóvenes adultos.

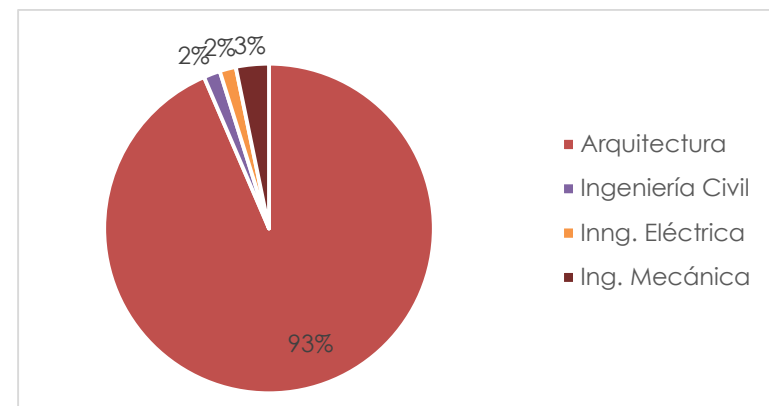
b) Carreras

Tabla III-1 Carrera cursada o finalizada

RESPUESTAS	TOTAL	
	CANTIDAD	%
Arquitectura	58	93
Ingeniería Civil	1	2
Ingeniería Eléctrica	1	2
Ingeniería Industrial	0	0
Ingeniería mecánica	2	3
<b>TOTAL</b>	<b>62</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia en base a datos obtenidos en encuesta.

Gráfico III-2 Carrera cursada o finalizada



Fuente: Elaboración propia en base a datos obtenidos en encuesta

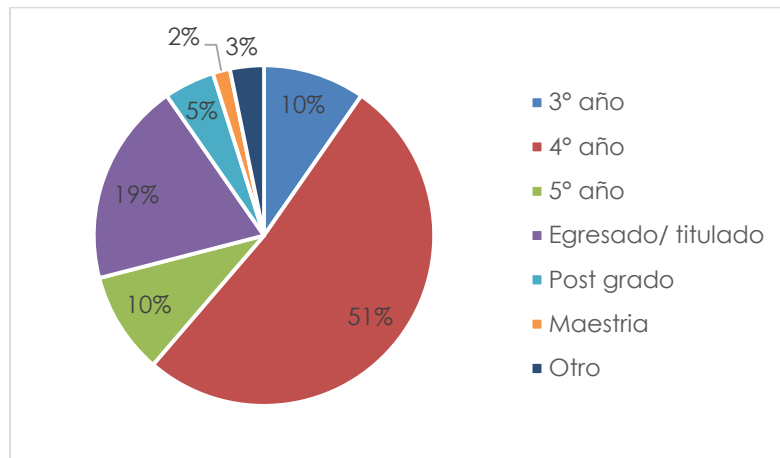
c) Nivel académico cursado

Tabla III-2 Nivel académico cursado

RESPUESTAS	TOTAL	
	CANTIDAD	%
1° año	0	0
2° año	0	0
3° año	6	10
4° año	32	51
5° año	6	10
Egresado/titulado	12	19
Post grado	3	5
Maestría	1	2
Otro	2	3
<b>TOTAL</b>	<b>62</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia en base a datos obtenidos en encuesta.

Gráfico III-3 Nivel académico cursado



Fuente: Elaboración propia en base a datos obtenidos en encuesta

Los datos obtenidos de los literales b y c, efectivamente indican que el propietario tiene bien definidos los usuarios primarios dando como resultado que el 51% de la población encuestada pertenece a la carrera de arquitectura de la Universidad de El Salvador Campus Central, seguido de un 19% de personas egresadas o tituladas que son potenciales estudiantes de postgrados o maestrías, las cuales podrían ser planificadas para la implementación dentro del laboratorio a proyectar.

### 3.3. Usuarios proyectados identificados (Proyección a 5 años)

Para la proyección de usuarios del laboratorio de arquitectura bioclimática es necesario realizar un tamizaje de la malla curricular perteneciente a la carrera con mayor porcentaje de participación, donde, de acuerdo a los datos obtenidos de la encuesta esta carrera es Arquitectura con el plan de estudios de 1998. (Ver anexo PENSUM)

Por lo tanto, se realizará una comparativa de la población estudiantil que ingresa a arquitectura, en primer año por medio de las asignaturas netamente de la carrera: Comunicación Básica I y Métodos Sociales durante los años 2017, 2018 y 2019, y cuántos estudiantes cursan las electivas en el 4 año y 5 año (De los años antes citados); con el fin de identificar cual es el porcentaje de estudiantes que logran llegar a ese nivel.

Teniendo ese porcentaje, será necesario identificar como está distribuido en las diferentes asignaturas de carácter electivo, con el objetivo de discernir cuantos eligen la asignatura de Urbanismo y Arquitectura Bioclimática (Nivel A y Nivel B) e identificar el porcentaje de crecimiento que permitirá crear una proyección más apegada a la realidad.

Tabla III-3 Estudiantes inscritos por año/Arquitectura

CARRERA	ESTUDIANTES INSCRITOS/AÑO			PROMEDIO
	2017	2018	2019	
Arquitectura	829	849	824	834

Fuente: Elaboración propia en base a lo datos estadísticos obtenidos de la Secretaría de Asuntos Académicos de la Universidad de El Salvador

En promedio 834 estudiantes se inscriben anualmente en la malla curricular de arquitectura/UES; de los cuales los estudiantes de nuevo ingreso (de acuerdo a las asignaturas de Comunicación básica I y Métodos Sociales I) se reducen a:

Tabla III-4 Estudiantes nuevo ingreso por año/ Arquitectura

ASIGNATURA	CÓDIGO	ESTUDIANTES NUEVO INGRESO		
		2017	2018	2019
Comunicación Básica I	COB115	114	187	164
Métodos Sociales I	MSA115	138	176	146
(Promedio/año) $\bar{X}$		<b>126</b>	<b>182</b>	<b>155</b>

Fuente: Elaboración propia en base a lo datos estadísticos obtenidos de la Secretaría de Asuntos Académicos de la Universidad de El Salvador

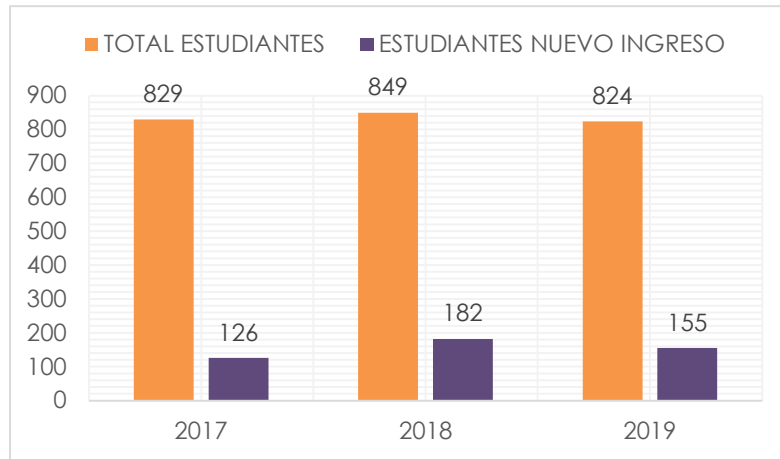
De acuerdo a los datos de las tablas 3 y 4 se obtiene:

Tabla III-5 Comparativa de total de estudiantes vs Nuevo Ingreso

AÑO	TOTAL ESTUDIANTES ARQUITECTURA	% TOTAL	NUEVO INGRESO PROMEDIO	% DEL TOTAL
2017	829	100	126	15.20%
2018	849	100	182	21.44%
2019	824	100	155	18.81%
(Promedio) $\bar{X}$	<b>834</b>	<b>100 %</b>	<b>154</b>	<b>18.48%</b>

Fuente: Elaboración propia en base a lo datos estadísticos obtenidos de la Secretaría de Asuntos Académicos de la Universidad de El Salvador

Gráfico III-4 Comparativa de total de estudiantes vs Nuevo Ingreso



Fuente: Elaboración propia en base a lo datos estadísticos obtenidos de la Secretaría de Asuntos Académicos de la Universidad de El Salvador

La Tabla 5 y el Gráfico 4 indica que en promedio un 18.48% del total de estudiantes por año pertenecen a nuevo ingreso; este dato será indicativo para conocer cuántos estudiantes siguen el proceso para alcanzar las unidades valorativas necesarias que les permitirán inscribir las asignaturas de carácter electivo.

De acuerdo a los datos estadísticos obtenidos de la Secretaría de Asuntos Académicos de la Universidad de El Salvador, se tiene la información de estudiantes inscritos en las asignaturas de carácter electivo; siguiente:

Tabla III-6 Estudiantes Inscritos en asignaturas electivas/ 4° año Arquitectura

ASIGNATURA ELECTIVAS	CÓDIGO	ESTUDIANTES EN 4° AÑO, CICLO 01			$\bar{x}$
		2017	2018	2019	
Urbanismo y Arquitectura Bioclimática IA	UAB115	17	25	26	23
Diseño de Interiores I	DDI115	27	12	11	16
Restauración de Edificios con Valor Histórico	TVH115	12	21	16	16
Técnicas de presentación digital	TPD115	0	0	7	2
<b>TOTAL</b>		<b>56</b>	<b>58</b>	<b>60</b>	<b>57</b>

Fuente: Elaboración propia

Dado que las materias electivas se inscriben en ciclo impar en sus niveles iniciales se toma en cuenta las asignaturas enlistadas en la Tabla 6, de los cuales se tiene un promedio anual de 57 estudiantes correspondientes a 4° año, ya que por consecuencia el nivel 2 de la misma se debe inscribir en el ciclo par.

De acuerdo a la malla curricular el estudiante de 5° año tiene la posibilidad de cursar niveles 3 y 4 de las asignaturas electivas inscritas en 4° año, o matricularse en otras opciones; como resultado de esto se obtienen los siguientes datos:

Tabla III-7 Estudiantes Inscritos en asignaturas electivas/ 5º año Arquitectura

ASIGNATURA ELECTIVAS	CÓDIGO	ESTUDIANTES EN 5º AÑO, CICLO 01			$\bar{x}$
		2017	2018	2019	
Urbanismo y Arquitectura Bioclimática IB	UYA115	27	14	13	18
Patrimonio Urbano Arquitectónico	PUA115	21	12	19	17
Administración y Supervisión de obras	ASR115	26	36	24	28
Técnicas de presentación digital II	TPD215	0	0	6	2
<b>TOTAL</b>		<b>74</b>	<b>62</b>	<b>62</b>	<b>65</b>

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 7 muestra que para el nivel 3 de asignaturas electivas (que se cursan en 5º año) son 65 el promedio de estudiantes inscritos en ciclo impar que por consecuencia impactaran directamente en el número de personas que cursaran la asignatura en el ciclo par.

Estos datos permiten discernir que de los 154 estudiantes promedio ingresados como nuevo ingreso, solo 61 estudiantes progresan en la carrera alcanzando los niveles de 4º y 5º año.

Orientando la información para las materias de interés para la asignatura de Urbanismo y Arquitectura Bioclimática, se presenta la siguiente tabla consolidada de los estudiantes inscritos en la asignatura antes mencionada, con el fin de obtener los datos más certeros para el cálculo de usuarios a futuro para el proyecto que se diseñará:

Tabla III-8 Estudiantes inscritos en UAB 115 y UYA115

ASIGNATURA ELECTIVAS	CÓDIGO	AÑOS		
		2017	2018	2019
Urbanismo y Arquitectura Bioclimática IA	UAB115	17	25	26
Urbanismo y Arquitectura Bioclimática IB	UYA115	27	14	13
<b>TOTAL</b>		<b>44</b>	<b>39</b>	<b>39</b>

Fuente: Elaboración propia

Los datos obtenidos de la Tabla 8 indican que, en promedio, anualmente para cada ciclo impar, esta asignatura de carácter electivo obtiene un rango que va de los 35 – 45 estudiantes inscritos.

Determinados los datos de inscripción se procede a calcular el porcentaje de crecimiento por medio de los promedios obtenidos de los estudiantes totales por ciclo y los inscritos en UAB115 + UYA115:

Tabla III-9 Comparativa total de estudiantes vs Inscritos en UAB115 + UYA115

AÑO	TOTAL ESTUDIANTES ARQUITECTURA	%	ELECTIVAS UAB115 + UYA 115	% DEL TOTAL
2017	829	100	44	5.31%
2018	849	100	39	4.59%
2019	824	100	39	4.73%
(Promedio) $\bar{X}$	<b>834</b>	<b>100</b>	<b>41</b>	<b>4.88%</b>

Fuente: Elaboración propia

Gráfico III-5 Comparativa total de estudiantes vs inscritos en UAB115 + UYA115



Fuente: Elaboración propia

La Tabla 9 y el Gráfico 5 muestra que el porcentaje de estudiantes inscritos en la asignatura de Urbanismo y Arquitectura Bioclimática es de 4.88% (41 estudiantes) respecto al 100% la población inscrita anualmente (834 estudiantes).

Determinados los datos promedio siendo 41 estudiantes y el porcentaje promedio es de 4.88 % cada año, la proyección para el 2025 se presenta realizando la siguiente operación:

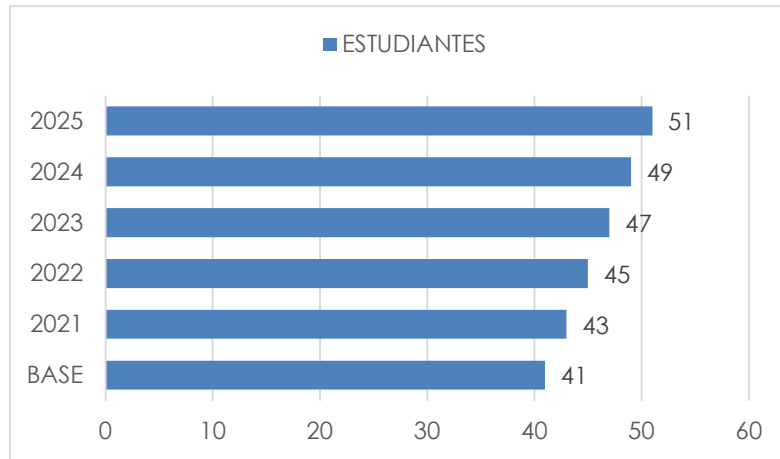
$$41 \text{ estudiantes} \times 4.88\% \text{ anual} = +2.00 \text{ estudiantes/año}$$

Tabla III-10 Usuarios proyectados para el año 2025

AÑO	USUARIOS PROYECTADOS
Usuarios Base	41
2021	43
2022	45
2023	47
2024	49
2025	51

Fuente: Elaboración propia

Gráfico III-6 Usuarios proyectados para el año 2025



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a las estimaciones los usuarios proyectados para el 2025 son 51 estudiantes inscritos en la asignatura de Urbanismo Arquitectura Bioclimática A y B, sin embargo, es importante mencionar que existen otras asignaturas que requerirán hacer uso de las instalaciones del laboratorio para el desarrollo de actividades prácticas y experimentales, si bien estas acciones serán esporádicas es necesario contemplarlas para la proyección del Laboratorio de Arquitectura Bioclimática. Por lo tanto, se considera redondear los usuarios a 60 estudiantes y en base a estos realizar el pre-dimensionamiento del laboratorio de arquitectura bioclimática de la Escuela de Arquitectura de la Universidad de El Salvador.

### 3.4. Horario de operaciones

En primera instancia Los horarios de operaciones están sujetos a los horarios clase de las cátedras impartidas dentro del pensum propuestas por la Escuela de Arquitectura de la Universidad de El Salvador, además de ello se plantea el uso de las instalaciones en horario extendido de dichas horas para el uso de los estudiantes de post grados, maestrías y diplomados.

Esquema III-2 Horario de operaciones



Fuente: Elaboración propia



### 3.5 Requerimiento espaciales

Además de las investigaciones realizadas en el capítulo anterior acerca de los espacios y equipos que requiere un laboratorio de arquitectura bioclimática (Ver apartado casos análogos), el equipo se ha apoyado a lo largo del trabajo de grado en la herramienta OPR (Ver Anexo.3 Requerimientos de propietario), para registrar las disposiciones para con el proyecto de parte del propietario (Representante de la Escuela de Arquitectura) respecto a los espacios que este necesita.

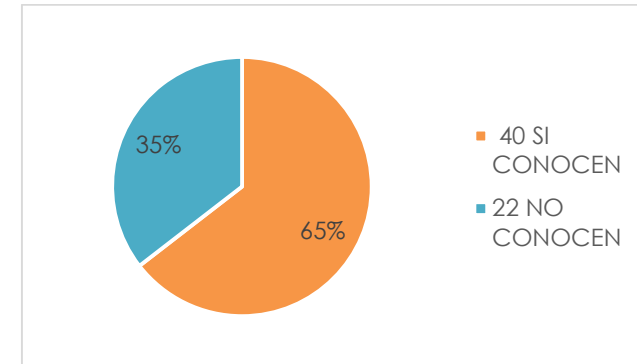
Además, otro instrumento utilizado para la recolección de datos fue una encuesta (Anexo. 4 encuesta) realizada a 62 individuos con el fin de identificar:

- sí estos conocen los estudios que se realizan en un laboratorio de arquitectura bioclimática,
- sí considera una necesidad la creación de un laboratorio dentro de las instalaciones del alma mater;
- sí conocen la existencia de otros laboratorios que se encarguen del estudio de la influencia del clima en la arquitectura dentro o fuera del país y
- las preferencias en espacios comunes dentro de las instalaciones del laboratorio de arquitectura bioclimática.

Obteniendo los siguientes resultados.

#### a) Conocimiento de los estudios realizados de un laboratorio de arquitectura bioclimática

Gráfico III-7 Conocimiento de estudios realizados en un BIOLAB

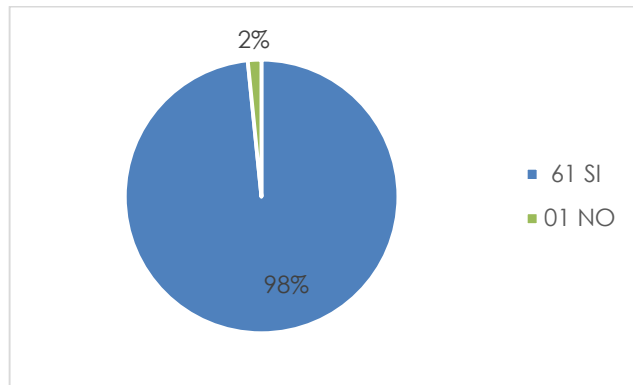


Fuente: Elaboración propia

Del total de personas encuestadas el 65% tiene conocimiento de los estudios que se realizan en un laboratorio de arquitectura bioclimática, convirtiéndose en un indicador positivo del creciente interés del estudiante en informarse acerca del enfoque bioclimático dentro de la arquitectura y sus diferentes ramas.

b) Considera una necesidad la creación de un laboratorio de arquitectura bioclimática en la Universidad de El Salvador

Gráfico III-8 Considera una necesidad un BIOLAB dentro de la UES

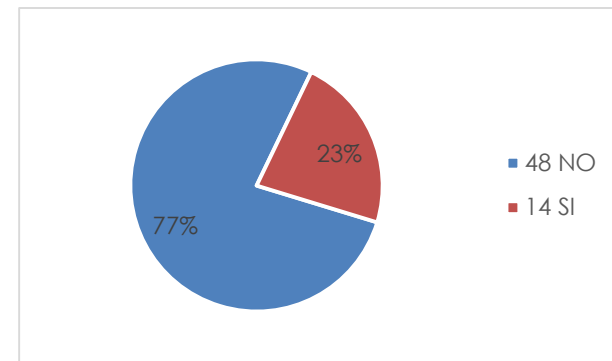


Fuente: Elaboración propia

El 98% encuestado considera que un laboratorio de Arquitectura Bioclimática dentro de la Universidad de El Salvador es necesario para el desarrollo académico en el enfoque bioclimático, convirtiéndose en otro indicador positivo para la orientación y la realización de este trabajo de grado.

c) Conocimiento de otros laboratorios que se encarguen del estudio de la influencia del clima en la arquitectura dentro o fuera del país, ¿Cuáles?

Gráfico III-9 Conocimiento de otros laboratorios de arquitectura dentro o fuera de la región



Fuente: Elaboración propia

La población que sí conoce laboratorios con el enfoque estudiado, indicó lo siguiente:

Tabla III-11 Laboratorios de arquitectura conocido por los encuestados

LABORATORIO	TERRITORIO	CONOCIDO POR
LEED LAB, UDB	Nacional	5
NZEB, UCA	Nacional	5
USAC	Guatemala	1
UCR LAB	Costa Rica	1
LAB IBERO	México	2
<b>Total</b>		<b>14</b>

Fuente: Elaboración propia

En los resultados predominan los laboratorios nacionales:

- **Laboratorio de eficiencia energética, Universidad Don Bosco (LEED Lab, UDB)**

*Ilustración III.4 Logo LEEDLAB*



Fuente: Imágenes de Google

normativa LEED. (Universidad Don Bosco UDB, 2018)

Que tiene por objetivo impulsar los procesos formativos de los estudiantes en materias de eficiencia energética, uso de energías renovables y diseño de ambientes con criterios de la

- **Edificio Energía Cero, Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas" (NZEB, UCA)**

*Ilustración III.5 NZEB, UCA*



Fuente: Imágenes de Google

almacenamiento de energía eléctrica. (Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas", s.f.).

Proyecto de carácter investigativo, haciendo mediciones y experimentando con la generación de energía renovable que suministre la demanda necesaria de energía del mismo, utilizando un sistema de

Estos laboratorios tienen un objetivo común, la investigación y ejemplificación de la eficiencia energética, por lo tanto, se tiene la pauta de planear el proyecto de manera que se creen relaciones sólidas para impulsar todas aquellas iniciativas que van en favor del medio ambiente haciendo uso de energías limpias.

*d) Matriz de espacios identificados por el propietario + equipo técnico y los usuarios finales.*

El Cuadro presentado a continuación presenta un consolidado de todos aquellos espacios que fueron descritos por el propietario en reunión con el equipo técnico a través del OPR y los espacios descritos por los usuarios finales por medio del cuestionario realizado por medio de la encuesta.

Estos datos tienen el objetivo de permitir al equipo técnico elaborar un programa de necesidades real y no sesgado por la subjetividad de ideas del equipo, pues el enfoque del diseño implica tener interacciones reales de las personas con el medio que se propondrá.

Tabla III-12 Matriz de espacios identificados

ESPACIOS	EQUIPO TÉCNICO	PROPIETARIO	USUARIOS FINALES
<b>ESPACIOS COMUNES</b>			
Recepción	X	X	X
Sanitarios	X	X	X
Salón de usos múltiples	X	X	X
Sala de Juntas	X	X	X
Área de oficinas para instructores	X	X	X
Área común de descanso para estudiantes	X	X	X
Salones de clases	X	X	X
Bodega de mantenimiento, equipos y ordenanza	X	X	X
Recursos bibliográficos	X	X	X
Área casilleros	X		X
Showroom	X		X
<b>ESPACIOS ESPECIALIZADOS</b>			
Laboratorio de estudios hídricos	X	X	
Centro de luminotecnia		X	
Estudio de energía fotovoltaica	X	X	
Estudio de confort en interiores	X	X	
Transferencia de calor de materiales	X	X	
Solárium	X	X	
Infocentro	X	X	X
Sala de equipo de monitoreo	X	X	

Fuente: Elaboración propia

### 3.5.1. Programa base de necesidades

Este programa comprende las expectativas o exigencias del cliente en un encargo concreto. Deberá establecer un marco de actuación. De este modo el arquitecto podrá aplicar sus conocimientos para que el cliente alcance los objetivos deseados. (esarquitectos, 2014)

Cuadro III-1 Programa base de necesidades

NECESIDAD	ACTIVIDAD	SUB ESPACIO	ESPACIO	ZONA
Informar y orientar	Informar, dirigir, orientar, esperar		Recepción	ZONA PÚBLICA
Exponer, mostrar trabajos mas sobresalientes realizados en las actividades academicas	Mostrar, exponer, exhibir		Showroom	
Resguardar informacion relevante para ofrecer el conglomerado suficiente a los usuarios	Ordenar, clasificar, investigar	Recursos bibliográficos	Salón neutro	
Trabajar proyectos y realizar inestigaciones de forma individual	Trabajar, investigar	Estudio individual		
Compartir informacion y trabajar proyectos en grupo	Trabajar, inv estigar, reunirse	Estudios grupales		
Descansar en los tiempos intermedios entre horas clase o en jornadas largas de proyectos grupales	Descansar, reflexionar, meditar, dormir	Sala de descanso		
Satisfacer necesidades fisiológicas	Orinar, defecar, lavarse las manos.		Sanitarios	
Dirigir las subzonas o areas de estudios académicos.	Dirigir, organizar, planificar	Dirección	Area de especialistas	ZONA PRIVADA
Suplir necesidades de las actividades y planificaci3nes que realiza cada especialista	Planificar, descansar, almacenar	Cubiculos		
Tener zona de esparcimiento, relajaci3n y socializaci3n.	Descansar, reflexionar, meditar, dormir	Descanso		
Espacio para reniones	Presentar, charlar, discutir	Sala de juntas		
Poder realizar observaciones y evaluar las actividades académicas antes de ser calificadas	Guiar, aclarar, resolver	Salon de críticas		
Resguardar las entregas o actividades de los estudiantes para su proxima calificaci3n.	Almacenar	Almacén temporal		
Satisfacer necesidades fisiológicas	Orinar, defecar, lavarse las manos.	Sanitarios		

NECESIDAD	ACTIVIDAD	SUB ESPACIO	ESPACIO	ZONA	
Realizar practicas de laboratorio que permitan adquirir conocimientos teoricos y practicos hidricos para estrategias a aplicar en los diseños	Investigar, experimentar, practicar, probar, ensayar, enseñar	Laboratorio de estudios hídricos	Eficiencia de recursos Materiales, energía y agua.	ZONA ACADÉMICA	
Realizar practicas de laboratorio que permitan adquirir conocimientos teoricos y practicos recoleccion de energias renovables para implementar las estrategias a aplicar en los diseños		Laboratorio de energía fotovoltaica			
Realizar practicas de laboratorio que permitan adquirir conocimientos teoricos y practicos de la iluminacion artificial para implementar las estrategias a aplicar en los diseños		Centro de luminotecnica			
Realizar practicas de laboratorio que permitan adquirir conocimientos teoricos y practicos de el comportamiento de los materiales con las fuentes de calor a implementar para estrategias a aplicar en los diseños		Transferencia de calor de materiales			
Realizar practicas de laboratorio que permitan adquirir conocimientos teoricos y practicos de el comportamiento de las corrientes de vientos en los edificios para implementar las estrategias a aplicar en los diseños		Estudios de vientos			
Realizar practicas de laboratorio que permitan adquirir conocimientos teoricos y practicos del comportamiento del sol en los edificios para implementar las estrategias a aplicar en los diseños		Solarium			
Realizar practicas de laboratorio que permitan adquirir conocimientos teoricos y practicos de especies vegetales a implementar para estrategias a aplicar en los diseños					Salón de biofilia
Impartir clases					Salones multiclases
Desarrollar diferentes actividades como charlas magistrales, conferencias, seminarios, exposiciones					Salón de usos múltiples
Acceder a recursos digitales que permitan el desarrollo de actividades academicas					Computadoras Realidad virtual Impresion 3D

NECESIDAD	ACTIVIDAD	SUB ESPACIO	ESPACIO	ZONA
Resguardar y controlar la entrada y salida de todos los equipos y herramienta de practica	Almacenar, controlar		Bodega de equipamiento	ZONA DE CONTROL
Tener control del funcionamiento general de la edificación, así como el control de seguridad de las mismas	Controlar, vigilar, observar		Cuarto de monitoreo	
Almacenar y resguardar las herramientas y el equipo para darle mantenimiento a las instalaciones	Almacenar, resguardar		Bodega de mantenimiento	ZONA DE MANTENIMIENTO
Guardar todos los implementos de limpieza de las instalaciones.	Almacenar		Aseo	
Designar espacio para instalar planta eléctrica, bombas de agua y demas equipo.	Controlar, resguardar		Cuarto de maquinas	
Generar un espacio que indique el acceso principal a las instalaciones	Distribuir, controlar, acceder		Plaza vestibular	ZONA COMPLEMENTARIA
Crear un vinculo entre el laboratorio de tecnología de la construcción y el laboratorio de arquitectura bioclimatica a proyectar	Conectar, acceder		Plaza de conexión al lab de tecno.	
Tener área suficiente para el emplazamiento de rampas, monta carga y demas elementos que permitan el acceso a todos los niveles de las instalaciones	Incluir, movilizar		Áreas de movilidad inclusiva	
Generar microclima	Descansar, recrearse		Zona verde	
Recolección y almacenaje de basura	Reciclar, separar		Area de reciclaje	

Fuente: Elaboración propia en base a OPR y encuesta realizada

### 3.6 Matriz de evaluación de certificaciones

Como se menciona anteriormente, en el apartado 2.6 *Certificaciones en construcción sostenible*, son 5 las certificaciones que tienen más relevancia en el diseño y construcción de edificaciones actualmente, pero es importante conocer cuál de ellas brinda mayores beneficios hacia el ambiente, los usuarios, con el objetivo de utilizar los criterios/estrategias como referencia para la realización del proyecto desarrollado en el presente trabajo de grado.

Esta evaluación está comprendida por 2 etapas:

- Etapa 1: "Descarte"  
Esta permitirá identificar cuáles son aquellas certificaciones que poseen un conglomerado más grande de criterios aplicables al proyecto entre todas las estudiadas, por medio de una matriz que evalué las categorías en las que ellas se desenvuelve, las resultantes serán las que pasarán a
- Etapa 2: "Elección definitiva"  
Comprendida por una nueva matriz que contiene una serie de criterios orientados mas al cumplimiento dentro de nuestra región, de esta etapa resultará la certificación definitiva que se utilizará como referente en este documento.

#### Etapa 1: "Descarte"

Cuadro III-2 Categorías a evaluar para las certificaciones

Categoría	Descripción
Eficiencia energética	Su objetivo es reducir el consumo energético de las edificaciones y el impacto ambiental que este tiene.
Ubicación de proyecto	Minimizar el impacto de los proyectos en su sitio de emplazamiento.
Estrategias de sostenibilidad	Fomentar la utilización de estrategias que brinden una satisfactoria utilización de recursos en todos los ámbitos sin comprometer el adecuado funcionamiento de las actividades realizadas.
Eficiencia del agua	Utilización del agua de manera más eficiente en las edificaciones, reduciendo el consumo de la misma.
Calidad del ambiente interior	Proporcionar una adecuada ventilación, confort térmico y acústico, control de contaminantes al ambiente y correctos niveles de iluminación para los usuarios
Uso de materiales	Utilización de materiales con baja huella de carbono, uso de materiales regionales, reciclados o de fácil renovación.
Otros	Se evaluarán criterios extras fuera de las categorías antes mencionada que sean de importante aplicación a los proyectos.

Fuente: Elaboración propia

Definidas las categorías se presenta la matriz comparativa:



Cuadro III-3 Matriz de evaluación de certificaciones primera etapa

Certificación	Categorías							Niveles de evaluación
	Eficiencia energética	Ubicación del proyecto	Estrategias de sostenibilidad	Eficiencia del agua	Calidad del ambiente interior	Uso de materiales	Otros	
HAUS	X	X	X	X	X	X	-Innovación. -Diseño integrativo.	Certificación HAUS
EDGE	X			X		X	-	Edge Certified Edge Advance Zero Carbon
LEED	X	X	X	X	X	X	-Diseño integrativo. -Innovación. -Prioridades regionales.	Certificación LEED 40-49 pts. LEED, Silver 50-59 pts. LEED, Gold 60-79 pts. LEED Platinum 80+ pts.
RESET	X	X	X	X	X	X	-Aspecto socioeconómico	Certificación RESET Certificación RESET + 1 sol plus Certificación RESET + 2 sol plus
PASSIVHAUS	X			X	X		-	Certificación passivhaus









Fuente: Elaboración propia

Luego de analizar la matriz, esta indica que las certificaciones **HAUS, LEED y RESET** abarcan las 7 categorías mencionadas anteriormente, por lo tanto, son las opciones que pasaron el primer filtro de evaluación.

*Etapa 2: “Elección definitiva”*

Para poder definir cuál certificación es más completa, tiene mayor facilidad de implementación en el país y debido a esto su utilización brindará mejores beneficios, se realizará una evaluación entre las 3 certificaciones resultantes de la primera etapa (LEED, HAUS, RESET), tomando en cuenta los siguientes criterios a mencionar:




*Cuadro III-4 Criterios de evaluación de certificaciones segunda etapa*

	Criterio	Descripción
	<b>Factibilidad de profesionales acreditados</b>	Profesionales capacitados para realizar todo el proceso de la certificación dentro del país o en la región de manera que reduzca los costos indirectos en el proyecto.
	<b>Incentivos por aplicación</b>	Promueve la implementación de las guías en los proyectos, brindando beneficios que el proceso tradicional no brinda.
	<b>Energías renovables</b>	Este criterio evalúa si las certificaciones incentivan el uso de energías renovables como sistemas fotovoltaicos, biomasa, etc.
	<b>Impacto ambiental</b>	Que tanto contribuyen los proyectos en la reducción del efecto isla de calor, disminuir la impermeabilización, proteger la biodiversidad, reducción de emisiones de VOC (compuestos orgánicos volátiles por sus siglas en inglés), etc.
	<b>Áreas de abordaje</b>	Grupo de categorías que abarca cada certificación y cuál de ellas integra la mayor cantidad para el desarrollo del proyecto.
	<b>Cantidad de proyectos certificados en el país</b>	El alcance de la certificación en el país que refleje la capacidad de implementación de la misma.
	<b>Innovación</b>	Todos aquellos elementos, métodos procesos o estrategias que contribuyan a mejorar el proyecto y disminuir el impacto negativo que pueda tener en el entorno del mismo.
	<b>Aplicación de normas nacionales e internacionales</b>	Hace uso de referencias certificadas tanto nacionales como internacionales que avalen los métodos, estrategias y cuantificación de los datos generados para el desarrollo de los proyectos.

*Fuente: Elaboración propia.*

Siguiendo con la evaluación, se presenta la matriz de evaluación de las certificaciones resultantes en la primera etapa de acuerdo a los criterios establecido en el cuadro 4:

Cuadro III-5 Matriz de evaluación de certificaciones segunda etapa

CRITERIOS	CERTIFICACIONES		
			
<b>Factibilidad de profesionales acreditados</b>	Actualmente según datos de El Salvador Green Building Council existen 23 profesionales acreditados.		
<b>Incentivos por aplicación</b>	Esta certificación no brinda incentivos por su implementación.	5 diferentes tipos de incentivos para que las empresas o personas que quieran certificar algún proyecto se vean motivados a realizarlo.	Esta certificación no brinda incentivos por su implementación.
<b>Energías renovables</b>	Esta certificación promueve el uso de energías renovables en su categoría de energía y atmosfera.	Estrategia número 6 de eficiencia energética, en el apartado 6.3 premia la utilización de energías renovables como sistemas fotovoltaicos, biomasa, etc.	En el apartado de optimización energética esta guía premia la utilización de energías renovables provenientes del sol, el viento, el agua, etc.
<b>Impacto ambiental</b>	Categoría de sitios sustentables: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de las emisiones asociadas al transporte.</li> <li>• Protección de los hábitats circundantes.</li> <li>• Gestión de las escorrentías pluviales.</li> <li>• Reducción del efecto isla de calor.</li> <li>• Suministro y mantenimiento de espacios abiertos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protección del suelo.</li> <li>• Permeabilidad del suelo.</li> <li>• Manejo de edificaciones existentes.</li> <li>• Islas de calor.</li> <li>• Orientación solar.</li> <li>• Infiltración y recarga del acuífero.</li> </ul>	Categorías de impacto: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Relación del terreno con recursos de interés natural: bosques, cuerpos de agua, elementos especiales del paisaje.</li> <li>• Cobertura de la edificación en el lote (áreas impermeabilizadas).</li> <li>• Tipos de uso.</li> <li>• Cercanía a áreas protegidas (AP) o con declaratoria de fragilidad ambiental.</li> <li>• Volumen de movimientos de tierra fuera del proyecto.</li> </ul>
<b>Áreas de abordaje</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño Integrativo.</li> <li>• Energía y atmósfera.</li> <li>• Ubicación y transporte.</li> <li>• Sitios Sostenibles.</li> <li>• Eficiencia del agua.</li> <li>• Prioridad Regional.</li> <li>• Innovación.</li> <li>• Calidad Ambiental interior.</li> <li>• Materiales y recursos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño, operación y mantenimiento.</li> <li>• Selección del sitio.</li> <li>• Diseño y desarrollo del sitio.</li> <li>• Manejo y aprovechamiento de agua.</li> <li>• Manejo de materiales.</li> <li>• Eficiencia energética.</li> <li>• Innovación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calidad y bienestar espacial.</li> <li>• Entorno y transporte.</li> <li>• Aspectos socioeconómicos.</li> <li>• Suelos y paisajismo.</li> <li>• Materiales y recursos.</li> <li>• Uso eficiente del agua.</li> <li>• Optimización energética.</li> </ul>
<b>Cantidad de proyectos certificados en el país</b>	Actualmente se tienen 6 proyectos certificados LEED y 37 en proceso de certificación.		No posee ningún proyecto certificado en el país.
<b>Innovación</b>	promueve ideas de mejora relacionadas a la edificación sostenible que no son exigidas en las categorías que incorpora.	promueve ideas de mejora relacionadas a la edificación sostenible que no son exigidas en las categorías que incorpora.	No posee categorías de innovación.
<b>Aplicación de normas nacionales e internacionales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ASHRAE Standard 90.1-2016.</li> <li>• ASHRAE 209-2018.</li> <li>• ASHRAE 50% Advanced Energy Design Guides ++.</li> </ul>	normas ASHRAE en el diseño de sistemas mecánicos de aire.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ISO 6707-1.</li> <li>• INTE/ISO 8995-1.</li> <li>• IEC 61000-3-2.</li> </ul>
<b>TOTAL DE CRITERIOS CUMPLIDOS</b>	7	5	4

Fuente: Elaboración propia.


**CUMPLE**  
**NO CUMPLE**

Luego de realizada la matriz de evaluación, la certificación que cumple con la mayor cantidad de criterios planteados es la certificación LEED, esta incluye 7 de los 9 criterios totales de la matriz de evaluación, la siguiente es la certificación HAUS con 5 criterios y la certificación RESET con 4 criterios aprobados respectivamente.

Concluyendo que la certificación LEED es la más adecuada para referenciar las estrategias de sostenibilidad a implementar en el proyecto,

Otro punto clave de la evaluación es la factibilidad de utilización en el país, y al tener profesionales acreditados y proyectos certificados en la región genera mayor confianza para su utilización como marco referencial e incluso su aplicación a futuro al desarrollar el proyecto planteado en este trabajo de grado.

Por lo tanto, las posibles estrategias aplicables, consideradas en esta certificación son las siguientes:

Esquema III-3 Estrategias de sostenibilidad aplicadas en la certificación LEED<sup>3</sup>



Fuente: Elaboración propia.

<sup>3</sup> Para más información ver 2.5.3. *Sostenibilidad ambiental de las edificaciones*

### 3.7 Análisis de ambiente

El análisis del ambiente es parte importante del diagnóstico del sitio del proyecto debido a que esto nos provee del conocimiento del estado en el que se encuentra el terreno, su forma topográfica, el clima del sitio es necesario conocerlo para identificar las estrategias a utilizar con el fin de generar a través del proyecto, a los usuarios el confort térmico interior e incluso exterior en el proyecto.

#### 3.7.1. Topografía

El terreno donde se ubica el proyecto cuenta con una pendiente mínima de entre el 1-5° en el área tratada por parte de las autoridades de la Universidad luego de las obras para abovedar la quebrada "Arenal Mejicanos", según los porcentajes de taludes rondan entre el 20% cerca de la corona de la quebrada (Ver perfil B-B) y el 29% (Ver perfil A-A), considerados como pendientes moderadas y según reglamentos de OPAMSS se necesita tener una separación desde la corona del talud (Art. V13 y Anexo 3)

#### 3.7.2 Análisis de suelos del terreno de estudios

Se cuenta con un estudio de suelos realizado en el 2011, que consta de dos sondeos cercanos al área de intervención, a una distancia de aproximadamente 50 metros. (Laboratorio de Suelos y Materiales UES, 2011) (Ver Anexo. 6)

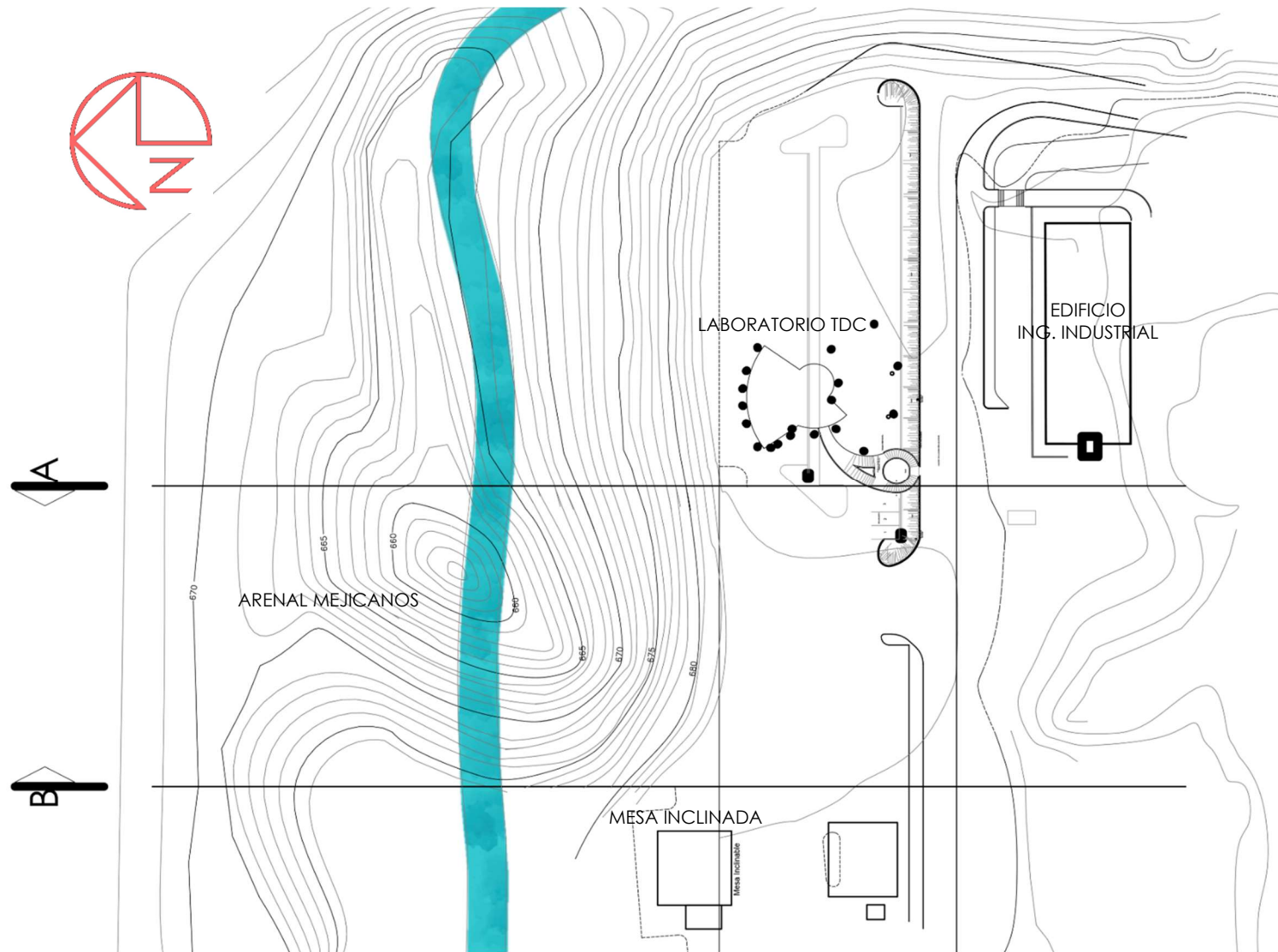
Dicho estudio se realizó con el fin de tener información que permitiera conocer con qué tipo de sustratos se enfrentaban al momento de realizar la

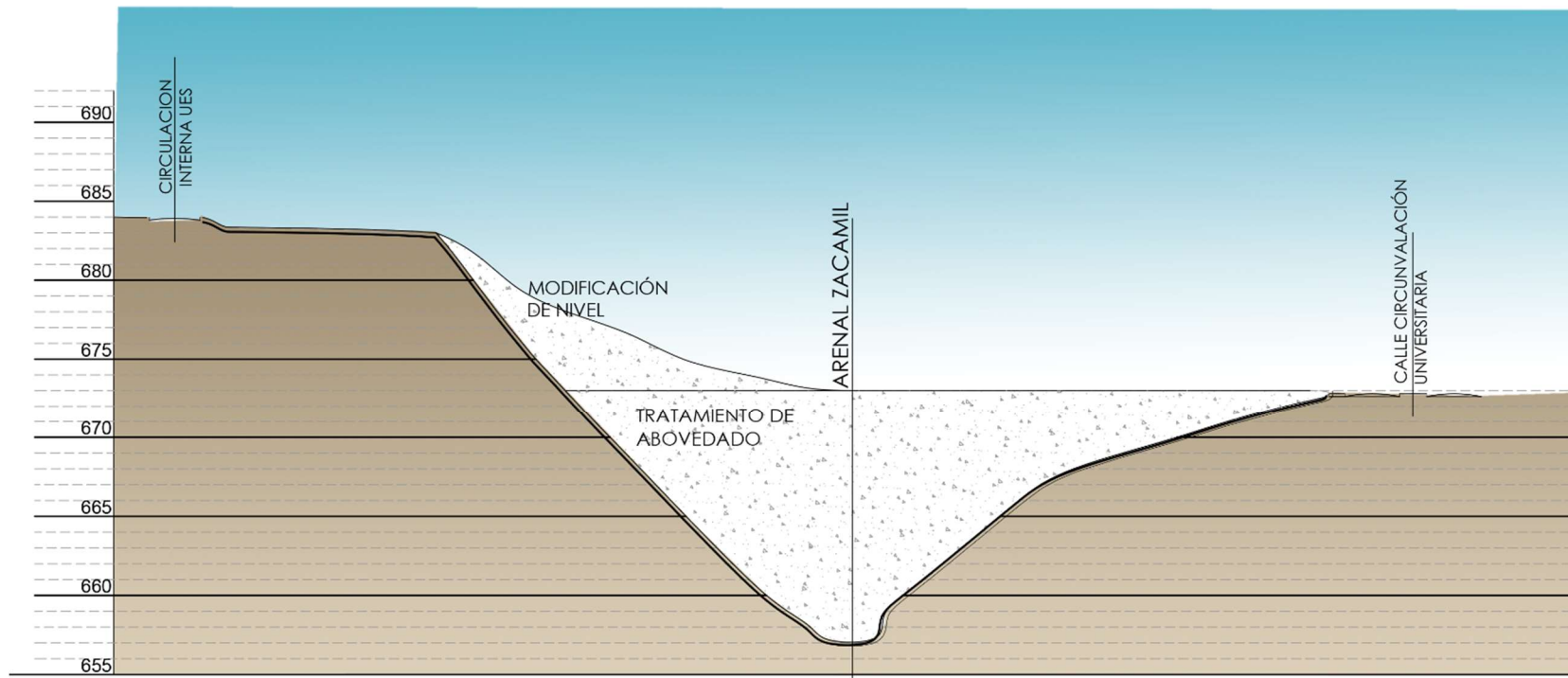
construcción del edificio de laboratorio de tecnología de la escuela de arquitectura.

Por el tipo de suelo, este cuenta con un índice de humedad mínima desde el 13.17% a una profundidad de 2 metros de perforación hasta la humedad máxima presentada en la superficie de la perforación presentada en la muestra de 26.91%.

El especialista que asesoró durante el trabajo de graduación para interpretar y comprender el estudio de suelos en base a este proyecto recomendó sustitución de suelos dependiendo de las cargas que soportaría el edificio, y asentar las bases de las fundaciones a un mínimo de 1 metro por debajo del suelo existente y una sustitución de suelos de 0.60cm por debajo de las fundaciones, estos datos son preliminares debido a la magnitud y complejidad del proyecto en cuanto a equipo especializado se refiere, por esta razón se requiere un nuevo dimensionamiento de la obra gris cuando se tenga claridad de las cargas muertas, sobre todo en los laboratorios de especialidades.

Ilustración III.6 Topografía del terreno



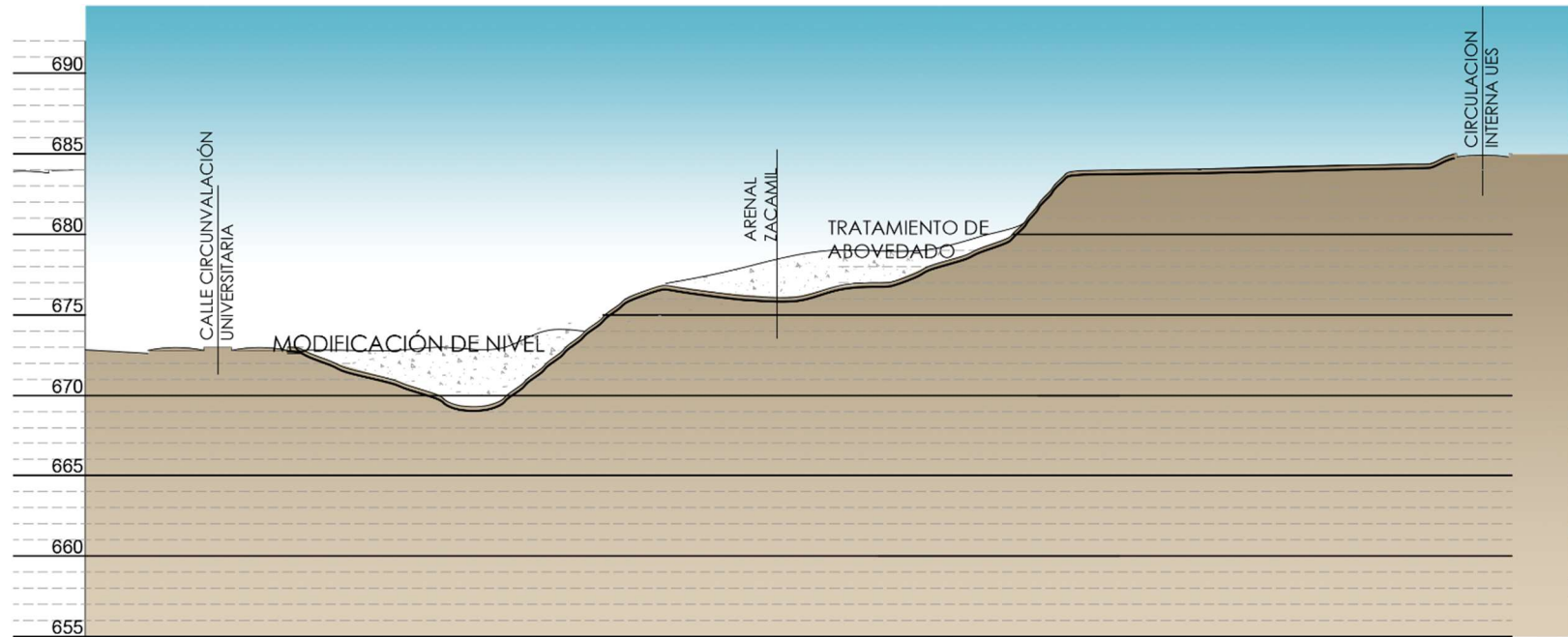


## PERFIL TOPOGRÁFICO A-A

ESC. V: 1:375

ESC. H: 1:750

El perfil topográfico A-A muestra la vista en corte desde la fachada este, del estado original de la quebrada ubicada en la zona norte de la Universidad de El Salvador, y el tratamiento de abovedado y relleno del mismo.



### PERFIL TOPOGRÁFICO B-B

ESC. V: 1:375

ESC. H: 1:750

El perfil topográfico B-B muestra la vista en corte desde la fachada oeste, del estado original de la quebrada ubicada en la zona norte de la Universidad de El Salvador, y el tratamiento de abovedado y relleno del mismo.



### 3.7.3 Hidrología

El sitio del proyecto cuenta con un accidente geográfico como colindante, el arenal de Zacamil, que ha sido tratada por parte de la institución propietaria con el fin de darle uso a esa área.

La quebrada fue abovedada como parte del proceso para iniciar los proyectos que se tienen contemplados sobre ese espacio. El mapa de recarga hídrica muestra que el área de estudio cuenta con un rango medio, es decir entre 26-89 mm/año.<sup>4</sup>

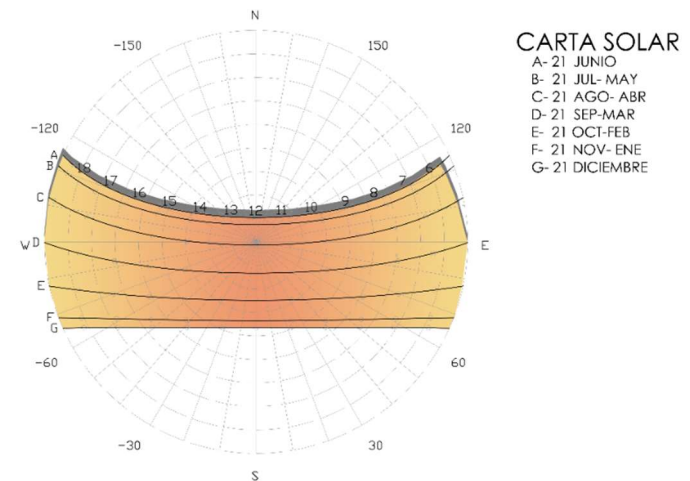
Se cuentan con los datos de precipitación pluvial anual según la estación meteorológica de San Salvador, va desde los 5.4mm el mínimo promedio hasta los 347.5mm como máximo promedio, sin embargo, no se cuenta con un estudio hidrológico que permita conocer la cantidad de agua se infiltra al manto, qué cantidad se redirige al arenal naturalmente y a través del alcantarillado. Se necesita dicha información para identificar qué otras formas de aprovechamiento de recursos se pueden implementar y beneficiar al ecosistema que rodea el edificio.

### 3.7.4. Asoleamiento y sombras

La ubicación de norte-sur franco da la pauta para utilizar diversas estrategias para climatizar el proyecto apropiadamente. Estas pueden aplicarse analizando

y haciendo uso de la Carta solar propia de la región de El Salvador.

Ilustración III.9 Carta solar de El Salvador



Fuente: Elaboración propia.

La carta indica las horas con la mayor incidencia solar, durante el horario de operaciones se percibirá desde el costado sur durante al menos 9 meses del año y 3 meses del costado norte.

Para poder apreciar de manera más concreta la incidencia solar que tendrá el edificio en el área planteada, se analizaron 2 épocas del año muy representativas como los son el solsticio de verano y el solsticio de invierno.

<sup>4</sup> Zonificación Ambiental y uso de suelos de la subregión metropolitana de San Salvador. Pág. 19

Tabla III-13 Solsticio de verano

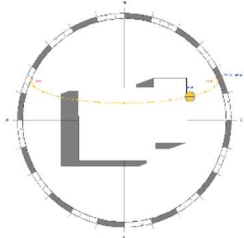
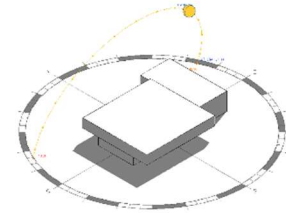
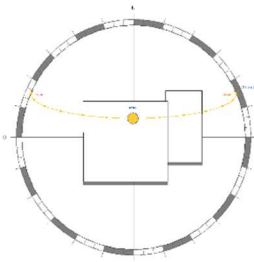
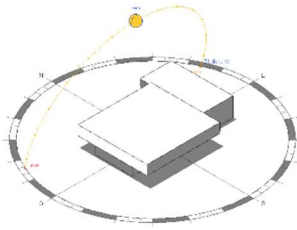
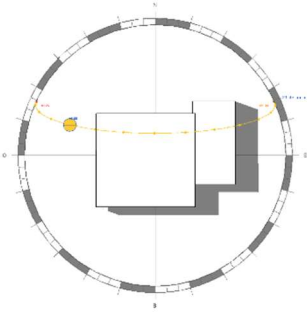
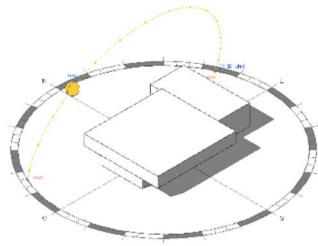
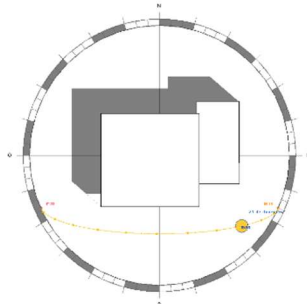
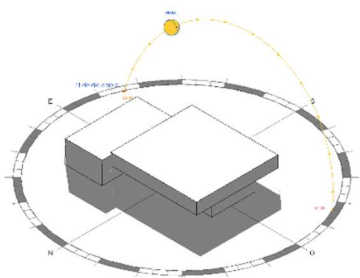
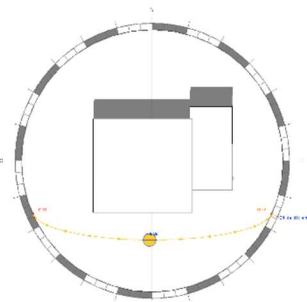
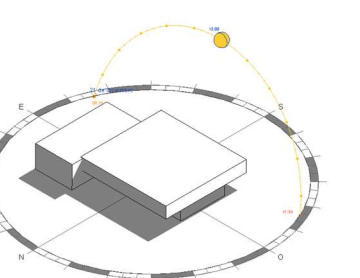
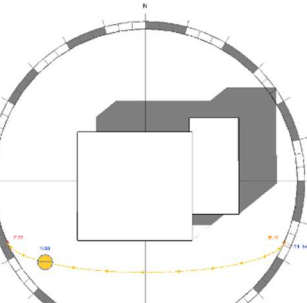
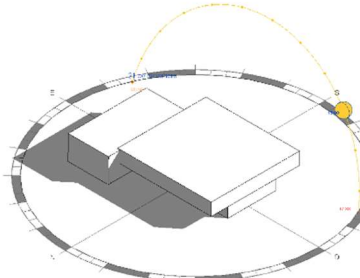
SOLSTICIO DE VERANO (21 de junio)			Observación
Hora	Incidencia solar en planta	Incidencia solar en elevación	
9:00 am			<p>En esta época del año el sol afecta en mayor medida las fachadas este y oeste dependiendo la hora del día en la que se encuentre. En menor medida la fachada norte tiende a tener poca afectación solar.</p> <p>Debido a esto se deberá tomar en cuenta el uso de materiales que brinden protección solar y eviten que el confort térmico dentro de los espacios sea afectado, de igual manera se puede tener en cuenta el uso de elementos que eviten el paso de los rayos solares.</p>
12:00 m			
3:00 pm			

Tabla III-14 Solsticio de invierno

SOLSTICIO DE INVIERNO (21 de diciembre)		Observación	
	Incidencia solar en planta		Incidencia solar en elevación
9:00 am			<p>Esta época del año es en la cual se tiene la mayor afectación solar en la fachadas este, sur y oeste.</p> <p>Por lo cual como se menciona anteriormente se deberá tener en cuenta al momento del diseño y para la utilización de elementos que minimicen la incidencia del sol.</p>
12:00 m			
3:00 pm			

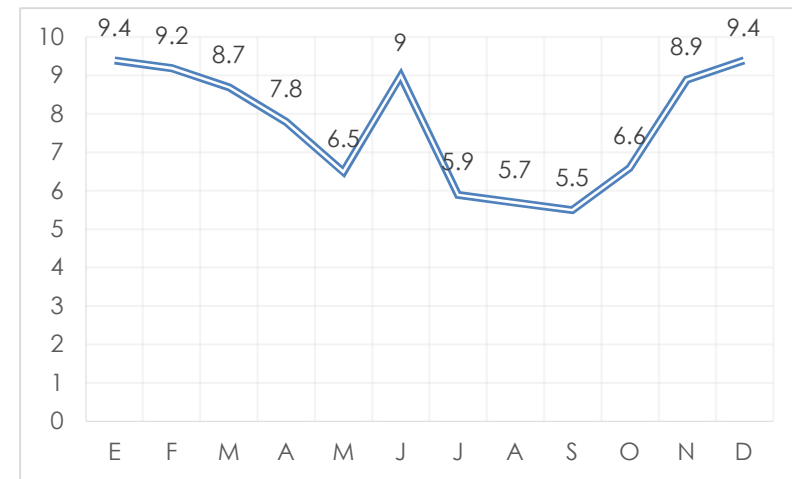
### 3.7.5 Vientos

Al obtener los datos de las velocidades de los vientos de la estación de la Universidad de El Salvador se busca comprender el comportamiento de los mismos para aplicar tácticas que permitan la manipulación de las corrientes con el fin de obtener el confort térmico del interior del edificio mediante la aplicación de estrategias pasivas.

Las velocidades de corrientes de viento en el interior para trabajos sedentarios en ambientes calurosos son de 0,5 m/s.<sup>5</sup>

Conociendo las medidas promedio anuales se logra identificar que las velocidades máximas rondan los 9.4 km/hr en la temporada seca y el mínimo es de 5.5 km/hr durante las épocas de lluvia, dicho dato necesita convertirse a la altura que se encuentra el terreno del proyecto para identificar la forma de manipular las corrientes, redirigiéndolas dentro del edificio de forma que se sea beneficiosa para sus usos internos.

Gráfico III-10 Velocidad promedio de vientos



Fuente: Elaboración propia.

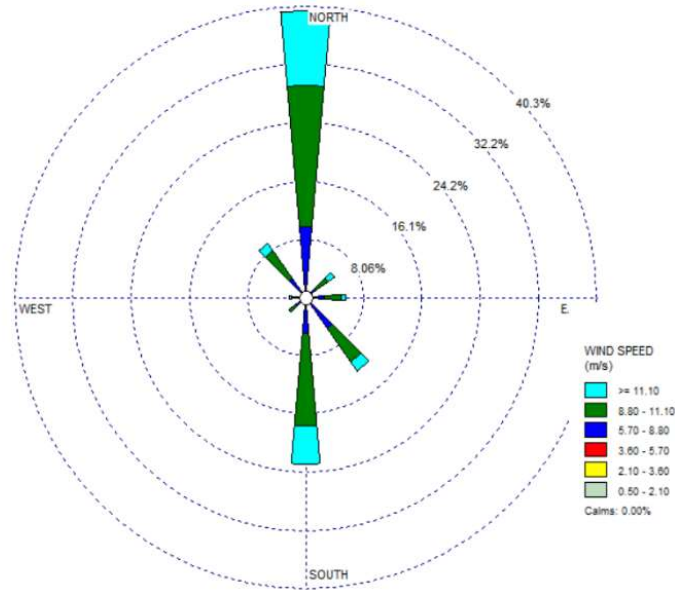
Para ver el comportamiento más específico de los vientos, dentro de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura se realizó un análisis con apoyo de WRPLOT, software que permite generar la rosa de vientos que indica el comportamiento y dirección de los vientos dominantes, con el fin de aprovecharlos de la manera más óptima al momento de realizar el proyecto.

