



DIVISIÓN Y CIENCIAS Y ARTES PARA EL DISEÑO
Especialización, Maestría y Doctorado en diseño

Diseño y Evaluación Bioclimática para Museo del Agua en el municipio de Tecámac, Estado de México

Arq. Iván Ramírez Sánchez

Trabajo terminal para optar por el
Diploma de Especialización en Diseño Ambiental
en el Área de Arquitectura Bioclimática

Director:
Dr. Héctor Valerdi Madrigal
Codirectores
Mtra. Verónica Huerta Velázquez

Ciudad de México
Enero de 2023

INTRODUCCIÓN:

El municipio de Tecámac en el Estado de México actualmente cuenta con 2 plantas de tratamiento de aguas residuales que son operadas por el sistema ODAPAS, una ubicada dentro del complejo deportivo “Estado de México” que le provee de agua para riego y mantenimiento de áreas verdes dentro de la misma y la otra se localiza dentro del parque ecológico y deportivo “Sierra Hermosa” que suministra agua tratada para la laguna ubicada dentro del parque.

En colaboración de alumnos del posgrado en diseño bioclimático de la Universidad Autónoma metropolitana unidad Azcapotzalco con el municipio de Tecámac, se desarrollará el diseño del “Museo del Agua” como proyecto de aplicación de los conocimientos adquiridos por parte del estudiante durante la especialización en diseño ambiental, área de arquitectura bioclimática,

Las autoridades municipales de Tecámac hacen mención que son uno de los pocos municipios que cuentan con 2 plantas tratadoras de agua residuales rehabilitadas y funcionales, por lo tanto, requieren de un espacio arquitectónico donde se realice las siguientes actividades: difusión de la cultura del agua y funcionamiento de las plantas tratadoras. El espacio contara con un diseño y características bioclimáticas adaptadas al clima del sitio. Contará con 5 salas de exhibición permanente con las temáticas siguientes: sala 1 Ciclo del agua, sala 2: Agua potable, sala 3: Cultura del agua, sala 4 Aguas residuales, sala 5: Tratamiento del agua. Además de un auditorio con capacidad de más 233 usuarios además de un edificio administrativo que albergara un laboratorio para análisis de muestras, sala de juntas, cocina y comedor para empleados.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN:	2	2.8 PRECIPITACIÓN Y EVAPORACIÓN	36
CAPÍTULO 1: ANÁLISIS DE SITIO	9	2.9. CARTAS PSICROMÉTRICAS.....	37
1.1. LOCALIZACIÓN:.....	10	2.10. ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS	40
1.2. TOPOGRAFÍA.....	12	CAPÍTULO 3: PROPUESTA DE ANTEPROYECTO ARQUITECTÓNICO	41
1.3. TIPO DE SUELO (EDAFOLOGÍA)	13	3.1. ESTADO ACTUAL DEL PREDIO	42
1.4. USO DE SUELO Y VEGETACIÓN.....	14	3.2. PROGRAMA ARQUITECTÓNICO	44
1.5. HIDROGRAFÍA	15	3.3. PLANOS ARQUITECTÓNICOS	45
1.6. INFRAESTRUCTURA	16	3.4 MAQUETA DE LA PRIMER PROPUESTA.....	54
1.6.1. INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA.....	16	4.1. ANÁLISIS DE ASOLEAMIENTO	57
1.6.2. INFRAESTRUCTURA SANITARIA.....	16	4.1.1 PENETRACIONES SOLARES.....	58
1.6.3. INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA	16	4.1.2. ÁNGULOS OBTENIDOS EN GRÁFICAS SOLARES ESTEREOGRAFICAS	67
1.6.4. INFRAESTRUCTURA VIAL.....	18	4.1.2. DISEÑO DE DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN SOLAR.....	69
1.7. EQUIPAMIENTO URBANO	19	4.1.3 PRUEBAS EN HELIODÓN.....	71
1.7.1. UNIDADES MÉDICAS.....	19	4.2.1. COMPORTAMIENTO EN DESIGN BUILDER.....	73
1.7.2. EDUCACIÓN	19	4.2.2. COMPORTAMIENTO EN ENERHABITAT	82
1.7.3. CULTURA.....	20	4.3. ANALISIS DE VIENTO	96
1.7.4. DEPORTE	20	4.4. ANALISIS DE ILUMINACIÓN	98
1.8. ZONAS DE RIESGOS.....	22	4.4.1 ILUMINACIÓN NATURAL EN DYNAMIC DAYLIGHTING DE ANDREW MARS	98
1.9. POBLACIÓN	23	4.4.2 CIELO ARTIFICIAL	103
1.10. ACTIVIDADES ECONÓMICAS.....	24	4.4.3. CÁLCULO DE ILUMINACIÓN ARTIFICIAL EN DIALUX.....	107
1.11. HISTORIA DEL MUNICIPIO	25	4.4.4. CÁLCULO DE ILUMINACIÓN NATURAL EN DIALUX	115
CAPÍTULO 2: ANÁLISIS DEL CLIMA	26	4.4.4. EFICIENCIA ENERGÉTICA	121
2.1. CLIMA.....	27	4.5 ANÁLISIS ACÚSTICO	124
2.2 TEMPERATURA.....	27	4.5.1 UBICACIÓN DE FUENTES SONORAS.....	125
2.2.1 TEMPERATURA NEUTRA MENSUAL.....	27	4.5.2 IDENTIFICACIÓN DE BARRERAS.....	126
2.3 TEMPERATURAS HORARIAS	28	4.5.4: DEFINICIÓN DE VOLUMEN DE ESPACIOS, CÁLCULO DE ABSORCIÓN SONORA TOTAL, CÁLCULO DE TIEMPO DE REVERBERACIÓN	128
2.3 HUMEDAD RELATIVA.....	29	4.6 ECOTECNOLOGÍAS	131
2.4 VELOCIDAD DEL VIENTO	30	4.5.1. CALENTADOR SOLAR.....	131
2.4.1. ORIGEN Y VELOCIDADES DEL VIENTO POR MES	31	4.5.2. CELDAS FOTOVOLTAICAS.....	132
2.5 NUBOSIDAD.....	32	4.5.3. CAPTACIÓN DE AGUAS PLUVIALES.....	133
2.6 RADIACIÓN SOLAR	33	4.5.4. SUELO RADIANTE	136
2.7 ILUMINACIÓN.....	35	4.5.5. DISPOSITIVOS AHORRADORES DE AGUA POTABLE	137

4.6 PALETA VEGETAL.....

139

CAPITULO 5: NORMATIVA APLICABLE AL PROYECTO

141

5.1 NORMAS NACIONALES E INTERNACIONALES OBLIGATORIAS.....

142

5.1.1 NORMAS INTERNACIONALES

142

5.1.2 NORMAS NACIONALES

142

5.2 NORMAS NACIONALES VOLUNTARIAS

142

5.3 NORMAS ESTATALES PARA EL ESTADO DE MÉXICO.....

142

CONCLUSIONES:.....

143

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

144

INDICE DE IMAGENES

Carta psicrométrica 1 Enero.....	37	Gráfica 1 Temperaturas mensuales.....	27
Carta psicrométrica 2 Febrero.....	37	Gráfica 2 Rangos de temperatura.....	28
Carta psicrométrica 3 Marzo	37	Gráfica 3 Humedad relativa	29
Carta psicrométrica 4 Abril	37	Gráfica 4 Velocidad del viento en m/s.....	30
Carta psicrométrica 5 Mayo.....	38	Gráfica 5: Vientos dominantes mensuales.....	31
Carta psicrométrica 6 Junio.....	38	Gráfica 6 Nubosidad	32
Carta psicrométrica 7 Julio	38	Gráfica 7 Radiación solar.....	34
Carta psicrométrica 8 Agosto	38	Gráfica 8 Niveles de iluminación.....	35
Carta psicrométrica 9 Septiembre	39	Gráfica 9: Precipitación anual	36
Carta psicrométrica 10 Octubre.....	39	Gráfica 10 Estereográficas con temperaturas horarias.....	57
Carta psicrométrica 11 Noviembre	39	Gráfica 11 Comportamiento térmico para el mes de enero	76
Carta psicrométrica 12 Diciembre	39	Gráfica 12 Comportamiento térmico para el mes de febrero	76
		Gráfica 13 Comportamiento térmico para el mes de marzo.....	77
Fotografía 1 Vista hacia el noroeste del sitio.....	42	Gráfica 14 Comportamiento térmico para el mes de abril.....	77
Fotografía 2 Vista hacia el sur del sitio.....	42	Gráfica 15 Comportamiento térmico para el mes de mayo.....	78
Fotografía 3 Visita hacia el norte del sitio.....	43	Gráfica 16 Comportamiento para el mes de junio.....	78
Fotografía 4 Vista hacia el oeste del sitio	43	Gráfica 17 Comportamiento térmico para el mes de julio	79
Fotografía 5 Fachada este de la maqueta.....	54	Gráfica 18 Comportamiento térmico para el mes de agosto.....	79
Fotografía 6 Fachada oeste de la maqueta.....	54	Gráfica 19 Comportamiento térmico para el mes de septiembre	80
Fotografía 7 Fachada sur de la maqueta	54	Gráfica 20 Comportamiento térmico para el mes de octubre.....	80
Fotografía 8 Fachada norte de la maqueta	54	Gráfica 21 Comportamiento térmico para el mes de noviembre	81
Fotografía 9 Fachada de auditorio	55	Gráfica 22 Comportamiento térmico para el mes de diciembre	81
Fotografía 10 Fachada de edificio administrativo	55	Gráfica 23 Comportamiento térmico durante el mes de enero	83
Fotografía 11 Vista aérea de la maqueta	55	Gráfica 24 Comportamiento térmico durante el mes de febrero	83
Fotografía 12 Perspectiva de la maqueta.....	55	Gráfica 25 Comportamiento térmico durante el mes de marzo.....	84
Fotografía 13 Penetración solar en fachada sur durante solsticio de invierno a las 9 am.....	71	Gráfica 26 Comportamiento térmico durante el mes de abril.....	84
Fotografía 14 Penetración solar en fachada sur durante solsticio de invierno a las 12 pm.....	71	Gráfica 27 Comportamiento térmico para el mes de mayo.....	85
Fotografía 15 Penetración solar en fachada sur durante solsticio de invierno a las 5 pm.....	71	Gráfica 28 Comportamiento térmico para el mes de junio	85
Fotografía 16 Penetración solar en fachada sur durante equinoccios a las 10 am	71	Gráfica 29 Comportamiento térmico para el mes de julio	86
Fotografía 17 Penetración solar en fachada sur durante equinoccios a las 2 pm	72	Gráfica 30 Comportamiento térmico para el mes de agosto.....	86
Fotografía 18 Penetración solar en fachada oeste durante solsticio de verano a las 2 pm.....	72	Gráfica 31 Comportamiento térmico para el mes de septiembre	87
Fotografía 19 Penetración solar en fachada norte durante solsticio de verano a las 9 am	72	Gráfica 32 Comportamiento térmico durante el mes de octubre.....	87
Fotografía 20 penetración solar en fachada norte durante solsticio de verano a las 12 pm.....	72	Gráfica 33 Comportamiento térmico durante el mes de noviembre	88
Fotografía 21 Maqueta de estudio lumínico	105	Gráfica 34 Comportamiento térmico durante el mes de diciembre	88
Fotografía 22 Medición con luxómetro dentro del cielo artificial	105	Gráfica 35 Comportamiento térmico de fachada sur en el mes de enero	89
Fotografía 23 Interior de sala 5	106	Gráfica 36 Comportamiento térmico de la fachada sur en el mes de febrero	90
Fotografía 24 Interior sala 1	106	Gráfica 37 Comportamiento térmico de la fachada sur en el mes de marzo	90
Fotografía 25 Interior sala 2	106	Gráfica 38 Comportamiento térmico de la fachada sur en el mes de abril.....	91
Fotografía 26 Interior vestíbulo.....	106	Gráfica 39 Comportamiento térmico de la fachada sur en el mes de mayo.....	91
Fotografía 27 Interior vestíbulo.....	107	Gráfica 40 Comportamiento térmico de la fachada sur en el mes de junio.....	92
Fotografía 28) Sala de exhibición en museo barroco internacional.....	123	Gráfica 41 Comportamiento térmico de la fachada sur en el mes de julio	92
		Gráfica 42 Comportamiento térmico de la fachada sur en el mes de agosto.....	93
		Gráfica 43 Comportamiento térmico de la fachada sur en el mes de septiembre.....	93

Gráfica 44 Comportamiento térmico de la fachada sur en el mes de octubre	94	Imagen 26 Isométrico de la sala 1 a las 12 hrs.....	101
Gráfica 45 Comportamiento térmico de la fachada sur en el mes de noviembre	94	Imagen 27 Vista en planta de sala 1 a las 9 hrs	101
Gráfica 46 Comportamiento térmico de la fachada sur durante el mes de diciembre	95	Imagen 28 Vista en planta de sala 1 a las 12 hrs	102
Gráfica 47: Niveles de radiación solar horaria para los solsticios de verano e invierno	99	Imagen 29 Vista en planta de sala 1 a las 17 hrs	102
Gráfica 48 Iluminación dinámica en verano a las 9, 12 y 17 hrs	100	Imagen 30 Isométrico de planta 1 a las 12 hrs	102
Gráfica 49 Iluminación dinámica para el solsticio de invierno a las 9, 12 y 17 hrs	101	Imagen 31 Niveles alcanzados en cielo artificial durante mediciones	103
Gráfica 50 Niveles de lux en planta.....	104	Imagen 32 Escala de temperatura de color en °K	107
Gráfica 51 Niveles de lux en 3D	104	Imagen 33 Ficha técnica de luminarias.....	108
Gráfica 52 Factor de luz diurna en planta	105	Imagen 34 Niveles de iluminación en vestíbulo	109
Gráfica 53 Factor de luz diurna en planta 3D	105	Imagen 35 Niveles de iluminación usando colores falsos en vestíbulo	110
Gráfica 54: Niveles de iluminación natural y artificial en vestíbulo durante los equinoccios.....	121	Imagen 36 Render de vestíbulo y baños	110
Gráfica 55: Niveles de iluminación natural y artificial en vestíbulo durante el solsticio de verano.....	121	Imagen 37 Render de iluminación en vestíbulo	110
Gráfica 56: Niveles de iluminación natural y artificial en vestíbulo durante solsticio de invierno	121	Imagen 38 Render de iluminación en del vestíbulo	111
Gráfica 57: Niveles de iluminación natural y artificial en salas durante los equinoccios.....	122	Imagen 39 Render de iluminación en baños.....	111
Gráfica 58: Niveles de iluminación natural y artificial en salas durante solsticio de verano	122	Imagen 40 Ficha técnica de luminarias usadas en salas de exhibición	112
Gráfica 59: Niveles de iluminación natural y artificial en salas durante solsticio de invierno	122	Imagen 41 Vista en planta de iluminación artificial en salas	113
Gráfica 60 Comparación del ahorro energético usando calentadores solares	131	Imagen 42 Niveles de iluminación en sala 1 usando colores falsos	114
Imagen 1 Análisis de penetración solar en ventanas de la fachada sur del museo	67	Imagen 43 Niveles de iluminación en sala 1	114
Imagen 2 Análisis de penetración solar en ventanas de la fachada norte del museo	67	Imagen 44 Equinoccios a las 9 am	115
Imagen 3 Análisis para ventanas de la fachada oeste Fuente	68	Imagen 45 Solsticio de verano a las 9 am	115
Imagen 4 Análisis para ventanas de la fachada este	68	Imagen 46 Solsticio de invierno a las 9 am.....	115
Imagen 5 Penetraciones solares en cortes por fachadas sur y norte	69	Imagen 47 Render de iluminación natural a las 9 am	115
Imagen 6 Isométrico de dispositivos de protección solar en ventanas de fachadas norte, sur y oeste	69	Imagen 48 Equinoccios a las 12 pm	116
Imagen 7 Penetraciones solares en cortes por fachada en muros interiores	69	Imagen 49 Solsticio de verano a las 12 pm	116
Imagen 8 Isométrico de dispositivos de protección solar en ventanas de muros interiores	70	Imagen 50 Equinoccios a las 5 pm	117
Imagen 9 Penetraciones solares en fachada este.....	70	Imagen 51 Solsticio de verano a las 5 pm	117
Imagen 10 Penetraciones solares en fachada oeste.....	70	Imagen 52 Solsticio de invierno a las 5 pm.....	117
Imagen 11 Isométrico de dispositivo de protección solar para ventanas de fachada oeste	70	Imagen 53 Render de iluminación natural en solsticio de invierno a las 5 pm.....	117
Imagen 12 Detalle constructivo en muro del vestíbulo	73	Imagen 54 Equinoccios a las 9 am	118
Imagen 13 Detalle constructivo en losa del vestíbulo.....	74	Imagen 55 Solsticio de verano a las 9 am	118
Imagen 14 Fachada este.....	75	Imagen 56 Solsticio de invierno a las 9 am.....	118
Imagen 15 Fachada oeste.....	75	Imagen 57 Render de iluminación natural en solsticio de verano a las 9 am	118
Imagen 16 Fachada sur	75	Imagen 58 Equinoccios a las 12 pm	119
Imagen 17 Fachada norte	75	Imagen 59 Solsticio de verano a las 12 pm	119
Imagen 18 Efecto del viento sobre la fachada sur.....	96	Imagen 60 Solsticio de invierno a las 12 pm.....	119
Imagen 19 Efecto del viento sobre la azotea.....	96	Imagen 61 Render de iluminación natural en solsticio de verano a las 12 pm	119
Imagen 20 Efecto del viento sobre la fachada este	97	Imagen 62 Equinoccios a las 5 pm	120
Imagen 21 Efecto del viento en la fachada oeste.....	97	Imagen 63 Solsticio verano a las 5 pm	120
Imagen 22 Zona de estudio de confort lumínico en el museo	99	Imagen 64 Solsticio de invierno a las 5 pm.....	120
Imagen 23 Vista en planta de sala 1 a las 9 hrs.....	100	Imagen 65 Render de iluminación natural en solsticio de invierno a las 5 pm.....	120
Imagen 24 Vista en planta de sala 1 a las 12 hrs.....	100	Imagen 66 Plafón.....	127
Imagen 25 Vista en planta de sala 1 a las 17 hrs.....	100	Imagen 67 Panel difusor para plafón	127
		Imagen 68 panel difusor para muro	127
		Imagen 69 Material para firme en auditorio	127

Imagen 70 Detalle de la isóptica del auditorio	129
Imagen 71 Plano de panóptica en el auditorio	129
Imagen 72 Vista al escenario desde la séptima fila de asientos	130
Imagen 73 Vista hacia las butacas desde el escenario	130
Imagen 74 Vista hacia escenario desde el pasillo derecho	130
Imagen 75 Resultado del cálculo para calentador solar	131
Imagen 76 Ficha técnica panel solar	132
Imagen 77 Corte por fachada de bajada pluvial	134
Imagen 78 Isométrico medidas de cisterna	135
Imagen 79 Ubicación de cisterna en el museo	135
Imagen 80 Ejemplo de suelo radiante	136
Imagen 81 Detalle de distribución de líneas de flujo en piso de sala 1	136
Imagen 82 Modelo de mingitorio propuesto	137
Imagen 83 Modelo de WC propuesto	137
Imagen 84 Modelo de llave para lavabo propuesta	138
Imagen 85 Modelo de llave para tarja	138
Mapa 1 Ubicación del Edomex en México	10
Mapa 2 Ubicación de Tecámac en el Estado de México	10
Mapa 3 Ubicación del sitio dentro del municipio	11
Mapa 4 Ubicación del predio dentro del parque "Sierra Hermosa"	11
Mapa 5 Topografía del sitio Esc. 1:50,000	12
Mapa 6 Topografía del sitio Esc. 1:20,000	12
Mapa 7 Edafología del sitio Esc. 1:20,000	13
Mapa 8 Uso de suelo y tipo de vegetación del sitio Esc. 1:50,000	14
Mapa 9 Hidrografía del sitio Esc. 1:50,000 Fuente	15
Plano 1 Localización	45
Plano 2 Topográfico	46
Plano 3 Conjunto	47
Plano 4 Arquitectónico museo	48
Plano 5 Arquitectónicos auditorio y administrativo	49
Plano 6 Azotea museo	50
Plano 7 Azotea auditorio y administrativo	51
Plano 8 Fachadas y cortes generales	52
Plano 9 Cortes por fachada	53
Plano 10 Motea solsticio de invierno 9 am	58
Plano 11 Motea solsticio de invierno 12 pm	59
Plano 12 Motea solsticio de invierno 15 hrs	60
Plano 13 Motea equinoccios 9 hrs	61
Plano 14 Motea equinoccios 12 hrs	62
Plano 15 Motea equinoccios 15 hrs	63
Plano 16 Motea solsticio de verano 9 hrs	64
Plano 17 Motea solsticio de verano 12 hrs Fuente (Ramírez Iván, 2023)	65

Plano 18 Motea solsticio de verano 15 hrs	66
Plano 19 Ubicación de luminarias en losa y muros del vestíbulo	108
Plano 20 Ubicación de luminarias en salas de exhibición	111
Plano 21 Niveles de iluminación en salas usando colores falsos	113
Plano 22 Planta arquitectónica del auditorio	124
Plano 23 Corte X-X' mostrando la geometría acústica en los plafones del auditorio	128
Plano 24 Área de captación pluvial en el museo	133
Plano 25 Ubicación de especies vegetales en el predio	140

Simbología 1 Edafología del sitio	13
Simbología 2 Uso de suelo y vegetación	14
Simbología 3 Tipos de cuerpos de agua Fuente	15
Simbología 4 Infraestructura	17
Simbología 5 Tipos de vialidades	18
Simbología 6 Estructura urbana actual Fuente	21
Simbología 7 Zonas de riesgos	22

Tabla 1 Infraestructura de salud en el municipio	19
Tabla 2 Infraestructura educativa en el municipio	19
Tabla 3 Infraestructura deportiva en el municipio	20
Tabla 4 Infraestructura deportiva en el municipio (continuación)	21
Tabla 5 Evolución de la población de Tecámac	23
Tabla 6 Pirámide poblacional de Tecámac	23
Tabla 7 Nivel de estudios de la población de Tecámac	23
Tabla 8 Porcentaje de las actividades económicas de la población	24
Tabla 9 Población por sector de actividad económica	24
Tabla 10 Temperatura neutra mensual y zonas de confort inferior y superior Fuente	27
Tabla 11: Temperaturas horarias	28
Tabla 12 Escala cromática de temperaturas horarias	28
Tabla 13 Nubosidad	32
Tabla 14 Radiación solar horaria	33
Tabla 15 Radiación solar total horaria	33
Tabla 16 Tabla cromática de radiación solar	33
Tabla 17 Precipitación y Evaporación del sitio	36
Tabla 18 Estrategias de diseño bioclimático a utilizar según cartas psicrométricas mensuales	40
Tabla 19: Programa arquitectónico propuesto	44
Tabla 20 Sistema constructivo muros	73
Tabla 21 Sistema constructivo en losas	74
Tabla 22 Valores térmicos en losas	82
Tabla 23 Valores térmicos en muros	82
Tabla 24 Niveles de iluminación según normativa CIE, NOM 025 y Reglamento de construcciones Cdmx	98
Tabla 25 Niveles de iluminación registrados	103

Tabla 26 Factor de luz.....

104

Tabla 27: Lista de Luminarias usadas en vestíbulo y baños

107

Tabla 28: Niveles de iluminación artificial alcanzados en cada espacio.....

109

Tabla 29 Lista de luminarias usadas en salas de exhibición

112

Tabla 30: Niveles de iluminación obtenidos en cálculo en DIALux.....

112

Tabla 31: Consumo energético anual del vestíbulo Fuente

122

Tabla 32: Consumo energético anual de las salas de exposición

123

Tabla 33 Cálculos de absorción y reverberación.....

128

Tabla 34 Consumo de energía eléctrica en kWh/m2.....

132

Tabla 35 Precipitación mensual en Tecámac.....

133

Tabla 36 Calculo de demanda.....

134

Tabla 37 Determinación de la precipitación

134

Tabla 38 Determinación de volumen de cisterna

135

Tabla 39 Especificaciones técnicas del mingitorio

137

Tabla 40 Especificaciones técnicas de llave economizadora

138

Tabla 41 Especificaciones técnicas de llave para tarja

138

Tabla 42 Paleta vegetal usada en el museo

139

CAPÍTULO 1: ANÁLISIS DE SITIO

1.1. LOCALIZACIÓN:

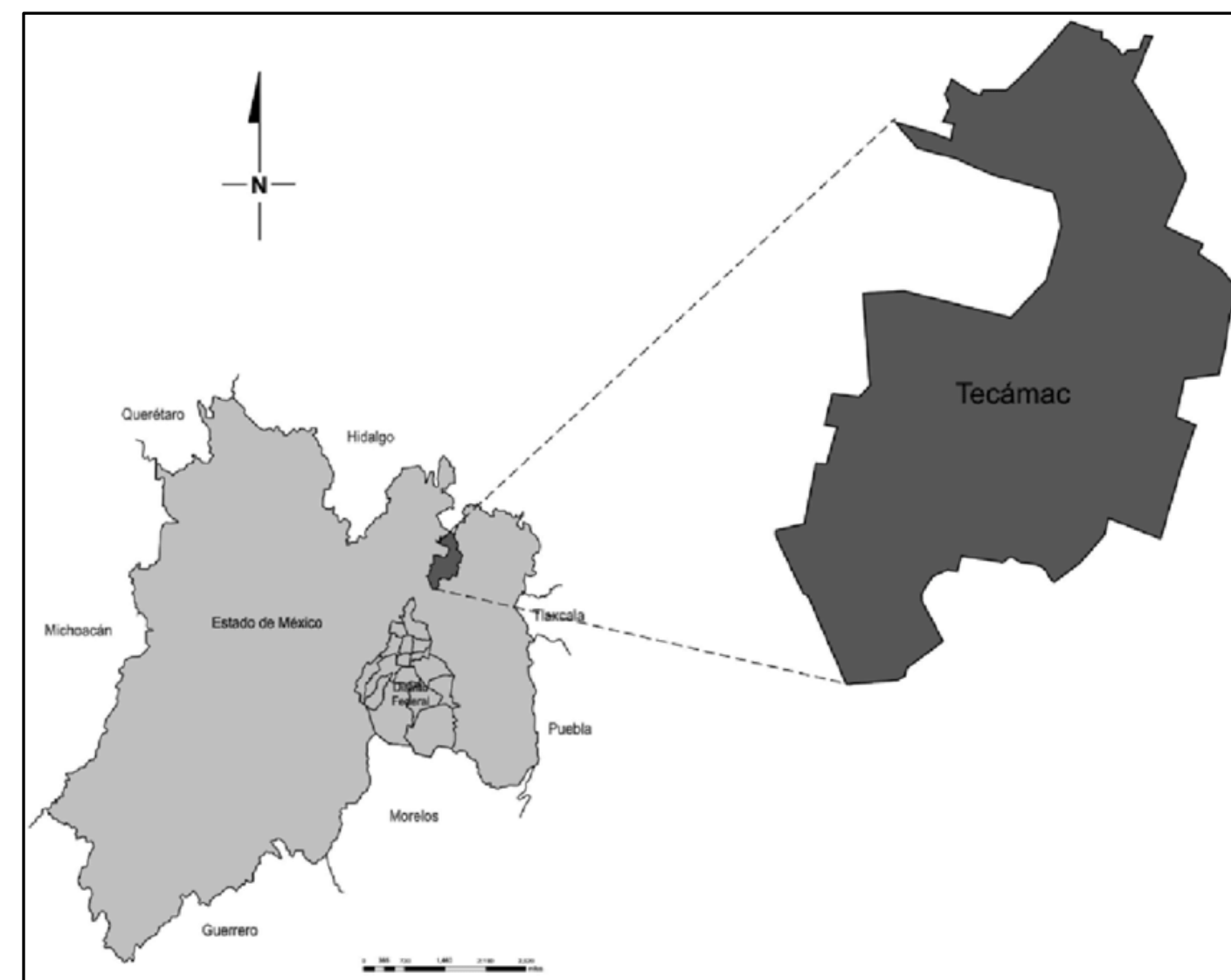
El sitio de estudio se localiza en Carretera Federal México – Pachuca Deportivo, Km. 38, Sierra Hermosa, 55740 Tecámac de Felipe Villanueva, Estado de México, México, la ubicación geográfica es 19°41'35" N y 98°59'38.48" O, altitud 2,245 MSNM.

Tecámac es un municipio conurbado del Estado de México; ubicado al norte del mismo, a 108 km de la ciudad de Toluca, capital del mismo; y a 38.5 km de la Ciudad de México. Forma parte de la Zona Metropolitana del Valle de México, cuenta con una extensión de 156.9 km², representando el 0.70% de la superficie del estado.

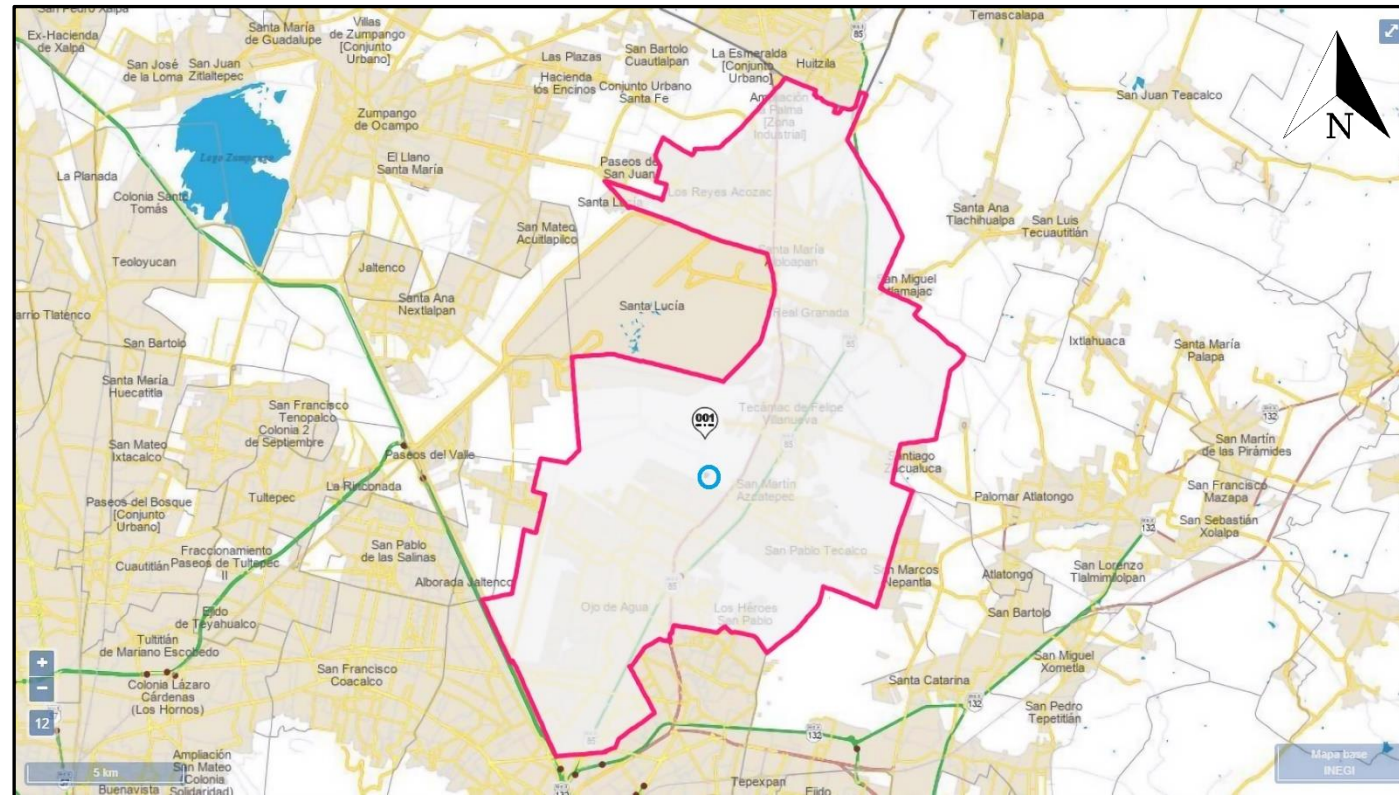
Colinda al norte con el Estado de Hidalgo, al sur con los municipios de Ecatepec de Morelos, Acolman y Coacalco de Berriozábal, al oeste con los municipios de Zumpango, Nextlalpan, Jaltenco, Tultitlán y Coacalco de Berriozábal, al este con los municipios de Temascalapa, Teotihuacan y al norte con Tizayuca. Su cabecera es Tecámac de Felipe Villanueva.



Mapa 1 Ubicación del Edomex en México
Fuente (Wikipedia, 2023)

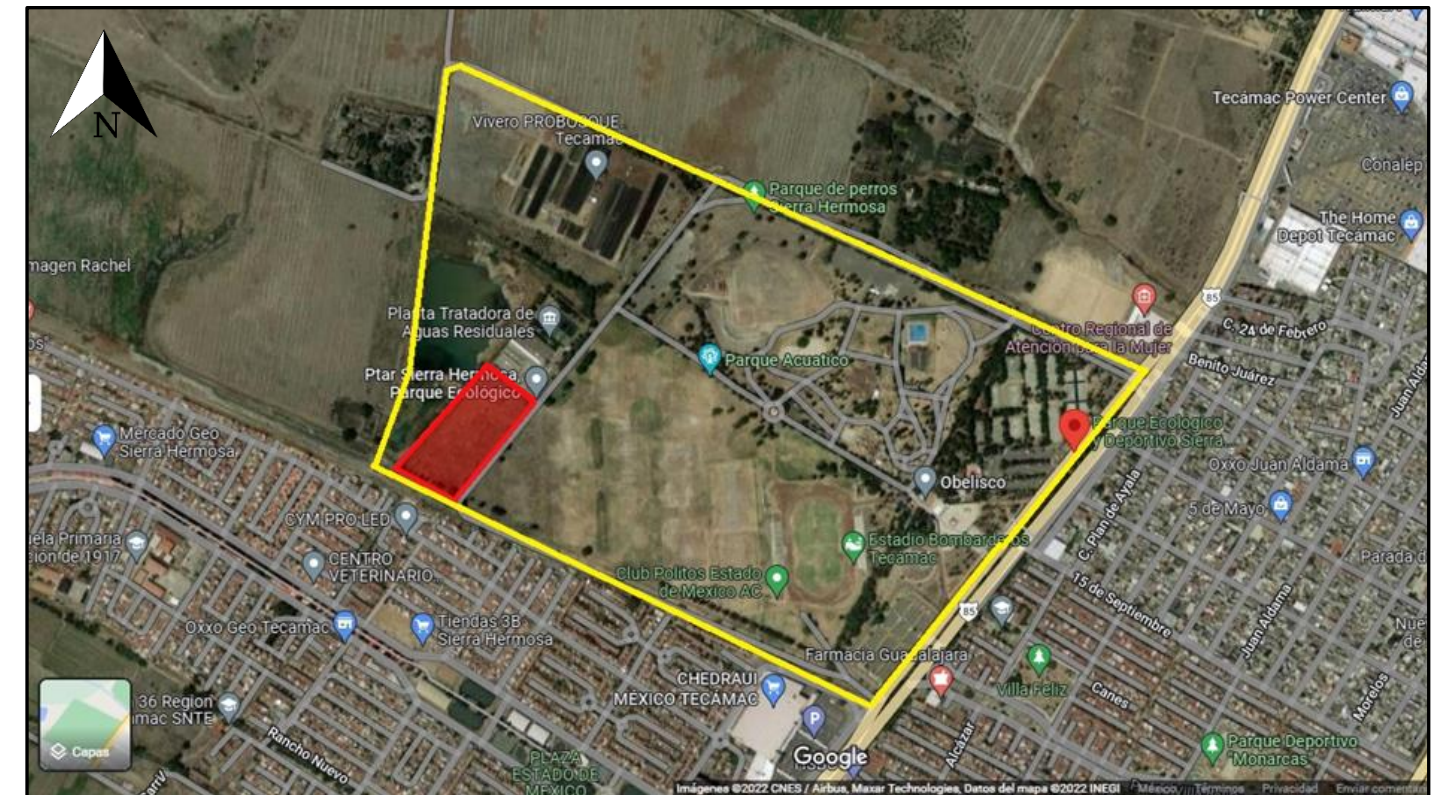


Mapa 2 Ubicación de Tecámac en el Estado de México
Fuente (researchgate, 2022)



Mapa 3 Ubicación del sitio dentro del municipio
Fuente (INEGI, 2023)

El mapa 3 nos indica la localización del predio dentro del municipio de Tecámac donde se desarrollará el proyecto del museo del agua, el cual se representa por un círculo azul. Se observa en el mapa 4 la ubicación del predio con un perímetro color rojo dentro del parque ecológico “Sierra Hermosa” delimitado por el perímetro amarillo. El museo se ubicará en la parte sur de la planta tratadora y en la parte sureste de la laguna que alberca las aguas tratadas en la planta.



