

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



**PROPUESTA DE EFICIENCIA Y AUTO GENERACIÓN  
ENERGÉTICA Y COSECHA DE AGUAS PARA EL  
EDIFICIO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE  
CIENCIAS AGRONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD DE  
EL SALVADOR, CIUDAD UNIVERSITARIA**

PRESENTADO POR:

**ÁNGEL ARTURO DÍAZ MARROQUÍN**

**MIGUEL ÁNGEL PÉREZ RAMOS**

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

**MAESTRO EN ENERGÍAS RENOVABLES Y  
MEDIOAMBIENTE**

**CIUDAD UNIVERSITARIA, OCTUBRE DE 2020**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

RECTOR:

**MSc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO**

SECRETARIO GENERAL:

**MSc. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

DECANO:

**PhD. EDGAR ARMANDO PEÑA FIGUEROA**

SECRETARIO:

**ING. JULIO ALBERTO PORTILLO**

**ESCUELA DE POSGRADO**

DIRECTOR:

**MSc. MANUEL ROBERTO MONTEJO SANTOS**

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

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:

**MAESTRO EN ENERGÍAS RENOVABLES Y MEDIO AMBIENTE**

Título:

**PROPUESTA DE EFICIENCIA Y AUTO GENERACIÓN  
ENERGÉTICA Y COSECHA DE AGUAS PARA EL EDIFICIO  
DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS  
AGRONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD DE EL  
SALVADOR, CIUDAD UNIVERSITARIA**

Presentado por:

**ÁNGEL ARTURO DÍAZ MARROQUÍN**

**MIGUEL ÁNGEL PÉREZ RAMOS**

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor(a):

**MSc. E ING. JORGE ALBERTO ZETINO CHICAS**

SAN SALVADOR, OCTUBRE DE 2020

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor:

**MSc. E ING. JORGE ALBERTO ZETINO CHICAS**

# Contenido

Agradecimientos.....	i
Dedicatoria.....	ii
Introducción.....	vi
Capítulo 1: Planteamiento del Problema .....	1
1.1 Descripción de problema.....	2
1.2 Justificación .....	2
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 Objetivo General.....	3
1.3.2 Objetivos Específicos .....	3
1.4 Alcances.....	3
Capítulo 2: Marco Teórico .....	4
2.1 Base Conceptual .....	5
2.1.1 Antecedentes Históricos .....	5
Fundación de la Universidad de El Salvador.....	5
2.1.2 Marco normativo y legal.....	7
2.1.2.1. Pirámide de Kelsen, Ordenamiento jurídico nacional. ....	8
2.1.2. 2. La Constitución de la República.....	8
2.1.2.3. Convenios y tratados, en nuestro marco normativo. ....	9
2.1.2.5. Normas.....	10
2.2 La eficiencia energética .....	11
2.3 Iluminación.....	13
2.4 Perdidas eléctricas por conducción.....	18
2.5 La energía eléctrica a partir de la radiación solar .....	24

2.6. Aire acondicionado.....	32
2.6.1. Componentes de las Cargas Térmicas .....	38
2.6.2. El ciclo de refrigeración .....	41
2.6.3. Tecnología Inverter.....	43
2.6.3.1 Diferencias entre inverter y sistema convencional .....	47
2.7. Cosecha de Aguas Lluvias.....	49
2.7.1 Componentes .....	50
2.8 Reducción de emisiones de CO <sub>2</sub> y ahorro en combustibles. ....	51
Capítulo 3: Diseño Metodológico.....	52
3.1 Metodología.....	53
3.2 Formulación.....	53
3.3 Diagnóstico Físico Ambiental .....	54
3.4 Diseño del Proyecto.....	54
Capítulo 4: Diagnóstico .....	56
4.1 Situación Física Ambiental.....	57
4.1.1 Ubicación y clima.....	57
4.1.2. Asoleamiento y viento en el sitio .....	60
4.2 Sistema Eléctrico Existente .....	62
4.2.1 Análisis de carga.....	65
Capítulo 5: Diseño .....	68
5.1 Diseño arquitectónico .....	69
5.1.1 El programa arquitectónico y su resolución .....	69
5.2 Diseño Eléctrico .....	73
5.2.1 Iluminación.....	73
5.2.1.1. Ahorros por iluminación LED.....	76

5.2.1.2. Planos de ubicación de las luminarias para los Nivel 3 y 4.....	77
5.2.1.3. Ubicación de subtableros eléctricos Niveles 3 y 4 .....	79
5.2.2 Tomacorrientes .....	82
5.2.2.1 Tomacorrientes y circuitos especiales del Nivel 3 .....	82
5.2.2.2 Planos de Tomacorrientes.....	84
5.2.2.3 Tomacorriente del Nivel 4.....	86
5.3 Diseño Fotovoltaico.....	87
5.3.1 Estudio de Sombras .....	90
5.3.2 Criterios de diseño .....	91
5.3.3 Proceso de cálculo del sistema fotovoltaico .....	92
5.3.4 Datos de Entrada.....	92
5.3.5 Resultados.....	97
5.3.5.1 Descripción del sistema FV .....	97
5.3.6 Diagrama Unifilar Sistema FV .....	98
5.3.7 Ubicación del sistema FV.....	99
5.3.8 Cálculo de protecciones y conductores del sistema FV .....	103
5.4 Diseño Mecánico .....	104
5.4.1 Aire Acondicionado.....	104
5.4.1.1 Premisas de diseño de EAA.....	104
5.4.1.2 Orientación del edificio .....	105
5.4.1.3 Carga térmica y hoja de cálculo .....	105
5.4.1.4 Modelo de selección de EAA .....	106
5.4.1.5 Selección de los equipos.....	108
5.4.1.6 Selección de gas.....	108
5.4.1.7 Tubería.....	110

5.4.1.8 Ubicación de equipo en el edificio .....	113
5.4.1.9 Conexión de control y potencia. ....	117
5.4.1.10 Cálculo de consumo y ahorro eléctrico .....	118
5.4.2 Protección de ventanas del sol.....	119
5.4.3 Movilidad vertical.....	120
5.4.2.1 Datos técnicos de elevadores para pasajeros .....	120
5.4.2.2 Características generales.....	123
5.5 Diagrama unifilar del edificio de postgrado de FCA. ....	124
5.6 Diseño Sistema de Cosecha de Aguas.....	126
5.6.1 Componentes .....	126
5.6.2. Tratamiento sanitario.....	128
5.6.3. Diseño.....	128
5.6.3. Demanda de agua dentro de la edificación.....	132
5.6.4. Arquitectura y estructura del proyecto .....	133
5.6.4.1. El sistema de uso in situ .....	134
5.6.4.2. Área de captación .....	134
5.6.5. Obras complementarias .....	135
5.6.5.1. Sedimentador:.....	135
5.6.5.2. Disipador de energía:.....	137
5.6.5.3. Tanque de almacenamiento .....	137
5.6.5. Mantenimiento y consideraciones de prevención.....	138
5.7 Emisiones de CO <sub>2</sub> y en consumo de fuel oil evitados. ....	141
5.8 Presupuesto.....	141
Conclusiones.....	143
Recomendaciones .....	148

Bibliografía.....	149
<b>PLANOS ARQUITECTÓNICOS .....</b>	<b>152</b>
A-1 Arquitectura, Planta General del Conjunto .....	153
A-2 Planta de Techos.....	154
A-3 Planta Arquitectónica Nivel 3 .....	155
A-4 Planta Arquitectónica Nivel 4 .....	156
A-5 Sección Longitudinal A-A.....	157
A-6 Sección Transversal B-B.....	158
A-7 Elevación Norte.....	159
A-8 Elevación Sur .....	160
A-9 Elevación Este .....	161
A-10 Elevación Oeste.....	162
A-11 Planta Arquitectónica del Laboratorio Biología Molecular Tipo.....	163
A-12 Detalle de destilador y autoclave.....	164
A-13 Elevador y Acceso discapacidad .....	165
A-14 Detalle Proyección de marquesina .....	166
<b>PLANOS ELÉCTRICOS .....</b>	<b>167</b>
E-1 Electricidad, Cielo Falso Nivel 3.....	168
E-2 Ubicación de luminarias Nivel 3 .....	169
E-3 Iluminación Nivel 3 .....	170
E-4 Iluminación Emergencia Nivel 3 .....	171
E-5 Cielo Falso Nivel 4 .....	172
E-6 Ubicación de luminarias Nivel 4 .....	173
E-7 Iluminación Nivel 4 .....	174
E-8 Iluminación Emergencia Nivel 4 .....	175

E-9 Iluminación Escaleras externas.....	176
E-10 Tomacorrientes Nivel 3 .....	177
E-11 Tomacorriente GFCI Para laboratorios.....	178
E-12 Tomacorrientes Nivel 4 .....	179
E-13 Tableros Eléctricos TG y ST-LN1.....	180
E-14 Tablero Eléctrico ST-TN1 .....	181
E-15 Tableros Eléctricos ST-AA1 y ST-LYN2 .....	182
E-16 Tablero Eléctrico ST-UPS1N2 .....	183
E-17 Tablero Eléctrico ST-AA2.....	184
E-18 Tablero Eléctrico STG3 y ST-LN3.....	185
E-19 Tableros Eléctricos ST-TN Y ST-AA3 .....	186
E-20 Tableros Eléctricos ST-LN4 Y ST-FV4 .....	187
E-21 Tableros Eléctricos STG4 Y ST-AA4 .....	188
E-22 Tablero Eléctrico ST-TN4 .....	189
E-23 Sección A-A, Cuarto de Tableros N1 .....	190
E-24 Sección C-C, Cuarto de Tableros N3.....	191
E-25 Sección D-D, Tableros e Inversores .....	192
E-26 Elevación Norte y Cuarto de Tableros N-2 .....	193
E-27 Unifilar AC .....	194
E-28 Unifilar AC, Nivel 1 y 2 .....	195
E-29 Unifilar AC, Nivel 3 .....	196
E-30 Unifilar AC, Nivel 4 .....	197
<b>PLANOS DE AIRE ACONDICIONADO .....</b>	<b>198</b>
AA-1 Aires Acondicionados Nivel 3.....	199
AA-2 Esquema de Aire Acondicionado, Nivel 3 .....	200

AA-3 Aires Acondicionados Nivel 4.....	201
AA-4 Esquemas Eléctricos y Control Niveles 3 Y 4.....	202
AA-5 Esquema de Aire Acondicionado, Nivel 4 .....	203
AA-6 Aires Acondicionados y Cielo Falso .....	204
AA-7 Esquema de Aire Acondicionado, Nivel 3 .....	205
AA-8 Plataforma para soporte de condensadores en Gradadas Nivel 3.....	206
<b>PLANOS AUTOGENERACIÓN .....</b>	<b>207</b>
FV-1 Fotovoltaicos, Paneles Fotovoltaicos y Sección .....	208
FV-2 Detalle de Ubicación de Pasillos y Techos .....	209
FV-3 Ubicación de Pasillos y Barandilla de Seguridad .....	210
FV-4Detalle de Ubicación de Inversores.....	211
FV-5 Diagrama Unifilar DC.....	212
RT-1 Paneles Fotovoltaicos Puesta a Tierra.....	213
RT-2 Bajada de Puesta a Tierra.....	214
<b>PLANOS SISTEMA DE COSECHA DE AGUA .....</b>	<b>215</b>
CA-1 Vista en Planta General del Sistema de Cosecha de Aguas.....	216
CA-2 Vista en Planta del Sistema de Cosecha de Aguas .....	217
CA-3 Protección de Canal Y Trampa de Lodos .....	218
CA-4 Esquema General del Sistema de Cosecha .....	219
CA-5 Detalle de Disipador de Energía.....	220
CA-6 Detalle de Filtro de Carbón Activado.....	221
CA-7 Detalle de tanques y protección Malla Ciclón.....	222
<b>ANEXOS DE CÁLCULO DE CARGA TÉRMICA PARA AIRE ACONDICIONADO .....</b>	<b>223</b>

ANEXO CÁLCULO FOTOVOLTAICO Y CATÁLOGOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS E INVERSORES .....	230
--	-----

## Índice de Figuras

Figura 1 Relación planos de las luminarias y plano de trabajo .....	17
Figura 2 Detalle de una celda solar .....	25
Figura 3 Símbolo de la célula fotovoltaica .....	25
Figura 4 Instalación Fotovoltaica Aislada .....	29
Figura 5 Instalación Fotovoltaica Interconectada con instalación receptora asociada .....	30
Figura 6 Diagrama de Sistema FV conectado a red comercial .....	31
Figura 7 Diagrama psicrométrico .....	35
Figura 8 Ciclo del gas refrigerante .....	42
Figura 9 Esquema del circuito de rectificador e inversor de alimentación de un motor trifásico .....	45
Figura 10 Sistema de captación de aguas lluvias .....	50
Figura 11 Esquema de Metodología .....	53
Figura 12 Ubicación de la estación meteorológica .....	57
Figura 13 Ubicación del proyecto en la Ciudad Universitaria .....	59
Figura 14 Diagrama de asoleamiento para el sitio de estudio .....	61
Figura 15 Ubicación del Cuarto de Tableros Eléctricos Primer Nivel .....	64
Figura 16 Ubicación del Cuarto de Tableros Eléctricos Segundo Nivel .....	64
Figura 17 Planta Arquitectónica Tercer Nivel .....	70
Figura 18 Planta Arquitectónica Nivel Cuatro .....	71
Figura 19 Perspectiva de la zona vestibular .....	72
Figura 20 Pantalla Dialux evo con resultados satisfactorios de curvas isolux .....	74
Figura 21 Esquema de iluminación en tonos grises .....	75
Figura 22 Esquema de colores falsos del aula .....	75
Figura 23 Ubicación de luminarias del Nivel 3 .....	77
Figura 24 Ubicación de luminarias del Nivel 4 .....	78
Figura 25 Ubicación de luminarias de las gradas metálicas, ubicadas al costado oriente ....	79
Figura 26 Ubicación del cuarto eléctrico en el Nivel 3, vista en planta .....	80
Figura 27 Ubicación de los subtableros en las paredes del cuarto eléctrico del Nivel 3 .....	80
Figura 28 Ubicación del cuarto eléctrico en el Nivel 4, vista en planta .....	81

Figura 29 Ubicación de los subtableros en las paredes del cuarto eléctrico del Nivel 4.....	82
Figura 30 Plano de tomacorrientes y circuitos especiales del Nivel 3 .....	85
Figura 31 Plano de tomacorrientes del Nivel 4 .....	87
Figura 32 vista en planta del techo .....	89
Figura 33 Sección A-A del techo .....	89
Figura 34 Solsticio de Invierno: Vistas del edificio de postgrado de FCA, para el 21 de diciembre .....	90
Figura 35 Solsticio de Verano: Vistas del edificio de postgrado de FCA, para el 21 de junio .....	91
Figura 36 Diagrama Unifilar DC/AC del generador fotovoltaico.....	98
Figura 37 Distribución de paneles en el techo, vista en planta.....	100
Figura 38 Sección transversal de la ubicación de paneles en el eje B.....	101
Figura 39 Sección transversal de la ubicación de paneles en el eje A.....	101
Figura 40 Vista en planta del Nivel 4 e inversores.....	102
Figura 41 Sección I-I, inversores del Sistema FV y el sub-tablero ST-FV4.....	102
Figura 42 Diagrama de tubería y EAA del Nivel 3 .....	112
Figura 43 Diagrama de tubería y EAA del Nivel 4 .....	113
Figura 44 Ubicación de EAA, vista de planta arquitectónica Nivel 3.....	114
Figura 45 Ubicación de EAA, vista de planta arquitectónica Nivel 4.....	114
Figura 46 Sección de los niveles 3 y 4, vista de EAA Fancoil y Cassette, tubería y ductería .....	115
Figura 47 Ubicación de unidades condensadoras en la Elevación Oriente del edificio ....	116
Figura 48 Largo de marquesina sur .....	120
Figura 49 De cabina y botonera del ascensor .....	123
Figura 50 Diagrama unifilar AC del edificio de postgrado de FCA .....	125
Figura 51 Del tipo de canal de lámina galvanizada.....	127
Figura 52 Esquema del sistema de Cosecha de Aguas.....	132
Figura 53 Detalle de protección contra atascamiento de hojas y basura en canales .....	134
Figura 54 Sedimentador o trampa de lodos .....	136
Figura 55 De bajada de aguas lluvias y dissipador de energía.....	137
Figura 56 Detalles del Tanque doble capa de 10,000 lts. (10 m <sup>3</sup> ).....	138

Figura 57 Sistema de lavado de pilas en Filtro del Sistema de Cosecha de Aguas.....	139
Figura 58 Protección con malla tipo ciclón.....	140
Figura 59 Modelo se señalética para prevenir uso inadecuado del agua cosechada .....	140

## Índice de Tablas

Tabla 1 Niveles Máximos Permisibles del Factor de Reflexión .....	16
Tabla 2 Comparativa de W, de tubos LED y Fluorescentes.....	18
Tabla 3 cálculo de ahorro en pérdidas por conducción .....	22
Tabla 4 Factores de carga térmica en BTU/unidad .....	40
Tabla 5 relación entre polos del motor, la frecuencia y las RPM.....	44
Tabla 6 Consumo de combustibles para generación eléctrica.....	51
Tabla 7 Variables climatológicas y geográficas de la zona del proyecto.....	58
Tabla 8 Resumen estadístico de las potencias activa, reactiva y aparente .....	67
Tabla 9 Coeficiente retroreflección, DIALUX.....	73
Tabla 10 Comparativa de ahorro en iluminación, LED vr Fluorescente .....	77
Tabla 11 Número de personas usuarias de los recintos, Nivel 3 .....	104
Tabla 12 Número de personas usuarias de los recintos, Nivel 4 .....	105
Tabla 13 Resultados de los cálculos de la carga térmica en toneladas de refrigeración, Nivel 3 .....	106
Tabla 14 Resultados de los cálculos de la carga térmica en toneladas de refrigeración, Nivel 4 .....	106
Tabla 15 De equipo de aire acondicionado recomendado para Nivel 3 .....	108
Tabla 16 De equipo de aire acondicionado recomendado para Nivel 4 .....	108
Tabla 17 Gases de refrigeración R410A y R32, y su potencial ambiental GWP y ODP ...	109
Tabla 18 Refrigerante R410A, carga de fábrica y adicional .....	110
Tabla 19 De emisiones de CO <sub>2</sub> y en consumo de fuel oil evitados .....	141

## Índice de Cuadros

Cuadro 1 Organismos y funcionarios de gobierno de Facultad.....	11
Cuadro 2 Niveles de Iluminación .....	14
Cuadro 3 Propiedades de Conductores Cable de Cobre aislado.....	21
Cuadro 4 Tipos de Células Fotovoltaicas .....	26
Cuadro 5 De características de luminaria LED, 31W, 60x60 .....	76
Cuadro 6 De características de luminaria LED, 19.7 W, 23x23 .....	76
Cuadro 7 De simbología de planos de luminarias .....	79
Cuadro 8 Equipo de laboratorio de microbiológico de alimentación monofásica 120 V.....	83
Cuadro 9 Equipo de laboratorio de microbiológico de alimentación trifásica 208 V .....	84
Cuadro 10 Simbología de los planos de tomacorriente .....	85
Cuadro 11 Datos del módulo fotovoltaico JINKO SOLAR, JKM335PP-72 .....	93
Cuadro 12 Análisis de Temperatura del Módulo FV .....	93
Cuadro 13 Datos del Inversor SMS, Sunny Boy 7.0 US.....	94
Cuadro 14 Cálculo del Número máximo de módulos FV por string.....	94
Cuadro 15 Cálculo del Número mínimo de módulos FV por string .....	95
Cuadro 16 $\eta$ máximo de String por inversor .....	95
Cuadro 17 Selección MFV por string por canal.....	95
Cuadro 18 Cantidad total de inversores.....	96
Cuadro 19 Cumplimiento de los resultados de los parámetros con las características de los inversores en cada canal .....	96
Cuadro 20 Resultados por subsistema FV .....	97
Cuadro 21 Dimensionamiento del sistema o generador FV .....	97
Cuadro 22 Simbología del sistema Fotovoltaico.....	99
Cuadro 23 Cálculo de protecciones y conductores para string.....	103
Cuadro 24 Condiciones de la simulación de software de selección de equipo .....	107
Cuadro 25 Condiciones, reglas de tubería y capacidad de carga del EAA .....	111
Cuadro 26 De parámetros eléctricos de unidades condensadora y evaporadoras de EAA del Nivel 3 .....	116

Cuadro 27 De parámetros eléctricos de unidades condensadora y evaporadoras de EAA del Nivel 4 .....	117
Cuadro 28 Comparativo de consumo de EAA tipo VRF vr Convencional, y ahorro .....	118
Cuadro 29 Largos mínimos de las marquesinas sur y norte .....	119
Cuadro 30 Características técnicas del ascensor .....	121
Cuadro 31 De otras funciones del ascensor .....	122
Cuadro 32 De especificaciones de cabina .....	122
Cuadro 33 De características del pasillo del ascensor .....	123
Cuadro 34 Presupuesto Global de la propuesta .....	141

## **Agradecimientos**

Agradecemos primeramente a Dios por habernos permitido culminar esta etapa de nuestras vidas.

A nuestras familias, esposas, hijos, padres y hermanos por tener ese apoyo incondicional brindado en todos los proyectos que decidimos iniciar.

A todos nuestros docentes, tutores y a las personas que de alguna forma contribuyeron a esta tesis que compartieron sus conocimientos durante todo el periodo que estuvimos en la Universidad.

# **Dedicatoria**

**Ángel Arturo Díaz**

## **A DIOS:**

A quien debo todo lo que tengo y todo lo que soy. Que la honra, la gloria y el honor sean siempre para Él.

## **A MIS PADRES:**

Jorge Alberto Díaz (†) y Elsa Yolanda Marroquín, por su inmenso amor, comprensión y apoyo en todos estos años, por ser personas a quienes quiero, admiro y respeto por su gran ejemplo y calidad humana.

## **A MI ESPOSA:**

Profesora Mercelia Liliana Alas de Díaz, por su apoyo, orientación y amor incondicional.

## **A MIS HIJOS:**

Ing. Abner Isaí Díaz Alas e Ing. Jorge Isaac Díaz Alas, la motivación y ejemplo de superación con todo mi amor y cariño para ustedes.

## **A TODOS MIS AMIGOS:**

Que forman parte esencial en mi vida, muchas gracias por iluminarla con su alegría y cariño, por todos esos momentos inolvidables que hemos compartido juntos, muchas gracias a todos.

**A TODOS MIS COMPAÑEROS DE PROMOCIÓN MAESTRÍA:**

Que han sido un bastión importante para el logro alcanzado, con su apoyo, su solidaridad, recomendaciones y entusiasmo, gracias a cada uno de MERMA-2015 y muy especial a mi compañero de tesis el Maestro y Arq. Miguel Ángel Pérez Ramos.

**A NUESTRO ASESOR Y CONSULTOR:**

MSc. e Ing. Jorge Alberto Zetino Chicas, Ing. Francisco Javier Vadillo Alberto, por la asesoría recibida, su apoyo y comprensión, Gracias.

A TODAS ESAS PERSONAS QUE DE UNA U OTRA FORMA HAN CONTRIBUIDO CON MI FORMACIÓN PROFESIONAL.

¡MUCHAS GRACIAS!

# **Dedicatoria**

## **Miguel Ángel Pérez**

### **A DIOS:**

Quien guio mi espíritu a la realización de estos estudios, por darme salud y bendición para alcanzar mis metas como persona y como profesional.

### **A MIS PADRES:**

José Ángel Pérez Moreira (†) y Cruz Ramos de Pérez (†), por su ejemplo y guía en amor, cuidados y sostén en todos estos años, por estar ahí en todos los grandes momentos de mi vida.

### **A MI ESPOSA:**

Arqta. Georgina Lizzette Vásquez de Pérez por tu gran amor y cuidados para nuestra familia.

### **A MI HIJA:**

Rebecka Lizzette Pérez Vásquez, por ofrecerme parte de tu tiempo y comprensión.

### **A MIS HERMANOS:**

Por su innegable apoyo, por estar junto a mí en todos los momentos de mi vida, apoyándome, cuidándome y amparándome con sus oraciones.

### **A TODOS MIS AMIGOS:**

Los que forman una parte importante de mi vida pues han estado en diferentes momentos, y han formado entre todos estos recuerdos que llamamos vida.

**A TODOS MIS COMPAÑEROS DE PROMOCIÓN MAESTRÍA:**

Pues han sido un apoyo en las diversas tareas, actividades y que aún después de MERMA-2015 siguen ahí a la par mía muy especialmente a mi compañero de tesis el Maestro y Ing. Ángel Arturo Díaz Marroquín.

**A NUESTRO ASESOR Y CONSULTOR:**

MSc. e Ing. Jorge Alberto Zetino Chicas, por su paciente guía en la consecución de este estudio.

**A NUESTROS MAESTROS:**

A quienes temo enumerar pues me faltaría memoria para dedicar aunque sea una palabra a todos los que nos han guiado en estos cursos.

A TODOS LOS QUE HAN ESTADO A LA PAR MIA EN LOS TRIUNFOS Y FRACASOS APOYÁNDOME Y DANDO ME ÁNIMOS PARA TERMINAR ESTE COMETIDO.

¡MUCHAS GRACIAS!

## **Introducción**

Los temas de la sustentabilidad del modelo actual, han pasado de la vanguardia, a la cotidianidad, los actuales profesionales que diseñan y proyectan obras se han visto en la necesidad de incorporar nuevas técnicas, tecnologías y dispositivos a su quehacer habitual, lo que, implica que su bagaje, rango de conocimientos y competencias se ha ampliado; la reflexión es, que sus implicaciones a mediano y largo plazo, su utilidad real, y sobre todo como integrar el nuevo acervo a la práctica profesional, sigue en sin esclarecerse.

La eficiencia se basa en el uso justo de los recursos, en mantener las condiciones de vida en el nivel de calidad y satisfacción de las necesidades actuales, sin sacrificio de las mismas. Sin embargo bajo esta premisa, los diferentes problemas del medioambiente se siguen multiplicando, entre ellos: escasos y deterioro de los recursos, incapacidad de seguir las exigencias de la demanda y problemas asociados a las nuevas tecnologías, que tratan de minimizar las actuales situaciones en conflicto.

Todo lo anterior demanda estudios consientes del fenómeno de la sustentabilidad, y de los temas asociados al medioambiente, lo que de inmediato se vuelve un reto para los estudiosos de las energías renovables y de la planificación de proyectos de construcción.

Este reto se hace propio bajo el tema de la eficiencia energética, la autogeneración y la cosecha de aguas, en un proyecto integrado en la Facultad de Ciencias Agronómicas, de la Universidad de El Salvador, cuando se redefine la ampliación del edificio de posgrados de la facultad, el cual quedó inconcluso con la edificación solamente de dos niveles, de cuatro que fueron proyectados; ampliación que presenta la oportunidad de integrar una serie de esfuerzos que de manera parcial han sido abordados en otros momentos, por diferentes autores, como en los proyectos: el generador solar de la Facultad de Odontología (proyecto ejecutado y en funcionamiento); y los estudios sobre aplicación de normas Leed para el edificio de rectoría (Trabajo de grado), que desde la teoría aborda la temática de la compatibilidad del desarrollo constructivo con los problemas medioambientales.

La presente propuesta se orienta a satisfacer las demandas de establecer el justo uso de los recursos, mediante la utilización de la irradiación solar y las precipitaciones, que se suscitan día a día sobre las edificaciones y que en este proyecto en particular se toma la decisión de

utilizar. Para ello se hace uso de las técnicas y herramientas que las asignaturas del Máster en Energías Renovables y Medioambiente han forjado en sus estudiantes, mediante la guía acertada de los docentes que las imparten.

Para aplicar acertadamente los conocimientos en la propuesta, el estudio se realizó en tres etapas claramente definidas: la de formulación, en la cual se planificó el estudio general, se delimitó en conjunto, entre los requerimientos prácticos de la facultad y las exigencias normativas del proceso de grado que pide la maestría, con la valiosa asesoría del personal de dirección de la academia y los proyectistas demarcaron el territorio de operación.

En un segundo momento, se aplicaron los instrumentos de medición al fenómeno real, es decir se diagnosticó la situación en campo, mediante las herramientas planteadas a partir del marco teórico, bajo la rigurosidad del método científico, medición de disponibilidad de recursos naturales, estudio de consumo y cargas eléctricas, visitas, levantamiento de información, data de procesos e instrumentos, todo en función de tener una “radiografía” exacta de los fenómenos.

Por último, a partir de lo deducido en el diagnóstico, se procedió a diseñar los sistemas de soporte que solventaran los requerimientos del proyecto:

- La arquitectura del sistema, constituida por dos niveles o plantas con funciones distintas, el nivel tres para laboratorio y el cuarto nivel destinado a aulas para impartir clases, y
- Los espacios de sustento como vestíbulos, pasillos, servicios sanitarios entre otros.
- El sistema eléctrico de tomacorrientes, iluminación y alimentación de equipos de aires acondicionados, que daría el insumo de la carga proyectada como la parte que se sumaría al consumo actual, estableciendo el requerimiento a contrastar con el sistema de auto-generación fotovoltaico, bajo la estrategia de generación conectada a red.
- Los sistemas mecánicos, que demandan y suplen necesidades como el bombeo de aguas y la movilidad vertical.

Todos estos aparatajes y requerimientos se integran en un proyecto que se le dará una respuesta técnica, para completar la visión de una ingeniería al servicio de la sociedad y con visión medioambiental sustentable.

El documento termina presentando la descripción ingenieril, en los planos de proyecto por especialidad, que dan el último atisbo a un problema resuelto con enfoque sustentable, acorde a las exigencias del momento y con visión de futuro.

# **Capítulo 1: Planteamiento del Problema**

## **1.1 Descripción de problema**

En la actualidad el medio ambiente sufre condiciones de fatiga por la presión que las industrias humanas, ejercen sobre él. La industria de la construcción y la Industria eléctrica, son de las que más demandan recursos naturales al medio; por ello se acometió la idea de plantear un proyecto de trabajo de graduación que tuviese un enfoque transversal en estos temas.

Por lo que se optó por: El Diseño de instalaciones eficientes de electricidad, iluminación y aire acondicionado; y, aprovechamiento del recurso hídrico mediante la cosecha de agua, con un enfoque bioclimático, aplicando los conceptos, técnicas y metodologías aprendidas en la formación de maestría.

Como objeto de estudio se tomó la Ampliación del edificio de Maestrías y posgrados de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador en su sede central.

## **1.2 Justificación**

Esta investigación se justifica por la necesidad de ampliar el actual edificio en mención ya que solo se construyeron dos niveles de los 4 a que fue diseñado, y el desarrollo en temas pertinentes a las temáticas se está incrementando, tan solo en los últimos años se ha iniciado el programa de Doctorado en Biología Molecular, que demanda laboratorios especializados, es de mencionar al mismo tiempo que la arquitectura bioclimática está tomando gran auge, por sus bondades hacia el medio y su mínimo impacto en el medio ambiente.

Lo que lleva a afirmar que la iniciativa de ampliar en dos niveles el edificio actual, se debe contemplar bajo la óptica de hacer eficiente los diferentes sistemas que componen el edificio y que esté acorde a las condiciones del lugar.

Todo ello en vías de establecer un modelo de trabajo a los futuros edificios que se seguirán construyendo en los diferentes campus de la Universidad de El Salvador.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo General**

Diseñar las instalaciones, sistemas de consumo energético y de aprovechamiento de las aguas lluvias y recurso solar, para la ampliación en 2 pisos, del edificio de investigaciones de la Facultad de Ciencias Agronómica de la Universidad de El Salvador.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

1. Elaborar un diagnóstico que refleje los requerimientos, necesidades e insumos para desarrollar el diseño de la ampliación del edificio
2. Diseñar la ampliación en dos niveles del edificio existente, de tal manera que permita optimizar el consumo de energía y el aprovechamiento los recursos naturales del entorno, como aguas lluvias, energía solar, en el funcionamiento del mismo.

## **1.4 Alcances**

- 1) Realizar un diseño arquitectónico con los conceptos de eficiencia energética aplicables a las funciones de los niveles tercero y cuarto del edificio, que lo caracterice como instalación eficiente energéticamente;
- 2) Diseñar un generador fotovoltaico para alimentar eléctricamente el edificio, optimizando el uso del techo sobre el cuarto nivel a construir;
- 3) Diseñar un Sistema de cosecha de agua lluvia sobre techo del edificio, diseñar el sistema de distribución del agua cosechada;
- 4) Diseñar el sistema de aire acondicionado de las instalaciones de los niveles tres y cuatro del edificio; bajo el concepto de eficiencia y ahorro en el consumo eléctrico, de tal manera que sea consecuente con el enfoque general del proyecto; y,
- 5) Diseñar los sistemas de iluminación y tomacorrientes eficientes de los niveles tres y cuatro del edificio; de igual manera que en el numeral anterior incorporando la eficiencia como una condicionante de diseño.

# **Capítulo 2: Marco Teórico**

## **2.1 Base Conceptual**

### **2.1.1 Antecedentes Históricos**

#### **Fundación de la Universidad de El Salvador**

Los orígenes de la Universidad de El Salvador se remontan al 16 de febrero de 1841, siendo Presidente del Estado el Lic. Juan Nepomuceno Fernández Lindo y Zelaya, más conocido por Juan Lindo, fecha de la fundación de la misma (Flores Macal, 1974).

Se ubica en la ciudad de San Salvador, una Universidad y un colegio de educación, el cual se destina el edificio material del convento de San Francisco, se establece una clase de gramática latina y, de filosofía y de moral, bajo el auspicio del poder ejecutivo se fueron estableciendo las demás ramas científicas a proporción de los progresos en inscripción y demanda de los educandos.

El siguiente paso significativo se da con la aprobación del Decreto Legislativo del 4 de junio de 1846 que ordenó la construcción del edificio propio de la Institución, y en ese mismo año se fundó la cátedra de Derecho, siendo su profesor el Lic. Francisco Dueñas, junto con el Pbro. Isidro Menéndez.

En el siguiente periodo de fin de siglo se dan etapas de alternancias entre: el enfoque conservador orientados hacia el estatus quo (preponderancia del Derecho y Medicina) y los periodos liberales, en que las ciencias sociales se les daba atención entre otros hechos. Para cerrar el siglo se tenían cuatro facultades: farmacia y ciencias naturales, medicina y cirugía, jurisprudencia e ingeniería, excluyéndose Teología, como núcleos de formación.

Para inicios del siglo XX hemos de decir que el ideal de la universidad era el mantener la visión elitista de la Universidad como un centro de formación de la burguesía terrateniente. Tal es así que para el levantamiento del 1932 la vida académica siguió como si nada, a pesar del fusilamiento de estudiantes como Mario Zapata, Alfonso Luna y Farabundo Martí, ni siquiera hubo pronunciamiento del Consejo Universitario.

Un personaje crucial para la vida universitaria fue el Doctor Llerena, el Rector reorganizó la vida docente (consiguiendo se los primeros docentes dedicados por completo a la vida universitaria), gestionó y obtuvo un presupuesto satisfactorio, se dieron las primeras

adquisiciones inmobiliarias de la Ciudad Universitaria (en la Finca San Carlos), desarrollando una actividad académica importante. Su periodo rectoral se prolongó hasta 1950.

A fin a nuestro estudio es el hecho de la iniciación de estudios de factibilidad para la creación de la Facultad de Ciencias Agronómicas (Acta del C.S.U. 9 de. 1947). Para este periodo la Carrera funcionaba en la Facultad de Ingeniería, en 1959 la Facultad realizo cambió en los planes de estudio correspondientes a las cuatro escuelas que la integraban, incluyendo la carrera de Ingeniería Agronómica.

Pero su fundación independiente de la carrera en una facultad debería esperar hasta el rectorado del Doctor Fabio Castillo, quien da vida a la creación de la Facultad de Ciencias Agronómicas (mediante acuerdo del C.S.U. 29-8-1964).

Para esta fecha se vivía la “Década Dorada”, de la “Generación Comprometida”; es decir un momento de gran bonanza económica debido a los precios del café a nivel internacional, y los buenos dividendos que el Mercado Común Centroamericano traía al país, se construían muchos edificios en el campus central y la buena relación del Dr. Castillo le habría traído un buen apoyo a los proyectos de desarrollo académico que se realizaban en ella.

En la actualidad el panorama es distinto, con un bajo presupuesto (que básicamente es solo para salarios) con un panorama agro forestal grave, con problemas ambientales significativos, tenemos una deforestación de más del 90 %; pero que en medio de estas vicisitudes también es esperanzador por el nivel de investigación que ha alcanzado la facultad los amplios programas de posgrado que se sirven y la solides de las infraestructuras académicas de la facultad. Se sirven a nivel de pre grado las siguientes carreras:

- Ingeniería Agronómica
- Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia
- Ingeniería Agro-industrial.

A nivel de posgrado:

- Agricultura Sostenible\*

- Gestión Integral del Agua
- Evaluación de Peligrosidades Naturales
- Doctorado en Biología Molecular.

Además de referentes diplomados como el de Sistemas de Información Geográfica, entre otros que amplían la oferta de estudios de post-grado aunque estos no se ofertan con la regularidad de las maestrías y el doctorado.

### **2.1.2 Marco normativo y legal**

Definir el marco normativo del presente proyecto de ampliación del edificio de Posgrados de la Facultad de Ciencias Agronómicas, es amplio ya que transversaliza tres grandes conceptos: el de la educación superior, el del diseño de infraestructura educativa, y el de arquitectura bio-climática (Rodríguez, 2001).

En el ámbito internacional las políticas y estrategias tradicionales han sido: Mejorar la eficiencia energética de los edificios, Promover el uso adecuado de la energía saludable. En la actualidad la tendencia es incorporar la gestión del edificio desde el momento mismo de su concepción, mediante la arquitectura bio-climática, incorporar al usuario al proceso de diseño, estudio cuidadoso de los materiales y sistemas desde el punto de vista de la contaminación que podría producir a lo largo de la vida del producto.

Ya en el contexto nacional, un marco referencial lo establece la política energética 2010-2024, está en líneas gruesas le apuesta a la diversificación de la matriz energética, la producción a través de energías limpias, reduciendo la producción de energía mediante hidrocarburos. Asimismo, insta a reducir el consumo de energía, mediante la aplicación de medidas de eficiencia energética. Todo ello en consonancia con las políticas internacionales.

El proyecto estará enmarcado en la estructura legal que abarca tanto lo relativo al medio ambiente como lo relativo al campo del diseño y construcción, si bien el tema del diseño Bio-climático no está reglamentado como tal, si esta normado tanto en la norma RESET, aprobada por el Organismo Salvadoreño de Normalización (OSN), como en la guía HAUS que la OPAMSS ha propuesto, ambas normas, si bien no son de estricto cumplimiento guían la realización de diseños de proyectos de tal manera que los proyectos den respuestas

acordes a los momentos que vivimos en que el cambio climático y los riesgos ambientales nos demandan mayor compromiso a los proyectistas.

En nuestro país el marco ambiental se define desde La Constitución misma ya que en su artículo 117, parte del hecho que “es deber del Estado proteger los recursos naturales, así como la diversidad e integridad del medio ambiente para garantizar el desarrollo sostenible” declarando de interés social la protección, conservación, aprovechamiento racional y restauración de los recursos naturales. Lo que lleva a la estructuración de un marco normativo amplio que resguarda el medio ambiente.

Esta estructura legal se puede apreciar en la Pirámide de Kelsen específica al tema, y a nuestro país tal como se pasa a detallar.

#### **2.1.2.1. Pirámide de Kelsen, Ordenamiento jurídico nacional.**

Este instrumento no es más que una representación gráfica de la estructura legal basada en la figura, geométrica correspondiente, en ella se coloca en el ápice La Constitución de la República, que conforma la ley primaria y base de todo sustento posterior.

En el centro de la misma se colocan las leyes secundarias y tratados internacionales debidamente ratificados, y en la base de la misma, todo ese aparato de reglamentos normas, y ordenanzas.

#### **2.1.2. 2. La Constitución de la República**

Como ya mencionamos al inicio en el artículo 117 hace referencia al deber del Estado en la protección el medio ambiente, pero en otros artículos también indirectamente hace referencia a lo mismo tal como el 34 en donde enuncia “Todo menor tiene derecho a vivir en condiciones familiares y ambientales que le permitan su desarrollo integral”, así mismo en el 60 lo enfoca desde la perspectiva de la educación cuando dice “En todos los centros docentes, públicos o privados, civiles o militares, será obligatoria la enseñanza de – entre otras materias- los derechos humanos y la conservación de los recursos naturales.” con todo ello se quiere dejar constancia que en la ley primaria está consignado el respeto y salvaguarda del medio ambiente como un derecho.

### **2.1.2.3. Convenios y tratados, en nuestro marco normativo.**

Los tratados y convenios internacionales una vez ratificados tienen el mismo peso que la norma primaria, por lo que estos instrumentos legales son de estricto cumplimiento y marcan las pautas medioambientales por las que se rigen las acciones en términos ambientales, si bien estos son muchos bástenos por ejemplo estos emblemáticos instrumentos ambientales.

#### ***a. Protocolo de Kioto.***

En concreto es un instrumento internacional cuya finalidad es reducir las emisiones de los seis gases provocadores de calentamiento global (dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), además de tres gases industriales fluorados: hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>), en un porcentaje aproximado de un 5%, dentro del periodo que va desde el año 2008 al 2012, en comparación a las emisiones al año 1990.

Es de mencionar que La Asamblea Legislativa ratificó la Enmienda de Doha al Protocolo de Kioto, general le da vida al mismo ya que sus alcances terminaban para 2015, con ello el país continuará siendo parte de las naciones que luchan por estabilizar las emisiones de gases de efecto invernadero que ocasionan el calentamiento global.

#### ***b. Convenio de París.***

Siempre dentro del contexto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, se da este acuerdo, en términos similares a los del tratado de Kioto, que llegaba a su fin por el 2015, es de destacar el termino resiliencia que empieza a jugar un rol de más protagonismo en diferentes enunciados.

En resumen, podemos decir que el mayor objetivo del tratado es que los países deben procurar medidas para mantener la temperatura global no superior a 2 grados centígrados y trabajar en limitarla a 1.5 grados centígrados.

El acuerdo consta de un preámbulo y 29 artículos y se firmó en Nueva York, Estados Unidos, el 22 de abril de 2016. La Asamblea Legislativa ratificó el 18 de noviembre del 2016 el Acuerdo de París.

***c. Ley del Medio Ambiente.***

Esta ley rige los aspectos generales del país en términos de protección al medio ambiente, desde la formulación de proyectos hasta la realización de los mismos y el seguimiento que ya ejecutados se deba seguir en el rendimiento de cuentas ambientales.

***d. Ley de equiparación de oportunidades para personas con capacidad especial.***

El propósito de la misma es garantizar las condiciones de igualdad para personas con discapacidad, en espacios urbanos y arquitectónicos.

#### **2.1.2.4. Leyes secundarias**

***a. Decreto 89 Reglamento general de control de riesgos.***

Que es la ratificación del convenio 155 de la Organización Internacional del Trabajo sobre Seguridad y Salud de los Trabajadores y Medio Ambiente de Trabajo, que marca muchos aspectos ambientales y relativos al mismo en ambientes de trabajo, si bien parecerá de tercer orden a nivel de características que los ambientes deben cumplir es muy ejemplarizante y marca una guía pertinente para el diseño.

***b. Reglamento de la OPAMSS.***

Este reglamento marca el camino que debe seguir la proyección de infraestructura y edificios a construirse en el Área Metropolitana de San Salvador, los requisitos espaciales y funcionales mínimos para que la solución espacial, contenga condiciones de habitabilidad.

***c. Reglamento de espacios Educativos superior.***

El Ministerio de Educación (MINED), es el ente de quien depende la Universidad de El Salvador y entre sus normativas establece condiciones mínimas para espacios educativos a nivel de educación primaria y de espacios para instituciones de educación superior.

#### **2.1.2.5. Normas.**

***a. NEC 2008.***

En ausencia de normas técnicas propias en las ramas de la electricidad y energía nuestro país ha adoptado las normas estadounidenses sobre el ramo conocidas como NEC 2008, versión en español.

***b. Requisitos para edificaciones sostenibles en el trópico.***

Esta norma originaria de Costa Rica ha sido adoptada por la ONS, la normativa promueve la construcción de edificios que se adapten a las condiciones climatológicas del trópico, cuidando de ser medioambientalmente responsables con el mismo. En la misma vía están: Eficiencia energética comportamiento de acondicionadores de aire, Gestión de energía sistemas de gestión de energías, Gestión ambiental eco diseño, Gestión ambiental evaluación ambiental de sitios y organizaciones.

***c. Esta norma está orientada a ofrecer incentivos de diversa índole.***

A fin de que se proyecten edificios sustentables, en el contexto del área metropolitana de San Salvador.

Además de esta estructura formal legal, la Universidad de El Salvador en un ente Autónomo, lo que le permite regularse al interior de sí misma, esta autonomía si bien es administrativa y acorde al sistema legal que ya se estableció también le confiere ciertas particularidades, la base de la misma es la Ley Orgánica de la Universidad de El Salvador (LOUES), de ella dependen el reglamento de la ley, ambas le confieren el control en su desarrollo físico a la Junta Directiva de la Facultad que es ejecutada por el Decano y Vicedecano respectivamente, tal como lo apreciamos en el Cuadro 1 siguiente:

Organismo	Junta Directiva de la facultad
Ejecutivo	Decano Vicedecano
Organismos Asesores	Asamblea del personal docente Comité Técnico Asesor Unidad de Desarrollo Académico
Funcionario Auxiliar	Asamblea del personal docente

Fuente: elaboración propia.

## **2.2 La eficiencia energética**

La eficiencia energética está directamente relacionada con la utilización racional de la energía, es la relación entre la cantidad de energía consumida, los productos y servicios finales obtenidos.

La evolución del consumo de energía tiene una estrecha relación con los cambios ocurridos en la actividad económica con la estructura económica como indicadores referentes a condiciones propicias para la implementación de estándares de eficiencia energética (CEPAL, 2015).

Reducir el consumo de energía, a través del ahorro y la eficiencia, es tan necesario como sustituir las fuentes de energía no amigables con el ambiente por limpias y renovables. Independientemente de que la energía solar fotovoltaica nos permita convertirnos en generadores de electricidad limpia, siempre debemos buscar una reducción del impacto de nuestro consumo energético sobre el medio ambiente local y global haciendo un uso más eficiente de la energía (Greenpeace, 2003).

Debido a los altos costos de la energía y a que una importante cantidad de recursos energéticos son importados, como el petróleo y sus derivados, se vuelve apremiante reducir el consumo y mejorando la eficiencia del consumo energético; lo cual beneficiará en la reducción del consumo de las energías ambientalmente perjudiciales o sustituir estas por fuentes de energía limpias y renovables.

Se puede optimizar el uso eficiente de la energía implementación de una serie de medidas e inversiones, para ello son muy importantes dos cosas, por una parte, aprender a obtener energía, de forma económica y respetuosa con el ambiente, proveniente de las fuentes alternativas, con lo que se reduce la dependencia de la economía local del petróleo y los combustibles fósiles.

Y por la otra parte, es necesario complementar con el desarrollo de tecnologías y sistemas de vida y trabajo que ahorren energía, es importante para lograr un auténtico desarrollo, que sea sostenible, es decir, aprender a usar eficientemente la energía.

En cuanto a desarrollar la vida en su entorno climático, una medida a tener en cuenta como técnica de ahorro en energía, es el de mejorar el aislamiento de las paredes, ventanas, techos y pisos de las edificaciones y locales ventilados naturalmente o con equipos de aire acondicionado eficientes, que a la larga puede significar un gran ahorro económico o bien el uso de equipos de bajo consumo energético, con nuevas tecnologías que influyan de forma significativa en el ahorro de energía.

También, en las aplicaciones de usos de la electricidad en iluminación, como parte de las prestaciones que brinda un edificio a sus usuarios, se diseña con los sistemas de lámparas LED compactas que se acoplan a la forma de cielo falso en el techo, reduciendo el consumo eléctrico en comparación con sistemas de iluminación convencionales, así como la reducción de la emisión de calor a los recintos. Y en cuanto a los servicios de tomacorrientes de uso general o de usos especiales, se han aplicado medidas de reducción de las pérdidas en el calentamiento de los conductores y de enfriamiento de los mismos.

Además, en el tema de autogeneración, en el presente trabajo, se propone el uso del techo del edificio para el aprovechamiento de la energía solar fotovoltaica, que para el caso de El Salvador es la de mayor potencial de utilización, en forma dispersa y diversificada por su carácter modular.

#### i. Análisis Técnico

Un estudio técnico permite proponer y analizar las diferentes opciones tecnológicas para producir los bienes o servicios que se requieren, lo que además, admite verificar la factibilidad técnica de cada una de ellas.

#### ii. Objetivos del Estudio Técnico

Para llevar a cabo este objetivo, es necesario realizar una serie de tareas iniciales, el cual tiene como objetivo principal utilizar tecnologías eficientes en los servicios energéticos del edificio, como son iluminación, tomacorrientes, equipos de aire acondicionados, así como, aplicar el uno de autogeneración usando el techo de la edificación para instalar paneles fotovoltaicos.

Luego de haber realizado el diagnóstico se procedió a elaborar un proceso de diseño guiado a la aplicación de las tecnologías en la especificación de las partes para un ahorro en el uso del sistema definido como un edificio de aulas y laboratorios.

## **2.3 Iluminación**

En cuanto a iluminación de los espacios de la ampliación y según lo establecido en el Decreto Ejecutivo No. 89 se define el Nivel Medio de Iluminación ( $E_m$ ) mantenido sobre el área de trabajo en unidades de lux, complementado con los  $E_m$  definido por la norma

NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo. En el inciso 7 Niveles de Iluminación para tareas visuales y áreas de trabajo, los niveles mínimos de iluminación que deben incidir en el plano de trabajo, para cada tipo de tarea visual o área de trabajo, son los establecidos en el Cuadro 2 siguiente:

**Cuadro 2 Niveles de Iluminación**

<b>Tarea visual del puesto de trabajo</b>	<b>Área de trabajo</b>	<b>Em Niveles de iluminación (Lux)</b>
De acuerdo al Decreto Ejecutivo No. 89, tabla del Artículo 130, numeral 3: Los niveles mínimos de iluminación de los lugares de trabajo.		
<b>Oficina, interiores y considerándolos los niveles requeridos como para aplicar en aulas y zonas de</b>	Archivos, copadoras, áreas de circulación	500
	Lectura, escritura, mecanografía, proceso de datos	750
	Dibujo técnico	500
	Diseño asistido (CAD)	500
	Salas de reunión	300
	Puestos de recepción	200
	Almacenes	500
<b>Bodegas de fabricación y considerándolo los niveles requeridos como para aplicar en laboratorios.</b>	Laboratorio	500
De acuerdo a la norma NOM-025-STPS-2008		
<b>En exteriores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos</b>	Exteriores generales: patios y estacionamientos	20
<b>En interiores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos</b>	Interiores generales: almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos, labores en minas subterráneas, iluminación de emergencia	50
<b>En interiores</b>	Áreas de circulación y pasillos; salas de espera; salas de descanso; cuartos de almacén; plataformas; cuartos de calderas	100
<b>Requerimiento visual simple: Inspección visual,</b>	Servicios al personal: almacenaje, bodega, recepción y despacho, casetas	200

<b>recuento de piezas, trabajo en banco y máquina.</b>	de vigilancia, cuartos de compresores.	
<b>Distinción moderada de detalles: Ensamble simple, trabajo medio en banco y máquina, inspección simple, empaque y trabajos de oficina</b>	Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas.	300
<b>Distinción clara de detalles: Maquinado y acabados delicados, captura de información, manejo de instrumentos de laboratorio.</b>	Talleres de precisión: salas de cómputo, áreas de dibujo, laboratorios.	500
<b>Distinción fina de detalles: maquinado de precisión, manejo de Instrumentos y equipo de precisión, manejo de piezas pequeñas.</b>	Talleres de alta precisión: de pintura y acabado de superficies y laboratorios de Control de calidad.	750
<b>Alta exactitud en la distinción de detalles: ensamble, proceso e Inspección de piezas pequeñas y complejas, acabado con pulidos finos.</b>	Proceso: ensamble e inspección de piezas complejas y acabados con pulidos finos	1,000
<b>Alto grado de especialización en la distinción de detalles.</b>	Proceso de gran exactitud. Ejecución de tareas visuales de bajo contraste y tamaño muy pequeño por periodos prolongados; exactas y muy prolongadas, y muy especiales de extremadamente bajo contraste y pequeño tamaño.	2,000

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008. Condiciones de Iluminación en los Centros de trabajo. Recuperado el 6 de mayo del 2015 a las 15:23 hrs. <http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/3581/stps/stps.htm>.

El propósito del reconocimiento es identificar aquellas áreas a estudiar y las tareas visuales asociadas que se desarrollan en esas áreas, identificar aquellas donde exista una iluminación deficiente o exceso de iluminación que provoque deslumbramiento.

Para determinar las áreas y tareas visuales de los puestos de trabajo debe recabarse y registrarse la información del reconocimiento de las condiciones de iluminación de las áreas a estudiar, con los datos siguientes:

- a) Distribución de las áreas de trabajo, del sistema de iluminación (número y distribución de luminarias), de la maquinaria y del equipo de trabajo;
- b) Potencia de las lámparas;
- c) Descripción del área iluminada: colores y tipo de superficies del local o edificio;
- d) Descripción de las tareas visuales y de las áreas de trabajo, de acuerdo con el Cuadro 2 Niveles de Iluminación;
- e) Descripción de los puestos de trabajo que requieren iluminación localizada;
- f) La información sobre la percepción de las condiciones de iluminación por parte del trabajador al patrón.

De acuerdo a la norma estos son los valores óptimos de reflexión en paredes y planos de trabajo se reflejan en la Tabla 1 siguiente:

**Tabla 1 Niveles Máximos Permisibles del Factor de Reflexión**

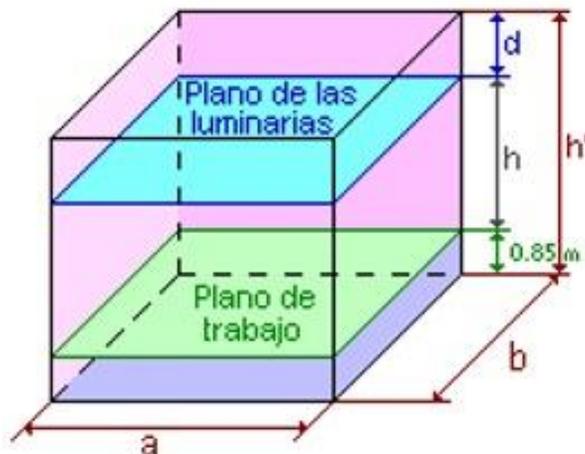
<b>Concepto</b>	<b>Niveles Máximos Permisibles de Reflexión, Kf</b>
<b>Paredes</b>	60%
<b>Plano de trabajo</b>	50%

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Se considera que existe deslumbramiento en el área y puesto de trabajo, cuando el valor de la reflexión (Kf) supere los valores establecidos.

El Índice de Área (IC) que en un espacio iluminado permite relacionar las dimensiones de altura de las luminarias respecto al plano de trabajo, con el ancho y largo del espacio en estudio, dando una idea de lo óptimo que ha sido el diseño y por ende el uso eficiencia de las luminarias distribuidas en dicho espacio.

**Figura 1 Relación planos de las luminarias y plano de trabajo**



El valor del Índice de Área, está dado por la ecuación siguiente:

$$IC = \frac{(a)(b)}{[h * (a + b)]} \quad \text{Ecuación 1}$$

Dónde:

IC = índice del área.

a, b = dimensiones del área (largo y ancho), en metros.

h = altura de la luminaria respecto al plano de trabajo, en metros.

Los valores para el índice IC van desde 1 hasta 10, siendo los valores cercanos a 10 los más óptimos. En el caso de IC bajos se deberá considerar luminarias que se adapten a estos tipos de condiciones.

### ***Tubos LED vs otras opciones de iluminación<sup>1</sup>***

Los tubos de LED han revolucionado el mundo de la iluminación, ofreciendo productos que generan ahorros en el consumo eléctrico entre el 50% y el 70%, respecto al ya obsoleto sistema de iluminación fluorescente.

Los tubos LED se fabrican en medidas estándar de: 60 cm, 120 cm y 150 cm, además de modelos de 90 cm, no tan comunes, pero existentes. Además, son fabricados en una amplia gama de tonos de luz, cubriendo tonalidades que van desde los 3000K (tono cálido) hasta

---

<sup>1</sup><https://www.tubosdeled.com/tubo-led-vs-tubo-fluorescente/>

los 6500K (tono más frío), abarcando así todas las necesidades del mercado y adaptándose a su instalación y uso en múltiples estancias.

A diferencia de los tubos fluorescentes, los tubos LED funcionan directamente a 120 y 230V. Esto implica que, antes de su instalación y puesta en marcha, debe desinstalarse tanto el cebador como el balasto de la luminaria, dispositivos electrónicos que generan un elevado consumo adicional y evitado al utilizar tubos LED, aumentando más aún el ahorro generado en consumo eléctrico. En promedio, la diferencia de consumo eléctrico entre un tubo LED y un tubo fluorescente, incluyendo componentes externos, es superior al 65%, a continuación Tabla 2 comparativa de W, de tubos LED y Fluorescentes:

**Tabla 2 Comparativa de W, de tubos LED y Fluorescentes**

Tubo de LED	Tubo fluorescente
7W a 10W	25W
13W a 18W	>46W
18W a 23W	>67W

Fuente: <https://www.tubosdeled.com/tabla-de-equivalencias/>

Para realizar esta comparativa, se han tenido en cuenta los consumos extras por componentes electrónicos añadidos, así:

- En el caso de los tubos LED, se añade 1W de consumo extra debido al driver interno (fuente de corriente constante), integrada en el interior del producto.
- En el caso de los tubos fluorescentes, se le añade el consumo de cebadores y balastos externos, que ronda entre 15% y 20% del consumo del producto.

## 2.4 Pérdidas eléctricas por conducción.

Debido a que la conducción eléctrica del edificio se realizará por medio de conductores de cobre forrados, en el proceso de diseño se debe de considerar sus pérdidas, basados el principio que una corriente eléctrica atraviesa un conductor isotérmico, hay una generación de calor. Este efecto ocurre debido a la transferencia de energía eléctrica a través del conductor por un proceso análogo al rozamiento. Este efecto se denomina efecto Joule, el cual constituye pérdidas eléctricas, provocando una caída de voltaje desde la fuente hasta la

carga y desgaste en el aislamiento del conductor debido al calor; efecto que al considerar en la vida de servicio de la edificación se pueden convertir en ahorros importantes al seleccionar adecuadamente dichos conductores.

La ley de Joule enuncia que: "El calor que desarrolla una corriente eléctrica al pasar por un elemento conductor es directamente proporcional al producto de la resistencia del conductor, el cuadrado de la intensidad de la corriente y el tiempo que dura la corriente" (Montiel Pérez, 2014). Y la forma de cálculo es:

$$Q = R \times I^2 \times t [\text{Wattthora}] \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde:

- Q = pérdidas de energía (W unidades de tiempo)
- I = corriente (A)
- R = resistencia de fase por unidad de longitud del sistema eléctrico ( $\Omega/\text{Km}$ )
- t = tiempo (unidades de tiempo, de preferencia horas)

Las pérdidas por *efecto Joule* se manifiestan principalmente en:

- Calentamiento de los conductores.
- Calentamiento de bobinados de los transformadores de distribución.

Así también, el paso de la corriente en elementos como transformadores o bobinas de motor, pueden generar otro tipo de pérdidas eléctricas, que a continuación bastará con enunciarlas.

- a) Pérdidas por *histéresis* y corrientes *parásitas*<sup>2</sup>.

Existe una potencia que sirve exclusivamente para magnetizar el núcleo, esta potencia no tiene otra aplicación práctica, por lo que se la puede considerar como potencia perdida en la imantación del núcleo del transformador y es llamada *pérdida por histéresis*.

Por otro parte, los equipos eléctricos están formados por pedazos de conductor que se mueven en un campo magnético o están situados en un campo magnético variable, dando

---

<sup>2</sup>[https://www.upv.es/materiales/Fcm/Fcm10/pfcm10\\_5\\_2.html](https://www.upv.es/materiales/Fcm/Fcm10/pfcm10_5_2.html)

lugar a corrientes inducidas que circulan por el volumen del conductor, estas corrientes se denominan de *Foucault* y son corrientes que generan pérdidas.

Otra forma de clasificar las pérdidas técnicas tiene en cuenta que ciertas pérdidas, tanto de potencia como de energía, varían con respecto a las fluctuaciones de la demanda o son aproximadamente fijas, independientemente de las variaciones de la carga. Estas pérdidas son:

I. **Pérdidas Fijas.** - se presentan en el sistema por solo el hecho de energizar el circuito o el transformador en el cual se producen. Este tipo de pérdidas se producirán en el sistema, aunque la carga conectada a ellos fuera igual a cero. Estas pérdidas fijas son:

- Pérdidas por *histéresis* y por corrientes *parásitas*.

II. **Pérdidas Variables.** - son aquellas que dependen de la demanda y son:

- Pérdidas por *efecto Joule* que constituyen la totalidad de las pérdidas técnicas variables.

Aplicando estos conceptos al diseño de los circuitos de tomacorrientes y circuitos especiales del edificio se deberá considerar la Cuadro 3 que a continuación se muestra:

**Cuadro 3 Propiedades de Conductores Cable de Cobre aislado.**

<b>Calibre AWG</b>	<b>Área min. En mm<sup>2</sup></b>	<b>Resistencia DC a 75°C ohmio/Km</b>	<b>Diferencia de Resistencia ohmio/Km (1)</b>	<b>Potencial de ahorro %</b>	<b>Potencial de ahorro promedio</b>	<b>Tipo</b>
18	0.82	27.70	10.40	38%		Sólido
16	1.31	17.30	6.60	38%		Sólido
14	2.08	10.70	3.97	37%		Sólido
12	3.31	6.73	2.50	37%		Sólido
10	5.26	4.23	1.57	37%		Sólido
8	8.40	2.65	0.98	37%		49/25 (2)
6	13.58	1.67	0.62	37%		133/27 (2)
4	21.59	1.05	0.39	37%	37%	133/25 (2)
2	34.33	0.66	0.14	21%		133/23 (2)
1	43.28	0.52	0.11	21%		133/22 (2)
1/0	54.58	0.42	0.09	21%		133/21 (2)
2/0	68.86	0.33	0.07	21%		133/20 (2)
3/0	84.29	0.26	0.06	21%	21%	259/22 (2)
4/0	106.29	0.21				259/21 (2)

Nota: (1) Diferencia de resistencia de conductor superior menos resistencia de conductor

(2) Estos tamaños de conductor también se fabrican con otras combinaciones de hilos (número/AWG del "strand").

Fuente: elaboración propia, basado en los datos de resistencia por km de la Tabla 8, Capítulo 9 de NFPA 70-2017, National Electrical Code, Cobre aislado, Resistencia DC a 75°C.

La columna de Resistencia DC a 75°C ohmio/Km del Cuadro 3 muestra la resistencia en ohmios por unidad de longitud de los calibres de conductor de la primera columna, en la cual se aplica la Ecuación 2 y como ejemplo se realiza en Tabla 3 cálculo de ahorro en pérdidas por conducción, en la cual se ha aplicado el concepto de resistencia por kilómetro a continuación se presenta un ejercicio del beneficio económico y de recuperación de la inversión cuando se decide aumentar el calibre del conductor de 10 AWG a 8 AWG, con una corriente igual de 30 A.

**Tabla 3 cálculo de ahorro en pérdidas por conducción**

<b>Parámetro</b>	<b>Conductor 1</b>	<b>Conductor 2</b>
Calibre	10 AWG	8 AWG
Corriente I (A)	30	30
$I^2$ (amp <sup>2</sup> )	900	900
Resistencia ( $\Omega$ /Km)	4.226	2.653
longitud de conductor (Km)	1	1
Tiempo (horas) ej.: 1 año	8,760.00	8,760.00
Perdidas de energía (KWh)	33,317.78	20,916.25
$Q = R \times I^2 \times t$ (KWh)		
Ahorro en pérdidas en KWh/año	12,401.53	
Costo unitario de energía (US\$/kWh) (1)	\$ 0.1268940	\$ 0.1268940
Valor de las pérdidas (US\$)	\$ 4,227.83	\$ 2,654.15
Ahorro en pérdidas en US\$/año	\$ 1,573.68	
Costo de 1 km de conductor (2)	\$ 700.00	\$ 1,130.00
Sobre costo por cambio de conductor	\$ 430.00	
Tiempo de recuperación en año	0.2732 $\approx$ 3.28 meses	

Fuente: Elaboración propia

Nota: (1) Tarifa: Precios Máximos para el Suministro Eléctrico, Vigentes a Partir del 15 de enero de 2020 (Media Tensión con Medición de Potencia). Cargo de Energía: Cargo Variable US\$ 0.126894/kWh. (2) Precios de Vidri Ferretería del 21/04/2020.

Para explicar la medida de eficiencia energética aplicada a los conductores eléctricos del edificio, la base es la relación de pérdidas de cada conductor en cuanto al inmediato superior.

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{R_2 \times I^2 \times t}{R_1 \times I^2 \times t}$$

Donde:

$R_1$  y  $R_2$  son las resistencias por km del conductor 1 y 2 (en  $\Omega/\text{km}$ ), siendo el conductor 1 de mayor diámetro que el conductor 2.

$I$  es la corriente que pasa por los conductores en el tiempo  $t$ .

Acotando que la corriente  $I$  y el tiempo  $t$  son iguales en el ejercicio la relación de las pérdidas se reduce a:

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{R_2}{R_1}$$

Y el potencial de ahorro en porcentaje es la reducción de las pérdidas referidas a diferencia de resistencias en términos porcentuales.

*Potencialdeahorro*

**Ecuación 3**

$$= \frac{R_1 - R_2}{R_1} [\%]$$

En general se debe enfatizar que con el aumento del calibre de conductor al inmediato superior el porcentaje de potencial de ahorro en promedio de los calibres del #4 AWG al #18 AWG, es del 37%; y, del calibre #4/0 AWG al #2 AWG, es 21%; el sobre costo se justifica con los ahorros obtenidos en energía.

Con los resultados de la Tabla 3 cálculo de ahorro en pérdidas por conducción, se refuerza el argumento que las decisiones a favor de la eficiencia energética en la etapa de diseño de las edificaciones, pueden implican mayor inversión inicial, sin embargo, el beneficio es mayor a lo largo del tiempo y la sobre inversión se recupera; también es más fácil implementar las medidas de eficiencia energética desde la construcción inicial, sin tener que hacer ajustes o desmontajes una vez construido el edificio.

## 2.5 La energía eléctrica a partir de la radiación solar

**Radiación solar:** El sol es la principal fuente de energía, que proporciona luz y calor al sistema planetario, que son las formas de energía básica para la vida sobre la tierra. La luz es una manifestación de la energía y es una radiación electromagnética(Viloria, 2008).

La luz que nos envía el sol sufre las siguientes pérdidas en la trayectoria al planeta, en las siguientes proporciones:

- El 50 % es reflejado por las nubes y la atmosfera.
- El 40 % se pierde por reflexión especialmente por las superficies del agua de los mares y océanos.
- El 10 % útil, lo emplean las plantas y otros elementos de la naturaleza.

La radiación que llega a los paneles fotovoltaicos puede ser:

- Radiación directa (sin interferencia)
- Radiación difusa (con interferencia de nubes o niebla)
- Radiación albedo (reflejada)(Viloria, 2008).

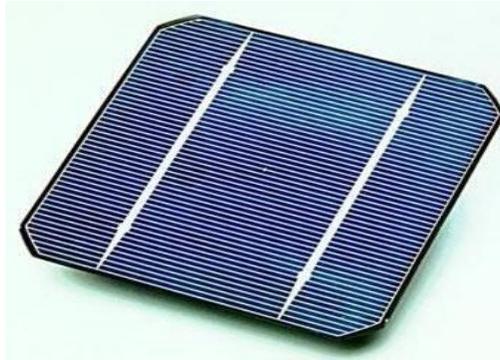
Horas de sol pico: Se entiende como Hora Solar Pico (HSP) a la radiación solar que se recibe en un captador solar en un tiempo de una hora, con una irradiación igual a  $1,000 \text{ Wh/m}^2$  ( $1 \text{ kWh/m}^2$ )(Viloria J. R., 2011).

Celdas solares: La conversión de la radiación solar en corriente eléctrica tiene lugar en la célula fotovoltaica. Una célula o celda fotovoltaica es un dispositivo formado por una lámina de material semiconductor, cuyo grosor varía entre los 0.25 mm y los 0.35 mm, generalmente de forma cuadrada, con una superficie de aproximadamente  $100 \text{ cm}^2$  Estas celdas están elaboradas de delgadas capas de material semiconductor usualmente de silicio, que van unidas a contactos de metal logrando así un circuito eléctrico encapsulado en vidrios o plástico.

Una célula fotoeléctrica, también llamada celda solar, célula solar, fotocélula o célula fotovoltaica, es un dispositivo electrónico que permite transformar la energía lumínica (fotones) en energía eléctrica (flujo de electrones libres) mediante el efecto fotoeléctrico, generando energía solar fotovoltaica. Están Compuestas de un material que presenta efecto

fotoeléctrico: absorben fotones de luz y emiten electrones. Cuando estos electrones libres son capturados, el resultado es una corriente eléctrica.

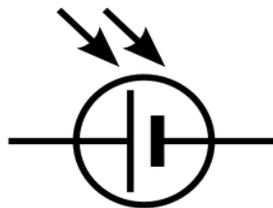
**Figura 2 Detalle de una celda solar<sup>3</sup>**



Fuente: (Muñiz, 2007)

Las celdas FV individuales tienen una producción eléctrica limitada, es por eso que pueden ser utilizadas en equipos o aparatos pequeños como son juguetes, relojes y las calculadoras de bolsillo. Si se desea aumentar la salida de voltaje y amperaje de una fuente FV, las celdas individuales se unen eléctricamente en diferentes formas como son módulos, paneles y arreglos fotovoltaicos (Muñiz, 2007).

**Figura 3 Símbolo de la célula fotovoltaica**



Fuente: (Muñiz, 2007)

Tipos de células: las partes más importantes de una célula solar son las capas del semiconductor ya que es en ellas donde se liberan los electrones y se produce la corriente eléctrica. Para hacer las capas de las distintas células solares se utilizan diferentes

---

<sup>3</sup><http://www.cemaer.org/>

materiales semiconductores y cada uno de ellos tiene sus ventajas y sus inconvenientes(Muñiz, 2007).

Las células fotovoltaicas pueden ser de 3 tipos: Monocristalino, Policristalino y Amorfo.

**Cuadro 4 Tipos de Células Fotovoltaicas**

<b>Monocristalino</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presenta una estructura completamente ordenada.</li> <li>• Su comportamiento uniforme lo hace buen conductor.</li> <li>• Es de difícil fabricación.</li> <li>• Se obtiene de silicio puro fundido y dopado con boro.</li> <li>• Se reconoce por su monocromía azulada oscura y metálica.</li> <li>• Su rendimiento oscila entre 15 - 18 %.</li> </ul>
<b>Policristalino</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presenta una estructura ordenada por regiones separadas.</li> <li>• Los enlaces irregulares de las fronteras cristalinan disminuyen el rendimiento de la célula.</li> <li>• Se obtiene de igual forma que la de silicio mono-cristalino pero con menos fases de cristalización.</li> <li>• Su superficie está estructurada en cristales con distintos tonos de azules y grises metálicos.</li> <li>• Su rendimiento oscila entre 12 - 14 %.</li> </ul>
<b>Amorfo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presenta un alto grado de desorden.</li> <li>• Contiene un gran número de defectos estructurales y de enlaces.</li> <li>• Su proceso de fabricación es más simple que en los anteriores y menos costoso.</li> <li>• Se deposita en forma de lámina delgada sobre vidrio o plástico.</li> <li>• Son eficientes bajo iluminación artificial.</li> <li>• Tiene un color marrón homogéneo.</li> <li>• Su rendimiento es menor del 10 %.</li> </ul>

Fuente: Tipos de Células Fotovoltaicas (Muñiz, 2007)

Actualmente, el material más utilizado es el silicio Monocristalino que tiene prestaciones y duración en el tiempo superiores a cualquier otro material utilizado para el mismo fin.

Paneles Fotovoltaicos (FV): un panel fotovoltaico está constituido por un determinado número de módulos fotovoltaicos, conectados eléctricamente dentro del arreglo del panel. La forma más común de arreglo FV está hecha de paneles planos y puede responder a la luz difusa de todo el cielo (esto es, puede producir electricidad aun en días nublados). Los paneles FV planos pueden estar fijos en un soporte o moverse para seguir la trayectoria del sol y aprovechar el mayor tiempo del día de la radiación directa.

En cuanto a la vida útil de un panel FV, el cual carece de partes móviles. Las celdas y contactos van encapsulados con resina sintética, permitiendo una larga vida útil del orden de 30 años o más.

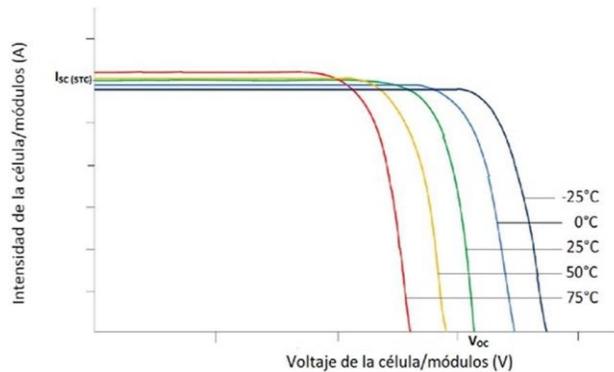
Otra ventaja de los paneles FV es que si una de las celdas falla no afecta al funcionamiento de las demás y la intensidad y voltaje producidos pueden ser fácilmente ajustados añadiendo o suprimiendo celdas.

Los Parámetros Eléctricos característicos de los paneles fotovoltaicos son:

- Corriente de cortocircuito ( $I_{sc}$ )
- Voltaje de circuito abierto ( $V_{oc}$ )
- Potencia máxima ( $P_{max}$ )
- Corriente en el punto de máxima potencia ( $I_{pmp}$ )
- Voltaje en el punto de máxima potencia ( $V_{pmp}$ )
- Factor de forma (FF)

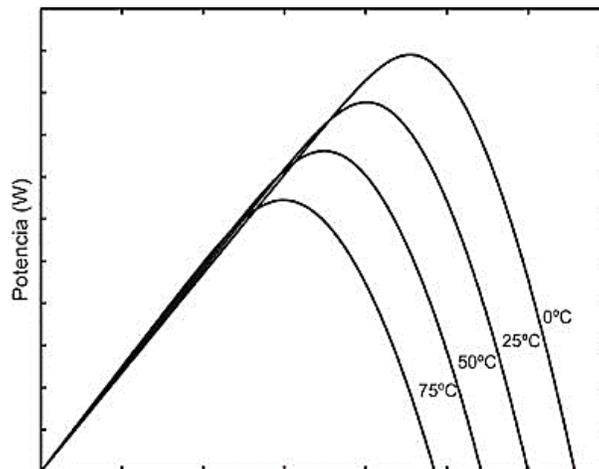
Efecto de la temperatura sobre el módulo fotovoltaico, las curvas características de los módulos fotovoltaicos también dependen de la temperatura de trabajo de las células. Cuando aumenta la temperatura de trabajo de las células, disminuye la tensión de circuito abierto y aumenta ligeramente la intensidad en cortocircuito del módulo.

**Gráfico 1 Curva Intensidad-Tensión de un módulo fotovoltaico para distintos valores de temperatura**



Fuente: (Mateo, 2016)

**Gráfico 2 Curva Potencia-Tensión de un módulo fotovoltaico para distintos valores de temperatura**



Fuente: (Mateo, 2016)

La electricidad generada por el sistema Fotovoltaico depende fundamentalmente del tipo y cantidad de módulos instalados, de su orientación e inclinación, y de la radiación solar que reciba cada panel, así como de la bondad técnica de la instalación. La potencia nominal en vatios pico o kilovatios pico de los módulos o paneles indica la energía que producirían al mediodía solar en condiciones óptimas. Un ejemplo es que, en esas condiciones, un módulo de 40 Wp de potencia nominal produciría 40 Wh (vatios-hora) de energía si durante una hora recibe esa radiación máxima; el resto del día, en que la radiación es menor, la potencia real (y por tanto la energía producida) será menor (Greenpeace, 2003).

En el caso de una instalación de energía solar fotovoltaica es fundamental un correcto dimensionamiento, tanto para poder abastecer con garantías la demanda energética, como también para reducir la inversión económica de la instalación.

### ***Tipos de instalaciones fotovoltaicas***

Las instalaciones generadoras fotovoltaicas se clasifican en tres grupos: aisladas, interconectadas con instalación receptora asociada e instalaciones con conexión a la red.

Las instalaciones generadoras FV aisladas: se utilizan exclusivamente para alimentar cargas en baja tensión a partir del generador. No existe ninguna conexión con la red de distribución eléctrica.

Estos sistemas han ido evolucionando en los últimos años, siendo posible la realización de sistemas de mayor potencia, siempre con respaldo de grupos electrógenos/ baterías para apoyar la generación en aquellos días donde la producción solar es escasa.

Los sistemas fotovoltaicos aislados pueden ser instalados para cubrir un gran número de necesidades de abastecimiento de energía eléctrica. Dentro de los usos cubiertos por este tipo de instalaciones es importante destacar los siguientes:

- Instalaciones aisladas para suministro eléctrico en viviendas y hoteles
- Instalaciones aisladas para suministro eléctrico de uso agrícola y ganadero
- Instalaciones aisladas para pequeña industria

Dependiendo del tipo de sistema y de su utilidad los sistemas pueden tener: 12 V, 24 V o 48 V.

**Figura 4 Instalación Fotovoltaica Aislada**



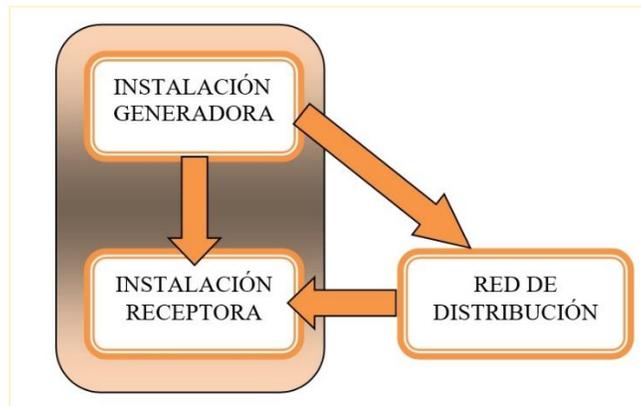
Fuente: (Mateo, 2016)

Algunas ventajas y desventajas de los sistemas aislados son:

- Completa independencia de las redes de distribución.
- Almacenamiento de energía en baterías.
- En lugares con red disponible, aseguran energía disponible en caso de corte de la red.
- Permiten tener precio estable en el tiempo para su energía, independiente de constantes alzas en precios de combustibles.
- Energía 100% renovable y limpia.
- Necesita recambio periódico de las baterías, las cuales son de elevado costo.
- El rendimiento del sistema baja en periodos de baja radiación solar.
- Si falla la batería, el usuario se queda sin servicio.

Las instalaciones generadoras interconectadas con instalación receptora asociada: son aquellos que funcionan normalmente en paralelo con la red de distribución eléctrica, alimentando una carga local y los excedentes de generación son inyectados a la red de distribución.

**Figura 5 Instalación Fotovoltaica Interconectada con instalación receptora asociada**



Fuente: (Mateo, 2016)

Estas instalaciones generadoras alimentan cargas en baja tensión a partir del generador o a partir de la red de distribución eléctrica, alternativamente, sin que puedan funcionar en paralelo. Una de las fuentes es la principal para el suministro, mientras que la otra fuente actúa como alimentación de apoyo. Pueden ser instalaciones interconectadas con consumo

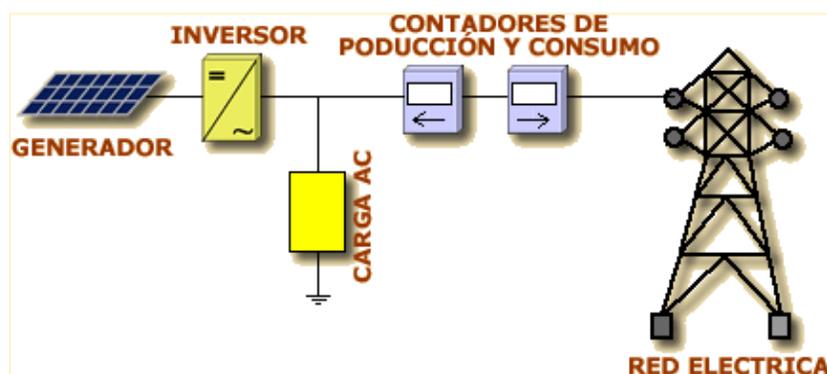
parcial o total, es decir parte de la energía producida puede ser entregada a la red de distribución o consumir toda la energía la instalación receptora o interior.

Y las últimas son las instalaciones FV con conexión a la red: uno de los factores favorables de los sistemas conectados a la red, es la posibilidad de mejorar la calidad del servicio de la energía suministrada por la red, ya que la máxima producción del sistema fotovoltaico coincide con horas en que los problemas de suministro para las compañías eléctricas son de mayor demanda. Un sistema fotovoltaico conectado a la red consiste básicamente en un generador fotovoltaico acoplado a un sistema de inversores que operan en paralelo con la red eléctrica externa.

El concepto de inyección a la red tiene un amplio margen de aplicaciones, desde pequeños sistemas de pocos kilowatts pico (kWp) de potencia instalada hasta centrales de varios Mega watt pico (MWp). En la Figura 6 se muestra un diagrama de los componentes principales de un sistema de conexión a la red.

El generador fotovoltaico o campo de paneles se puede integrar a techos o fachadas en las viviendas y edificios, o en estructuras especiales.

**Figura 6 Diagrama de Sistema FV conectado a red comercial**



Fuente: <https://www.ujaen.es/investiga/solar/07cursosolar/>

Para el caso de estudio, las instalaciones en diseño son fotovoltaicas interconectadas con instalación receptora asociada, utilizando el espacio del techo del edificio de postgrado de la Facultad de Agricultura.

## 2.6. Aire acondicionado

Para iniciar el planteamiento, a continuación, se identifican algunos conceptos básicos utilizados, como son (Bravo/Cano, 2017):

### ◦ **Termodinámica**

La Termodinámica es una rama de la ciencia que trata sobre la acción mecánica del calor. Hay ciertos principios fundamentales de la naturaleza, llamados Leyes Termodinámicas, que rigen nuestra existencia aquí en la tierra, varios de los cuales son básicos para el estudio de la refrigeración. La primera y la más importante de estas leyes dice: La energía no puede ser creada ni destruida, sólo puede transformarse de un tipo de energía en otro.

### ◦ **Calor**

El calor es una forma de energía, creada principalmente por la transformación de otros tipos de energía en energía de calor; por ejemplo, la energía mecánica que opera una rueda causa fricción y crea calor. Calor es frecuentemente definido como energía en tránsito, porque nunca se mantiene estática, ya que siempre está transmitiéndose de los cuerpos cálidos a los cuerpos fríos. La mayor parte del calor en la tierra se deriva de las radiaciones del sol. Una cuchara sumergida en agua helada pierde su calor y se enfría; una cuchara sumergida en café caliente absorbe el calor del café y se calienta. Sin embargo, las palabras "más caliente" y "más frío", son sólo términos comparativos.

Existe calor a cualquier temperatura arriba de cero absoluto, incluso en cantidades extremadamente pequeñas. Cero absoluto es el término usado por los científicos para describir la temperatura más baja que teóricamente es posible lograr, en la cual no existe calor, y que es de  $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$ , o sea  $-460\text{ }^{\circ}\text{F}$ . La temperatura más fría que podemos sentir en la tierra es mucho más alta en comparación con esta base.

### ◦ **Transmisión de Calor**

La segunda ley importante de la termodinámica es aquella según la cual el calor siempre viaja del cuerpo más cálido al cuerpo más frío. El grado de transmisión es directamente proporcional a la diferencia de temperatura entre ambos cuerpos.

El calor puede viajar en tres diferentes formas: Radiación, Conducción y Convección.

**Radiación** es la transmisión de calor por ondas similares a las ondas de luz y a las ondas de radio; un ejemplo de radiación es la transmisión de energía solar a la tierra.

Una persona puede sentir el impacto de las ondas de calor, moviéndose de la sombra a la luz del sol, aun cuando la temperatura del aire a su alrededor sea idéntica en ambos lugares. Hay poca radiación a bajas temperaturas, también cuando la diferencia de temperaturas entre los cuerpos es pequeña, por lo tanto, la radiación tiene poca importancia en el proceso de refrigeración.

**Conducción** es el flujo de calor a través de una sustancia. Para que haya transmisión de calor entre dos cuerpos en esta forma, se requiere contacto físico real. La Conducción es una forma de transmisión de calor sumamente eficiente. Cualquier mecánico que ha tocado una pieza de metal caliente puede atestiguarlo.

**Convección** es el flujo de calor por medio de un fluido, que puede ser un gas o un líquido, generalmente agua o aire. El aire puede ser calentado en un horno y después descargado en el cuarto donde se encuentran los objetos que deben ser calentados por convección.

La aplicación típica de refrigeración y aire acondicionado es una combinación de los tres procesos citados anteriormente. La transmisión de calor no puede tener lugar sin que exista una diferencia de temperatura.

#### ◦ **Vapor de Agua (Humedad)**

La humedad es un término utilizado para describir la presencia de vapor de agua en el aire, ya sea de intemperie o dentro del espacio.

El gas es un vapor altamente sobrecalentado, muy lejos de su temperatura de saturación, como el aire. Un vapor está en condiciones de saturación o no muy lejos de ellas, como el vapor de agua. Así pues, el vapor de agua o humedad en un espacio, puede estar en condición de saturación o ligeramente arriba de ella. Si lo enfriamos unos cuantos grados, hacemos que se condense, y si le aplicamos calor, lo sobrecalentamos.

Dentro de cada, edificios o fábricas, el vapor de agua puede provenir de las cocinas, baños, maquinas, personas, etc. así pues la cantidad de humedad en el aire en un lugar y tiempo determinados, puede variar considerablemente.

### ◦ **Humedad Relativa**

Es un término utilizado para expresar la cantidad de humedad en una muestra de aire, en comparación con la cantidad de humedad que el aire tendría, estando totalmente saturado y a la misma temperatura de la muestra. La humedad relativa se expresa en porcentaje, tal como 50%, 75%, 30%, etc.

### ◦ **Humedad Absoluta**

Se refiere al peso del vapor de agua por unidad de volumen. Esta unidad de volumen, generalmente es un espacio de un metro cúbico o pie cúbico.

La habilidad para retener más agua a más altas temperaturas, no depende del aire. Se conoce como el hecho de que la densidad y presión del vapor de agua saturado, son mayores a más altas temperaturas que a bajas temperaturas.

### ◦ **Humedad Específica**

La humedad específica, o también llamada contenido de humedad, es el peso de vapor de agua en gramos de kilogramos de libra.

La humedad específica, se refiere a la cantidad de humedad en peso, que se requiere para saturar una libra de aire seco, a una temperatura de saturación (punto de rocío) determinada.

### ◦ **Punto de Rocío**

El punto de rocío se define como la temperatura debajo de la cual el vapor de agua en el aire, comienza a condensarse, también es el punto de 100% de humedad. La humedad relativa de una muestra de aire, puede determinar por su punto de rocío. Existen varios métodos para determinar la temperatura del punto de rocío.

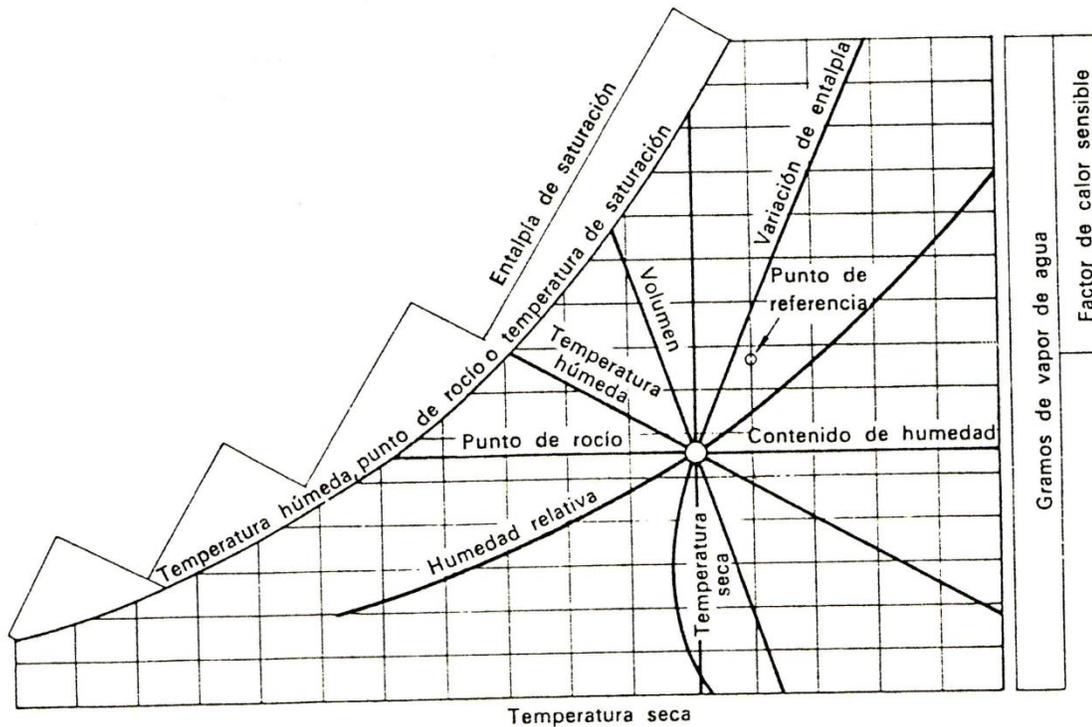
Un método para determinar el punto de rocío con bastante precisión, colocar un fluido volátil en un recipiente de metal brillante, después, se agita el fluido con un aspirador de aire. Un termómetro colocado por dentro del fluido indicara la temperatura. Mientras se está agitando, debe observarse cuidadosamente la temperatura a la cual aparecerá una niebla por fuera del recipiente de metal. Esto indica la temperatura del punto de rocío. La niebla por fuera del recipiente, no es otra cosa que la humedad en el aire, que empieza a condensarse sobre el mismo.

Otro método para determinar el punto de rocío indirectamente, es el instrumento llamado psicométrico.

◦ **Psicrometría**

Se define como la medición del contenido de humedad del aire. Es la ciencia que involucra las propiedades termodinámicas del aire húmedo, y el efecto de la humedad atmosférica sobre los materiales y el confort humano. Y el método de controlar las propiedades térmicas del aire húmedo. Esto se puede llevar a cabo a través de una carta PSICROMÉTRICA, donde se puede leer todas sus propiedades termodinámicas del aire húmedo a ciertas condiciones.

**Figura 7 Diagrama psicrométrico**



◦ **Entalpia**

La entalpía es el calor total contenido en una libra de una sustancia, medida a partir de un punto de referencia. Este punto de referencia es 0° F para el aire seco, 32° F para vapor de agua y -40° F para refrigerantes.

### ◦ **Presión del Vapor**

Es la fuerza ejercida en cierta región por el vapor contenido en el aire, la cual se mide en pulgadas de mercurio.

### ◦ **Aire Seco**

Es el que no contiene vapor de agua. Es una mezcla de aproximadamente 80% de nitrógeno, 19% de oxígeno y 1% de otros gases tales como: argón, bióxido de carbono e hidrógeno.

### ◦ **Temperatura**

La temperatura es la escala usada para medir la intensidad del calor y es el indicador que determina la dirección en que se moverá la energía de calor. También puede definirse como el grado de calor sensible que tiene un cuerpo en comparación con otro.

En algunos países, la temperatura se mide en Grados Fahrenheit, pero en nuestro país, y generalmente en el resto del mundo, se usa la escala de Grados Centígrados, algunas veces llamada Celsius. Ambas escalas tienen dos puntos básicos en común: el punto de congelación y el de ebullición del agua al nivel del mar. Al nivel del mar, el agua se congela a 0°C o a 32°F y hierve a 100°C o a 212°F. En la escala Fahrenheit, la diferencia de temperatura entre estos dos puntos está dividida en 180 incrementos de igual magnitud llamados grados Fahrenheit, mientras que, en la escala Centígrados, la diferencia de temperatura está dividida en 100 incrementos iguales llamados grados Centígrados.

### ◦ **Higrotérmia, Confort Higrotérmico.**

La higrotérmia se refiere a la adecuación de la temperatura y la humedad a las condiciones de interiores de confort, las cuales pueden variar en función del uso de cada espacio arquitectónico; para llegar a esas condiciones de confort se deben considerar: cargas térmicas, resistencias térmicas, el clima del envolvente, generación de humedad y tipo de sistema de climatización; el confort higrotérmico será aquel que se logre alcanzar para el bienestar del ser humano en consideración de todos los factores externos.

Procediendo con el diseño, con la información del entorno y las condiciones internas, se continúa con la fase de la carga térmica.

## ◦ **Carga Térmica**

La determinación de las cargas térmicas de los locales a acondicionar, permite conocer la cantidad de calor que gana en una hora determinada, y cuyo fin es el de diseñar y/o seleccionar el equipo de climatización, para producir y mantener las condiciones de humedad y de temperatura, preestablecidas dentro de los locales acondicionados.

La evaluación de la carga debe entonces tener en cuenta las ganancias por **radiación solar** a través de elementos que componen el contorno (exterior) o cobertura del local estudiado, es decir las ganancias por transmisión de calor que se producen a través de paredes, ventanas, puertas, techos y pisos, las ganancias por incorporación de aire exterior (ya sea para que funcione correctamente el sistema o para cumplir con las normas de ventilación del local para conservar las condiciones de salubridad y confort) y las ganancias por las cargas interiores (personas, iluminación, motores, equipos y otros).

### **British Thermal Unit - BTU**

Para nuestro medio de influencia tecnológica norteamericana, el British Thermal Unit - BTU es la unidad básica de medida de energía en aire acondicionado, no obstante que es una unidad llamada a desaparecer con la adopción global del Sistema Internacional (SI). El cambio se está dando de manera gradual, pues los fabricantes e ingenieros ahora especifican la capacidad de los equipos tanto en BTU/h como en watt o vatios, mientras que algunos ya sólo lo hacen en watt.

Entonces ¿qué es el BTU?, es la unidad para medir el calor/energía en el Sistema Inglés, y representa la cantidad de calor aplicada a una libra de agua (454 gramos) para que eleve su temperatura un grado Fahrenheit;  $1 \text{ Btu} = 252 \text{ cal} = 1 \text{ Frigoría} = 1055.056 \text{ julios}$ . Y el BTU/h es la unidad de medida de potencia.

### **Tonelada de Refrigeración**

La tonelada de refrigeración (TRF) es la unidad nominal de potencia empleada en algunos países, especialmente de Norteamérica, para referirse a la capacidad de extracción de carga térmica (enfriamiento) de los equipos frigoríficos y de aire acondicionado; en los equipos, la Tonelada de Refrigeración equivaldría a una potencia capaz de extraer 12,000 BTUs por hora, lo que en el Sistema Internacional de Unidades (SI) equivale a 3,517 W.

La explicación de los 12,000 BTUs resulta del cálculo que para convertir una libra de hielo en una libra de agua líquida se ocupan 144 BTU's; además de ello, una tonelada corta equivale a 2,000 libras, al multiplicar  $144 \times 2,000$ , tenemos que durante el proceso se absorberán 288,000 BTUs del ambiente; a efecto de convertir este valor en una medida nominal, se consideró un período de 24 horas, por lo que al dividir los 288,000 BTUs dentro de 24 horas, el resultado es:  $288,000/24 = 12,000$  BTU/h.

### **2.6.1. Componentes de las Cargas Térmicas**

Las Cargas térmicas pueden clasificarse en externas e internas.

1) Cargas térmicas procedentes del ambiente exterior del edificio son:

- Cargas a través de cerramientos;
- Cargas a través de superficies acristaladas, como ventanas y espacios de ingreso de luz exterior;
- Cargas introducidas a través de la ventilación; y,
- Cargas debidas a infiltración.

2) Cargas térmicas generadas en el interior del edificio son:

- Cargas generadas por la actividad de las personas;
- Cargas de iluminación;
- Cargas generadas por equipos eléctricos, informáticos, de procesos; y,
- Otras cargas generadas en el interior.

Para el cálculo de carga térmica se usa el coeficiente global de transferencia de calor, en el cual se suma el coeficiente de transferencia de cada material del cual está compuesto cada pared, techo, aislamientos, etc.

Resulta ineficiente aplicar tecnologías ahorrativas si no se analiza el área que se desea mejorar, por lo que es necesario diagnosticar primeramente si es viable incorporar dichas tecnologías, por ejemplo: revisar el aislamiento del recinto.

Primeramente, debemos realizar un cálculo de carga eléctrico para determinar cuanta energía se estará utilizando para cubrir la cantidad de equipos a instalar y determinar si el

sistema estará subutilizado o sobre utilizado.

Para saber si la capacidad térmica de los AEE es la correcta, es necesario encontrar el balance térmico de cada local de acuerdo a sus requerimientos de diseño, para el cual está prevista la instalación.

Después de esto se procederá a calcular la energía necesaria para los equipos en el diseño y se plantea el alcance que este tiene.

Para el cálculo de este trabajo se presenta en la Tabla 4 Factores de carga térmica en una mezcla de unidades del sistema inglés e internacional de BTU/m<sup>2</sup>, calculados para climas tropicales entre 32 y 43 °C, el cálculo se realizó a una temperatura promedio de 35° C, el método es práctico para el cálculo de la carga térmica.