De acuerdo a lo anterior, se presenta:

<sup>5</sup> NTP 501: Ambiente térmico: inconfort térmico local/ ministerio de trabajo y asuntos sociales en España- 1998

a) Entrada de los vientos

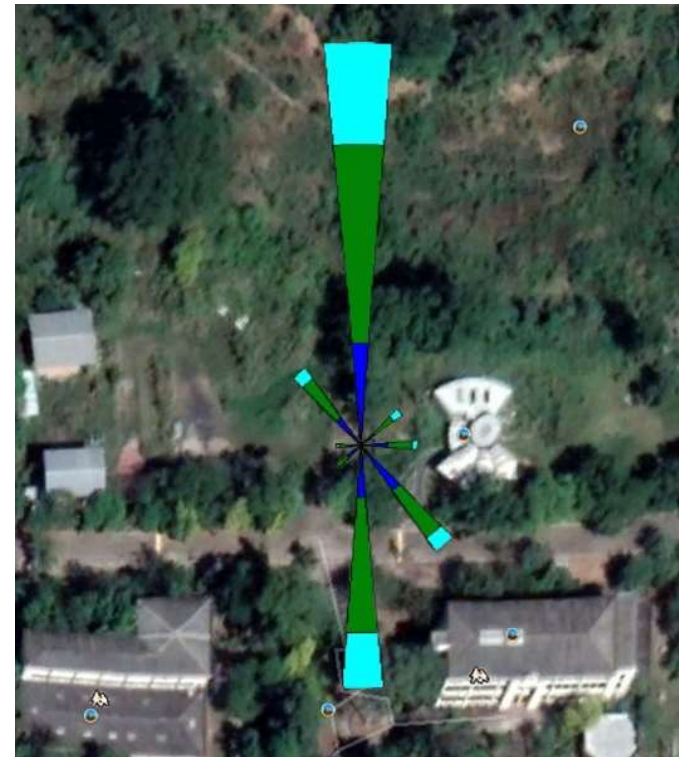
Gráfico III-11 Entrada de viento (Rosa de viento)



Fuente: Elaboración propia

El 40.3% del viento vendrá del norte (vientos dominantes) con una velocidad máxima de 11 m/s y la mínima 5.7 m/s. Además de un 9 % del noroeste.

Gráfico III-12 Rosa de viento en FIA-UES

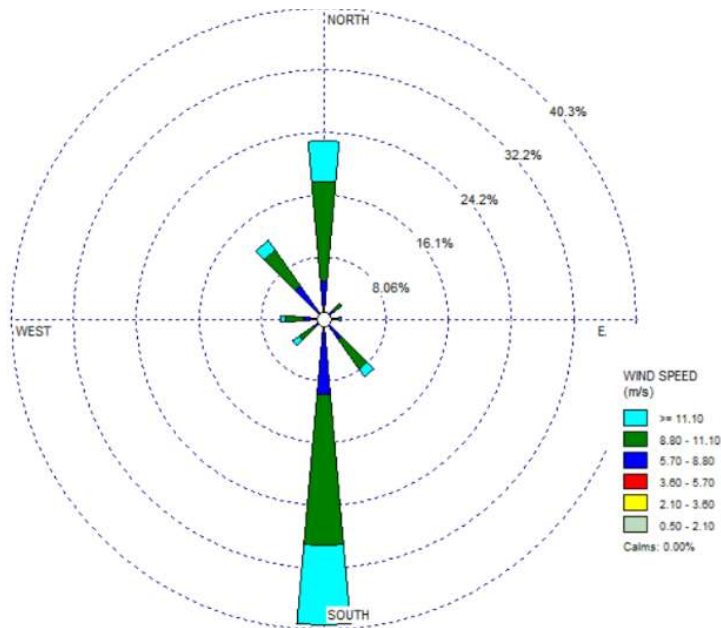


Fuente: Elaboración propia

b) Salidas del viento

La salida del viento será principalmente al sur con un 39% en las mismas condiciones de velocidad que las de entrada, siguiéndole un 10% al este.

Gráfico III-13 Salida de vientos (Rosa de vientos)



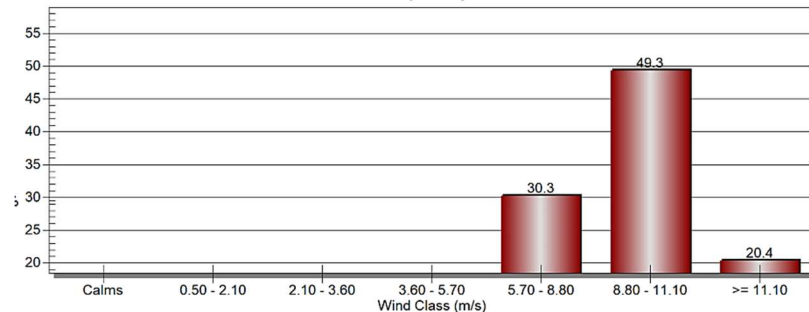
Fuente: Elaboración propia

Gráfico III-14 Rosa de vientos de salida FIA-UES



Fuente: Elaboración propia

Gráfico III-15 Frecuencia de clases de viento



Fuente: Elaboración propia

El gráfico 11 nos indica de manera sintetizada el porcentaje de viento con respecto a la velocidad que este fluye, denotando que casi una 50% de este se conduce con una velocidad de entre 8.80 – 11.10 m/s.

Esta velocidad de acuerdo a la escala de vientos Beaufort del manual de arquitectura bioclimática entra en el rango de brisa viva (Gonzalo, 2004, pág. 205) donde el efecto de este fácilmente se percibe en los árboles no corpulentos, estos se tambalean, además, se forman pequeñas olas en lagos – estanques.

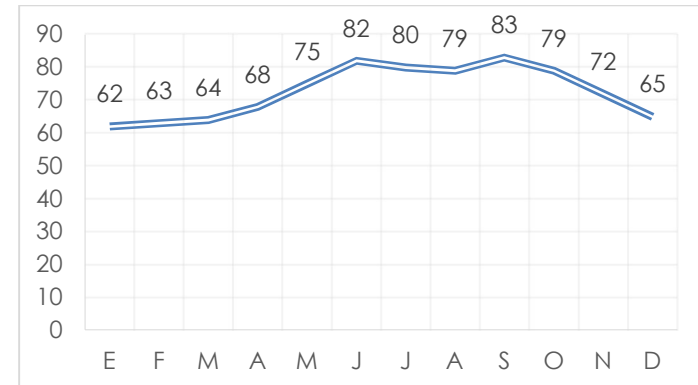
Mientras que el 30.3% del viento fluye con una velocidad de entre 5.70 – 8.80 m/s, perteneciendo al rango brisa moderada, en este caso, el viento levanta polvareda y se mueven las ramas delgadas.

<sup>6</sup> informe climatológico de san salvador (ITIC)/ Ministerio De Medio Ambiente Y Recursos Naturales

### 3.7.6 Humedad y temperatura

Se obtuvieron promedios, máximos y mínimos anuales de temperatura<sup>6</sup>, obtenidos del perfil climatológico

Gráfico III-16 Humedad relativa



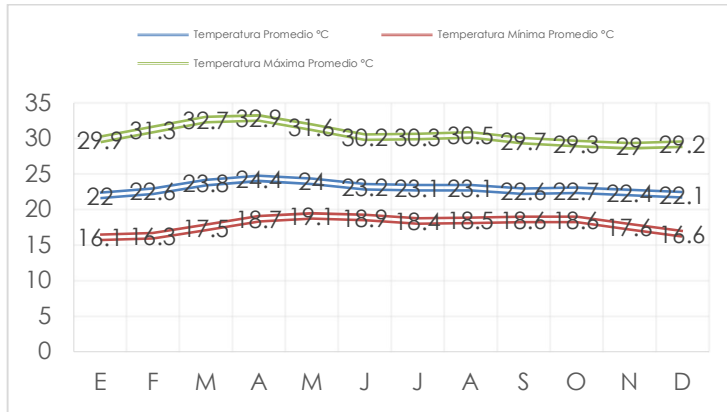
Fuente: Elaboración propia

La humedad relativa obtenida por la estación demuestra que el pico de humedad se percibe en los meses de mayor precipitación pluvial. Teniendo conocimiento de que el rango aceptable ronda entre 30-60%<sup>7</sup>, el pico de mayor humedad para el caso de estudio, supera este rango, con 83% en el valor promedio más alto.

<sup>7</sup> Wolkoff, Peder; Kjaergaard, Soren K. (August 2007). «The dichotomy of relative humidity on indoor air quality»

Los datos de temperatura obtenida indican como se muestra en el grafico siguiente, que los máximos y mínimos promedios anuales superan el rango de confort de 20°-24°C<sup>8</sup>.

Gráfico III-18 Temperatura



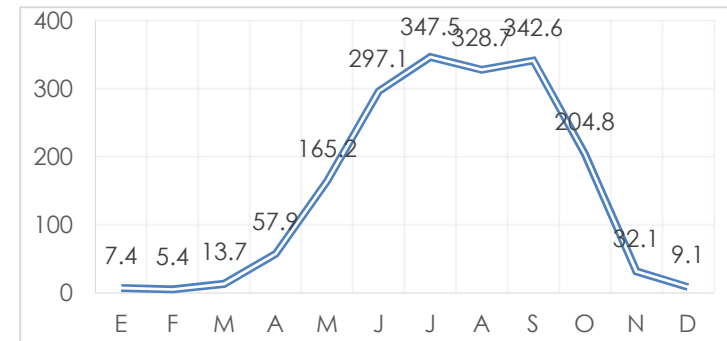
Fuente: Elaboración propia

### 3.7.7 Precipitación

La máxima precipitación durante el año se presenta en los meses de la temporada de mayo a septiembre siendo los picos promedios en junio con 347.5 mm y en septiembre con 342.6mm, dicho dato implica que se consideren las escorrentías que la cubierta del edificio recibirá, para calcular el sistema de aguas lluvias. Otro factor que debe tomarse en cuenta es que la lluvia influye directamente en el confort térmico de los

usuarios. Y ya que la precipitación se presenta durante 6 meses, será un factor a importante para el diseño.

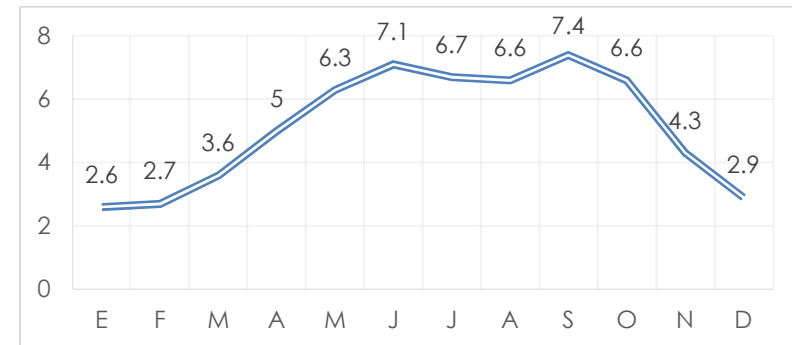
Gráfico III-17 Precipitación (mm)



Fuente: Elaboración propia

### 3.7.8 Nubosidad

Gráfico III-19 Nubosidad en /10



Fuente: Elaboración propia

<sup>8</sup> NTP 501: Ambiente térmico: inconfort térmico local/ ministerio de trabajo y asuntos sociales en España- 1998



En la gráfica de nubosidad obtenida de la estación meteorológica se identifica que los cielos se mantienen mayormente despejados la mayor parte del año, y no existe un bloqueo del 100% de la incidencia solar en nuestra región, ya que el pico durante el año de nubosidad se presenta durante la época lluviosa y representa un 7.4/10 de cantidad de nubes.

Lo que implica que incluso en época lluviosa se cuenta con la presencia del sol. Por lo tanto, a posteriori, el análisis de sombra también jugará una parte fundamental para la implementación de la energía solar fotovoltaica.

### 3.8 Análisis de datos climáticos

#### 3.8.1 Rango de confort de temperaturas

Realizar un cruce de datos con la información obtenida, permitirá identificar las posibles estrategias a implementar.

La tabla de requerimientos de confort permite identificar las horas del año en las que la temperatura supera el rango propuesto de confort. Dicha información es útil para realizar propuestas de climatización, de preferencia pasiva preparando el diseño para las circunstancias más extremas en el sitio.

El cuadro identifica las horas por encima del rango pintándolas de color rojo, las horas dentro del rango de confort de color verde y las horas por debajo del rango de confort de color celeste.

Para el proyecto en específico, se identifica que los rangos anuales de temperatura durante las horas útiles del edificio superan la temperatura confort propuesta. A este dato se suma el grado de humedad, que, en conjunto, influyen directamente en la sensación de confort real.

Identificando los datos en azul como debajo del rango de confort; los datos en verde lo que se encuentran dentro del rango de confort y los datos en rojo los que están por encima de los niveles de temperatura confortable para desarrollar las actividades dentro del edificio.

RANGOS DE CONFORT DE ACUERDO A TEMPERATURA	
AZUL	Por debajo del nivel
VERDE	Confort para el usuario
ROJO	Por encima del nivel

Tabla III-15 Requerimientos de confort

ESTIMACION DE TEMPERATURAS HORARIAS MEDIAS MENSUALES, A PARTIR DE MEDIAS EXTREMAS.												
Localidad	CHSS	Lat. (xx.x)	13.42	Long.(xxx.x)	89.11	Altitud (m)	661					
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Temp max	30.4	31.3	32.2	32.3	30.9	29.8	30.1	30.1	29.1	29.2	29.5	29.7
Temp min	16.6	17.2	18.0	19.2	20.2	19.9	19.3	19.4	19.5	19.2	18.3	17.2
Temp med	23.5	24.2	25.1	25.8	25.6	24.9	24.7	24.8	24.3	24.2	23.9	23.5
Hora min	6.356	6.216	6.046	5.850	5.690	5.607	5.640	5.775	5.964	6.153	6.316	6.394
Hora max	13.766	13.716	12.876	13.520	13.280	13.517	12.890	13.275	13.554	13.323	13.816	13.644
Hora (TSV)												
00:00	20.0	20.7	21.4	22.2	22.6	22.1	21.7	21.8	21.7	21.6	21.1	20.4
01:00	19.4	20.0	20.8	21.7	22.1	21.6	21.2	21.4	21.3	21.2	20.6	19.8
02:00	18.9	19.5	20.3	21.2	21.8	21.3	20.9	21.0	20.9	20.8	20.1	19.3
03:00	18.4	19.0	19.8	20.8	21.4	21.0	20.6	20.7	20.6	20.5	19.8	18.9
04:00	18.0	18.6	19.5	20.5	21.2	20.8	20.3	20.4	20.4	20.2	19.5	18.6
05:00	17.7	18.3	19.2	20.2	21.0	20.6	20.1	20.2	20.2	20.0	19.2	18.3
06:00	17.5	18.1	18.9	19.2	20.3	20.0	19.4	19.5	19.5	19.8	19.0	18.1
07:00	16.9	17.7	18.9	20.4	21.5	21.2	20.7	20.5	20.2	19.7	18.6	17.5
08:00	19.1	20.2	21.6	23.1	23.8	23.4	23.1	22.8	22.0	21.5	20.4	19.4
09:00	22.2	23.5	24.9	26.2	26.3	25.7	25.6	25.3	24.3	23.8	23.0	22.3
10:00	25.4	26.6	28.0	28.9	28.4	27.6	27.7	27.5	26.4	26.0	25.5	25.1
11:00	27.9	29.1	30.3	30.9	29.9	29.0	29.2	29.0	27.9	27.7	27.5	27.4
12:00	29.5	30.6	31.7	32.0	30.7	29.6	29.9	29.9	28.7	28.7	28.8	28.9
13:00	30.2	31.2	32.2	32.3	30.9	29.8	30.1	30.1	29.0	29.2	29.4	29.6
14:00	30.2	31.2	32.0	32.0	30.6	29.5	29.8	29.8	28.9	29.1	29.4	29.6
15:00	29.7	30.5	31.3	31.3	29.9	28.8	29.1	29.2	28.4	28.6	28.9	29.2
16:00	28.7	29.5	30.2	30.3	29.1	28.0	28.2	28.4	27.7	27.9	28.1	28.3
17:00	27.6	28.3	29.0	29.1	28.1	27.2	27.3	27.4	26.8	27.0	27.2	27.3
18:00	26.3	27.0	27.7	27.9	27.1	26.2	26.3	26.4	25.9	26.1	26.2	26.1
19:00	25.1	25.7	26.4	26.7	26.2	25.3	25.3	25.5	25.0	25.2	25.1	25.0
20:00	23.8	24.5	25.2	25.6	25.3	24.5	24.4	24.6	24.2	24.3	24.1	23.9
21:00	22.7	23.3	24.0	24.6	24.5	23.8	23.6	23.7	23.5	23.5	23.2	22.8
22:00	21.7	22.3	23.0	23.7	23.7	23.1	22.9	23.0	22.8	22.8	22.4	21.9
23:00	20.8	21.4	22.2	22.9	23.1	22.5	22.2	22.4	22.2	22.2	21.7	21.1

Fuente: Elaboración propia

Obtenido el rango de confort debido a temperatura, el cruce de la misma con la humedad relativa se presenta: CARTA PSICOMÉTRICA DE GIVONI

Esta es una herramienta que nos permite analizar el cruce de los datos de temperatura (°C) obtenidos de la estación meteorológica y los datos de humedad relativa (HR%) con el objetivo de ofrecer propuestas de estrategias a utilizar en caso de que los espacios a diseñar no tengan características de ambiente interior controlado que cumplir. En dicho caso, debe hacerse uso de equipo mecánico para obtener el ambiente que se necesita sin tomar en cuenta el ambiente exterior del edificio, como es el caso de cuartos fríos para análisis de muestras médicas, químicas o algún otro tipo de uso que requiera el control del ambiente interno.

En el caso de este proyecto, se utilizó este instrumento debido a que se contemplan espacios que no requieren un control del ambiente interno, pero si requieren cierto grado de confort para que las actividades a realizarse no se vean perjudicadas por los factores ambientales. (ver Ilustración 20)

Al cruzar datos de máximos y mínimos promedio se puede identificar las posibles estrategias a implementar en los casos menos favorables durante el año.

Como se identifica en la gráfica, los rangos de diferencia entre máximos y mínimos no son tan extremos como en otras regiones, que cuentan con las cuatro estaciones, donde las temperaturas descienden

tanto que se ve la presencia de nieve o tan altas que superan las temperaturas máximas soportadas por el humano (50°C) antes de verse afectado. Debido a ello, las estrategias propuestas por el cruce de datos, se explica a continuación las zonas de importancia para el proyecto:

**a) Confort:**

presenta condiciones en las que el cuerpo humano requiere del mínimo gasto de energía para adaptarse al ambiente. Cuando las temperaturas del sitio se encuentran dentro de este rango, no se requiere de ningún tipo de intervención dentro del ambiente en el ámbito del diseño para garantizar el bienestar de los usuarios.

**b) Calentamiento solar pasivo:**

Debido a que los rangos de temperaturas de la región de estudio se encuentran casi en el límite de dicho rango, el tipo de ganancia de calor para lograr el confort interior puede ser provisto por parte de los usuarios incrementando el índice de arropamiento, esta estrategia se plantea debido a que en la tabla de requerimientos de confort puede apreciarse que las horas en las que se presentan dichas temperaturas por debajo de los 21°C es únicamente en horas de la mañana y finalizando el día

**c) Ventilación Natural:**

Cuando los datos de clima se encuentran en este rango implica que la humedad del ambiente supera en una cantidad mínima el porcentaje dentro del confort, pero la temperatura se mantiene dentro de los rangos soportables y como consecuencia los usuarios no consiguen refrescarse haciendo uso de los sistemas de fresco por convección (sudoración). Para reducir la cantidad de humedad en el ambiente, se debe optimizar las corrientes de vientos mediante la manipulación de vegetación, y los principios de ventilación cruzada para aumentar las velocidades o mantener las que se presentan en el sitio actualmente.

**d) Deshumidificación convencional:**

Las estrategias a implementarse en esta sección se aplican debido a que la humedad supera de forma moderada el porcentaje dentro del confort (en esta región en específico) rondando rangos entre los 61-83% y a esto se suma que las temperaturas también superan moderadamente el confortable rondando entre los 25°C-33°C. La sensación de confort que percibe el usuario en estos espacios es nula, y debido a que el clima se percibe entre húmedo y caliente, los sistemas naturales para adaptarse al ambiente con que cuenta el humano no son suficientes. La propuesta de estrategia en este

tipo de clima es la reducción de la humedad mediante recursos naturales (vegetación que reduzca la humedad) hasta el uso de materiales que absorban la misma. Y también la implementación de la optimización de corrientes de vientos que permitan incrementar el sistema de convección en el intercambio de calor de los usuarios con el ambiente.

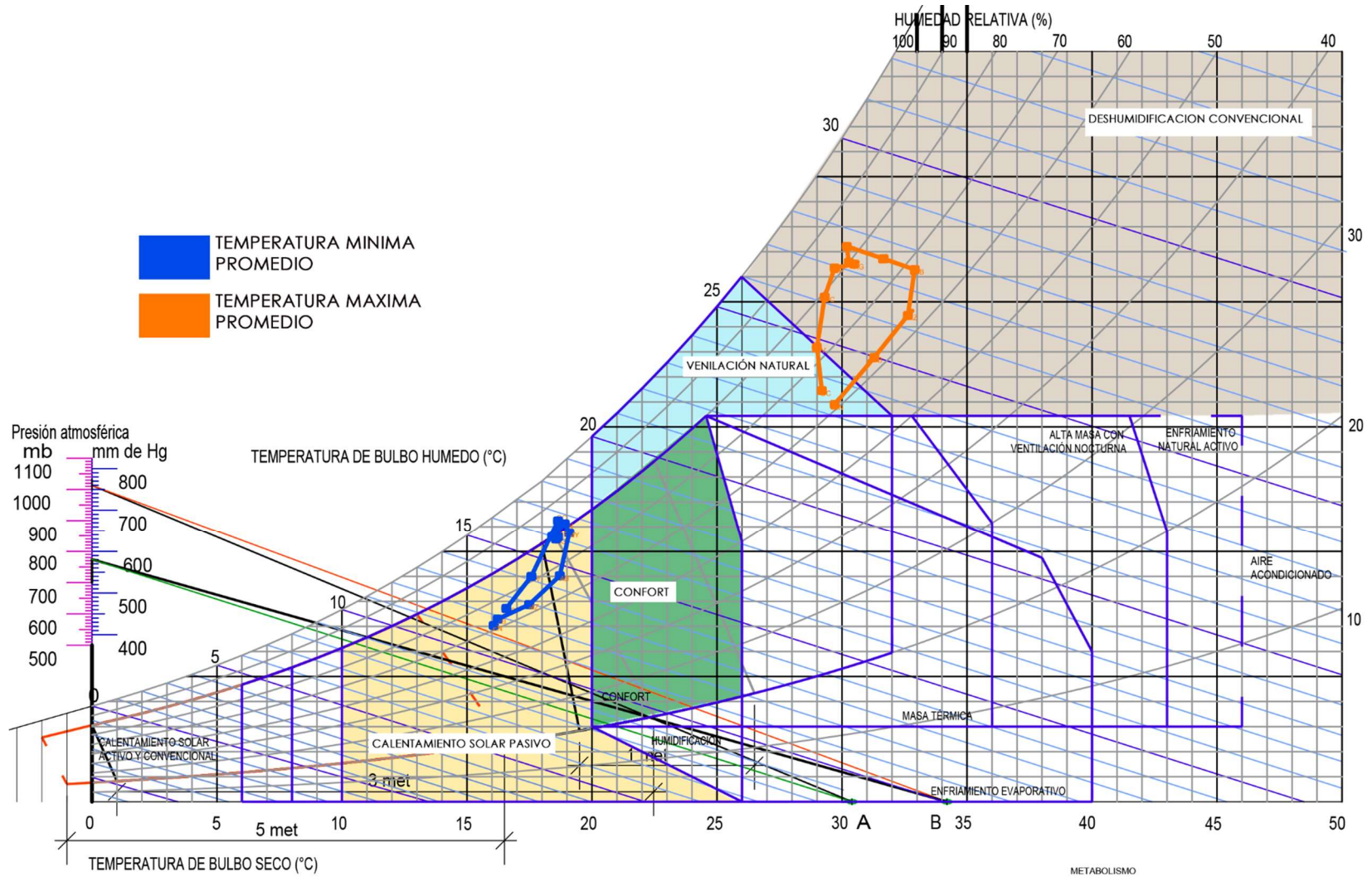
**3.8.2. Conclusiones**

Al identificarse las características físicas y naturales del sitio se permite al equipo técnico echar mano de los recursos naturales para resolver aquellos puntos del ambiente que evitan la sensación de confort de los usuarios.

El clima identificado es congruente con la característica de sábana tropical, con la ventaja que el campus universitario aun cuenta con un microclima que permite optimizar el uso de vegetación para mejorar la sensación de confort y reducir el efecto de isla de calor.

La pendiente del terreno debido a la presencia del arenal Zacamil restringe el uso del espacio y el equipo técnico necesita identificar las estrategias que le permitan optimizar el uso del terreno sin poner en riesgo la estructura ni la estabilidad de las obras que las autoridades del campus han realizado con el fin de abovedar el arenal.

Gráfico III-20 Carta psicrométrica de Givoni

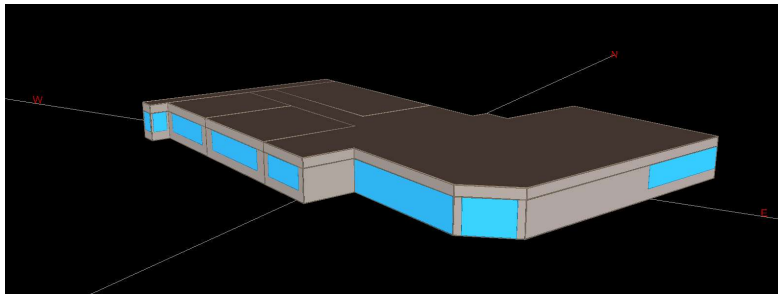


Fuente: Elaboración propia.

### 3.9 Línea base de consumo energético

Teniendo en cuenta el interés de la aplicabilidad de estrategias de sostenibilidad, se ha realizado un grupo de simulaciones energéticas que permitirán reconocer como la edificación proyectada de acuerdo a las estrategias implementadas tendrá mayor o menor ahorro energético y por consiguiente mayor o menor costo de operación.

*Ilustración III.10 Modelado de edificio en EQUEST*



Fuente: Elaboración propia.

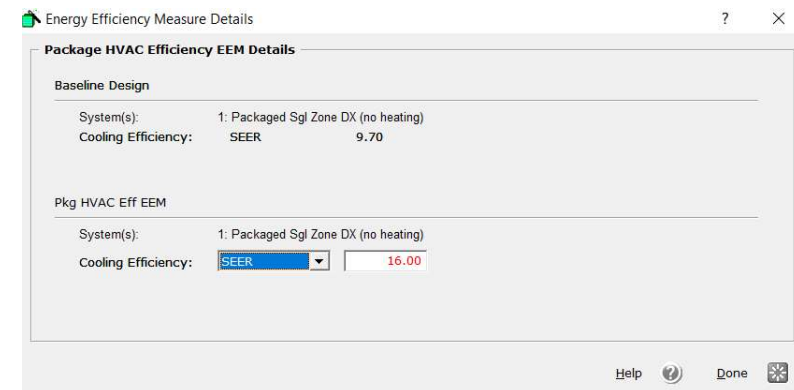
Debido al conocimiento básico que como equipo se posee sobre el programa de modelado, se desarrollaron ambas plantas del proyecto por separado, se aclara este punto ya que, los resultados pueden variar si en un futuro se realiza una simulación más detallada del proyecto.

Como muestra se realizaron 4 simulaciones del edificio proyectado en el programa:

Simulación 1, la línea base del edificio pensado que se construyese sin estrategias bioclimáticas

Simulación 2, implementación de equipo de acondicionamiento más eficiente incorporando un SEER (Seasonal Energy Efficiency Ratio) de 16 ya que es el estándar conocido que permite apreciar un porcentaje mayor de eficiencia energética referente al costo.

*Ilustración III.11 Estandar SEER en simulación energética*



Fuente: Equest

Simulación 3, implementación de mejora de la envolvente incorporando materiales aislados o que protejan el interior de la incidencia solar directa, cambiando la envolvente de ladrillo de concreto prefabricado a muros de concreto que aumentan el tiempo que le toma a la radiación solar ingresar a la edificación en el transcurso del día, y de esta forma reducir el esfuerzo del aire acondicionado para mantener el ambiente en una temperatura óptima para desarrollar las tareas dentro de los espacios o

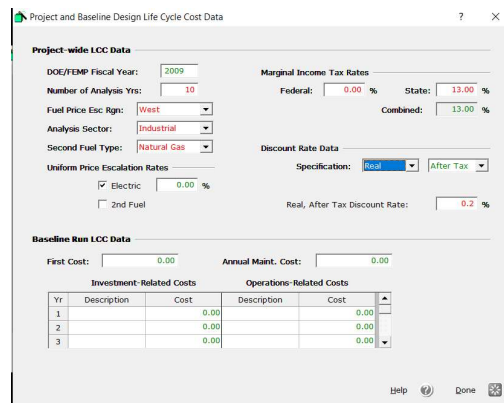
permitir mediante la ventilación natural el refresco del aire interior con mayor facilidad

Simulación 4, incorporación de la iluminación natural dentro de los espacios reduciendo la cantidad de horas que se utilizan las luminarias durante el horario de funcionamiento del edificio

Para la simulación 2,3,4, las características de la predecesora son acumuladas para la realización de la siguiente.

Para conseguir tener un cálculo de la inversión respecto al costo-consumo energético se ingresó dentro del programa el costo del kWh, que se ve afectado por el impuesto al valor agregado (IVA) considerado para este ejercicio como el 13% y que influye sobre la inversión y el tiempo de retorno y considerando una inflación anual general del 0.2%

Ilustración III.12 Parámetros de costos por kWh e inflación anual simulación e.



**Project-wide LCC Data**

DOE/FEMP Fiscal Year: 2009  
 Marginal Income Tax Rates  
 Number of Analysis Yrs: 10  
 Federal: 0.00 % State: 13.00 %  
 Fuel Price Esc Rgn: West Combined: 13.00 %  
 Analysis Sector: Industrial  
 Second Fuel Type: Natural Gas  
 Discount Rate Data  
 Specification: Real After Tax  
 Uniform Price Escalation Rates  
 Electric 0.00 %  
 2nd Fuel  
 Real, After Tax Discount Rate: 0.2 %

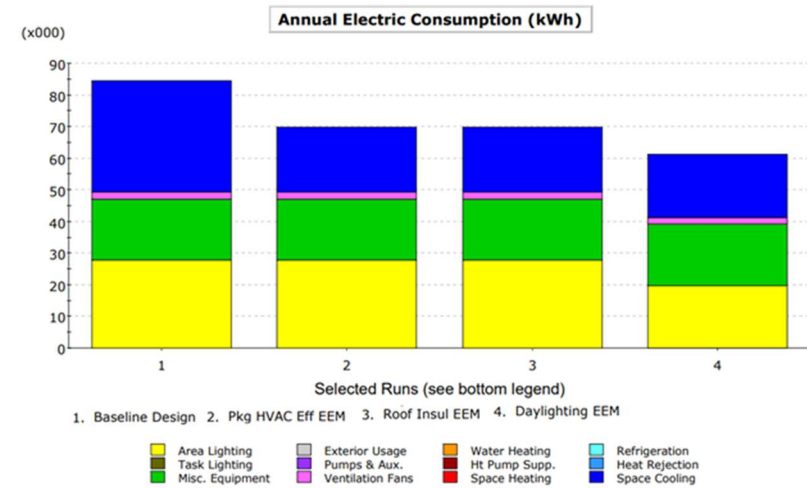
**Baseline Run LCC Data**

First Cost: 0.00 Annual Maint. Cost: 0.00

Investment-Related Costs		Operations-Related Costs		
Yr	Description	Cost	Description	Cost
1		0.00		0.00
2		0.00		0.00
3		0.00		0.00

Por lo tanto, los resultados arrojados del consumo energético anual de las 4 simulaciones realizadas son los siguientes:

Gráfico III-21 Simulación energética: Consumo energético anual



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico III-22 Costo total anual de operación



Fuente: Elaboración propia.

Al realizar un modelado base en el programa de simulación de eQUEST por medio de los gráficos 21 y 22 se puede identificar que, con la implementación de estrategias de mejora de eficiencia de aires acondicionados, mejorar la envolvente e incorporar el uso de la luz natural dentro del edificio se consigue reducir hasta en un 25.5% el consumo energético, todo esto se comprueba por medio de la siguiente operación:

$$\frac{\text{Simulación 3} \times 100}{\text{Línea base}} = \frac{\$46,863 \times 100}{\$62,913} = 74.50\%$$

La operación anterior indica que el costo de operación de la simulación 3 es el 74.50% de la línea base, entonces, el ahorro energético alcanzado se percibe:

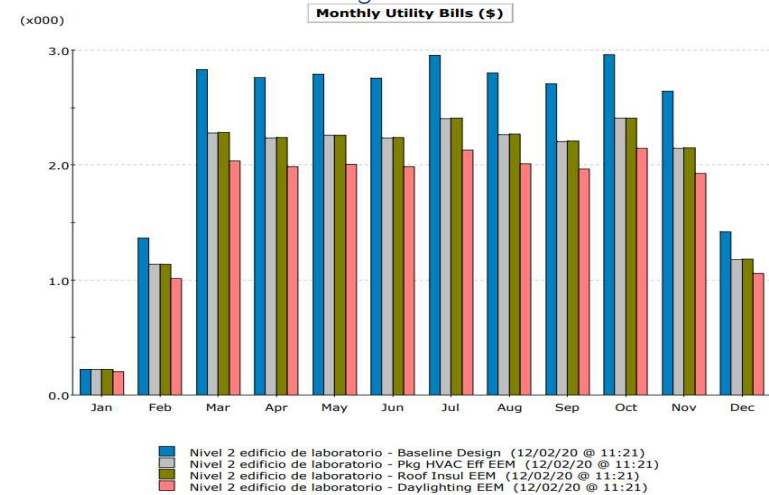
*Línea base (%) – Simulación 3 (%) = Porcentaje de ahorro*

$$100\% - 74.50\% = \mathbf{25.5\%}$$

Por lo tanto, el porcentaje alcanzado demuestra cómo, aplicando un número mínimo de estrategias permitirá conseguir un ahorro en el consumo energético y por ende el costo de operación de las edificaciones proyectadas.

Para mostrar de manera más concisa las variaciones entre los resultados de cada simulación realizada, se presenta el siguiente gráfico:

Gráfico III-23 : Consumo energético mensual con las 4 simulaciones



Los resultados del gráfico 23 muestran notablemente cual escenario de costos en base a un precio de \$0.17KwH, para este ejemplo y las necesidades climáticas, es el más adecuado debido a la elección e implementación de estrategias tanto artificiales como pasivas permitieron reducir el consumo energético del edificio.

Finalmente se presenta el gráfico 24 que contiene detalle del consumo eléctrico mensual de la simulación 3 (escenario con mayor ahorro energético), este presenta grandes diferencias principalmente en el mes de enero ya que se ha tomado en cuenta el funcionamiento de las actividades académicas reales dentro del alma máter, donde estas dan inicio a mediados o a finales del primer mes del año y las necesidades climáticas que presenta el edificio con la información recopilada de la estación meteorológica



Gráfico III-24 Consumo eléctrico mensual (KWh)

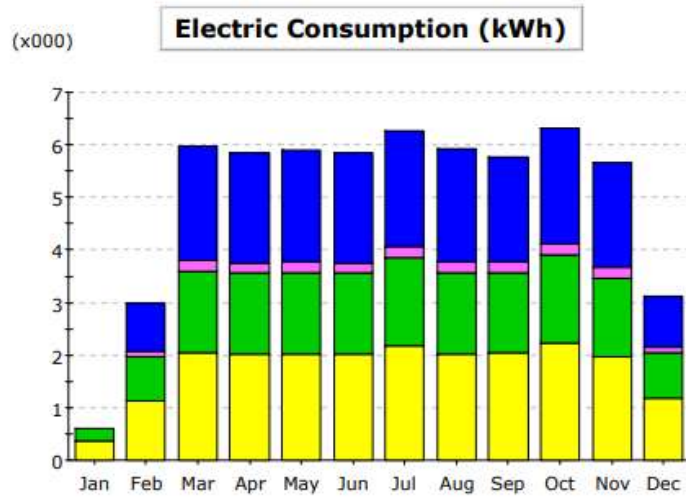


Tabla III-16 Sumario de costo del ciclo de vida del edificio total en el primer año NIVEL 1 + NIVEL 2

Simulación	Costo anual		Consumo anual		Porcentaje de ahorro anual		Total, de ahorro anual por ambos niveles		Total ahorro
	2do NIVEL	1er NIVEL	2do NIVEL	1er NIVEL	2do NIVEL	1er NIVEL	Total costo	Total consumo kWh x000	
Línea Base	\$28,703	34,210	84.37	100.57	0%	0	\$62,913	184.94	0
Simulación 2	\$23,699	27,942	69.65	82.13	17.4%	18.3%	\$51,641	151.78	17.9%
Simulación 3	\$23,761	27,915	69.83	82.05	17.2%	18.4%	\$51,676	151.88	17.9%
Simulación 4	\$20,836	26,027	61.23	76.50	27.4%	23.9%	\$46,863	137.73	25.5%

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de simulaciones

FASE III: RESULTADOS

# CAPÍTULO PROPUESTA



Este capítulo está compuesto por el conjunto de generadores y condicionantes para desarrollar el espacio arquitectónico a proyectar, como el programa arquitectónico y los criterios para iniciar la etapa de diseño...

## IV CAPÍTULO

### 4. Propuesta

Conociendo que la metodología aplicada para el desarrollo del proyecto es la del diseño integrativo, se alcanza una nueva etapa en la cual es necesario aplicar aquellas herramientas que funcionan como las bases de diseño (BOD, por sus siglas en ingles), es decir todo aquello que servirá como guía para el equipo técnico para el desarrollo de la propuesta arquitectónica. Se inició la aplicación de los mismo por medio del programa de necesidades<sup>1</sup>, siguiendo con el programa arquitectónico, siendo este que permitirá la vinculación y jerarquización de los espacios, donde el resultado final del mismo será obtener los metros cuadrados que tomará el proyecto. De esta forma, se presenta el siguiente programa arquitectónico para el Laboratorio de Arquitectura Bioclimática:

#### 4.1. Programa Arquitectónico

ZONA	SUB ZONA	ESPACIO	SUB ESPACIO	ILUMINACION		VENTILACIÓN		MOBILIARIO / EQUIPO				USUARIOS		Nº ESPACIOS (C)	AREA		OBSERVACIONES					
				ARTIFICIA L	NATURA L	ARTIFICIA L	NATURA L	TIPO	CANT.	AREA M2	Σ AREA DE MOBILIARIO	AREA TOTAL (A)	CANT.		AREA M2 (B)	AREA M2 (A+B)*C		AREA ZONA	AREA TOTAL			
ZONA PÚBLICA	Zona vestibular	Recepción	-	X	X		X	Mueble de recepcion	1	0.9	0.9	5.31	5	15	1	20.31	307.07		La recepcion conecta con el area de especialistas con el fin de controlar a los estudiantes que acceden a esta area			
								Mesa de centro	1	0.6	0.6											
								Silla	1	0.36	0.36											
								Sofá	2	1.6	3.2											
									Oasis	1	0.25	0.25										
		Showroom	-	X	X		X	Muebles para exposicion	5	0.5	2.5	4.18	10	30	1	34.18			el showroom será una exposicion permanente de los trabajos seleccionados de las diferentes materias de la carrera y se			
	Banca							2	0.84	1.68												
		Salón neutro	Recursos bibliográficos		X	X	X	X	Estantes para libros	6	0.6	3.6	5.84	3	9	1			14.84	espacio con material especializado en los temas que se impartirán de las materias de arquitectura bioclimática		
	Mueble de recepcion								1	1.4	1.4											
	Silla ejecutiva								1	0.36	0.36											
	Fotocopiador								1	0.48	0.48											
			Estudio individual		X	X		X	Mesas	7	0.48	3.36	11.64	15	45	1			56.64		el estudio individual, grupal y descanso permanecerán abiertos para uso publico de 9am -3pm en días especificos	
	Sillas								7	0.36	2.52											
	Sillas altas para barra								8	0.36	2.88											
			Estudios grupales		X	X		X	Mesa tipo barra	1	2.88	2.88	20.64	24	72	1			92.64			
	Mesas para 6 personas								4	3	12											
	Silla								24	0.36	8.64											
		Sala de descanso		X	X		X	Sillones poof	4	1	4	10.85	15	45	1	55.85			espacio con amueblamiento que permita cambiar el ambiente de estudios a un ambiente más relajado			
	Sofá							3	1.6	4.8												
	Mesas de centro							3	0.6	1.8												
"Mini café"	1							0.25	0.25													
	Zona de aseo e higiene	Sanitarios	S.S. Mujeres	X	X	X	Inodoro	2	0.35	0.7	1.42	5	15	1	16.42							
Lavamanos							2	0.36	0.72													
			S.S. Hombres					X	X	X	Inodoro	1	0.35	0.35	1.19		5	15	1	16.19		
Urinal											2	0.06	0.12									
Lav amamos											2	0.36	0.72									
	Area de especialistas	Dirección		X	X	X	X	Escritorio	1	0.84	0.84	1.89	3	9	1	10.89	155.16					
Silla								3	0.25	0.75												
		Area abierta de trabajo	Espacio de trabajo		X	X	X	X	Archivero	1	0.3	0.3	8.34	6	18	1			26.34	los cubiculos serán espacios que permitirán a los especialistas tener una zona donde ubicarse para realizar sus trabajos, sin		
Escritorio									6	0.84	5.04											
Silla									6	0.25	1.5											
Robot									6	0.3	1.8											
		Descanso		X	X	X	X	X	Mueble	2	1.05	2.1	6.55	10	30	1			36.55	el area de descanso será el unico espacio donde los especialistas podrán ingerir alimentos, esto con el fin de mantener los contenedores de desechos organicos		
Sillon									2	1.6	3.2											
Cocineta									1	1.6	1.6											
Mesa									1	1.5	1.5											
		Sala de juntas		X	X	X	X	X	Oasis	1	0.25	0.25	6.25	10	30	1			36.25			
Mesa para 10 personas									1	3	3											
Silla									10	0.25	2.5											
Credenza									1	0.75	0.75											
	Salon de críticas		X	X	X	X	X	Mesa	3	1.5	4.5	8.55	9	27	1	35.55	espacio de contacto estudiante-especialista.					
Silla								9	0.25	2.25												
Estante								3	0.6	1.8												
	Sanitarios		S.S. Mujeres	X	X	X	X	Inodoro	1	0.35	0.35	0.71	1	3	1	3.71						
Lavamanos								1	0.36	0.36												
			S.S. Hombres						X	X	X	X	Inodoro	1	0.35	0.35		0.77	1	3	1	3.77
Urinal													1	0.06	0.06							
								Lav amamos	1	0.36	0.36											

Fuente: Elaboración propia.

<sup>1</sup> De acuerdo a OPR y encuesta realizada



ZONA	SUB ZONA	ESPACIO	SUB ESPACIO	ILUMINACION		VENTILACION		MOBILIARIO / EQUIPO				USUARIOS		N° ESPACIOS (C)	AREA		OBSERVACIONES								
				ARTIFICIAL	NATURAL	ARTIFICIAL	NATURAL	TIPO	CANT.	AREA M2	Σ AREA DE MOBILIARIO	AREA TOTAL (A)	CANT.		AREA M2 (B)	AREA M2 (A+B)*C		AREA ZONA	AREA TOTAL						
ZONA ACADÉMICA	Eficiencia de recursos Materiales, energía y agua.	Laboratorio de estudios Hídricos		X	X	X		Mesas de laboratorio	6	1.92	11.52	26	78	1	96.29	849.77	2147.92	ambas ramas compartirán el mismo salón							
								Silla	25	0.09	2.25														
								Area de muestras	1	3.2	3.2														
								Lavabo	1	0.72	0.72														
								Cocineta	1	0.6	0.6														
		Laboratorio de energía fotovoltaica y luminotecnica		X	X	X			Tableros de prácticas	5	0.6	3													
									Mesa	8	0.96	7.68													
									Silla	25	0.09	2.25													
									Escritorio	1	0.84	0.84													
									Inversor	2	0.1	0.2													
	Transferencia de calor de materiales		X	X	X			Area de estudio de materiales	1	8	8	26	78	1	86				Al aire libre						
								Túnel de vientos	1	16.48	16.48	26	78	1	95.48				Estudio de proyección solar y ventilación natural						
	Zona de pedagogía	Salones multiclases	-	X	X	X	X		Mesas	25	0.38	9.38	26	78	2				184.75	ambas ramas compartirán el mismo salón					
									Sillas	26	0.16	4.16													
									Escritorio	1	0.84	0.84													
									Mueble	25	0.28	7													
									Silla	26	0.25	6.5													
		Salón de usos múltiples	-	X	X	X	X			Escritorio	1	0.84	0.84	30	90				2		180	ambas ramas compartirán el mismo salón			
Silla										2	0.25	0.5													
Mesa+ impresora										1	1	1	1.34			4	12	1					13.34		
Silla										2	0.25	0.5													
Infocentro (CRAD)										Computadoras	X	X	X			X							Mueble	25	0.28
	Silla	26	0.25	6.5																					
	Escritorio	1	0.84	0.84																					
	Escritorio	1	0.84	0.84																					
	Silla	2	0.25	0.5																					
Infocentro (CRAD)	Realidad virtual	X	X	X	X			Mesa+ impresora	1	1	1	1.5	3	9	1	10.50	ambas ramas compartirán el mismo salón								
								Silla	2	0.25	0.5														
								Mueble modular	2	0.75	1.5							1.67	2		6		1	7.67	
								Archivero	1	0.17	0.17														
								Bodega de equipamiento	-	X	X							X	X				Escritorio	1	1.44
Sillas	2	0.50	1.00																						
Servidor	1	1	1.00																						
Estantes	1	0.5	0.5																						
Mesa	1	0.9	0.9																						
Cuarto de monitoreo	-	X	X	X	X			Silla	1	0.5	0.5	0.875	1	3	1	3.875		ambas ramas compartirán el mismo salón							
								Estante	1	0.5	0.5														
								Lavadero	1	0.375	0.375														
								bomba de cisterna, planta electrica, tableros	-	3	3								3	2	6	1	9		
								Contenedores	5	0.41	2.06								2.06	2	6	1	8.1		
ZONA DE CONTROL	Departamento de mantenimiento	Bodega de mantenimiento	-	X	X	X																			
		Aseo	-	X	X	X																			
	Cuarto de maquinas	-	X	X	X																debe poseer un rótulo con informacion breve de los equipos que se encuentran dentro y sus funciones con el fines educativos				
																						Zona camión	1	15	15
Area de reciclaje	-	X	X	X															Espacio para recoleccion de desechos con un rótulo informativo sobre algunas características a cumplir para el tratamiento de desechos de forma general.						
ZONA DE MANTENIMIENTO	Cuarto de maquinas	-	X	X	X														Con materiales que reduzcan el efecto isla de calor para mejorar el confort						
	Area de reciclaje	-	X	X	X															La vegetacion es parte del diseño y se utiliza para el aprendizaje, asi que se le asignará el porcentaje indicado en el reglamento. (Comprende 40% del área construida)					
ZONA COMPLEMENTARIA	Area vestibular externa	Plaza vestibular	-	X	X	X																			
		Plaza de conexión al lab de tecnologia	-	X	X	X																			
	Áreas de movilidad inclusiva	-	X	X	X																				
Zona verde	-	X	X	X																					

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.1. Resumen de áreas

Tabla IV-1 Resumen de áreas del proyecto

RESUMEN DE AREA POR ZONA		Porcentajes
ZONA PÚBLICA	307.07	14.30%
ZONA PRIVADA	155.16	7.22%
ZONA ACADÉMICA	849.77	39.56%
ZONA DE CONTROL	17.11	0.80%
ZONA DE MANTENIMIENTO	40.84	1.90%
ZONA COMPLEMENTARIA	777.98	36.22%
<b>TOTAL M2</b>	<b>2147.92</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2 Conceptualización del proyecto

Para lograr un diseño apropiado de acuerdo con las necesidades, se requiere la idealización del proyecto; es decir, en otras palabras, la inspiración.

Que, en el caso de este proyecto, la inspiración del equipo se basa en el deseo de fusionar la enseñanza dentro de una propuesta de espacio que posea un carácter sincero y puro en sus componentes y materiales.

Este busca ser un instrumento de enseñanza a sus usuarios mediante la exposición de todos los sistemas que lo componen, de igual manera busca que la utilización de los materiales implementados sea en su forma natural, y se puedan apreciar en estado puro, el mayor porcentaje posible, y al reunir todas estas características desarrollar una partida de diseño que marque tendencia dentro del campus, que represente el carácter de la arquitectura bioclimática y sostenible en nuestra región.

Consolidando estas ideas en un concepto que como equipo se ha denominado **"BIOINSIGNE"** que presenta las siguientes características:

De acuerdo con el análisis desarrollado en el capítulo de Diagnóstico y la síntesis obtenida del mismo, permitió generar e identificar los requerimientos espaciales y posteriormente plasmarlos en el programa arquitectónico, por lo tanto, se debe diseñar una edificación donde se satisfagan las necesidades académicas y prácticas que requiere un laboratorio de arquitectura bioclimática.

Dicha propuesta se diseñará en base a los criterios del enfoque bioclimático, que, como se ha descrito en capítulos anteriores se caracteriza por la integración de la edificación con el medio ambiente y el aprovechamiento y optimización de los recursos que este brinda. (Ver Esquema II.3 Eficiencia de recursos)

Además, es importante señalar que este laboratorio se prevé esté proyectado en el entorno existente del Laboratorio de tecnologías de la escuela de Arquitectura, por lo tanto, el nuevo proyecto debe tener una correlación con el ya construido para que el conjunto sea armónico (Posteriormente estos en conjunto formarán parte del Centro de investigaciones de Arquitectura Bioclimática CIAB).

#### 4.2.1 Idea rectora



Fuente: Elaboración propia

Como se menciona con anterioridad, la idea rectora del proyecto que se ha denominado "Bioinsigne" es denominado de esa manera al identificar que la palabra *Insigne* puede definirse como, adjetivo indicativo "Que destaca mucho en algo, especialmente una actividad, y es valorado por ello."<sup>2</sup> según la RAE, significa "Conocido y admirado por su excelencia" y *bioclimático* que es el fundamento de desarrollo de todo el proyecto.

Al fusionar dichos términos, se abarca los dos grandes objetivos que como equipo planteamos para el proyecto. Que sea un edificio reconocido y admirado dentro del campus aspirando siempre a que

los demás edificios futuros o los ya existentes repliquen ese deseo de mejorar la calidad de vida del usuario dentro de un edificio. Y hacer uso de este atractivo para proveer de conocimientos a los usuarios de manera práctica "predicando con el ejemplo".

Todo lo antes mencionado con el fin de mantener visible el espíritu de enseñanza que es propio de todo el campus.

#### 4.3. Criterios de diseño

##### 4.3.1. Ambientales

- Implementación de estrategias pasivas: iluminación y ventilación natural
- Disminuir demanda energética aumentando el rendimiento de las instalaciones y equipos e incorporando las energías renovables que sean posibles.
- Optimizar el recurso agua por medio de la utilización de artefactos hidrosanitarios con funcionamiento eficiente e implementar la cosecha de agua.
- Implementación de barreras vivas para regulación de temperatura y control de contaminación auditiva.

<sup>2</sup> Oxford Languages

- Implementar estrategias que hagan uso de las corrientes de aire de forma eficiente y contribuyan a reducir el calor que acumula la envolvente y los interiores durante el día.
  - Reducir mediante estrategias pasivas el efecto isla de calor- con materiales, colores y especies de vegetación nativas o adaptadas.
  - Incluir en las zonas verdes del proyecto especies nativas de la región.
  - Implementar un sistema de recolección de desechos generados por el edificio que sea eficiente y reduzca la cantidad de desechos mixtos que se envían a los rellenos sanitarios.
  - Promover el contacto con la naturaleza mediante el diseño de paisajes y muebles que motiven a los usuarios al esparcimiento en el exterior.
- Las soluciones formales en cuanto a su estructura serán visibles de acuerdo a la conjugación/posición u orden del volumen que comprende el proyecto.
  - Acceso principal resaltado por medio de elemento distintivo.
  - Uso de vegetación como parte de los acabados.
  - Conservar los colores de los materiales y darles el tratamiento necesario para que perduren.
  - Mantener como vistos los sistemas que componen el edificio de manera que armonicen con el diseño.
  - Hacer uso de las ideas que proveyeron los usuarios y el propietario que se consideren acordes al proyecto.

#### 4.3.2. Formales

- El carácter formal del proyecto se guiará por la idea rectora que consiste en fusionar la enseñanza dentro de una propuesta de espacio con utilización de los materiales en su forma natural, y se puedan apreciar en estado puro el mayor porcentaje posible.
- Ritmo por medio de colores y texturas de los materiales.
- Escala humana.

#### 4.3.3. Funcionales

- Espacios agrupados de acuerdo con su finalidad/función/relación.
- La movilidad inclusiva será considerada en todo el proyecto
- Los niveles de iluminación serán de acuerdo a la función del espacio y lo establecido en el reglamento PRELT.
- Se considerarán las medidas de distanciamiento social establecidos por la OMS a raíz de la pandemia.

- Mantener los sistemas al descubierto con el fin de tener mayor acceso a estos en caso de desperfectos o mantenimiento.
- Implementar un espacio que se encargue del monitoreo constante del desempeño del edificio lo más detallado posible.
- Hacer uso de estrategias pasivas para ventilación e iluminación con el fin de reducir en medida de lo posible el consumo energético para implementar mecanismos artificiales de los mimos.
- Hacer uso de sistemas de climatización eficientes para lograr el confort de los usuarios sin afectar su salud con choques térmicos.
- Implementar estrategias que permitan captar el agua lluvia.
- Hacer uso de artefactos de eficiencia energética, y de artefactos sanitarios que reduzcan el consumo de agua.

#### 4.3.4. Tecnológicos

- Utilización de materiales duraderos y de bajo índice de mantenimiento.
- Cubierta de material que contribuya al confort térmico y acústico.
- Se considerará la cubierta integrada con el sistema de sujeción para paneles fotovoltaicos.

- Utilización de superficies acristaladas que no impacten negativamente en el confort y bienestar del usuario.
- Utilizar elementos de protección solar.
- El sistema constructivo a utilizar será perfiles de acero con un sistema combinado de losas aligeradas y demás elementos estructurales con asesoría de un especialista.

#### 4.4. Criterios de zonificación

Para desarrollar una zonificación que rija la distribución de espacios en el proyecto, se debe realizar un análisis y evaluación; optando por la medición a través del cumplimiento de criterios, estos han sido enlistados de acuerdo a las potencialidades que pueden aprovecharse en el terreno.

De acuerdo a ello, se tiene:

##### a) Criterio 1: Orientación solar y ventilación natural para la fachada más larga.

Debido a la ubicación geográfica de El Salvador, las fachadas más afectadas por incidencia solar son las este y oeste; por lo tanto, es conveniente ubicar las fachadas más cortas en esta dirección.

Así mismo, los vientos dominantes de la región se trasladan en dirección norte- sur, es por ello que las fachas más amplias son las más aptas para recibir la ventilación natural obtenida de los vientos antes mencionados.



#### b) Criterio 2: Vistas agradables.

La ubicación del lugar de emplazamiento permite tomar en cuenta el aprovechamiento de la visual paisajística, por ejemplo, la vista noroeste; en la cual se puede apreciar El Boquerón. Mientras que al norte se puede observar El Arenal Zacamil, siendo esta una potencial vista de vegetación.

#### c) Criterio 3: Relación con el Laboratorio de Tecnología de la Construcción.

Uno de los objetivos de la proyección del Laboratorio de Bioclimática es que, en un futuro en conjunto con el Laboratorio TDC se conviertan en el Centro de investigaciones de Arquitectura Bioclimática (CIAB-UES), por lo tanto, este criterio se refiere a crear un nexo a través del diseño arquitectónico entre ambos laboratorios.

#### e) Criterio 5: Aprovechamiento de la quebrada

Éste consiste en incluir en el proyecto parte de la zona del Arenal Zacamil, con el fin de aprovechar vistas y ejemplificar la utilización del terreno como parte de las estrategias de aprovechamiento de los espacios que indica el enfoque bioclimático.

#### 4.4.1. Propuestas de zonificación

Establecidos los criterios, es momento de generar la distribución de espacios de manera adecuada, es decir, ubicar los espacios arquitectónicos en los sitios adecuados según las necesidades que vayan a

satisfacer, tomando en cuenta la disposición, coordinación y circulaciones con los demás espacios arquitectónicos de funciones afines y/o complementarias. (Buestán Villaroel, 2014)

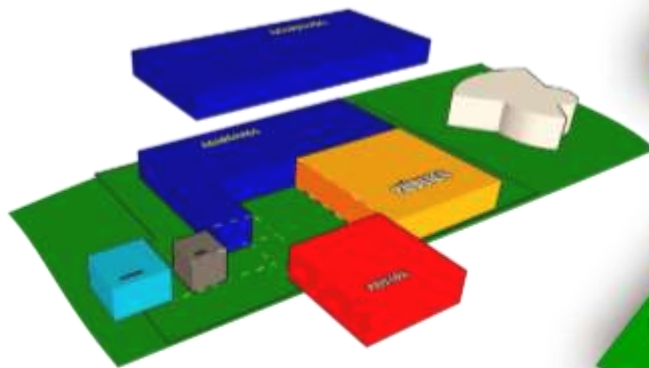
Para realizar esta actividad, se hace uso de los diagramas de relación (Ver Anexo 7) como herramienta gráfica para visualizar de manera más sencilla el funcionamiento de zonas, subzonas, espacios y subespacios.

Es así como se presentan las versiones modeladas conceptualmente en 3D para someterlas a evaluación y elegir la que mejor cumple las características y criterios establecidos por el equipo técnico:

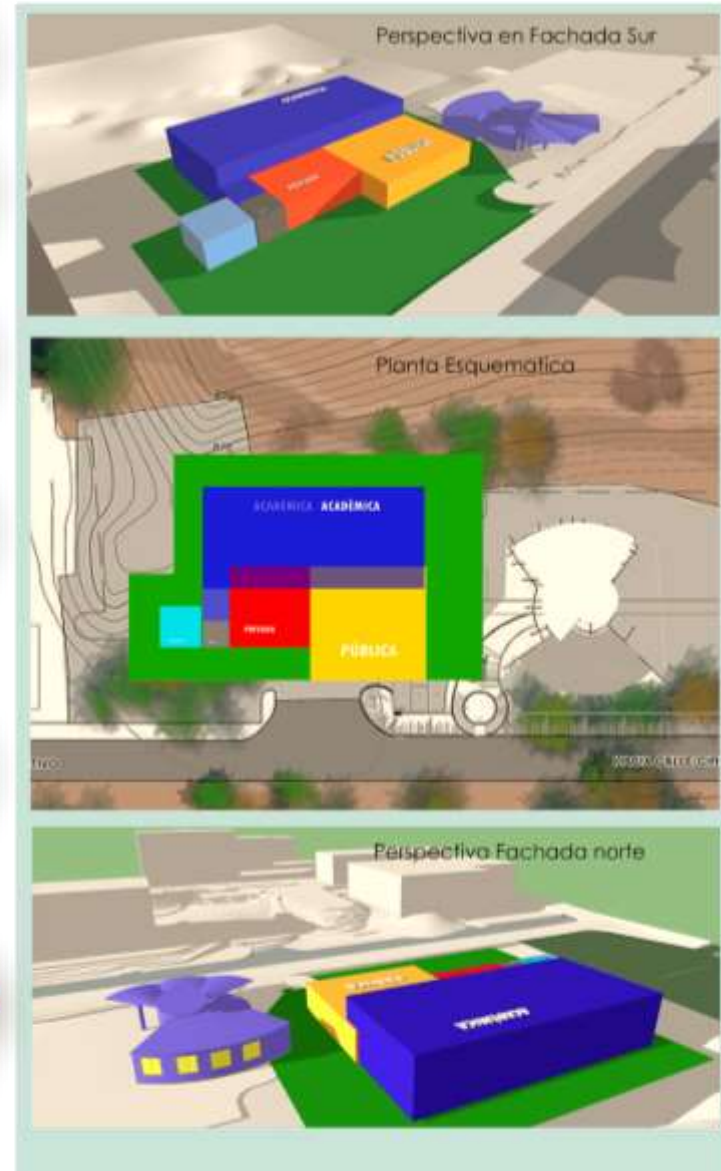
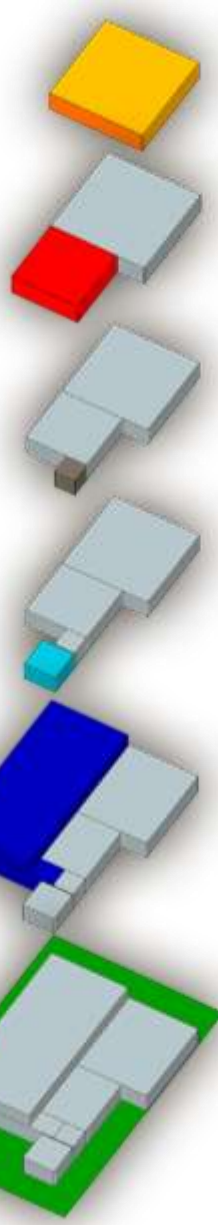
a) Propuesta A de zonificación

Características:

- Ubicación norte-sur franco
- Privacidad a zona académica (Fachada norte)
- Relación con LABTDC por medio de la zona complementaria
- Contempla el 40% del área construida para zona permeable.
- Distribución de acuerdo a diagrama de relaciones.