Mapa 4 Ubicación del predio dentro del parque "Sierra Hermosa"
Fuente (Google Maps, 2022)

1.2. TOPOGRAFÍA

Las principales elevaciones cercanas a Tecámac son el Cerro Chinoautla (2,589 msnm) que se encuentra a 5.38 km al Sureste del parque y los cerros Nixcoyo (2.377 msnm), Clacateipa (2,359 msnm) y los cerros sin nombre 1 y 2 (2,409 msnm y 2,565 msnm) respectivamente, ubicados a 7,93 km al Este del parque.



Mapa 5 Topografía del sitio Esc. 1:50,000
Fuente (INEGI, 2022)

Se observa que el perfil topográfico del predio es plano en su totalidad con pendientes del 1 al 2 por ciento orientadas hacia al sur.



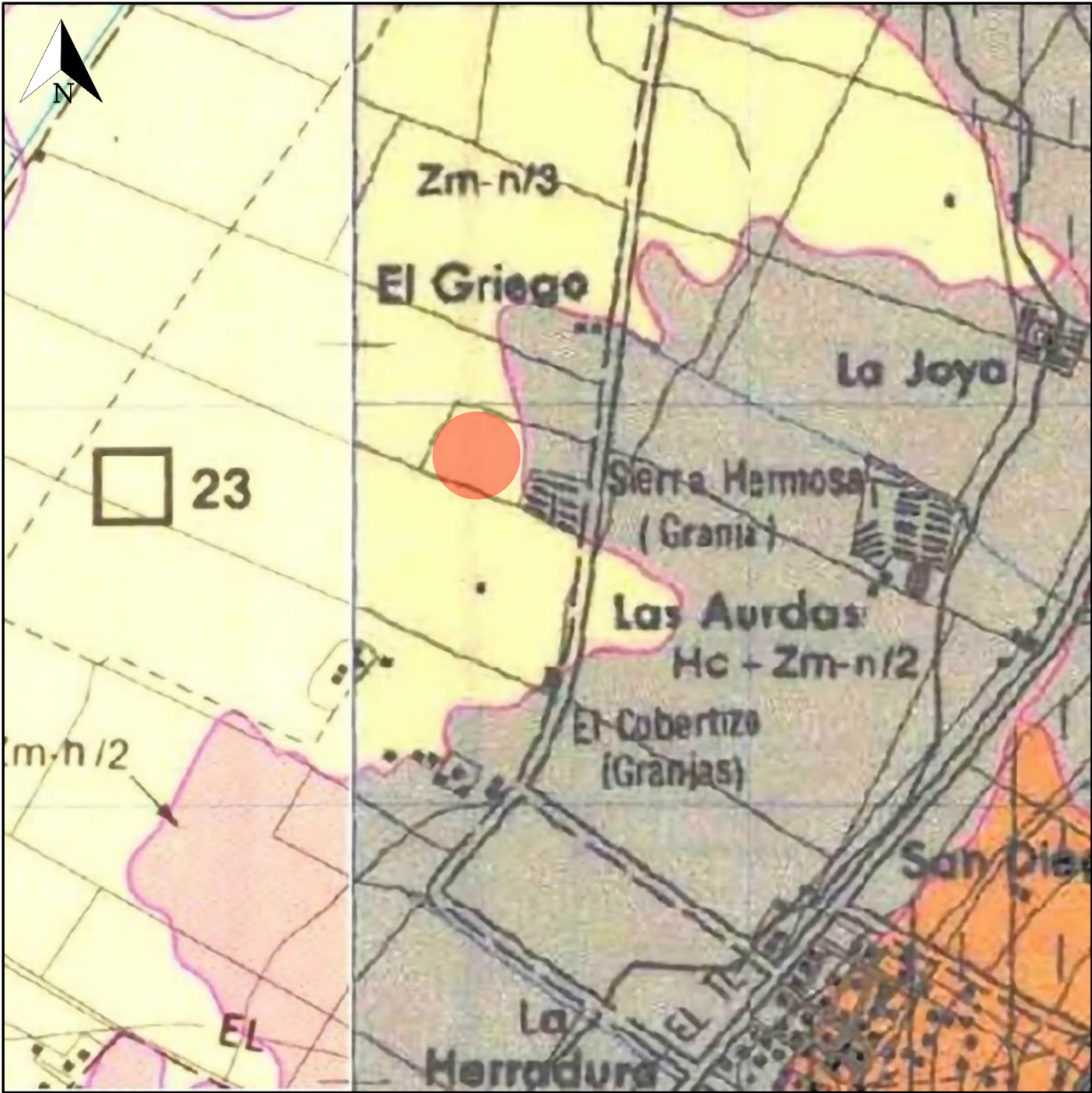
Mapa 6 Topografía del sitio Esc. 1:20,000
Fuente (INEGI, 2022)

1.3. TIPO DE SUELO (EDAFOLOGÍA)

Como resultado del análisis del suelo mediante las cartas edafológicas del INEGI se llegó a la conclusión de que el predio ubicado con el círculo rojo cuenta con suelo del tipo SOLONCHAK, subtipo MOLICO, fase química sódica con clase textual fina ($Zm-n/3$), suelo que debido a la salinidad representa limitaciones para la agricultura, asimismo es un suelo corrosivo y disperso, por lo cual presenta restricciones para el uso urbano, también limita al Norte, Sur y Oeste, a excepción del Este donde el tipo de suelo es LITOSOL, subtipo CALCARICO + MOLICO, fase química sódica con clase textual media ($Hc+Zm-n/2$), suelo que es apto para el uso agrícola, en tanto que para el uso urbano depende de la pendiente donde se encuentre.

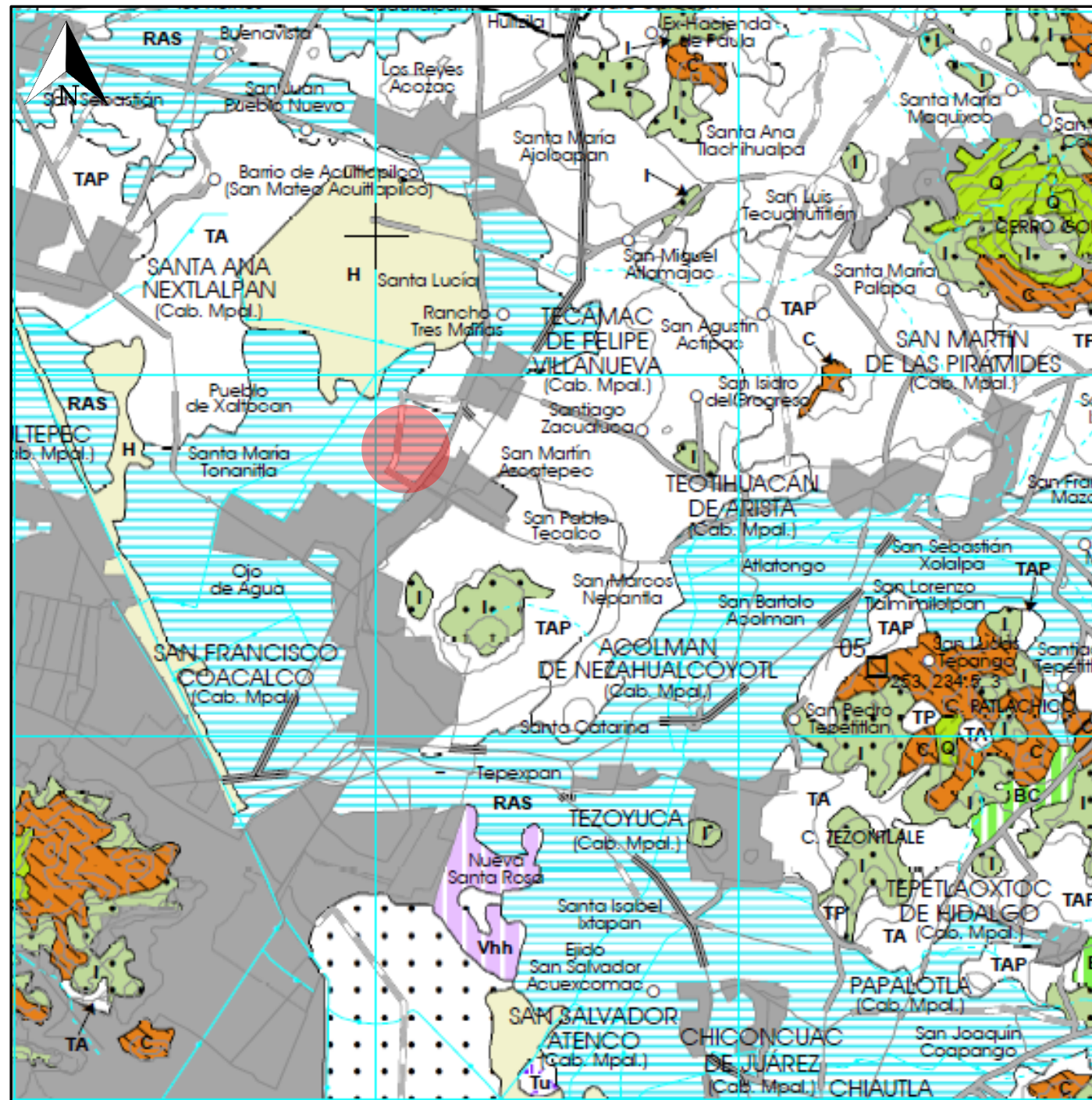
SIMBOLOGÍA	
SOLONCHAK	Z
GLEYICO	Zg
MOLICO	Zm
ORTICO	Zo
TAKIRICO	Zt
LITOSOL	I
CAMBISOL	B

Simbología 1Edafología del sitio



Mapa 7 Edafología del sitio Esc. 1:20,000
Fuente (INEGI, 2022)

1.4. USO DE SUELO Y VEGETACIÓN



Mapa 8 Uso de suelo y tipo de vegetación del sitio Esc. 1:50,000
Fuente (INEGI, 2022)

En el sitio predomina el suelo de uso agrícola de riego, pero al sur y este predomina la ausencia de vegetación, que es sustituida por la mancha urbana representada por las zonas de color gris.

U S O A G R Í C O L A

R	DE RIEGO
H	DE HUMEDAD
T	TEMPORAL
H	HALÓFILO

B O S Q U E S

Q	DE ENCINO
---	-----------

M A T O R R A L E S

C	CRASICAULE
---	------------

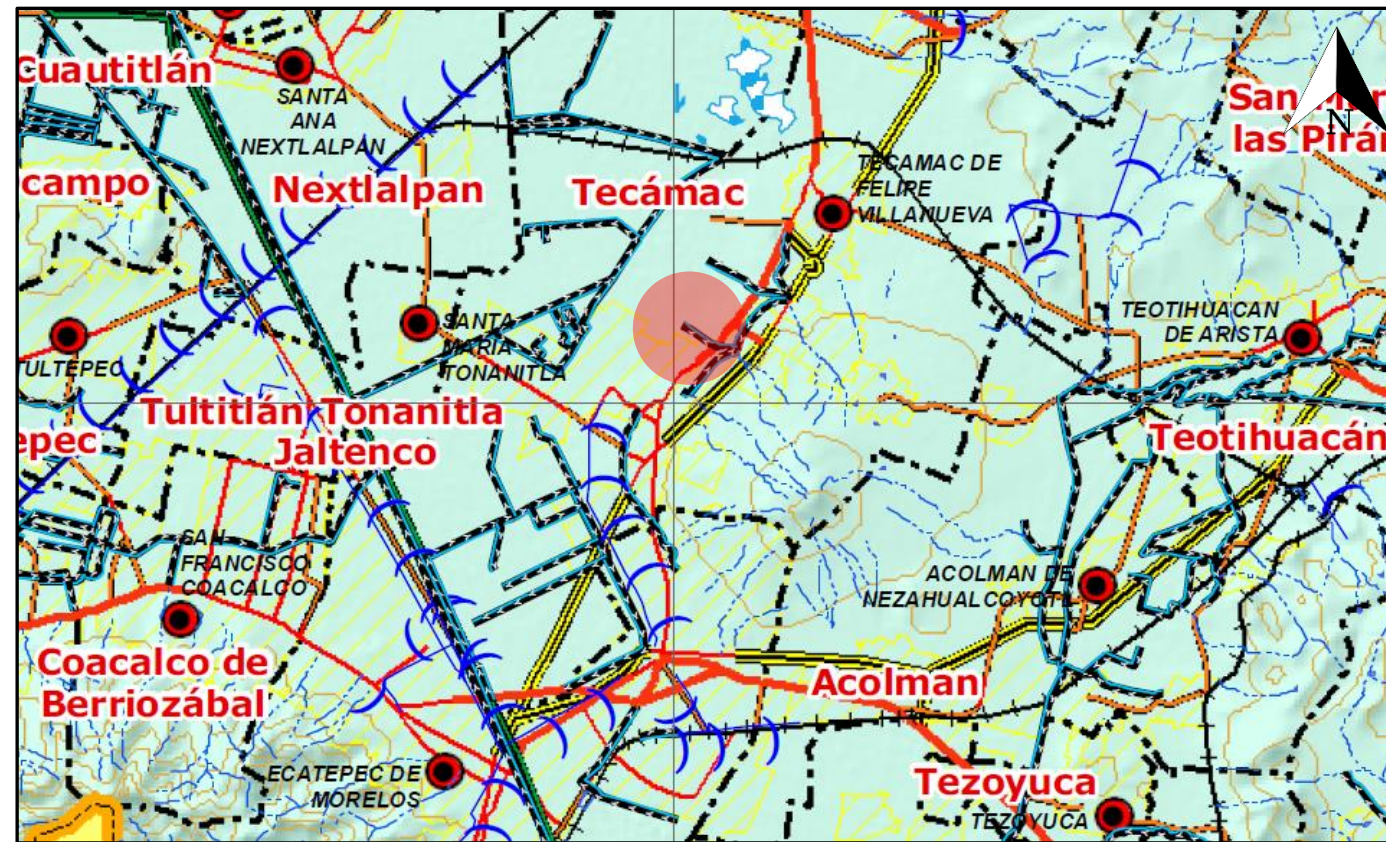
P A S T I Z A L E S

V E G E T A C I Ó N I N D U C I D A

I	PASTIZAL INDUCIDO
---	-------------------

Simbología 2 Uso de suelo y vegetación
Fuente (INEGI, 2022)

1.5. HIDROGRAFÍA



Mapa 9 Hidrografía del sitio Esc. 1:50,000 Fuente
(Plan estatal de desarrollo urbano 2007, 2022)

Dentro del parque ecológico, se encuentra la laguna que se recarga con el agua resultante de la planta tratadora, el sitio carece de ríos cercanos sin embargo cuenta varias corrientes intermitentes durante la temporada de lluvia.

Simbología Temática

Hidrología Lótica

- Corriente perenne
- Corriente intermitente
- Acueductos
- Canales

Hidrología Léntica

- Presas
- Bordos
- Cuerpos de agua y zonas sujetas a inundación

Regiones Hidrológicas

- Balsas
- Lerma-Santiago
- Pánuco

Simbología Básica

Limites

- Estatal
- Municipal

Localidades

- Capital del Estado
- Cabecera Municipal
- Áreas Urbanas

Vías Terrestres

Carreteras:

- Federal de cuota
- Estatal de cuota
- Concesionada de cuota
- Federal libre
- Estatal libre
- Validad Principal

Otra vía:

- Ferrocarril

Aeropuerto:

- Internacional

- Local

Orografía:

- Curvas de Nivel
- Equidistancia 100 mts

Simbología 3 Tipos de cuerpos de agua Fuente
(Plan estatal de desarrollo urbano 2007, 2022)

1.6. INFRAESTRUCTURA

1.6.1. INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA

Las fuentes de abastecimiento de agua potable dentro del territorio del municipio de Tecámac son operadas por el gobierno municipal, a través su organismo operador de agua, teniendo una cobertura de agua potable y distribución del 90% del consumo habitacional y comercio dentro del total territorial. El territorio municipal cuenta con redes hidráulicas a través de 56 fuentes de abastecimiento, mediante pozos profundos de extracción.

Para poder llevar el agua potable desde el pozo de extracción hasta los tanques, cisternas o cruceros a la red municipal, el Gobierno Municipal, a través del ODAPAS, opera líneas de conducción de diferentes materiales como son: asbesto-cemento, PVC hidráulico y acero al carbón, con diámetros de 6, 8, 10 y 12 pulgadas; variando las medidas de manera específica para cada zona, de acuerdo a las necesidades de la localidad en donde se encuentran ubicadas dichas líneas.

En el tema de captación pluvial podemos dividir al territorio municipal en dos clasificaciones importantes. Primero, están las localidades que cuentan con un sistema de captación pluvial; y las localidades donde la captación pluvial, termina en la red sanitaria municipal.

El territorio municipal cuenta con 184 sistemas de captación pluvial, compuestos por pozos de infiltración que van en promedio a 60 metros de profundidad y tanques tormenta, con una capacidad de 1000 m³ (metros cúbicos), permitiendo infiltrar en conjunto 184,000 m³ a los mantos acuíferos por cada lluvia atípica que se presente en el municipio. Así mismo el municipio tiene 5 lagunas de captación pluvial, localizadas en los conjuntos urbanos Real Verona, Real Granada y Haciendas del Bosque.

1.6.2. INFRAESTRUCTURA SANITARIA

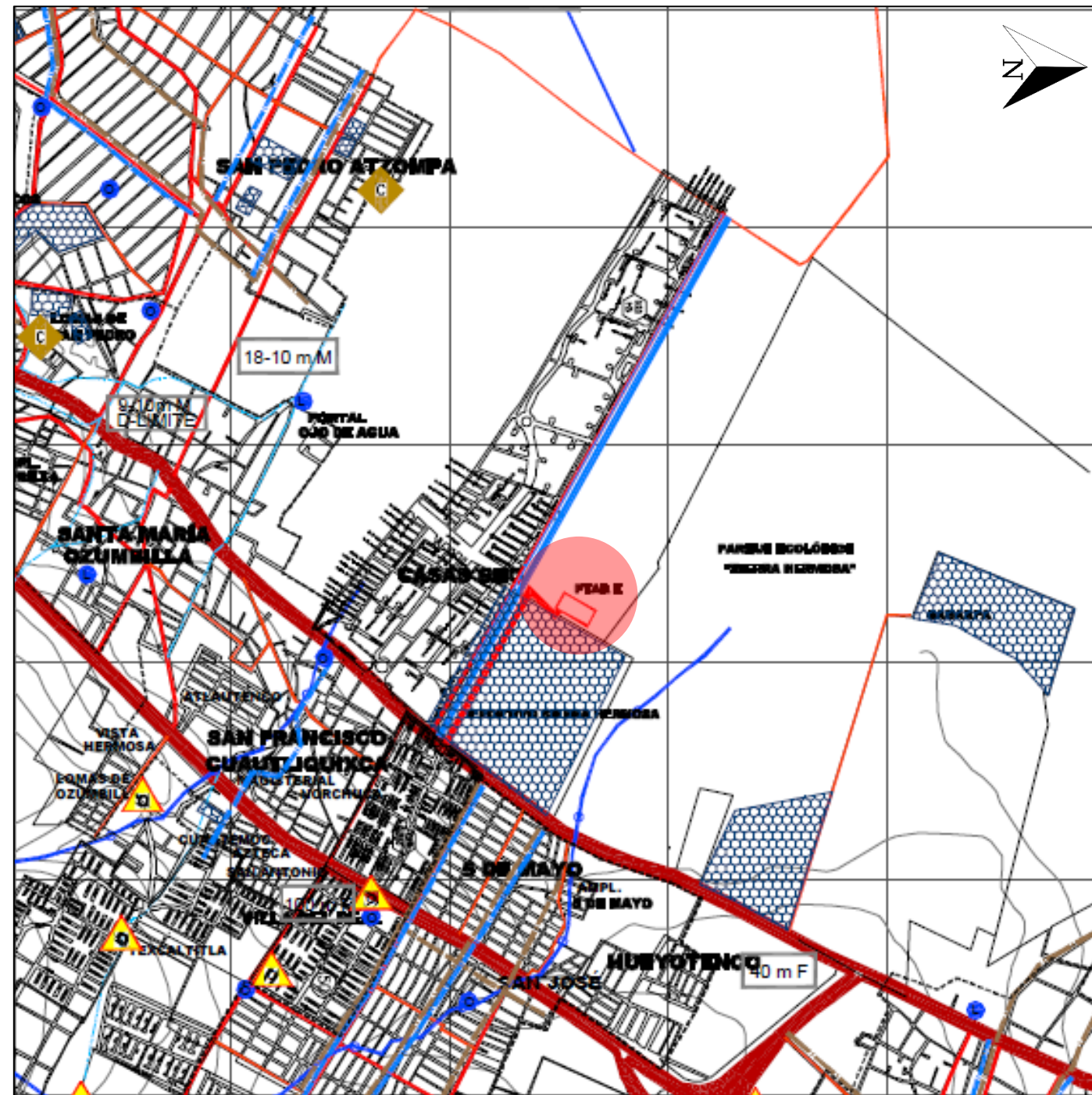
Tecámac cuenta con 1070 kilómetros lineales aproximadamente de red sanitaria, distribuida a lo largo del territorio municipal, con materiales de polietileno de alta densidad, asbesto – cemento, PVC sanitario con diámetros de 20, 30, 45, 60, 90, y 105 centímetros. Que permite desalojar las aguas residuales hacia las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), a los colectores principales y a los sitios de vertido estatal.

Dentro de la infraestructura, Tecámac cuenta con dos colectores principales “Dren San Diego” y “Nor- Oriente”, los cuales permiten llevar las aguas hacia el sitio de vertido principal “Gran Canal”.

El servicio de drenaje está cubierto en un 97% de los asentamientos humanos regulares. Nuestro principal problema es la orografía y topografía del territorio, ya que presenta pendientes menores al 1% por lo que contamos con cárcamos de aguas residuales para lograr la disposición final de las aguas residuales.

1.6.3. INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA

El municipio de Tecámac en la actualidad tiene una amplia cobertura de este servicio, lo cual podemos corroborar con el número de viviendas particulares que cuentan con el servicio de energía eléctrica, el cual en términos porcentuales equivalió al 99.62% en 2020. En el tema de alumbrado público, se tienen registradas un total de 32,361 lámparas en sus diferentes tipos y consumos de acuerdo a su modelo y especificación.



Mapa 10 Infraestructura del sitio Esc. 1:50,000 Fuente
(Plan municipal de desarrollo urbano 2007, 2002)

SIMBOLOGÍA TEMÁTICA :

AGUA POTABLE

- Diametro en pulgadas
RED TRONCAL DE AGUA
- FUENTE DE ABASTECIMIENTO
POZOS O- ODAPAS L- LOCALES
- TANQUE DE ALMACENAMIENTO
O-ODAPAS L- LOCALES

DRENAJE SANITARIO

- Diametro en pulgadas
COLECTOR PRINCIPAL
- CARCAMO
Cap. en lts. por segundo
- DESCARGA DE AGUAS NEGRAS

ELECTRICIDAD

- 250 kv carga
LINEAS DE ELECTRICIDAD
- 25.00
Derecho de via total

LINEAS DE CONDUCCIÓN

- GASODUCTO

VIALIDADES

- actual
- VIALIDAD REGIONAL
- VIALIDAD PRIMARIA
- VIALIDAD SECUNDARIA
- DERECHO DE VÍA, SECCIÓN TOTAL
- LIMITE DEL ÁREA DONDE LA SECCIÓN
DE LA VIALIDAD ES LA SEÑALADA

Simbología 4 Infraestructura

Fuente (Plan municipal de desarrollo urbano 2007, 2002)

Como lo muestra el mapa 10, el sitio cuenta infraestructura cercana tales como pozos de abastecimiento, tanques de almacenamiento, líneas de distribución de agua potable, colector de drenaje y cárcamos para desechos sanitarios, así como líneas de transmisión eléctrica y conducción de gas.

1.6.4. INFRAESTRUCTURA VIAL

Las principales vías de la ciudad son:

- Vialidad Mexiquense
- Boulevard Ozumbilla
- Boulevard Ojo de Agua
- Vía Real
- Paseo Villa del Real
- Camino a Teotihuacán
- Antiguo Camino a Ojo de Agua
- Camino a San Pablo
- Boulevard Tecámac –Zumpango

En Tecámac hay diversas carreteras que comunican la ciudad con diversos puntos de la entidad y de otros estados, entre ellas se encuentran:

- Autopista México - Pachuca.
- Circuito Exterior Mexiquense.
- Carretera Federal 85, México - Pachuca.
- Carretera Federal 142, Lechería – Texcoco

SIMBOLOGÍA TEMÁTICA:

VIALIDADES

actual



VIALIDAD REGIONAL



VIALIDAD PRIMARIA



VIALIDAD SECUNDARIA

calidad del camino B - Bueno

(POR RECIENTE PROGRAMA DE PAVIMENTACIÓN)



PROBLEMÁTICA DE
CONTINUIDAD VIAL



INVASIÓN DE
DERECHO DE VÍA



PRINCIPALES
FLUJOS VEHICULARES



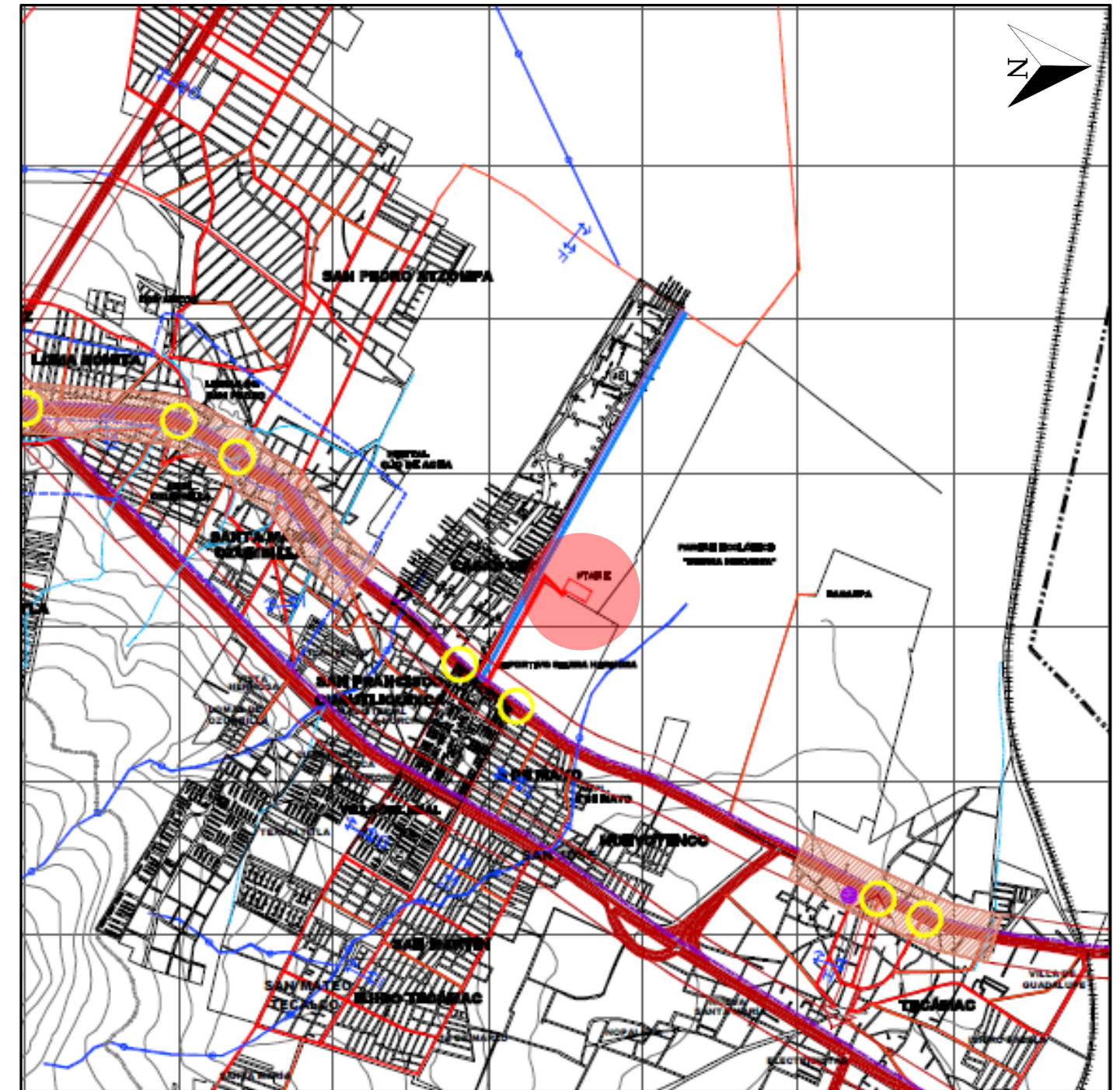
RUTAS DE TRANSPORTE
DE RIESGO



TERMINAL DE AUTOBUSES



CONFLICTOS VIALES



Mapa 11 Infraestructura vial del sitio Esc. 1:50,000
Fuente (Plan municipal de desarrollo urbano 2007, 2022)

Simbología 5 Tipos de vialidades
Fuente (Plan municipal de desarrollo urbano 2007, 2002)

1.7. EQUIPAMIENTO URBANO

1.7.1. UNIDADES MÉDICAS

Se cuenta con el total de 44 unidades médicas, de las cuales solo dos ofrecen hospitalización, es decir que debería de haber más unidades médicas específicas en hospitalización, ya que ayudaría a que haya mejor atención en los habitantes de Tecámac, y así poder evitar que hay más defunciones a causa de no tener atención.

Infraestructura de Salud							
Variable	Total	ISEM	DIFEM	IMIEM	IMSS	ISSSTE	ISSEMyM
Unidades Medicas	44	16	25	0	1	1	1

Tabla 1 Infraestructura de salud en el municipio
Fuente (Plan de desarrollo municipal 2022-2024, 2023)

Como ya se mencionó solo se cuenta con 264 camas, dándonos como resultado que por cada 2 mil habitantes hay una cama hospitalaria, esto quiere decir que falta habilitar más camas hospitalarias en las unidades médicas.

1.7.2. EDUCACIÓN

El municipio cuenta con 548 escuelas, siendo el nivel Preescolar (33.02%), quien cuenta con el mayor número de planteles, la Primaria con 179 instituciones equivale al (32.66%), Secundaria le sigue con 89 escuelas (16.24%), Medio Superior (8.02%) las cuales son 44 planteles, contando con tan solo 11 instituciones de nivel Superior (2%)

Infraestructura Educativa	
Modalidad Nivel educativo	2020
Modalidad Escolarizada	510
Inicial	6
Preescolar	181
Primaria	179
Secundaria	89
Media Superior	44
Superior	11
Modalidad No Escolarizada	38
Total	548

Tabla 2 Infraestructura educativa en el municipio
Fuente (Plan de desarrollo municipal 2022-2024, 2022)

1.7.3. CULTURA

Actualmente en el municipio contamos con 13 Bibliotecas de las cuales todas se encuentran activas y en buenas condiciones, que cuentan con mobiliario, un acervo bibliográfico actualizado en cada una de ellas, también cuentan con la apertura para albergar mensualmente entre 300 y 380 personas. Tomando en cuenta las medidas de prevención ante la pandemia actual.

Así mismo contamos con 6 casas de cultura dentro del municipio, cuentan con todos servicios, en ellas se imparten distintas actividades artístico-culturales en colaboración con talleristas especializados en su rama, beneficiando a niños, jóvenes y adultos interesados en aprender alguna disciplina artística. Derivado a la pandemia, albergan a los usuarios respetando las medidas sanitarias pertinentes y operando de acuerdo al semáforo epidemiológico en el que nos encontremos.

En el municipio de Tecámac actualmente cuenta con 15 auditorios, 3 teatros y 1 museo, de los cuales se prevé la mejora infraestructural, teniendo la colaboración de las comunidades, para poder llevar a cabo eventos culturales en beneficio de los ciudadanos.

1.7.4. DEPORTE

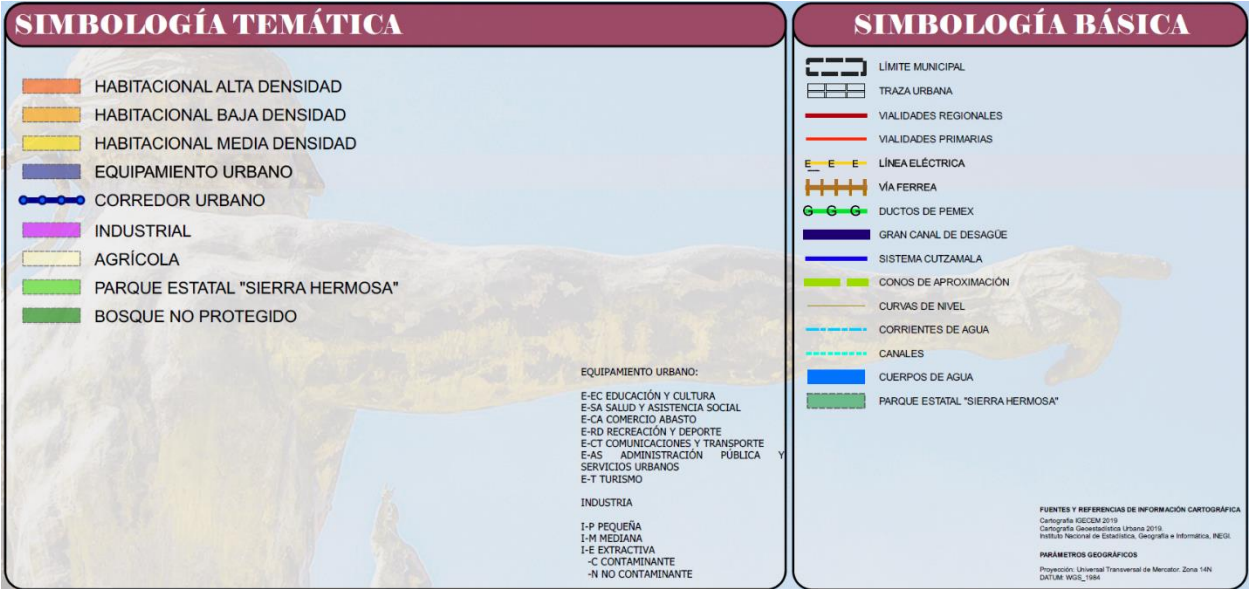
La infraestructura deportiva con que cuenta Tecámac se encuentra dispersa en todo el territorio municipal, concentrándose más en los deportivos municipales, el más grande ubicado en Sierra Hermosa, estos módulos deportivos cuentan un administrador y ayudantes generales para brindarles servicios de mantenimiento, limpieza y jardinería.