**Tabla 4 Factores de carga térmica en BTU/unidad**

FACTORES DE CARGA TÉRMICA

<b>VENTANAS</b>	<b>FACTOR (BTU/Mts<sup>2</sup>)</b>
NORTE	430
OESTE	1680
ESTE	1070
SUR	750
VIDRIO A LA SOMBRA	130
VIDRIO	180
Factor de tratamiento a ventanas, en %	
Cortina	60%
Polarizado	50%
Sombra Ext.	30%
<b>TECHO</b>	<b>FACTOR (BTU/Mts<sup>2</sup>)</b>
LOZA	215
DOS AGUAS	190
ESPACIO OCUPADO	45
PISO	54
<b>PAREDES</b>	<b>FACTOR (BTU/Mts<sup>2</sup>)</b>
ASOLEADA	100
DIVISIÓN	86
A LA SOMBRA	30
<b>PERSONAS</b>	<b>FACTOR (BTU/Personas)</b>
OFICINA - CLASES	500
TRABAJO SUAVE	700
TRABAJO FUERTE	1000
<b>LUCES</b>	<b>FACTOR (BTU/Unidad)</b>
Lámparas o Focos	4
Otras luces	4
<b>OTROS</b>	<b>FACTOR (BTU/Unidad)</b>
COMPUTADORA PERSONAL	500
CAÑÓN/PROYECTOR	2000
CAFETERA	2000
<b>TONELADAS DE REFRIGERACIÓN = SUMATORIA BTU / 12,000</b>	

Fuente: elaboración propia en base a los factores de

[www.elaireacondicionado.com](http://www.elaireacondicionado.com)

## 2.6.2. El ciclo de refrigeración

Para conocer cómo funciona el Ciclo de Refrigeración, primeramente, se identifican los componentes básicos de un sistema de refrigeración (aire acondicionado, refrigerador, cuarto frío, frízer u otros), los cuales básicamente son cuatro:

- El Compresor
- El Condensador
- La válvula de expansión
- El evaporador

Y el medio de transmisión de calor que es el Refrigerante, a continuación, se tratará cuál es la misión de cada uno de ellos dentro del circuito frigorífico y su principio de funcionamiento.

### **El compresor**

La función del compresor en el ciclo de refrigeración es aspirar el vapor del evaporador y ayudarlo a entrar en el condensador. Este trabajo lo consigue mediante la aportación de energía externa al ciclo, por lo general es electricidad.

### **El condensador**

Este componente es un intercambiador de calor que tiene la misión de extraerle el calor al refrigerante. Este calor, en principio, es la suma del calor absorbido por el evaporador y el producido por el trabajo de compresión; su ubicación es en el exterior.

### **La válvula de expansión**

La misión fundamental de la válvula de expansión en el ciclo de refrigeración es la de proporcionar la diferencia de presión establecida entre los lados de alta y de baja presión del circuito de refrigeración.

La forma más simple para lograrlo es mediante un *tubo capilar* entre el condensador y el evaporador, de manera que este le produzca una pérdida de carga al refrigerante. Esta solución, del tubo capilar, es válida para pequeñas instalaciones, pero cuando se trata de regular grandes cantidades de refrigerante es conveniente el uso de la *válvula de expansión*. En tal caso se utilizan válvulas de expansión termostáticas, que utilizan un *bulbo palpador* que se coloca a la salida del evaporador, en contacto con la tubería, y que tiene en su

interior una cantidad del mismo refrigerante que utiliza el circuito. Si se produce un enfriamiento del vapor que sale del evaporador, se enfría el bulbo y disminuye la presión que se transmite a la válvula, y ésta se cierra, por lo que llegará menos refrigerante al evaporador. Si llega menos refrigerante habrá más superficie de recalentamiento y aumentará la temperatura de recalentamiento.

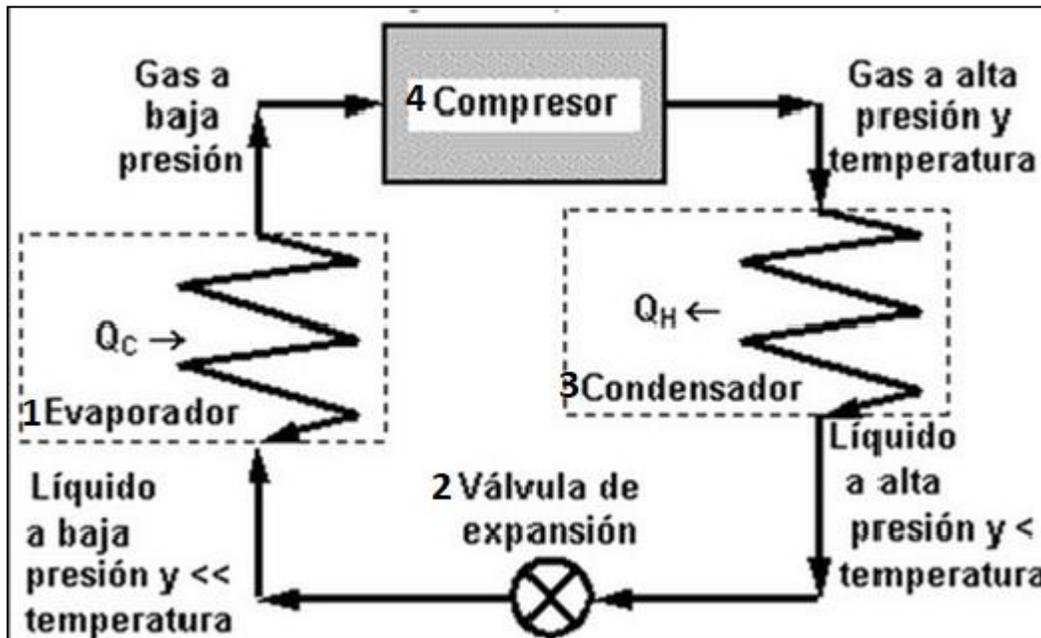
### El evaporador

Este elemento es un intercambiador de calor que, por sus necesidades caloríficas, absorbe calor del medio en el que se encuentra, con lo cual lo enfría.

Normalmente es de circulación forzada de aire mediante ventilador, y se utilizan tubos de aletas para aumentar la superficie de intercambio.

Llegados a este punto y sabiendo cuales son los principales elementos que forman el ciclo de refrigeración, ahora solo nos queda saber cuál es el comportamiento del refrigerante en dichos elementos<sup>4</sup>.

Figura 8 Ciclo del gas refrigerante



Fuente: (Loarca Matínez, 2015)

### Comportamiento del Refrigerante en el Ciclo de Refrigeración

Iniciando la explicación en el punto 1 antes de la válvula de expansión (1) en el que el

<sup>4</sup><https://tuaireacondicionado.net/el-ciclo-de-refrigeracion-como-funciona/>

refrigerante se encuentra en estado líquido a una cierta presión; su paso al evaporador lo controla la válvula de expansión termostática, cuyo funcionamiento está regulado por la temperatura y por la presión.

Esta válvula le produce una pérdida de carga al refrigerante mediante una estrangulación brusca que hace que la presión descienda desde la que tenía en el punto 1 (salida del condensador), hasta la existente a la entrada del evaporador, entre el punto 2 y 3.

La válvula de expansión es la que regula las dos partes del ciclo frigorífico, la zona de alta presión y la zona de baja presión.

Esta bajada de presión en el evaporador hace que el refrigerante hierva y se produzca su evaporación, absorbiendo calor del recinto en que se encuentra a través del aire del mismo, y transfiriéndolo al líquido, que se va transformando en vapor en el interior de los tubos del evaporador, hasta que se evapora totalmente (final del punto 3)

El refrigerante entra en el compresor a baja presión y temperatura, en forma de gas, es comprimido, aumentando su presión y su temperatura, donde comienza el punto 4. Ahora entra en el condensador y mediante la acción de un fluido exterior (agua o aire), se le extrae calor al refrigerante, lo cual produce un enfriamiento del mismo favoreciendo su condensación hasta alcanzar el estado líquido; a partir de aquí es impulsado de nuevo hacia la válvula de expansión donde se repite el ciclo frigorífico.

### **2.6.3. Tecnología Inverter**

La explicación inicia por el concepto de Frecuencia eléctrica, que es la variación del voltaje o la corriente en el tiempo. Se mide en ciclos por segundo o Hertz (HZ). Para El Salvador, la frecuencia nominal de la red de distribución eléctrica es de 60 Hz. Es así en la mayor parte del continente americano, pero en Europa y algunos otros países se utilizan 50 Hz (Vadillo, 2019).

La tecnología inverter se basa en el principio que la velocidad de un motor eléctrico (en RPM → Revoluciones Por Minuto) varía según la frecuencia del voltaje. Las RPM de un motor están dadas por la fórmula:

$$RPM = \frac{120 (\text{frecuencia})}{\#\text{polos del motor}} \qquad \text{Ecuación 4}$$

La relación entre polos del motor, la frecuencia y las RPM se muestran en la Tabla 5a continuación:

**Tabla 5 relación entre polos del motor, la frecuencia y las RPM**

# polos	50 Hz	60 Hz
2	3000	3600
4	1500	1800
6	1000	1200
8	750	900

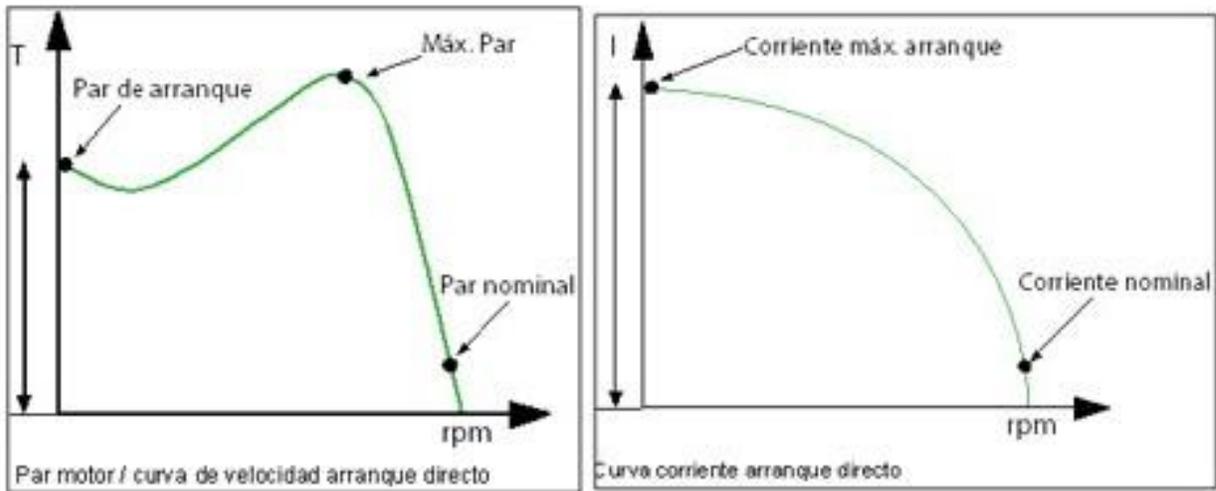
Fuente:(Vadillo, 2019)

Como se sabe, la fuerza del compresor es un motor eléctrico, del cual se debe conocer los siguientes conceptos básicos:

- **LRA: *Lock rotor*** en amperios o Corriente de motor bloqueado o frenado, que es la corriente que alcanza el motor antes de iniciar su movimiento y debe vencer el torque de la carga del motor.
- **RLA: *Run Load*** en amperios o corriente de carga, de marcha o de operación del motor, que es nominalmente el valor de la corriente del motor cuando está operando con normalidad.
- **FLA: *Full Load*** amperios o corriente total de carga, que se utiliza principalmente en motores ventiladores.

En un motor convencional de corriente alterna, la corriente de arranque (LRA) es de 5 a 8 veces la corriente nominal de operación (RLA).

**Gráfico 3 Curvas de motor, velocidad y corriente de arranque directo.**

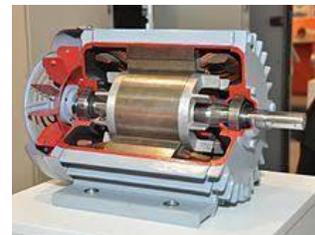
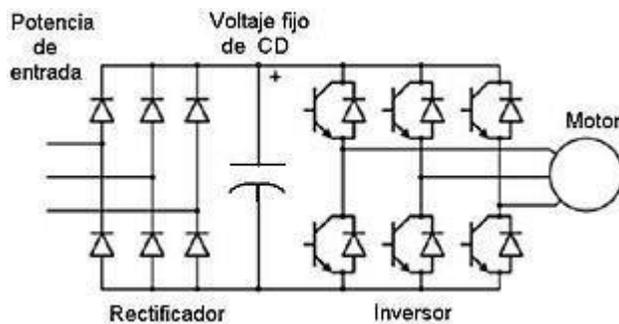


Fuente: (Vadillo, 2019)

En un equipo de frecuencia variable se utiliza un rectificador electrónico, que permite cambiar la frecuencia de entrada en el motor y la velocidad de giro del mismo (RPM), y además el torque se logra con una menor potencia, lo que ayuda a mantener constante la temperatura. Se asegura un gasto energético directamente proporcional a la capacidad de refrigeración requerida, evitando así consumos innecesarios y prolongando la vida del compresor.

En la Figura 9 se muestra un esquema del circuito de rectificador e inversor de alimentación de un motor trifásico.

**Figura 9 Esquema del circuito de rectificador e inversor de alimentación de un motor trifásico**



Fuente: (Vadillo, 2019)

El ahorro de energía de la tecnología Inverter se basa en evitar la repetición del momento de mayor consumo de un motor que es el arranque. Una vez encendido el equipo, un sistema de control inteligente varía la velocidad del motor en función de la demanda térmica, pero sin llegar a detenerlo.

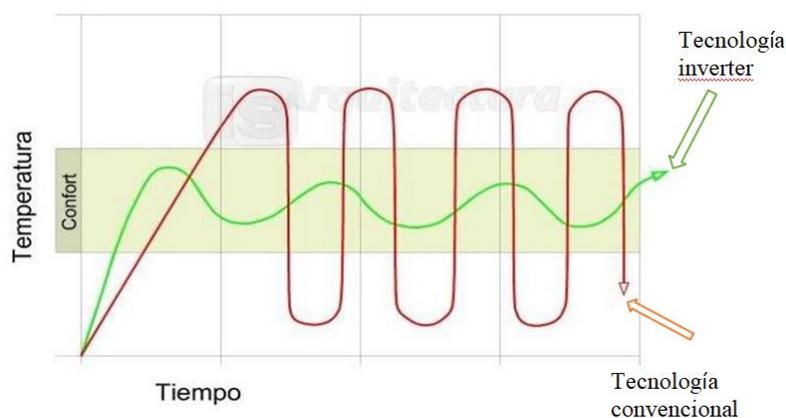
Además, al ajustar la capacidad de enfriamiento para mantener la temperatura sin tanta variación, se mejora el confort del lugar acondicionado y le permite al equipo consumir únicamente la energía eléctrica necesaria, y por ende ahorrar.

En los sistemas de aire acondicionado convencionales el compresor, cada vez que arranca, funciona a su máxima capacidad independientemente de si se necesita tanta potencia o no, y considerando que la Carga Térmica de un recinto cambia en el tiempo, no siempre se demanda el 100% del EAA, por lo que, el consumo de un sistema EAA convencional es mayor.

Y para aplicar Eficiencia Energética desde el diseño, en el edificio de Postgrado de la Facultad de Agronomía se propone la aplicación de la tecnología inverter.

En el Gráfico 4 del tiempo de trabajo vs temperatura siguiente se muestran superpuestas las tecnologías convencionales y la inverter, para observar la diferencia del consumo.

**Gráfico 4 Tiempo de trabajo vs temperaturas de EAA de tecnologías inverter y convencional**



Fuente: (Bravo/Cano, 2017)

El gráfico la **línea roja** representa la temperatura en un recinto empleando un sistema **convencional** y la **línea verde** la de uno con **Inverter**.

El **cuadrante verde** representa el área de confort térmico, entre los 23 y 25 °C, los aires acondicionados convencionales (**línea roja**) mantienen la temperatura interna por encima o por debajo de esa temperatura dando al ocupante la sensación de frío excesivo y las maquinas tienden a trabajar más tiempo para alcanzar la zona de confort con sus continuos arranques y apagados, que se traduce en deterioro de la máquina. Algo que no ocurre con los sistemas inverter (**línea verde**) mantienen esta zona de manera precisa ya que no tienden a estar enciende y apaga el equipo, sino solo disminuye las revoluciones de acuerdo a la demanda por lo que una vez ubicado en esta temperatura se mantiene constante, sin apagar totalmente el compresor del equipo.

Se debe acotar que la tecnología inverter en EAA debe de sr aplicadas para espacios que la carga térmica no varíe drásticamente, como en un local de puertas abiertas, o donde entren y salgan de repente grupos grandes de personas, espacios de alta generación de calor como una cocina, así como su diseño debe ser tan robusto como el requerimiento térmico y funcional lo exija.

Siendo otra medida de eficiencia energética parte de la propuesta la aplicación de tecnología inverter sobre la tecnología convencional en EAA, para obtener mayores ahorros en el consumo de energía del edificio, a continuación, se desarrolla las diferencias que se encuentran en las dos tecnologías.

### **2.6.3.1 Diferencias entre inverter y sistema convencional**

Mayor rapidez de enfriamiento: En los días de más cálidos un climatizador sin función inverter no enfría la habitación del todo bien. Al producir un 60% más de frío que los modelos de velocidad constante, los climatizadores inverter enfría una habitación rápidamente incluso en los días más fríos.

- **Sin Inverter:** El compresor funciona a la misma velocidad todo el tiempo, por eso se tarda más en enfriar la habitación y lograr una temperatura agradable.
- **Con Inverter:** El compresor funciona aproximadamente a una velocidad el doble de rápida hasta que se llega a la temperatura ideal, por eso el enfriamiento es más rápidos.

Uso eficiente de la potencia: En un sistema tradicional, el compresor se enciende y se apaga según los cambios de temperatura en la habitación. En otras palabras, la temperatura

siempre fluctúa. En el sistema inverter la velocidad del compresor y, por tanto, la potencia de salida, se adapta a la temperatura de la habitación. Esta regulación eficiente y lineal de la temperatura mantiene en todo momento una habitación agradable.

Menor consumo de energía: Un climatizador sin función inverter consume aproximadamente el doble de electricidad. Con esta diferencia, no tardan mucho en llegar las facturas altas. Un climatizador inverter consume la mitad de la electricidad que un modelo sin función inverter, con lo que se obtiene mayor bienestar por mucho menos dinero.

- **Ventajas del aire acondicionado inverter**

Menor consumo: Reducen su potencia en función de sus necesidades y esto hace que el consumo se adapte también a esa situación.

Mayor confort: Como ya hemos explicado, las unidades inverter permiten alcanzar la temperatura deseada mucho más rápido y después la mantienen reduciendo su potencia poco a poco.

Alarga la vida del aparato: Al trabajar a una velocidad constante y evitar las continuas paradas y arranques, el sistema en general sufre menos. No se puede decir que el aire acondicionado inverter no pare nunca y estén siempre funcionando. Parar, pero lo hacen muchas menos veces.

**En resumen, ¿por qué el equipo inverter ahorra energía?**

El ahorro de energía de la tecnología Inverter se basa en evitar la repetición del momento de mayor consumo de un motor, que es el arranque; una vez encendido el equipo, un sistema de control inteligente varía la velocidad del motor en función de la demanda térmica, pero sin llegar a detenerlo.

Además, al ajustar la capacidad de enfriamiento para mantener la temperatura sin tanta variación, se mejora el confort del lugar acondicionado y le permite al equipo consumir únicamente la energía eléctrica necesaria, es decir, más ahorros.

Actualmente, El Salvador está ampliando el mercado de aires acondicionados inverter, cada vez son más las casas comerciales que ofertan equipos con esta tecnología, que vendrá a sustituir el antiguo uso de la tecnología convencional.

Estos sistemas tienen un costo económico inicial mayor en comparación con los equipos convencionales, pero el ahorro de energía a largo plazo es significativo, debido a que se reduce el pago de la factura eléctrica.

Para elegir un aire acondicionado es preciso detallar algunos aspectos o características.

- **Potencia del equipo:** Esto permite saber cuál es la capacidad o potencia frigorífica necesaria para climatizar adecuadamente el local que se ambientará.
- **Consumo energético:** A la hora de elegir un aire acondicionado, es importante tener en cuenta el consumo energético, lo que se traducirá en la factura energética a final de mes
- **Prestaciones del sistema:** los equipos de aire acondicionado cada vez se presentan con más prestaciones complementarias a la única función "sólo aire", como es el caso de los filtros purificadores de aire o los nuevos sistemas ionizadores, con filtros que depuran el aire de bacterias y polvo, ideal para los casos de alergias. Otro aspecto recomendable a revisar es el nivel de potencia sonora del aparato, que viene reflejado en un apartado de la etiqueta energética.

## **2.7. Cosecha de Aguas Lluvias**

Uno de los temas que será cooperante en la sustentabilidad del edificio de investigaciones y posgrado de la Facultad de Ciencias Agronómica es el tema del manejo del agua, y tal como se definió en los alcances las autoridades al hacer el encargo del proyecto definieron "La Cosecha de Aguas" como una línea de trabajo prioritaria del proyecto.

Se entiende por cosecha de aguas: "La adopción de diversas medidas para el uso de las aguas lluvias, en sus esfuerzos para contribuir a la seguridad hídrica local y la adaptación al cambio climático".

Dicho concepto no es algo nuevo, ya en muchas zonas mediterráneas especialmente en las Islas donde cultura griega floreció, captaban el agua lluvia la filtraban y utilizaban para el consumo y sustento de la vida, y es que al igual que al hablar del sol como fuente de

energía natural y disponible en el entorno, al agua lluvia está presente en el medio tropical; según datos del Banco Mundial recibe 1,724 mm de lluvia anuales, y que a pesar de estar en tendencia reduccionista y ser de los menores del área centroamericana, aún se posiciona este recurso como aprovechable.

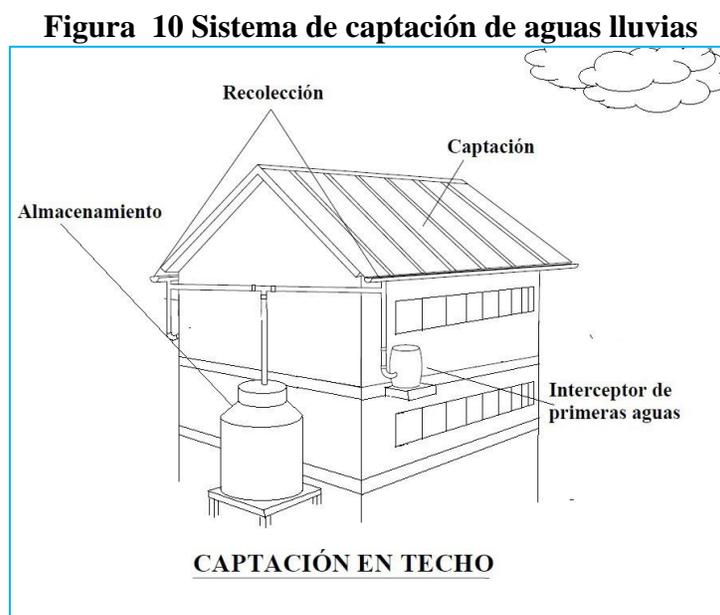
### 2.7.1 Componentes

El sistema de captación básico de agua de lluvia en techos está compuesto de los siguientes elementos:

- a) captación;
- b) recolección y conducción;
- c) interceptor; y
- d) almacenamiento.

A ello se puede sumar un sistema de filtrado pos almacenaje y redistribución del líquido.

Véase la Figura 10 siguiente:



Fuente: elaboración propia

## 2.8 Reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> y ahorro en combustibles.

Entre los beneficios de la Eficiencia y Ahorro Energético se encuentran la Reducción de Emisiones de CO<sub>2</sub> y Ahorro en la quema de Combustibles Fósiles por la reducción de demanda; con base al estudio CLEAN DEVELOPMENT MECHANISM PROJECT DESIGN DOCUMENT FORM (CDM PDD), realizado para CEL al proyecto de “80MW Capacity addition at the 5 de Noviembre Hydro Power Station” El Salvador, (PDD, 2012), se establece que cada MWh generado, emite 0.6844 Toneladas de CO<sub>2</sub>; además, del mismo estudio en la Table 4 –Operating Margin Emission Factor, el parque termo-eléctrico de El Salvador registró consumos de Fuel Oil y Diesel de acuerdo a la Tabla 6 siguiente:

**Tabla 6 Consumo de combustibles para generación eléctrica**

Factor/Year		Fuel Consumption (gal)		Generation (MWh)
		Fuel Oil	Diesel	
Operating Margin	2008	136,355	1,629	2,247
	2009	145,896	786	2,658
	2010	125,016	705	2,196

Fuente: “80MW Capacity addition at the 5 de Noviembre Hydro Power Station” El Salvador, (2012)

Con los datos que se deduce un consumo promedio de combustible Fuel oil de 57.5 gal/MWh, para operar; y, de Diesel 0.447 gal/MWh para el arranque, el cual es despreciable.

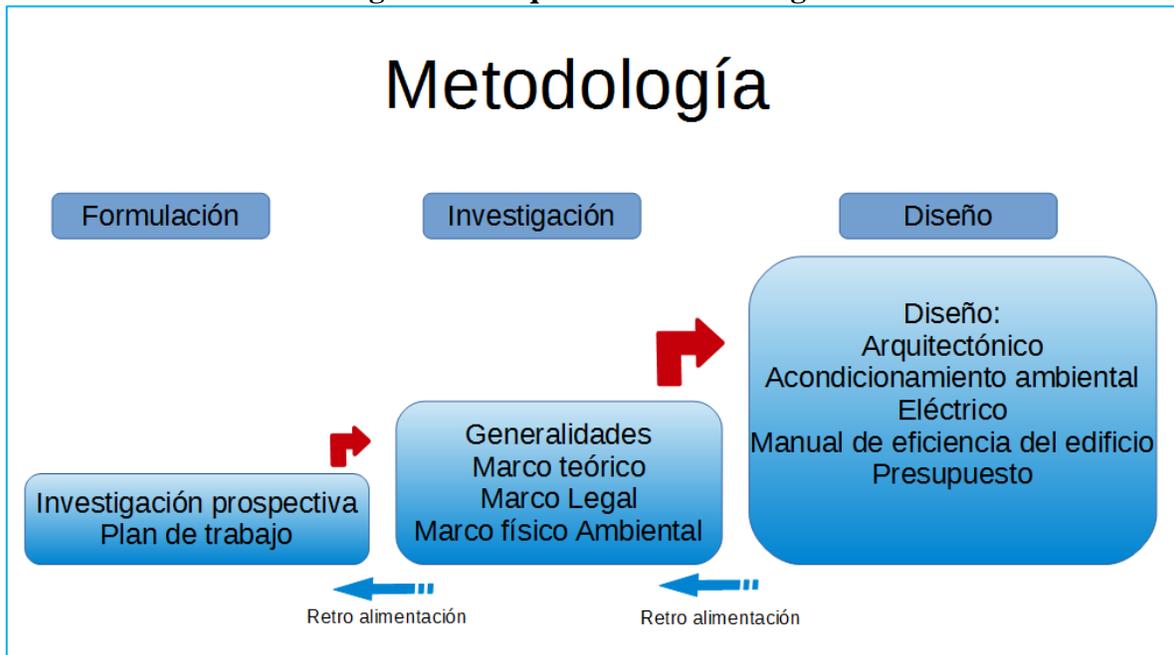
Con los resultados de ahorros de energía y autoproducción de la propuesta, se calcularán las toneladas de CO<sub>2</sub> de no emitidas por año.

# **Capítulo 3: Diseño Metodológico**

### 3.1 Metodología

La propuesta metodológica básicamente consta de las tres etapas de solución de problemas de ingeniería: Entrada de datos, procesamiento de estos y salida o diseño. En la primera fase se realizaron la formulación del problema se estructuró un perfil de proyecto y a partir de éste, un plan de trabajo, ello nos llevó a la investigación desde la perspectiva de los sistemas más esenciales y susceptibles de generar impactos positivos en la eficiencia energética esta investigación de campo y bibliográfica que comúnmente es conocida como diagnóstico nos arrojó los datos de diseño que se usaron en la tercera etapa en donde mediante las técnicas, conceptos y herramientas enseñadas a lo largo del proceso de enseñanza-aprendizaje de los diferentes cursos de la maestría cursada proporcionaron, de acuerdo a su pertinencia.

Figura 11 Esquema de Metodología.



Fuente: elaboración propia.

### 3.2 Formulación

Es el momento que permite definir el alcance y proceder a la selección de las técnicas, herramientas de investigación y metodológicas para posteriormente diagnosticar la

situación. Sólo con un ámbito claramente definido y aproximación especializada, se puede generar la operacionalización del diagnóstico, y esto se logra a través de una adecuada formulación del problema, además, el momento de compartirla visión con los usuarios primarios del proyecto, en este caso la Facultad demandante, mediante el personal gerencial y ejecutivo de la misma que brindaron una perspectiva amplia de lo requerido.

En esta etapa se identificaron y evaluaron la idea de proyecto inicial como respuesta a necesidades específicas, pero que hasta el diagnóstico definitivo no se podrá plasmar en un proyecto.

En general en esta etapa se enmarcaron dentro de un documento los objetivos, límites, alcance, etc. Un documento que autoriza lo subsiguiente etapa de investigación para la ejecución del proyecto fue el perfil que se oficializo en un acuerdo de la Junta Directiva fue el perfil del proyecto, y que forma parte de un documento más grande denominado plan de trabajo de la tesina.

### **3.3 Diagnóstico Físico Ambiental**

En esta etapa de requiere un importante esfuerzo de abstracción para calcular las necesidades de personal, recursos y equipo que habrán de preverse para lograr la consecución de los objetivos de diseño previstos, en ella se desglosaron el problema en subsistemas que serán medidos, estudiados y evaluados para convertirse en criterios de diseño de los subsistemas específicos, para el tema estudiado, el sistema eléctrico, mecánico, e hídrico serán de especial estudio.

### **3.4 Diseño del Proyecto**

La última etapa, la de diseño. Consiste en proponer una solución físico ambiental de los diferentes sub sistemas, que se evaluaron y ajustaron a los requerimientos que poseían las mayores implicaciones desde la perspectiva de eficiencia energética, en ella se realizan la maqueta o dibujo tridimensional Virtual susceptible de ser modelizada y estudiada en otros softwares que evalúan el alcance de los objetivos de diseño.

Es también la de elaboración de los planos técnicos que permiten interpretar o visualizar los sistemas componentes que redundan en la conformación de la documentación formal para definir el proyecto en sí.

# Capítulo 4: Diagnóstico

## 4.1 Situación Física Ambiental

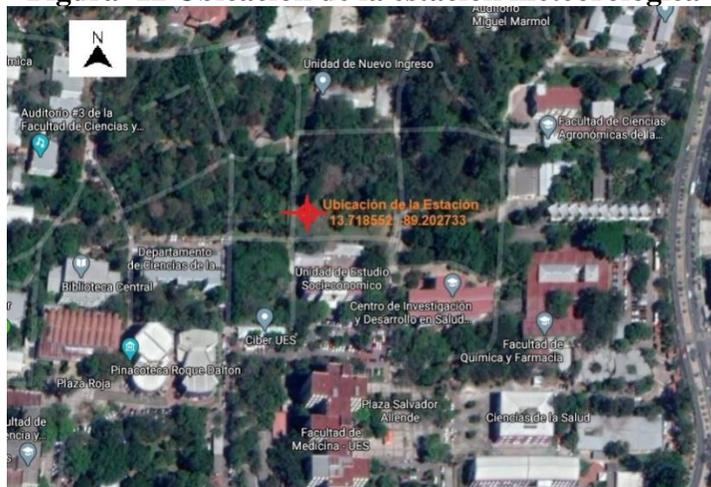
### 4.1.1 Ubicación y clima

La Ciudad Universitaria Dr. Fabio Castillo Figueroa, se encuentra ubicada en la Ciudad de San Salvador, del Departamento homónimo; Cuenta con un área de 405,333.79 m<sup>2</sup>, 579,951.58v<sup>2</sup> y se localiza en las coordenadas siguientes: 13°43'08"N – 89°12'10"O. Sus límites son: al Norte por el Municipio de Mejicanos y las Colonia Zacamil, Colonia Lincoln y la comunidad Nazareno; al Sur con la Colonia Layco, La Colonia Buenos Aires y la Urbanización Decapolis; Al Oriente con la Comunidad La Fosa y el Barrio Belén; Al Poniente con la Residencial Nuevo San Luis Residencial San Luis.

La información ambiental de que disponemos para contextualizar el proyecto data de: La estación de San Salvador ITIC, está ubicada en la Universidad de El Salvador, en la planicie al poniente del edificio de oficinas centrales, es una zona urbana ubicada en la zona central del campus ya citado.

Las condiciones específicas de la región donde se ubica la estación se zonifica climática mente según Koppen, Sapper y Laurer como Sabana Tropical Caliente o Tierra Caliente (0 – 800 msnm) la elevación es determinante (710 msnm respectivamente).

**Figura 12 Ubicación de la estación meteorológica**



Fuente: Google Maps.

Si nos basamos en la regionalización climática de Holdridge, la zona de interés se clasifica como “Bosque húmedo subtropical” (con biotemperatura y temperatura del aire, medio anuales < 24 °C).

Según el informe del MARN: “Los rumbos de los vientos son predominantes del Norte durante la estación seca y del suroeste en la estación lluviosa, la brisa marina del Sur y Suroeste ocurre después del mediodía, la velocidad promedio anual es de 7.8 km/h”(MARN, 2012).

Así mismo se presenta la siguiente Tabla 7 de las variables más representativas de la zona del proyecto:

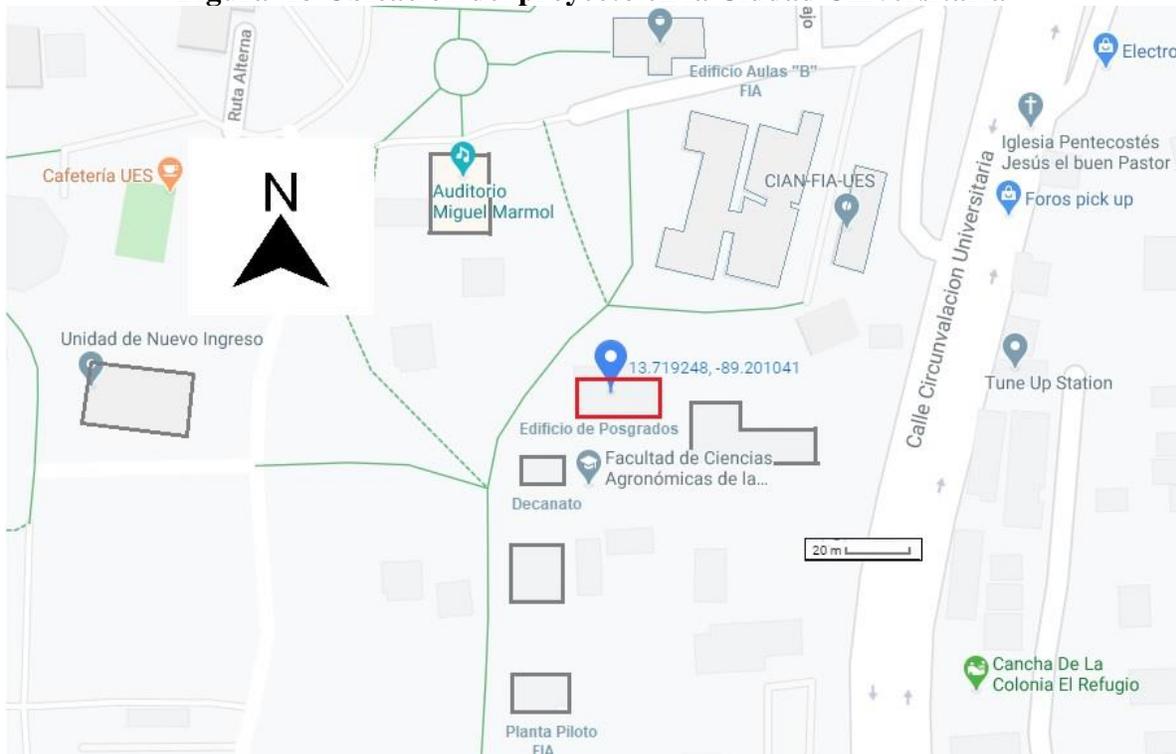
**Tabla 7 Variables climatológicas y geográficas de la zona del proyecto**

Estación:	San Salvador, ITIC						Latitud Norte:	13° 43.6'					
Índice:	S-4						Longitud Oeste:	89° 12.3'					
Departamento:	San Salvador						Elevación:	710 MSNM.					
PARÁMETROS/MES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Temperatura Promedio °C	22.0	22.6	23.8	24.4	24.0	23.2	23.1	23.1	22.6	22.7	22.4	22.1	
Temperatura Mínima Promedio °C	16.1	16.3	17.5	18.7	19.1	18.9	18.4	18.5	18.6	18.6	17.6	16.6	
Temperatura Máxima Promedio °C	29.9	31.3	32.7	32.9	31.6	30.2	30.3	30.5	29.7	29.3	29.0	29.2	
Temperatura Mínima Absoluta °C	8.3	9.3	11.4	14.3	13.5	15.5	15.4	14.0	15.9	13.9	11.4	8.7	
Temperatura Máxima Absoluta °C	35.0	37.5	38.0	38.5	38.0	34.4	34.5	34.5	34.5	34.0	35.1	34.4	
Viento Velocidad Promedio Km/hr	9.4	9.2	8.7	7.8	6.5	9.0	5.39	5.7	5.5	6.6	8.9	9.4	
Nubosidad en /10	2.6	2.7	3.6	5.0	6.3	7.1	6.7	6.6	7.4	6.6	4.3	2.9	
Humedad Relativa %	62	63	64	68	75	82	80	79	83	79	72	65	
Evapotranspiración Potencial en mm	136	137	168	168	164	141	152	152	132	136	129	130	
Precipitación mm	7.4	5.4	13.7	57.9	165.2	297.1	347.5	328.7	342.6	2.04.8	32.1	9.1	

Fuente: (MARN, Informe Climatológico de San Salvador (ITIC), 2018)

Específicamente el proyecto a diseñar está ubicado en la Facultad de Ciencia Agronómicas, al costado norte de la misma, colindando al norte con la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, al oriente con la calle Circunvalación y al occidente con las instalaciones de Oficinas Centrales Nuevo Ingreso y Centro de Cómputo. Como se puede apreciar en el siguiente plano:

**Figura 13 Ubicación del proyecto en la Ciudad Universitaria**



Fuente: Google Maps.

En la actualidad se han construido las primeras dos plantas, constando la primera de las zonas vestibulares y Auditorio, en el segundo nivel actualmente se ubican las oficinas de la Escuela de Posgrados, con oficinas y espacios para la logística de la misma; se encuentran construidos en sistema mixto con estructuras de marcos de concreto reforzado, el diseño ya contempla la construcción del edificio hasta cuatro niveles y por razones económicas solo se construyeron los primeros dos.

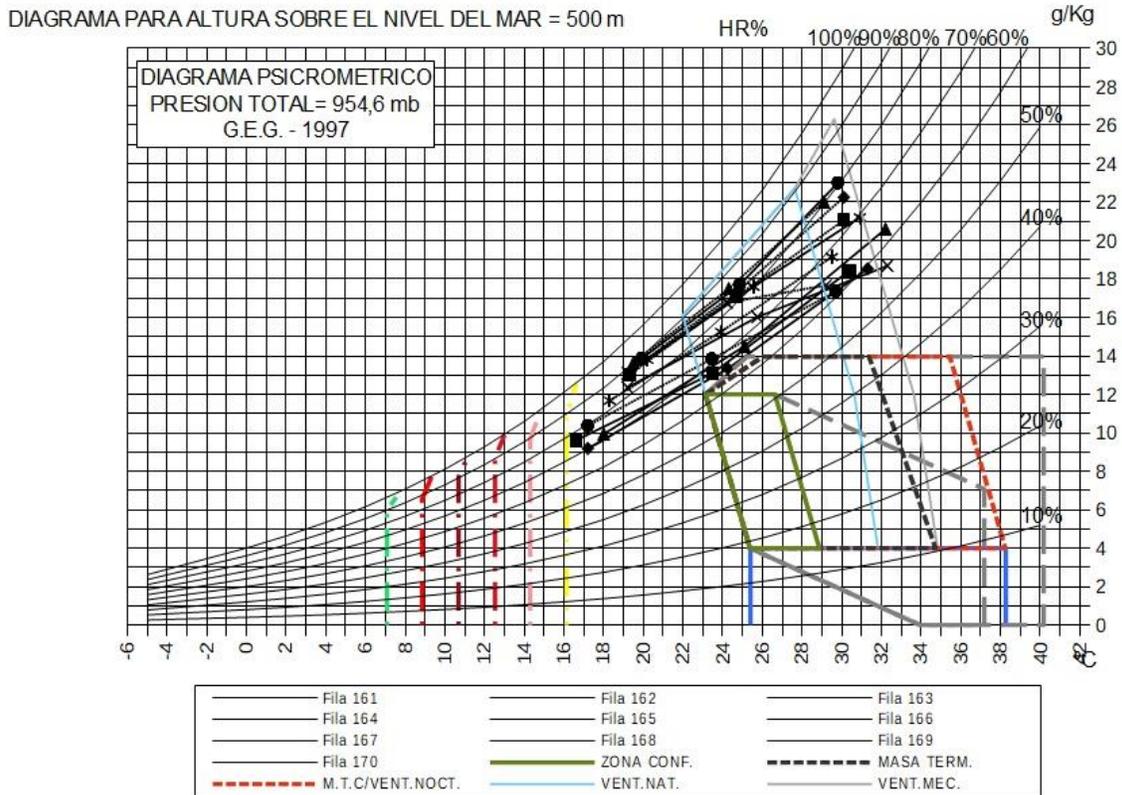
El micro ambiente es afectado parcialmente por una pequeña parcela arbolada ubicada al oriente del edificio, el resto del entorno también se encuentra arbolado y urbanizado.

Las consideraciones ambientales que más afectan son:

**Temperatura**, durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía en un rango de 16.1 °C a 32.7 °C, y rara vez baja de 15 °C o sube de 33 °C. La temporada calurosa dura 2.5 meses, nominalmente del 13 de febrero al 28 de abril, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 30 °C. El día más caluroso del año es el 31 de marzo, mientras

que la temporada fresca dura 1.9 meses, nominalmente del 4 de septiembre al 31 de octubre.

**Gráfico 5 Diagrama Psicrométrico para 500 msnm, presión total 954.6 milibares**



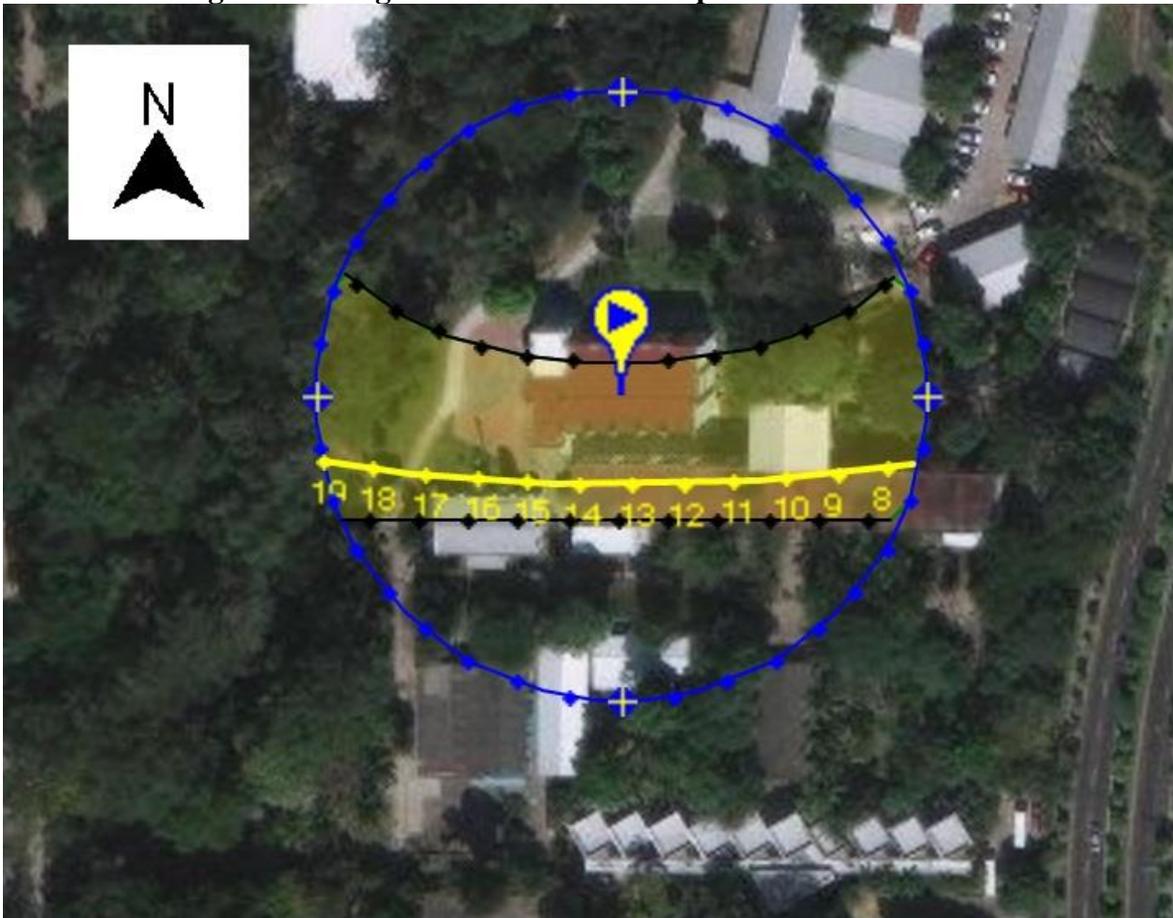
Fuente: Diagrama Psicrométrico, correspondiente a condiciones de humedad temperatura en San Salvador. Elaboración propia.

**4.1.2. Asoleamiento y viento en el sitio**

Como se observa en el diagrama, el asoleamiento y calentamiento máximo se produce en las fachadas oriente por las mañanas y poniente por las tardes, en cualquier época del año, y levemente en las horas cercanas al mediodía en la fachada norte, entre los meses de mayo a agosto (tres meses aproximadamente), y en los nueve meses restantes en las mismas horas sobre la fachada sur.

Si bien estas incidencias afectan el comportamiento ambiental del edificio, no son tan definitorias como las incidencias primeramente dichas, es decir las orientes y ponientes.

**Figura 14 Diagrama de asoleamiento para el sitio de estudio**

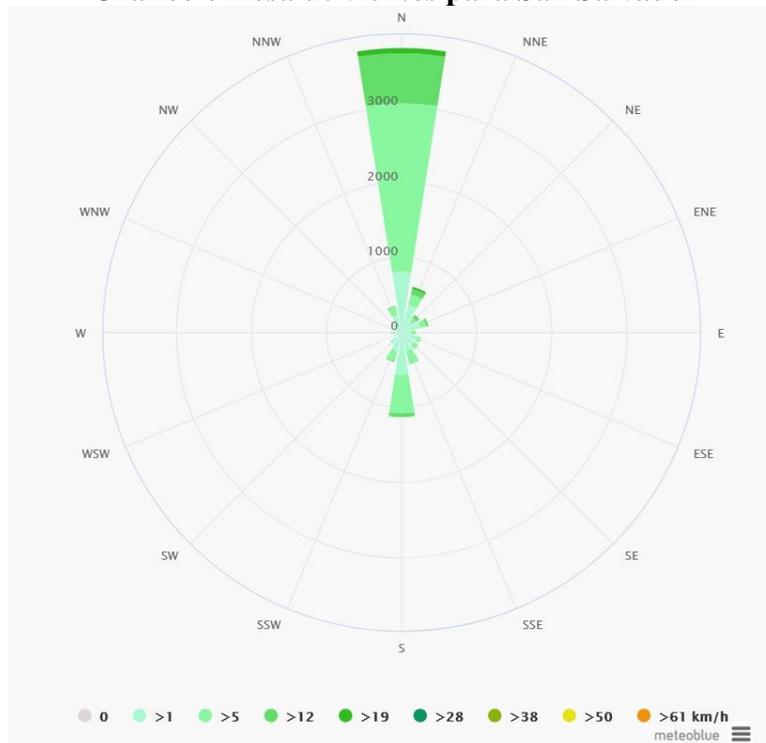


Fuente: web[https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos\\_sun.php?lang=es](https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php?lang=es).

### **Vientos**

La velocidad del viento varía entre 9.4 en los meses de diciembre y enero hasta los 5.39 en julio, principalmente son vientos alisios provenientes del nor-este y nor-oeste, mientras que por las tardes se presentan brisas, tal y como se aprecia en la gráfica de vientos:

**Gráfico 6 Rosa de vientos para San Salvador**



Fuente: [webhttps://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/san-salvador-el-salvador\\_3583361](https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/san-salvador-el-salvador_3583361).

Este comportamiento es de vital importancia en el emplazamiento de la edificación, y se nota el acierto del diseñador del edificio en orientar lo adecuadamente para recibir los vientos del norte y mediante ventilación cruzada colocar ventanas al lado sur, con el acotamiento que al carecer de marquesinas las ventanas actuales, se tiene la incidencia de asoleamiento en las horas cercanas al mediodía de lo que ya se ha hablado anteriormente.

## 4.2 Sistema Eléctrico Existente

Debido a que la propuesta se basa en la ampliación del edificio de post-grado existente, de dos niveles, el análisis comienza por la información de la carga eléctrica que demandan los niveles 1 y 2, del tipo de servicios que presta el edificio y de las instalaciones eléctricas y espacios en el cuarto de tableros del nivel 1.

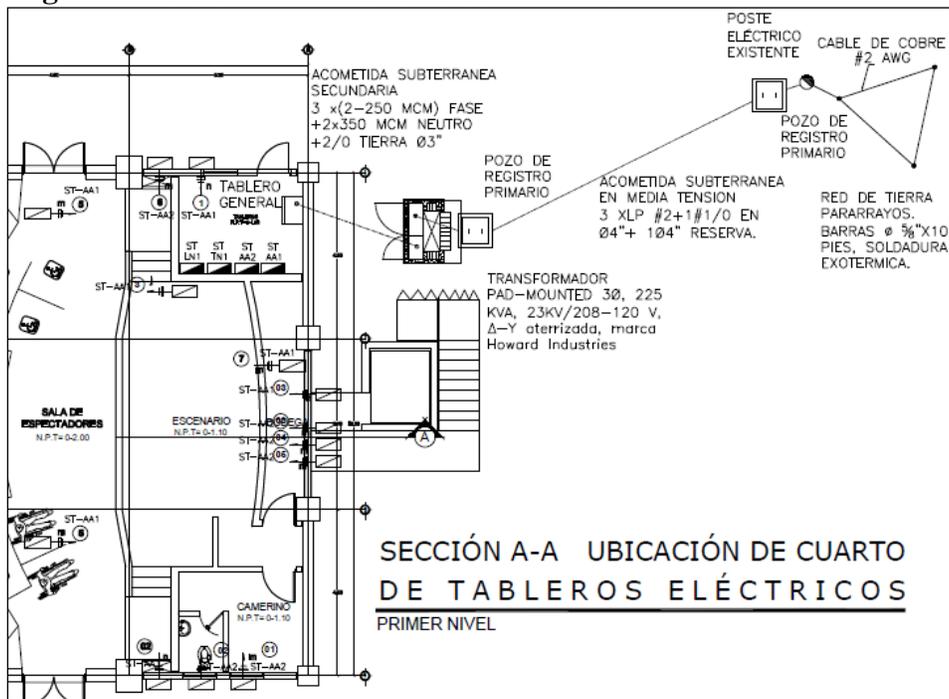
El sistema eléctrico del edificio de post-grado de FCA, primeramente cuenta con un transformador principal pad mounted 3Ø, 225 KVA, 23KV/208-120 V, Δ-Y aterrizada,

marca Howard Industries, situado externamente en el predio del costado oriente del edificio, el cual tiene una acometida subterránea y de igual forma alimenta al Tablero General 3Ø, 36 espacios, 5 barras, protección principal 800 A, capacidad interruptiva 27 KA, marca SIEMENS, instalado en el cuarto eléctrico del primer piso, situado al costado norte del escenario del auditorium, y del cual se han utilizado 21 espacios para alimentar los siguientes subtableros:

- Subtablero de Luces y Tomacorrientes Nivel 1 (ST-LN1), 3Ø, 18 espacios, 5 barras, protección principal 100 A, capacidad interruptiva 10 KA.
- Subtablero de Tomacorrientes Nivel 1 (ST-TN1), 3Ø, 36 espacios, 5 barras, protección principal 150 A, capacidad interruptiva 10 KA.
- Subtablero de AA Auditorium Nivel 1 (ST-AA1), 3Ø, 24 espacios, 5 barras, protección principal 400 A, capacidad interruptiva 10 KA.
- Subtablero de Luces y Tomacorrientes Nivel 2 (ST-LTN2), 3Ø, 36 espacios, 5 barras, protección principal 200 A, capacidad interruptiva 10 KA.
- Subtablero de UPS Tomacorrientes Nivel 2 (ST-UPS1-2N), 3Ø, 24 espacios, 5 barras, protección principal 200 A, capacidad interruptiva 10 KA.
- Subtablero de AA Auditorium Nivel 2 (ST-AA2), 3Ø, 24 espacios, 5 barras, protección principal 225 A, capacidad interruptiva 10 KA.

La vista en planta del Nivel 1 y la sección A-A del costado oriente del edificio muestra esquemáticamente, las acometidas primaria (23 KV) y secundaria (208-120 V), transformador de potencia, cuarto eléctrico Nivel 1, Tablero General, sub-tableros del Nivel 1, pozos de registro, poste de concreto y red de tierra, se observan en la Figura 15, Sección A-A, Ubicación del Cuarto de Tableros Eléctricos Primer Nivel, a continuación:

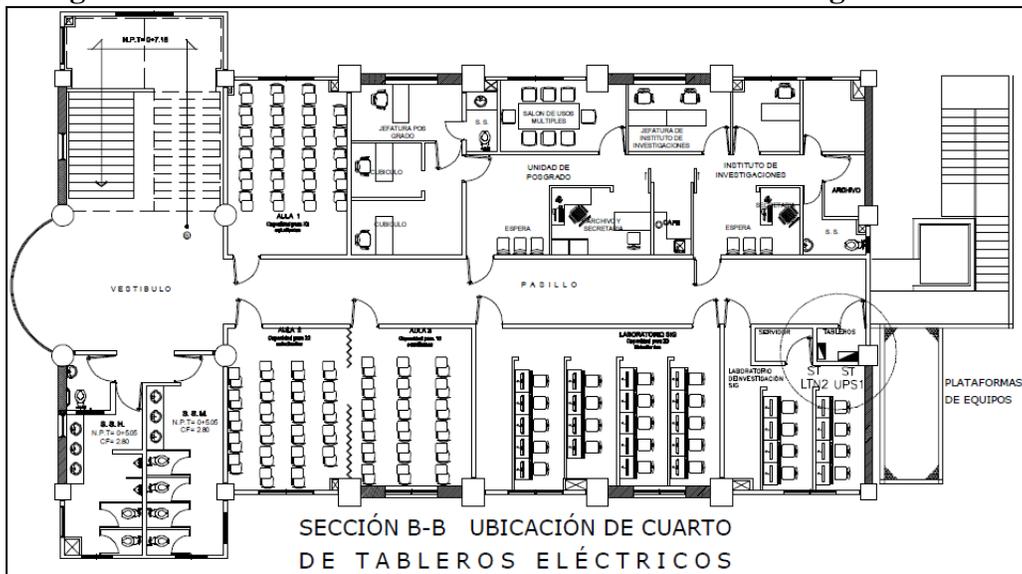
**Figura 15 Ubicación del Cuarto de Tableros Eléctricos Primer Nivel**



Fuente: elaboración propia

Los sub-tableros del nivel 2 se encuentran en el cuarto eléctrico del Nivel 2, al fondo del pasillo, costado oriente del edificio, encerrado en un círculo.

**Figura 16 Ubicación del Cuarto de Tableros Eléctricos Segundo Nivel**



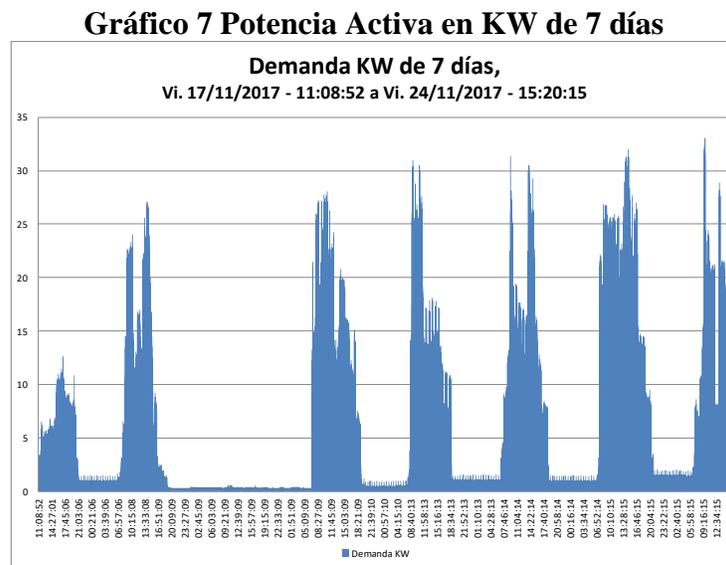
Fuente: elaboración propia

El cuadro eléctrico del Tablero General se muestra en el Anexo 13, los cuales sirven a los circuitos similares al nombre del tablero. El análisis de la carga eléctrica de estos niveles se muestra a continuación.

El Tablero General es de 36 espacios, de los que 15 espacios son libres, para conectar los alimentadores para la ampliación del edificio, también se observa que el TG no cuenta con un supresor de transientes.

#### 4.2.1 Análisis de carga

De forma aleatoria en el tiempo de investigación, se realizó un censo de carga por 7 días, del 17/11/2017, 11:08:52 h. a 24/11/2017, 15:20:15 h., con el equipo Power Analyzer, PCE-PA 8000, se tomaron cada 15 minutos las lecturas de las potencias activa, reactiva y aparente, las lecturas de la potencia activa se muestra en el Gráfico 7 siguiente:

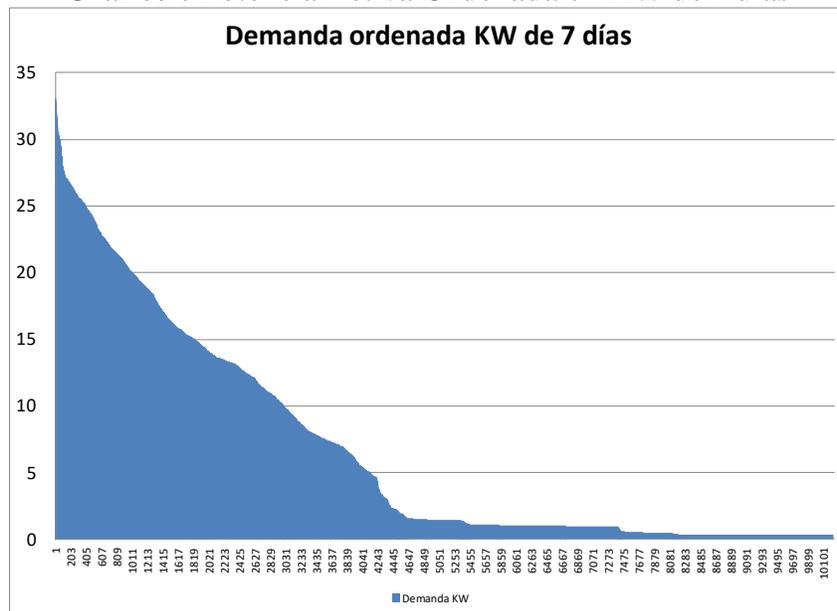


Fuente: elaboración propia

En la gráfica anterior se observan los ciclos diarios de demanda en los días laborales y domingo, la alternancia del uso de los servicios eléctricos y la baja demanda nocturna.

Para observar las cargas mayores y el tiempo de uso del sistema eléctrico, los datos de potencia activa se han ordenado de mayor a menor y se muestran la Gráfico 8 a continuación:

**Gráfico 8 Potencia Activa Ordenada en KW de 7 días**

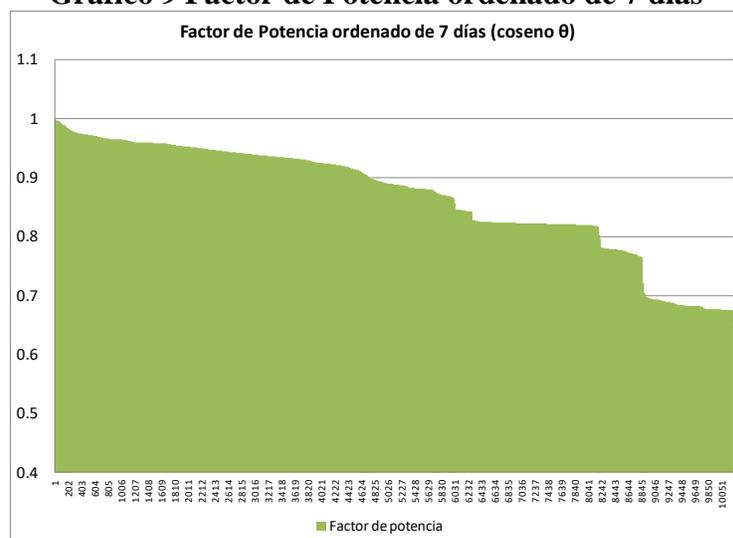


Fuente: elaboración propia

En el gráfico anterior muestra que los valores máximos de la potencia activa de 27 a 33 KW, representan el 2% del tiempo y que el sistema está por debajo de 3 KW el 55% del tiempo.

Con los datos de potencia activa y aparente se calculó el Factor de Potencia, cada 15 minutos, los resultados ordenados de mayor a menor se muestran en el Gráfico 9 siguiente:

**Gráfico 9 Factor de Potencia ordenado de 7 días**



Fuente: elaboración propia

Con este gráfico se tiene información de la elevada carga reactiva del edificio, lo que señala la necesidad de compensación.

En resumen, los indicadores estadísticos de la serie de datos se muestra en la Tabla 8 Resumen estadístico de las potencias activa, reactiva y aparente, a continuación:

**Tabla 8 Resumen estadístico de las potencias activa, reactiva y aparente**

Demanda de 7 días				
Del 17/11/2017, 11:08:52 h. al 24/11/2017, 15:20:15 h.				
	KW	KVA	KVAR	FP
PROMEDIO	6.60	7.20	2.77	0.867
MÍNIMO	0.00	0.00	0.00	0.608
MÁXIMO	33.10	37.91	19.18	0.999

Fuente: elaboración propia

Considerando que el transformador es de 225 KVA, la máxima carga leída fue del 16.8%, con lo que se confirma que es un transformador que sirva a baja carga.

La descripción del diseño eléctrico de la ampliación del edificio se abordará por sistema, primeramente, la iluminación luego los tomacorrientes, de ahí los circuitos especiales y ascensor, y sistema de autogeneración fotovoltaico, los cuales se describirá a continuación.

# **Capítulo 5: Diseño**

## **5.1 Diseño arquitectónico**

Este proyecto, más que un diseño arquitectónico, en sí, es el de una ampliación y acondicionamiento, es decir, el edificio ya ha sido construido en sus dos primeras plantas y es poco susceptible de modificar en los parámetros económicos que maneja la UES (AYALA ALAS, 2010).

Por otro lado, los requerimientos del cliente (La facultad se ajustan a las dimensiones que proporcionaría la planta existente).

### **5.1.1 El programa arquitectónico y su resolución**

El requerimiento para diseñar los espacios, son:

Tercer Nivel:

- Laboratorios de Biología Molecular
- Sala de estar
- Cuarto de Instalaciones
- Espacio para destilador de agua
- Espacio para CPR (lector de ADN)
- Servicios Sanitarios (Mujeres y Hombres)

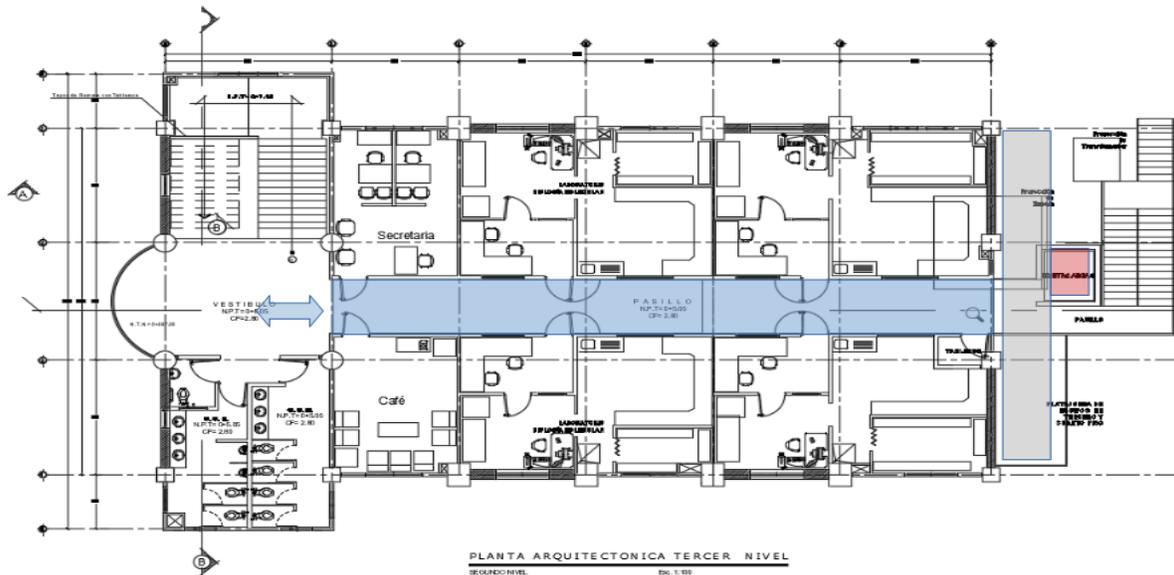
Cuarto Nivel:

- Aulas (Capacidad variable)
- Centro de cómputo
- Cuarto de instalaciones e inversores
- Servicios Sanitarios (Mujeres y Hombres)

Respecto a los requerimientos, en el Tercer nivel, se requiere que los laboratorios posean aires acondicionados con capacidad de regenerar el 100 % del aire inyectado, debido a que pueden haber generación de vapores nocivos, así como para evitar la contaminación de las muestras en estudio, ya que primordialmente se harán exámenes de ADN, éstos fácilmente pueden ser contaminados, lo que con el diseño se busca que tal posibilidad sea reducida al

mínimo; otra característica a tomar en cuenta, es que habrá un destilador de agua, el cual genera calor, por lo que será vital mantener el espacio que lo contiene aislado térmicamente y con extracción de aire caliente; y, el otro espacio con equipo sensible es el lector de ADN, en que el protocolo de operación requiere que procese las muestras por más de 24 horas sin interrupción, por lo que deberá tener una sistema de respaldo tipo UPS, que garantice 48 horas de autonomía.

**Figura 17 Planta Arquitectónica Tercer Nivel.**



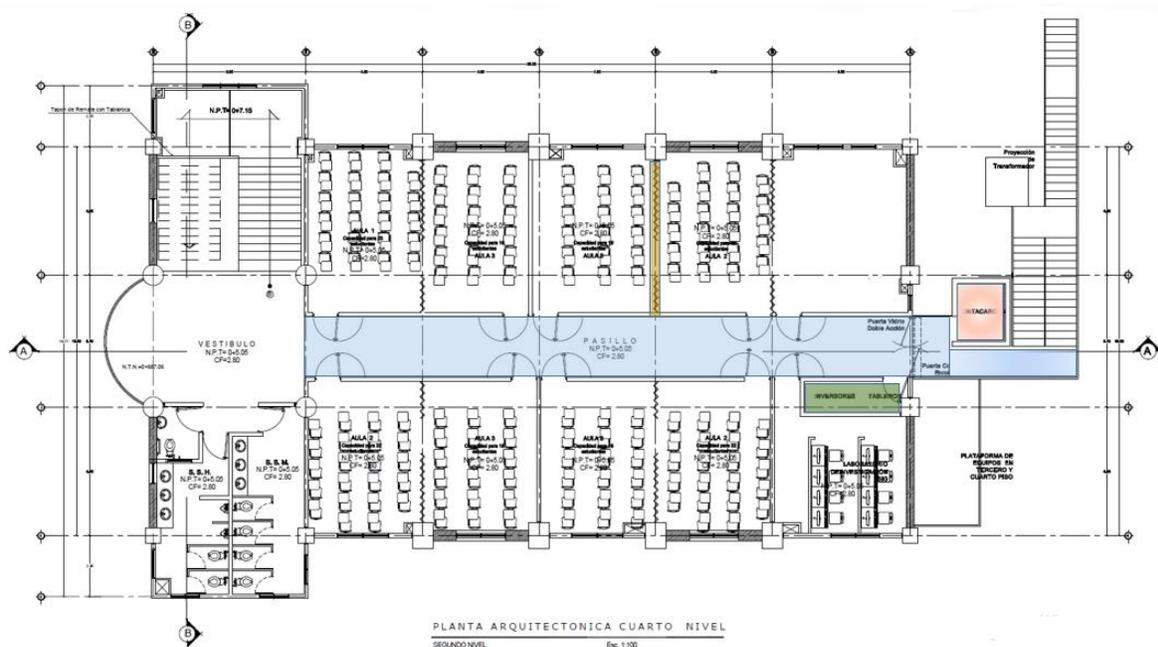
Fuente: elaboración propia

Plano del tercer nivel, sin escala, donde se puede apreciar la vestibulación pasillo central en resaltado celeste, el ascensor para personas con capacidades especiales en color rosa, y en gris el sombreado por el nuevo volumen de plataformas y gradas para reducir el calentamiento del edificio.

El cuarto nivel es para aulas, lo más significativo de estos espacios en la flexibilidad, dada la variedad de grupos de clase, se optará por un sistema de aulas flexible mediante divisiones móviles tipo acordeón, que se adapten a las necesidades del momento sin sacrificar el aislamiento acústico que requiere la función docente.

En cuanto a la distribución en planta, siguiendo la tipología del segundo nivel, se optó por una distribución lineal a través de un pasillo central que conecta directamente de la zona de vestibulación principal al poniente de la nave, donde se encuentran las conexiones verticales, como un valor agregado que resolverá el problema de la accesibilidad para personas con capacidades especiales mediante un nuevo bloque de circulaciones verticales gradas y un elevador, en la zona oriente del edificio, completando el eje oriente-poniente que en la segunda planta queda cerrado, al mismo tiempo estas estructuras ayudaran con el problema del calentamiento del edificio a la cara expuesta del oriente, de tal suerte que este agregado genere sombras y disminuya el calentamiento del edificio, requiriendo menos trabajo de los aires acondicionados.

**Figura 18 Planta Arquitectónica Nivel Cuatro.**



Fuente: elaboración propia

En la planta de cuarto nivel, es la misma tipología de distribución de todo el conjunto, en celeste las zonas de circulación horizontal en rosado la circulación vertical, remarcado en amarillo las paredes móviles que permiten la flexibilidad espacial de las aulas.

Tanto los laboratorios como las aulas requieren la penetración del sol, por un corto periodo de tiempo, al interior del edificio, cuando las temperaturas del aire exterior y del interior

todavía son frescas (en la mañana). Las horas de provisión de sombra son indispensables de las 10:00 de la mañana a las 5:00 de la tarde, para lo que se ha complementado la fachada mediante de parasoles, tipo marquesina de aluminio, cuyo cálculo se detalla en el apartado correspondiente a Diseño Mecánico Aires Acondicionados agregar el cálculo de tapasol al cálculo EAA (acondicionamiento ambiental).

### **Modelación de la propuesta**

Para la interpretación de la propuesta de diseño, se presentan unas perspectivas de como quedarían los espacios:

**Figura 19 Perspectiva de la zona vestibular**



Fuente: elaboración propia.

En la Figura 19 de la perspectiva de la zona vestibular, se muestra la continuidad espacial con el planteamiento actual, para no comprometer la distribución de la edificación actual y enriquecer el proyecto.

## 5.2 Diseño Eléctrico

El diseño eléctrico se presenta en el siguiente orden, primero el diseño de iluminación, luego los tomacorrientes y circuitos especiales, servicio de ascensor y luego en los sistemas mecánicos el aire acondicionado.

### 5.2.1 Iluminación

Uno de los principales servicios eléctricos que presta el edificio es la iluminación de los espacios: laboratorios, aulas, oficinas, aéreas de descanso, pasillos, vestíbulos, grada, servicios sanitarios y otros; para apoyar el cálculo de iluminación de los recintos de los espacios críticos como aulas y laboratorios del edificio se utilizó el software libre DIALUX evo versión 8.2, aplicando los requerimientos de luxes necesarios para cumplir la reglamentación del Decreto Ejecutivo No. 89, tabla del Artículo 130, numeral 3: Los niveles mínimos de iluminación de los lugares de trabajo, visto en el Marco Teórico, que para ambos casos establece un nivel de iluminación de 500 luxes.

**Tabla 9 Coeficiente retroreflección, DIALUX**

Dialux Coeficiente retroreflección	
Paredes blancas	0.85
Cielo falso es blanco con rieles de aluminio color gris	0.5
Piso de material cerámico color crema	0.2

Fuente: elaboración propia.

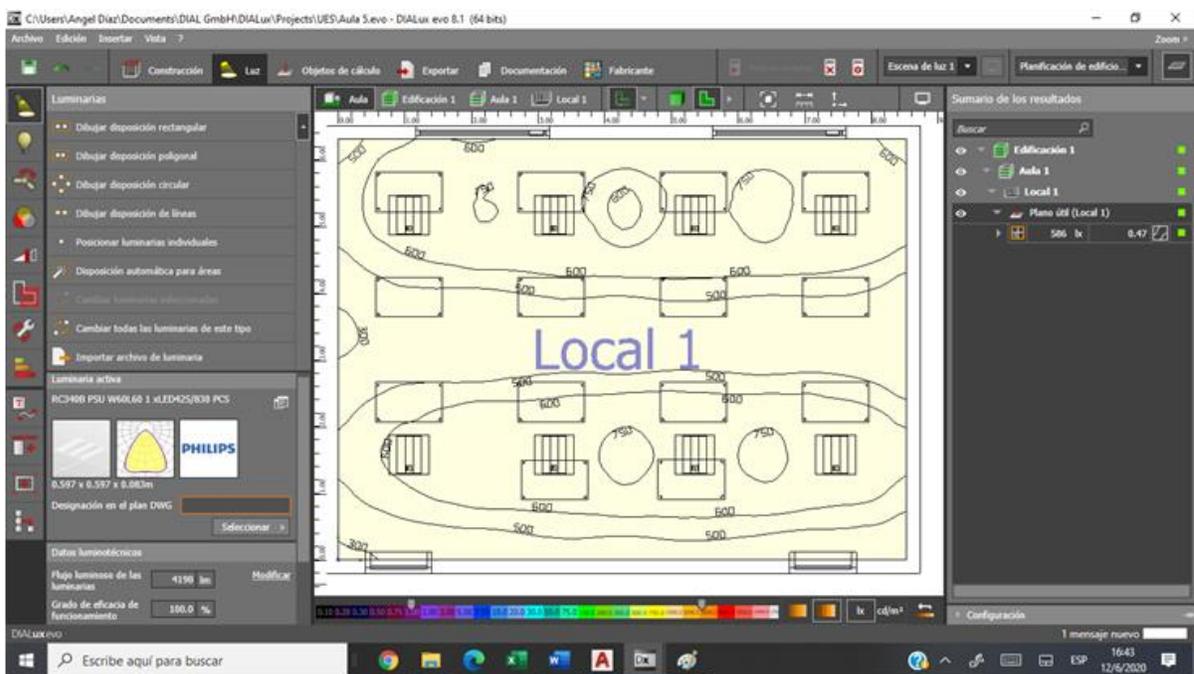
El ingreso de iluminación del sol por las ventanas no ha sido considerada, debido a la atenuación de las cortinas y a que se asume que las horas de clase de postgrado se realizan en horas nocturnas, aunque también se pueden considerar impartir clases diurnas cuando el nivel de iluminación mejora; las aulas estarán equipadas con una división tipo acordeón acústico para disponer de dividir las, para atender grupos menores, sin embargo para efectos de simulación de la iluminación, el recinto se considera un solo espacio, que es el caso más crítico.

Los espacios de corredores, vestíbulos, escaleras, y cafetería tienen un requerimiento menor de luxes, sin embargo, el tipo de luminarias recomendado y la distribución es suficiente para cumplir los requerimientos mínimos.

Se aclara que los catálogos de las empresas patrocinadoras del software DIALUX evo, es diverso y de orden mundial, sin embargo, no todas las marcas y modelos de luminarias se pueden obtener en el mercado nacional, por lo que para modelar los cálculos de iluminación se recurre a modelos, estilos y marcas, de luminarias equivalentes a las que se pueden obtener en el país, con características similares.

Luego de introducir las características de un aula del Nivel 4, en la Figura 20 se muestra la Pantalla de resultados satisfactorios del Dialux evo:

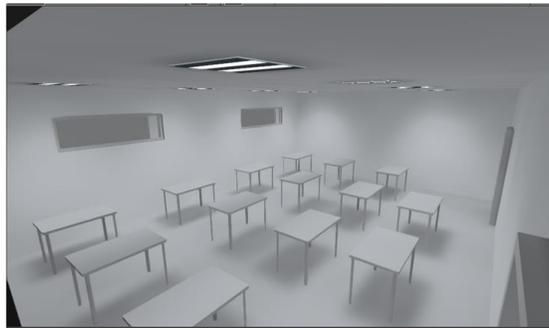
**Figura 20 Pantalla Dialux evo con resultados satisfactorios de curvas isolux**



Fuente: elaboración propia.

En la Figura 21 Esquema de iluminación en tonos grises se representa la iluminación del Aula en el Dialux evo, en el que se observa la distribución de iluminación sin excesos de reflejos:

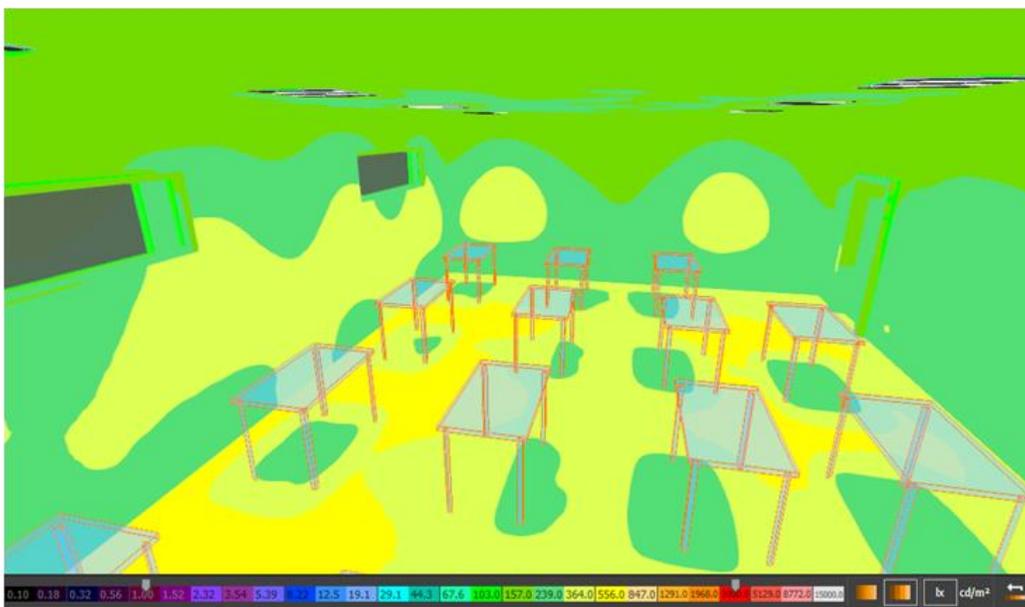
**Figura 21 Esquema de iluminación en tonos grises**



Fuente: elaboración propia.

Los colores falsos dentro del DIALUX evo, es una técnica de mostrar el nivel de iluminación en la superficie por tonos de colores que representan la cantidad de Luxes, a continuación, se muestra en la Figura 22 esquema de colores falsos del aula.

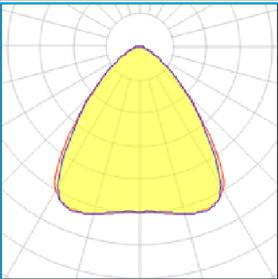
**Figura 22 Esquema de colores falsos del aula**



Fuente: elaboración propia.

Aprovechando el diseño de cielo falso con cuadrículas para losetas 0.6 m x 0.6 m, se han distribuido 8 luminarias con las siguientes características:

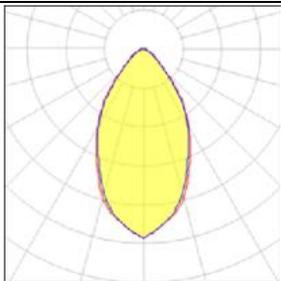
### Cuadro 5 De características de luminaria LED, 31W, 60x60

FLEXBLEND RECESSED RC340B PSU W60L60 1 LED42S/830 PCS RC340B			
	Lámpara incandescente para uso general		LOR 100%
	Flujo de lámpara	4200 lm	Flujo total 4198 lm
	Eficiencia luminosa	135 lm/W	Potencia nominal 31 W
	CCT	3000 K	Largo 597 mm
	CRI	99	Ancho 597 mm
	Tipo de Montaje		Altura 79 mm
	Empotrado en techo		

Fuente: elaboración propia.

Y para espacios pequeños se utilizó una luminaria con las siguientes características:

### Cuadro 6 De características de luminaria LED, 19.7 W, 23x23

LUCEQUADRO LED 2000 EP VS 36576			
	Emisión de luz integrado		
	Tipo de lámpara	LED	
	Flujo de lámpara	2297 lm	
	Eficiencia luminosa	117 lm/W	LOR 100%
	CCT	4000 K	Potencia total 19.7 W
	CRI	82	
	Tipo de Montaje		Largo 235 mm
	Empotrado en techo		Ancho 235 mm
	Clases de aislamiento: II Protección		Altura 116 mm
	IP: 44		
IK: 08			

Fuente: elaboración propia.

#### 5.2.1.1. Ahorros por iluminación LED

Para obtener un valor representativo del potencial de ahorro por el diseño con luminaria LED, en el ejercicio se compara las potencias de las luminarias LED y las de luminarias fluorescentes que presten el mismo servicio y calidad de luxes en la superficie de trabajo, esta relación es válida cuando el tiempo de uso de los dos tipos de luminarias es el mismo, a continuación, se muestra el cuadro comparativo del potencial de ahorro.

**Tabla 10 Comparativa de ahorro en iluminación, LED vs Fluorescente**

ILUMINACIÓN DEL	AHORRO EN ILUMINACIÓN CAPACIDAD INSTALADA EN WATTS			
	LED	FLUORESCENTE	DIFERENCIA	%
NIVEL3	1,170	1,750	580	33%
NIVEL4	1,875	2,216	341	15%
	3,045	3,966	921	23%

CONDICIÓN: EL TIEMPO DE OPERACIÓN DE LOS 2 ESCENARIOS ES IGUAL  
T LED = T FLUORE.

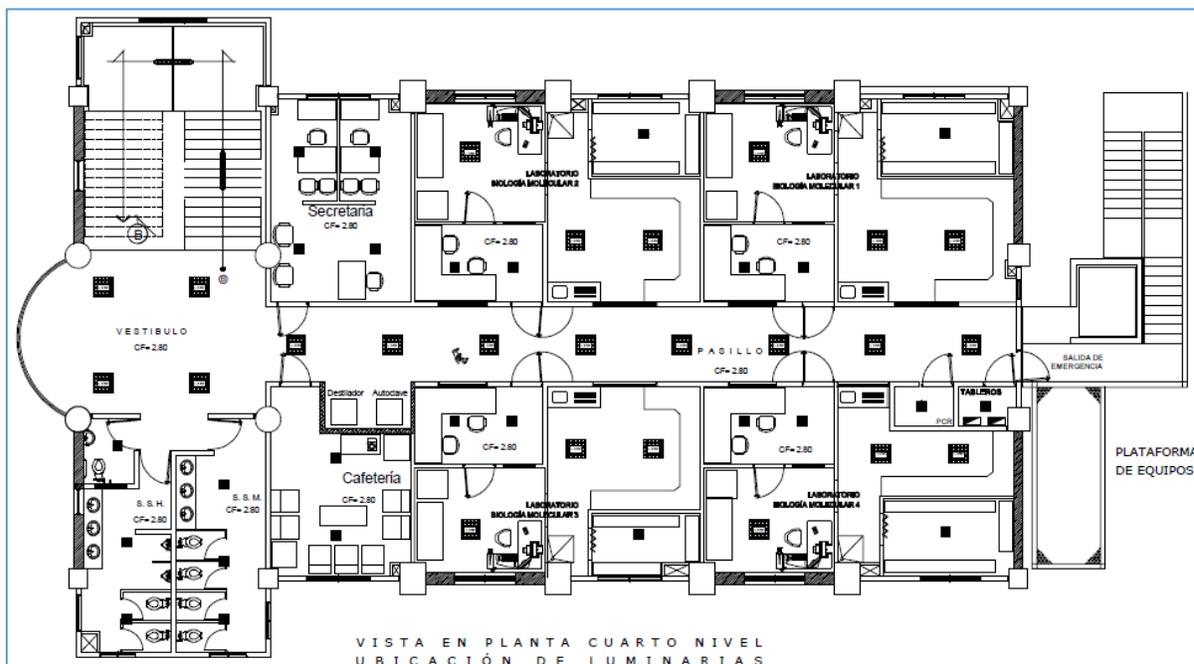
EN AMBOS ESCENARIOS SE OBTIENE UN NIVEL DE ILUMINACIÓN SIMILAR

Fuente: elaboración propia.

### 5.2.1.2. Planos de ubicación de las luminarias para los Nivel 3 y 4

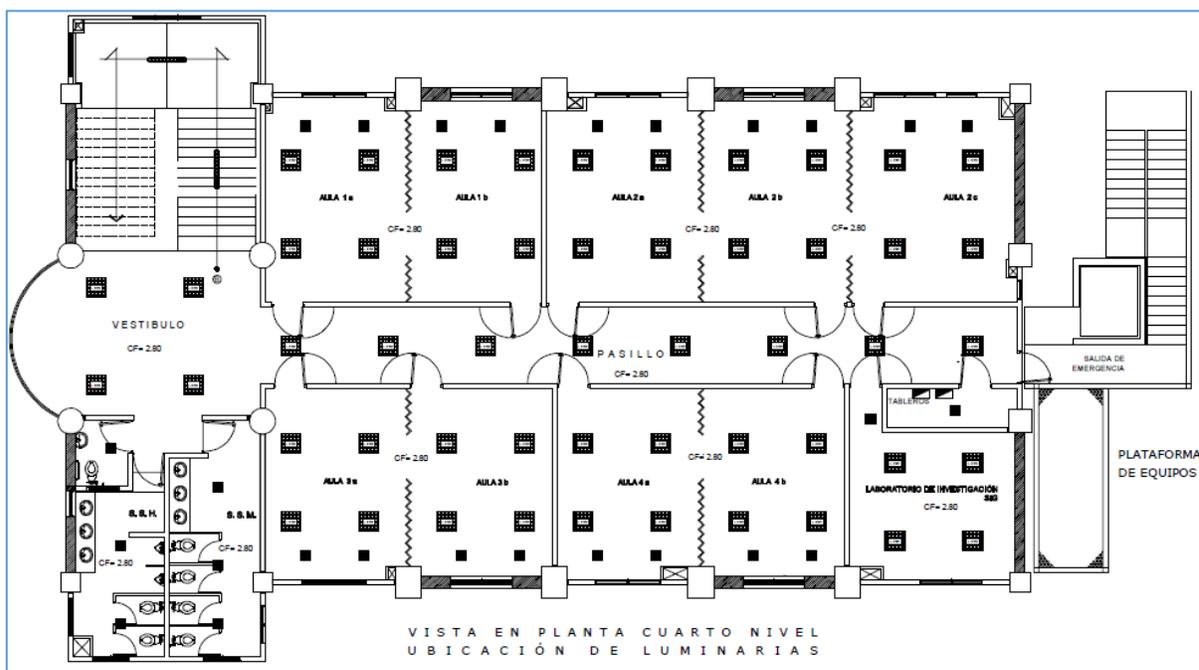
Los planos de ubicación de las luminarias para los Nivel 3 y 4 sin alambrado, y la iluminación de las gradas metálicas se muestran en las Figura 23, Figura 24 y Figura 25 siguientes:

**Figura 23 Ubicación de luminarias del Nivel 3**



Fuente: elaboración propia.

**Figura 24 Ubicación de luminarias del Nivel 4**

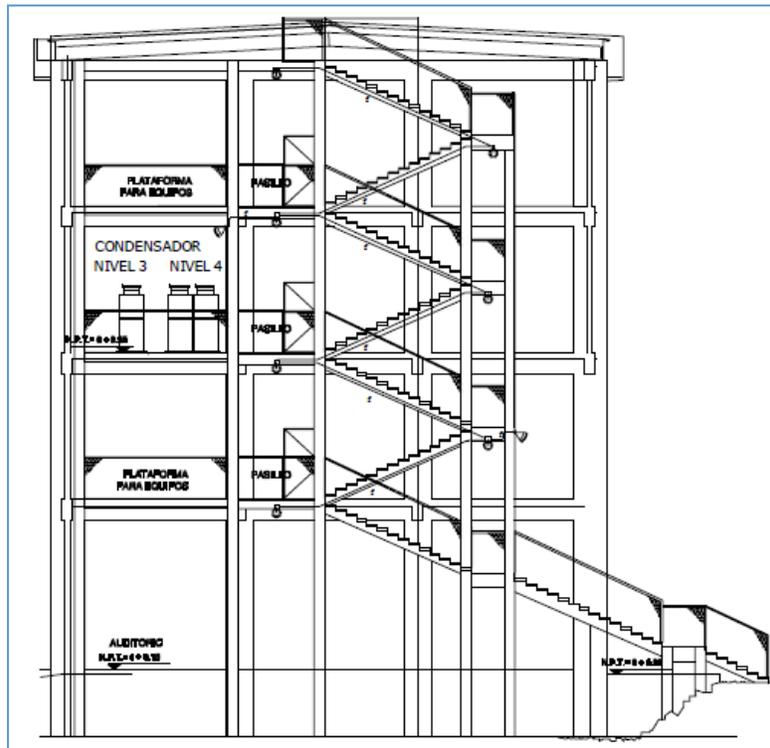


Fuente: elaboración propia.

Debido a la propuesta de las luminarias de 19.7 W en la parte trasera de las aulas, se debe ampliar la explicación que a pesar que el modelo DIALUX evo no las recomienda en la simulación, se considera que tales luminarias son necesarias cuando se realice un presentación proyectada al frente del aula, en ese caso se apagar las luminarias de 31 W y se encienden las de 19.7 W, con ello los estudiantes y maestros tienen la oportunidad de tomar notas y el aula no queda plenamente oscura o con la iluminación del retroproyector.

La Figura 25 muestra la propuesta de iluminación de las gradas metálicas ubicadas en el costado oriente del edificio, en donde se iluminan también las plataformas de equipos.

**Figura 25 Ubicación de luminarias de las gradas metálicas, ubicadas al costado oriente**



Fuente: elaboración propia.

**Cuadro 7 De simbología de planos de luminarias**

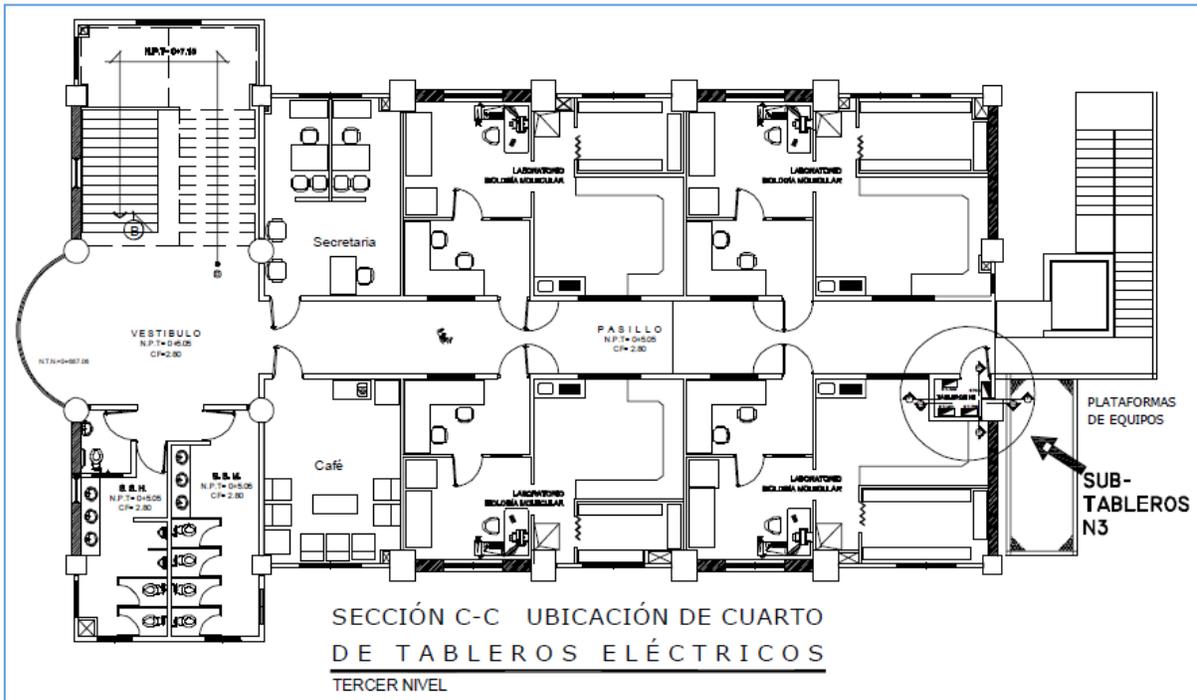
CUADRO DE SIMBOLOGÍA LUMINARIAS LED	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	LUMINARIA COMPACTA PARA EMPOTRAR EN CIELO FALSO LED 31 W, 0.6m x 0.6m, PHILIPS O SIMILAR.
	LUMINARIA COMPACTA PARA EMPOTRAR EN CIELO FALSO LED 17 W 0.30m x 0.3m, PHILIPS O SIMILAR.
	LUMINARIA SUPERFICIAL CON PANTALLA TIPO LED 2 X 9 W, PHILIPS O SIMILAR.
	LUMINARIA DOBLE REFLECTOR ORIENTABLE, LED 15 W, CON BATERÍA DE DURACIÓN AUTÓNOMA MÍNIMA DE 15 MINUTOS.
	LUMINARIA PARA INTEMPERIE LED 15 W, CON PANTALLA PROTECTORA, PARA ILUMINACIÓN DE LOS DESCANSOS Y PASILLOS DE GRADAS METÁLICAS
	LUMINARIA PARA INTEMPERIE LED 22 W, PARA ILUMINACIÓN DIRECCIONAL CON PANTALLA PROTECTORA, PARA ILUMINACIÓN DE GRADAS METÁLICAS

Fuente: elaboración propia.

### 5.2.1.3. Ubicación de subtableros eléctricos Niveles 3 y 4

Para la ubicación de los cuartos de subtableros eléctricos se presentan las vistas en planta del nivel 3, en la Figura 26 siguiente:

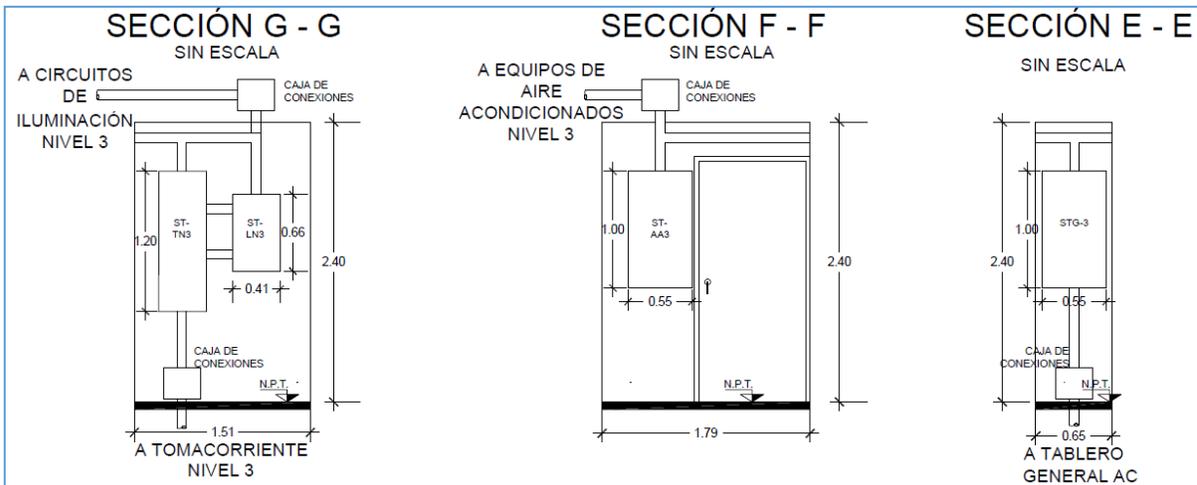
**Figura 26 Ubicación del cuarto eléctrico en el Nivel 3, vista en planta**



Fuente: elaboración propia.

El detalle de la ubicación de los subtableros y canalizaciones en las paredes del cuarto eléctrico del Nivel 3, se muestra en las secciones de la Figura 27 siguiente.