ZONIFICACIÓN "A"



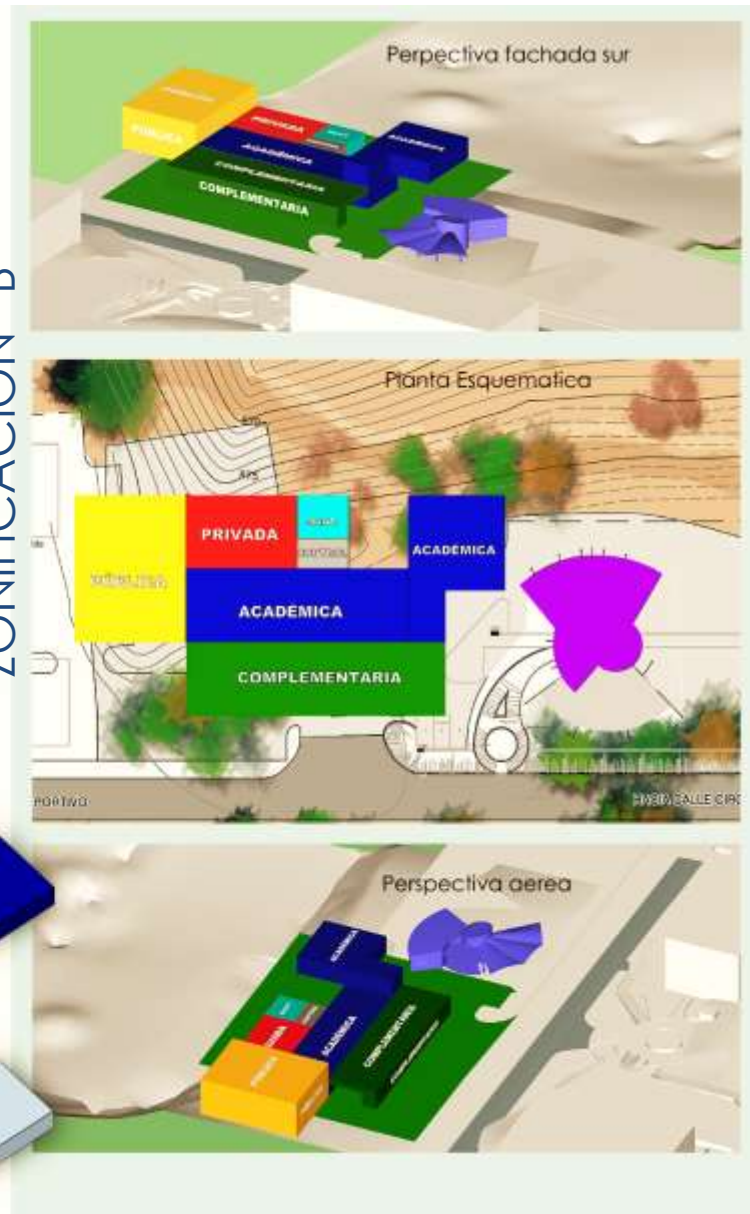
b) Propuesta B de zonificación

Características:

- Ubicación norte-sur franco
- Privacidad a zona pública y privada
- Relación con LABTDC por medio de cercanía con zonas afines (Académica)
- Área complementaria considerada como elemento del volumen general
- Distribución de acuerdo a diagrama de relaciones.



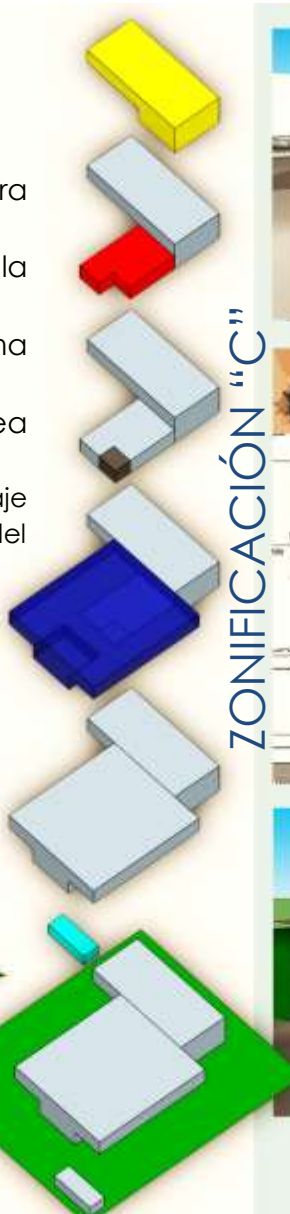
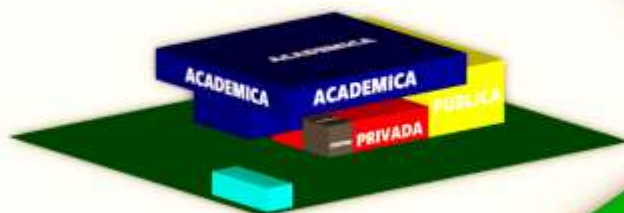
ZONIFICACIÓN "B"



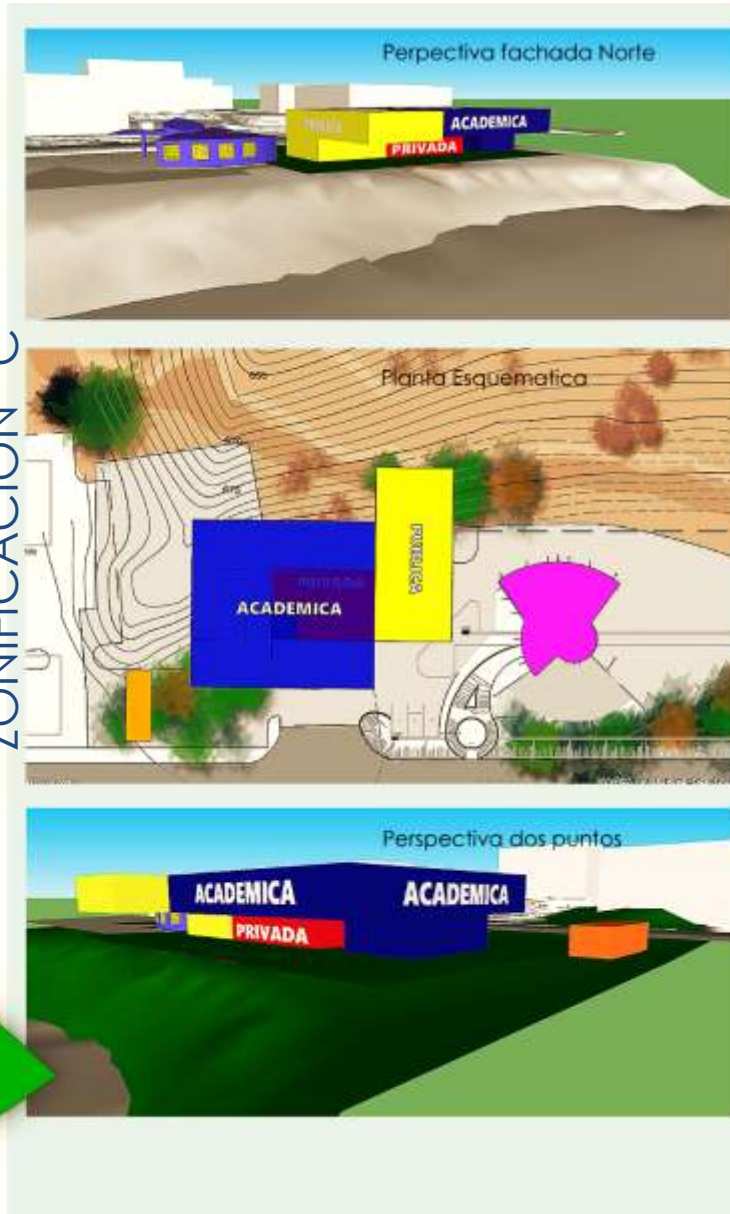
c) Propuesta C de zonificación

Características:

- Ubicación norte-sur franco
- Utilización de quebrada para aprovechamiento de la visual
- Relación con LABTDC por medio de la zona complementario.
- Distribución de acuerdo a diagrama de relaciones.
- Contempla el 40% del área construida para zona permeable.
- Zona de mantenimiento y reciclaje considerando con una zona de retiro del volumen principal



ZONIFICACIÓN "C"



#### 4.4.2 Matriz de evaluación de zonificaciones

Las zonificaciones presentadas anteriormente se desarrollaron procurando seguir los criterios de zonificación antes mencionados, dichos criterios buscan optimizar los beneficios y virtudes que se identificaron en el terreno.

Se muestra a continuación la matriz con las evaluaciones del equipo de trabajo.

Matriz de evaluación de zonificaciones

n°	CRITERIO	PONDERACIÓN	PARAMETRO	ZONIFICACIONES			
				A	B	C	
1	Orientación solar y ventilación natural para la fachada más larga	3,50	Norte-sur	2	2	2	2
			Oriente-poniente	1	35%	35%	35%
2	Vistas agradables	1,50	Altura $\geq$ 3 m	1	0	1	1
			Altura $\leq$ 2.5 m	0	0%	15%	15%
3	Relación con el laboratorio anexo	1,00	Distancia $\leq$ 25 m	2	2	2	2
			Distancia $\geq$ 35 m	1	10%	10%	10%
4	Permeabilización (Basado en certificación ganadora)	2,50	Mayor o igual 40%	2	1	1	2
			Menos de 40%	1	12,5%	12,5%	25%
5	Aprovechamiento de la quebrada	1,50	Incluida en el diseño	1	0	1	1
			Excluida en el diseño	0	0%	15%	15%
TOTAL		10,00	$\Sigma$		<b>5</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
		100%	Porcentajes		<b>57,5%</b>	<b>87,5%</b>	<b>100%</b>

Se identifica la propuesta C como la más apta para implementar dentro del proceso de diseño ya que cumple con cada uno de los criterios propuestos por el equipo técnico.

FASE IV: COMPROBACIÓN

# CAPÍTULO DOCUMENTOS DE DISEÑO



Este capítulo está compuesto por la etapa de diseño, es decir el conjunto de imágenes que tienen la función de ser la representación gráfica y visual del proyecto, así como el conjunto de planos de anteproyecto, presentando las características físicas del edificio proyectado...

## V CAPÍTULO

### 5. Documentos de diseño

Es parte del acercamiento y primera toma de contacto de manera gráfica con el objeto de diseño, el Laboratorio de Arquitectura Bioclimática.

En esta última fase se pretende validar los criterios establecidos a lo largo de la investigación y permitir la visualización del planteamiento global del edificio.

#### 5.1 Representación gráfica del modelado



PERSPECTIVA CORREDOR FACHADA NORTE



CONJUNTO Y TECHOS



CAMINAMIENTO Y MOBILIARIO



CONJUNTO Y PRIMER NIVEL / PERSPECTIVA EXTERIOR





CONJUNTO Y SEGUNDO NIVEL / PERSPECTIVA EXTERIOR



FACHADA NORTE/PERSPECTIVA EXTERIOR



PERSPECTIVA FACHADA PRINCIPAL



PERSPECTIVA FACHADA PRINCIPAL



PERSPECTIVA FACHADA PONIENTE



PERSPECTIVA FACHADA ORIENTE

PERSPECTIVAS EXTERIORES



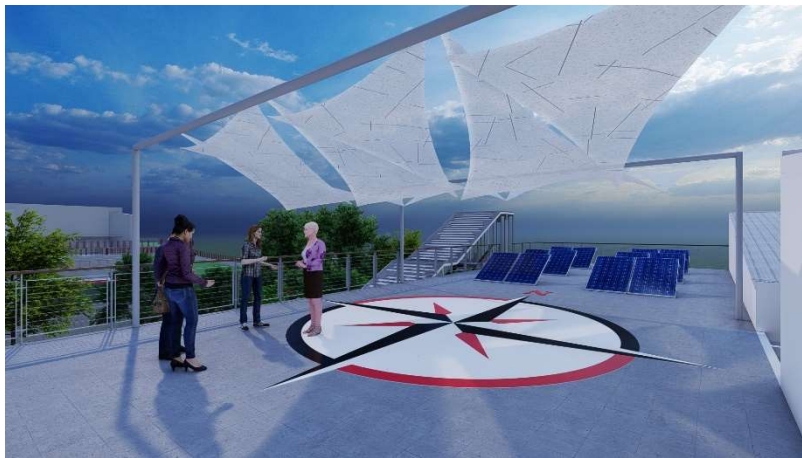
PERSPECTIVA AEREA



PERSPECTIVA ENTRADA PRINCIPAL



PERSPECTIVA ESCALERAS HACIA ESPECIMENES



PERSPECTIVA MUESTRAS SFV



PERSPECTIVA CONJUNTO

PERSPECTIVAS EXTERIORES



DESDE RECEPCIÓN / PERSPECTIVA INTERIOR



PERSPECTIVA DESDE ACCESO PRINCIPAL



PERSPECTIVA DESDE ESCALERAS PRINCIPALES



PERSPECTIVA ESTUDIOS INDIVIDUALES



PERSPECTIVA ESTUDIOS GRUPALES

PERSPECTIVAS INTERIORES



ZONA DE TRABAJO COLABORATIVO



SALA DE REUNIONES



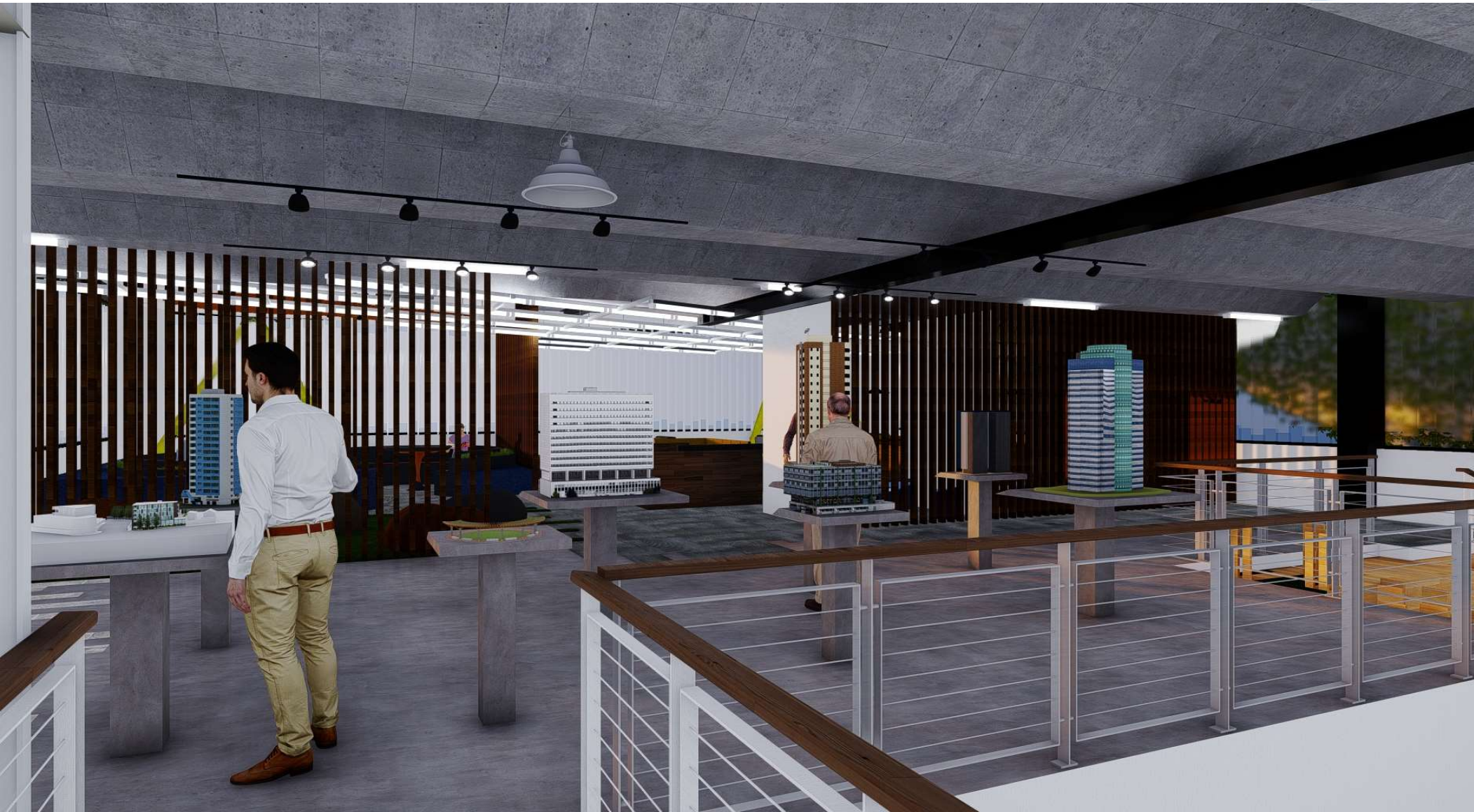
ZONA DE DESCANSO ESPECIALISTAS



PRACTICAS CON TUNEL DE VIENTO

PERSPECTIVAS INTERIORES





SHOWROOM/ SALA DE EXPOSICIONES



DESCANSO PARA ESTUDIANTES



PASILLO HACIA LABORATORIOS + CASILLEROS



SALÓN MULTICLASE



CENTRO DE SIMULACIÓN VIRTUAL

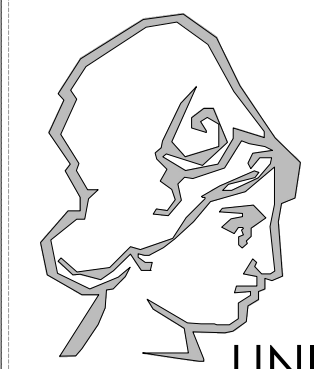
PERPECTIVAS INTERIORES



LABORATORIO DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA Y LUMINOTECNIA

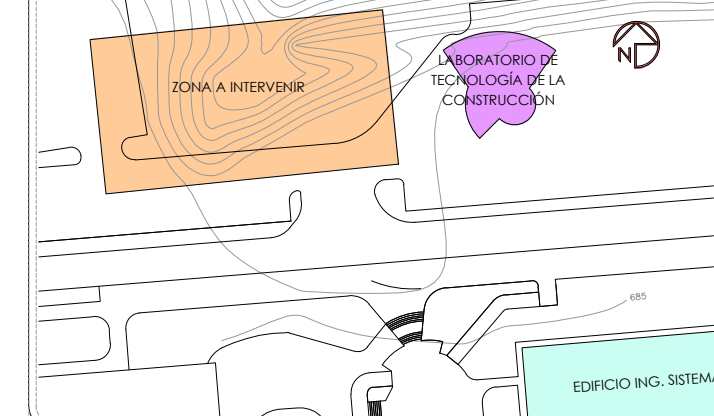


SALÓN MULTIPROPÓSITOS



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.

CROQUIS DE UBICACIÓN



SELLOS

TRABAJO DE GRADO

ASESOR: ARQ. RUDY FIGUEROA

CARRERA: ARQUITECTURA

PROYECTO: DISEÑO DEL LABORATORIO DE ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, CAMPUS CENTRAL

CONTENIDO: ESQUEMA DE MOVILIDAD Y REUBICACIÓN DE ESTACIONAMIENTOS EXISTENTES

PRESENTAN: BR. CASTILLO DE LA O, MAYA BEATRIZ. BR. CERNA CHAVEZ, JOSÉ RICARDO. BR. URRUTIA ROMERO, LILIAN ANDREA.

PROPIETARIO: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

ÁREA DEL TERRENO: 000.00m<sup>2</sup> / 000.00v<sup>2</sup>

ÁREA CONSTRUIDA: 000.00m<sup>2</sup> / 000.00v<sup>2</sup>

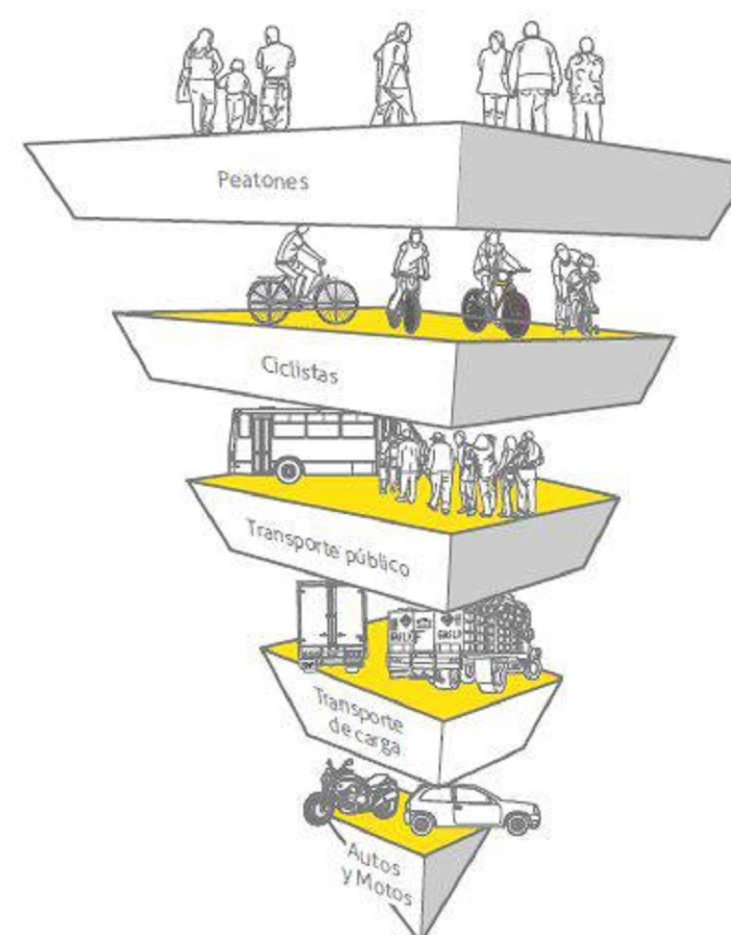
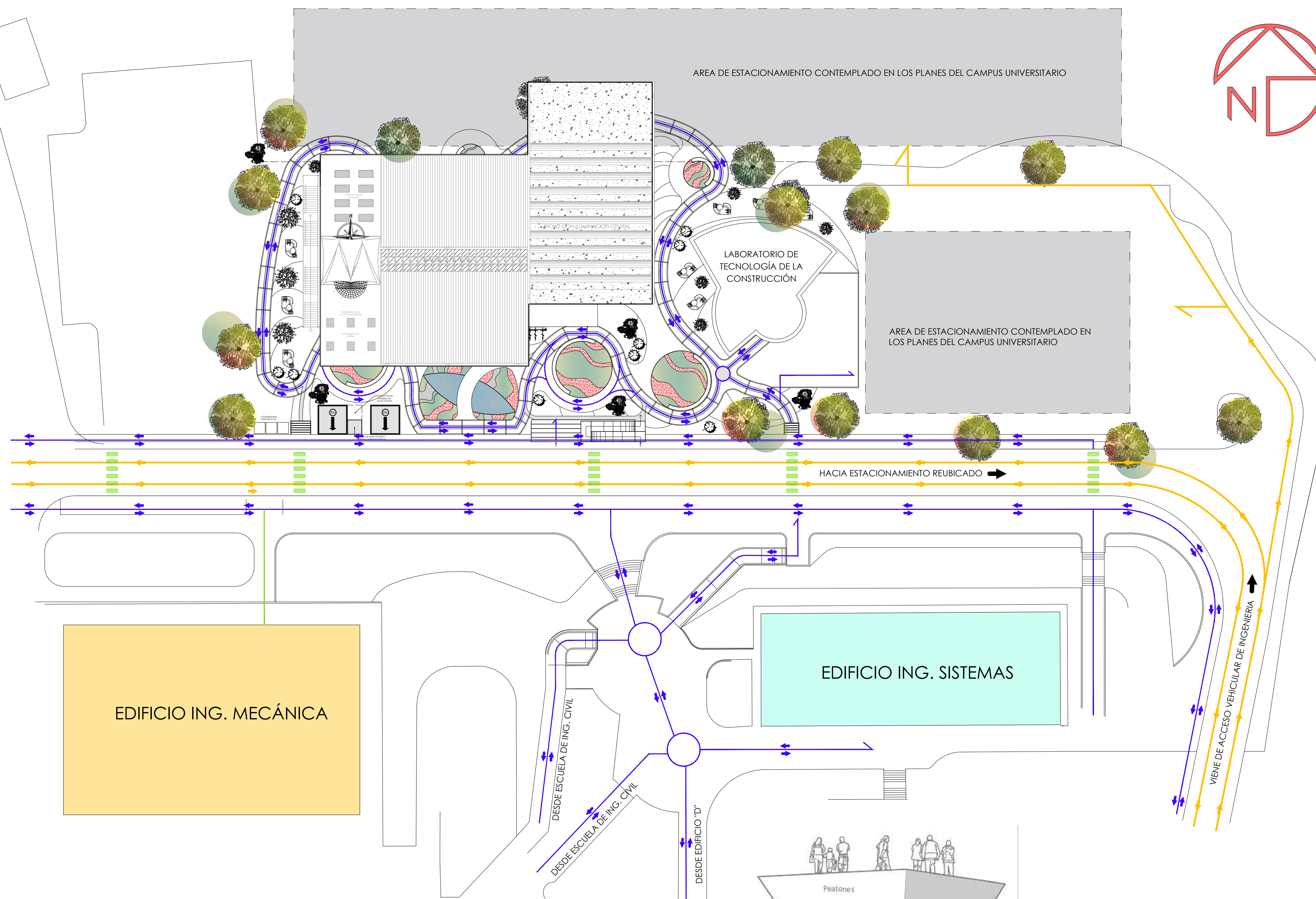
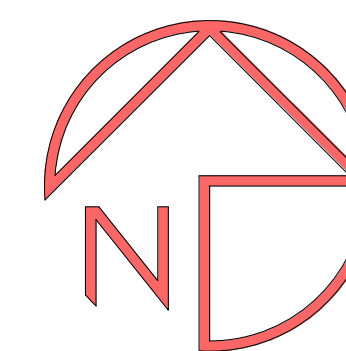
ESCALA: INDICADA.

HOJA:

FECHA: DICIEMBRE 2020

Página: 131

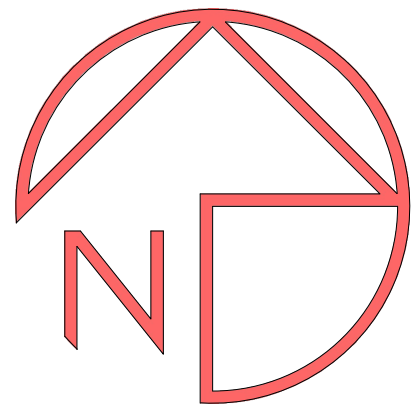
RE-01



LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	MOVILIDAD VEHICULAR
	MOVILIDAD PEATONAL
	PASO PEATONAL
	ZONA PARA ESTACIONAMIENTO

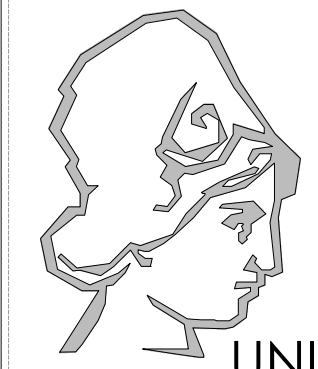
### ESQUEMA DE MOVILIDAD Y REUBICACION DE ESTACIONAMIENTOS ESCALA 1:350

DEBIDO AL INTERÉS DE PRIORIZAR AL PEATÓN (VER PIRAMIDE DE MOVILIDAD URBANA) Y LA MOVILIDAD SOSTENIBLE DENTRO DEL PROYECTO PLANTEADO, LOS ESPACIOS DE ESTACIONAMIENTO QUE SE ENCUENTRAN ACTUALMENTE EN EL TERRENO DE INTERVENCIÓN; SERÁN REDIRIGIDOS AL ESPACIO QUE EL CAMPUS TIENE CONTEMPLADO DENTRO DE SUS PLANES COMO ESPACIOS DE ESTACIONAMIENTO EN LA ZONA INTERVENIDA DE LA BÓVEDA "EL ARENAL", DONDE SE PROPONE DESARROLLAR VERTICALMENTE Y APLICAR EL PAISAJISMO DE MANERA QUE PERMITA EL APROVECHAMIENTO DE VISTAS AGRADABLES DESDE CUALQUIER PUNTO DE OBSERVACIÓN,



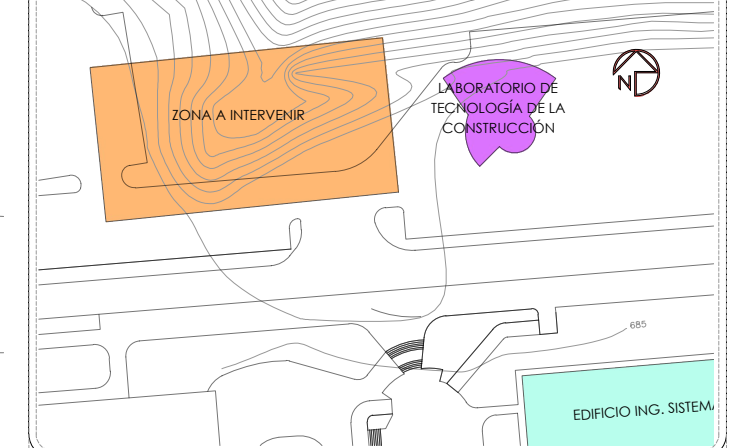
SIMBOLOGÍA DE VEGETACIÓN			
VEGETACIÓN	CARACTERÍSTICAS	VEGETACIÓN	CARACTERÍSTICAS
	ACETUNO - Especie nativa - Mediano - Semicaducifolio - Riego bajo - Luz Total - Crecimiento rápido		CABELLO DE ANGEL - Especie nativa - Mediano - Semicaducifolio - Riego mínimo - Luz Total - Crecimiento moderado
	CHICHIPINCE - Especie nativa - Muy pequeño - Semicaducifolio - Riego mínimo - Luz Total - Crecimiento moderado		ORNAMENTALES - Especie nativa - Muy pequeño - Semicaducifolio/perenne - Riego bajo - Luz Total - Crecimiento moderado

Fuente: Catálogo para la selección de especies arbóreas y vegetativas del AMSS. (OPAMSS 2020)



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.

CROQUIS DE UBICACIÓN



SELLOS

TRABAJO DE GRADO

ASESOR:  
ARQ. RUDY FIGUEROA

CARRERA:  
ARQUITECTURA.

PROYECTO:  
DISEÑO DEL LABORATORIO DE ARQUITECTURA  
BIOCLIMÁTICA FACULTAD DE INGENIERIA Y  
ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR,  
CAMPUS CENTRAL

CONTENIDO:  
PLANTA DE CONJUNTO Y TECHO  
DATALLE DE MATERIALES

PRESENTAN:  
BR. CASTILLO DE LA O, MAYA BEATRIZ.  
BR. CERNA CHAVEZ, JOSÉ RICARDO.  
BR. URRUTIA ROMERO, LILIAN ANDREA.

PROPIETARIO:  
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

ÁREA DEL TERRENO:  
000.00m<sup>2</sup> / 000.00v<sup>2</sup>

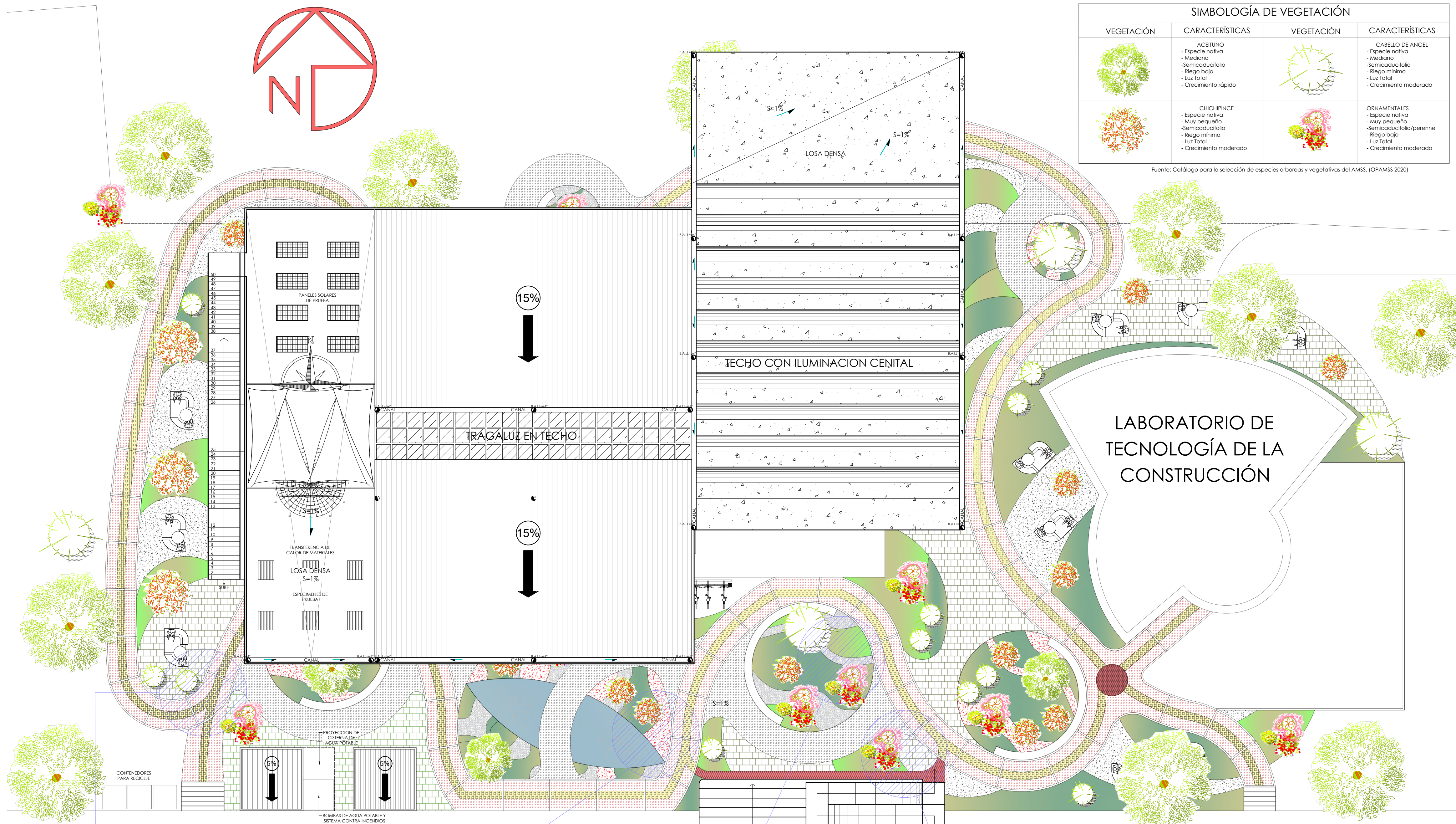
ÁREA CONSTRUIDA:  
000.00m<sup>2</sup> / 000.00v<sup>2</sup>

ESCALA:  
INDICADA.

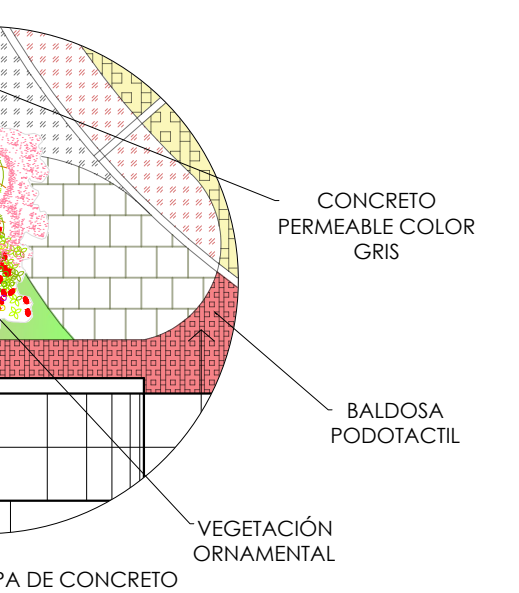
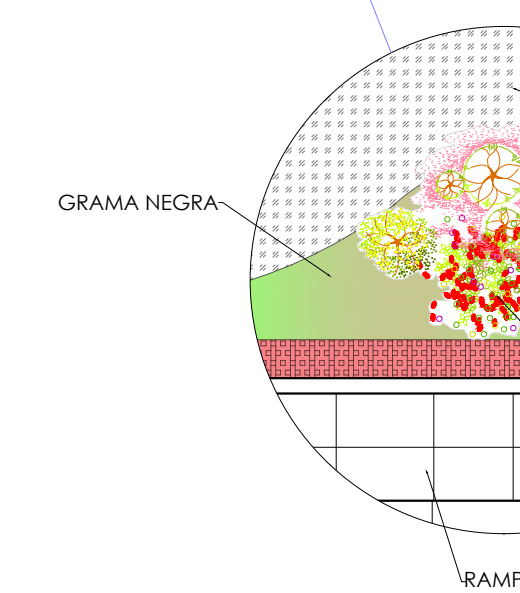
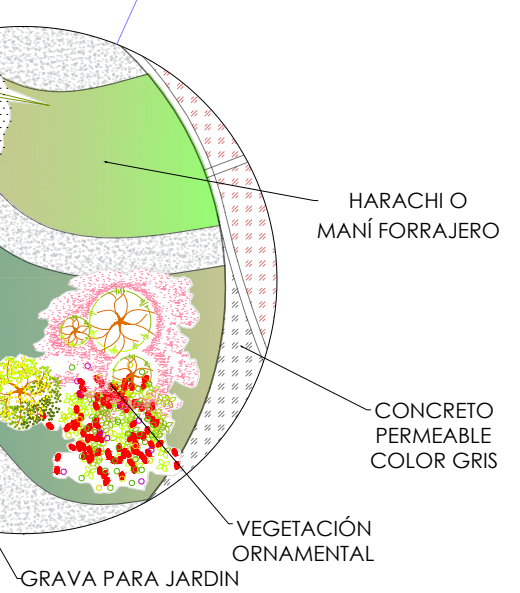
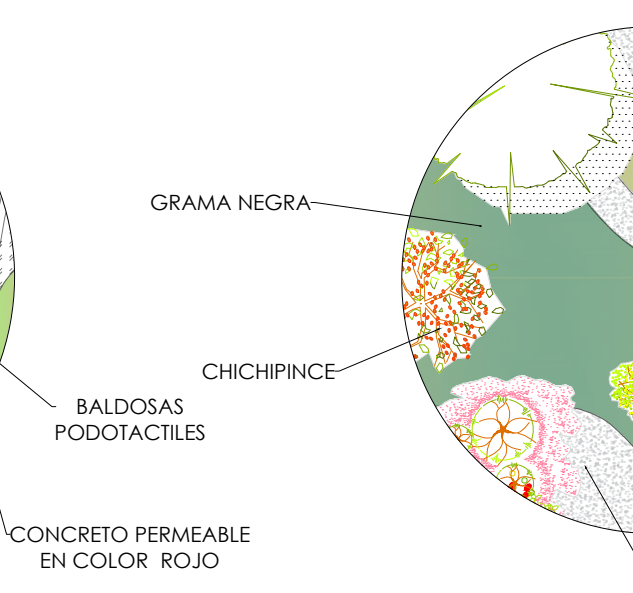
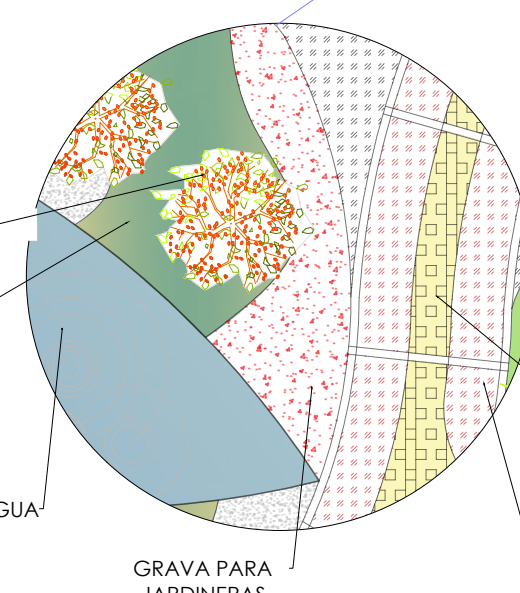
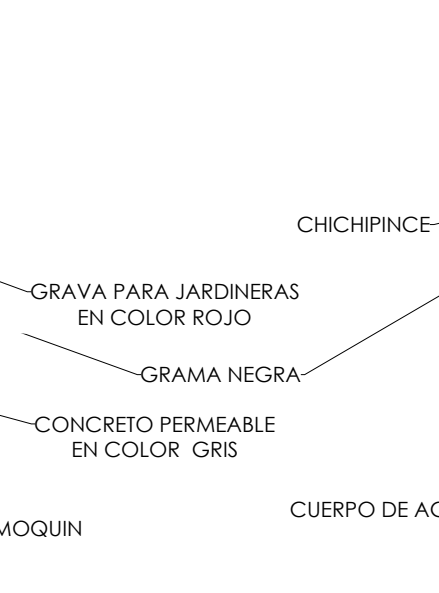
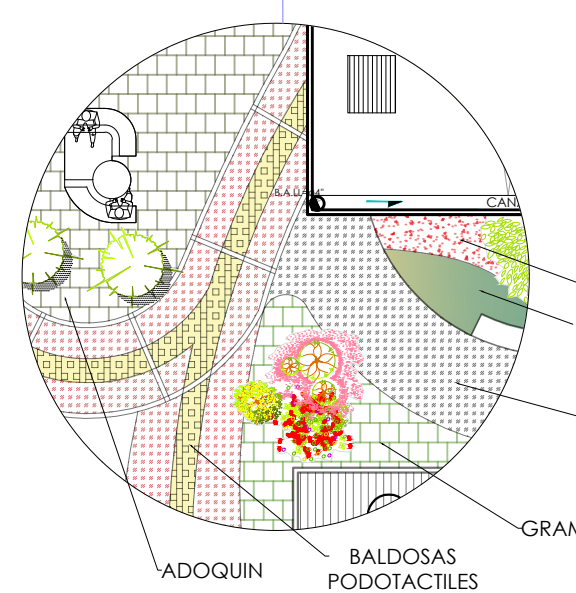
FECHA:  
DICIEMBRE 2020

Página:  
132

HOJA:  
**A-01**

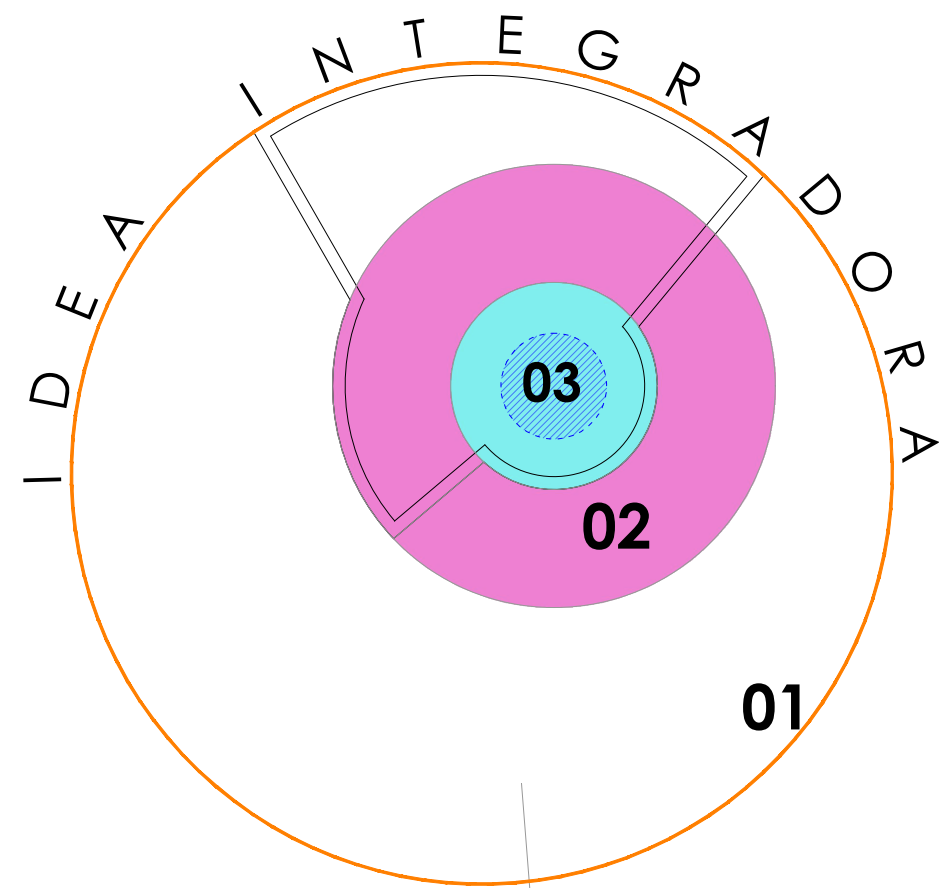


PLANTA ARQUITECTÓNICA DE CONJUNTO Y TECHO  
ESCALA 1:150



ESTRATEGIAS APLICADAS

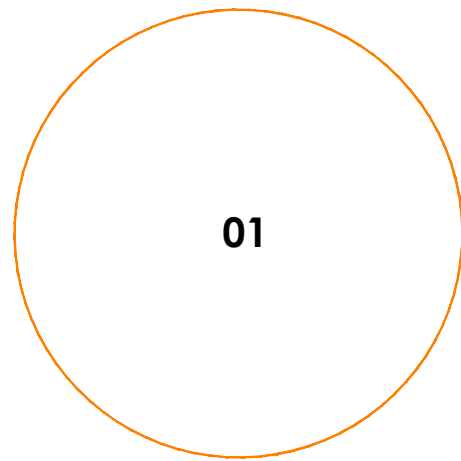
- Priorización del peaton e implementación de accesibilidad y movilidad universal
- Utilización de paisajismo que invite actividades al exterior
- Incremento de la infiltración de agua lluvia mediante el aumento de porcentaje de permeabilidad



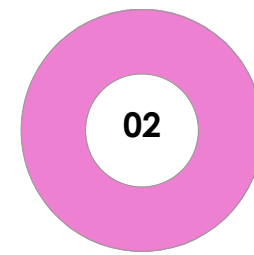
CON EL INTERÉS DE CREAR UNA COMPOSICIÓN DE DISEÑO EN EL EMPLAZAMIENTO (LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN), SE PARTE DE LA IDEA DE DECONSTRUIR EL LABORATORIO DE TECNOLOGÍA EN FIGURAS GEOMÉTRICAS SIMPLES QUE GENEREN TRAZADOS REGULADORES DE FORMA MODULAR (PARA LA CREACIÓN DE JARDINERAS Y PLAZAS) Y LA COMBINACIÓN DE ESTAS FORMAS (PARA LA CREACIÓN DE CAMINAMIENTOS Y ZONAS DE TRANSITO PEATONAL) QUE EN CONJUNTO FORMEN LA TOTALIDAD DEL PROYECTO, SABRIENDO QUE EN UN FUTURO SE PREVÉ SEA EL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA DE LA ESCUELA DE ARQUITECTURA

IDEA INTEGRADORA

TRAZADOS REGULADORES



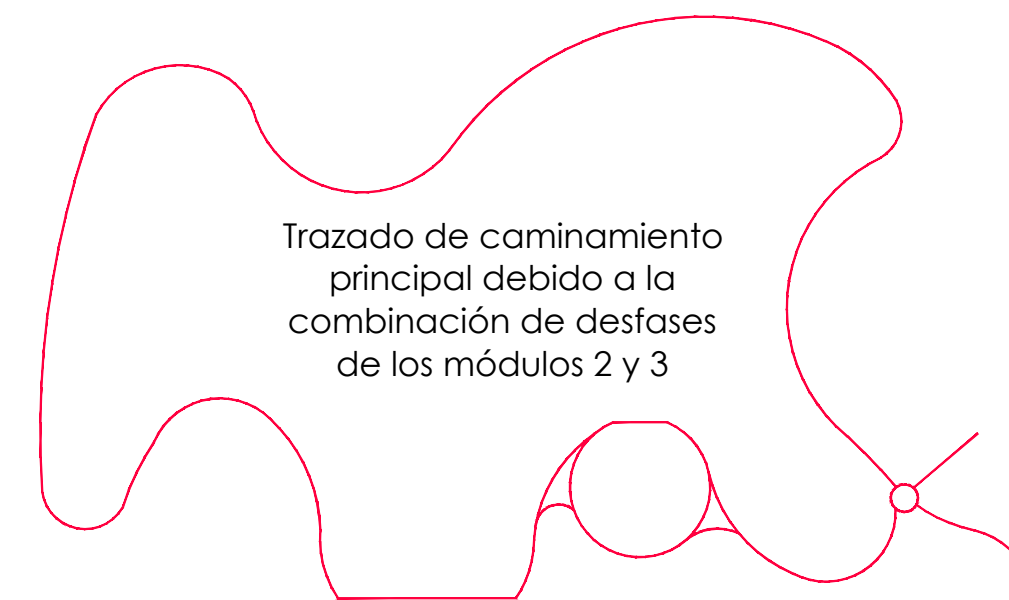
01  
Módulo utilizado para zona de jardines



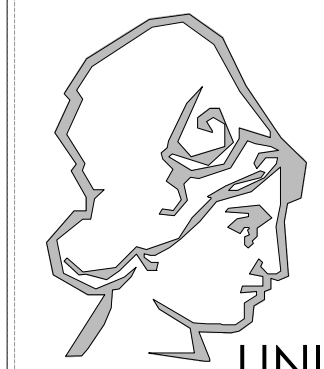
02  
Módulo utilizada para zona de laguna de infiltración



03  
Módulo para jardineras con banqueta incluida

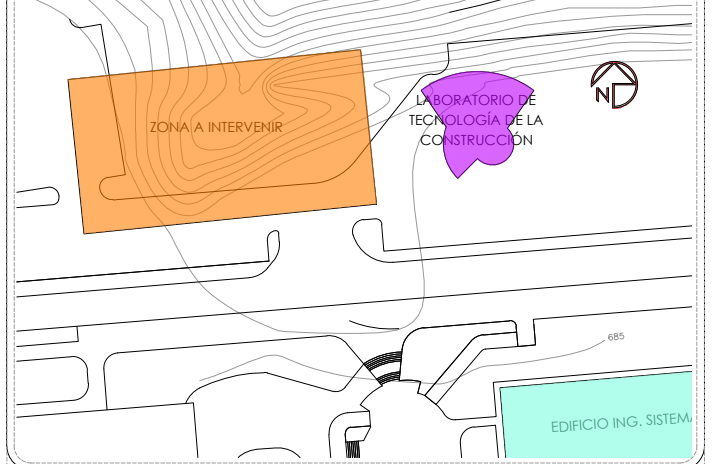


Trazado de caminamiento principal debido a la combinación de desfases de los módulos 2 y 3



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.

CROQUIS DE UBICACIÓN



SELLOS

TRABAJO DE GRADO

ASESOR:  
ARQ. RUDY FIGUEROA

CARRERA:  
ARQUITECTURA.

PROYECTO:  
DISEÑO DEL LABORATORIO DE ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, CAMPUS CENTRAL

CONTENIDO:  
PLANTA COMPOSICIÓN DE DISEÑO DEL CONJUNTO

PRESENTAN:  
BR. CASTILLO DE LA O, MAYA BEATRIZ.  
BR. CERNA CHAVEZ, JOSÉ RICARDO.  
BR. URRUTIA ROMERO, LILIAN ANDREA.

PROPIETARIO:  
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

ÁREA DEL TERRENO:  
000.00m<sup>2</sup> / 000.00v<sup>2</sup>      ÁREA CONSTRUIDA:  
000.00m<sup>2</sup> / 000.00v<sup>2</sup>

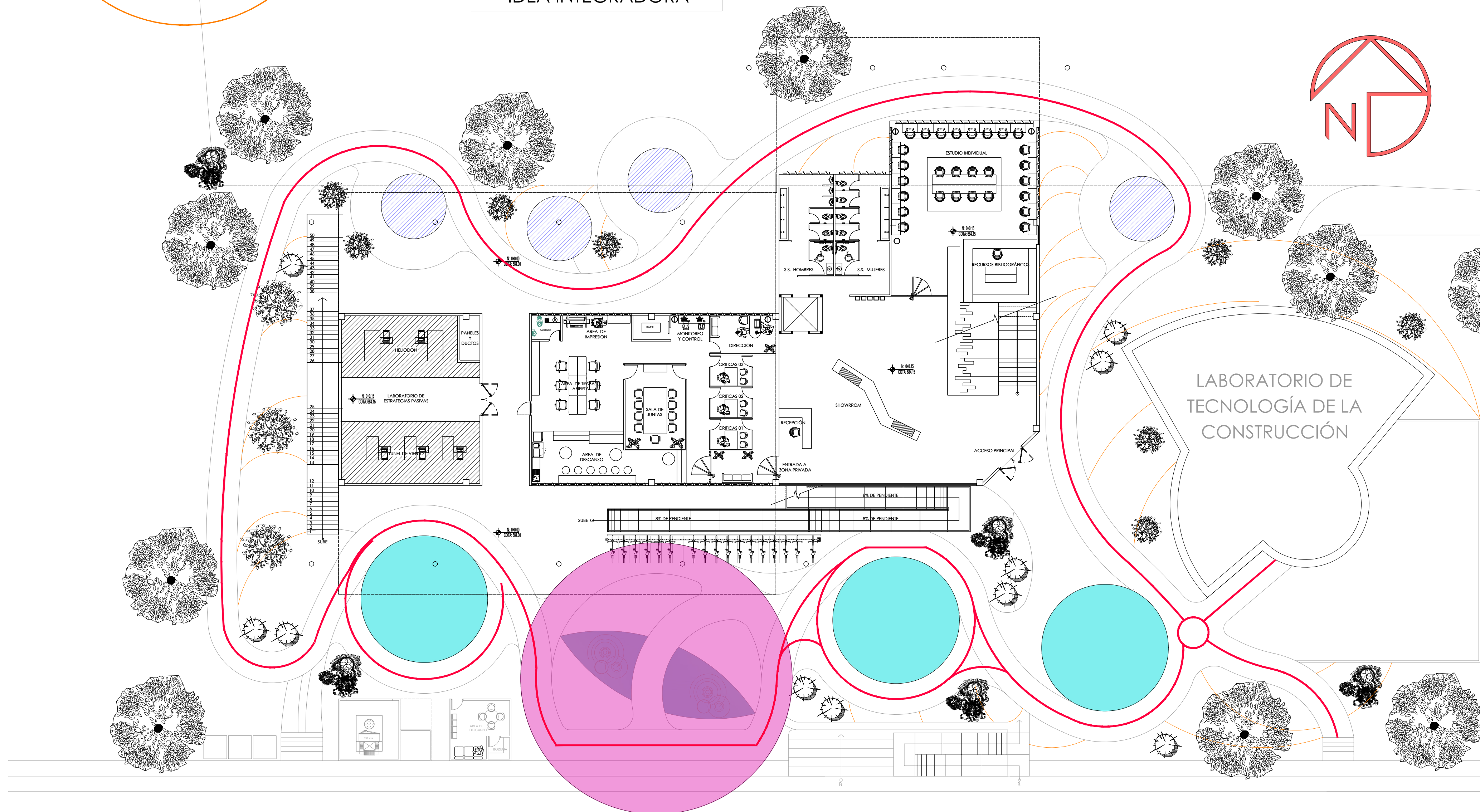
ESCALA:  
INDICADA.

HOJA:

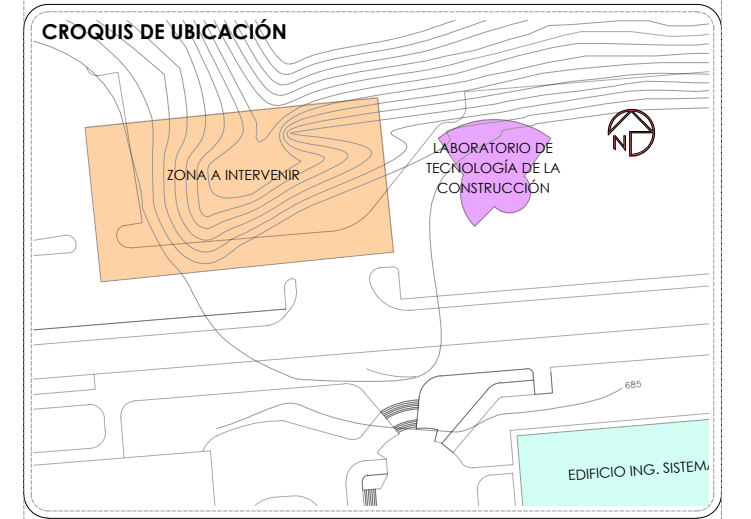
FECHA:  
DICIEMBRE 2020

Página:  
133

A-02



PLANTA COMPOSICIÓN DE DISEÑO DEL CONJUNTO  
ESCALA 1:175



SELLOS

TRABAJO DE GRADO

ASESOR:  
ARQ. RUDY FIGUEROA

CARRERA:  
ARQUITECTURA .

PROYECTO:  
DISEÑO DEL LABORATORIO DE ARQUITECTURA  
BIOClimática FACULTAD DE INGENIERÍA Y  
ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR,  
CAMPUS CENTRAL

CONTENIDO:  
PLANTA DE ARQUITECTÓNICA DE CONJUNTO  
Y PRIMER NIVEL

PRESENTAN:  
BR. CASTILLO DE LA O, MAYA BEATRIZ.  
BR. CERNA CHAVEZ, JOSÉ RICARDO.  
BR. URRUTIA ROMERO, LILIAN ANDREA.

PROPIETARIO:  
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

ÁREA DEL TERRENO:  
000.00m<sup>2</sup> / 000.00v<sup>2</sup>

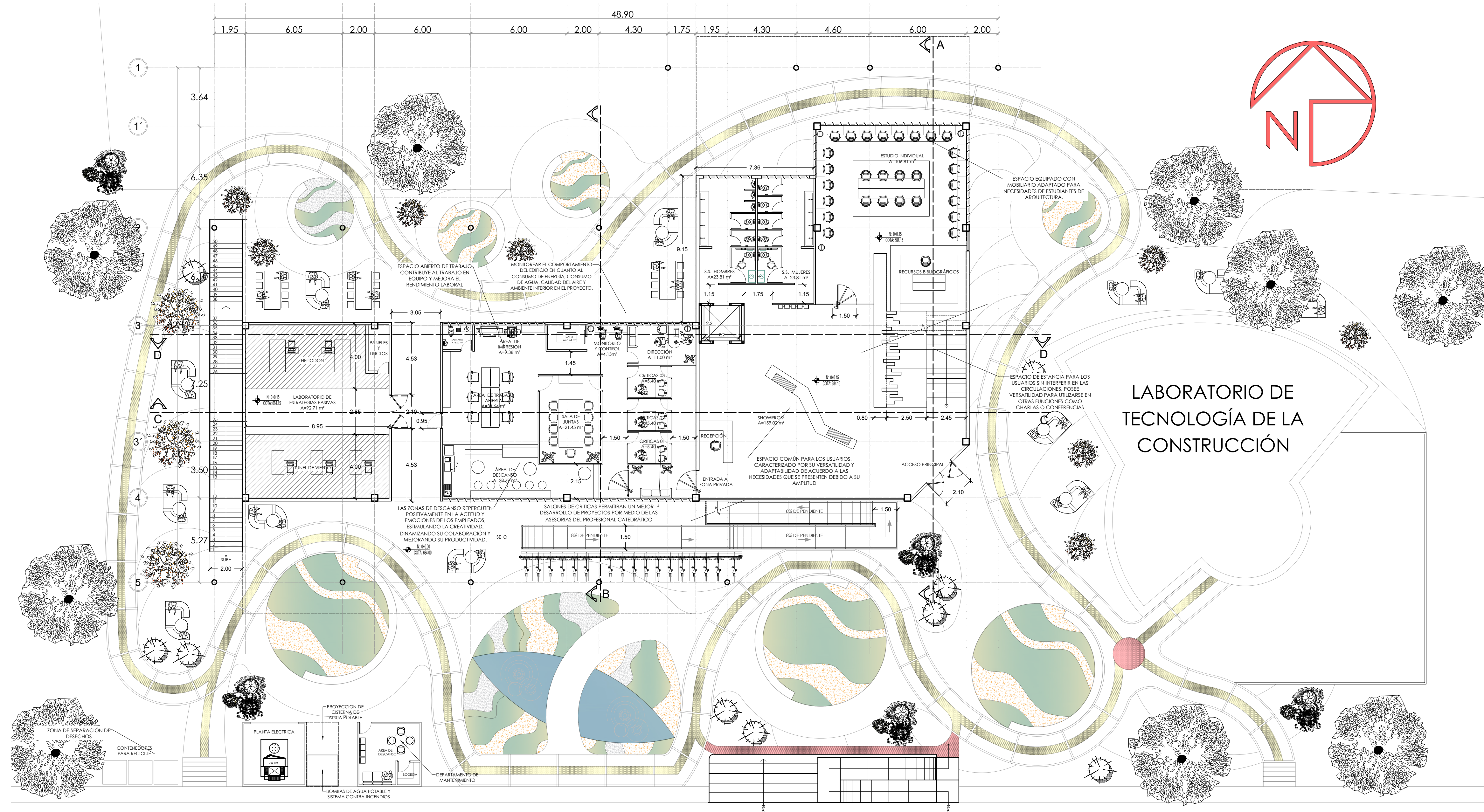
ÁREA CONSTRUIDA:  
000.00m<sup>2</sup> / 000.00v<sup>2</sup>

ESCALA:  
INDICADA.

FECHA:  
DICIEMBRE 2020

Página:  
134

HOJA:  
**A-03**



PLANTA DE CONJUNTO Y NIVEL 1  
ESCALA 1:150

↑  
ACCESO PRINCIPAL

**ESTRATEGIAS APLICADAS**

- Ventilación e iluminación natural
- Orientación norte-sur en la fachada mas larga
- Reducción de isla de calor mediante el uso de vegetación y materiales.

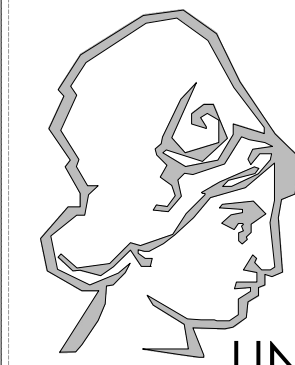
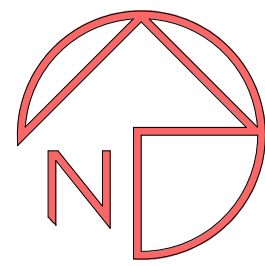
**ESTRATEGIAS APLICADAS**

- Utilización de paisajismo que invite actividades al exterior
- Propiciar la aplicación de la movilidad sostenible a través del uso de la bicicleta
- Conservación de arboles y propuesta de especies nativas

**ESTRATEGIAS APLICADAS**

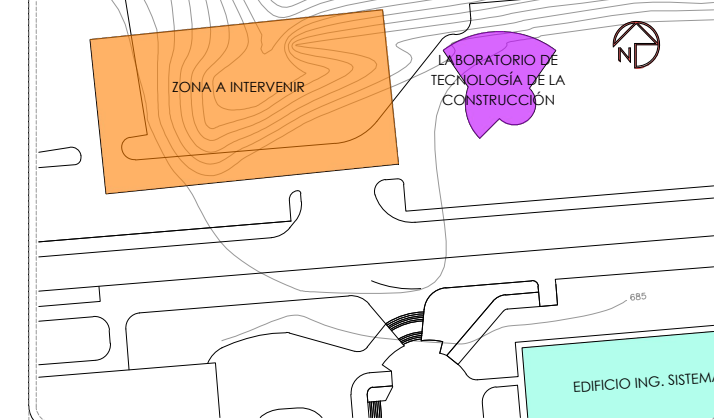
- Vistas agradables para los usuarios al interior y hacia el exterior
- Implementación de estrategias de tratamiento de desechos mediante la separación por tipo
- cuerpos de agua favorece la generación de corrientes de aire, constituyendo así un sistemas sustentable de enfriamiento para ambientes exteriores.





UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.