Infraestructura para el Deporte					
Tipología	Nombre	Localización	Cobertura de Atención	Déficit	Superávit
Módulos Deportivos	Deportivo Sierra Hermosa	Km 38.5 Carr. México-Pachuca, Tecámac	Regional	0	2
	Unidad Deportiva Bosques	C. Bosques de México, Sec. Bosques, Héroes Tecámac	Regional	0	0
	Deportivo Jardines Ojo de Agua	C. Uvas, Frac. Ojo de Agua, Ojo de Agua.	Local	0	0
	Deportivo Fabulandia	Frac. Ojo de agua, ojo de Agua	Local	0	0
	Deportivo Quinta Sección	Av. Prol. Ahuehuete 8, Villa del Real 5ta secc. Tecámac	Local	0	0
	Plaza Estado de México I Real del Cid.	Av. Vía Real	Municipal	0	3
	Plaza Estado de México II Geo, Sierra Hermosa	Av. Rancho Sierra Hermosa 2874, Sierra Hermosa	Regional	0	1
	Plaza Estado de México III Galaxias	Ca. Del Sol S/N Frac. Galaxias del llano, Tecámac	Regional	0	0
	Atlautenco	Ca. Rosas, Col. Atlautenco, Ojo de Agua	Local	2	0
	Aranjuez	Calle Aranjuez y Priv. Mantua 8, Villa del Real 3ra sección	Municipal	0	1
	Parque Lineal	Calle Bosques No 16, Héroes Tecámac	Municipal	0	0
	Cedros	Calle Eucaliptos S/N, Los Héroes	Regional	0	0
	Monarcas	Av. Paseo Villa del Real/ Monarcas, Villa del Real	Local	0	0
	San Francisco	Entre Calle. Iztaccíhuatl y Lazio	Local	0	0
	Los Héroes San Pablo	Calle Matla, Col. Los Héroes, Tecámac	Regional	0	2

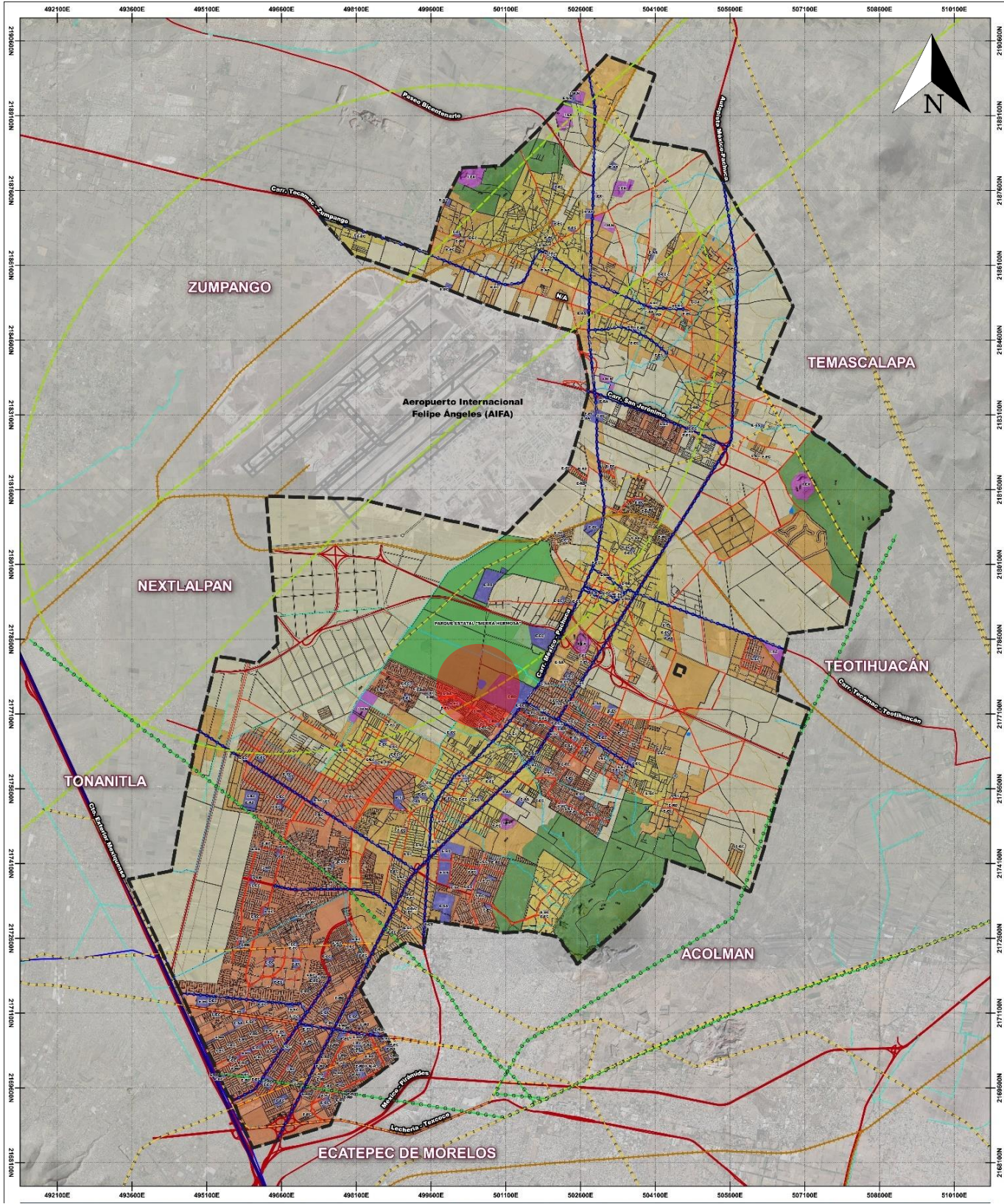
Tabla 3 Infraestructura deportiva en el municipio
Fuente (Plan de desarrollo municipal 2022-2023, 2022)

Infraestructura para el Deporte					
Tipología	Nombre	Localización	Cobertura de Atención	Déficit	Superávit
Canchas	Campo de Fútbol Soccer	Av. Pino Suarez Sec. 25 Héroes Tecámac	Regional	50	0
	Campo de Fútbol Rápido	Av. Felipe Villanueva Sección 34, Héroes Tecámac	Local	0	0
	Campo de Fútbol Soccer	Av. Francisco Villa Sec. 41, Héroes Tecámac	Local	20	0
	Campo de Fútbol Rápido	Av. Mexiquense Sec. 51, Héroes Tecámac	Local	0	0
	Campo de Fútbol Rápido	Sec. Bosques, Héroes Tecámac	Local	50	0
	Cancha de básquetbol	Av. Revolución Sec. 48	Local	50	0
	La visita hermosa	Tecámac, Centro Felipe Villanueva	Local	0	0
	Canchas Fútbol Rápido	Av. Lázaro Cárdenas, Ejidos de Tecámac, San Martin Azcatepec	Local	0	0
	Canchas de Básquetbol	Calle Donceles	Local	0	0
Salón Deportivo	Gimnasio Municipal	Av. Revolución Sec. 48. Héroes Tecámac	Regional	0	0
	Gimnasio Municipal	Prolongación 5 de Febrero, Tecámac	Regional	0	0

Tabla 4 Infraestructura deportiva en el municipio (continuación)
 Fuente (Plan de desarrollo municipal 2022-2023, 2022)

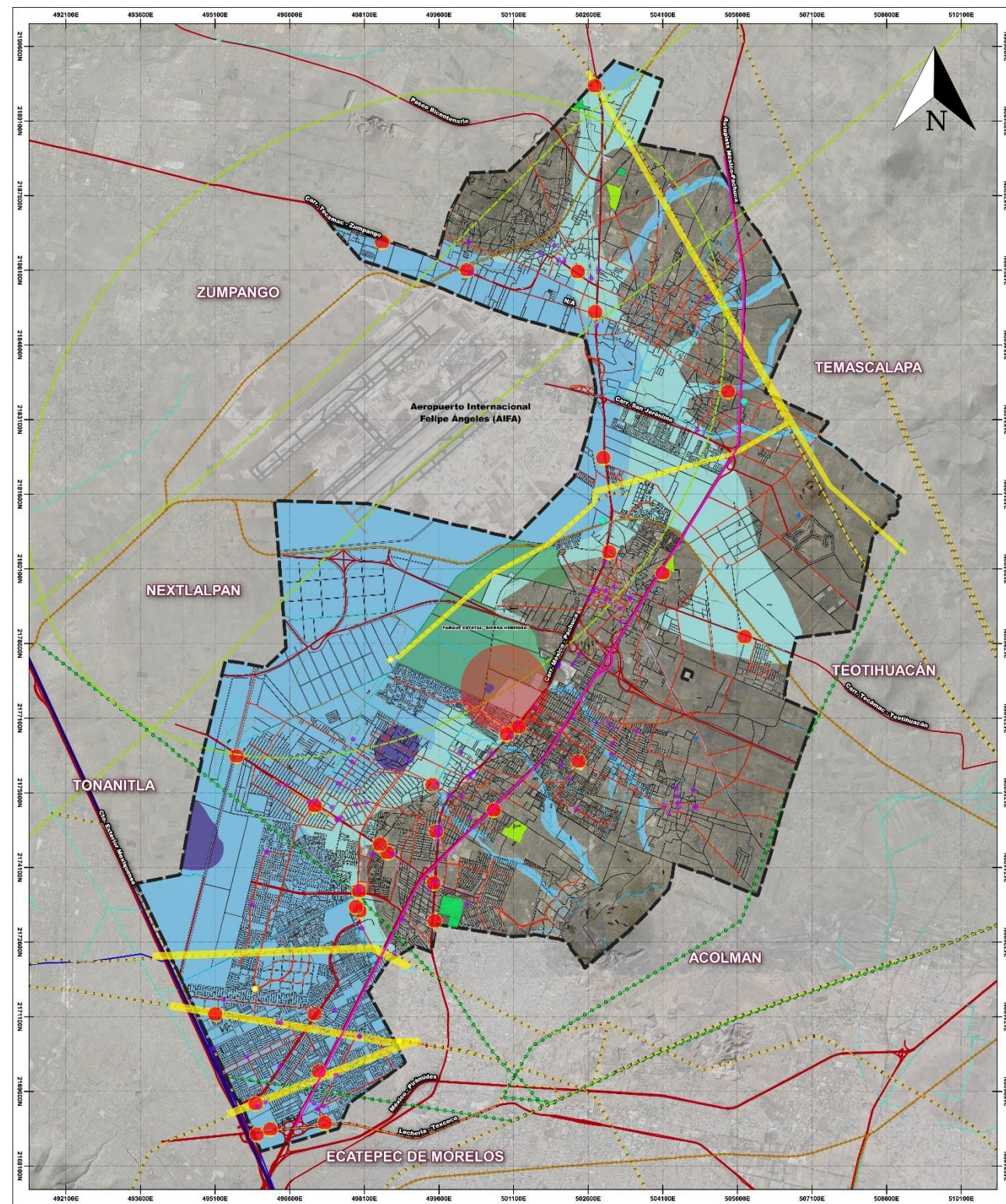


Simbología 6 Estructura urbana actual
 Fuente (plan de desarrollo municipal 2022-2023, 2023)

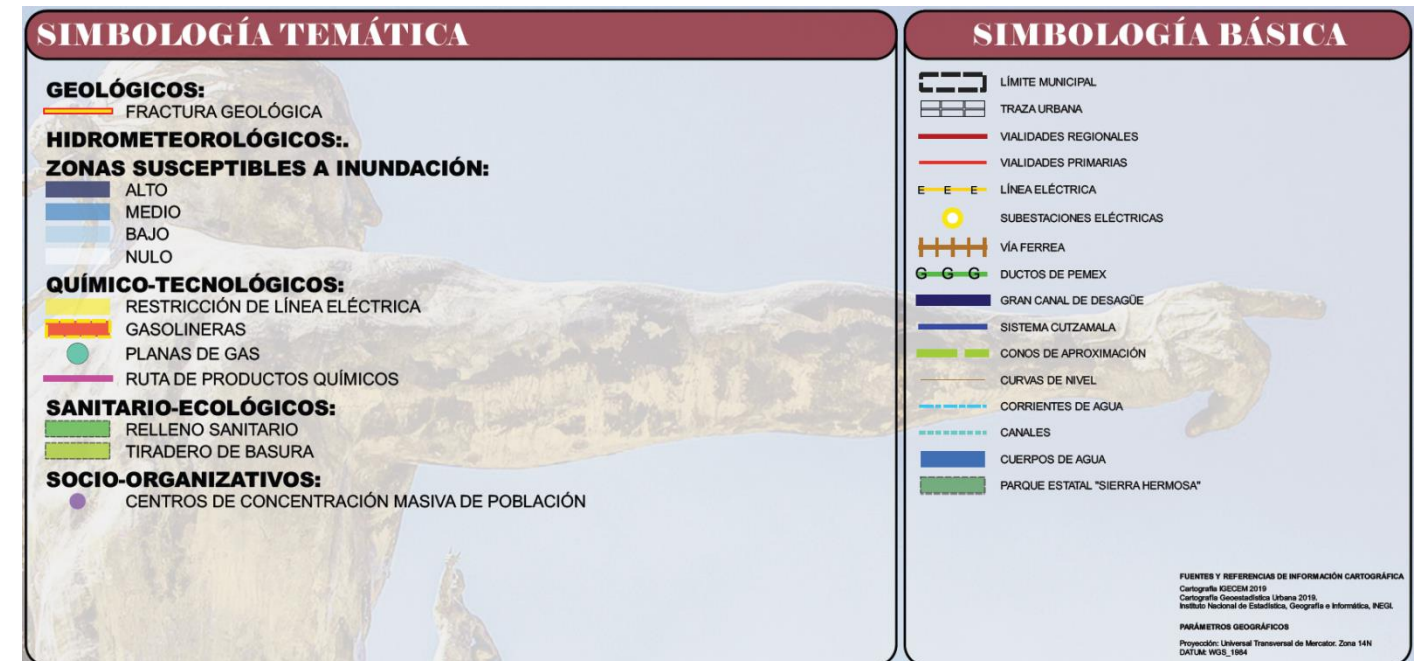


Mapa 12 Estructura urbana actual
 Fuente (Plan de desarrollo municipal 2022-2024, 2023)

1.8. ZONAS DE RIESGOS



Mapa 13 Zona de riesgos en el sitio
Fuente Plan de desarrollo municipal 2022-2024, 2023)



Simbología 7 Zonas de riesgos
Fuente (Plan de desarrollo municipal 2022-2024, 2023)

El mapa 12 muestra que el museo se localizará dentro del parque estatal “sierra Hermosa” que es una zona catalogada como bosque y como se observa en el mapa 13, el área donde se ubica el sitio es susceptible a un nivel bajo de inundación durante la temporada de lluvias.

1.9. POBLACIÓN

De acuerdo con el censo de población y vivienda de 2020 de INEGI, Tecámac contaba con un estimado de 547 503 habitantes, de los cuales 265 520 son hombres y 281 983 son mujeres. Según estos datos, el 40% de los Tecamaquenses tienen entre 0 y 19 años, por lo que este grupo de edad conforma el sector más grande, aunque no mayoritario. Otra parte importante son los adultos que alcanzan las edades de entre 30 y 44 años. Este fragmento de la población representa el 30% del total. El 14.55% de la población tiene entre 20 y 29 años, mientras que el 13.84% se ubica entre los 45 y los 59 años. Los adultos mayores de 60 años componen el 6.1% restante.

Año	Total	Hombres	Mujeres
2020	547,503	265,520	281,983
2010	364,579	177,713	186,866
2000	172,813	84,819	87,994
1990	123,218	60,886	62,332
1980	84,129	41,861	42,268
1970	20,882	10,620	10,262
1960	11,971	6,083	5,888

Tabla 5 Evolución de la población de Tecámac
Fuente (INEGI 2020)

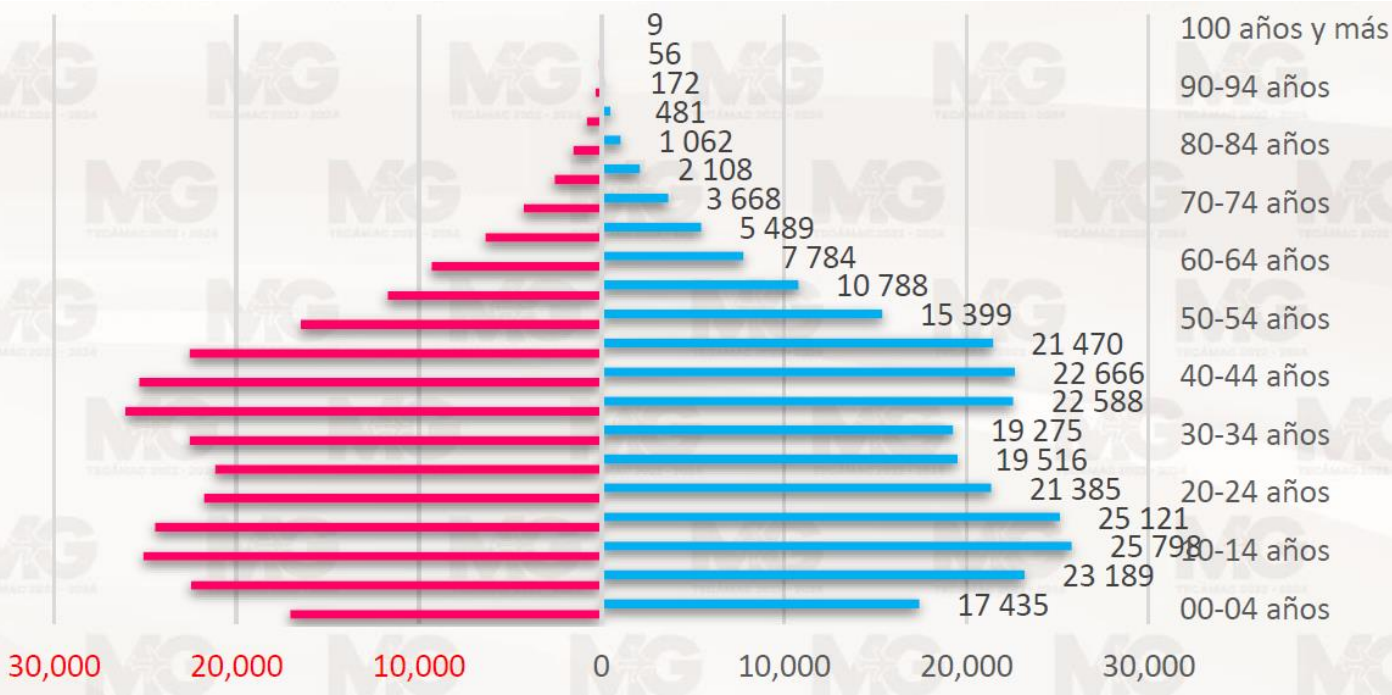


Tabla 6 Pirámide poblacional de Tecámac
Fuente (INEGI 2020)

La población de nuestro municipio para el año 2020 es de 547,503 habitantes de los cuales; 138,567 tienen únicamente el bachillerato o preparatoria como nivel máximo de escolaridad, en segundo lugar, tenemos un número de 128,636 personas que cuentan con el nivel secundaria. Mientras que por otro lado tenemos solamente 292 habitantes que tienen educación normal básica, seguido por estudios técnicos o comerciales con la primaria terminada con 1,863.

Nivel de escolaridad en la población de Tecámac 2020	Número de personas
Sin escolaridad	17 096
Preescolar	24 695
Primaria	105 706
Secundaria	128 636
Estudios técnicos o comerciales con primaria terminada	1 863
Estudios técnicos o comerciales con secundaria terminada	5 683
Preparatoria o bachillerato	138 567
Normal básica	292
Estudios técnicos o comerciales con preparatoria terminada	8 430
Educación superior (licenciatura o equivalente)	87 532
Posgrado	8 659
No especificado	1 834

Tabla 7 Nivel de estudios de la población de Tecámac
Fuente (INEGI 2020, 2022)

1.10. ACTIVIDADES ECONÓMICAS

El sector primario en la economía del municipio se encuentra debilitado y rezagado, pues del año 2010 al 2013 llegó a su máxima representación de la producción total municipal con apenas arriba del 1% a partir de ahí en adelante representó aún menos por debajo del 1%hasta el año 2020. Es importante recordar que el sector agropecuario no es una actividad económica relevante del municipio.

El sector secundario el segundo lugar en la participación de la producción del municipio y como se muestra en la tabla; ha tenido cada vez más una participación creciente dentro de la economía siendo el año 2019 cuando alcanzó su máxima representación con el 38% debido al comienzo de la construcción del aeropuerto internacional Felipe Ángeles, pero a causa de la pandemia en el año 2020 pasó a representar el 32%. Cabe resaltar que la actividad industrial tiene una tendencia positiva y en un futuro podría sustituir al sector terciario y ser la actividad de mayor importancia para Tecámac

El sector que más aporta al PIB de nuestro municipio; el de los servicios o terciario que representa más de la mitad de lo que se produce, siendo el que más personas ocupa para emplearse también. En los años 2005 y 2009 llegó a representar el máximo de la riqueza municipal con 67% y en 2019 cayó su participación con solo el 57% pero para el año 2020 al cierre de muchas fábricas y empresas manufactureras se recupera con el 63% por la demanda de servicios de salud que se presentaron.

Porcentaje de la pea que representa cada actividad económica			
Año	% sector primario	% sector secundario	% sector terciario
2007	1.01%	28%	66%
2008	1.06%	27%	68%
2009	0.91%	25%	68%
2010	0.92%	25%	68%
2011	0.88%	24%	70%
2012	0.83%	25%	69%
2013	0.74%	26%	69%
2014	0.88%	25%	69%
2015	0.87%	22%	71%
2016	0.80%	22%	72%
2017	0.77%	23%	72%

Tabla 8 Porcentaje de las actividades económicas de la población
Fuente (IGECEM y Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo 2018)

Año	Población económicamente activa	Población ocupada por sector de actividad económica					Población desocupada
		Total	Agropecuario, silvicultura y pesca	Industria	Servicios	No especificado	
2007	148,355	141,948	1,496	41,493	98,555	405	6,407
2008	151,257	144,510	1,607	40,482	102,207	213	6,747
2009	160,816	151,435	1,463	39,645	109,942	384	9,381
2010	160,183	150,701	1,468	40,726	108,191	316	9,482
2011	169,118	160,265	1,496	40,801	117,759	209	8,853
2012	172,614	163,907	1,425	43,273	118,845	363	8,707
2013	178,264	170,392	1,318	46,010	122,944	119	7,872
2014	176,230	168,065	1,555	44,683	121,144	683	8,166
2015	216,968	205,011	1,887	47,426	154,812	885	11,957
2016	213,343	203,042	1,711	47,784	152,707	840	10,301
2017	220,757	211,890	1,711	50,326	158,744	1 110	8,867

Tabla 9 Población por sector de actividad económica
Fuente (INEGI 2020)

1.11. HISTORIA DEL MUNICIPIO

En México la cultura del agua se remota a tiempos prehispánicos donde la ciudad de México-Tenochtitlán es el claro ejemplo donde se contaba con obras hidráulicas que abastecían de agua dulce la ciudad para usos distintos, pero que también contaba con obras que conducían las aguas negras fuera de la ciudad. Después con la llegada de los españoles y la conquista del imperio azteca por parte de estos, se implementaron sus técnicas en la conducción, manejo, abastecimiento y desagüe de las aguas negras.

El municipio de Tecámac actualmente cuenta con 2 plantas tratadoras de agua residuales que proveen de agua para riego y mantenimiento de áreas deportivas, así como también de la laguna ubicada dentro del parque “Sierra hermosa”.

El Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED) detalla que el significado de Tecámac es de origen náhuatl y se compone de las partículas *tetl* que quiere decir “piedra”, *camatl* que es “boca” y de la terminación *C* que denota un “lugar”. De acuerdo con las investigaciones de especialistas, se ha determinado que la traducción general es: “En la boca de piedra”.

Los orígenes de esta localidad se remontan a la época de los mamuts, esto se sabe gracias a que se han hallado huesos de este animal en los pueblos de Reyes Acozac y San Pedro Atzompa, además se han descubierto utensilios elaborados por el ser humano que tienen relación con esta época. Los arqueólogos determinaron que los objetos tenían una antigüedad que oscila entre 8 y 15 mil años.

Tiempo después se registró que cuando las civilizaciones comenzaron a hacerse sedentarias, fueron los olmecas y los nahuas quienes llegaron del sur y del occidente respectivamente. En sentido estricto, se considera que estas culturas son las primeras en asentarse en el territorio.

Durante el horizonte clásico, Tecámac, al igual que los pueblos aledaños, participan de manera activa en intercambios culturales, económicos y religiosos con la gran metrópoli de aquel entonces: Teotihuacán

La misma fuente detalla que en el año de 1202 Tecámac se funda gracias a los mexicas, pues fue uno de los primeros lugares que encontraron mientras realizaban su peregrinación para encontrar la “ciudad perfecta” y fundar la gran México-Tenochtitlan.

Debido a la poca unidad de los pobladores, los también llamados aztecas, no tuvieron mayores dificultades en apropiarse de aquella zona. No obstante, hasta el año de 1395 aparece por primera vez registrado en el Códice Chimalpopoca el nombre de Tecámac, cuando se menciona que: “los otomíes de Xaltocan huían constantemente a Tecámac del miedo que les tenían a los chichimecas de Cuautitlán”.

Fue así como el municipio formó parte de uno de los imperios más poderosos del período precolombino, sin embargo, con la llegada de Hernán Cortés y la conquista del Tenochtitlan, pronto fue encomendado al español Juan González Ponce de León, quien falleció en 1540 y heredó el pueblo a su hijo Juan Ponce de León.

Cuando comenzaron las tareas de evangelización, los frailes agustinos se encargaron de construir la Parroquia de San Pedro Apóstol (que en un principio fue bautizada como Parroquia de la Santa Cruz). Hoy en día es una de las grandes edificaciones religiosas de la zona.

A finales del siglo XVI la Corona española se encargó de delegar la administración a la llamada Jurisdicción del Corregimiento de Santo Tomás Chiconautla. Después del estallido de la Independencia la región quedó sin gobernante y fue hasta el 12 de septiembre de 1825, un año después de la fundación del Estado de México, que se erigió formalmente el municipio de Tecámac.

Allí nació el talentoso músico mexicano Felipe Villanueva, quien se encargó de poner en alto el nombre de México en el extranjero. Por esta razón el 25 de abril de 1944 se agregó la denominación de este artista a la cabecera municipal.

Cabe destacar que los habitantes tuvieron un papel importante en la Revolución Mexicana, pues personajes como Cirino Serna, Modesto y Emilio Soto, Jerónimo Flores, Cruz Chávez y la soldadera Margarita López, se alistaron en las filas del Ejército Libertador del Sur, liderado por Emiliano Zapata.

Por otro lado, los procesos de modernización comenzaron hasta 1994 con las primeras obras de pavimentación de calles, guarniciones, banquetas y la construcción de escuelas. Posteriormente, se remodeló la carretera federal México-Pachuca para crear el bulevar Tecámac y se creó el libramiento Sor Juana Inés, el Hospital Regional y el parque Ecológico Sierra Hermosa.

CAPÍTULO 2: ANÁLISIS DEL CLIMA

2.1. CLIMA

El clima para el municipio de Tecámac según el sistema de clasificación de KöppenGarcía y formulada por el BAT de Rincón Martínez & Fuentes Fraxinet, que lo define como templado y un bioclima Semi-Frío Seco [Cb s(x')8í)], tipo no Ganges y sin canícula con temperaturas mayores a 20°C durante el verano y precipitaciones anuales menores a los 200 mm.

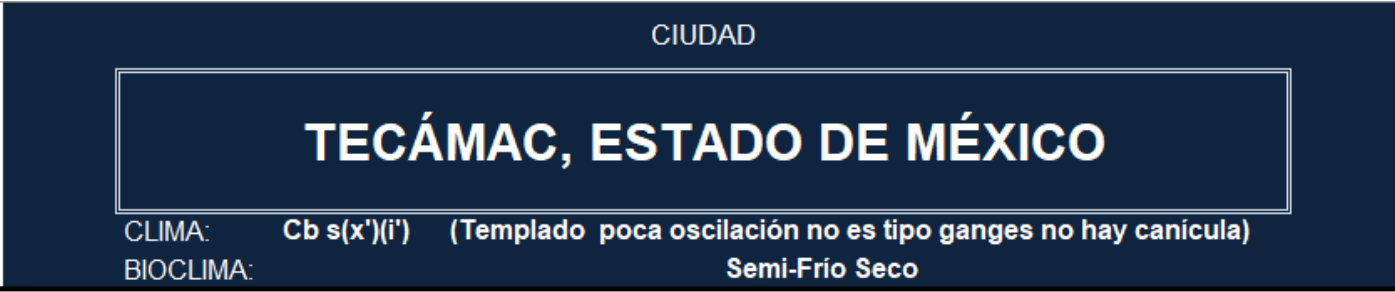


Imagen 1 Clasificación del clima
Fuente (BAT Víctor Fuentes Freixanet, 2022)

2.2 TEMPERATURA

2.2.1 TEMPERATURA NEUTRA MENSUAL

Para obtener la temperatura neutra por cada mes aplicamos la formula:

$$T_n = 17.6 + (T_{med} \cdot 0.31)$$

Donde:

T_n= Temperatura neutra

T_{med}= Temperatura media

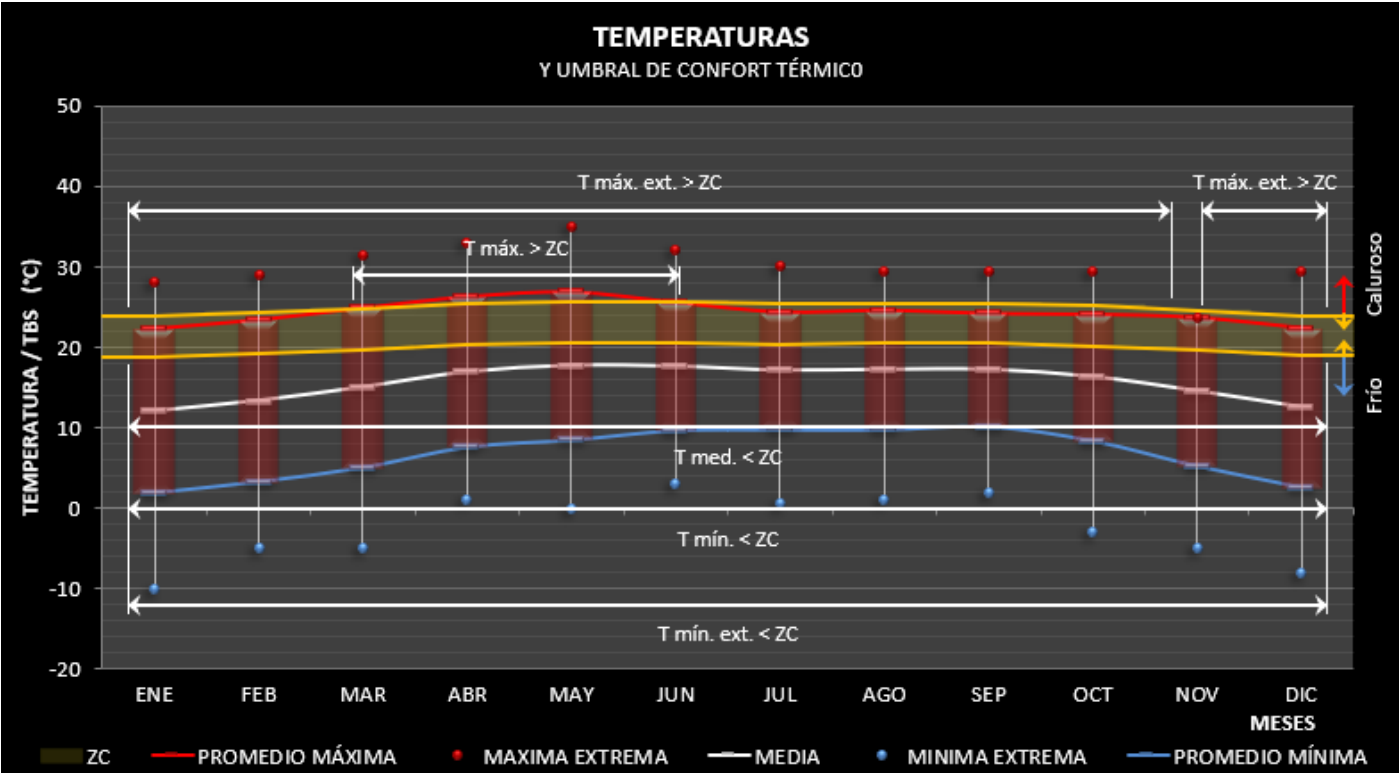
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Temperatura media °C	12.0	13.3	15.0	16.9	17.7	17.6	17.1	17.2	17.2	16.3	14.5	12.5	15.6
Zona de confort superior (ZCs) °C	23.8	24.2	24.8	25.3	25.6	25.6	25.4	25.4	25.4	25.2	24.6	24.0	24.9
Temperatura Neutra °C	21.3	21.7	22.3	22.8	23.1	23.1	22.9	22.9	22.9	22.7	22.1	21.5	22.4
Zona de confort inferior (ZCi) °C	18.8	19.2	19.8	20.3	20.6	20.6	20.4	20.4	20.4	20.2	19.6	19.0	19.9

Tabla 10 Temperatura neutra mensual y zonas de confort inferior y superior Fuente (BAT Víctor Fuentes Freixanet, 2022)

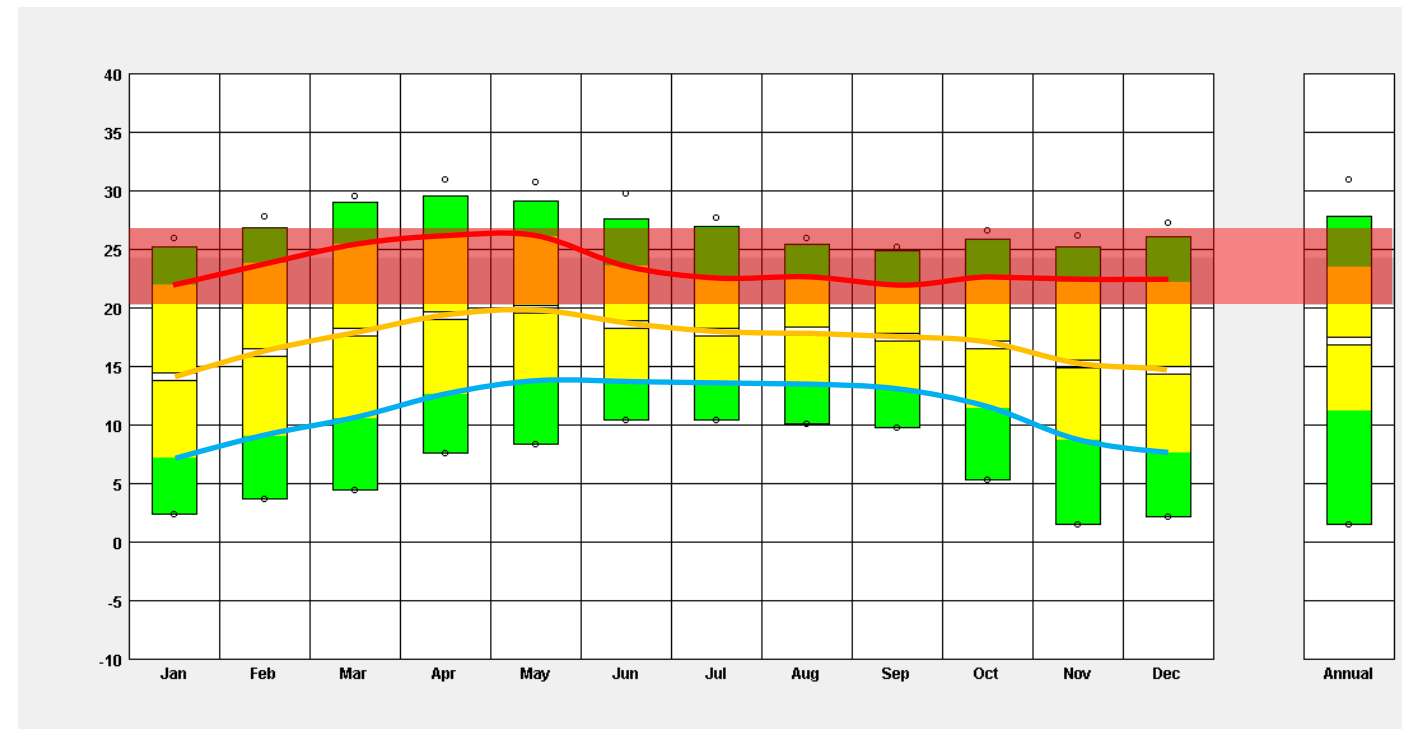
Según los datos obtenidos del sistema BAT, los resultados fueron los siguientes:

- Límite superior de la zona de confort anual (ZCs): 24.9°C
- Temperatura neutra anual (T_n):22.4°C
- Límite inferior de la zona de confort anual (ZCi): 19.9°C

Como observamos en la gráfica 1, generada en el BAT, la temperatura media se encuentra por debajo de la zona de confort, mientras que el promedio de la temperatura máxima sobrepasa la zona de confort en los meses de marzo, abril y mayo. A la vez que la gráfica 2 obtenida en Climate Consultant nos arroja que la temperatura máxima se ubica dentro de la zona de confort durante todo el año, la temperatura media por debajo de la zona de confort que está representada por el área sombreada de rojo.