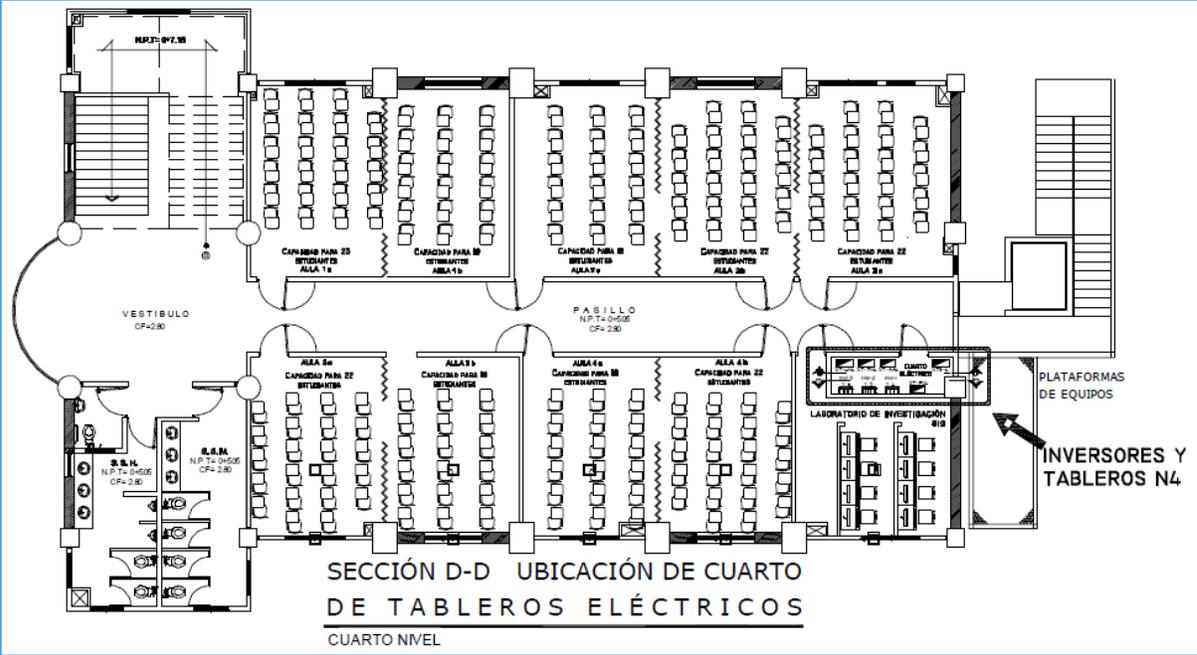
**Figura 27 Ubicación de los subtableros en las paredes del cuarto eléctrico del Nivel 3**



Fuente: elaboración propia.

Para la ubicación de los cuartos de subtableros eléctricos se presentan las vistas en planta del nivel 4, en la Figura 28 siguiente:

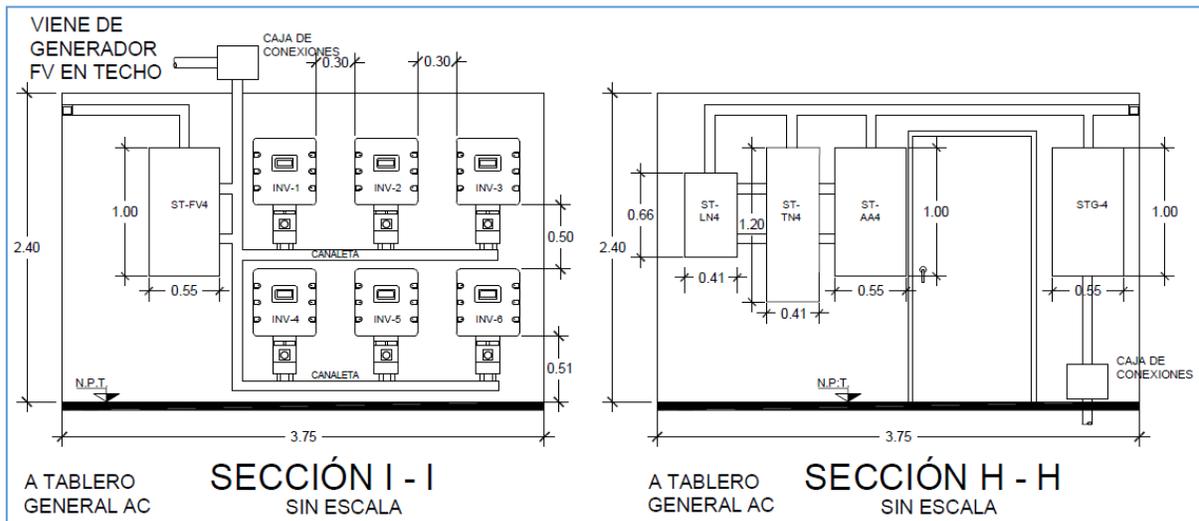
**Figura 28 Ubicación del cuarto eléctrico en el Nivel 4, vista en planta**



Fuente: elaboración propia.

El detalle de la ubicación de los subtableros y canalizaciones en las paredes del cuarto eléctrico del Nivel 4, se muestra en las secciones de la Figura 29 siguiente.

**Figura 29 Ubicación de los subtableros en las paredes del cuarto eléctrico del Nivel 4**



Fuente: elaboración propia.

En el cuarto eléctrico del Nivel 4, además instalarse el sub-tablero de iluminación ST-LN4, se encuentran los subtableros de tomacorriente y circuitos especiales ST-TN4 y de aire acondicionado ST-AA4, así como un subtablero general del Nivel 4 STG-4, en el que se conectan todos los subtableros y la alimentación del sistema fotovoltaico ST-FV4.

Los cuadros de subtableros eléctricos de iluminación de los niveles 3 y 4 se muestran en el ANEXO 27 CUADRO DE SUB-TABLEROS ELÉCTRICOS DE ILUMINACIÓN NIVEL 3 Y NIVEL 4.

## 5.2.2 Tomacorrientes

De acuerdo a los requerimientos de uso de los distintos espacios en los niveles 3 y 4, se han diseñado los circuitos eléctricos de tomacorrientes y circuitos especiales para conectar y proteger los aparatos eléctricos, a continuación, se describe el diseño.

### 5.2.2.1 Tomacorrientes y circuitos especiales del Nivel 3

Las prestaciones de los servicios eléctricos para equipos, se diferenciara en tomacorriente y circuitos especiales; los circuitos para conexionado de los equipos de los laboratorios del Nivel 3, se basan en los equipos usados en el laboratorio de microbiológica del segundo nivel del edificio de aulas de FCA; los equipos de laboratorio para voltaje monofásico 120 V se muestran en el Cuadro 8 Equipo de laboratorio de microbiológico de alimentación monofásica 120 V siguiente:

**Cuadro 8 Equipo de laboratorio de microbiológico de alimentación monofásica 120 V**

Equipo de laboratorio	Cantidad	Potencia unitaria (W)	Potencia (KW)	Uso en horas/día	Energía consumida (kWh/día)
Ultrasonografía	1	990	0.990	0.25	0.248
Centrifuga pequeña	1	180	0.180	3.00	0.540
Espectrofotómetro	1	30	0.030	0.50	0.015
Centrifugadora Eppendorf	3	700	2.100	0.50	1.050
Deshumificador	1	550	0.550	0.50	0.275
Cabina de flujo laminar	1	1,230	1.230	6.00	7.380
Hot Plate WiseStir	1	650	0.650	3.00	1.950
Hot Plate Stuart Scientific 1	1	1,416	1.416	3.00	4.248
Hot Plate Stuart Scientific 2	1	330	0.330	3.00	0.990
Estufa Reciter	1	600	0.600	4.00	2.400
Baño María Grant	1	1,133	1.133	0.50	0.567
Centrifugadora	1	960	0.960	0.50	0.480
Incubadora THELCO	5	820	4.100	1.00	4.100
Hornos	4	2,900	11.600	2.00	23.200
<b>Total</b>			<b>25.869 KW</b>		<b>47.443 KWh</b>
Observaciones	El espectrómetro se utiliza cinco veces al mes				

Fuente: Cuadro elaborado por Alumnos de la Facultad de Ingeniería de UES (Créditos).

Para el diseño, los circuitos de tomacorriente se han distribuido de acuerdo a los requerimientos de conexión y al nivel de carga de los equipos, a fin de equipar los puestos de trabajo con la disponibilidad de alimentación monofásica 120 V.

También se han definido circuitos especiales a los que requieren alimentación trifásica a 208 V, específicamente para los equipos: Destilador, Autoclave y PCR<sup>5</sup>(PCR es Reacción en Cadena de la Polimerasa, siglas traducidas del inglés), los cuales se muestran en el cuadro siguiente:

---

<sup>5</sup>PCR es Reacción en Cadena de la Polimerasa, siglas traducidas del inglés.

**Cuadro 9 Equipo de laboratorio de microbiológico de alimentación trifásica 208 V**

Equipo de laboratorio	Cantidad	Potencia unitaria (W)	Potencia (KW)	Uso en horas/día	Energía consumida (kWh/día)
Autoclave	2	3,000	6.00	3.00	18.0
Destilador Barnstead	1	2,500	2.50	2.00	5.0
PCR	1	2,000	2.00	3.00	6.0
<b>Total</b>			<b>7.5 KW</b>		<b>29 KWh</b>

Fuente: elaboración propia.

En ambos cuadros se ha realizado el ejercicio de consumo energético diario del laboratorio, partiendo del uso en horas/día estimadas. Y la capacidad instalada de equipos es de 33.37 KW y se calculó un consumo diario de 76.443 KWh/día.

Un requerimiento especial es del equipo PCR, el cual realiza procesos que duran más de 24 horas continuas, y debido a que una falla de servicio eléctrico durante un proceso, echa a perder todo el trabajo, solicita que dicho equipo sea respaldado eléctricamente por un UPS<sup>6</sup> de 3,000 W y de autonomía 0.5 horas.

### **Requerimientos de seguridad**

Debido a la presencia de humedad en los laboratorios, por sustancias líquidas y agua, se ha considerado que, para los circuitos de equipo en riesgo, en la primera unidad se instalara un tomacorriente con protección GFCI, la cual opera al presentarse una falla a tierra.

Otros espacios definidos en el Nivel 3, son una oficina de secretaría para 3 personas y la zona de cafetería y descanso, las cuales tienen tomacorriente adecuados para sus necesidades.

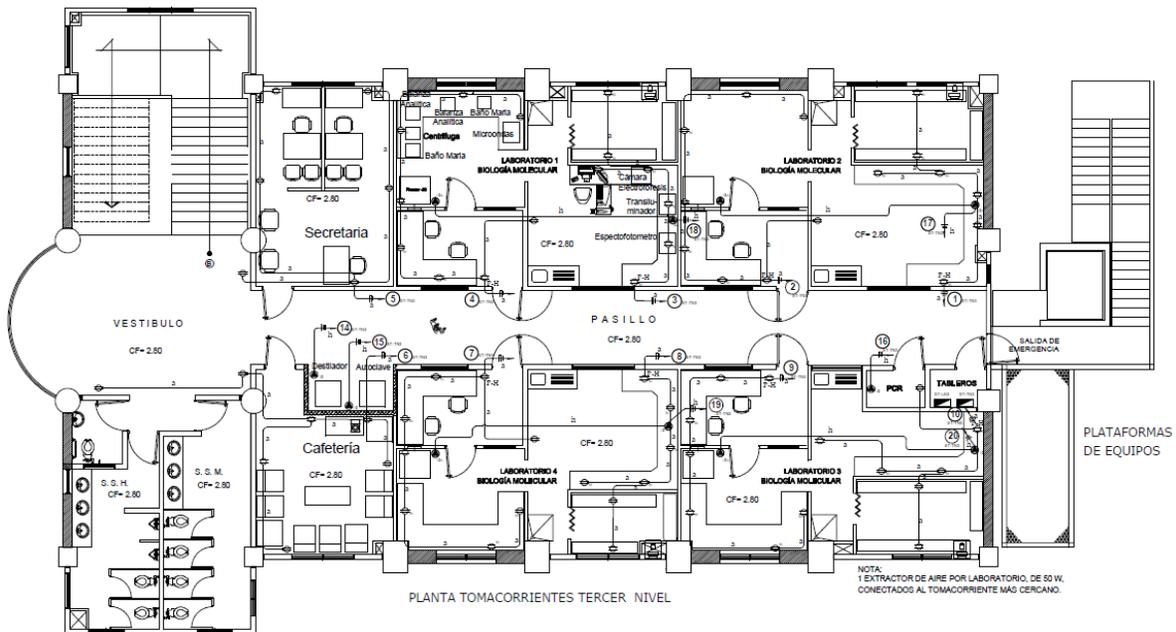
### **5.2.2.2 Planos de Tomacorrientes**

Los planos de tomacorriente y circuitos especiales, con los conductores y canalizaciones se muestran a continuación:

---

<sup>6</sup>UPS en inglés es Uninterruptible Power Supply, respaldo de batería y regulador de voltaje.

**Figura 30 Plano de tomacorrientes y circuitos especiales del Nivel 3**



Fuente: elaboración propia.

**Cuadro 10 Simbología de los planos de tomacorriente**

CUADRO DE SIMBOLOGIA TOMACORRIENTES	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO 120V, TIPO INDUSTRIAL, CAJA PLÁSTICA 2 3/4", NEMA 5-15R, CON PLACA COLOR MARFIL, EMPOTRADO EN PARED, ALTURA DE MONTAJE 0.3 METROS DE NPT.
	CAJA PARA PISO CON TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO, 20 A- 125V, NEMA 5-20R, ULE327854, MARCA AGUILA, MODELO 5798FRAP (COLOR PLATEADO) O SIMILAR.
	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO 120V, CAJA PLÁSTICA 2 3/4", NEMA 5-15R, PLACA COLOR MARFIL, MONTAJE EMPOTRADO EN LA PARED, ALTURA 1.25 METROS DE LA SUPERFICIE DEL PISO.
	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO 120V, CON PROTECCIÓN A LA HUMEDAD TIPO INDUSTRIAL, CAJA PLÁSTICA 2 3/4", NEMA 5-15R, PLACA COLOR MARFIL, COLOCADO EN EL PRIMER TOMACORRIENTE DEL CIRCUITO DE CADA LABORATORIO.
	TOMACORRIENTE SENCILLO POLARIZADO 120V, TIPO INDUSTRIAL, CAJA PLÁSTICA 2 3/4", NEMA 5-15R, PLACA COLOR MARFIL, EMPOTRADO EN PARED, ALTURA DE MONTAJE 2.0 METROS DE NPT, PARA CONEXIÓN DE LAMPARAS DE EMERGENCIA.
	TOMACORRIENTE TRIFILAR 20 AMP, 208V, NEMA 6-20R CON PLACA METÁLICA, PASS & SEYMOUR O SIMILAR. MONTAJE EN MUEBLE, ALTURA 0.15 METROS SOBRE LA SUPERFICIE DE TRABAJO DEL MUEBLE.
	TOMACORRIENTE TRIFASICO 30 AMP, 208V, NEMA 6-30R CON PLACA METÁLICA, PASS & SEYMOUR O SIMILAR. MONTAJE EN SUPERFICIAL, A LA ALTURA 0.40 METROS SOBRE LA SUPERFICIE DE SUELO.
	TABLERO ELECTRICO, ESPECIFICACIONES EN CUADROS DE CARGA.
	CAJA NEMA 1 O 3R, PROTECCION TERMOMAGNETICA INDICADA.
	ALIMENTADOR DE CIRCUITO SUBTABLERO INDICADO.
	LUMINARIA DOBLE REFLECTOR ORIENTABLE, 1 ED 15 W, CON BATERIA DE DURACIÓN AUTÓNOMA MÍNIMA DE 15 MINUTOS.

Fuente: elaboración propia.

Debido a que a que el número de espacios libres en el Tablero General del nivel 1 es escaso, se ha optado por utilizar un subtableros auxiliares que conecte los alimentadores de los subtableros de iluminación ST-LN3, de tomacorrientes ST-TN3 y de equipo de aire

acondicionado EAA ST-AA3; el tablero auxiliar del Nivel 3 se denomina STG-3, los cuales se muestran en el ANEXO 32 SUBTABLEROS GENERALES DEL NIVEL 3 STG-3.

Con esta medida también se logran ahorros en pérdidas por conductividad por efecto joule, debido a que los alimentadores de los tres subtableros son de menor sección de cobre que la alimentación de tablero auxiliar en el nivel 3.

### **5.2.2.3 Tomacorriente del Nivel 4**

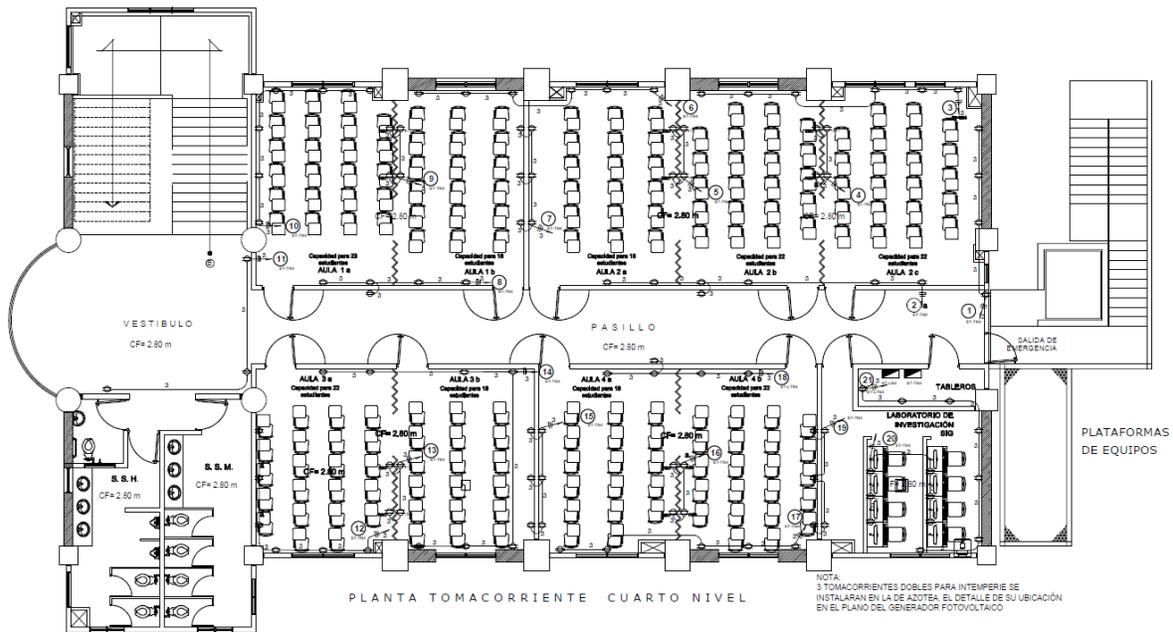
Respeto a los tomacorrientes del Nivel 4, en donde se ha designado para aulas de clase, las que tendrán divisiones tipo acordeón en la parte media, por lo que se ha definido instalar tomacorrientes dobles polarizados en las paredes fijas, con espaciamientos horizontal promedio de 1.5 m, montados a una altura de 0.30 m del nivel de piso terminado, además se han dispuesto circuitos de tomacorriente polarizados de piso, distribuidos a ambos lados de la división tipo acordeón, con el objetivo de contar con alimentación para computadoras o equipos de los usuarios de las aulas.

En el laboratorio de Investigación Sig. se dispondrá de muebles fijos, por lo que se ha definido instalar tomacorrientes dobles polarizados montados sobre dichos muebles, además de otros tomacorrientes dobles polarizados en las paredes fijas, montados a una altura de 0.30 m del nivel de piso terminado.

Y para la zona de pasillo se han definido cuatro tomacorrientes dobles polarizados en las paredes fijas, montados a una altura de 0.30 m del nivel de piso terminado, espaciados a lo largo del pasillo.

La ubicación de los tomacorrientes en la vista en planta del Nivel 4, se muestra en la Figura 31 Plano de tomacorrientes del Nivel 4 Figura 31 siguiente:

**Figura 31 Plano de tomacorrientes del Nivel 4**



Fuente: elaboración propia.

Debido a que a que el número de espacios libres en el Tablero General del nivel 1 es escaso, se ha optado por utilizar un subtableros auxiliares que conecte los alimentadores de los subtableros de iluminación ST-LN4, de tomacorrientes ST-TN4, de equipo de aire acondicionado EAA ST-AA4 y reciba la corriente del autogenerado fotovoltaico del subtablero ST-FV4; el tablero auxiliar del Nivel 4 se denomina STG-4, los cuales se muestran en el ANEXO 35 SUBTABLEROS GENERALES DEL NIVEL 4 STG-4.

Con esta medida también se logran ahorros en pérdidas por conductividad por efecto joule, debido a que los alimentadores de los tres subtableros son de menor sección de cobre que la alimentación de tablero auxiliar en el nivel 4.

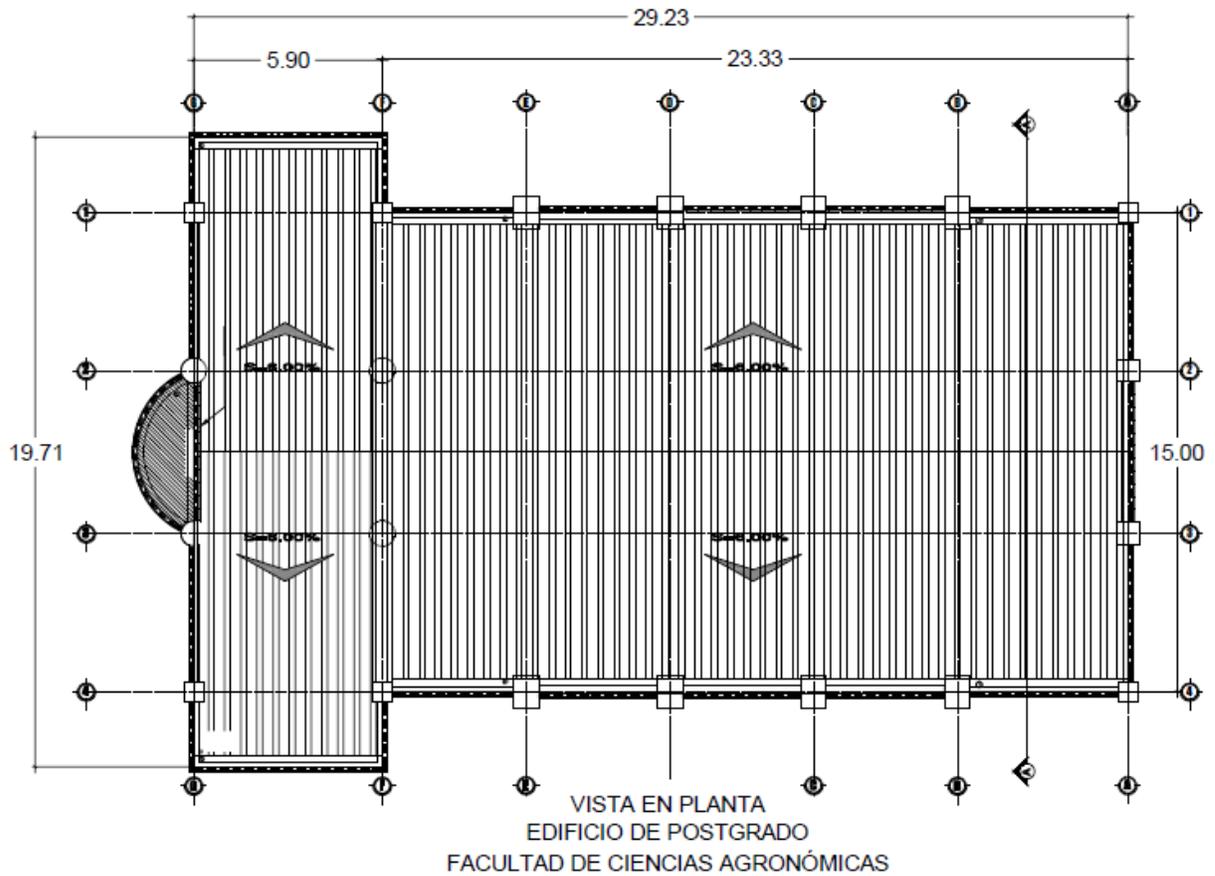
### 5.3 Diseño Fotovoltaico

Aprovechando el techo de la ampliación del edificio de Postgrado de la Facultad de Agronomía, se propone la instalación de un sistema de generación fotovoltaica conectado al sistema eléctrico del edificio, el cual actuará en paralelo con la alimentación de la red y será diseñado en base al proceso descrito (Society, 2008).

El diseño del sistema FV se basa en la optimización del espacio del techo, el cual tiene las siguientes características:

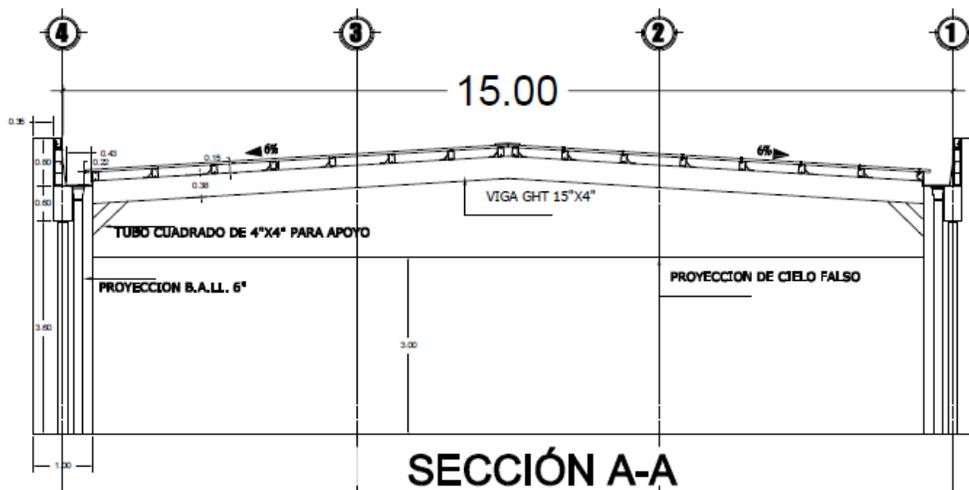
- La forma del techo es de 2 aguas, con pendientes del 6 %, y que de acuerdo a la Figura 32, la vista en planta del techo y la Figura 33, la sección A-A del techo, y para describirlo, de vista en planta el techo se puede dividir de dos rectángulos, el primero ubicado en la parte frontal y superior, sobre la fachada, es el de menor área, con dimensiones de 19.71 metros por 5.9 metros; y el segundo, ubicado en la parte posterior del edificio, es el de mayor área, con dimensiones de 15 metros de ancho por 23.33 metros de largo;
- El edificio se orienta de este a oeste en su eje mayor:
- La inclinación del eje transversal es de 5° norte:
- Al dividir el rectángulo mayor por el parte agua, las sub-áreas a cada lado del eje tienen las dimensiones de: 7 metros de ancho por 23.33 de largo, que será el espacio a utilizar para instalar el generador fotovoltaico; y,
- El techo estará construido con lámina zinc alum, canalada, montada sobre vigas de acero I y de perfiles C.

**Figura 32 vista en planta del techo**



Fuente: elaboración propia.

**Figura 33 Sección A-A del techo**

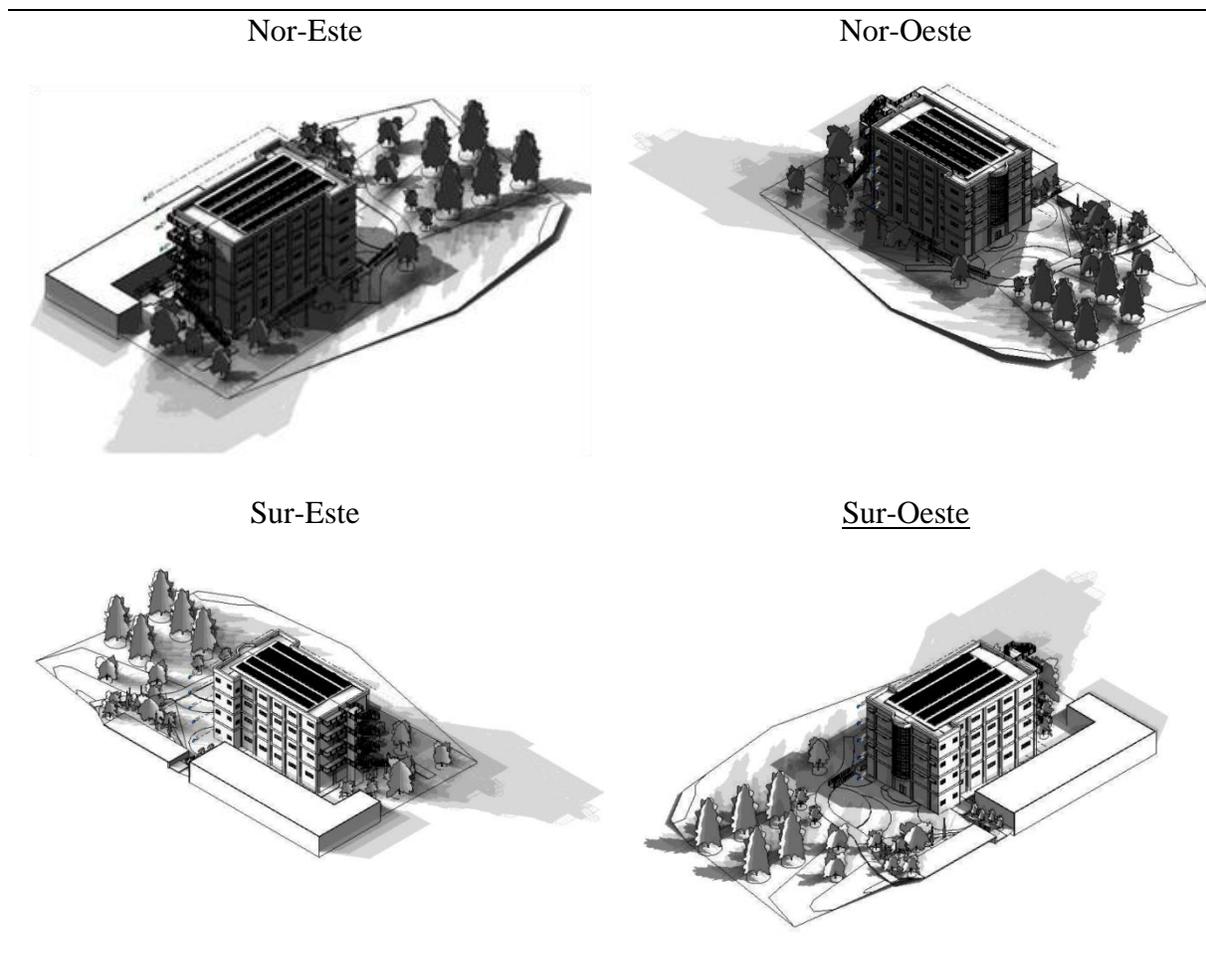


Fuente: elaboración propia.

### 5.3.1 Estudio de Sombras

Con el objeto de definir la posibilidad de sombras sobre el área designada para el generador solar fotovoltaico, con la herramienta Revit se ha modelado el edificio de postgrado de FCA y su entorno, para los días 21 de diciembre (solsticio de invierno para el hemisferio norte) cuando el sol se proyecta lo más al norte del proyecto, las siguientes vistas de los resultados, muestran proyección de sombra del edificio desde 4 puntos cardinales: Nor-Este, Sur-Este, Sur-Oeste y Nor-Oeste.

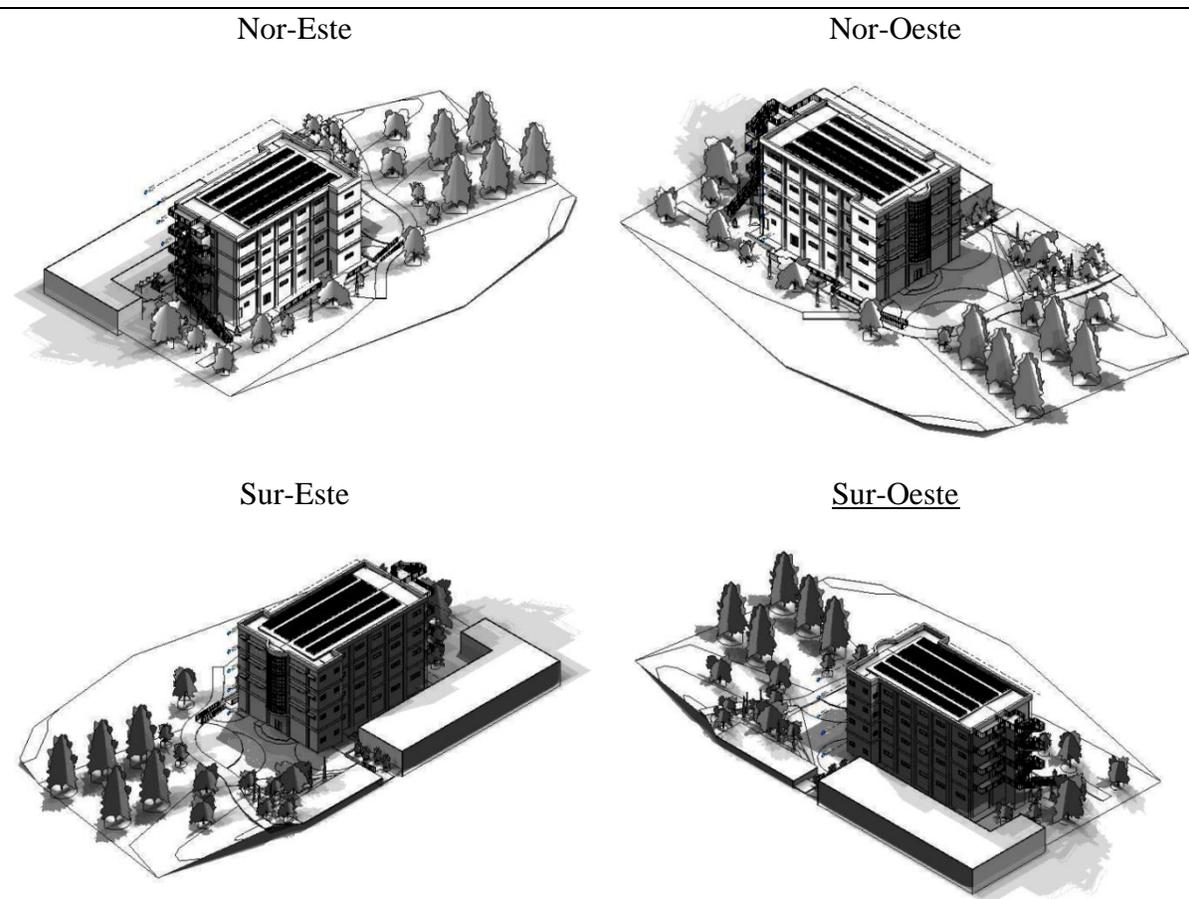
**Figura 34 Solsticio de Invierno: Vistas del edificio de postgrado de FCA, para el 21 de diciembre**



Fuente: elaboración propia.

De la modelación para el 21 de junio (solsticio de invierno para el hemisferio norte), cuando el sol se proyecta lo más al sur del proyecto, a continuación, se muestran las vistas de los resultados, muestran proyección de sombra del edificio desde 4 puntos cardinales: Nor-Este, Sur-Este. Sur -Oeste y Nor-Oeste.

**Figura 35 Solsticio de Verano: Vistas del edificio de postgrado de FCA, para el 21 de junio**



---

Fuente: elaboración propia.

Con lo que se demuestra que el entorno del edificio no es lo suficientemente alto como para proyectar sombras, sobre el generador solar fotovoltaico.

### **5.3.2 Criterios de diseño**

Con estas características del techo y el estudio de sombras, se define el criterio de diseño de aprovechar al máximo posible técnicamente el área disponible para instalar el mayor número de paneles fotovoltaicos, y para instalación, inspecciones y mantenimiento del

sistema, permitir el acceso a cada panel fotovoltaico por medio de pasillos metálicos antideslizantes ubicados: en el capote, en corredores intermedio entre filas de paneles de cada sub-techo y a los extremos de las filas.

En cuanto a la inclinación de los paneles, se utilizará la que perfila el techo, con separación entre techo y generador por perfiles C transversales, que se apoyen en la lámina zinc alum, los cuales soportaran los rieles de aluminio longitudinales que sujeten los paneles, con espacio entre techo y paneles se evacuará el calor producido por los paneles en su parte inferior.

### **5.3.3 Proceso de cálculo del sistema fotovoltaico**

Como sobre el techo no recibe ninguna proyección de sombras, el espacio efectivo para la instalación de los paneles es de 7 metros de ancho por 23.33 de largo; debido a la forma alargada del espacio en el techo; y, aprovechando las 2 inclinaciones se diseñan 2 subsistemas similares, que conformaran un generador fotovoltaico conectado a la red eléctrica, para apoyar un servicio de 120/208 Voltios, los inversores se instalaran en el cuarto eléctrico del Nivel 4, junto a los subtableros y protecciones de los circuitos DC y AC.

Las dimensiones del tipo de panel fotovoltaicos seleccionado son: 2 metros de largo por 1 metro de ancho, con este dato se logra repartir en el espacio asignado seis filas de paneles, con 12 astringe. La orientación de los paneles será de forma transversal respecto al eje mayor.

Con estas consideraciones se procede al cálculo fotovoltaico y eléctrico de la instalación.

### **5.3.4 Datos de Entrada**

Partiendo que el sistema solar fotovoltaico se conectará a la red de 120/208 Voltios, cuyo panel eléctrico principal se encuentra en el cuarto eléctrico del nivel 1, al que se debe conectar la instalación FV para entregar la energía, a fin de ser utilizada por las instalaciones y cualquier excedente será entregado a la red interna de la universidad.

Con los datos de entrada, el proceso de cálculo fotovoltaico inicia con la selección de un tipo de panel fotovoltaico de la amplia variedad que se tiene en el mercado, con las dimensiones físicas con las que se han maximizado el uso del espacio asignado.

El módulo o panel seleccionado es marca JINKO Solar y tiene las siguientes características:

**Cuadro 11 Datos del módulo fotovoltaico JINKO SOLAR, JKM335PP-72**

MÓDULOS FOTOVOLTAICOS		JINKO SOLAR	JKM335PP-72
Potencia pico (STF: Irradia 1000 w/m <sup>2</sup> , Temp.Adib 25°C)		W	335
Tolerancia de la potencia		%	+3/-0
Voltaje circuito abierto	V <sub>O</sub>	V	47.2
Voltaje máxima potencia	V <sub>mp</sub>	V	38
Corriente corto circuito	I <sub>sc</sub>	A	9.18
Corriente máxima potencia	I <sub>mp</sub>	A	8.82
Coefficiente de temperatura Voc	β V <sub>OC</sub>	%/°C	-0.3
Coefficiente de temperatura Vmp	β V <sub>mp</sub>	%/°C	-0.4
Coefficiente de temperatura Pmax	γ P <sub>max</sub>	%/°C	-0.4
Coefficiente de temperatura Isc	α I <sub>sc</sub>	%/°C	0.06
Voltaje máximo	V <sub>max</sub>	V IEC/UL	1000
Límite I inversa (Max fusible Inv)		A	15
Rendimiento		%	>17.26

Fuente: elaboración propia.

Luego, con los parámetros eléctricos y fotovoltaicos se realizará el análisis de temperatura, que se muestra en la tabla siguiente:

**Cuadro 12 Análisis de Temperatura del Módulo FV**

ANÁLISIS DE TEMPERATURA		
Temperatura ambiente para análisis	25	°C
Temperatura mínima de análisis	5	°C
Temperatura máxima de análisis	70	°C
$\Delta V_{OC}(5^\circ) = (\beta V_{OC} \times \Delta T^\circ) \times V_{OC} + V_{OC}$	53.2	V
$\Delta V_{OC}(70^\circ) = (\beta V_{OC} \times \Delta T^\circ) \times V_{OC} + V_{OC}$	33.7	V
$\Delta V_{mp}(5^\circ) = (\beta V_{mp} \times \Delta T^\circ) \times V_{mp} + V_{mp}$	44	V
$\Delta V_{mp}(70^\circ) = (\beta V_{mp} \times \Delta T^\circ) \times V_{mp} + V_{mp}$	24.5	V
$\Delta P_{max}(5^\circ) = (\gamma P_{max} \times \Delta T^\circ) \times P_{max} + P_{max}$	361.8	W
$\Delta P_{max}(70^\circ) = (\gamma P_{max} \times \Delta T^\circ) \times P_{max} + P_{max}$	247.9	W

Fuente: elaboración propia.

En cuanto a la selección del inversor, para el cálculo, se utilizará el SMA SUNNY BOY 7.0 US, con las siguientes características principales:

**Cuadro 13 Datos del Inversor SMS, Sunny Boy 7.0 US**

DATOS DE INVERSOR		
MARCA	SMA	
MODELO	SUNNY BOY 7.0 US	
INPUT		
Número de inversores	3	inversores
Máx. usable DC power (W)	7200	
Max DC voltage (Vmax)	600	V
Rated MPP Voltage range (V)	245	480
MPPT operating voltage range (V)	100	150
Max. Operating input currente per MPPT (A)	30	
Máx. short circuit currente per MPPT (A)	18	
CANALES INDEPENDIENTES MPPT	2	CANALES

Fuente: elaboración propia.

OUTPUT		
AC nominal power (W)	6000	
Nominal Voltaje (V)	208	
AC voltage range (V)	183	229
Max output current (A)	29.2	
Out put Phases	1	
Line conect	2	

Fuente: elaboración propia.

El siguiente paso es realizar los cálculos eléctricos y fotovoltaicos del sistema, y a continuación se muestra la fórmula con las definiciones de sus variables, así como los resultados del cálculo.

**Cuadro 14 Cálculo del Número máximo de módulos FV por string**

Numero de String (MFV en serie)	
$\eta_{\max MPP} \times \text{String óptimo (MPP)}$	11

$$\eta_{\max MPP} = \frac{V_{MPP (inv\_min)}}{V_{MPP (modulo 70^{\circ}C)}} \quad \text{Ecuación 5}$$

$\eta_{\max MPP}$ : Número mínimo de MFV x string
$V_{MPP (INV MIN)}$ : Voltaje MPP mínimo de inversor
$V_{MPP (modulo 70^{\circ}C)}$ : Voltaje de MFV a 70°C

Fuente: elaboración propia.

El cálculo del número mínimo de cadena de paneles o string por inversor es el siguiente:

**Cuadro 15 Cálculo del Número mínimo de módulos FV por string**

$\eta$ min MFV x String óptimo (MPP)	10
--------------------------------------	----

$$\eta_{\min MPP} = \frac{V_{MPP (inv\_min)}}{V_{MPP (modulo 5^{\circ}C)}} \quad \text{Ecuación 6}$$

$\eta$ min MPP : Número máximo de MFV x string
$V_{MPP (INV MAX)}$ : Voltaje MPP máximo de inversor
$V_{MPP (modulo 5^{\circ}C)}$ : Voltaje de MFV a 5°C

Fuente: elaboración propia.

En base a la corriente máxima admisible por entrada de inversor, el número máximo de string por inversor (string en paralelo) es el siguiente:

**Cuadro 16  $\eta$  máximo de String por inversor**

$\eta$ máximo de String por inversor	3
--------------------------------------	---

$$\eta_{string} = \frac{I_{\max INV}}{I_{n.string}} \quad \text{Ecuación 7}$$

$\eta$ string : Número máximo de string por inversor
$I_{\max inv}$ : Corriente máx de inversor
$I_{n string}$ : Corriente de string

Fuente: elaboración propia.

Con los cálculos realizados el número de módulos fotovoltaicos por string se define a continuación:

**Cuadro 17 Selección MFV por string por canal**

Selección MFV por string por canal	
Criterios de selección de MDF por string	
El voltaje del string (MDF serie) es aceptable dado que no sobre pasa el V max del inversor	
El diseño es aceptable si se encuentra dentro del rango de MPP	
CANAL A	10
CANAL B	11

Fuente: elaboración propia.

Por lo que la cantidad de inversores por sistema es el siguiente:

$$C_{INV} = \frac{P_{PV}}{P_{INV AC}} \quad \text{Ecuación 8}$$

**Cuadro 18 Cantidad total de inversores**

C <sub>INV</sub> : Cantidad total de inversores	
P <sub>INV</sub> : Potencia de Inversor en Watts	
P <sub>PV</sub> : Potencia total de Módulos Fotovoltaicos (MDF) en Watts	
Cantidad total de inversores	3

Fuente: elaboración propia.

Con los cálculos realizados se han definido los siguientes parámetros del sistema FV:

- Número paneles FV por String (MFV en serie)
- Número máximo de string por inversor (paralelo)
- Número de inversores
- Selección de número de paneles por string y por canal

En el Cuadro 19 Cumplimiento de los resultados de los parámetros con las características de los inversores en cada canal siguiente se muestra el cumplimiento de los resultados de los parámetros con las características de los inversores en cada canal.

**Cuadro 19 Cumplimiento de los resultados de los parámetros con las características de los inversores en cada canal**

TAMAÑO DE STRING	Canal A	Canal B	
Vmp MAX = #MDF x Vpm MAX [V]	440	484	CUMPLE
Vmp MIN = #MDF x Vpm MIN [V]	245	269.5	CUMPLE
Potencia de un String [W]	3618	2726.9	
Número de string calculados	1.6	1.6	String por inversor
Número de string Seleccionado	1	1	
CORRIENTE CANAL	8.82	8.82	CUMPLE

Fuente: elaboración propia.

### 5.3.5 Resultados

Los resultados de los cálculos se muestran a continuación:

**Cuadro 20 Resultados por subsistema FV**

Resultados por subsistema FV		
<b>Arreglo de paneles (MFV)</b>		
Numero de subsistemas FV		2
N° de inversores por subsistema FV		3
Total de MFV por generador FV por subsistema		63
MFV por string de canal A del inversor		10
MFV por string de canal B del inversor		11
N° de string por canal de inversor		1
<b>Parámetros eléctricos del arreglo fotovoltaico</b>		
Voltaje de máxima potencia ( $V_{mp}$ )	418	V
Corriente de corto circuito de entrada ( $I_{sc}$ )	9.18	A
Corriente de máxima potencia de entrada ( $I_{mp}$ )	8.82	A
Potencia total de MFV por subsistema (PPFV)	21,105	W

Fuente: elaboración propia.

Para describir los principales componentes del sistema fotovoltaico son:

**Cuadro 21 Dimensionamiento del sistema o generador FV**

Dimensionamiento del sistema o generador FV	
Potencia total de MFV	42,210 Wp
Total de inversores	6
Total de string	12
Total de MFV	126

Fuente: elaboración propia.

#### 5.3.5.1 Descripción del sistema FV

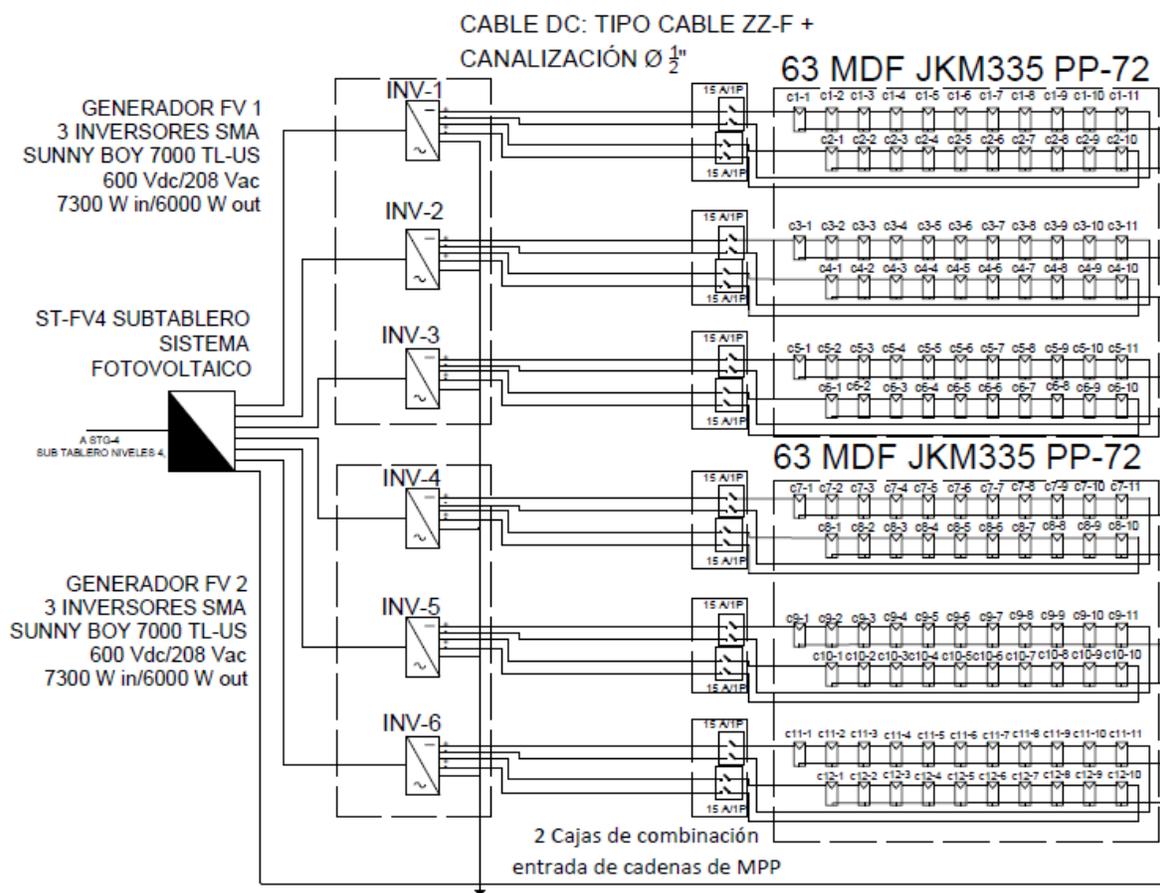
De acuerdo a los resultados calculados, el sistema fotovoltaico se conforma de dos generadores trifásicos similares, cada uno compuesto de tres inversores marca SMA modelo SUNNY BOY 7.0 US, V in 600 Vdc, V out 208 V ac, conectados a las barras del

subtablero ST-FV4; las dos entradas MPPT DC de los inversores tendrán conectados un string de 10 paneles FV en el canal A y un string de 11 paneles FV en el canal marca B, marca JINKO SOLAR, modelo JKM335PP-72, de 355 W (STC), de 72 celdas, con dimensiones por panel de 1.998 m x 0.992 m x 0.04 m (LxAxH) y peso de 26.5 kg, de la puesta a tierra unida a frame / marco metálico (Al anodizado) de los paneles FV inversores y tablero.

### 5.3.6 Diagrama Unifilar Sistema FV

y, se elaboró el Diagrama Unifilar del sistema fotovoltaico que se muestra en la Figura 36 siguiente:

**Figura 36 Diagrama Unifilar DC/AC del generador fotovoltaico**



Fuente: elaboración propia.

## Cuadro 22 Simbología del sistema Fotovoltaico

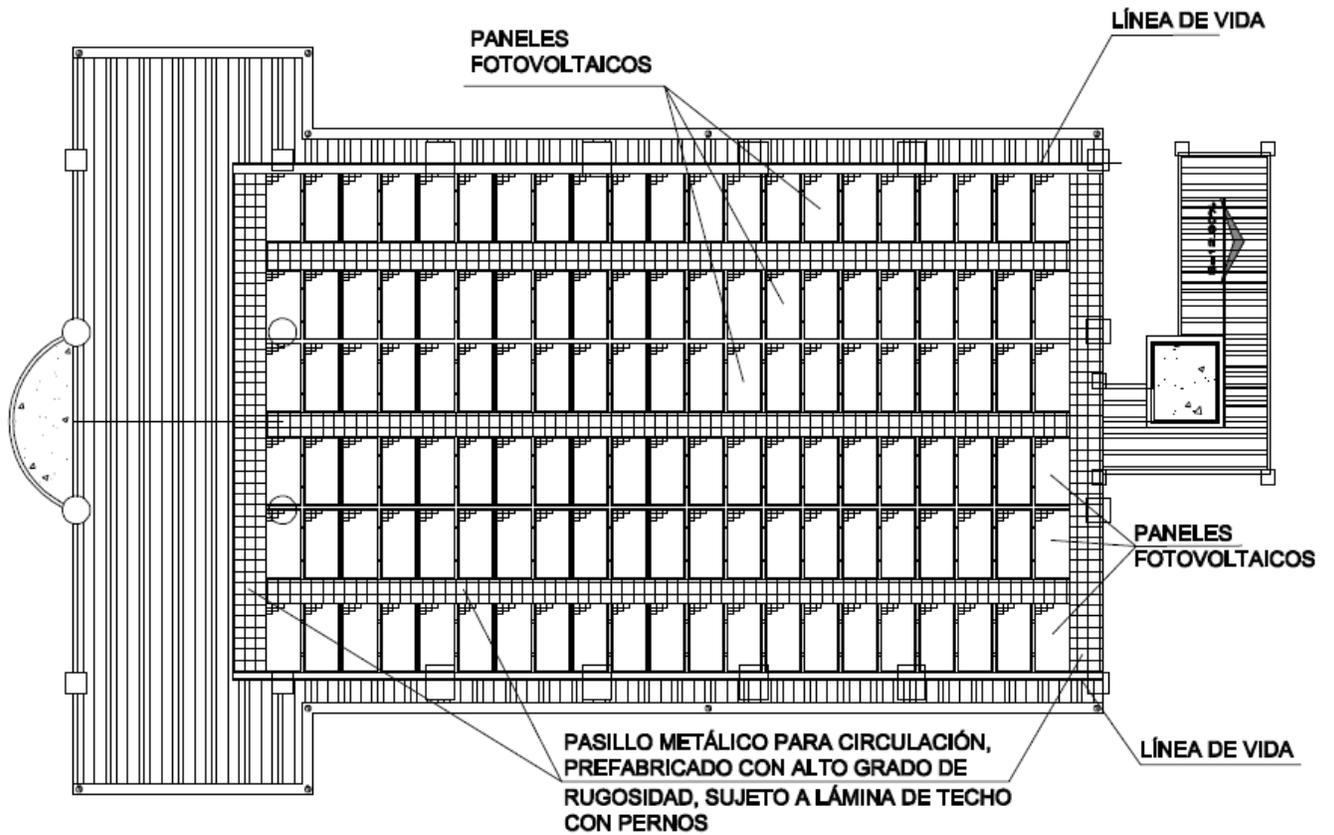
CUADRO DE SIMBOLOGÍA DE DIAGRAMA UNIFILAR	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL, 23 KV / 208-120 V
	FUSIBLE CLF PARTIAL RANGE Y FUSIBLE TIPO BAYONET
	TABLERO GENERAL Y SUBTABLEROS 208-120 V
	INVERSOR MONOFÁSICO
	CAJACOMBINATORIA Y FUSIBLE DE PROTECCIÓN, AC
	MODULO / PANEL FOTOVOLTAICO
	CABLE DC TIPO ZZ-F, Y Ø CANALIZACIÓN
	CABLE AC, TIPO THHN Y Ø DE CANALIZACIÓN

Fuente: elaboración propia.

### 5.3.7 Ubicación del sistema FV.

La vista en planta de la distribución en el techo de los 126 paneles fotovoltaicos se realizará en 6 filas de 21 paneles cada una, cada fila llevará 2 string, uno de 10 paneles conectados al Canal A y el otro de 11 paneles conectados al Canal B de cada inversor, a cada panel se podrá acceder para inspección y mantenimiento por medio de corredores metálicos antideslizantes, en relación a la seguridad de la inspección se ha definido una Línea de Vida a los costados norte y sur del sistema FV, disponible para la conexión de los arneses de seguridad del personal, como se muestra en la Figura 37 siguiente:

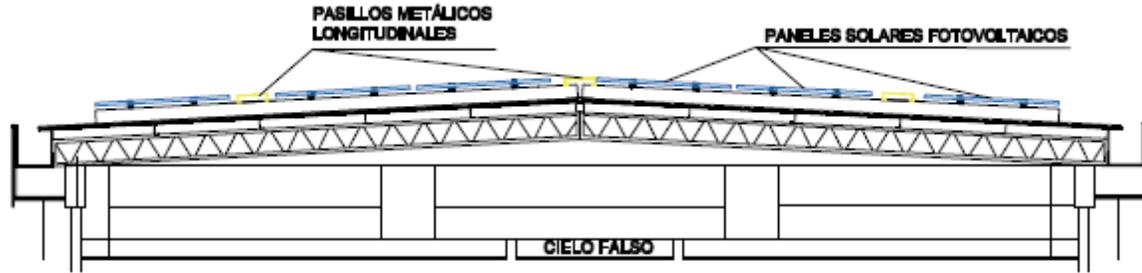
**Figura 37 Distribución de paneles en el techo, vista en planta**



Fuente: elaboración propia.

Y las secciones en diferentes ejes de la distribución de los paneles fotovoltaicos se muestran a continuación en las Figura 38 y Figura 39:

**Figura 38 Sección transversal de la ubicación de paneles en el eje B**

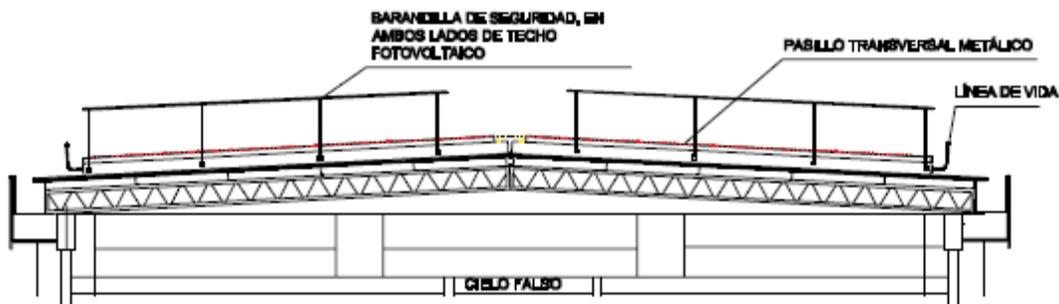


**UBICACIÓN TRANSVERSAL DE  
PANELES Y PASILLO  
SIN ESCALA**

Fuente: elaboración propia.

Adicionalmente a la seguridad del personal de mantenimiento, en el costado Este del sistema FV, el costado de ingreso por las gradas metálicas externas, se ha dispuesto Barandillas de Seguridad, como se observa a continuación en la Figura 39:

**Figura 39 Sección transversal de la ubicación de paneles en el eje A**

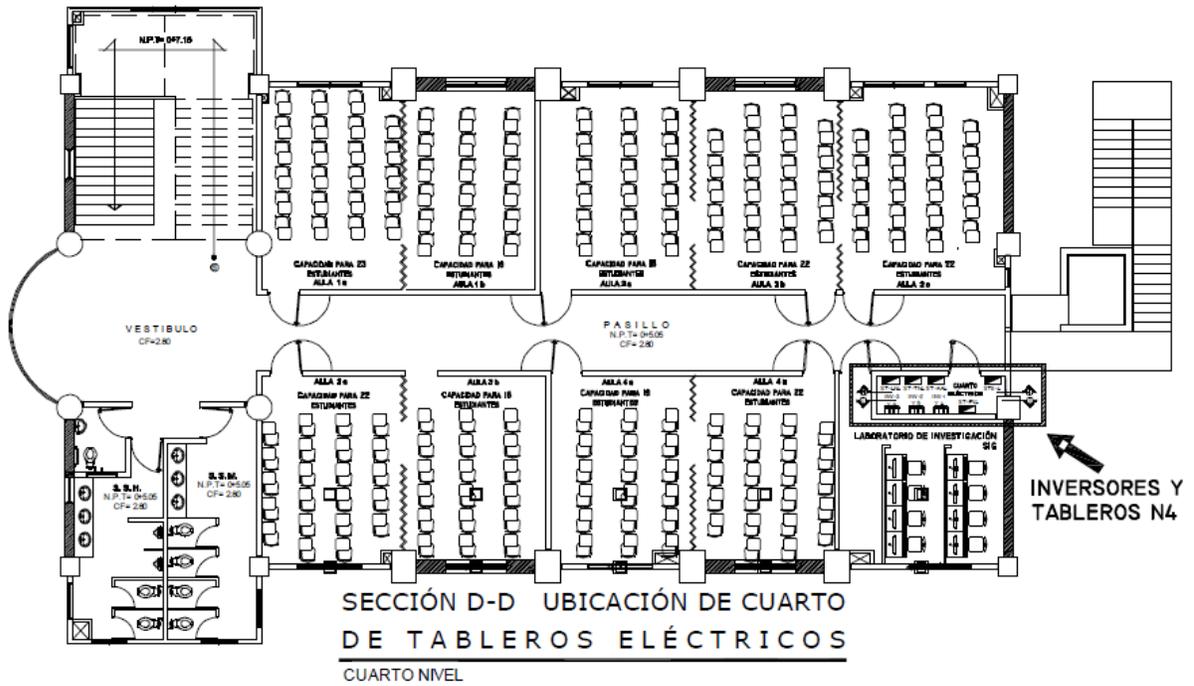


**UBICACIÓN PASILLO, BARANDILLA DE  
SEGURIDAD Y LÍNEA DE VIDA  
SIN ESCALA**

Fuente: elaboración propia.

En la Figura 40 de la vista en planta del nivel 4 se muestra la ubicación del cuarto eléctrico, en el que se instalarán los inversores del generador FV y los sub-tableros de servicio eléctrico dispuesto de ese nivel. Los inversores se conectarán al sub-tablero ST-FV4 y recibe la energía FV producida; a su vez el sub-tablero STG-4 alimenta los sub-tableros ST-LN4 de iluminación, ST-TN4 de tomacorrientes y ST-AA4 de equipos de aire acondicionado.

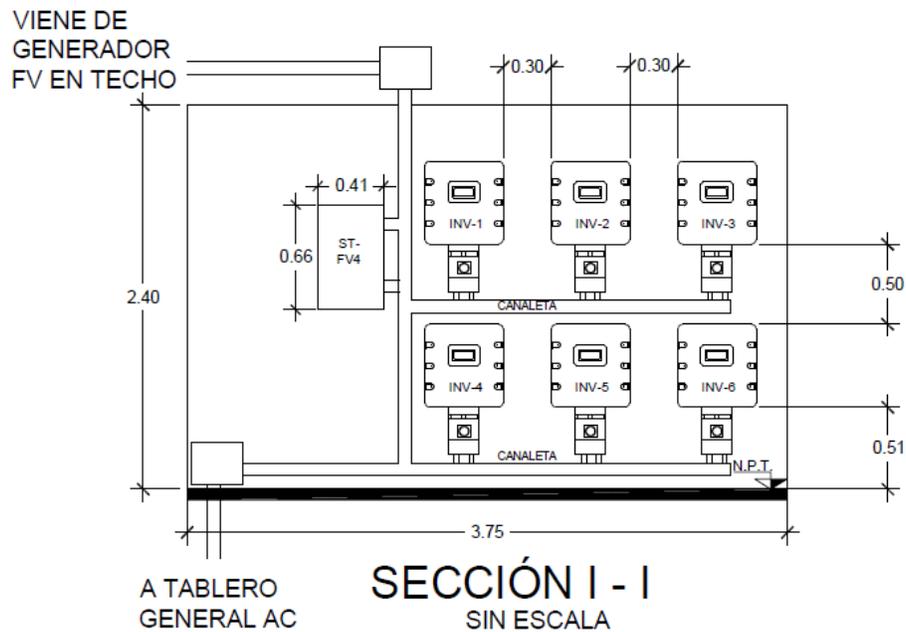
**Figura 40 Vista en planta del Nivel 4 e inversores**



Fuente: elaboración propia.

La Figura 41 Sección I-I, muestra el frente del montaje de los inversores, el sub-tablero ST-FV4 y las canalizaciones provenientes del generador FV, entre inversores y sub-tablero.

**Figura 41 Sección I-I, inversores del Sistema FV y el sub-tablero ST-FV4**



Fuente: elaboración propia.

### 5.3.8 Cálculo de protecciones y conductores del sistema FV

En cuanto a las protecciones y selección de los conductores utilizados en el sistema FV se han calculado y se resumen en el Cuadro 23 Cálculo de protecciones y conductores para string siguiente:

**Cuadro 23 Cálculo de protecciones y conductores para string**

<b>CÁLCULO DE PROTECCIONES Y CONDUCTORES PARA STRING</b>			
<b>Protección de string (amperios)</b>	14.3 A	15 A / 1 P gPV 30KA	Caja de protección de string: Nivel 1
<b>Conductor DC</b>	24 A	2 PV PHTOVOLTAIC CABLE #14 P/L SOLAR XLR 1KV (NEC 250.122)	
<b>CÁLCULO DE PROTECCIONES Y CONDUCTORES PARA INVERSORES</b>			
<b>Protección de inversor</b>	20.8 A	30 A / 1 P gPV 30KA.	
<b>Conductor</b>	28.032 A	2 CABLES THHN 12 AWG + 1 THHN #14 P/T (NEC 310.16)	
<b>Tablero trifásico 24 espacios, barras 200 amp, protección principal 175 amp / 3 p</b>			
<b>Supresor de transientes:</b>	600 V. 80 KA, para aplicaciones PV		

Fuente: elaboración propia.

En cuanto al subtablero eléctrico del sistema Fotovoltaico y los inversores, como se observa en el ANEXO34, SUBTABLERO FOTOVOLTAICO FV-4.

Debido a que a que el número de espacios libres en el Tablero General es escaso, se ha optado por utilizar un subtablero auxiliar, que conecte las cargas de iluminación ST-LN4, tomacorrientes ST-TN4, equipos de aire acondicionado ST-AA4 y el sistema fotovoltaico ST-FV4; el cual se muestra en el ANEXO 32 SUBTABLEROS GENERALES DEL NIVEL 3 STG-3 Y DEL NIVEL 4 STG-4.

## 5.4 Diseño Mecánico

### 5.4.1 Aire Acondicionado

A continuación, se presentará el cálculo del acondicionamiento climático de los niveles 3 y 4 del edificio, considerando las premisas y condiciones de diseño de acuerdo a los usos que se les dará a los recintos.

#### 5.4.1.1 Premisas de diseño de EAA

En los laboratorios químicos y biológicos del tercer nivel se requiere la capacidad de regenerar del 100 % del aire inyectado, debido a: la posible generación de vapores nocivos y evitar la contaminación de las muestras de los estudios y exámenes de Ácidos Desoxirribonucleico (ADN). Otros espacios para este nivel son oficina de secretaría y sala de descanso (cafetería), con sus equipos correspondientes.

Se ha asumido que el número de personas usuarias de los recintos son:

**Tabla 11 Número de personas usuarias de los recintos, Nivel 3**

RECINTOS	# de personas
Laboratorio 1	8
Laboratorio 2	8
Laboratorio 3	8
Laboratorio 4	8
Secretaría	9
Cafetería	6
Total	47

Fuente: elaboración propia.

El cuarto nivel tendrá cuatro aulas, cada una con sistema de división por paredes retractiles con amortiguación de sonido, tipo acordeón, que se adaptan a las necesidades del momento de uso, sin sacrificar el aislamiento acústico que requiere la función docente; también contará con un Laboratorio de investigaciones y centro de cómputo

El número máximo de personas usuarias de cuarto nivel se estiman en:

**Tabla 12 Número de personas usuarias de los recintos, Nivel 4**

RECINTOS	# de personas
AULA 1	50
AULA 2	75
AULA 3	50
AULA 4	50
LABORATORIO 4N	8
TOTAL	233

Fuente: elaboración propia.

También se han estimado las cargas térmicas propias como: las computadoras de docentes y estudiantes, cañones retroproyectores, cafeteras, refrigeradores y otros quipos.

La iluminación ha sido considerada en la carga térmica de los niveles 3 y 4; sin embargo, los pasillos, vestíbulos, sanitarios y gradas, no serán acondicionados.

#### **5.4.1.2 Orientación del edificio**

El eje longitudinal del edificio se orienta de este a oeste, con  $93^\circ$  de azimut, las paredes más largas están al norte y sur del edificio, el frente del edificio está en el costado oeste con una pared de fachada circular de vidrio que permite el ingreso de luz solar y calor al vestíbulo.

De acuerdo a la latitud  $13.8^\circ$  norte y orientación del edificio la pared y las ventanas más soleada en el año, se ubican en el lado sur, y un tiempo a final del año y principios del siguiente en el lado norte, pero es de menor tiempo en el año.

#### **5.4.1.3 Carga térmica y hoja de cálculo**

Para el cálculo de la carga térmica se ha usado por cada espacio la hoja de cálculo del Anexo AA-1, con factores adaptados a una temperatura ambiente de  $35^\circ$  C, también se consideran las condiciones físicas de los espacios y su entorno, en cobertura: techo, paredes, piso; ventanas soleadas, orientación del edificio; y, en las cargas internas se consideran la cantidad de personas y el tipo de actividad, equipos en instalados, iluminación.

#### **Resumen del cálculo de las cargas térmicas**

En los cuadros siguientes se resumen los resultados de los cálculos de la carga térmica en toneladas de refrigeración:

**Tabla 13 Resultados de los cálculos de la carga térmica en toneladas de refrigeración, Nivel 3**

TONELADAS DE REFRIGERACIÓN NIVEL 3					
ESPACIOS	# de personas	Largo (m)	Ancho (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Toneladas Refrigeración
LABORATORIO 1	8	6.3	9.63	169.87	2.41
LABORATORIO 2	8	6.3	8.9	157.00	2.54
LABORATORIO 3	8	5.75	8.9	143.29	2.56
LABORATORIO 4	8	5.75	9.64	155.20	2.45
Secretaría	9	6.3	4.48	79.03	1.45
Cafetería	6	5.75	4.4	70.84	1.64
<b>Total</b>				<b>775.23</b>	<b>13.06</b>

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 14 Resultados de los cálculos de la carga térmica en toneladas de refrigeración, Nivel 4**

TONELADAS DE REFRIGERACIÓN NIVEL 4					
ESPACIOS	# de personas	Largo (m)	Ancho (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Toneladas refrigeración
AULA 1	50	6.3	8.82	155.58	4.60
AULA 2	75	6.3	14.5	255.78	6.68
AULA 3	50	5.75	8.82	142.00	4.59
AULA 4	50	5.75	8.82	142.00	4.73
LABORATORIO 4N	8	5.75	5.1	82.11	1.85
<b>TOTAL</b>	<b>233</b>			<b>777.48</b>	<b>22.45</b>

Fuente: elaboración propia.

#### 5.4.1.4 Modelo de selección de EAA

El Global Selection Software versión 4.7.3, fue el software de selección de los equipos de aire acondicionado VRF, el cual es de la Compañía YORK, y proporcionó el cálculo aproximado y la recomendación de Equipos de Aire Acondicionados (EAA) de acuerdo a sus catálogos; sin embargo, los propietarios del software advierten que no pretenden reemplazar una evaluación exhaustiva realizada por un profesional con experiencia en la instalación de Aires Acondicionados y equipos de calefacción.

Por ello se incluyen la limitante del software de selección VRF, como la imposibilidad de no considerar todos los factores específicos de la ubicación de los elementos del sistema, de tal forma que puedan influir en el modo de funcionamiento óptimo del equipo seleccionado, como son: tuberías, longitudes de cableado, geometría de la red de tuberías, temperaturas de funcionamiento, condiciones físicas continuas del recinto y otros.

Entre las recomendaciones profesionales para la instalación y buen funcionamiento de los EAA, se han obtenido y aplicado las siguientes:

- Ubicación de los equipos externos, en una plataforma especial, utilizando la estructura de las gradas metálicas a la altura del Nivel 3;
- Ubicación de los difusores de las unidades tipo Fanciol;
- Ubicación de las unidades interiores Fancoil sobre el pasillo del Nivel 3, con ubicación estratégica de compuertas para accesos al interior de las unidades para mantenimiento;
- Ubicación estratégica de los difusores de los Fancoil.
- Ubicación de compuertas para accesos al interior de las unidades tipo Cassette, para mantenimiento.
- La ubicación estratégica de todos los sensores de temperatura de cada unidad interior; y otras.

Condiciones de diseño del AA

Las condiciones ambientales del exterior y las condiciones originales del recinto y las que se requieren con la operación del EAA son:

**Cuadro 24 Condiciones de la simulación de software de selección de equipo**

Condiciones de la simulación	Exterior (aire)	Interior (aire)
	35 °C	27 °C Temperatura promedio
Refrigeración	Temperatura promedio Ambiente Externo	Ambiente Interno 19.6°C Temperatura Baja (51% Tiempo)

Fuente: elaboración propia.

Con las condiciones y las premisas, se procede a la selección de los equipos de aire acondicionado.

#### 5.4.1.5 Selección de los equipos.

Como resultados, los EAA recomendados por el software de elección VRF para los niveles 3 y 4 del edificio son:

**Tabla 15 De equipo de aire acondicionado recomendado para Nivel 3**

RECOMENDACIÓN PARA NIVEL 3		EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO CONDENSADOR 14 Tn	
RECINTOS	Toneladas refrigeracion	CANTIDAD Y TIPO	EQUIPO TN Refrig
Laboratorio 1	2.41	1 FANCOIL 3 TN	3
Laboratorio 2	2.54	1 FANCOIL 3 TN	3
Laboratorio 3	2.56	1 FANCOIL 3 TN	3
Laboratorio 4	2.45	1 FANCOIL 3 TN	3
Secretaría	1.48	1 CASSETT 2 TN	2
Cafetería	1.64	1 CASSETT 2 TN	2
<b>Total</b>	<b>13.08</b>		<b>16</b>

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 16 De equipo de aire acondicionado recomendado para Nivel 4**

RECOMENDACIÓN PARA NIVEL 4		EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO CONDENSADOR 21 Tn	
RECINTOS	Toneladas refrigeracion	CANTIDAD Y TIPO	EQUIPO TN Refrig
AULA 1	4.57	2 CASSETT 2.5 TN	5
AULA 2	6.76	3 CASSETT 2.5 TN	7.5
AULA 3	4.64	2 CASSETT 2.5 TN	5
AULA 4	4.73	2 CASSETT 2.5 TN	5
LABORATORIO 4N	1.84	1 CASSETT 2 TN	2
<b>Total</b>	<b>22.54</b>		<b>24.5</b>

Fuente: elaboración propia.

#### 5.4.1.6 Selección de gas

En cuanto a la parte ambiental, todos los sistemas inverter actualmente y de acuerdo a los tratados internacionales, para la protección de la capa de ozono, solamente utilizan refrigerante R410A.

Sin embargo, es de observar que el R410A produce calentamiento global, por ello se están evaluando nuevas alternativas, una de las cuales es el refrigerante HFC<sup>7</sup> R32. El Cuadro siguiente muestra las diferencias ambientales de los gases de refrigeración R410A y R32.

**Tabla 17 Gases de refrigeración R410A y R32, y su potencial ambiental GWP y ODP**

	R410A	R32
Composición	Mezcla: 50% de R32 + 50% de R125	R32 puro (sin mezcla)
GWP (Potencial de Calentamiento Global)	2087.5	675
ODP (Potencial de degradación de ozono)	0	0

Fuente: Aircon Panasonic<sup>8</sup>.

Actualmente, ambos gases son los más eficientes en el mercado, sin embargo, se puede identificar diferencias, entre las cuales se tienen:

- Se utiliza un 30% menos de refrigerante en cada carga que el R410A, lo cual se traduce en un menor consumo y, por tanto, menor gasto de gas.
- El precio del R32 es mucho más económico que el del R410A.

Por instrucciones de seguridad industrial para el manejo de refrigerantes sus vapores no son tóxicos, pero en su mayoría son más densos que el aire, de tal forma que se debe evitar trabajar con ellos en ambientes cerrados o con poca ventilación natural.

La recomendación es que, al existir una fuga grande de gas en un lugar con poca circulación de aire, en donde el refrigerante sustituye al aire en el ambiente y a su vez disminuye la cantidad de oxígeno disponible para la respiración, provocando que las probabilidades de asfixia aumenten para los técnicos, los síntomas causados por la inhalación de gas refrigerante son: dificultad para respirar (disnea), pérdida de coordinación psicomotriz, aumento ritmo cardiaco e inconsciencia.

<sup>7</sup> HFC→ Hidrofluorocarbonos

<sup>8</sup> Página web [https://www.aircon.panasonic.eu/ES\\_es/blog/7-diferencias-que-no-sabias-entre-el-gas-r32-y-el-r410a/](https://www.aircon.panasonic.eu/ES_es/blog/7-diferencias-que-no-sabias-entre-el-gas-r32-y-el-r410a/)

Ante una situación de este tipo, se debe salir inmediatamente al aire libre y buscar ayuda, porque la prolongada exposición al refrigerante puede causar la muerte por asfixia.

El gas refrigerante se encuentra cargado en la unidad exterior, en la cantidad que el fabricante disponga; sin embargo, debido a la longitud, diámetro de las tuberías y unidades internas es necesario adicionar refrigerante al sistema en la cantidad correspondiente a la extensión, los cual es una salida del software del fabricante. Para el caso en el cuadro siguiente se muestra la cantidad de refrigerante de fábricas y la cantidad de adicional necesaria.

**Tabla 18 Refrigerante R410A, carga de fábrica y adicional**

CARGA DE REFRIGERANTE	Refrigerante R410A (libras)	
	EAA NIVEL 3	EAA NIVEL 4
	Commercial VRF HP, JTOH-BS1 JTOH180VPERBS1	Commercial VRF HP, JTOH-BS1 JTOH260VAERBS1
Carga de refrigerante de la unidad exterior (cargade fábrica)	23.6	35.5
Carga de refrigerante adicional (unidad exterior+tubería)	18.0	29.5
Total	41.6	65.0

Fuente: elaboración propia.

#### **5.4.1.7 Tubería**

El refrigerante en estado líquido se traslada del compresor (unidad exterior) al evaporador (unidad interior) y retorna en estado gaseoso, por medio de tubería normalmente de cobre, cuyas uniones son soldadas entre tuberías y equipos, estas uniones y el tratamiento de la tubería tiene un procedimiento definido por el fabricante del equipo.

Las longitudes de las tuberías para los EAA de los Niveles 3 y 4, y las reglas y condiciones máximas de diseño de las tuberías, se muestran a continuación:

**Cuadro 25 Condiciones, reglas de tubería y capacidad de carga del EAA**

REGLAS DE LA TUBERÍA		Tubería por sistema en metros		Máximo en metros
		EAA NIVEL 3 Commercial VRF HP, JTOH-BS1 JTOH180VPERB S1	EAA NIVEL 4 Commercial VRF HP, JTOH-BS1 JTOH260VAERB S1	
Longitud	Longitud total de la tubería	52	77	1,000
	Máxima longitud de tuberías (longitud actual)	36	32	165
	Máxima longitud de tubería entre el primer multi-kit y cada unidad interior	41	38	190
	Máxima longitud de tubería entre cada multi-kit y cada unidad interior	24	17	90
	Diferencia de altura entre unidades (unidad exterior más alta)	5	8	40
	Diferencia de altura entre unidades (unidad exterior más baja)	0	2	110
	Diferencia de altura entre unidades interiores	0	0	40
Altura	Máxima longitud de tubería entre el primer multi-kit y cada unidad interior	0	3.5	30
Unidades interiores conectables (mínimo / recomendado / máximo)	6	10	1 / <b>16</b> / 26 (Nivel 3) 1 / <b>26</b> / 43 (Nivel 4)	
Capacidad conectada (mínimo - máximo)	117%	114%	50% - 130%	

Fuente: elaboración propia en base a los datos de Informe de selección del sistema VRF, proyecto: UES 2019

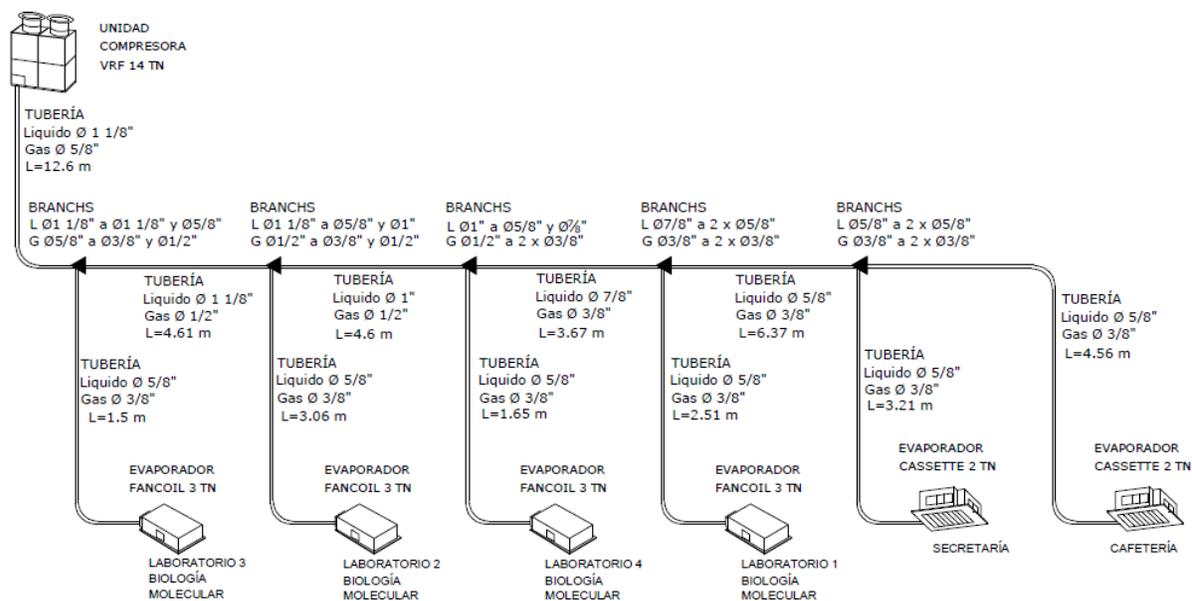
Todas las condiciones de la tubería del proyecto cumplen con los requerimientos de las reglas de tubería según los equipos recomendados, así como la cantidad de unidades interiores conectables y la capacidad conectada.

En los diagramas de las Figura 42 y Figura 43 se muestran las tuberías de líquido y gas, los ramales, los accesorios de derivación, los equipos condensadores (unidades exteriores) y evaporadores (unidades interiores), los diámetros y las toneladas de refrigeración de los equipos de EAA de los Niveles 3 y 4.

En los diagramas de tubería se observan los dos diámetros de tubería, uno para líquido con fluido de la unidad compresora a las unidades evaporadoras, pasando por los *Branchs*

(derivaciones o ramales) que regulan el fluido de acuerdo a la demanda de cada evaporador; y, el otro es la tubería de retorno en forma gaseosa del refrigerante para cerrar el ciclo.

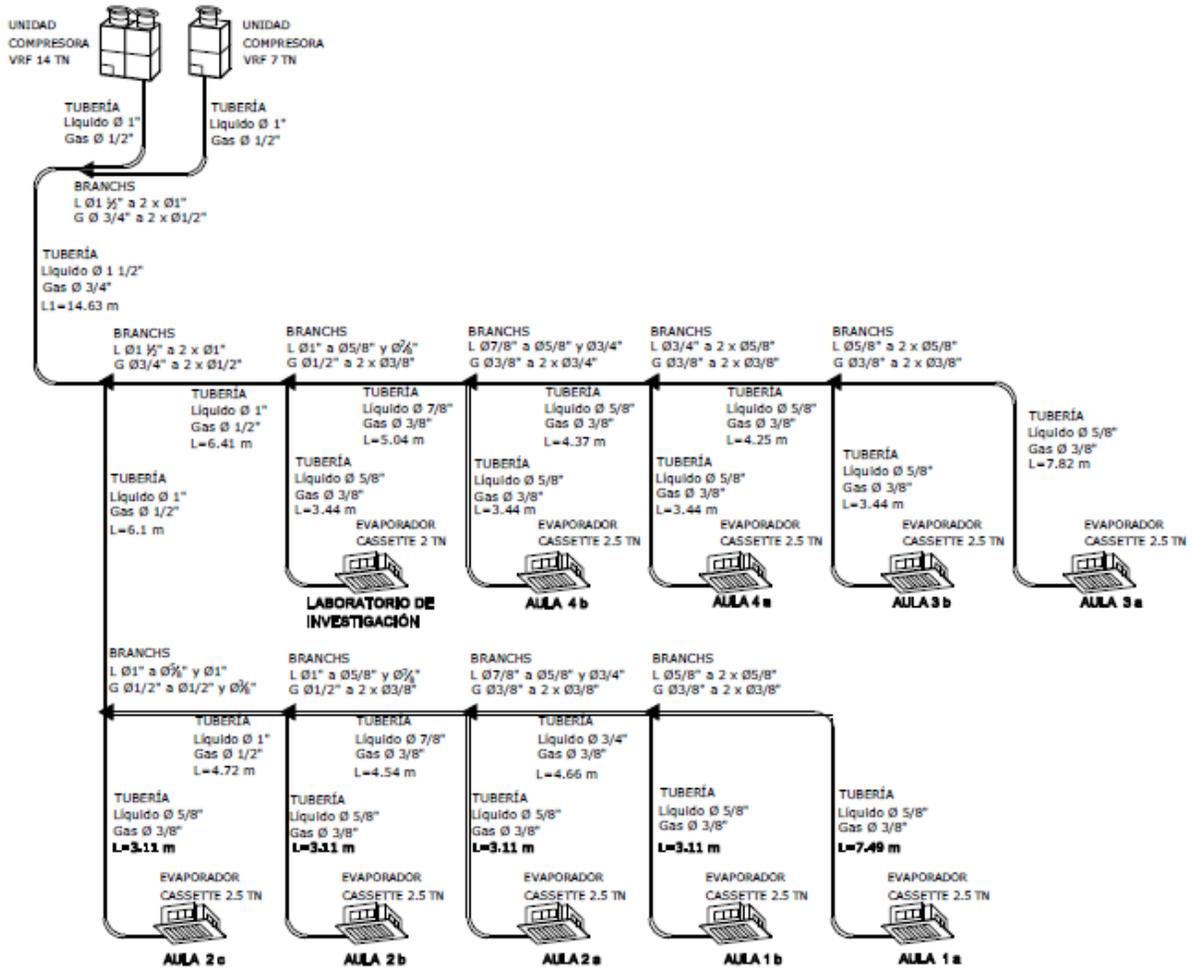
**Figura 42 Diagrama de tubería y EAA del Nivel 3**



Fuente: elaboración propia.

De igual forma en el siguiente diagrama del EAA del Nivel 4, se definen los diámetros de las tuberías de fluido de refrigerante en estado líquido y gaseoso, sin embargo, la unidad condensadora se compone de dos unidades, la mayor es la unidad master que dirige la unidad menor que es la esclava. En ambos casos la unidad condensadora tiene el control automático de operación y registro de las unidades esclavas y de las unidades interiores, en el condensador se tiene el panel de control de cada sistema.

Figura 43 Diagrama de tubería y EAA del Nivel 4

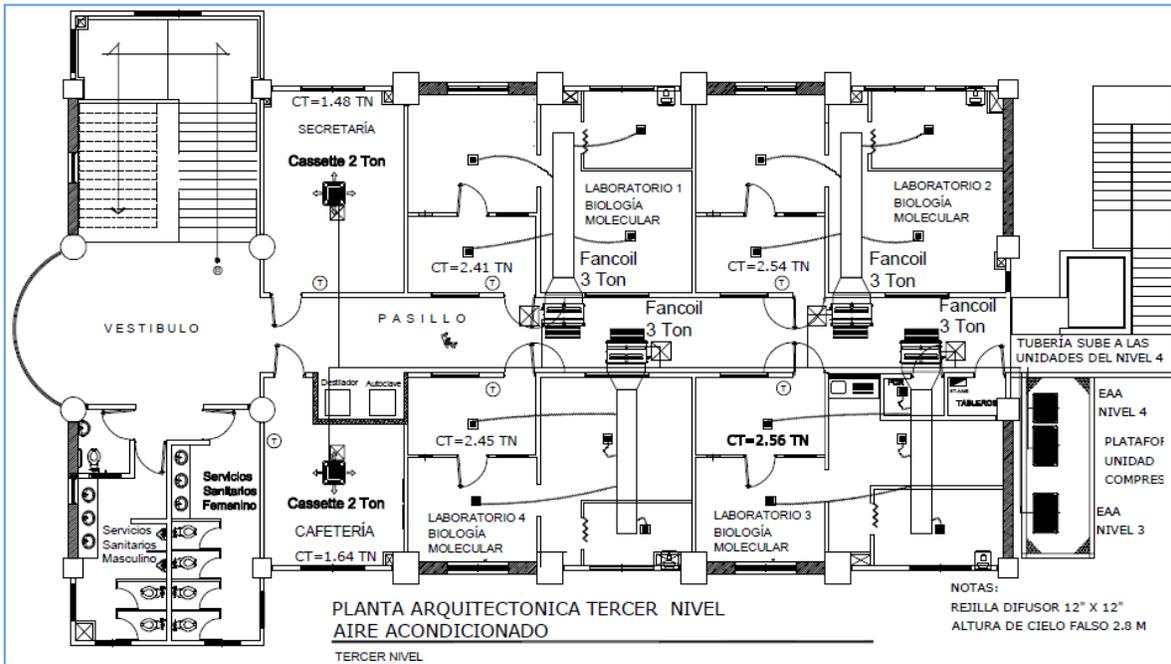


Fuente: elaboración propia.

#### 5.4.1.8 Ubicación de equipo en el edificio

La distribución de las unidades externas e internas de EAA del nivel 3, en donde se puede observar la ubicación de: los difusores, termostatos (altura 1.5 m de NPT), rutas de las tuberías, los equipos tipo Fancoil sobre el pasillo, las escotillas de acceso a los EAA para mantenimiento, de los Fancoil a los difusores se ha utilizado ductería flexible, un extractores de aire al exterior por laboratorio, plataforma metálica externa que soporta los condensadores de los dos sistemas.

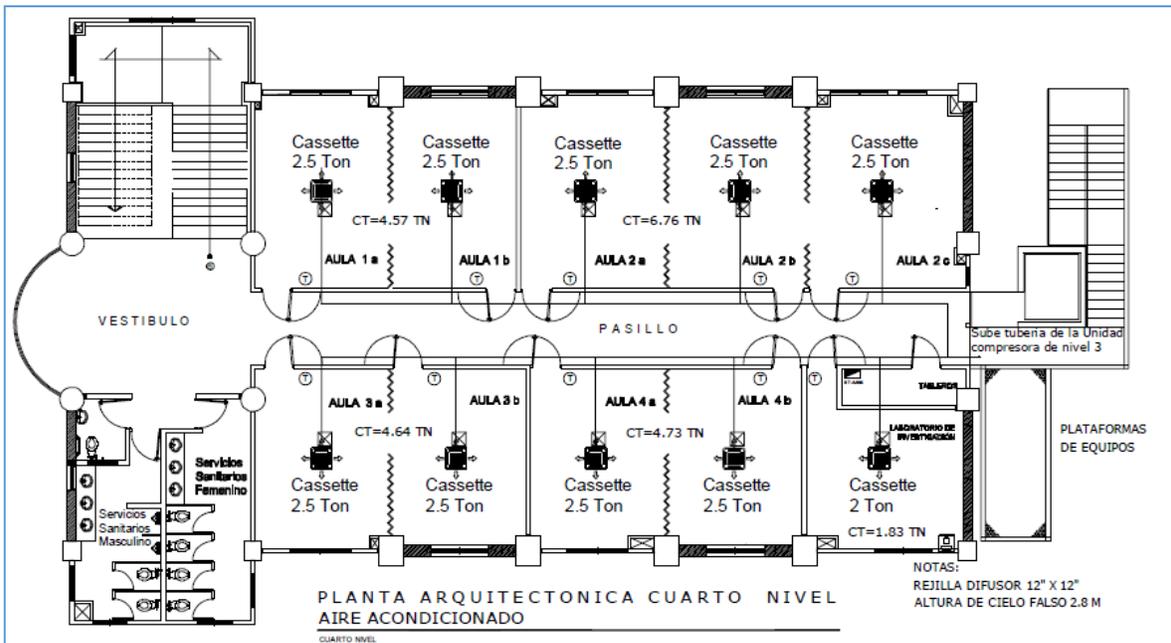
**Figura 44 Ubicación de EAA, vista de planta arquitectónica Nivel 3**



Fuente: elaboración propia.

En la vista en planta del Nivel 4, se muestran la ubicación de: los termostatos, la distribución de la tubería y los equipos cassette.

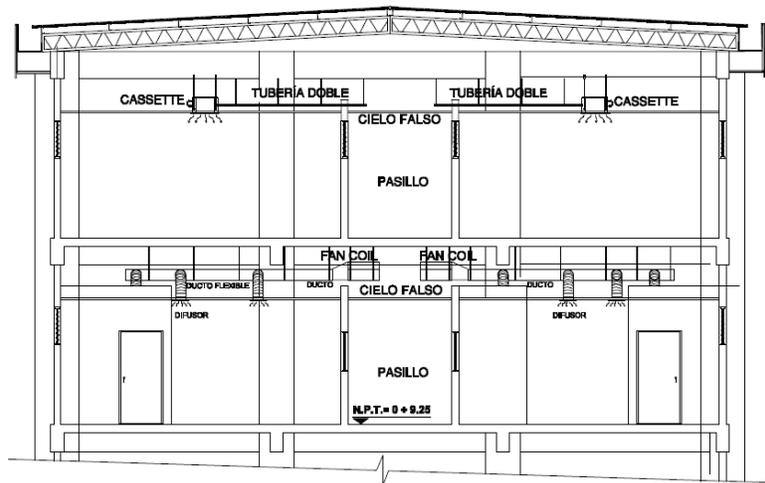
**Figura 45 Ubicación de EAA, vista de planta arquitectónica Nivel 4**



Fuente: elaboración propia.

En la Figura 46 se muestra la sección de los Niveles 3 y 4; observándose en el Nivel 3 la ubicación de los equipos Fancoil, sobre el cielo falso del pasillo, los ductos de distribución rígido y flexibles, y los difusores; y, en el Nivel 4 se observan los equipos Cassette (de 4 vías de salida de aire) y las tuberías de líquido y gas.

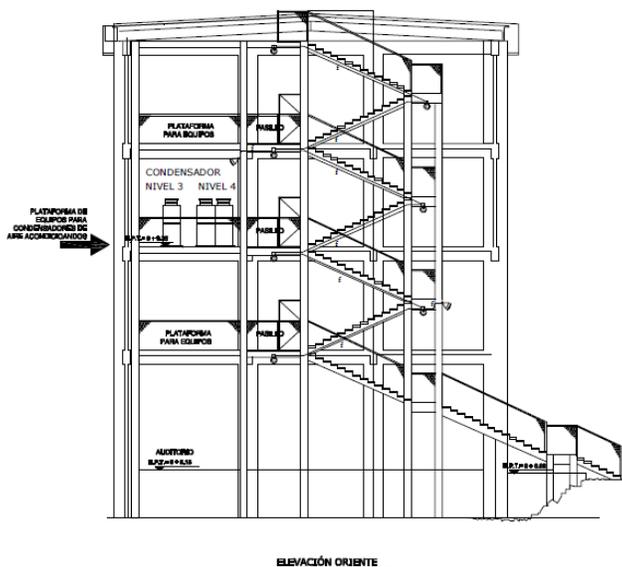
**Figura 46 Sección de los niveles 3 y 4, vista de EAA Fancoil y Cassette, tubería y ductería**



Fuente: elaboración propia.

En la Figura 47 de la Elevación Oriente del edificio, se muestran las gradas metálicas y las plataformas por nivel, en la plataforma del nivel tres se instalarán las unidades exteriores/condensadores de los Niveles 3 Y 4.

**Figura 47 Ubicación de unidades condensadoras en la Elevación Oriente del edificio**



Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a la selección de EAA se tienen los siguientes parámetros de alimentación eléctrica por EAA (condensadores + evaporadores).

**Cuadro 26 De parámetros eléctricos de unidades condensadora y evaporadoras de EAA del Nivel 3**

Imagen	Modelo	Alimentación eléctrica	Potencia de entrada en KW	Corriente max en Amp
	JTOH180VPER BS1	220V/3Ph/60 Hz	11.89	61.5
	JTDH112H0NB 0AQ	20V/1Ph/60H z	0.31	1.4
	JTKF071H0PS AQ	220~240V/1P h/50Hz,2 20V/1Ph/60H z	0.15	0.63

Fuente: elaboración propia en base a los datos de Informe de selección del sistema VRF, proyecto: UES 2019

**Cuadro 27 De parámetros eléctricos de unidades condensadora y evaporadoras de EAA del Nivel 4**

Imagen	Modelo	Alimentación eléctrica	Potencia de entrada en KW	Corriente max en Amp
	JTOH260VAE RBS1	220V/3Ph/60 Hz	16.27	87
	JTKF080H0PS AQ	220~240V/1P h/50Hz,2 20V/1Ph/60H z	0.15	0.63
	JTKF071H0PS AQ	220~240V/1P h/50Hz,2 20V/1Ph/60H z	0.15	0.63

Fuente: elaboración propia en base a los datos de Informe de selección del sistema VRF, proyecto: UES 2019

#### **5.4.1.9 Conexión de control y potencia.**

Las conexiones de los EAA VRF son dos, el cable de control de dos hilos, que sirve para emitir y recibir las señales de control desde la unidad condensador master a las demás unidades condensadoras (esclavas) y a las unidades evaporadoras; el cable de potencia para baja tensión (menor de 600 V), para el caso de las unidades externas/ condensadores cable trifásico de tres hilos y para las unidades internas/ evaporadores cable monofásico de dos hilos; y, el cable de puesta a tierra conectado a cada equipo. La puesta a tierra de todas las instalaciones del edificio debe estar conectada a la red de tierra general del edificio, con el cable adecuado, para evitar diferencias de potencial.

Las características del cable de control recomendado son:

- Sección mínima de conductor de control 2 x 0.75 mm<sup>2</sup> (hasta 500 m) + conductor a tierra conectado al mismo punto;
- Conductor doble con pantalla protectora, no polarizado;
- Un control tendrá la capacidad sobre 16 unidades máximo; y,
- Dos controles se pueden conectar al mismo grupo de unidades, teniendo el segundo control el esclavo.