CROQUIS DE UBICACIÓN



SELLOS

TRABAJO DE GRADO

ASESOR: ARQ. RUDY FIGUEROA

CARRERA: ARQUITECTURA

PROYECTO: DISEÑO DEL LABORATORIO DE ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, CAMPUS CENTRAL

CONTENIDO: PLANTA DE ARQUITECTÓNICA DE SEGUNDO NIVEL

PRESENTAN: BR. CASTILLO DE LA O, MAYA BEATRIZ. BR. CERNA CHAVEZ, JOSÉ RICARDO. BR. URRUTIA ROMERO, LILIAN ANDREA.

PROPIETARIO: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

ÁREA DEL TERRENO: 000.00m<sup>2</sup> / 000.00v<sup>2</sup>

ÁREA CONSTRUIDA: 000.00m<sup>2</sup> / 000.00v<sup>2</sup>

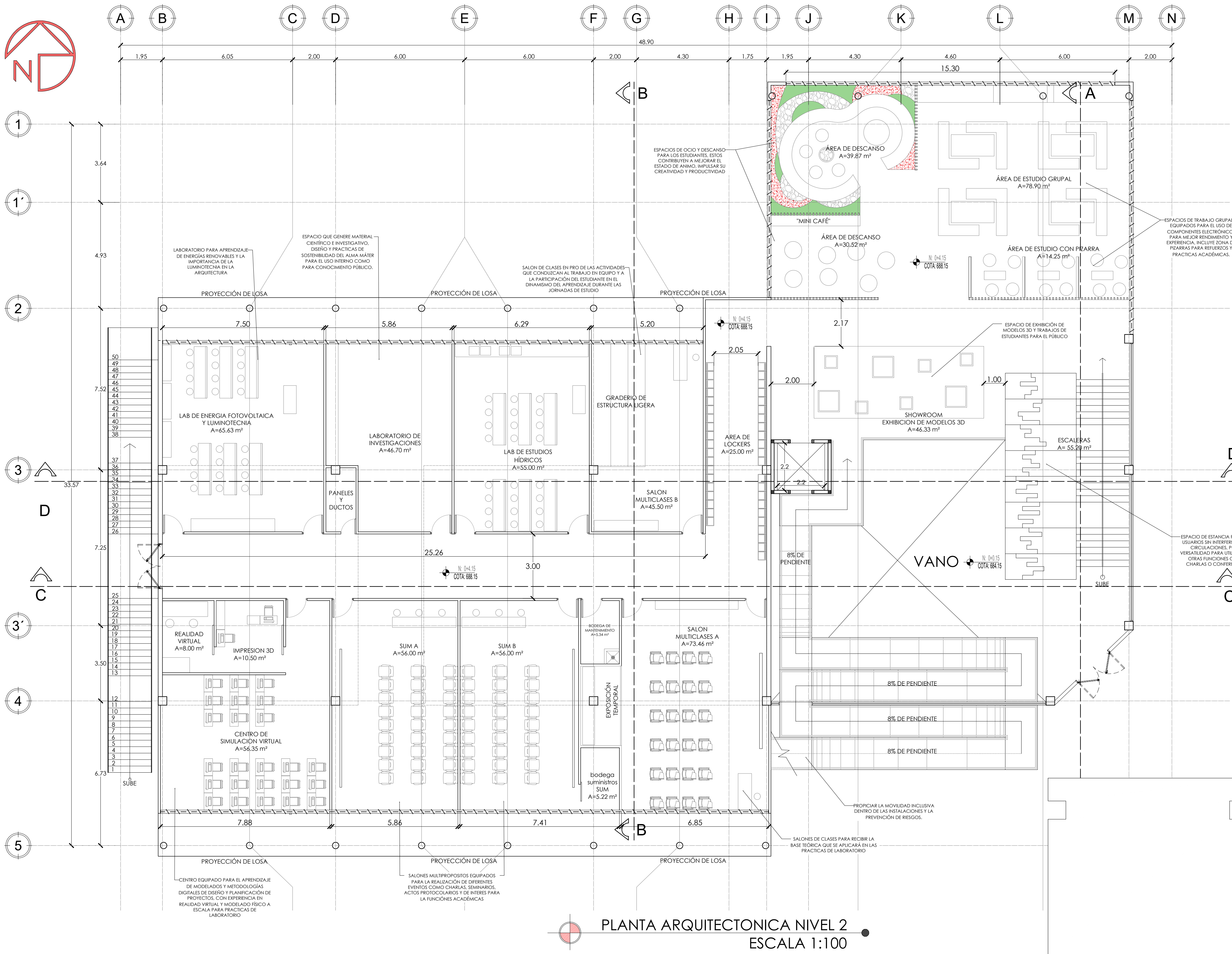
ESCALA: INDICADA.

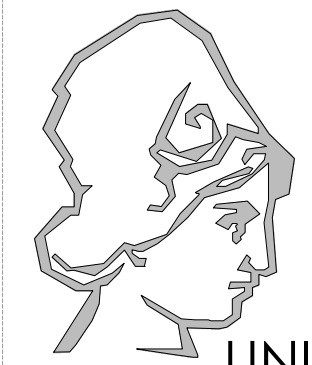
HOJA:

A-04

FECHA: DICIEMBRE 2020

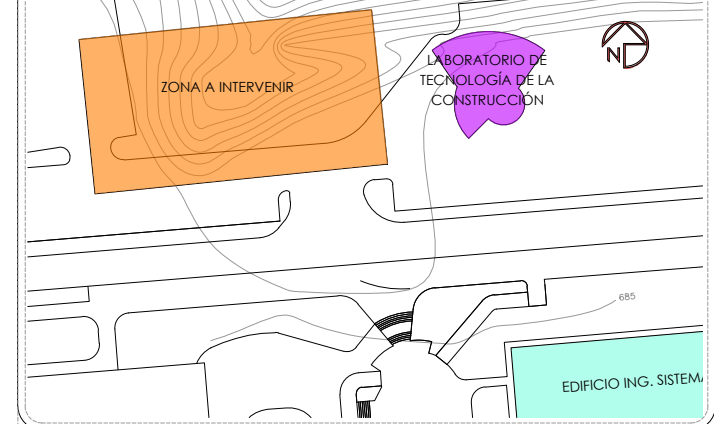
Página: 135





UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.

CROQUIS DE UBICACIÓN



SELLOS

TRABAJO DE GRADO

ASESOR:

ARQ. RUDY FIGUEROA

CARRERA:

ARQUITECTURA

PROYECTO:

DISEÑO DEL LABORATORIO DE ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR. CAMPUS CENTRAL

CONTENIDO:

SECCIONES ARQUITECTÓNICAS TRANSVERSALES A-A Y B-B

PRESENTAN:

BR. CASTILLO DE LA O, MAYA BEATRIZ.  
BR. CERNA CHAVEZ, JOSÉ RICARDO.  
BR. URRUTIA ROMERO, LILIAN ANDREA.

PROPIETARIO:

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

ÁREA DEL TERRENO:

000.00m<sup>2</sup> / 000.00v<sup>2</sup>

ÁREA CONSTRUIDA:

000.00m<sup>2</sup> / 000.00v<sup>2</sup>

ESCALA:

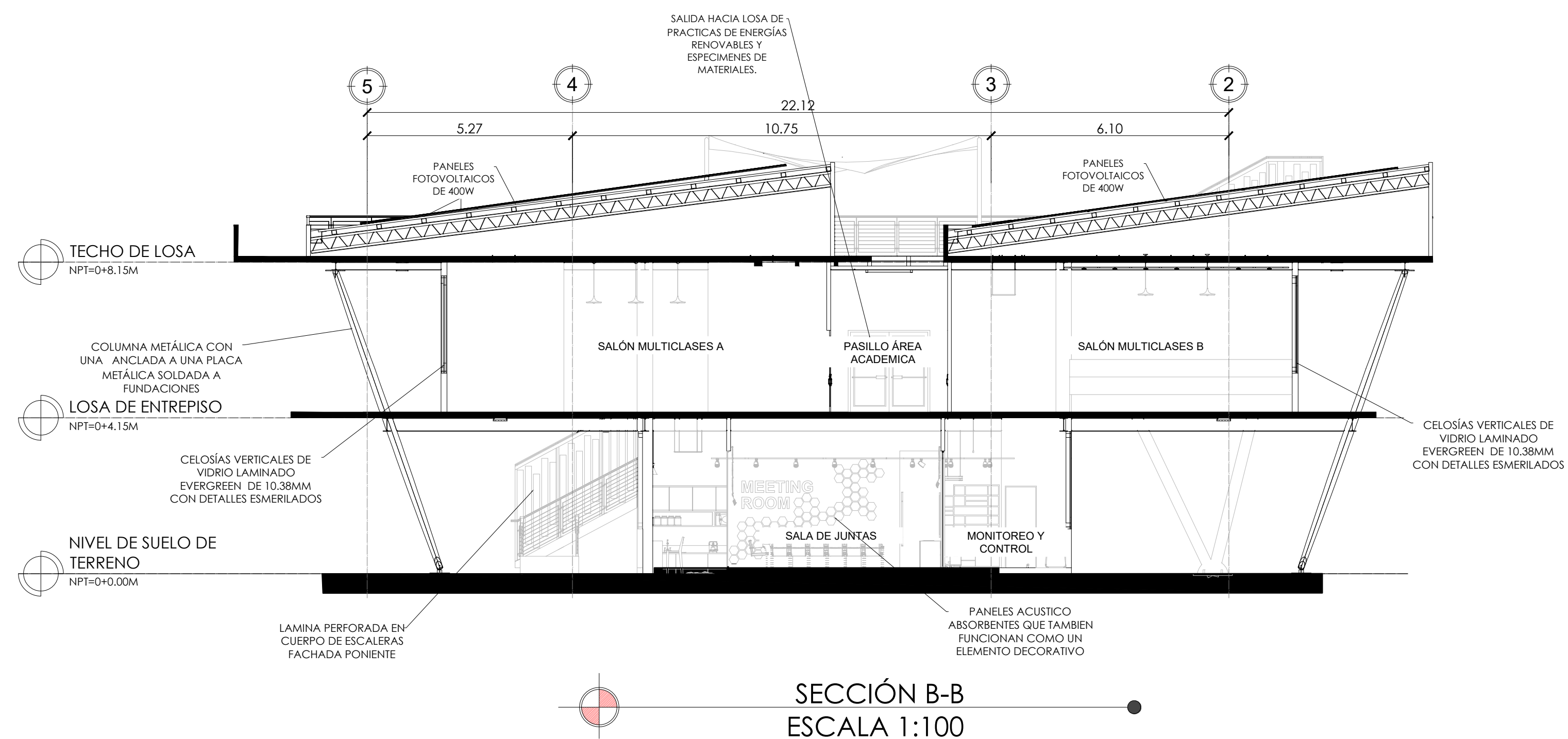
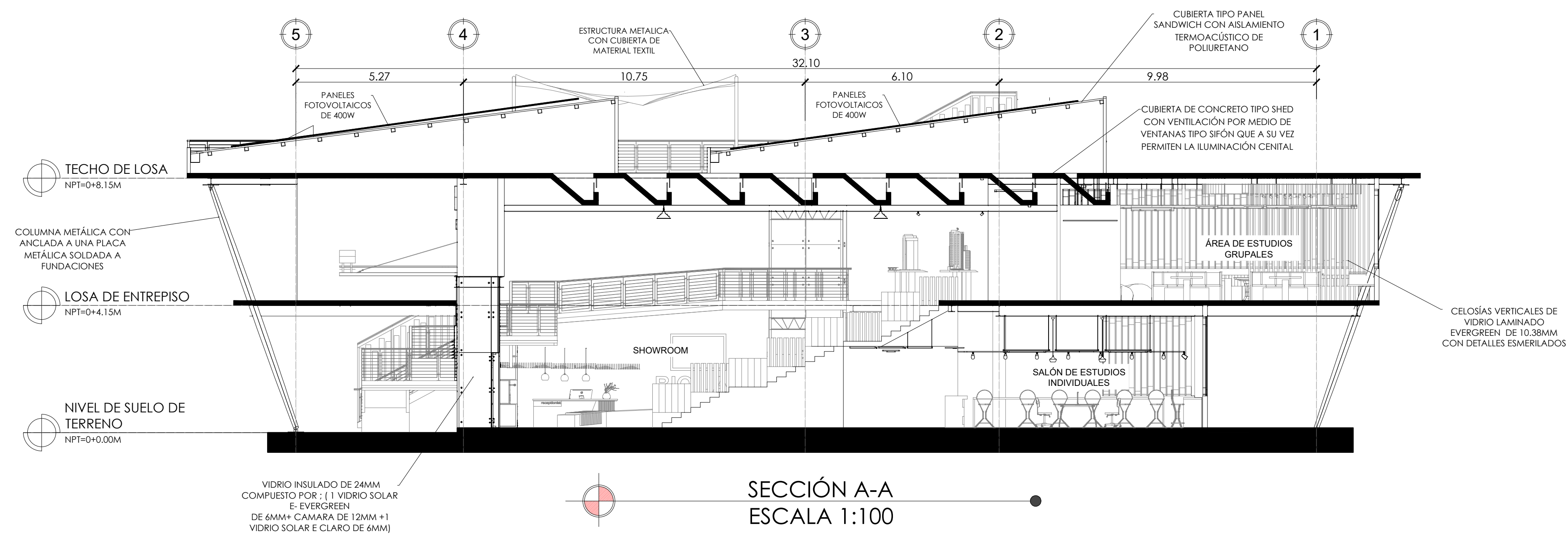
INDICADA.

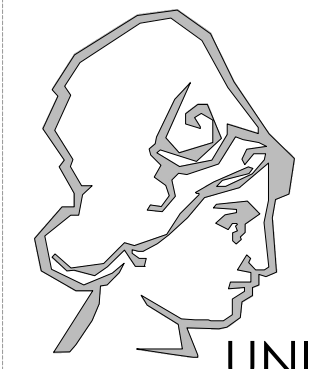
HOJA:

A-05

Página:

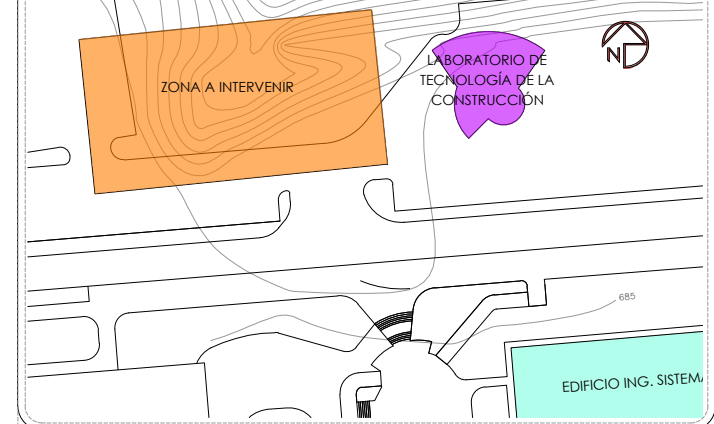
136





UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.

CROQUIS DE UBICACIÓN



SELLOS

TRABAJO DE GRADO

ASESOR:  
ARQ. RUDY FIGUEROA

CARRERA:  
ARQUITECTURA

PROYECTO:  
DISEÑO DEL LABORATORIO DE ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, CAMPUS CENTRAL

CONTENIDO:  
SECCIONES ARQUITECTÓNICAS LONGITUDINALES C-C Y D-D

PRESENTAN:  
BR. CASTILLO DE LA O, MAYA BEATRIZ.  
BR. CERNA CHAVEZ, JOSÉ RICARDO.  
BR. URRUTIA ROMERO, LILIAN ANDREA.

PROPIETARIO:  
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

ÁREA DEL TERRENO:  
000.00m<sup>2</sup> / 000.00v<sup>2</sup>      ÁREA CONSTRUIDA:  
000.00m<sup>2</sup> / 000.00v<sup>2</sup>

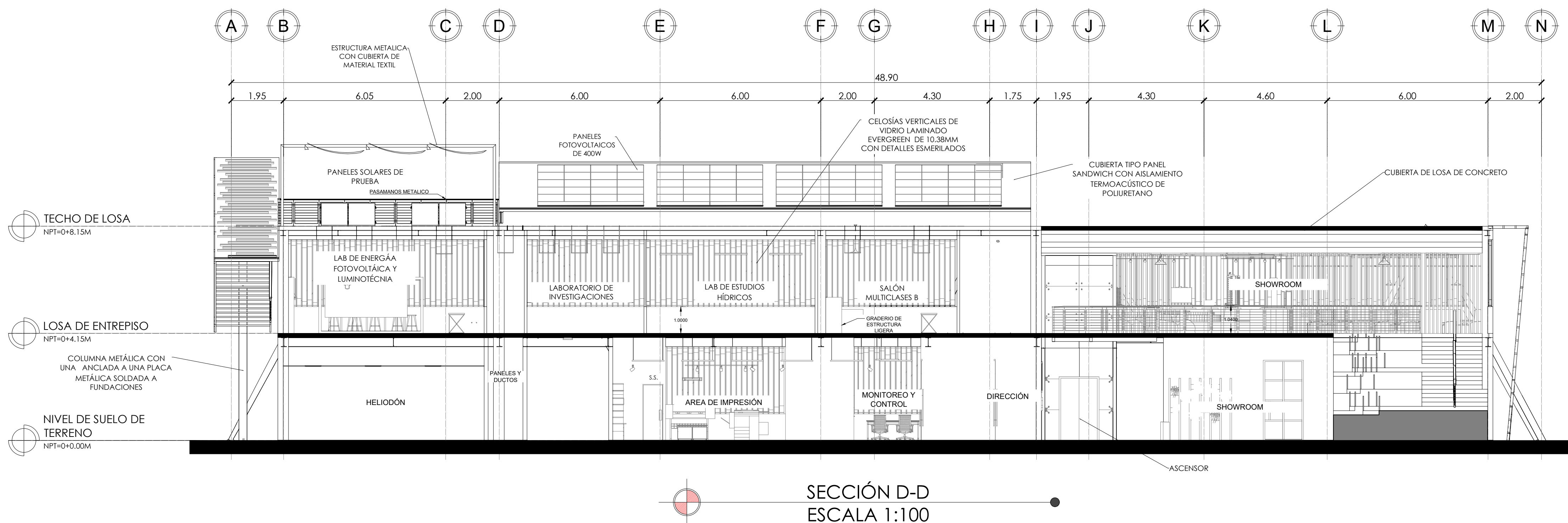
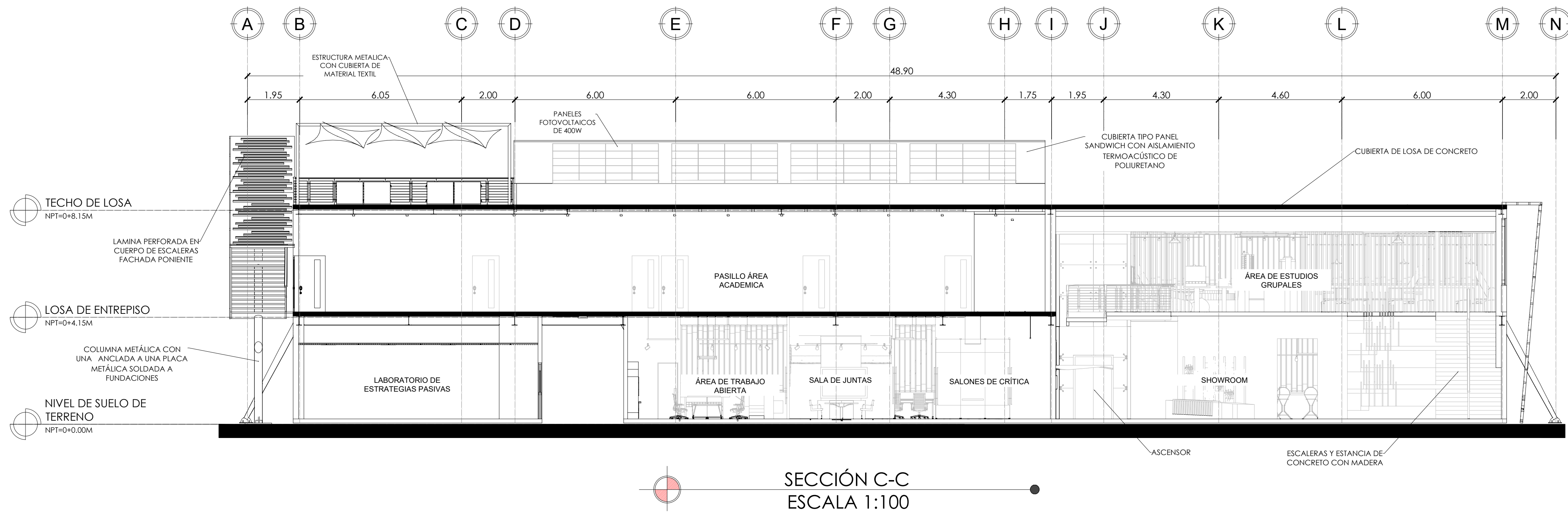
ESCALA:  
INDICADA.

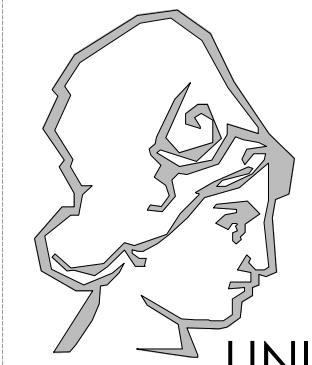
HOJA:

FECHA:  
DICIEMBRE 2020

Página:  
137

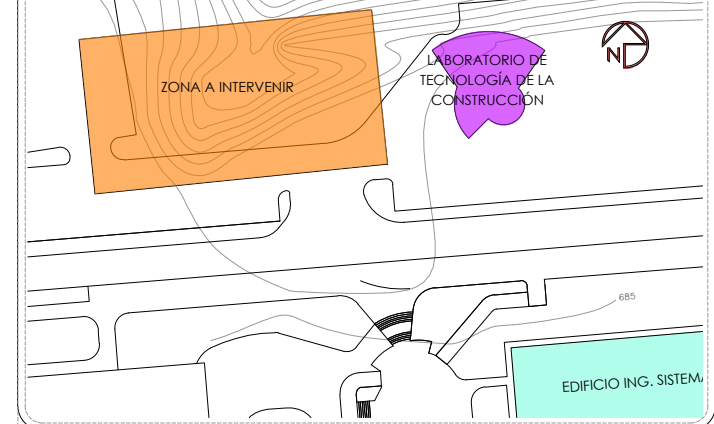
A-06





UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.

CROQUIS DE UBICACIÓN



SELLOS

TRABAJO DE GRADO

ASESOR: ARQ. RUDY FIGUEROA

CARRERA: ARQUITECTURA

PROYECTO: DISEÑO DEL LABORATORIO DE ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, CAMPUS CENTRAL

CONTENIDO: FACHADAS ARQUITECTÓNICAS SUR Y NORTE

PRESENTAN: BR. CASTILLO DE LA O, MAYA BEATRIZ. BR. CERNA CHAVEZ, JOSÉ RICARDO. BR. URRUTIA ROMERO, LILIAN ANDREA.

PROPIETARIO: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

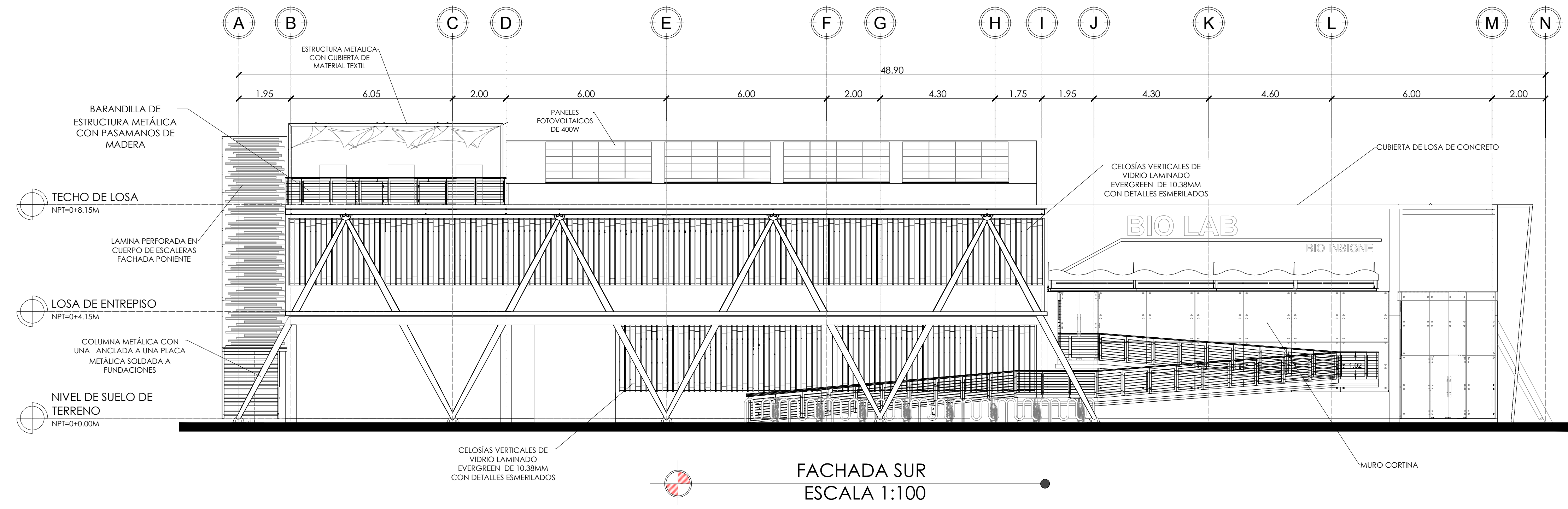
ÁREA DEL TERRENO: 000.00m² / 000.00v². ÁREA CONSTRUIDA: 000.00m² / 000.00v²

ESCALA: INDICADA.

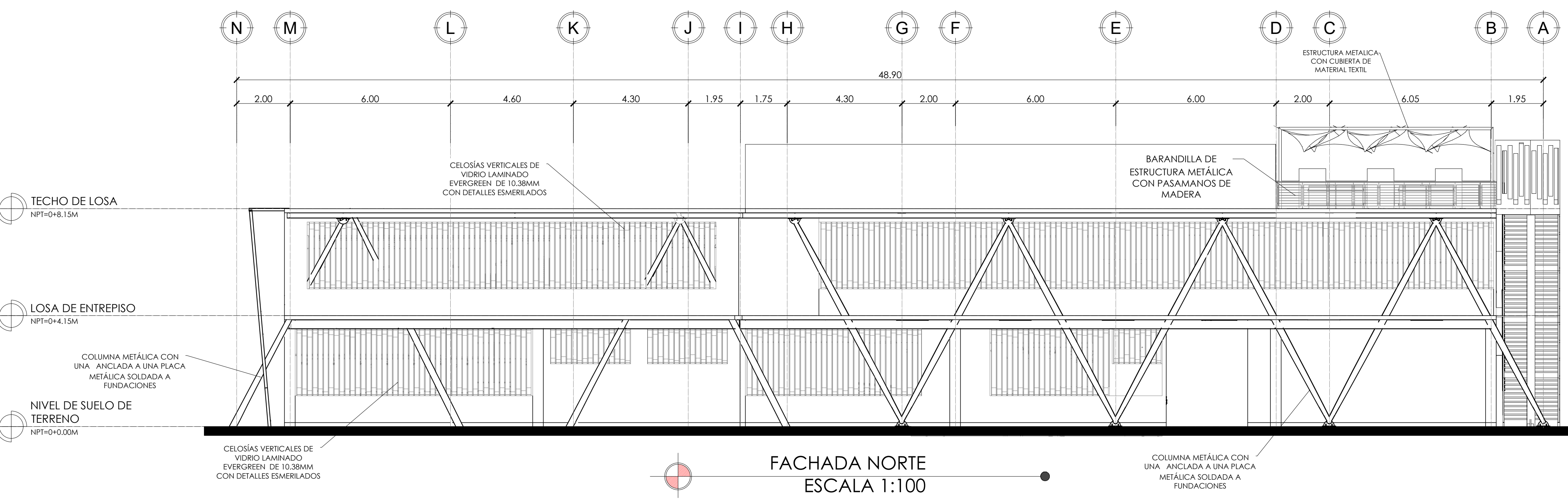
FECHA: DICIEMBRE 2020

Página: 138

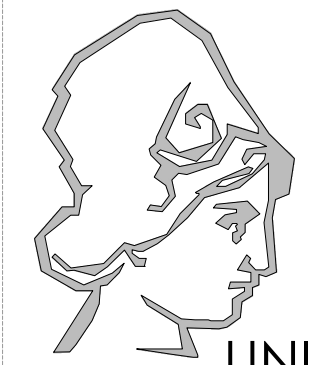
HOJA: A-07



FACHADA SUR ESCALA 1:100

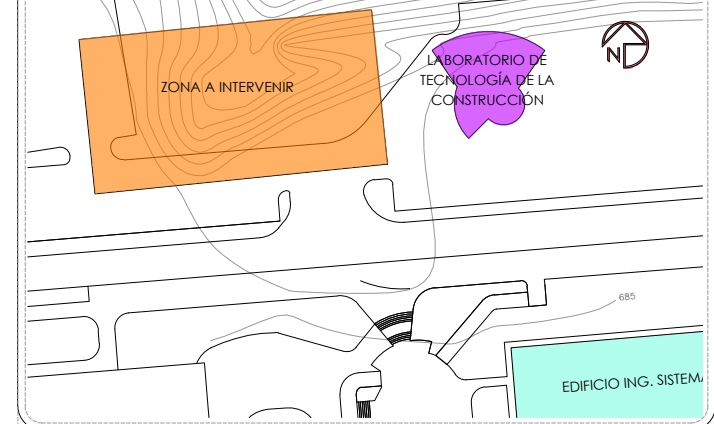


FACHADA NORTE ESCALA 1:100



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.

CROQUIS DE UBICACIÓN



SELLOS

TRABAJO DE GRADO

ASESOR:  
ARQ. RUDY FIGUEROA

CARRERA:  
ARQUITECTURA

PROYECTO:  
DISEÑO DEL LABORATORIO DE ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, CAMPUS CENTRAL

CONTENIDO:  
FACHADAS ARQUITECTÓNICAS PONIENTE Y ORIENTE

PRESENTAN:  
BR. CASTILLO DE LA O, MAYA BEATRIZ.  
BR. CERNA CHAVEZ, JOSÉ RICARDO.  
BR. URRUTIA ROMERO, LILIAN ANDREA.

PROPIETARIO:  
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

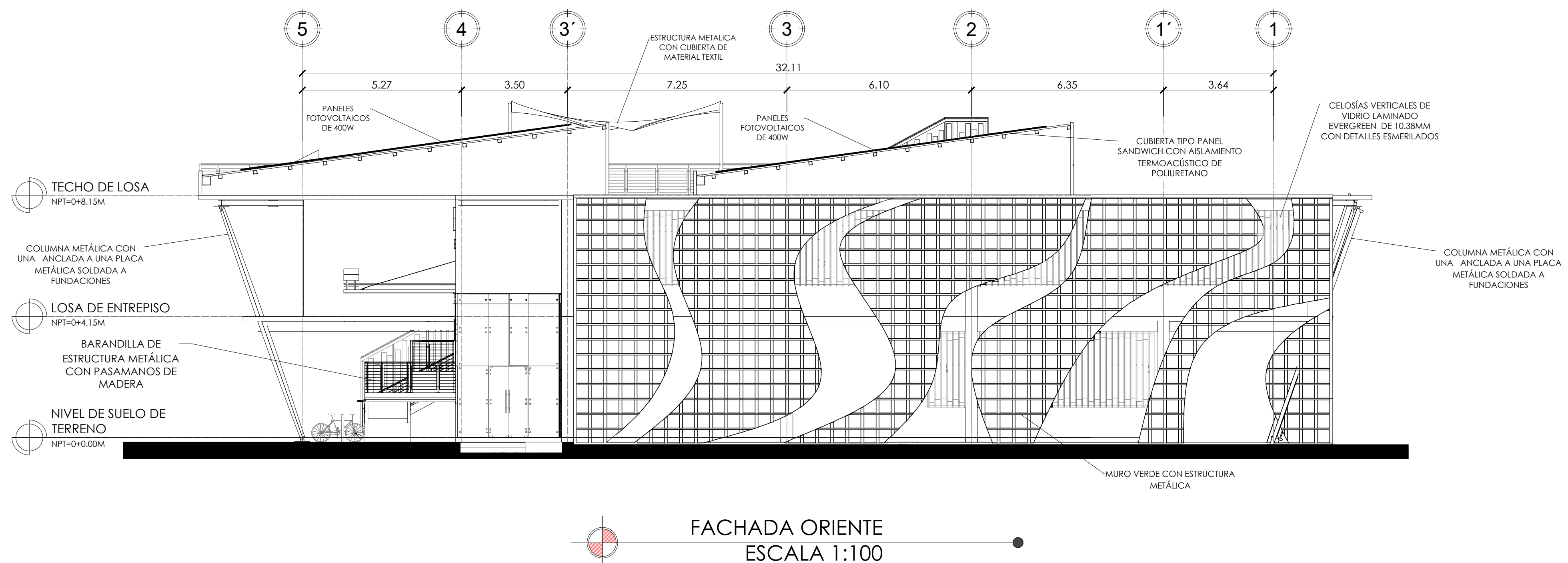
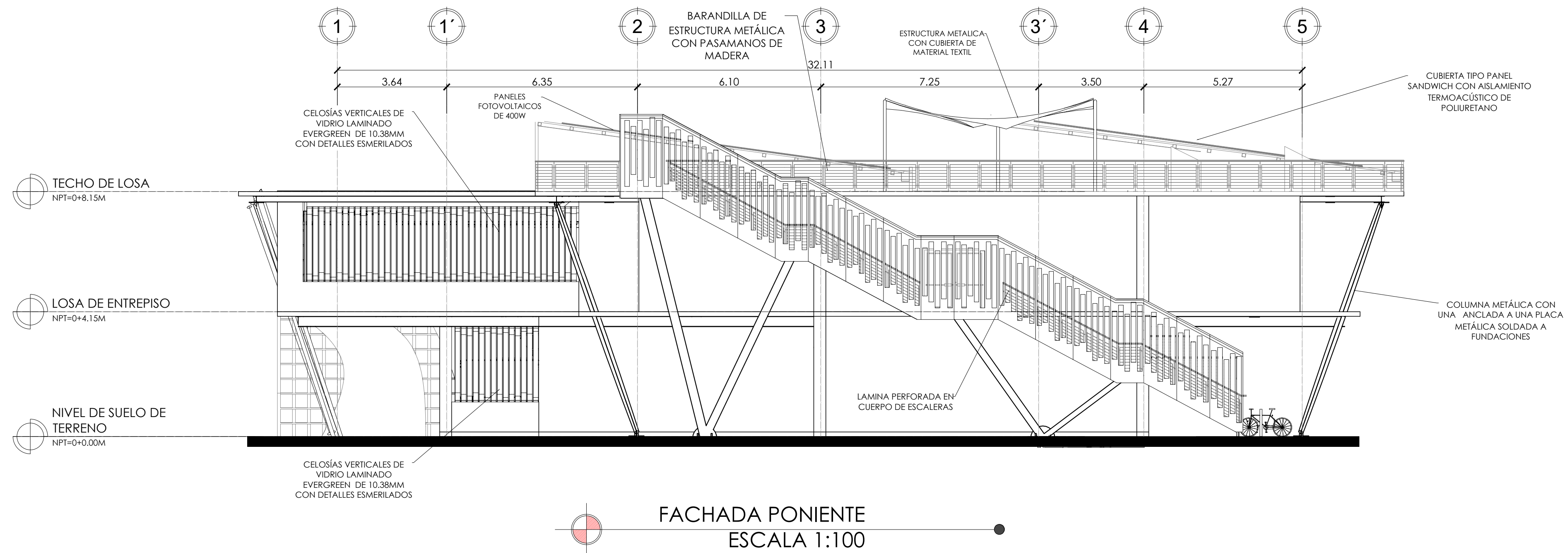
ÁREA DEL TERRENO:  
000.00m<sup>2</sup> / 000.00v<sup>2</sup>      ÁREA CONSTRUIDA:  
000.00m<sup>2</sup> / 000.00v<sup>2</sup>

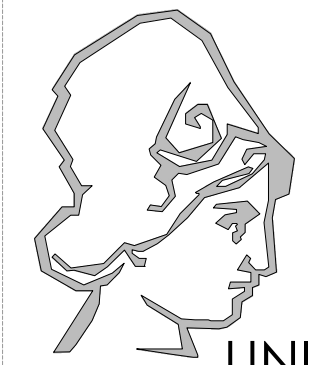
ESCALA:  
INDICADA.

HOJA:

A-08

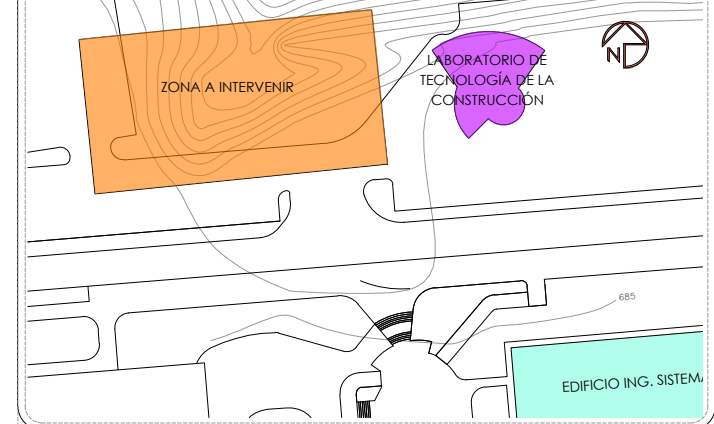
Página:  
139





UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.

CROQUIS DE UBICACIÓN



SELLOS

TRABAJO DE GRADO

ASESOR:  
ARQ. RUDY FIGUEROA

CARRERA:  
ARQUITECTURA.

PROYECTO:  
DISEÑO DEL LABORATORIO DE ARQUITECTURA  
BIOCIMÁTICA FACULTAD DE INGENIERIA Y  
ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR,  
CAMPUS CENTRAL

CONTENIDO:  
DETALLES ARQUITECTÓNICOS:  
-ESTRUCTURA MURO VERDE  
-CUERPO DE ESCALERAS COSTADO PONIENTE  
-RAMPA DE ACCESO A NIVEL 2

PRESENTAN:  
BR. CASTILLO DE LA O, MAYA BEATRIZ.  
BR. CERNA CHAVEZ, JOSÉ RICARDO.  
BR. URRUTIA ROMERO, LILIAN ANDREA.

PROPIETARIO:  
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

ÁREA DEL TERRENO:  
000.00m<sup>2</sup> / 000.00v<sup>2</sup>      ÁREA CONSTRUIDA:  
000.00m<sup>2</sup> / 000.00v<sup>2</sup>

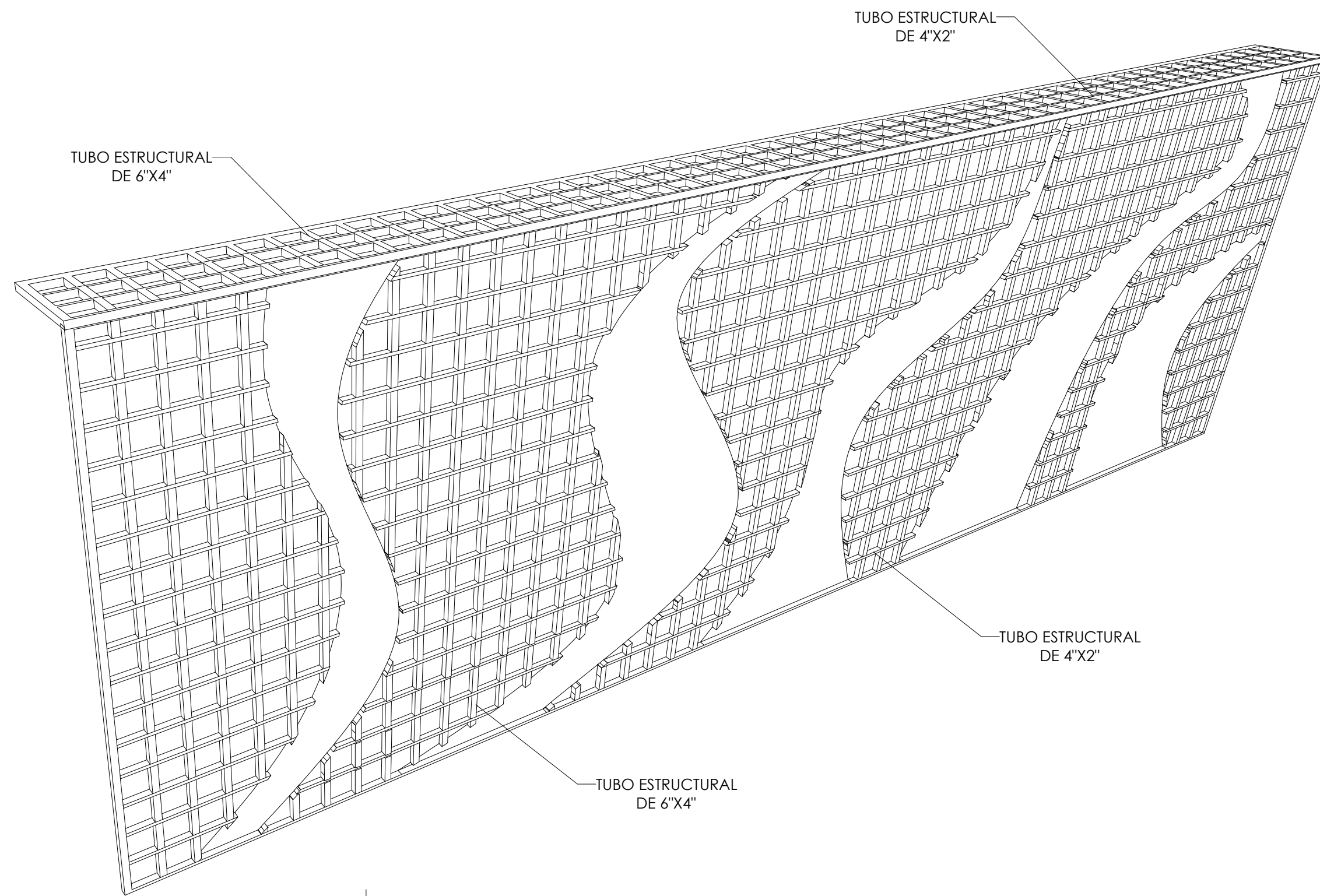
ESCALA:  
INDICADA.

HOJA:

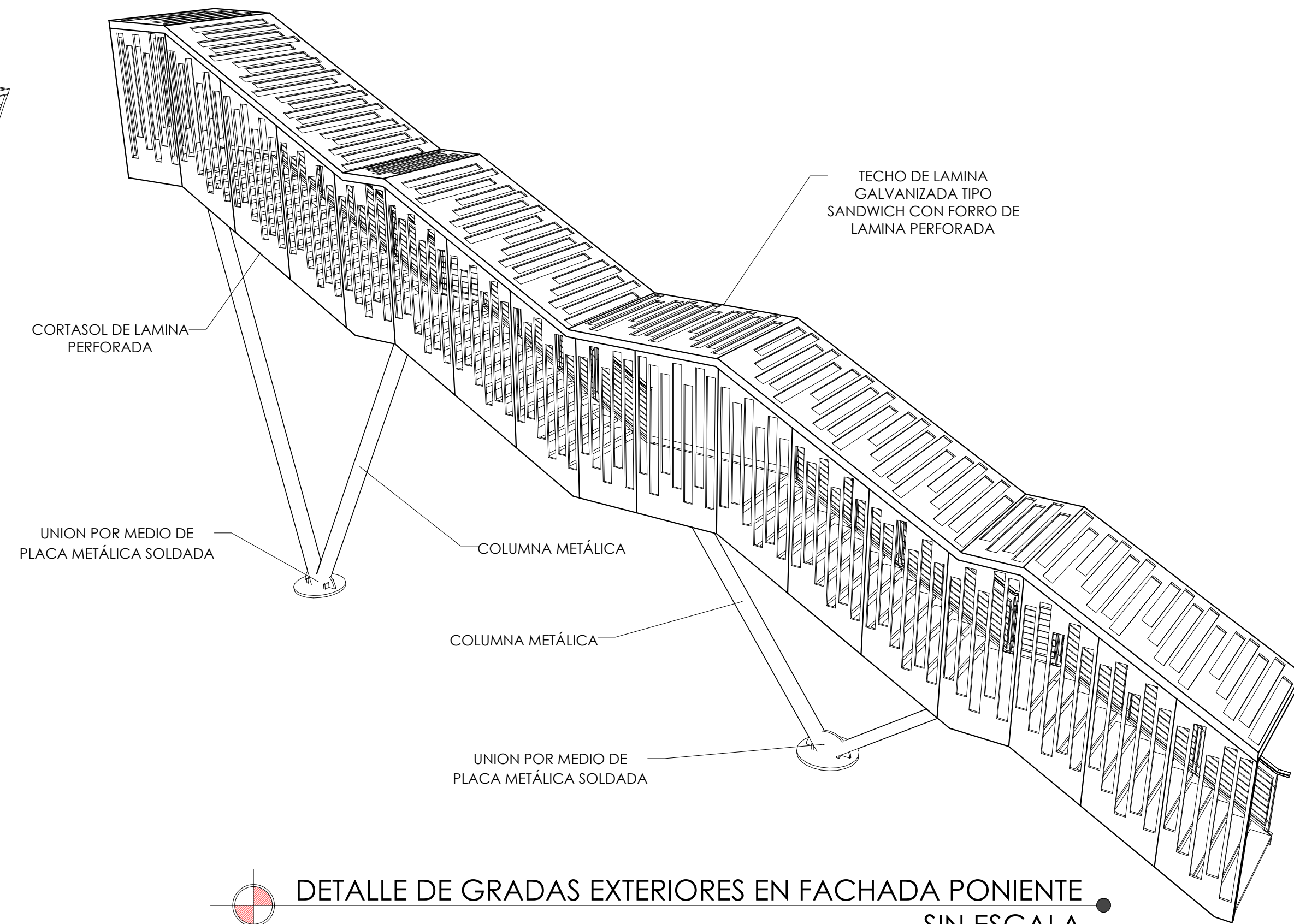
A-09

FECHA:  
DICIEMBRE 2020

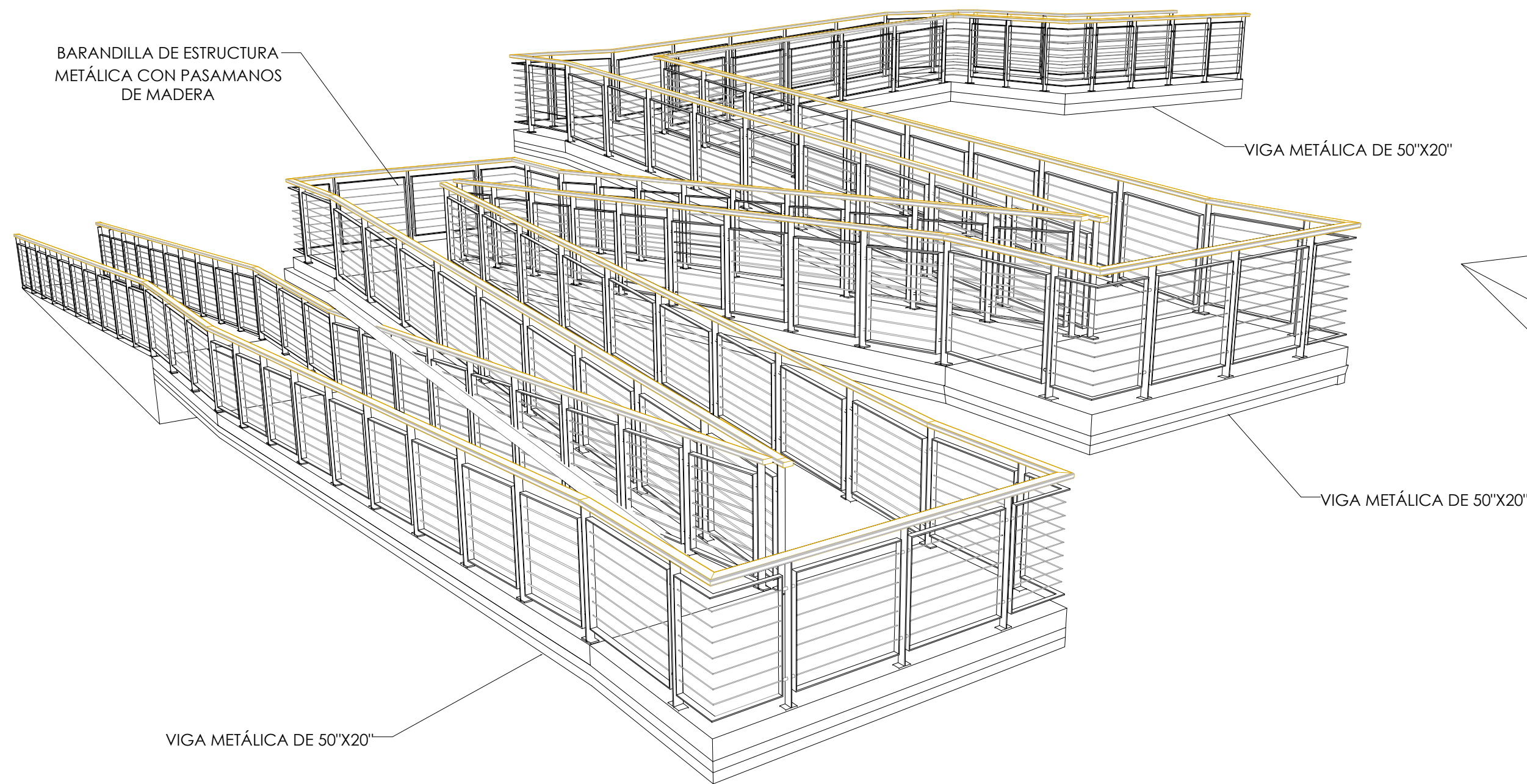
Página:  
140



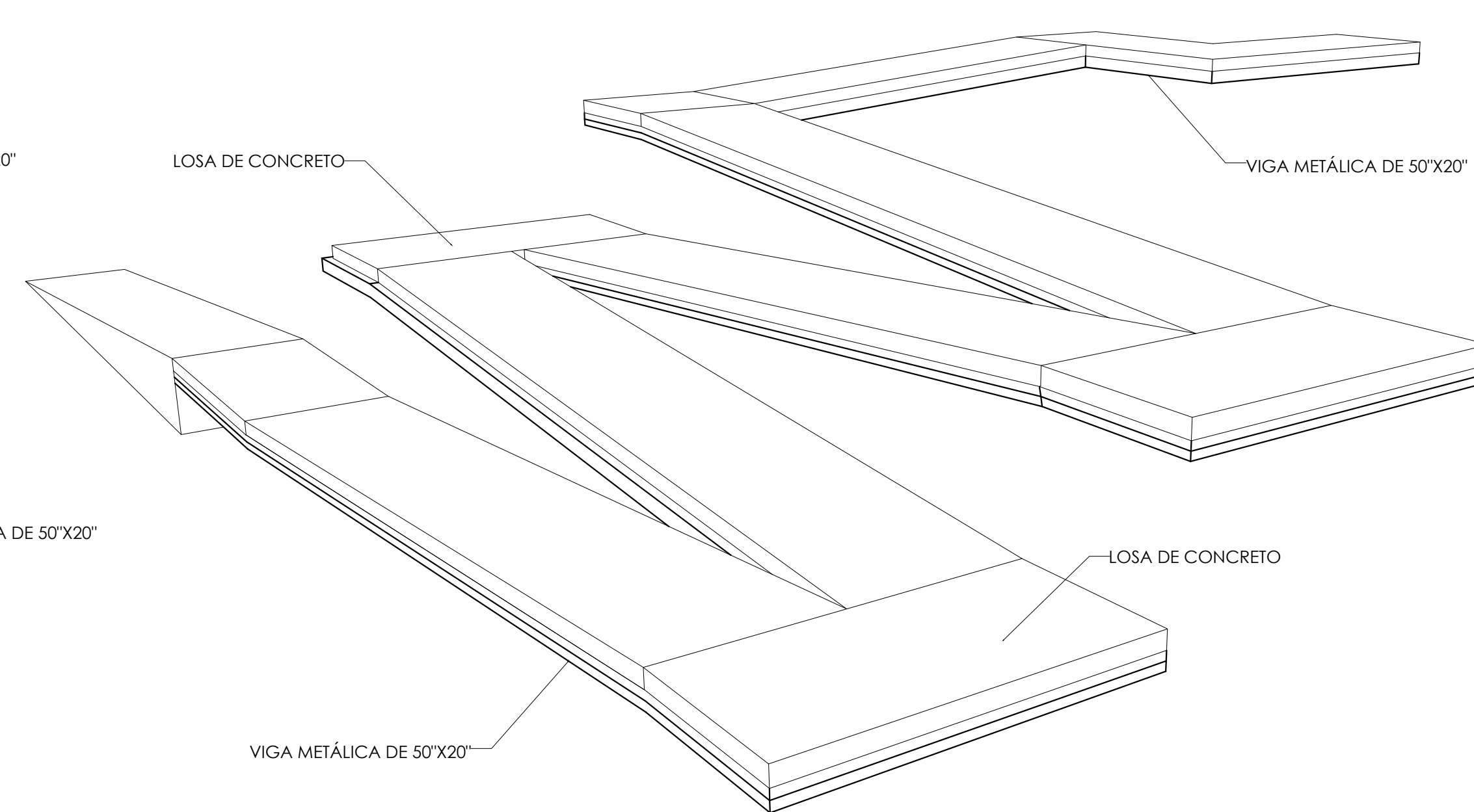
DETALLE DE ESTRUCTURA DE MURO VERDE SIN ESCALA



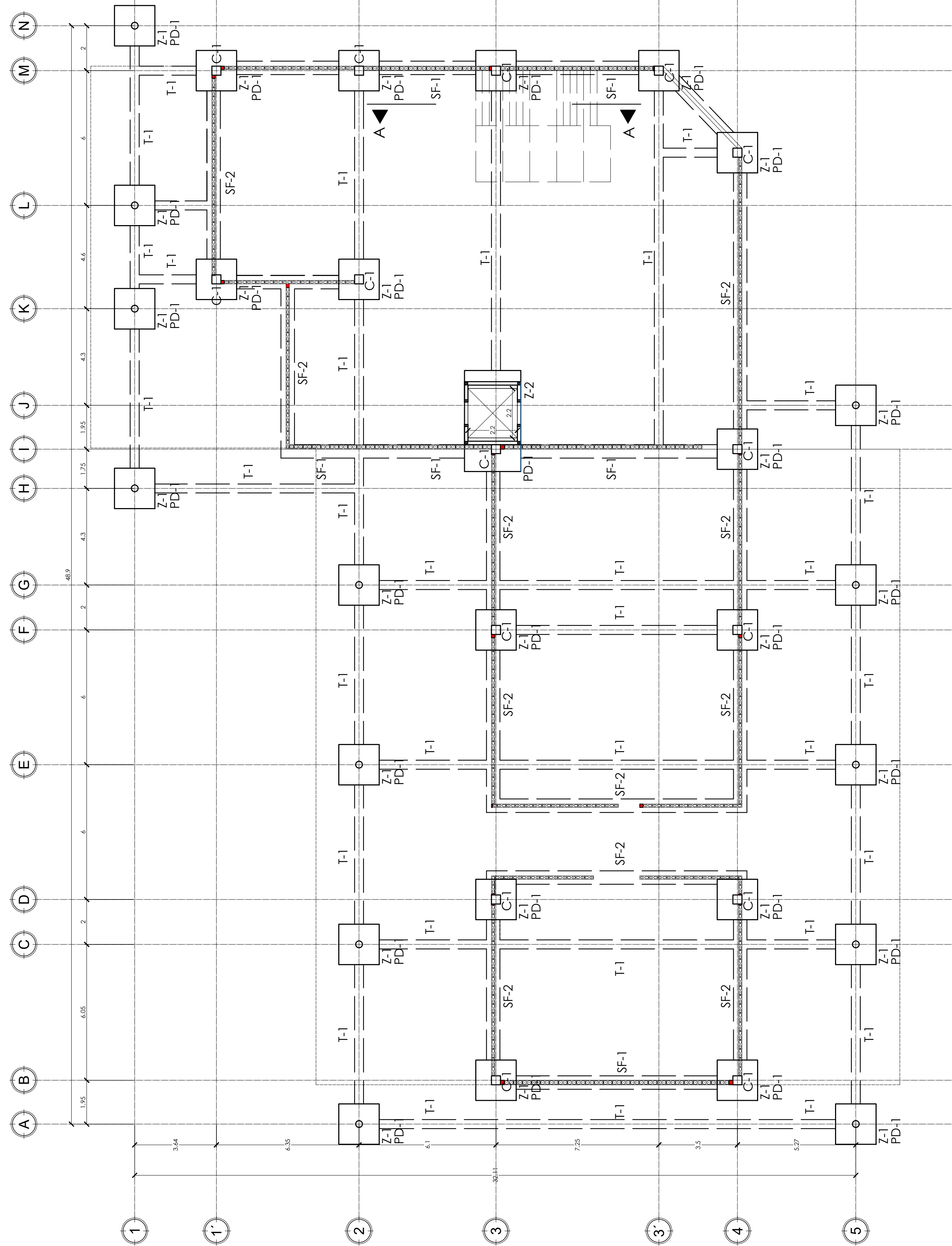
DETALLE DE GRADAS EXTERIORES EN FACHADA PONIENTE SIN ESCALA



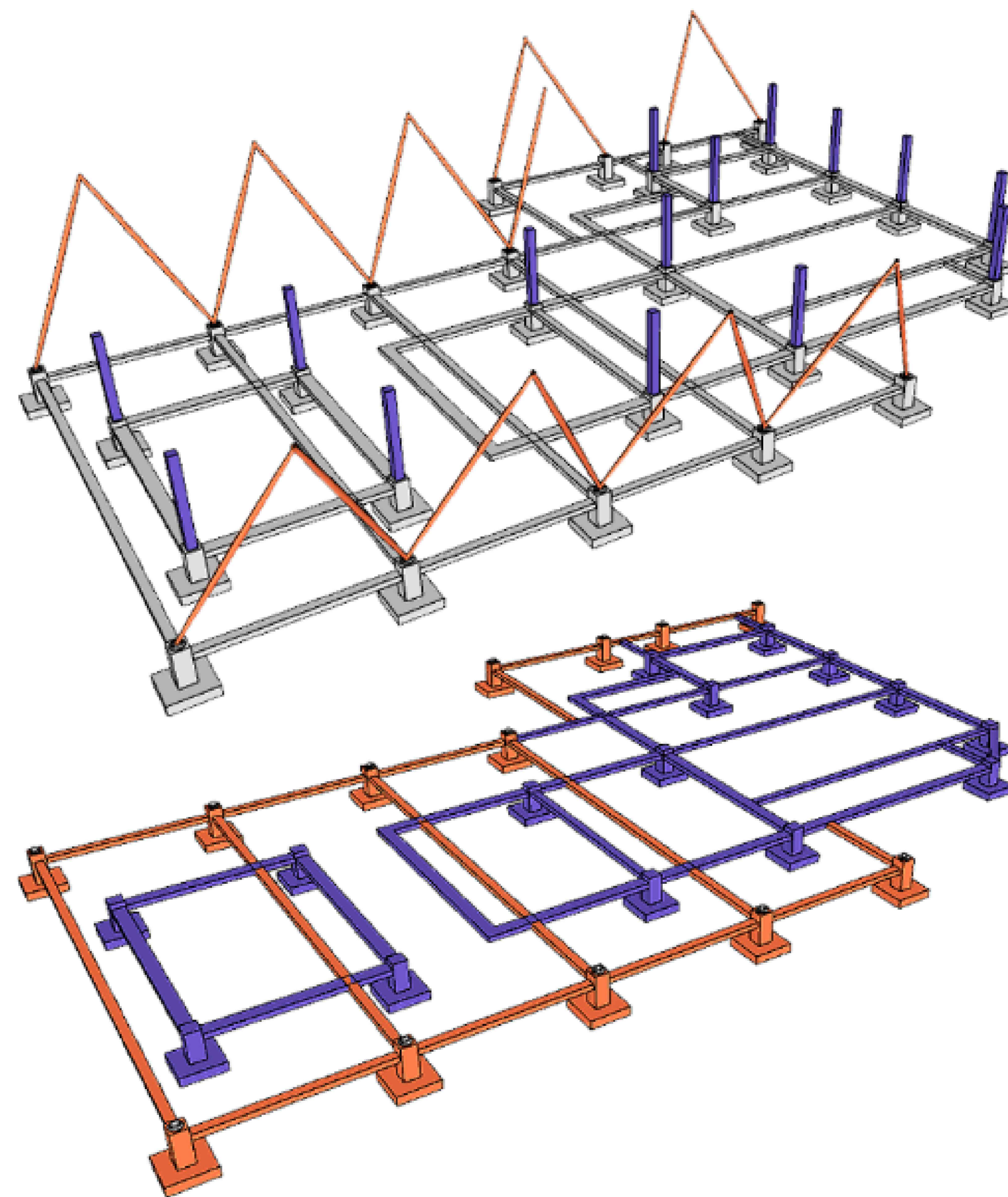
DETALLE DE RAMPA DE ACCESO A SEGUNDO NIVEL SIN ESCALA



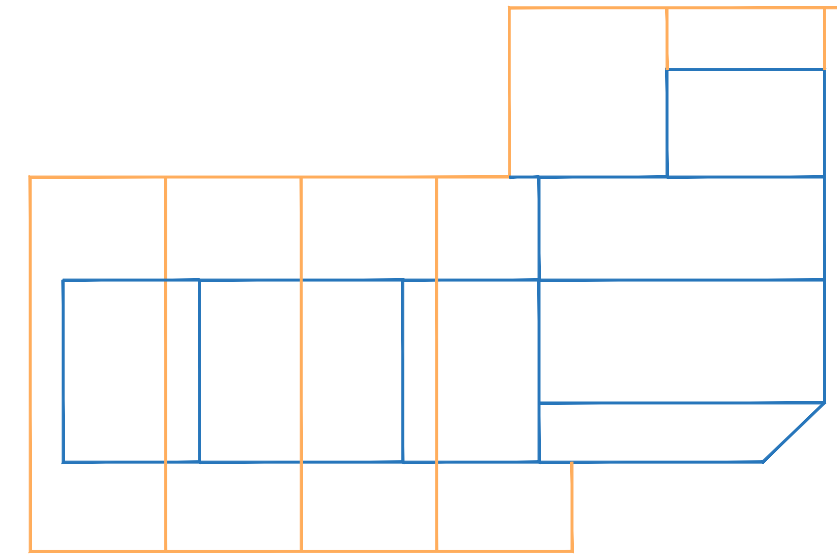
FECHA:  
DICIEMBRE 2020



PLANTA ESTRUCTURAL DE FUNDACIONES  
ESCALA 1:125

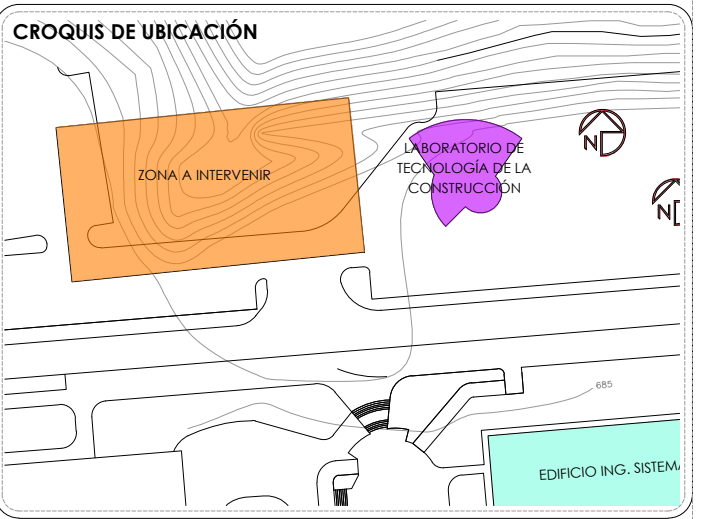


EL SISTEMA DE FUNDACIONES ESTA COMPUESTO POR DOS GRÍAS O CUADRICULAS PARALELAS, DISPUESTAS DE ESE MODO CON EL FIN DE SATISFACER LAS NECESIDADES ESTRUCTURALES QUE CONLLEVA LA REALIZACIÓN DEL DISEÑO.