Gráfica 1 Temperaturas mensuales
Fuente (BAT Víctor Fuentes Freixanet, 2022)



Gráfica 2 Rangos de temperatura
Fuente (Climate Consultant 6.0, 2022)

Sobrecalentamiento (SC)	28.9	<	
	26.9	28.9	
	24.9	26.9	
Confort (CF)	19.9	24.9	
Bajocalentamiento (BC)	17.9	19.9	
	15.9	17.9	
	<	15.9	

Tabla 12 Escala cromática de temperaturas horarias
Fuente (BAT Víctor Fuentes Freixanet)

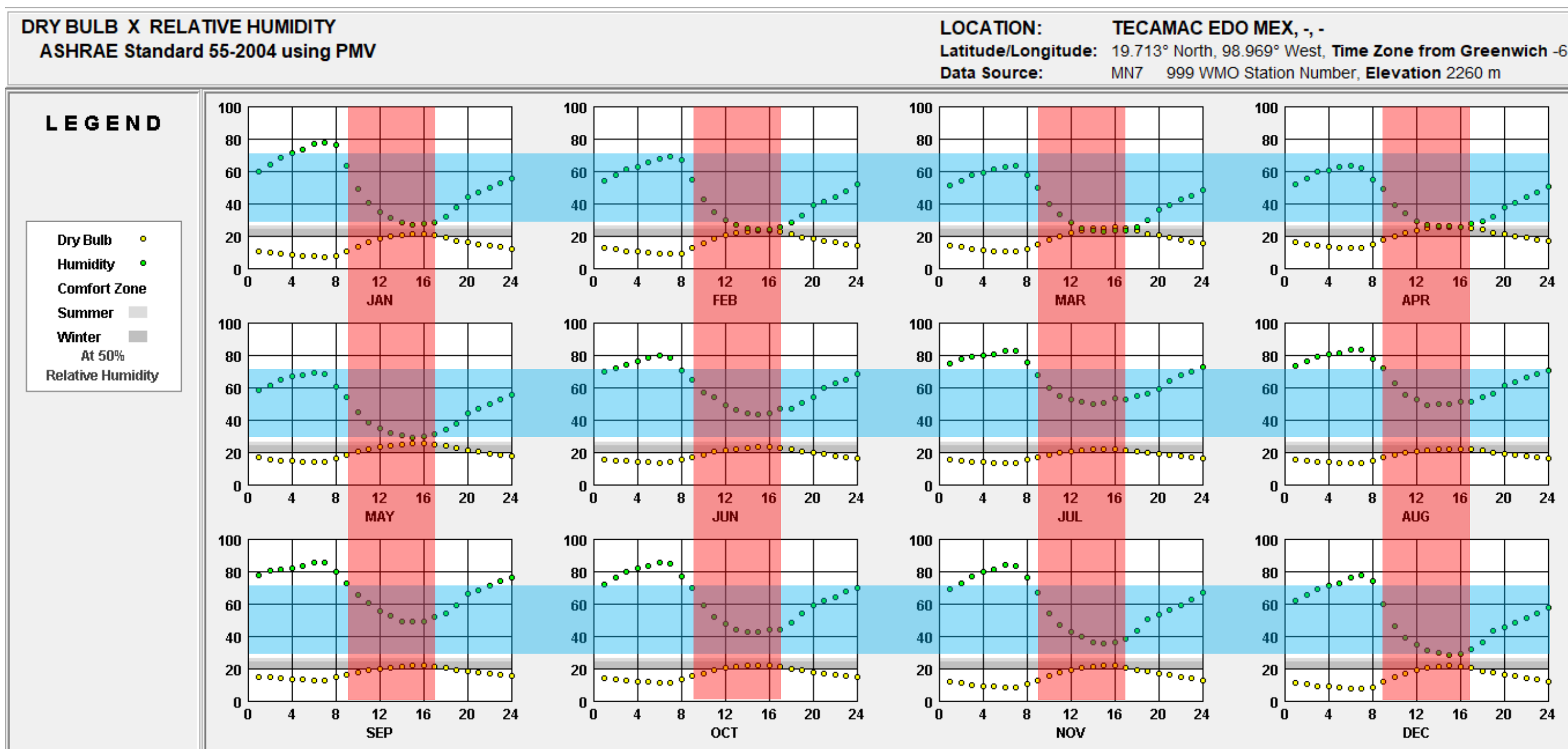
Como lo muestra la escala cromática, en la tabla 12 observamos que la temperatura se encuentra en la zona de confort durante la mayor parte del año desde las 12 hrs y hasta las 20 hrs, a excepción de los meses de marzo, abril y mayo que sobrepasa la zona de confort desde las 14 y hasta las 17 hrs, mientras que desde las 9 y hasta las 12 hrs la temperatura se ubica por debajo la zona de confort.

2.3 TEMPERATURAS HORARIAS

PROM. TEMP.		HORA	A partir del umbral de confort térmico MENSUAL																								BC	CF	SC
Min.	Max.		05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	%	%	%
1.8	22.3	ENE	2.0	1.8	2.4	4.2	6.9	10.3	13.8	17.2	19.9	21.7	22.3	22.1	21.4	20.3	18.9	17.2	15.2	13.1	11.0	8.9	6.9	5.2	3.8	2.7	70.8	29.2	0.0
3.2	23.4	FEB	3.4	3.2	3.8	5.6	8.3	11.5	15.1	18.4	21.0	22.8	23.4	23.2	22.5	21.5	20.1	18.4	16.4	14.4	12.2	10.2	8.3	6.5	5.1	4.1	70.8	29.2	0.0
5.0	24.9	MAR	5.2	5.0	5.6	7.3	10.0	13.2	16.7	19.9	22.6	24.3	24.9	24.7	24.0	23.0	21.6	19.9	18.0	16.0	13.9	11.9	10.0	8.3	6.9	5.9	62.5	33.3	4.2
7.6	26.3	ABR	7.8	7.6	8.2	9.8	12.3	15.3	18.6	21.6	24.1	25.7	26.3	26.1	25.5	24.5	23.2	21.6	19.8	17.9	16.0	14.1	12.3	10.7	9.4	8.4	62.5	20.8	16.7
8.5	26.9	MAY	8.7	8.5	9.1	10.7	13.1	16.1	19.3	22.3	24.7	26.3	26.9	26.7	26.1	25.1	23.9	22.3	20.5	18.7	16.7	14.9	13.1	11.5	10.3	9.3	62.5	20.8	16.7
9.7	25.6	JUN	9.9	9.7	10.2	11.6	13.7	16.3	19.0	21.6	23.7	25.1	25.6	25.4	24.9	24.1	23.0	21.6	20.1	18.5	16.8	15.2	13.7	12.3	11.2	10.4	62.5	37.5	0.0
9.8	24.4	JUL	10.0	9.8	10.2	11.5	13.5	15.8	18.4	20.8	22.7	24.0	24.4	24.2	23.8	23.0	22.0	20.8	19.4	17.9	16.3	14.8	13.5	12.2	11.2	10.4	62.5	37.5	0.0
9.8	24.6	AGO	10.0	9.8	10.2	11.5	13.5	15.9	18.5	20.9	22.9	24.2	24.6	24.4	24.0	23.2	22.2	20.9	19.5	18.0	16.4	14.9	13.5	12.2	11.2	10.4	62.5	37.5	0.0
10.2	24.2	SEP	10.4	10.2	10.6	11.8	13.7	16.0	18.4	20.7	22.6	23.8	24.2	24.0	23.6	22.9	21.9	20.7	19.4	17.9	16.5	15.0	13.7	12.5	11.5	10.8	62.5	37.5	0.0
8.4	24.1	OCT	8.6	8.4	8.9	10.2	12.3	14.9	17.6	20.2	22.3	23.6	24.1	23.9	23.4	22.6	21.5	20.2	18.7	17.1	15.4	13.8	12.3	11.0	9.9	9.1	70.8	29.2	0.0
5.2	23.7	NOV	5.4	5.2	5.8	7.4	9.8	12.8	16.1	19.1	21.5	23.1	23.7	23.5	22.9	21.9	20.6	19.1	17.3	15.4	13.5	11.6	9.8	8.3	7.0	6.0	70.8	29.2	0.0
2.5	22.4	DIC	2.7	2.5	3.1	4.8	7.5	10.7	14.2	17.4	20.1	21.8	22.4	22.2	21.5	20.5	19.1	17.4	15.5	13.5	11.4	9.4	7.5	5.8	4.4	3.4	70.8	29.2	0.0
6.8	24.4	ANUAL	7.0	6.8	7.3	8.9	11.2	14.1	17.1	20.0	22.3	23.9	24.4	24.2	23.6	22.7	21.5	20.0	18.3	16.5	14.7	12.9	11.2	9.7	8.5	7.6	66.0	30.9	3.1

Tabla 11: Temperaturas horarias
Fuente (BAT Víctor Fuentes Freixanet)

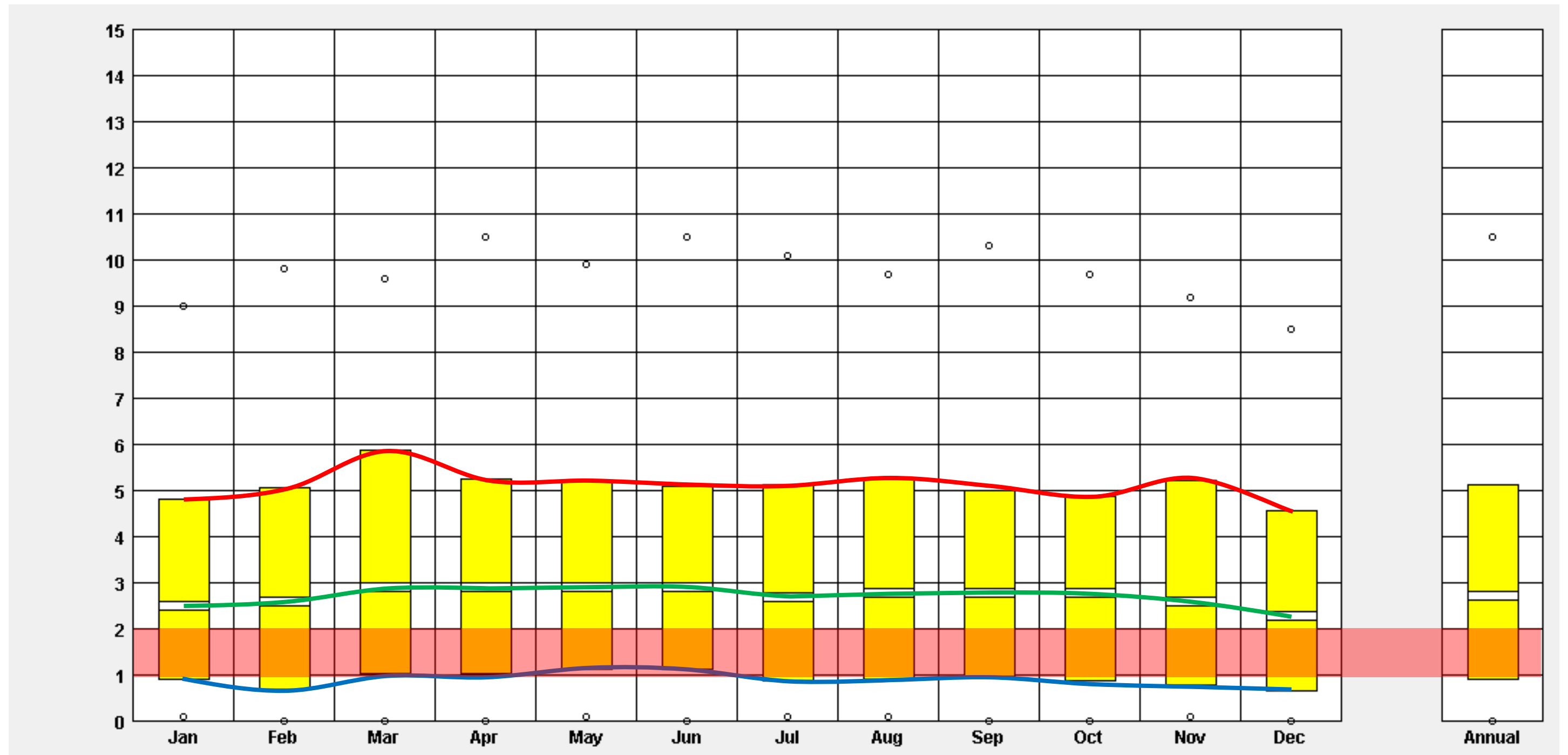
2.3 HUMEDAD RELATIVA



Gráfica 3 Humedad relativa
Fuente (Climate Consultant 6.0, 2022)

Según Olgyay, la zona de confort para la humedad relativa va del 30% hasta el 70% representada por el área sombreada de azul, la gráfica 3 nos muestra que la humedad relativa se encuentra casi todo el año dentro de la zona de confort durante el horario de uso del espacio a diseñar que será de las 9 a las 17 hrs señalizada por el sombreado rojo, a excepción de los meses de mayo y diciembre donde desciende al 25% durante las 15:00 y 16:00 hrs. Mientras que en enero, febrero, marzo y abril la humedad relativa baja al 25% desde las 13:00 hrs y hasta las 17: 00 hrs, Se utilizaran estrategias para humidificar los espacios interiores en este horario durante los meses secos del año.

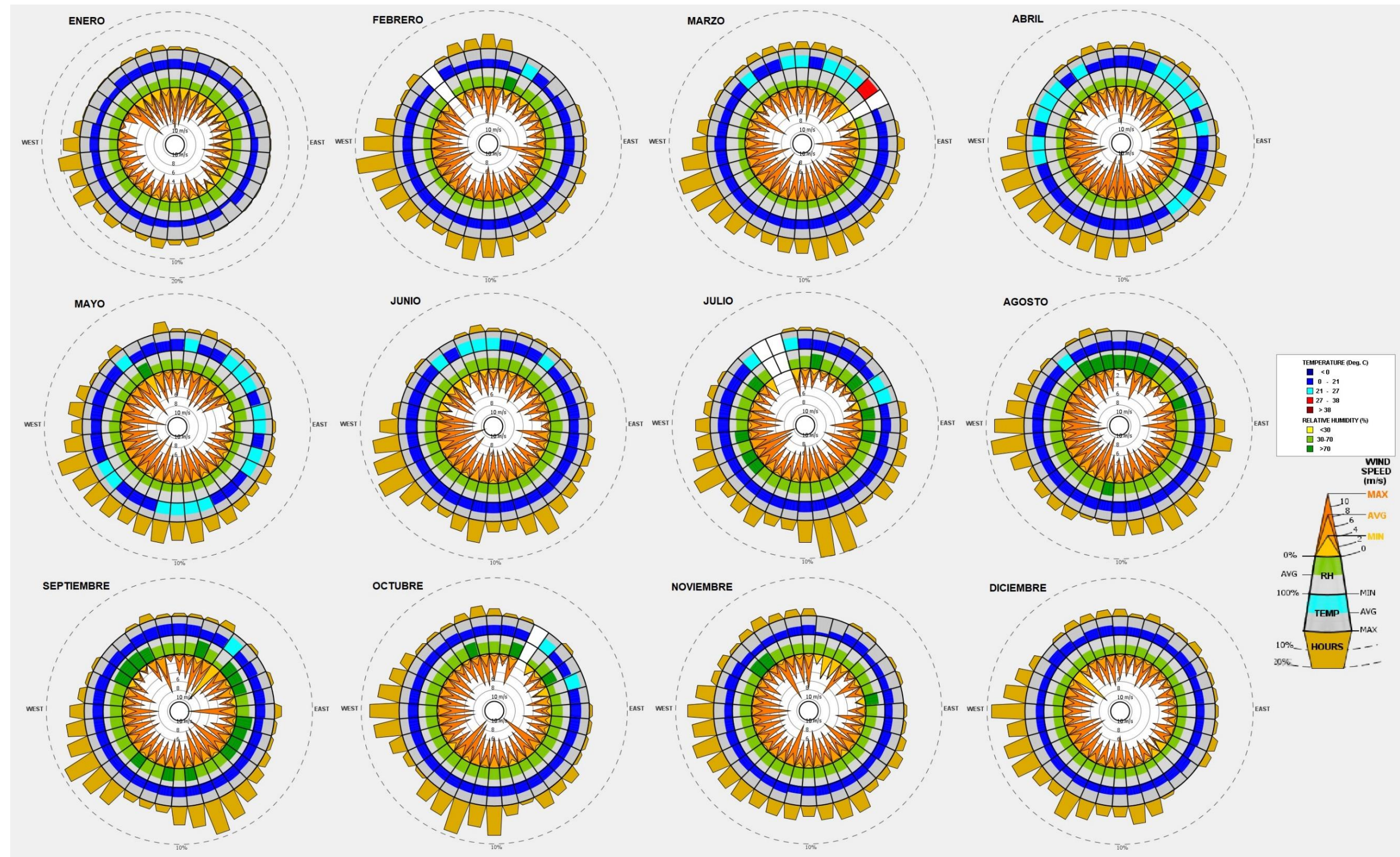
2.4 VELOCIDAD DEL VIENTO



Gráfica 4 Velocidad del viento en m/s
Fuente (Climate Consultant 6.0, 2022)

La gráfica 4 muestra que marzo es el mes con las velocidades del viento más altas, siendo estas de 5.8 m/s que, según la escala de Beaufort, se clasifica como brisa moderada y los efectos observados son de pequeños movimientos en los árboles y la superficie de los lagos se ondula. En tanto se presenta una velocidad media entre los 2.5 y 3.0 m/s catalogada como brisa muy débil y los efectos que genera son de hojas que caen de los árboles y movimiento de los molinos de viento en el campo, aun así, estos rangos de velocidad del viento se encuentran por encima del rango de confort, que en este caso es de un máximo de 2 m/s para exteriores y de 1 m/s para interiores. Por lo que se tendrá que utilizar métodos de barreras naturales y/o artificiales que disminuyan la velocidad del viento.

2.4.1. ORIGEN Y VELOCIDADES DEL VIENTO POR MES



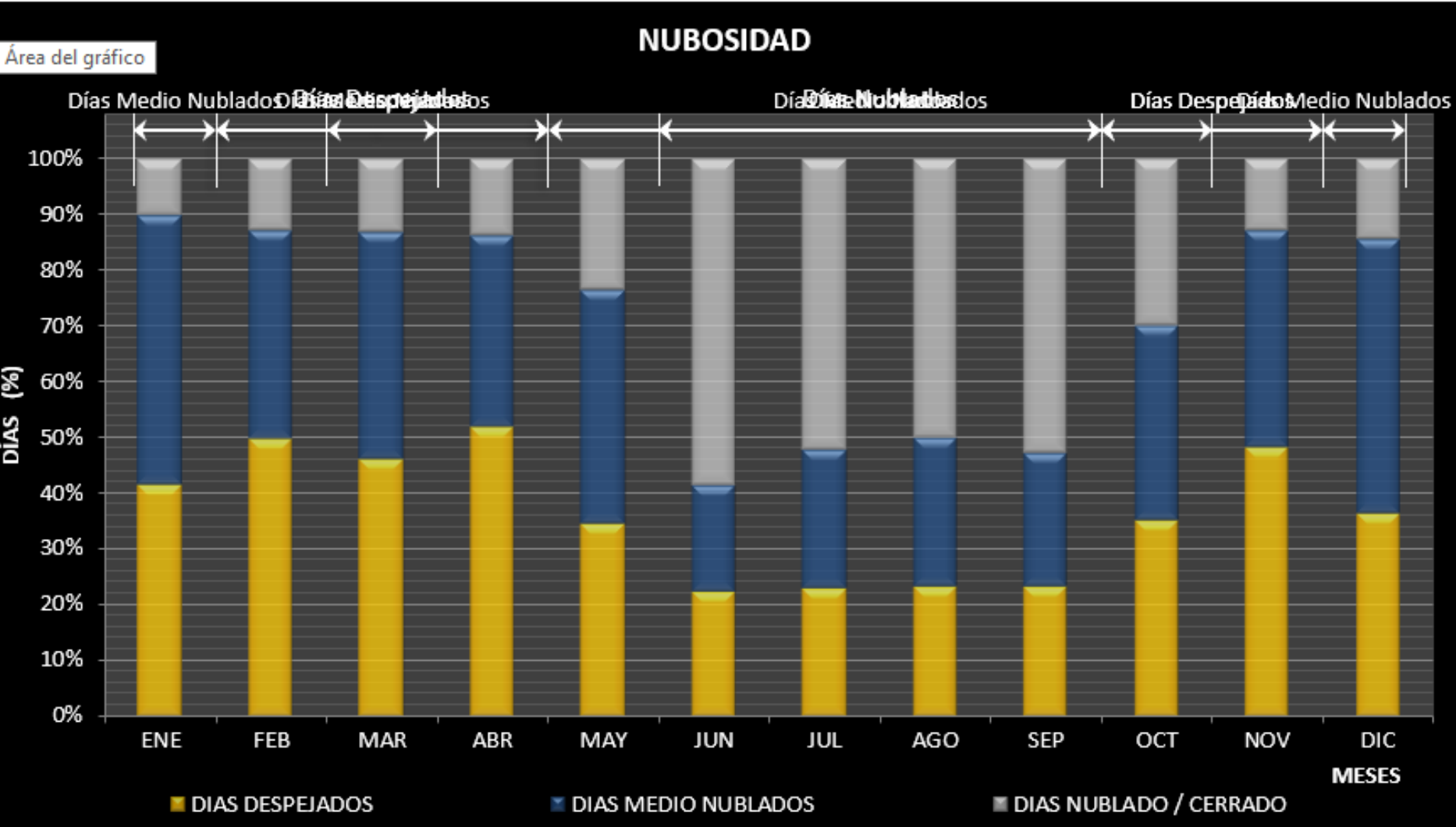
Gráfica 5: Vientos dominantes mensuales
Fuente (Climate Consultant 6.0, 2022)

La gráfica 5 muestra que el viento tiene un barlovento en el oeste durante los meses de enero, febrero, agosto, noviembre y diciembre, mientras que marzo, abril, mayo, junio y septiembre el barlovento tiene un origen suroeste. En tanto que el barlovento del sur se presenta durante julio y octubre.

2.5 NUBOSIDAD

FUENTE	VARIABLES CLIMATOLÓGICAS	UNIDAD	AÑOS	MESES												ANUAL
				ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
c	DIAS DESPEJADOS	Días	20	12.0	16.0	15.0	19.0	10.0	7.0	7.0	7.0	7.0	11.0	16.0	10.0	137.0
c	DIAS MEDIO NUBLADOS	Días	20	14.0	12.0	13.3	12.5	12.1	5.9	7.6	8.0	7.2	10.9	12.9	13.5	129.9
c	DIAS NUBLADO / CERRADO	Días	20	2.9	4.1	4.3	5.0	6.8	18.1	15.9	15.0	15.7	9.3	4.3	3.9	105.3

Tabla 13 Nubosidad
Fuente (BAT Víctor Fuentes Freixanet, 2022)



Gráfica 6 Nubosidad
Fuente (BAT Víctor Fuentes Freixanet, 2022)

En la gráfica 6 se observa que los días despejados son los mayoritarios durante el año, seguidos por los días medio nublados, siendo enero, febrero, marzo, abril, mayo, octubre, noviembre y diciembre los meses con mayor número de días soleados, en contraparte junio, julio, agosto y septiembre los meses con más días nublados o cerrados. Por lo que. Tecámac es un sitio adecuado para usar ecotecnologías y estrategias que utilicen la energía solar.

2.6 RADIACIÓN SOLAR

RADIACIÓN SOLAR HORARIA

PARÁMETROS	UNIDAD	AÑOS	MESES												ANUAL
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
RADIACIÓN SOLAR TOTAL (Global)	W/m2	29	705.0	760.0	850.0	890.0	850.0	790.0	780.0	760.0	640.0	700.0	670.0	640.0	752.9
RADIACIÓN SOLAR DIRECTA	W/m2	29	690.0	680.0	660.0	690.0	680.0	570.0	600.0	550.0	380.0	560.0	670.0	650.0	615.0
RADIACIÓN SOLAR DIFUSA	W/m2	29	710.0	780.0	850.0	880.0	850.0	790.0	780.0	760.0	650.0	710.0	690.0	172.3	718.5
DURACIÓN PROMEDIO DEL DÍA	h.m		10.58	11.28	12.00	12.35	13.02	13.13	13.04	12.37	12.00	11.29	10.59	10.47	12.00
SALIDA DEL SOL (Orto)	h.m		6.31	6.16	6.00	5.43	5.29	5.23	5.28	5.41	6.00	6.15	6.30	6.37	6.00
PUESTA DEL SOL (Ocaso)	h.m		17.29	17.44	18.00	18.17	18.31	18.37	18.32	18.19	18.00	17.45	17.30	17.23	18.00

Tabla 14 Radiación solar horaria
Fuente (BAT Víctor FuentesFreixanet, 2022)

La tabla 14 muestra que se tiene un promedio anual de 615 Wh/m² de radiación solar directa, que se ubica dentro del rango optimo que va de los 500 a los 700 Wh/. La gráfica 7 obtenida de Climate Consultant nos muestra los niveles mensuales de radiación solar, siendo enero el mes más alto con casi los 700 Wh/m² y a septiembre con 380 Wh/m² como al mes con el nivel más bajo, por lo tanto, a excepción de septiembre, durante el resto del año se tienen niveles de radiación solar por encima de los 500 Wh/m². Por último, la tabla 15 nos muestra las horas con mayores niveles de radiación solar teniendo desde las 9:00 y hasta las 15:00 hrs de los meses de marzo a agosto como los de mayor radiación.

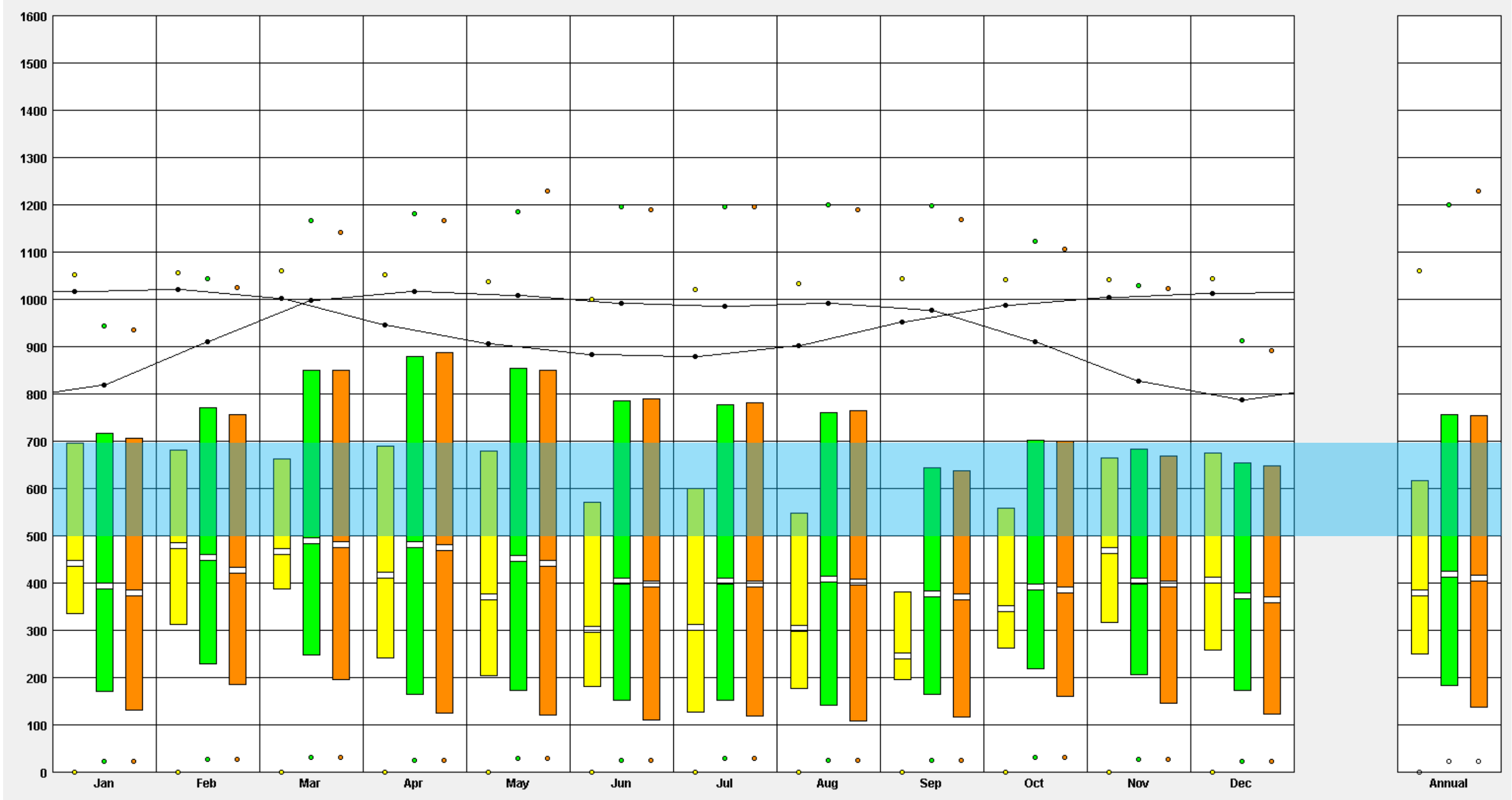
Escala Cromática

> 700	Radiación Alta	
500 700	Radiación Media	
0 500	Radiación Baja	
= 0	Radiación Nula	

Tabla 16 Tabla cromática de radiación solar
Fuente (BAT Víctor Fuentes Freixanet, 2022)

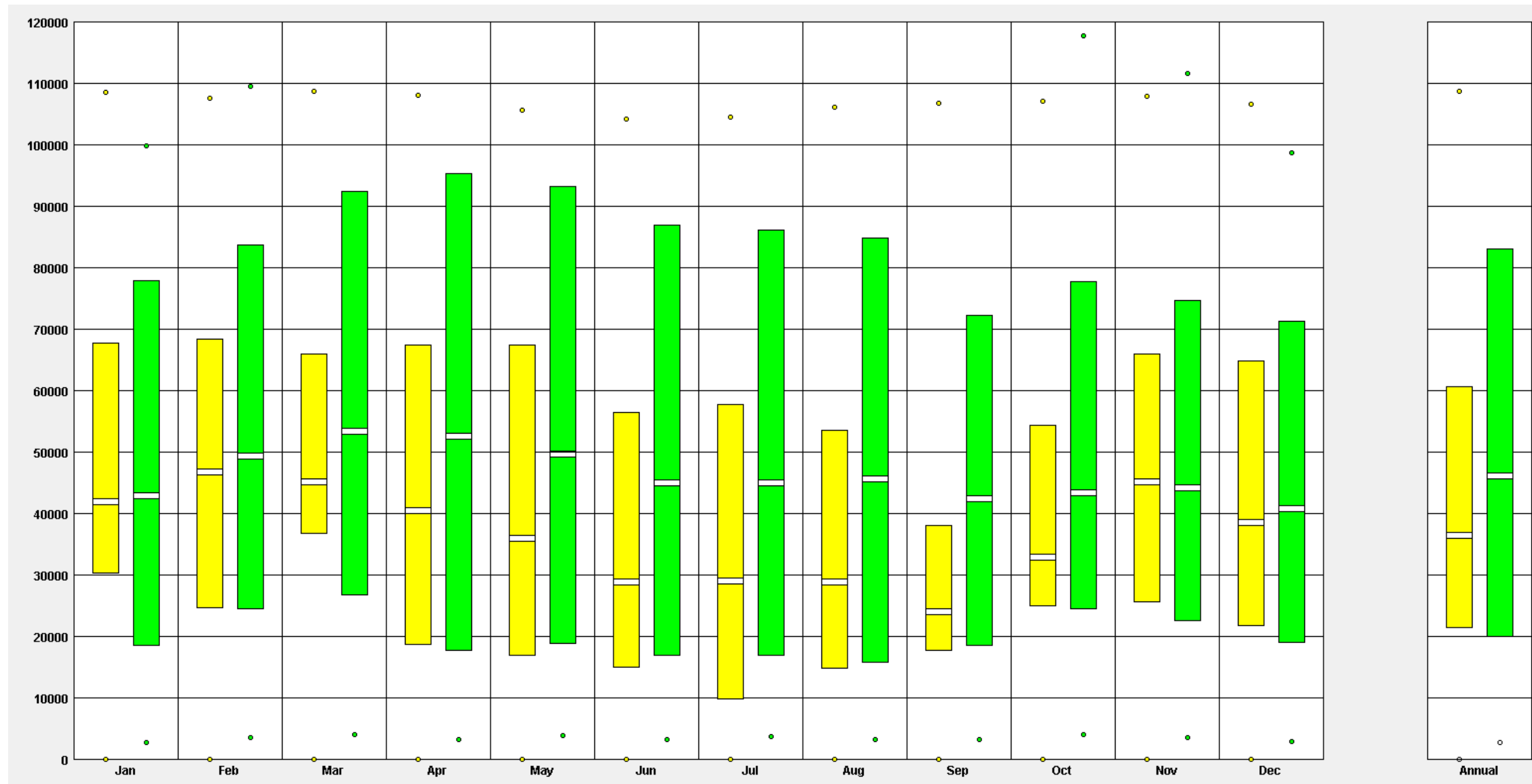
		RADIACION SOLAR TOTAL (RSg) HORARIA																								Más de 120 W/m2 (h)	Radiación Total Diaria
MÁXIMA (12:00h)	MESES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
705.0	ENE							37.3	216.6	404.1	562.8	668.2	705.0	668.2	562.8	404.1	216.6	37.3								9	4482.8
760.0	FEB							95.1	284.4	470.5	624.2	725.0	760.0	725.0	624.2	470.5	284.4	95.1								9	5158.4
850.0	MAR							167.9	370.0	560.8	715.2	815.4	850.0	815.4	715.2	560.8	370.0	167.9								11	6108.5
890.0	ABR							21.0	204.9	410.9	602.5	756.4	855.7	890.0	855.7	756.4	602.5	410.9	204.9	21.0						11	6592.9
850.0	MAY							68.3	246.1	432.1	601.0	734.8	820.5	850.0	820.5	734.8	601.0	432.1	246.1	68.3						11	6655.6
790.0	JUN							71.6	236.6	407.6	562.4	684.8	763.1	790.0	763.1	684.8	562.4	407.6	236.6	71.6						11	6242.2
780.0	JUL							64.1	227.2	397.6	552.2	674.6	753.0	780.0	753.0	674.6	552.2	397.6	227.2	64.1						11	6117.4
760.0	AGO							19.4	176.7	352.3	515.4	646.4	730.8	760.0	730.8	646.4	515.4	352.3	176.7	19.4						11	5641.9
640.0	SEP							126.4	278.6	422.2	538.5	613.9	640.0	613.9	538.5	422.2	278.6	126.4								11	4599.4
700.0	OCT							88.5	262.7	433.9	575.2	667.8	700.0	667.8	575.2	433.9	262.7	88.5								9	4756.5
670.0	NOV							36.2	206.6	384.6	535.1	635.1	670.0	635.1	535.1	384.6	206.6	36.2								9	4265.0
680.0	DIC							27.9	200.7	384.1	539.9	643.7	680.0	643.7	539.9	384.1	200.7	27.9								9	4272.6
756.3	ANUAL							149.4	329.2	498.9	636.4	725.4	756.3	725.4	636.4	498.9	329.2	149.4								11	5407.8

Tabla 15 Radiación solar total horaria
Fuente (BAT Víctor Fuentes Freixanet, 2022)



Gráfica 7 Radiación solar
Fuente (Climate Consultant 6.0, 2022)

2.7 ILUMINACIÓN



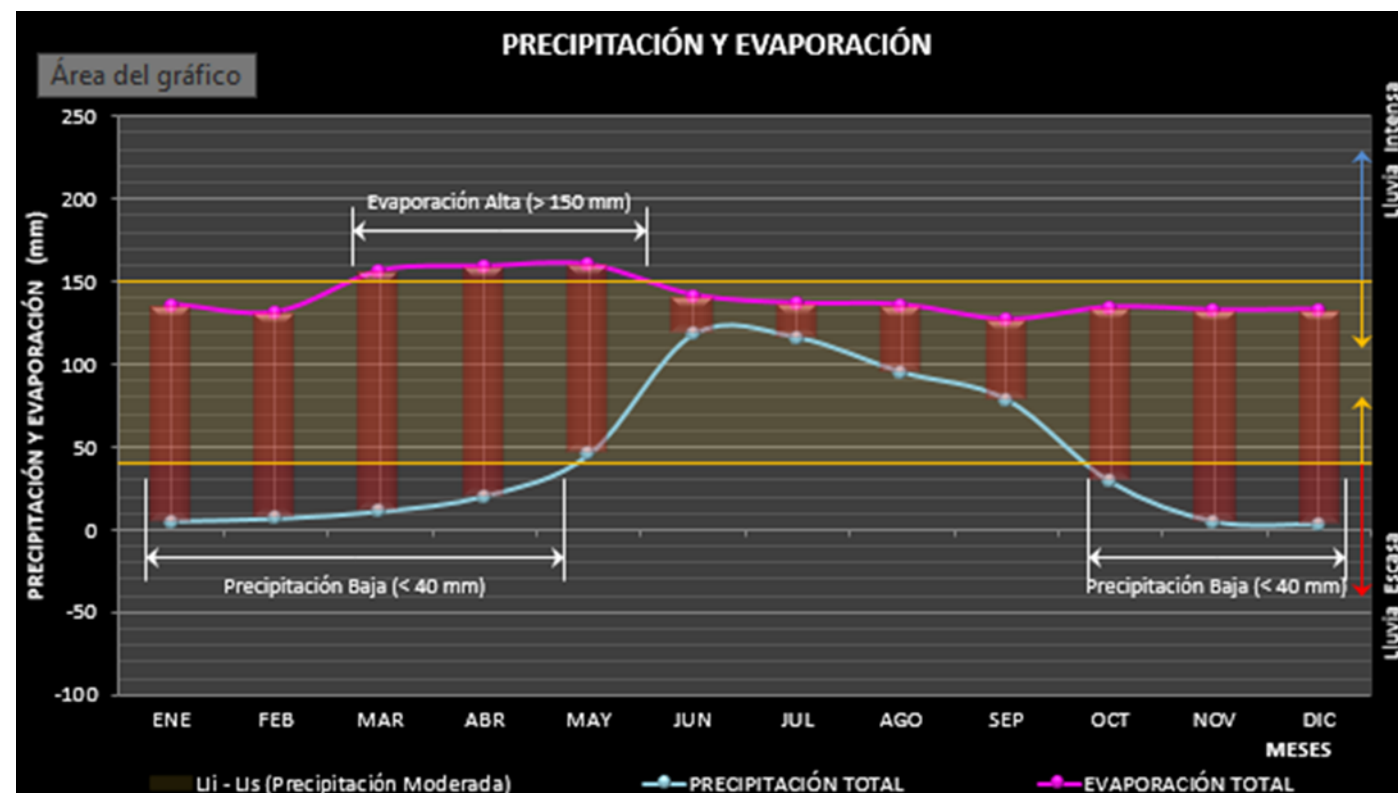
Gráfica 8 Niveles de iluminación
Fuente Climate Consultant 6.0, 2022)

En la gráfica 8 se muestra que los niveles de iluminación natural siendo noviembre, diciembre, enero, febrero marzo, abril y mayo los meses con mayores cantidades a los 65,000 lux, al contrario, septiembre es el mes con los menores niveles con apenas 38,000 lux. Por lo que Tecámac, es un lugar idóneo para utilizar la iluminación natural como estrategia de diseño para el proyecto a desarrollar.