Los diagramas de conexión eléctrica y control de los EAA de los Niveles 3 y 4 se presentan en el Anexo 48 AA-4, y los cuadros eléctricos de los subtableros de EAA se presentan en el Anexo 47 AA-3.

#### 5.4.1.10 Cálculo de consumo y ahorro eléctrico

Debido a que la unidad exterior, compresor o condensador es el de mayor consumo energético del sistema, se realizará un ejemplo del cálculo comparativo de la energía que consumen un equipo VRF y un Convencional, partiendo del indicador Seasonal Energy Efficiency Ratio (SEER), por definición el SEER es:

$$SEER = \frac{BTh/h}{KWh} \quad \text{Ecuación 9}$$

Donde:

BTU/h: es la potencia de salida en unidades

KWh: es la potencia eléctrica de entrada del sistema en unidades

#### Cuadro 28 Comparativo de consumo de EAA tipo VRF vs Convencional, y ahorro

##### CÁLCULO DE CONSUMO Y AHORRO ANUAL

EAA INVERTER/VRF	Toneladas de Refrigeración	SEER	KWH	KWH /año	Tarifa US\$/KWh	Consumo anual US\$
UNIDAD EXTERIOR NIVEL	14	19	2.59	4,476.79	0.1289085	\$ 577.10
UNIDAD EXTERIOR NIVEL	21	19	3.89	5,036.39	0.1289085	\$ 649.23
			<u>6.48</u>	<u>9,513.19</u>		<u>\$ 1,226.33</u>
EAA CONVENCIONAL	Toneladas de Refrigeración	SEER	KWH	KWH /año	Tarifa US\$/KWh	Consumo anual US\$
UNIDAD EXTERIOR NIVEL	14	13	3.79	6,543.01	0.1289085	\$ 843.45
UNIDAD EXTERIOR NIVEL	21	13	5.68	7,360.88	0.1289085	\$ 948.88
			<u>9.47</u>	<u>13,903.89</u>		<u>\$ 1,792.33</u>

Notas: Tarifa US\$/KWh, del Pliego tarifario vigente a partir del 15/01/2020, CAESS -Grandes demandas, mayor de 50 KW, Media Tensión con medidor horario, aplicado el promedio de Punta y Resto  $(0.133656+0.124161)/2 = US\$0.1289085/KWh$ .

Ahorro anual	\$ 566.00	Y	4,390.70 KWH /año
--------------	-----------	---	-------------------

Fuente: elaboración propia en base a los datos de Informe de selección del sistema VRF, proyecto: UES 2019.

Para obtener el tiempo de recuperación de la inversión (simple), se estima que el costo unitario del EAA/ VRF es de US\$1,879.97/Tn → 35 Tn costarían US\$65.798.95; y el costo unitario de un EAA /Convencional es de US\$1,600/Tn → 35 Tn costarían US\$ 56.000. La diferencia es de US\$ 9,798.95 y con el ahorro indicado, se recuperaría en 17.3 años.

#### 5.4.2 Protección de ventanas del sol

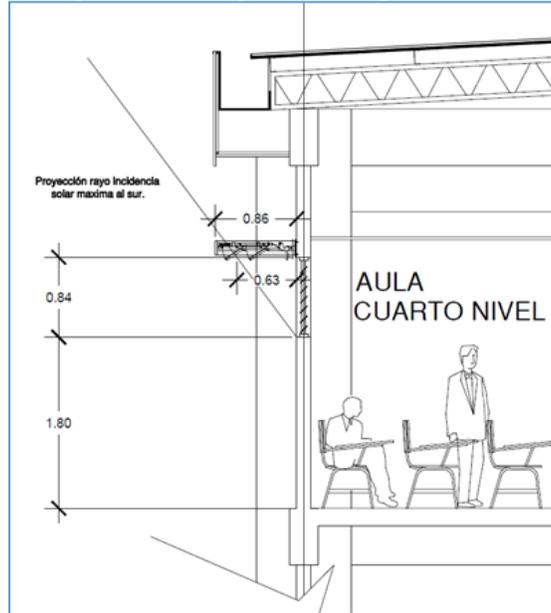
Los cortasoles, también llamados parasoles o tapasoles, son una de las formas que reduce la incidencia del sol en las ventanas, así partiendo de la latitud del proyecto (13.719° norte), que el ángulo de declinación de la tierra es de 23.5° y la altura de las ventanas norte y sur es de 0.84 metros, se presenta el Cuadro 29, donde se presentan los largos mínimos de las marquesinas sur y norte.

**Cuadro 29 Largos mínimos de las marquesinas sur y norte**

Concepto	Dato	
Latitud proyecto	13.719	Grados
Ángulo de declinación	23.500	Grados
Ángulo proyección marquesina sur	9.781	Grados
Ángulo proyección marquesina norte	37.219	Grados
Altura de ventana	0.840	metros
Largo mínimo de las marquesinas norte	0.145	metros
Largo mínimo de las marquesinas sur	0.638	metros

Fuente: elaboración propia.

**Figura 48 Largo de marquesina sur**



Fuente: elaboración propia.

### **5.4.3 Movilidad vertical**

Con el objeto de desarrollar una propuesta de ampliación incluyente del edificio de postgrado, se ha considerado la instalación de un ascensor / monta carga, para el servicio de capacidades especiales y cargas pesados que deban trasladarse a los pisos 2, 3 y 4, aprovechando la estructura de las gradas metálicas del costado oriente del edificio, por lo que no se considera un servicio normal del edificio para todos los estudiantes y profesorado, en esas condiciones la propuesta de ascensor es los cuadros siguiente.

#### **5.4.2.1 Datos técnicos de elevadores para pasajeros**

De acuerdo a la información de la oferta de un ascensor de la empresa O&G Inversiones N° OG101-859, que es suficiente para los requerimientos de movilización vertical del edificio, se presentan los siguientes cuadros:

### Cuadro 30 Características técnicas del ascensor

Proyecto	FACULTAD AGRONOMÍA UES
Marca de Elevador	FUJI
Cantidad de elevador/es	(1)UNO para pasajeros
Tipo de elevador	Tracción sin cuarto de máquinas (MRL's)
Norma	EN 81 (Norma europea)
Máquina sin engranajes	Gearless Tracción <i>(De bajo consumo energético y bajo mantenimiento)</i>
Número de Paradas/Niveles	4/4
Recorrido	13450 mm (aproximadamente)
Velocidad	1.0 m / s
Capacidad	450 Kg (6 PASAJEROS)
Sistema de control	VVVF (Microprocesador electrónico)
Aperturas de Puertas	VVVF. Apertura central
Dimensiones de puertas de cabina	800 mm ancho X 2100 mm alto en acero inoxidable #304
Operación	Simple
Dimensiones de ducto	1850 mm fondo X 1700 mm ancho
Sobre-recorrido superior	3700 mm
Foso	1220 mm
Voltaje	208 VAC ; 3Ph; 60Hz
Motor de tracción	4.3 kW
Cuarto de máquinas	N/A
Tipo de amortiguador	Hidráulico
Sistema de Emergencia	N/A

Fuente: Oferta ascensor O&G Inversiones N° OG101-859.

### Cuadro 31 De otras funciones del ascensor

OTRAS FUNCIONES	
Retorno a nivel designado para atención de emergencia	Control colectivo contra incendios, El elevador se omáticamente en la planta principal cuando es activado de incendio.
Sistema de parqueo (cuando el elevador no esté en uso)	Servicio de emergencia independiente (atención de emergencia únicamente desde el interior de cabina)
Iluminación de emergencia por falta de energía en cabina	Intercomunicador
Protección de sobrecarga	Detección de carga completa

Fuente: Oferta ascensor O&G Inversiones N° OG101-859.

### Cuadro 32 De especificaciones de cabina

ESPECIFICACIONES DE CABINA	
Modelo	Clásico de Acero Inoxidable #304
Panel Interior de cabina	Acero Inoxidable #304.
Puertas de cabina	Acero Inoxidable #304; AC / VVVF.
Cielo de cabina	Suspendido de acero Inoxidable #304 y pantalla difusora/ Iluminado con lámparas LED
Pasamanos	Tubular de acero inoxidable al fondo de cabina
Ventilador	Uno al centro de cabina (Extractor de aire)
Dimensión Interna de cabina	1050 mm ancho X 1200 mm fondo
Altura de cabina	2200 mm
Botonera de cabina	Modelo: FJ-C(Z)02 en acero Inoxidable
Botones Pulsadores	Iluminado, sistema Braille
Indicador de Posición	LCD
Iluminación de cabina	110 VAC / 1 Ph / 60Hz
Piso	Rebajado para Cerámica (espesor 20 mm)
Señal de aviso de llegada a nivel de piso	Gong
Luz y Alarma de Emergencia	Estándar
Protección de Puerta	Cortina Infra-Roja 2D

Fuente: Oferta ascensor O&G Inversiones N° OG101-859.

**Cuadro 33 De características del pasillo del ascensor**

PASILLO	
Botoneras de llamadas de pasillo	Modelo FJ-C(Z)02 en acero Inoxidable, Uno por nivel
Indicador de posición de pasillo	Modelo FJ-C(Z)02 en acero Inoxidable, Uno por nivel
Puertas de pasillo	En Acero Inoxidable
Dimensión de puertas de pasillo	800 mm ancho X 2100 mm alto en acero inoxidable
Mochetas de Puertas de pasillo	En Acero Inoxidable de 50 X30mm

Fuente: Oferta ascensor O&G Inversiones N° OG101-859.

**Figura 49 De cabina y botonera del ascensor**



MODELO CABINA CLÁSICA



MODELO BOTONERAS

#### 5.4.2.2 Características generales

##### *MÁQUINA*

La máquina de tracción es del tipo Gearless de Imán permanente, síncrono sin engranajes, de corriente alterna, alta eficiencia energética, alto torque, auto-enfriamiento, bajo mantenimiento, es un motor ecológico pues no utiliza aceite ni otros contaminantes; la máquina es especialmente diseñada y fabricada para el servicio de elevadores. La polea de tracción es fundida, proveyendo máxima tracción con mínimo deslizamiento de cable y

desgaste de las poleas. Se proveerán cables de acero tipo LSZH acorazado resistente al fuego.

### ***CONTROL***

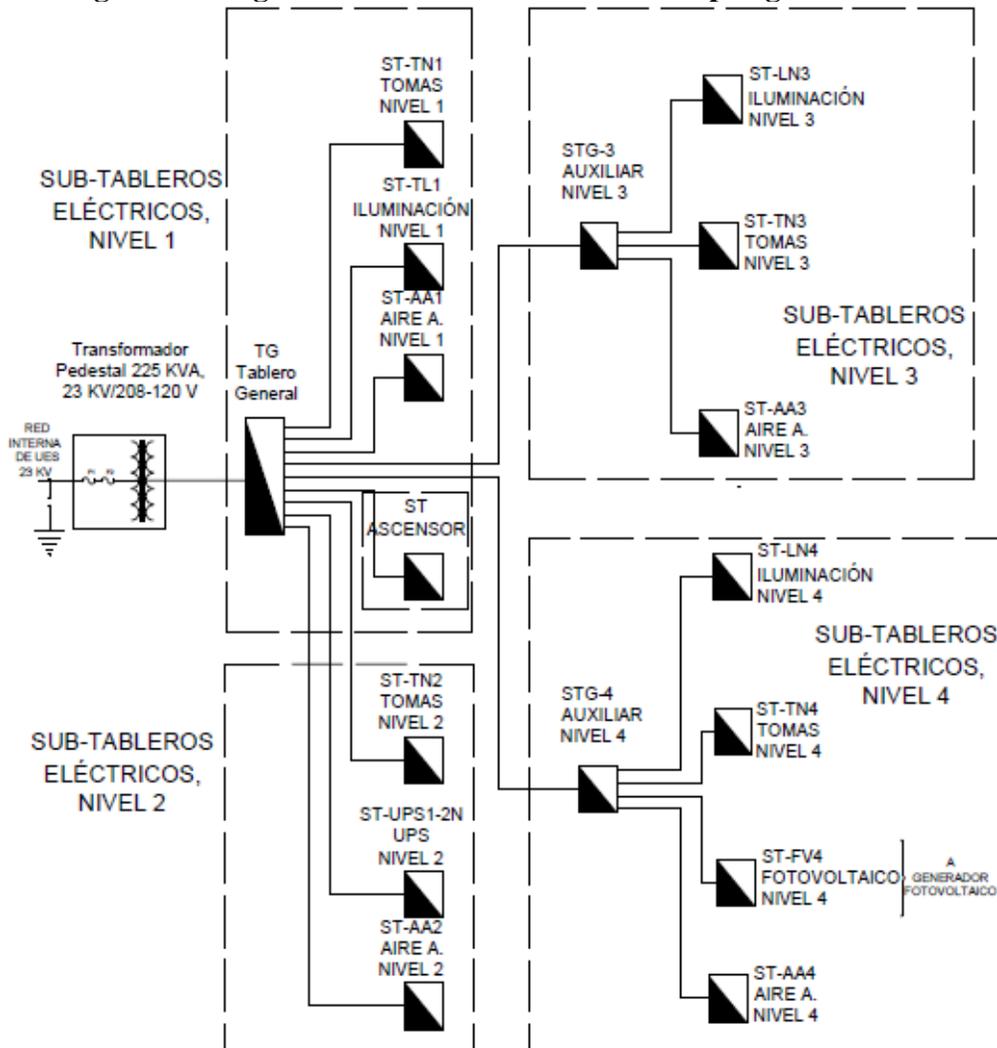
El sistema de accionamiento de Voltaje Variable y Frecuencia Variable (VVVF) es regulado mediante convertidores estáticos a base de DRIVE (IGBT), que están equipados con dispositivos de seguridad y de detección de fallas, que permiten una aceleración y desaceleración gradual de tal manera que mejore la eficiencia en el consumo de energía.

En cuanto a la alimentación eléctrica del subtablero de protección del ascensor se instalará una subtablero con protección termo magnética de 50 amperios 3 polos, en el cuarto eléctrico del Nivel 1, para que el suministrante e instalador coloque el arrancador y las protecciones que precise el sistema.

## **5.5 Diagrama unifilar del edificio de postgrado de FCA.**

De forma panorámica de las instalaciones eléctricas en la Figura 50 se muestra el Diagrama Unifilar AC del edificio de postgrado de FCA, en el que se integran la subestación, el Tablero General, los subtableros de cada nivel y el auto-generador fotovoltaico del techo.

**Figura 50 Diagrama unifilar AC del edificio de postgrado de FCA**



Fuente: elaboración propia.

En el Diagrama Unifilar AC se destaca que las nuevas instalaciones eléctricas para el ascensor, cuyo subtablero de protección se ha conectado directamente al Tablero General (TG); también, que los subtableros auxiliares de los niveles 3 y 4 (STG-3 y STG-4), se conectan al TG; los subtableros de iluminación, tomacorrientes y aires acondicionados de los niveles 3 y 4, se conectan a sus respectivos tableros auxiliares por nivel; y que el Subtablero de sistema Fotovoltaico (ST-FV4) se conecta al STG-4.

## 5.6 Diseño Sistema de Cosecha de Aguas

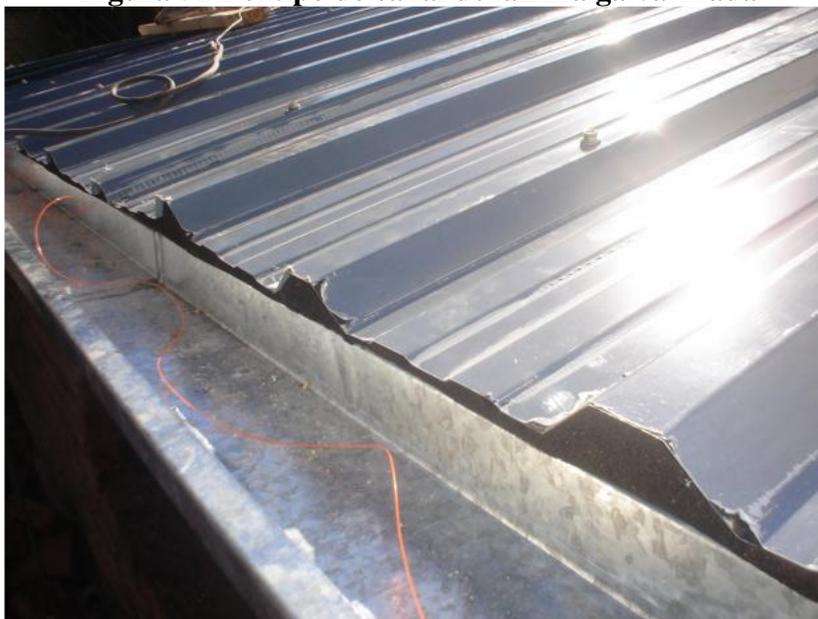
### 5.6.1 Componentes

a) **Captación:** La captación está conformado por el techo del edificio de Investigaciones de la Facultad de Ciencias agronómicas, que ya se ha descrito anteriormente, con una extensión de 457 m<sup>2</sup>, el mismo cuenta con pendiente hacia el norte y sur en su disposición y superficie de cubierta de Lamina de aluminio zinc que facilita el escurrimiento del agua de lluvia hacia el sistema de recolección. En el cálculo se ha considerado únicamente la proyección horizontal del mismo.

El material empleado en la construcción del techos para la captación de agua de lluvia es una lámina metálica insulada (aislada térmicamente con espuma aislante tipo sándwich), que además de ser liviana, fácil de instalar y de bajo mantenimiento, que aun siendo un poco más cara que otros sistemas de techo, es muy usada en los edificios de la Universidad, la que ha demostrado ser resistente, además que brinda mayor aislamiento térmico y protege del ruido en el ambiente que lo cubre, aunado sobre aislamiento acústico que proporciona el cielo falso.

b) **Canaletas de recolección y ducterías de conducción:** Está conformado por las canaletas de lámina galvanizada calibre 26 rectangulares (según diseño), que van adosadas en los bordes más bajos del techo y sujetos mediante estructura metálica, en donde el agua tiende a acumularse antes de caer al suelo (véase Figura 51).

**Figura 51 Del tipo de canal de lámina galvanizada**



Fuente: elaboración propia.

El material de las canaletas es liviano, resistente al agua y fácil de unir entre sí, esto con el propósito de reducir las fugas de agua y disponer de un sistema de mantenimiento accesible tecnológicamente y económico, además se deberá proteger con una malla metálica para evitar el que tanto material orgánico como hojas u otra basura pueda obstruir la conducción de aguas.

Para el caso de las primeras aguas es necesario contar con un dispositivo de descarga, pues constituyen una posible fuente de contaminación.

c) **Interceptor de primeras lluvias:** Conocido también como dispositivo de descarga de las primeras aguas provenientes del lavado del techo y que contiene todos los materiales que en éste se encuentren en el momento del inicio de la lluvia. El dispositivo impide que el material indeseable ingrese al tanque de almacenamiento y de este modo minimizar la contaminación del agua almacenada (ver figura 3). En el diseño del dispositivo se consideró el volumen de agua requerido para lavar el techo, de 1 litro por m<sup>2</sup> de techo.

d) **Almacenamiento:** Es la obra destinada a contener el volumen de agua de lluvia necesaria para suplir las obras de almácigos y otras necesidades del invernadero que requiere las prácticas de la facultad, en especial durante el período de sequía (ver Figura

56). Se seleccionó el sistema de tanques plásticos debido a su carácter duradero y al cumplimiento de las especificaciones siguientes:

- **Impermeable**, lo que evitar la pérdida de agua por goteo o transpiración,
- **Al diseño con tapa para impedir el ingreso de polvo**, insectos y de la luz solar,
- Ya que disponer de una escotilla con tapa sanitaria lo suficientemente grande **permitir el ingreso de una persona para la limpieza** y reparaciones necesarias,
- **La entrada y el rebose cuenta con mallas** para evitar el ingreso de insectos y animales.
- Está dotado de **dispositivos para el retiro de agua y el drenaje**.

### 5.6.2. Tratamiento sanitario

Es necesaria que el agua retirada y destinada al consumo directo de las personas sea tratada antes de su ingesta, dado que el uso será para regadío, no se requiere más tratamiento que la remoción de las partículas que no fueron retenidas por el dispositivo de intercepción de las primeras aguas, y en segundo lugar al acondicionamiento bacteriológico.

El tratamiento será efectuarse por medio de filtros de mesa de arena seguida de la desinfección con cloro.

### 5.6.3. Diseño

Datos de entrada

Área de techo:	457 m <sup>2</sup>
Consumo:	1 Lt x planta x día
Área de almácigos:	286.46 m <sup>2</sup>
Número de plantas a regar:	3372
Coefficiente de escorrentía:	Para Lámina metálica 0.9

Cálculo de la precipitación promedio mensual; a partir de los datos promedio mensuales de precipitación de los últimos 20 años se obtiene el valor promedio mensual del total de años evaluados. Para nuestro caso se dispone únicamente de la base de datos de la estación Meteorológica de Ilopango y datos hasta el 2010. Este valor puede ser expresado en

mm/mes, litros/m<sup>2</sup>/mes, capaz de ser recolectado en la superficie horizontal del techo. Y se transforma a m<sup>3</sup>.

La fórmula para este primer paso es:

$$Pp_i = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} P_i}{n}$$

### Ecuación 10

Y expresa:

n: número de años evaluados

pi: valor de precipitación mensual del mes “i”, (mm)

Pp<sub>i</sub>: precipitación promedio mensual del mes “i” de todos los años evaluados.  
(mm/mes)

ESTACION:	ILOPANGO	LATITUD NORTE:	13°41.9"										
INDICE:	S-10	LONGITUD OESTE:	89° 07.1"										
DEPARTAMENTO:	SAN SALVADOR	ELEVACION :	615 m.s.n.m.										
ELEMENTO:		PRECIPITACION (mm)											
Año/Mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
1991	4	0	0	24	163	345	180	241	341	257	38	25	1618
1992	0	0	0	23	26	326	392	303	321	176	76	21	1664
1993	0	0	10	29	176	333	246	450	397	258	6	0	1905
1994	1	3	1	13	137	153	190	500	360	118	80	2	1558
1995	0	0	2	30	94	306	105	279	339	156	28	17	1356
1996	9	2	0	45	109	204	514	272	343	102	62	0	1662
1997	3	4	19	2	120	349	344	316	382	112	166	0	1817
1998	0	0	0	0	98	254	403	409	111	420	261	2	1958
1999	1	0	8	15	108	240	280	353	368	118	0	13	1504
2000	0	0	0	46	270	108	256	238	334	180	22	0	1454
2001	0	0	0	13	103	215	252	215	221	154	10	0	1183
2002	0	0	15	62	237	259	395	216	227	222	18	0	1652
2003	0	4	58	0	180	277	226	451	284	252	55	7	1794
2004	0	0	10	34	260	185	212	259	355	242	30	0	1587
2005	0	0	1	12	308	231	299	378	580	524	8	0	2341
2006	1	0	6	93	180	231	521	270	286	131	70	12	1801
2007	0	0	9.8	81.5	67.7	135.8	364.9	283	310	272	23	1	1549
2008	1	5	3	113	159	437	411	288	260	358	0	0	2034
2009	3	0	0	17	301	91	219	562	464	220	309	27	2213
2010	0	0	58	54	473	544	530	334	359	24	10	0	2386
Prom	1.17	0.91	9.98	35.31	178.52	261.21	317.01	330.82	332.11	214.80	63.62	6.36	1751.81

Fuente: Tomado de INFORME CLIMATOLÓGICO DE SAN SALVADOR, citado.

Se procede a determinar la demanda: a partir de la dotación asumida por persona se calcula la cantidad de agua necesaria para atender las necesidades de la familia o familias a ser beneficiadas en cada uno de los meses.

### **Ecuación 11**

$$D_i = \frac{Nu \times Nd \times Dot}{1000}$$

En donde:

Nu: número de usuarios que se benefician del sistema.

Nd: número de días del mes analizado

Dot: dotación (L/persona x día)

Di: demanda mensual (m<sup>3</sup>)

Luego procedemos a Determinación del volumen del tanque de abastecimiento; teniendo en cuenta los promedios mensuales de precipitaciones de todos los años evaluados, el material del techo y el coeficiente de esorrentía, se procede a determinar la cantidad de agua captada para diferentes áreas de techo y por mes.

### **Ecuación 12**

$$A_i = \frac{Pp_i \times Ce \times Ac}{1000}$$

Ppi: precipitación promedio mensual (litros/m<sup>2</sup>)

Ce: coeficiente de esorrentía

Ac: área de captación (m<sup>2</sup>)

Ai: Oferta de agua en el mes “i” (m<sup>3</sup>)

A partir de los valores obtenidos en la determinación de la demanda mensual de agua y la oferta mensual de agua de lluvia, se procede a calcular el acumulado de cada uno de ellos mes a mes encabezado por el mes de mayor precipitación u oferta de agua. A continuación, se procede a calcular la diferencia de los valores acumulados de oferta y demanda de cada uno de los meses.

El área de techo del edificio propuesto genera diferencias acumulativas negativas en la mayoría de los meses del año y nos lleva a la conclusión que solo es factible superar la demanda en 4 meses al año, sin embargo debemos acotar que el recurso ahí esta es decir el techo evacuara ese volumen de aguas lluvias se colecte o no, y de hacerse la cosecha de aguas se mitigara el costo del consumo de agua por lo menos esos 4 meses, en otros habrá

reducciones sensibles; aunado al hecho que al menos tres esos meses de saldo rojo no se tiene presencia masiva de estudiantes como lo son diciembre, enero y febrero (si bien esto no implica que los almácigos y viveros no demanden agua).

Se procede a calcular el acumulado de la oferta y la demanda en el mes “i” por medio de la siguiente fórmula:

$$Aa_i = Aa_{(i-1)} + \frac{Pp_i \times Ce \times Ac}{1000} \quad \text{Ecuación 13}$$

En donde:

Aai: oferta acumulada al mes “i”.

Dai: demanda acumulada al mes “i”.

Sobre el Tanque de captación, se procede al cálculo mediante la fórmula:

$$V_i(m^3) = A_i(m^3) - D_i(m^3) \quad \text{Ecuación 14}$$

En donde:

Vi: volumen del tanque de almacenamiento necesario para el mes “i”.

Ai: volumen de agua que se captó en el mes “i”.

Di: volumen de agua demandada por los usuarios para el mes “i”.

$$V_i(m^3) = 136.6 - 101.13$$

$$V_i(m^3) = 35.47 \text{ m}^3$$

De donde deducimos que tres tanques de 10.00 m<sup>3</sup> podrían suplir la demanda, con un manejo y supervisión adecuada para evitar desperdicios.

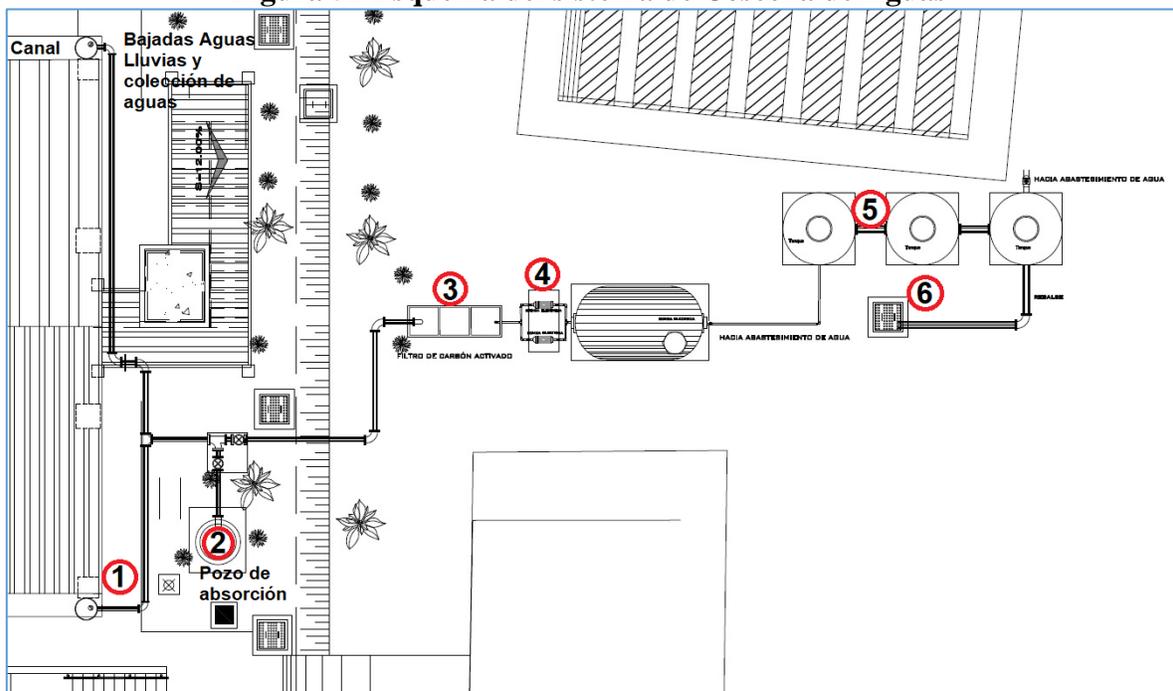
A continuación, se muestra el plano de distribución, en donde podemos ver el proceso siguiente:

1. Se captan las aguas mediante canales de lámina ya descritos, y se conducen por medio de tuberías de PVC de 6" hacia una derivación mediante válvula que nos

sirve para en caso de las primeras lluvias enviarlas a un pozo de absorción o cuando se estén lavando los tanques de almacenamiento.

2. Se Llevan las primeras aguas o las de lavado de canales a pozo de absorción.
3. Posteriormente se pasan a un filtro de Carbón activado o de gravas, de donde el último tanque sirve para bombeo de aguas.
4. Se tiene una batería de bombas para conducir el agua a los tanques de 10 m<sup>3</sup> (3 tanques).
5. Se conduce el agua a los tanques en batería para almacenar el agua, y de ahí pasar a las áreas de almácigos, invernaderos y otros usos agrícolas.

**Figura 52 Esquema del sistema de Cosecha de Aguas**



Fuente: elaboración propia.

### 5.6.3. Demanda de agua dentro de la edificación

La estimación de la demanda de agua dentro de una edificación se encuentra definida dentro del diagnóstico, sin embargo, se ha concluido que el uso del mismo a partir de las variables prioridad y economía del sistema; será lo más óptimo atizarlo en los almácigos e invernaderos ya que minimizan costo de filtrado y tratamiento, al mismo tiempo que es una actividad permanente en la facultad, con lo que su uso será más aprovechado a un menor costo.

El comportamiento de dicha demanda a lo largo del año, está definida por los ciclos académicos y los recesos entre estos periodos, es decir la facultad labora de febrero a junio y de agosto a diciembre con periodos de receso en los intermedios. El periodo seco comienza en noviembre como se explicó en la fase de diagnóstico, y se prolonga hasta abril del siguiente año, pero el receso de diciembre a mediados de febrero en que se reanudan las clases permite hacer cierta economía en este periodo seco, es sabido que habrá consumo, pero disminuido ya que las practicas cesaran en este periodo y se pasara a un periodo de mantenimiento de los plantíos. La teoría orienta a tomar en cuenta las condiciones particulares de cada proyecto, y este caso es uno en que se acola una política o régimen de uso con las condiciones de disponibilidad del recurso y patrón de uso de lo cosechado de una manera muy factible.

Se debe tener claro también que el destino de las aguas lluvias cosechadas no ha de ser en usos generales (sanitarios, orinales, lavado, etc.), es decir no se alimentarán los puntos donde se requiere agua apta para consumo humano, ello en parte debido a la optimización del uso que se explicó en el apartado anterior, aunado a ello, es sabido el deterioro de los equipos como inodoros que utilizan aguas con poco tratamiento, la duplicidad de instalaciones que habría que hacer al utilizarlas en inodoros y la complicación de replantearse las instalaciones en los pisos ya construidos, lo mismo que los costos de tener un sistema de bombeo que esto requeriría. La utilización para riego minimiza estas dificultades, no por ello se dejará de atender el tema de la calidad del agua cosechada.

#### **5.6.4. Arquitectura y estructura del proyecto**

la topología del sistema es típica y aprovecha ciertas condiciones del emplazamiento que benefician al proyecto de manera natural, es decir la ubicación de los almácigos e invernaderos en un área cercana en una suerte de situación, que ahorra costos en el sistema de bombeo, así mismo la ubicación de bajadas de los colectores (canales) en la fachada oriente, donde se colocan los sistemas auxiliares de plataformas de equipos, módulo de circulación de emergencia que generan un efecto cascada, beneficioso en muchos aspectos, como lo explicado sobre el bloqueo de los asoleamientos orientes (durante las mañanas), que de otra forma estarían radiando calor al interior del edificio.

A continuación, se explica la topología diseñada para el sistema.

#### 5.6.4.1. El sistema de uso in situ

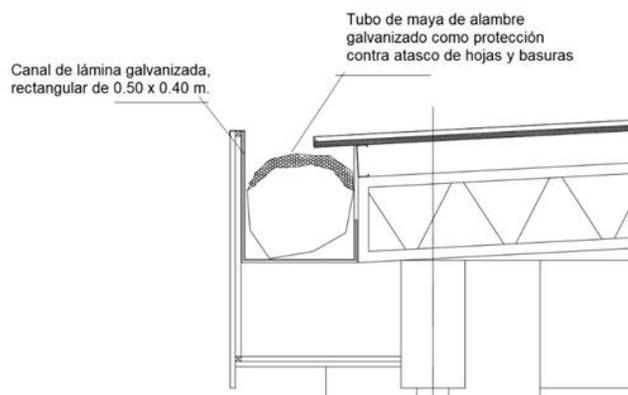
Consta básicamente de tres grandes apartados partes:

- Área de captación,
- Tanque de almacenamiento
- Área de aprovechamiento o demanda de agua, las cuales en el proyecto son riegos de almácigos, lavado de herramientas agrícolas y otros usos no de consumo humano.

#### 5.6.4.2. Área de captación

Está constituida por la superficie de techo en lámina de aluminio zinc como, de ahí es tomado el caudal principal de suministro de donde se adecuara a las bajadas, los canales colectoras de aguas lluvias para su drenaje deberán garantizar una pendiente longitudinal del 2 %, para facilidad de drenaje, la cual debe ser sólida, resistente, de manera que ofrezca continuidad para evitar tropiezos y accidentes, éste punto que ha de ser tomado en cuenta es la vegetación circundante, y que en el campus ha generado múltiple incidentes, los cuales son recurrentes con las lluvias y más aún en las circunstancias actuales de cambios climáticos, en que las lluvias son menos frecuentes y más copiosas en menor tiempo, lo que conduce a una sobre carga en los canales, para evitar esto se debe prever un sistema de proyección de acumulación de hojas y otras basuras en los canales mediante una malla protectora en todo el canal, como muestra la siguiente figura.

**Figura 53 Detalle de protección contra atascamiento de hojas y basura en canales**



Fuente: elaboración propia.

Además de las indicaciones que se especifican:

- Ubicar el lugar de la canaleta y trazar el desnivel que deberá llevar para el flujo del agua. Para esto utilizar la manguera de nivel y marcar los bordes de la canal;
- Anclar los ángulos en L que soportaran la canaleta con tornillos a la viga de coronación;
- Unir las canaletas si es necesario para luces muy grandes. Estas uniones se harán con remaches y se le aplicara un epóxico para evitar la filtración del agua;
- Colocar la canal sobre los soportes anclados y verificar los niveles;
- Anclar con remaches la canal a los soportes; y,
- Instalar la rejilla y la bajante.

### **5.6.5. Obras complementarias**

Estas son obras que son necesarias y pueden estar destinadas al mantenimiento o mejoramiento del sistema, como son: un sedimentador, una un disipador de energía, un equipo de bombeo. Estas obras permiten el arribo del agua captada al almacenamiento con la menor cantidad de sedimentos posible y a una velocidad que no produzca inconvenientes en el flujo, no erosione las paredes y el piso del tanque, que a continuación se detallan:

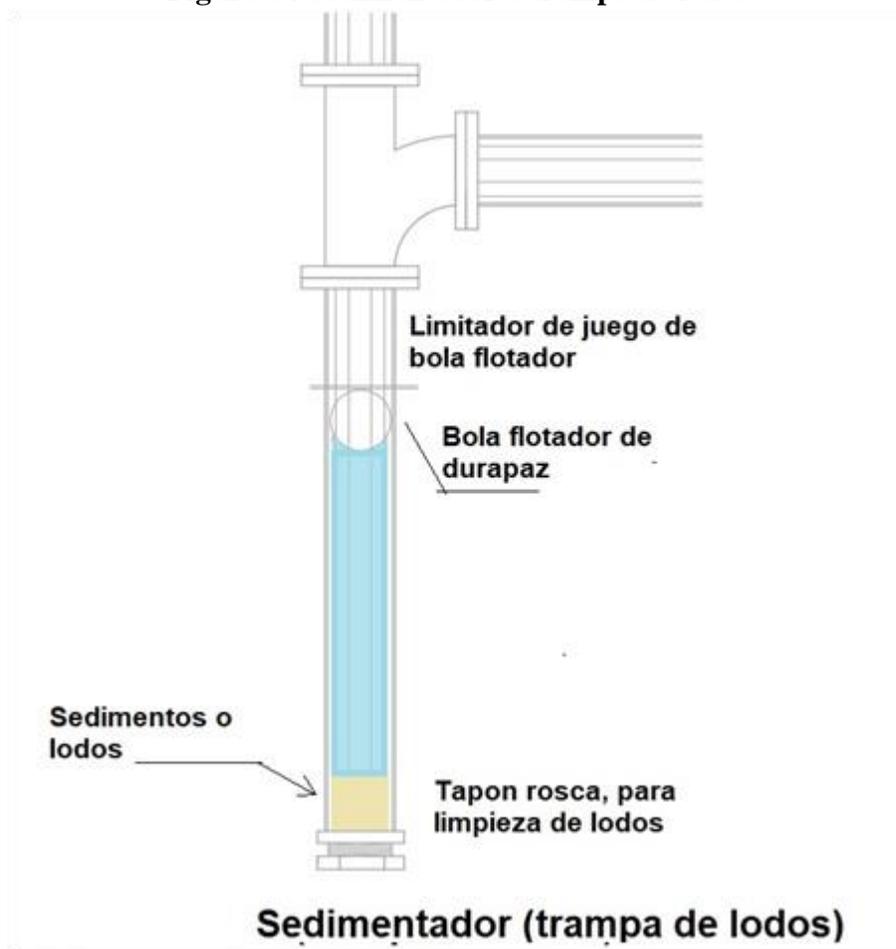
#### **5.6.5.1. Sedimentador:**

Es una de las operaciones más utilizadas en el tratamiento cosecha de aguas lluvias, ya que siempre las aguas colectadas acarrearán polvos, la función de este dispositivo consiste en separar los lodos de una cantidad de agua cosechada, mediante la acción de la gravedad por medio de la cual se depositan en el fondo del dispositivo para luego ser evacuados periódicamente. Este dispositivo será primordialmente útil en la primera escorrentía que actúa como un barrido inicial, en especial después de la temporada la seca, ya que se arrastra polvo, hojas, arenas presentes en las cubiertas y cuando se ha realizado mantenimiento de los paneles solares, que estarán ubicados en la cubierta del edificio.

En este proceso se reducirá la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) del agua de colectada, para reducir la formación excesiva de lodos en el tratamiento posterior y obtener un efluente clarificado, es decir con menos turbidez.

Para el presente diseño se aplicó la técnica de tanque de sedimentación simple (en tubo), y para ello al final de la bajada se coloca un apéndice del tubo con tapón rosca, que servirá para periódicamente limpiar el dispositivo; una bola flotadora de durapax (también conocido como durapaz, o poliestireno expandido EPS) o podría ser un flotador comercial con trampa de retorno, para impedir que salga del dispositivo. Tal como se muestra en la figura siguiente.

**Figura 54 Sedimentador o trampa de lodos**



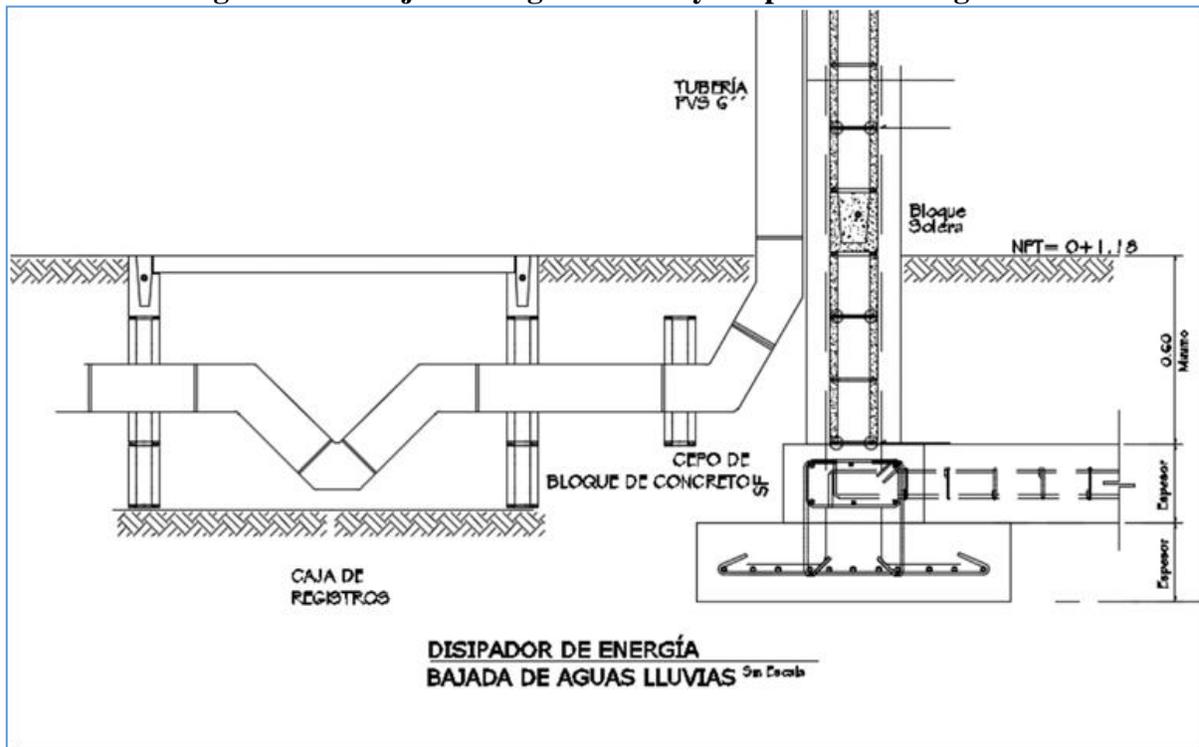
Fuente: elaboración propia.

El sedimentador o trampa de lodos, es un accesorio primario que ayuda a atrapar lodos disueltos en el agua captada, estará colocado al final de cada bajada de aguas lluvias.

### 5.6.5.2. Disipador de energía:

Este tipo de disipador cumple su función al caer el flujo sobre un colchón de agua que forma, en donde la energía es disipada en la zona de contacto entre el chorro y el colchón de agua. A continuación, se muestra una figura con el disipador de energía al pie de soleras, el cepo que se coloca al fondo del segundo derivador de 60 grados tiene la función de dar solides al sistema, aunque no se espera golpes de ariete como en las tuberías de presión sí podrían generarse algunos esfuerzos por lo que este dispositivo es recomendable colocarlo.

**Figura 55 De bajada de aguas lluvias y disipador de energía**

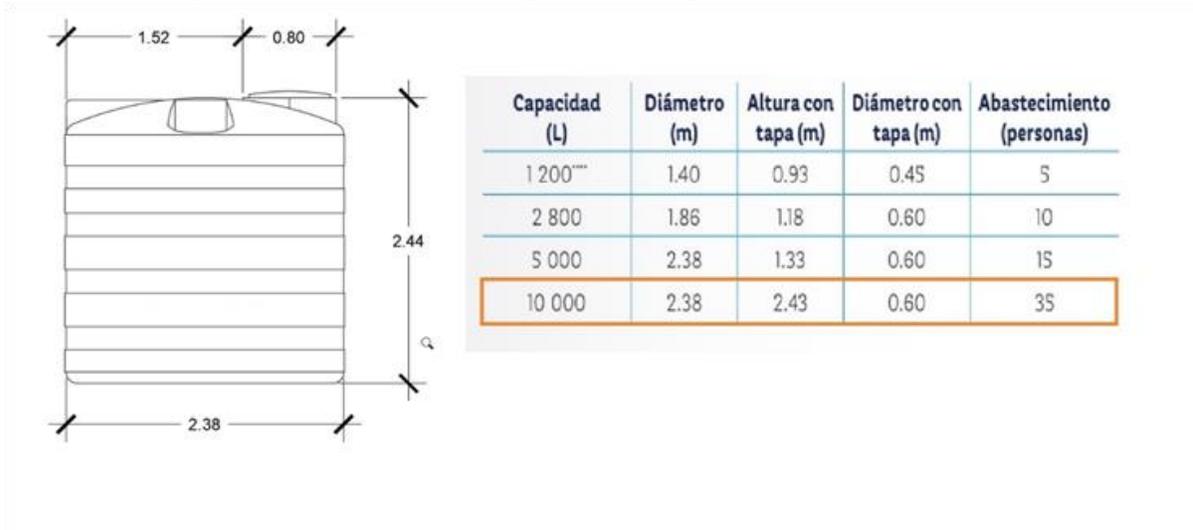


Fuente: elaboración propia.

### 5.6.5.3. Tanque de almacenamiento

Es quizás una de las partes más importantes del diseño, debido a que actúa como regulación del sistema, en el caso de estudio y después de hacer consultas se optó por tanques doble capa, ya que la opción de cisterna es demasiado cara (en el periodo en estudio se realizó una en las cercanías del edificio), por lo que se descartó el diseño en un Tanque Multiuso Doble Capa ya que facilita su limpieza, la verificación del estado del agua contenida y evita la adherencia de cualquier tipo de suciedad, en consecuencia con la capacidad de 10 m<sup>3</sup> cada uno de los tres, como se puede ver en la sección de diseño.

**Figura 56 Detalles del Tanque doble capa de 10,000 lts. (10 m<sup>3</sup>)**



Fuente: elaboración propia.

Una propuesta que se debe tomar es prever que los excedentes se deriven lateralmente, y ser conectados a la red pública pluvial, para el caso en estudio y haciendo uso de una política de uso sustentable estas se conectarán preferentemente a un pozo de absorción de tal manera que se infiltren al subsuelo en vez de saturar las alcantarillas.

### 5.6.5. Mantenimiento y consideraciones de prevención

Con el fin de garantizar la calidad del agua lluvia colectada, es necesario también mantener los procesos de mantenimiento adicionales a los tradicionales, los cuales incluyen mantener limpios los techos que constituyen el área de captación, las bajadas de aguas lluvias de los canales y eliminación de obstáculos que impidan la escorrentía para ello se describió la colocación de protectores de basuras anteriormente, pero también se deberán mantener acciones de limpieza en los techos.

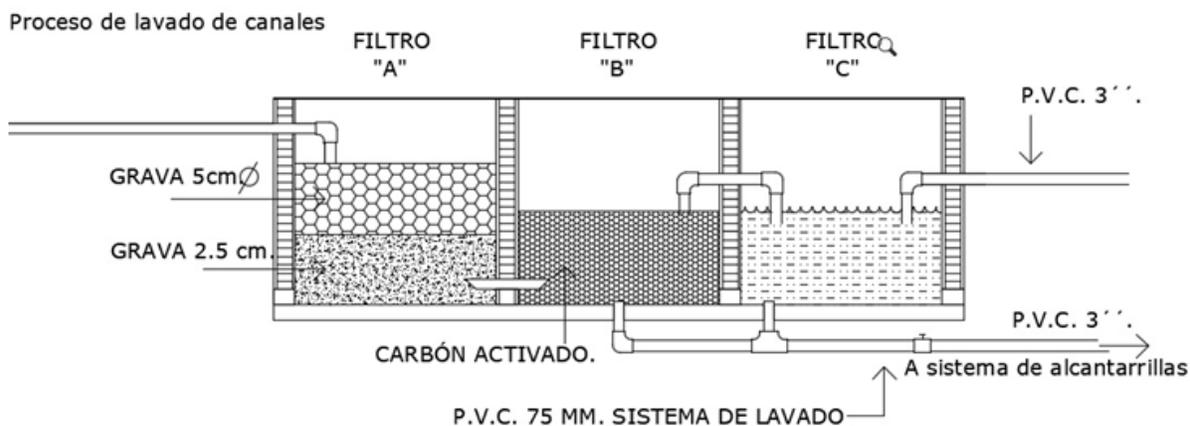
Será necesario realizar al menos dos limpiezas de los canales al año; una antes del inicio del periodo de lluvias (marzo-abril) y otra después de las mismas (septiembre-octubre), eliminando todos los sedimentos y malezas que colmaten los canales y dificulten el libre desplazamiento del agua, por los mismos.

Así mismo, dar mantenimiento adecuado a los tanques de almacenamiento para evitar la procreación de algas y microorganismos que aceleren los procesos de contaminación del

agua, especialmente en épocas del año de bajo consumo, como los periodos de interciclo ya descritos.

Lavado y atención a los filtros, debido a que la pila de filtros en el principal mecanismo por medio del cual se retienen contaminantes orgánicos en las aguas colectadas, su mantenimiento debe ser prioritario, si bien, la adsorción física el Carbón activado granular (CAG) es reversible (La teoría de adsorción señala que: cambiando las condiciones en las que se encuentra el carbón, se podrá lograr la desorción o desprendimiento de los adsorbatos retenidos). No obstante, la desorción puede ser muy lenta y puede no llegarse a restablecer toda o casi toda la capacidad original del carbón. Así mismo, la quimisorción no es reversible, por lo que las moléculas retenidas por este otro mecanismo no se desprenderán. Obligando a sustituir el CAG, y limpiar la pila de este en el filtro, para coadyuvar en ello este contempla un canal de limpieza que no deberá ser obviado al momento de construirse, este se detalla en la gráfica siguiente.

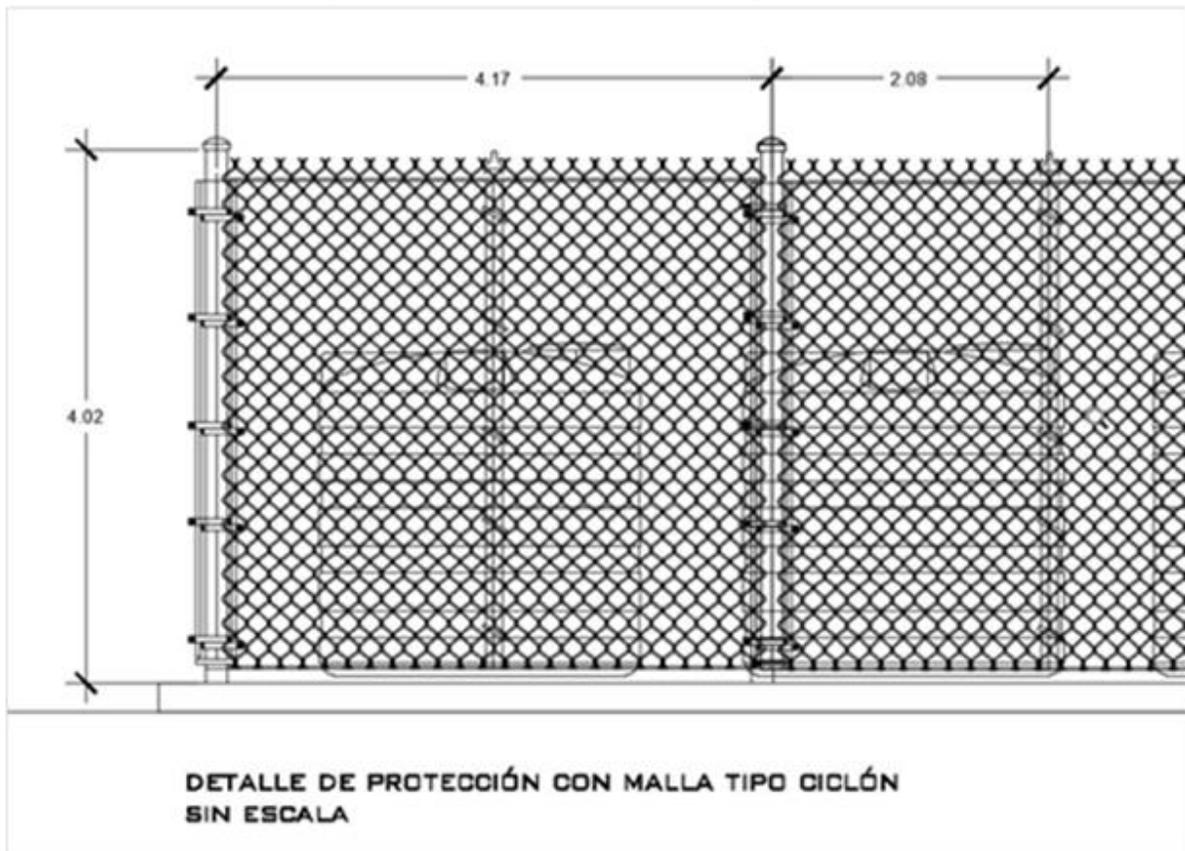
**Figura 57 Sistema de lavado de pilas en Filtro del Sistema de Cosecha de Aguas**



Fuente: elaboración propia.

La evapotranspiración es de tomar en cuenta en los dispositivos de almacenamiento y para ayudar a disminuirla se prevé construir paredes de malla ciclón, para evitar excesivo asoleamiento y de esta manera disminuir las pérdidas.

**Figura 58 Protección con malla tipo ciclón**



Fuente: elaboración propia.

Gráfica de detalle de protección contra el asoleamiento para evitar pérdidas y daños.

Otra previsión a tomar es con respecto a la Señalética en las tuberías de disposición final donde claramente se debe indicar “No para consumo Humano”, se propone esta de la siguiente manera:

**Figura 59 Modelo se señalética para prevenir uso inadecuado del agua cosechada**



Fuente: elaboración propia.

## 5.7 Emisiones de CO<sub>2</sub> y en consumo de fuel oil evitados.

Como parte de los beneficios ambientales de la propuesta, se realiza un resumen de la estimación de las toneladas de CO<sub>2</sub> debido a la implementación de las medidas de eficiencia energética y autogeneración, así como los barriles de Fuel Oil evitados de consumir para generar los MWh ahorrados y autogenerados, los cuales se resumen en la Tabla 19 De emisiones de CO<sub>2</sub> y en consumo de fuel oil evitados Tabla 19 siguiente:

**Tabla 19 De emisiones de CO<sub>2</sub> y en consumo de fuel oil evitados**

Ahorro en emisiones de CO <sub>2</sub> y consumo de bunker por la implementación de las medidas de eficiencia en:	MWh	Emisión de Tn CO <sub>2</sub> evitadas	BBI fuel oil evitados de consumir
Iluminación LED	3.34	2.29	4.57
Tomacorrientes / re-calibración de conductor	35.97	24.62	49.25
Equipo de aire acondicionado inverter	4.39	3.00	6.01
Auto-generación fotovoltaica	63.32	43.33	86.68
	107.02	73.24	146.51

Fuente: elaboración propia.

## 5.8 Presupuesto

El presupuesto global de la propuesta se presenta en el cuadro a continuación:

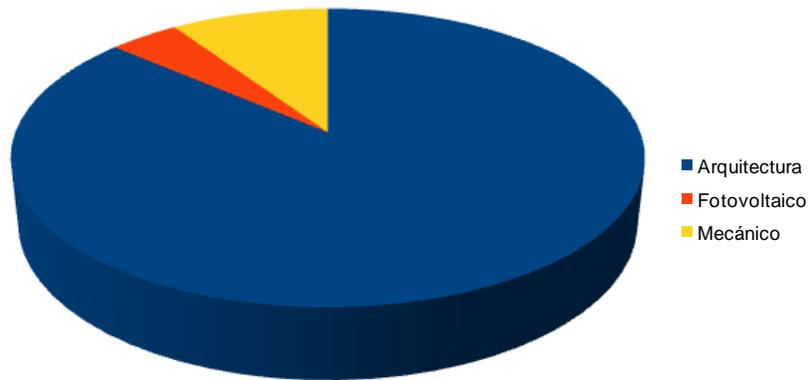
<b>Cuadro 34 Presupuesto Global de la propuesta</b>		
Por especialidad	Costo	%
Arquitectura	\$1,114,496.60	86.30%
Fotovoltaico	\$54,555.00	4.22%
Mecánico	\$122,333.95	9.47%
Total	\$1,291,385.55	100.00 %

Fuente: elaboración propia

El presupuesto global por especialidad se observa en el Gráfico 10 siguiente:

### Gráfico 10 Presupuesto global por especialidad

Costo por Especialidad



Fuente: elaboración propia.

Se observa que aproximadamente 86% de la inversión es la obra arquitectónica de la ampliación, sin embargo, los beneficios en la reducción de los costos de operación y mantenimiento de la misma se desarrollan a lo largo de la vida útil del inmueble, que surten efecto todas las prácticas de eficiencia energética y cosecha de agua.

## Conclusiones

Cumplimiento de objetivos:

Tanto el Objetivo General de Diseñar las instalaciones, sistemas de consumo energético y de aprovechamiento de las aguas lluvias y recurso solar, para la ampliación en 2 pisos, del edificio de investigaciones de la Facultad de Ciencias Agronómica de la Universidad de El Salvador; como los Objetivos Específicos, se cumplieron en la elaboración de la PROPUESTA DE EFICIENCIA Y AUTO GENERACIÓN ENERGÉTICA Y COSECHA DE AGUAS PARA EL EDIFICIO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, CIUDAD UNIVERSITARIA, en la cual se logró diseñar los dos niveles de ampliación del edificio con medidas de eficiencia y ahorro energético, autogeneración y cosecha de agua, describiendo los fundamentos y principios tecnológicos, así como su implementación; lo cual deja al lector un valioso material de aporte al desarrollo de nuevas o ampliación de edificaciones.

Arquitectura sostenible:

La arquitectura sostenible es un tema transversal a los procesos de diseño de espacios en la actualidad, si bien el Proyecto de Tesina abordado no es directamente Diseño bioclimático o sustentable, se evoca y aplica los temas principales de esta vasta temática de la sustentabilidad. Es decir cualquier proyecto de diseño en la actualidad no solo por tendencia si no por necesidad y responsabilidad ambiental, el operar en un medio ambiente ya sea este urbano o rural, ya sea de función pública o privado, conlleva el compromiso de insertar algo extraño en el medio ambiente o por lo menos que no estaba ahí, y que ese algo debe ir de la mano con su medio ambiente ayudando a preservarlo por no decir a mejorarlo, a través de una arquitectura que consuma menos energías y de una manera más eficiente, reduciendo las emisiones de CO<sub>2</sub> y por ende ayudando a reducir el calentamiento global.

El presente proyecto conceptos como el bloqueo de las incidencias solares con el fin de disminuir las cargas en los equipos de acondicionamiento ambiental se vuelven

aprovechamientos no solo estéticos sino funcionales; el módulo de movilidad con un planteamiento semiabierto y con placas de sostén para equipos que bloquean la incidencia solar en las horas más críticas como lo son en las mañanas (al estar ubicado al oriente del edificio), no solo satisface una necesidad funcional del edificio a ampliar, sino minimiza los requerimientos de los equipos de aire acondicionado.

Mediante el diagnóstico de las condiciones ambientales estudiadas en el capítulo 4, se conoció el adecuado aprovechamiento solar y de otros recursos como la humedad-temperatura, y el hídrico, lo que permitió diseñar y elaborar propuestas a costos menores, y en condiciones mejores de habitabilidad; con ello se tiene la esperanza de que los lineamientos acá seguidos sirvan de guía en la proyección de los nuevos edificios para La Universidad de El Salvador, bajo un enfoque sustentable. De igual manera y sin ser directamente tema de este debate se trató que en la propuesta arquitectónica el tema de la movilidad para personas con capacidades especiales fuese tomado en cuenta por lo que se plantea en el diseño una respuesta al problema actual de movilidad para este grupo vulnerable de personas, a través de considerar un elevador para esta condición.

Cabe destacar que los medios digitales ayudan en el diseño de esta arquitectura al analizar mediante simulación muchos aspectos como sombras, ganancias térmicas y algunos otros aspectos que se abordan en las diferentes etapas tanto del diagnóstico como del diseño.

Medidas de eficiencia energética:

El diseño de iluminación espacios con luminarias LED ha permitido la reducción del consumo de energía eléctrica, en función de la potencia de la luminaria a instalar, por otra parte, mejora la calidad de vida de los usuarios en cuanto al tipo de luz emitida por la luminaria, la reproducción de colores de los objetos en el recinto y la reducción del calor emitido por la lámpara.

La re-calibración de los conductores, utilizando un calibre inmediato superior al calculado por norma, es una de las medidas de eficiencia energética en la que mejores resultados de ahorro se ha obtenido, permitiendo la reducción de pérdidas por efecto joule o calentamiento en conductores, desarrollar instalaciones eléctricas más seguras y

sostenibles, y dentro de la propuesta se demuestra que la sobreinversión por la mejora del calibre de conductor se recupera en menos de seis meses, con los ahorros en consumo energético.

La aplicación en el diseño de equipos de aires acondicionados inverter, es una medida de eficiencia energética que permite la flexibilidad de carga en los espacios a acondicionar del 50 al 130%, lo cual es una característica que se acopla perfectamente a la variabilidad del número de alumnos que podrán tener los espacios de aulas y en los laboratorios la variabilidad la marcan la variabilidad del tiempo de uso de los equipos, aunado a que el tiempo de cambio de la carga térmica en ambos casos no es brusco; es importante destacar que el equipo de aire acondicionado al evitar el encendido y apagado de la unidad compresora, permite reducir los picos de demanda de potencia que tienen un efecto al alza en la factura eléctrica, adicional al consumo en energía eléctrica.

Como el objetivo de la propuesta es la eficiencia y ahorro energético, sin sacrificar el confort de los usuarios del edificio, como primer logro, el objetivo se cumplió, sin embargo, en términos ambientales, con cada megavatio hora de ahorro, se logra la reducción de emisiones CO<sub>2</sub> y se evita la quema de fuel oil en la generación térmica nacional. Con lo que se concluye que la eficiencia y ahorro energético se vuelve el objetivo y la norma de diseño a nivel nacional, la reducción en emisiones de CO<sub>2</sub> y la reducción en la quema de fuel oil serían de orden mayúsculo.

En cuanto a la autogeneración, se concluye que el techo libre de la edificación es una fuente de energía solar inmejorable y propia, que permiten la instalación de sistemas fotovoltaicos que se han vuelto más accesibles económicamente con el tiempo y su beneficio es para la Facultad y la UES.

Poner en prácticas las medidas de eficiencia y ahorro energético en la etapa del diseño de las edificaciones reduce los costos de operación de la misma y se facilita la implementación, las sobreinversiones iniciales a la larga son recompensadas con los ahorros energéticos, debido a que las edificaciones permanecen en funcionando por décadas.

## Cosecha de Agua:

Aunque es bien sabido que, en las condiciones climáticas actuales, es necesario y más aún en un futuro cercano, utilizar este recurso como lo es el de aguas lluvias, para su utilización minimizando o eliminando la utilización de otras fuentes. El encontrar el punto de equilibrio del sistema de aprovechamiento depende de múltiples factores que deben ser estudiados, ya una mala ingeniería no solo acarrea descredito a estos sistemas emergentes si no que podrían ser contraproducentes y acarrear peligros a la vida humana si no es estudiada conveniente y profesionalmente, ello conlleva a la integración de equipos multidisciplinarios para realizar estos estudios, que debiesen incluir profesionales de la salud, químicos, ingenieros sanitarios, etc.

Los estudios diagnósticos brindaron datos alentadores para la implementación del proyecto de cosecha de aguas como un aporte a la tarea de hacer más eficiente el proyecto desde el punto ambiental y de consumo de energías, de tal suerte que se convino con una demanda de la facultad para los sistemas de riego, mantenimiento de almácigos e invernaderos y de algunas actividades agrícolas que se realizan, minimizando el costo del sistema en el sentido de no tener que llevar el nivel de calidad de las aguas hasta los niveles requeridos para consumo humano, o duplicar las instalaciones al servir las para el uso en inodoras por poner un ejemplo; pero queda el reto de investigar más o diseñar sistemas más eficientes en esta vía para otros proyectos a futuro, como podría ser tener edificios agua cero, basado en un edificio que utilizando diversos sistemas, consiga al menos en teoría conseguir que el mismo no necesitara el agua de la red de abastecimiento pública, con los consiguientes ahorro económico y disminuir la presión al consumo de este preciado bien natural.

Si bien como ya se afirmó, el área de techo del edificio propuesto genera diferencias acumulativas negativas en la mayoría de los meses del año y nos lleva a la conclusión que solo es factible superar la demanda en 4 meses al año; no se debe desperdiciar el recurso ya que con la tecnología especificada el costo es muy bajo \$ 5,818.00 (U.S. Dólares), con lo que los beneficios serán considerables a simple costo de \$ 4.00 y con una producción de 788 m<sup>3</sup> anuales, el ahorro sería de \$3,152.00 dólares lo que nos lleva a un periodo de recuperación de la inversión en 1.84 años, pero si consideramos que los costos a que la Administración de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) vende a un precio muy por

debajo de los costos de producción, y que al final el agotamiento del recurso nos atañe a todos, veremos que es más que el ahorrar en la Cosecha de Aguas es más que un índice, es una responsabilidad.

#### Inclusión social:

El concepto integrador de la parte de beneficios económicos, con la eficiencia y ahorro energético; la parte de beneficios ambientales, con la implementación de cosecha energética, aplicación de sistema fotovoltaico, reducción de emisiones y evitar la quema de fuel oil; se ve complementada con la inclusión social del concepto del diseño del edificio, la inclusión de movilidad vertical, implementación de rampas y gradas de emergencia. Si uno de estos elementos no es atendido, la propuesta es incompleta.

## Recomendaciones

- A los profesionales que desarrollan el rol de elaborar diseños de edificaciones, se recomienda aplicar las buenas prácticas de eficiencia energética y cosecha de agua en la etapa de diseño de edificaciones, para reducir los costos de presupuesto y facilita la implementación de las medidas.
- El diseño integral de la propuesta es eficiencia y ahorro energético, cosecha de agua e inclusión, como pilares de un servicio a los usuarios de la edificación, uniendo la parte económica, ambiental y social del individuo, por ello se recomienda tener presente estos tres elementos en las futuras proyecciones de construcción, no solo a la UES sino también a la sociedad salvadoreña.
- Con los aportes de esta propuesta se recomienda realizar foros de divulgación de las técnicas y directrices del trabajo integral desde las etapas de concepción de las obras arquitectónicas.

## Bibliografía

- AYALA ALAS, E. W. (2010). Tesis: anteproyecto para el rediseño arquitectónico del edificio de la administración académica de la facultad de ingeniería y arquitectura de la universidad de el salvador, bajo el enfoque de la sustentabilidad bioclimática. *Anteproyecto para el rediseño arquitectónico del edificio de la administración académica de la facultad de ingeniería y arquitectura de la universidad de el salvador, bajo el enfoque de la sustentabilidad bioclimática* . San Salvador, El Salvador.
- Bravo/Cano. (2017). Tesis de pregrado para optar al título de ingeniero electricista. *Tesis "Propuesta para el aprovechamiento de la energía solar fotovoltaica como fuente primaria de un sistema de climatización basado en equipos ahorrativos de Tecnología Inverter en los auditorios Carlos Martínez Rivas, Fernando Gordillo y Roberto González* . Managua, Nicaragua: UNAM.
- CEPAL. (2015). *Informe Nacional de Monitoreo de la Eficiencia Energética de Nicaragua*. Santiago de Chile.
- Flores Macal, M. (1974). *Historia de la Universidad Nacional*. San José.
- Greenpeace. (2003). Guía Solar, cómo disponer de energía solar fotovoltaica conectada a la red eléctrica. *Greenpeace* , 9-10.
- Loarca Martínez, C. G. (2015). Tesis para optar al título de arquitecto de la Universidad de San Carlos. *Tesis "SISTEMAS DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE EN ARQUITECTURA"* . Guatemala, Guatemala: Universidad de San Carlos.
- MARN. (2012). *Informe Climatológico de San Salvador (ITIC)*. San Salvador.
- MARN. (2018). *Informe Climatológico de San Salvador (ITIC)*. San Salvador.
- Mateo, V. (2016). *Gestión del Montaje de Instalaciones Solares*. Madrid: Parainfo.
- Montiel Pérez, H. (2014). *Física General*. México: Grupo Editorial Patria.
- Muñiz, J. M. (2007). *Energía Solar Fotovoltaica*. Madrid: Fundación Confemetal.

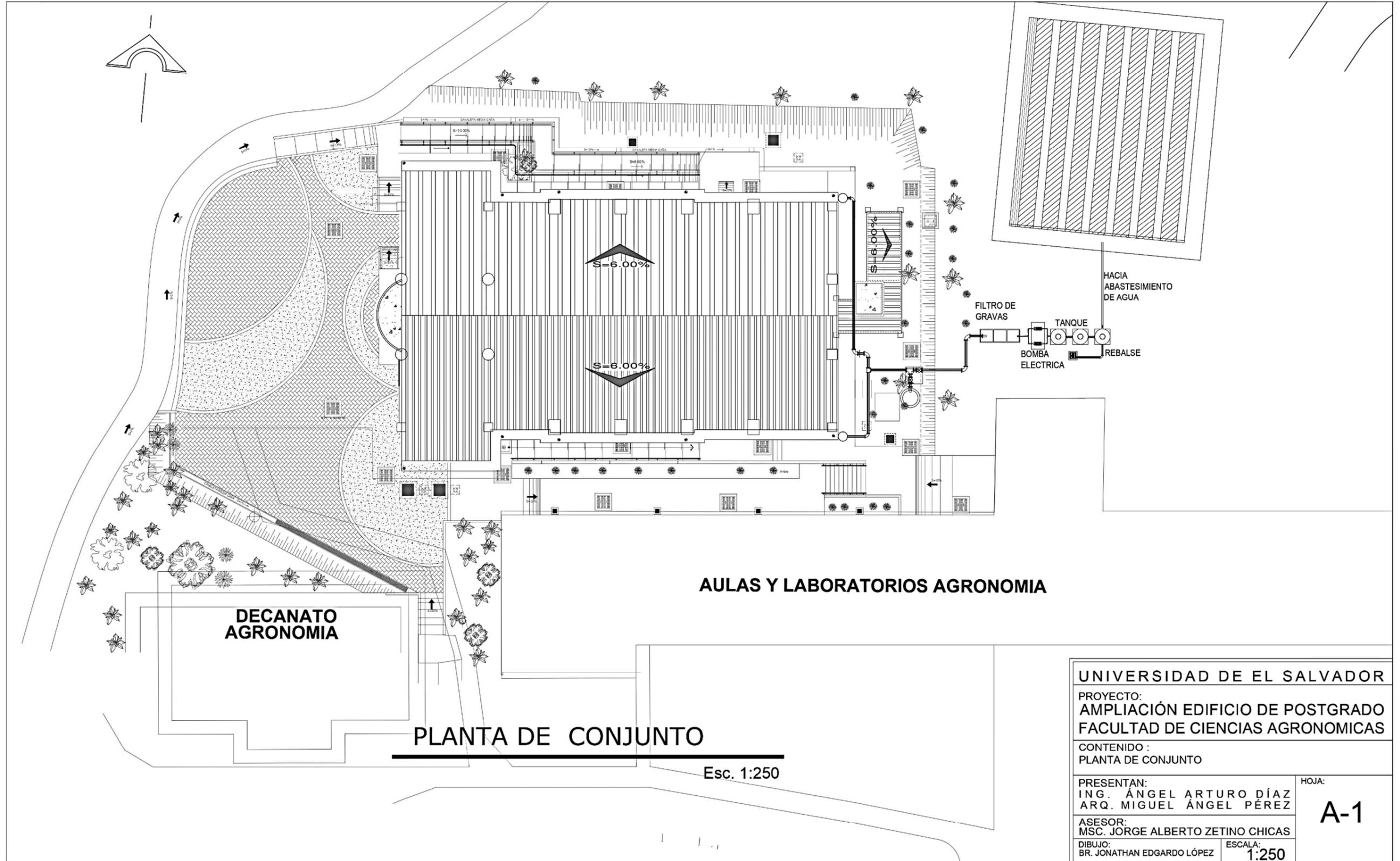
- Naturales., M. d. (2018). *INFORME CLIMATOLÓGICO DE SAN SALVADOR (ITIC)* . San Salvador: Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- PDD, C. (2012). *estudio CLEAN DEVELOPMENT MECHANISM PROJECT DESIGN DOCUMENT FORM (CDM PDD), realizado para CEL al proyecto de “80MW Capacity addition at the 5 de Noviembre Hydro Power Station” El Salvador*. San Salvador.
- Rodríguez, M. I. (2001). *Introducción a la Arquitectura Bioclimática*. México: Limusa.
- Society, T. G. (2008). *Planning and Installing Photovoltaic Systems*. London: Earthscan.
- Vadillo, J. (2019). *Curso de SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO DE FLUJO VARIABLE DE REFRIGERANTE (VRF)*. San Salvador: ASIMEI.
- Viloria, J. (2008). *Fuentes de Energía*. Madrid: Pirainfo.
- Viloria, J. R. (2011). *Estudios de viabilidad de instalaciones solares. Determinación del Potencial solar*. Madrid: Pirainfo.

PLANOS ANEXOS

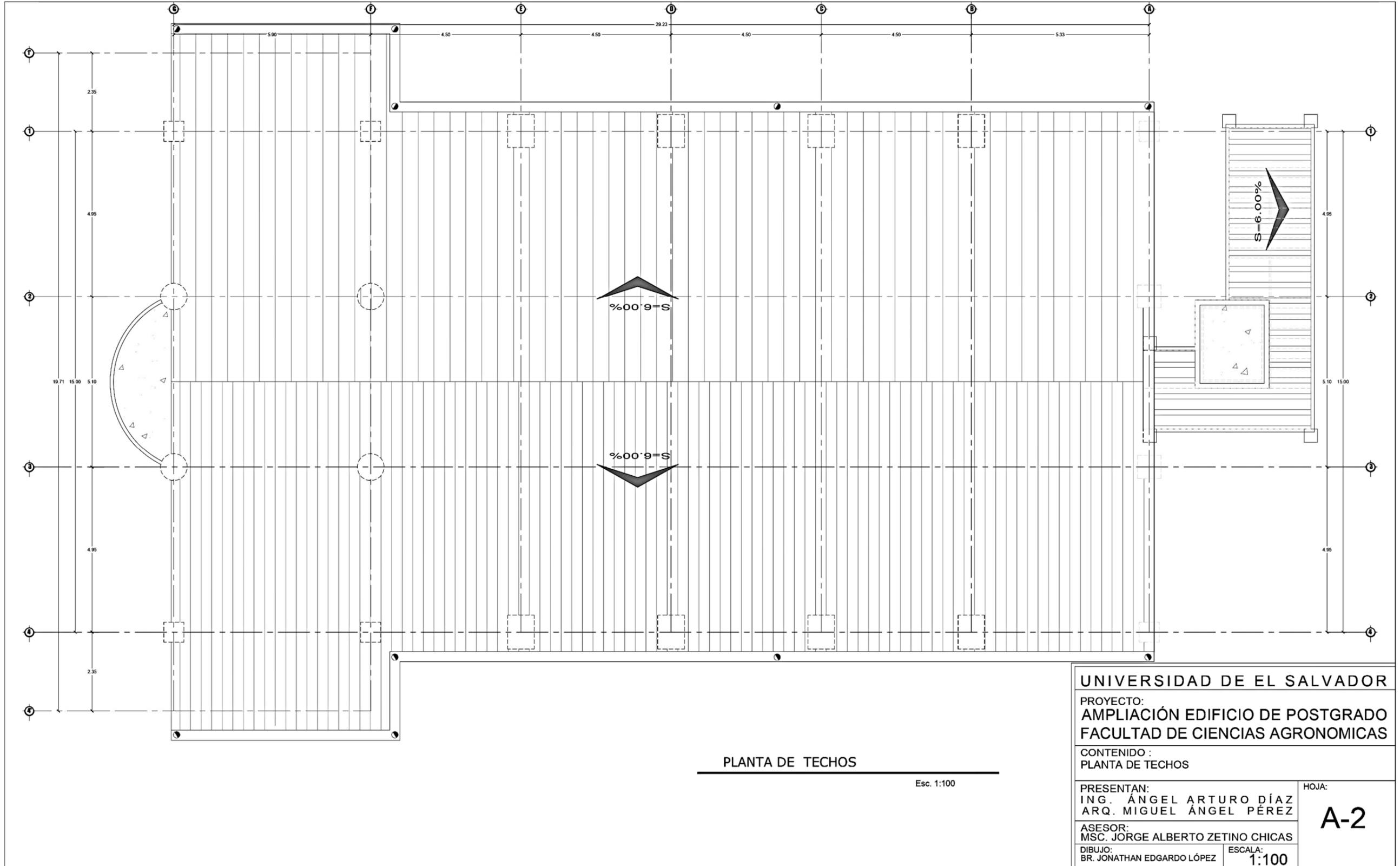
PLANO/ CONTENIDO	CODIGO	PLANO/ CONTENIDO	CODIGO
CONJUNTO	A-1	ELEVACION NORTE Y CUARTO DE TABLEROS N-2	E-26
TECHOS	A-2	UNIFILAR AC Y DC	E-27
PLANTA NIVEL 3	A-3	UNIFILAR AC, NIVELES 1 Y 2	E-28
PLANTA NIVEL 4	A-4	UNIFILAR AC, NIVEL 3	E-29
SECCION LONGITUDINAL	A-5	UNIFILAR AC, NIVEL 4	E-30
SECCION TRANSVERSAL	A-6		
ELEVACION NORTE	A-7	<b>AIRES ACONDICIONADOS</b>	
ELEVACION SUR	A-8	AIRES ACONDICIONADOS NIVEL 3	AA-1
ELEVACION ESTE	A-9	ESQUEMA DE AIRE ACONDICIONADO, NIVEL 3	AA-2
ELEVACION OESTE	A-10	AIRES ACONDICIONADOS NIVEL 4	AA-3
LABORATORIO BIOLOGIA MOLECULAR	A-11	ESQUEMAS ELECTRICOS Y CONTROL NIVELES 3 Y 4	AA-4
DETALLE DE DESTILADOR Y AUTOCLAVE	A-12	ESQUEMA DE AIRE ACONDICIONADO, NIVEL 4	AA-5
ELEVADOR Y ACCESO DISCAPACIDAD	A-13	AIRES ACONDICIONADOS Y CIELO FALSO	AA-6
DETALLE PROYECCION DE MARQUESINA	A-14	CONEXION DE TUBERIA PARA FANCOIL	AA-7
		PLATAFORMA PARA SOPORTE DE CONDENSADORES EN GRADAS NIVEL 3	AA-8
<b>ELECTRICIDAD</b>			
CIELO FALSO NIVEL 3	E-1	<b>FOTOVOLTAICOS</b>	
UBICACION DE LUMINARIAS NIVEL 3	E-2	PANELES FOTOVOLTAICOS Y DETALLES DE PASILLOS Y RIELES	FV-1
ILUMINACION NIVEL 3	E-3	DETALLE DE UBICACION DE PASILLOS Y TECHOS	FV-2
ILUMINACION EMERGENCIA NIVEL 3	E-4	UBICACION DE PASILLOS Y BARANDILLA DE SEGURIDAD	FV-3
CIELO FALSO NIVEL 4	E-5	DETALLE DE UBICACION DE INVERSORES	FV-4
UBICACION DE LUMINARIAS NIVEL 4	E-6	DIAGRAMA UNIFILAR DC	FV-5
ILUMINACION NIVEL 4	E-7	PANELES FOTOVOLTAICOS Y PUESTA A TIERRA	RT-1
ILUMINACION EMERGENCIA NIVEL 4	E-8	BAJADAS DE PUESTA A TIERRA	RT-2
ILUMINACION ESCALERAS EXTERNAS	E-9		
TOMACORRIENTES NIVEL 3	E-10	<b>COSECHA DE AGUAS</b>	
TOMACORRIENTE GFCI PARA LABORATORIOS	E-11	PLANTA DE DISTRIBUCION DEL SISTEMA DE COSECHA DE AGUAS	CA-1
TOMACORRIENTES NIVEL 4	E-12	DETALLE DE SISTEMAS MECANICOS DE COSECHA DE AGUAS	CA-2
TABLEROS ELECTRICOS TG Y ST-LN1	E-13	PROTECCION DE CANAL	CA-3
TABLERO ELECTRICO ST-TN1	E-14	TRAMPA DE LODOS	CA-4
TABLEROS ELECTRICOS ST-AA1 Y ST-LTN2	E-15	DETALLE DE CEPO	CA-5
TABLERO ELECTRICO ST-UPSIN2	E-16	DETALLE DE FILTRO	CA-6
TABLERO ELECTRICO ST-AA2	E-17	DETALLE DE TANQUES Y PROTECCION MALLA CICLON	CA-7
TABLERO ELECTRICO STG3 Y ST-LN3	E-18		
TABLEROS ELECTRICOS ST-TN3 Y ST-AA3	E-19		
TABLEROS ELECTRICOS ST-LN4 Y ST-FV4	E-20		
TABLEROS ELECTRICOS STG4 Y ST-AA4	E-21		
TABLERO ELECTRICO ST-TN4	E-22		
SECCION A-A, CUARTO DE TABLEROS N1	E-23		
SECCION C-C, CUARTO DE TABLEROS N3	E-24		

# **PLANOS ARQUITECTÓNICOS**

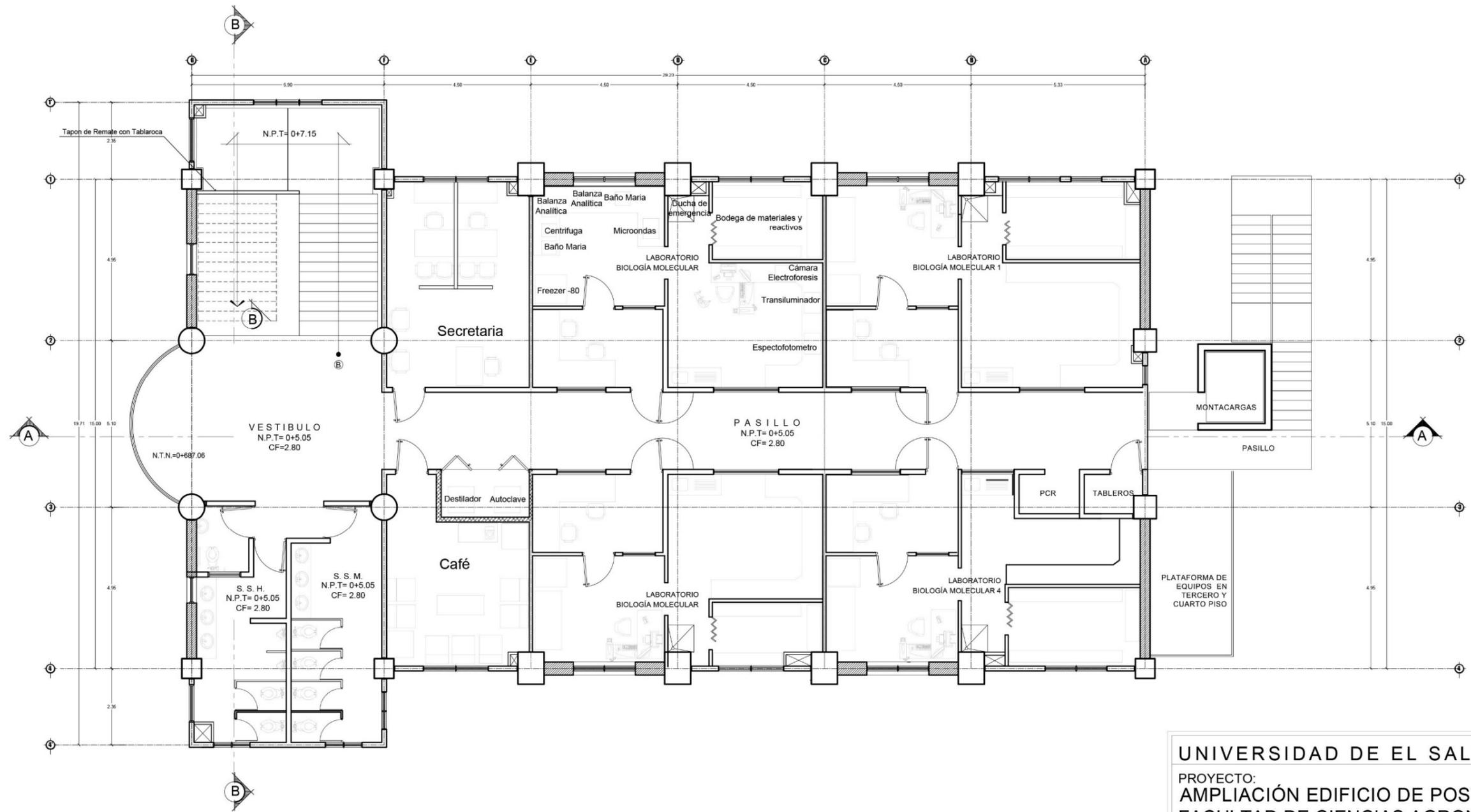
A-1 Arquitectura, Planta General del Conjunto



**A-2 Planta de Techos**



A-3 Planta Arquitectónica Nivel 3



PLANTA ARQUITECTONICA TERCER NIVEL

Esc. 1:125

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PROYECTO:  
AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSTGRADO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

CONTENIDO :  
PLANTA ARQUITECTONICA NIVEL 3

PRESENTAN:  
ING. ÁNGEL ARTURO DÍAZ  
ARQ. MIGUEL ÁNGEL PÉREZ

HOJA:

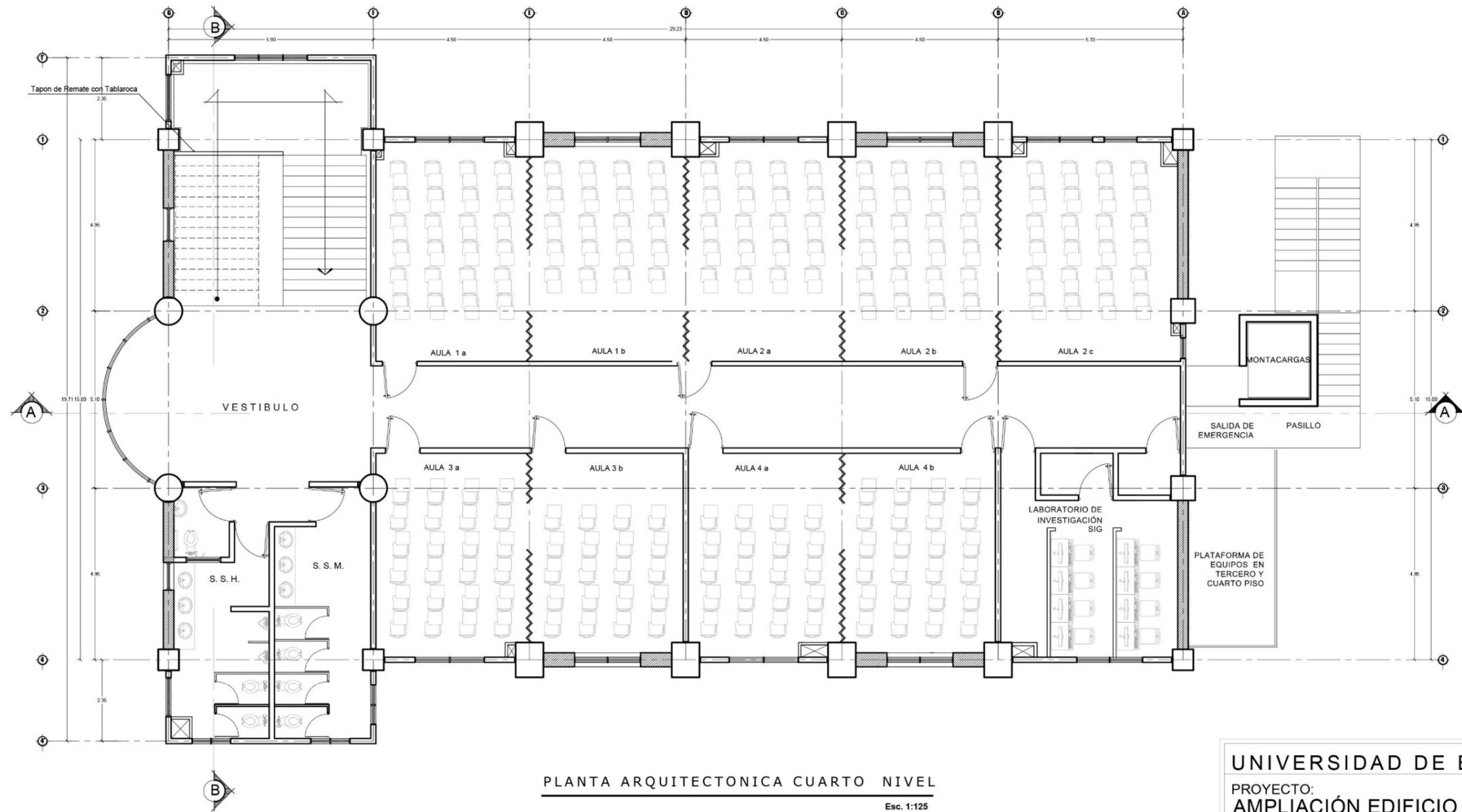
ASESOR:  
MSC. JÓRGE ALBERTO ZETINO CHICAS

DIBUJO:  
BR. JONATHAN EDGARDO LÓPEZ

ESCALA:  
1:125

A-3

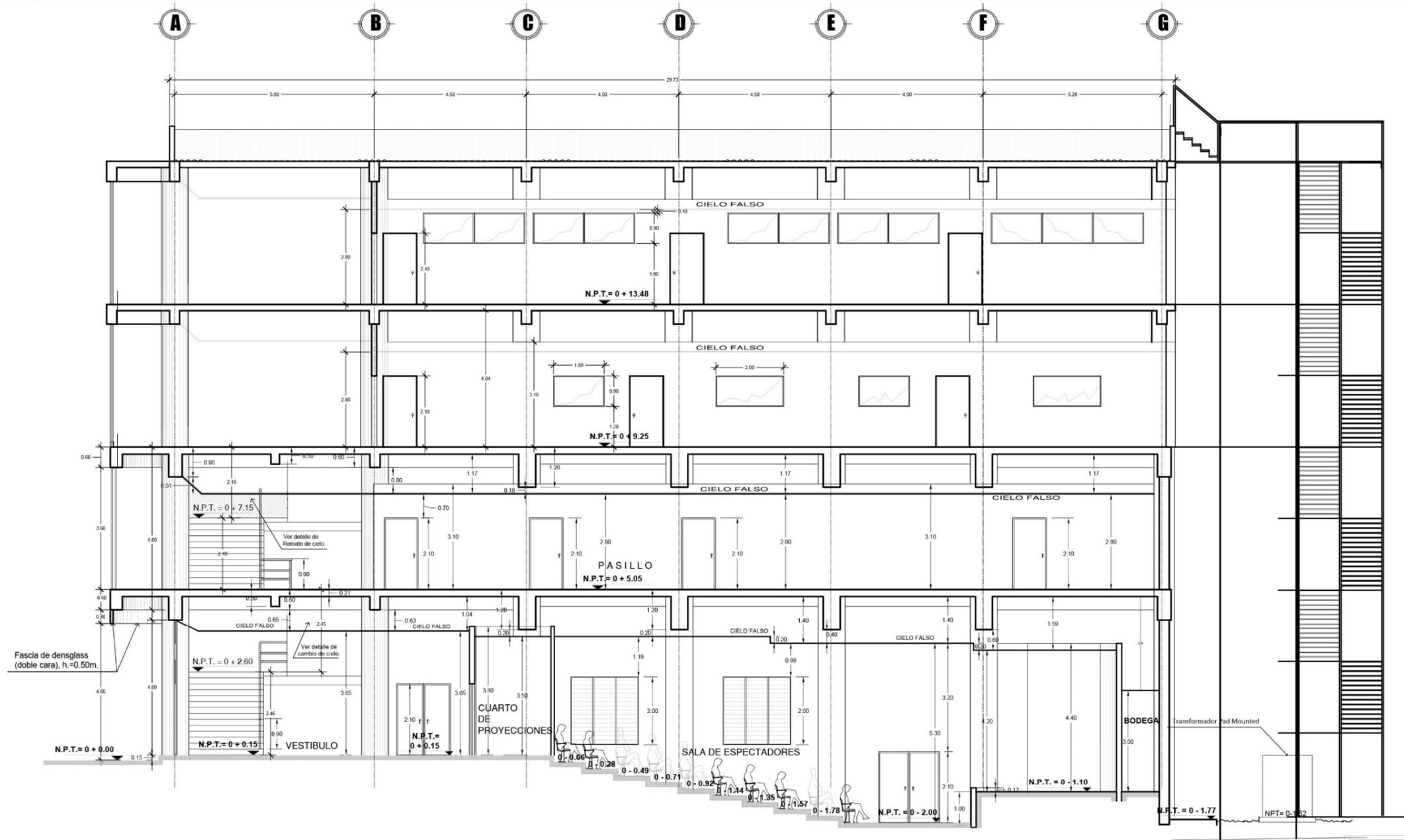
**A-4 Planta Arquitectónica Nivel 4**



**PLANTA ARQUITECTONICA CUARTO NIVEL**  
Esc. 1:125

<b>UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR</b>	
<b>PROYECTO:</b> AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSTGRADO FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS	
<b>CONTENIDO :</b> PLANTA ARQUITECTONICA NIVEL 4	
<b>PRESENTAN:</b> ING. ÁNGEL ARTURO DÍAZ ARQ. MIGUEL ÁNGEL PÉREZ	<b>HOJA:</b> <b>A-4</b>
<b>ASESOR:</b> MSC. JÓRGE ALBERTO ZETINO CHICAS	
<b>DIBUJO:</b> BR. JONATHAN EDGARDO LÓPEZ	<b>ESCALA:</b> 1:125

A-5 Sección Longitudinal A-A

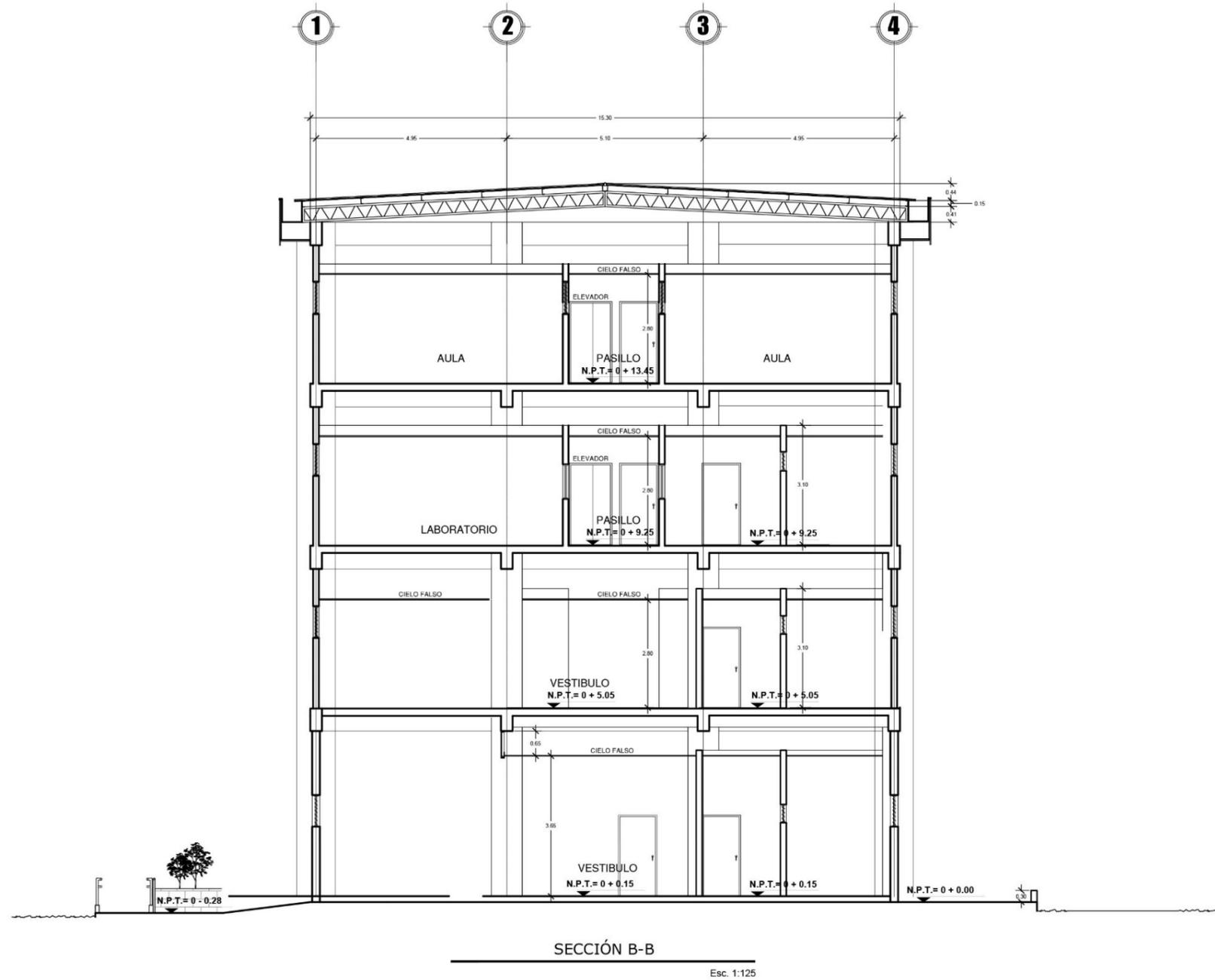


SECCIÓN A-A

Esc. 1:125

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR	
PROYECTO: AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSTGRADO FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS	
CONTENIDO : SECCIÓN A-A LONGITUDINAL	
PRESENTAN: ING. ÁNGEL ARTURO DÍAZ ARQ. MIGUEL ÁNGEL PÉREZ	HOJA:
ASESOR: MSC. JÓRGE ALBERTO ZETINO CHICAS	A-5
DIBUJO: BR. JONATHAN EDGARDO LÓPEZ	
ESCALA: 1:125	