LA CUADRÍCULA AZUL CONTIENE EL SISTEMA ESTRUCTURAL CENTRAL COMPUESTO DE MARCOS METÁLICOS DE COLUMNAS PERPENDICULARES AL SUELO.

LA CUADRÍCULA NARANJA SE COMPONE DEL SISTEMA ESTRUCTURAL DE MARCOS METÁLICOS DE COLUMNAS CILÍNDRICAS CON UNA INCLINACIÓN DE 68° INICIANDO CON 0° DESDE EL PISO



SELLOS

TRABAJO DE GRADO

ASESOR:  
ARQ. RUDY FIGUEROA

CARRERA:  
ARQUITECTURA.

PROYECTO:  
DISEÑO DEL LABORATORIO DE ARQUITECTURA  
BIOCIMÁTICA FACULTAD DE INGENIERÍA Y  
ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.  
CAMPUS CENTRAL

CONTENIDO:  
- PLANTA ESTRUCTURAL DE FUNDACIONES  
- ISOMETRICO DE ESTRUCTURA

PRESENTAN:  
BR. CASTILLO DE LA O, MAYA BEATRIZ.  
BR. CERNA CHAVEZ, JOSÉ RICARDO.  
BR. URRUTIA ROMERO, LILIAN ANDREA.

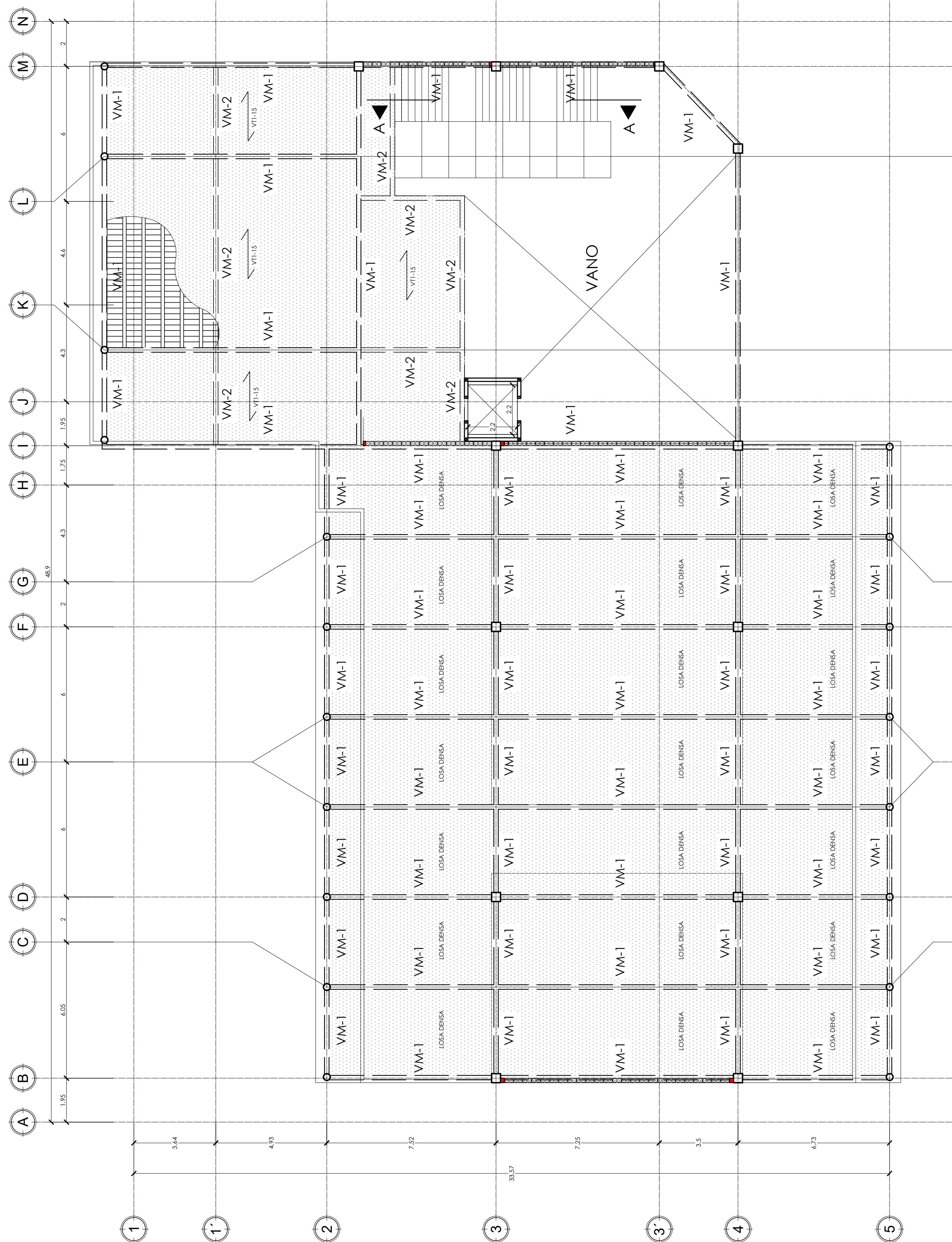
PROPIETARIO:  
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

ÁREA DEL TERRENO:  
000.00m<sup>2</sup> / 000.00v<sup>2</sup>      ÁREA CONSTRUIDA:  
000.00m<sup>2</sup> / 000.00v<sup>2</sup>

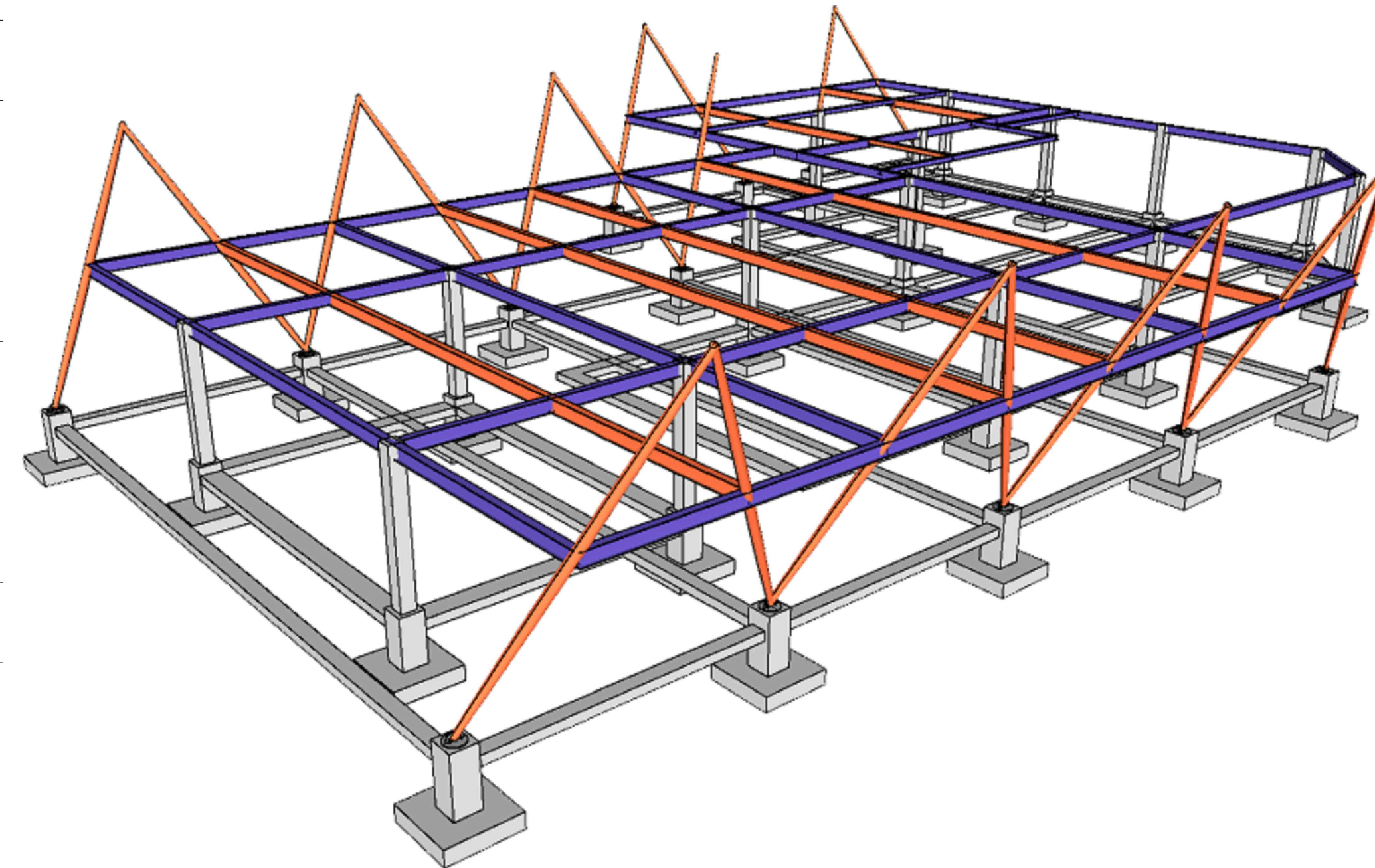
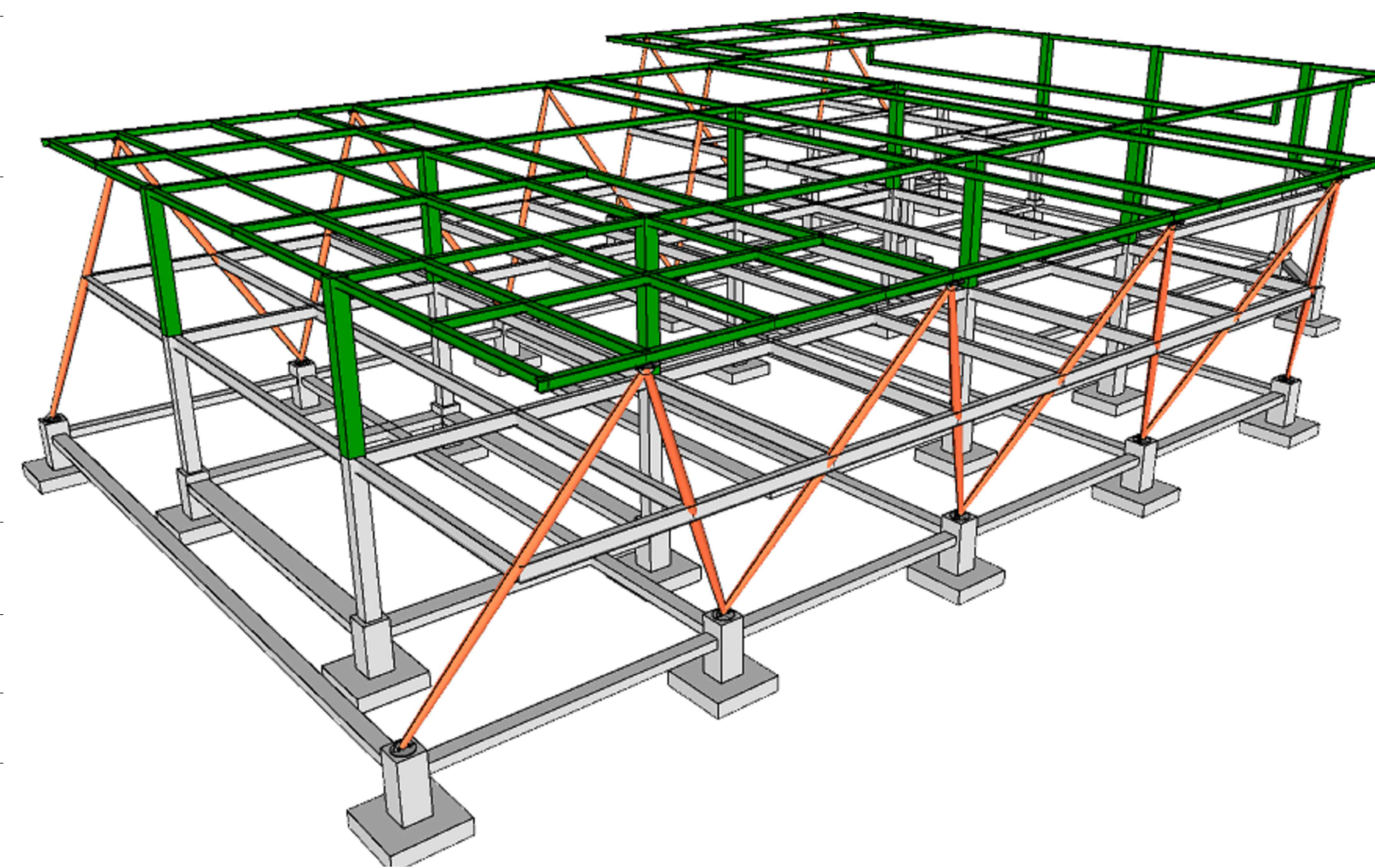
ESCALA:  
INDICADA.      HOJA:

FECHA:  
DICIEMBRE 2020

Página:  
141

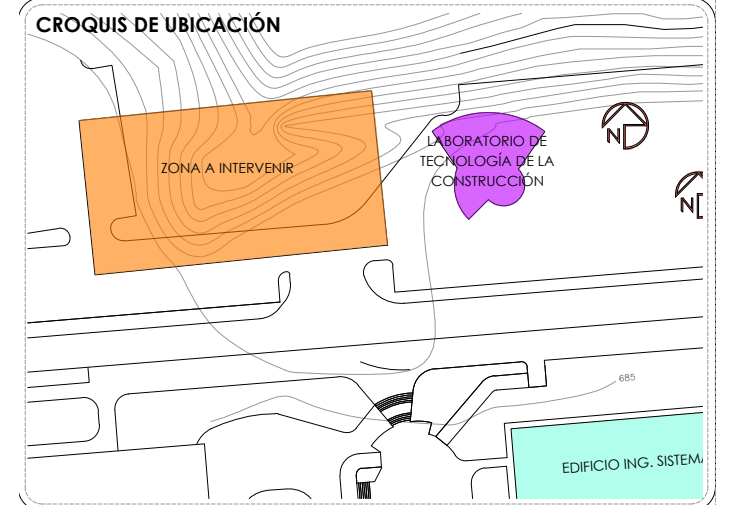


PLANTA ESTRUCTURAL DE ENTREPISO  
ESCALA 1:125



LA REJILLA AZUL CONTIENE EL SISTEMA ESTRUCTURAL CENTRAL DE ENTREPISO COMPUESTO POR VIGAS PRINCIPALES Y SECUNDARIAS METÁLICAS (Ver detalle en plano E-05)

LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN NARANJA MUESTRAN LAS VIGAS QUE FUNCIONAN COMO TENSORES PARA ESTABILIZAR LAS COLUMNAS INCLINADAS, COLUMNAS QUE AL LLEGAR A 8 M DE ALTURA SE UNEN MEDIANTE UNA PLACA CON SOLDADURA, PERMITIENDO PERCIBIR LA FORMA DE "V" INVERTIDA. ESTRUCTURA QUE BRINDA ESTÉTICA PERO TAMBIÉN SOPORTE A LA EDIFICACIÓN.



SELLOS

TRABAJO DE GRADO

ASESOR:  
ARQ. RUDY FIGUEROA

CARRERA:  
ARQUITECTURA.

PROYECTO:  
DISEÑO DEL LABORATORIO DE ARQUITECTURA  
BIOCLIMÁTICA FACULTAD DE INGENIERÍA Y  
ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR,  
CAMPUS CENTRAL

CONTENIDO:  
PLANTA ESTRUCTURAL DE ENTREPISO  
ISOMETRICO DE ESTRUCTURA

PRESENTAN:  
BR. CASTILLO DE LA O, MAYA BEATRIZ.  
BR. CERNA CHAVEZ, JOSÉ RICARDO.  
BR. URRUTIA ROMERO, LILIAN ANDREA.

PROPIETARIO:  
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

ÁREA DEL TERRENO:  
000.00m<sup>2</sup> / 000.00v<sup>2</sup>      ÁREA CONSTRUIDA:  
000.00m<sup>2</sup> / 000.00v<sup>2</sup>

ESCALA:  
INDICADA.

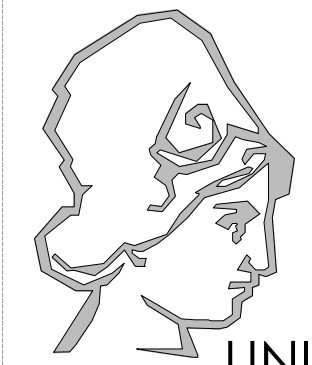
FECHA:  
DICIEMBRE 2020

Página:  
142

HOJA:

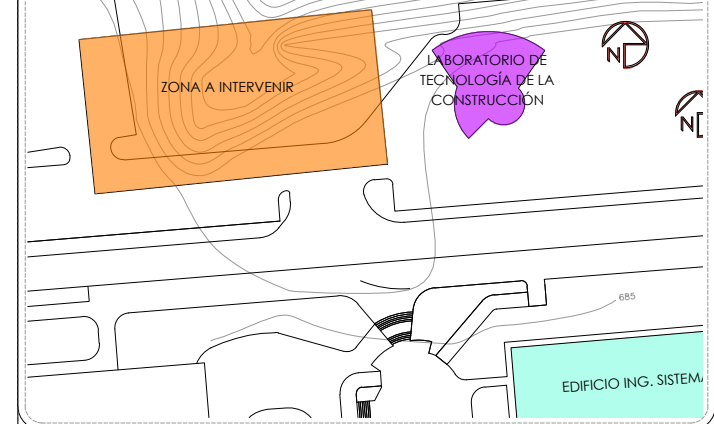
E-02





UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.

CROQUIS DE UBICACIÓN



SELLOS

TRABAJO DE GRADO

ASESOR: ARQ. RUDY FIGUEROA

CARRERA: ARQUITECTURA

PROYECTO: DISEÑO DEL LABORATORIO DE ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, CAMPUS CENTRAL

CONTENIDO: PLANTA ESTRUCTURAL DE CUBIERTA ISOMETRICO DE ESTRUCTURA

PRESENTAN: BR. CASTILLO DE LA O, MAYA BEATRIZ. BR. CERNA CHAVEZ, JOSÉ RICARDO. BR. URRUTIA ROMERO, LILIAN ANDREA.

PROPIETARIO: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

ÁREA DEL TERRENO: 000.00m² / 000.00v². ÁREA CONSTRUIDA: 000.00m² / 000.00v²

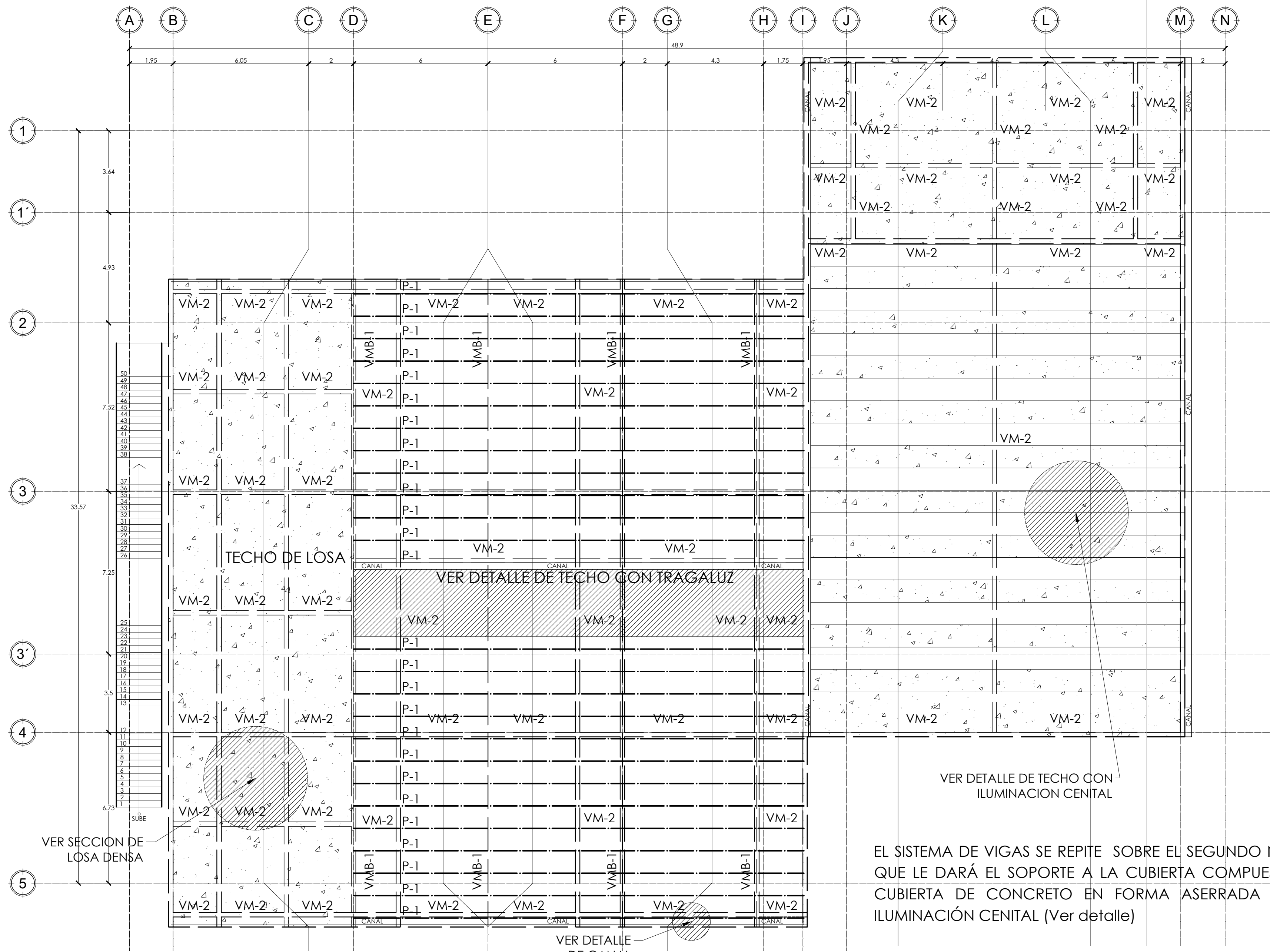
ESCALA: INDICADA.

HOJA:

FECHA: DICIEMBRE 2020

E-03

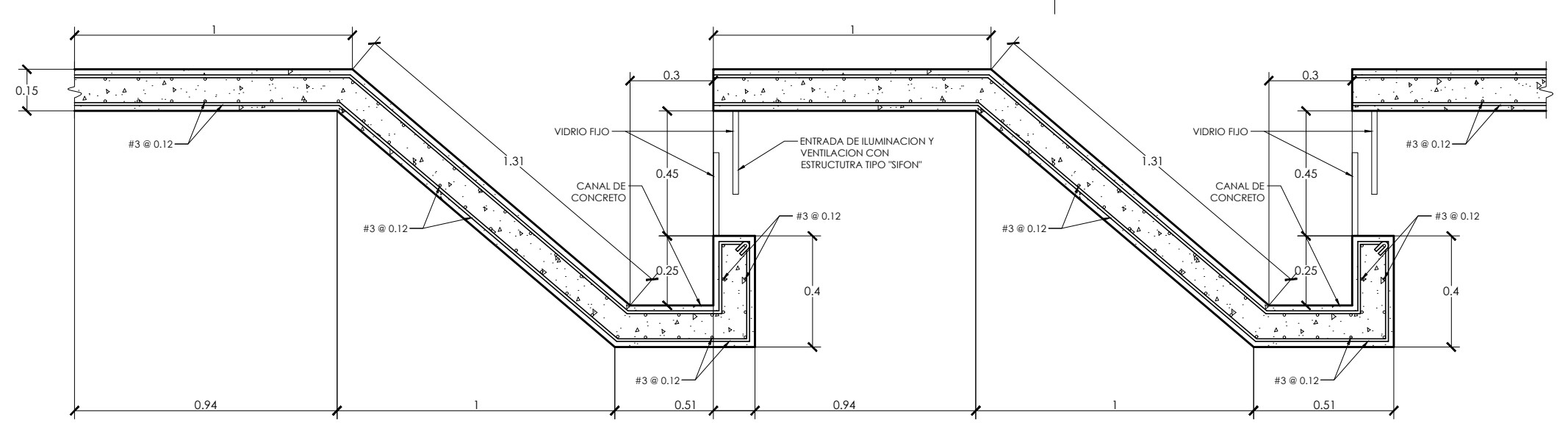
Página: 143



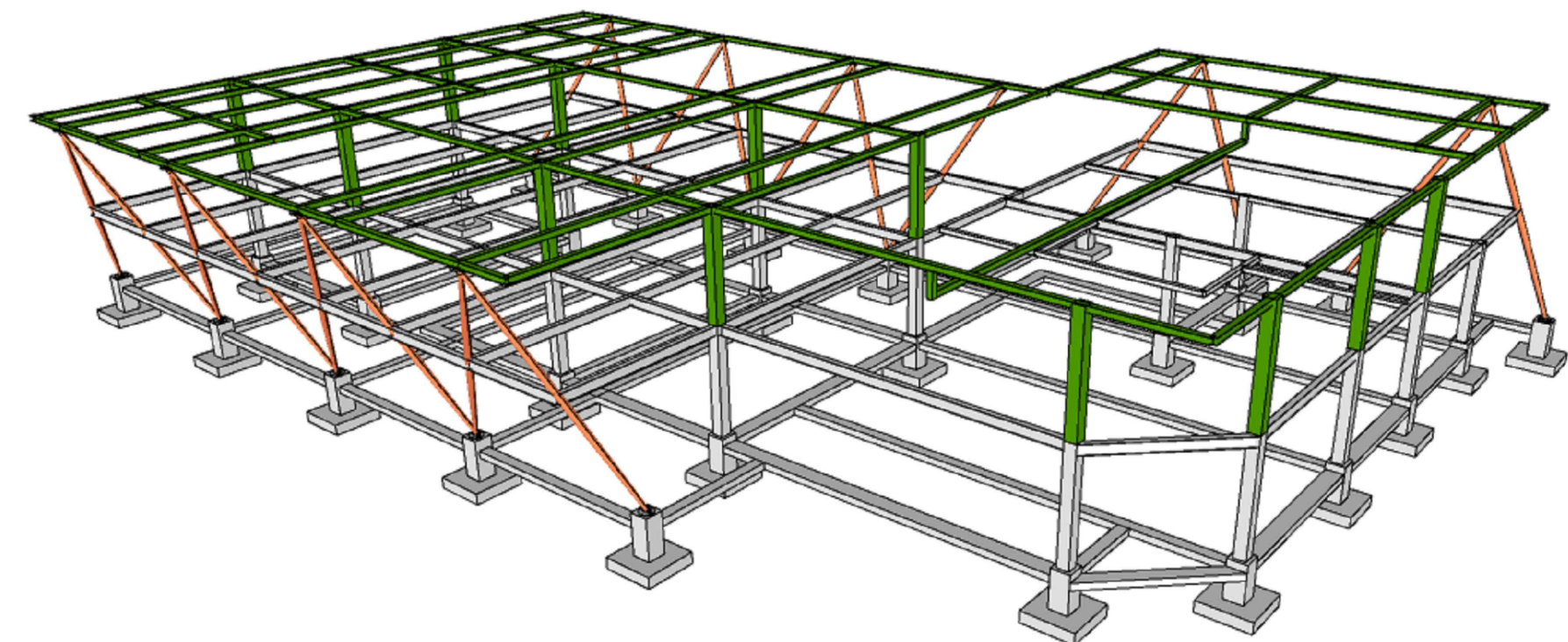
VER DETALLE DE TECHO CON ILUMINACION CENTAL

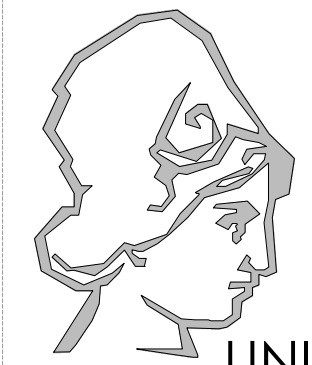
EL SISTEMA DE VIGAS SE REPITE SOBRE EL SEGUNDO NIVEL, SIENDO ESTA ESTRUCTURA LA QUE LE DARÁ EL SOPORTE A LA CUBIERTA COMPUESTA POR PANEL SANDWICH Y UNA CUBIERTA DE CONCRETO EN FORMA ASERRADA QUE PERMITE LA VENTILACIÓN E ILUMINACIÓN CENTAL (Ver detalle)

PLANTA ESTRUCTURAL DE TECHO: ESCALA 1:12:



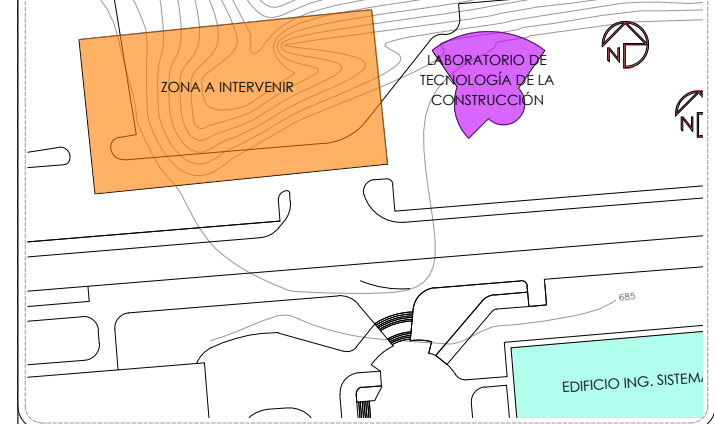
DETALLE DE TECHO CON ILUMINACIÓN CENTAL. ESCALA 1:20





UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.

CROQUIS DE UBICACIÓN



SELLOS

TRABAJO DE GRADO

ASESOR: ARQ. RUDY FIGUEROA

CARRERA: ARQUITECTURA

PROYECTO: DISEÑO DEL LABORATORIO DE ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, CAMPUS CENTRAL

CONTENIDO: SECCIONES ESTRUCTURALES EJE B, EJE E, EJE 5 Y EJE 1

PRESENTAN: BR. CASTILLO DE LA O, MAYA BEATRIZ. BR. CERNA CHAVEZ, JOSÉ RICARDO. BR. URRUTIA ROMERO, LILIAN ANDREA.

PROPIETARIO: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

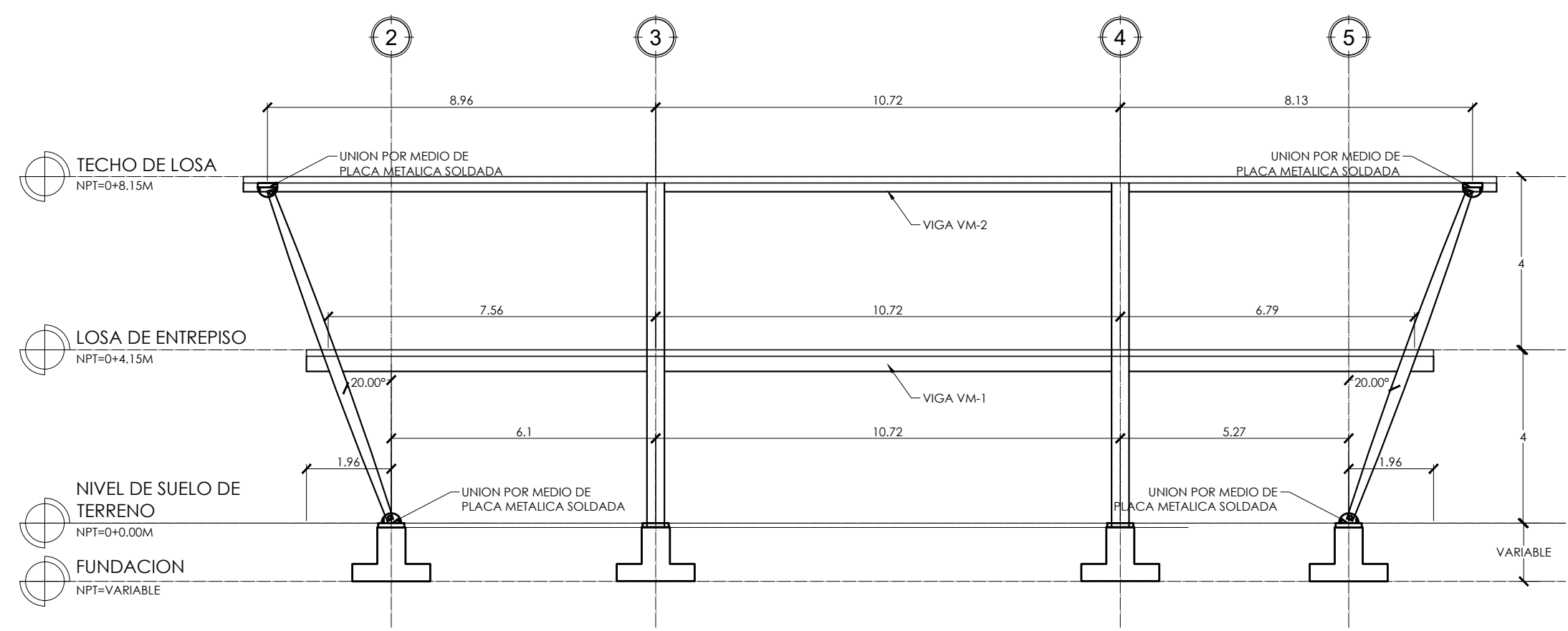
ÁREA DEL TERRENO: 000.00m<sup>2</sup> / 000.00v<sup>2</sup>    ÁREA CONSTRUIDA: 000.00m<sup>2</sup> / 000.00v<sup>2</sup>

ESCALA: INDICADA.    HOJA:

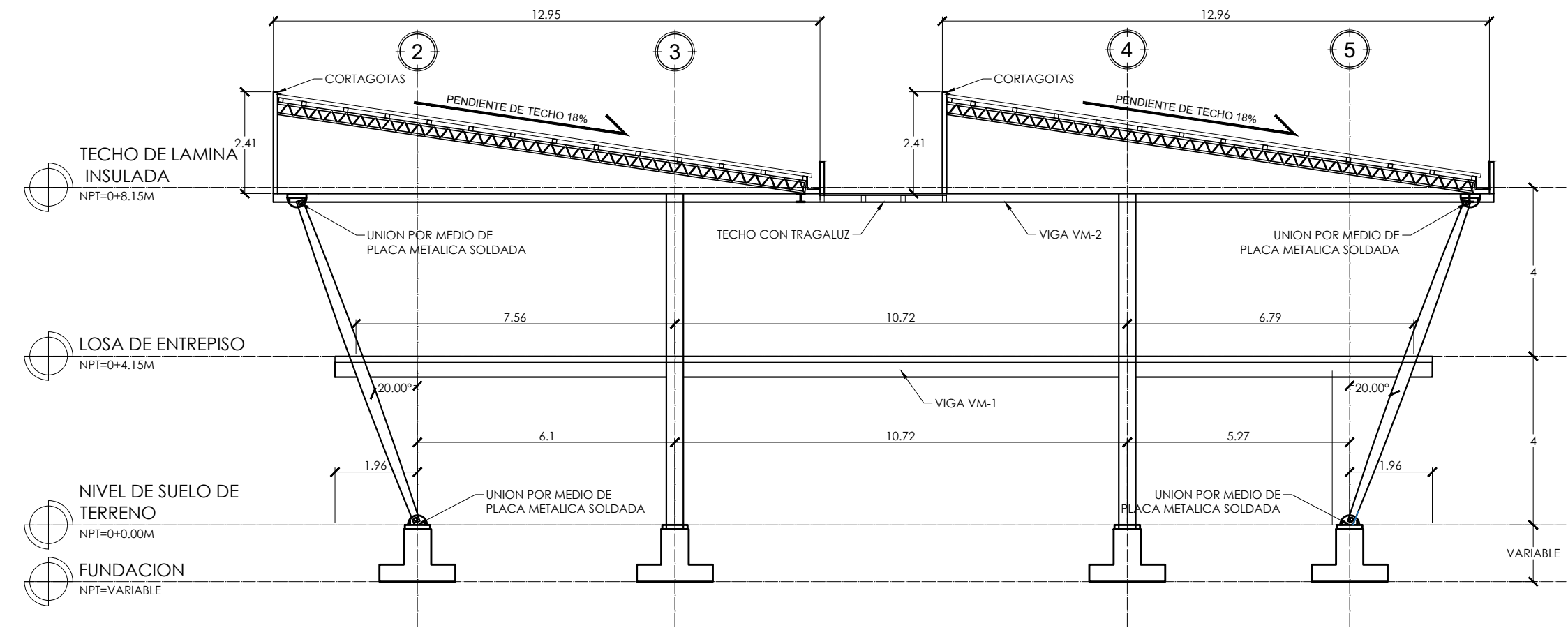
FECHA: DICIEMBRE 2020

Página: 144

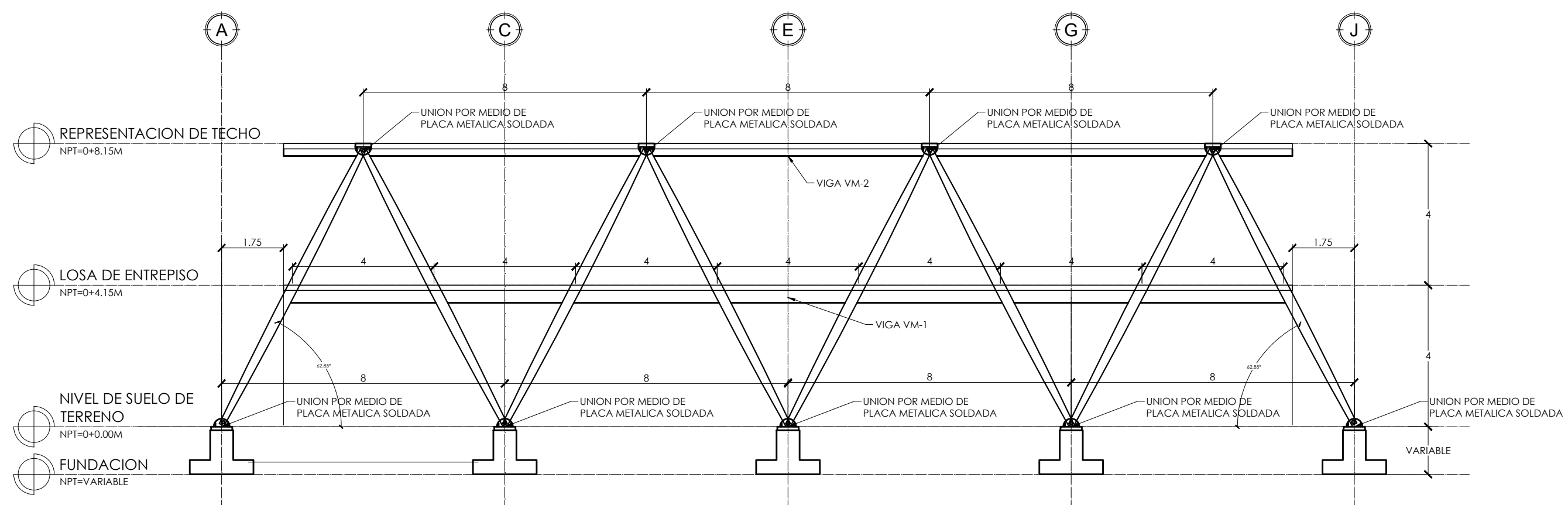
E-04



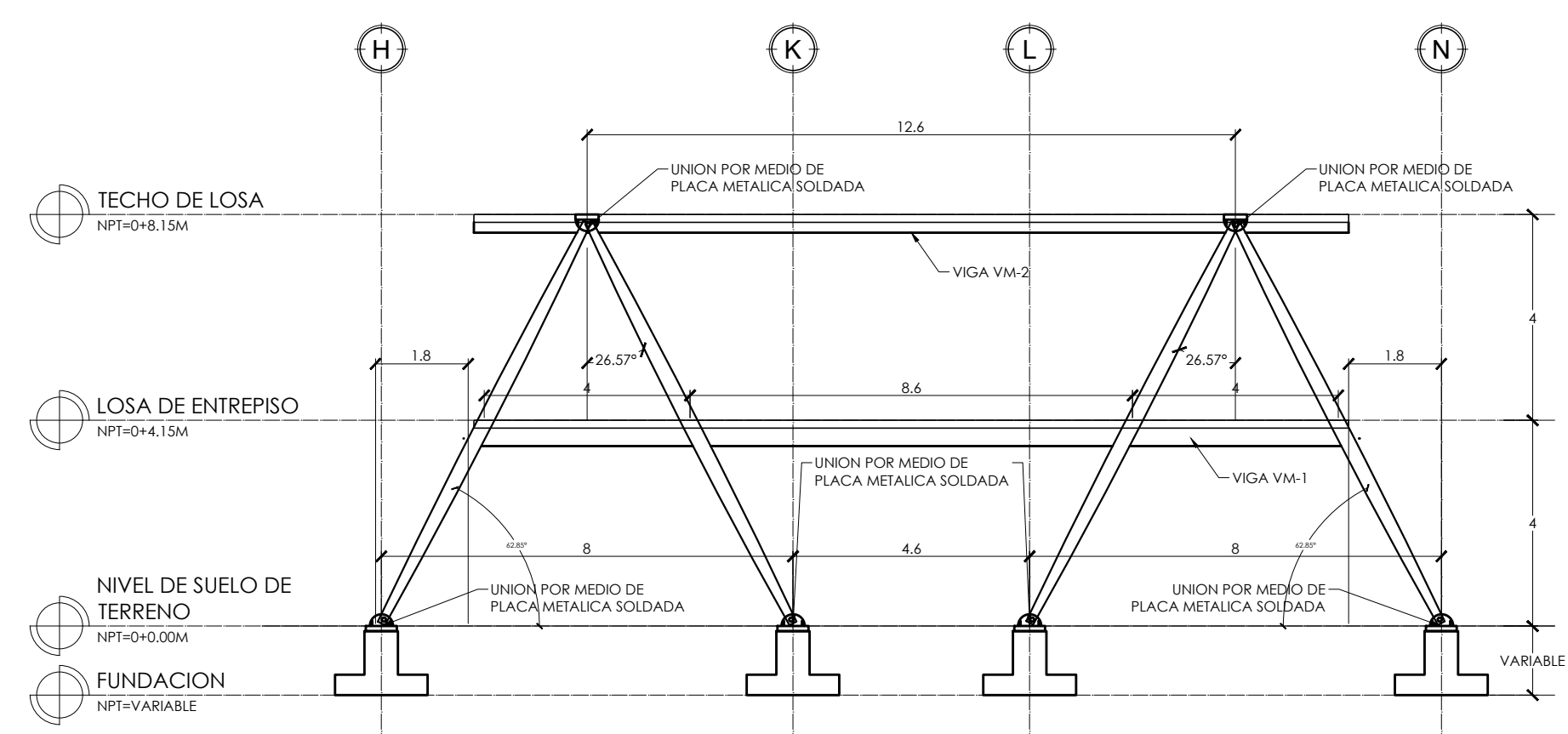
E ELEVACION ESTRUCTURAL DE MARCO - EJE B ESCALA 1:125



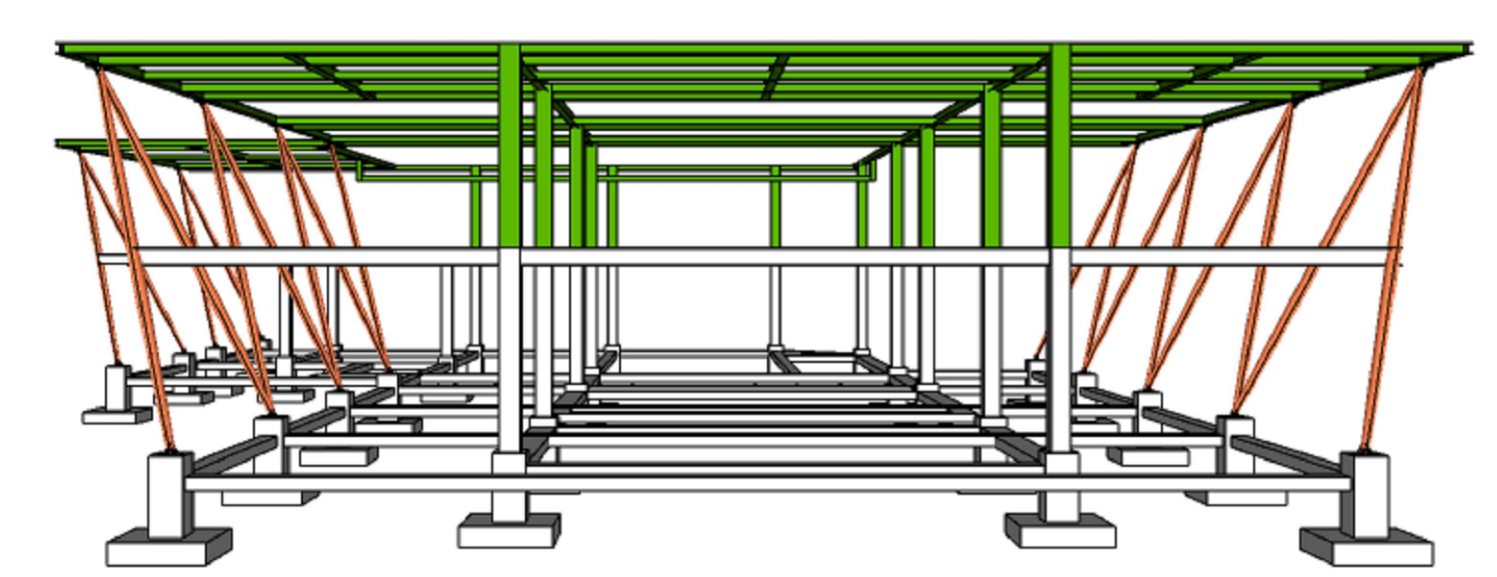
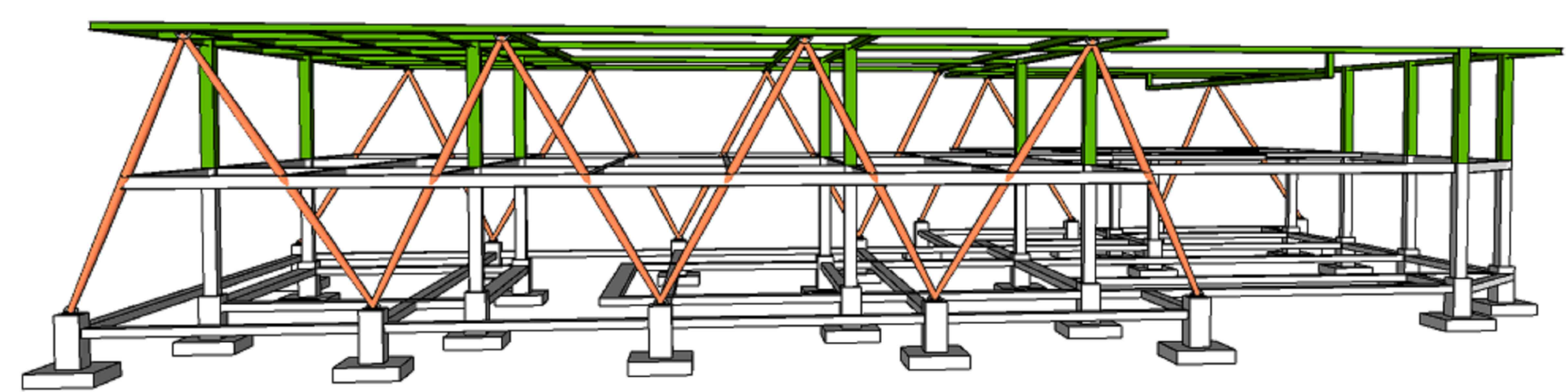
E ELEVACION ESTRUCTURAL DE MARCO - EJE E ESCALA 1:125

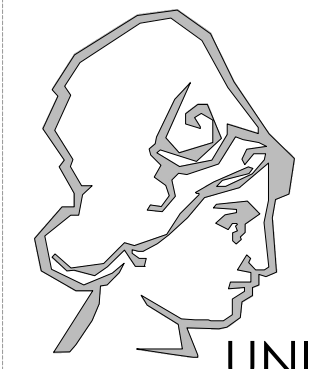


E ELEVACION ESTRUCTURAL DE MARCO - EJE 5 ESCALA 1:125



E ELEVACION ESTRUCTURAL DE MARCO - EJE 1 ESCALA 1:125





UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.

CROQUIS DE UBICACIÓN



SELLOS

TRABAJO DE GRADO

ASESOR: ARQ. RUDY FIGUEROA

CARRERA: ARQUITECTURA

PROYECTO: DISEÑO DEL LABORATORIO DE ARQUITECTURA BIOCIMÁTICA FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, CAMPUS CENTRAL

CONTENIDO: - DETALLES ESTRUCTURALES DE FUNDACIONES - DETALLE ESTRUCTURAL DE ESCALERA PPAL - DETALLE ESTRUCTURAL DE ENTREPISOS - DETALLE DE ESTRUCTURAL DE CUBIERTA Y CANAL

PRESENTAN: BR. CASTILLO DE LA O, MAYA BEATRIZ. BR. CERNA CHAVEZ, JOSÉ RICARDO. BR. URRUTIA ROMERO, LILIAN ANDREA.

PROPIETARIO: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

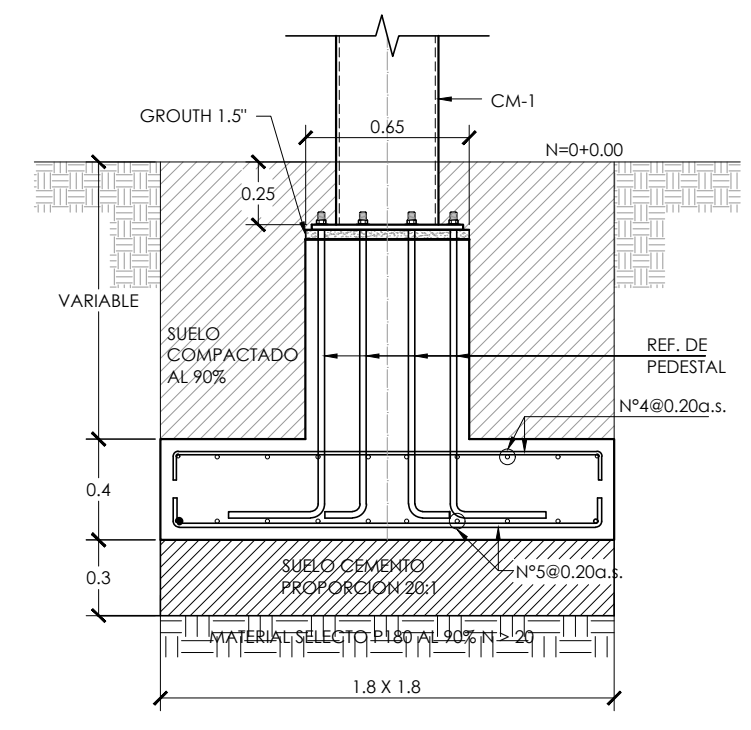
ÁREA DEL TERRENO: 000.00m² / 000.00v². ÁREA CONSTRUIDA: 000.00m² / 000.00v²

ESCALA: INDICADA.

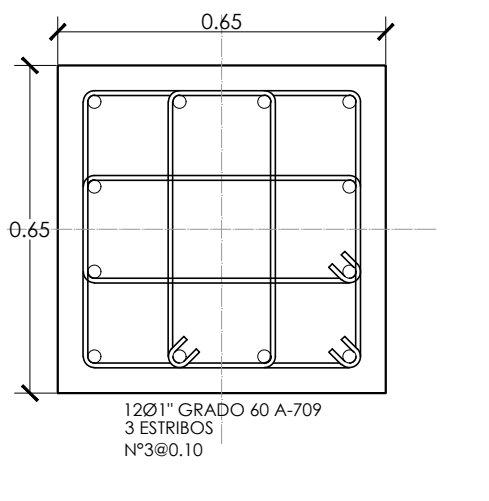
FECHA: DICIEMBRE 2020

Página: 145

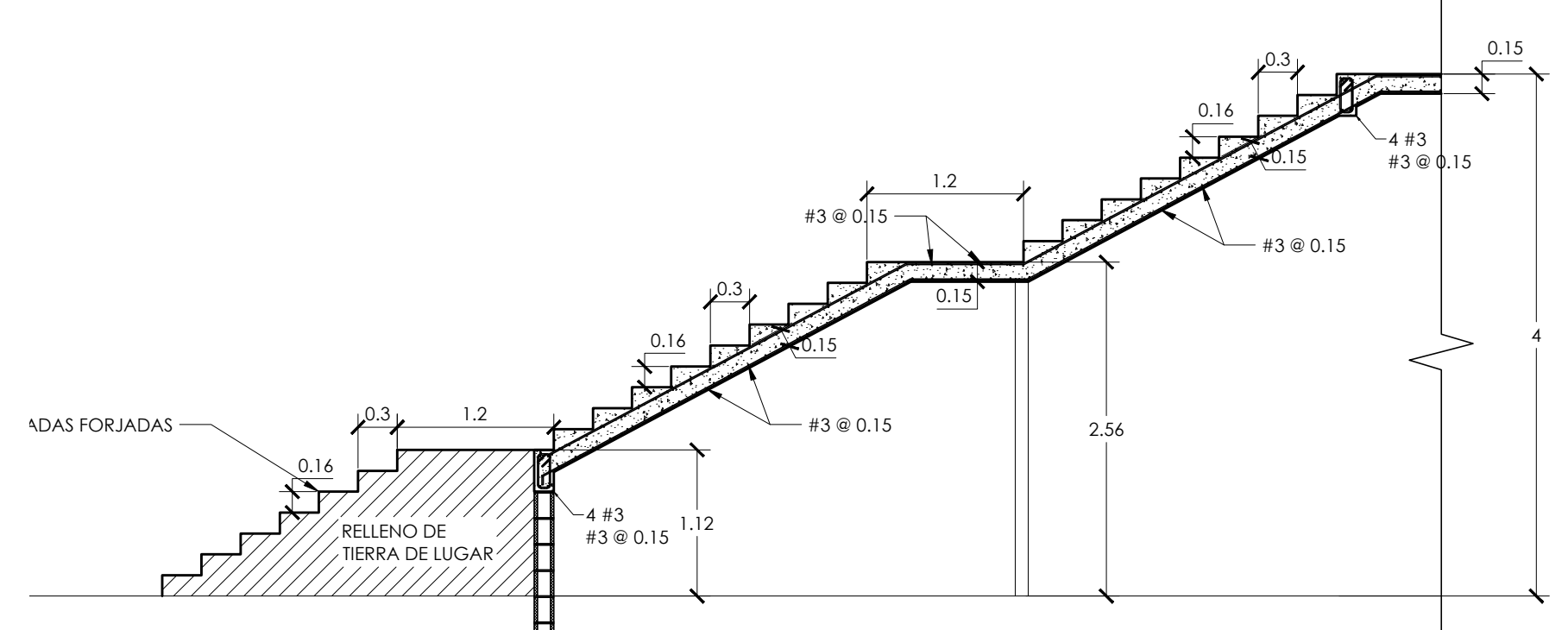
HOJA: E-05



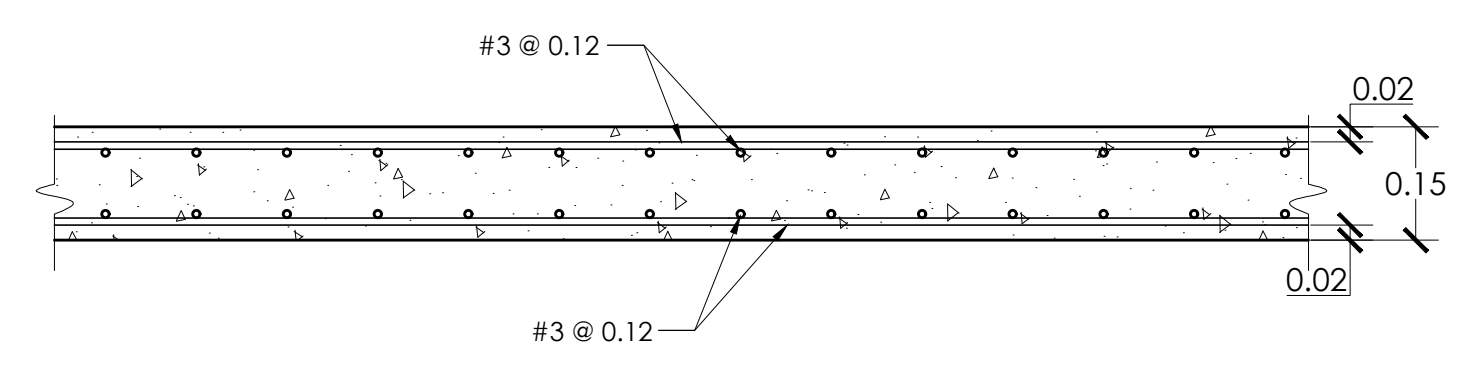
ZAPATA Z-1 ESCALA 1:30



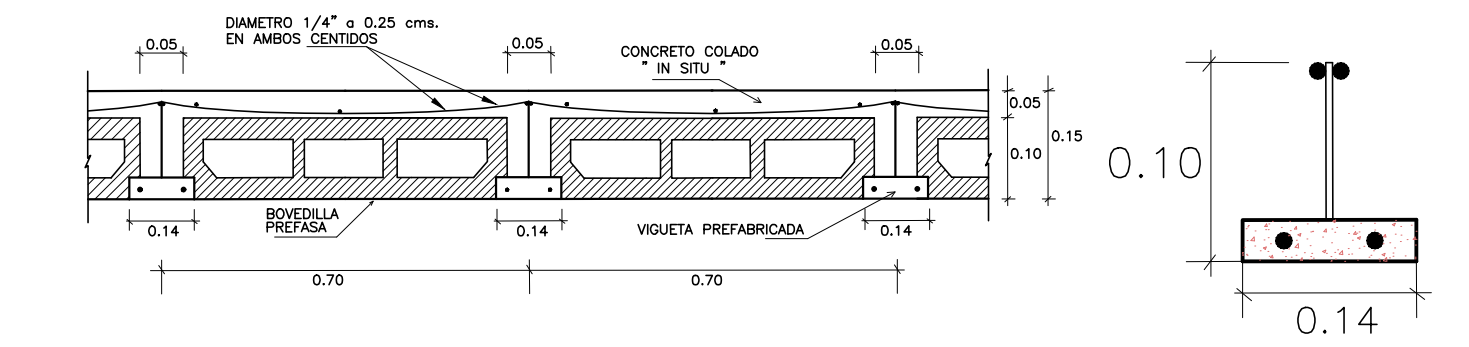
PEDESTAL PD-1 ESCALA 1:15



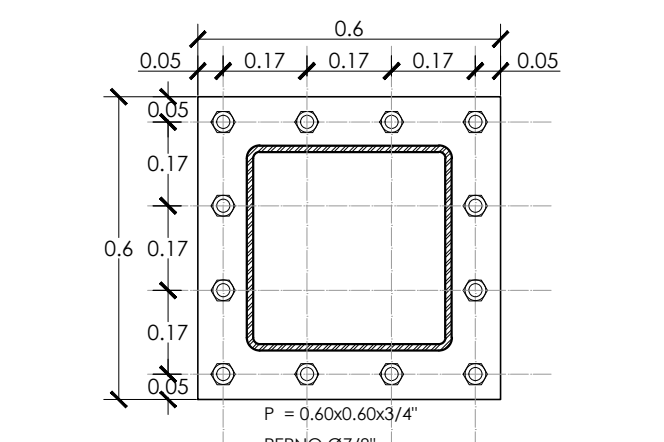
SECCION A-A ESCALERAS PRINCIPALES ESCALA 1:50