2.8 PRECIPITACIÓN Y EVAPORACIÓN

PRECIPITACIÓN Y EVAPORACIÓN																
PARÁMETROS		UNIDAD	AÑOS	MESES												ANUAL
				ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
PRECIPITACIÓN	TOTAL	mm	10	5.4	7.0	11.3	20.6	45.9	118.6	116.5	95.6	79.1	29.1	5.2	3.6	537.9
	MAXIMA	mm	10	28.0	66.0	47.8	71.7	99.1	166.2	199.4	170.7	192.2	141.8	42.0	23.6	199.4
	FECHA	aaaa	n/d	1981	2006	1988	1981	1982	2004	2010	1988	1998	1981	1990	1984	JUL-2010
	MAXIMA EN 24 h	mm	10	26.8	40.0	38.3	38.3	47.5	59.6	59.0	86.9	80.0	65.7	42.2	22.1	86.9
	FECHA	dd/aaaa	n/d	17/1981	04/2010	04/1988	30/1981	08/2001	24/1990	31/2000	31/1988	06/2002	30/2009	28/1990	02/1984	31-ago.-1988
	MAXIMA EN 1 h	mm	10	4.7	12.0	4.9	18.5	11.7	23.8	32.3	21.3	42.2	18.2	8.8	10.5	42.2
	FECHA	dd/aaaa	n/d	07/2002	05/2009	03/2003	17/2002	11/2005	22/2005	21/2002	13/2006	05/2007	04/2001	12/2003	19/2001	5-sep.-2007
	MINIMA	mm	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	FECHA	aaaa	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	#N/D
EVAPORACIÓN TOTAL		mm	25	136.1	131.4	156.6	159.2	160.2	141.7	136.7	135.8	126.8	134.4	132.6	133.0	1684.5
LÍMITE PLUVIAL SUPERIOR (Lis)		mm		150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0
LÍMITE PLUVIAL INFERIOR (Lli)		mm		40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0

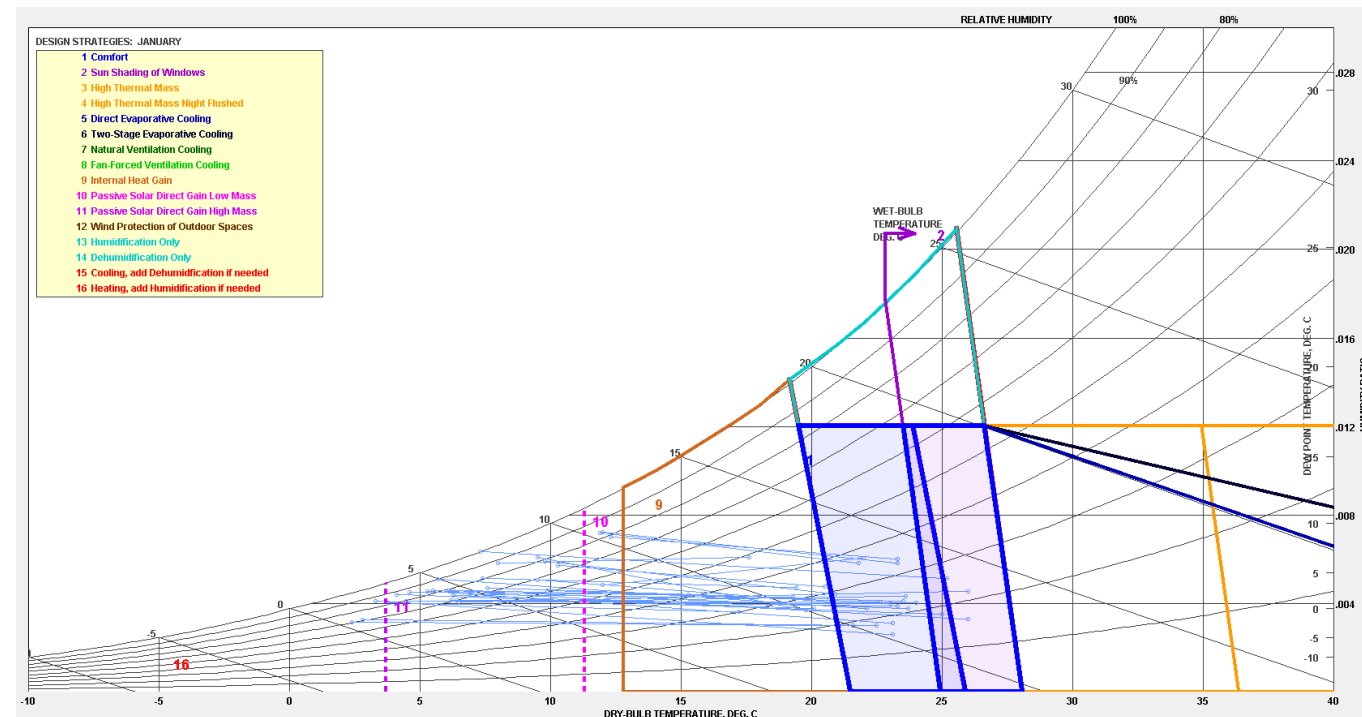
Tabla 17 Precipitación y Evaporación del sitio
Fuente (BAT Víctor Fuentes Freixanet,2022)



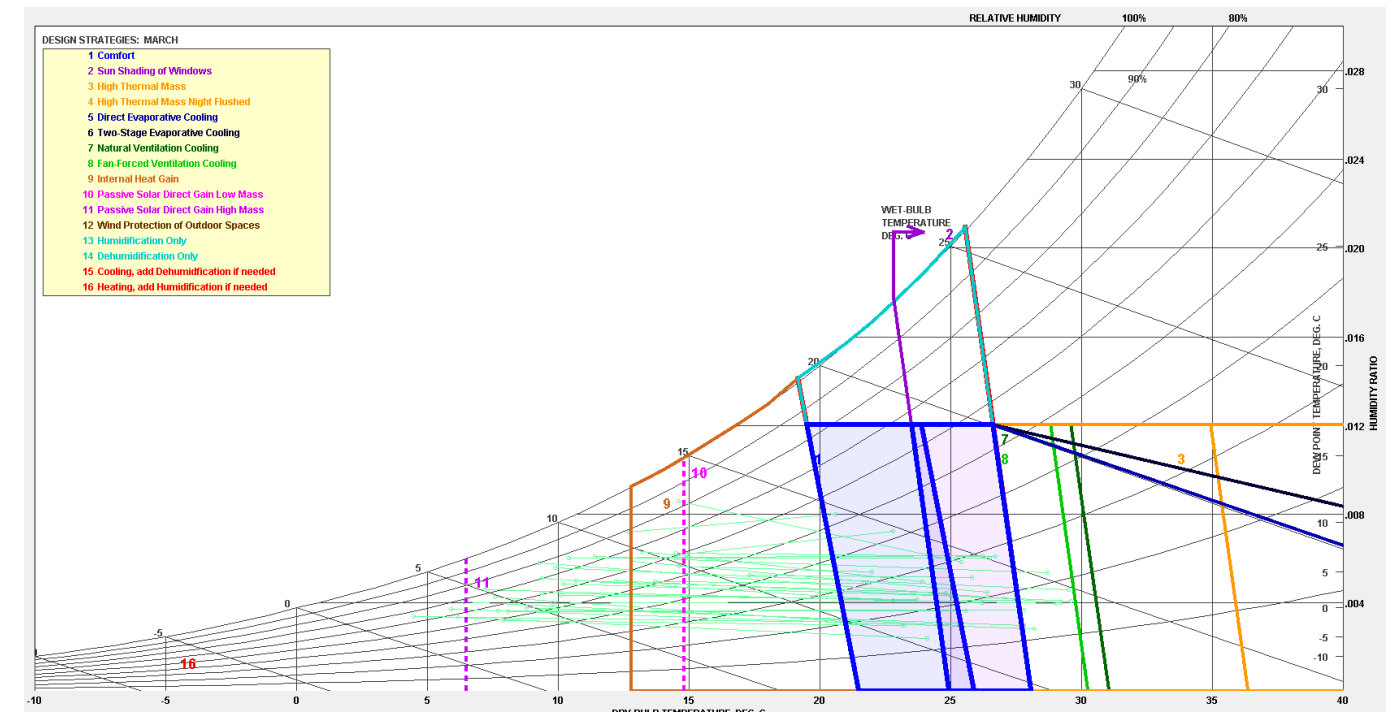
Gráfica 9: Precipitación anual
Fuente (BAT Víctor Fuentes Freixanet, 2022)

La precipitación se presenta a partir del mes de mayo teniendo a junio como el mes con más lluvia hasta finales de septiembre siendo de octubre a abril, la temporada seca o con menos precipitación. Se recomienda utilizar captación pluvial en el proyecto para su utilización en el sistema hidrosanitario o en áreas verdes del proyecto.

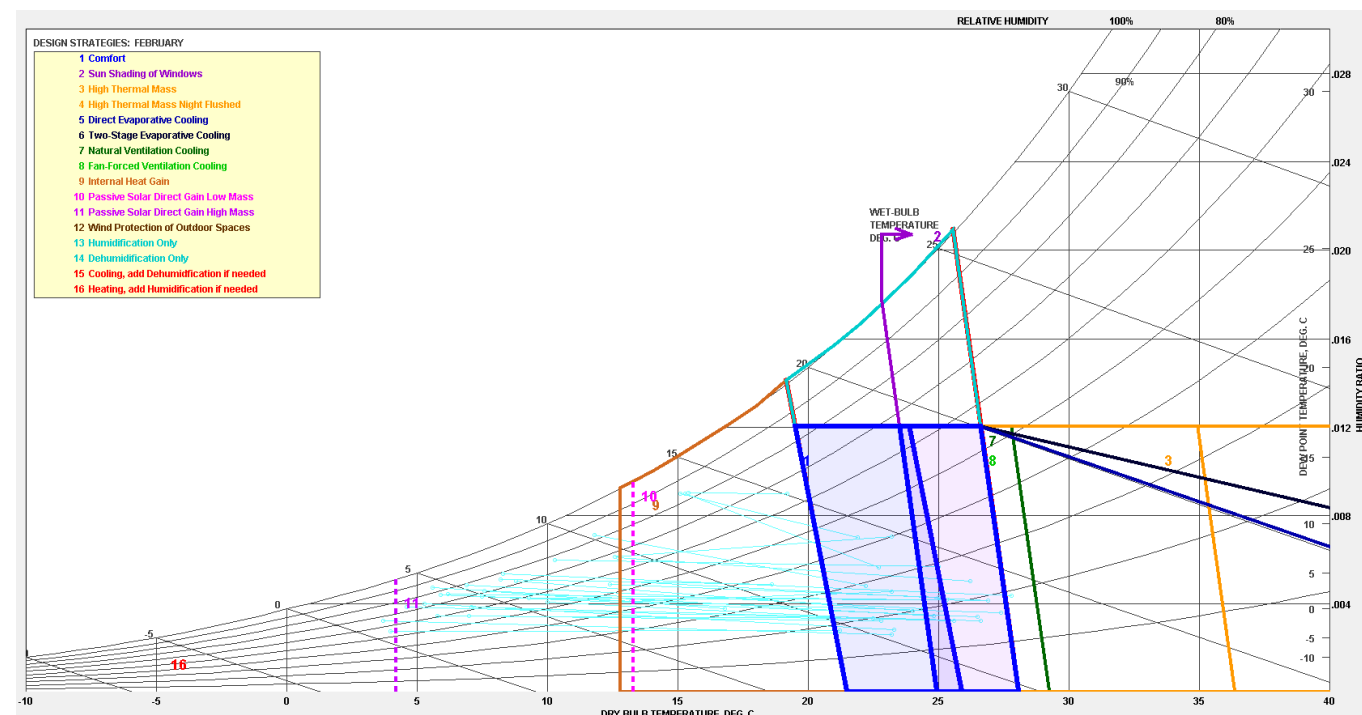
2.9. CARTAS PSICROMÉTRICAS



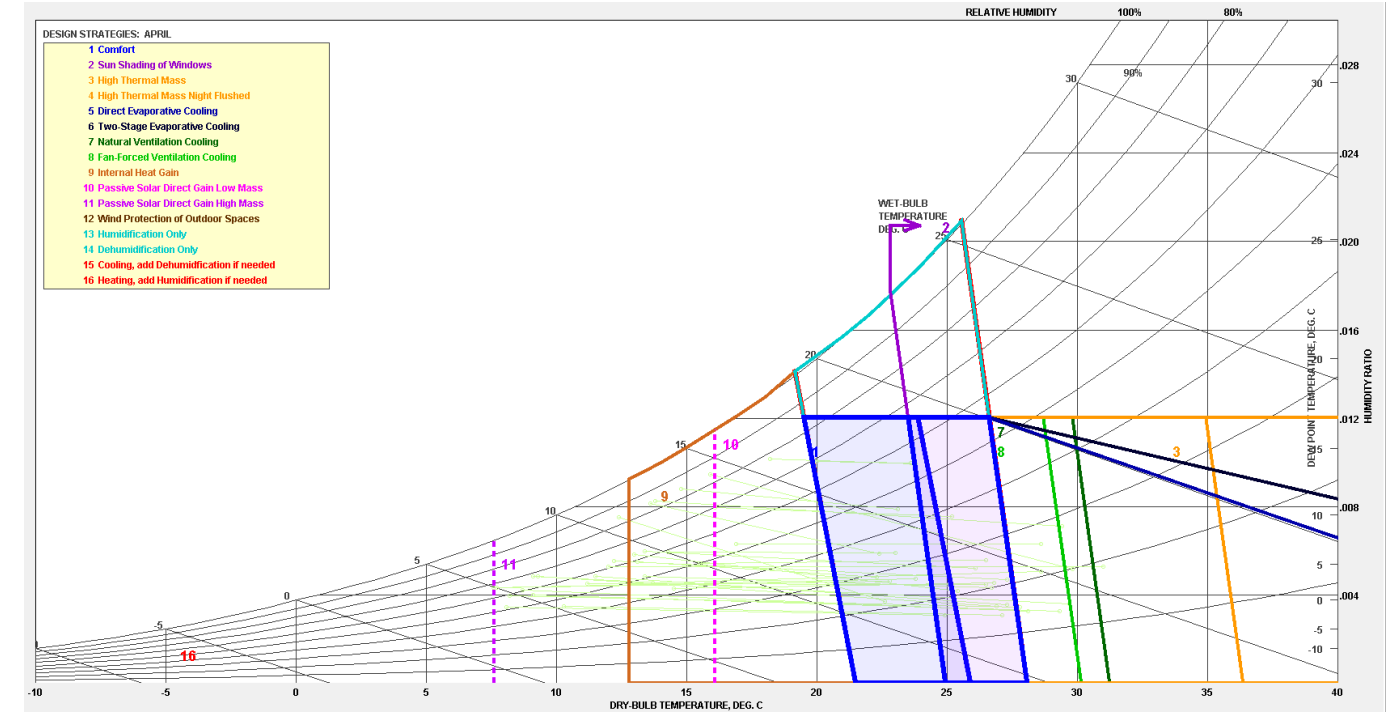
Carta psicrométrica 1 Enero
Fuente (Climate Consultant 6.0, 2022)



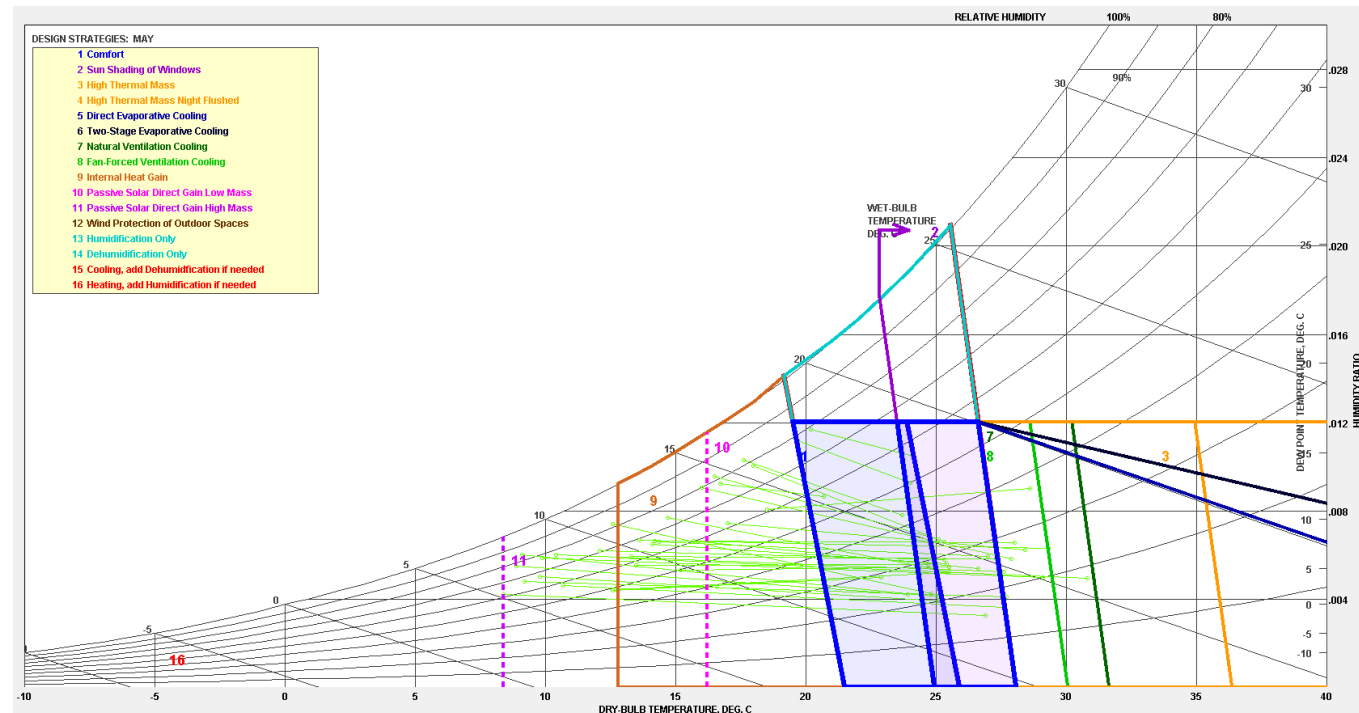
Carta psicrométrica 3 Marzo
Fuente (Climate Consultant 6.0, 2022)



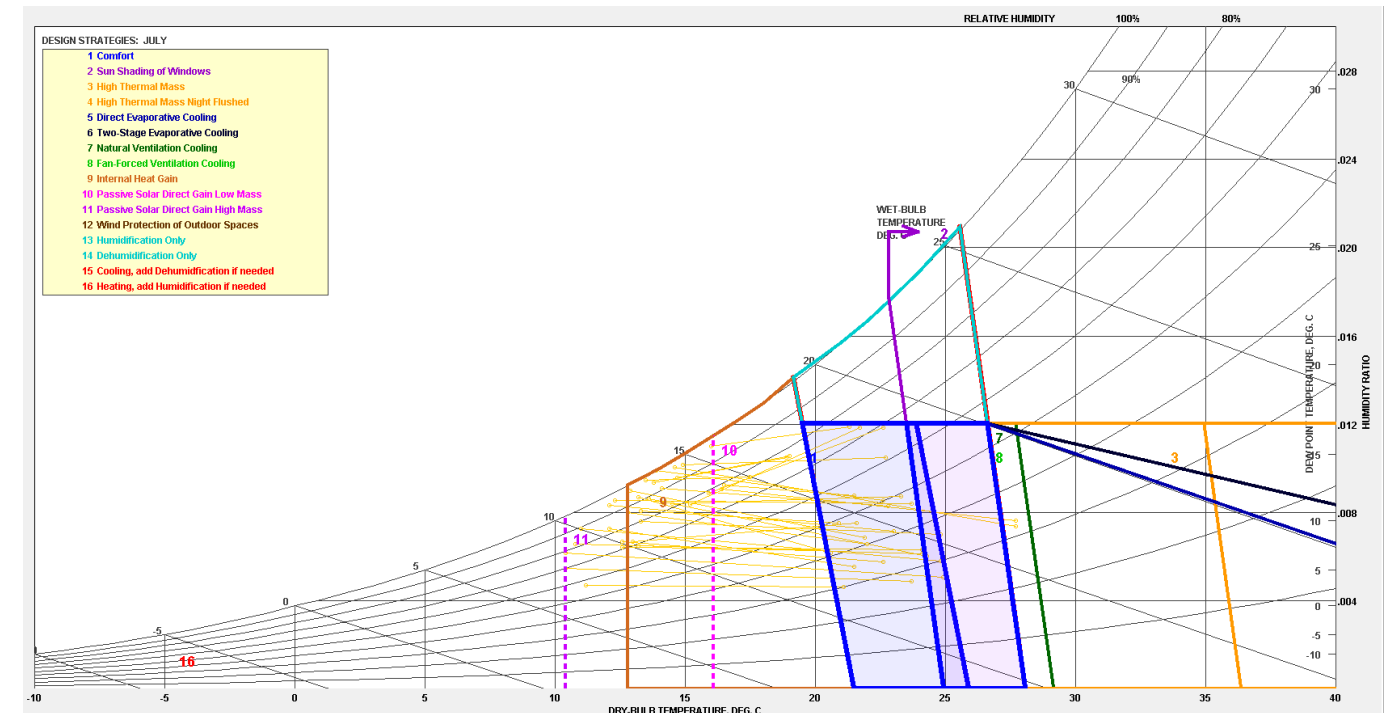
Carta psicrométrica 2 Febrero
Fuente (Climate Consultant 6.0, 2022)



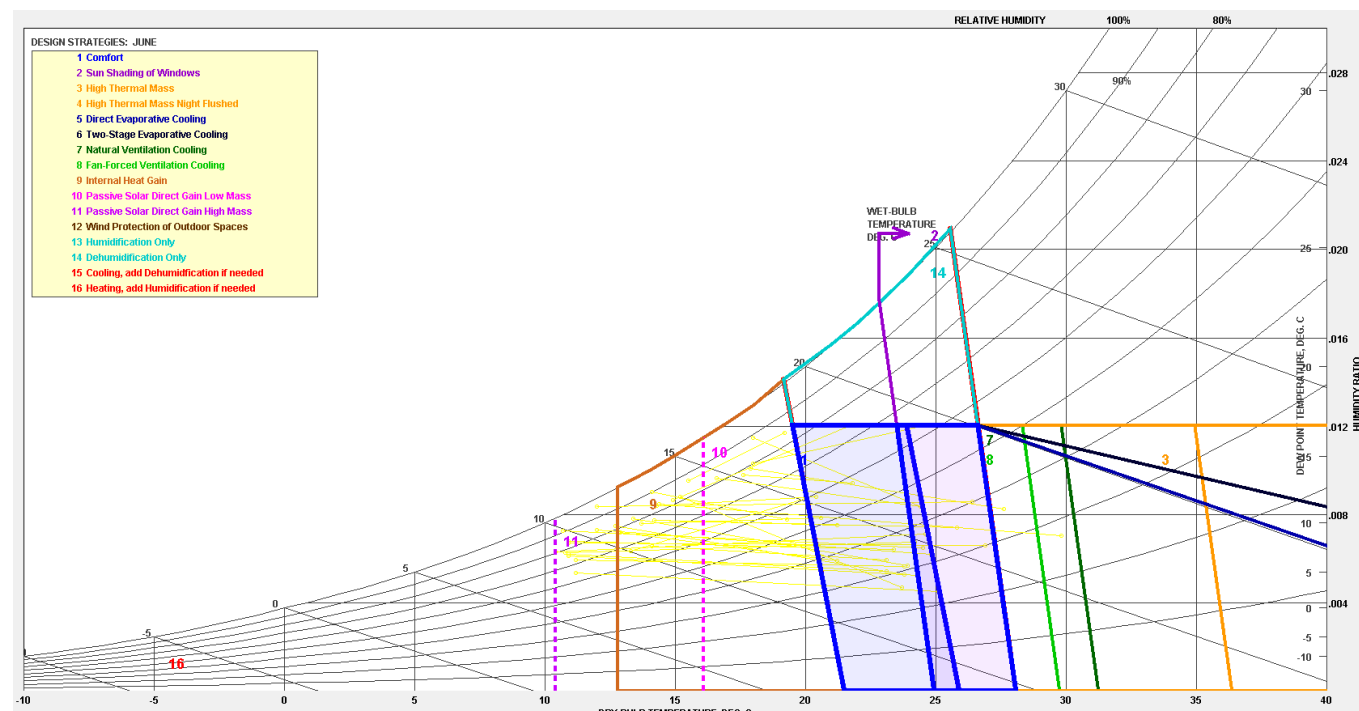
Carta psicrométrica 4 Abril
Fuente (Climate Consultant 6.0, 2022)



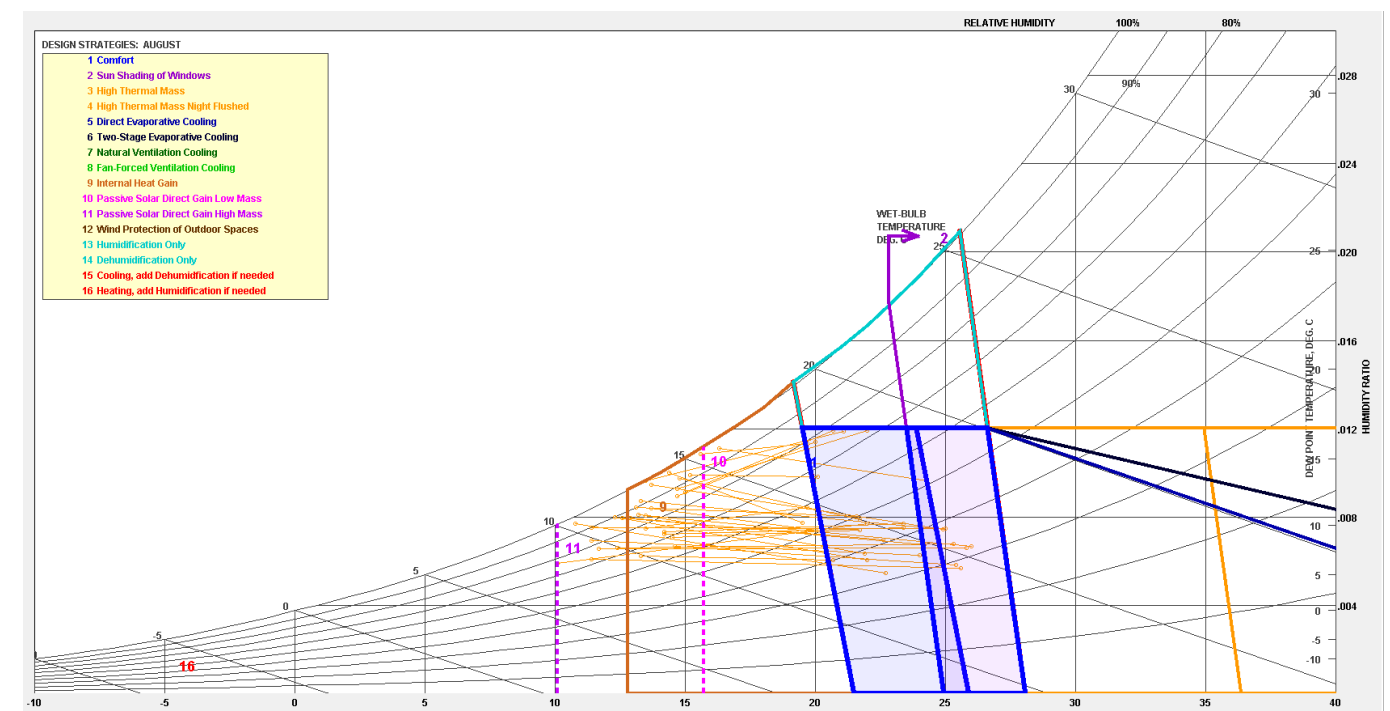
Carta psicrométrica 5 Mayo
Fuente (Climate Consultant 6.0, 2022)



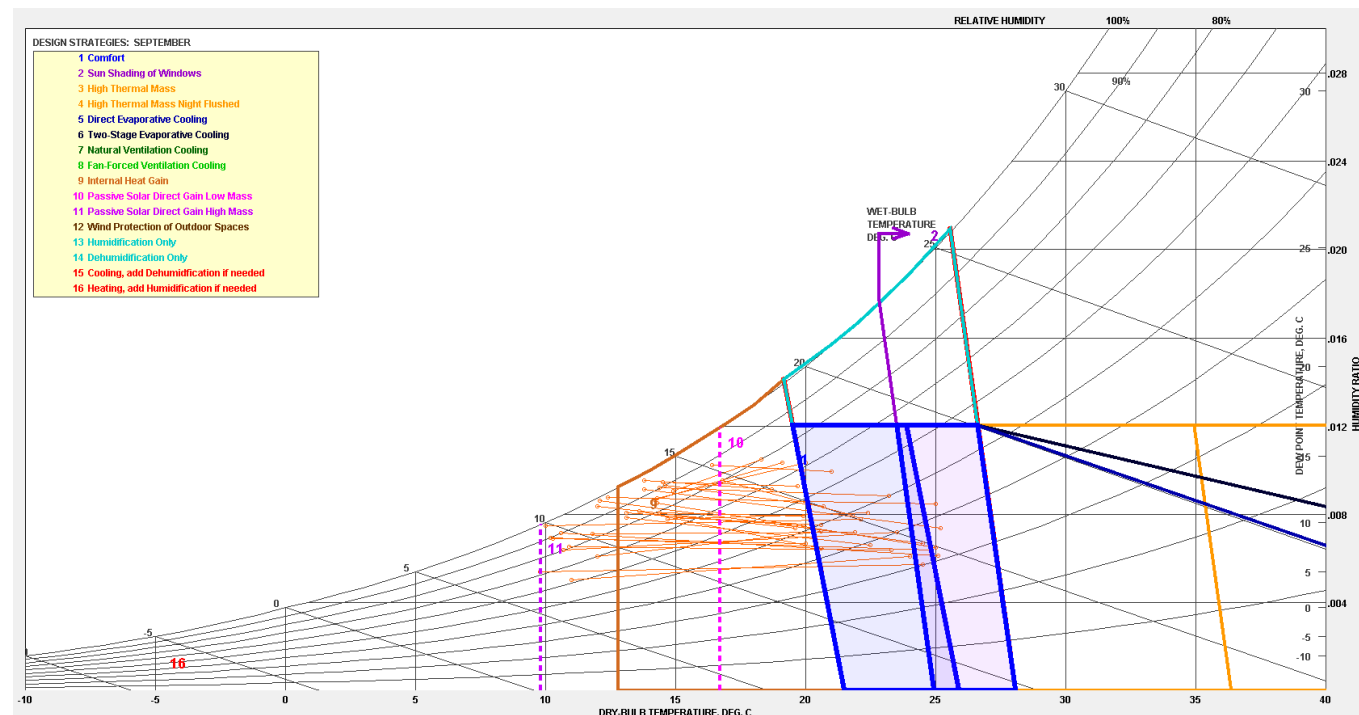
Carta psicrométrica 7 Julio
Fuente (Climate Consultant 6.0, 2022)



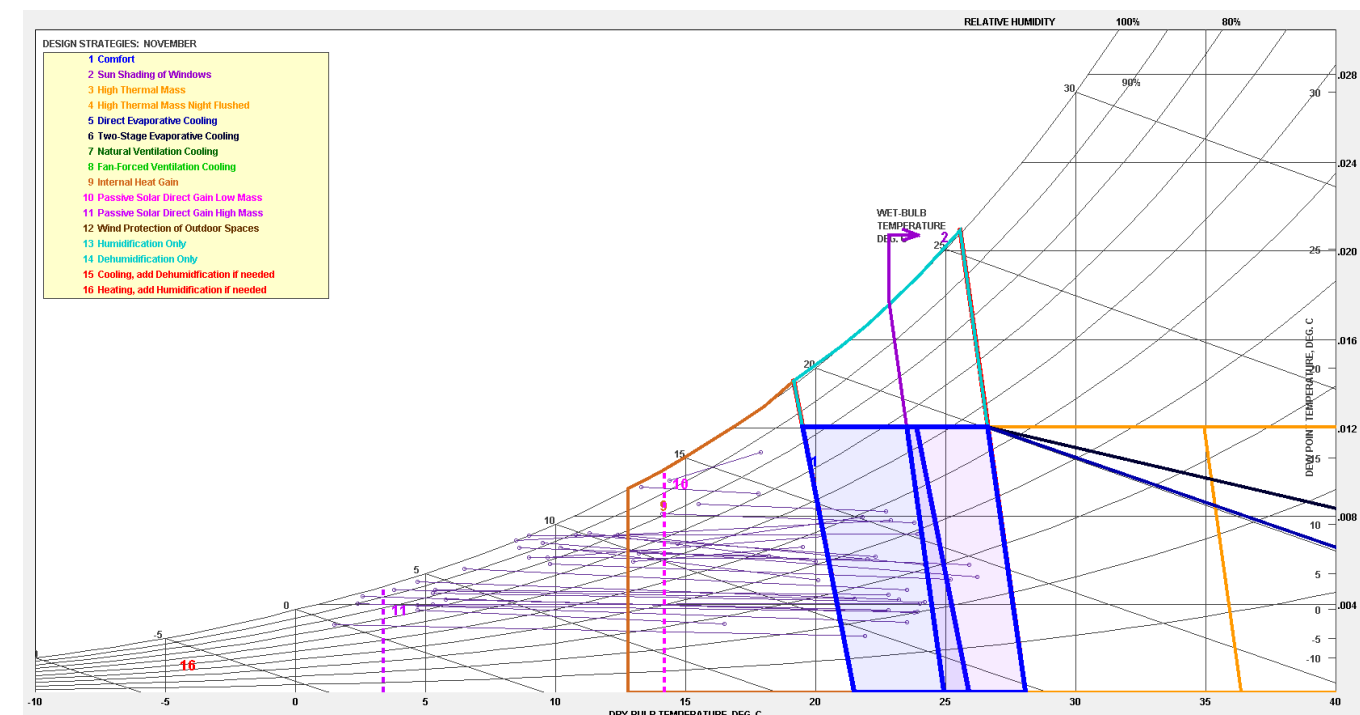
Carta psicrométrica 6 Junio
Fuente (Climate Consultant 6.0, 2022)