A-6 Sección Transversal B-B



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR	
PROYECTO: AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSTGRADO FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS	
CONTENIDO : SECCIÓN B-B TRANSVERSAL	
PRESENTAN: ING. ÁNGEL ARTURO DÍAZ ARQ. MIGUEL ÁNGEL PÉREZ	HOJA:
ASESOR: MSC. JÓRGE ALBERTO ZETINO CHICAS	A-6
DIBUJO: BR. JONATHAN EDGARDO LÓPEZ	
ESCALA: 1:125	

A-7 Elevación Norte

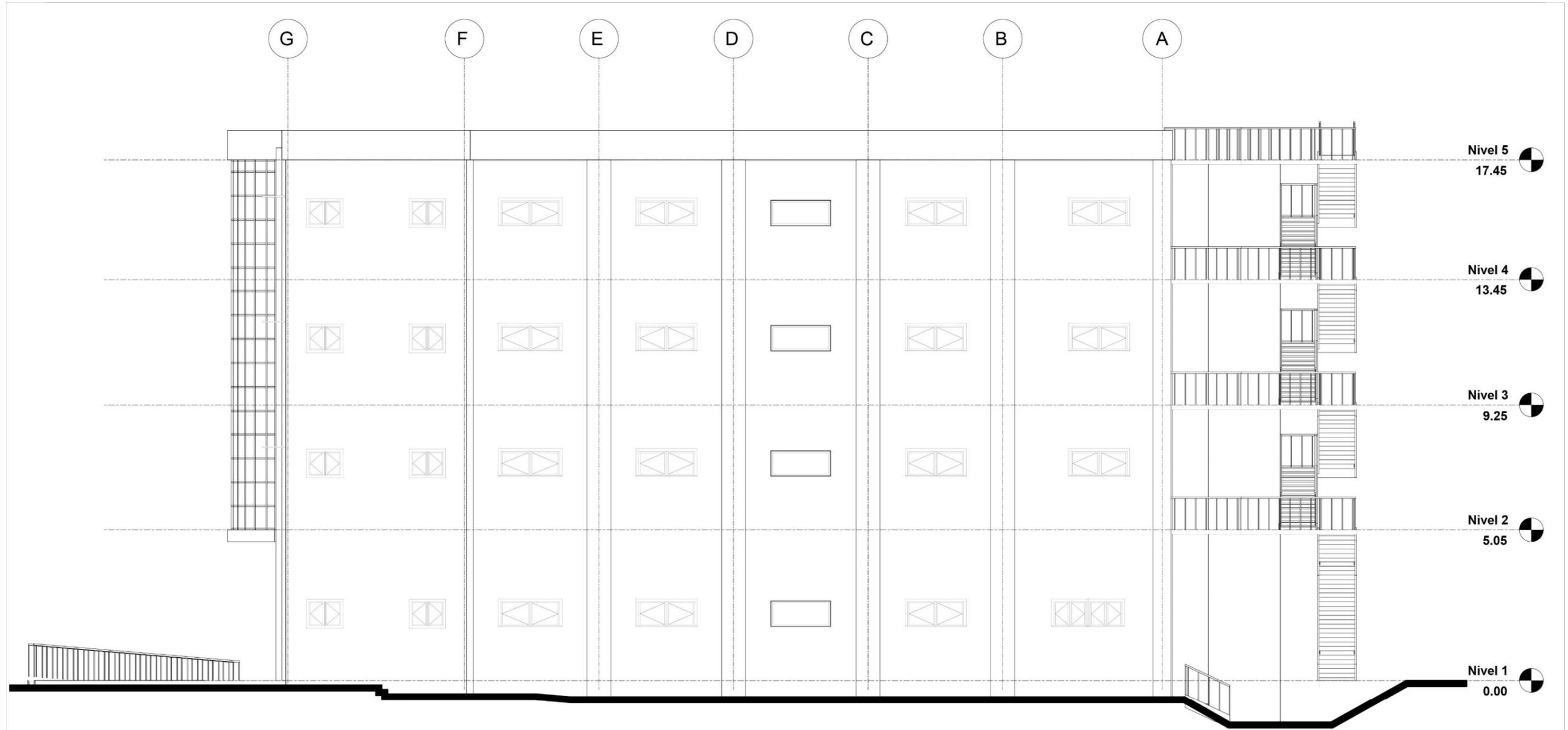


ELEVACION NORTE

Esc. 1:125

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR	
PROYECTO: AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSTGRADO FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS	
CONTENIDO : ELEVACIÓN NORTE	
PRESENTAN: ING. ÁNGEL ARTURO DÍAZ ARQ. MIGUEL ÁNGEL PÉREZ	HOJA: <b>A-7</b>
ASESOR: MSC. JÓRGE ALBERTO ZETINO CHICAS	
DIBUJO: BR. JONATHAN EDGARDO LÓPEZ	ESCALA: <b>1:125</b>

A-8 Elevación Sur

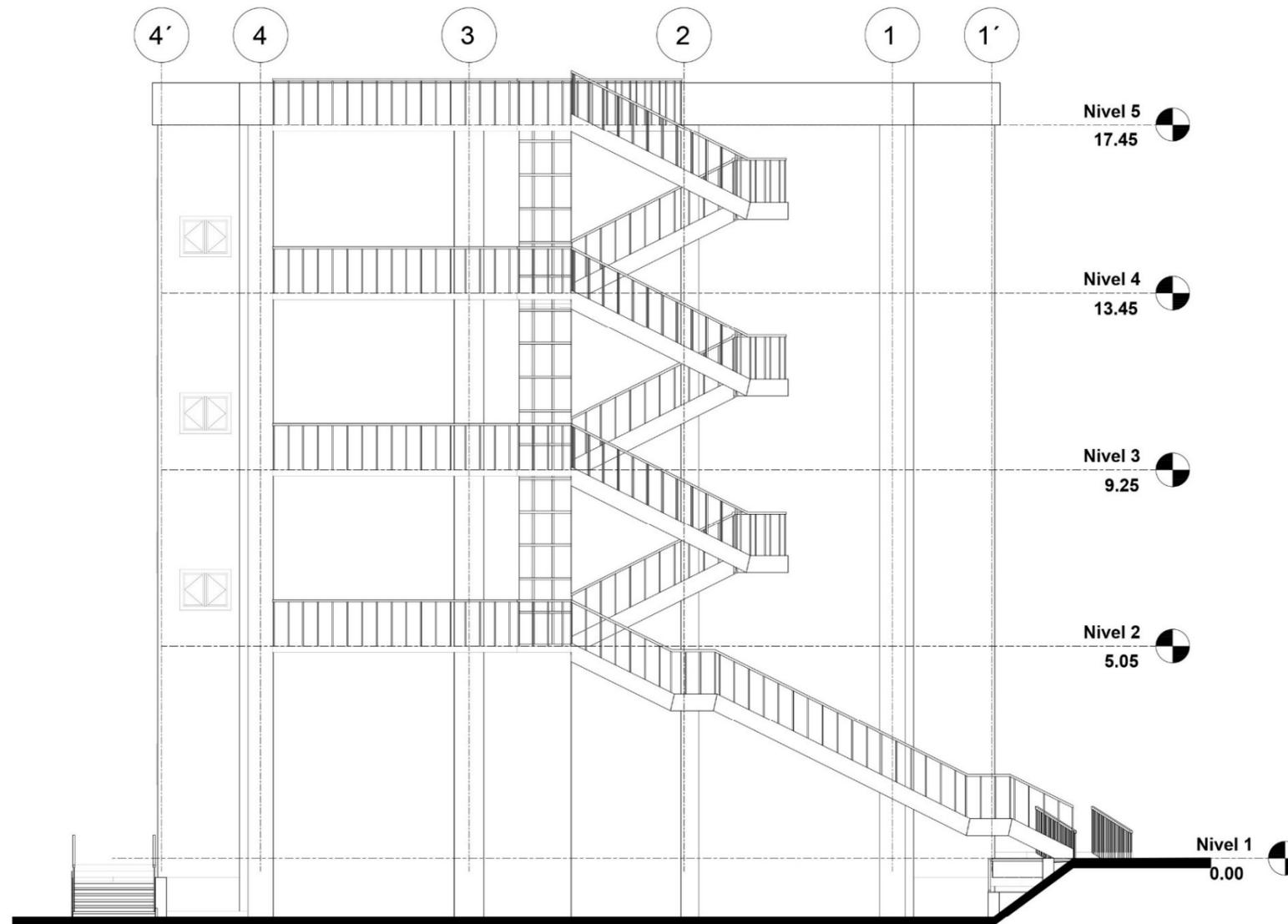


ELEVACIÓN SUR

Esc. 1:125

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR	
PROYECTO: AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSTGRADO FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS	
CONTENIDO : ELEVACIÓN SUR	
PRESENTAN: ING. ÁNGEL ARTURO DÍAZ ARQ. MIGUEL ÁNGEL PÉREZ	HOJA: <b>A-8</b>
ASESOR: MSC. JORGE ALBERTO ZETINO CHICAS	
DIBUJO: BR. JONATHAN EDGARDO LÓPEZ	ESCALA: <b>1:125</b>

A-9 Elevación Este



ELEVACIÓN ESTE

Esc. 1:125

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PROYECTO:  
AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSTGRADO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

CONTENIDO :  
ELEVACIÓN ESTE

PRESENTAN:  
ING. ÁNGEL ARTURO DÍAZ  
ARQ. MIGUEL ÁNGEL PÉREZ

ASESOR:  
MSC. JÓRGE ALBERTO ZETINO CHICAS

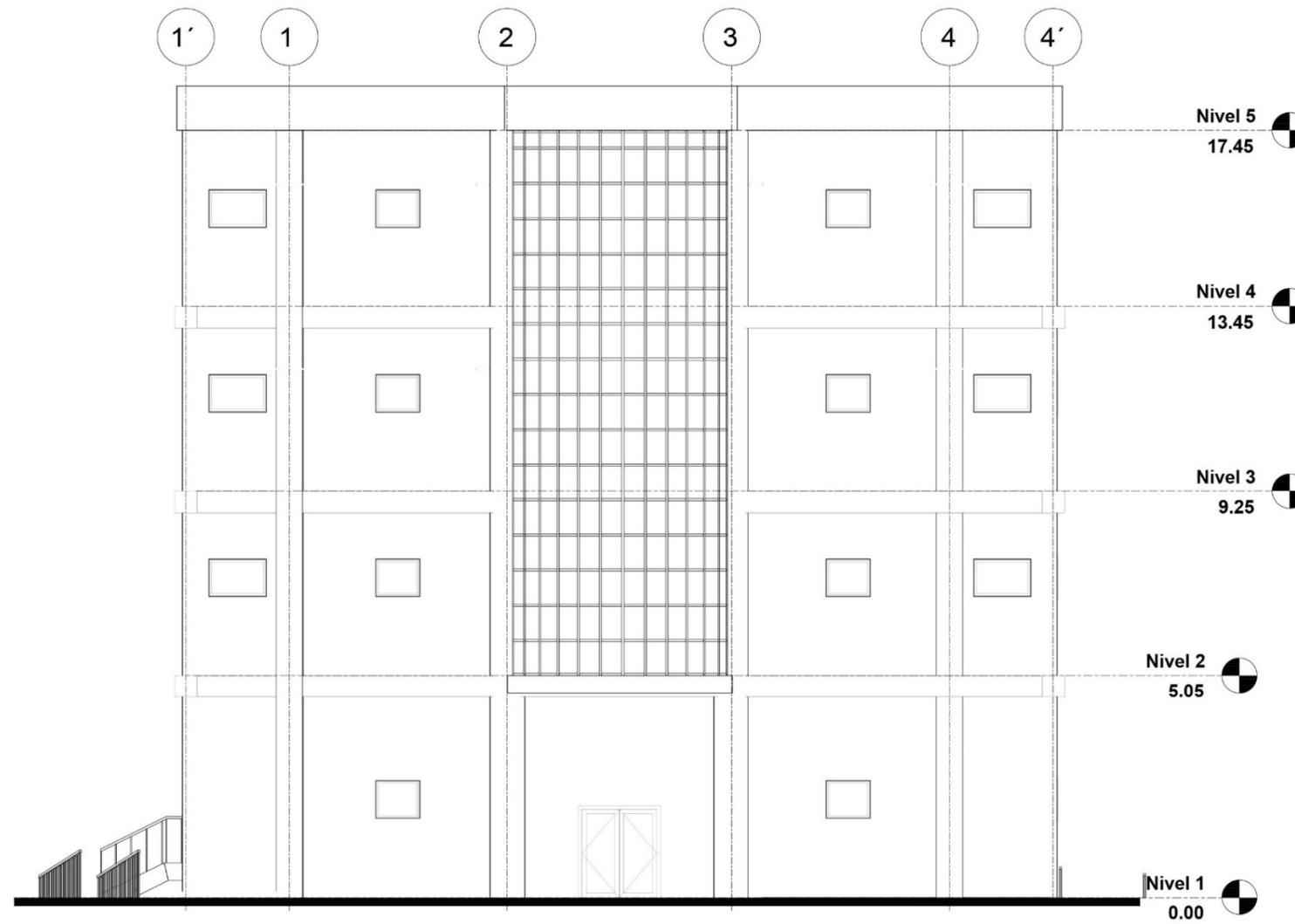
DIBUJO:  
BR. JONATHAN EDGARDO LÓPEZ

ESCALA:  
1:125

HOJA:

A-9

A-10 Elevación Oeste



ELEVACIÓN OESTE

Esc. 1:125

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PROYECTO:  
AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSTGRADO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

CONTENIDO :  
ELEVACIÓN OESTE

PRESENTAN:  
ING. ÁNGEL ARTURO DÍAZ  
ARQ. MIGUEL ÁNGEL PÉREZ

HOJA:

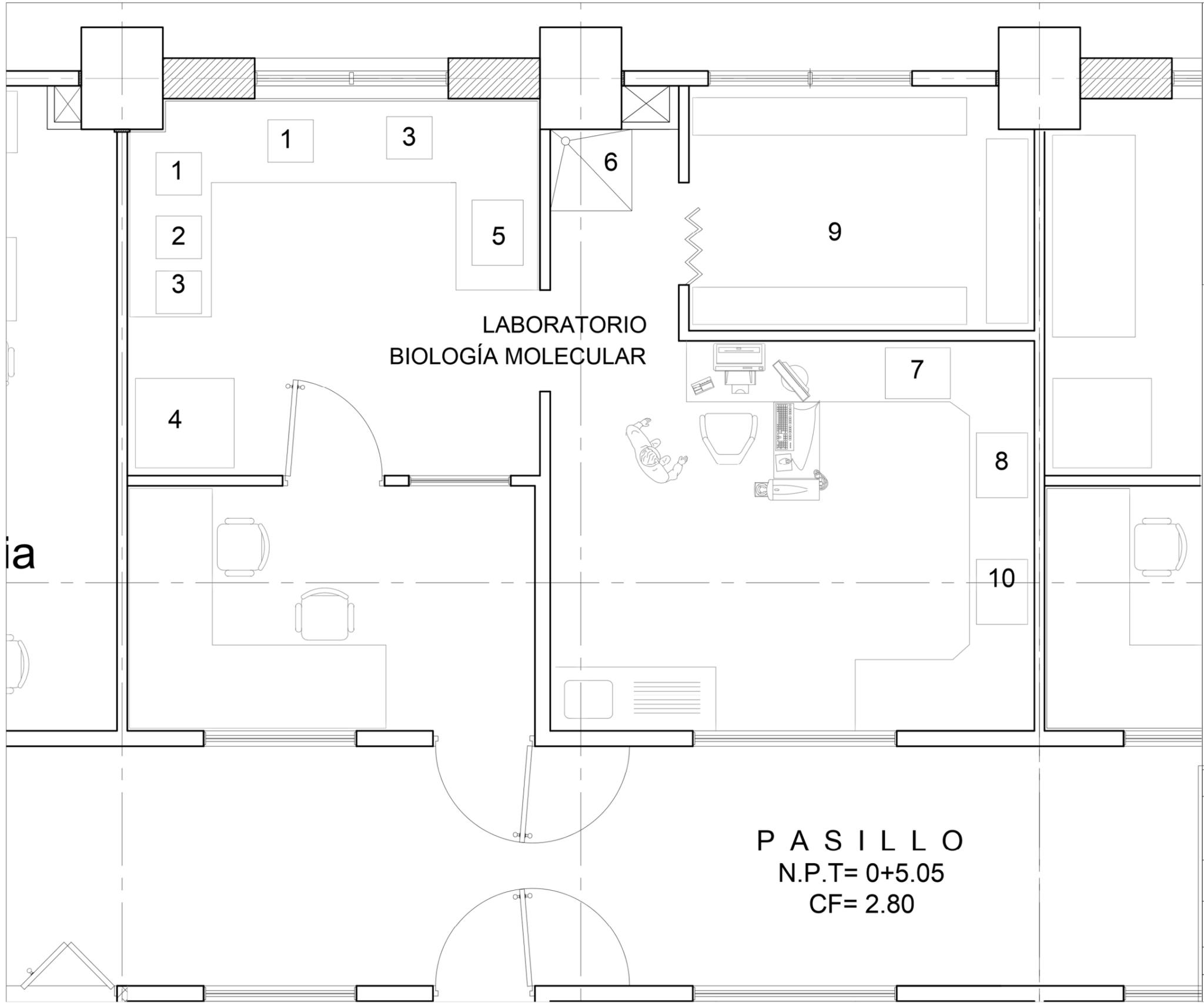
A-10

ASESOR:  
MSC. JÓRGE ALBERTO ZETINO CHICAS

DIBUJO:  
BR. JONATHAN EDGARDO LÓPEZ

ESCALA:  
1:125

**A-11 Planta Arquitectónica del Laboratorio Biología Molecular Tipo**



- 1. Balanza Analítica
- 2. Centrifuga
- 3. Baño Maria
- 4. Freezer -80
- 5. Microondas
- 6. Ducha de emergencia
- 7. Cámara Electroforesis
- 8. Transiluminador
- 9. Bodega de materiales y reactivos
- 10. Espectrofotometro

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 PROYECTO:  
 AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSTGRADO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

CONTENIDO :  
 AREA DE CAFE Y DESTILADOR C/AUTOCLAVE AISLADO

PRESENTAN:  
 ING. ÁNGEL ARTURO DÍAZ  
 ARQ. MIGUEL ÁNGEL PÉREZ

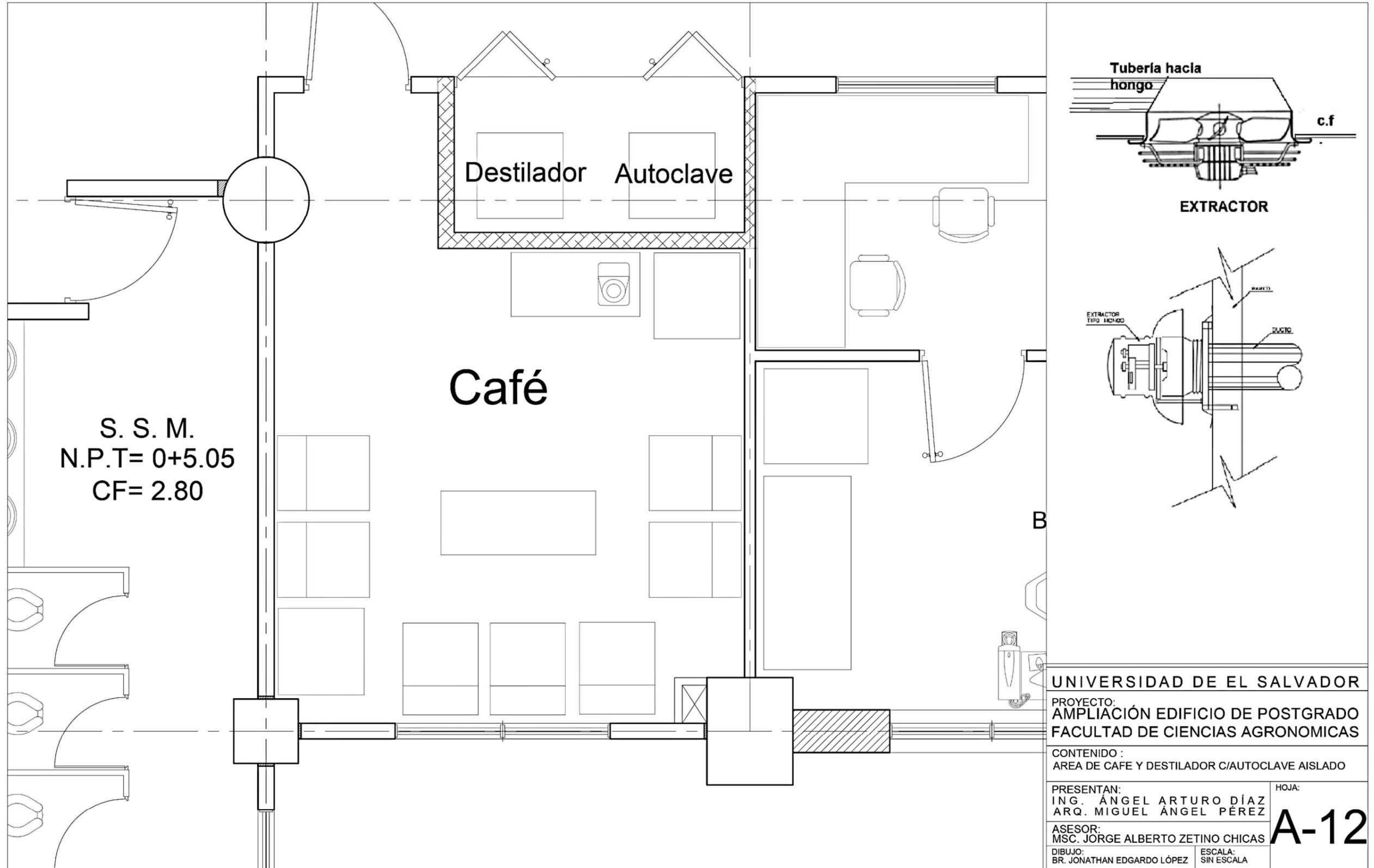
ASESOR:  
 MSC. JÓRGE ALBERTO ZETINO CHICAS  
 DIBUJO:  
 BR. JONATHAN EDGARDO LÓPEZ

ESCALA:  
 SIN ESCALA

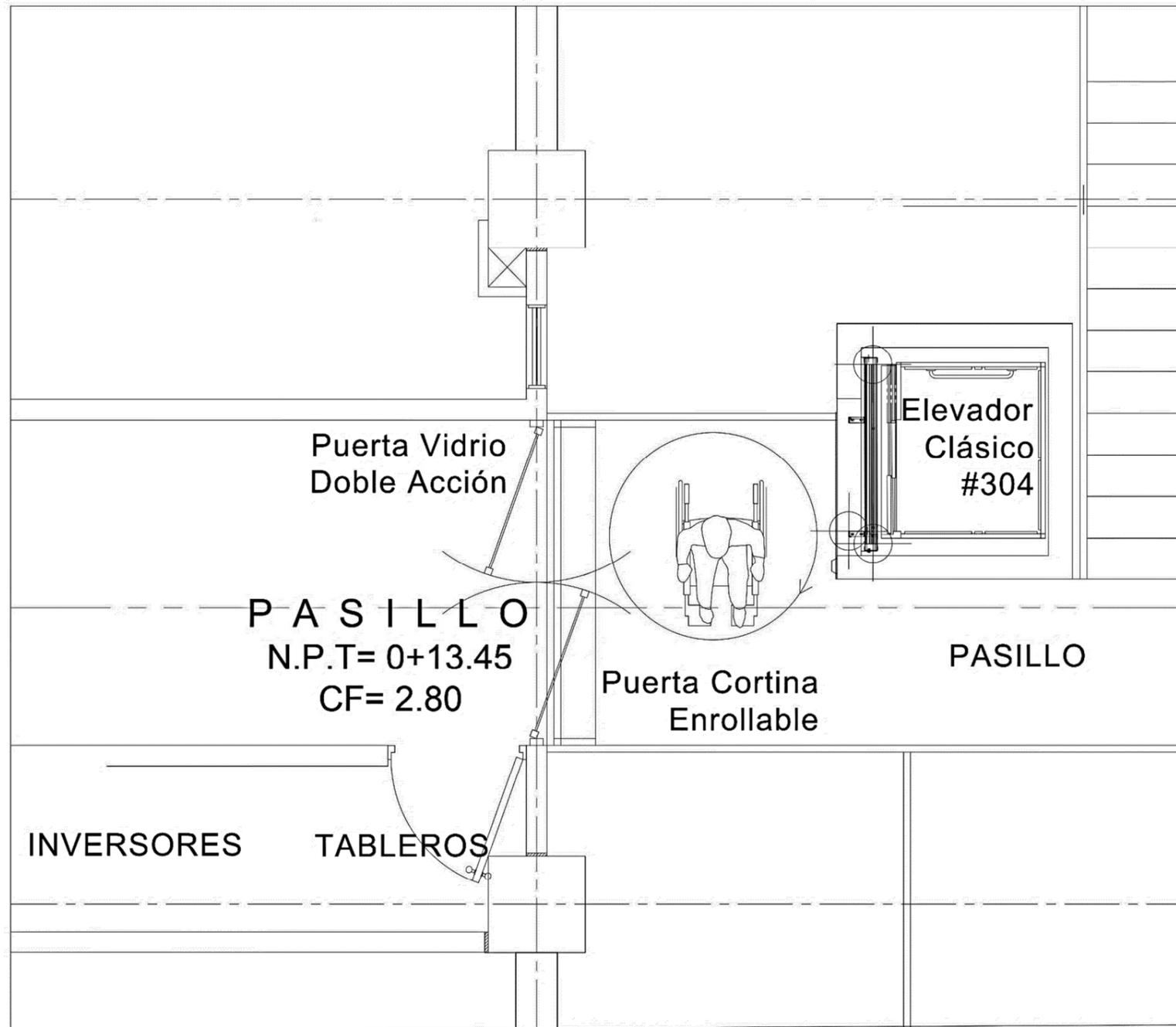
HOJA:  
**A-11**

**P A S I L L O**  
 N.P.T= 0+5.05  
 CF= 2.80

**A-12 Detalle de destilador y autoclave**



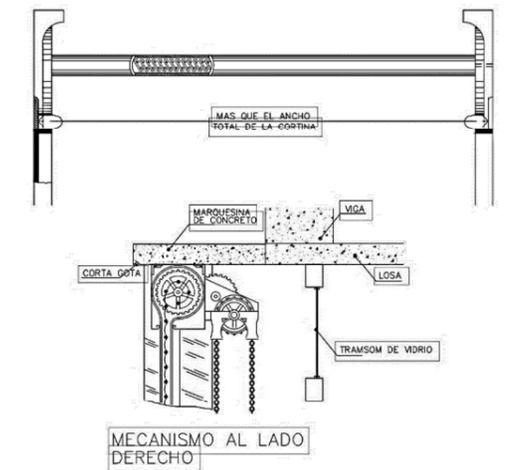
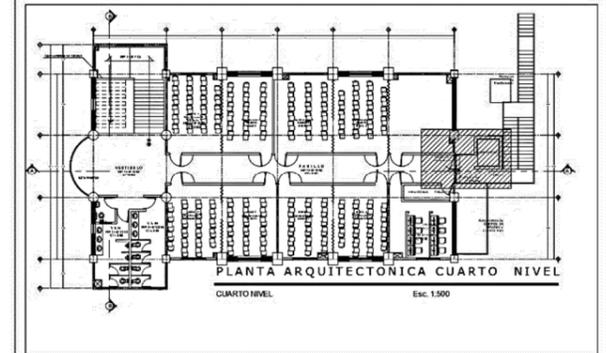
A-13 Elevador y Acceso discapacidad



Detalle de Accesibilidad

CUARTO NIVEL

Esc. 1: 50



DETALLE DE CORTINA DE ACERO ENROLLABLE

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PROYECTO:  
AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSGRADOS  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

CONTENIDO:  
DETALLE ACCESIBILIDAD

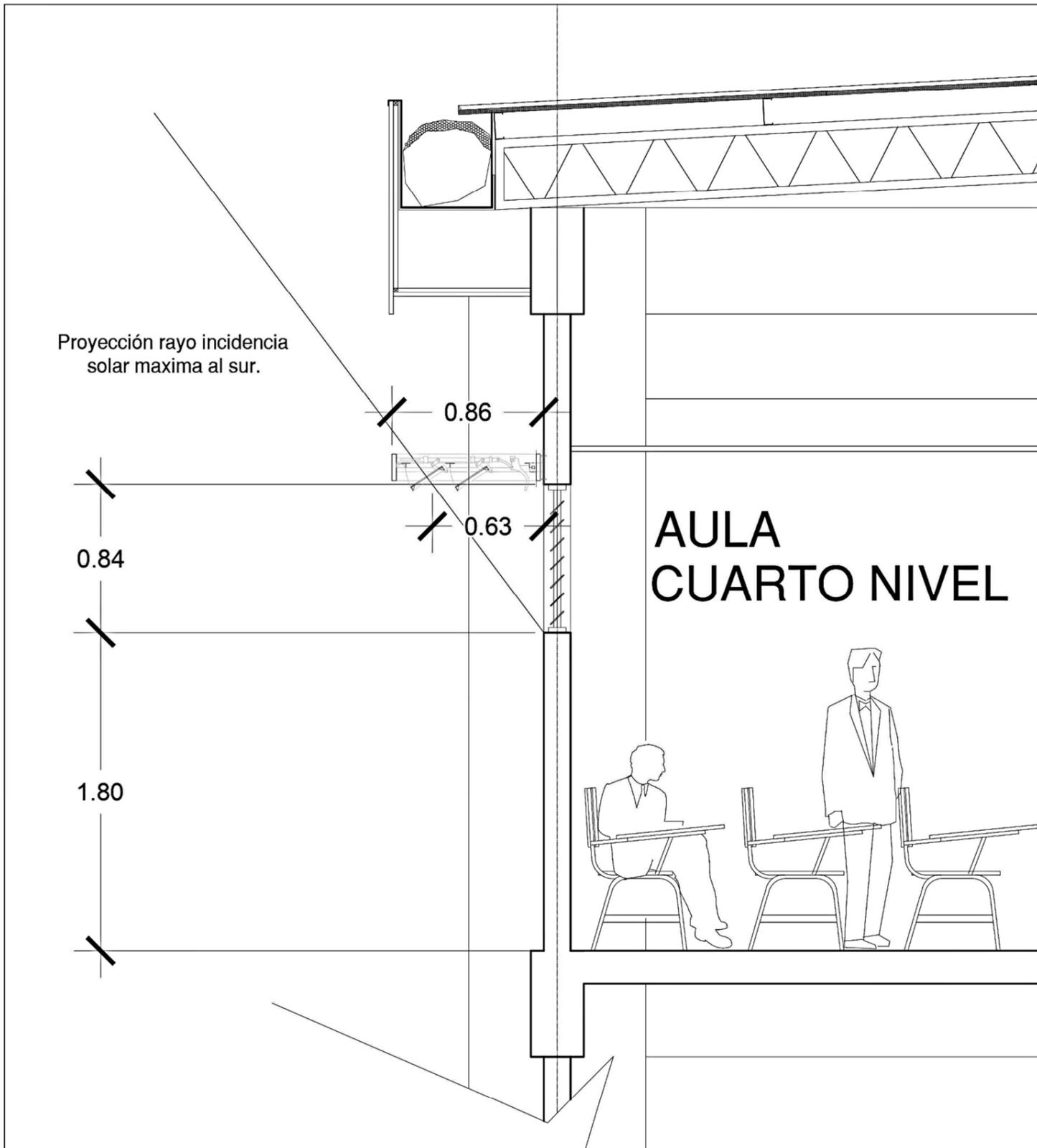
PRESENTAN:  
ING. ÁNGEL ARTURO DÍAZ  
ARQ. MIGUEL ÁNGEL PÉREZ RAMOS  
ASESOR:  
MSC. JORGE ALBERTO ZETINO CHICAS  
DIBUJO:  
MIGUEL ÁNGEL PÉREZ RAMOS

HOJA:

A-13

ESCALA:  
INDICADAS

A-14 Detalle Proyección de marquesina

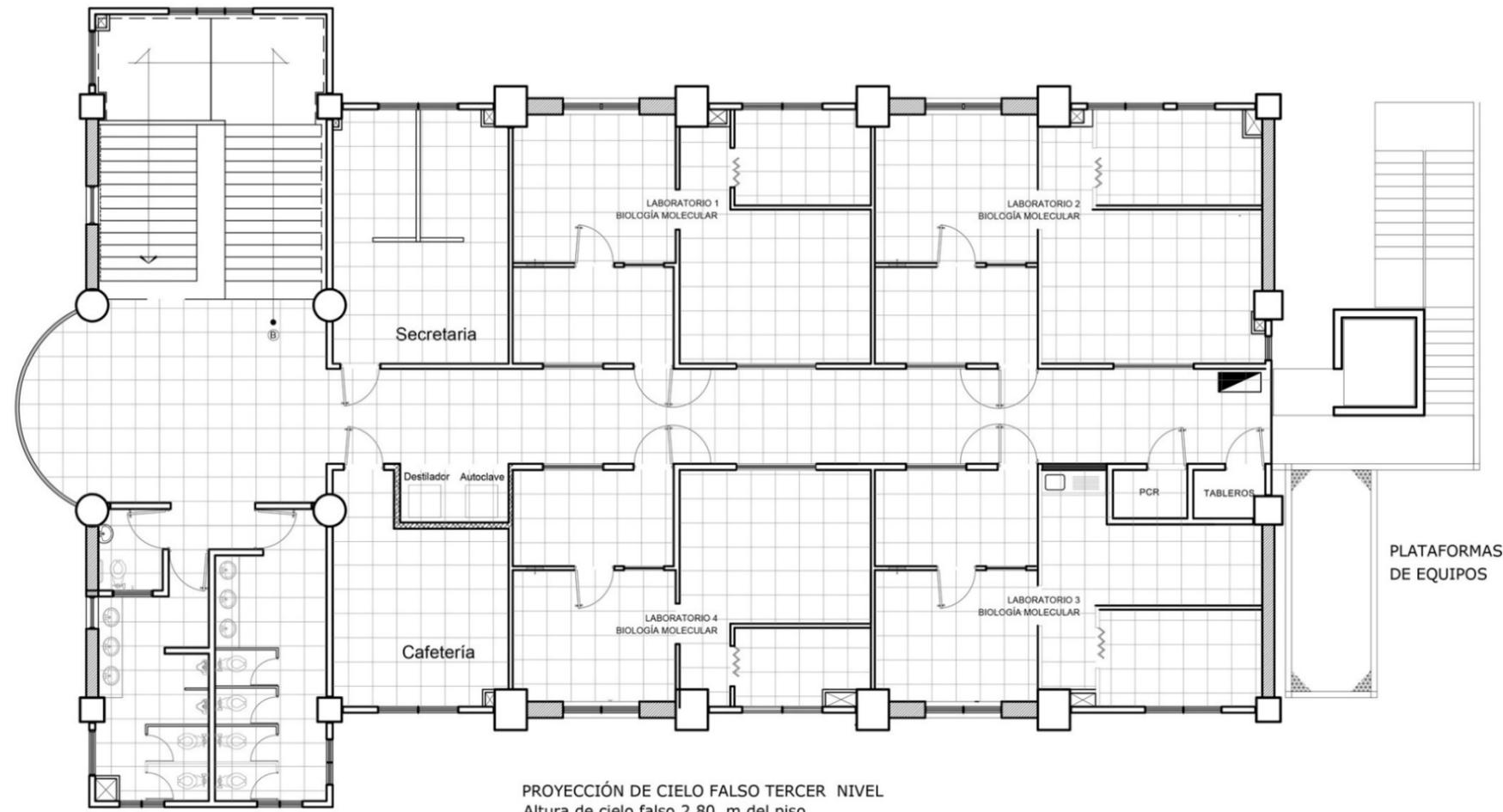


Altura de ventana	0.84 metro	$X =$	
Altura de solera	0 metro (Desde vent. hasta techo)		Angulo complemen:
Angulo de declinación	23.5 Grados	$Alt = 0.84$	
Latitud del Lugar:	13.719 Grados		
Angulo de incidencia	37.219 Grados		
Angulo complemen:	52.781 Grados		
Long de marquesina =	0.64 metro		Angulo de incidencia
$Tan(Ang. Comple) =$	Altura	$X$	
$Tan(53) =$	0.84	$X$	
1.31654455752467	=	$Alt/X$	
0.638033855518986	=	$X$	* Se tiene de holgura El ancho de pared
Angulo complemen:	52.781	Grados	25 14 Lamina Asbesto
Angulo de Pendiente:	17	Grados	20 11 Lamina Asbesto
Long de marquesina =	0.64	metro	15 9 Lamina Asbesto
Desarrollo pendiente =	0.54	metro	10 6 Lámina Metálica
R =	0.20	metro	5 3 Lámina Metálica
Proyección techo en X:		metro	
Angulo bajo =	110.219	Grados	

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
 PROYECTO:  
 AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSGRADOS  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
 CONTENIDO:  
 PROYECCIÓN ASOLEAMIENTO, MARQUESINA  
 PRESENTAN:  
 ING. ÁNGEL ARTURO DÍAZ  
 ARQ. MIGUELÁNGEL PÉREZ RAMOS  
 ASESOR:  
 MSC. JORGE ALBERTO ZETINO CHICAS  
 DIBUJO:  
 MIGUEL ÁNGEL PÉREZ RAMOS  
 ESCALA:  
 1 : 25  
 HOJA:  
**A-14**

# **PLANOS ELÉCTRICOS**

E-1 Electricidad, Cielo Falso Nivel 3



CUADRO DE SIMBOLOGÍA TOMACORRIENTES	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
⊖	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO 120V, TIPO INDUSTRIAL, CAJA PLÁSTICA 2'x4', NEMA 5-15R, CON PLACA COLOR MARFIL, EMPOTRADO EN PARED, ALTURA DE MONTAJE 0.3 METROS DE NPT.
⊖ <sub>100</sub>	CAJA PARA PISO CON TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO, 20 A- 125V, NEMA 5-20R, ULE327854, MARCA AGUILA, MODELO 5798FBAP (COLOR PLATEADO) O SIMILAR.
⊖ <sub>125</sub>	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO 120V, CAJA PLÁSTICA 2'x4', NEMA5-15R, PLACA COLOR MARFIL, MONTAJE EMPOTRADO EN LA PARED, ALTURA 1.25 METROS DE LA SUPERFICIE DEL PISO.
⊖ <sub>150</sub>	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO 120V, CON PROTECCIÓN GFCI TIPO INDUSTRIAL, CAJA PLÁSTICA 2'x4', NEMA 5-15R, PLACA COLOR MARFIL, COLOCADO EN EL PRIMER TOMACORRIENTE DEL CIRCUITO DE CADA LABORATORIO.
⊖ <sub>175</sub>	TOMACORRIENTE SENCILLO POLARIZADO 120V, TIPO INDUSTRIAL, CAJA PLÁSTICA 2'x4', NEMA 5-15R, PLACA COLOR MARFIL, EMPOTRADO EN PARED, ALTURA DE MONTAJE 2.0 METROS DE NPT, PARA CONEXIÓN DE LAMPARAS DE EMERGENCIA.
⊖ <sub>200</sub>	TOMACORRIENTE TRIFILAR 20 AMP, 208V, NEMA 6-20R CON PLACA METALICA, PASS & SEYMOUR O SIMILAR. MONTAJE EN MUEBLE, ALTURA 0.15 METROS SOBRE LA SUPERFICIE DE TRABAJO DEL MUEBLE
⊖ <sub>225</sub>	TOMACORRIENTE TRIFÁSICO 30 AMP, 208V, NEMA 6-30R CON PLACA METALICA, PASS & SEYMOUR O SIMILAR. MONTAJE EN SUPERFICIAL A LA ALTURA 0.40 METROS SOBRE LA SUPERFICIE DE SUELO
⊖ <sub>250</sub>	TABLERO ELECTRICO, ESPECIFICACIONES EN CUADROS DE CARGA
⊖ <sub>275</sub>	CAJA NEMA 1 O 3R, PROTECCION TERMOMAGNETICA INDICADA
⊖ <sub>300</sub>	ALIMENTADOR DE CIRCUITO SUBTABLERO INDICADO
⊖ <sub>325</sub>	LUMINARIA DOBLE REFLECTOR ORIENTABLE, LED 15 W, CON BATERÍA DE DURACIÓN AUTÓNOMA MÍNIMA DE 15 MINUTOS.

CLAVES DE ALAMBRADO	
a	2#10 THHN +1#12 EN Ø 3/4"
b	2#12 THHN + 1#14 THHN EN Ø 3/4"
c	3#14 THHN EN Ø 3/4"
d	3#12 THHN EN Ø 3/4"
e	2#8 THHN +1#10 THHN EN Ø 1"
f	2#12 THHN + 1#14 THHN EN CANALETA
g	3#12 THHN +1#14 THHN EN Ø 3/4"
h	3#8 THHN +1#10 THHN EN Ø 1 1/4"
i	3#6 THHN +1#8 THHN EN Ø 1 1/2"

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
 PROYECTO:  
**AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSGRADOS**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

---

CONTENIDO:  
**CIELO FALSO, NIVEL 3**

---

PRESENTAN:  
**ING. ÁNGEL ARTURO DÍAZ**  
**ARQ. MIGUEL ANGEL PÉREZ**

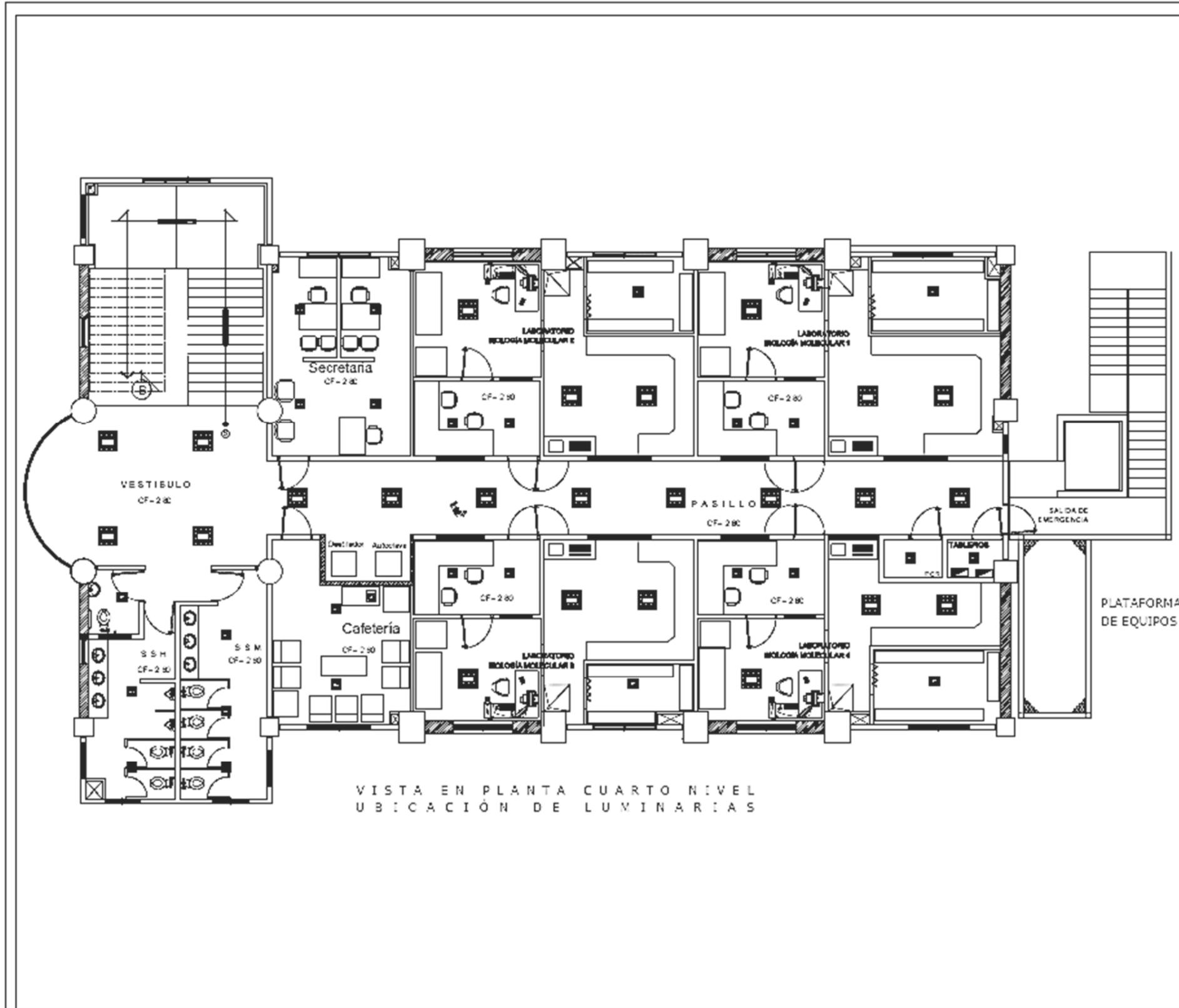
ASESOR:  
**MSC. JORGE ALBERTO ZETINO CHICAS**

DIBUJO:  
**ÁNGEL ARTURO DÍAZ**

ESCALA:  
**1:100**

HOJA:  
**E-1**

E-2 Ubicación de luminarias Nivel 3



CUADRO DE SIMBOLOGIA LUMINARIAS LED	
SIMBOLO	DESCRIPCION
■	LUMINARIA COMPACTA PARA EMPOTRAR EN CIELO FALSO LED 31 W, 3.6m x 0.6m, PHILIPS O SIMILAR.
■	LUMINARIA COMPACTA PARA EMPOTRAR EN CIELO FALSO LED 17 W 3.30m x 0.3m, PHILIPS O SIMILAR.
—	LUMINARIA SUPERFICIAL CON PANTALLA TIPO LED 2 X 8 W PHILIPS O SIMILAR.
⊖	LUMINARIA DOBLE REFLECTOR ORIENTABLE LED 15 W, CON BATERIA DE DURACION AUTONOMA MINIMA DE 15 MINUTOS.
⊕	LUMINARIA PARA INTERRUPTE LED 15 W, CON PANTALLA PROTECTORA, PARA ILUMINACION DE LOS DESGANSES Y PASILLOS DE GRADAS METALICAS.
⊙	LUMINARIA PARA INTERRUPTE LED 22 W, PARA ILUMINACION DIRECCIONAL CON PANTALLA PROTECTORA, PARA ILUMINACION DE GRADAS METALICAS.
⊥	INTERRUPTOR SENCILLO 20 AMPERIOS, CON PLACA COLOR BLANCO, PARA CAJA RECTANGULAR 4X 2" TIPO O SIMILAR.
⊥	INTERRUPTOR DOBLE 20 AMPERIOS, CON PLACA COLOR BLANCO, PARA CAJA RECTANGULAR 4X 2" TIPO O SIMILAR.
⊥	INTERRUPTOR DE CAMBIO TRES VIAS, 20 AMPERIOS, CON PLACA COLOR BLANCO, PARA CAJA RECTANGULAR 4X 2" TIPO O SIMILAR.
⊥	ALIMENTADOR DE CIRCUITO SUBTABLERO INDICADO

CLAVES DE ALAMPADO	
a	2x10 THHN + 1x12 EN Ø 3/4"
b	2x12 THHN + 1x14 THHN EN Ø 3/4"
c	3x14 THHN EN Ø 3/4"
d	2x12 THHN EN Ø 3/4"
e	2x8 THHN + 1x12 THHN EN Ø 1"
f	2x12 THHN + 1x14 THHN EN CANALETA
g	2x12 THHN + 1x14 THHN EN Ø 3/4"
h	2x8 THHN + 1x12 THHN EN Ø 1 1/4"
i	2x8 THHN + 1x8 THHN EN Ø 1 1/2"

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**PROYECTO:**  
AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSGRADOS  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

**CONTENIDO:**  
UBICACIÓN DE LUMINARIAS, NIVEL 3

**PRESENTAN:**  
ING. ÁNGEL ARTURO DÍAZ  
ARQ. MIGUEL ANGEL PÉREZ

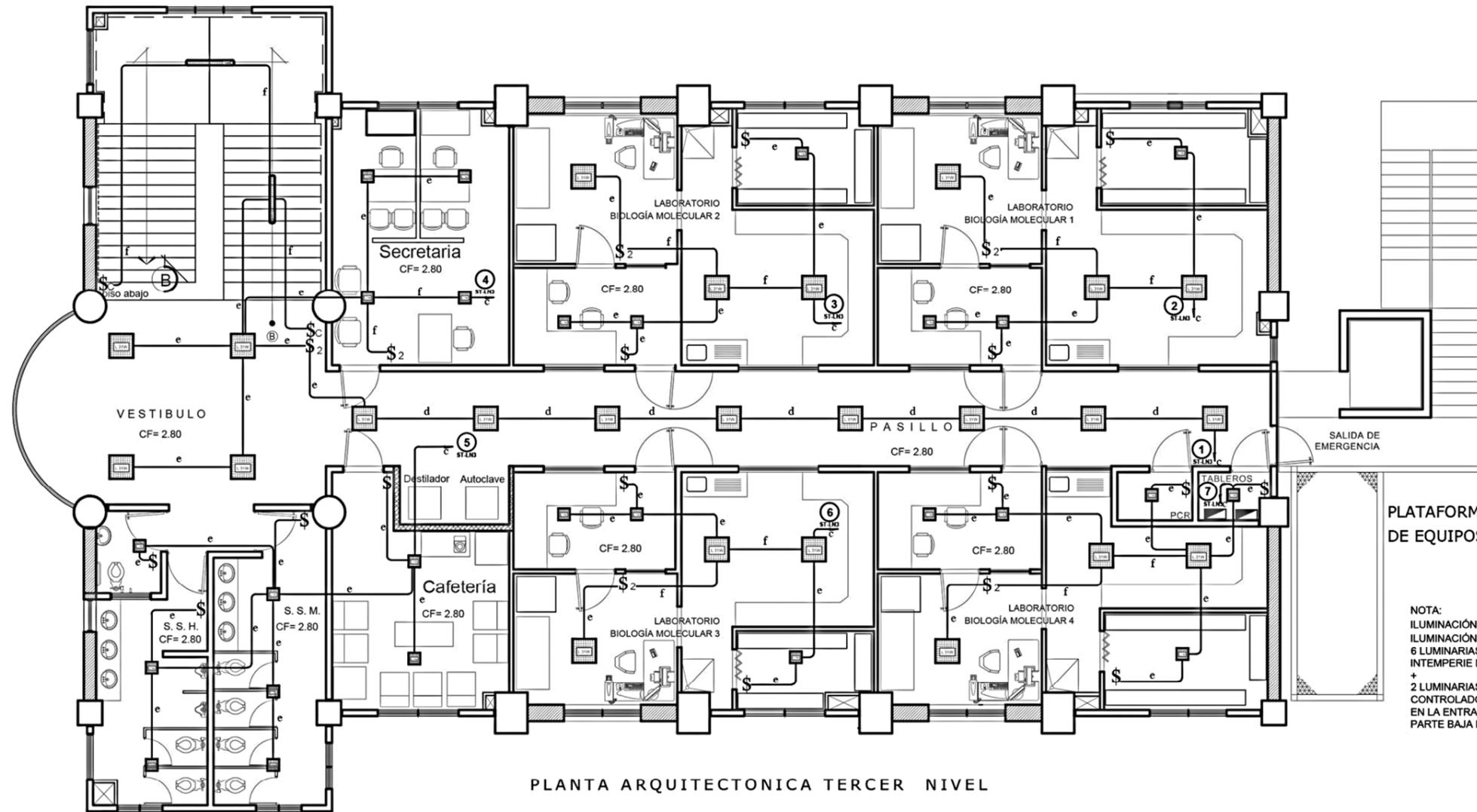
**ASESOR:**  
MSC. JORGE ALBERTO ZETINO CHICAS

**DIBUJO:**  
ÁNGEL ARTURO DÍAZ

**ESCALA:**  
1:100

**HOJA 1**  
**E-2**

### E-3 Iluminación Nivel 3



PLATAFORMAS DE EQUIPOS

NOTA:  
ILUMINACIÓN DE GRADAS SE AGREGAN AL TABLERO DE ILUMINACIÓN DEL NIVEL 4.  
6 LUMINARIAS LED CON CIRCULAR CON PANTALLA, PARA INTEMPERIE DE 15 W  
+  
2 LUMINARIAS LED DIRIGIDA PARA INTEMPERIE DE 22 W CONTROLADOS POR INTERRUPTOR DE CAMBIO UBICADO EN LA ENTRADA DE EMERGENCIA DEL NIVEL 3 Y EN LA PARTE BAJA DE LAS GRADAS

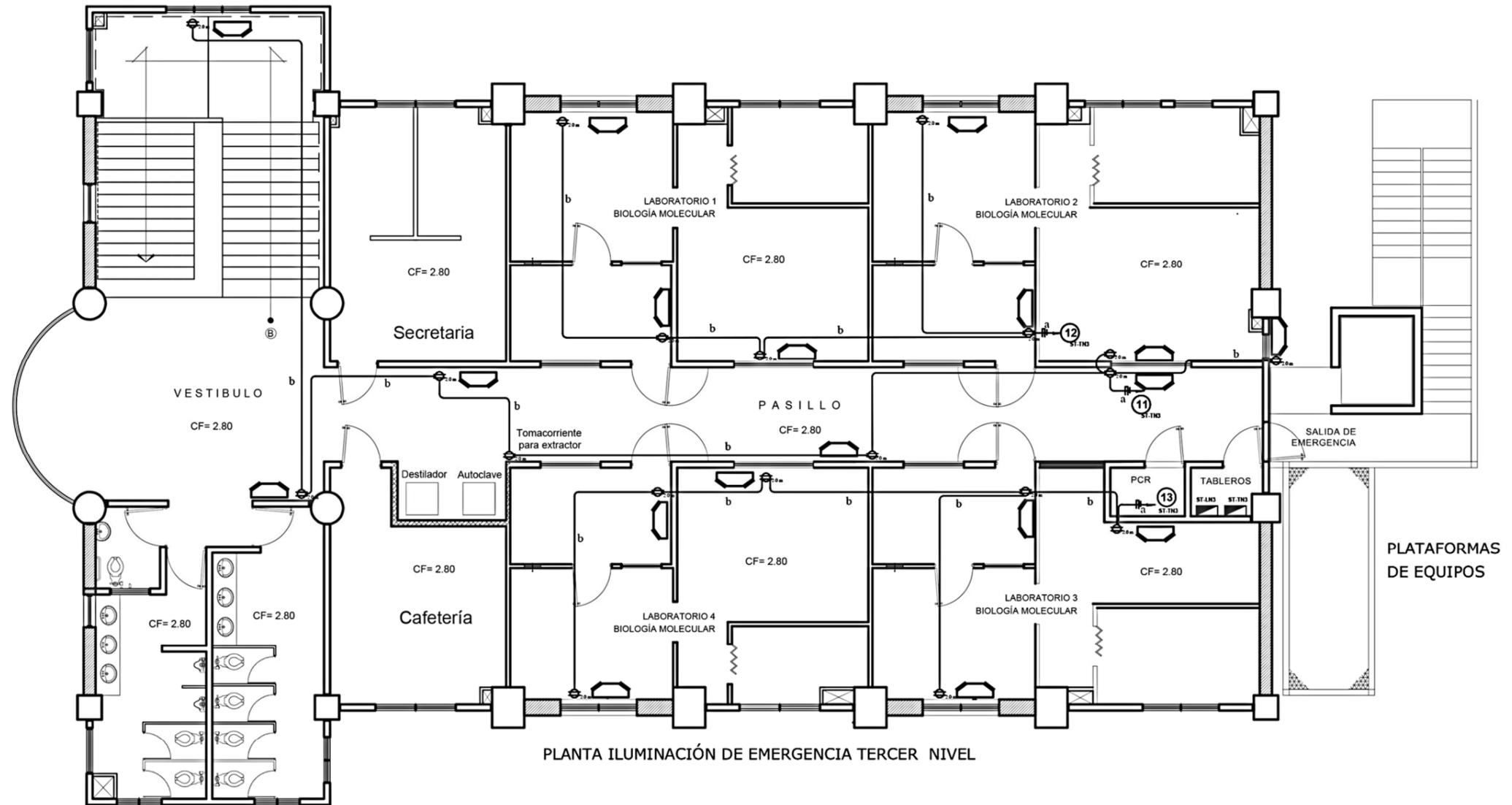
PLANTA ARQUITECTONICA TERCER NIVEL

CUADRO DE SIMBOLOGÍA LUMINARIAS LED	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	LUMINARIA COMPACTA PARA EMPOTRAR EN CIELO FALSO LED 31 W, 0.6m x 0.6m, PHILIPS O SIMILAR.
	LUMINARIA COMPACTA PARA EMPOTRAR EN CIELO FALSO LED 17 W 0.30m x 0.3m, PHILIPS O SIMILAR.
	LUMINARIA SUPERFICIAL CON PANTALLA TIPO LED 2 X 9 W, PHILIPS O SIMILAR.
	LUMINARIA DOBLE REFLECTOR ORIENTABLE, LED 15 W, CON BATERÍA DE DURACIÓN AUTÓNOMA MÍNIMA DE 15 MINUTOS.
	LUMINARIA PARA INTEMPERIE LED 15 W, CON PANTALLA PROTECTORA, PARA ILUMINACIÓN DE LOS DESCANSOS Y PASILLOS DE GRADAS METÁLICAS
	LUMINARIA PARA INTEMPERIE LED 22 W, PARA ILUMINACIÓN DIRECCIONAL CON PANTALLA PROTECTORA, PARA ILUMINACIÓN DE GRADAS METÁLICAS
	INTERRUPTOR SENCILLO 20 AMPERIOS, CON PLACA COLOR BLANCO, PARA CAJA RECTANGULAR 4"X 2", TICINO O SIMILAR.
	INTERRUPTOR DOBLE 20 AMPERIOS, CON PLACA COLOR BLANCO, PARA CAJA RECTANGULAR 4"X 2", TICINO O SIMILAR.
	INTERRUPTOR DE CAMBIO (TRES VÍAS) 20 AMPERIOS, CON PLACA COLOR BLANCO, PARA CAJA RECTANGULAR 4"X 2", TICINO O SIMILAR.
	ALIMENTADOR DE CIRCUITO SUBTABLERO INDICADO

CLAVES DE ALAMBRADO	
a	2#10 THHN + 1#12 EN Ø 3/4"
b	2#12 THHN + 1#14 THHN EN Ø 3/4"
c	3#14 THHN EN Ø 3/4"
d	3#12 THHN EN Ø 3/4"
e	2#8 THHN + 1#10 THHN EN Ø 1"
f	2#12 THHN + 1#14 THHN EN CANALETA
g	3#12 THHN + 1#14 THHN EN Ø 3/4"
h	3#8 THHN + 1#10 THHN EN Ø 1 1/4"
i	3#6 THHN + 1#8 THHN EN Ø 1 1/2"

<b>UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR</b>	
PROYECTO: <b>AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSGRADOS FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS</b>	
CONTENIDO: <b>ILUMINACIÓN, NIVEL 3</b>	
PRESENTAN: <b>ING. ÁNGEL ARTURO DÍAZ ARQ. MIGUEL ANGEL PÉREZ</b>	HOJA: <b>E-3</b>
ASESOR: <b>MSC. JORGE ALBERTO ZETINO CHICAS</b>	
DIBUJO: <b>ÁNGEL ARTURO DÍAZ</b>	ESCALA: <b>1:100</b>

## E-4 Iluminación Emergencia Nivel 3



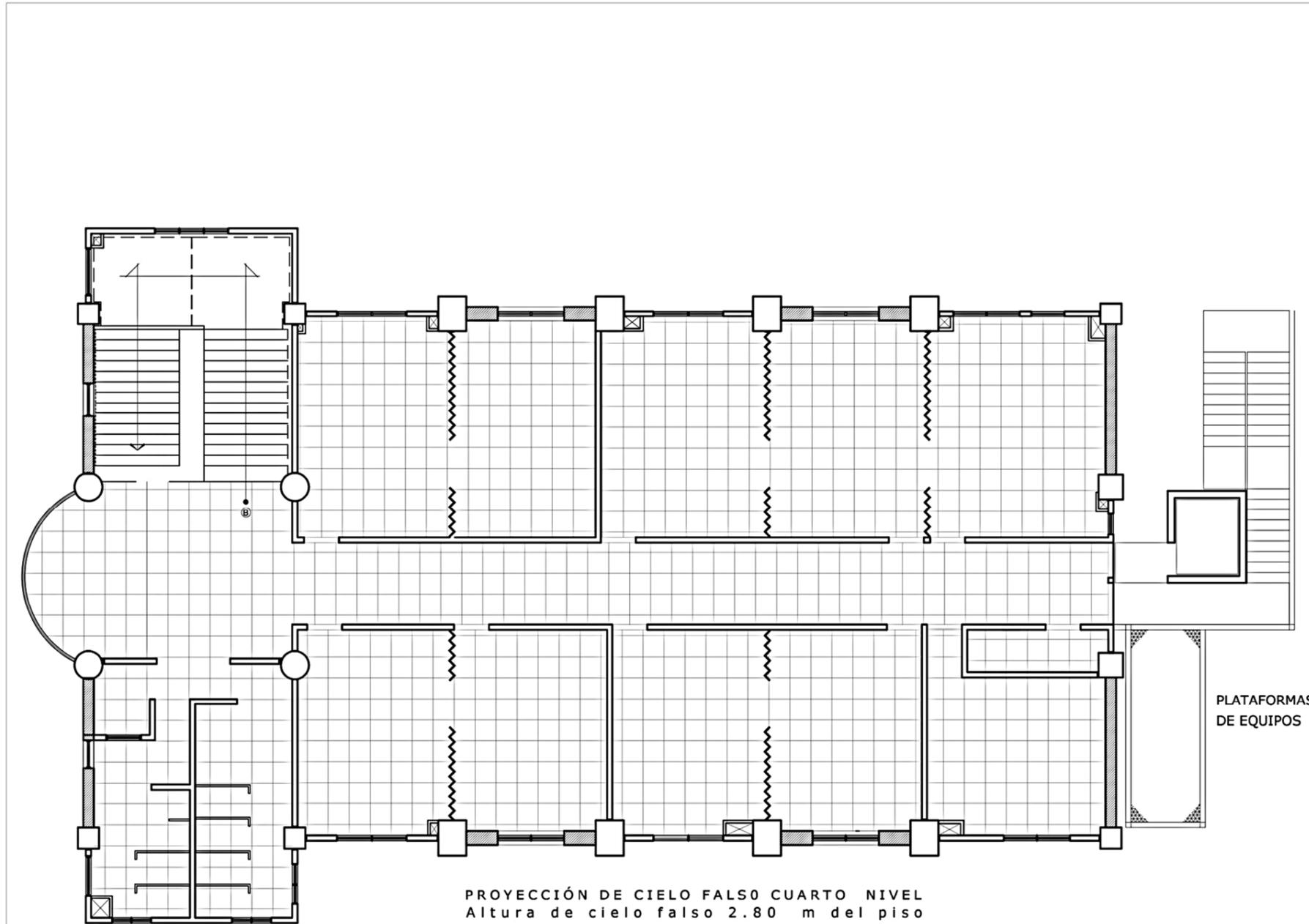
PLANTA ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA TERCER NIVEL

CUADRO DE SIMBOLOGÍA LUMINARIAS LED	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	LUMINARIA COMPACTA PARA EMPOTRAR EN CIELO FALSO LED 31 W, 0.6m x 0.6m, PHILIPS O SIMILAR.
	LUMINARIA COMPACTA PARA EMPOTRAR EN CIELO FALSO LED 17 W 0.30m x 0.3m, PHILIPS O SIMILAR.
	LUMINARIA SUPERFICIAL CON PANTALLA TIPO LED 2 X 9 W, PHILIPS O SIMILAR.
	LUMINARIA DOBLE REFLECTOR ORIENTABLE, LED 15 W, CON BATERÍA DE DURACIÓN AUTÓNOMA MÍNIMA DE 15 MINUTOS.
	LUMINARIA PARA INTEMPERIE LED 15 W, CON PANTALLA PROTECTORA, PARA ILUMINACIÓN DE LOS DESCANSOS Y PASILLOS DE GRADAS METÁLICAS
	LUMINARIA PARA INTEMPERIE LED 22 W, PARA ILUMINACIÓN DIRECCIONAL CON PANTALLA PROTECTORA, PARA ILUMINACIÓN DE GRADAS METÁLICAS
	INTERRUPTOR SENCILLO 20 AMPERIOS, CON PLACA COLOR BLANCO, PARA CAJA RECTANGULAR 4"X 2", TICINO O SIMILAR.
	INTERRUPTOR DOBLE 20 AMPERIOS, CON PLACA COLOR BLANCO, PARA CAJA RECTANGULAR 4"X 2", TICINO O SIMILAR.
	INTERRUPTOR DE CAMBIO (TRES VÍAS) 20 AMPERIOS, CON PLACA COLOR BLANCO, PARA CAJA RECTANGULAR 4"X 2", TICINO O SIMILAR.
	ALIMENTADOR DE CIRCUITO SUBTABLERO INDICADO

CLAVES DE ALAMBRADO	
a	2#10 THHN +1#12 EN Ø 3/4"
b	2#12 THHN + 1#14 THHN EN Ø 3/4"
c	3#14 THHN EN Ø 3/4"
d	3#12 THHN EN Ø 3/4"
e	2#8 THHN +1#10 THHN EN Ø 1"
f	2#12 THHN + 1#14 THHN EN CANALETA
g	3#12 THHN +1#14 THHN EN Ø 3/4"
h	3#8 THHN +1#10 THHN EN Ø 1 1/4"
i	3#6 THHN +1#8 THHN EN Ø 1 1/2"

<b>UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR</b>	
PROYECTO: <b>AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSGRADOS FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS</b>	
CONTENIDO: <b>ILUMINACIÓN EMERGENCIA, NIVEL 3</b>	
PRESENTAN: <b>ING. ÁNGEL ARTURO DÍAZ ARQ. MIGUEL ANGEL PÉREZ</b>	HOJA: <b>E-4</b>
ASESOR: <b>MSC. JORGE ALBERTO ZETINO CHICAS</b>	ESCALA: <b>1:100</b>
DIBUJO: <b>ÁNGEL ARTURO DÍAZ</b>	

E-5 Cielo Falso Nivel 4

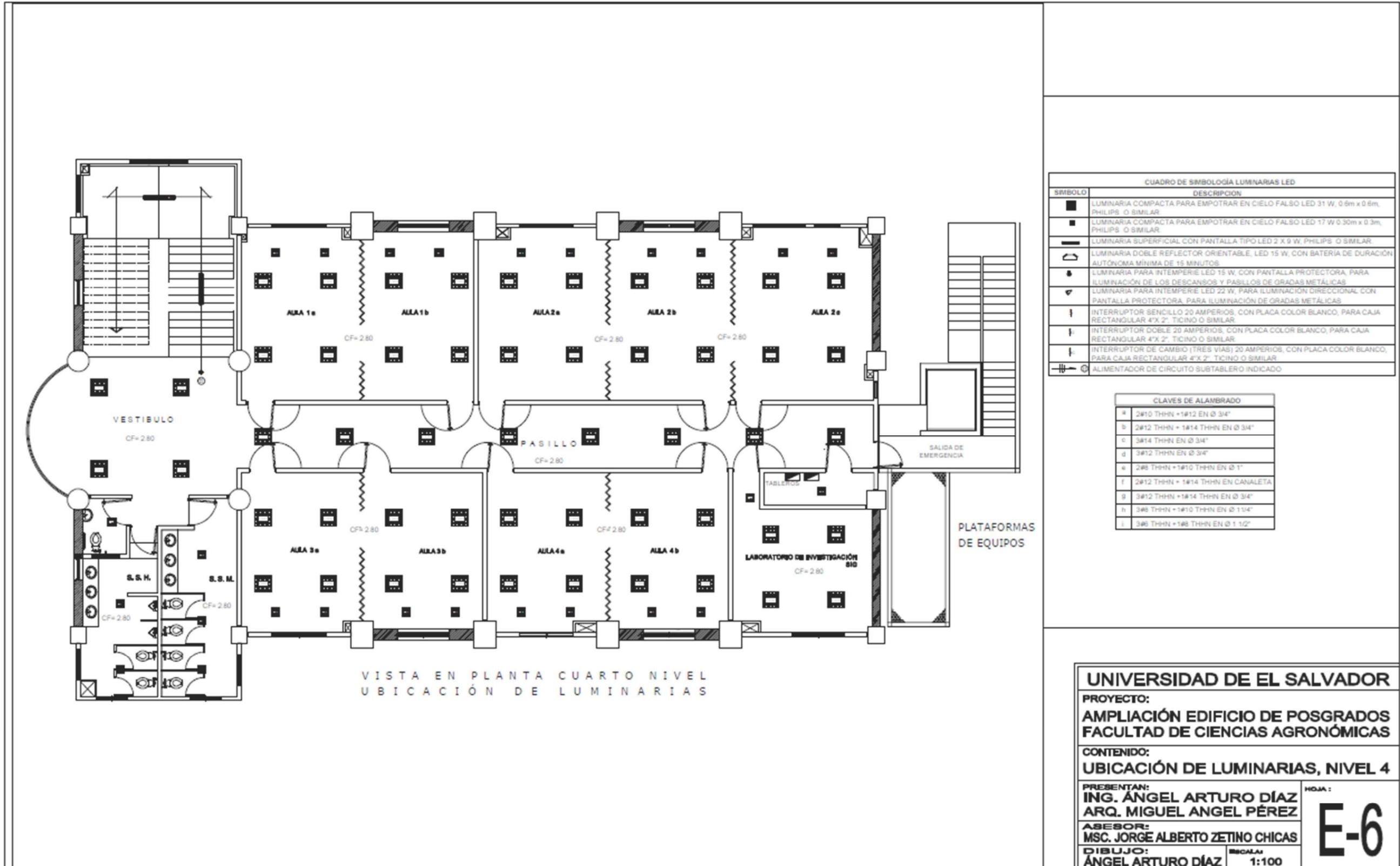


CUADRO DE SIMBOLOGIA TOMACORRIENTES	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO 120V, TIPO INDUSTRIAL, CAJA PLÁSTICA 2"x4", NEMA 5-15R, CON PLACA COLOR MARFIL, EMPOTRADO EN PARED, ALTURA DE MONTAJE 0.3 METROS DE NPT.
	CAJA PARA PISO CON TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO, 20 A. 125V, NEMA 5-20R, ULE327854, MARCA AGUILA, MODELO 5798FBAP (COLOR PLATEADO) O SIMILAR.
	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO 120V, CAJA PLÁSTICA 2"x4", NEMA5-15R, PLACA COLOR MARFIL, MONTAJE EMPOTRADO EN LA PARED, ALTURA 1.25 METROS DE LA SUPERFICIE DEL PISO.
	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO 120V, CON PROTECCIÓN GFCI TIPO INDUSTRIAL, CAJA PLÁSTICA 2"x4", NEMA 5-15R, PLACA COLOR MARFIL, COLOCADO EN EL PRIMER TOMACORRIENTE DEL CIRCUITO DE CADA LABORATORIO.
	TOMACORRIENTE SENCILLO POLARIZADO 120V, TIPO INDUSTRIAL, CAJA PLÁSTICA 2"x4", NEMA 5-15R, PLACA COLOR MARFIL, EMPOTRADO EN PARED, ALTURA DE MONTAJE 2.0 METROS DE NPT, PARA CONEXIÓN DE LAMPARAS DE EMERGENCIA.
	TOMACORRIENTE TRIFILAR 20 AMP, 208V, NEMA 6-20R CON PLACA METALICA, PASS & SEYMOUR O SIMILAR. MONTAJE EN MUEBLE, ALTURA 0.15 METROS SOBRE LA SUPERFICIE DE TRABAJO DEL MUEBLE.
	TOMACORRIENTE TRIFASICO 30 AMP, 208V, NEMA 6-30R CON PLACA METALICA, PASS & SEYMOUR O SIMILAR. MONTAJE EN SUPERFICIAL A LA ALTURA 0.40 METROS SOBRE LA SUPERFICIE DE SUELO.
	TABLERO ELECTRICO, ESPECIFICACIONES EN CUADROS DE CARGA
	CAJA NEMA 1 O 3R, PROTECCION TERMOMAGNETICA INDICADA
	ALIMENTADOR DE CIRCUITO SUBTABLERO INDICADO
	LUMINARIA DOBLE REFLECTOR ORIENTABLE, LED 15 W, CON BATERIA DE DURACIÓN AUTÓNOMA MÍNIMA DE 15 MINUTOS.

CLAVES DE ALAMBRAO	
a	2#10 THHN + 1#12 EN Ø 3/4"
b	2#12 THHN + 1#14 THHN EN Ø 3/4"
c	3#14 THHN EN Ø 3/4"
d	3#12 THHN EN Ø 3/4"
e	2#8 THHN + 1#10 THHN EN Ø 1"
f	2#12 THHN + 1#14 THHN EN CANALETA
g	3#12 THHN + 1#14 THHN EN Ø 3/4"
h	3#8 THHN + 1#10 THHN EN Ø 1 1/4"
i	3#6 THHN + 1#8 THHN EN Ø 1 1/2"

<b>UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR</b>	
PROYECTO: <b>AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSGRADOS FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS</b>	
CONTENIDO: <b>CIELO FALSO, NIVEL 4</b>	
PRESENTAN: <b>ING. ÁNGEL ARTURO DÍAZ ARQ. MIGUEL ANGEL PÉREZ</b>	HOJA: <b>E-5</b>
ASESOR: <b>MSC. JORGE ALBERTO ZETINO CHICAS</b>	
DIBUJO: <b>ÁNGEL ARTURO DÍAZ</b>	ESCALA: <b>1:100</b>

E-6 Ubicación de luminarias Nivel 4



CUADRO DE SIMBOLOGÍA LUMINARIAS LED	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
■	LUMINARIA COMPACTA PARA EMPOTRAR EN CIELO FALSO LED 31 W, 0.6m x 0.6m, PHILIPS O SIMILAR
■	LUMINARIA COMPACTA PARA EMPOTRAR EN CIELO FALSO LED 17 W 0.30m x 0.3m, PHILIPS O SIMILAR
□	LUMINARIA SUPERFICIAL CON PANTALLA TIPO LED 2 X 9 W, PHILIPS O SIMILAR
⊖	LUMINARIA DOBLE REFLECTOR ORIENTABLE, LED 15 W, CON BATERIA DE DURACIÓN AUTÓNOMA MÍNIMA DE 15 MINUTOS
●	LUMINARIA PARA INTemperIE LED 15 W, CON PANTALLA PROTECTORA, PARA ILUMINACIÓN DE LOS DESCANSOS Y PASILLOS DE GRADAS METÁLICAS
▲	LUMINARIA PARA INTemperIE LED 22 W, PARA ILUMINACIÓN DIRECCIONAL CON PANTALLA PROTECTORA, PARA ILUMINACIÓN DE GRADAS METÁLICAS
⊥	INTERRUPTOR SENCILLO 20 AMPERIOS, CON PLACA COLOR BLANCO, PARA CAJA RECTANGULAR 4"X 2", TICINO O SIMILAR
⊥	INTERRUPTOR DOBLE 20 AMPERIOS, CON PLACA COLOR BLANCO, PARA CAJA RECTANGULAR 4"X 2", TICINO O SIMILAR
⊥	INTERRUPTOR DE CAMBIO (TRES VIAS) 20 AMPERIOS, CON PLACA COLOR BLANCO, PARA CAJA RECTANGULAR 4"X 2", TICINO O SIMILAR
⊥	ALIMENTADOR DE CIRCUITO SUBTABLERO INDICADO

CLAVES DE ALAMBRADO	
a	2#10 THHN + 1#12 EN Ø 3/4"
b	2#12 THHN + 1#14 THHN EN Ø 3/4"
c	3#14 THHN EN Ø 3/4"
d	3#12 THHN EN Ø 3/4"
e	2#6 THHN + 1#10 THHN EN Ø 1"
f	2#12 THHN + 1#14 THHN EN CANALETA
g	3#12 THHN + 1#14 THHN EN Ø 3/4"
h	3#6 THHN + 1#10 THHN EN Ø 1 1/4"
i	3#6 THHN + 1#6 THHN EN Ø 1 1/2"

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**PROYECTO:**  
**AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSGRADOS**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

**CONTENIDO:**  
**UBICACIÓN DE LUMINARIAS, NIVEL 4**

**PRESENTAN:**  
**ING. ÁNGEL ARTURO DÍAZ**  
**ARQ. MIGUEL ANGEL PÉREZ**

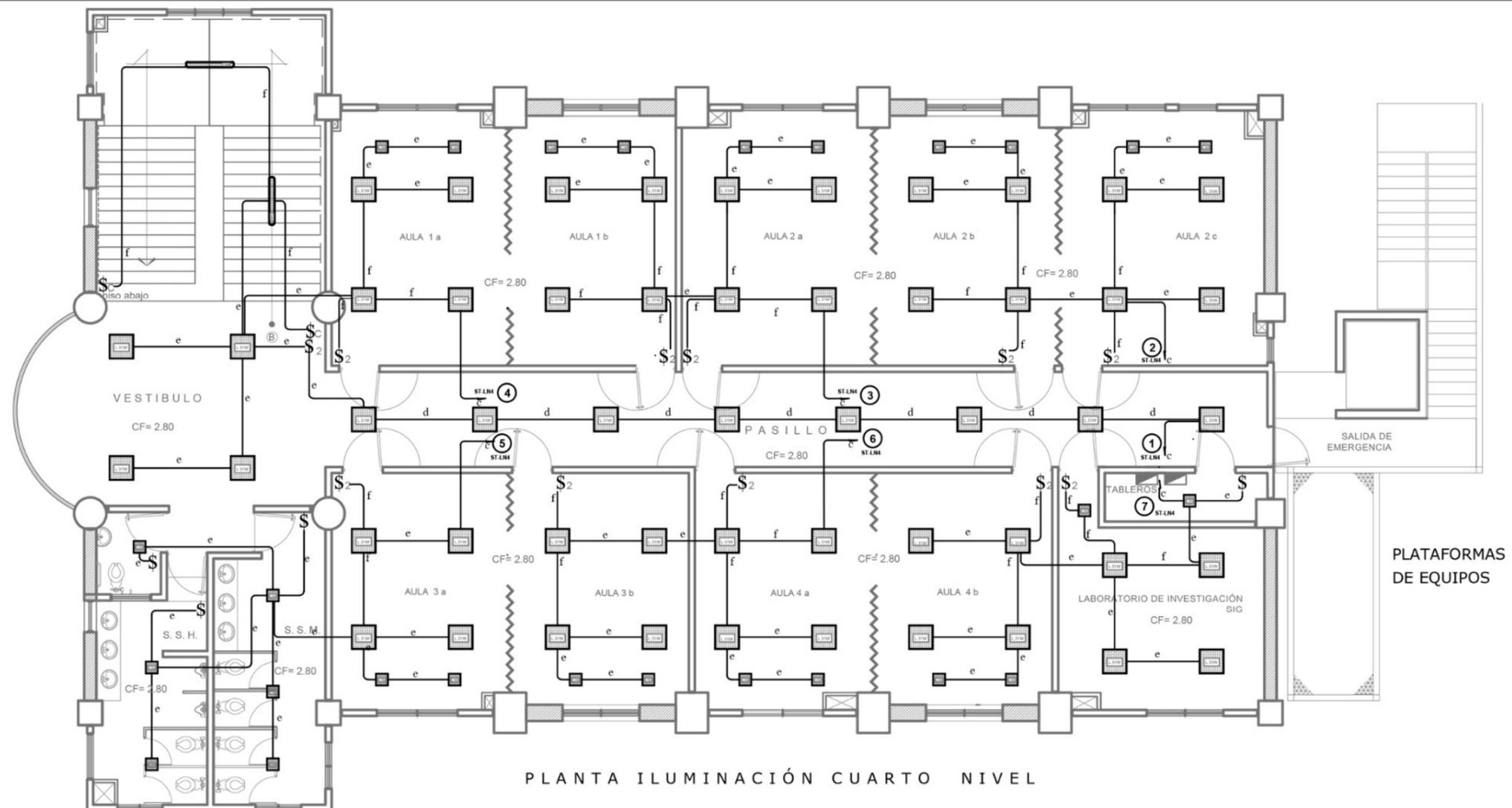
**ASESOR:**  
**MSC. JORGE ALBERTO ZETINO CHICAS**

**DIBUJO:**  
**ÁNGEL ARTURO DÍAZ**

**ESCALA:**  
**1:100**

**HOJA:**  
**E-6**

# E-7 Iluminación Nivel 4



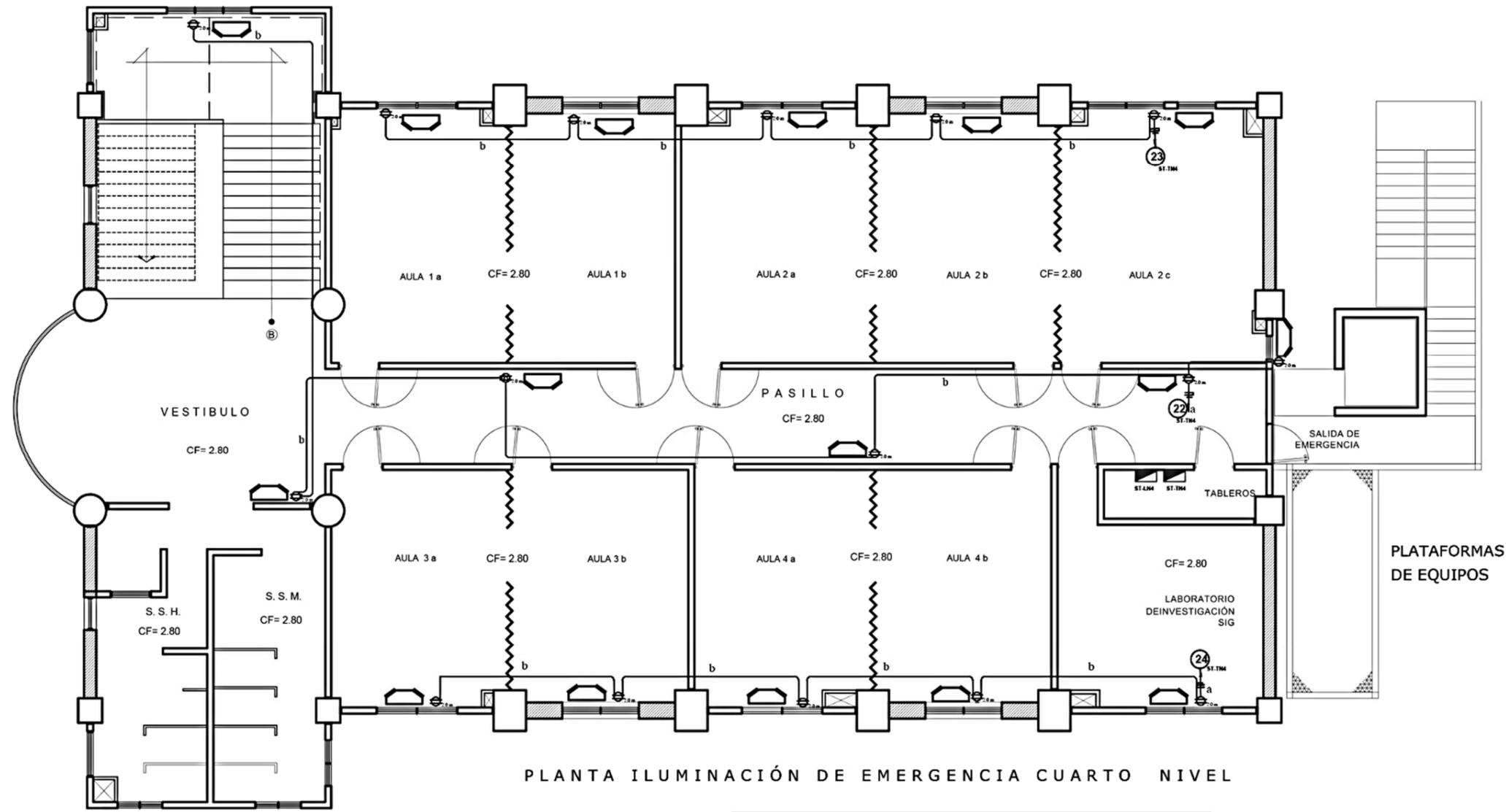
PLANTA ILUMINACIÓN CUARTO NIVEL

CUADRO DE SIMBOLOGÍA LUMINARIAS LED	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	LUMINARIA COMPACTA PARA EMPOTRAR EN CIELO FALSO LED 31 W, 0.6m x 0.6m, PHILIPS O SIMILAR.
	LUMINARIA COMPACTA PARA EMPOTRAR EN CIELO FALSO LED 17 W 0.30m x 0.3m, PHILIPS O SIMILAR.
	LUMINARIA SUPERFICIAL CON PANTALLA TIPO LED 2 X 9 W, PHILIPS O SIMILAR.
	LUMINARIA DOBLE REFLECTOR ORIENTABLE, LED 15 W, CON BATERÍA DE DURACIÓN AUTÓNOMA MÍNIMA DE 15 MINUTOS.
	LUMINARIA PARA INTEMPERIE LED 15 W, CON PANTALLA PROTECTORA, PARA ILUMINACIÓN DE LOS DESCANSOS Y PASILLOS DE GRADAS METÁLICAS
	LUMINARIA PARA INTEMPERIE LED 22 W, PARA ILUMINACIÓN DIRECCIONAL CON PANTALLA PROTECTORA, PARA ILUMINACIÓN DE GRADAS METÁLICAS
	INTERRUPTOR SENCILLO 20 AMPERIOS, CON PLACA COLOR BLANCO, PARA CAJA RECTANGULAR 4"X 2", TICINO O SIMILAR.
	INTERRUPTOR DOBLE 20 AMPERIOS, CON PLACA COLOR BLANCO, PARA CAJA RECTANGULAR 4"X 2", TICINO O SIMILAR.
	INTERRUPTOR DE CAMBIO (TRES VÍAS) 20 AMPERIOS, CON PLACA COLOR BLANCO, PARA CAJA RECTANGULAR 4"X 2", TICINO O SIMILAR.
	ALIMENTADOR DE CIRCUITO SUBTABLERO INDICADO

CLAVES DE ALAMBRADO	
a	2#10 THHN +1#12 EN Ø 3/4"
b	2#12 THHN + 1#14 THHN EN Ø 3/4"
c	3#14 THHN EN Ø 3/4"
d	3#12 THHN EN Ø 3/4"
e	2#8 THHN +1#10 THHN EN Ø 1"
f	2#12 THHN + 1#14 THHN EN CANALETA
g	3#12 THHN +1#14 THHN EN Ø 3/4"
h	3#8 THHN +1#10 THHN EN Ø 1 1/4"
i	3#6 THHN +1#8 THHN EN Ø 1 1/2"

<b>UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR</b>	
PROYECTO: <b>AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSGRADOS FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS</b>	
CONTENIDO: <b>ILUMINACIÓN, NIVEL 4</b>	
PRESENTAN: <b>ING. ÁNGEL ARTURO DÍAZ ARQ. MIGUEL ANGEL PÉREZ</b>	HOJA : <b>E-7</b>
ASESOR: <b>MSC. JORGE ALBERTO ZETINO CHICAS</b>	
DIBUJO: <b>ÁNGEL ARTURO DÍAZ</b>	ESCALA: <b>1:100</b>

# E-8 Iluminación Emergencia Nivel 4



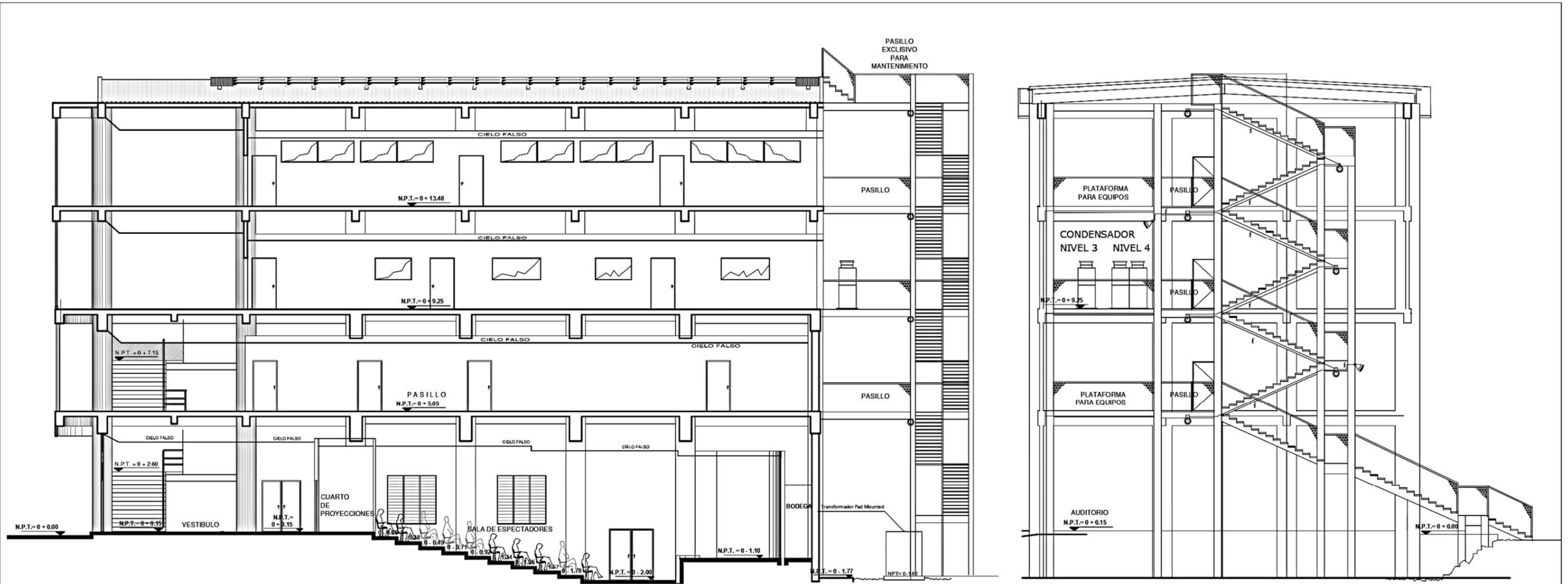
PLANTA ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA CUARTO NIVEL

CUADRO DE SIMBOLOGÍA LUMINARIAS LED	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	LUMINARIA COMPACTA PARA EMPOTRAR EN CIELO FALSO LED 31 W, 0.6m x 0.6m, PHILIPS O SIMILAR.
	LUMINARIA COMPACTA PARA EMPOTRAR EN CIELO FALSO LED 17 W 0.30m x 0.3m, PHILIPS O SIMILAR.
	LUMINARIA SUPERFICIAL CON PANTALLA TIPO LED 2 X 9 W, PHILIPS O SIMILAR.
	LUMINARIA DOBLE REFLECTOR ORIENTABLE, LED 15 W, CON BATERÍA DE DURACIÓN AUTÓNOMA MÍNIMA DE 15 MINUTOS.
	LUMINARIA PARA INTEMPERIE LED 15 W, CON PANTALLA PROTECTORA, PARA ILUMINACIÓN DE LOS DESCANOS Y PASILLOS DE GRADAS METÁLICAS
	LUMINARIA PARA INTEMPERIE LED 22 W, PARA ILUMINACIÓN DIRECCIONAL CON PANTALLA PROTECTORA, PARA ILUMINACIÓN DE GRADAS METÁLICAS
	INTERRUPTOR SENCILLO 20 AMPERIOS, CON PLACA COLOR BLANCO, PARA CAJA RECTANGULAR 4"X 2", TICINO O SIMILAR.
	INTERRUPTOR DOBLE 20 AMPERIOS, CON PLACA COLOR BLANCO, PARA CAJA RECTANGULAR 4"X 2", TICINO O SIMILAR.
	INTERRUPTOR DE CAMBIO (TRES VÍAS) 20 AMPERIOS, CON PLACA COLOR BLANCO, PARA CAJA RECTANGULAR 4"X 2", TICINO O SIMILAR.
	ALIMENTADOR DE CIRCUITO SUBTABLERO INDICADO

CLAVES DE ALAMBRADO	
a	2#10 THHN +1#12 EN Ø 3/4"
b	2#12 THHN + 1#14 THHN EN Ø 3/4"
c	3#14 THHN EN Ø 3/4"
d	3#12 THHN EN Ø 3/4"
e	2#8 THHN +1#10 THHN EN Ø 1"
f	2#12 THHN + 1#14 THHN EN CANALETA
g	3#12 THHN +1#14 THHN EN Ø 3/4"
h	3#8 THHN +1#10 THHN EN Ø 1 1/4"
i	3#6 THHN +1#8 THHN EN Ø 1 1/2"

<b>UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR</b>	
PROYECTO: <b>AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSGRADOS FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS</b>	
CONTENIDO: <b>ILUMINACIÓN EMERGENCIA, NIVEL 4</b>	
PRESENTAN: <b>ING. ÁNGEL ARTURO DÍAZ ARQ. MIGUEL ANGEL PÉREZ</b>	HOJA: <b>E-8</b>
ASESOR: <b>MSC. JORGE ALBERTO ZETINO CHICAS</b>	ESCALA: <b>1:100</b>
DIBUJO: <b>ÁNGEL ARTURO DÍAZ</b>	

**E-9 Iluminación Escaleras externas**



SECCIÓN A-A

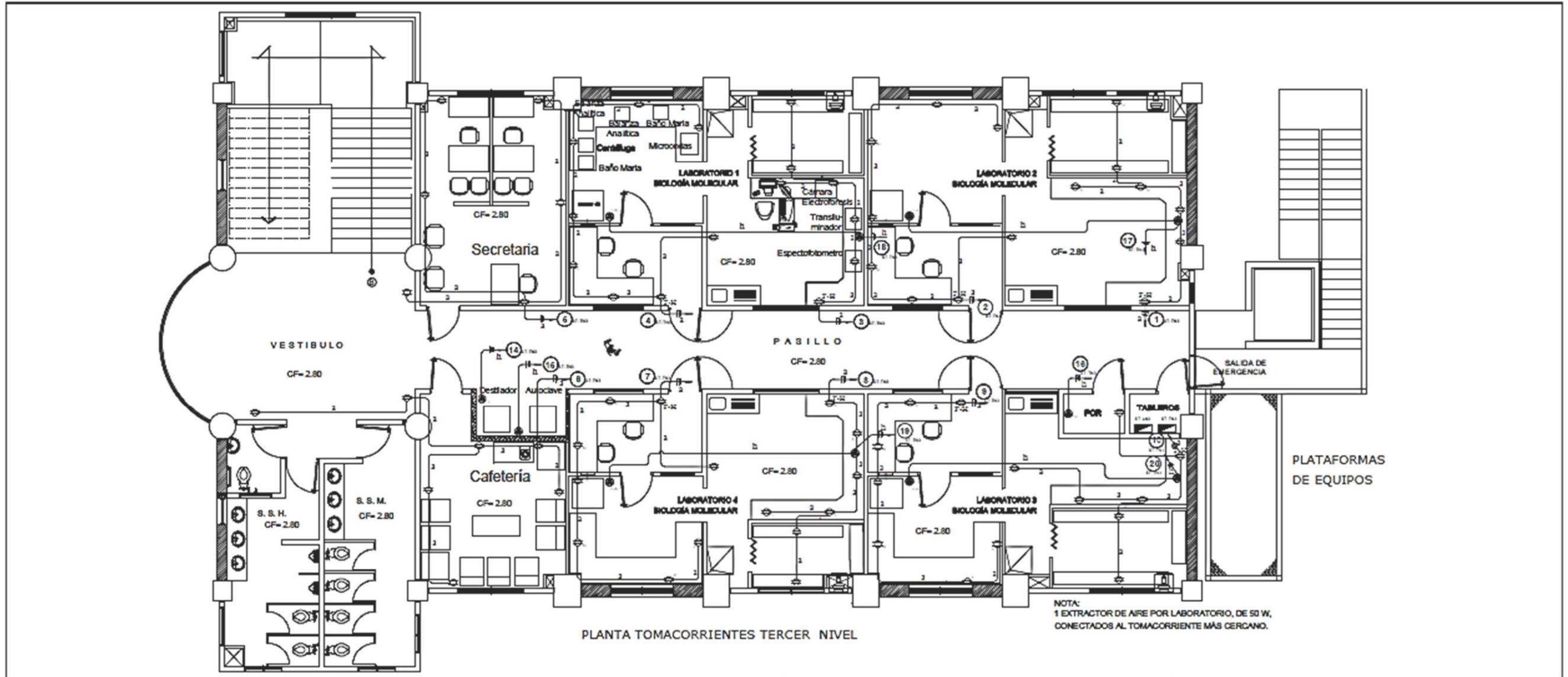
ELEVACIÓN ORIENTE

CUADRO DE SIMBOLOGÍA LUMINARIAS LED	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	LUMINARIA COMPACTA PARA EMPOTRAR EN CIELO FALSO LED 31 W, 0.6m x 0.6m, PHILIPS O SIMILAR.
	LUMINARIA COMPACTA PARA EMPOTRAR EN CIELO FALSO LED 17 W 0.30m x 0.3m, PHILIPS O SIMILAR.
	LUMINARIA SUPERFICIAL CON PANTALLA TIPO LED 2 X 9 W, PHILIPS O SIMILAR.
	LUMINARIA DOBLE REFLECTOR ORIENTABLE, LED 15 W, CON BATERÍA DE DURACIÓN AUTÓNOMA MÍNIMA DE 15 MINUTOS.
	LUMINARIA PARA INTEMPERIE LED 15 W, CON PANTALLA PROTECTORA, PARA ILUMINACIÓN DE LOS DESCANSOS Y PASILLOS DE GRADAS METÁLICAS
	LUMINARIA PARA INTEMPERIE LED 22 W, PARA ILUMINACIÓN DIRECCIONAL CON PANTALLA PROTECTORA, PARA ILUMINACIÓN DE GRADAS METÁLICAS
	INTERRUPTOR SENCILLO 20 AMPERIOS, CON PLACA COLOR BLANCO, PARA CAJA RECTANGULAR 4"X 2", TICINO O SIMILAR.
	INTERRUPTOR DOBLE 20 AMPERIOS, CON PLACA COLOR BLANCO, PARA CAJA RECTANGULAR 4"X 2", TICINO O SIMILAR.
	INTERRUPTOR DE CAMBIO (TRES VÍAS) 20 AMPERIOS, CON PLACA COLOR BLANCO, PARA CAJA RECTANGULAR 4"X 2", TICINO O SIMILAR.
	ALIMENTADOR DE CIRCUITO SUBTABLERO INDICADO