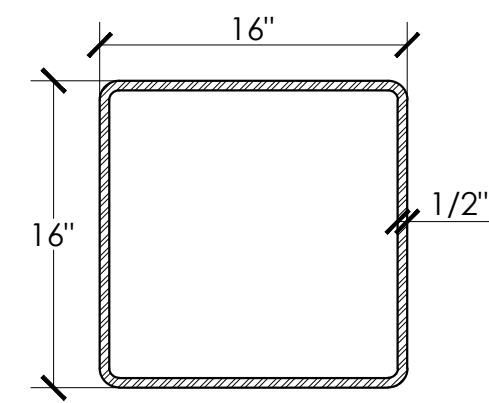
SECCIÓN DE LOSA DENSA ESCALA 1:10



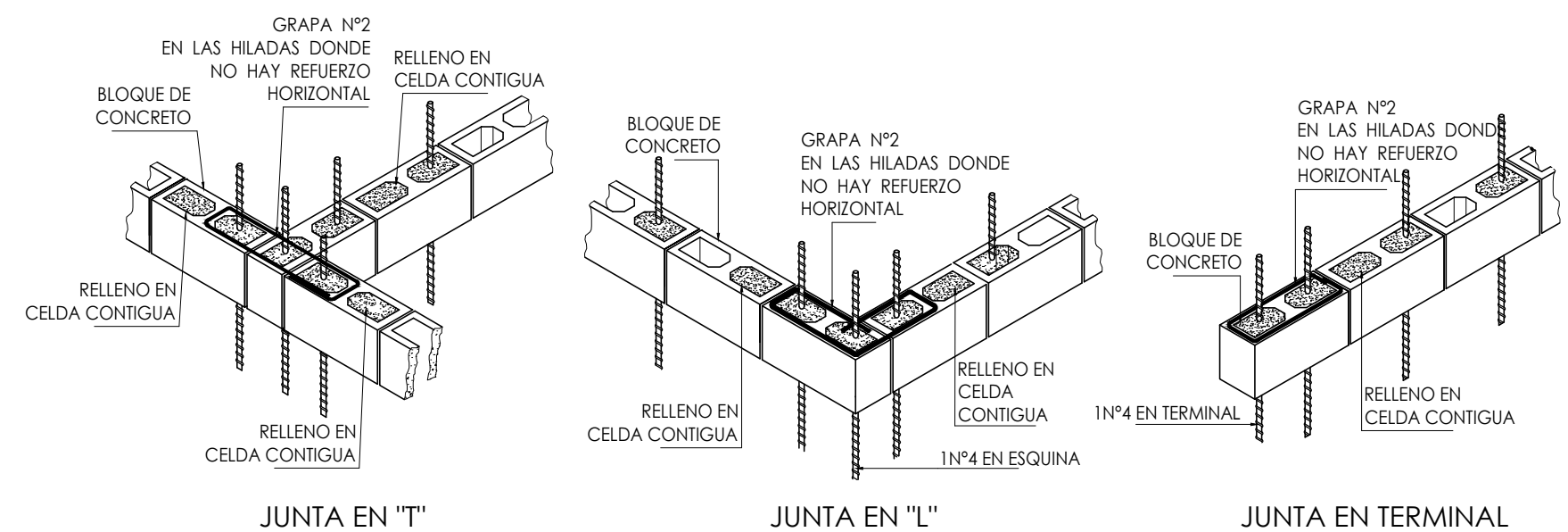
SECCIÓN LOSA PREFABRICADA VT1-15 SIN ESCALA



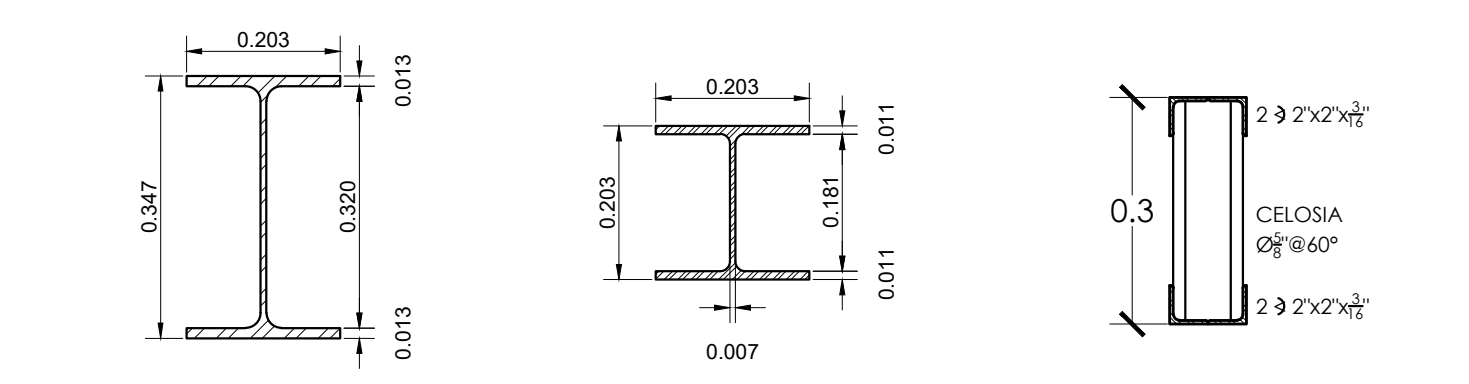
PLACA SUJECIÓN CM-1 ESCALA 1:10



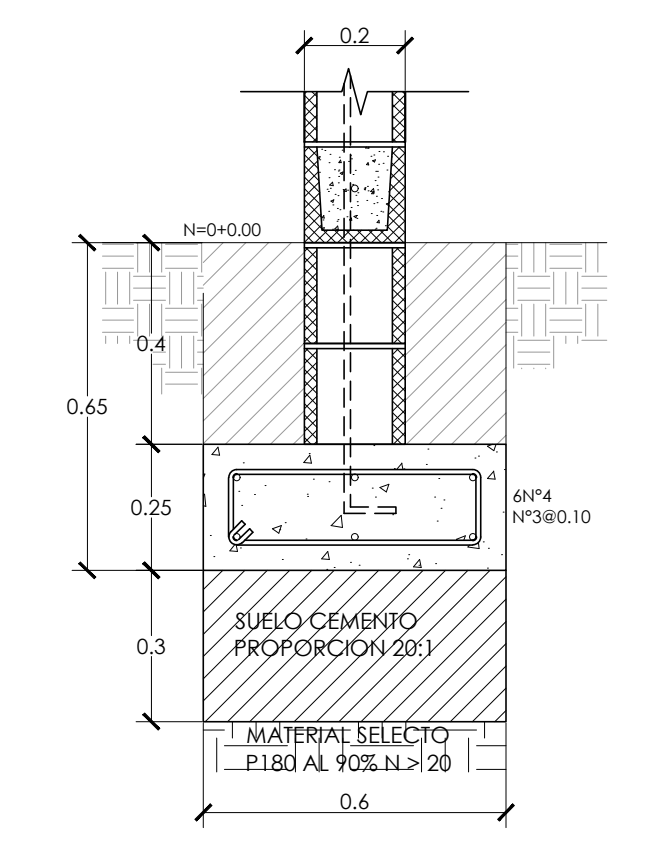
COLUMNA METALICA CM-1 ESCALA 1:10



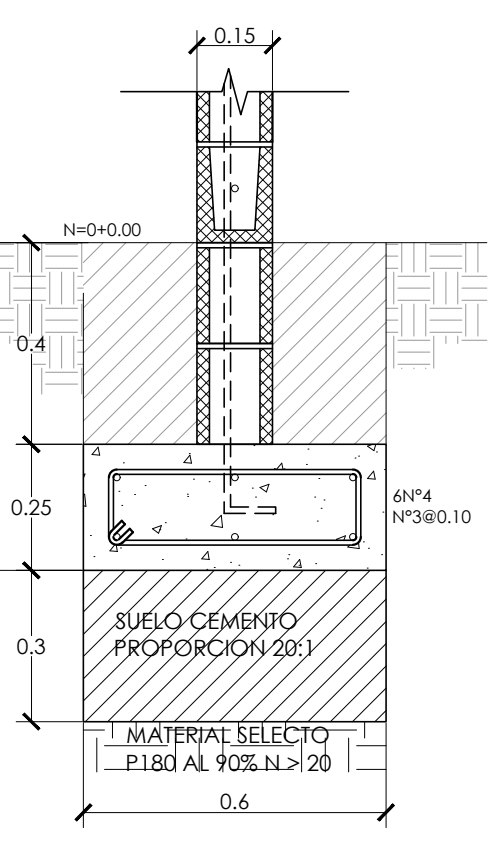
UNIONES TÍPICAS EN PARED SIN ESCALA



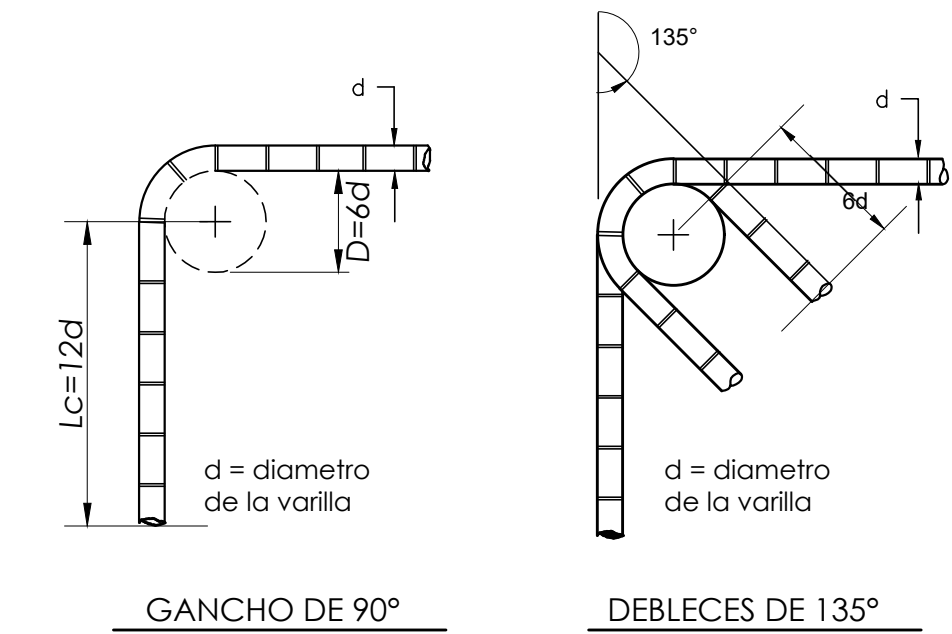
DETALLES DE VIGAS METALICAS ESCALA 1:10



SOLERA SF-1 ESCALA 1:15

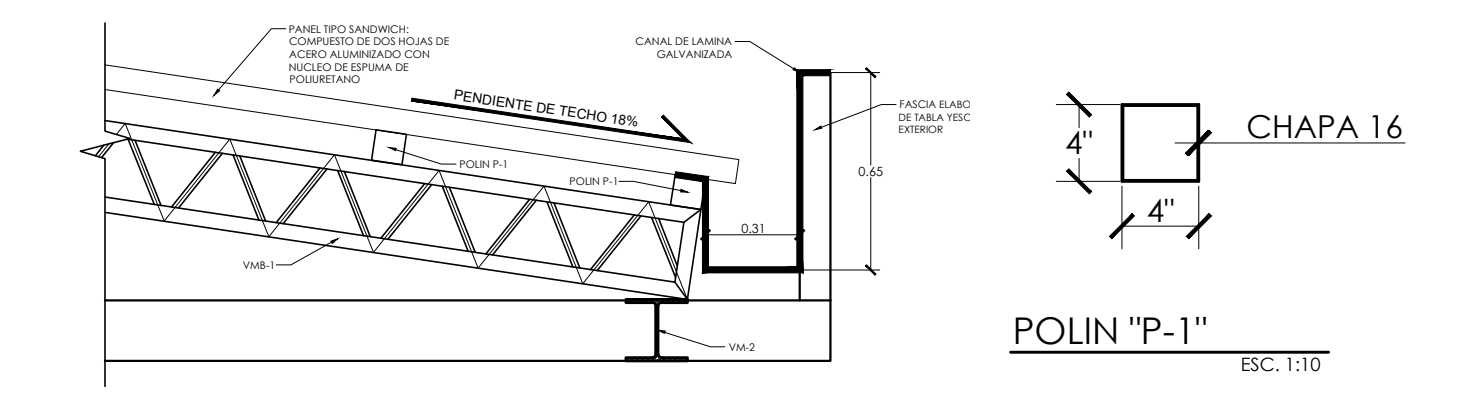


SOLERA SF-2 ESCALA 1:15

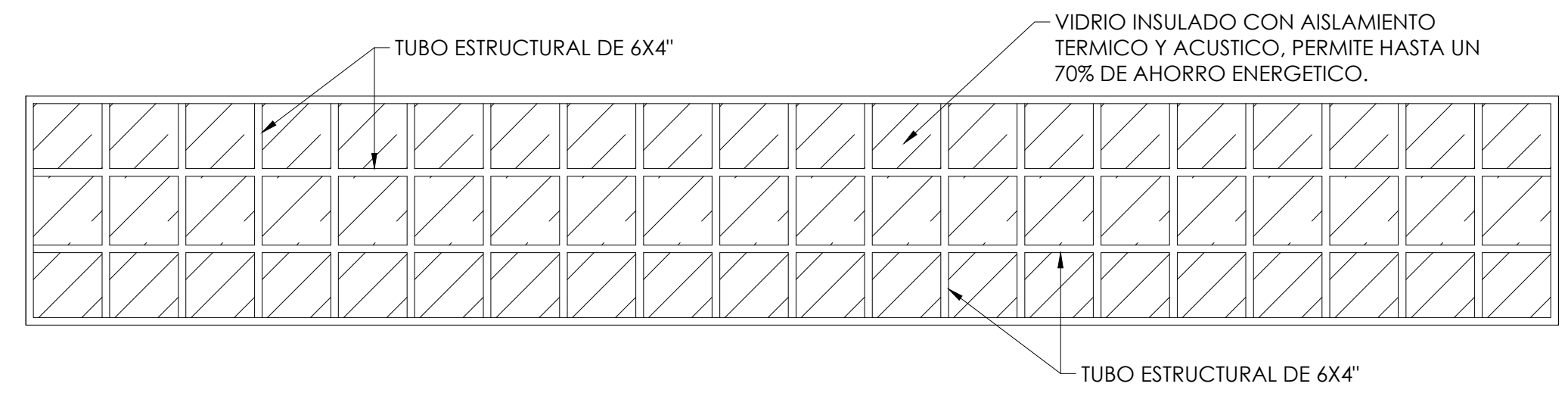


DOBLES DE VARILLAS 90°-135° SIN ESCALA

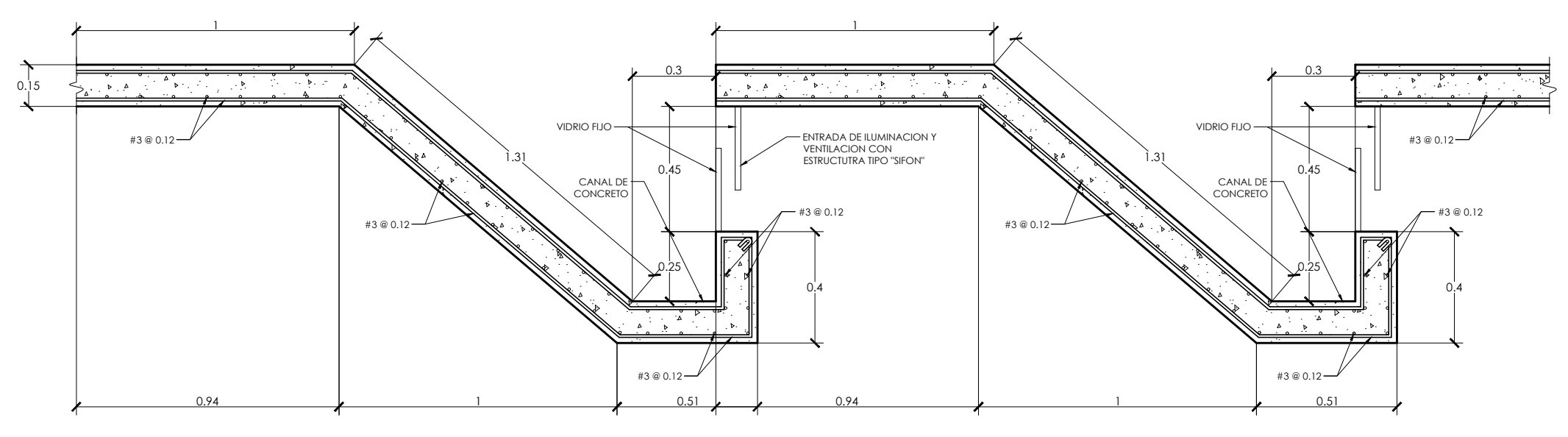
CUADRO DE VARILLAS			
ACERO	CALIBRE	DIAMETRO	ANCLAJE O TRASLAPE
Fy=2800 Kg/cm2	# 2	Ø1/4"	40cm.
	# 3	Ø3/8"	40cm.
	# 4	Ø1/2"	55 cm.
Fy=4200 Kg/cm2	# 5	Ø5/8"	70 cm.
	# 6	Ø3/4"	100cm.
	# 7	Ø7/8"	125 cm.
	# 8	Ø1"	150 cm



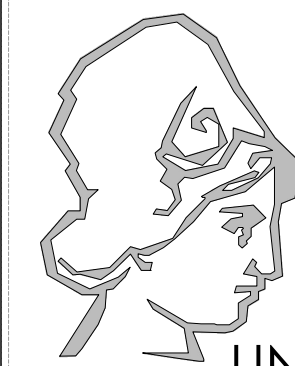
DETALLES DE CANAL ESCALA 1:25



DETALLE TRAGALUZ ESCALA 1:75

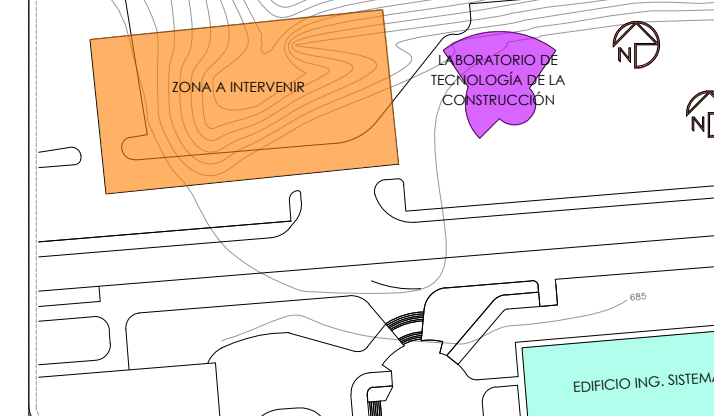


DETALLE DE TECHO CON ILUMINACIÓN CENTRAL ESCALA 1:20



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.

CROQUIS DE UBICACIÓN



SELLOS

TRABAJO DE GRADO

ASESOR:  
ARQ. RUDY FIGUEROA

CARRERA:  
ARQUITECTURA

PROYECTO:  
DISEÑO DEL LABORATORIO DE ARQUITECTURA  
BIOCLIMÁTICA FACULTAD DE INGENIERÍA Y  
ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR,  
CAMPUS CENTRAL

CONTENIDO:  
- DETALLES DE ELEVADOR Y ZAPATA  
CORRIDA "Z-2"  
- ISOMETRICO DE ELEVADOR

PRESENTAN:  
BR. CASTILLO DE LA O, MAYA BEATRIZ.  
BR. CERNA CHAVEZ, JOSÉ RICARDO.  
BR. URRUTIA ROMERO, LILIAN ANDREA.

PROPIETARIO:  
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

ÁREA DEL TERRENO:  
000.00m<sup>2</sup> / 000.00v<sup>2</sup>

ÁREA CONSTRUIDA:  
000.00m<sup>2</sup> / 000.00v<sup>2</sup>

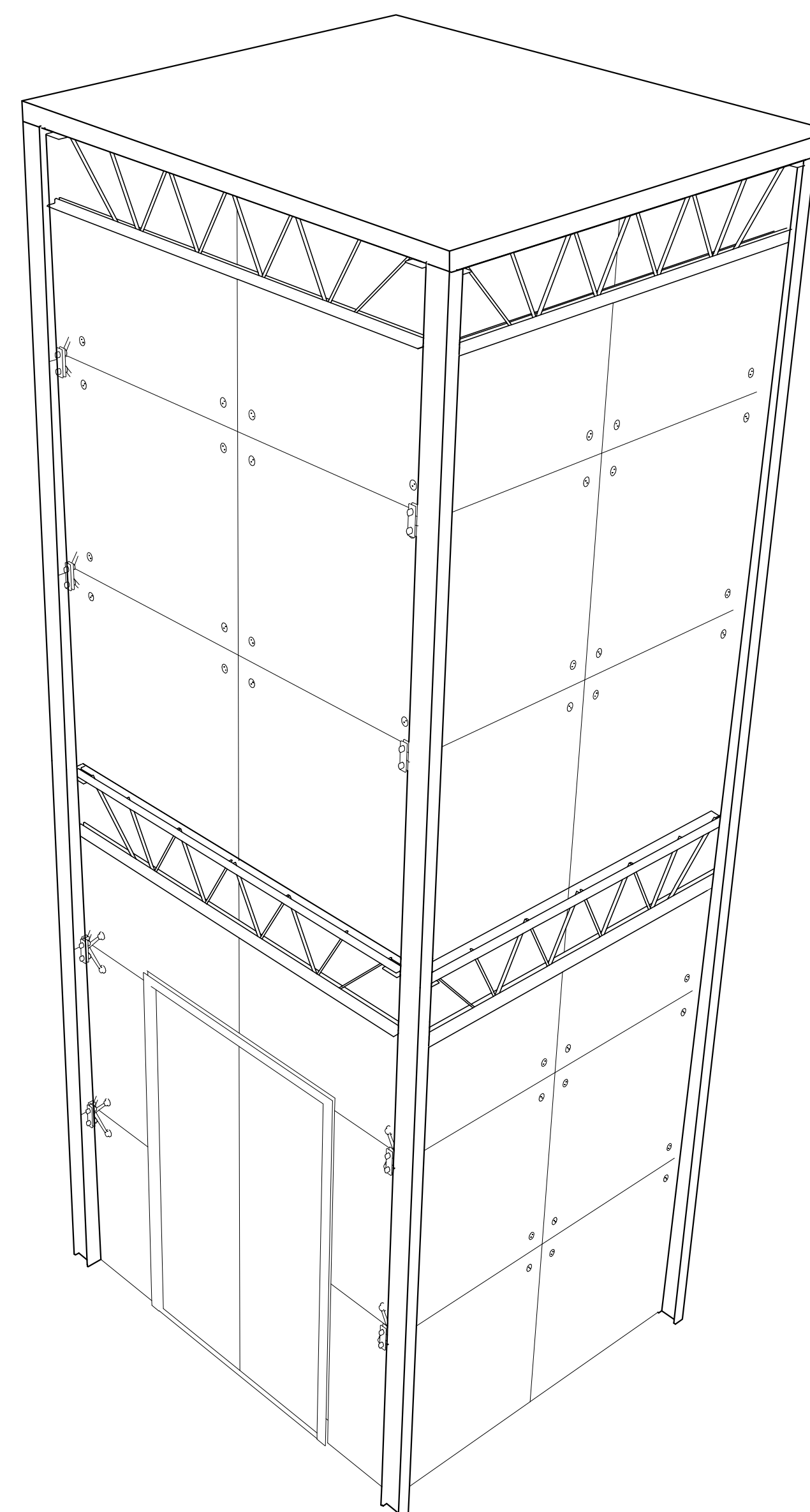
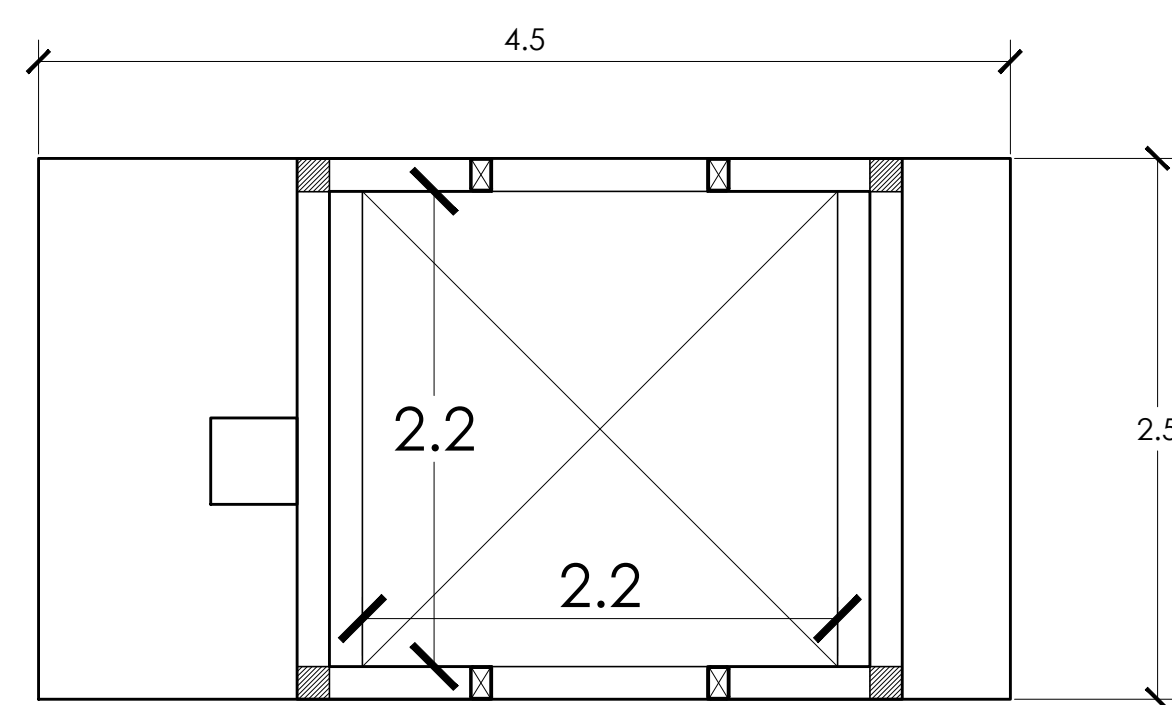
ESCALA:  
INDICADA.

HOJA:

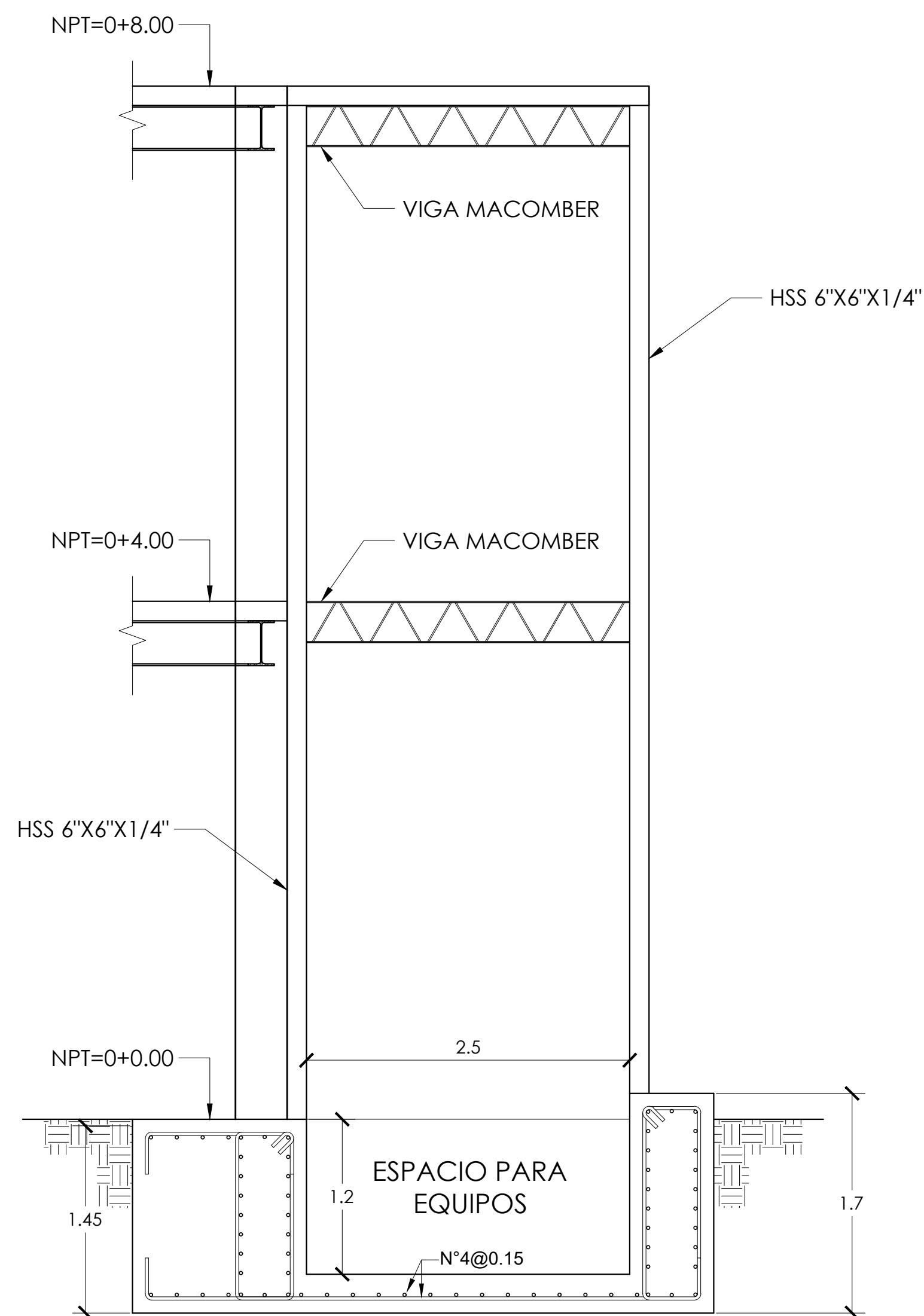
FECHA:  
DICIEMBRE 2020

Página:  
146

E-06



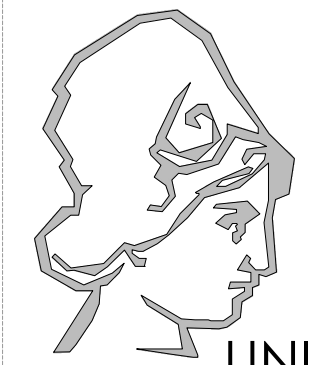
ISOMETRICOESQUEMATICO DE ELEVADOR  
SIN ESCALA



DETALLE DE ELEVADOR Y ZAPATA CORRIDA "Z-2"  
ESCALA 1:35

LEYENDA

Se presenta el detalle de la fundación del elevador que esta compuesto de una zapata corrida "Z-2", dicha cimentación esta compartida con la columna que forma parte de los marcos estructurales.  
Para dicho elevador se ha considerado el espacio para los equipos mecánicos debajo del mismo.



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.

CROQUIS DE UBICACIÓN



SELLOS

TRABAJO DE GRADO

ASESOR:

ARQ. RUDY FIGUEROA

CARRERA:

ARQUITECTURA.

PROYECTO:

DISEÑO DEL LABORATORIO DE ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR. CAMPUS CENTRAL

CONTENIDO:

-PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS  
-PLANTA DE CONJUNTO CON DISTRIBUCIÓN DE SISTEMA DE ILUMINACIÓN

PRESENTAN:

BR. CASTILLO DE LA O, MAYA BEATRIZ.  
BR. CERNA CHAVEZ, JOSÉ RICARDO.  
BR. URRUTIA ROMERO, LILIAN ANDREA.

PROPIETARIO:

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

ÁREA DEL TERRENO:

000.00m<sup>2</sup> / 000.00v<sup>2</sup>

ÁREA CONSTRUIDA:

000.00m<sup>2</sup> / 000.00v<sup>2</sup>

ESCALA:

INDICADA.

HOJA:

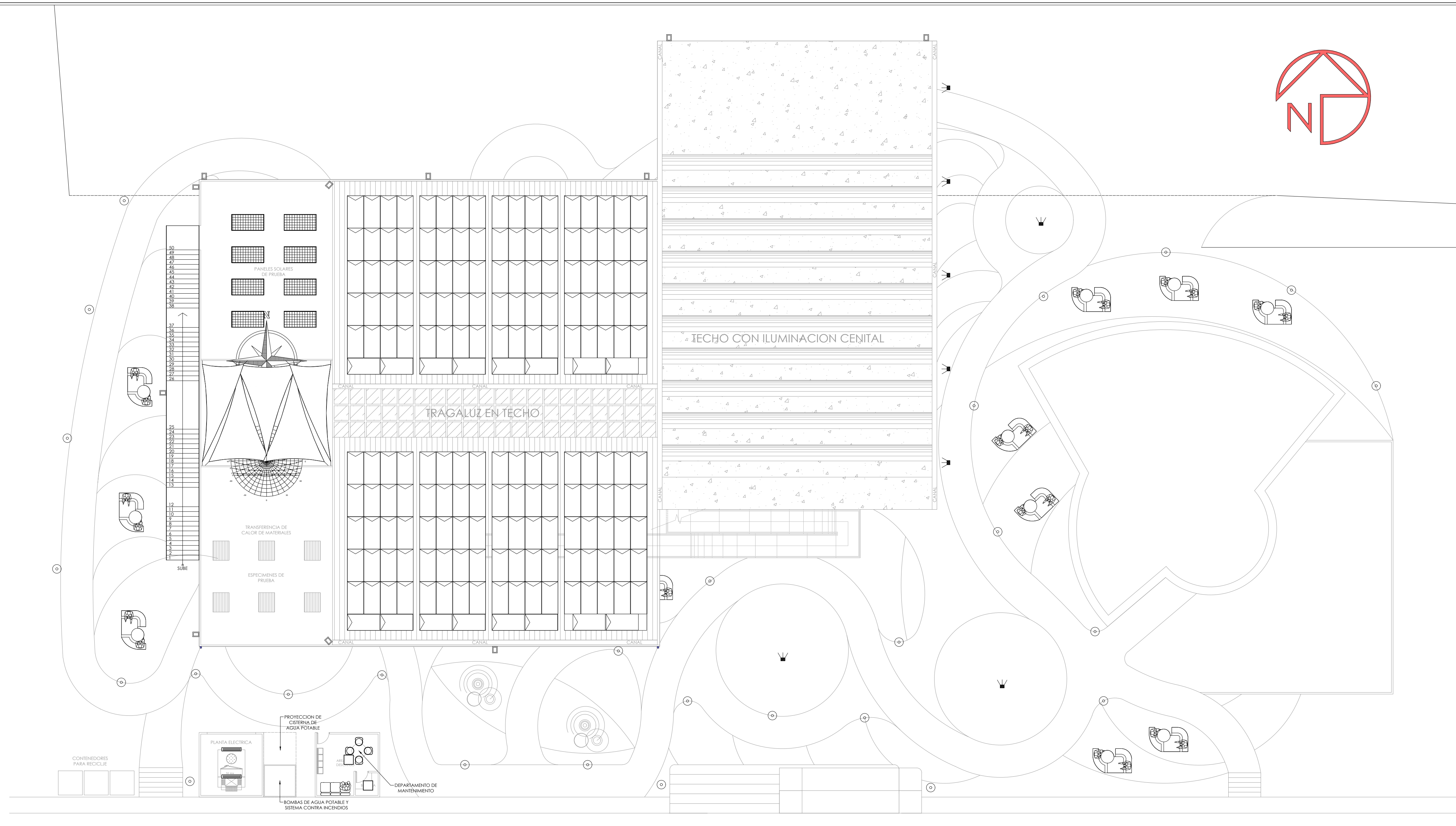
IE-01

FECHA:

DICIEMBRE 2020

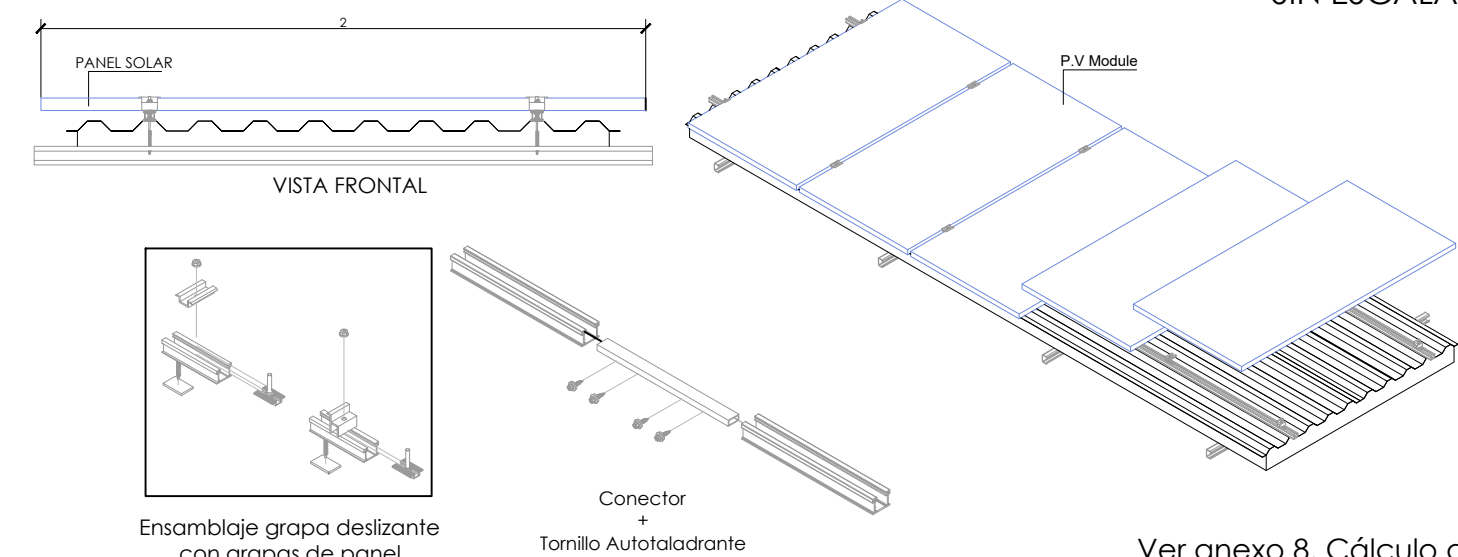
Página:

147

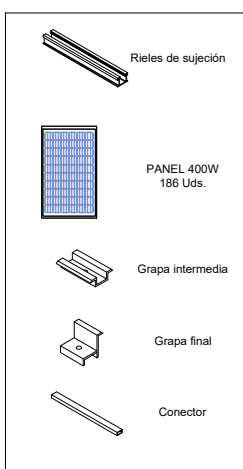


PLANTA DE CONJUNTO  
ESCALA 1:150

DETALLE DE SUJECIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS  
SISTEMA FOTOVOLTAICO DE 74.4 kW SIN ESCALA



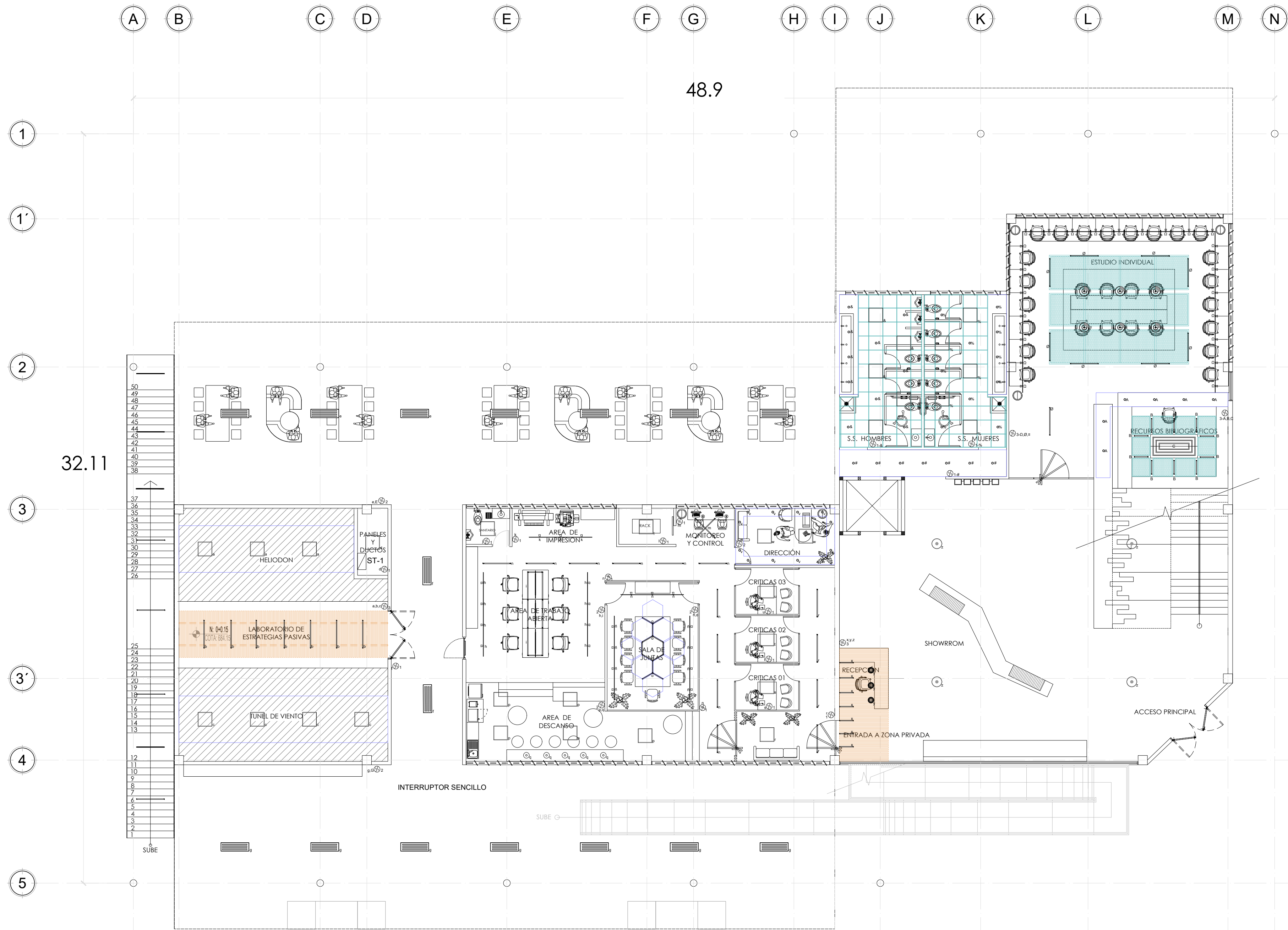
LEYENDA



Ver anexo 8. Cálculo de Sistema Fotovoltaico

CUADRO DE SIMBOLOS DE LUMINARIAS

SIMBOLO	IMAGEN	DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	IMAGEN	DESCRIPCIÓN
		Panel LED 60X60 cm de 40W montaje en techo			Luminaria LED 40W Cuerpo de aluminio y difusor de acrílico Diámetro superior: 450 mm montaje en poste
		Luminaria contra polvo y humedad LED 218X18W Longitud: 1.20m Montaje en techo			Reflector LED 100W Cuerpo de aluminio y difusor de vidrio Dimensión: 0.40 x 0.29 x 0.18 m Montaje en pared IP65
		Aplicador de pared 12W Dimensión: 0.10X0.10X0.10 Montaje en pared IP65			Reflector LED 10W Cuerpo de aluminio y difusor de vidrio Dimensión: 0.13 x 0.11 x 0.04 m Montaje en piso IP65

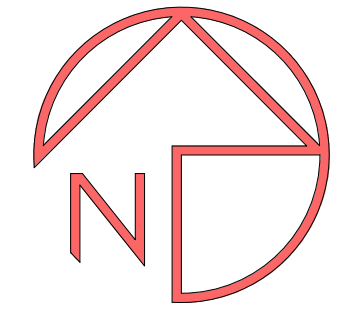


PLANTA DE LUMINARIAS NIVEL 1  
ESCALA 1:115

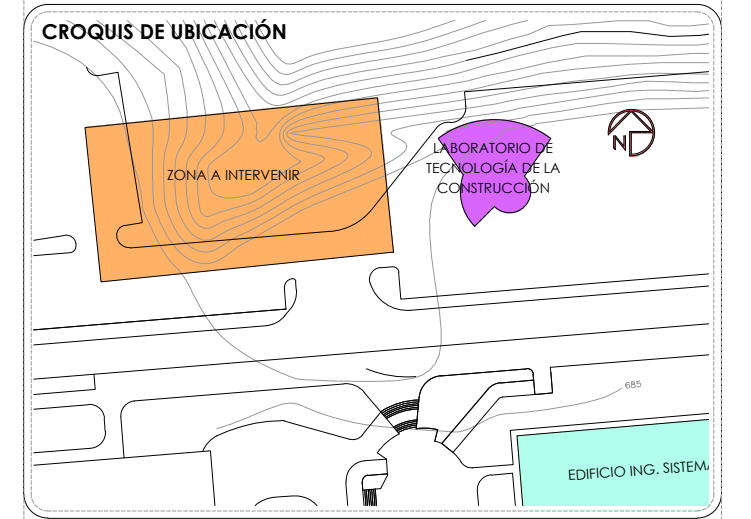
CUADRO DE SIMBOLOS DE LUMINARIAS										
SIMBOLO	IMAGEN	DESCRIPCION	SIMBOLO	IMAGEN	DESCRIPCION	SIMBOLO	IMAGEN	DESCRIPCION	SIMBOLO	DESCRIPCION
		Panel LED 60x60 cm de 40W montaje en techo			Luminaria de hierro forjado color negro base E27 /bombillo LED 9W Diámetro: 0.25m Montaje pendular			Luminaria LED en niveles 40W Dimensiones: variables Montaje pendular		Interruptor sencillo con placa en acabado mate
A		A) Luminaria LED L=1.20m, 1x18W montaje en techo			Luminaria LED 1x9W Longitud: 0.60m Montaje en techo			Luminaria contra polvo y humedad LED 218x18W Longitud: 1.20m Montaje en techo		Interruptor doble con placa en acabado mate
B		B) Luminaria lineal LED L=1.20m, 20W montaje pendular			Luminaria cromada, base E27 / bombillo 9W Diámetro: 0.25m Montaje pendular			Luminaria con chasis de PVC y difusor de policarbonato con tira LED doble Longitud: variable Montaje en estructura metálica pendular		Interruptor triple con placa en acabado mate
		Luminaria LED 4x18w Dimensiones: 1.20 mx0.60m Montaje en techo			Ojo de buey LED 7W Diámetro: 0.09 m Montaje empotrado en techo			Luminaria tipo campana LED 100W con difusor de aluminio Diámetro: 0.42 m Montaje en techo/pendular		Interruptor de cambio con módulos variables, placa en acabado mate
		Luminaria LED rectangular con chasis de aluminio Dimensiones: 3.60mx0.66m Montaje pendular			Luminaria con chasis de aluminio, base E27/bombillo 9w Diámetro: 0.40m Montaje pendular			Luminaria de plafón, base E27/bombillo 9w Diámetro: 0.30m Montaje en techo		Subtablero/caja térmica de 42 espacios

ESTRATEGIAS APLICADAS

- Aplicación de iluminación con tecnología LED para contribuir a la eficiencia energética
- Uso del principio de cielo abierto para reducir el síndrome del edificio enfermo mediante la implementación de losa vista y cielos de fácil mantenimiento con poco índice de COVs



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.



SELLOS

TRABAJO DE GRADO

ASESOR:  
ARQ. RUDY FIGUEROA

CARRERA:  
ARQUITECTURA.

PROYECTO:  
DISEÑO DEL LABORATORIO DE ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, CAMPUS CENTRAL

CONTENIDO:  
PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS E INTERRUPTORES PRIMER NIVEL

PRESENTAN:  
BR. CASTILLO DE LA O, MAYA BEATRIZ.  
BR. CERNA CHAVEZ, JOSÉ RICARDO.  
BR. URRUTIA ROMERO, LILIAN ANDREA.

PROPIETARIO:  
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

ÁREA DEL TERRENO:  
000.00m<sup>2</sup> / 000.00v<sup>2</sup>

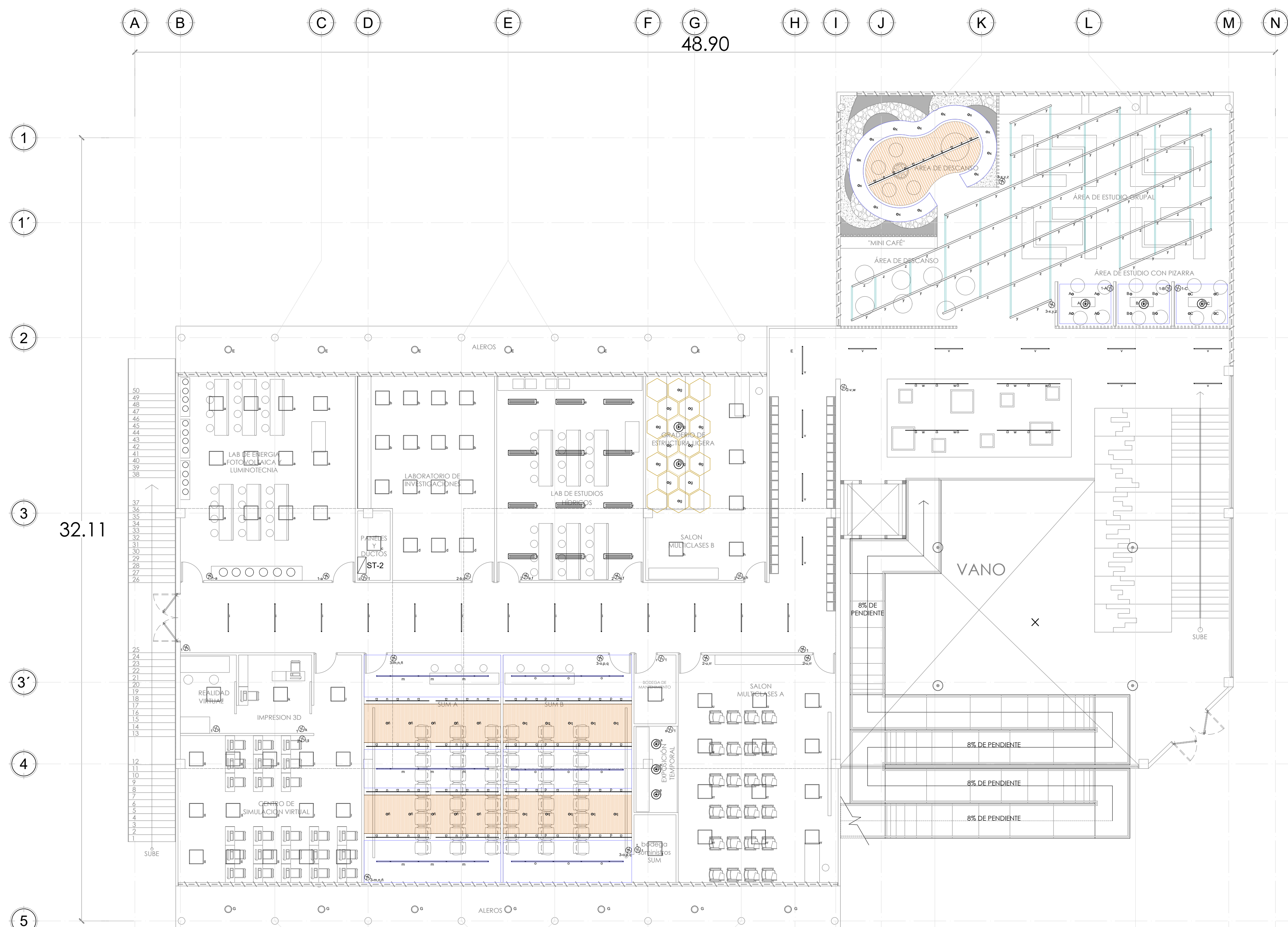
ÁREA CONSTRUIDA:  
000.00m<sup>2</sup> / 000.00v<sup>2</sup>

ESCALA:  
INDICADA.

HOJA:  
IE-02

FECHA:  
DICIEMBRE 2020

Página:  
148

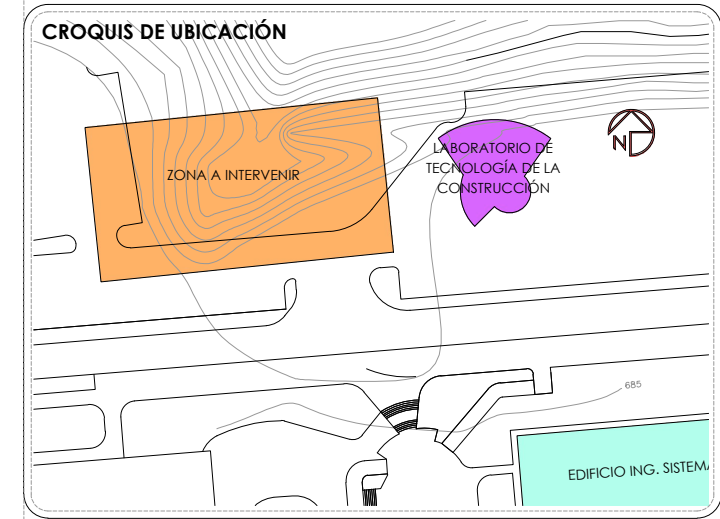
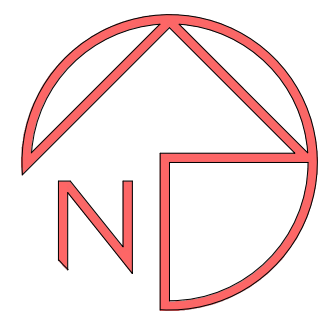


PLANTA DE LUMINARIAS NIVEL 2  
ESCALA 1:115

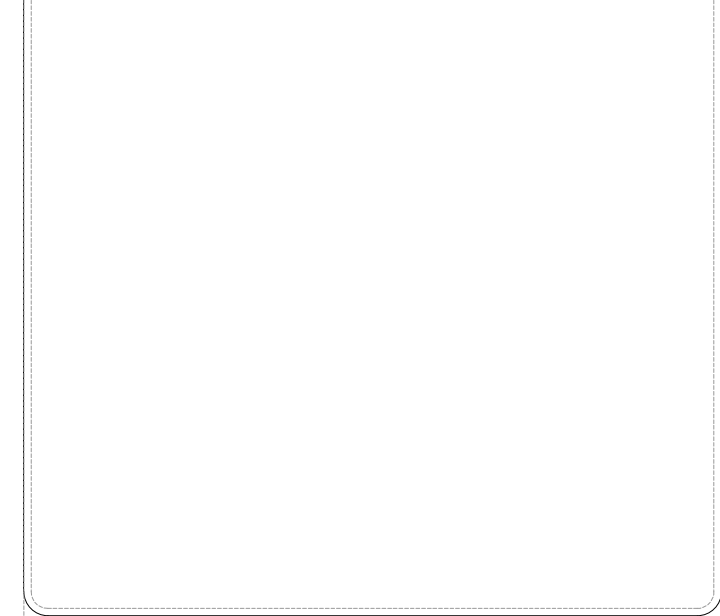
CUADRO DE SIMBOLOS DE LUMINARIAS							
SIMBOLO	IMAGEN	DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	IMAGEN	DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
		Panel LED 60x60 cm de 40W montaje en techo			Luminaria de hierro forjado color negro base E27 /bombillo LED 9W Diámetro: 0.25m Montaje pendular		Luminaria LED en niveles 40W Dimensiones: variables Montaje pendular
A		A) Luminaria LED L=1.20m, 1x18W montaje en techo			Luminaria LED 1x9W Longitud: 0.60m Montaje en techo		Luminaria contra polvo y humedad LED 218x18W Longitud: 1.20m Montaje en techo
B		B) Luminaria lineal LED L=1.20m, 20W montaje pendular			Luminaria cromada, base E27 / bombillo 9W Diámetro: 0.25m Montaje pendular		Luminaria con chasis de PVC y difusor de policarbonato con tira LED doble Longitud: variable Montaje en estructura metálica pendular
		Luminaria LED 4x18w Dimensión: 1.20 mX0.60M Montaje en techo			Ojo de buey LED 7W Diámetro: 0.09 m Montaje empotrado en techo		Luminaria tipo campana LED 100W con difusor de aluminio Diámetro: 0.42 m Montaje en techo/pendular
		Luminaria en riel bombillo LED 10W Longitud: variable Montaje en techo			Luminaria con chasis de aluminio, base E27/bombillo 9w Diámetro: 0.40m Montaje pendular		Luminaria de plafón, base E27/bombillo 9w Diámetro: 0.30m Montaje en techo
		Luminaria LED rectangular con chasis de aluminio Dimensión: 3.60mX0.66M Montaje pendular			Luminaria de plafón, base E27/bombillo 9w Diámetro: 0.30m Montaje en techo		Subtablero/caja térmica de 42 espacios

ESTRATEGIAS APLICADAS

- Aplicación de iluminación con tecnología LED para contribuir a la eficiencia energética
- Uso del principio de cielo abierto para reducir el síndrome del edificio enfermo mediante la implementación de losa vista y cielos de fácil mantenimiento con poco índice de COVs



SELLOS



TRABAJO DE GRADO

ASESOR:  
ARQ. RUDY FIGUEROA

CARRERA:  
ARQUITECTURA

PROYECTO:  
DISEÑO DEL LABORATORIO DE ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, CAMPUS CENTRAL

CONTENIDO:  
PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS E INTERRUPTORES SEGUNDO NIVEL

PRESENTAN:  
BR. CASTILLO DE LA O, MAYA BEATRIZ.  
BR. CERNA CHAVEZ, JOSÉ RICARDO.  
BR. URRUTIA ROMERO, LILIAN ANDREA.

PROPIETARIO:  
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

ÁREA DEL TERRENO:  
000.00m<sup>2</sup> / 000.00v<sup>2</sup>

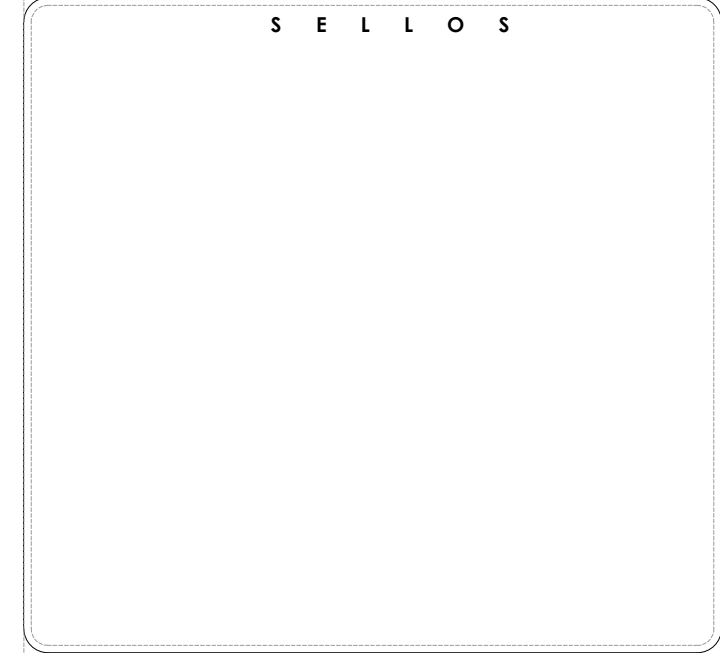
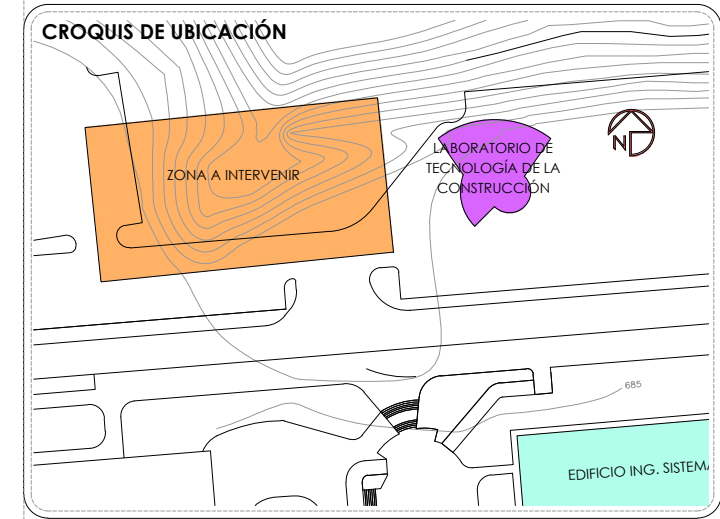
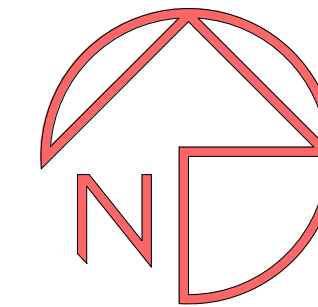
ÁREA CONSTRUIDA:  
000.00m<sup>2</sup> / 000.00v<sup>2</sup>

ESCALA:  
INDICADA.

HOJA:  
IE-03

FECHA:  
DICIEMBRE 2020

Página:  
149



**TRABAJO DE GRADO**

**ASESOR:**  
ARQ. RUDY FIGUEROA

**CARRERA:**  
ARQUITECTURA

**PROYECTO:**  
DISEÑO DEL LABORATORIO DE ARQUITECTURA BIOLIMÁTICA FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, CAMPUS CENTRAL

**CONTENIDO:**  
PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE TOMACORRIENTES, VOZ Y DATOS EN PRIMER NIVEL

**PRESENTAN:**  
BR. CASTILLO DE LA O, MAYA BEATRIZ.  
BR. CERNA CHAVEZ, JOSÉ RICARDO.  
BR. URRUTIA ROMERO, LILIAN ANDREA.