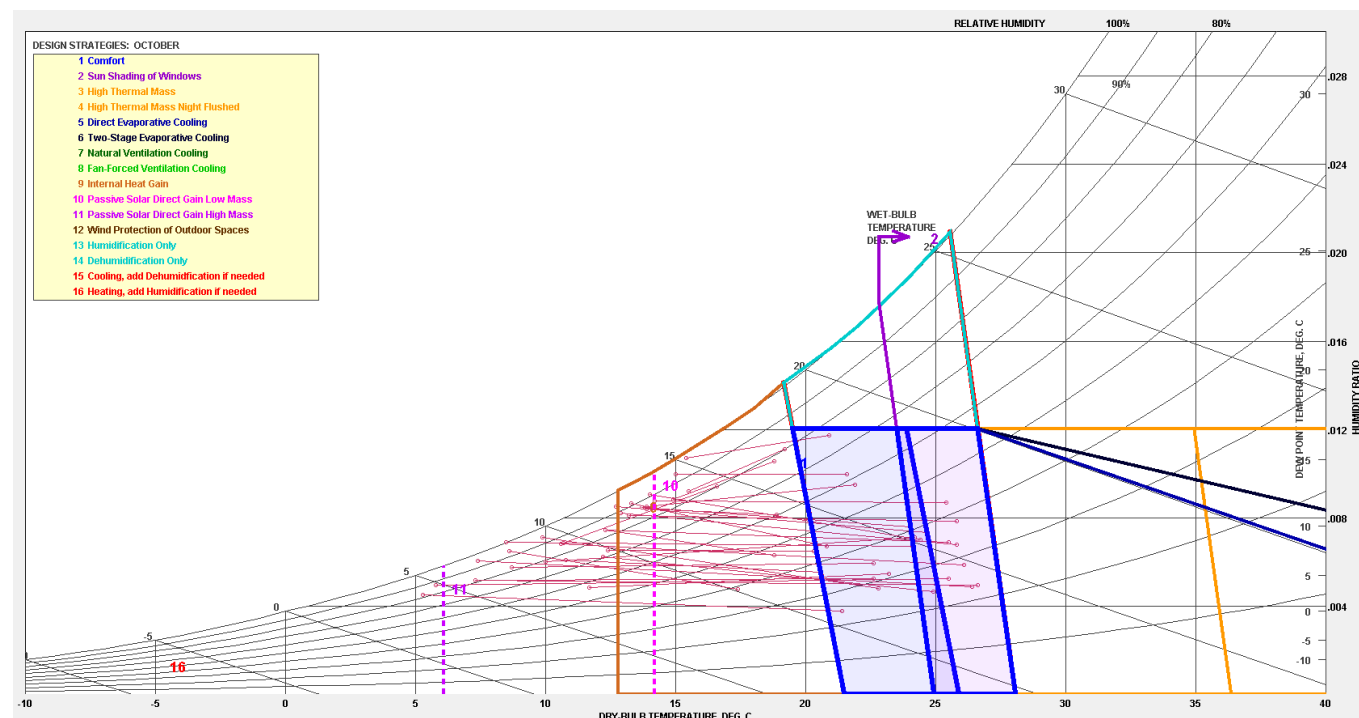
Carta psicrométrica 8 Agosto
Fuente (Climate Consultant 6.0, 2022)



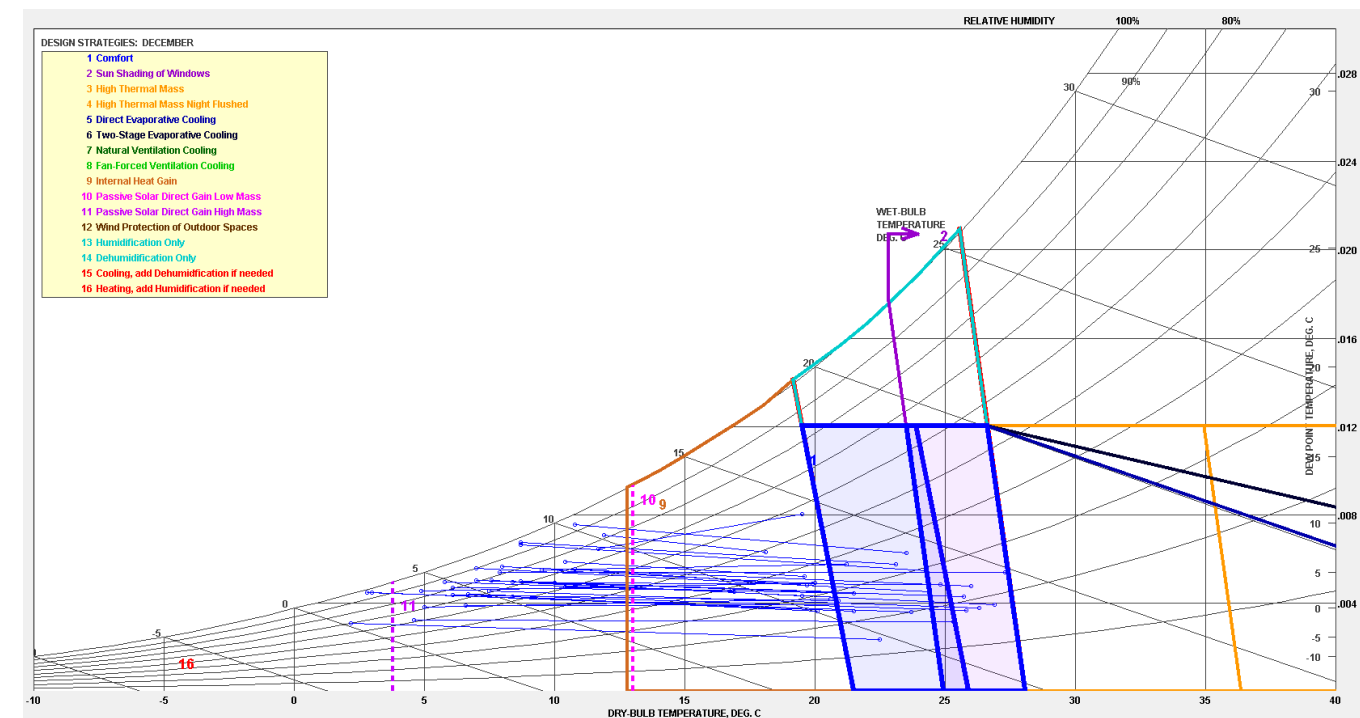
Carta psicrométrica 9 Septiembre
Fuente (Climate Consultant 6.0, 2022)



Carta psicrométrica 11 Noviembre
Fuente (Climate Consultant 6.0, 2022)



Carta psicrométrica 10 Octubre
Fuente (Climate Consultant 6.0, 2022)



Carta psicrométrica 12 Diciembre
Fuente (Climate Consultant 6.0, 2022)

2.10. ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS

MESES	ESTRATEGIAS DE DISEÑO A UTILIZAR				
	Confort (%)	Ganancias de calor internas (%)	Ganancia solar directa pasiva de alta masa (%)	Protección solar en ventanas (%)	Humidificación cuando sea necesario (%)
ENE	14.1	44.4	25.8	1.7	25.0
FEB	24.0	48.4	27.4	7.1	13.4
MAR	30.0	46.2	25.7	12.6	12.2
ABR	38.8	45.3	24.2	15.8	3.6
MAY	44.4	43.5	24.2	16.9	2.4
JUN	32.1	58.5	23.2	7.5	2.4
JUL	28.0	66.5	25.9	3.5	1.3
AGO	29.4	66.3	22.2	4.8	2.4
SEP	21.8	69.7	17.8	3.1	6.1
OCT	22.6	61.6	22.6	6.6	10.8
NOV	17.6	53.9	26.1	1.5	16.4
DIC	13.4	48.3	22.4	3.8	22.4

Tabla 18 Estrategias de diseño bioclimático a utilizar según cartas psicrométricas mensuales
Fuente (Climate Consultant 6.0, 2022)

La tabla 18 muestra que la principal estrategia de diseño a utilizar durante todo el año será de ganancias de calor internas que se confirma en las cartas psicrométricas mensuales generadas por el software Climate Consultant, tales estrategias pueden ser pisos y/o muros radiantes ya sean eléctricos o por agua, calor generado por usuarios en las salas que serán cerradas para evitar fugas de temperatura, cabe mencionar que la calefacción solar al interior por medio de grandes vanos en este caso ventanas no puede ser considerada ya que al ser el proyecto un museo, el Sol puede causar afectaciones a la museografía que se exhibirá .

La segunda estrategia será la de ganancias solares pasivas de alta masa, que en otras palabras será la utilización de materiales masivos en el sistema constructivo del edificio, tales como blocks macizos y acabados aparente de mortero en muros para una mayor absorción de calor, sin embargo para lasas se considera sistema de vigueta y bovedilla de poliestireno con un falso plafón para generar una cámara de aire que funcionara como aislante térmico que complementara a las ganancias internas de calor, cabe mencionar que no se utilizara losa maciza como material de alta masa térmica porque aunque es una buena opción, esta no se verá afectada por los paneles solares que se colocaran en la azotea de las salas y que estas bloquearan la absorción de calor por dicho sistema constructivo.

La tercera estrategia a utilizar será la de humidificar cuando sea necesario, como lo muestran las cartas psicrométricas, los meses de enero a marzo y de octubre a diciembre son lo meses secos

del año donde el porcentaje de humedad relativa puede ser menor al 30% y que según Víctor Olgyay se encontraría por debajo del confort higrotérmico el cual se sitúa entre el 30% y 70%.

Como cuarta estrategia tenemos la protección solar en ventanas que, aunque las cartas psicrométricas la muestran como la estrategia con menor importancia, debemos mencionarla como una de las más importantes, ya que el proyecto contara con ventanas que permitan la iluminación natural difusa, pero con protecciones como aleros y partesoles que bloqueen la iluminación solar directa que pueda afectar los objetos que se exhibirán al interior.

Otras estrategias de diseño serán: ventilación natural cruzada en vestíbulo.

CAPÍTULO 3: PROPUESTA DE ANTEPROYECTO ARQUITECTÓNICO

3.1. ESTADO ACTUAL DEL PREDIO

El predio cuenta con una superficie de 18,553.90 m² y con una pendiente mínima, se encuentra dentro del parque Ecológico y Deportivo “Sierra Hermosa” y a un lado de una de las dos plantas tratadoras de aguas residuales con las que cuenta el municipio actual. Se propone un museo local con la temática del agua, con un recorrido interactivo conectada con la planta tratadora explicando el proceso y funcionamiento de cada fase de la misma.



Fotografía 1 Vista hacia el noroeste del sitio
 Fuente (Ramírez Iván, 2022)



Fotografía 2 Vista hacia el sur del sitio
 Fuente (Ramírez Iván, 2022)



Fotografía 3 Visita hacia el norte del sitio
Fuente (Ramírez Iván, 2022)



Fotografía 4 Vista hacia el oeste del sitio
Fuente (Ramírez Iván, 2022)

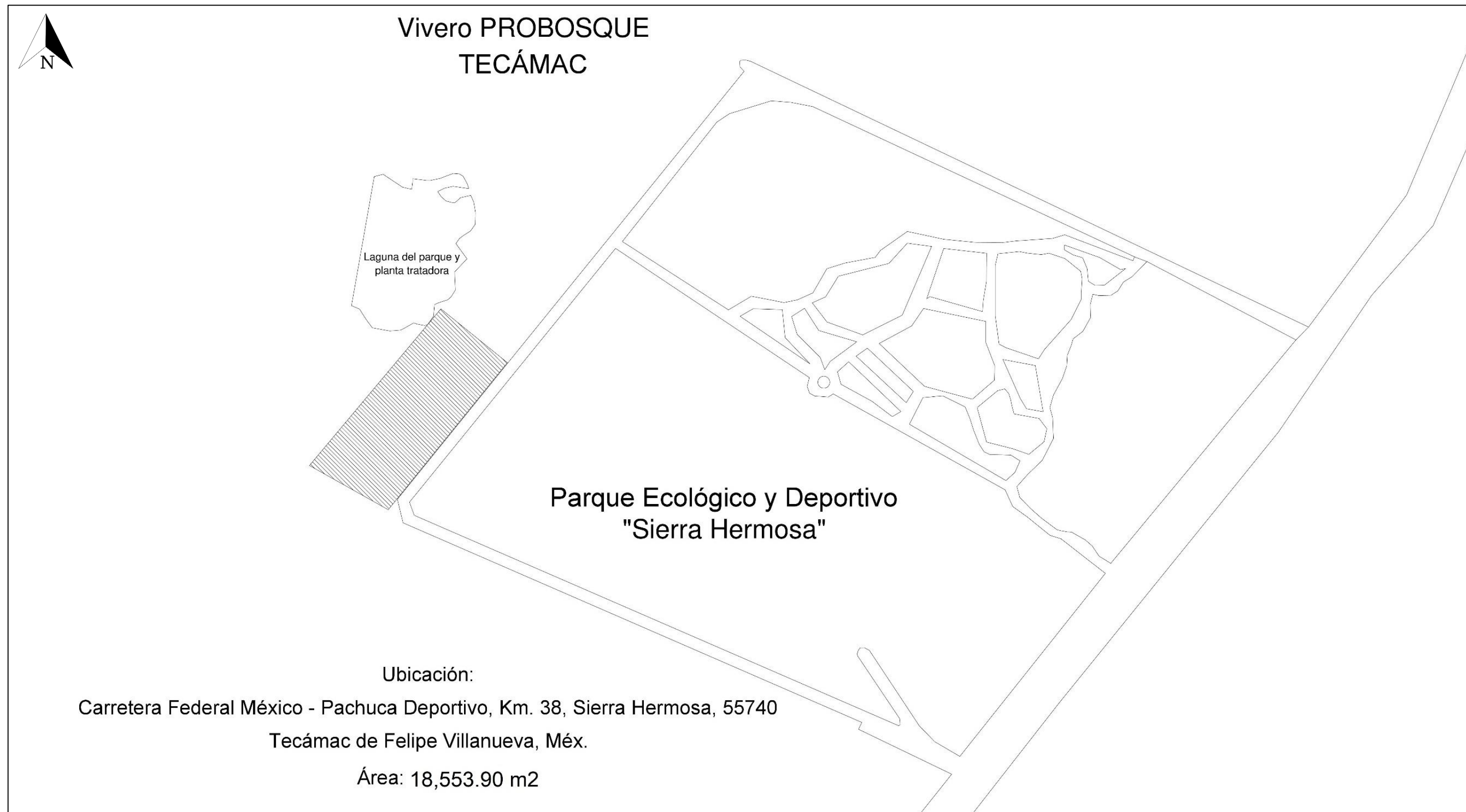
3.2. PROGRAMA ARQUITECTÓNICO

PROGRAMA ARQUITECTÓNICO					
Zona	Subzona	Espacio	Cantidad	Área m²	Subtotal m²
Zona Pública	1.- Vestíbulo	1.1.- Taquillas/informes	1	3.25	3.25
		1.2.- Paquetería	1	4.90	4.9
		1.3.- Souvenirs	1	12.25	12.25
		1.4.- Baños públicos	2	18.00	36
		1.5.- Cafetería	1	20.25	20.25
		1.6.- Exposiciones temporales	1	94.80	94.8
	Subtotal 1:				171.45
	2.- Salas de exposiciones	2.1.- Sala ciclo del agua	1	124.42	124.42
		2.2.- Sala agua potable y cultura del agua	1	124.42	124.42
		2.3.- Sala cultura del agua	1	124.42	124.42
		2.4.- Sala aguas residuales	1	124.42	124.42
		2.5.-Tratamiento del agua	1	124.42	124.42
		2.6- Área juegos infantiles	1	124.42	124.42
	3.- Auditorio		1	504.95	504.95
	4.- Patio central		1	265.07	265.07
	Subtotal 2:				1516.54
Zona Privada	3.- Administración	3.1.- Dirección	1	10.97	10.97
		3.2.- Secretaria	1	9.7	9.7
		3.3.- Sala de reuniones	1	18.67	18.67
		3.4.- Baño de dirección	1	18.58	18.58
	Subtotal 3:				57.92
	4.- Servicios	4.1.- Seguridad	1	10.97	10.97
		4.4.- Cuarto de servicios	1	18.67	18.67
		4.5.- Laboratorio de análisis de muestras	1	18.67	18.67
		4.6.- Estacionamiento p/directivos y minusvalidos	1	497.17	497.17
	Subtotal 4:				545.48
				Área total	2291.39

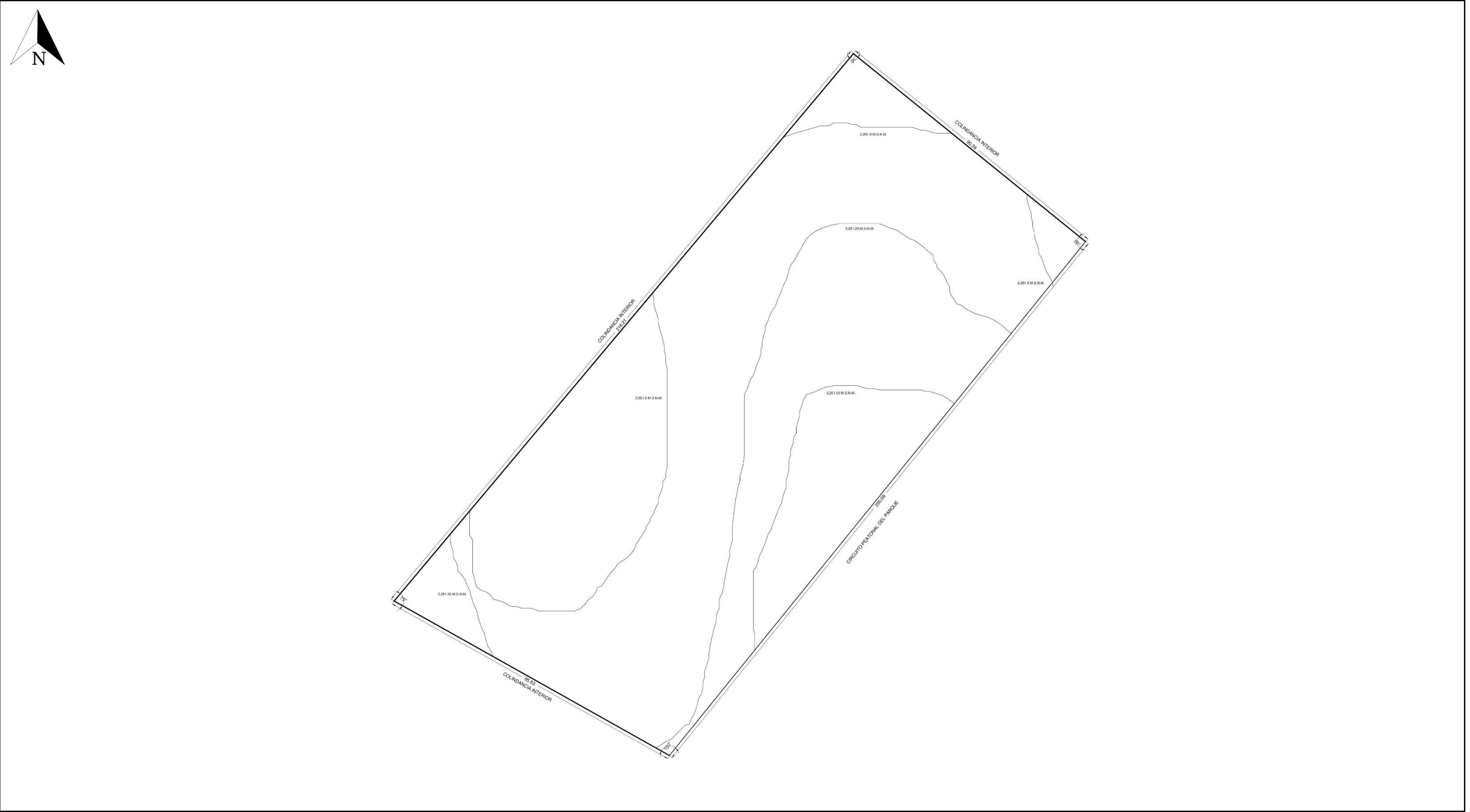
Tabla 19: Programa arquitectónico propuesto
Fuente (Ramírez Iván, 2022)

Durante la segunda visita al sitio del proyecto, en entrevista con la arquitecta Martelva Gálvez, responsable del sistema ODAPAS, se definió el sitio donde se realizará el proyecto, así como también la posible distribución y áreas de cada espacio que tendrá el proyecto ya mencionado.

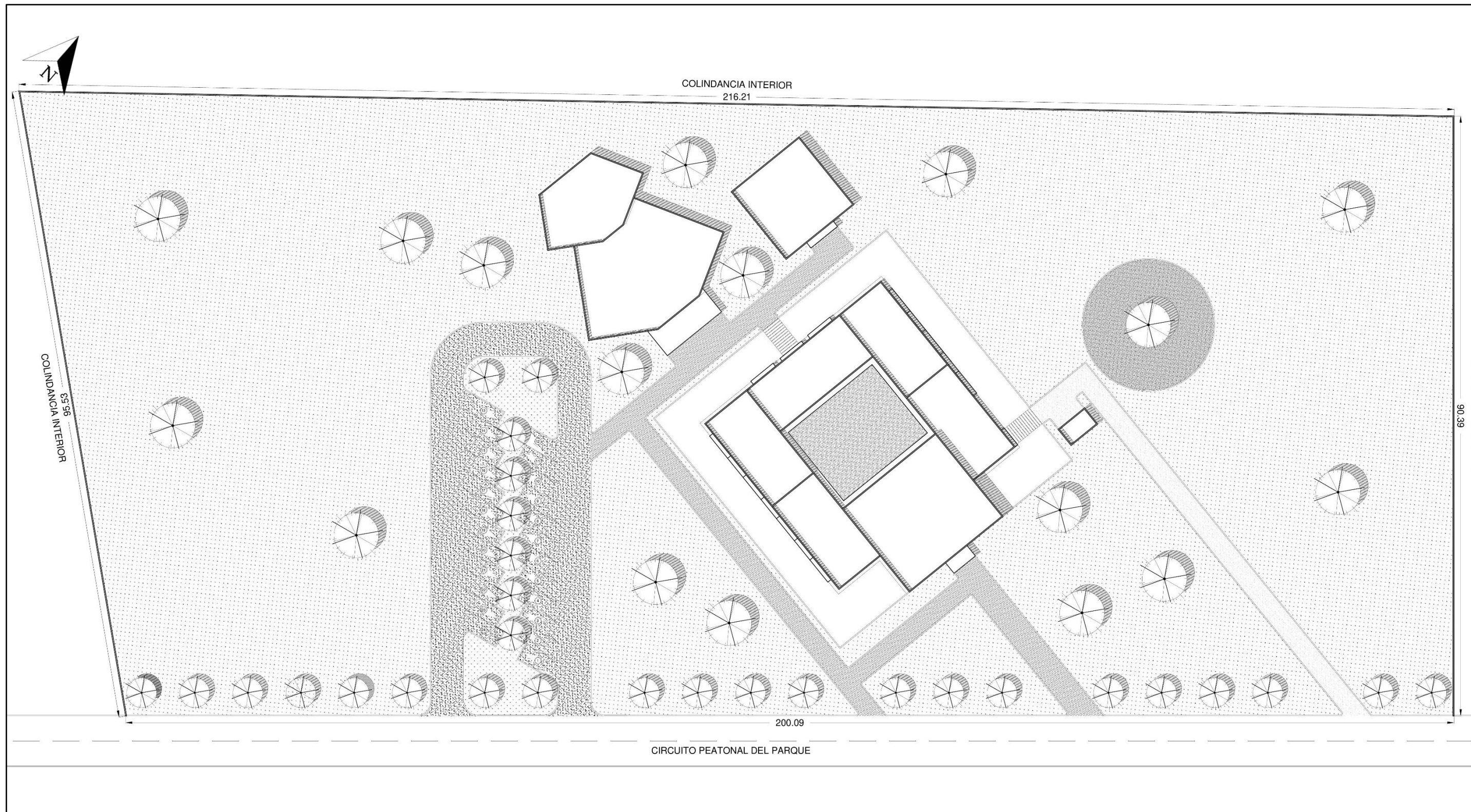
3.3. PLANOS ARQUITECTÓNICOS



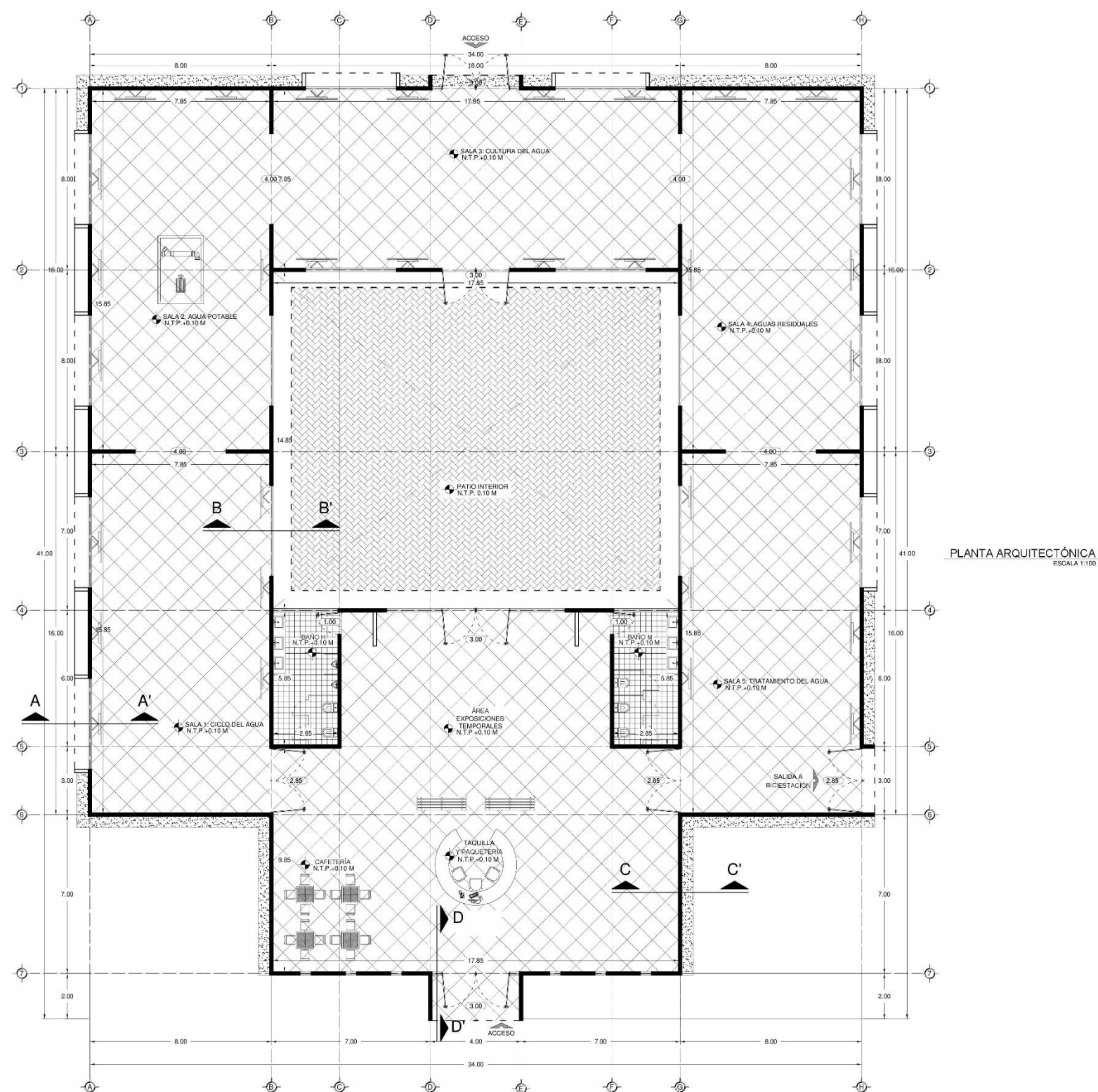
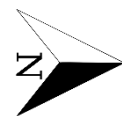
Plano 1 Localización
Fuente (Ramírez Iván, 2023)



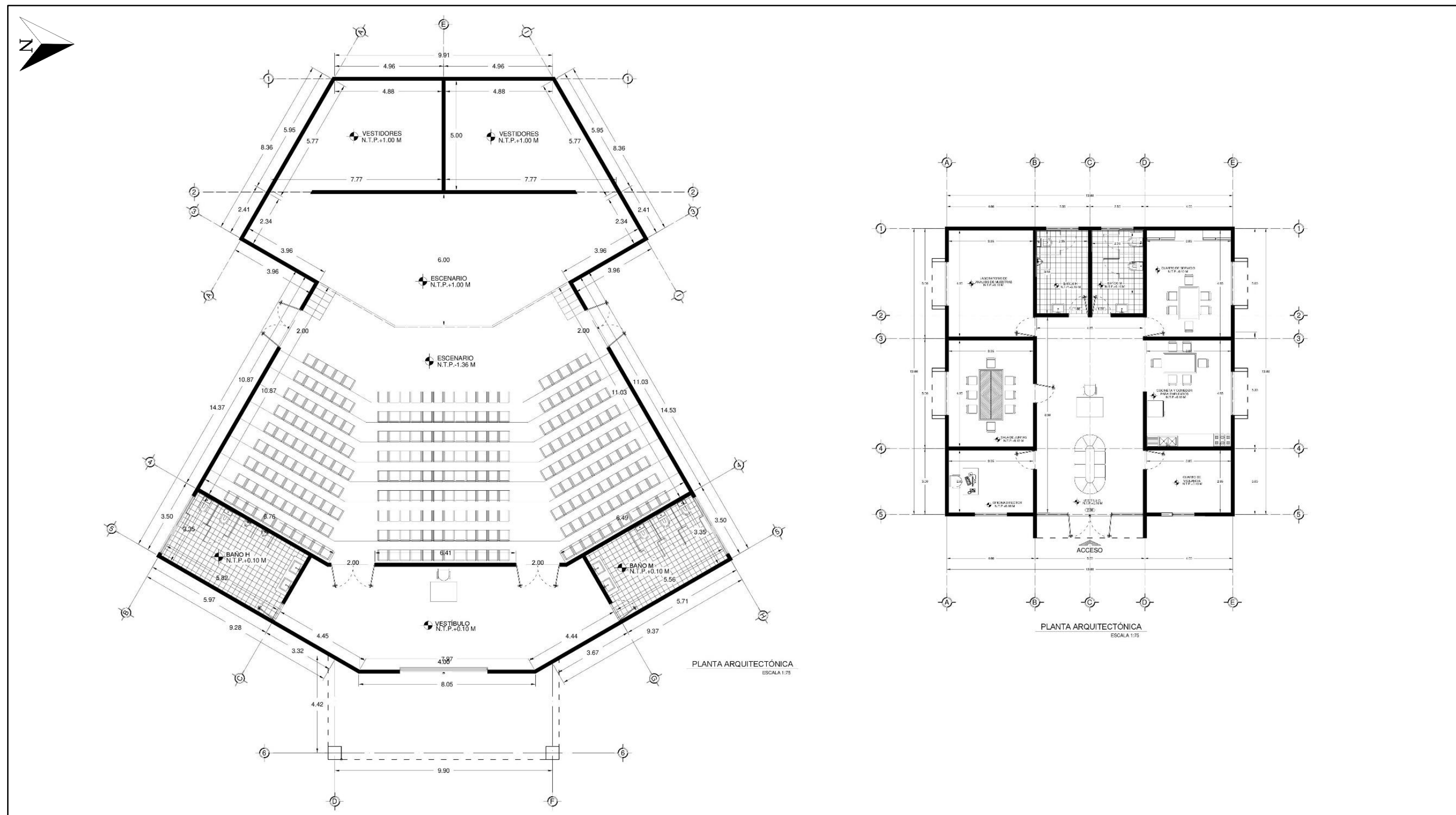
Plano 2 Topográfico
 Fuente (Ramírez Iván, 2023)



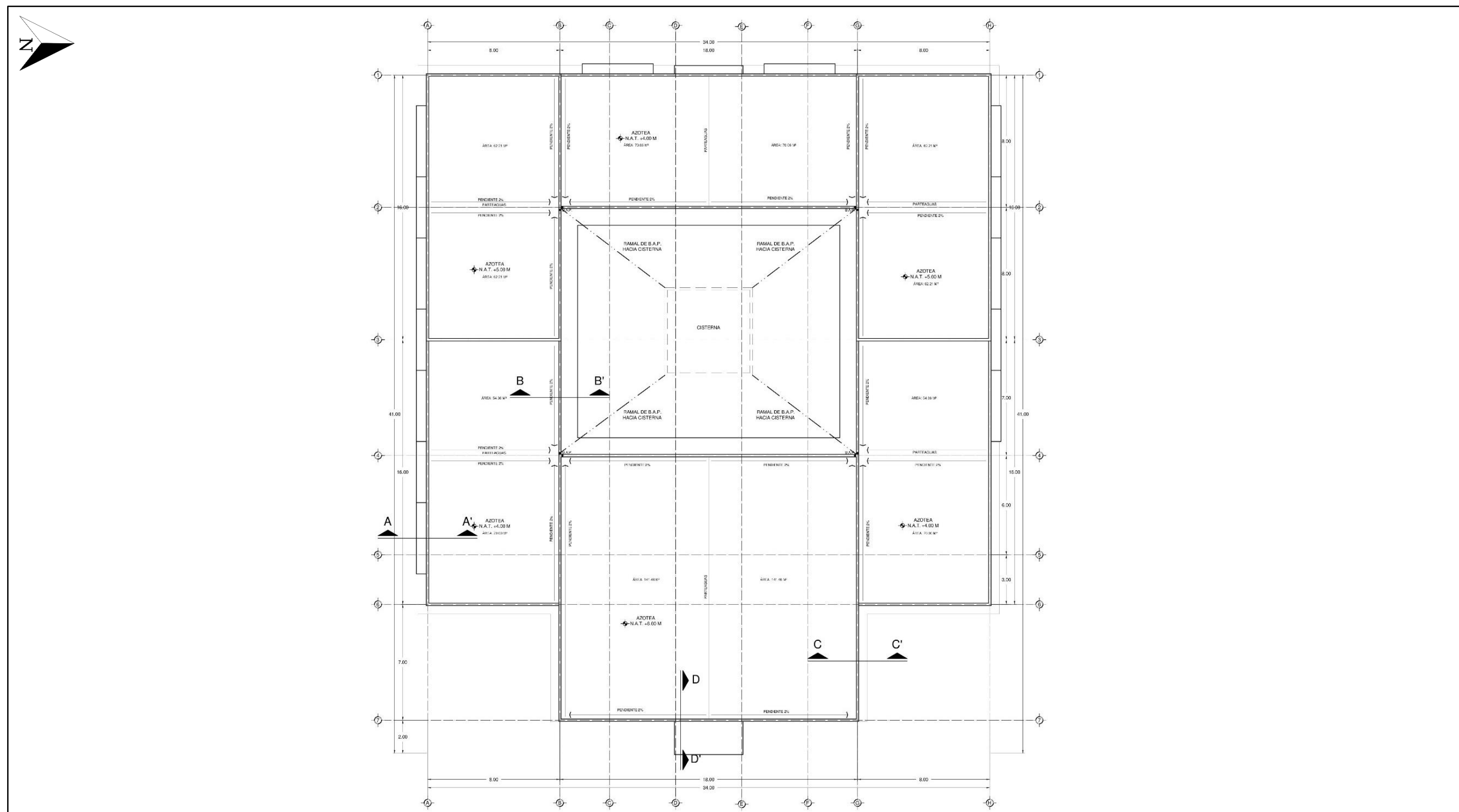
Plano 3 Conjunto
 Fuente (Ramírez Iván, 2023)



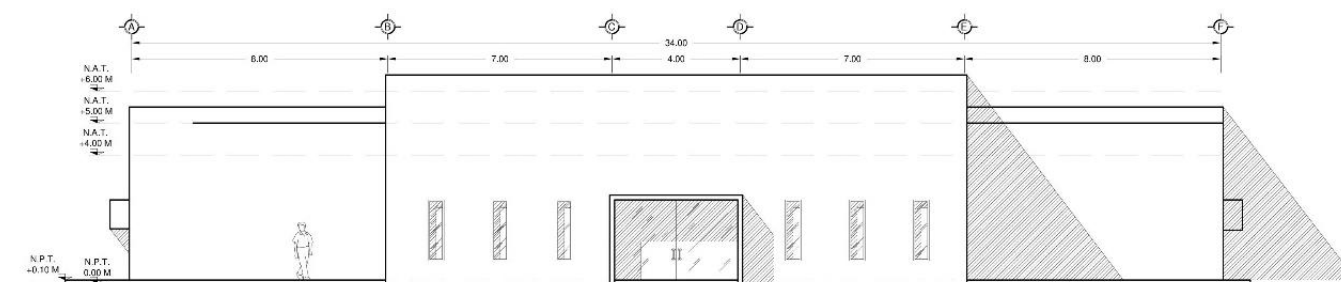
Plano 4 Arquitectónico museo
Fuente (Ramírez Iván, 2023)