CLAVES DE ALAMBRADO	
a	2#10 THHN +1#12 EN Ø 3/4"
b	2#12 THHN + 1#14 THHN EN Ø 3/4"
c	3#14 THHN EN Ø 3/4"
d	3#12 THHN EN Ø 3/4"
e	2#8 THHN +1#10 THHN EN Ø 1"
f	2#12 THHN + 1#14 THHN EN CANALETA
g	3#12 THHN +1#14 THHN EN Ø 3/4"
h	3#8 THHN +1#10 THHN EN Ø 1 1/4"
i	3#6 THHN +1#8 THHN EN Ø 1 1/2"

<b>UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR</b>	
PROYECTO: <b>AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSGRADOS FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS</b>	
CONTENIDO: ILUMINACIÓN DE ESCALERAS EXTERNAS, NIVEL 3	
PRESENTAN: <b>ING. ÁNGEL ARTURO DÍAZ</b> <b>ARQ. MIGUEL ANGEL PÉREZ</b>	HOJA: <b>E-9</b>
ASESOR: <b>MSC. JORGE ALBERTO ZETINO CHICAS</b>	ESCALA: 1:100
DIBUJO: <b>ÁNGEL ARTURO DÍAZ</b>	

E-10 Tomacorrientes Nivel 3



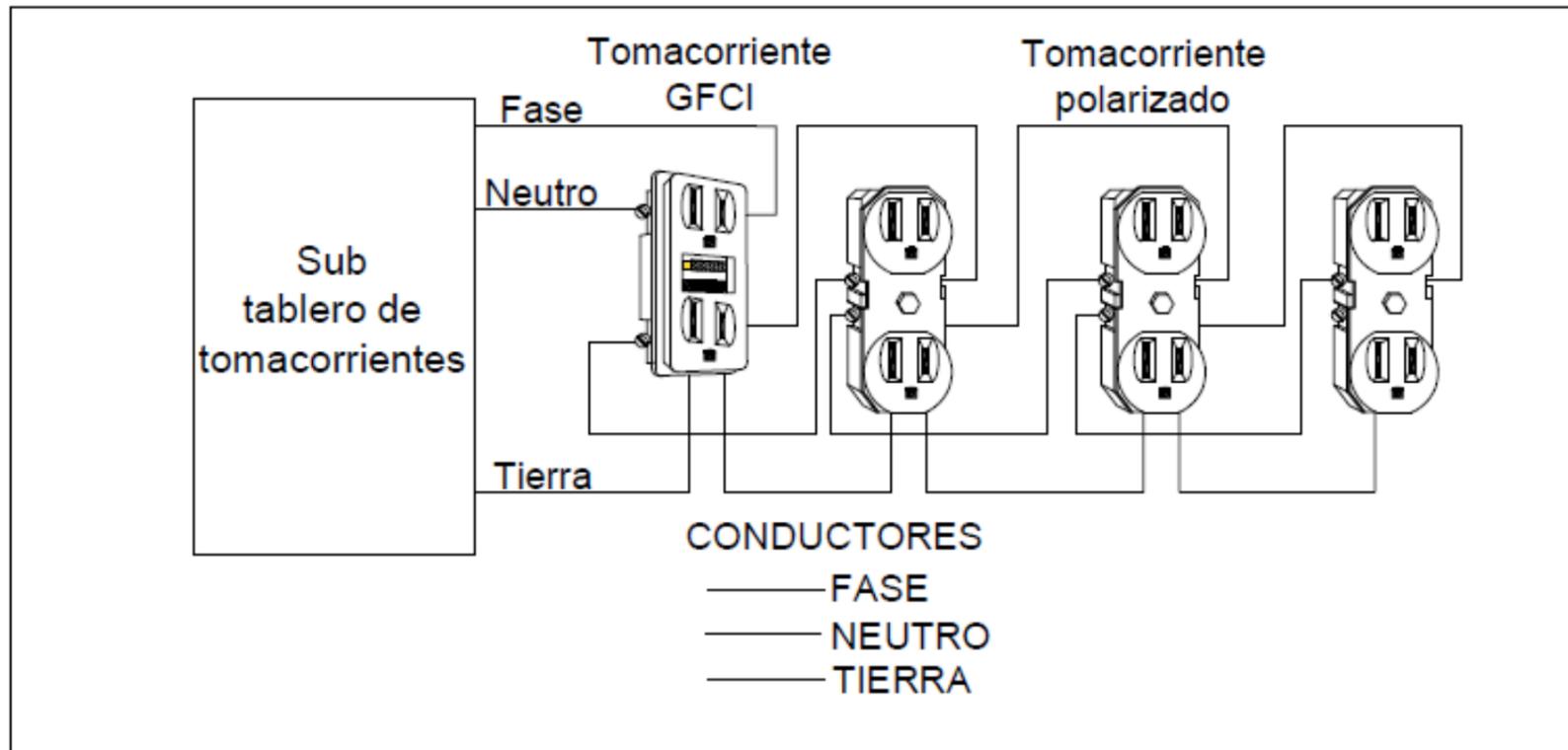
PLANTA TOMACORRIENTES TERCER NIVEL

CUADRO DE SIMBOLOGIA TOMACORRIENTES	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
⊕	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO 120V TIPO INDUSTRIAL, CAJA PLÁSTICA 2 1/4", NEMA 5-15R, CON PLACA COLOR MARFIL, EMPOTRADO EN PARED, ALTURA DE MONTAJE 0.3 METROS DE NPT.
⊕	CAJA PARA PISO CON TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO, 20 A- 125V, NEMA 5-20R, ULE377854, MARCA AGUILA, MODELO S298BAP (COLOR PLATEADO) O SIMILAR.
⊕	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO 120V, CAJA PLÁSTICA 2 1/4", NEMA 5-15R, PLACA COLOR MARFIL, MONTAJE EMPOTRADO EN LA PARED, ALTURA 1.25 METROS DE LA SUPERFICIE DEL PISO.
⊕	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO 120V, CON PROTECCIÓN GFCI TIPO INDUSTRIAL, CAJA PLÁSTICA 2 1/4", NEMA 5-15R, PLACA COLOR MARFIL, COLOCADO EN EL PRIMER TOMACORRIENTE DEL CIRCUITO DE CADA LABORATORIO.
⊕	TOMACORRIENTE SENCILLO POLARIZADO 120V, TIPO INDUSTRIAL, CAJA PLÁSTICA 2 1/4", NEMA 5-15R, PLACA COLOR MARFIL, EMPOTRADO EN PARED, ALTURA DE MONTAJE 2.0 METROS DE NPT, PARA CONEXIÓN DE LAMPARAS DE EMERGENCIA.
⊕	TOMACORRIENTE TRIFILAR 30 AMP, 208V, NEMA 6-20R CON PLACA METALICA, PASS & SEYMOUR O SIMILAR, MONTAJE EN MUEBLE, ALTURA 0.15 METROS SOBRE LA SUPERFICIE DE TRABAJO DEL MUEBLE.
⊕	TOMACORRIENTE TRIFASICO 30 AMP, 208V, NEMA 6-30R CON PLACA METALICA, PASS & SEYMOUR O SIMILAR, MONTAJE EN SUPERFICIAL A LA ALTURA 0.40 METROS SOBRE LA SUPERFICIE DE SUELO.
⊕	TABLERO ELECTRICO, ESPECIFICACIONES EN CUADROS DE CARGA
⊕	CAJA NEMA 1 O 3R, PROTECCION TERMOMAGNETICA INDICADA
⊕	ALIMENTADOR DE CIRCUITO SUBTABLERO INDICADO
⊕	LUMENARIA DOBLE REFLECTOR ORIENTABLE, LED 15W, CON BATERIA DE DURACION AUTÓNOMA MÍNIMA DE 15 MINUTOS

CLAVES DE ALAMBRADO	
a	2#10 THHN + 1#12 EN Ø 3/4"
b	2#12 THHN + 1#14 THHN EN Ø 3/4"
c	3#14 THHN EN Ø 3/4"
d	3#12 THHN EN Ø 3/4"
e	2#8 THHN + 1#10 THHN EN Ø 1"
f	2#12 THHN + 1#14 THHN EN CANALETA
g	3#12 THHN + 1#14 THHN EN Ø 3/4"
h	3#8 THHN + 1#10 THHN EN Ø 1 1/4"
i	3#8 THHN + 1#8 THHN EN Ø 1 1/2"

<b>UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR</b>	
<b>PROYECTO:</b> AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSGRADOS FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS	
<b>CONTENIDO:</b> TOMACORRIENTE, NIVEL 3	
<b>PRESENTAN:</b> ING. ÁNGEL ARTURO DÍAZ ARQ. MIGUEL ANGEL PÉREZ	
<b>ASESOR:</b> MSC. JORGE ALBERTO ZETINO CHICAS	
<b>DIBUJO:</b> ÁNGEL ARTURO DÍAZ	
HOJA 1 <span style="font-size: 2em; font-weight: bold;">E-10</span>	ESCALA: 1:100

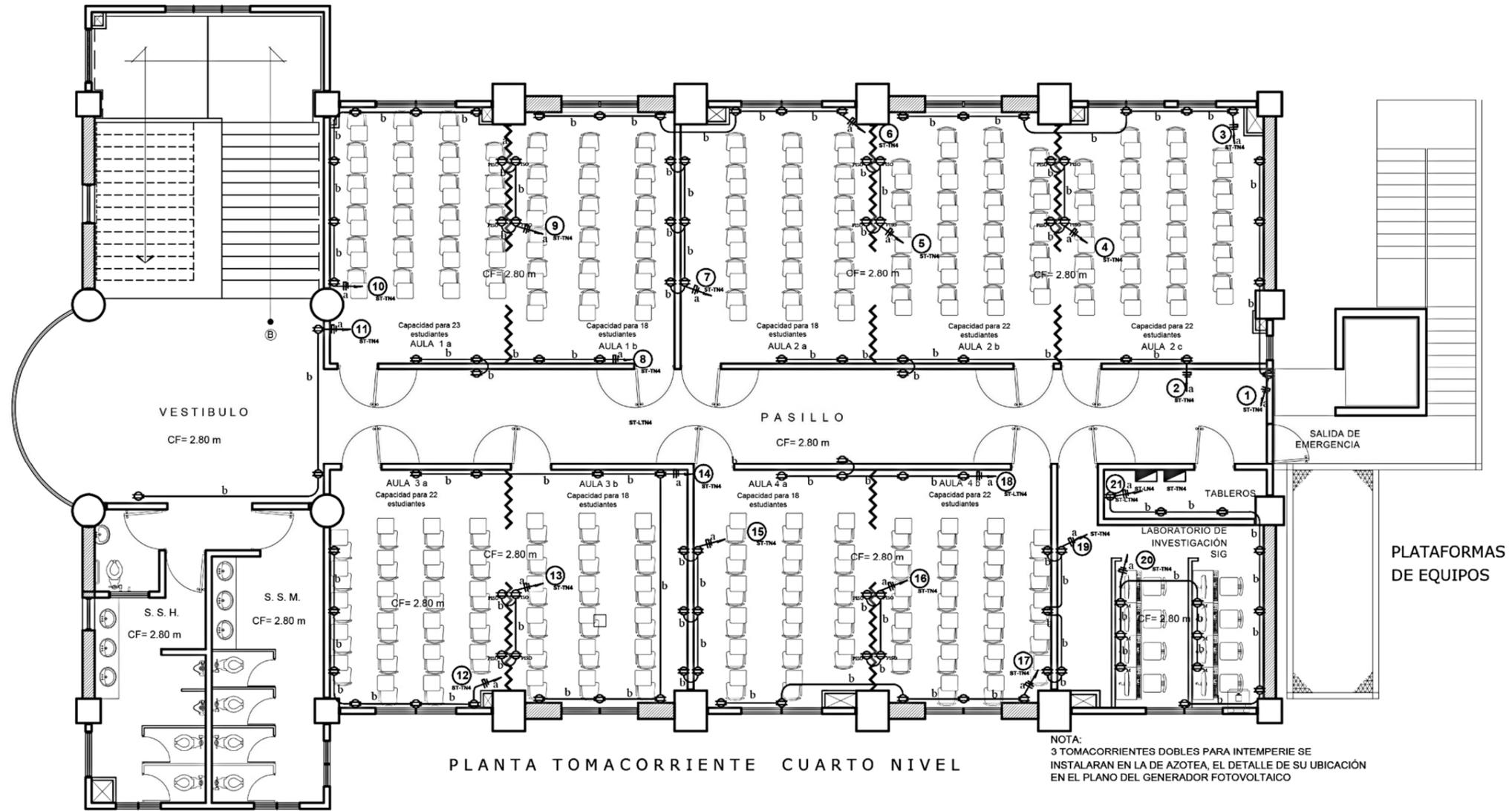
E-11 Tomacorriente GFCI Para laboratorios



Detalle de tomacorriente polarizados GFCI / con protección de falla a tierra y el circuito de tomacorrientes derivado. En los circuitos de tomacorrientes de los laboratorios, el primer tomacorriente tiene protección GFCI, lo siguientes tomacorrientes son polarizados

<b>UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR</b>	
PROYECTO: <b>AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSGRADOS FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS</b>	
CONTENIDO: <b>TOMACORRIENTE GFCI PARA LABORATORIOS, NIVEL 3</b>	
PRESENTAN: <b>ING. ÁNGEL ARTURO DÍAZ ARQ. MIGUEL ANGEL PÉREZ</b>	HOJA 1
ASESOR: <b>MSC. JORGE ALBERTO ZETNO CHICAS</b>	<b>E-11</b>
DIBUJO: <b>ÁNGEL ARTURO DÍAZ</b>	
ESCALA: 1:100	

# E-12 Tomacorrientes Nivel 4



PLANTA TOMACORRIENTE CUARTO NIVEL

NOTA:  
3 TOMACORRIENTES DOBLES PARA INTEMPERIE SE  
INSTALARAN EN LA DE AZOTEA, EL DETALLE DE SU UBICACION  
EN EL PLANO DEL GENERADOR FOTVOLTAICO

CUADRO DE SIMBOLOGIA TOMACORRIENTES	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO 120V, TIPO INDUSTRIAL, CAJA PLÁSTICA 2'x4', NEMA 5-15R, CON PLACA COLOR MARFIL, EMPOTRADO EN PARED, ALTURA DE MONTAJE 0.3 METROS DE NPT.
	CAJA PARA PISO CON TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO, 20 A- 125V, NEMA 5-20R, ULE327854, MARCA AGUILA, MODELO 5798FBAP (COLOR PLATEADO) O SIMILAR.
	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO 120V, CAJA PLÁSTICA 2'x4', NEMA5-15R, PLACA COLOR MARFIL, MONTAJE EMPOTRADO EN LA PARED, ALTURA 1.25 METROS DE LA SUPERFICIE DEL PISO.
	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO 120V, CON PROTECCIÓN A LA HUMEDAD TIPO INDUSTRIAL, CAJA PLÁSTICA 2'x4', NEMA 5-15R, PLACA COLOR MARFIL, COLOCADO EN EL PRIMER TOMACORRIENTE DEL CIRCUITO DE CADA LABORATORIO.
	TOMACORRIENTE SENCILLO POLARIZADO 120V, TIPO INDUSTRIAL, CAJA PLÁSTICA 2'x4', NEMA 5-15R, PLACA COLOR MARFIL, EMPOTRADO EN PARED, ALTURA DE MONTAJE 2.0 METROS DE NPT, PARA CONEXIÓN DE LAMPARAS DE EMERGENCIA.
	TOMACORRIENTE TRIFILAR 20 AMP, 208V, NEMA 6-20R CON PLACA METALICA, PASS & SEYMOUR O SIMILAR. MONTAJE EN MUEBLE, ALTURA 0.15 METROS SOBRE LA SUPERFICI DE TRABAJO DEL MUEBLE
	TOMACORRIENTE TRIFASICO 30 AMP, 208V, NEMA 6-30R CON PLACA METALICA, PASS & SEYMOUR O SIMILAR. MONTAJE EN SUPERFICIAL A LA ALTURA 0.40 METROS SOBRE LA SUPERFICI DE SUELO
	TABLERO ELECTRICO, ESPECIFICACIONES EN CUADROS DE CARGA
	CAJA NEMA 1 O 3R, PROTECCION TERMOMAGNETICA INDICADA
	ALIMENTADOR DE CIRCUITO SUBTABLERO INDICADO
	LUMINARIA DOBLE REFLECTOR ORIENTABLE, LED 15 W, CON BATERÍA DE DURACIÓN AUTÓNOMA MÍNIMA DE 15 MINUTOS.

CLAVES DE ALAMBRADO	
a	2#10 THHN +1#12 EN Ø 3/4"
b	2#12 THHN + 1#14 THHN EN Ø 3/4"
c	2#10 THHN EN Ø 3/4"
d	2#10 THHN + 2#12 THHN EN Ø 1"
e	2#12 + 1#14 THHN EN Ø 3/4"
f	3#12 THHN EN Ø 3/4"
g	3#12 THHN +1#14 THHN EN Ø 3/4"
h	2#6 THHN +1#8 THHN EN Ø 1"
i	3#4 THHN +1#6 THHN EN Ø 1 1/4"
j	3#6 THHN +1#8 THHN EN Ø 1"
k	3#8 THHN +1#10 THHN EN Ø 1"

<b>UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR</b>	
PROYECTO: <b>AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSGRADOS FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS</b>	
CONTENIDO: <b>TOMACORRIENTE, NIVEL 4</b>	
PRESENTAN: <b>ING. ÁNGEL ARTURO DÍAZ ARQ. MIGUEL ANGEL PÉREZ</b>	HOJA :
ASESOR: <b>MSC. JORGE ALBERTO ZETINO CHICAS</b>	<b>E-12</b>
DIBUJO: <b>ÁNGEL ARTURO DÍAZ</b>	
ESCALA: 1:125	

**E-13 Tableros Eléctricos TG y ST-LN1**

TABLERO GENERAL TG								# FASE: 3	# BARRAS: 5	PROTECCIÓN PRINCIPAL: 800 AMPERIOS	
								CAPACIDAD INTERRUPTIVA 27,000 AMPERIOS			
CIRCUITO	ESPACIOS	VOLTAJE	CARGA (W)	SISTEMA	FASE A (AMP)	FASE B (AMP)	FASE C (AMP)	PROTECCIÓN	DESCRIPCIÓN DE CARGA		
1	1--3--5	208	31,500.0	3	93.8	85.2	100.8	125 A /3 P	SUB-TABLERO ST-TN1		
2	2--4--6	208	6,234.0	3	16.2	18.7	17.1	70 A /3 P	SUB-TABLERO ST-LN1		
3	7--9--11	208	69,023.0	3	187.7	194.1	194.1	350 A /3 P	SUB-TABLERO ST-AA1		
8	20--22--24	208	20,976.0	3	67.6	57.6	62.5	90 A /3 P	SUB-TABLERO ST-LTN2		
9	25--27--29	208	11,400.0	3	40.0	25.0	30.0	90 A /3 P	SUB-TABLERO ST-UPS-2N		
10	26--28--30	208	42,390.7	3	126.3	126.3	147.3	225 A /3 P	SUB-TABLERO ST-AA2		
11	32--34--36	208		3				40 A /3 P	SUPRESOR DE VOLTAJE TRASIENTE DE 200 KA		
12	8--10--12	208	40,631.9	3	135.4	132.3	141.0	175 A /3 P	SUBTABLERO STG- 3		
13	14--16--18	208	67,872.2	3	235.6	226.8	235.5	275 A /3 P	SUBTABLERO STG- 4		
14	13--15--17	208	4,300.0	3	42.2	42.2	42.2	50 A /3 P	SUB-TABLERO ARRANCADOR DEL ASCENSOR		
DISTANCIA				METROS	944.7	908.0	970.4	THHN	TRABLERO ___ ESPACIOS		
RESERVA 25%					236.2	227.0	242.6	THHN	3 x [2-250 MCM (FASES)]		
VD				0.2				THHN	[2-350 MCM (NEUTRO)]		
CARGA TOTAL				V.A.	1,180.9	1,135.0	1,213.0		[ 2/0 (TIERRA)]		
F. DE DEMANDA 100%				V.A.	1,180.9	1,135.0	1,213.0	TUBERÍA	Ø3 PULGADAS		

SUBTABLERO DE LUCES Y TOMACORRIENTES NIVEL 1 ST-LN1								FASES : 3	BARRAS : 5	PROTECCION PRINCIPAL :100 AMPERIOS	
								CAPACIDAD INTERRUPTIVA: 10,000 AMPERIOS			
CIRCUITO	ESPACIO	VOLTAJE	CARGA V.A.	SISTEMA	FASE A	FASE B	FASE C	PROTECCION	DESCRIPCION DE CARGA		
1	1	120	846	1	7.05			15 A /1P	6LF 4X32W + 2LF 2X32W + 2 RF X 23W Esenario y Camerino		
2	3	120	896	1	7.47			15 A /1P	8 LF 4X32W Sala de Espectadores		
3	5	120	896	1		7.47		15 A /1P	8 LF 4X32W Sala de Espectadores		
4	7	120	896	1		7.47		15 A /1P	8 LF 4X32W Sala de Espectadores		
5	9	120	896	1			7.47	15 A /1P	8 LF 4X32W Acceso Sala de Espectadores		
6	11	120	1156	1			9.63	15 A /1P	6LF 4X32W + 5 LF 3X32W + 2 LF 2X 23W Vestibulo, Baños Proyec.		
7	2	120	100	1	0.83			15 A /1P	CIRCUITO DE LUMINARIAS DE EMERGENCIA COSTADO NORTE		
8	4	120	100	1	0.83			15 A /1P	CIRCUITO DE LUMINARIAS DE EMERGENCIA COSTADO SUR		
9	6	120	448	1		3.73		15 A /1P	7 LF 2X32W ESCALERAS COSTADO PONIENTE		
DISTANCIA				METROS	16.18	18.67	17.10	THHN	6 AWG	3 FASES	
VD				0.2				THHN	6 AWG	NEUTRO	
CARGA TOTAL				V.A.				THHN	8 AWG	TIERRA	
DE DEMANDA 70%				V.A.	16.18	18.67	17.10	TUBERIA	Ø1 1/4 PULGADA		

<b>UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR</b>	
PROYECTO: <b>AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSGRADOS FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS</b>	
CONTENIDO: <b>TABLEROS ELÉCTRICOS TG Y ST-LN1</b>	
PRESENTAN: <b>ING. ÁNGEL ARTURO DÍAZ ARQ. MIGUEL ANGEL PÉREZ</b>	HOJA: <b>E-13</b>
ASESOR: <b>MSC. JORGE ALBERTO ZETINO CHICAS</b>	
DIBUJO: <b>ÁNGEL ARTURO DÍAZ</b>	ESCALA: <b>1:100</b>

**E-14 Tablero Eléctrico ST-TN1**

SUBTABLERO DE TOMACORRIENTES NIVEL 1 ST- TN1								FASES : 3	BARRAS : 5	PROTECCION PRINCIPAL : 150 AMPERIOS
CAPACIDAD INTERRUPTIVA: 10,000 AMPERIOS										
CIRCUITO	ESPACIO	VOLTAJE	CARGA	SISTEMA	FASE A	FASE B	FASE C	PROTECCION	DESCRIPCION DE CARGA	
1	1	120	500	1	4.17			20 A / 1P	1 tomas corrientes dobles polarizados DEDICADO SERVIDORES	
2	2	120	500	1	4.17			20 A / 1P	1 tomas corrientes dobles polarizados DEDICADO SERVIDORES	
3	4--6	208	5000	1		24.00	24.00	50 A / 2P	CAJA NEMA 1 PARA ORQUESTA	
4	5--7	208	8000	1	38.5		38.5	50 A / 2P	2 tomas corrientes trifilar uso general	
5	3	120	400	1		3.33		20 A / 1P	1 tomas corrientes dobles polarizados DEDICADO ESEENARIO	
6	9	120	400	1		3.33		20 A / 1P	2 tomas corrientes dobles polarizados uso general costado norte	
7	11	120	400	1			3.33	20 A / 1P	1 tomas corrientes dobles polarizados DEDICADO ESEENARIO	
8	12	120	1000	1			8.33	20 A / 1P	5 tomas corrientes dobles polarizados CAMERINO Y BODEGA ORIENTE	
9	8	120	400	1	3.33			20 A / 1P	1 tomas corrientes dobles polarizados DEDICADO ESEENARIO	
10	13--15	208	400	1	2.00	2.00		15 A / 2P	1 tomas corrientes dobles polarizados PAPA PANTALLA MOVIL EN ESEENARIO	
11	14	120	200	1	1.67			20 A / 1P	SALIDA PARA ACCES POINT COSTADO NORTE	
12	10	120	200	1		1.67		20 A / 1P	SALIDA PARA ACCES POINT COSTADO SUR	
13	16	120	300	1		2.50		20 A / 1P	Salida para proyector ubicado en cielo falso	
14	17	120	400	1			3.33	20 A / 1P	1 tomas corrientes dobles polarizados DEDICADO cuarto de proyeccion	
15	18	120	400	1			3.33	20 A / 1P	1 tomas corrientes dobles polarizados DEDICADO cuarto de proyeccion	
16	19	120	1200	1	10.00			20 A / 1P	6 tomas corrientes dobles polarizados en SALA DE ESPECTADORES	
17	20	120	1200	1	10.00			20 A / 1P	6 tomas corrientes dobles polarizados en SALA DE ESPECTADORES	
18	21	120	1200			10.00		20 A / 1P	6 tomas corrientes dobles polarizados en SALA DE ESPECTADORES	
19	22	120	1200			10.00		20 A / 1P	6 tomas corrientes dobles polarizados en SALA DE ESPECTADORES	
20	23	120	1200				10.00	20 A / 1P	6 tomas corrientes dobles polarizados en SALA DE ESPECTADORES	
21	24	120	1200				10.00	20 A / 1P	6 tomas corrientes dobles polarizados en SALA DE ESPECTADORES	
22	25	120	1200		10.00			20 A / 1P	6 tomas corrientes dobles polarizados en SALA DE ESPECTADORES	
23	26	120	1200		10.00			20 A / 1P	6 tomas corrientes dobles polarizados en SALA DE ESPECTADORES	
24	27	120	1200			10.00		20 A / 1P	6 tomas corrientes dobles polarizados en SALA DE ESPECTADORES	
25	28	120	1200			10.00		20 A / 1P	6 tomas corrientes dobles polarizados en SALA DE ESPECTADORES	
26	33	120	1000			8.33		20 A / 1P	5 tomas corrientes dobles polarizados en VESTIBULO Y PASILLO	
DISTANCIA				METROS	93.83	85.17	100.83	THHN	2 AWG	3 FASES
VD		0.3						THHN	6 AWG	NEUTRO
CARGA TOTAL			31500	V.A				THHN	6 AWG	TIERRA
DE DEMANDA 100%			31500	V.A	93.83	85.17	100.833	TUBERIA	Ø1 1/2 PULGADA	

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

PROYECTO:  
**AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSGRADOS  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

CONTENIDO:  
**TABLERO ELÉCTRICO ST-TN1**

PRESENTAN:  
**ING. ÁNGEL ARTURO DÍAZ  
 ARQ. MIGUEL ANGEL PÉREZ**  
 ASesor:  
**MSC. JORGE ALBERTO ZETINO CHICAS**  
 DIBUJO:  
**ÁNGEL ARTURO DÍAZ**

HOJA:

**E-14**

ESCALA:  
1:100

**E-15 Tableros Eléctricos ST-AA1 y ST-LYN2**

SUBTABLERO DE AA AUDITORIUM NIVEL 1, ST-AA1								FASES : 3	BARRAS : 5	PROTECCION PRINCIPAL : 400 AMPERIOS	
CAPACIDAD INTERRUPTIVA: 10,000 AMPERIOS											
CIRCUTO	ESPACIO	VOLTAJE	CARGA	SISTEMA	FASE A	FASE B	FASE C	PROTECCION	DESCRIPCION DE CARGA		
1	1--3--5	208	23309	3	64.70	64.70	64.70	125 A / 3P	Unidad Condensadora N° 1, AUDITORIUM UC01-01		
2	2--4--6	208	23309	3	64.7	64.7	64.7	125 A / 3P	Unidad Condensadora N° 2, AUDITORIUM UC01-02		
3	7--9--11	208	8466	3	23.25	23.25	23.25	40 A / 3P	Unidad Condensadora N° 3, AUDITORIUM UC01-03		
4									RESERVA		
5	13--15--17	208	6304	3	17.50	17.50	17.50	30 A / 3P	Unidad evaporadora No.1 UE 01-01		
6	12--14--16	208	6304	3	17.50	17.50	17.50	30 A / 3P	Unidad evaporadora No.2 UE 02-02		
7	22--24	208	1331	3		6.40	6.40	15 A / 2P	Unidad evaporadora No.3 UE 02-03		
DISTANCIA				METROS	187.65	194.05	194.05	THHN	2X(3-2/0) AWG	POR CADA UNA DE LAS 3 FASES	
RESERVA 25%					46.91	48.51	48.51				
VD		0.3						THHN	2--2/0 AWG	NEUTRO	
CARGA TOTAL			69,023	V.A	234.56	242.56	242.56	THHN	2--2 AWG	TIERRA	
F. DE DEMANDA 70%			48,316	V.A	164.19	169.79	169.79	TUBERIA	Ø 2 PULGADA		

SUBTABLERO DE LUCES Y TOMACORRIENTES NIVEL 2 ST-LTN2								FASES : 3	BARRAS : 5	PROTECCION PRINCIPAL : 200 AMPERIOS	
CAPACIDAD INTERRUPTIVA: 10,000 AMPERIOS											
CIRCUTO	ESPACIO	VOLTAJE	CARGA	SISTEMA	FASE A	FASE B	FASE C	PROTECCION	DESCRIPCION DE CARGA		
1	1	120	1352	1	11.27			15 A / 1P	8LF 4X32W + 5LF 2X32W + 5X23W + 2x23W unidad postgrado, INTS. investigacion		
2	3	120	1184	1		9.87		15 A / 1P	12LF 4X32W + 11F 1X13W AULA 1,3 Y J. postgrado		
3	5	120	1367	1			11.39	15 A / 1P	10LF 4X32W + 11F 2X32W TIPO U + 21F 13W Centro Informtico, cuarto electrico, cua		
4	7	120	960	1	8.00			20 A / 1P	8 LF 4X32 + 1 LF 2X 23W, aula 2 y baños		
5	9	120	896	1		7.47		20 A / 1P	8 LF 4X32W Pasillo		
6	11	120	1000	1			8.33	20 A / 1P	5 Tomas Corrientes dobles Polarizados, Inst de investigaciones, Archivo.		
7	2	120	800	1	6.67			20 A / 1P	4 Tomas corrientes dobles polarizados, Sala de espera secretaria		
8	4	120	500	1		4.17		15 A / 1P	1 Salida dedicada para cafeteria		
9	6	120	500	1	4.17			15 A / 1P	1 tomas corrientes dobles polarizados Cuarto Electrico.		
10	8	120	1200	1			10.00	15 A / 1P	5 Tomas corrientes dobles polarizados, Usos general, Informaticas y Pasillos.		
11	10	120	600	1		5.00		15 A / 1P	3 tomas corrientes uso general,		
12	12	120	1200	1			10.00	15 A / 1P	6 tomas corrientes uso general,		
13	13	120	1200	1	10.00			15 A / 1P	6 tomas corrientes uso general,		
14	15	120	1000	1		8.33		15 A / 1P	5 tomas corrientes uso general,		
15	14--16--18	208	1755	1	8.49	8.49	8.49	20 A / 3P	Unidad evaporadora No.1 UE 02-01		
16	20--22--24	208	3062	2	8.51	8.51	8.51	20 A / 3P	Unidad evaporadora No.2 UE 02-02		
17	21--23	208	400	1		1.92	1.92	20 A / 2P	Unidad evaporadora No.3 UE 02-03		
18	17--19	208	400	1	1.92		1.92	20 A / 2P	Unidad evaporadora No.4 UE 02-04		
19	25--27	208	400	1	1.92	1.92		20 A / 2P	Unidad evaporadora No.5 UE 02-05		
20	28--30	208	400	1		1.92	1.92	20 A / 2P	Unidad evaporadora No.6 UE 02-06		
21	29	120	800	1	6.67			15 A / 1P	Salidas de luminarias de emergencia y Rotulos de salida		
DISTANCIA				METROS	67.61	57.59	62.49	THHN	4 AWG	3 FASES	
VD		0.6						THHN	4 AWG	NEUTRO	
CARGA TOTAL			20,976	V.A				THHN	8 AWG	TIERRA	
DE DEMANDA 70%			14,683	V.A	47.32	40.32	43.740	TUBERIA	Ø 1 1/4 PULGADA		

<b>UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR</b>	
PROYECTO: <b>AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSGRADOS FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS</b>	
CONTENIDO: <b>TABLEROS ELÉCTRICOS ST-AA1 Y ST-LTN2</b>	
PRESENTAN: <b>ING. ÁNGEL ARTURO DÍAZ ARQ. MIGUEL ANGEL PÉREZ</b>	HOJA: <b>E-15</b>
ASESOR: <b>MSC. JORGE ALBERTO ZETINO CHICAS</b>	
DIBUJO: <b>ÁNGEL ARTURO DÍAZ</b>	ESCALA: <b>1:100</b>

**E-16 Tablero Eléctrico ST-UPS1N2**

SUBTABLERO DE UPS TOMACORRIENTES NIVEL 2 ST-UPS1-2N								FASES : 3	BARRAS : 5	PROTECCION PRINCIPAL : 200 AMPERIOS	
CAPACIDAD INTERRUPTIVA: 10,000 AMPERIOS											
CIRCUITO	ESPACIO	VOLTAJE	CARGA	SISTEMA	FASE A	FASE B	FASE C	PROTECCION	DESCRIPCION DE CARGA		
1	1	120	600	1	5.00			20 A / 1P	3 tomas corrientes dobles polarizados tierra aislada lab geografia.		
2	2	120	400	1	3.33			20 A / 1P	2 tomas corrientes dobles polarizados tierra aislada lab geografia.		
3	3	120	600	1		5.00		20 A / 1P	3 tomas corrientes dobles polarizados tierra aislada lab geografia.		
4	4	120	400	1		3.33		20 A / 1P	2 tomas corrientes dobles polarizados tierra aislada lab geografia.		
5	5	120	600	1			5.00	20 A / 1P	3 tomas corrientes dobles polarizados tierra aislada centro informatico.		
6	6	120	600	1			5.00	20 A / 1P	3 tomas corrientes dobles polarizados tierra aislada centro informatico.		
7	7	120	600	1	5.00			20 A / 1P	3 tomas corrientes dobles polarizados tierra aislada centro informatico.		
8	8	120	600	1	5.00			20 A / 1P	3 tomas corrientes dobles polarizados tierra aislada centro informatico.		
9	9	120	600	1		5.00		20 A / 1P	3 tomas corrientes dobles polarizados tierra aislada centro informatico.		
10	10	120	400	1		3.33		20 A / 1P	2 tomas corrientes dobles polarizados tierra aislada centro informatico.		
11	11	120	600	1			5.00	20 A / 1P	3 tomas corrientes dobles polarizados tierra aislada centro informatico.		
12	12	120	600	1			5.00	20 A / 1P	3 tomas corrientes dobles polarizados tierra aislada centro informatico.		
13	13	120	800	1	6.67			20 A / 1P	4 tomas corrientes dobles polarizados tierra aislada acces points en aula 1 y 2		
14	14	120	10C0	1	8.33			20 A / 1P	1 tomas corrientes dedicado dobles polarizados para servidor centro informatico.		
15	15	120	10C0	1		8.33		20 A / 1P	1 tomas corrientes dedicado dobles polarizados para servidor centro informatico.		
16	17	208	12C0	2			10.00	20 A / 1P	6 tomas corrientes dobles polarizados para protectores en aula 1 y 2.		
17	19	208	800	1	6.67			20 A / 1P	4 tomas corrientes dobles polarizados tierra aislada.		
18	16-18-20	208						30 A / 2P	Supresor de volyaje trasiente 80 KA		
DISTANCIA				METROS			40.00	25.00	30.00	THHN	4 AWG 3 FASES
VD										THHN	4 AWG NEUTRO
CARGA TOTAL				11400			V.A			THHN	8 AWG TIERRA
DE DEMANDA 0.86%				98C4			V.A	34.40	21.50	25.800	TUBERIA Ø 1 1/4 PULGADA

<b>UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR</b>	
<b>PROYECTO:</b> AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSGRADOS FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS	
<b>CONTENIDO:</b> TABLERO ELÉCTRICO ST-UPS1N2	
<b>PRESENTAN:</b> ING. ÁNGEL ARTURO DÍAZ ARQ. MIGUEL ANGEL PÉREZ	<b>HOJA:</b> <b>E-16</b>
<b>ASESOR:</b> MSC. JORGE ALBERTO ZETINO CHICAS	
<b>DIBUJO:</b> ÁNGEL ARTURO DÍAZ	
<b>ESCALA:</b> 1:100	

**E-17 Tablero Eléctrico ST-AA2**

SUBTABLERO DE AA AUDITORIUM NIVEL 2, ST-AA2								FASES : 3	BARRAS : 5	PROTECCION PRINCIPAL : 225 AMPERIOS	
								CAPACIDAD INTERRUPTIVA: 10,000 AMPERIOS			
CIRCUTO	ESPACIO	VOLTAJE	CARGA	SISTEMA	FASE A	FASE B	FASE C	PROTECCION	DESCRIPCION DE CARGA		
1	1--3--5	208	5584	1	15.50	15.50	15.50	30 A / 3P	Unidad Condensadora N° 1, UC02-01		
2	2--4--6	208	12789	1	35.5	35.5	35.5	60 A / 3P	Unidad Condensadora N° 2, UC02-02		
3	7--9--11	208	6000	1	16.70	16.70	16.70	30 A / 3P	Unidad Condensadora N° 3, UC02-03		
4	8--10--12	208	6000	1	16.70	16.70	16.70	30 A / 3P	Unidad Condensadora N° 4, UC02-04		
5	13--15--17	208	6000	1	16.70	16.70	16.70	30 A / 3P	Unidad Condensadora N° 5, UC02-05		
6	14--16--18	208	6000	1	16.70	16.70	16.70	30 A / 3P	Unidad Condensadora N° 6, UC02-06		
7	19--21	208	17.65	1	8.50	8.50		25 A / 2P	Unidad evaporadora No.1 UE 02-01		
DISTANCIA				METROS	126.30	126.30	117.80	THHN	2X(3-1/0) AWC POR CADA UNA DE LAS 3 FASES		
RESERVA 25%					31.58	31.58	29.45				
VD		1.26						THHN	2--2 AWG	NEUTRO	
CARGA TOTAL			42390.7	V.A	157.88	157.88	147.25	THHN	2--2 AWG	TIERRA	
F. DE DEMANDA 70%			29673.5	V.A	110.51	110.51	103.08	TUBERIA	Ø 2 PULGADA		

<b>UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR</b>	
PROYECTO: AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSGRADOS FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS	
CONTENIDO: <b>TABLERO ELÉCTRICO ST-AA2</b>	
PRESENTAN: ING. ÁNGEL ARTURO DÍAZ ARQ. MIGUEL ANGEL PÉREZ	HOJA : <b>E-17</b>
ASESOR: MSC. JORGE ALBERTO ZETINO CHICAS	
DIBUJO: ÁNGEL ARTURO DÍAZ	ESCALA: 1:100

E-18 Tablero Eléctrico STG3 y ST-LN3

SUB-TABLERO GENERAL STG 3								# FASE: 3	# BARRAS: 5	PROTECCIÓN PRINCIPAL: 150 AMPERIOS	
								BARRAS DE 200 A	CAPACIDAD INTERRUPTIVA 27,000 AMPERIOS		
CIRCUITO	ESPACIOS	VOLTAJE	CARGA	SISTEMA	FASE A	FASE B	FASE C	PROTECCIÓN	DESCRIPCIÓN DE CARGA		
1	1--3--5	208	1,768.3	3	4.1	3.3	4.9	20 A / 3 P	SUB-TABLERO ST-LN3		
2	2--4--6	208	16,523.3	3	41.3	39.6	45.9	60 A / 3 P	SUB-TABLERO ST-TN3		
3	7--9--11	208	22,340.4	3	63.0	63.0	62.0	80 A / 3 P	SUB-TABLERO ST-AA3		
4	8--10--12	208	-	3				100 A / 3 P	SUPRESOR DE VOLTAJE TRASIENTE DE 200 KA		
5	13--15--17		-								
6	14--16--18		-								
								TABLERO DE 18 ESPACIOS			
DISTANCIA				METROS	108.3	105.8	112.8	THHN	3-1/0 AWG	POR CADA UNA DE LAS 3 FASES	
RESERVA 25% VD				0.2	27.1	26.5	28.2	THHN	2 AWG	NEUTRO	
CARGA TOTAL			40,631.9	V.A.	135.4	132.3	141.0	THHN	2 AWG	TIERRA	
F. DE DEMANDA 100%			40,631.9	V.A.	135.4	132.3	141.0	TUBERÍA	Ø 2 PULGADAS		

SUBTABLERO DE ILUMINACIÓN NIVEL 3 ST-LN3								FASES : 3	BARRAS : 5	PROTECCION PRINCIPAL : 50 AMPERIOS/3 POLOS	
								100 A	CAPACIDAD INTERRUPTIVA: 10,000 AMPERIOS		
CIRCUITO	ESPACIO	VOLTAJE	CARGA (EN VATIOS)	SISTEMA	FASE A	FASE B	FASE C	PROTECCION	DESCRIPCION DE CARGA		
					CORRIENTE EN AMP.						
1	1	120	216	1	2.07			15 A / 1P	8 luminarias Led 31 w, para iluminación de pasillo		
2	2	120	81	1		0.78		15 A / 1P	3 luminarias Led 31 w + 3 luminarias Led 17 w, para iluminación de Laboratorio 1		
3	3	120	81	1			0.78	15 A / 1P	3 luminarias Led 31 w + 3 luminarias Led 17 w, para iluminación de Laboratorio 2		
4	6	120	198	1			1.90	15 A / 1P	4 luminarias Led 31 w + 4 luminarias Led 17 w + 2 luminarias Led 2x9 w, para iluminación de secretaría, vestíbulo y gradas		
5	5	120	118	1		1.13		15 A / 1P	8 luminarias Led 17 w, para iluminación de cafetería y sanitarios		
6	4	120	125	1	1.20			15 A / 1P	3 luminarias Led 31 w + 3 luminarias Led 17 w, para iluminación de Laboratorio 3		
7	9	120	155	1			1.48	15 A / 1P	3 luminarias Led 31 w + 5 luminarias Led 17 w, para iluminación de Laboratorio 4		
8	10	120	117	1		1.12		15 A / 1P	6 luminarias Led 15 w + 2 luminarias Led 22 w, para iluminación de las gradas metálicas		
9	16-17-18	208		3				30 A / 3P	Supresor de voltaje trasiente 80 KA		
DISTANCIA VD				0.2	METROS	3.27	3.03	4.16	THHN	NÚMERO DE ESPACIOS: 18	
CARGA TOTAL			1,091	V.A.				THHN	10 AWG	3 FASES	
F. DE DEMANDA 100%			1,091	V.A.	3.27	3.03	4.16	THHN	12 AWG	NEUTRO	
								TUBERIA	12 AWG	TIERRA	
									Ø 1 1/4 PULGADA		

<b>UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR</b>	
<b>PROYECTO:</b> AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSGRADOS FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS	
<b>CONTENIDO:</b> TABLEROS ELÉCTRICOS STG3 Y ST-LN3	
<b>PRESENTAN:</b> ING. ÁNGEL ARTURO DÍAZ ARQ. MIGUEL ANGEL PÉREZ	<b>HOJA:</b> <b>E-18</b>
<b>ASESOR:</b> MSC. JORGE ALBERTO ZETINO CHICAS	
<b>DIBUJO:</b> ÁNGEL ARTURO DÍAZ	<b>ESCALA:</b> 1:100

**E-19 Tableros Eléctricos ST-TN Y ST-AA3**

SUBTABLERO DE TOMACORRIENTES NIVEL 3 ST-TN3								FASES : 3	BARRAS : 5	PROTECCION PRINCIPAL : 100 AMPERIOS/3 POLOS
								200 A	CAPACIDAD INTERRUPTIVA: 10,000 AMPERIOS	
CIRCUITO	ESPACIO	VOLTAJE	CARGA	SISTEMA	FASE A	FASE B	FASE C	PROTECCION	DESCRIPCION DE CARGA	
1	1	120	1400	1	6.73			20 A / 1P	7 tomacorrientes dobles polarizados, montados en mueble, laboratorio 2	
2	2	120	1400	1		6.73		20 A / 1P	7 tomacorrientes dobles polarizados, montados en mueble y pared laboratorios 2	
3	3	120	1400	1			6.73	20 A / 1P	7 tomacorrientes dobles polarizados, montados en mueble, laboratorio 1	
4	4	120	1400	1	6.73			20 A / 1P	7 tomacorrientes dobles polarizados, montados en mueble y pared laboratorios 1	
5	5	120	1200	1		5.77		20 A / 1P	6 tomacorrientes dobles polarizados, para secretaría y vestíbulo	
6	6	120	1400	1			6.73	20 A / 1P	7 tomacorrientes dobles polarizados, para cafetería y vestíbulo	
7	7	120	1400	1	6.73			20 A / 1P	7 tomacorrientes dobles polarizados, montados en mueble, laboratorio 4	
8	8	120	1400	1		6.73		20 A / 1P	7 tomacorrientes dobles polarizados, montados en mueble y pared laboratorios 4	
9	9	120	1200	1			5.77	20 A / 1P	6 tomacorrientes dobles polarizados, montados en mueble, laboratorio 3	
10	10	120	1200	1	5.77			20 A / 1P	6 tomacorrientes dobles polarizados, montados en mueble y pared laboratorios 3	
11	12	120	1200	1			5.77	20 A / 1P	6 tomacorrientes polarizado sencillo, para iluminación de emergencia de pasillo, vestíbulo, gradas principales y de emergencia	
12	11	120	1000	1		4.81		20 A / 1P	5 tomacorriente polarizado sencillo, para iluminación de emergencia laboratorios 1 y 2	
13	14	120	1000	1		4.81		20 A / 1P	5 tomacorriente polarizado sencillo, para iluminación de emergencia laboratorios 3 y 4	
14	15-16-17	208	2500	3	12.02	12.02	12.02	20 A / 1P	1 tomacorriente trifásico sencillo, para equipo DESTILADOR	
15	18-19-20	208	3000	3	14.42	14.42	14.42	20 A / 1P	1 tomacorriente trifásico sencillo, para equipo AUTOCLAVE	
16	21-22-23	208	2000	3	9.62	9.62	9.62	20 A / 1P	1 tomacorriente trifásico sencillo, para equipo PCR	
17	24-26	208	2000	2	9.62		9.62	20 A / 1P	3 tomacorriente trifilar sencillos	
18	27-29	208	2000	2		9.62	9.62	20 A / 1P	3 tomacorriente trifilar sencillos	
19	32-33-34	208		3				30 A / 3P	Supresor de traspase de voltaje 80 KA	
DISTANCIA VD		0.3			51.44	55.29	61.06	THHN	NÚMMERO DE ESPACIOS: 36 6 AWG 3 FASES 8 AWG NEUTRO 8 AWG TIERRA Ø 1 1/2 PULGADA	
CARGA TOTAL			28100	V.A				THHN		
F. DE DEMANDA 70%			19670	V.A	44.24	47.55	52.51	TUBERIA		

SUBTABLERO DE AIRES ACONDICIONADOS NIVEL 3								FASES : 3	BARRAS : 5	PROTECCION PRINCIPAL : 100 AMPERIOS 3 POLOS
									150 A	CAPACIDAD INTERRUPTIVA: 10,000 AMPERIOS
CIRCUITO	ESPACIO	VOLTAJE	CARGA	SISTEMA	FASE A	FASE B	FASE C	PROTECCION	DESCRIPCION DE CARGA	
1	1 - 3	208	310	1	1.40	1.40		15A/2P	UNIDAD EVAPORADORA, FANCOIL 3TN. LABORATORIO 1	
2	2 - 4	208	310	1	1.40	1.40		15A/2P	UNIDAD EVAPORADORA, FANCOIL 3TN. LABORATORIO 2	
3	5 - 7	208	310	1	1.40		1.40	15A/2P	UNIDAD EVAPORADORA, FANCOIL 3TN. LABORATORIO 3	
4	16 - 18	208	310	1		1.40	1.40	15A/2P	UNIDAD EVAPORADORA, FANCOIL 3TN. LABORATORIO 4	
5	9 - 11	208	150	1		0.63	0.63	15A/2P	UNIDAD EVAPORADORA, CASSETTE 2TN. OFICINA SECRETARÍA	
6	12 - 14	208	150	1	0.63		0.63	15A/2P	UNIDAD EVAPORADORA, CASSETTE 2TN. CAFETERÍA	
7	13 - 15 -17	208	1189	3	45.55	45.55	45.55	80A/3P	UNIDAD CONDENSADORA VRF, 15 TN, NIVEL 3	
8	19-21-23	208		3				30 A / 3P	Supresor de voltaje traspase 80 KA	
DISTANCIA RESERVA 25% VD		0.3		METROS	50.38	50.38	49.61	THHN	TABLERO 24 ESPACIOS BARRAS DE COBRE 200 AMPERIOS 3 - 4 AWG POR CADA UNA DE LAS 3 FASES 1 - 6 AWG NEUTRO 1 - 6 AWG TIERRA Ø 1 1/2 PULGADA	
CARGA TOTAL			2,419	V.A	62.98	62.98	62.01	THHN		
F. DE DEMANDA 70%			1,693	V.A	62.98	62.98	62.01	TUBERIA		

<b>UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR</b>	
PROYECTO: AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSGRADOS FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS	
CONTENIDO: TABLEROS ELÉCTRICOS ST-TN3 Y ST-AA3	
PRESENTAN: ING. ÁNGEL ARTURO DÍAZ ARQ. MIGUEL ANGEL PÉREZ	HOJA: <b>E-19</b>
ASESOR: MSC. JORGE ALBERTO ZETINO CHICAS	
DIBUJO: ÁNGEL ARTURO DÍAZ	ESCALA: 1:100

## E-20 Tableros Eléctricos ST-LN4 Y ST-FV4

SUBTABLERO DE ILUMINACIÓN NIVEL 4 ST-LN4								FASES : 3	BARRAS : 5	PROTECCION PRINCIPAL : 50 AMPERIOS/3 POLOS
CIRCUITO	ESPACIO	VOLTAJE	CARGA (EN VATIOS)	SISTEMA	FASE A	FASE B	FASE C	100 A	CAPACIDAD INTERRUPTIVA: 10,000 AMPERIOS	
					CORRIENTE EN AMP.			PROTECCION	DESCRIPCION DE CARGA	
1	1	120	320	1	2.07			15 A / 1P	8 luminarias Led 31 w, para iluminación de pasillo	
2	2	120	160	1		1.03		15 A / 1P	8 luminarias Led 31 w + 4 luminarias Led 17 w, para iluminación de aulas 2B y 2C	
3	3	120	320	1			2.07	15 A / 1P	8 luminarias Led 31 w + 4 luminarias Led 17 w, para iluminación de aulas 2A y 1B	
4	6	120	390	1			2.65	15 A / 1P	8 luminarias Led 31 w + 2 luminarias Led 17 w + 2 luminarias Led 2x9 w, para iluminación de aula 1A, vestíbulo y gradas	
5	5	120	296	1		2.17		15 A / 1P	4 luminarias Led 31 w + 8 luminarias Led 17 w, para iluminación de aula 3A y sanitarios	
6	4	120	388	1	2.63			15 A / 1P	8 luminarias Led 31 w + 4 luminarias Led 17 w, para iluminación de aulas 3B y 4A	
7	9	120	388	1			2.63	15 A / 1P	8 luminarias Led 31 w + 4 luminarias Led 17 w, para iluminación de aula 4B y Laboratorios de investigación	
8	16-17-18	208		3				30 A / 3P	Supresor de voltaje transiente 80 KA	
CORRIENTE POR FASE					4.70	3.20	7.35	THHN	TABLERO 24 ESPACIOS	
VD	0.2							THHN	10 AWG 3 FASES	
CARGA TOTAL		2,262	V.A					THHN	12 AWG NEUTRO	
F. DE DEMANDA 70%		1,583	V.A	4.70	3.20	7.35	TUBERIA		12 AWG TIERRA	
									Ø 1 1/4 PULGADA	

SUB-TABLERO FOTOVOLTAICO ST-FV-4								# FASE: 3	# BARRAS: 5	PROTECCIÓN PRINCIPAL: 150 AMPERIOS
								DOBLE BARRA DE 200 A		CAPACIDAD INTERRUPTIVA 10,000 AMPERIOS
CIRCUITO	ESPACIOS	VOLTAJE	FUENTE	SISTEMA	FASE A	FASE B	FASE C	PROTECCIÓN	DESCRIPCIÓN DE CARGA	
1	1--3	208	10,519.5	1	29.2	29.2		40 A / 2 P	FUENTE INVERSOR 1, 1Ø, 208 V	
2	4--6	208	10,519.5	1		29.2	29.2	40 A / 2 P	FUENTE INVERSOR 2, 1Ø, 208 V	
3	5--2	208	10,519.5	1	29.2		29.2	40 A / 2 P	FUENTE INVERSOR 3, 1Ø, 208 V	
4	7--9	208	10,519.5	1	29.2	29.2		40 A / 2 P	FUENTE INVERSOR 4, 1Ø, 208 V	
5	10--12	208	10,519.5	1		29.2	29.2	40 A / 2 P	FUENTE INVERSOR 5, 1Ø, 208 V	
6	8--11	208	10,519.5	1	29.2		29.2	40 A / 2 P	FUENTE INVERSOR 6, 1Ø, 208 V	
7	14--16--18	208	-	3				40 A / 3 P	SUPRESOR DE VOLTAJE TRASIENTE DE 80 KA	
8	13--15--17		-						ESPACIO FUTURO	
DISTANCIA RESERVA 25% VD		0.2		METROS	116.8	116.8	116.8	THHN	TABLERO DE 18 ESPACIOS	
CARGA TOTAL			63,116.9	V.A.	146.0	146.0	146.0	THHN	3-2/0 AWG 3 FASES	
F. DE DEMANDA 1.0%			63,116.9	V.A.	146.0	146.0	146.0	THHN	1/0 AWG NEUTRO	
								TUBERÍA	1/0 AWG TIERRA	
									Ø 2 PULGADAS	

<b>UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR</b>	
PROYECTO: AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSGRADOS FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS	
CONTENIDO: TABLEROS ELÉCTRICOS ST-LN4 Y ST-FV4	
PRESENTAN: ING. ÁNGEL ARTURO DÍAZ ARQ. MIGUEL ANGEL PÉREZ	HOJA : <b>E-20</b>
ASESOR: MSC. JORGE ALBERTO ZETINO CHICAS	ESCALA: 1:100
DIBUJO: ÁNGEL ARTURO DÍAZ	

**E-21 Tableros Eléctricos STG4 Y ST-AA4**

SUB-TABLERO GENERAL STG 4								# FASE: 3	# BARRAS: 5	PROTECCIÓN PRINCIPAL: 300 AMPERIOS	
								300 A ( DOBLE BARRA DE 150 A)	CAPACIDAD INTERRUPTIVA 27,000 AMPERIOS		
CIRCUITO	ESPACIOS	VOLTAJE	CARGA	SISTEMA	FASE A	FASE B	FASE C	PROTECCIÓN	DESCRIPCIÓN DE CARGA		
1	1--3--5	208	3,296.3	3	5.9	3.8	9.2	20 A /3 P	SUB-TABLERO ST-LN42		
2	2--4--6	208	23,416.6	3	68.3	64.2	65.0	80 A /3 P	SUB-TABLERO ST-TN4		
3	7--9--11	208	41,159.2	3	114.3	113.5	114.3	125 A /3 P	SUB-TABLERO ST-AA4		
4	8--10--12	208	-	3				150 A /3 P	GENERADOR FOTOVOLTAICO 1 Y 2, FUENTE		
5	13--15--17	208	-	3				40 A /3 P	SUPRESOR DE VOLTAJE TRASIENTE DE 200 KA		
6	14--16--18										
7	19--21--23										
8	20--22--24		-								
								TABLERO DE 24 ESPACIOS			
DISTANCIA				METROS	188.5	181.4	188.4	THHN	2 (3-1/0 AWG)	POR CADA UNA DE LAS 3 FASES	
RESERVA 25% VD				0.2	47.1	45.4	47.1	THHN	2-(2 AWG)	NEUTRO	
CARGA TOTAL			67,872.2	V.A.	235.6	226.8	235.5	THHN	1/0 AWG	TIERRA	
F. DE DEMANDA 100%			67,872.2	V.A.	235.6	226.8	235.5	TUBERÍA	Ø 3 PULGADAS		

SUBTABLERO DE AIRES ACONDICIONADOS NIVEL 4								FASES : 3	BARRAS : 5	PROTECCIÓN PRINCIPAL : 125 AMPERIOS 3 POLOS	
									200 A	CAPACIDAD INTERRUPTIVA: 10,000 AMPERIOS	
CIRCUITO	ESPACIO	VOLTAJE	CARGA	SISTEMA	FASE A	FASE B	FASE C	PROTECCION	DESCRIPCION DE CARGA		
1	1 - 3	208	150	1	0.63	0.63		15A/2P	UNIDAD EVAPORADORA, CASSETTE 2.5 TN. AULA 1A		
2	2 - 4	208	150	1	0.63	0.63		15A/2P	UNIDAD EVAPORADORA, CASSETTE 2.5 TN. AULA 1B		
3	5 - 7	208	150	1	0.63		0.63	15A/2P	UNIDAD EVAPORADORA, CASSETTE 2.5 TN. AULA 2A		
4	6 - 8	208	150	1	0.63		0.63	15A/2P	UNIDAD EVAPORADORA, CASSETTE 2.5 TN. AULA 2B		
5	9 - 11	208	150	1		0.63	0.63	15A/2P	UNIDAD EVAPORADORA, CASSETTE 2.5 TN. AULA 2C		
6	10 - 12	208	150	1		0.63	0.63	15A/2P	UNIDAD EVAPORADORA, CASSETTE 2.5 TN. AULA 3A		
7	22 - 24	208	150	1		0.63	0.63	15A/2P	UNIDAD EVAPORADORA, CASSETTE 2.5 TN. AULA 3B		
8	16 - 18	208	150	1	0.63	0.63		15A/2P	UNIDAD EVAPORADORA, CASSETTE 2.5 TN. AULA 4A		
9	17 - 19	208	150	1	0.63		0.63	15A/2P	UNIDAD EVAPORADORA, CASSETTE 2.5 TN. AULA 4B		
10	18 - 20	208	150	1	0.63		0.63	15A/2P	UNIDAD EVAPORADORA, CASSETTE 2 TN. LABORATORIO N4		
11	25 - 27 - 29	208	1109	3	59.31	59.31	59.31	80A/3P	UNIDAD CONDENSADORA #1 VRF, 15 TN, NIVEL 4		
12	26 - 28 - 30	208	517	3	27.68	27.68	27.68	40A/3P	UNIDAD CONDENSADORA #2 VRF, 7 TN, NIVEL 4		
13		208		3				30 A /3P	Supresor de volyaje trasiente 80 KA		
								TABLERO DE 30 ESPACIOS			
DISTANCIA				METROS	91.40	90.77	91.40	THHN	BARRAS	DE COBRE 200 AMPERIOS	
RESERVA 25% VD				1.26	22.85	22.69	22.85	THHN	3 - 2 AWG	POR CADA UNA DE LAS 3 FASES	
CARGA TOTAL			2,976.0	V.A	114.25	113.46	114.25	THHN	1 - 4 AWG	NEUTRO	
F. DE DEMANDA 70%			2,083.2	V.A	79.98	79.42	79.98	TUBERIA	1 - 4 AWG	TIERRA	
								TUBERIA	Ø 1 1/2 PULGADA		

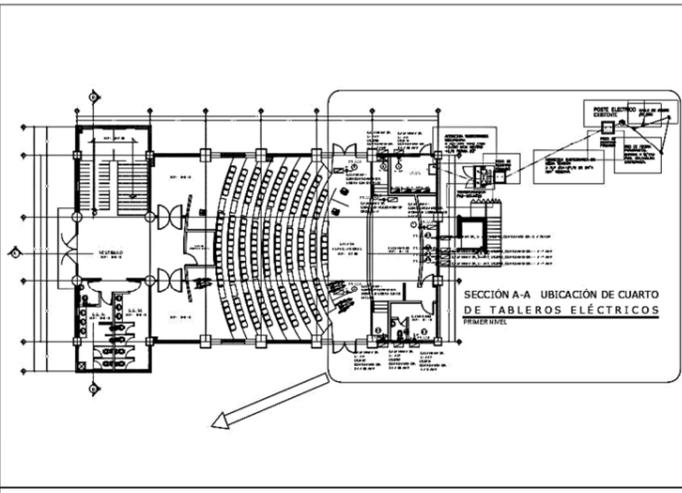
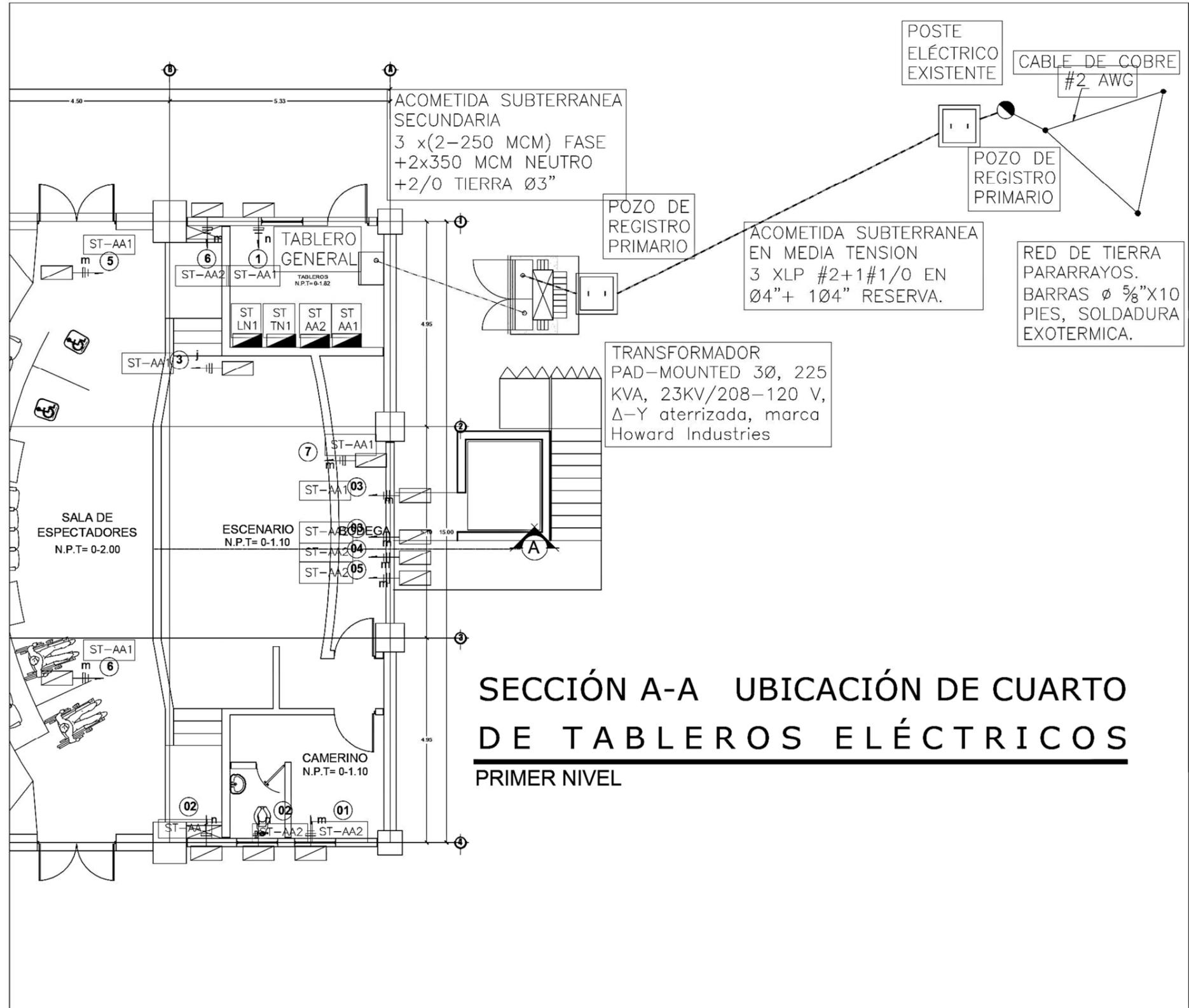
<b>UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR</b>	
PROYECTO: <b>AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSGRADOS FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS</b>	
CONTENIDO: <b>TABLEROS ELÉCTRICOS STG4 Y ST-AA4</b>	
PRESENTAN: <b>ING. ÁNGEL ARTURO DÍAZ ARQ. MIGUEL ANGEL PÉREZ</b>	HOJA: <b>E-21</b>
ASESOR: <b>MSC. JORGE ALBERTO ZETINO CHICAS</b>	
DIBUJO: <b>ÁNGEL ARTURO DÍAZ</b>	ESCALA: 1:100

**E-22 Tablero Eléctrico ST-TN4**

SUBTABLERO DE TOMACORRIENTES NIVEL 4 ST-TN4								FASES : 3	BARRAS : 5	PROTECCION PRINCIPAL : 100 AMPERIOS/3 POLOS
								150 A	CAPACIDAD INTERRUPTIVA: 10,000 AMPERIOS	
CIRCUITO	ESPACIO	VOLTAJE	CARGA	SISTEMA	FASE A	FASE B	FASE C	PROTECCION	DESCRIPCION DE CARGA	
1	1	120	800	1	6.67			20 A/ 1P	4 tomacorrientes dobles polarizados, para Aulas 2C, pared del costado oriente	
2	2	120	1400	1		11.67		20 A/ 1P	7 tomacorrientes dobles polarizados, para Aulas 2a, 2b, 2c (parte frental de las aulas) y pasillo,	
3	3	120	1200	1			10.00	20 A/ 1P	6 tomacorrientes dobles polarizados, para Aulas 2b y 2c (parte tracera de las aulas)	
4	6	120	800	1			6.67	20 A/ 1P	4 tomacorrientes dobles polarizados de piso, para las aulas 2a y 2b	
5	5	120	800	1		6.67		20 A/ 1P	4 tomacorrientes dobles polarizados de piso, para las aulas 2b y 2c	
6	4	120	1200	1	10.00			20 A/ 1P	6 tomacorrientes dobles polarizados, para Aulas 2a y 1b (parte tracera de las aulas)	
7	9	120	1200	1			10.00	20 A/ 1P	6 tomacorrientes dobles polarizados, para Aula 2a (pared occidente) y 1b (pared oriente)	
8	8	120	1000	1		8.33		20 A/ 1P	5 tomacorrientes dobles polarizados, para Aulas 1a y 1b (parte frental de las aulas) y pasillo,	
9	11	120	800	1		6.67		20 A/ 1P	4 tomacorrientes dobles polarizados de piso, para las aulas 1a y 1b	
10	10	120	1200	1	10.00			20 A/ 1P	6 tomacorrientes dobles polarizados, para Aula 1a (costado occidente y atrás del aula)	
11	12	120	600	1			5.00	20 A/ 1P	3 tomacorrientes dobles polarizados, para Vestibulo del Nivel 4	
12	14	120	1200	1		10.00		20 A/ 1P	6 tomacorrientes dobles polarizados, para Aula 3a (costado occidente y atrás del aula)	
13	7	120	800	1	6.67			20 A/ 1P	4 tomacorrientes dobles polarizados de piso, para las aulas 3a y 3b	
14	15	120	1400	1			11.67	20 A/ 1P	7 tomacorrientes dobles polarizados, para Aula 3b (parte tracera) y aulas 3a y 3b (parte frontal)	
15	13	120	1200	1	10.00			20 A/ 1P	6 tomacorrientes dobles polarizados, para Aulas 3b (pared oriente) y 4a (pared occidente)	
16	16	120	800	1	6.67			20 A/ 1P	4 tomacorrientes dobles polarizados de piso, para las aulas 4a y 4b	
17	17	120	1000	1		8.33		20 A/ 1P	5 tomacorrientes dobles polarizados, para Aulas 4a y 4b (partea tracera)	
18	18	120	1000	1			8.33	20 A/ 1P	5 tomacorrientes dobles polarizados, para Aulas 4a y 4b (parte frotaal) y pasillo,	
19	21	120	1000	1			8.33	20 A/ 1P	5 tomacorrientes dobles polarizados, para Aulas 4b (pared oriente) y laboratorio de Invt. N4 (pared occidente)	
20	19	120	1200	1	10.00			20 A/ 1P	6 tomacorrientes dobles polarizados, montado en mueble, para Laboratorio de Invest N4	
21	20	120	1000	1		8.33		20 A/ 1P	5 tomacorrientes dobles polarizados, para Laboratorio Invet. y cuarto de tableros	
22	24	120	600	1			5.00	20 A/ 1P	6 tomacorrientes polarizado sencillo, para iluminación de emergencia de pasillo, vestibulo, gradas principales y de emergencia	
23	23	120	500	1		4.17		20 A/ 1P	5 tomacorriente polarizado sencillo, para iluminación de emergencia de las aulas 1a, 1b, 2a, 2b, y 2c.	
24	22	120	500	1	4.17			20 A/ 1P	5 tomacorrientes sencillo, para iluminación de emergencia de aulas 3a, 3b, 4a, 4b, y laboratorio de invest.	
25	26	120	600	1	4.17			20 A/ 1P	3 tomacorrientes dobles para intemperie, para mantenimiento del sistema fotovoltaico en el techo.	
26	25-27-29	208		3				30 A/ 3P	Supresor de voltaje trasiente 80 KA	
DISTANCIA VD		0.3		METROS	68.34	64.17	65.00	THHN	TABLERO 30 ESPACIOS	
CARGA TOTAL			23800	V.A				THHN	4 AWG 3 FASES	
F. DE DEMANDA 70%			16660	V.A	58.77	55.18	55.90	THHN	6 AWG NEUTRO	
								TUBERIA	6 AWG TIERRA	
									Ø 1 1/2 PULGADA	

<b>UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR</b>	
PROYECTO: <b>AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSGRADOS FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS</b>	
CONTENIDO: <b>TABLERO ELÉCTRICO ST-TN4</b>	
PRESENTAN: <b>ING. ÁNGEL ARTURO DÍAZ ARQ. MIGUEL ANGEL PÉREZ</b>	HOJA : <b>E-22</b>
ASESOR: <b>MSC. JORGE ALBERTO ZETINO CHICAS</b>	
DIBUJO: <b>ÁNGEL ARTURO DÍAZ</b>	ESCALA: <b>1:100</b>

E-23 Sección A-A, Cuarto de Tableros N1

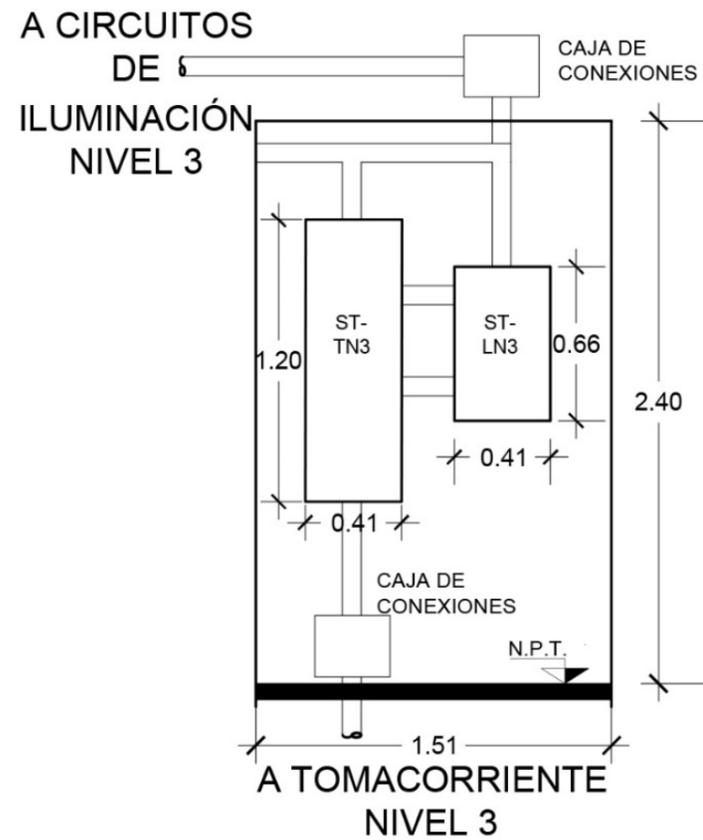


**SECCIÓN A-A UBICACIÓN DE CUARTO DE TABLEROS ELÉCTRICOS PRIMER NIVEL**

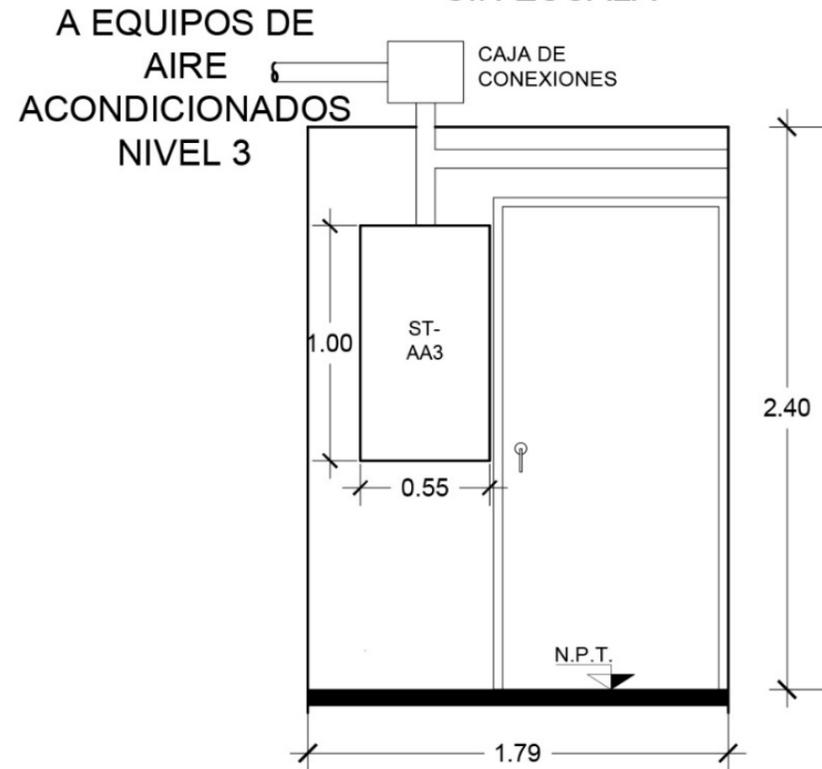
CUADRO DE SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TABLERO ELECTRICO, ESPECIFICACIONES EN CUADROS DE CARGA
	CAJA NEMA 1 O 3R CON GUARDAMOTOR INDICADO EN CUADRO ANEXO
	ALIMENTADOR DE CIRCUITO SUBTABLERO INDICADO

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
 PROYECTO:  
**AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSGRADOS FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**  
 CONTENIDO:  
**SECCIÓN A-A, CUARTO DE TABLEROS N1**  
 PRESENTAN:  
**ING. ÁNGEL ARTURO DÍAZ** HOJA:  
**ARQ. MIGUEL ANGEL PÉREZ** **E-23**  
 ASESOR:  
**MSC. JORGE ALBERTO ZETINO CHICAS**  
 DIBUJO:  
**ÁNGEL ARTURO DÍAZ** ESCALA:  
**1:100**

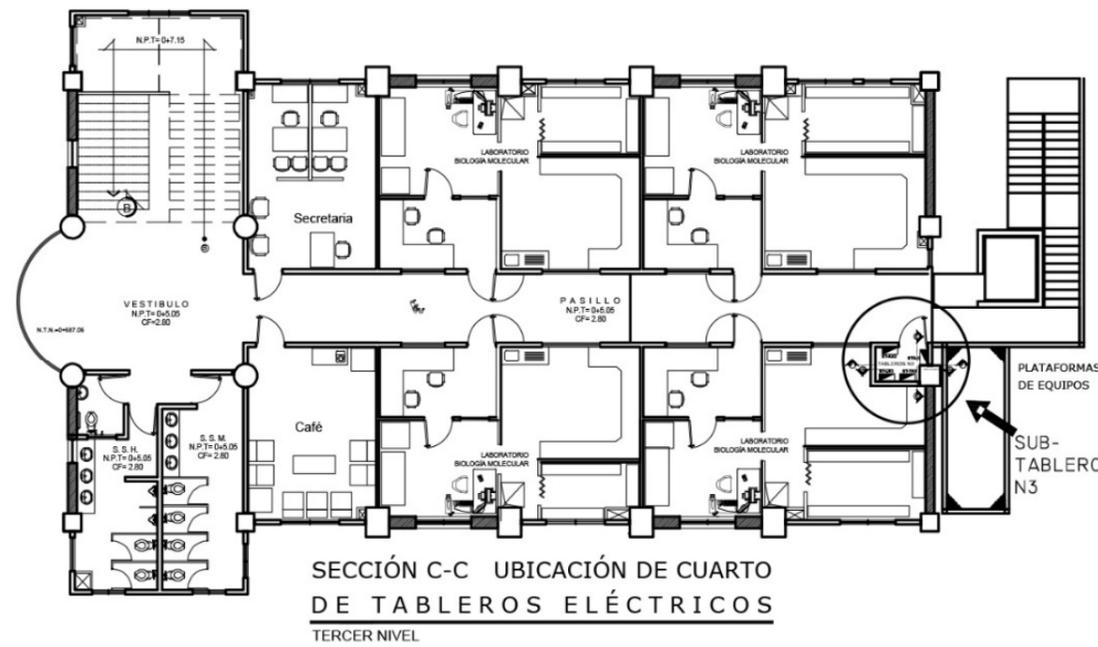
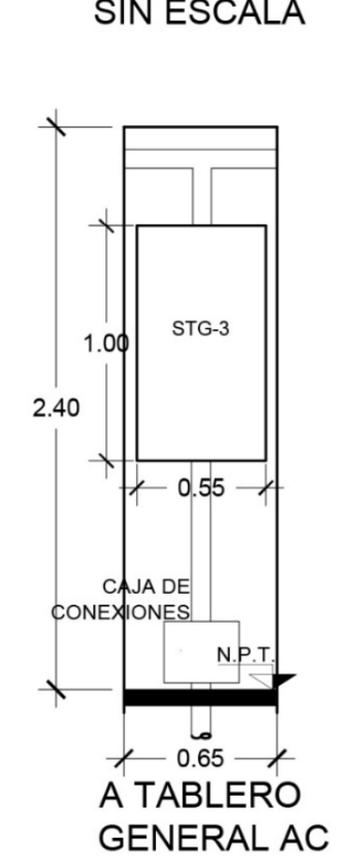
### SECCIÓN G - G SIN ESCALA



### SECCIÓN F - F SIN ESCALA

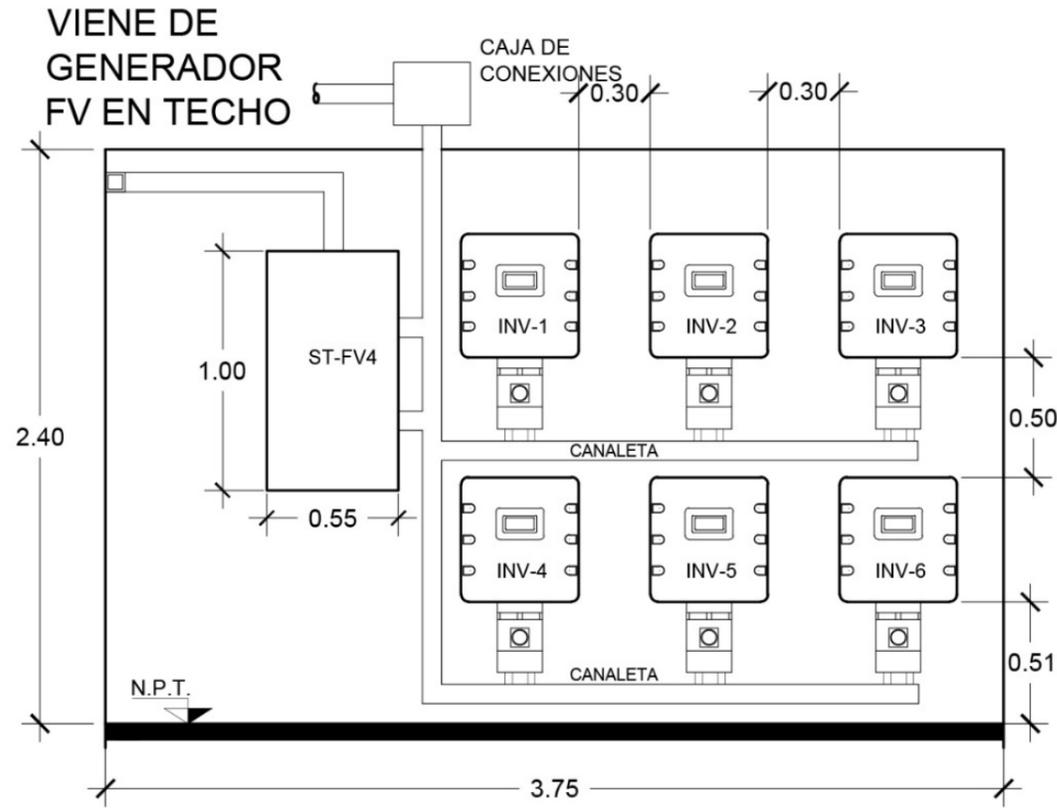


### SECCIÓN E - E SIN ESCALA



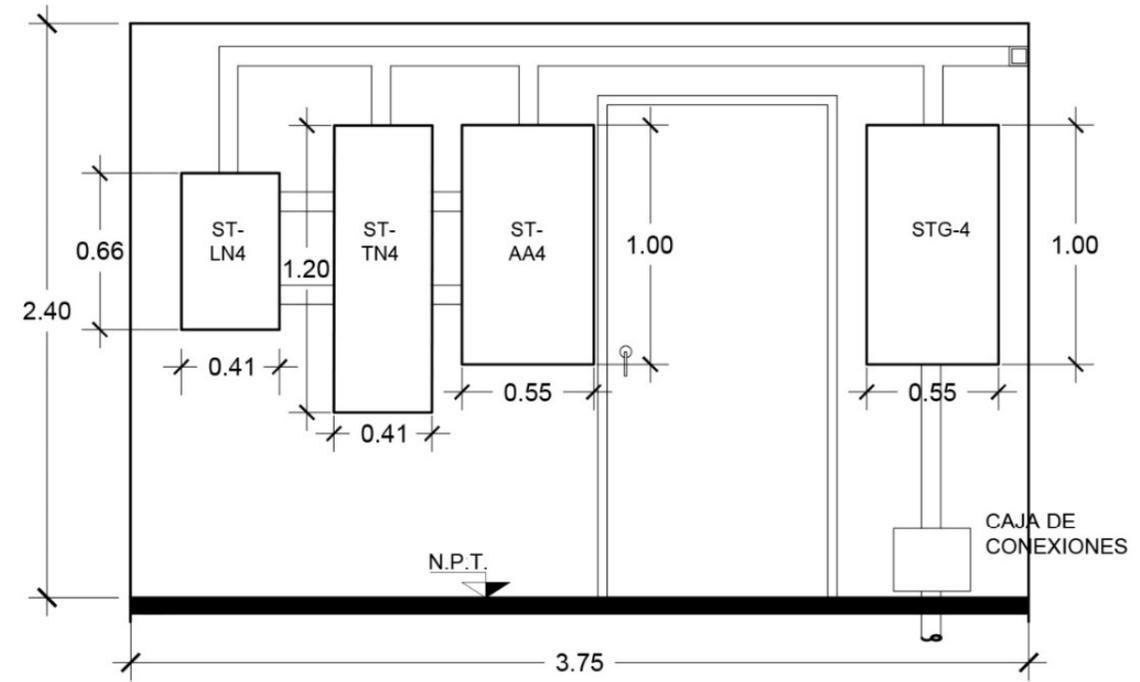
<b>UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR</b>	
PROYECTO: AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSGRADOS FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS	
CONTENIDO: <b>SECCIÓN C-C, TABLEROS N 3</b>	
PRESENTAN: ING. ÁNGEL ARTURO DÍAZ ARQ. MIGUEL ANGEL PÉREZ	HOJA: <b>E-24</b>
ASESOR: MSC. JORGE ALBERTO ZETINO CHICAS	
DIBUJO: ÁNGEL ARTURO DÍAZ	ESCALA: 1:100

E-25 Sección D-D, Tableros e Inversores



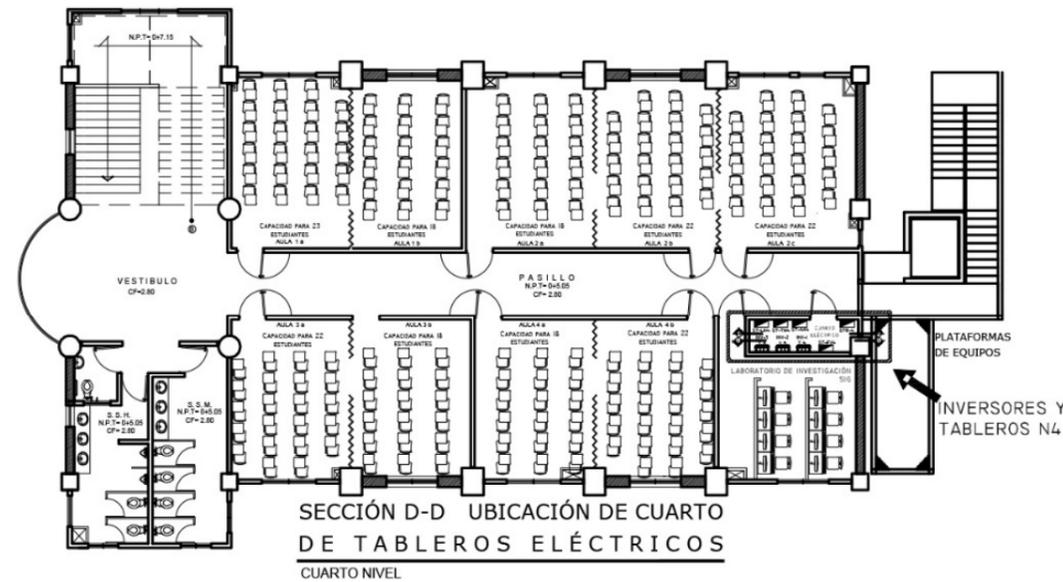
A TABLERO GENERAL AC

SECCIÓN I - I  
SIN ESCALA



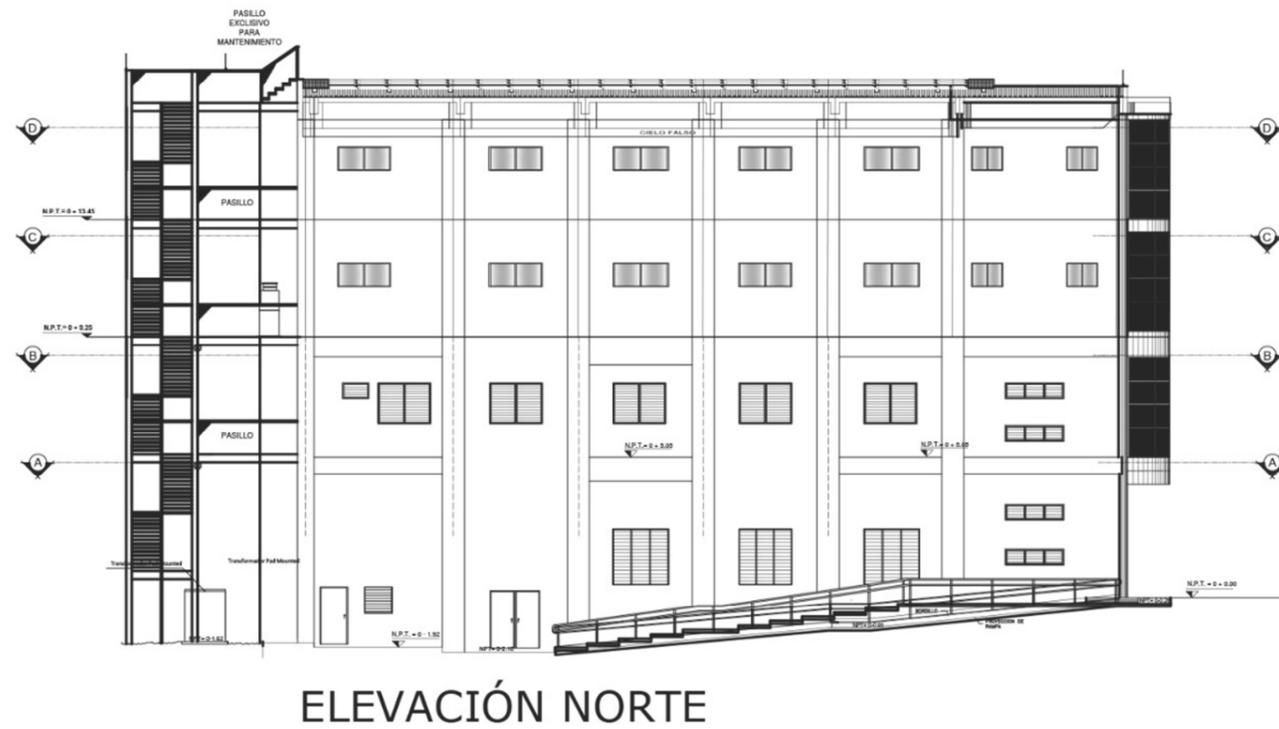
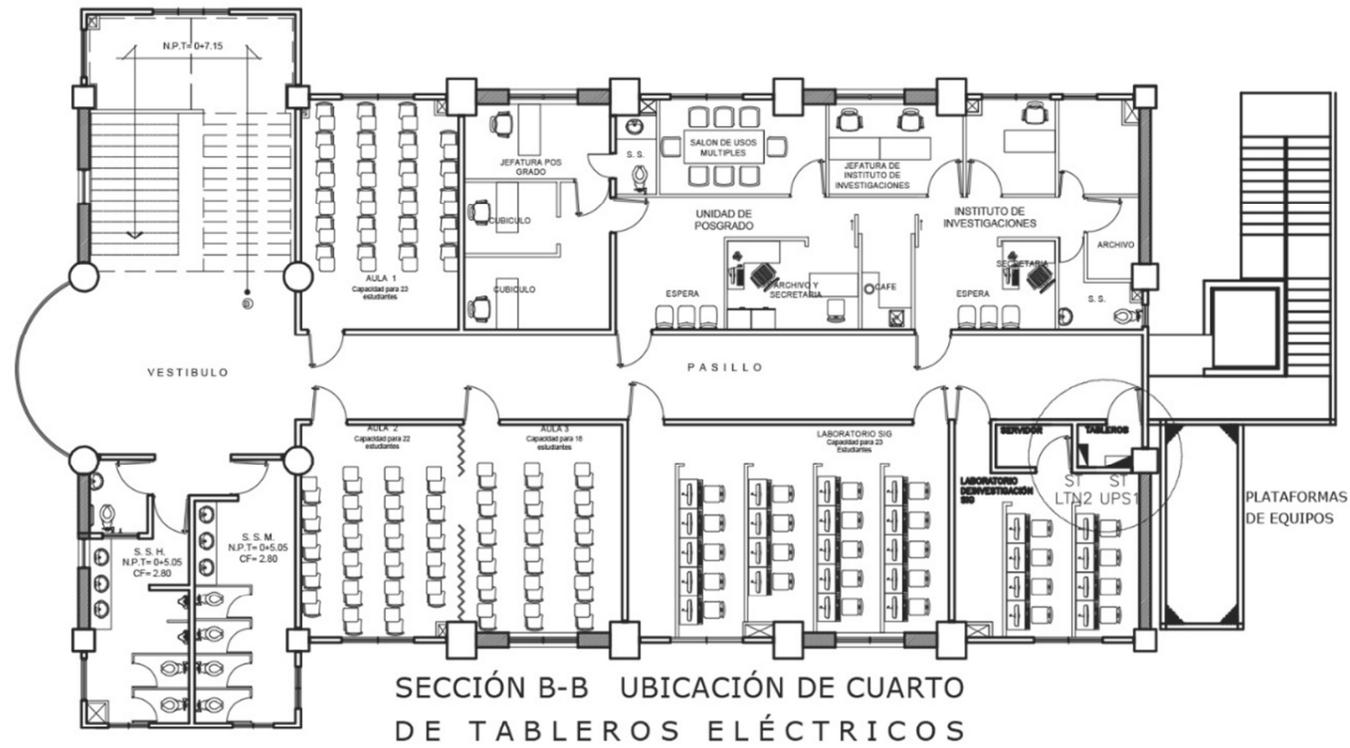
A TABLERO GENERAL AC

SECCIÓN H - H  
SIN ESCALA



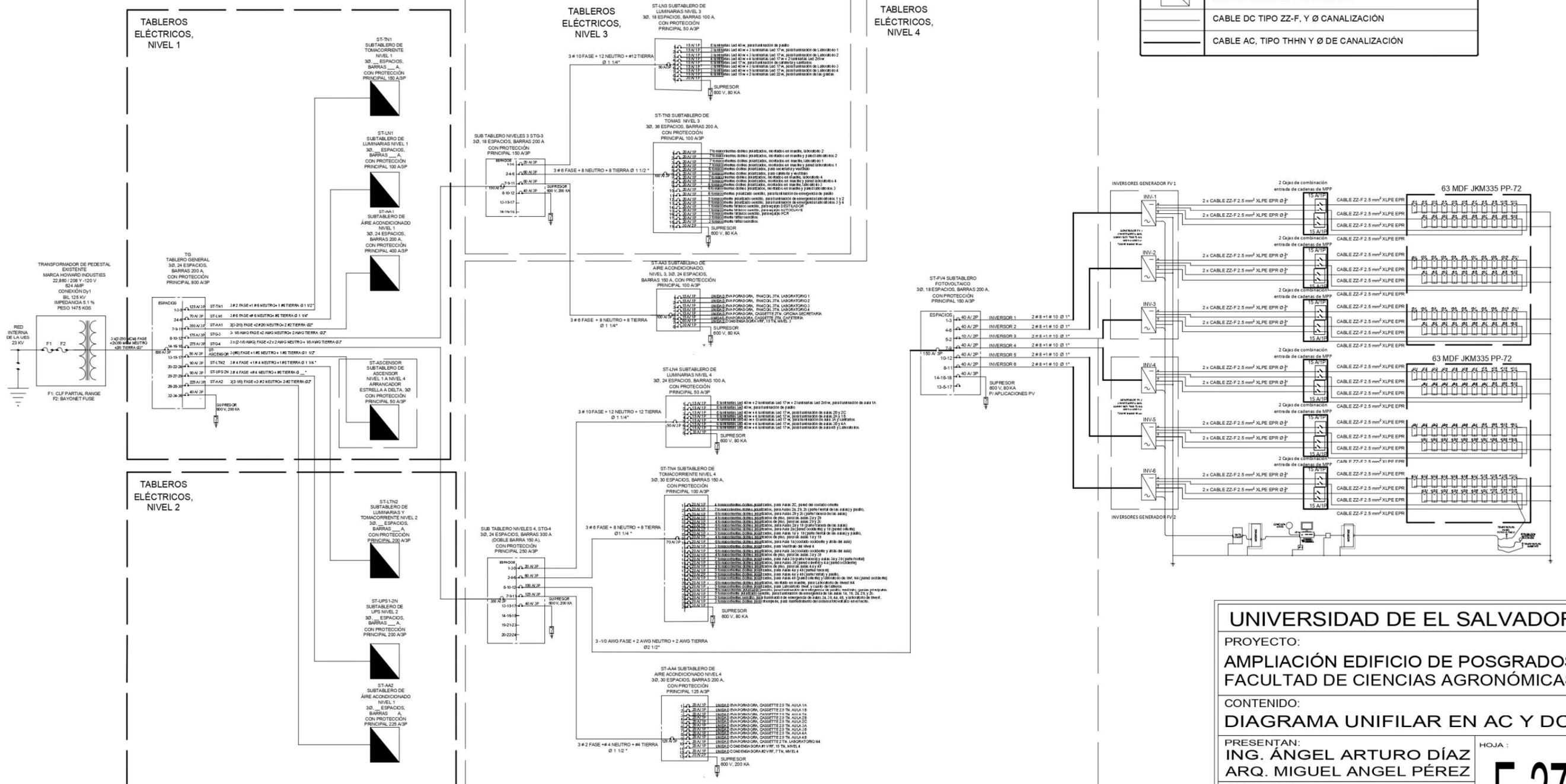
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR	
PROYECTO: AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSGRADOS FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS	
CONTENIDO: SECCIÓN D-D, TABLEROS N4 E INVERSORES	
PRESENTAN: ING. ÁNGEL ARTURO DÍAZ ARQ. MIGUEL ANGEL PÉREZ	HOJA: <b>E-25</b>
ASESOR: MSC. JORGE ALBERTO ZETINO CHICAS	
DIBUJO: ÁNGEL ARTURO DÍAZ	ESCALA: 1:100