**PROPIETARIO:**  
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

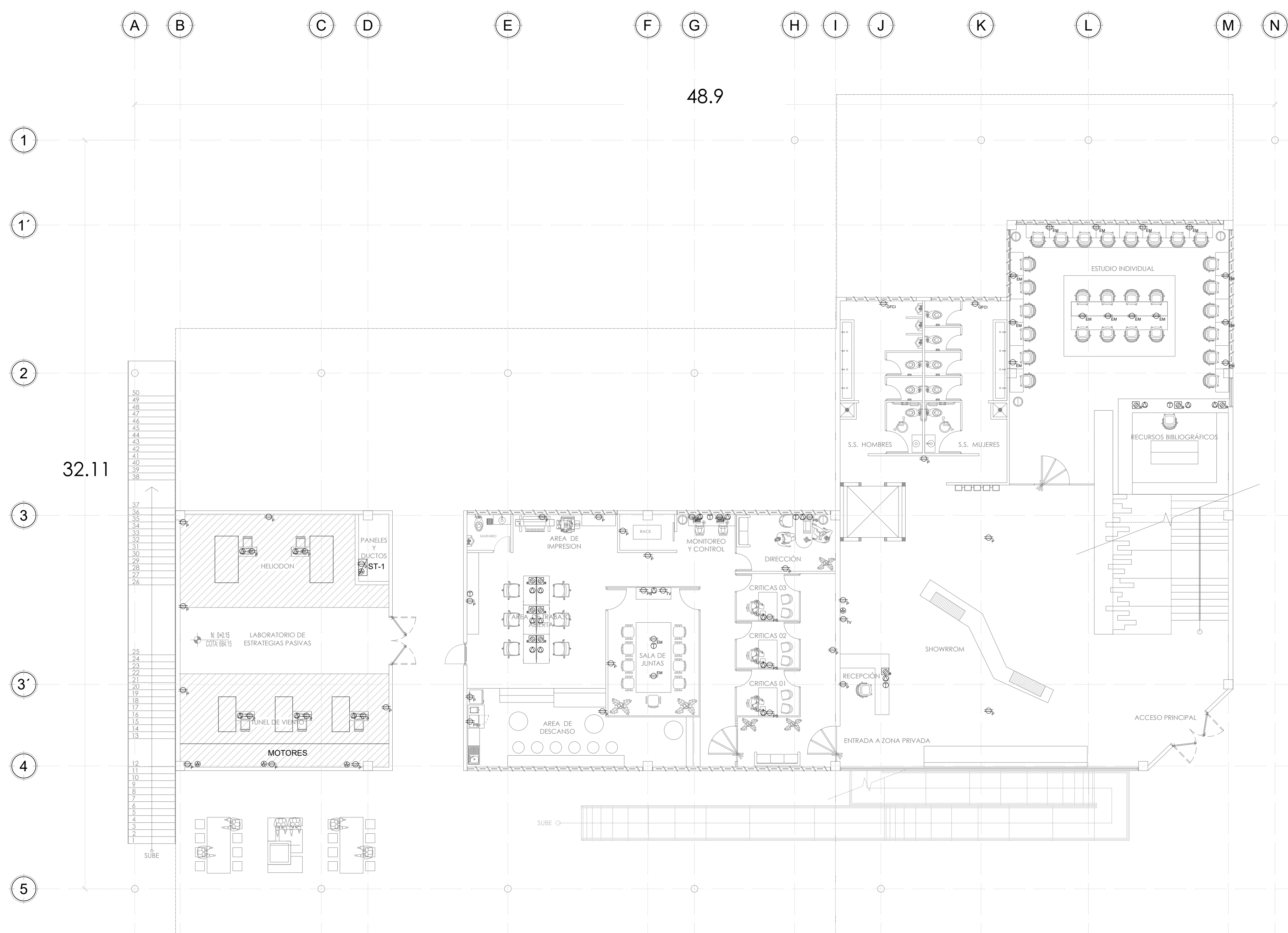
**ÁREA DEL TERRENO:** 000.00m<sup>2</sup> / 000.00v<sup>2</sup>      **ÁREA CONSTRUIDA:** 000.00m<sup>2</sup> / 000.00v<sup>2</sup>

**ESCALA:** INDICADA.      **HOJA:**

**FECHA:** DICIEMBRE 2020

**Página:** 150

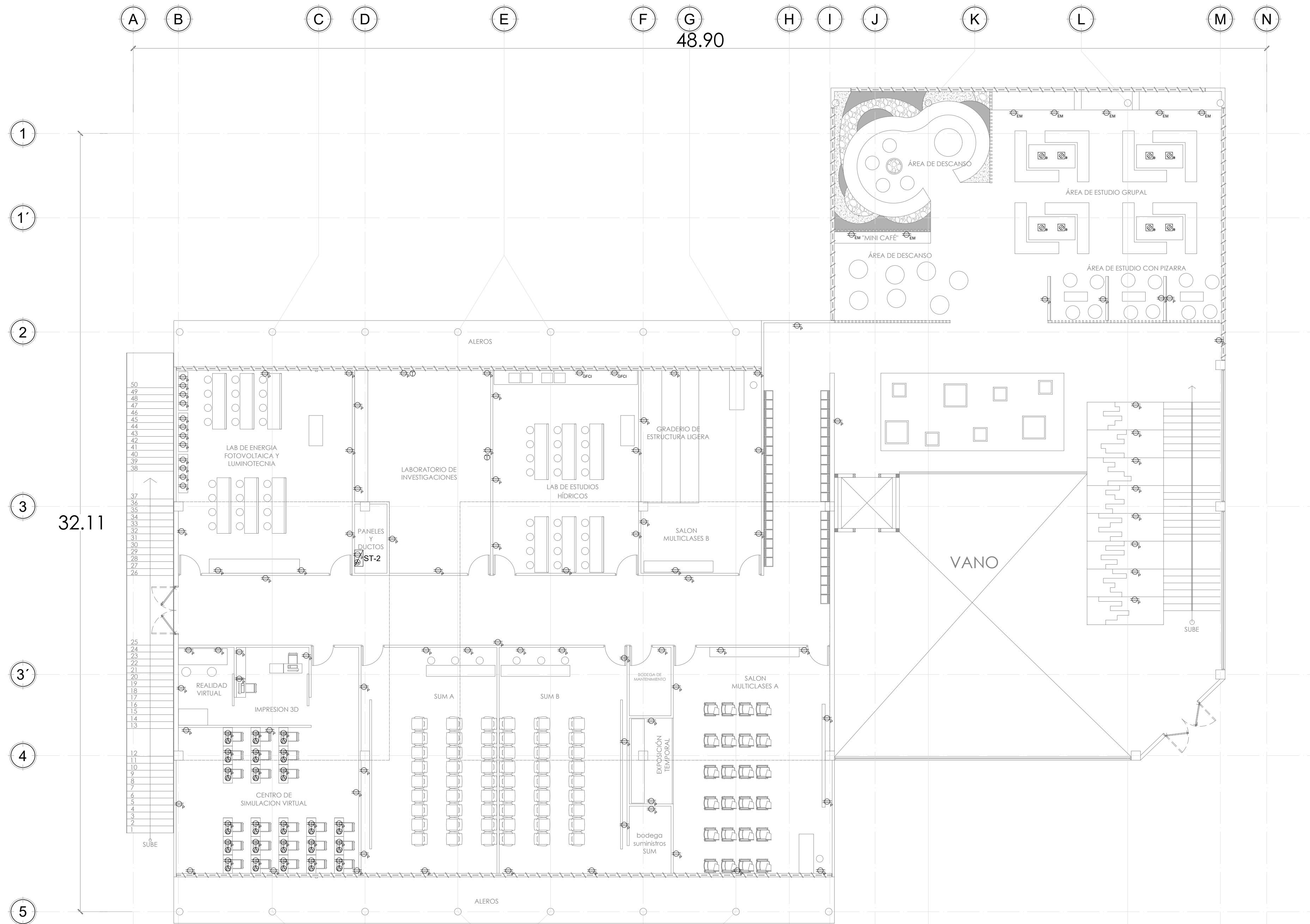
**IE-04**



**PLANTA DE TOMACORRIENTES, VOZ Y DATOS NIVEL 1**  
**ESCALA 1:115**

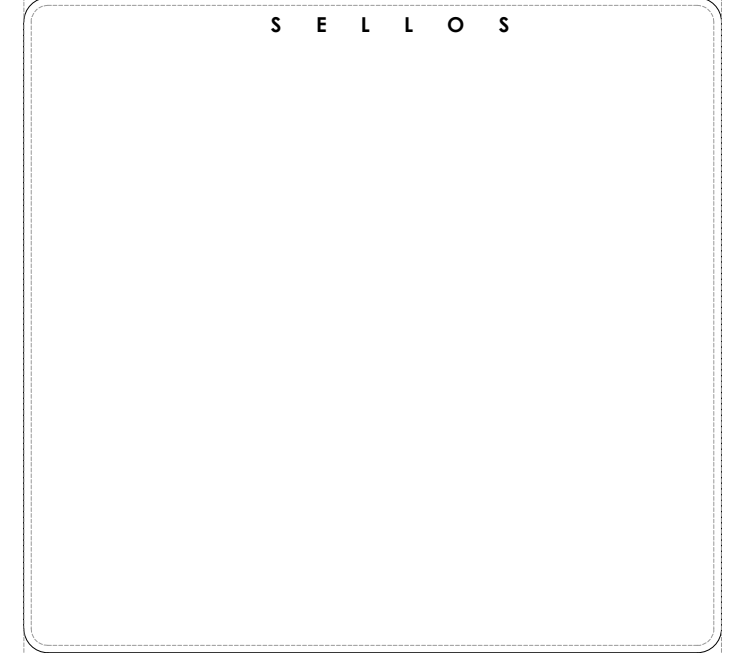
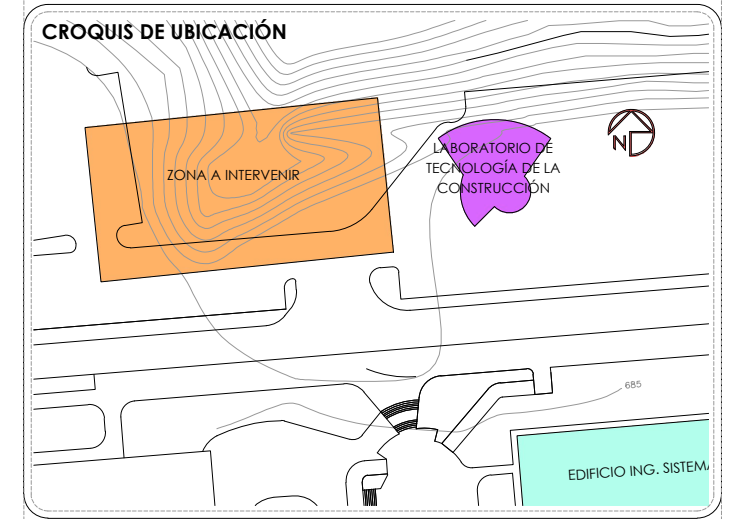
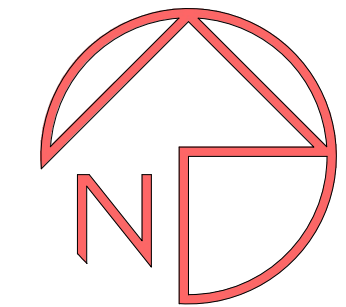
CUADRO DE SIMBOLOS			
SIMBOLO	DESCRIPCION	SIMBOLO	DESCRIPCION
	TOMACORRIENTE POLARIZADO 120 V BAJO MOBILIARIO		TOMACORRIENTE TRIFILAR 240 V
	TOMACORRIENTE POLARIZADO 120 V EN PARED		TOMACORRIENTE GFCI
	TOMACORRIENTE POLARIZADO 120 V EN MOBILIARIO		TOMACORRIENTE POLARIZADO 120 V PARA TELEVISOR
	TOMACORRIENTE POLARIZADO 120 V EN PARED SOBRE MOBILIARIO		TOMA DE DATOS
	TOMACORRIENTE POLARIZADO 120 V EN PARED BAJO MOBILIARIO.		TOMA PARA TELÉFONO





PLANTA DE TOMACORRIENTES, VOZ Y DATOS NIVEL 2  
ESCALA 1:115

CUADRO DE SIMBOLOS			
SIMBOLO	DESCRIPCION	SIMBOLO	DESCRIPCION
	TOMACORRIENTE POLARIZADO 120 V BAJO MOBILIARIO		TOMACORRIENTE TRIFILAR 240 V
	TOMACORRIENTE POLARIZADO 120 V EN PARED		TOMACORRIENTE GFCI
	TOMACORRIENTE POLARIZADO 120 V EN MOBILIARIO		TOMACORRIENTE POLARIZADO 120 V PARA TELEVISOR
	TOMACORRIENTE POLARIZADO 120 V EN PARED SOBRE MOBILIARIO		TOMA DE DATOS
	TOMACORRIENTE POLARIZADO 120 V EN PARED BAJO MOBILIARIO.		TOMA PARA TELÉFONO



TRABAJO DE GRADO

ASESOR:  
ARQ. RUDY FIGUEROA

CARRERA:  
ARQUITECTURA.

PROYECTO:  
DISEÑO DEL LABORATORIO DE ARQUITECTURA  
BIOCIMÁTICA FACULTAD DE INGENIERIA Y  
ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR,  
CAMPUS CENTRAL

CONTENIDO:  
PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE  
TOMACORRIENTES, VOZ Y DATOS EN  
SEGUNDO NIVEL

PRESENTAN:  
BR. CASTILLO DE LA O, MAYA BEATRIZ.  
BR. CERNA CHAVEZ, JOSÉ RICARDO.  
BR. URRUTIA ROMERO, LILIAN ANDREA.

PROPIETARIO:  
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

ÁREA DEL TERRENO:  
000.00m<sup>2</sup> / 000.00v<sup>2</sup>

ÁREA CONSTRUIDA:  
000.00m<sup>2</sup> / 000.00v<sup>2</sup>

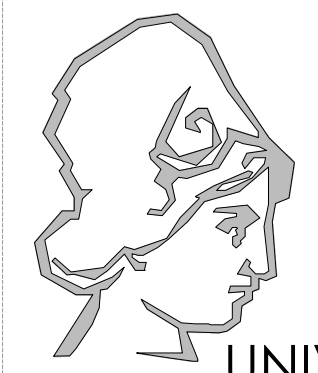
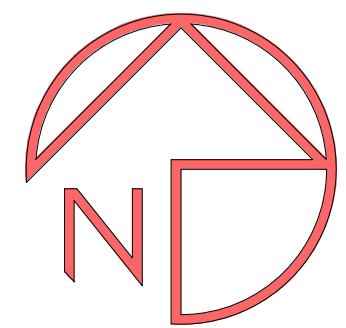
ESCALA:  
INDICADA.

HOJA:

FECHA:  
DICIEMBRE 2020

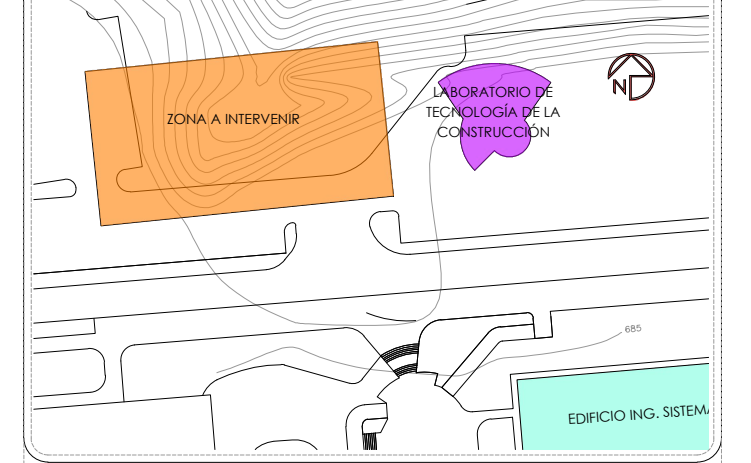
Página:  
151

**IE-05**



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.

CROQUIS DE UBICACIÓN



SELLOS

TRABAJO DE GRADO

ASESOR: ARQ. RUDY FIGUEROA

CARRERA: ARQUITECTURA.

PROYECTO: DISEÑO DEL LABORATORIO DE ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, CAMPUS CENTRAL

CONTENIDO: INSTALACIONES DE AGUA LLUVIAS Y DETALLE DE LAGUNA DE INFILTRACIÓN

PRESENTAN: BR. CASTILLO DE LA O, MAYA BEATRIZ. BR. CERNA CHAVEZ, JOSÉ RICARDO. BR. URRUTIA ROMERO, LILIAN ANDREA.

PROPIETARIO: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

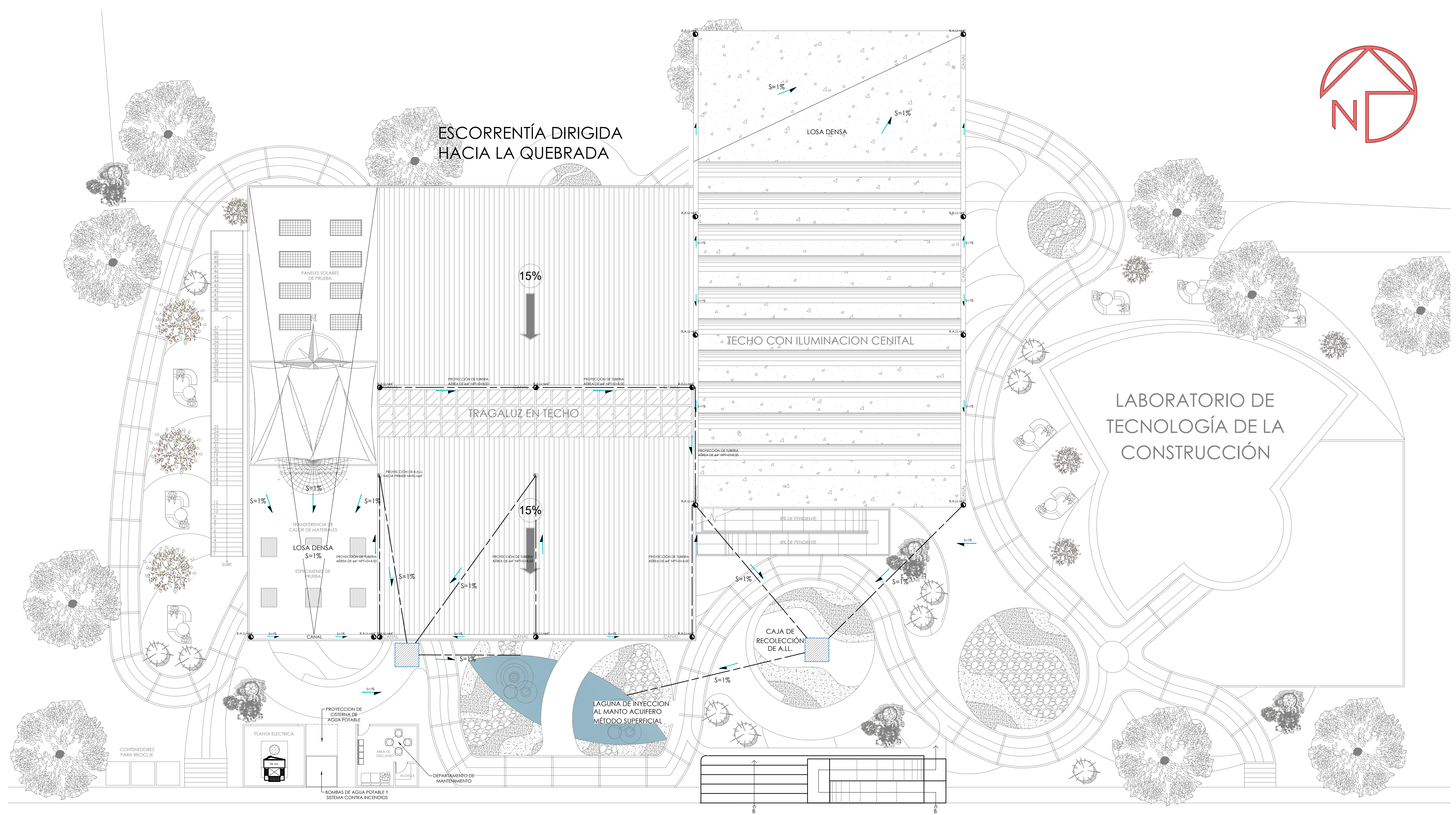
ÁREA DEL TERRENO: 000.00m<sup>2</sup> / 000.00v<sup>2</sup>    ÁREA CONSTRUIDA: 000.00m<sup>2</sup> / 000.00v<sup>2</sup>

ESCALA: INDICADA.

FECHA: DICIEMBRE 2020

Página: 152

HOJA: IH-01

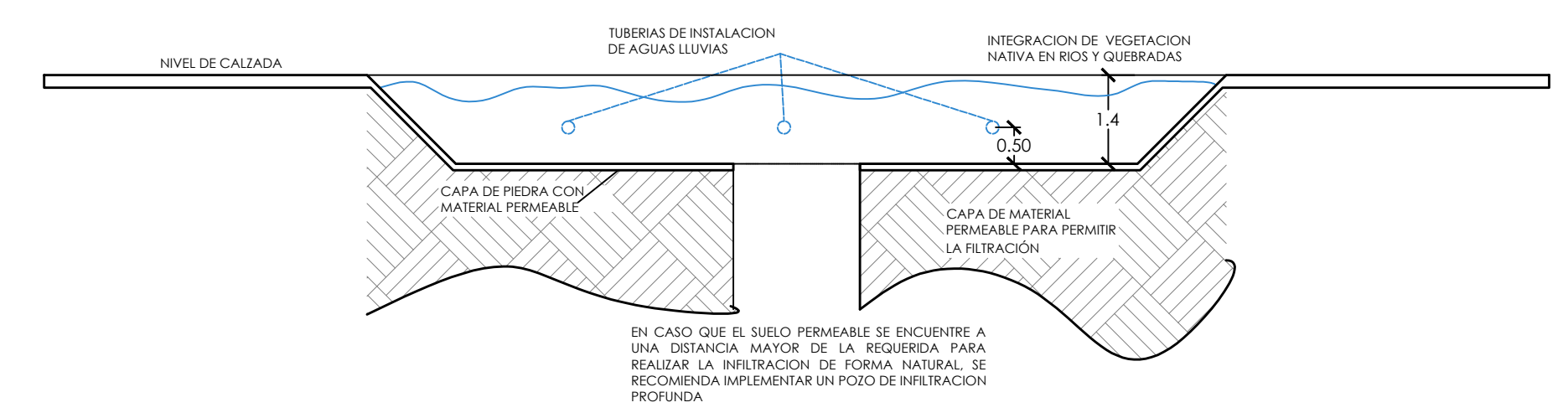


PLANTA INSTALACIONES HIDRÁULICAS ALL ESCALA 1:150

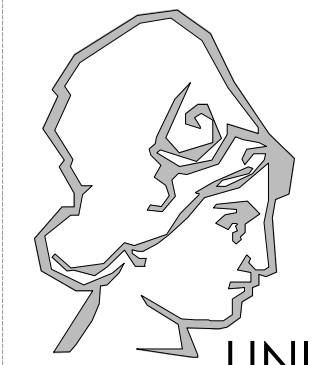
ESTRATEGIAS APLICADAS

- Uso de laguna para recolección de agua lluvia con el fin de infiltrarla al suelo gradualmente
- Incremento de la infiltración de agua lluvia mediante el uso de materiales con alto índice de permeabilidad

CUADRO DE SIMBOLOS			
SIMBOLO	DESCRIPCION	SIMBOLO	DESCRIPCION
	TUBERIA DE AGUA POTABLE		CODO A 90° CON CURVA
	TUBERIA DE AGUAS NEGRAS		CONEXION EN CRUZ
	TUBERIA DE AGUAS LLUVIAS		CONEXION EN TEE
	GRIFOS DE LAVAMANOS CON AIREADORES		CONEXION EN YEETEE



ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE LAGUNA DE INFILTRACIÓN ESCALA 1:100



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.

CROQUIS DE UBICACIÓN



SELLOS

TRABAJO DE GRADO

ASESOR:  
ARQ. RUDY FIGUEROA

CARRERA:  
ARQUITECTURA.

PROYECTO:  
DISEÑO DEL LABORATORIO DE ARQUITECTURA BIOLIMÁTICA FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, CAMPUS CENTRAL

CONTENIDO:  
INSTALACIONES DE AGUA POTABLE Y AGUAS NEGRAS PRIMER NIVEL

PRESENTAN:  
BR. CASTILLO DE LA O, MAYA BEATRIZ.  
BR. CERNA CHAVEZ, JOSÉ RICARDO.  
BR. URRUTIA ROMERO, LILIAN ANDREA.

PROPIETARIO:  
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

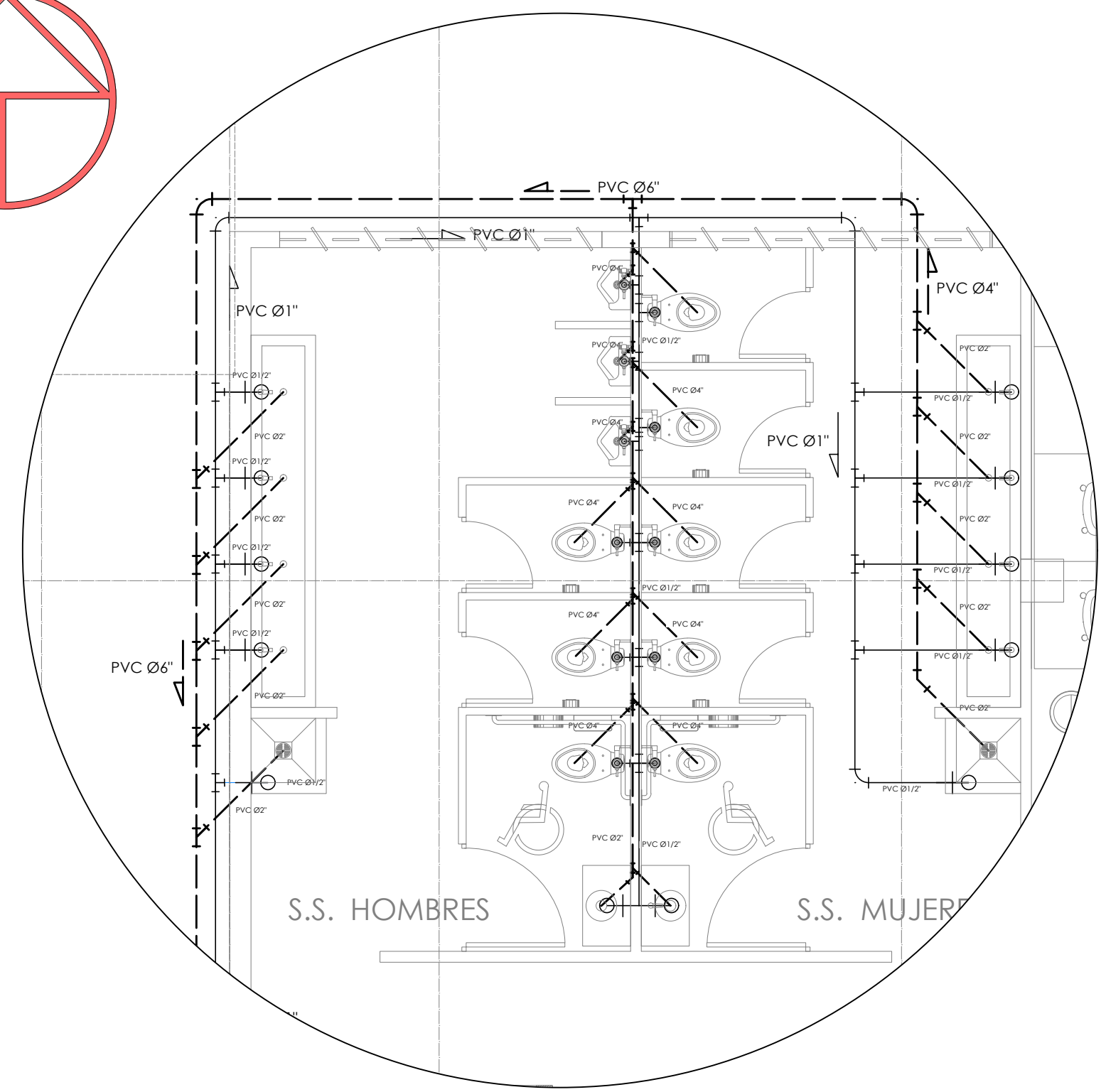
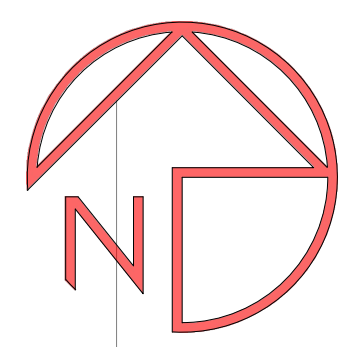
ÁREA DEL TERRENO:  
000.00m<sup>2</sup> / 000.00v<sup>2</sup>      ÁREA CONSTRUIDA:  
000.00m<sup>2</sup> / 000.00v<sup>2</sup>

ESCALA:  
INDICADA.      HOJA:

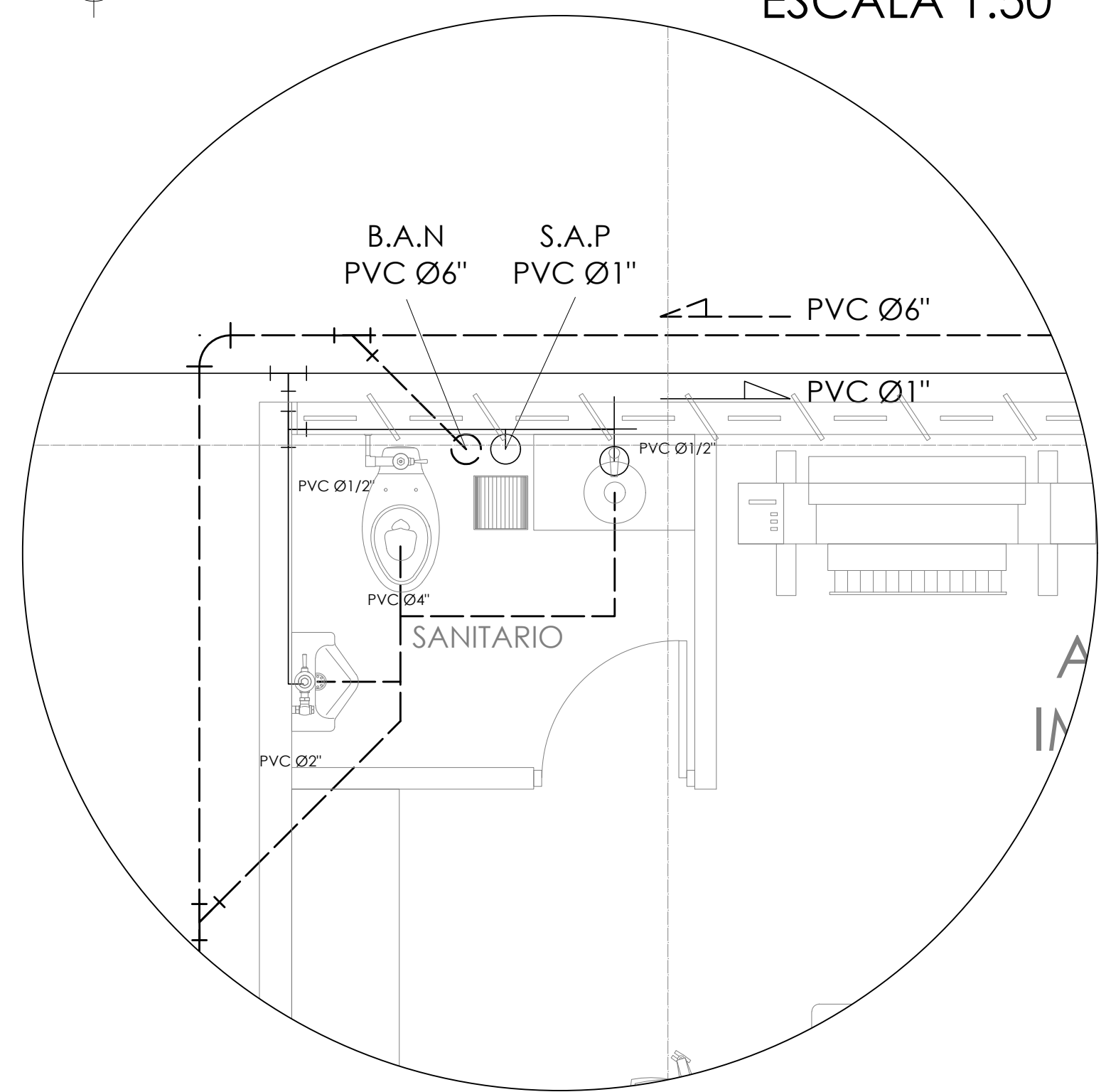
FECHA:  
DICIEMBRE 2020

Página:  
153

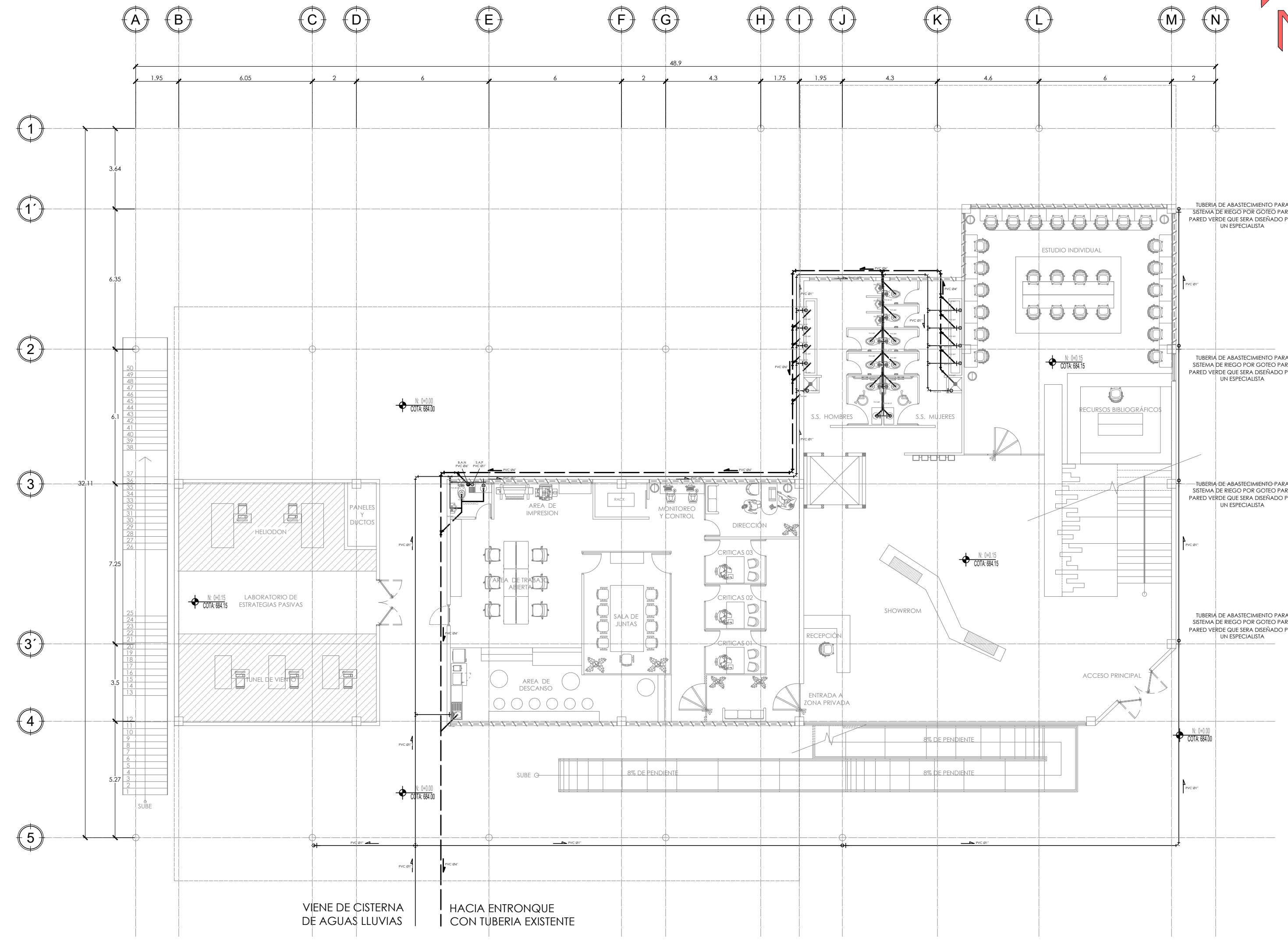
IH-02



AMPLIACION SANITARIOS PRIMER NIVEL  
ESCALA 1:50



AMPLIACION SANITARIOS ZONA PRIVADA  
ESCALA 1:25

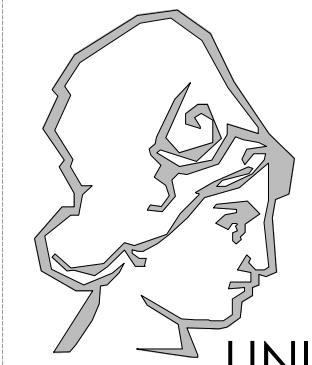


PLANTA INSTALACIONES HIDRÁULICAS AP Y AN PRIMER NIVEL  
ESCALA 1:150

**ESTRATEGIAS APLICADAS**

- Uso de grifos para lavamanos con aereadores con certificaciones internacionales
- Implementación de equipo sanitario eficiente
- Utilización de sistemas de riego por goteo para pared verde que permitan optimizar el consumo de agua

CUADRO DE SIMBOLOS			
SIMBOLO	DESCRIPCION	SIMBOLO	DESCRIPCION
	TUBERIA DE AGUA POTABLE		CODO A 90° CON CURVA
	TUBERIA DE AGUAS NEGRAS		CONEXION EN CRUZ
	TUBERIA DE AGUAS LLUVIAS		CONEXION EN TEE
	GRIFOS DE LAVAMANOS CON AIREADORES		CONEXION EN YEETEE



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.

CROQUIS DE UBICACIÓN



SELLOS

TRABAJO DE GRADO

ASESOR:  
ARQ. RUDY FIGUEROA

CARRERA:  
ARQUITECTURA.

PROYECTO:  
DISEÑO DEL LABORATORIO DE ARQUITECTURA BIOLIMÁTICA FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR. CAMPUS CENTRAL

CONTENIDO:  
INSTALACIONES DE AGUA POTABLE Y AGUAS NEGRAS SEGUNDO NIVEL

PRESENTAN:  
BR. CASTILLO DE LA O, MAYA BEATRIZ.  
BR. CERNA CHAVEZ, JOSÉ RICARDO.  
BR. URRUTIA ROMERO, LILIAN ANDREA.

PROPIETARIO:  
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

ÁREA DEL TERRENO:  
000.00m<sup>2</sup> / 000.00v<sup>2</sup>      ÁREA CONSTRUIDA:  
000.00m<sup>2</sup> / 000.00v<sup>2</sup>

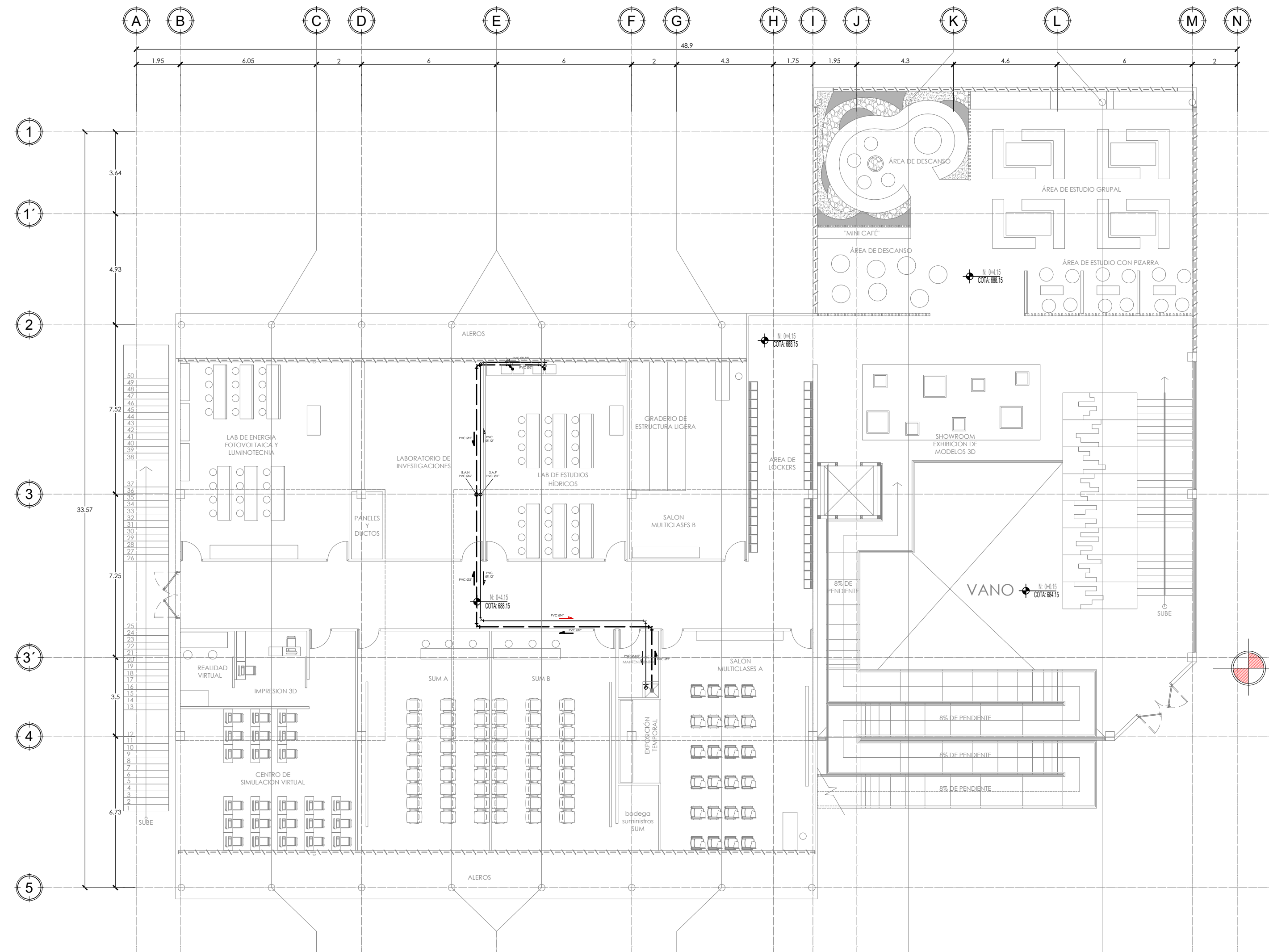
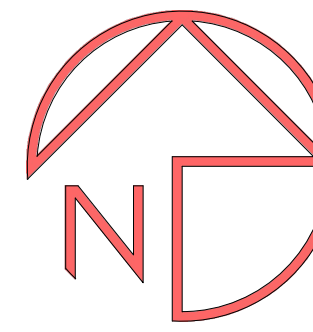
ESCALA:  
INDICADA.

HOJA:

FECHA:  
DICIEMBRE 2020

Página:  
154

IH-03



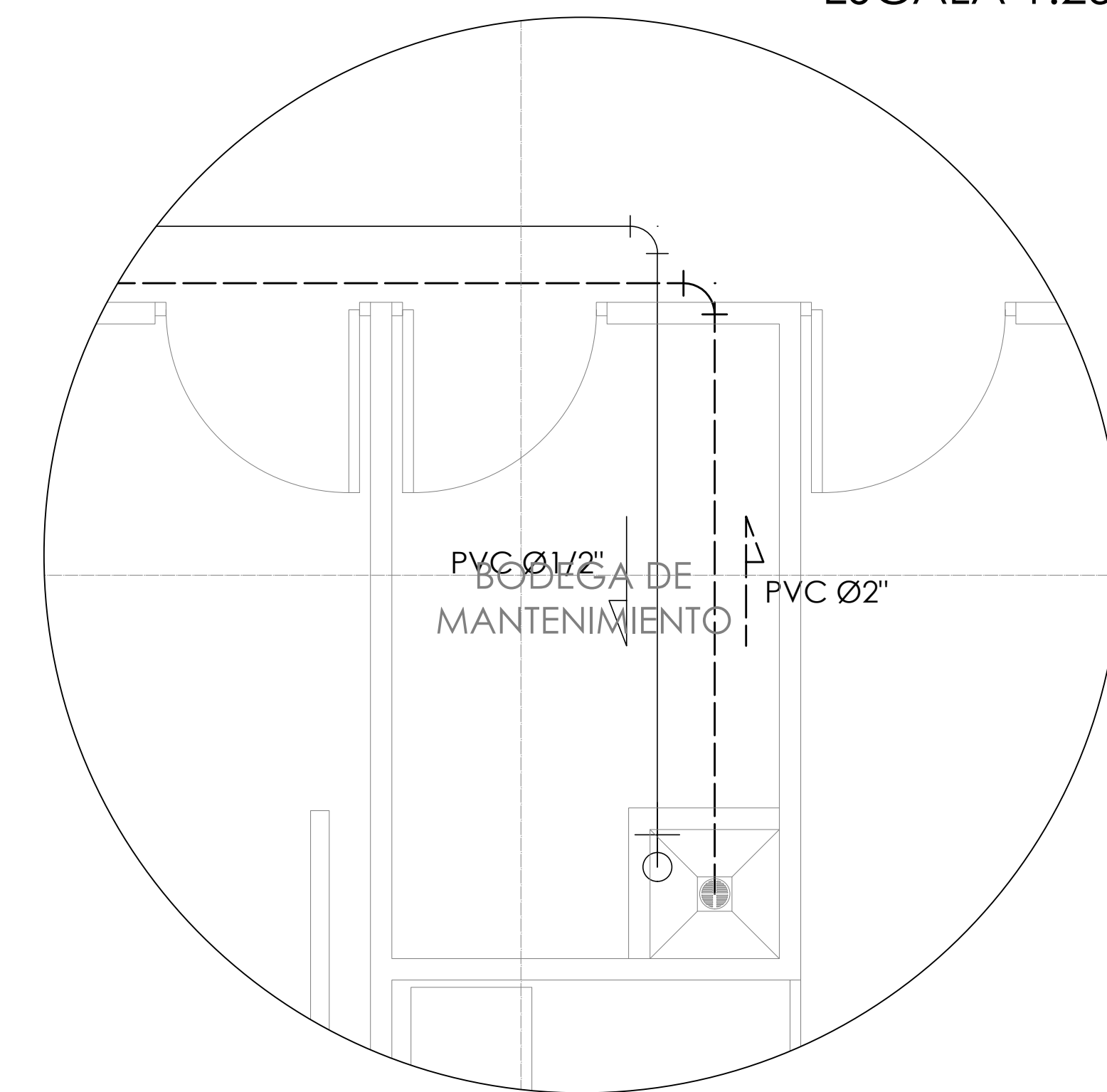
PLANTA INSTALACIONES HIDRÁULICAS AP Y AN SEGUNDO NIVEL  
ESCALA 1:150

ESTRATEGIAS APLICADAS

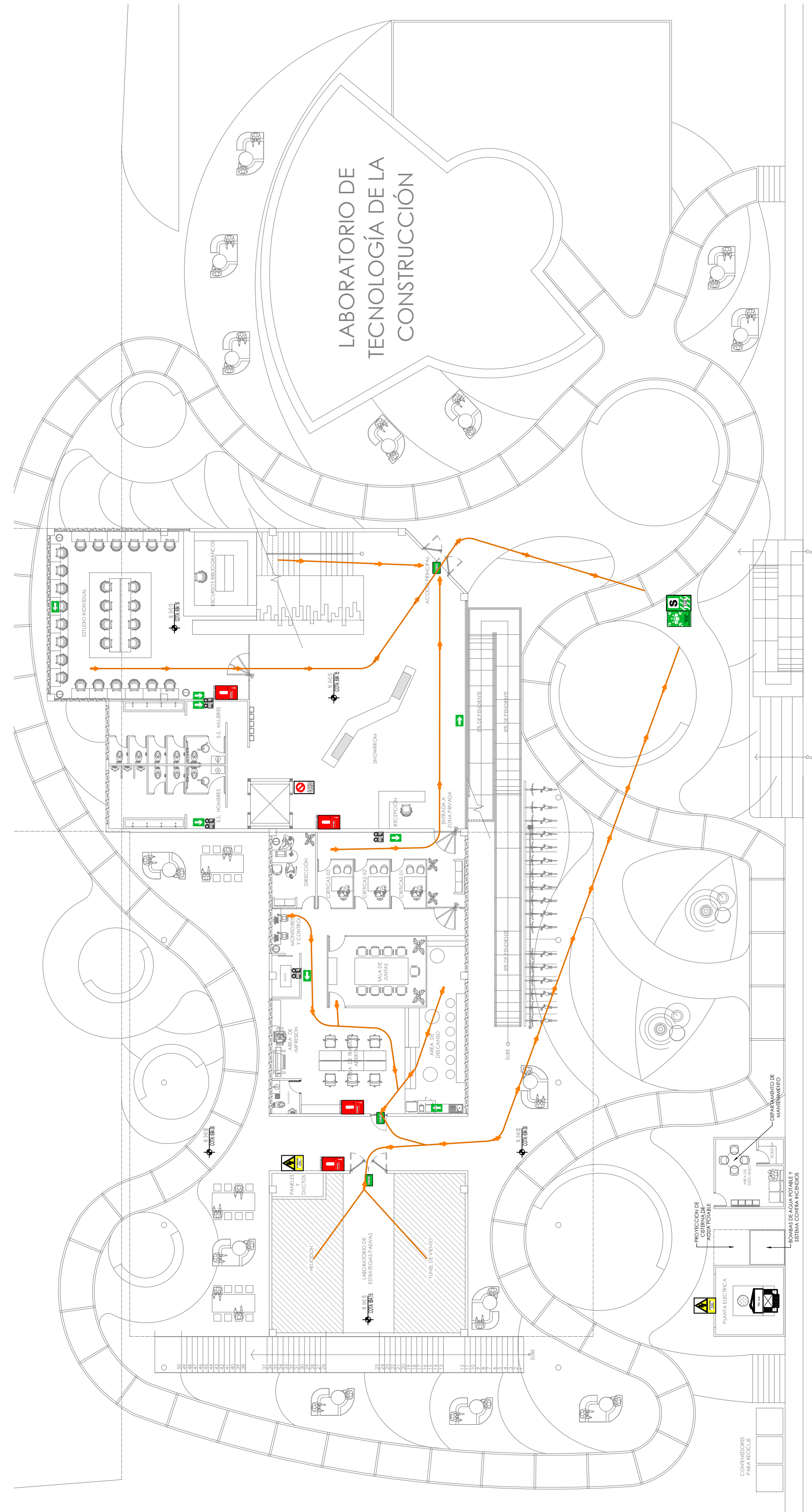
- Uso de grifos para lavamanos con aereadores con certificaciones internacionales
- Conservacion de una mecha de sistemas hidráulicos para aeras de laboratorio previendo una futura instalacion de equipamiento

CUADRO DE SIMBOLOS			
SIMBOLO	DESCRIPCION	SIMBOLO	DESCRIPCION
	TUBERIA DE AGUA POTABLE		CODO A 90° CON CURVA
	TUBERIA DE AGUAS NEGRAS		CONEXION EN CRUZ
	TUBERIA DE AGUAS LLUVIAS		CONEXION EN TEE
	GRIFOS DE LAVAMANOS CON AIREADORES		CONEXION EN YEETEE

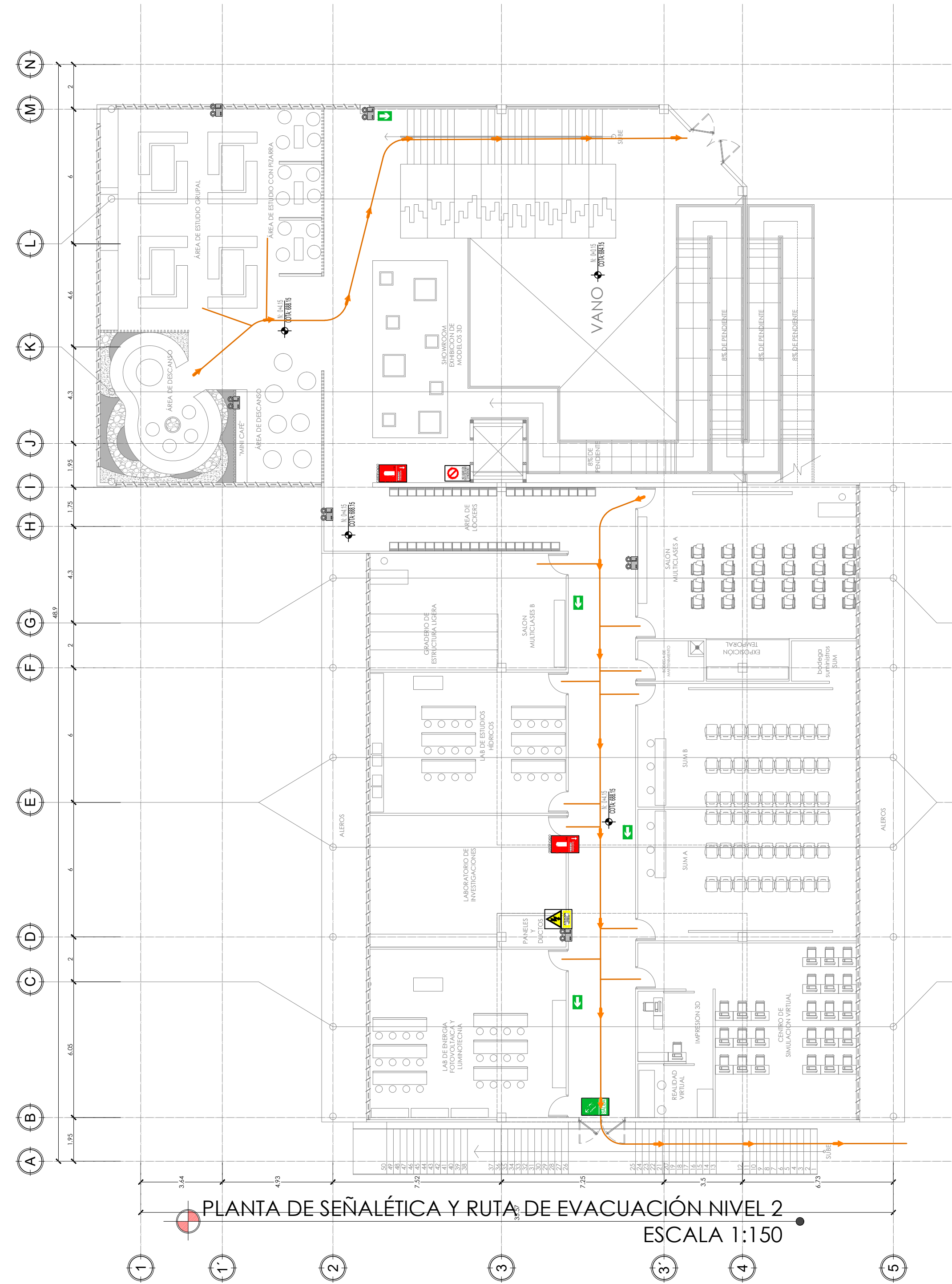
AMPLIACION LABORATORIO DE ESTUDIOS HÍDRICOS  
ESCALA 1:25



AMPLIACION BODEGA DE MANTENIMIENTO  
ESCALA 1:25

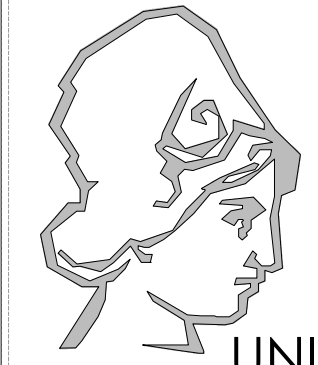
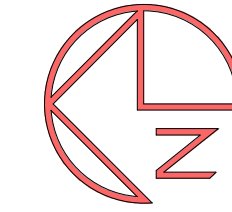


PLANTA DE SEÑALÉTICA Y RUTA DE EVACUACIÓN NIVEL 1  
ESCALA 1:200



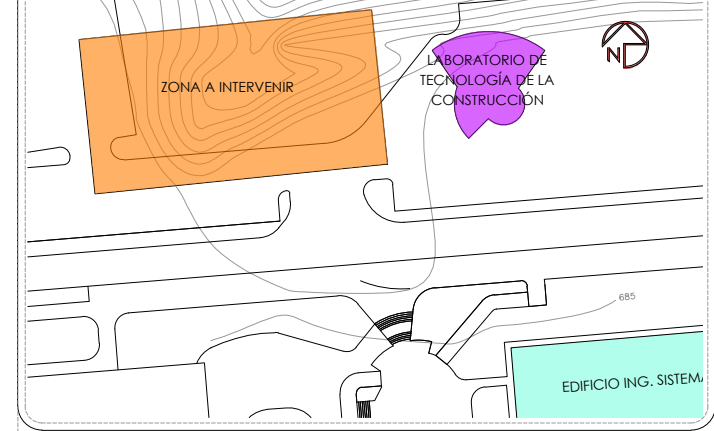
PLANTA DE SEÑALÉTICA Y RUTA DE EVACUACIÓN NIVEL 2  
ESCALA 1:150

CUADRO DE SIMBOLOS							
SIMBOLO	DESCRIPCION	SIMBOLO	DESCRIPCION	SIMBOLO	DESCRIPCION	SIMBOLO	DESCRIPCION
	ZONA SEGURA		NO ES SALIDA		TUBERIA DE AGUA POTABLE		PELIGRO RIESGO ELECTRICO
	INDICACION DE SALIDAS		LUCES DE EMERGENCIA		PUNTO DE REUNION EN CASO DE EMERGENCIA		EXTINTOR
	SALIDA ESCALERA		RUTA DE EVACUACION		NO USAR EN CASO DE SISMO O INCENDIO		



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.

CROQUIS DE UBICACIÓN



SELLOS

TRABAJO DE GRADO

ASESOR:  
ARQ. RUDY FIGUEROA

CARRERA:  
ARQUITECTURA

PROYECTO:  
DISEÑO DEL LABORATORIO DE ARQUITECTURA  
BIOCLIMÁTICA FACULTAD DE INGENIERIA Y  
ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE EL  
SALVADOR, CAMPUS CENTRAL

CONTENIDO:  
PLANTA DE SEÑALÉTICA Y RUTA DE  
EVACUACIÓN PRIMER Y SEGUNDO NIVEL

PRESENTAN:  
BR. CASTILLO DE LA O, MAYA BEATRIZ.  
BR. CERNA CHAVEZ, JOSÉ RICARDO.  
BR. URRUTIA ROMERO, LILIAN ANDREA.

PROPIETARIO:  
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

ÁREA DEL TERRENO:  
000.00m<sup>2</sup> / 000.00v<sup>2</sup>

ÁREA CONSTRUIDA:  
000.00m<sup>2</sup> / 000.00v<sup>2</sup>

ESCALA:  
INDICADA.

HOJA:

FECHA:  
DICIEMBRE 2020

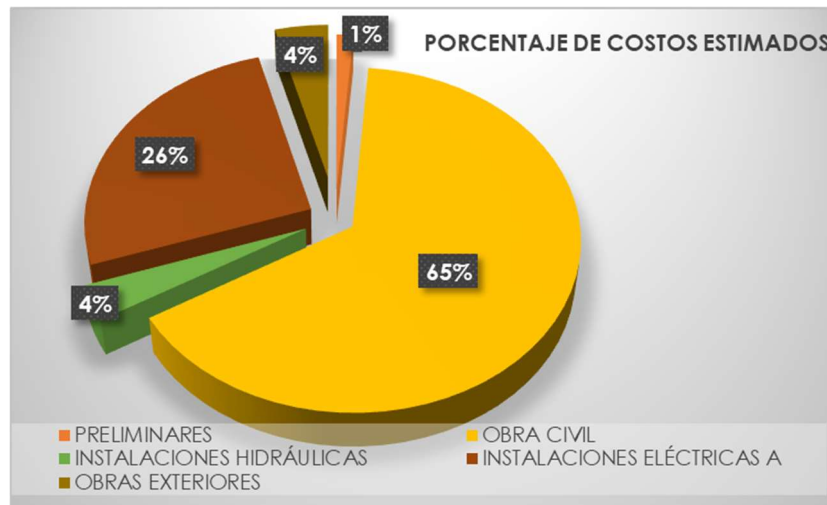
SR-01

Página:  
155

## 5.8 Presupuesto Estimado

El costo de obras exteriores se considera únicamente como un porcentaje incorporado dentro de todo el proyecto, teniendo en cuenta que representa aproximadamente un 50% del total del terreno de intervención, forma parte vital del proyecto para que las estrategias implementadas dentro del edificio funcionen óptimamente.

Las especialidades consideradas en el estimado fueron las siguientes: Preliminares, Obra Civil, Instalaciones Hidráulicas, Instalaciones Eléctricas, Obras exteriores.



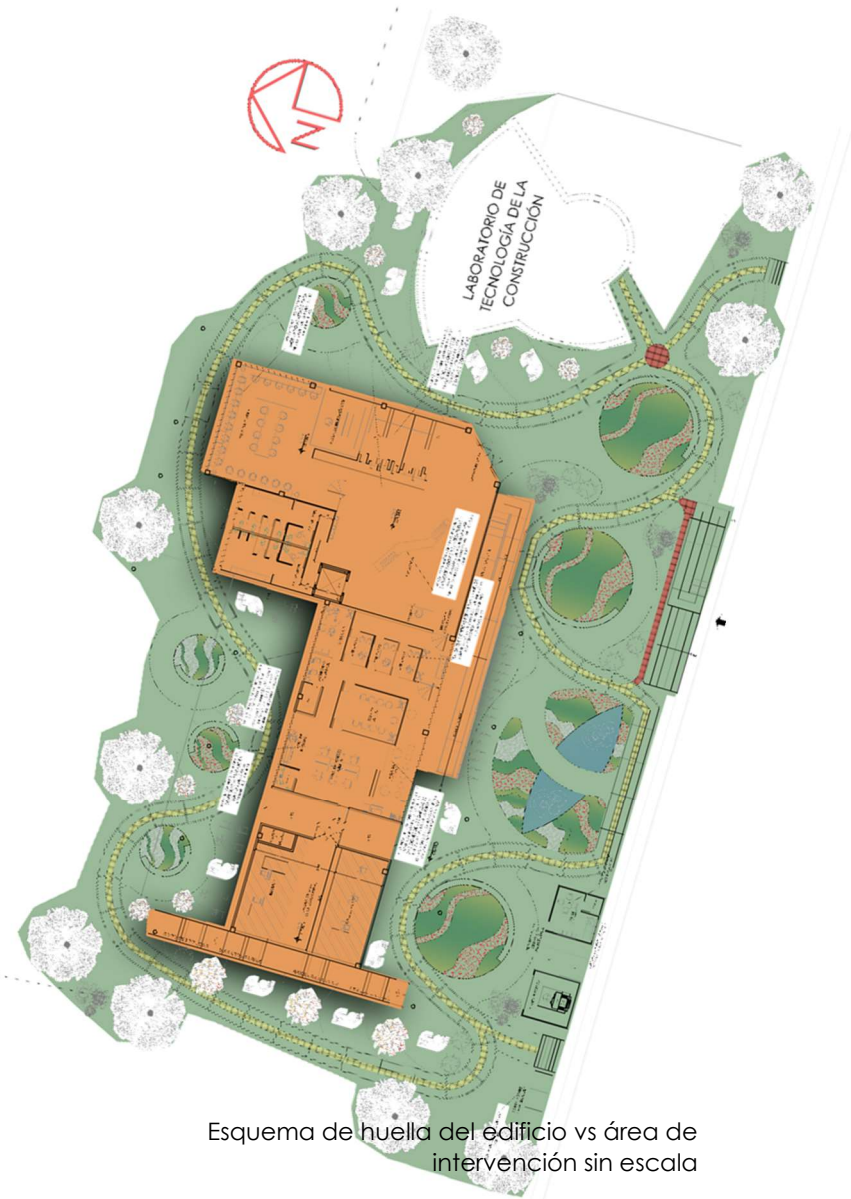
Observando que los costos de construcción de las instalaciones eléctricas representan un costo importante dentro del proyecto debido a que se incluye el sistema de energía fotovoltaica interconectada a la red.

Costo que, permite considerar retorno de la inversión realizada mediante el ahorro energético.

También es importante mencionar que el ahorro de agua potable que se puede obtener mediante la implementación de artefactos que cuentan con sistema de aireadores o "waterless" no es representativo comparado con el obtenido por el uso de energía fotovoltaica, sin embargo, permite concientizar a los usuarios a un sistema de reducción de consumo de este recurso que se encuentra cercano a la crisis en nuestra región.

Las obras exteriores representan un porcentaje bajo dentro de los costos de construcción del edificio y a su vez contribuye al ahorro energético optimizando las estrategias pasivas.

PRESUPUESTO ESTIMADO			
Nº	DESCRIPCIÓN	PARCIAL	TOTAL
0	PRELIMINARES		\$ 10,714.17
0.1	INSTALACIONES PROVISIONALES	\$ 1,071.98	
0.2	TERRACERIA	\$ 9,642.19	
1	OBRA CIVIL		\$ 536,521.60
1.1	FUNDACIONES	\$ 33,487.31	
1.2	ESTRUCTURA METÁLICA	\$ 138,803.50	
1.3	LOSAS	\$ 149,722.41	
1.4	PAREDES	\$ 196,678.64	
1.5	TECHOS	\$ 17,829.74	
2	INSTALACIONES HIDRÁULICAS		\$ 27,233.59
2.1	AGUA POTABLE	\$ 1,158.99	
3.2	AGUAS NEGRAS Y GRISES	\$ 2,727.01	
3.3	AGUAS LLUVIAS	\$ 8,437.60	
3.4	ARTEFACTOS	\$ 14,909.98	
3	INSTALACIONES ELÉCTRICAS A		\$ 214,579.43
3.1	TABLEROS	\$ 12,924.00	
3.2	LUMINARIAS	\$ 73,728.18	
3.3	INTERRUPTORES	\$ 558.00	
3.4	TOMACORRIENTES	\$ 15,769.25	
3.5	Energía Renovable	\$ 111,600.00	
3.5	Elevador	\$ 35,000.00	
4	OBRAS EXTERIORES		\$ 34,242.72
4.1	OBRAS EXTERIORES	\$ 34,242.72	
	SUB TOTAL		\$ 823,291.51
	IVA		\$ 107,027.90
	TOTAL		\$ 930,319.40



Esquema de huella del edificio vs área de intervención sin escala

## CONCLUSIONES

En el desarrollo del proyecto de diseño del Laboratorio de Arquitectura Bioclimática que ha dado lugar al presente documento, se han alcanzado los objetivos inicialmente planteados en cuanto a:

- ∂ Evaluar los diferentes estándares de construcción sostenible y seleccionar uno como guía.
- ∂ Evaluar los costos y beneficios de la construcción sostenible vs. la construcción tradicional.
- ∂ Elaborar una propuesta integral de espacios complementarios principalmente en el exterior del edificio como: plazas, jardines y áreas para el estudio al aire libre.
- ∂ Contribuir con la Universidad de El Salvador a generar propuestas que contribuyan al cumplimiento de los ODS (objetivo de desarrollo sostenible)

En cuanto a la evaluación de los estándares de construcción sostenible, se encontró que si bien existen múltiples opciones, debido a factores como la cantidad de proyectos certificados o en proceso de certificarse y la cantidad de profesionales acreditados, entre otros parámetros; es la certificación LEED la que tiene mayor auge entre todos los estándares para la realización más integral del proyecto arquitectónico. Destacando de la misma ser una de las pioneras para la incursión de estrategias de sostenibilidad en la arquitectura de una manera más sólida y concreta

debido a los procesos de evaluación que ésta contiene.