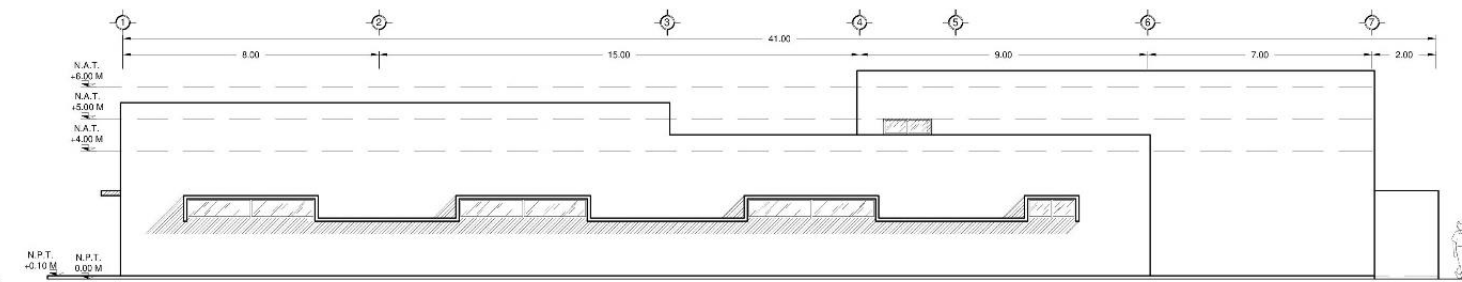
Plano 5 Arquitectónicos auditorio y administrativo
Fuente (Ramírez Iván. 2023)



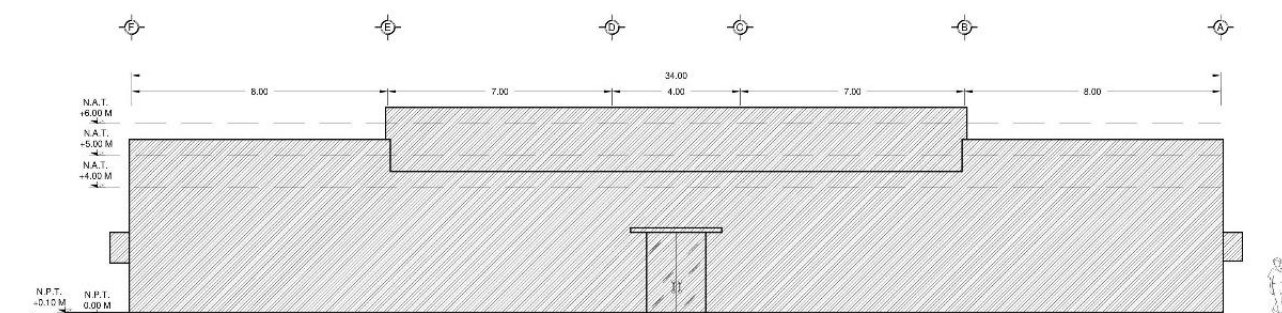




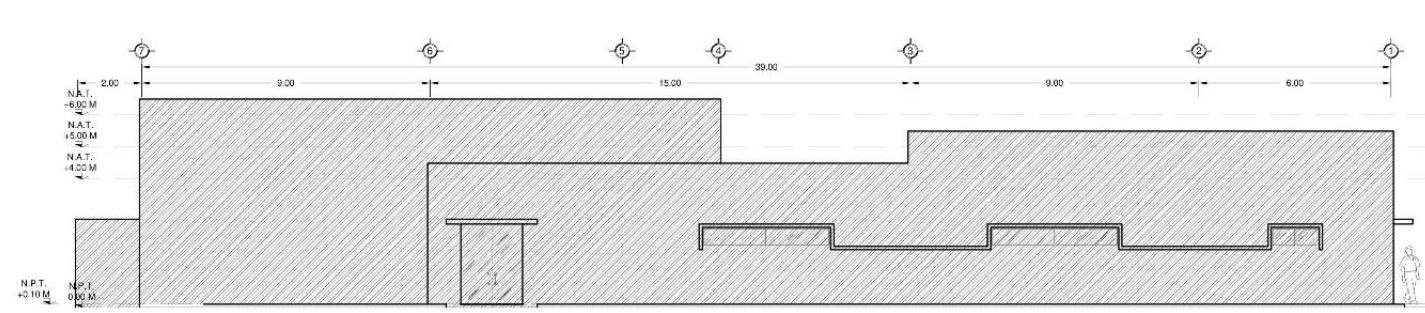
FACHADA PRINCIPAL
ESCALA 1:100



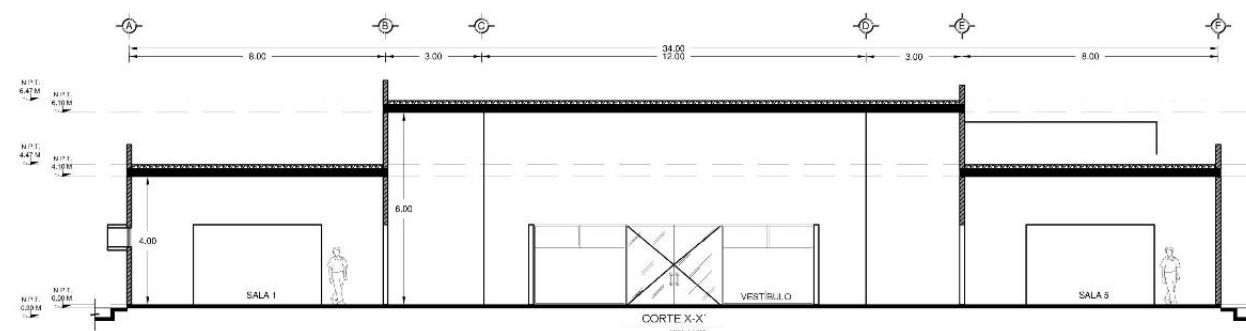
FACHADA DERECHA
ESCALA 1:100



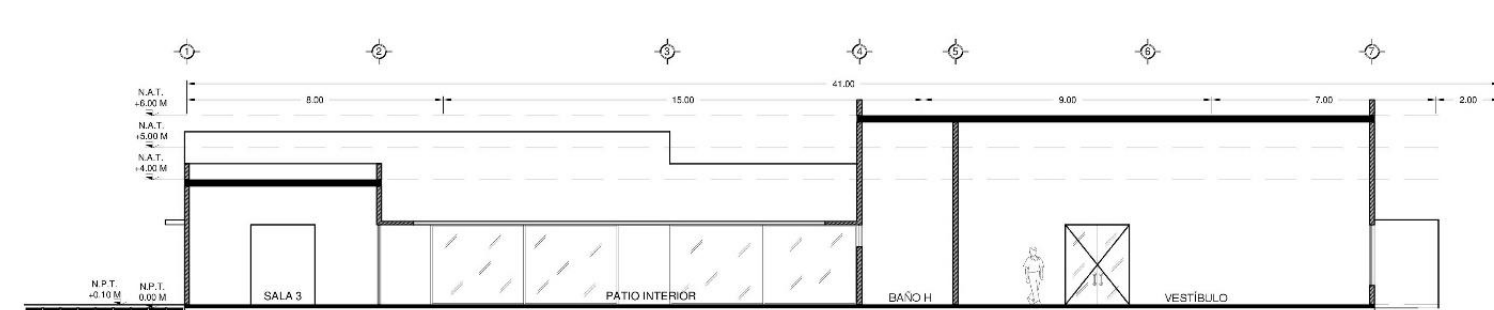
FACHADA POSTERIOR
ESCALA 1:100



FACHADA IZQUIERDA
ESCALA 1:100

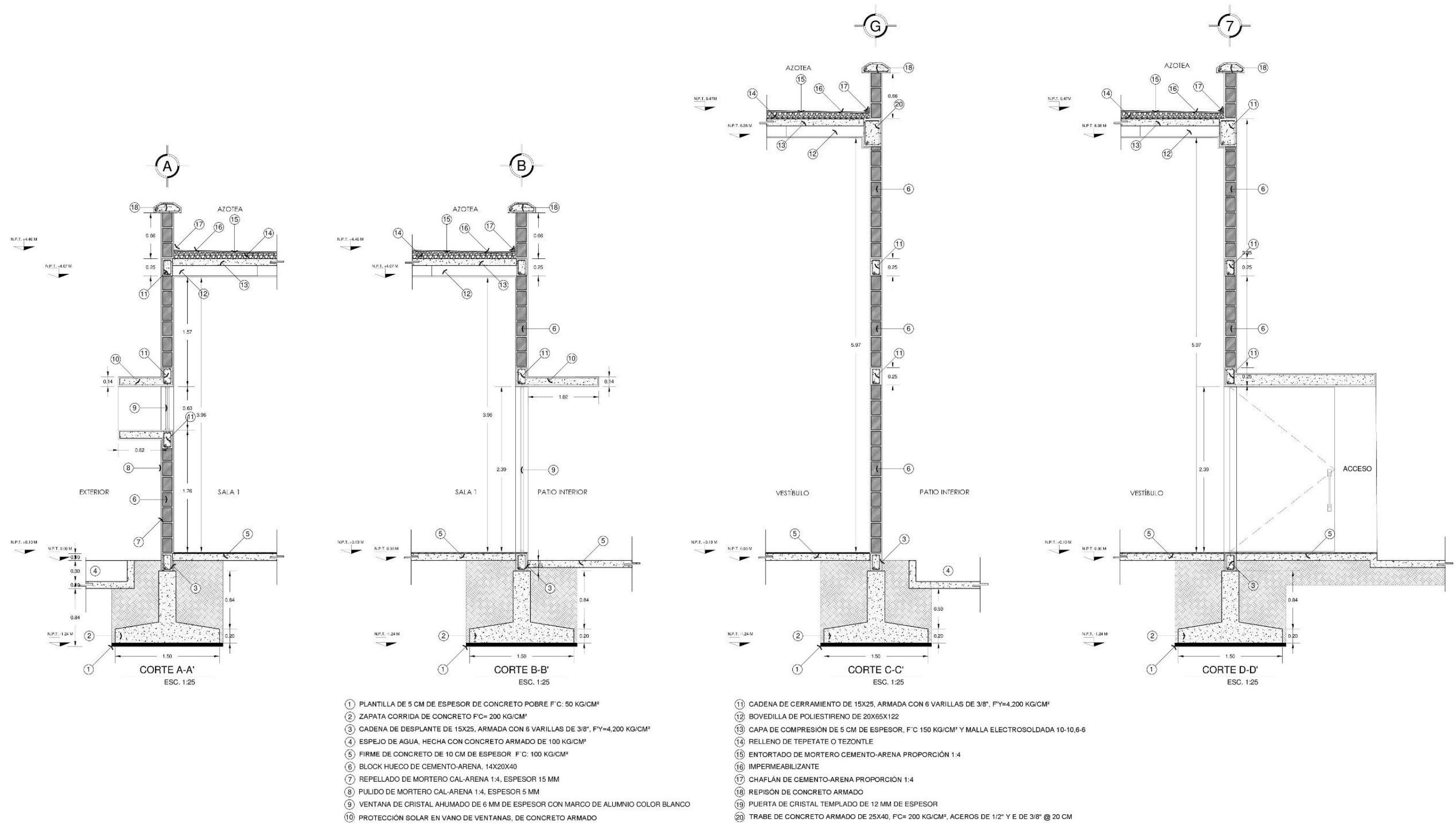


CORTE X-X'
ESCALA 1:100



CORTE Y-Y'
ESCALA 1:100

Plano 8 Fachadas y cortes generales
Fuente (Ramírez Iván, 2023)



Plano 9 Cortes por fachada
Fuente (Ramírez Iván, 2023)

3.4 MAQUETA DE LA PRIMER PROPUESTA



Fotografía 5 Fachada este de la maqueta
(Fuente Ramírez Iván, 2023)



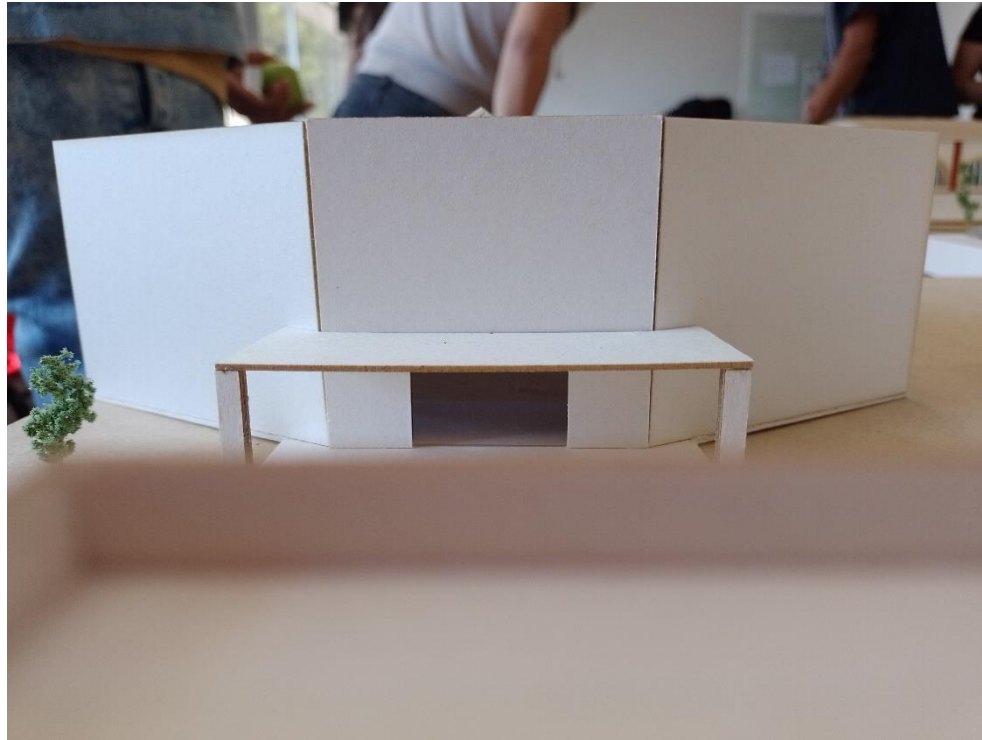
Fotografía 7 Fachada sur de la maqueta
Fuente (Ramírez Iván, 2023)



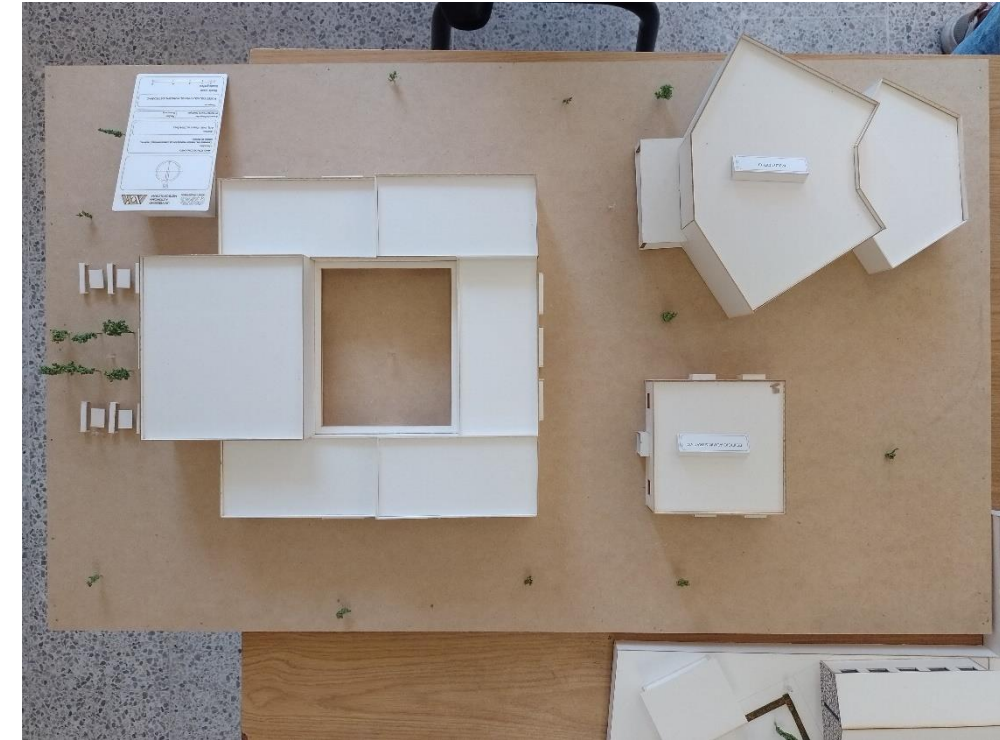
Fotografía 6 Fachada oeste de la maqueta
Fuente (Ramírez Iván, 2023)



Fotografía 8 Fachada norte de la maqueta
Fuente (Ramírez Iván, 2023)



Fotografía 9 Fachada de auditorio
Fuente (Ramírez Iván, 2023)



Fotografía 11 Vista aérea de la maqueta
Fuente (Ramírez Iván, 2023)



Fotografía 10 Fachada de edificio administrativo
Fuente (Ramírez Iván, 2023)



Fotografía 12 Perspectiva de la maqueta
Fuente (Ramírez Iván, 2023)

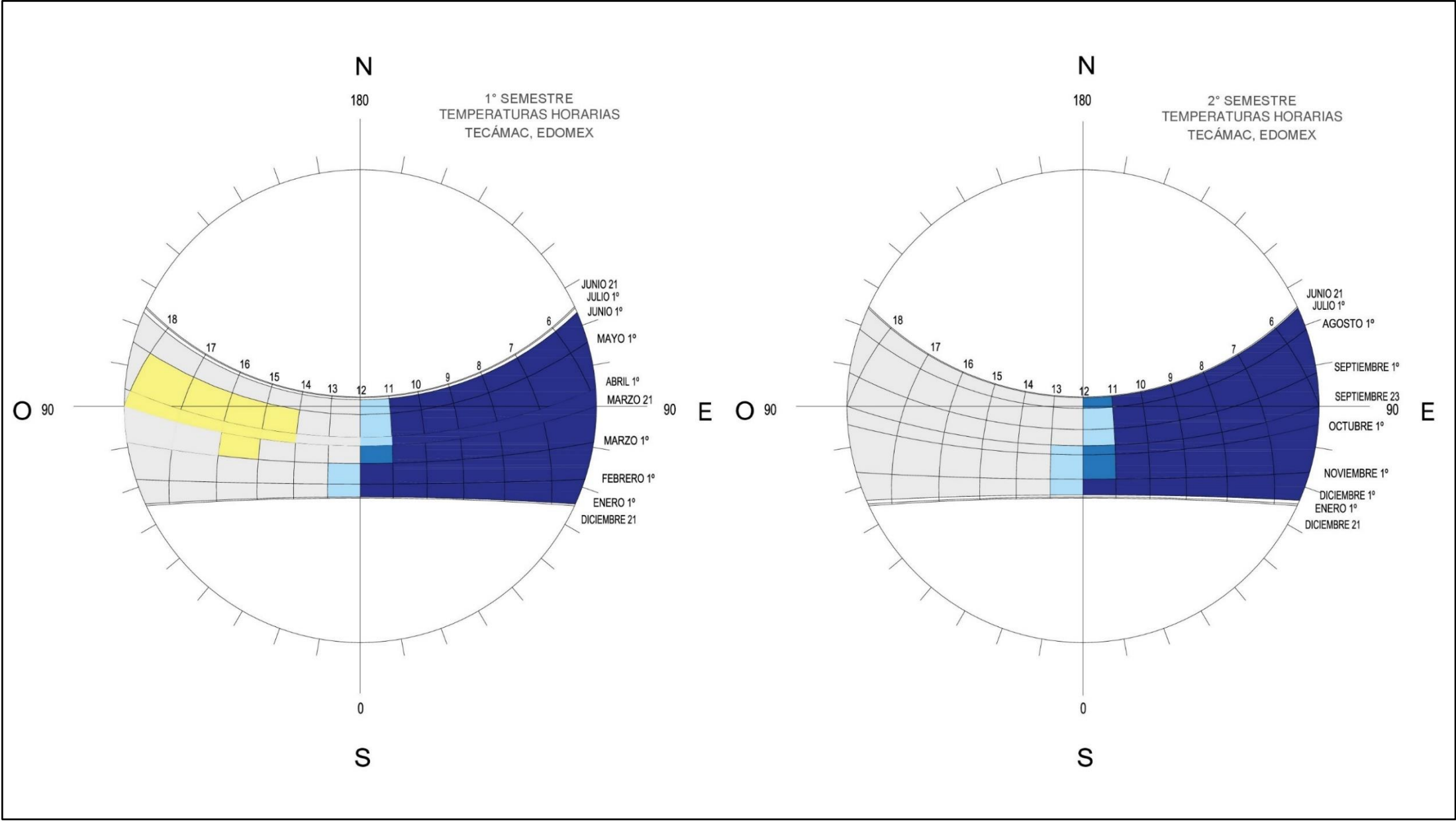
CAPÍTULO 4 EVALUACIÓN BIOCLIMÁTICA

4.1. ANÁLISIS DE ASOLEAMIENTO

El análisis de asoleamiento tiene como propósito conocer la incidencia solar sobre las superficies del proyecto en sus diferentes fachadas, para saber si necesitaremos de protecciones solares en vanos de puerta y ventanas del proyecto, contamos con varias herramientas, entre ellas usaremos la gráfica estereográfica con las temperaturas horarias de cada mes del sitio.

Sobrecalentamiento (SC)	28.9	<	
	26.9	28.9	
	24.9	26.9	
Confort (CF)	19.9	24.9	
Bajocalentamiento (BC)	17.9	19.9	
	15.9	17.9	
	<	15.9	

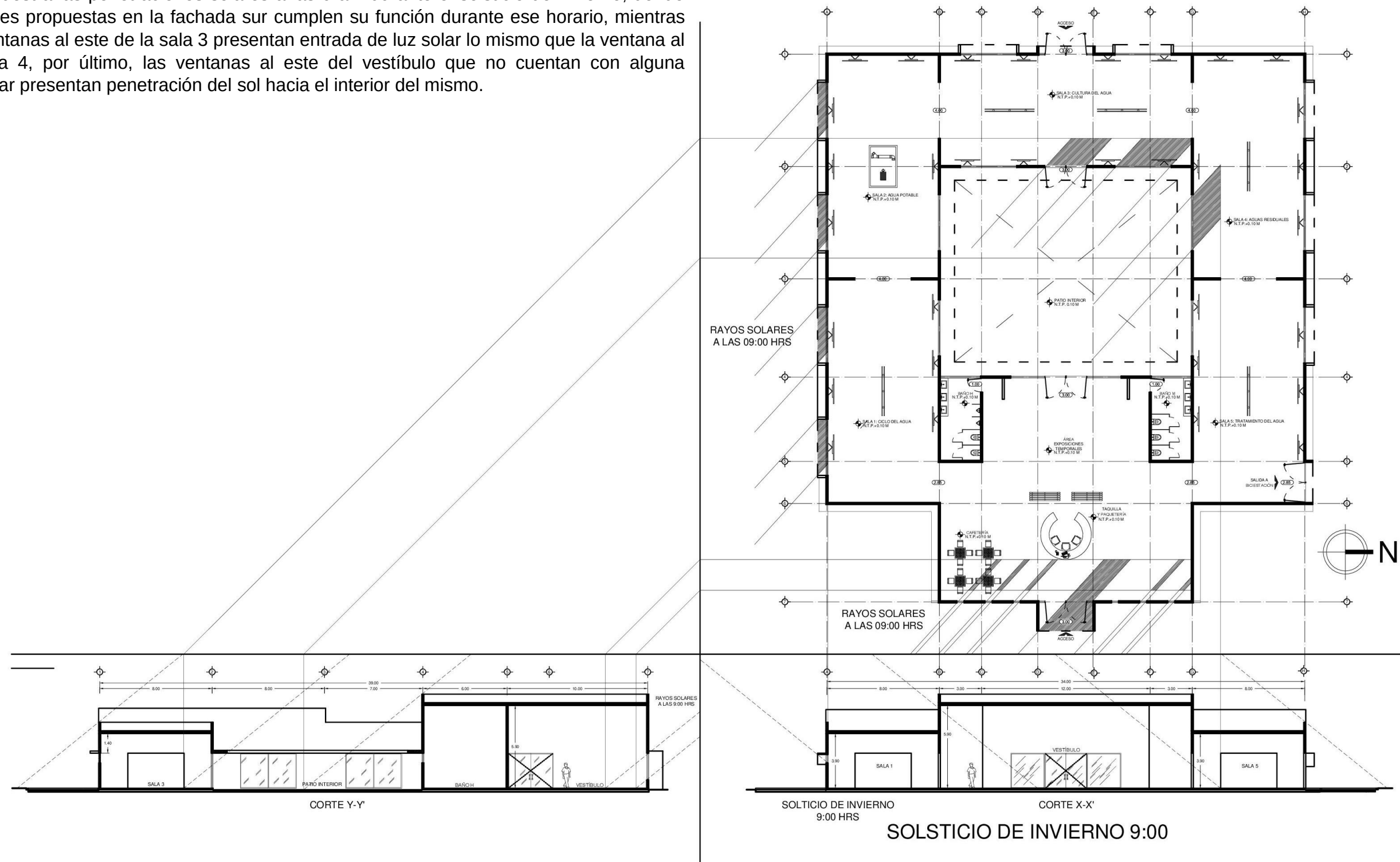
Tabla 11 Escala cromática de temperaturas horarias
Fuente (BAT Víctor Fuentes Freixanet)



Gráfica 10 Estereográficas con temperaturas horarias
Fuente (Ramírez Iván, 2023)

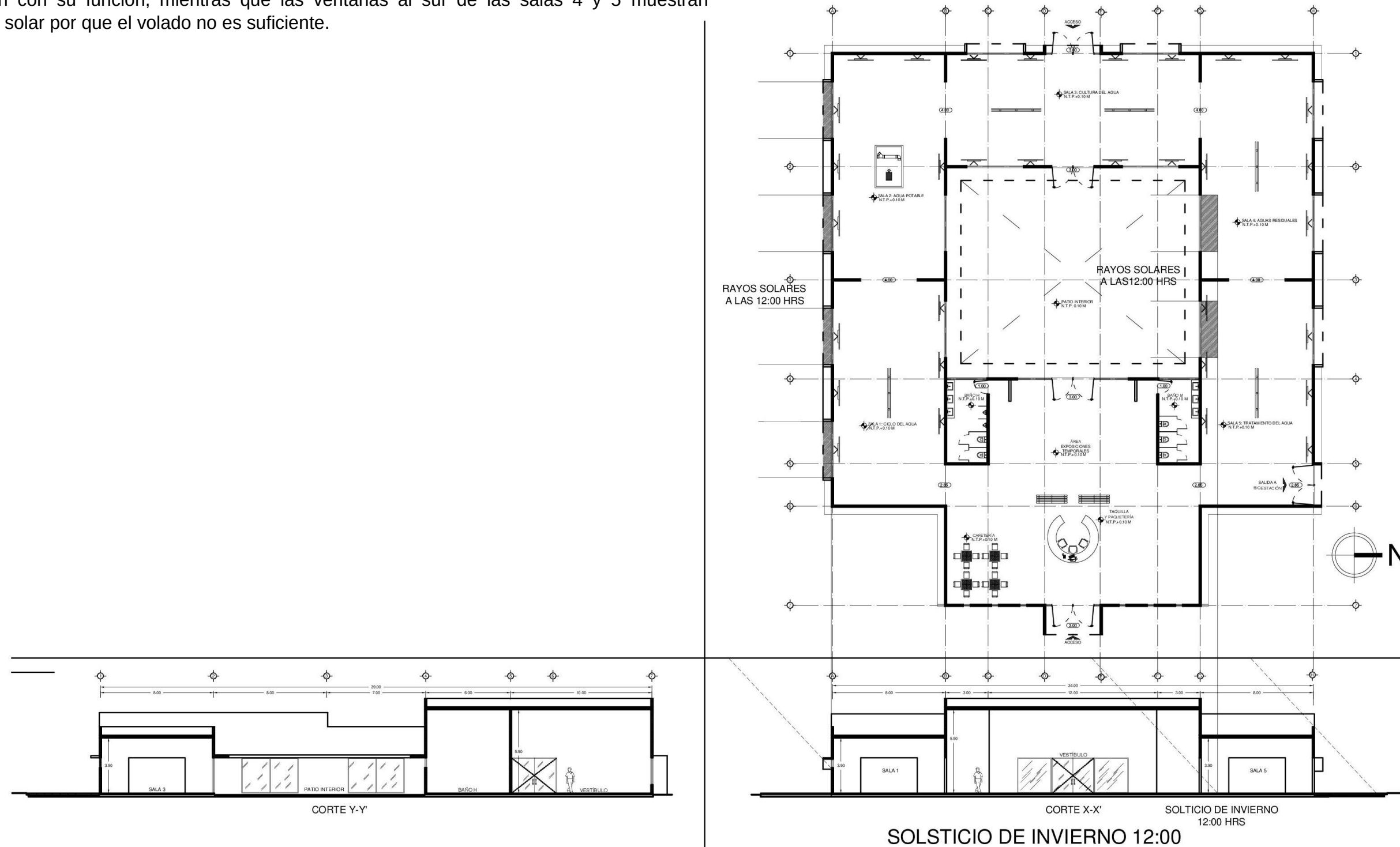
4.1.1 PENETRACIONES SOLARES

El plano 10 muestra las penetraciones solares a las 9 am durante el solsticio de invierno, donde las protecciones propuestas en la fachada sur cumplen su función durante ese horario, mientras que en las ventanas al este de la sala 3 presentan entrada de luz solar lo mismo que la ventana al sur de la sala 4, por último, las ventanas al este del vestíbulo que no cuentan con alguna protección solar presentan penetración del sol hacia el interior del mismo.



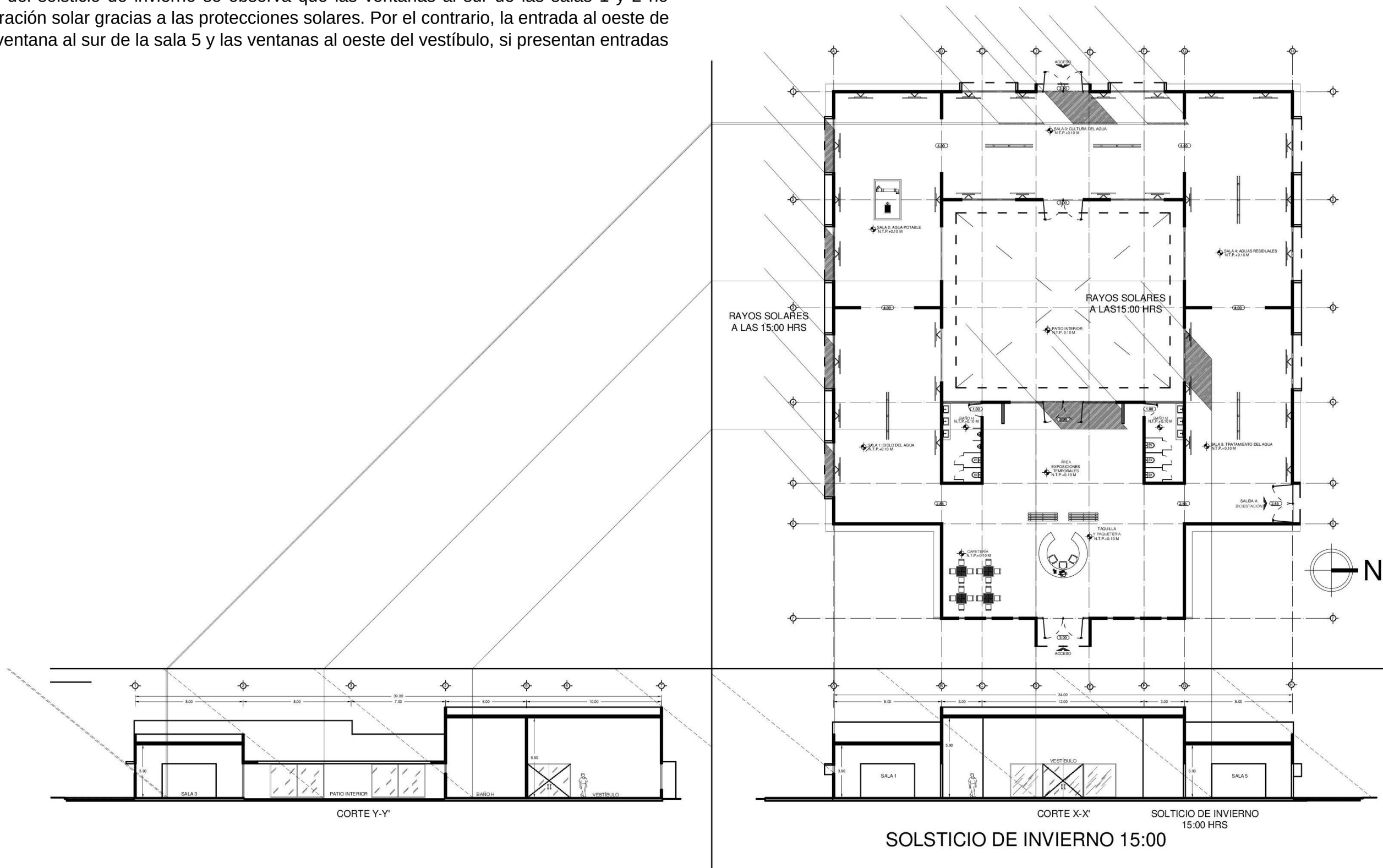
Plano 10 Motea solsticio de invierno 9 am
Fuente (Ramírez Iván, 2023)

Durante las 12 hrs del solsticio de invierno se observa que las protecciones solares de la fachada sur cumplen con su función, mientras que las ventanas al sur de las salas 4 y 5 muestran penetración solar por que el volado no es suficiente.



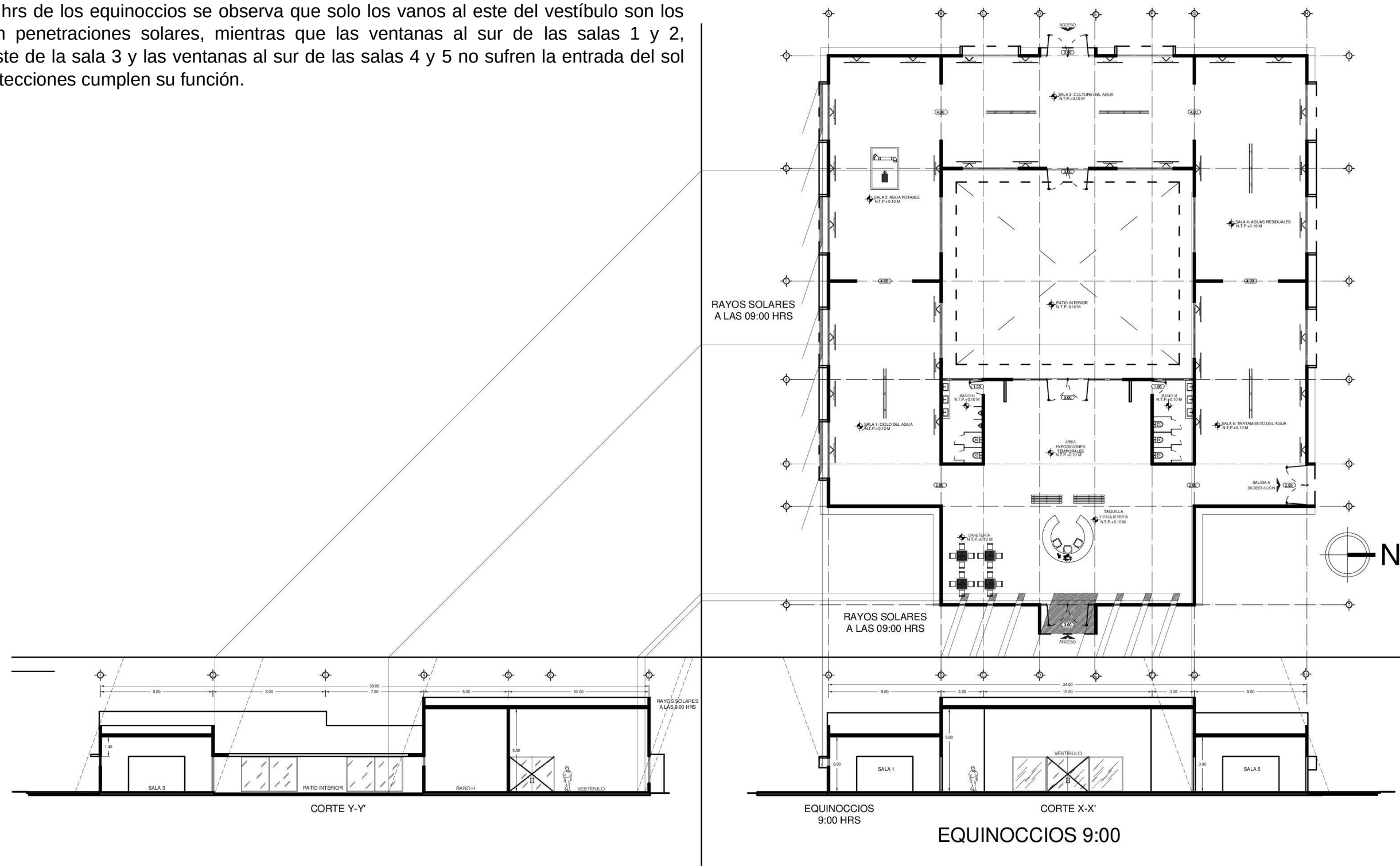
Plano 11 Motea solsticio de invierno 12 pm
Fuente (Ramírez Iván, 2023)

A las 15 hrs del solsticio de invierno se observa que las ventanas al sur de las salas 1 y 2 no sufren penetración solar gracias a las protecciones solares. Por el contrario, la entrada al oeste de la sala 3, la ventana al sur de la sala 5 y las ventanas al oeste del vestíbulo, si presentan entradas solares



Plano 12 Motea solsticio de invierno 15 hrs
Fuente (Ramírez Iván, 2023)

Durante las 9 hrs de los equinoccios se observa que solo los vanos al este del vestíbulo son los que presentan penetraciones solares, mientras que las ventanas al sur de las salas 1 y 2, ventanas al este de la sala 3 y las ventanas al sur de las salas 4 y 5 no sufren la entrada del sol ya que las protecciones cumplen su función.