E-26 Elevación Norte y Cuarto de Tableros N-2



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR	
PROYECTO: AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSGRADOS FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS	
CONTENIDO: ELEVACIÓN NORTE Y CUARTO DE TABLEROS N2	
PRESENTAN: ING. ÁNGEL ARTURO DÍAZ ARQ. MIGUEL ANGEL PÉREZ	HOJA :
ASESOR: MSC. JORGE ALBERTO ZETINO CHICAS	E-26
DIBUJO: ÁNGEL ARTURO DÍAZ	
ESCALA: 1:100	

CUADRO DE SIMBOLOGÍA DE DIAGRAMA UNIFILAR	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL, 23 KV / 208-120 V
	FUSIBLE CLF PARTIAL RANGE Y FUSIBLE TIPO BAYONET
	TABLERO GENERAL Y SUBTABLEROS 208-120 V
	INVERSOR MONOFÁSICO
	CAJACOMBINATORIA Y FUSIBLE DE PROTECCIÓN, AC
	MODULO / PANEL FOTOVOLTAICO
	CABLE DC TIPO ZZ-F, Y Ø CANALIZACIÓN
	CABLE AC, TIPO THHN Y Ø DE CANALIZACIÓN



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
 PROYECTO:  
**AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSGRADOS**  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

CONTENIDO:  
**DIAGRAMA UNIFILAR EN AC Y DC**

PRESENTAN:  
**ING. ÁNGEL ARTURO DÍAZ**  
**ARQ. MIGUEL ÁNGEL PÉREZ**

ASESOR:  
**MSC. JORGE ALBERTO ZETINO CHICAS**

DIBUJO:  
**ÁNGEL ARTURO DÍAZ**

ESCALA:  
**1:100**

HOJA:  
**E-27**

# TABLEROS ELÉCTRICOS, NIVEL 1

ST-TN1  
SUBTABLERO DE TOMACORRIENTE NIVEL 1  
3Ø, \_\_\_ ESPACIOS, BARRAS \_\_\_ A, CON PROTECCIÓN PRINCIPAL 150 A/3P

ST-LN1  
SUBTABLERO DE LUMINARIAS NIVEL 1  
3Ø, \_\_\_ ESPACIOS, BARRAS \_\_\_ A, CON PROTECCIÓN PRINCIPAL 100 A/3P

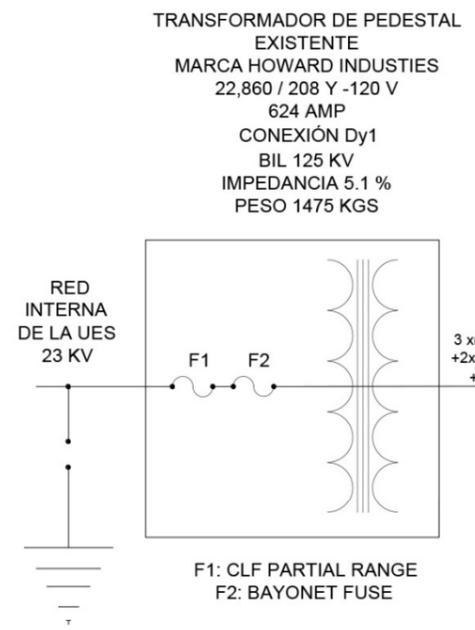
ST-AA1  
SUBTABLERO DE ÁIRE ACONDICIONADO NIVEL 1  
3Ø, 24 ESPACIOS, BARRAS 200 A, CON PROTECCIÓN PRINCIPAL 400 A/3P

TG  
TABLERO GENERAL  
3Ø, 24 ESPACIOS, BARRAS 200 A, CON PROTECCIÓN PRINCIPAL 800 A/3P

ESPACIOS	AMPERIOS	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES
1-3-5	125 A/ 3P	ST-TN1	3 # 2 FASE +1 # 6 NEUTRO+ 1 #6 TIERRA Ø 1 1/2"
2-4-6	70 A/ 3P	ST-LN1	3 # 6 FASE + # 6 NEUTRO+ #8 TIERRA Ø 1 1/4"
7-9-11	350 A/ 3P	ST-AA1	2(3-2/0) FASE +2 #2/0 NEUTRO+ 2 #2 TIERRA Ø2"
8-10-12	175 A/ 3P	STG-3	3- 1/0 AWG FASE +2 AWG NEUTRO+ 2 AWG TIERRA Ø2"
14-16-18	275 A/ 3P	STG-4	3 x (2-1/0 AWG) FASE +2 x 2 AWG NEUTRO + 1/0 AWG TIERRA Ø3"
800 A/ 3P	50 A/ 3P	ST-ASCENSOR	3 (#6) FASE +1 #8 NEUTRO + 1 #8 TIERRA Ø1 1/2"
13-15-17	90 A/ 3P	ST-LTN2	3 # 4 FASE +1 # 4 NEUTRO +1 #8 TIERRA Ø 1 1/4 "
20-22-24	90 A/ 3P	ST-UPS 2N	3 # 4 FASE + # 4 NEUTRO + #8 TIERRA Ø _ "
25-27-29	90 A/ 3P	ST-AA2	3(2-1/0) FASE +2- #2 NEUTRO+ 2-#2 TIERRA Ø2"
26-28-30	225 A/ 3P		
32-34-36	40 A/ 3P		

A STG-3 NIVEL 3  
A STG-4 NIVEL 4

ST-ASCENSOR  
SUBTABLERO DE ASCENSOR NIVEL 1 A NIVEL 4  
ARRANCADOR ESTRELLA A DELTA, 3Ø  
CON PROTECCIÓN PRINCIPAL 50 A/3P



ST-AA2  
SUBTABLERO DE ÁIRE ACONDICIONADO NIVEL 1  
3Ø, \_\_\_ ESPACIOS, BARRAS \_\_\_ A, CON PROTECCIÓN PRINCIPAL 225 A/3P

ST-UPS1-2N  
SUBTABLERO DE UPS NIVEL 2  
3Ø, \_\_\_ ESPACIOS, BARRAS \_\_\_ A, CON PROTECCIÓN PRINCIPAL 200 A/3P

ST-LTN2  
SUBTABLERO DE LUMINARIAS Y TOMACORRIENTE NIVEL 2  
3Ø, \_\_\_ ESPACIOS, BARRAS \_\_\_ A, CON PROTECCIÓN PRINCIPAL 200 A/3P

# TABLEROS ELÉCTRICOS, NIVEL 2

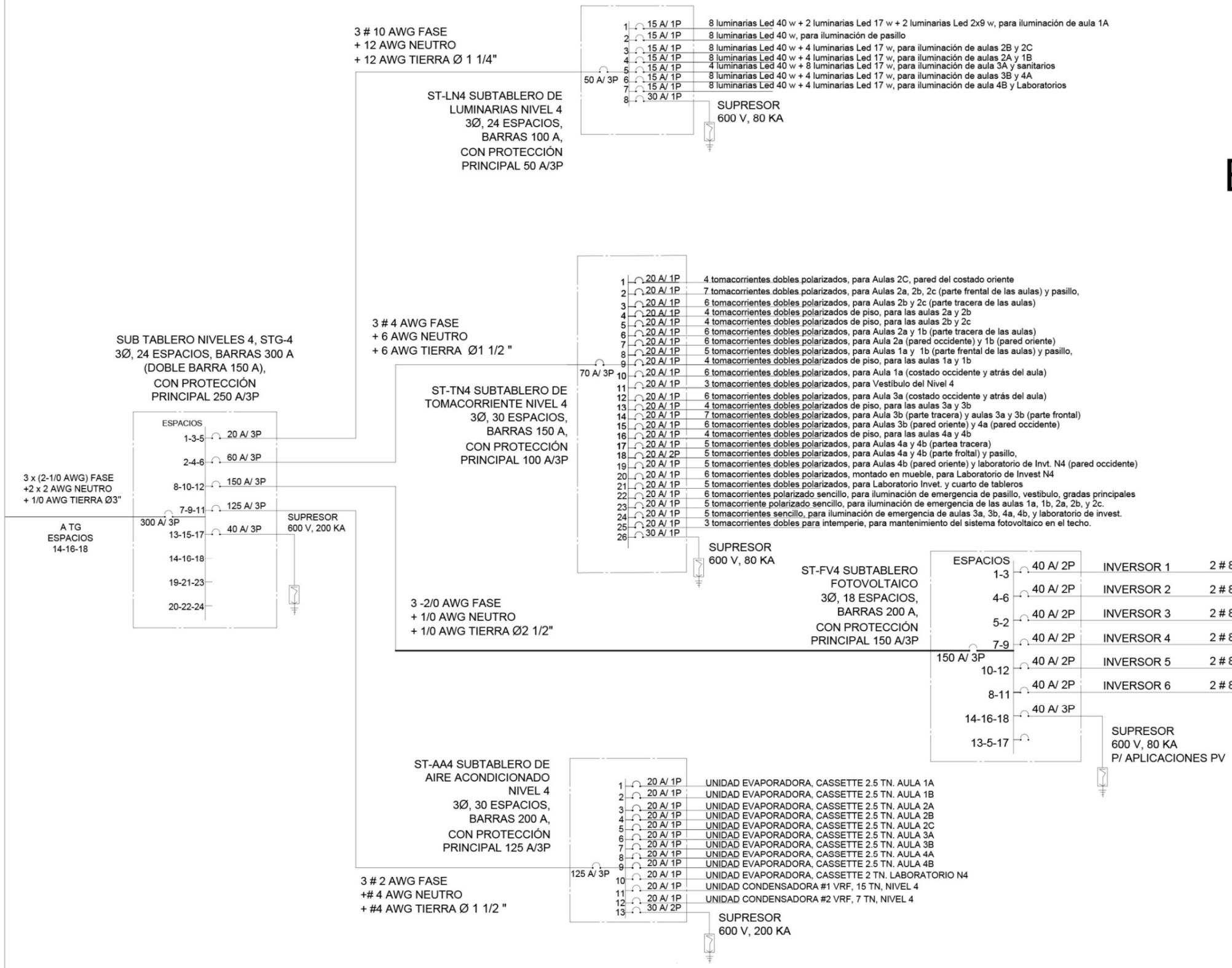
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR	
PROYECTO: AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSGRADOS FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS	
CONTENIDO: UNIFILAR AC, NIVELES 1 Y 2	
PRESENTAN: ING. ÁNGEL ARTURO DÍAZ ARQ. MIGUEL ANGEL PÉREZ	HOJA: <b>E-28</b>
ASESOR: MSC. JORGE ALBERTO ZETINO CHICAS	
DIBUJO: ÁNGEL ARTURO DÍAZ	ESCALA: 1:100



# TABLEROS ELÉCTRICOS, NIVEL 4

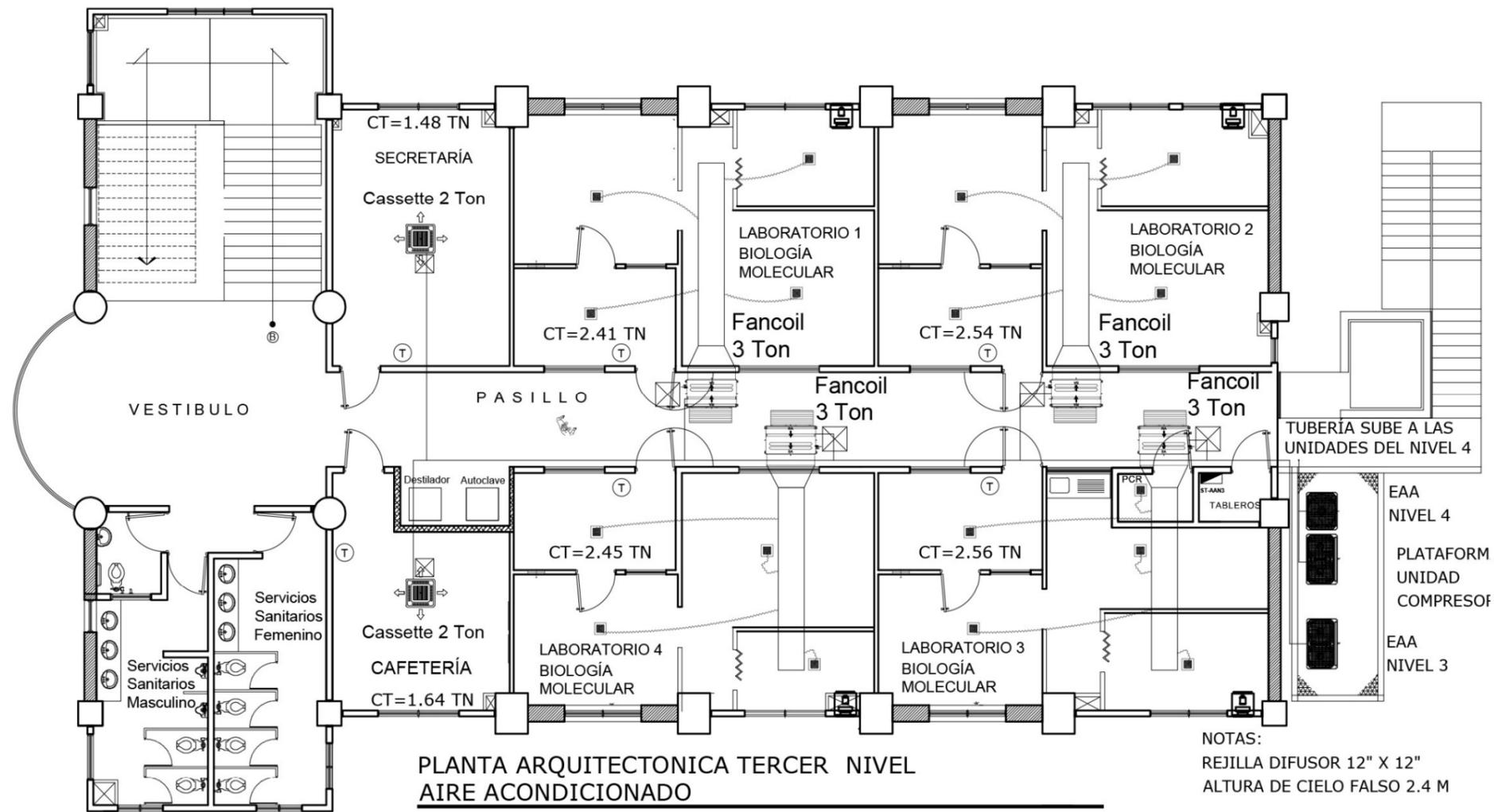
A  
GENERADOR FOTOVOLTAICO

<b>UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR</b>	
PROYECTO: <b>AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSGRADOS FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS</b>	
CONTENIDO: <b>UNIFILAR AC, NIVEL 4</b>	
PRESENTAN: <b>ING. ÁNGEL ARTURO DÍAZ</b> <b>ARQ. MIGUEL ÁNGEL PÉREZ</b>	HOJA: <b>E-30</b>
ASESOR: <b>MSC. JORGE ALBERTO ZETINO CHICAS</b>	
DIBUJO: <b>ÁNGEL ARTURO DÍAZ</b>	ESCALA: <b>1:100</b>



# **PLANOS DE AIRE ACONDICIONADO**

AA-1 Aires Acondicionados Nivel 3



PLANTA ARQUITECTONICA TERCER NIVEL  
AIRE ACONDICIONADO

TERCER NIVEL

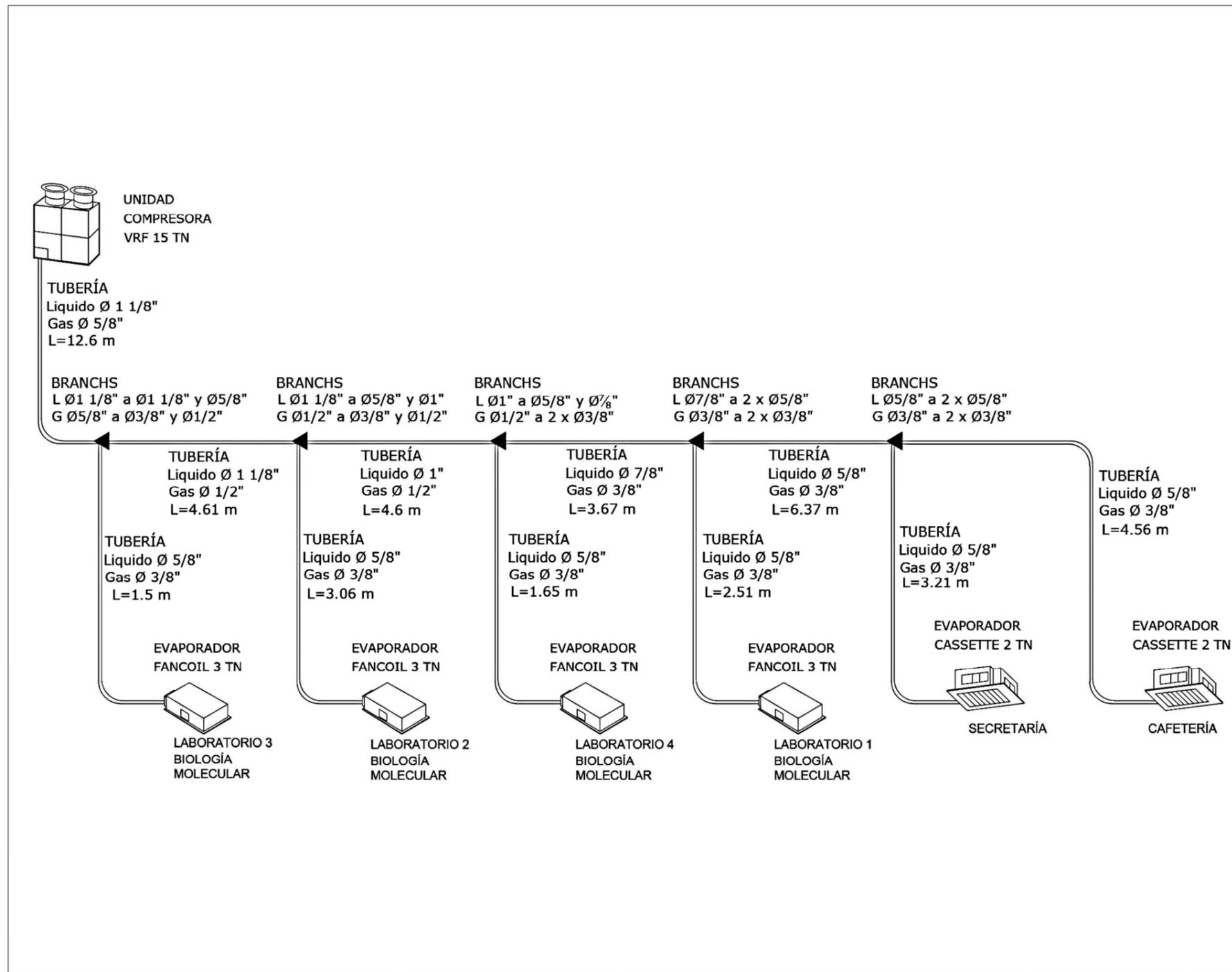
NOTAS:  
REJILLA DIFUSOR 12" X 12"  
ALTURA DE CIELO FALSO 2.4 M

### SIMBOLOGÍA

	UNIDAD CANDENSADORA VRF X TONELADAS DE REFRIGERACIÓN
	UNIDAD EVAPORADORA TIPO CASSETTE, X TONELADAS DE REFRIGERACIÓN
	UNIDAD EVAPORADORA TIPO FANCOIL, X TONELADAS DE REFRIGERACIÓN
	TUBERÍA FLEXIBLE
	EXTRACTOR
	TERMOSTATO

<b>UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR</b>	
PROYECTO: <b>AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSGRADOS FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS</b>	
CONTENIDO: <b>AIRE ACONDICIONADO. NIVEL 3</b>	
PRESENTAN: <b>ING. ÁNGEL ARTURO DÍAZ ARQ. MIGUEL ANGEL PÉREZ</b>	HOJA: <b>AA-1</b>
ASESOR: <b>MSC. JORGE ALBERTO ZETINO CHICAS</b>	
DIBUJO: <b>ÁNGEL ARTURO DÍAZ</b>	ESCALA: <b>1:100</b>

AA-2 Esquema de Aire Acondicionado, Nivel 3

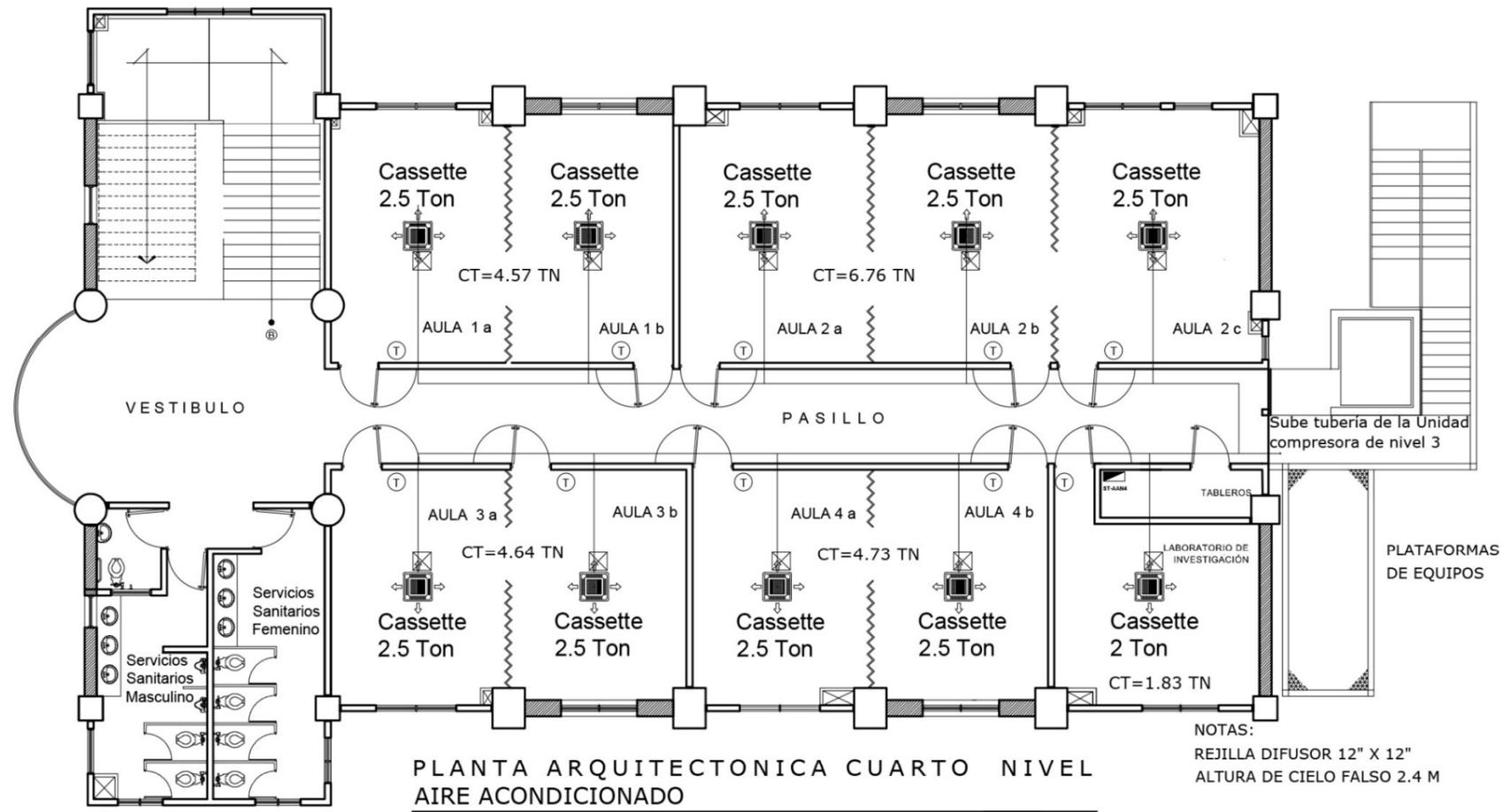


## SIMBOLOGÍA

	UNIDAD CANDENSADORA VRF X TONELADAS DE REFRIGERACIÓN
	UNIDAD EVAPORADORA TIPO FANCOIL, X TONELADAS DE REFRIGERACIÓN
	UNIDAD EVAPORADORA TIPO CASSETTE, X TONELADAS DE REFRIGERACIÓN
	TUBERÍA DE COBRE DIÁMETRO DE R410A EN LÍQUIDO DIÁMETRO DE R410A EN GAS LARGO TUBERÍA

<b>UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR</b>	
PROYECTO: AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSGRADOS FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS	
CONTENIDO: ESQUEMA DE AIRE ACONDICIONADO. NIVEL 3	
PRESENTAN: ING. ÁNGEL ARTURO DÍAZ ARQ. MIGUEL ANGEL PÉREZ	HOJA : <b>AA-2</b>
ASESOR: MSC. JORGE ALBERTO ZETINO CHICAS	
DIBUJO: ÁNGEL ARTURO DÍAZ	ESCALA: 1:100

AA-3 Aires Acondicionados Nivel 4



PLANTA ARQUITECTONICA CUARTO NIVEL  
AIRE ACONDICIONADO

CUARTO NIVEL

NOTAS:  
REJILLA DIFUSOR 12" X 12"  
ALTURA DE CIELO FALSO 2.4 M

SIMBOLOGÍA

	UNIDAD CONDENSADORA VRF X TONELADAS DE REFRIGERACIÓN
	UNIDAD EVAPORADORA TIPO CASSETTE, X TONELADAS DE REFRIGERACIÓN
	UNIDAD EVAPORADORA TIPO FANCOIL, X TONELADAS DE REFRIGERACIÓN
	TUBERÍA FLEXIBLE
	EXTRACTOR
	TERMOSTATO

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PROYECTO:  
AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSGRADOS  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

CONTENIDO:  
AIRE ACONDICIONADO. NIVEL 4

PRESENTAN:  
ING. ÁNGEL ARTURO DÍAZ  
ARQ. MIGUEL ANGEL PÉREZ

ASESOR:  
MSC. JORGE ALBERTO ZETINO CHICAS

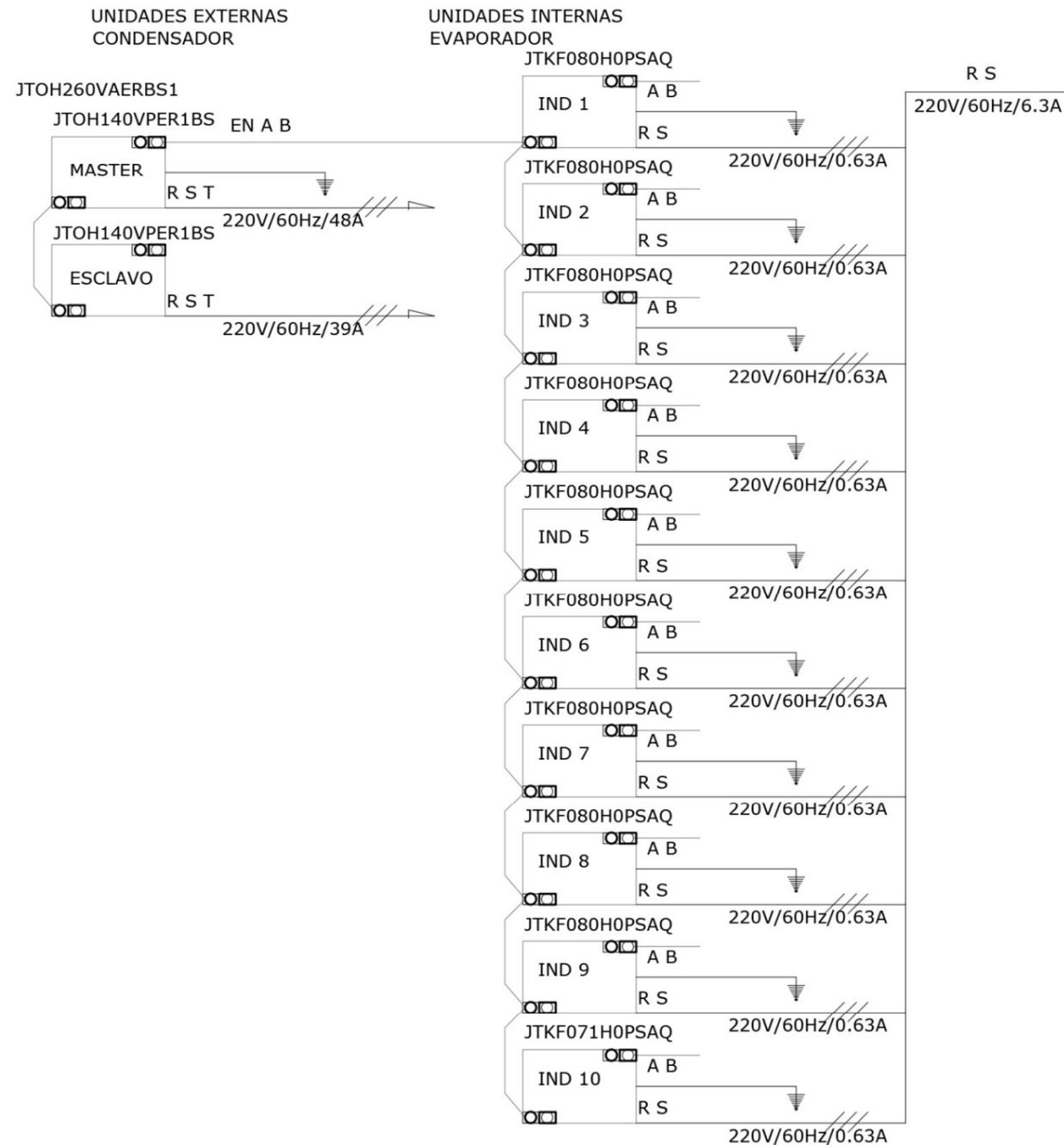
DIBUJO:  
ÁNGEL ARTURO DÍAZ

ESCALA:  
1:100

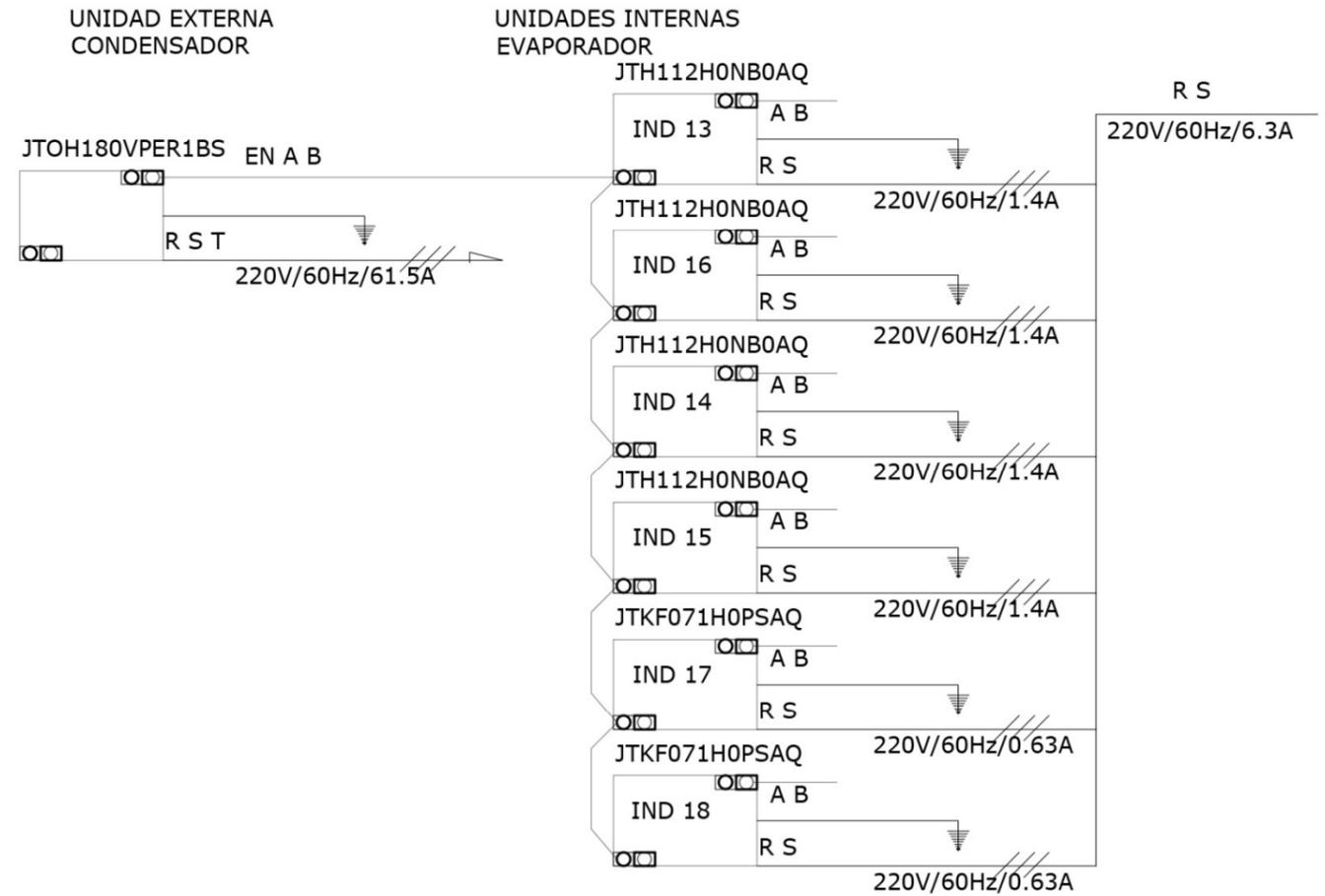
HOJA:

AA-3

# CIRCUITO ELÉCTRICO Y CONTROL EAA DEL NIVEL 4 (SIS1)



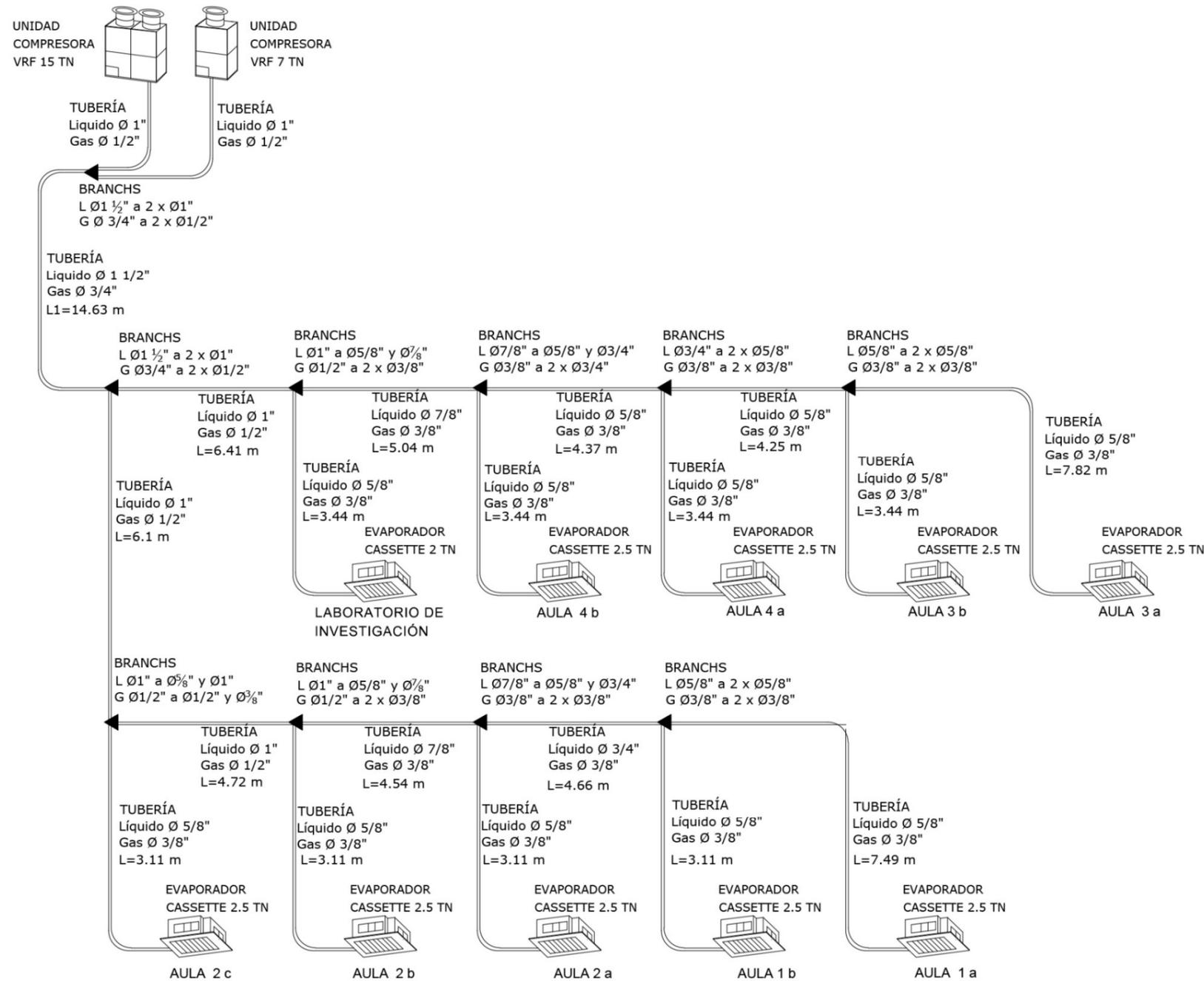
# CIRCUITO ELÉCTRICO Y CONTROL EAA DEL NIVEL 3 (SIS2)



LÍNEA DE CONTROL  
POTENCIA ELÉCTRICA  
PUESTA A TIERRA

<b>UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR</b>	
PROYECTO: AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSGRADOS FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS	
CONTENIDO: ESQUEMAS ELÉCTRICO Y CONTROL. NIVELES 3 Y 4	
PRESENTAN: ING. ÁNGEL ARTURO DÍAZ ARQ. MIGUEL ANGEL PÉREZ	HOJA: <b>AA-4</b>
ASESOR: MSC. JORGE ALBERTO ZETINO CHICAS	ESCALA: 1:100
DIBUJO: ÁNGEL ARTURO DÍAZ	

# AA-5 Esquema de Aire Acondicionado, Nivel 4

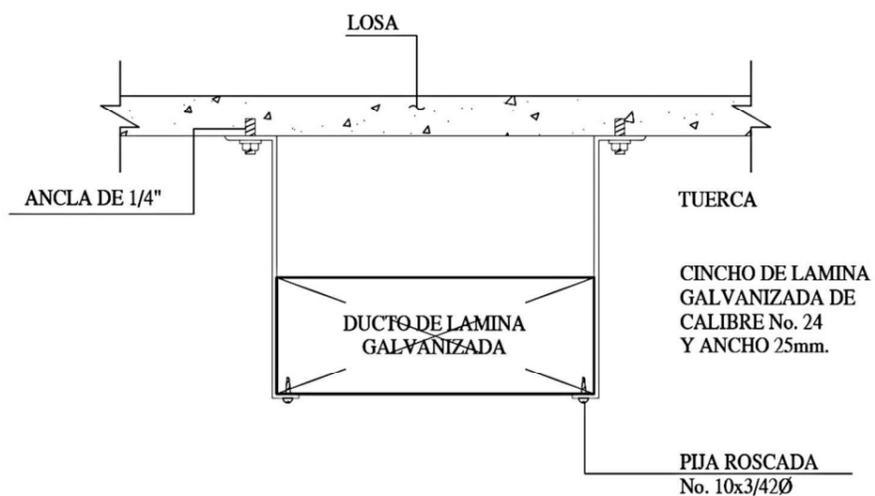
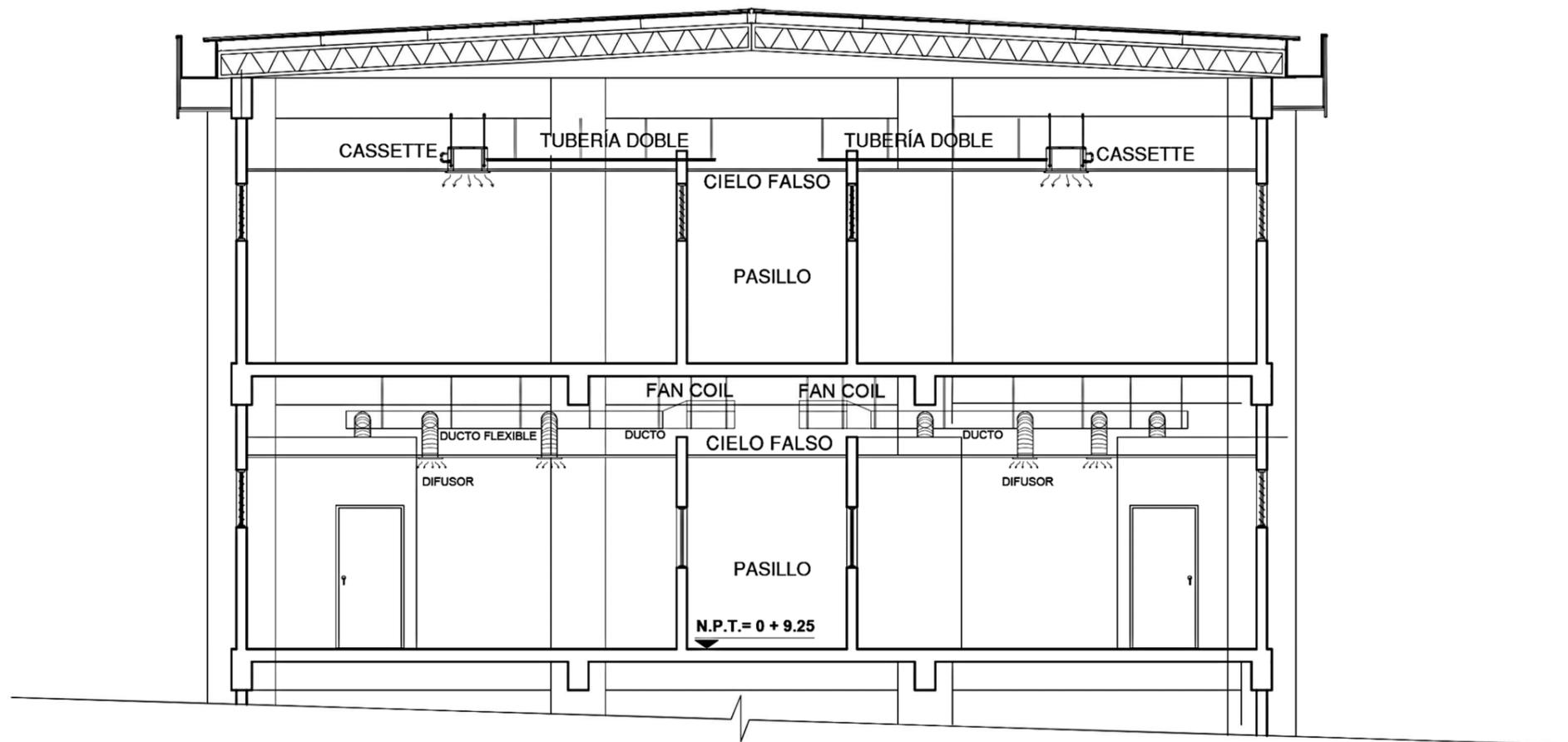


## SIMBOLOGÍA

	UNIDAD CANDENSADORA VRF X TONELADAS DE REFRIGERACIÓN
	UNIDAD EVAPORADORA TIPO FANCOIL, X TONELADAS DE REFRIGERACIÓN
	UNIDAD EVAPORADORA TIPO CASSETTE, X TONELADAS DE REFRIGERACIÓN
	TUBERÍA DE COBRE DIÁMETRO DE R410A EN LÍQUIDO DIÁMETRO DE R410A EN GAS LARGO TUBERÍA

<b>UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR</b>	
PROYECTO: <b>AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSGRADOS FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS</b>	
CONTENIDO: <b>ESQUEMA DE AIRE ACONDICIONADO. NIVEL 4</b>	
PRESENTAN: <b>ING. ÁNGEL ARTURO DÍAZ ARQ. MIGUEL ANGEL PÉREZ</b>	HOJA: <b>AA-5</b>
ASESOR: <b>MSC. JORGE ALBERTO ZETINO CHICAS</b>	
DIBUJO: <b>ÁNGEL ARTURO DÍAZ</b>	ESCALA: <b>1:100</b>

AA-6 Aires Acondicionados y Cielo Falso

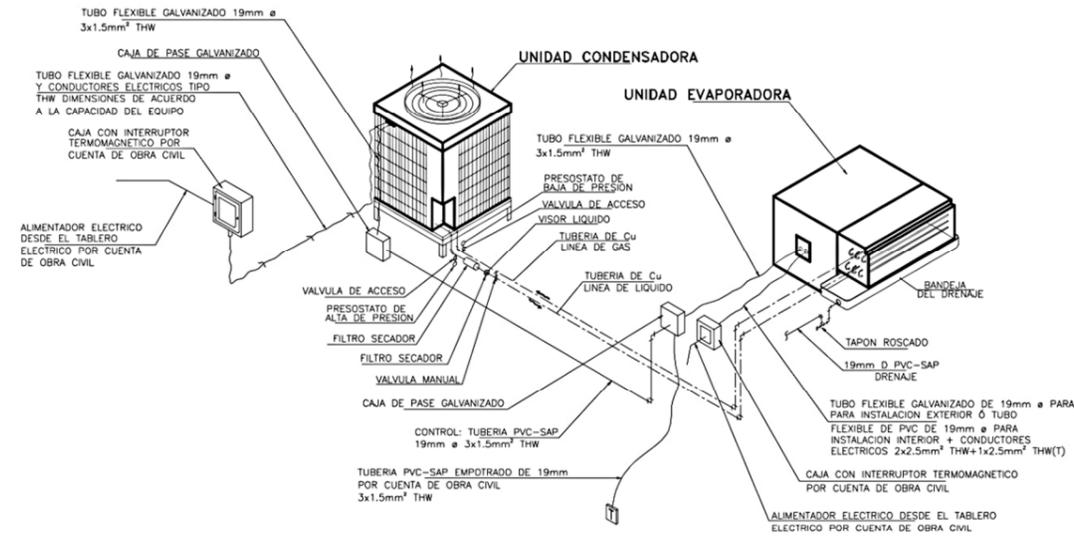


**SOPORTERIA PARA DUCTOS**  
**HORIZONTALES MENORES DE 16"**

SIN ESC.

<b>UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR</b>	
PROYECTO: AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSGRADOS FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS	
CONTENIDO: AIRE ACONDICIONADO Y CIELO FALSO	
PRESENTAN: ING. ÁNGEL ARTURO DÍAZ ARQ. MIGUEL ANGEL PÉREZ	HOJA: <b>AA-6</b>
ASESOR: MSC. JORGE ALBERTO ZETINO CHICAS	ESCALA: 1:100
DIBUJO: ÁNGEL ARTURO DÍAZ	

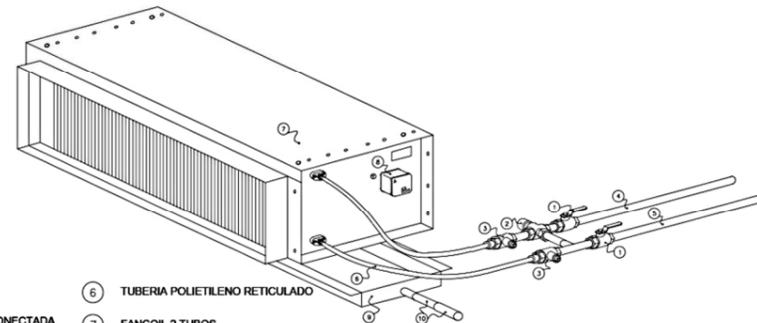
# AA-7 Esquema de Aire Acondicionado, Nivel 3



**DIAGRAMA DE CONEXION DEL EQUIPO TIPO FAN COIL**

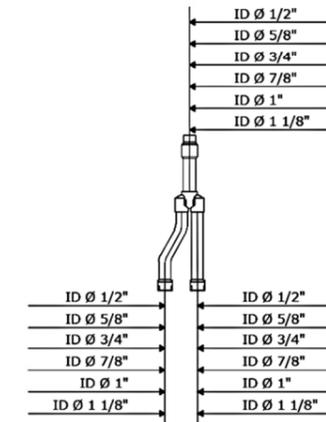
SIN ESCALA  
 NOTA:  
 ENTRE LOS EQUIPOS Y LAS BASES METALICAS SE UTILIZARAN AMORTIGUADORES DE NEOPRENE.

## FANCOIL TUBERÍA DE CONEXIÓN LÍQUIDO Y GAS

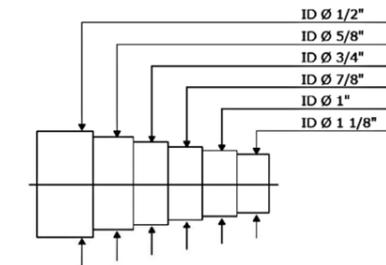


- |   |  |
|---|--|
| 1 LLAVE DE CORTE                                    | 6 TUBERIA POLIETILENO RETICULADO                         |
| 2 VALVULA DE 3 VIAS CONECTADA AL TERMOSTATO O SONDA | 7 FANCOIL 2 TUBOS  |
| 3 T DE LIMPIEZA                                     | 8 CONEXIONES ELECTRICAS                                  |
| 4 TUBERIA IMPULSION ACERO NEGRO                     | 9 BANDEJA DE CONDENSADOS                                 |
| 5 TUBERIA RETORNO ACERO NEGRO                       | 10 TUBO DE PLASTICO TRANSPARENTE CONECTADO A TUBERIA PVC |

2 VALVULA DE 2 VIAS CONECTADA AL TERMOSTATO O SONDA



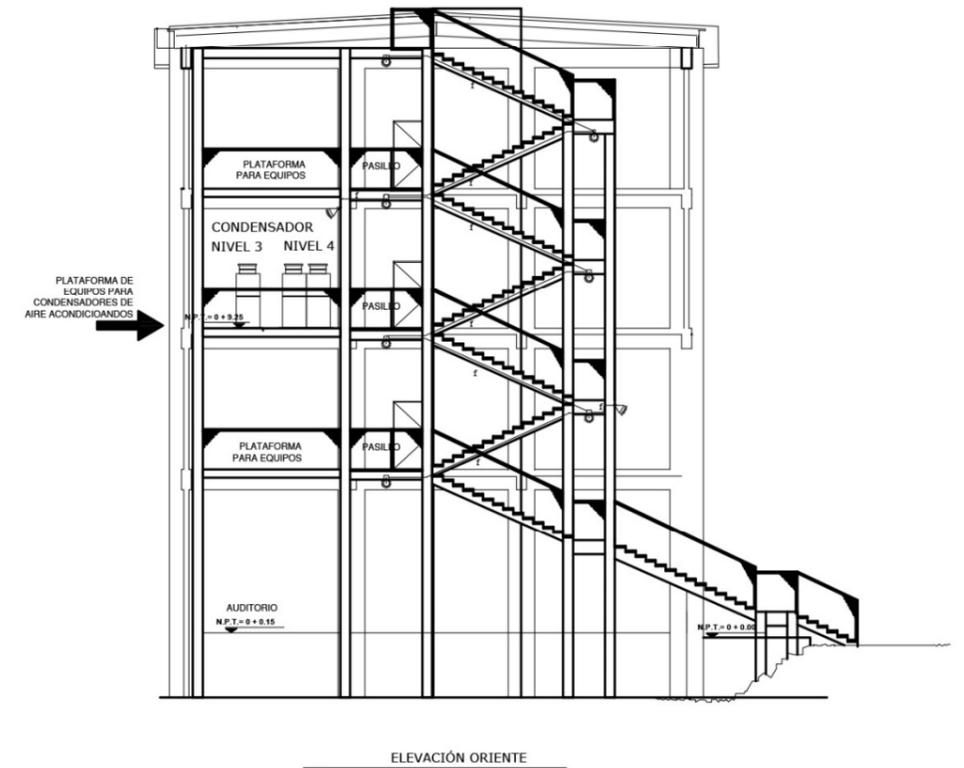
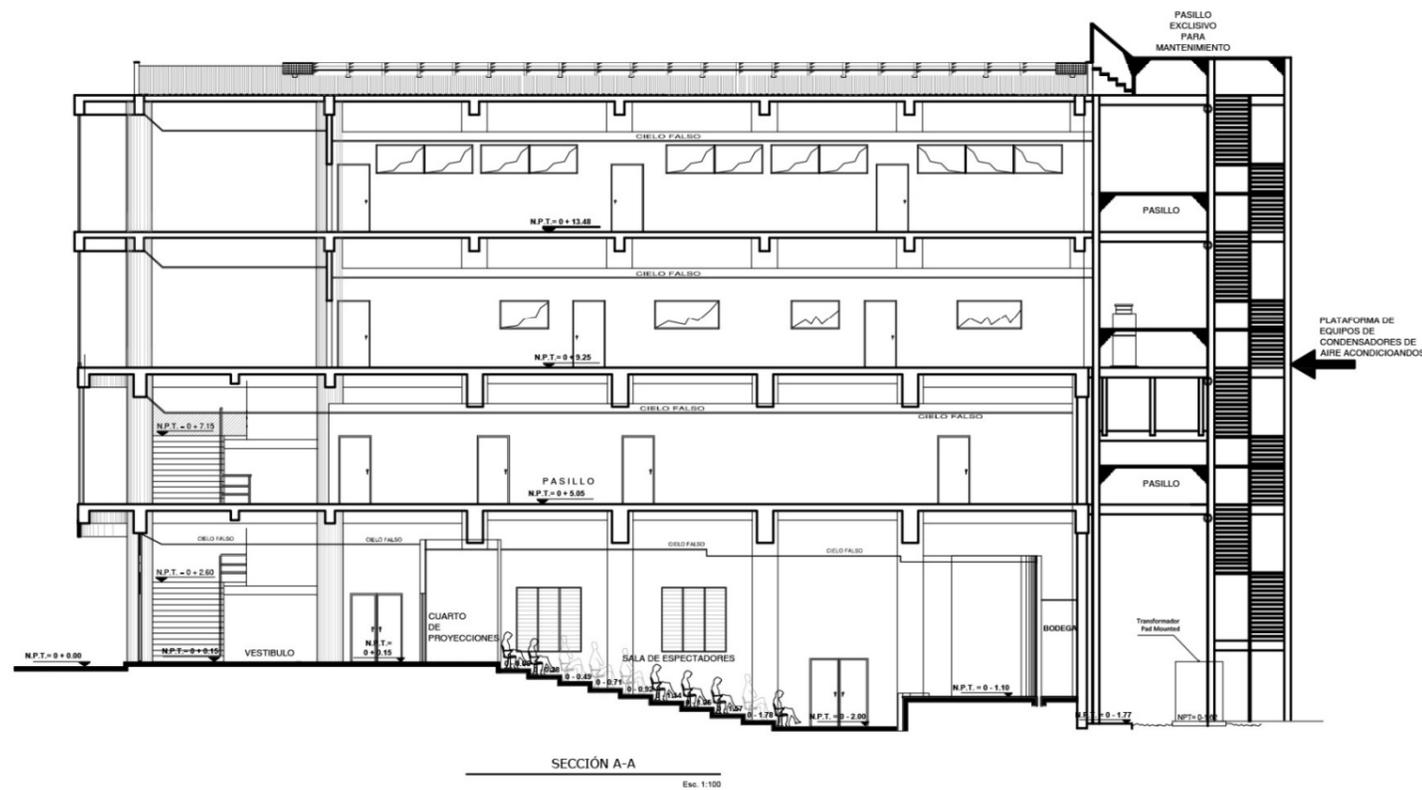
**BRANCHS O YEE**



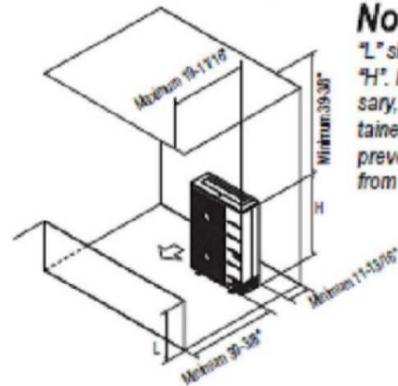
**DIÁMETROS DE TUBERÍA DE COBRE**

<b>UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR</b>	
PROYECTO: AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSGRADOS FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS	
CONTENIDO: CONEXIÓN DE TUBERÍA PARA FANCOIL	
PRESENTAN: ING. ÁNGEL ARTURO DÍAZ ARQ. MIGUEL ANGEL PÉREZ	HOJA: <b>AA-7</b>
ASESOR: MSC. JORGE ALBERTO ZETINO CHICAS	
DIBUJO: ÁNGEL ARTURO DÍAZ	ESCALA: 1:100

# AA-8 Plataforma para soporte de condensadores en Gradas Nivel 3

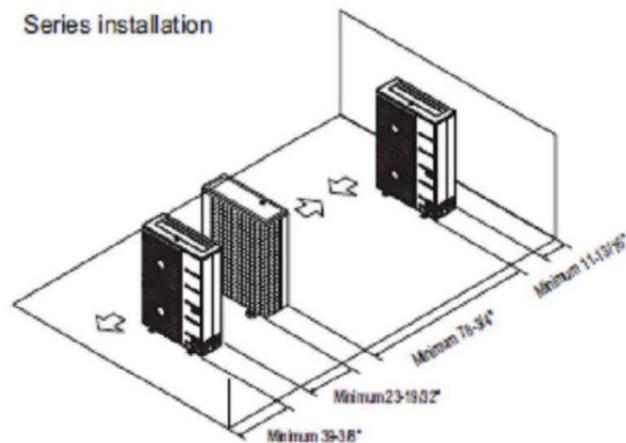


Where there are obstacles above, and on both suction and discharge sides (discharge side obstacle is lower than the outdoor unit).



**Note:**  
"L" should be lower than "H". If a stand is necessary, it should be contained (not open frame) to prevent the discharge air from short cycling.

Series installation



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PROYECTO:  
AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSGRADOS  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

CONTENIDO:  
PLATAFORMA PARA SOPORTE DE CONDENSADORES EN GRADAS. NIVEL 3

PRESENTAN:  
ING. ÁNGEL ARTURO DÍAZ  
ARQ. MIGUEL ANGEL PÉREZ

ASESOR:  
MSC. JORGE ALBERTO ZETINO CHICAS

DIBUJO:  
ÁNGEL ARTURO DÍAZ

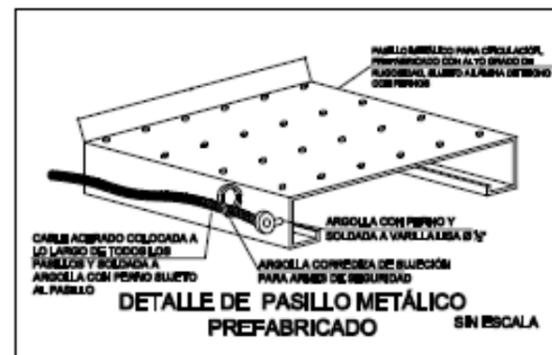
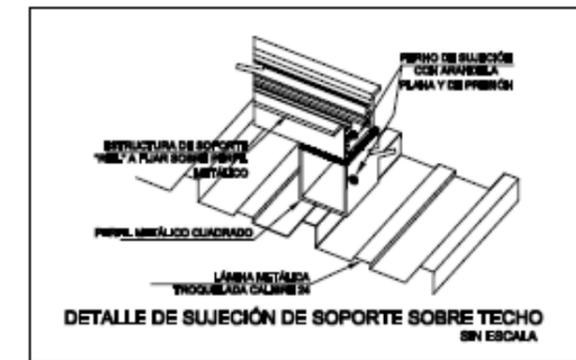
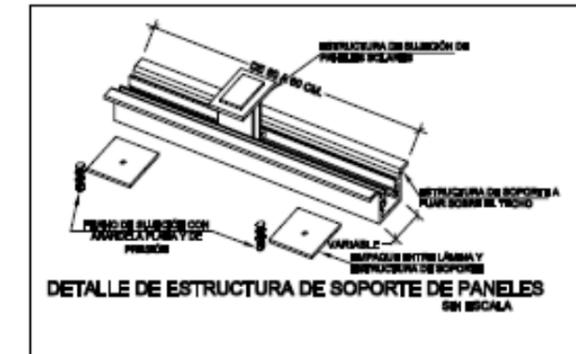
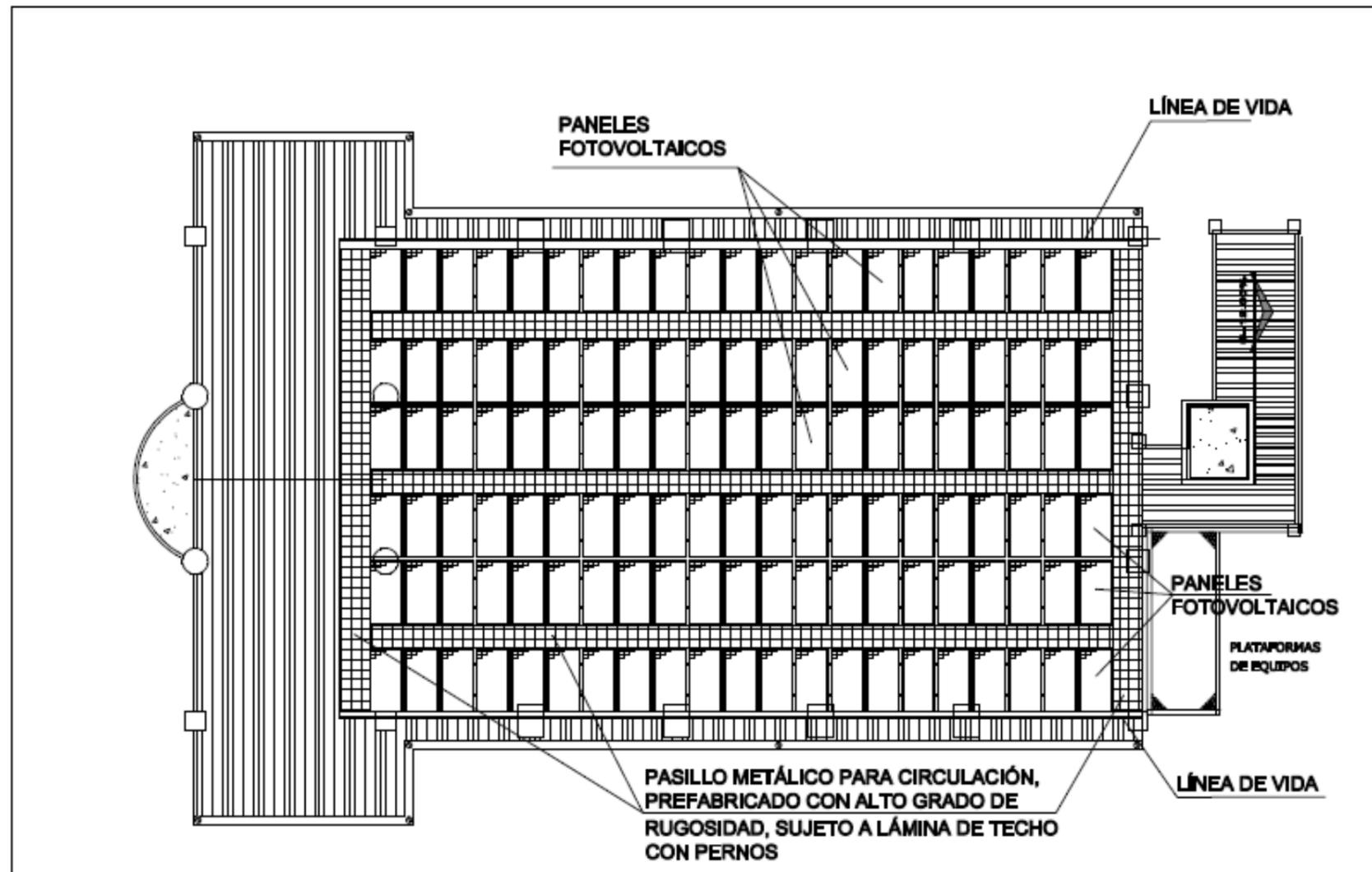
ESCALA:  
1:100

HOJA:

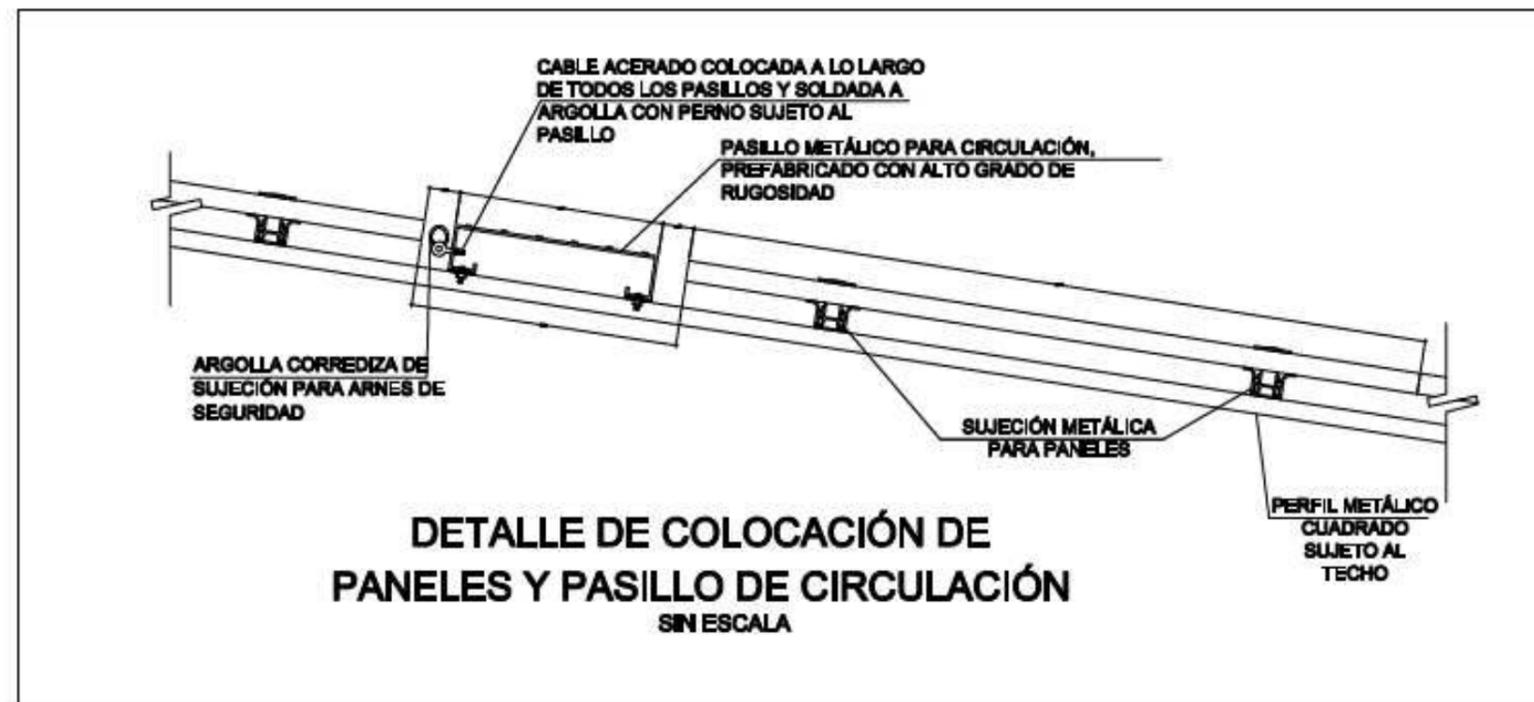
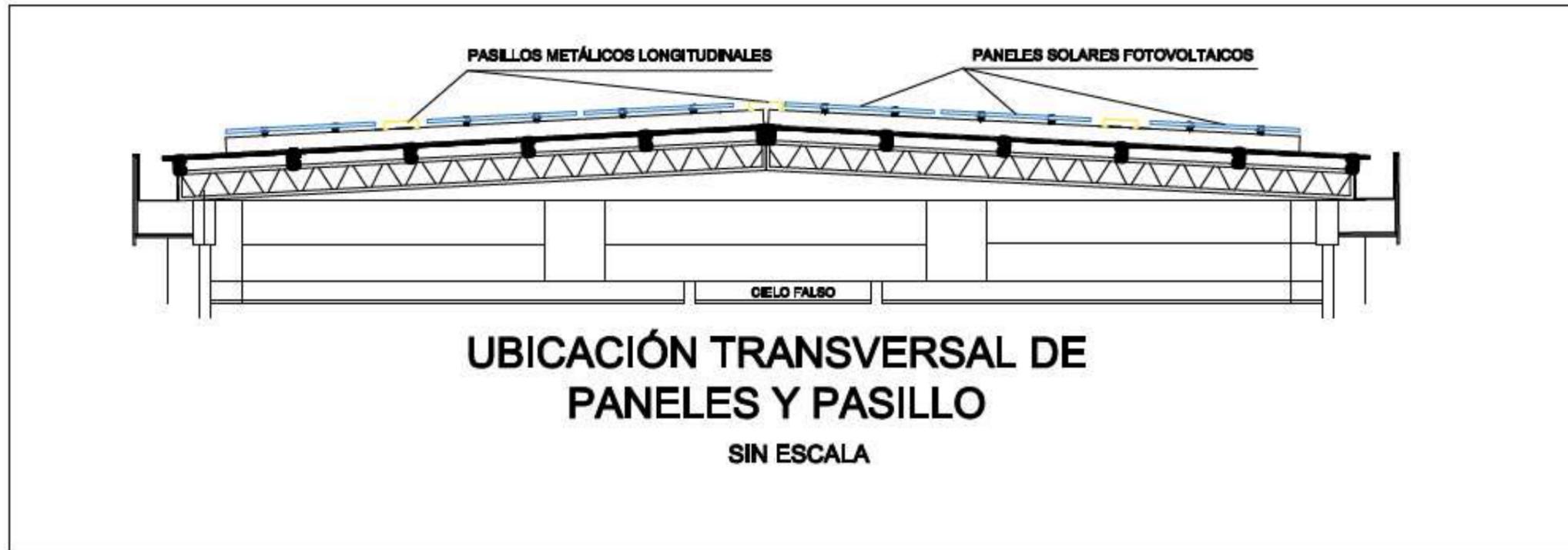
AA-8

**PLANOS AUTOGENERACIÓN  
FOTOVOLTAICA**

FV-1 Fotovoltaicos, Paneles Fotovoltaicos y Sección

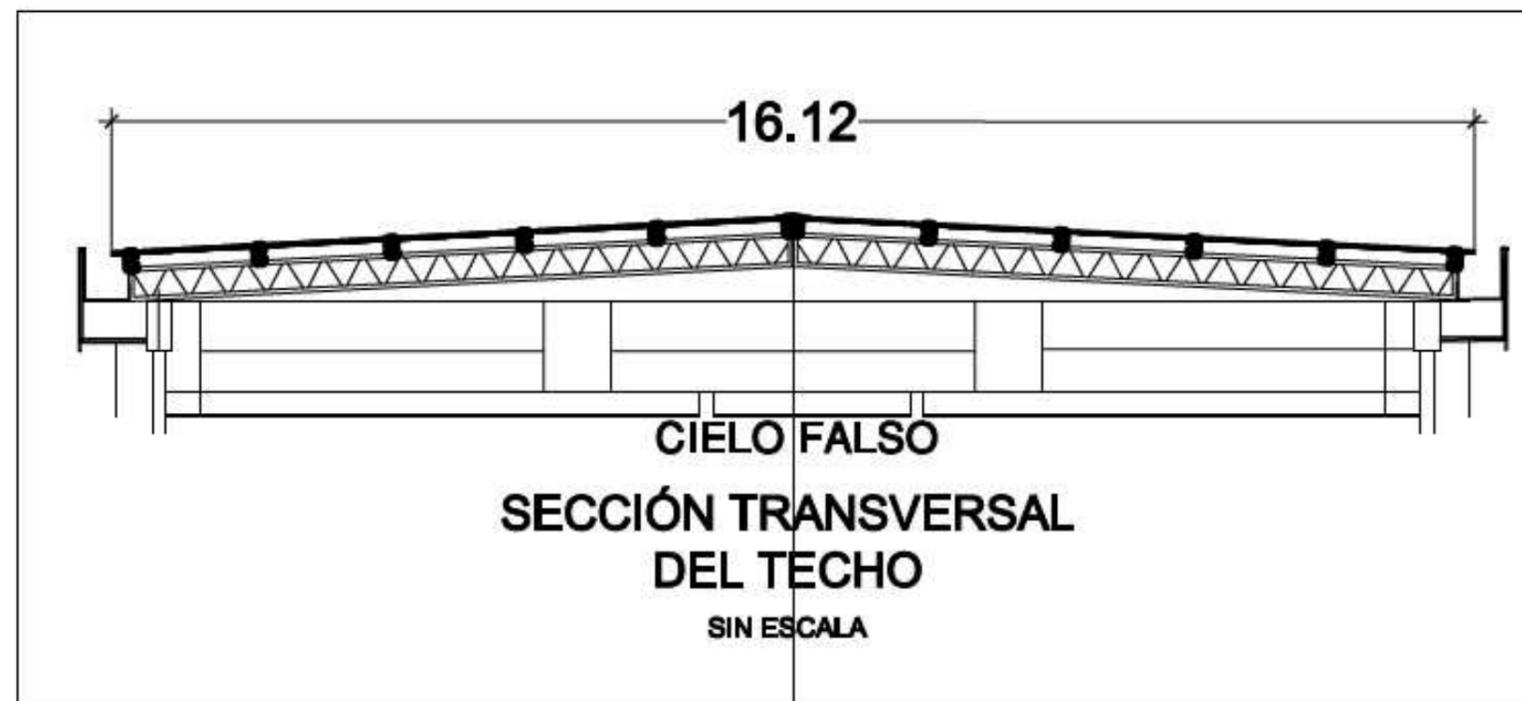


<b>UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR</b>	
PROYECTO: <b>AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSGRADOS FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS</b>	
CONTENIDO: <b>PANELES FOTOVOLTAICOS Y DETALLES DE PASILLO Y RIELES</b>	
PRESENTAN: <b>ING. ÁNGEL ARTURO DÍAZ ARQ. MIGUEL ANGEL PÉREZ</b>	HOJA 1
ASESOR: <b>MSC. JORGE ALBERTO ZETINO CHICAS</b>	<b>FV-1</b>
DIBUJO: <b>ÁNGEL ARTURO DÍAZ</b>	
ESCALA: <b>1:100</b>	



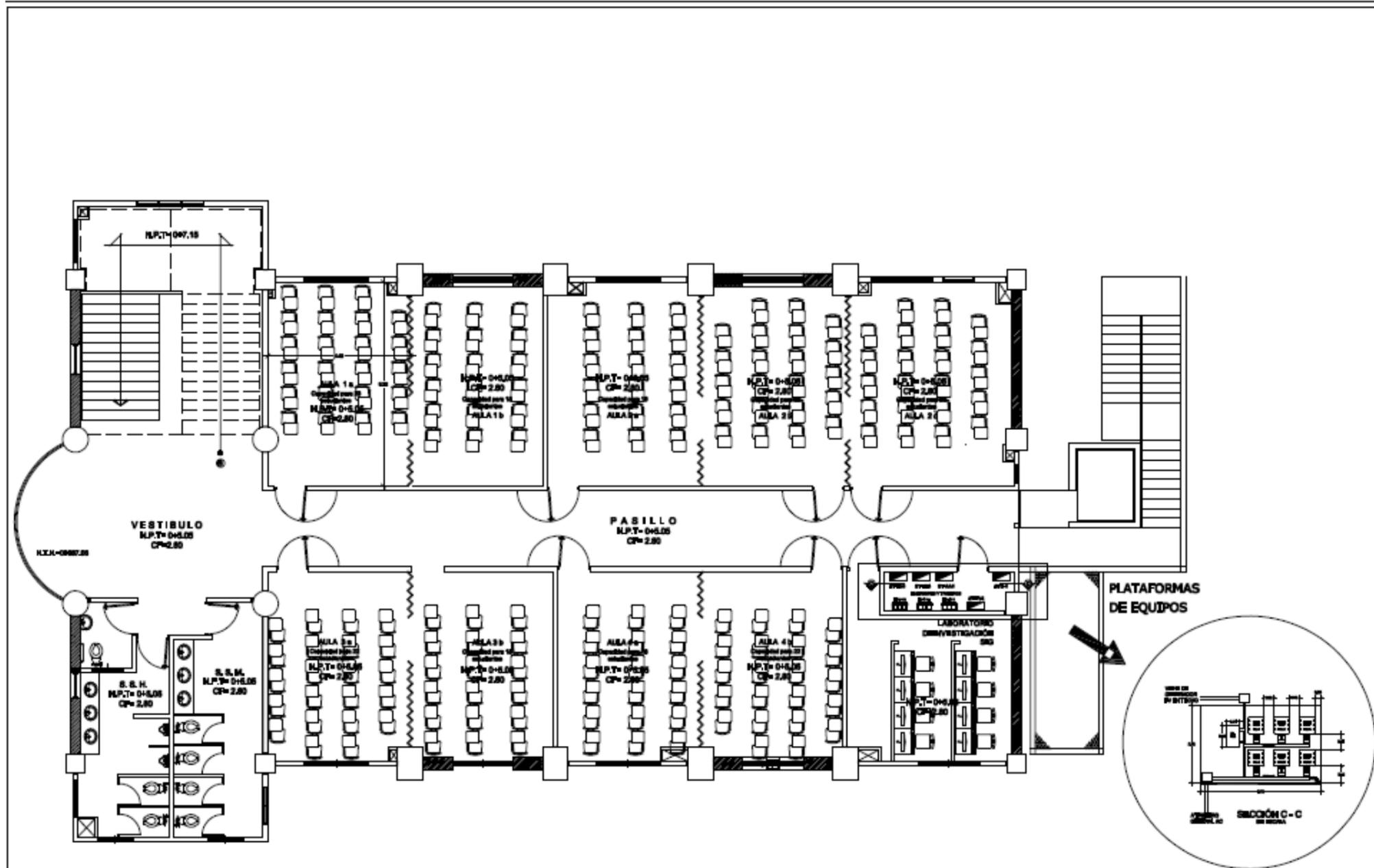
<b>UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR</b>	
PROYECTO: AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSGRADOS FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS	
CONTENIDO: SECCIÓN DE PASILLO Y TECHO	
PRESENTAN: ING. ÁNGEL ARTURO DÍAZ ARQ. MIGUEL ÁNGEL PÉREZ	HOJA 1 <b>FV-2</b>
ASESOR: MSC. JORGE ALBERTO ZETINO CHICAS	
DIBUJO: ÁNGEL ARTURO DÍAZ	ESCALA: 1:100

**FV-3 Ubicación de Pasillos y Barandilla de Seguridad**



<b>UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR</b>	
PROYECTO: AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSGRADOS FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS	
CONTENIDO: SECCIÓN DE PASILLOS Y BARANDILLAS DE SEGURIDAD	
PRESENTAN: ING. ÁNGEL ARTURO DÍAZ ARQ. MIGUEL ANGEL PÉREZ	HOJA: <b>FV-3</b>
ASESOR: MSC. JORGE ALBERTO ZETNO CHICAS	
DIBUJO: ÁNGEL ARTURO DÍAZ	ESCALA: 1:100

FV-4Detalle de Ubicación de Inversores



PLANTA ARQUITECTONICA CUARTO NIVEL  
SEGUNDO NIVEL. Esc. 1:100

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PROYECTO:  
AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSGRADOS  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

CONTENIDO:  
DETALLE: UBICACIÓN DE INVERSORES

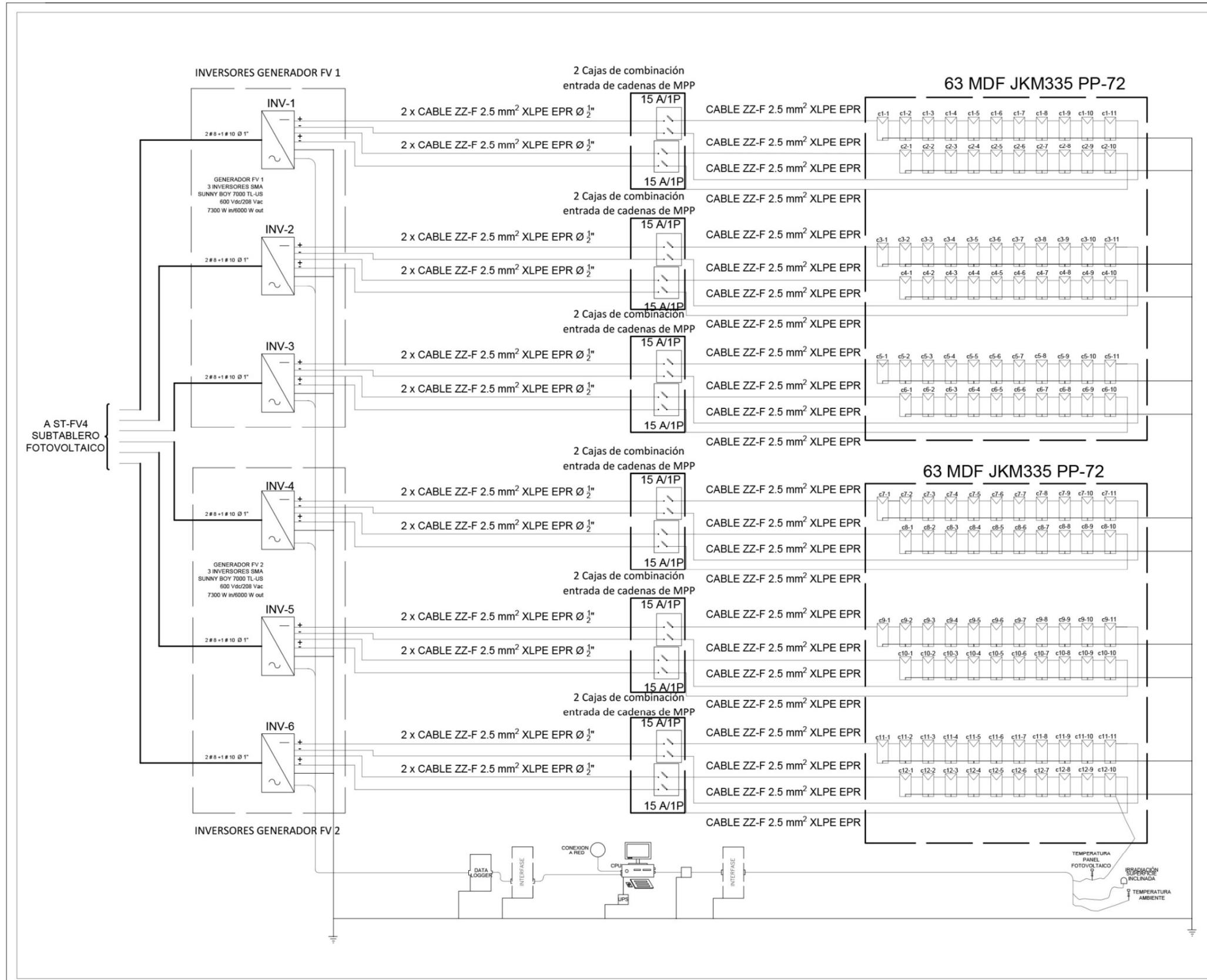
PRESENTAN:  
ING. ÁNGEL ARTURO DÍAZ  
ARQ. MIGUEL ANGEL PÉREZ  
ASESOR:  
MSC. JORGE ALBERTO ZETINO CHICAS  
DIBUJO:  
ÁNGEL ARTURO DÍAZ

HOJA:

FV-4

ESCALA:  
1:100

# FV-5 Diagrama Unifilar DC



CUADRO DE SIMBOLOGÍA DE DIAGRAMA UNIFILAR	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL, 23 KV / 208-120 V
	FUSIBLE CLF PARTIAL RANGE Y FUSIBLE TIPO BAYONET
	TABLERO GENERAL Y SUBTABLEROS 208-120 V
	INVERSOR MONOFÁSICO
	CAJACOMBINATORIA Y FUSIBLE DE PROTECCIÓN, AC
	MODULO / PANEL FOTOVOLTAICO
	CABLE DC TIPO ZZ-F, Y Ø CANALIZACIÓN
	CABLE AC, TIPO THHN Y Ø DE CANALIZACIÓN

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
 PROYECTO:  
**AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSGRADOS**  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

CONTENIDO:  
**UNIFILAR DC**

PRESENTAN:  
**ING. ÁNGEL ARTURO DÍAZ**  
**ARQ. MIGUEL ANGEL PÉREZ**

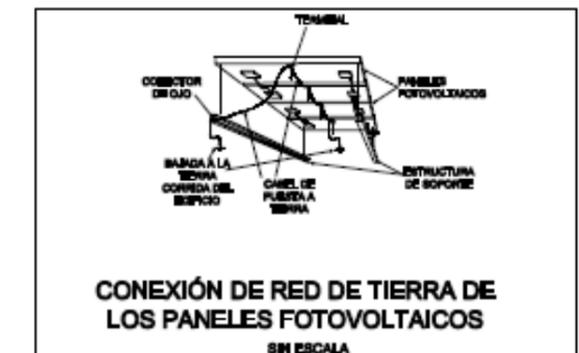
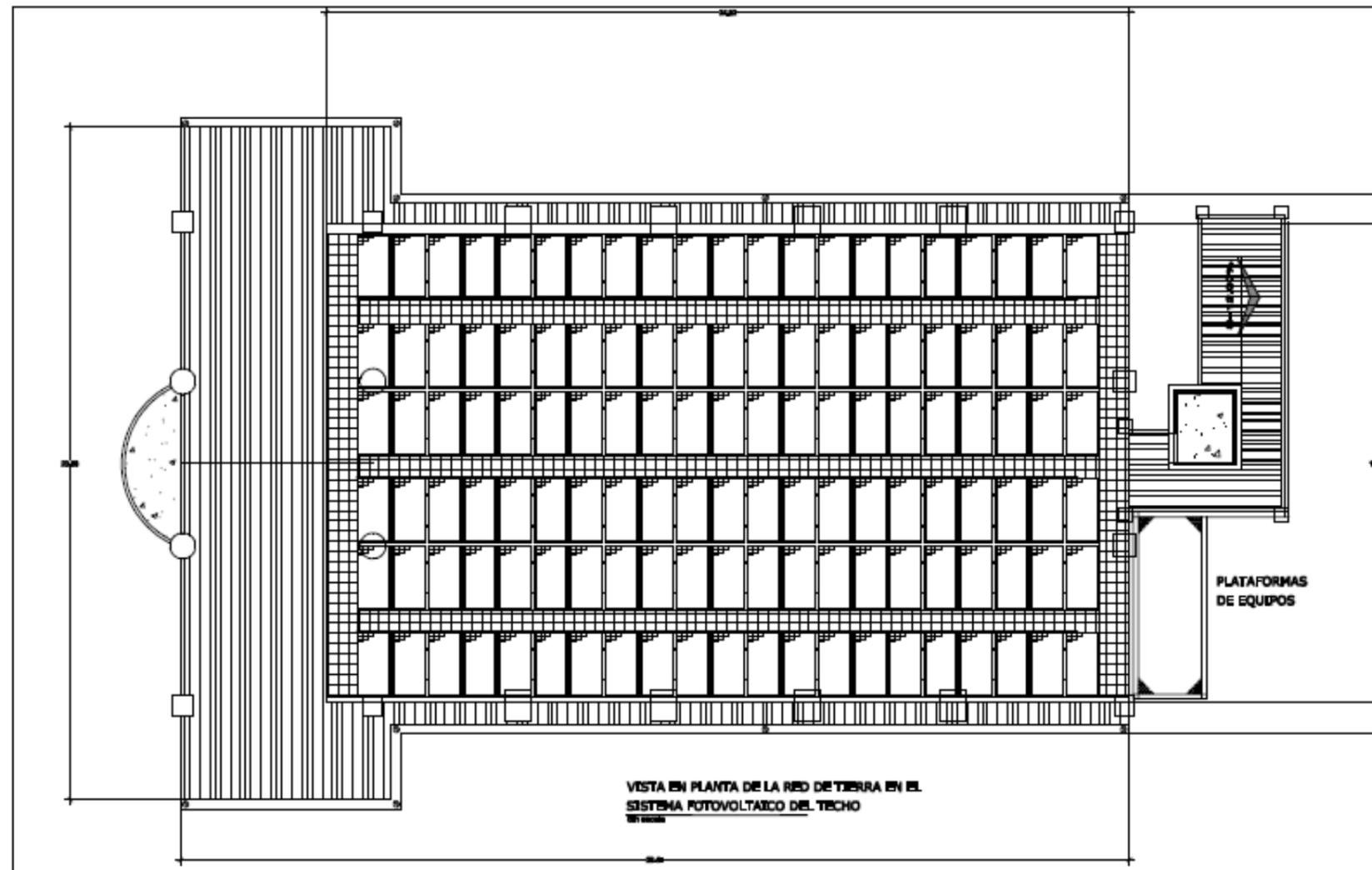
ASESOR:  
 MSC. JORGE ALBERTO ZETINO CHICAS

DIBUJO:  
 ÁNGEL ARTURO DÍAZ

ESCALA:  
 1:100

HOJA:  
**FV-5**

## RT-1 Paneles Fotovoltaicos Puesta a Tierra



NOTAS DE LA RED DE TIERRA SUPERIOR Y PUESTA A TIERRA DE LOS TABLEROS ELÉCTRICOS.

- 1- LAS BAJADAS DE TIERRA SE CONECTARAN SOLAMENTE A LA PUESTA A TIERRA DEL EDIFICIO, EN NINGÚN CASO SE CONSTRUIRÁ OTRA RED DE TIERRA PARALELA A LA EXISTENTE.
- 2- LAS PUNTAS DE JABALINA PARA LA PROTECCIÓN CONTRA RAYOS EN LAS ESQUINAS DEL EDIFICIO SERÁN DE 2 PIES DE LARGO Y  $\#3/8"$ , LAS CUALES SERÁN DE ACERO REVESTIDO DE UNA CAPA DE COBRE O ALEACIÓN DE COBRE, TIPO BARRILLA COPPERWELL.
- 3- LAS PUNTAS DE JABALINA SE MONTARÁN (SOLDADAS O EMPERNADAS) EN GANCHOS ADOSADOS A LAS PIEZAS METÁLICAS Y CONEXIÓN A PUESTA A TIERRA, PERO EN NINGÚN CASO LAS JABALINAS PROYECTARÁN SOMBRA A LOS PANELES FOTOVOLTAICOS.
- 4- LAS CAJAS DE CONEXIÓN Y PUNTOS DE PUESTA A TIERRA DE LOS MARCOS METÁLICOS DE LAS CADENAS DE PANELES FOTOVOLTAICOS SERÁN CONECTADAS A LA RED DE TIERRA AL MENOS EN 2 PUNTOS DE CONTACTO, PARA LO CUAL SE PUEDEN UTILIZAR HERRAJES DE COBRE PARA RED DE TIERRA O SE SOLDARÁN CON UNA ALEACIÓN DE COBRE.
- 5- LA RED DE TIERRA SUPERIOR ESTARÁ UNIDA A LA RED DE TIERRA DE LA SUBESTACIÓN DEL EDIFICIO (TIERRA CORRIDA).
- 6- LOS INVERSORES SERÁN CONECTADOS A TIERRA EN LOS LUGARES QUE INDIQUEN LOS PLANOS DE MONTAJE.
- 7- LOS PANELES FOTOVOLTAICOS SERÁN POLARIZADOS DE ACUERDO A LA INSTRUCCIÓN DE LOS FABRICANTES.
- 8- LA RESISTENCIA DE LA RED DE TIERRA UNIDA A LAS REDES EXISTENTES NO EXCEDERÁ 10 OHMIOS.
- 9- EN NINGÚN CASO SE ACEPTARÁ DIFERENCIAS DE POTENCIAL ENTRE LOS PUNTOS CONECTADOS A TIERRA.

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

PROYECTO:  
**AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSGRADOS  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

CONTENIDO:  
**PANELES FOTOVOLTAICOS Y PUESTA A TIERRA**

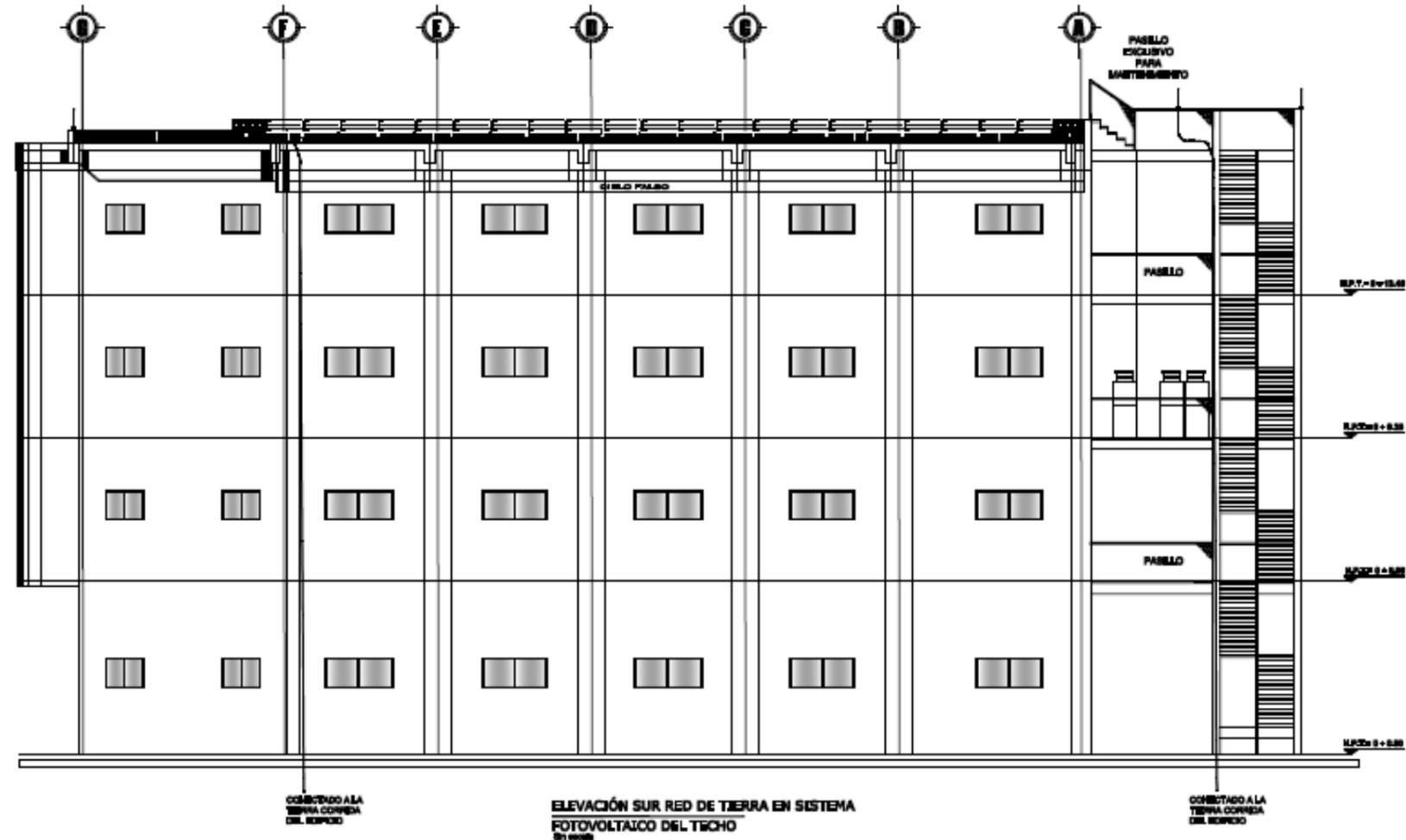
PRESENTAN:  
**ING. ÁNGEL ARTURO DÍAZ**  
**ARQ. MIGUEL ÁNGEL PÉREZ**  
ASESOR:  
**MSC. JORGE ALBERTO ZETINO CHICAS**  
DIBUJO:  
**ÁNGEL ARTURO DÍAZ**

HOJA 1

**RT-1**

ESCALA:  
1:100

## RT-2 Bajada de Puesta a Tierra



NOTAS DE LA RED DE TIERRA SUPERIOR Y PUESTA A TIERRA DE LOS TABLEROS ELÉCTRICOS.

- 1- LAS BAJADAS DE TIERRA SE CONECTARÁN SOLAMENTE A LA PUESTA A TIERRA DEL EDIFICIO, EN NINGÚN CASO SE CONSTRUIRÁ OTRA RED DE TIERRA PARALELA A LA EXISTENTE.
- 2- LAS PUNTAS DE JABALINA PARA LA PROTECCIÓN CONTRA RAYOS EN LAS ESQUINAS DEL EDIFICIO SERÁN DE 2 PIES DE LARGO Y #5/8", LAS CUALES SERÁN DE ACERO REVESTIDO DE UNA CAPA DE COBRE O ALEACIÓN DE COBRE, TIPO BARRILLA COPPERWELL.
- 3- LAS PUNTAS DE JABALINA SE MONTARÁN (SOLDADAS O EMPERNADAS) EN GANCHOS ADOSADOS A LAS PIEZAS METÁLICAS Y CONEXIÓN A PUESTA A TIERRA, PERO EN NINGÚN CASO LAS JABALINAS PROYECTARÁN SOMBRA A LOS PANELES FOTOVOLTAICOS.
- 4- LAS CAJAS DE CONEXIÓN Y PUNTOS DE PUESTA A TIERRA DE LOS MARCOS METÁLICOS DE LAS CADENAS DE PANELES FOTOVOLTAICOS SERÁN CONECTADAS A LA RED DE TIERRA AL MENOS EN 2 PUNTOS DE CONTACTO, PARA LO CUAL SE PUEDEN UTILIZAR HERRAJES DE COBRE PARA RED DE TIERRA O SE SOLDARÁN CON UNA ALEACIÓN DE COBRE.
- 5- LA RED DE TIERRA SUPERIOR ESTARÁ UNIDA A LA RED DE TIERRA DE LA SUBESTACIÓN DEL EDIFICIO (TIERRA CORRIDA).
- 6- LOS INVERSORES SERÁN CONECTADOS A TIERRA EN LOS LUGARES QUE INDIQUEN LOS PLANOS DE MONTAJE.
- 7- LOS PANELES FOTOVOLTAICOS SERÁN POLARIZADOS DE ACUERDO A LA INSTRUCCIÓN DE LOS FABRICANTES.
- 8- LA RESISTENCIA DE LA RED DE TIERRA UNIDA A LAS REDES EXISTENTES NO EXCEDERÁ 10 OHMIOS.
- 9- EN NINGÚN CASO SE ACEPTARÁ DIFERENCIAS DE POTENCIAL ENTRE LOS PUNTOS CONECTADOS A TIERRA.