Sobre la evaluación de los costos y beneficios de la construcción sostenible se demostró por medio de la realización de la línea base de consumo energético, se demuestra como la aplicación de las estrategias de sostenibilidad adecuadas (Equipo eficiente de aire acondicionado, implementación de vidrio insulado e iluminación natural para este caso práctico) es posible reducir los índices de consumo de recursos y por lo tanto costos de operación. Los resultados arrojados permiten estimar un 25% de ahorro en energía eléctrica esto se traduce a \$16,050.00 USD, ahorrados anualmente.

La incorporación de las energías renovables como lo es un Sistema Solar Fotovoltaico, demostró que es posible generar el 80.80% del consumo energético que se proyecta.

La elaboración de la propuesta permitió plantear el mejor escenario conceptualizado por el equipo técnico, implementando estrategias de sostenibilidad con enfoque bioclimático, con el fin de que este proyecto sea un instrumento de enseñanza tanto en las actividades que se realicen dentro del mismo, así como el edificio proyectado. Dando la pauta para definir en pocas palabras al proyecto con la frase "Obrar con el ejemplo".



## RECOMENDACIONES

Dentro de un proyecto tan ambicioso como lo fue éste, siempre se desea que haya una mejora continua el mismo; por lo tanto, se recomienda a futuros estudiantes de las diferentes carreras de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura que tengan interés en el proyecto, la complementación del proyecto de acuerdo a la rama a la que pertenezca, añadir información que aporte más contenido que permita en algún momento, que pase del papel a la realidad.

Otra recomendación sería la aplicación más constante de la metodología de diseño integrativo, pues en primera instancia es momento de considerar el diseño y la construcción como un trabajo multidisciplinario con tareas sincronizadas y/o simultáneas en lugar de aisladas, esta permitirá tener una visión holística para el desarrollo del proyecto, además de una conexión más real con los propietarios y usuarios, comprendiendo que si esta conexión existe, las verdaderas necesidades en conjunto con el conocimiento aplicado por el equipo técnico encargado del proyecto permitirán establecer también objetivos reales, evitando suposiciones y subjetividades al momento de la recopilación de la información y elaboración del diseño.

La información y el proyecto arquitectónico propuesto, pone énfasis a la necesidad que sea difundido, explicado y discutido con las autoridades y organizaciones correspondientes, ya sea públicas y

privadas para la intervención en el desarrollo del mismo, esta actividad también sería considerada como parte del aporte para el cumplimiento de los ODS dentro de la universidad.

Debido a las situaciones externas como lo fue la pandemia y los eventos climáticos, se recomienda hacer uso en la medida de lo posible, las herramientas digitales que permitan tener contacto con los agentes participativos para la realización de proyectos.

Se recomienda mediante un estudio detallado de la rama especializada en sistemas de energía fotovoltaica, como trabajo de graduación o postgrado, desarrollen escenarios en los que se dimensione un sistema de paneles para autoconsumo de al menos 20% de energía que requiere todo el proyecto durante el día y que permita al sistema reflejar esa reducción la cantidad de energía suministrada por la empresa proveedora de energía eléctrica y por ende, el ahorro económico en la facturación mensual. Dichos escenarios deben considerarse con sistemas dentro del edificio que se encuentren en constante uso para que sea mucho más provechosa la propuesta a realizar.

## TRABAJOS CITADOS

- A. Maristany, S. B. (2007). *Diseño, construcción y ajuste de un prototipo de simulador de la trayectoria solar*. Córdoba.
- ARKIPLUS. (s.f.). Obtenido de Arkiplus:  
<https://www.arkiplus.com/la-topografia/>
- Arquitectos., T. A. (28 de Julio de 2014). Obtenido de <https://blog.deltoroantunez.com/2014/07/ventilacion-natural-y-arquitectura.html>
- Brundtland, G. H. (1987). *Nuestro Futuro Común*. Tokio: Oxford University Press.
- Buestán Villaroel, R. (5 de enero de 2014). *slideshare*. Obtenido de slideshare:  
<https://es.slideshare.net/robertz93/zonificacion-29718403>
- Calderón López, T. M. (Febrero de 2017). Análisis del consumo de energía eléctrica en el campus central de la Universidad de El Salvador periodo 1998-2015. Ciudad Universitaria, San Salvador, El Salvador.
- Cartagena, P. (2012). *EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LOS EDIFICIOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR*. Ciudad Universitaria.
- CASALCO. (2019). El país necesita mas construcciones sostenibles. *Revista Construcción/ CASALCO*, 26-27.
- Celis D'Amico, F. (2000). *Arquitectura bioclimatica, conceptos básicos y panorama actual*. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- COAMSS-OPAMSS. (2016). *Resumen Ejecutivo Esquema Director Área Metropolitana de San Salvador*. San Salvador: Talleres Gráficos, UCA.
- COAMSS-OPAMSS. (2020). *Catálogo para la selección de especies arboreas y vegetativas*. San Salvador.
- esarquitectos. (7 de Abril de 2014). *esarquitectos*. Obtenido de esarquitectos:  
<http://www.esarquitectos.es/el-programa-de-necesidades-en-arquitectura/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20el%20programa%20de,cliente%20en%20un%20encargo%20concreto.&text=En%20definitiva%2C%20es%20aquel%20documento,los%20objetivos%20de%20su%20cliente>.
- Este, e. E. (2019). *edeeste*. Obtenido de edeeste:  
<https://edeeste.com.do/site/inicio/calcular-consumo/>
- Fuentes, R. (2015). *Diseño e implementación de un laboratorio de Energía fotovoltaica para ITCA-FEPADE Centro Regional San Miguel*. San Miguel.

- Gestion UES, 2.-2. (2014). *Modelo Educativo y Políticas y lineamientos curriculares de la Universidad de El Salvador*. Universitaria, San Salvador: Editorial Universitaria.
- González, D. G. (Sin fecha). *Ejes conceptuales de desarrollo sostenible*. Coquimbo: Universidad de La Serena.
- Gonzalo, G. E. (2004). *Manual de Arquitectura Bioclimática*. Buenos Aires: Nobuko.
- Guzman, A. (2015). *Construcción de un prototipo de túnel de viento para evaluación de perfiles en aplicaciones aerodinámicas con sistema de instrumentación electrónico*. Ciudad Universitaria.
- Laboratorio de Suelos y Materiales UES. (2011). *Informe de Estudios de Suelo*. San Salvador.
- Ledezma, A. H. (2008). *La sostenibilidad y sus tres ejes*. Chihuahua: Universidad Tecnológica de la Tarahumara.
- M.R, G. (2018). *Arquitectura Bioclimática como parte fundamental para el ahorro de energía en edificaciones*. Soyapango: UDB.
- Martínez, L. (2012). *Manual de eficiencia energética*. Antigua Cuscatlán.
- Normalización, O. S. (2017). OSN. Recuperado el 06 de Marzo de 2020, de OSN WEB SITE: <http://www.osn.gob.sv/servicios/normalizacion/catalogo-de-normas/>
- NORMALIZACIÓN, O. S. (2017). osn.gob.sv. Obtenido de <http://www.osn.gob.sv/servicios/normalizacion/catalogo-de-normas/>
- Olgay, V. (1998). *Arquitectura y Clima*. Barcelona: Gustavo Gili, S.A.
- Olgay, V. (1998). *Arquitectura y Clima: Manual para el diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. Barcelona: Gustavo Gili, S.A.
- Pacheco Rivas, I. (8 de Julio de 2016). Abouthaus. Obtenido de Abouthaus: <https://about-haus.com/estudio-de-suelo/>
- PNUD, P. d. (s.f.). *unpd.org*. Obtenido de unpd.org: [https://www.undp.org/content/undp/es/home/sdgoverview/mdg\\_goals.html](https://www.undp.org/content/undp/es/home/sdgoverview/mdg_goals.html)
- Quinteros, B. (14 de Febrero de 2020). *El Salvador Green building Council*. Obtenido de El Salvador Green building Council: <https://www.elsalvadorgreenbc.org/proceso-de-diseno-integrativo-para-la-construccion-sostenible/>
- SDEMEX. (2018). SDEMEX. Obtenido de SDEMEX: <http://www.sde.mx/que-es-un-sistema-fotovoltaico/>

- SIGET. (1996). *REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE ELECTRICIDAD*. San Salvador.
- SIGET. (2017). *NORMA PARA USUARIOS FINALES PRODUCTORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA CON RECURSOS RENOVABLES*. San Salvador.
- Trebilcock, M. (2009). Proceso de Diseño integrativo: Nuevos paradigmas en arquitectura sustentable. *Arquitectura Revista*, 65-75.
- Uniclíma, G. (2019). *Grupo Uniclíma*. Obtenido de Grupo Uniclíma:  
<https://uniclima.net/calculadora-de-btu/>
- Unidas, N. (s.f.). *Naciones Unidas*. Obtenido de <https://www.un.org/>
- Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas". (s.f.). *Departamento de Ciencias Energéticas y Fluídicas*. Obtenido de CEF UCA:  
<https://cef.uca.edu.sv/main/index.php/edificio-energia-neta-cero-nzeb/>
- Universidad de Valladolid. (2014). *Laboratorio de Energías Renovables Eólico- Fotovoltáico*. Valladolid.
- Universidad Don Bosco UDB. (25 de Abril de 2018). *Noticia: LEED Lab/ Impulsará procesos formativos de nuestros estudiantes*. Obtenido de UDB Web Site:  
<http://www.udb.edu.sv/udb/index.php/publicaciones/noticia/1067>
- Villaseñor, A. A. (s.f.). *Arquitectura y Clima. Especialización en Heliodiseño*.
- Zareaian, S., & Zadeh, K. A. (2013). "The Role of Climate Factors on Designing and Constructing Buildings (From Urbanization Architecture Approach)". *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*, 197-200.
- Zarta Ávila, P. (2018). *La sustentabilidad o sostenibilidad: un*. Bogotá: Tabula Rasa.

## ANEXOS

### Anexo 1 Marco Normativo

<b>1</b>	<b>CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DE EL SALVADOR</b>
<b>2</b>	<b>LEYES</b>
	Ley de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Área Metropolitana de San Salvador y Municipios Aledaños
<b>3</b>	<b>REGLAMENTOS</b>
	Reglamento de la Ley de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Área Metropolitana de San Salvador y Municipios Aledaños
	Reglamento de Prevención de Riesgos en los Lugares de Trabajo
<b>4</b>	<b>NORMAS TÉCNICAS</b> (Extraídos del Organismo Salvadoreño de Normalización)
	<b>Gestión de la energía</b>
	Auditorías Energéticas
	Energía Solar
	Eficiencia energética y fuentes de energía renovables. Terminología internacional común. Parte 2: Fuentes de energía renovables
	Ahorro de energía. Definición de un marco metodológico aplicable al cálculo e informe sobre los ahorros de energía
	Sistemas de gestión de la energía. Medición y verificación del desempeño energético de las organizaciones. Principios generales y orientación
	Aparatos electrodomésticos y similares. Lavadoras eléctricas de ropa. Métodos de prueba para la eficiencia energética, el consumo de agua y la capacidad volumétrica
	Sistemas de gestión de la energía – Guía para la implantación, mantenimiento y mejora de un sistema de gestión de la energía
	<b>Seguridad industrial e higiene ocupacional</b>
	Ergonomía de los ambientes térmicos)
	Señales colores de seguridad)
	Acústica, determinación de la exposición al ruido en el trabajo.
	Ergonomía del Ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PVM y PPD y los criterios de bienestar térmico local.
	Iluminación de los lugares de trabajo. Parte 1: Interiores.
	Dibujo Técnico: Principios Generales de presentación. Parte 30,40,50. Convenciones básicos para representación de áreas en cortes y secciones

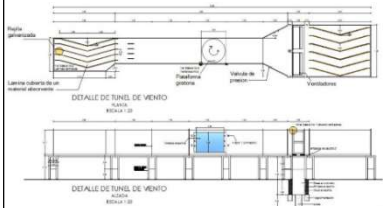


<b>Materiales de construcción</b>
Diseño del ambiente de los edificios de Eficiencia Energética. Terminología
Comportamiento térmico de ventanas, puertas y contraventanas. Cálculo de transmitancia térmica
Eficiencia energética: Comportamiento A/C y bombas de calor sin ductos, métodos de ensayo y clasificación.
<b>Construcción en general</b>
Desempeño térmico en edificaciones. Determinación de la permeabilidad al aire en edificaciones. Método de presurización por ventilación
<b>Gestión Medioambiental</b>
Adaptación al cambio climático. Principios, requisitos y directrices
Gases de efecto invernadero. Parte 2: Especificación con orientación, a nivel de proyecto, para la cuantificación, el seguimiento y el informe de la reducción de emisiones o el aumento en las remociones de gases de efecto invernadero
Gases de efecto invernadero. Parte 3: Especificación con orientación para la validación y verificación de declaraciones sobre gases de efecto invernadero
Ciudades sostenibles y comunidades. Vocabulario
Gestión medioambiental. Directrices para determinar los costes y beneficios medioambientales
<b>Edificaciones Sostenibles</b>
Requisitos para las Edificaciones Sostenibles en el Trópico (RESET)
Normas técnicas de la Sociedad Estadounidense de ingenieros de Calefacción, refrigeración y Aire acondicionado (ASHRAE)
Certificación LEED
Certificación Passive House
Certificación EDGE
Certificación HAUS (El Salvador)
Certificación Well
<b>Accesibilidad al medio físico</b>
Productos de apoyo para las personas ciegas y con discapacidad visual. Pavimentos indicadores táctiles
Productos de apoyo para personas con discapacidad – Clasificación y terminología.




Fuente: Elaboración propia<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Recuperado de <http://www.osn.gob.sv/servicios/normalizacion/catalogo-de-normas/>






## Anexo 2 Descripción de equipos de laboratorios




A continuación, se presentará el siguiente cuadro que menciona los diferentes equipos utilizados por los laboratorios y se explicara el uso que tiene cada uno de ellos.



EQUIPOS UTILIZADOS EN LABORATORIOS			
Equipo	Descripción	Unidad de medida	Imagen
<b>Túnel de viento</b>	Es una herramienta de investigación desarrollada para ayudar en el estudio de los efectos del movimiento del aire alrededor de objetos sólidos. Con esta herramienta se simulan las condiciones que experimentará el objeto de la investigación en una situación real.	No posee.	
<b>Máquina de humo</b>	El generador de humo, es un equipo que produce humo vaporizado blanco a medida que fluye a través de la punta de la varita electrónica-climatizada. Se utiliza para visualizar los flujos de aire en un túnel de viento o comprobación de filtros de aire acondicionado.	No posee	
<b>Anemómetro</b>	Es una herramienta meteorológica que se usa para la predicción del clima, específicamente, para medir la temperatura, velocidad, caudal y fuerza del viento.	-Velocidad del viento = m/s.-Temperatura = °C.	

EQUIPOS UTILIZADOS EN LABORATORIOS			
Equipo	Descripción	Unidad de medida	Imagen
<b>Medidor de calidad de aire</b>	Es un instrumento que mide y vigila la calidad del aire, y así mismo el contenido de dióxido de carbono, la humedad y la temperatura en interiores, es usado para evaluar la calidad del aire tanto en el interior de los espacios, como en el exterior.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Cantidad CO2 = PPM (partes por millón).</li> <li>-Temperatura = °C o °F.</li> <li>-Humedad = se expresa en % definido como la cantidad de vapor de agua que puede tener 1 m3 de aire a cierta temperatura.</li> </ul>	
<b>Sensor de CO2</b>	Es un instrumento que se utiliza para la medición de gas de dióxido de carbono en un ambiente determinado y nos ofrecen una muestra de la concentración de este gas en el aire que respiramos (existe diferentes tipos y modelos de este aparato).	-Este aparato registra el dióxido de carbono en partes por millón (ppm)	
<b>Heliodón</b>	Es un instrumento que sirve para simular la trayectoria del sol, la utilidad principal reside en el estudio del asoleamiento de un edificio o área urbana por medio de modelos o maquetas (existe diferentes tipos y modelos de este aparato).	-No posee	



EQUIPOS UTILIZADOS EN LABORATORIOS			
Equipo	Descripción	Unidad de medida	Imagen
<b>Cámara termográfica</b>	Es una cámara que crea una imagen con luz infrarroja (...), estos dispositivos detectan la luz invisible, infrarrojos, también conocido como calor. En esencia, crea una representación visual de calor.	-Temperatura = °C, posee un rango de medición de -20 a 350°C.	
<b>Sonómetro</b>	Este instrumento nos permite medir objetivamente el nivel de presión sonora en un entorno interior o exterior.	-Unidad de medida = decibeles (dB).	
<b>Equipo de medición de conductividad y emisividad térmica</b>	Es un equipo que permite valorar la capacidad y propiedades que tiene un material de transmitir el calor a través de ellos.	-Unidad de medida expresada en W/m <sup>2</sup> K (W = unidad de potencia, m = unidad de medida, K = unidad de temperatura).	
<b>Luxómetro digital</b>	Es un instrumento de medición que permite medir simple y rápidamente la luminancia real y no subjetiva de un ambiente.	-Unidad de medida = lux (lx) y tiene un rango de medición de 0.1 - 40.000 luxes.	
<b>Instrumento de medición de valor U</b>	Sonda de temperatura para determinar el valor U, sistema de triple sensor para medir la temperatura de una pared.	Unidad de medida = W/m <sup>2</sup> K.	

EQUIPOS UTILIZADOS EN LABORATORIOS			
Equipo	Descripción	Unidad de medida	Imagen
<b>Estación meteorológica</b>	Es una instalación destinada a medir y registrar regularmente diversas variables atmosféricas, estos datos se utilizan tanto para la elaboración de predicciones meteorológicas a partir de modelos numéricos, como para estudios climáticos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Temperatura interior, exterior e índice de calor = °C.</li> <li>-Humedad relativa interior y exterior = expresada en % definido como la cantidad de vapor de agua que puede tener 1 m<sup>3</sup> de aire a cierta temperatura.</li> <li>-Diferentes medidas del viento como temperatura (°C), dirección (°), velocidad (m/s o km/h).</li> <li>-Radiación solar (W/m<sup>2</sup>).</li> </ul>	
<b>Datalogger</b>	Es un dispositivo electrónico que registra datos en tiempo real o en relación a la ubicación (...), esto permite una visión global y precisa de las condiciones ambientales del objeto de seguimiento, tales como la temperatura del aire y la humedad relativa, etc.	No posee.	
<b>Pirheliómetro</b>	Equipo que mide la radiación solar, puede medir la radiación normal directa y la radiación horizontal global en exteriores.	Unidad de medida = W/m <sup>2</sup> (vatios por metro cuadrado).	

EQUIPOS UTILIZADOS EN LABORATORIOS			
Equipo	Descripción	Unidad de medida	Imagen
<b>Rastreador Solys2</b>	Provee de seguimiento del sol a medida que se mueve por el cielo.	No posee.	
<b>Medidor de agua para las duchas</b>	Este medidor se conecta entre la manguera de la ducha y un cabezal de ducha de mano para tener diferentes datos del agua y consumo energético, este mismo genera la electricidad necesaria para alimentarlo a través del flujo de agua que lo atraviesa.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Temperatura = °C.</li> <li>-Volumen de agua utilizado = m3.</li> <li>-Consumo energético en el caso de uso de elementos que enfríen o caliente el agua = W/h o KW/h.</li> </ul>	

Anexo 3 OPR (Requerimientos del Propietario)

SAN SALVADOR  
24-4-20

REQUERIMIENTOS DEL PROPIETARIO

SAN SALVADOR  
24-4-20

**Requisitos del propietario para el proyecto**

El propósito del siguiente instrumento es recopilar información clara de los objetivos que tiene el propietario, expectativas y requisitos para sistemas comisionados y se utilizará como línea base durante todo el proceso de diseño.

Propósito principal del proyecto

I. GENERALIDADES

1. ¿Cuál es la descripción general que define el proyecto?
2. ¿El proyecto pertenece a algún plan maestro realizado dentro de la escuela de arquitectura en conjunto con el departamento de desarrollo físico?
3. ¿Tiene alguna aclaración sobre el sitio en el que se construya el proyecto (Especifique el área permisiva para desarrollar el proyecto)?
4. Enliste las condiciones y limitaciones del sitio existente
5. ¿Cómo debería ser la relación del proyecto con edificaciones adyacentes?
6. ¿Tipo de usuarios a los que ira dirigido el proyecto?
7. ¿Cantidad de usuarios prevista para el proyecto?
8. ¿El horario de operaciones del proyecto será el mismo que posee la universidad, o tendría un horario independiente?
9. ¿Cuál es la tasa de crecimiento estudiantil en la facultad de ingeniería y arquitectura?

II. OBJETIVOS DE DISEÑO, MEDIOAMBIENTALES Y DE SOSTENIBILIDAD

1. ¿Qué objetivos de eficiencia energética tiene previsto que el proyecto cumpla?
2. ¿Existe algún requisito en especial que quiere que cumpla la fachada del edificio?
3. ¿Tiene previsto algún objetivo o requisito con respecto a los huecos de ventilación (ventanería)?
4. ¿Tiene previsto algún propósito, uso o requisito sobre tragaluces y vanos?
5. ¿Tiene previsto algún requerimiento en materia de la cubierta del edificio?
6. ¿Qué tanta autonomía tendrá los usuarios en las instalaciones en el control de sistemas de iluminación y sistema de climatización (en caso que se haga uso de este)?

REQUERIMIENTOS DEL PROPIETARIO

7. Usos previstos (seleccione los espacios que requiera para este proyecto y el equipo técnico hará una comparativa para identificar los espacios complementarios en base a casos análogos)

Espacios comunes		Espacios especializados	
Recepción		Laboratorio de estudio solar y energía fotovoltaica	
Sanitarios		Laboratorio de estudios hídricos	
Salón de usos múltiples		Transferencia de calor	
Bodega		Infocentro	
Sala de juntas		Estudios de confort interno y externo	
Área de oficinas			
Área común de descanso para alumnos			
Salón de recursos bibliográficos			
Salones de clases			

III. REQUISITOS DE CALIDAD AMBIENTAL INTERIOR

- A. Acondicionamiento de los usos previstos (enliste los espacios que requiera para este proyecto y el equipo técnico hará una comparativa para identificar los espacios complementarios en base a casos análogos)
- B. Horario de ocupación
- C. Acomodaciones para fuera del horario
- D. Iluminación, temperatura, humedad, calidad del aire, ventilación y filtración. (Descripción por espacios de cada necesidad)
- E. Acústica
- F. Capacidad del ocupante de manipular los controles del sistema (definir quién será el encargado de manipular los equipos y si estos requerirán capacitación para tal tarea)
- G. Tipos de iluminación

SAN SALVADOR  
24-4-20

REQUERIMIENTOS DEL PROPIETARIO

IV. EQUIPAMIENTO Y EXPECTATIVAS DEL SISTEMA

Marque con una "X" las características o equipamiento que considere necesario para este proyecto. Si no tiene conocimiento si es o no necesario el equipo, deje en blanco las casillas y el equipo técnico se encargará de investigar.

Para el siguiente apartado, describa el nivel de calidad, confiabilidad, tipo, requisitos de automatización, flexibilidad y mantenimiento para cada uno de los sistemas. Si hay fabricantes específicos o tipos de equipos con los que el propietario se siente más cómodo en el edificio

A continuación, se describen las características para la selección de los equipos:

- **Tipo de sistema deseado:** De acuerdo con el equipo, la manera, tecnología, combustible u otra característica que permite tener mayor comprensión de lo que solicite el propietario.
- **Calidad/ Fiabilidad:** Puede marcar más de una opción. Se refiere a la eficiencia tomando en cuenta el factor económico
- Entre mayor sea la calidad y eficiencia, mayor podría ser el costo.
- **Fabricante preferido:** Si tiene alguna marca o fabricante que desee que se priorice en el proceso de selección. Si no tiene alguno escriba "No tiene preferencia".
- **Automatización:** Seleccione la de su preferencia, en caso de desconocerlo, déjelo sin marcar.
- **Requerimientos de mantenimiento:** Si tiene algún requerimiento específico, descríballo, de lo contrario el equipo técnico se encargará de identificar los requerimientos que sean mejores para el proyecto de acuerdo al equipo.
- **Objetivo de eficiencia:** Que porcentaje de eficiencia energética busca en el equipo. Considerando que el aumento de la eficiencia aumenta la inversión inicial, pero reduce gastos en el consumo de la vida útil del edificio.
- **Tecnologías deseadas:** Si tiene alguna tecnología que desee que se priorice en el proceso de selección. Si no tiene alguno escriba "No tiene preferencia".
- **Requisitos de almacenamiento:** Si tiene algún método de almacenamiento o capacitación al personal acerca de la manipulación de suministros del equipo.

SAN SALVADOR  
24-4-20

REQUERIMIENTOS DEL PROPIETARIO

A. Enfriamiento

SE REQUIERE		NO SE REQUIERE			
Tipo de sistema deseado					
Calidad / fiabilidad	Económica	Gamma Baja	Gamma media	Gamma alta	
*Puede marcar más de uno					
Fabricante preferido					
Automatización	Ninguna	Parcial		Total	
Requerimientos de mantenimiento					
Objetivo de eficiencia	Consumo				
*Marque el % de eficiencia que desea	Ahorro				
	+125(Consumo)				-30%(Consumo)
Tecnologías deseadas					
Comentarios					

B. Bombas

SE REQUIERE		NO SE REQUIERE			
Tipo de sistema deseado					
Calidad / fiabilidad	Económica	Gamma Baja	Gamma media	Gamma alta	
*Puede marcar más de uno					
Fabricante preferido					
Automatización	Ninguna	Parcial		Total	
Requerimientos de mantenimiento					
Objetivo de eficiencia	Consumo				
*Marque el % de eficiencia que desea	Ahorro				
	+125(Consumo)				-30%(Consumo)
Tecnologías deseadas					
Comentarios					

SAN SALVADOR  
24-4-20

REQUERIMIENTOS DEL PROPIETARIO

C. Ventilación del suministro

SE REQUIERE	NO SE REQUIERE				
Tipo de sistema deseado					
Calidad / fiabilidad	Económica	Gamma Baja	Gamma media	Gamma alta	
*Puede marcar más de uno					
Fabricante preferido					
Automatización	Ninguna	Parcial		Total	
Requerimientos de almacenamiento					
Objetivo de eficiencia	Consumo Ahorro				
*Marque el % de eficiencia que desea	+125(Consumo)		-30%(Consumo)		
Tecnologías deseadas					
Comentarios					

D. Ventilación de escape

SE REQUIERE	NO SE REQUIERE				
Tipo de sistema deseado					
Calidad / fiabilidad	Económica	Gamma Baja	Gamma media	Gamma alta	
*Puede marcar más de uno					
Fabricante preferido					
Automatización	Ninguna	Parcial		Total	
Requerimientos de almacenamiento					
Objetivo de eficiencia	Consumo Ahorro				
*Marque el % de eficiencia que desea	+125(Consumo)		-30%(Consumo)		
Tecnologías deseadas					
Comentarios					

E. Controles de Iluminación

SAN SALVADOR  
24-4-20

REQUERIMIENTOS DEL PROPIETARIO

SE REQUIERE	NO SE REQUIERE				
Tipo de sistema deseado					
Calidad / fiabilidad	Económica	Gamma Baja	Gamma media	Gamma alta	
*Puede marcar más de uno					
Fabricante preferido					
Automatización	Ninguna	Parcial		Total	
Requerimientos de almacenamiento					
Objetivo de eficiencia	Consumo Ahorro				
*Marque el % de eficiencia que desea	+125(Consumo)		-30%(Consumo)		
Tecnologías deseadas					
Comentarios					

F. Controles de Luz natural

SE REQUIERE	NO SE REQUIERE				
Tipo de sistema deseado					
Calidad / fiabilidad	Económica	Gamma Baja	Gamma media	Gamma alta	
*Puede marcar más de uno					
Fabricante preferido					
Automatización	Ninguna	Parcial		Total	
Requerimientos de almacenamiento					
Objetivo de eficiencia	Consumo Ahorro				
*Marque el % de eficiencia que desea	+125(Consumo)		-30%(Consumo)		
Tecnologías deseadas					
Comentarios					

G. Controles de acceso

SAN SALVADOR  
24-4-20

REQUERIMIENTOS DEL PROPIETARIO

SE REQUIERE	NO SE REQUIERE				
Tipo de sistema deseado					
Calidad / fiabilidad	Económica		Gamma Baja	Gamma media	Gamma alta
*Puede marcar más de uno					
Fabricante preferido					
Automatización	Ninguna		Parcial		Total
Requerimientos de almacenamiento					
Objetivo de eficiencia	Consumo				
*Marque el % de eficiencia que desea	Ahorro				
	+125(Consumo)		-30%(Consumo)		
Tecnologías deseadas					
Comentarios					

H. Controles HVAC (Sistemas de climatización)

SE REQUIERE	NO SE REQUIERE				
Tipo de sistema deseado					
Calidad / fiabilidad	Económica		Gamma Baja	Gamma media	Gamma alta
*Puede marcar más de uno					
Fabricante preferido					
Automatización	Ninguna		Parcial		Total
Requerimientos de almacenamiento					
Objetivo de eficiencia	Consumo				
*Marque el % de eficiencia que desea	Ahorro				
	+125(Consumo)		-30%(Consumo)		
Tecnologías deseadas					
Comentarios					

SAN SALVADOR  
24-4-20

REQUERIMIENTOS DEL PROPIETARIO

V. CREACIÓN DE OCUPANTES Y REQUISITOS DE PERSONAL DE OPERACIÓN & MANTENIMIENTO

A. Operación de la instalación

B. Monitoreo: qué tipo de equipo y sistema quiere que se utilice para monitorear el rendimiento, automatización y eficiencia del proyecto (dependiendo del tipo de monitoreo que se elija, así sería la inversión inicial)

C. Capacitación y orientación de ocupantes (describa la manera en la que quiere que los ocupantes reciban el conocimiento del funcionamiento y uso apropiado del edificio)

D. capacitación y orientación del personal de operaciones y mantenimiento (O&M)

## Anexo 4 Encuesta

9/14/2020

Trabajo de grado

## Trabajo de grado

El siguiente formulario está orientado para recopilar información sobre los espacios y necesidades que los usuarios de un edificio de Arquitectura bioclimática de la Universidad de El Salvador consideran vitales para el funcionamiento del proyecto en cuestión

**\*Obligatorio**

## Información personal

Complete la siguiente sección con información veraz

## 1. Sexo \*

Marca solo un óvalo.

- Femenino  
 Masculino

## 2. Edad \*

Marca solo un óvalo.

- 16-20  
 20-25  
 25-30  
 30-35  
 35-40  
 40+

9/14/2020

Trabajo de grado

## 3. Nivel académico cursa \*

Marca solo un óvalo.

- 1° año  
 2° año  
 3° año  
 4° año  
 5° año  
 Egresado/Titulado  
 Post grado  
 Maestría  
 Personal Administrativo  
 Personal Docente  
 Otro

## 4. Carrera

Marca solo un óvalo.

- Arquitectura  
 Ingeniería Civil  
 Ingeniería Eléctrica  
 Ingeniería Industrial  
 Ingeniería Mecánica  
 Otro: \_\_\_\_\_

## Investigación

En esta sección tiene la libertad de responder lo que mejor considere, teniendo en cuenta que sus respuestas serán tomadas en cuenta para el estudio del trabajo de grado





9/14/2020

Trabajo de grado

5. ¿Tiene conocimiento de qué tipo de estudios se realizan en un laboratorio de arquitectura bioclimática? \*

Marca solo un óvalo.

- Sí  
 No

6. ¿Considera usted que un laboratorio de arquitectura bioclimática en la Universidad de El Salvador es necesario para nuestra region? \*

Marca solo un óvalo.

- Sí  
 No

7. ¿Conoce algún laboratorio de arquitectura bioclimática o laboratorio que se encargue del estudio de la influencia del clima en la arquitectura dentro o fuera del país? \*

Marca solo un óvalo.

- Sí  
 No

8. Si la respuesta anterior fue sí, especifique

---

---

---

---

---

<https://docs.google.com/forms/d/1nOltg47BkHkZKzNwbqjIC-GoAlqggFuePoSeTF7ch1eAedit?ts=5e9604e4&gxids=7757>

3/5

9/14/2020

Trabajo de grado

9. De los siguientes espacios comunes en listados, marque los que considera necesarios para un edificio de laboratorio de arquitectura bioclimática \*

Selecciona todos los que correspondan.

- Recepción  
 Sanitarios  
 Salón de usos múltiples  
 Bodega de mantenimiento y equipos  
 Sala de juntas  
 Área común de descanso para alumnos  
 Área de oficinas para instructores  
 Salón de recursos bibliográficos

10. Si en la pregunta anterior considera que hizo falta agregar algún espacio común, especifique a continuación (se aceptan propuestas creativas)

---

---

---

---

---

11. Si tiene alguna otra información que considere que puede aportar a esta investigación, escribala a continuación

---

---

---

---

---

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.

<https://docs.google.com/forms/d/1nOltg47BkHkZKzNwbqjIC-GoAlqggFuePoSeTF7ch1eAedit?ts=5e9604e4&gxids=7757>

4/5

Anexo 5 Malla curricular Arquitectura Plan 1998

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
CARRERA: ARQUITECTURA  
PLAN DE ESTUDIOS 1998

AÑO I		AÑO II		AÑO III		AÑO IV		AÑO V		TECNICAS ELECTIVAS AÑO IV		TECNICAS ELECTIVAS AÑO V		09 MESES
CICLO I	CICLO II	CICLO III	CICLO IV	CICLO V	CICLO VI	CICLO VII	CICLO VIII	CICLO IX	CICLO X	CICLO VII	CICLO VIII	CICLO IX	CICLO X	
COB115 5.0 UV Comunicación Básica I B	COB215 5.0 UV Comunicación Básica II COB115	CAR115 3.0 UV Comunicación Arquitectónica I COB215	CAR215 3.0 UV Comunicación Arquitectónica II CAR115	CAR315 3.0 UV Comunicación Arquitectónica III CAR215	TOG115 4.0 UV Comunicación Arquitectónica IV GES115	TEC. E1 3.0 UV Técnica Electiva I 118 U.V.	TEC. E2 3.0 UV Técnica Electiva II TEC. E4	TEC. E3 3.0 UV Técnica Electiva III TEC. E2	TEC. E4 3.0 UV Técnica Electiva IV TEC. E-3	TVH115 3.0 UV Restauración de Edificios con Valor Histórico 1-A 118 U.V.	TVH215 3.0 UV Restauración de Edificios con Valor Histórico 2-A TVH115	PUA115 3.0 UV Patrimonio Urbano Arquitectónico 1-B TVH215	PUA215 3.0 UV Patrimonio Urbano Arquitectónico 2-B PUA115	
MTE115 4.0 UV Métodos Experimentales B	PPR115 5.0 UV Principios de proyección arquitectónica MTE115	TAP115 5.0 UV Taller de Proyección I COB215, PPR115	TAP215 5.0 UV Taller de Proyección II TAP115	TAP315 5.0 UV Taller de Proyección III CAR215, TAP215	TAP415 5.0 UV Taller de Proyección IV CAR315, TAP315, MTE115, TDC215	TAP515 3.0 UV Taller de Proyección V ESR115, TAP415, URB415	TAP615 3.0 UV Taller de Proyección VI TAP515, URB515	TAP715 3.0 UV Taller de Proyección VII TAP615, THA115, TDC315	TAP815 3.0 UV Taller de Proyección VIII TAP715	TDP115 3.0 UV Técnicas de Presentación Digital 1-A 118 U.V.	TDP115 3.0 UV Técnicas de Presentación Digital 2-A TDP115	TYD115 3.0 UV Técnicas de Presentación Digital 1-B DDI215, TVH215, URB215	TYD215 3.0 UV Técnicas de Presentación Digital 2-B TYD115	
MAT115 4.0 UV Matemáticas I B	MAT215 4.0 UV Matemáticas II MAT215	ESR115 4.0 UV Estructuras I MAT215	ESR215 4.0 UV Estructuras II ESR115	ESR315 4.0 UV Estructuras III GES115, ESR215	ESR415 4.0 UV Estructuras IV ESR315	THI515 3.0 UV Teoría e Historia V THI415	THI615 3.0 UV Teoría e Historia VI THI515			DDI115 3.0 UV Diseño de Interiores 1-A 118 U.V.	DDI215 3.0 UV Diseño de Interiores 2-A DDI115	ASR115 3.0 UV Administración y supervisión de Obras 1-B DDI115, TDP115, TVH215, URB115	ASR215 3.0 UV Administración y supervisión de Obras 2-B ASR115	
MSA115 3.0 UV Métodos Sociales I B	MSA215 3.0 UV Métodos Sociales II MSA115	THI115 3.0 UV Teoría e Historia I MSA215	THI215 3.0 UV Teoría e Historia II THI115	THI315 3.0 UV Teoría e Historia III TAP215, THI215	THI415 3.0 UV Teoría e Historia IV THI315	URN515 3.0 UV Urbanismo V TAP415, URB415	URN615 3.0 UV Urbanismo VI URN515	URN715 3.0 UV Urbanismo VII URN615	URN815 3.0 UV Urbanismo VIII URN715	UAB115 3.0 UV Urbanismo y Arquitectura Bioclimática 1-A 118 U.V.	UAB215 3.0 UV Urbanismo y Arquitectura Bioclimática 2-A UAB115	UYA115 3.0 UV Urbanismo y Arquitectura Bioclimática 1-B DDI115, TDP215, TVH215, URB215	UYA215 3.0 UV Urbanismo y Arquitectura Bioclimática 2-B	
		URN115 3.0 UV Urbanismo I MSA215	URN215 3.0 UV Urbanismo II URN115	URN315 3.0 UV Urbanismo III URN215	URN415 3.0 UV Urbanismo IV CAR315, URN315	TDC415 3.0 UV Tecnología de la construcción IV TDP115, URB415, TDC315	TDC515 3.0 UV Tecnología de la construcción V TDC415	TDC615 3.0 UV Tecnología de la construcción VI TDC515	TDC715 3.0 UV Tecnología de la construcción VII TDC615					
		GES115 3.0 UV Geometría Descriptiva COB215, MAT215	TDC115 3.0 UV Tecnología de la construcción I GES115	TDC215 3.0 UV Tecnología de la construcción II TDC115	TDC315 3.0 UV Tecnología de la construcción III TDC215									


TRABAJO DE GRADO

C	UV	C=código
NA		UV= unidades Valorativas
		NA= nombre de asignatura
		P= prerequisito
P		B= bachillerato

TOTAL MATERIAS: 50  
TOTAL UNIDADES VALORATIVAS DEL PLAN: 172 U.V  
ACUERDO DE CONSEJO SUPERIOR UNIVERSITARIO: 117-95-99 (VI-a) 30/julio/1998

Anexo 6 Estudio de Suelos en zona Laboratorios de Tecnología de la Construcción

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES**



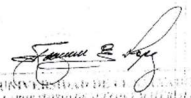
**Universidad de El Salvador**  
*Procura la libertad por la cultura*

**INFORME DE ESTUDIO DE SUELOS**

**Proyecto:**  
**Laboratorio de Tecnología**  
**de la construcción de Arquitectura.**

**Ubicación:**  
**Costado Norte del Edificio de Mecánica**  
**en el Campus Universitario.**

**Realizado por:**  
**Laboratorio de Suelos y Materiales**  
**Universidad de El Salvador**



**San Salvador, 29 de julio de 2011.**

**1.0 INTRODUCCIÓN.**

*El presente informe contiene los resultados obtenidos en la investigación del sub-suelo, mediante la realización de 2 perforaciones con equipo SPT, en el lugar donde se prevé construir las instalaciones de un nivel de planta que ocupará el laboratorio de Tecnología de la Construcción, proyectada por la Escuela de Arquitectura, ubicada al costado Norte del Edificio de Mecánica en el parqueo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, dentro del Campus Universitario.*

*El estudio de suelos se realizó a solicitud de la Escuela de Arquitectura, con el propósito de investigar el subsuelo y hacer la determinación de las condiciones prevalecientes del lugar, para definir la cota de fundación, el tipo de cimentación a recomendar, la tipificación del subsuelo, así como las obras de protección que pueda requerir el proyecto.*

*El trabajo desarrollado en campo consistió en la realización de 2 sondeos en el lugar de la obra a construir, utilizando el equipo de penetración estándar (SPT), distribuidos tales sondeos según se presentan en el anexo No 1.*

*Asimismo, los sondeos exploratorios se realizaron con el finalidad de obtener muestras representativas continuas para su identificación y clasificación; contenidos de humedad natural del suelo así como la resistencia a la penetración del suelo en función del número de golpes por pie de penetración.*



## 2.0 TRABAJO DE CAMPO

El equipo empleado en las perforaciones de los sondeos, es el de penetración estándar, el cual consiste en una cuchara partida de 24" de largo por 2" de diámetro, un martillo de 140 Lbs. de peso y un varillaje requerido según la profundidad del sondeo.

La profundidad máxima de exploración de cada uno de los sondeos realizados fue de 4.00 m cada uno, como lo muestran las hojas de registro correspondientes, en el Anexo No 2.

La resistencia a la penetración estándar del suelo (N), se define como el número de golpes del martillo con caída libre de 30" para penetrar un pie ó 30 cm de la cuchara partida.



## 3.0 TRABAJO DE LABORATORIO.

Las muestras obtenidas por cada 0.50 m se trasladaron al laboratorio para realizarles los ensayos de acuerdo a los procedimientos establecidos en las normas ASTM, dichos ensayos fueron los siguientes:

ASTM D2216 "Determinación del Contenido de Agua (humedad) de un Suelo en el Laboratorio, por masa"

ASTM D2488 "Práctica para la Descripción e Identificación de Suelos (Procedimiento Visual y Manual)"

ASTM D2487 "Práctica para la Clasificación de Suelos para Propósitos de Ingeniería (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos)"



## 5.0 ANÁLISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS.

Los resultados de los ensayos de penetración estándar (SPT) y de las pruebas de laboratorio indican las condiciones del subsuelo siguientes:

### A. Estratigrafía en los sondeos.

- En el sondeo No 1 de 0.00 a 1.00 m se encontró arena limosa (SM), pomítica de fina a gruesa con un 60 - 70% y trazas de gravas pomíticas. De 1.00 a 4.00 m, arena limosa (SM) color gris claro con el 55 al 65% de arena fina a gruesa con trazas de pómez.
- En el sondeo No 2 de 0.00 a 1.00 m se encontró arena-limosa (SM) color gris claro, con el 60% de arena fina a media, con trazas de gravas. De 1.00 a 2.50 m, se encontró limo arenoso (ML) color gris oscuro con trazas de orgánico y con un 40% de arena fina a media. De 2.50 a 4.00 m se encontró arena limosa (SM), color gris claro con un 60 a 65% de arena fina a gruesa con trazas de gravas pomíticas.
- Las humedades obtenidas de las muestras analizadas tomadas a cada 0.50 m, se encuentran en las hojas de registro de las perforaciones. Anexo No 2

### B. Capacidad de carga del subsuelo.

- La capacidad de carga del subsuelo correlacionada con los ensayos de penetración estándar (SPT) es variable según la profundidad en cada sondeo, tal como se muestra en la tabla No 1. Las profundidades de los sondeos se refieren al nivel del brocal de cada perforación al momento en que se realizó el estudio.

Tabla No 1: Capacidad de carga del suelo en Kg/cm<sup>2</sup>, por sondeo y profundidad.

Profundidad en m.	Número de sondeo	
	Sondeo No 1	Sondeo No 2
0.00 - 0.50	1.5	> 5.00
0.50 - 1.00	1.8	> 5.00
1.00 - 1.50	1.0	4.8
1.50 - 2.00	2.3	3.1
2.00 - 2.50	2.9	2.3
2.50 - 3.00	3.9	2.2
3.00 - 3.50	> 5.00	4.7
3.50 - 4.00	> 5.00	> 5.00

4



- En base a los resultados obtenidos de capacidad de carga del subsuelo, tal como se observa en la tabla No 1, el sondeo No 2 muestra una buena capacidad de carga en toda su profundidad, no así el sondeo No 1, que en el tramo de 0.00 a 1.50 m acusa una baja capacidad de carga y en el resto del sondeo tiene una capacidad de carga aceptable para el tipo de estructura a construir.



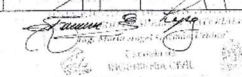
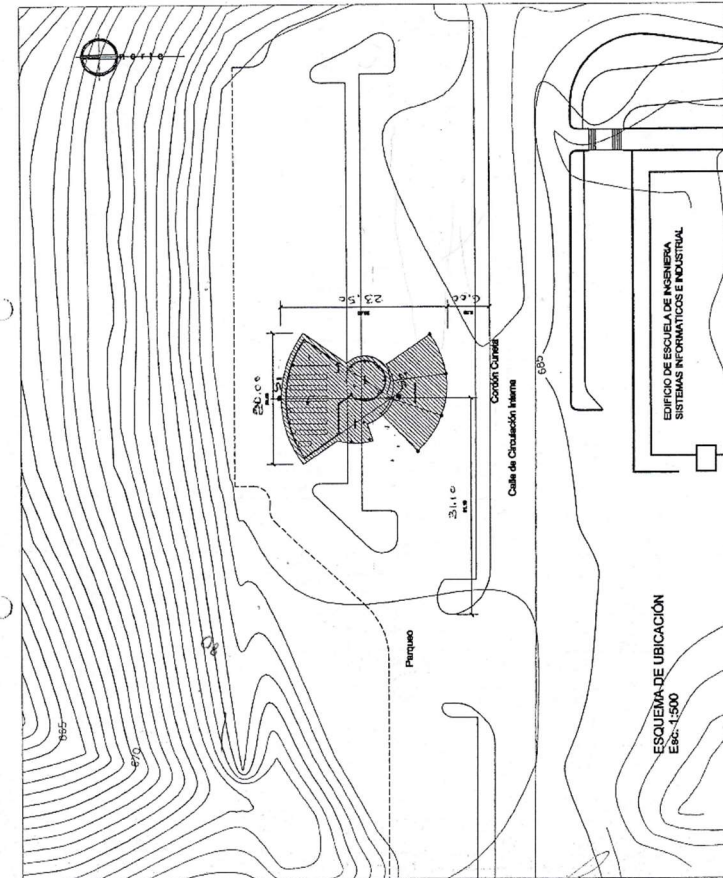
### 6.0 RECOMENDACIONES

Los resultados de los ensayos de penetración estándar (SPT) que se realizaron en el sitio donde se proyecta construir una estructura de un nivel de planta para el laboratorio de Tecnología de la Construcción, indican que se puede proceder a construir, tomando en consideración las siguientes recomendaciones:

- Para cimentar la estructura en base a los resultados del sondeo No 1, se deberá excavar hasta una profundidad de 1.50 m desde el nivel del terreno, luego reemplazar con suelo natural compactado en un espesor de 0.50 m para llegar al nivel de desplante de 1.0 m de la cimentación.
- Apoyar la cimentación sobre una capa de 30 cm de suelo-cemento compactado, con una proporción de 1 parte de cemento y 20 partes de suelo en volumen, controlando dicha compactación en base al Proctor T-99.
- Deberán colocarse en caso de ser necesario, tuberías de drenaje tipo plástico flexible y un drenaje superficial adecuado, para evitar acumulación del agua de escorrentía.
- Se recomienda mantener observaciones durante el periodo de construcción de las cimentaciones, especialmente al inicio del trabajo de las excavaciones.
- Las observaciones referentes a las cimentaciones deberán ser realizadas por un inspector de suelos, a fin de dar un seguimiento a todo el proceso de construcción de la estructura proyectada.
- Este laboratorio queda a las órdenes del ingeniero constructor o de sus representantes para atender cualquier consulta relativa a los contenidos de este informe.



Anexo No 1



Anexo No 2

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
 "ING. MARIO ANGEL GUZMAN URBINA"

METODO DE ENSAYO ESTANDAR PARA LA PRUEBA DE LA PENETRACION Y MUESTREO DE SUELOS CON BARRENO PARTIDO (ASTM D 1586-99)

Proyecto: Construcción de Laboratorio de Tecnología de la Construcción de la Escuela de Arquitectura, Facultad de Ing. y Arg. Hoja No: 1/2

Localización: Parque costado Norte Fta. Edificio Sondaje No: 1 Estructura: Edificio  
Ing. Industrial. Operador: Evelio López Elevación Brocal: - man  
 Fecha: 12 julio 2011. Clares Morata Peso Golpeador: 140 lb  
 Herramientas de Muestreo: cuchara partida.  
 Supervisor: Ing. Diber Sánchez.

PROFUNDIDAD EN MTS.	RESISTENCIA A LA PENETRACION				HUMEDAD %	CLASIFICACION
	20	15	15	"N"		
0.00						Superficie de terreno natural descapotado.
0.50	-	7	11	18	26.91	Arena limosa
1.00	7	10	12	22	26.22	Arena pumilica fina a gruesa (50-70%) con gravas aisladas de 1/2" de diámetro tipo pómez y trazas de materia orgánica. Color gris (SM)
1.50	10	8	4	12	19.94	Arena limosa Arena pumilica fina a gruesa (55-65%) con gravas aisladas de 1/2" de diámetro tipo pómez y limo. Color gris claro (SM)
2.00	10	14	13	27	15.22	
2.50	17	16	19	35	13.17	
3.00	26	22	25	47	13.93	
3.50	32	28	27	55	13.69	Arena limosa Arena fina a gruesa pumilica (60 - 65%) con grava aisladas de 1/2" de diámetro tipo pómez y limo. Color gris claro (SM)
4.00	34	32	31	63	16.05	

*Evelio López*  
 OPERADOR  
 "ING. MARIO ANGEL GUZMAN URBINA"  
 Escuela de INGENIERIA CIVIL

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES  
 "ING. MARIO ANGEL GUZMAN URBINA"

METODO DE ENSAYO ESTANDAR PARA LA PRUEBA DE LA PENETRACION Y MUESTREO DE SUELOS CON BARRENO PARTIDO (ASTM D 1586-99)

Proyecto: Construcción de Laboratorio de Tecnología de la Construcción de la Escuela de Arquitectura, Facultad de Ing. y Arg. Hoja No: 2/2

Localización: Parque costado Norte Fta. Edificio Sondaje No: 2 Estructura: Edificio  
Ing. Industrial. Operador: Evelio López Elevación Brocal: - man  
 Fecha: 12 julio 2011. Clares Morata Peso Golpeador: 140 lb  
 Herramientas de Muestreo: cuchara partida.  
 Supervisor: Ing. Diber Sánchez.

PROFUNDIDAD EN MTS.	RESISTENCIA A LA PENETRACION				HUMEDAD %	CLASIFICACION
	20	15	15	"N"		
0.00						Superficie de terreno natural descapotado.
0.50	-	21	51	72	22.91	Arena limosa
1.00	57	49	44	93	17.48	Arena pumilica fina a media (60%) con gravas aisladas de 1/2" de diámetro tipo pómez y limo. Color gris claro (SM)
1.50	31	25	32	57	20.59	Limo arenoso Limo con trazas de material orgánico y ripio con arena fina a media (40%). Color gris oscuro (ML)
2.00	-	20	17	37	20.72	
2.50	14	12	15	27	20.66	Arena limosa Arena fina a gruesa pumilica (60 - 65%) con grava aisladas de 1/2" de diámetro tipo pómez y limo. Color gris claro (SM)
3.00	20	21	15	36	19.35	
3.50	-	32	34	66	19.12	
4.00	12	29	34	63	18.33	

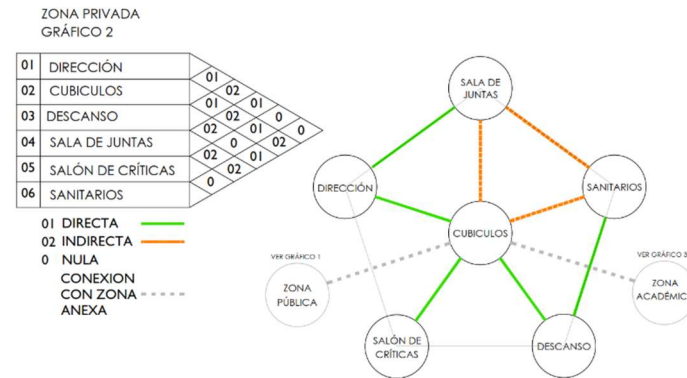
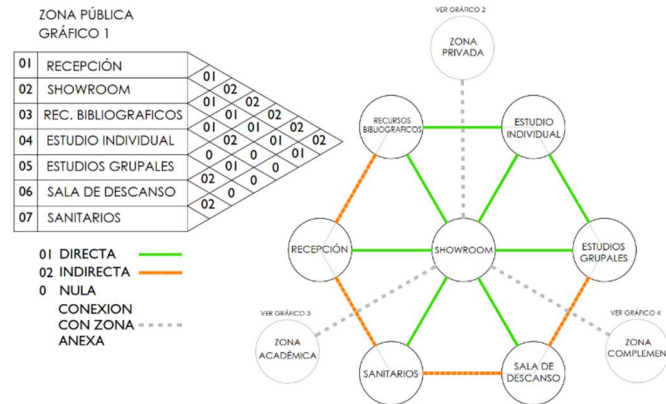
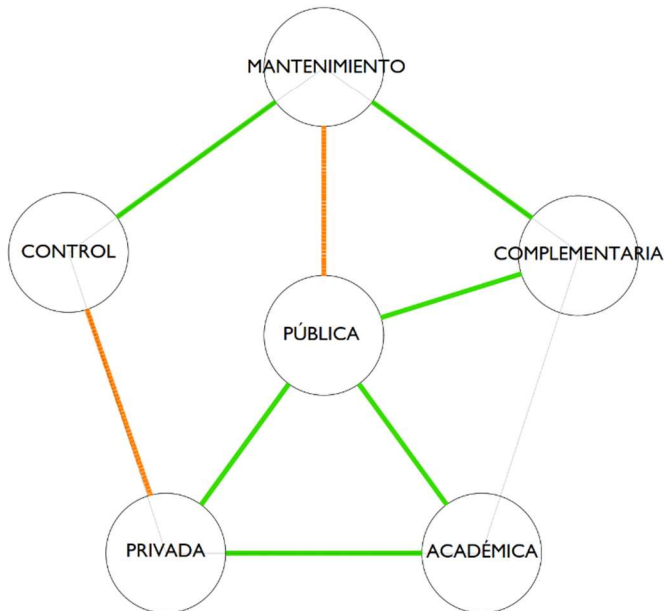
*Evelio López*  
 OPERADOR  
 "ING. MARIO ANGEL GUZMAN URBINA"  
 Escuela de INGENIERIA CIVIL

Anexo 7 Diagramas de relaciones

Diagrama de relación general

01	PÚBLICA	01				
02	PRIVADA	01	01			
03	ACADÉMICA	02	02	0	02	
04	CONTROL	02	02	0	0	01
05	MANTENIMIENTO	01	0	02	0	
06	COMPLEMENTARIA	01				

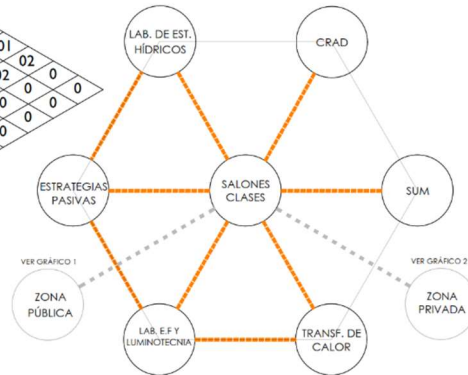
01 DIRECTA ———  
 02 INDIRECTA ———  
 0 NULA  
 CONEXION CON ZONA ANEXA - - - - -



ZONA ACADÉMICA  
GRÁFICO 3

01	LAB. DE EST. HÍDRICOS	0							
02	LAB. E.F. Y LUMINOTECNIA	0	0						
03	LAB. DE CALOR	01	01	02					
04	ESTRATEGIAS PASIVAS	0	02	0	0				
05	SALONES CLASES	02	0	0	0				
06	SUM	0	02						
07	CRAD	0							

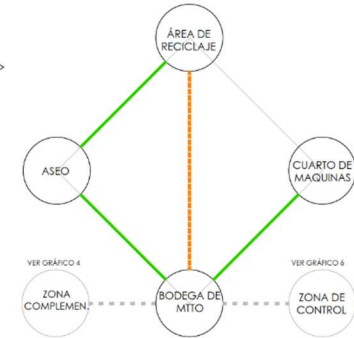
- 01 DIRECTA ———
- 02 INDIRECTA ———
- 0 NULA
- CONEXION CON ZONA ANEXA - - - - -



ZONA MANTENIMIENTO  
GRÁFICO 5

01	BODEGA MITO	01			
02	ASEO	0	02		
03	CUARTO MAQUINAS.	0	01	02	
04	AREA DE RECICLAJE	0			

- 01 DIRECTA ———
- 02 INDIRECTA ———
- 0 NULA
- CONEXION CON ZONA ANEXA - - - - -



ZONA DE CONTROL  
GRÁFICO 4

01	BODEGA EQUIPOS	01	
02	CUARTO MONITOREO	0	

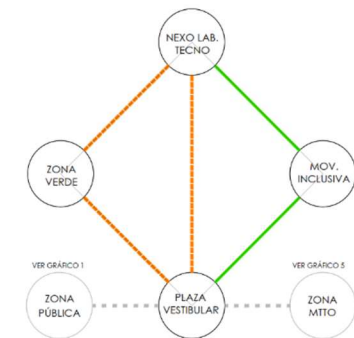
- 01 DIRECTA ———
- 02 INDIRECTA ———
- 0 NULA
- CONEXION CON ZONA ANEXA - - - - -



ZONA COMPLEMENTARIA  
GRÁFICO 6

01	PLAZA VESTIBULAR	02			
02	NEXO LAB. TECNO	01	01	02	
03	MOV. INCLUSIVA	01	02		
04	ZONA VERDE	02			

- 01 DIRECTA ———
- 02 INDIRECTA ———
- 0 NULA
- CONEXION CON ZONA ANEXA - - - - -





## Anexo 8 Cálculo de sistema solar fotovoltaico

- Es importante mencionar que el sistema que se calculara a continuación será una instalación conectada a red.

- Cálculo de consumo energético mensual (Simulación 3 Pág. 105)

*Consumo mensual = Consumo anual / 12 meses*

$C_m = 137,730 \text{ kWh} / 12 \text{ meses}$

**$C_m = 11,477.50 \text{ kWh/mes}$**

- Pre-dimensionamiento de horas equivalente de sol mensual en kWh (Yf)

$$Y_f = \frac{\text{kWh}}{\text{kWpv}}, \quad Y_{fsan \text{ salvador}} = 1600 \text{ kWh/año}$$

$$Y_{fsan \text{ salvador mensual}} = \frac{1600 \text{ kWh}}{12 \text{ meses}} = 133.33 \frac{\text{kWh}}{\text{kWp/mes}}$$

- Pre-dimensionamiento de productividad final del generador (YfSFV)

*YfSFV = Consumo mensual / Yfs. mensual*

$$Y_{fSFV} = \frac{11,477.50 \frac{\text{kWh}}{\text{mes}}}{133.33 \frac{\text{kWh}}{\text{kWp/mes}}} = 86.08 \text{ kW} \equiv 86,083.40 \text{ W}$$

**$Y_{fSFV} = 86.08 \text{ kW}$**

- Cantidad de paneles requeridos (Cpr)

*Nota: se proponen paneles de 400w de potencia (Ppan)*

*$C_{pr} = Y_{fSFV} / P_{pan}$*

$C_{pr} = 86,083.40 \text{ W} / 400 \text{ W}$

**$C_{pr} = 215 \text{ paneles de } 400\text{w}$**

- Cálculo de capacidad de cubierta (Ccu) y potencia de sistema fotovoltaico (Psfv)

93 paneles
93 paneles

$C_{cu} = 93 \text{ paneles por cubierta (Ver plano IE-01)}$

$C_{cu \text{ total}} = 93 \times 2 \text{ cubiertas} = 186 \text{ u}$

$P_{sfv} = C_{cu \text{ total}} \times P_{pan}$

$P_{sfv} = 186 \text{ u} \times 400\text{W} = 74,400 \text{ Wp} \equiv 74.4 \text{ kWp}$

**$P_{sfv} = 74.4 \text{ kWp}$**

- Productividad final anual real del generador (Yfreal)

*$Y_{freal} = P_{sfv} \times \text{hr de Sol efectiva} \times 365 \text{ días}$*

$Y_{freal} = 74.4 \text{ kWp} \times 4.1 \text{ hr/día} \times 365 \text{ día}$

**$Y_{freal} = 111,339.60 \text{ kWh/año}$**

- Porcentaje de demanda cubierta (Dc%)

*$Dc\% = (Y_{freal} \times 100\%) / \text{Consumo anual}$*

$Dc\% = 111,339.60 \text{ (kWh/año)} \times 100\% / 137,730 \text{ (kWh/año)}$

**$Ae\% = 80.80\%$**

- Cálculo de ganancia por venta de energía producida por sistema fotovoltaico (Gep\$)  
Se tomará para este cálculo que el valor por el cual la distribuidora eléctrica comprara la energía producida por el sistema fotovoltaico serán 0.09 ctvs/kw

*$Gep\$ = Dc\% \times 0.09 \text{ ctvs/kw}$*

$Gep\$ = 111,339.60 \text{ (kwh/año)} \times 0.09 \text{ ctvs/kw}$

**$Gep\$ = \$10,020.56 \text{ USD/año}$**

- Periodo de retorno de inversión (PRI)

Nota: Considerando un costo de \$1,500 USD por kW instalado y el porcentaje de ahorro económico para amortizar.

$$PRI = \text{Costo total SFV} / \text{Gep\$}$$

$$PRI = (74.4 \text{ Kwh} \times \$1,500 \text{ USD} / \text{kWh}) / \$10,020.56 \text{ USD/año}$$

$$PRI = 11.13 \text{ años} \approx 11 \text{ años}$$

- Porcentaje de ahorro luego de retorno de inversión (An%)

$$An\% = (\$ \text{ simulacion 3 (pag. 105)} \times 100\%) / \text{Gep\$}$$

$$An\% = (\$46,863.00 \text{ USD/año} \times 100\%) / \$10,020.56 \text{ USD/año}$$

$$An\% = 21.40\%$$

La inversión inicial realizada por la instalación del sistema fotovoltaico será recuperada en un periodo de 11 años, luego de retornada la inversión hecha anualmente se logrará un ahorro de \$10,020.56 USD en la factura de energía eléctrica del edificio, lo que representará un 21.40%.