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**PROYECTO:**  
**AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSGRADOS**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

**CONTENIDO:**  
**BAJADAS DE PUESTA A TIERRA**

**PRESENTAN:**  
**ING. ÁNGEL ARTURO DÍAZ**  
**ARQ. MIGUEL ÁNGEL PÉREZ**

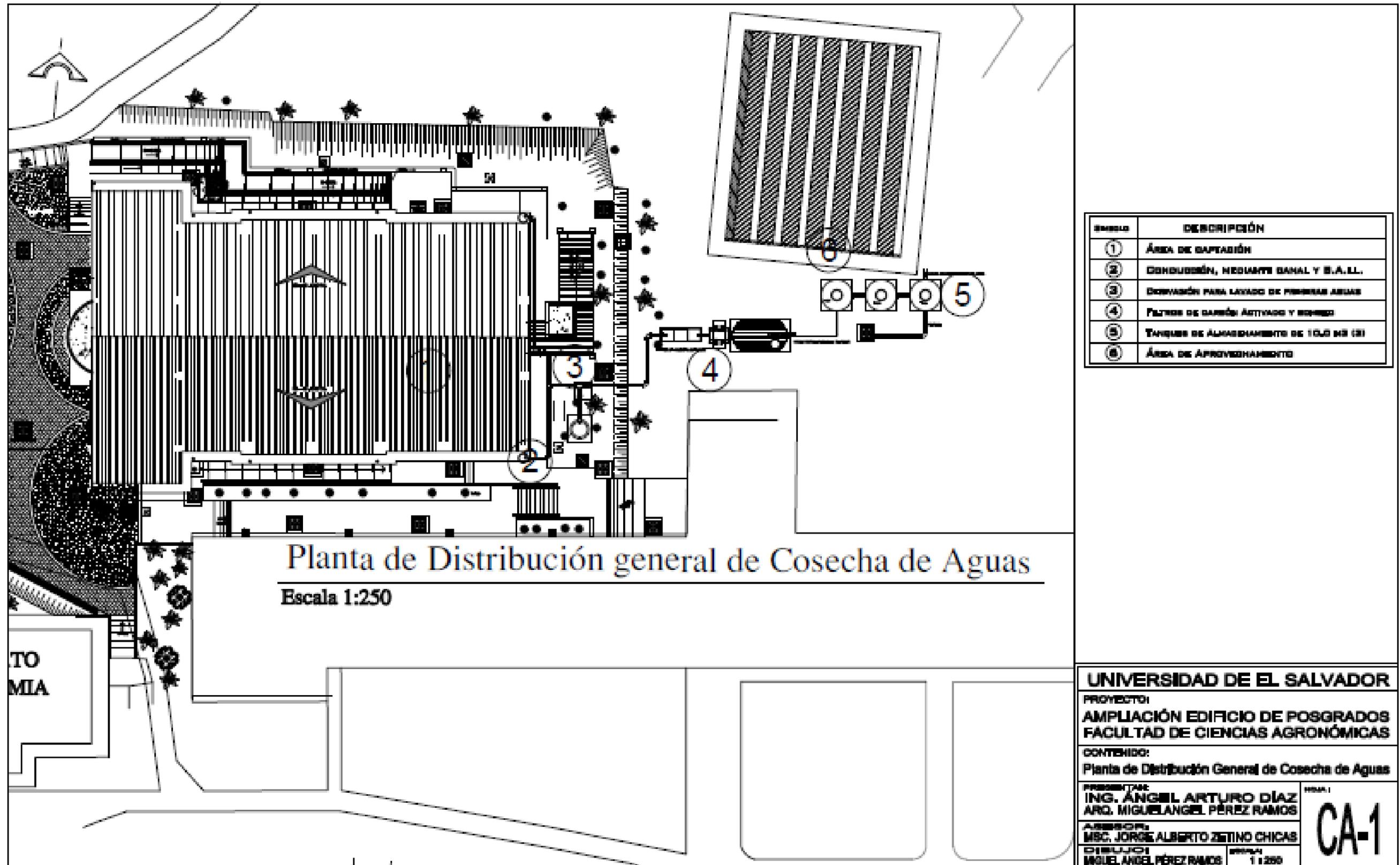
**ASESOR:**  
**MSC. JORGE ALBERTO ZETINO CHICAS**

**DIBUJO:**  
**ÁNGEL ARTURO DÍAZ**

**ESCALA:**  
**1:100**

Hoja:  
**RT-2**

# **PLANOS SISTEMA DE COSECHA DE AGUA**



NUMERO	DESCRIPCIÓN
①	ÁREA DE CAPTACIÓN
②	CONDUCCIÓN, MEDIANTE CANAL Y S.A.L.L.
③	CONDUCCIÓN PARA LAVADO DE FIBRAS AGUAS
④	FILTROS DE CARBÓN ACTIVADO Y SODIO
⑤	TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE 1000 M <sup>3</sup> (2)
⑥	ÁREA DE APROVECHAMIENTO

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

PROYECTO:  
**AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSGRADOS  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

CONTENIDO:  
 Planta de Distribución General de Cosecha de Aguas

PRESENTA:  
**ING. ÁNGEL ARTURO DÍAZ  
 ARO. MIGUELÁNGEL PÉREZ RAMOS**

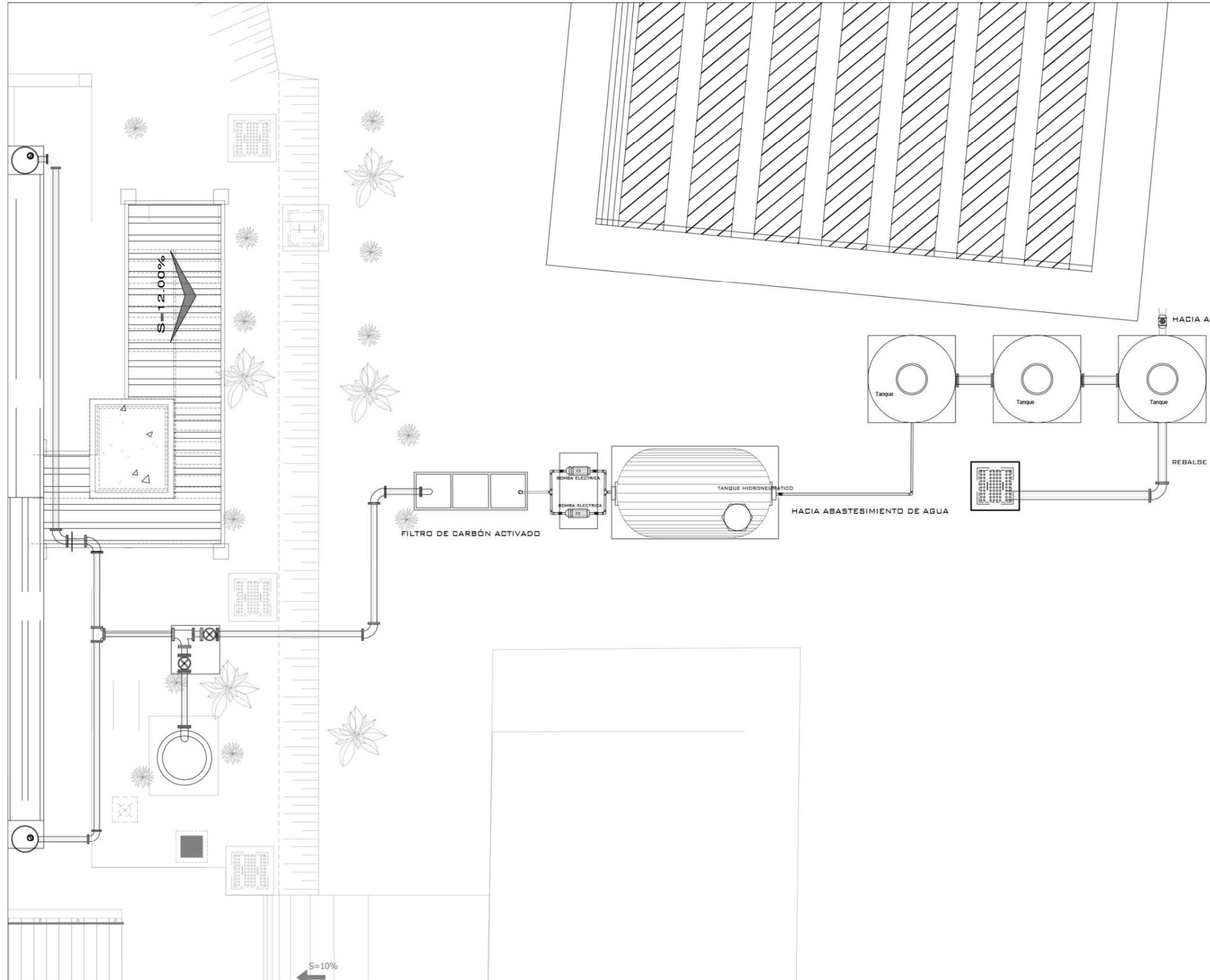
ASESOR:  
**MSC. JORGE ALBERTO ZETINO CHICAS**

DESUJO:  
**MIGUEL ÁNGEL PÉREZ RAMOS**

ESCALA:  
 1:250

CA-1

CA-2 Vista en Planta del Sistema de Cosecha de Aguas



SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
	VÁLVULA DE GLOBO DE 2 PULGADAS
	TEE DE HIERRO GALVANIZADO DE 2 PULGADAS
	CODO DE HIERRO GALVANIZADO DE 2 PULGADAS
	BOMBA PARA CISTERNA 1 HP
	TANQUE MULTIUSO DOBLE CAPA
	YEE TEE PVC PARA DRENAJE DE 6X6 PULG
	CURVA PVC A 90° DE 6 PULG
	TANQUE HIDRONEUMÁTICO
	BAJADA DE AGUAS LLUVIAS 4 PULGADAS

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PROYECTO:  
AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSGRADOS  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

CONTENIDO:  
PLANTA DEL SISTEMA DE COSECHA DE AGUAS

PRESENTAN:  
ING. ÁNGEL ARTURO DÍAZ  
ARQ. MIGUELÁNGEL PÉREZ RAMOS

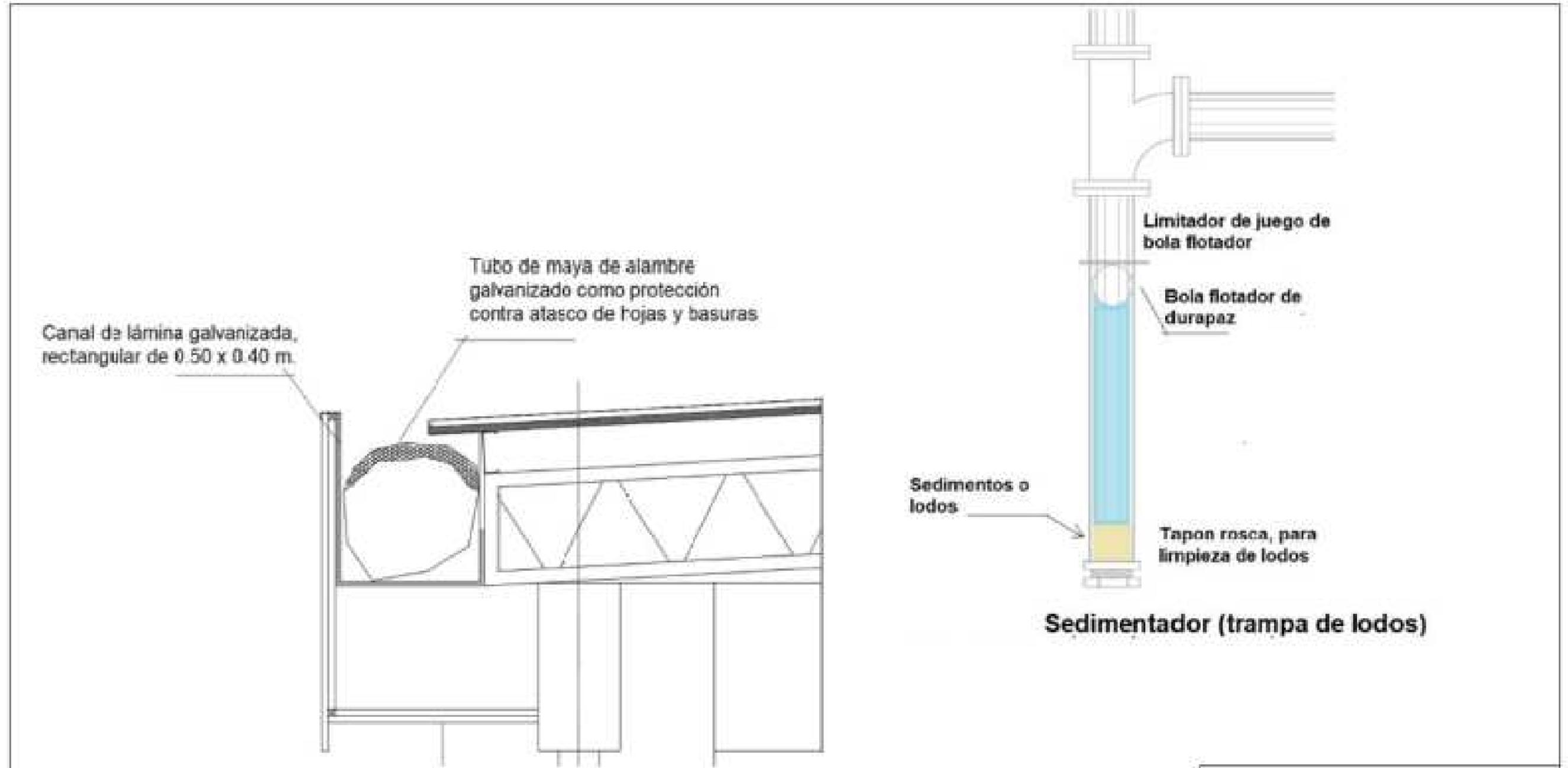
ASESOR:  
MSC. JORGE ALBERTO ZETINO CHICAS

DIBUJO:  
MIGUEL ÁNGEL PÉREZ RAMOS

ESCALA:  
1 : 100

HOJA :  
**CA-2**

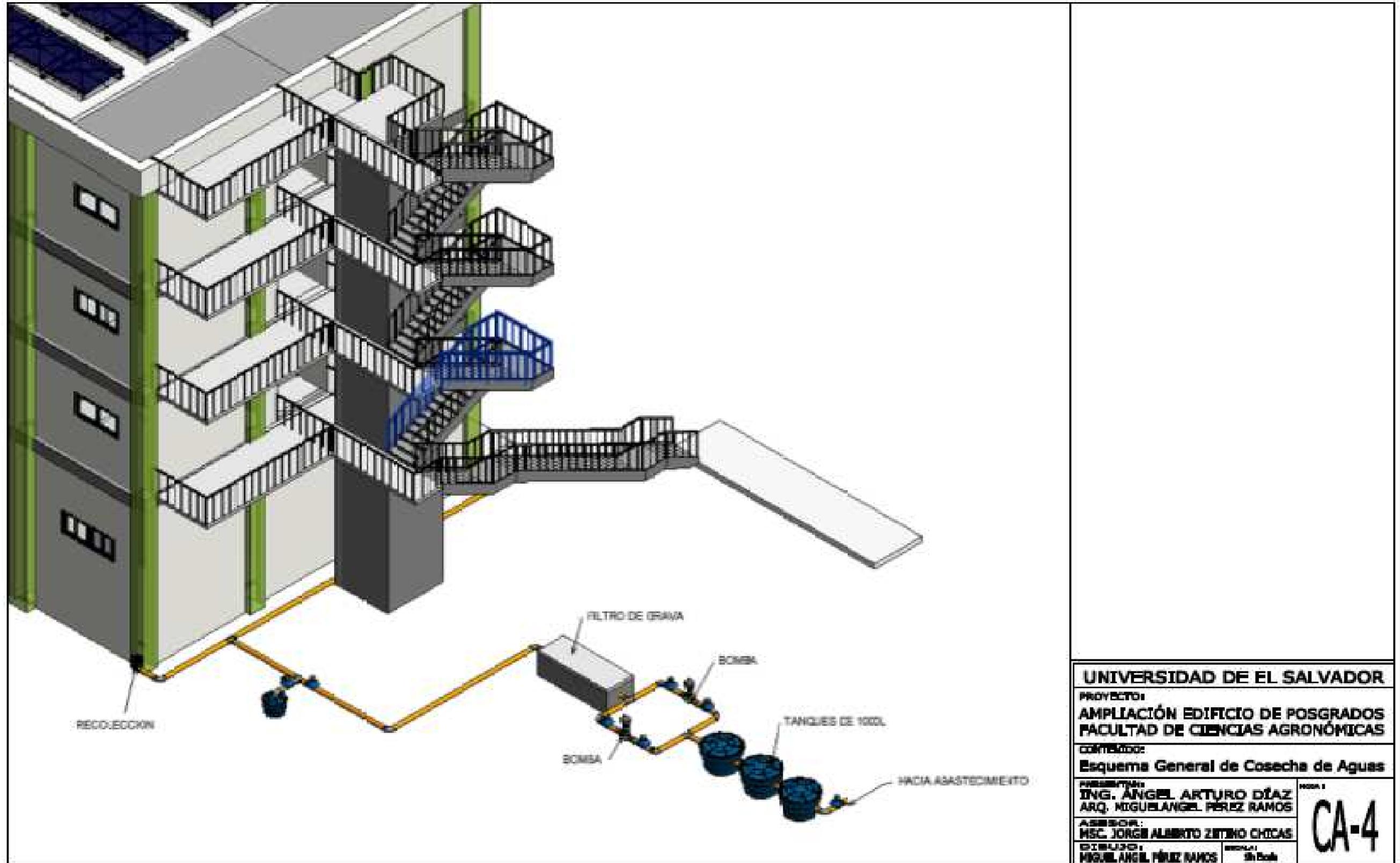
CA-3 Protección de Canal Y Trampa de Lodos



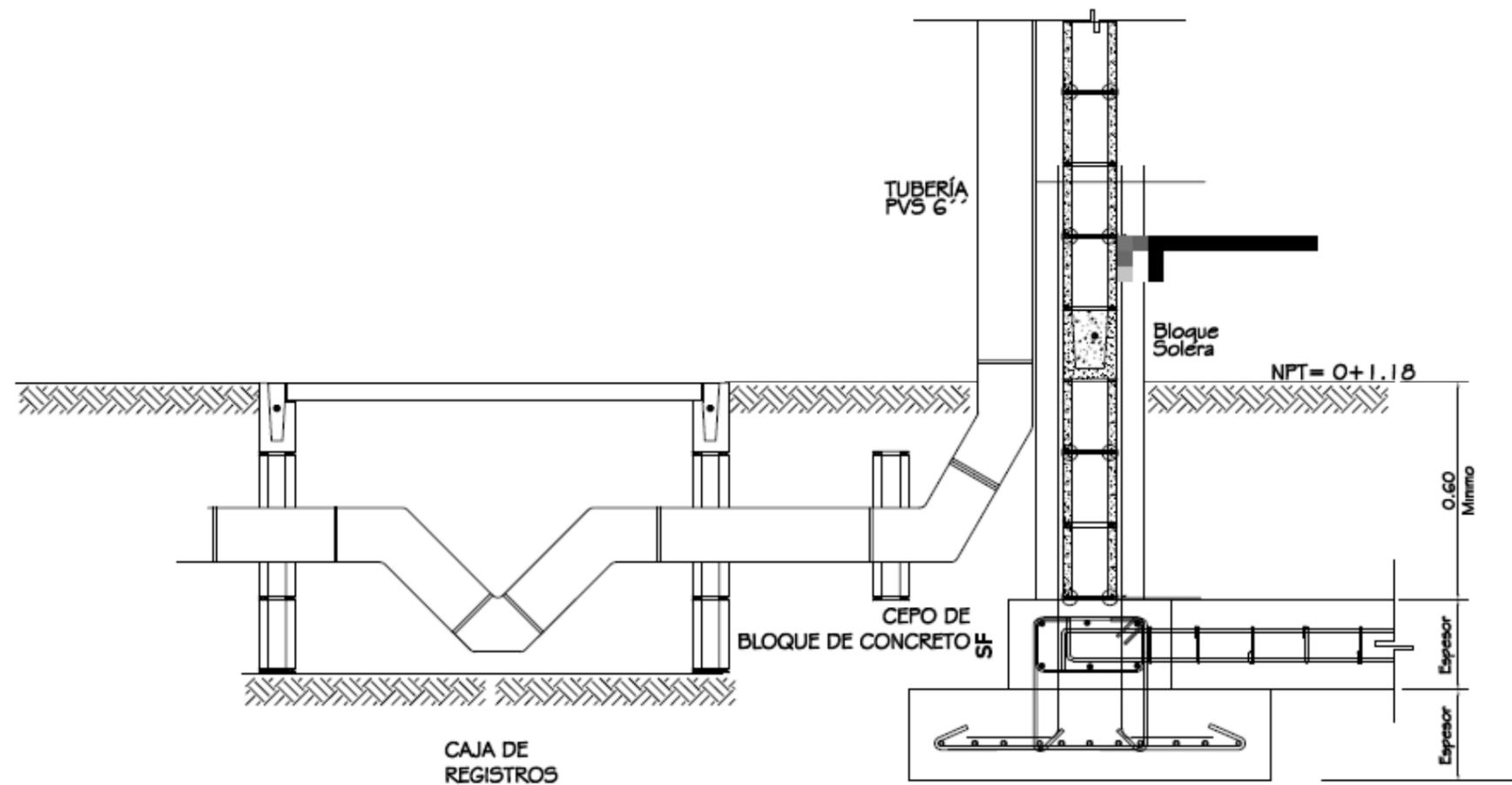
Detalle de protección en canales para evitar en lo posible la acumulación de hojas y basuras en canales y posibles obstrucciones o accidentes por taponamiento de B.A.LL.

<b>UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR</b>					
PROYECTO: AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSGRADOS FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS					
CONTENIDO: Protección de canal Y Trampa de lodos					
PRESENTAR: ING. ÁNGEL ARTURO DÍAZ ARQ. MIGUELÁNGEL PÉREZ RAMOS					
ASESOR: MSc. JORGE ALBERTO ZETINO CHICAS	<table border="1"> <tr> <td>PROYECTO:</td> <td>BOCADO</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center; font-size: 2em;"><b>CA-3</b></td> </tr> </table>	PROYECTO:	BOCADO	<b>CA-3</b>	
PROYECTO:		BOCADO			
<b>CA-3</b>					
DESUJO: ROQUE ÁNGEL PÉREZ RAMOS					

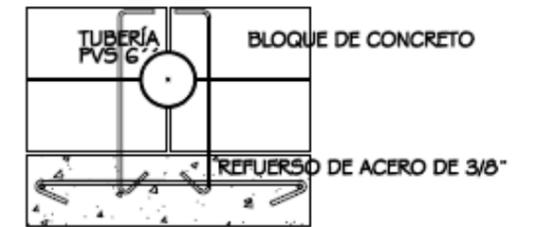
CA-4 Esquema General del Sistema de Cosecha



CA-5 Detalle de Disipador de Energía



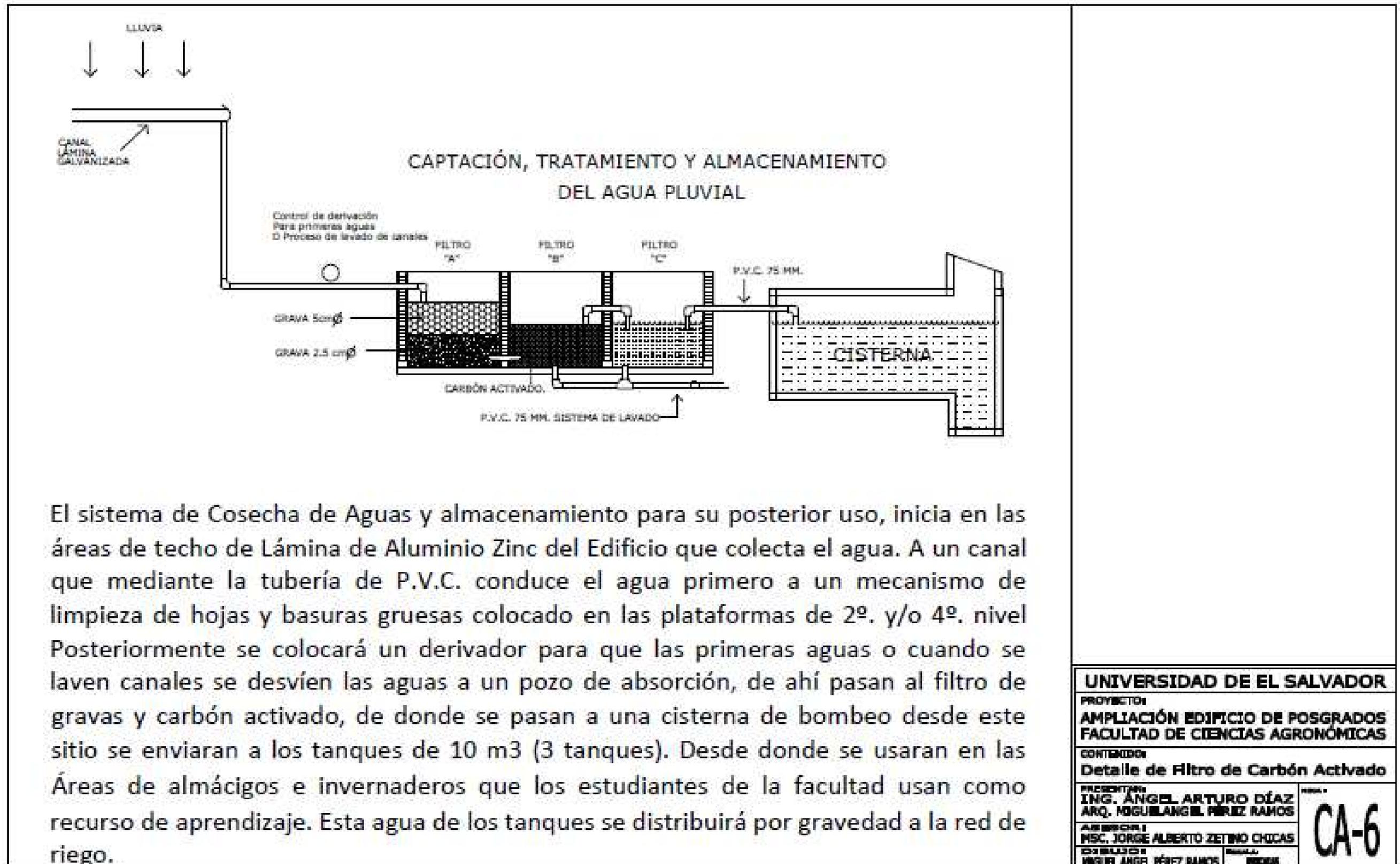
**DISIPADOR DE ENERGÍA**  
**BAJADA DE AGUAS LLUVIAS** Esc. 1:15



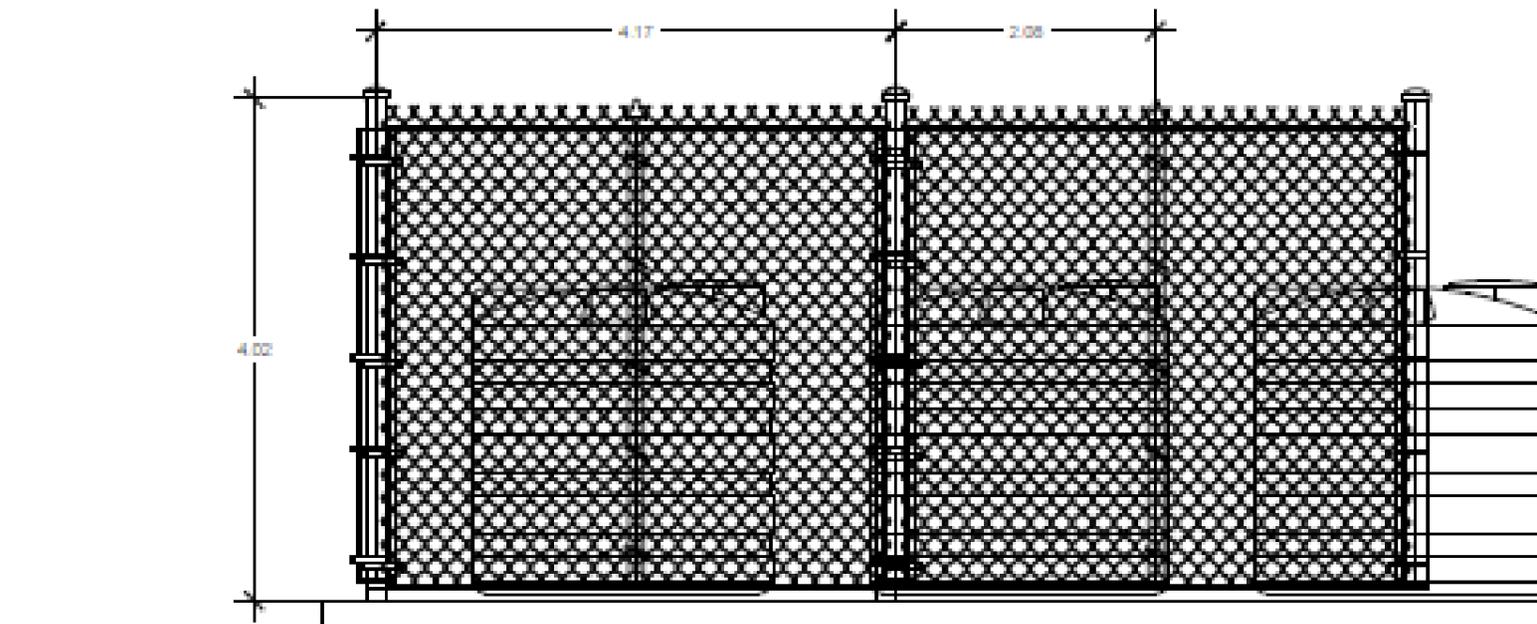
**DETALLE DEL CEPO DE BLOQUES**  
**BAJADA DE AGUAS LLUVIAS** Sin Escala

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR	
PROYECTO: AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSGRADOS FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS	
CONTENIDO: Detalle de Disipador de Energía	
PRESENTAN: ING. ANGEL ARTURO DIAZ ARQ. MIGUEL ANGEL PÉREZ RAMOS	HOJA: CA-5
ASESOR: MSC. JORGE ALBERTO ZETINO CHICAS	
DIBUJO: MIGUEL ANGEL PÉREZ RAMOS	ESCALA: 1 : 15

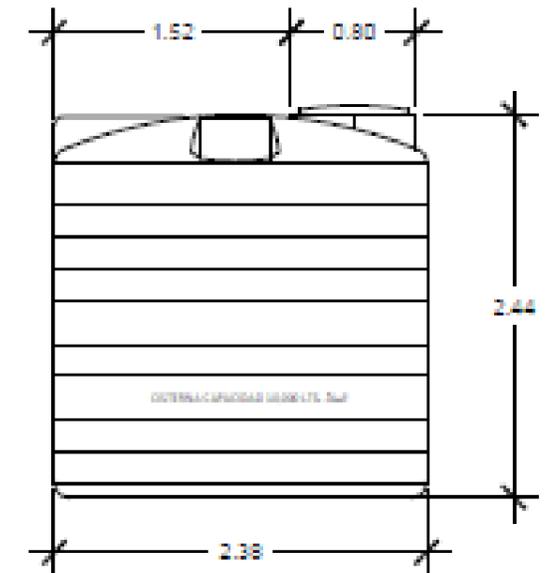
## CA-6 Detalle de Filtro de Carbón Activado



CA-7 Detalle de tanques y protección Malla Ciclón



**DETALLE DE PROTECCIÓN CON MALLA TIPO CICLÓN**  
**ESCALA 1:50**



**TANQUE DOBLE CAPA**  
**SIN ESCALA**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

PROYECTO:  
**AMPLIACIÓN EDIFICIO DE POSGRADOS**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

CONTENIDO:  
**Detalle de tanques y protección Malla Ciclón**

PRESENTAC: <b>ING. ÁNGEL ARTURO DÍAZ</b> <b>ARQ. MIGUELÁNGEL PÉREZ RAMOS</b>	HOJA 1 <b>CA-7</b>
ASESOR: <b>MSC. JORGE ALBERTO ZITINO CHICAS</b>	
DISEÑO: <b>MIGUEL ÁNGEL PÉREZ RAMOS</b>	REVISOR: <b>EDUARDO</b>

**ANEXOS DE CÁLCULO DE CARGA TÉRMICA PARA AIRE  
ACONDICIONADO**

HOJA DE CALCULO DE CARGA TERMICA

CLIENTE REPRESENTANTE	FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS UIS		Tratamiento a Ventanas %						
DIRECCION	LABORATORIO 1		Cortina 50%						
ELABORO	Ing. Angel Diaz		Polarizado 50%						
ACONDICIONAR	Tercer Nivel NORTE		Sombra Ext. 30%						
FECHA	1-nov-18								
VARIABLE	Mts/Anch	Mts/Alto	Unid	Total/Mts²	FACTOR	BTU	Corr/Pola	BTU	
VENTANAS									
NORTE	2	0.85	2	3.4	430	1,462.00	50%	731.00	
ESTE				0	1680	-		-	
ESTE				0	1070	-		-	
ESTE				0	1070	-		-	
SUR				0	750	-		-	
SUR				0	750	-		-	
VIDRIO A LA SOMBRA	3.5	0.9	1	3.15	130	409.50	50%	204.75	
VIDRIO A LA SOMBRA				0	130	-		-	
VIDRIO				3.4	180	612.00		612.00	
	Sub-Total								1,947.75
TECHO	Mts	Mts		Total/Mts²	FACTOR	BTU		BTU	
LOZA	0	6.32		56.88	215	12,229.20		12,229.20	
DOS AGUAS				0	190	-		-	
ESPACIO OCUPADO				0	45	-		-	
PSO	0	6.32		56.88	54	3,071.52		3,071.52	
	Sub-Total								15,300.72
PAREDES	Mts/Largo	Mts/Alto	Vent/M²	Total/Mts²	FACTOR	BTU		BTU	
ASOLEADA	0	2.8	3.4	21.8	100	2,180.00		2,180.00	
DIVISION	6.32	2.8		17.696	86	1,521.86		1,521.86	
A LA SOMBRA	15.32	2.8	3.15	39.746	30	1,192.38		1,192.38	
	Sub-Total								4,894.24
PERSONAS	Unidades				FACTOR	BTU		BTU	
OFICINA - CLASES	0				500	-		-	
TRABAJO SUAVE	8				700	5,600		5,600	
TRABAJO FUERTE	0				1000	-		-	
	Sub-Total								5,600
LUCES	Unidades	Watts		Total	FACTOR	BTU		BTU	
Lamparas o Focos	4	20		80	4	320		320	
Otros	4	15		0	4	240		240	
	Sub-Total								560
OTROS	Unidades				FACTOR	BTU		BTU	
PC	2				500	1,000		1,000	
CAÑON	0				2000	-		-	
CAFETERA	0				2000	-		-	
	Sub-Total								1,000
Total en Tonelaje				2.41	Total				28,902.71

Datos Basicos

PERSONAS	8
VENTANAS SOLEADAS DEL LADO NORTE	3.4 m²
VOLUMEN	158.3 m³
EQUIPO DE LABORATORIO COMPUTADOR	VARIOS
	2

Observaciones

ESPACIO PARA USOS DE LABORATORIO
DIVISIONES/ 4 ESPACIOS
AIRE DE RECAMBIO 100%
TIPO DE TRABAJO SUAVE

\_\_\_\_\_  
Ejecutivo

\_\_\_\_\_  
Autorizado

HOJA DE CALCULO DE CARGA TERMICA

CLIENTE REPRESENTANTE	FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS UIS		Tratamiento a Ventanas %						
DIRECCION	LABORATORIO 2		Cortina 50%						
ELABORO	Ing. Angel Diaz		Polarizado 50%						
ACONDICIONAR	Tercer Nivel NORTE		Sombra Ext. 30%						
FECHA	1-nov-18								
VARIABLE	Mts/Anch	Mts/Alto	Unid	Total/Mts²	FACTOR	BTU	Corr/Pola	BTU	
VENTANAS									
NORTE	2	0.85	2	3.4	430	1,462.00	50%	731.00	
OESTE				0	1680	-		-	
ESTE	0.6	1	1	0.6	1070	642.00	50%	321.00	
ESTE				0	1070	-		-	
SUR				0	750	-		-	
SUR				0	750	-		-	
VIDRIO A LA SOMBRA	3.5	0.9	1	3.15	130	409.50	50%	204.75	
VIDRIO A LA SOMBRA				0	130	-		-	
VIDRIO				4	180	720.00		720.00	
	Sub-Total								1,978.75
TECHO	Mts	Mts		Total/Mts²	FACTOR	BTU		BTU	
LOZA	0	6.32		56.88	215	12,229.20		12,229.20	
DOS AGUAS				0	190	-		-	
ESPACIO OCUPADO				0	45	-		-	
PSO	0	6.32		56.88	54	3,071.52		3,071.52	
	Sub-Total								15,300.72
PAREDES	Mts/Largo	Mts/Alto	Vent/M²	Total/Mts²	FACTOR	BTU		BTU	
ASOLEADA	15.32	2.8	4	38.896	100	3,889.60		3,889.60	
DIVISION	6.32	2.8		17.696	86	1,521.86		1,521.86	
A LA SOMBRA	9	2.8	3.15	22.05	30	661.50		661.50	
	Sub-Total								6,072.96
PERSONAS	Unidades				FACTOR	BTU		BTU	
OFICINA - CLASES	0				500	-		-	
TRABAJO SUAVE	8				700	5,600		5,600	
TRABAJO FUERTE	0				1000	-		-	
	Sub-Total								5,600
LUCES	Unidades	Watts		Total	FACTOR	BTU		BTU	
Lamparas o Focos	4	20		80	4	320		320	
Otros	4	15		0	4	240		240	
	Sub-Total								560
OTROS	Unidades				FACTOR	BTU		BTU	
PC	2				500	1,000		1,000	
CAÑON	0				2000	-		-	
CAFETERA	0				2000	-		-	
	Sub-Total								1,000
Total en Tonelaje				2.54	Total				30,516.43

Datos Basicos

PERSONAS	8
VENTANAS SOLEADAS DEL LADO NORTE	3.4 m²
VOLUMEN	158.3 m³
EQUIPO DE LABORATORIO COMPUTADOR	VARIOS
	2

Observaciones

ESPACIO PARA USOS DE LABORATORIO
DIVISIONES/ 4 ESPACIOS
AIRE DE RECAMBIO 300%
TIPO DE TRABAJO SUAVE

\_\_\_\_\_  
Ejecutivo

\_\_\_\_\_  
Autorizado

HOJA DE CALCULO DE CARGA TERMICA

CLIENTE	FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS UES									
REPRESENTANTE										
DIRECCION	LABORATORIO 3									
ELABORO	Ing. Angel Diaz									
ACONDICIONAR	Tercer Nivel SUR									
FECHA	1-nov-18									
								Tratamiento a Ventanas %		
								Cortina	60%	
								Polarizado	50%	
								Sombra Est.	30%	
VARIABLE										
VENTANAS	Mts/Anch	Mts/Alto	Unid	Total/Mts²	FACTOR	BTU	Cort/Pola	BTU		
NORTE				0	430	-		-		
OESTE				0	1680	-		-		
ESTE				0	1070	-		-		
ESTE				0	1070	-		-		
SUR	2	0.85	2	3.4	750	2,550.00	50%	1,275.00		
SUR				0	750	-		-		
VIDRIO A LA SOMBRA	3.5	0.9	1	3.15	130	409.50	50%	204.75		
VIDRIO A LA SOMBRA				0	130	-		-		
VIDRIO				3.4	180	612.00		612.00		
								Sub-Total	2,091.75	
TECHO	Mts	Mts		Total/Mts²	FACTOR	BTU		BTU		
LOZA	9	6.32		56.88	215	12,229.20		12,229.20		
DOS AGUAS				0	190	-		-		
ESPACIO OCUPADO				0	45	-		-		
PISO	9	6.32		56.88	54	3,071.52		3,071.52		
								Sub-Total	18,300.72	
PAREDES	Mts/Largo	Mts/Alto	Vent/M²	Total/Mts²	FACTOR	BTU		BTU		
ASOLEADA	15.32	2.8	3.4	39.496	100	3,949.60		3,949.60		
DIVISION	6.32	2.8		17.696	88	1,521.86		1,521.86		
A LA SOMBRA	9	2.8	3.15	22.05	30	661.50		661.50		
				79.242		-		-		
								Sub-Total	6,132.96	
PERSONAS	Unidades				FACTOR	BTU		BTU		
OFICINA - CLASES	0				500	-		-		
TRABAJO SUAVE	8				700	5,600		5,600		
TRABAJO FUERTE	0				1000	-		-		
								Sub-Total	5,600	
LUCES	Unidades	Wts		Total	FACTOR	BTU		BTU		
Lamparas o Focos	4	20		60	4	320		320		
Otros	4	15		0	4	240		240		
								Sub-Total	560	
OTROS	Unidades				FACTOR	BTU		BTU		
PC	2				500	1,000		1,000		
CAÑON	0				2000	-		-		
CAFETERA	0				2000	-		-		
								Sub-Total	1,000	
<b>Total en Tonelaje</b>				<b>2.55</b>					<b>Total</b>	<b>36,685.43</b>

Datos Basicos

PERSONAS	8
VENTANAS SOLEADAS DEL LADO SUR	3.4
VOLUMEN	159.3
EQUIPO DE LABORATORIO	VARIOS
COMPUTADOR	2

Observaciones

ESPACIO PARA USOS DE LABORATORIO
DIVISIONES/ 4 ESPACIOS
AIRE DE RECAMBIO 100%
TIPO DE TRABAJO SUAVE

\_\_\_\_\_  
Ejecutivo

\_\_\_\_\_  
Autorizado

HOJA DE CALCULO DE CARGA TERMICA

CLIENTE	FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS UES									
REPRESENTANTE										
DIRECCION	LABORATORIO 4									
ELABORO	Ing. Angel Diaz									
ACONDICIONAR	Tercer Nivel SUR									
FECHA	1-nov-18									
								Tratamiento a Ventanas %		
								Cortina	60%	
								Polarizado	50%	
								Sombra Est.	30%	
VARIABLE										
VENTANAS	Mts/Anch	Mts/Alto	Unid	Total/Mts²	FACTOR	BTU	Cort/Pola	BTU		
NORTE				0	430	-		-		
OESTE				0	1680	-		-		
ESTE				0	1070	-		-		
ESTE				0	1070	-		-		
SUR	2	0.85	2	3.4	750	2,550.00	50%	1,275.00		
SUR				0	750	-		-		
VIDRIO A LA SOMBRA	3.5	0.9	1	3.15	130	409.50	50%	204.75		
VIDRIO A LA SOMBRA				0	130	-		-		
VIDRIO				3.4	180	612.00		612.00		
								Sub-Total	2,091.75	
TECHO	Mts	Mts		Total/Mts²	FACTOR	BTU		BTU		
LOZA	9	6.32		56.88	215	12,229.20		12,229.20		
DOS AGUAS				0	190	-		-		
ESPACIO OCUPADO				0	45	-		-		
PISO	9	6.32		56.88	54	3,071.52		3,071.52		
								Sub-Total	18,300.72	
PAREDES	Mts/Largo	Mts/Alto	Vent/M²	Total/Mts²	FACTOR	BTU		BTU		
ASOLEADA	9	2.8	3.4	21.8	100	2,180.00		2,180.00		
DIVISION	6.32	2.8		17.696	88	1,521.86		1,521.86		
A LA SOMBRA	15.32	2.8	3.15	39.746	30	1,192.38		1,192.38		
				79.242		-		-		
								Sub-Total	6,894.24	
PERSONAS	Unidades				FACTOR	BTU		BTU		
OFICINA - CLASES	0				500	-		-		
TRABAJO SUAVE	8				700	5,600		5,600		
TRABAJO FUERTE	0				1000	-		-		
								Sub-Total	5,600	
LUCES	Unidades	Wts		Total	FACTOR	BTU		BTU		
Lamparas o Focos	4	20		60	4	320		320		
Otros	4	15		0	4	240		240		
								Sub-Total	560	
OTROS	Unidades				FACTOR	BTU		BTU		
PC	2				500	1,000		1,000		
CAÑON	0				2000	-		-		
CAFETERA	0				2000	-		-		
								Sub-Total	1,000	
<b>Total en Tonelaje</b>				<b>2.45</b>					<b>Total</b>	<b>29,448.71</b>

Datos Basicos

PERSONAS	8
VENTANAS SOLEADAS DEL LADO SUR	3.4
VOLUMEN	159.3
EQUIPO DE LABORATORIO	VARIOS
COMPUTADOR	2

Observaciones

ESPACIO PARA USOS DE LABORATORIO
DIVISIONES/ 4 ESPACIOS
AIRE DE RECAMBIO 100%
TIPO DE TRABAJO SUAVE

\_\_\_\_\_  
Ejecutivo

\_\_\_\_\_  
Autorizado

HOJA DE CALCULO DE CARGA TERMICA

CLIENTE	FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS UES			Tratamiento a Ventanas %					
REPRESENTANTE				Cartón	50%				
DIRECCION	OFICINA /SECRETARIA			Polarizado	50%				
ELABORO	Ing. Angel Diaz			Sombra Est.	30%				
ACONDICIONAR	Tercal Nivel NORTE								
FECHA	1-nov-18								
VARIABLE									
VENTANAS	Mbs/Anch	Mbs/Alto	Unid	Total/Mbs²	FACTOR	BTU	Corr/Pola	BTU	
NORTE	2	0.85	1	1.7	430	731.00	50%	365.50	
OESTE				0	1680	-		-	
ESTE				0	1070	-		-	
ESTE				0	1070	-		-	
SUR				0	750	-		-	
SUR				0	750	-		-	
VIDRIO A LA SOMBRA				0	130	-		-	
VIDRIO A LA SOMBRA				0	130	-		-	
VIDRIO				1.7		-		-	
Sub-Total								385.50	
TECHO	Mbs	Mbs		Total/Mbs²	FACTOR	BTU		BTU	
LOZA	4.38	6.32		27.6816	215	5,951.54		5,951.54	
DOS AGUAS				0	180	-		-	
ESPACIO OCUPADO				0	45	-		-	
PISO	4.38	6.32		27.6816	54	1,494.81		1,494.81	
Sub-Total								7,448.35	
PAREDES	Mbs/Largo	Mbs/Alto	Vent/M²	Total/Mbs²	FACTOR	BTU		BTU	
ASOLEADA	4.38	2.8	1.7	10.564	100	1,056.40		1,056.40	
DIVISION	6.32	2.8		17.696	88	1,521.88		1,521.88	
A LA SOMBRA	10.7	2.8		29.96	30	898.80		898.80	
				58.22		-		-	
Sub-Total								3,477.08	
PERSONAS	Unidades				FACTOR	BTU		BTU	
OFICINA - CLASES	9				500	4,500		4,500	
TRABAJO SUAVE	0				700	-		-	
TRABAJO FUERTE	0				1000	-		-	
Sub-Total								4,500	
LUCES	Unidades	Watts		Total	FACTOR	BTU		BTU	
Lamparas o Focos	1	20		20	4	80		80	
Otros	1	15		0	4	60		60	
Sub-Total								140	
OTROS	Unidades				FACTOR	BTU		BTU	
PC	3				500	1,500		1,500	
CARON	0				2000	-		-	
CAFETERA	0				2000	-		-	
Sub-Total								1,500	
Total en Tonelaje				1.45	Total				17,428.91

Datos Básicos

PERSONAS	9
VENTANAS SOLEADAS DEL LADO NORTE	1.7 m²
VOLUMEN	77.5 m³
COMPUTADORES	3

Observaciones

OFICINA DE SECRETARIA Y CUBICULOS PARA USOS VARIOS
TIPO DE TRABAJO OFICINA

Ejecutivo  Autorizado

HOJA DE CALCULO DE CARGA TERMICA

CLIENTE	FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS UES			Tratamiento a Ventanas %					
REPRESENTANTE				Cartón	50%				
DIRECCION	CAFETERIA/SALA DE DESCANSO			Polarizado	50%				
ELABORO	Ing. Angel Diaz			Sombra Est.	30%				
ACONDICIONAR	Tercal Nivel SUR								
FECHA	1-nov-18								
VARIABLE									
VENTANAS	Mbs/Anch	Mbs/Alto	Unid	Total/Mbs²	FACTOR	BTU	Corr/Pola	BTU	
NORTE				0	430	-		-	
OESTE				0	1680	-		-	
ESTE				0	1070	-		-	
ESTE				0	1070	-		-	
SUR	2	0.85	1	1.7	750	1,275.00	50%	637.50	
SUR				0	750	-		-	
VIDRIO A LA SOMBRA				0	130	-		-	
VIDRIO A LA SOMBRA				0	130	-		-	
VIDRIO				1.7		306.00		306.00	
Sub-Total								943.50	
TECHO	Mbs	Mbs		Total/Mbs²	FACTOR	BTU		BTU	
LOZA	4.34	5.83		25.3022	215	5,439.97		5,439.97	
DOS AGUAS				0	180	-		-	
ESPACIO OCUPADO				0	45	-		-	
PISO	4.34	5.83		25.3022	54	1,366.32		1,366.32	
Sub-Total								8,806.29	
PAREDES	Mbs/Largo	Mbs/Alto	Vent/M²	Total/Mbs²	FACTOR	BTU		BTU	
ASOLEADA	4.34	2.8		12.152	100	1,215.20		1,215.20	
DIVISION	6.32	2.8		17.696	88	1,521.88		1,521.88	
A LA SOMBRA	10.66	2.8		29.662	30	889.44		889.44	
				59.510		-		-	
Sub-Total								3,632.50	
PERSONAS	Unidades				FACTOR	BTU		BTU	
OFICINA - CLASES	0				500	-		-	
TRABAJO SUAVE	6				700	4,200		4,200	
TRABAJO FUERTE	0				1000	-		-	
Sub-Total								4,200	
LUCES	Unidades	Watts		Total	FACTOR	BTU		BTU	
Lamparas o Focos	1	20		20	4	80		80	
Otros	1	15		15	4	60		60	
Sub-Total								140	
OTROS	Unidades				FACTOR	BTU		BTU	
PC	0				500	-		-	
CARON	0				2000	-		-	
CAFETERA	2				2000	4,000		4,000	
Sub-Total								4,000	
Total en Tonelaje				1.54	Total				19,722.29

Datos Básicos

PERSONAS	6
VENTANAS SOLEADAS DEL LADO SUR	1.7 m²
VOLUMEN	76.8 m³
EQUIPO ELECTRICO	
CAFETERA	2

Observaciones

ESPACIO DE DESCANSO, TOMA DE CAFÉ Y CONVERSACIÓN
ESPACIO CONTIGUO AUTOCLAVE Y DESTILADOR, SE SEPARAN CON PAREDES DE MATERIAL AISLANTE

Ejecutivo  Autorizado

**HOJA DE CALCULO DE CARGA TERMICA**

CLIENTE	FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS UES				
REPRESENTANTE					
DIRECCION	AULA 2			Tratamiento a Ventanas %	
ELABORO	Ing. Angel Diaz			Cortina	60%
ACONDICIONAR	Cuarto Nivel NORTE			Polarizado	50%
FECHA	1-nov-18			Sombra Ext.	30%

VARIABLE	Mts/Ancho	Mts/Alto	Unid	Total/Mts²	FACTOR	BTU	Cort/Pola	BTU		
VENTANAS										
NORTE	2	0.85	2	3.4	430	1,462.00	100%	1,462.00		
ESTE				0	1680	-		-		
ESTE				0	1070	-		-		
ESTE				0	1070	-		-		
SUR				0	750	-		-		
SUR				0	750	-		-		
VIDRIO A LA SOMBRA				0	130	-		-		
VIDRIO A LA SOMBRA				0	130	-		-		
VIDRIO				3.4	180	612.00		612.00		
Sub-Total								2,074.00		
TECHO	Mts	Mts		Total/Mts²	FACTOR	BTU		BTU		
LOSA				0	215	-		-		
DOS AGUAS	0	6.32		56.88	190	10,807.20		10,807.20		
ESPACIO OCUPADO				0	45	-		-		
PISO	0	6.32		56.88	54	3,071.52		3,071.52		
Sub-Total								13,878.72		
PAREDES	Mts/Largo	Mts/Alto	Vent/M²	Total/Mts²	FACTOR	BTU		BTU		
ASOLEADA	15.32	2.8	3.4	33.496	100	3,349.60		3,349.60		
DIVISION	6.32	2.8		17.696	80	1,521.88		1,521.88		
A LA SOMBRA	0	2.8	0	25.2	30	756.00		756.00		
				56.392		-		-		
Sub-Total								5,227.48		
PERSONAS	Unidades				FACTOR	BTU		BTU		
OFICINA - CLASES	50				500	25,000		25,000		
TRABAJO SUAVE	0				700	-		-		
TRABAJO FUERTE	0				1000	-		-		
Sub-Total								25,000		
LUCES	Unidades	Watts		Total	FACTOR	BTU		BTU		
Lamparas o Focos	6	25		100	4	600		600		
Otros	2	50		0	4	400		400		
Sub-Total								1,000		
OTROS	Unidades				FACTOR	BTU		BTU		
PC	6				500	3,000		3,000		
CAÑON	1				2000	2,000		2,000		
CAFETERA	1				2000	2,000		2,000		
Sub-Total								7,000		
<b>Total en Tonelaje</b>				<b>4.60</b>					<b>Total</b>	<b>55,188.18</b>

Datos Basicos	
PERSONAS	50
VENTANAS SOLEADAS DEL LADO NORTE	3.4
VOLUMEN	159.3
COMPUTADOR LAPTOP	6
CAÑON	1
CAFETERA	1

Observaciones	
ESPACIO PARA AULAS	
DIVISION RETRACTIL / 3 ESPACIOS	
TIPO DE ACTIVIDAD CLASES Y CONFERENCIAS/SUAVE	
<input type="text"/> Ejecutivo <input type="text"/> Autorizado	

**HOJA DE CALCULO DE CARGA TERMICA**

CLIENTE	FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS UES				
REPRESENTANTE					
DIRECCION	AULA 2			Tratamiento a Ventanas %	
ELABORO	Ing. Angel Diaz			Cortina	60%
ACONDICIONAR	Cuarto Nivel NORTE			Polarizado	50%
FECHA	1-nov-18			Sombra Ext.	30%

VARIABLE	Mts/Ancho	Mts/Alto	Unid	Total/Mts²	FACTOR	BTU	Cort/Pola	BTU		
VENTANAS										
NORTE	2	0.85	2	5.1	430	2,193.00	100%	2,193.00		
ESTE				0	1680	-		-		
ESTE	0.6	1	1	0.6	1070	642.00	100%	642.00		
ESTE				0	1070	-		-		
SUR				0	750	-		-		
SUR				0	750	-		-		
VIDRIO A LA SOMBRA				0	130	-		-		
VIDRIO A LA SOMBRA				0	130	-		-		
VIDRIO				5.7	180	1,026.00		1,026.00		
Sub-Total								3,861.00		
TECHO	Mts	Mts		Total/Mts²	FACTOR	BTU		BTU		
LOSA				0	215	-		-		
DOS AGUAS	13.5	6.52		88.52	190	16,810.80		16,810.80		
ESPACIO OCUPADO				0	45	-		-		
PISO	13.5	6.52		88.52	54	4,607.28		4,607.28		
Sub-Total								20,818.88		
PAREDES	Mts/Largo	Mts/Alto	Vent/M²	Total/Mts²	FACTOR	BTU		BTU		
ASOLEADA	20.65	2.8	0.6	57.23	100	5,722.00		5,722.00		
DIVISION	6.32	2.8		17.696	80	1,521.88		1,521.88		
A LA SOMBRA	14.33	2.8	0	40.124	30	1,203.72		1,203.72		
				115.04		-		-		
Sub-Total								8,447.58		
PERSONAS	Unidades				FACTOR	BTU		BTU		
OFICINA - CLASES	75				500	37,500		37,500		
TRABAJO SUAVE	0				700	-		-		
TRABAJO FUERTE	0				1000	-		-		
Sub-Total								37,500		
LUCES	Unidades	Watts		Total	FACTOR	BTU		BTU		
Lamparas o Focos	6	25		100	4	600		600		
Otros	2	50		0	4	400		400		
Sub-Total								1,000		
OTROS	Unidades				FACTOR	BTU		BTU		
PC	6				500	3,000		3,000		
CAÑON	1				2000	2,000		2,000		
CAFETERA	1				2000	2,000		2,000		
Sub-Total								8,000		
<b>Total en Tonelaje</b>				<b>6.68</b>					<b>Total</b>	<b>80,126.66</b>

Datos Basicos	
PERSONAS	75
VENTANAS SOLEADAS DEL LADO NORTE	5.1
VOLUMEN	253.0
COMPUTADOR LAPTOP	6
CAÑON	1
CAFETERA	1

Observaciones	
ESPACIO PARA AULAS	
DIVISION RETRACTIL / 3 ESPACIOS	
TIPO DE ACTIVIDAD CLASES Y CONFERENCIAS/SUAVE	
<input type="text"/> Ejecutivo <input type="text"/> Autorizado	

HOJA DE CALCULO DE CARGA TERMICA

CUENTE	FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS UES				
REPRESENTANTE					
DIRECCION	AULA 3			Tratamiento a Ventanas %	
ELABORO	Ing. Ángel Díaz			Corina	60%
ACONDICIONAR	Cuarto Nivel SUR			Polarizado	50%
FECHA	1-nov-18			Sombra Ext.	30%

VARIABLE	Mts/Anch	Mts/Alto	Unid	TotalMts²	FACTOR	BTU	Corr/Pol	BTU	
NORTE				0	430	-		-	
ESTE				0	1680	-		-	
ESTE				0	1070	-		-	
ESTE				0	1070	-		-	
SUR	2	0.85	2	3.4	750	2,550.00	100%	2,550.00	
SUR				0	750	-		-	
VIDRIO A LA SOMBRA	3	0.9	2	5.4	190	702.00	100%	702.00	
VIDRIO A LA SOMBRA				0	190	-		-	
VIDRIO				2.4	180	612.00		612.00	
Sub-Total								3,864.00	
TECHO	Mts	Mts		TotalMts²	FACTOR	BTU		BTU	
LOZA				0	215	-		-	
DOS AGUAS	9	6.32		56.88	180	10,807.20		10,807.20	
ESPACIO OCUPADO				0	45	-		-	
PISO	9	6.32		56.88	54	3,071.52		3,071.52	
Sub-Total								13,878.72	
PAREDES	Mts/Largo	Mts/Alto	VerdM²	TotalMts²	FACTOR	BTU		BTU	
ASOLEADA	9	2.8	3.4	21.8	100	2,180.00		2,180.00	
DIVISION	6.63	2.8		18.564	86	1,596.50		1,596.50	
A LA SOMBRA	9	2.8	5.4	19.8	30	594.00		594.00	
Sub-Total								4,370.50	
PERSONAS	Unidades				FACTOR	BTU		BTU	
OFICINA - CLASES	50				500	25,000		25,000	
TRABAJO SUAVE	0				700	-		-	
TRABAJO FUERTE	0				1000	-		-	
Sub-Total								25,000	
LUCES	Unidades	Wats		Total	FACTOR	BTU		BTU	
Lamparas o Focos	6	25		100	4	600		600	
Otros	2	50		0	4	400		400	
Sub-Total								1,000	
OTROS	Unidades				FACTOR	BTU		BTU	
PC	6				500	3,000		3,000	
CAJON	1				2000	2,000		2,000	
CAFETERA	1				2000	2,000		2,000	
Sub-Total								7,000	
Total en Tonelaje				4.53	Total				\$6,113.22

Datos Basicos

PERSONAS	50
VENTANAS SOLEADAS DEL LADO NORTE	3.4 m²
VOLUMEN	187.1 m³
COMPUTADOR LAPTOP	6
CAJON	1
CAFETERA	1

Observaciones

ESPACIO PARA ALIJAS
DIVISION RETRACTIL / 2 ESPACIOS
TIPO DE ACTIVIDAD CLASES Y CONFERENCIAS/SUAVE

\_\_\_\_\_  
Ejecutivo

\_\_\_\_\_  
Autorizado

HOJA DE CALCULO DE CARGA TERMICA

CUENTE	FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS UES				
REPRESENTANTE					
DIRECCION	AULA 4			Tratamiento a Ventanas %	
ELABORO	Ing. Ángel Díaz			Corina	60%
ACONDICIONAR	Cuarto Nivel SUR			Polarizado	50%
FECHA	1-nov-18			Sombra Ext.	30%

VARIABLE	Mts/Anch	Mts/Alto	Unid	TotalMts²	FACTOR	BTU	Corr/Pol	BTU	
NORTE				0	430	-		-	
ESTE				0	1680	-		-	
ESTE				0	1070	-		-	
ESTE				0	1070	-		-	
SUR	2	0.85	2	3.4	750	2,550.00	100%	2,550.00	
SUR				0	750	-		-	
VIDRIO A LA SOMBRA	3	0.9	2	5.4	190	702.00	100%	702.00	
VIDRIO A LA SOMBRA				0	190	-		-	
VIDRIO				2.4	180	612.00		612.00	
Sub-Total								3,864.00	
TECHO	Mts	Mts		TotalMts²	FACTOR	BTU		BTU	
LOZA				0	215	-		-	
DOS AGUAS	9	6.32		56.88	180	10,807.20		10,807.20	
ESPACIO OCUPADO				0	45	-		-	
PISO	9	6.32		56.88	54	3,071.52		3,071.52	
Sub-Total								13,878.72	
PAREDES	Mts/Largo	Mts/Alto	VerdM²	TotalMts²	FACTOR	BTU		BTU	
ASOLEADA	15.26	2.8	3.4	89.328	100	3,932.80		3,932.80	
DIVISION	6.26	2.8		17.528	86	1,507.41		1,507.41	
A LA SOMBRA	9	2.8	5.4	19.8	30	594.00		594.00	
Sub-Total								6,034.21	
PERSONAS	Unidades				FACTOR	BTU		BTU	
OFICINA - CLA	50				500	25,000		25,000	
TRABAJO SUA	0				700	-		-	
TRABAJO FUE	0				1000	-		-	
Sub-Total								25,000	
LUCES	Unidades	Wats		Total	FACTOR	BTU		BTU	
Lamparas o F	6	25		100	4	600		600	
Otros	2	50		0	4	400		400	
Sub-Total								1,000	
OTROS	Unidades				FACTOR	BTU		BTU	
PC	6				500	3,000		3,000	
CAJON	1				2000	2,000		2,000	
CAFETERA	1				2000	2,000		2,000	
Sub-Total								7,000	
Total en Tonelaje				4.73	Total				\$6,776.93

Datos Basicos

PERSONAS	50
VENTANAS SO DEL LADO NORTE	3.4 m²
VOLUMEN	187.1 m³
COMPUTADOR	6
CAJON	1
CAFETERA	1

Observaciones

ESPACIO PARA ALIJAS
DIVISION RETRACTIL / 2 ESPACIOS
TIPO DE ACTIVIDAD CLASES Y CONFERENCIAS/SUAVE

\_\_\_\_\_  
Ejecutivo

\_\_\_\_\_  
Autorizado

HOJA DE CALCULO DE CARGA TERMICA

CLIENTE	FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS LES			
REPRESENTANTE				
DIRECCION	LABORATORIO INVESTIGACION, NIVEL 4		Tratamiento a Ventanas %	
ELABORO	Ing. Angel Diaz		Cortina	80%
ACONDICIONAR	Cuarto Nivel SUR		Polarizado	50%
FECHA	1-nov-18		Sombra Ext.	30%

VARIABLE	Mts/Anch	Mts/Alto	Unid	Total/Mts²	FACTOR	BTU	Corr/Pola	BTU
<b>VENTANAS</b>								
NORTE				0	430	-		-
OESTE				0	1680	-		-
ESTE				0	1070	-		-
ESTE				0	1070	-		-
SUR	2	0.85	1	1.7	750	1,275.00	100%	1,275.00
SUR				0	750	-		-
VIDRIO A LA SOMBRÁ	1.5	0.9	1	1.35	130	175.50	100%	175.50
VIDRIO A LA SOMBRÁ				0	130	-		-
VIDRIO				1.7	180	306.00		306.00
							Sub-Total	1,756.50
<b>TECHO</b>	Mts	Mts		Total/Mts²	FACTOR	BTU		BTU
LOZA				0	355	-		-
DOO AGUAS	4.5	6.32		28.44	180	5,408.60		5,408.60
ESPACIO OCUPADO				0	45	-		-
PISO	4.5	6.32		28.44	54	1,515.76		1,515.76
							Sub-Total	6,838.36
<b>PAREDES</b>	Mts/Largo	Mts/Alto	Vent/M²	Total/Mts²	FACTOR	BTU		BTU
ASOLEADA	9.55	2.8	1.7	25.04	100	2,504.00		2,504.00
DIVISION	4.53	2.8	0	12.684	86	1,090.82		1,090.82
A LA SOMBRÁ	5.11	2.8	1.35	11.958	30	358.74		358.74
				50.682		-		-
							Sub-Total	3,953.56
<b>PERSONAS</b>	Unidades				FACTOR	BTU		BTU
OFICINA - CLASES	8				500	4,000		4,000
TRABAJO SUAVE	0				700	-		-
TRABAJO FUERTE	0				1000	-		-
							Sub-Total	4,000
<b>LUCES</b>	Unidades	Watts		Total	FACTOR	BTU		BTU
Lamparas o Focos	1	30		3000	4	80		80
Ofico	2	500		0	4	4,000		4,000
							Sub-Total	4,080
<b>OTROS</b>	Unidades				FACTOR	BTU		BTU
PC	3				500	1,500		1,500
CAÑON	0				2000	-		-
CAFETERA	0				2000	-		-
							Sub-Total	1,500
<b>Total en Tonelaje</b>				<b>1.85</b>			<b>Total</b>	<b>22,289.42</b>

**Datos Basicos:**

PERSONAS	8
VENTANAS SOLEADAS DEL LADO NORTE	1.7 m²
VOLUMEN	84.8 m³
COMPUTADOR LAPTOP	3
CAÑON	1
CAFETERA	1

**Observaciones:**

ESPACIO PARA LABORATORIO DE INVESTIGACION/CENTRO DE COMPUTO

TIPO DE ACTIVIDAD INVESTIGACION/SUAVE

\_\_\_\_\_

Ejecutivo: \_\_\_\_\_ Autorizado: \_\_\_\_\_

RESUMEN DE CARGA TERMICA NIVELES 3 Y 4

**TONELADAS DE REFRIGERACION NIVEL 3**

ESPACIOS	# de personas	Largo (m)	Ancho (m)	Volumen (m³)	Toneladas Refrigeración
LABORATORIO 1	8	6.3	3.63	169.87	2.41
LABORATORIO 2	8	6.3	6.9	357.00	2.94
LABORATORIO 3	8	5.75	6.9	243.29	2.56
LABORATORIO 4	8	5.75	3.64	155.20	2.45
Secretaria	3	6.3	4.48	79.03	1.45
Cafeteria	8	5.75	4.4	70.84	1.64
<b>Total</b>	<b>47</b>			<b>775.23</b>	<b>13.06</b>

**TONELADAS DE REFRIGERACION NIVEL 4**

ESPACIOS	# de personas	Largo (m)	Ancho (m)	Volumen (m³)	Toneladas Refrigeración
AULA 1	50	6.3	8.82	355.58	4.60
AULA 2	75	6.3	14.5	355.78	6.68
AULA 3	50	5.75	8.82	242.00	4.59
AULA 4	50	5.75	8.82	242.00	4.73
LABORATORIO 4IN	8	5.75	5.1	82.11	1.85
<b>TOTAL</b>	<b>233</b>			<b>777.48</b>	<b>22.45</b>

**ANEXO CÁLCULO FOTOVOLTAICO Y CATÁLOGOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS E  
INVERSORES**

**PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO**

**INVERSOR**

MODULOS FOTOVOLTAICOS		NKOSOLA KM335PP-7	
Potencia pico (STC: Irradia 1000 w/m2, Temp Amb 25)	W		335
Tolerancia de la potencia	%		+3/-0
Voltaje circuito abierto	V <sub>OC</sub>	V	47.2
Voltaje máxima potencia	V <sub>mp</sub>	V	38
Corriente corto circuito	I <sub>SC</sub>	A	9.18
Corriente máxima potencia	I <sub>mp</sub>	A	8.82
Coefficiente de temperatura Voc	β V <sub>OC</sub>	%/°C	-0.3
Coefficiente de temperatura Vmp	β V <sub>mp</sub>	%/°C	-0.4
Coefficiente de temperatura Pmax	γ P <sub>max</sub>	%/°C	-0.4
Coefficiente de temperatura Isc	α I <sub>SC</sub>	%/°C	0.06
Voltaje máximo	V <sub>max</sub>	V IEC/UL	1000
Límite I inversa (Max fusible Inv)		A	15
Rendimiento	%		>17.26

ANALISIS DE TEMPERATURA DE PANEL SOLAR FV			
Temperatura ambiente para análisis	25		°C
Temperatura máxima de análisis	5		°C
Temperatura mínima de análisis	70		°C
Δ V <sub>OC</sub> (5°) = (β V <sub>OC</sub> x Δ T°) x V <sub>OC</sub> + V <sub>OC</sub>	53.2		V
Δ V <sub>OC</sub> (70°) = (β V <sub>OC</sub> x Δ T°) x V <sub>OC</sub> + V <sub>OC</sub>	33.7		V
Δ V <sub>mp</sub> (5°) = (β V <sub>mp</sub> x Δ T°) x V <sub>mp</sub> + V <sub>mp</sub>	44		V
Δ V <sub>mp</sub> (70°) = (β V <sub>mp</sub> x Δ T°) x V <sub>mp</sub> + V <sub>mp</sub>	24.5		V
Δ P <sub>max</sub> (5°) = (γ P <sub>max</sub> x Δ T°) x P <sub>max</sub> + P <sub>max</sub>	361.8		W
Δ P <sub>max</sub> (70°) = (γ P <sub>max</sub> x Δ T°) x P <sub>max</sub> + P <sub>max</sub>	247.9		W

DATOS DE INVERSOR			
MARCA	SMA		
MODELO	SUNNY BOY 7.0US		
INPUT			
Número de inversores	3		inversores
Máx. usable DC power (W)	7200		
Max DC voltage (Vmax)	600		V
Rated MPP Voltage range (V)	245		480
MPPT operating voltage range (V)	100		150
Max. Operating input current per MPPT	30		
Máx. short circuit current per MPPT	18		
CANALES INDEPENDIENTES MPPT	2		CANALE
OUTPUT			
AC nominal power (W)	6000		
Nominal Voltage (V)	208		
AC voltage range (V)	183		229
Max output current (A)	29.2		
Output Phases	1		
Line connect	2		

VOLTAJE DE RED Y ESPACIO (m <sup>2</sup> )		
Área del techo útil (media agua)	163.31	m <sup>2</sup>
VOLTAJE EN AC (ENTREGA A LA RED)	208/120	V

**CALCULO DEL SISTEMA SOLAR**

Cantidad total de inversores por generado	3
$C_{INV} = \frac{P_{PV}}{P_{INVAC}}$	
C <sub>INV</sub> : Cantidad total de inversores	
P <sub>INV</sub> : Potencia de Inversor en Watts	
P <sub>PV</sub> : Potencia total de Módulos FV en Watts	
Numero de String (MFV en serie)	
η <sub>max</sub> MFV x String optima (MPP)	11
$\eta_{maxMPP} = \frac{V_{MPP(inv,min)}}{V_{MPP(modulo 70°C)}}$	
η <sub>maxMPP</sub> : Número mínimo de MFV x string	
V <sub>MPP(INVMIN)</sub> : Voltaje MPP mínimo de inversor	
V <sub>MPP(modulo 70°C)</sub> : Voltaje de MFV a 70°C	
Selección manual MFV por string	
Criterios de selección de MDF por string	
El voltaje del string (MDF serie) es aceptable dado que no sobre pasa el V <sub>max</sub> del inversor	
El diseño es aceptable si se encuentra dentro del rango de MPP	
CANAL A	10

η <sub>min</sub> MFV x String optima (MPP)	10
$\eta_{minMPP} = \frac{V_{MPP(inv,min)}}{V_{MPP(modulo 5°C)}}$	
η <sub>minMPP</sub> : Número máximo de MFV x string	
V <sub>MPP(INVMAX)</sub> : Voltaje MPP máximo de inversor	
V <sub>MPP(modulo 5°C)</sub> : Voltaje de MFV a 5°C	
η <sub>máximo</sub> MFV x String que soporta el inversor	11
$\eta_{max} = \frac{V_{MAX(inv)}}{V_{OC(modulo 5°C)}}$	
η <sub>max</sub> : Número máximo de MFV por string	
V <sub>max(inv)</sub> : Voltaje máximo MPP de inversor	
V <sub>OC(modulo 5°C)</sub> : Voltaje Circuito Abierto a Temp MFV 5°C	
N° total de string por inversor	2.0
$N^{\circ} \text{ total string por inversor} = \frac{P_{dc-max inv}}{P_{string}}$	
P <sub>dc-max inv</sub> : Potencia IN en DC máx de Inversor	
P <sub>dc-max inv</sub> : Potencia IN en DC máx de Inversor	
P <sub>string</sub> : Potencia de un string	

η <sub>máximo</sub> de String por inversor	3
$\eta_{string} = \frac{I_{maxINV}}{I_{nstring}}$	
η <sub>string</sub> : Número máximo de string por inversor	
I <sub>max inv</sub> : Corriente máx de inversor	
I <sub>n string</sub> : Corriente de string	
Dimensionamiento aparente de string	
Potencia aparente de string (KW)	7246.05
$P_{string} = (P_{wp} + Tolerancia) x N^{\circ} \text{ MFV por String}$	
P <sub>string</sub> : Potencia aparente de string	
P <sub>wp</sub> : Potencia nominal STC de MFV	
N° de MFV por string	

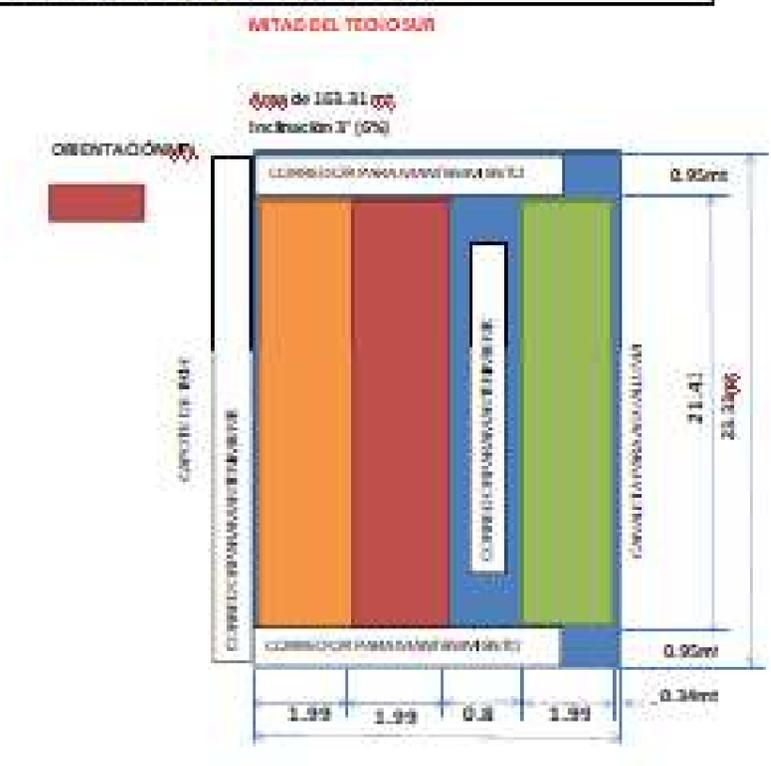
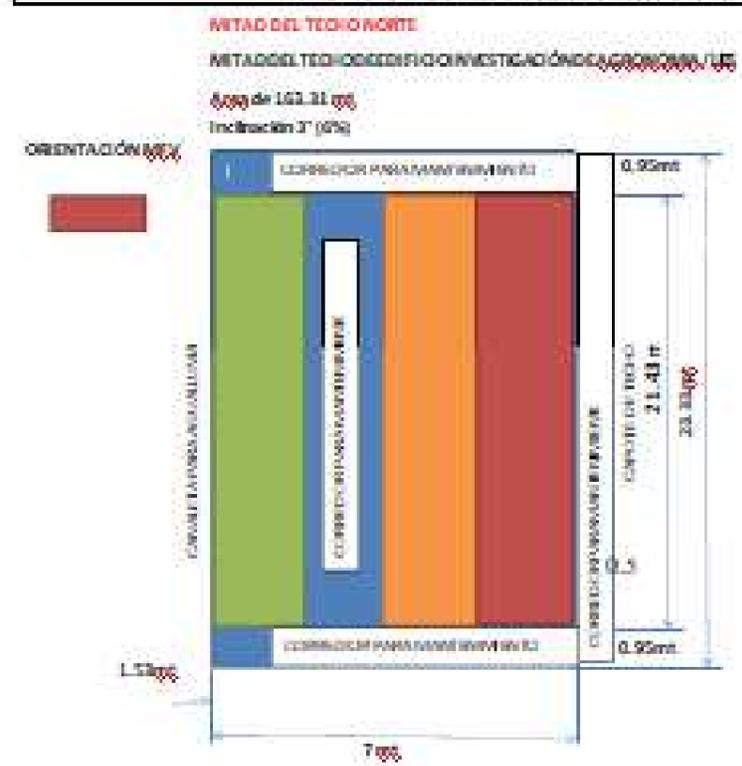
TAMANO DE STRING	Canal A	Canal B	
$I_{string\ MAX} = \#MJE \times I_{string\ MAX} [V]$	440	484	CTIMPLE
$I_{string\ MIN} = \#MJE \times I_{string\ MIN} [V]$	245	269.5	CTIMPLE
Potencia de un $I_{string}$ [W]	3618	2726.9	
Número de $I_{string}$ e aislados	1.6	1.6	$I_{string}$ por inversor
Número de $I_{string}$ seleccionado	1	1	
CORRIENTE CANAL	8.82	8.82	CTIMPLE

### RESUMEN DE RESULTADOS

Resultados por generador	
<b>Arreglo de paneles (MJE)</b>	
Número de subsistemas (S)	2
N° de inversiones por subsistema (I)	3
Total de MJE por generador (S) por equipo	63
MJE por $I_{string}$ de canal A del inversor	10
MJE por $I_{string}$ de canal B del inversor	11
N° de $I_{string}$ por canal de inversor	1
<b>Parámetros eléctricos del arreglo fotovoltaico</b>	
Voltaje de máxima potencia (V <sub>mp</sub> )	418 V
Cociente de corto circuito de entrada (C <sub>cc</sub> )	0.96
Corriente de máxima potencia de entrada	8.82 A
Potencia total de MJE por inversor (P <sub>inv</sub> )	42.210 W

Dimensionamiento del sistema	
Potencia total de MJE	42.210 kWp
Total de inversores	6
Total de $I_{string}$	12
Total de MJE	126

## DISTRIBUCION DE FILAS DE NODULOS EN LOS TECHO NORTE Y SUR



### CALCULO DE PROTECCIONES Y CONDUCTORES STRING

Protección de $I_{string}$ (amperios)	14.3
$I_{string} = \frac{I_{inv}}{0.8 \times 0.8}$	
Fusible $I_{string}$ : fusible protección de cada $I_{string}$	
1 cc: Cociente de corto circuito de MJE	
Fusible seleccionado	<b>15 A / 1 P 6PV 30KA</b>
Caja de protección de $I_{string}$ : Nivel 1	
Para aplicaciones fotovoltaicas	
Marca CAMORS. Ref 0471065 007, IP66.	
Conductor	
NEC 310.16 → #14 → (25 $\Delta$ MJE)	25
PT = 0.96 → 25 $\Delta$ MJE x 0.96 =	24
NEC 250.122 → #14 P/T	
<b>1 PV PHOTOVOLTAIC CABLE #14 P/L SOLAR XLR 1KV.</b>	
Supresor de transientes:	
600 V, 40 kA, para aplicaciones (S)	
Marca: DEHN. Ref: D960VGPV-500	

### CALCULO DE PROTECCIONES Y CONDUCTORES INVERSOR

Protección de inversor (amperios)	20.8
$I_{inv} = \frac{P_{inv}}{0.8} = \frac{16640}{0.8}$	
$I_{inv}$ : Protección $I_{string}$ de inversor	
$I_{L_{inv}}$ : Corriente de línea de inversor	
Interruptor (Circuit Breaker) seleccionado	<b>30 A / 1 P 6PV 30KA</b>
Conductor	
NEC 310.16 → #12 → (30 AM)	29.2
PT = 0.96 → 30 $\Delta$ MJE x 0.96 =	28.032
NEC 250.122 → #12 P/T	
<b>2 CABLES THHN 12 AWG+ 1 THHN #14 P/T</b>	
Tablero trifásico 24 espacios, barras	
200 $I_{string}$ protección principal 180 $I_{string}$ / 3 p	
Supresor de transientes:	
600 V, 80 kA, para aplicaciones (S)	
Marca: DEHN. Ref: D960VGPV-500	

## Eagle 72

# 315-335 Watt

### POLY-CRYSTALLINE MODULE

Positive power tolerance of 0~+3%

ISO9001:2008, ISO14001:2004, OHSAS18001 certified factory  
ISO9120B, ISO9170D certified products

(4BB)



### KEY FEATURES

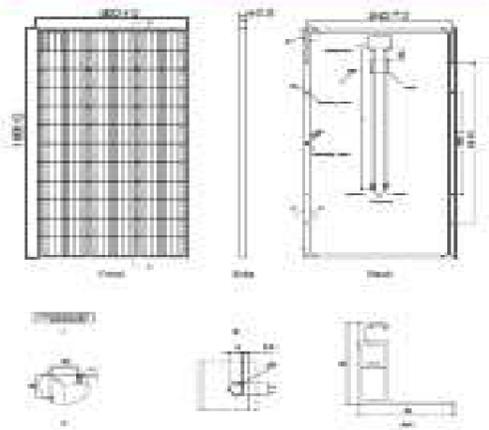
- 4 Busbar Solar Cell:**  
 A busbar solar cell adopts new technology to improve the efficiency of modules, offer a better aesthetic appearance, making it perfect for rooftop installation.
- High Power Output:**  
 Polycrystalline 72-cell module achieves a power output up to 335Wp.
- PID RESISTANT:**  
 Unified power degradation of Eagle module caused by PID effect is guaranteed under strict testing condition (85°C, 85%RH, 96hours) for mass production.
- Low-light Performance:**  
 Advanced glass and surface texturing allow for excellent performance in low-light environments.
- Severe Weather Resilience:**  
 Certified to withstand wind load (2400 Pascals) and snow load (5400 Pascals).
- Durability against extreme environmental conditions:**  
 High salt mist and ammonia resistance certified by TÜV HÖRD.
- Temperature Coefficient:**  
 Improved temperature coefficient decreases power loss during high temperatures.

### LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

10 Year Product Warranty + 25 Year Linear Power Warranty



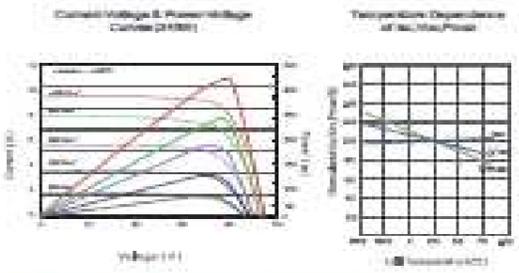
### Engineering Drawing:



### Packaging Configuration

1 Tray (max. 20kg net wt.)  
 20 Trays (max. 400kg net wt.) in a standard container

### Electrical Performance & Temperature Dependence



### Mechanical Characteristics

Cell Type	Poly-crystalline 156mm (6 inch)	
Module Size	72 (4BB)	
Dimensions	1934 x 992 x 40mm (77.31 x 39.05 x 1.57 inch)	
Weight	20.3 kg (44.8 lbs)	
Front Glass	3mm, Anti-Reflection Coating	
Frame	Anodized Aluminum Alloy	
Junction Box	IP67 Rated	
Output Cables	10m 2-core, length differs in customized length	

### SPECIFICATIONS

Module Type	JKM200P-12		JKM200P-12		JKM200P-12		JKM200P-12		JKM200P-12	
	60C	60CT	60C	60CT	60C	60CT	60C	60CT	60C	60CT
Maximum Power (Pmax)	200Wp	200Wp	200Wp	200Wp	200Wp	200Wp	200Wp	200Wp	200Wp	200Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	37.2V	37.2V	37.4V	37.4V	37.3V	37.3V	37.4V	37.4V	37.3V	37.3V
Maximum Power Current (Imp)	5.38A	5.38A	5.35A	5.35A	5.36A	5.36A	5.34A	5.34A	5.35A	5.35A
Open-circuit Voltage (Voc)	45.2V	45.2V	45.4V	45.4V	45.3V	45.3V	45.4V	45.4V	45.3V	45.3V
Short-circuit Current (Isc)	6.15A	6.15A	6.15A	6.15A	6.15A	6.15A	6.14A	6.14A	6.15A	6.15A
Module Efficiency (STC) (%)	16.22%		16.46%		16.70%		17.01%		17.25%	
Operating Temperature(°C)	-40°C~+85°C									
Maximum system voltage	1000VDC (MCC)									
Maximum series fuse rating	15A									
RoHS tolerance	0~10%									
Temperature coefficient of Pmax	-0.40%/°C									
Temperature coefficient of Voc	-0.20%/°C									
Temperature coefficient of Isc	0.05%/°C									
Module operating cell temperature (NOCT)	45°C									

STC: ☀️ Irradiance 1000W/m<sup>2</sup> 🌡️ Cell Temperature 25°C 🌫️ AM=1.5  
 NOCT: ☀️ Irradiance 800W/m<sup>2</sup> 🌡️ Ambient Temperature 20°C 🌫️ AM=1.5 🌬️ Wind Speed 1m/s  
 \* Power measurement tolerance is 3%

The company reserves the final right for explanation on any of the information presented hereby. ©2014JKM-200PP-72\_1.0\_rev02017

**SUNNY BOY**  
3.0-US / 3.8-US / 5.0-US / 6.0-US / 7.0-US / 7.7-US



- |  |  |  |  |
|--|--|--|--|
| <p><b>Value-Added Improvements</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>World's first Secure Power Supply now offers up to 2,000 W</li> <li>Full grid management capabilities ensure a differentiated solution for any market</li> </ul> | <p><b>Reduced Labor</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>New Installation Assistant with direct access to smartphone minimizes time in the field</li> <li>Integrated disconnect simplifies equipment stocking and speeds installation</li> </ul> | <p><b>Unmatched Flexibility</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>SMA's proprietary OptiTrac™ Global Peak technology mitigates shade with ease</li> <li>Multiple independent MPPTs accommodate hundreds of stringing possibilities</li> </ul> | <p><b>Trouble-Free Servicing</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Two-part enclosure concept allows for simple, expedited servicing</li> <li>Advanced AFC technology reduces fire tripping while improving reliability in real time</li> </ul> |
|--|--|--|--|

**SUNNY BOY**  
3.0-US / 3.8-US / 5.0-US / 6.0-US / 7.0-US / 7.7-US  
Reduce costs across your entire residential business model

The residential PV market is changing rapidly, and we understand that your bottom line matters more than ever. That's why we've designed a superior residential solution that will help you decrease costs throughout all stages of your business operations. The Sunny Boy 3.0-US/3.8-US/5.0-US/6.0-US/7.0-US/7.7-US join the SMA lineup of field-proven solar technology backed by the world's #1 service team, along with a wealth of improvements. Simple design, improved stocking and ordering, value-driven sales support and streamlined installation are just some of the ways that SMA is working to help your business operate more efficiently.

[www.SMA-America.com](http://www.SMA-America.com)



**SIMPLE, FLEXIBLE DESIGN**

Speed the completion of customer proposals and maximize the efficiency of your design team with the Sunny Boy-US series, which provides a new level of flexibility in system design by offering:

- Hundreds of stringing configurations and multiple independent MPPTs
- SMA's proprietary OptiTrac™ Global Peak shade mitigation technology
- Diverse application options including on- and off-grid compatibility



**VALUE-DRIVEN SALES ENABLEMENT**

SMA wants to enable your sales team by arming them with an abundance of feature/benefit support. Show your customer the value of the Sunny Boy-US series by utilizing:

- Secure Power Supply, now with 2,000 W of opportunity power in the event of a grid outage, as an increased value-add or upsell opportunity
- SMA's 35 year history and status as the #1 global inverter manufacturer instills homeowners with peace of mind and the long-term security they demand from a PV investment
- An economical solution for shade mitigation and the challenges of complex roofs



**IMPROVED STOCKING AND ORDERING**

Ensure that your back-office business operations run smoothly and accurately while mitigating potential errors. The Sunny Boy-US series can help achieve cost savings in these areas by providing:

- An integrated DC disconnect that simplifies equipment stocking and allows for a single inverter part number
- All communications integrated into the inverter, eliminating the need to order additional equipment



**STREAMLINED INSTALLATION AND COMMISSIONING**

Expedite your operations in the field by taking advantage of the new Sunny Boy's installer-friendly feature set including:

- Direct access via smartphone and utilization of SMA's Installation Assistant, which minimizes time/labor spent in the field and speeds the path to commissioning
- Improved communication—no need to install additional equipment
- Integrated DC disconnect that simplifies onsite logistics and eliminates the need to install a separate disconnect unit, speeding overall installation time



**SUPERIOR SERVICE**

SMA understands the factors that contribute to lifetime PV ownership cost; that's why the Sunny Boy-US series was designed for maximum reliability and backstopped by an unmatched service offering. Benefit from:

- The new Sunny Boy's two-part enclosure concept that separates the connection unit from the power unit, which allows for simple, expedited servicing
- The #1 service team in the PV industry, as recognized by IMS research, with experience servicing an installed base of more than 40 GW

SMA America, Inc. All rights reserved. SMA America, Inc. is an Equal Opportunity Employer. SMA America, Inc. is an Equal Opportunity Employer. SMA America, Inc. is an Equal Opportunity Employer.

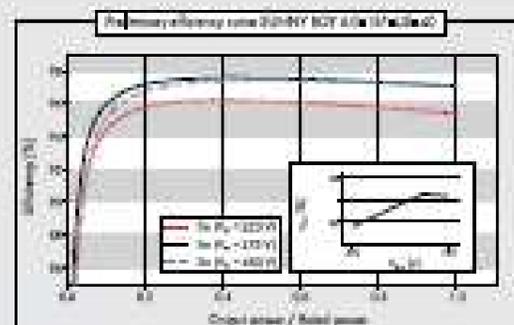
Technical data	Sunny Boy 3.0-US		Sunny Boy 3.6-US		Sunny Boy 5.0-US	
	661	667	667	667	667	667
<b>Input (DC)</b>						
Max. usable DC power	3100 W	3100 W	3420 W	4330 W	5100 W	5100 W
Max. DC voltage	600 V					
Rated MPPT voltage range	150 - 480 V		145 - 480 V		120 - 480 V	
MPPT operating voltage range			100 - 500 V			
Min. DC voltage / start voltage			100 V / 120 V			
Max. operating input current per MPPT	10 A					
Max. short circuit current per MPPT	16 A					
Number of MPPT tracker / string per MPPT tracker	2 / 1				2 / 1	
<b>Output (AC)</b>						
AC nominal power	3000 W	3000 W	3300 W	3800 W	5000 W	5000 W
Max. AC support power	3000 VA	3000 VA	3300 VA	3800 VA	5000 VA	5000 VA
Rated voltage / adjustable	208 V / ●	240 V / ●	208 V / ●	240 V / ●	208 V / ●	240 V / ●
AC voltage range	180 - 229 V	211 - 264 V	180 - 229 V	211 - 264 V	180 - 229 V	211 - 264 V
AC grid frequency	50 Hz / 60 Hz					
Max. output current	14.0 A	12.5 A	16.0 A	16.0 A	24.0 A	24.0 A
Power factor (cos φ)	1					
Output phases / line connection	1 / 3					
Harmonics	< 4 %					
<b>Efficiency</b>						
Max. efficiency	97.2 %	97.4 %	97.2 %	97.4 %	97.2 %	97.2 %
CDC efficiency	96 %	96.2 %	96.2 %	96.2 %	96.2 %	97 %
<b>Protection devices</b>						
DC reverse polarity protection	●					
DC reverse polarity protection	●					
Ground fault monitoring / GND monitoring	●					
AC short circuit protection	●					
AC short circuit protection	●					
AC fault circuit interrupter (MCB)	●					
Protection class / overvoltage category	1 / IV					
<b>General data</b>						
Dimensions (W / H / D) in mm (in)	505 x 730 x 199 (20.1 x 28.8 x 7.8)					
Packaging Dimensions (W / H / D) in mm (in)	600 x 800 x 300 (23.6 x 31.5 x 11.8)					
Weight	24 kg (52.9 lb)					
Packaging weight	30 kg (66.1 lb)					
Operating temperature range	-20°C - +40°C					
Noise emission (typical)	29 dBA					
Internal power consumption at night	< 5 W					
Topology	Transformerless					
Cooling concept	Convection					
<b>Features</b>						
Secure Power Supply	●					
Display (3 x 16 characters)	●					
Interfaces (Ethernet / WLAN)	● / ●					
Service module / External WLAN interface	□ / □					
Warranty 10 / 15 / 20 years	● / □ / □					
Certification and approvals	UL 1741, IEC 61998, IEC 61998, IEEE 1547, FCC Part 15 (Class B & E), CAN/CSA C22.2 107.1-1					
● Standard features - □ Optional features - □ Not available - Data is nominal conditions - NOTE: US version ship with grey lid.						
Type designation	SB3.0-US100-40	SB3.6-US100-40	SB5.0-US100-40			



Secure Power Supply



Ethernet/WLAN interface



Technical data	Sunny Boy 6.0-US		Sunny Boy 7.0-US		Sunny Boy 7.7-US	
	667	667	667	667	667	667
<b>Input (DC)</b>						
Max. usable DC power	5400 W	6000 W	6900 W	7200 W	6900 W	7500 W
Max. DC voltage	600 V					
Rated MPPT voltage range	120 - 480 V		145 - 480 V		170 - 480 V	
MPPT operating voltage range			100 - 500 V			
Min. DC voltage / start voltage			100 V / 120 V			
Max. operating input current per MPPT	10 A					
Max. short circuit current per MPPT	16 A					
Number of MPPT tracker / string per MPPT tracker	2 / 1				2 / 1	
<b>Output (AC)</b>						
AC nominal power	6000 W	6000 W	6600 W	7000 W	6600 W	7000 W
Max. AC support power	6000 VA	6000 VA	6600 VA	7000 VA	6600 VA	7000 VA
Rated voltage / adjustable	208 V / ●	240 V / ●	208 V / ●	240 V / ●	208 V / ●	240 V / ●
AC voltage range	180 - 229 V	211 - 264 V	180 - 229 V	211 - 264 V	180 - 229 V	211 - 264 V
AC grid frequency	50 Hz / 60 Hz					
Max. output current	25.0 A	25.0 A	32.0 A	29.2 A	30.0 A	31.0 A
Power factor (cos φ)	1					
Output phases / line connection	1 / 3					
Harmonics	< 4 %					
<b>Efficiency</b>						
Max. efficiency	97.2 %	97.4 %	97.1 %	97.2 %	97.1 %	97.2 %
CDC efficiency	96.2 %	97 %	96.2 %	97 %	96.2 %	97 %
<b>Protection devices</b>						
DC reverse polarity protection	●					
DC reverse polarity protection	●					
Ground fault monitoring / GND monitoring	●					
AC short circuit protection	●					
AC short circuit protection	●					
AC fault circuit interrupter (MCB)	●					
Protection class / overvoltage category	1 / IV					
<b>General data</b>						
Dimensions (W / H / D) in mm (in)	505 x 730 x 199 (20.1 x 28.8 x 7.8)					
Packaging Dimensions (W / H / D) in mm (in)	600 x 800 x 300 (23.6 x 31.5 x 11.8)					
Weight	24 kg (52.9 lb)					
Packaging weight	30 kg (66.1 lb)					
Operating temperature range	-20°C - +40°C					
Noise emission (typical)	24 dBA		27 dBA			
Internal power consumption at night	< 5 W					
Topology	Transformerless		Full			
Cooling concept	Convection		Fan			
<b>Features</b>						
Secure Power Supply	●					
Display (3 x 16 characters)	●					
Interfaces (Ethernet / WLAN)	● / ●					
Service module / External WLAN interface	□ / □					
Warranty 10 / 15 / 20 years	● / □ / □					
Certification and approvals	UL 1741, IEC 61998, IEC 61998, IEEE 1547, FCC Part 15 (Class B & E), CAN/CSA C22.2 107.1-1					
● Standard features - □ Optional features - □ Not available - Data is nominal conditions - NOTE: US version ship with grey lid.						
Type designation	SB6.0-US100-40	SB7.0-US100-40	SB7.7-US100-40			

## SAME NAME, NEW GAME

The Sunny Boy 3.0-US through 7.7-US are once again raising the bar by offering improved performance, enhanced features, and most importantly, an economical approach to residential solar. Your business model is a value chain. The new Sunny Boy-US series can help you stay competitive in an increasingly price sensitive residential market by driving down costs across all of your business operations.