Plano 13 Motea equinoccios 9 hrs
Fuente (Ramírez Iván, 2023)

RAYOS SOLARES A LAS 12:00 HRS

RAYOS SOLARES A LAS 12:00 HRS

ACCESO

SALA 3: CULTURA DEL AGUA
N.T.P. ±0.10 M

SALA 2: AGUA POTABLE
N.T.P. ±0.10 M

SALA 4: AGUAS RESIDUALES
N.T.P. ±0.10 M

SALA 5: TRATAMIENTO DEL AGUA
N.T.P. ±0.10 M

AREA EXPOSICIONES TEMPORALES
N.T.P. ±0.10 M

CAFETERIA
N.T.P. ±0.10 M

TAQUILLA Y INFORMATICA
N.T.P. ±0.10 M

ACCESO

VESTIBULO

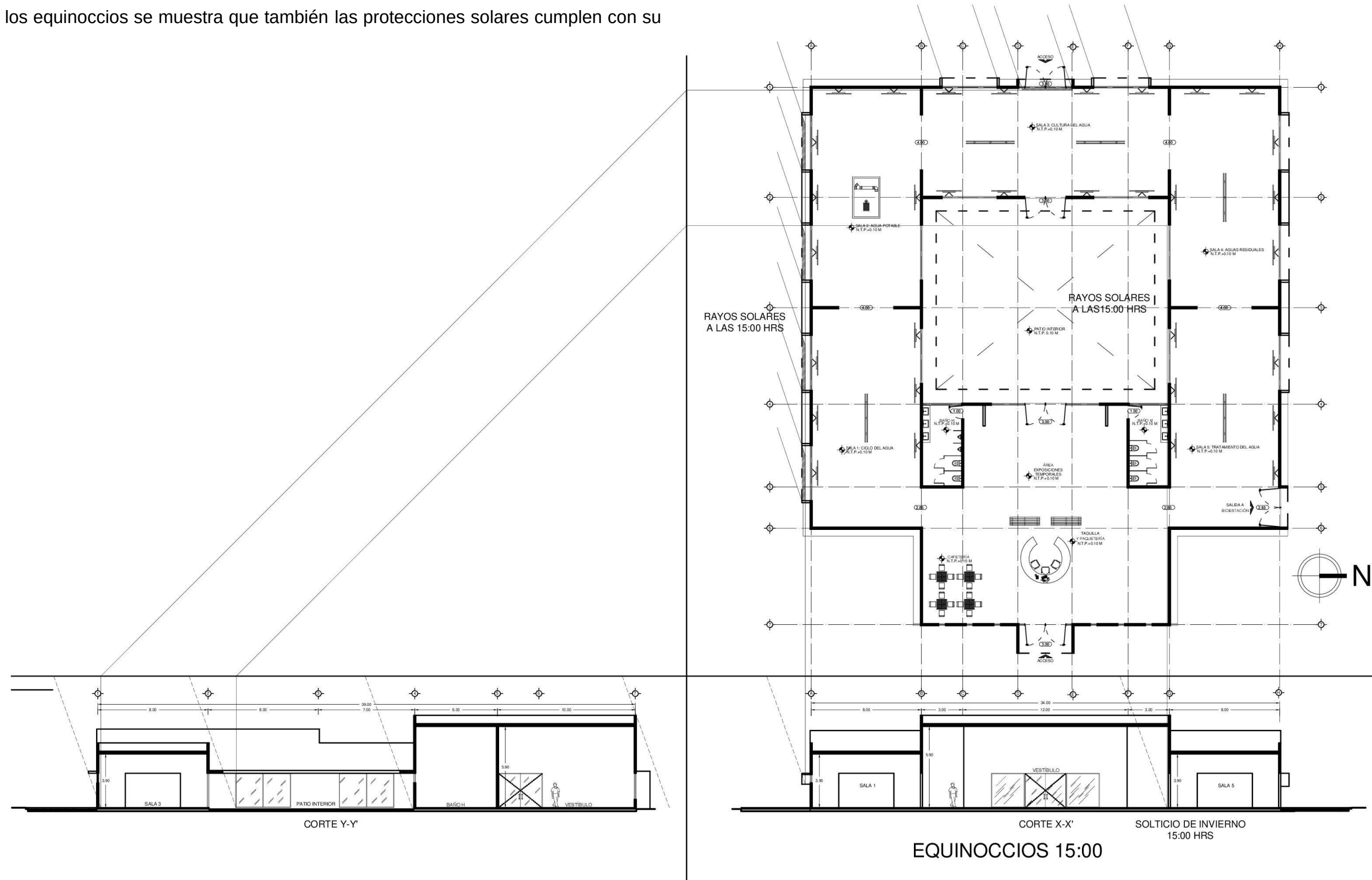
SALA 1

SALA 5

EQUINOCCIOS 12:00

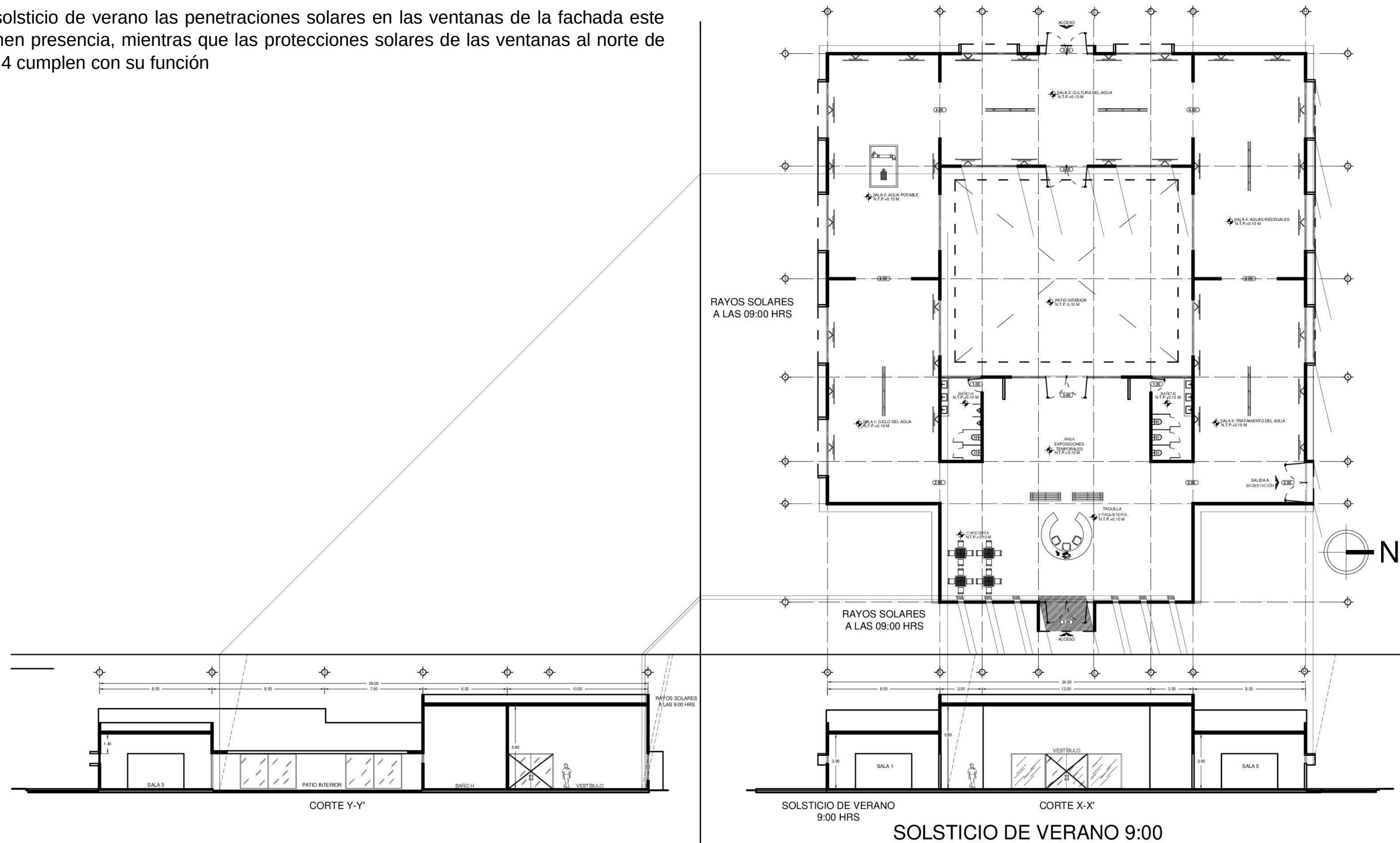
Arg. Iván Ramírez Sánchez - Diseño y Evaluación Bioclimática para Museo del Agua en el municipio de Tecámac, Estado de México

A las 15 hrs de los equinoccios se muestra que también las protecciones solares cumplen con su función.



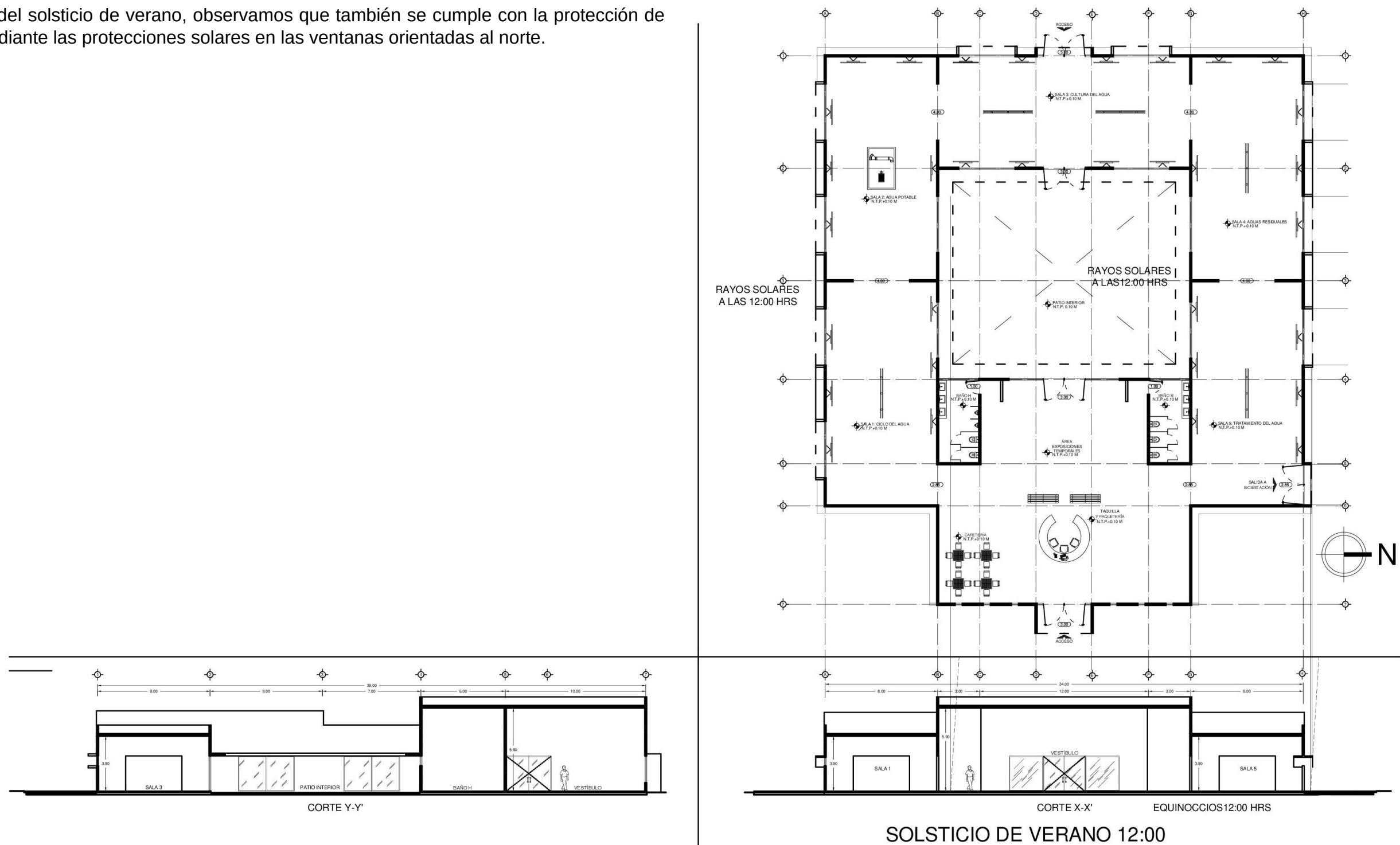
Plano 15 Motea equinoccios 15 hrs
Fuente (Ramírez Iván, 2023)

A las 9 hrs del solsticio de verano las penetraciones solares en las ventanas de la fachada este del vestíbulo tienen presencia, mientras que las protecciones solares de las ventanas al norte de las salas 1,2,4 y 4 cumplen con su función

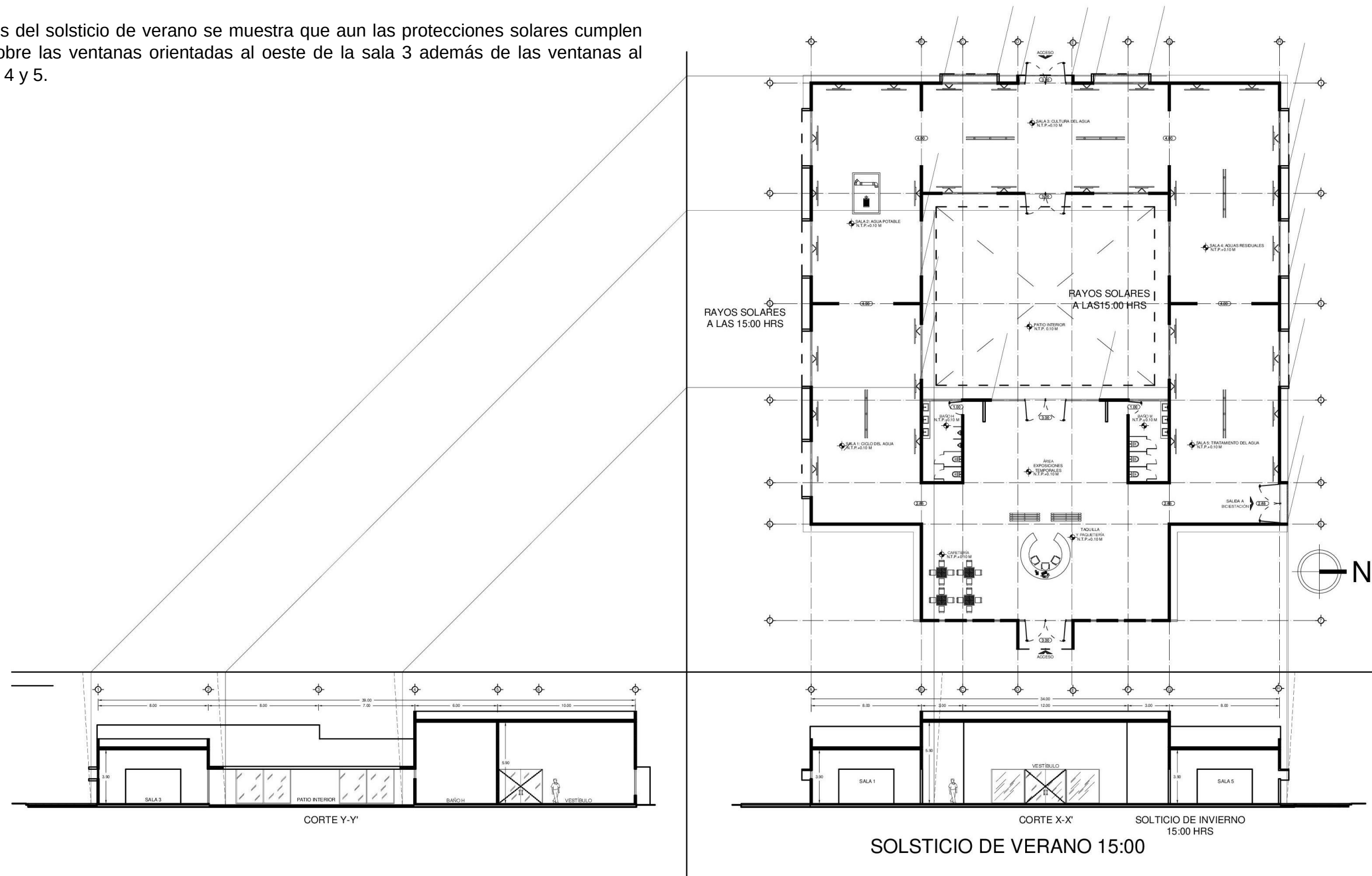


Plano 16 Motea solsticio de verano 9 hrs
Fuente (Ramírez Iván, 2023)

Para las 12 hrs del solsticio de verano, observamos que también se cumple con la protección de las ventanas mediante las protecciones solares en las ventanas orientadas al norte.



Durante las 15 hrs del solsticio de verano se muestra que aun las protecciones solares cumplen con su función sobre las ventanas orientadas al oeste de la sala 3 además de las ventanas al norte de las salas 4 y 5.



4.1.2. ÁNGULOS OBTENIDOS EN GRÁFICAS SOLARES ESTEREOGRÁFICAS

Se utilizará la gráfica del primer semestre del año, esto por tener los meses más calurosos del año que este caso es abril, mes en el que se alcanzarán temperaturas entre los 24.9 a 26.9°C desde las 2 pm hasta las 6 pm.

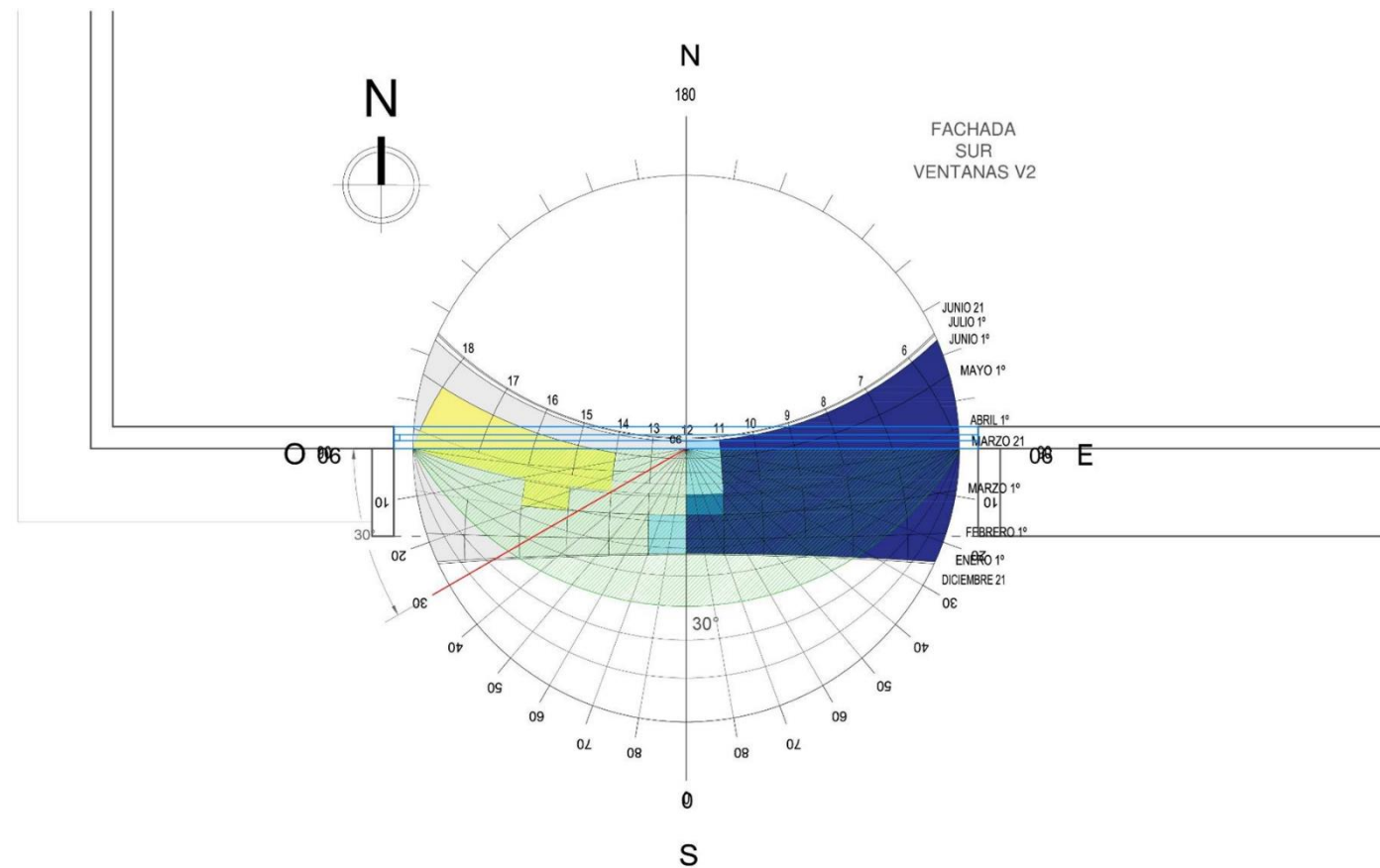


Imagen 1 Análisis de penetración solar en ventanas de la fachada sur del museo
Fuente (Ramírez Iván, 2023)

Para las ventanas de la fachada sur se obtiene un ángulo de penetración solar de 30°, por lo que requerimos un voladizo con una longitud que cubra dicha penetración, pero como se observa en la imagen 9, se complementará con repisas con un ancho de 0.30 m y separadas @ 0.20 m en todas las ventanas de la fachada sur.

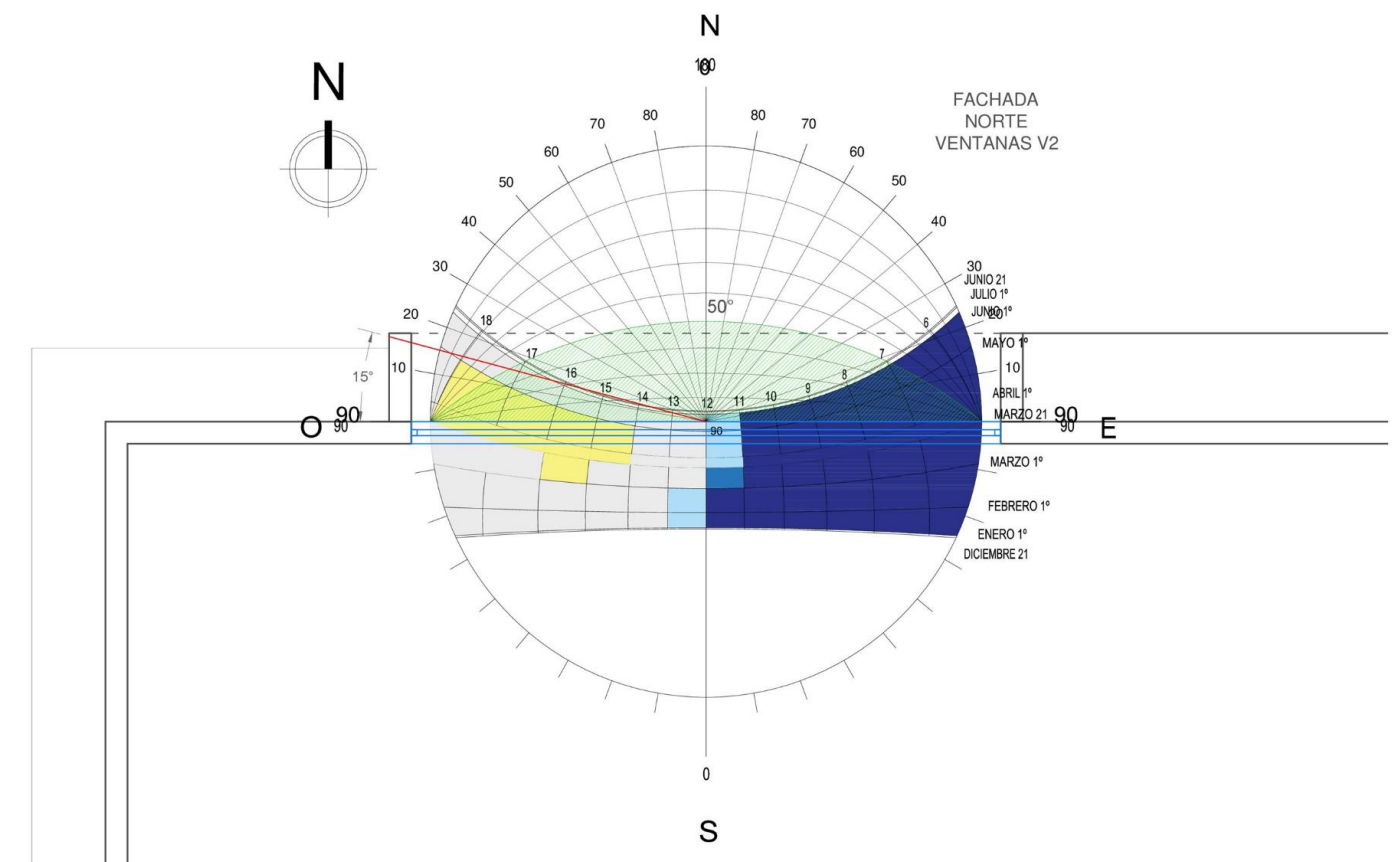


Imagen 2 Análisis de penetración solar en ventanas de la fachada norte del museo
Fuente (Ramírez Iván, 2023)

En las ventanas de la fachada norte no son necesarios dispositivos adicionales de protección solar como lo muestra la imagen 9. Ya que el ángulo obtenido de penetración solar es de 50° que se observa en la imagen 6.

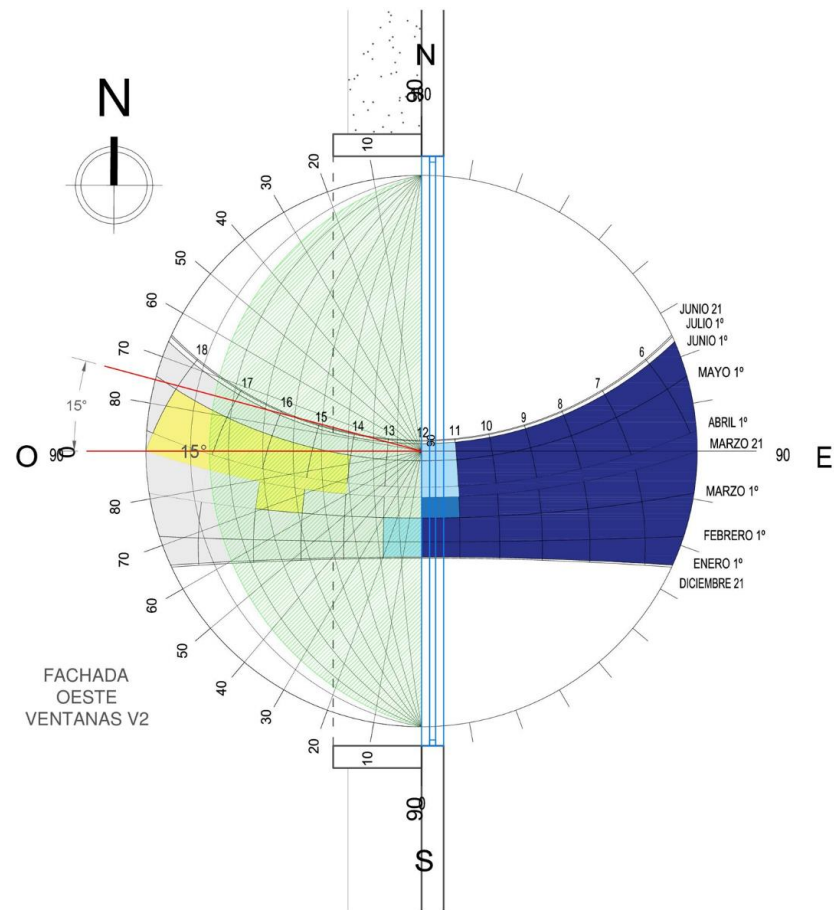


Imagen 3 Análisis para ventanas de la fachada oeste Fuente (Ramírez Sánchez Iván, 2023)

Para las ventanas de la fachada oeste se necesitará complementar con repisas de 0.40 m de ancho y una separación @ 0.10m entre piezas, esto para poder bloquear las penetraciones solares con ángulo de 15° de inclinación.

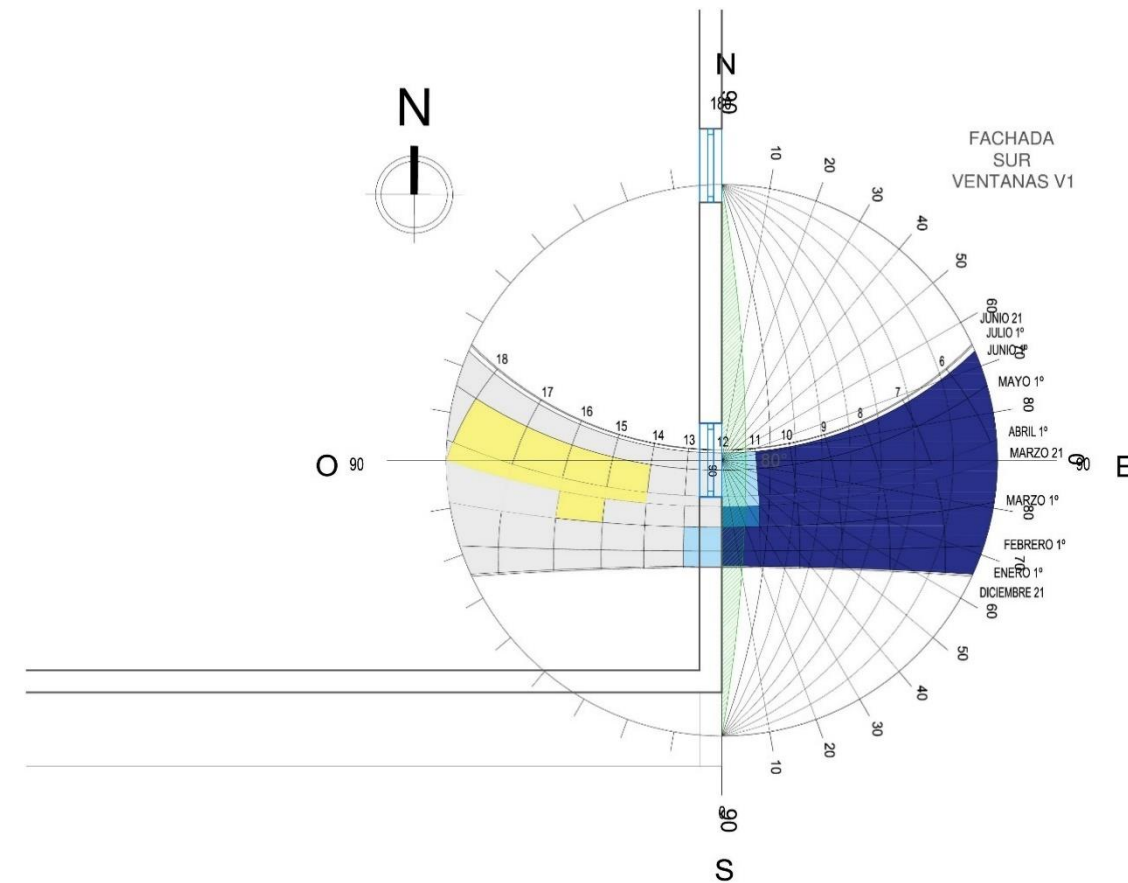


Imagen 4 Análisis para ventanas de la fachada este Fuente Ramírez Iván, 2023)

En la fachada este no es necesario el uso de algún sistema de protección solar, debido a que la temperatura durante la incidencia solar va desde los 15 hasta los 20°C que esta dentro del rango de confort.

4.1.2. DISEÑO DE DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN SOLAR

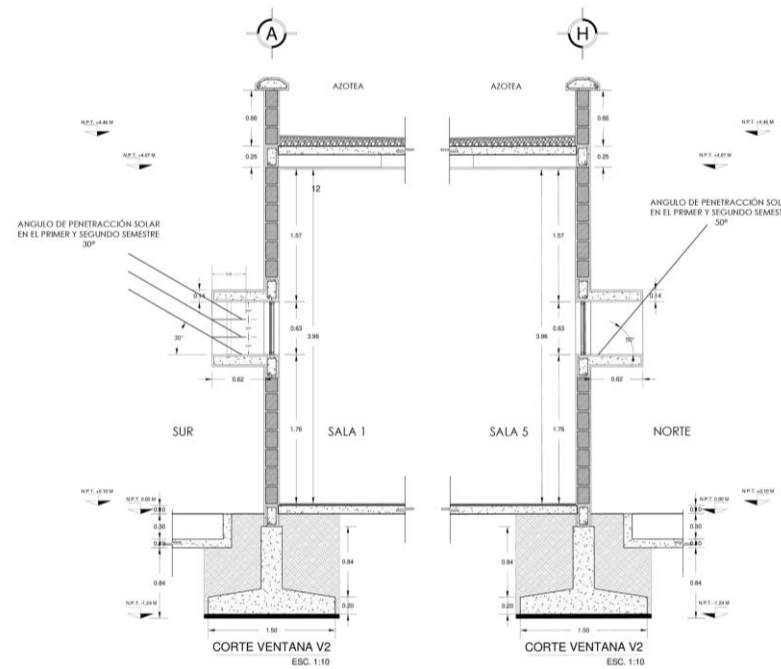


Imagen 5 Penetraciones solares en cortes por fachadas sur y norte
Fuente (Ramírez Iván, 2023)

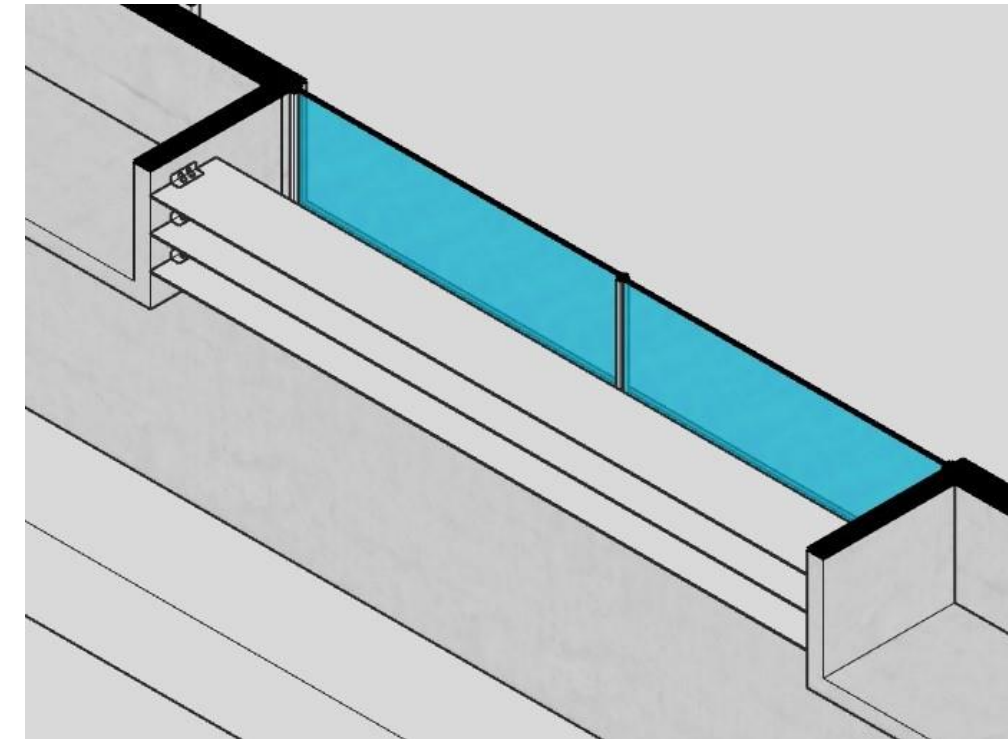


Imagen 6 Isométrico de dispositivos de protección solar en ventanas de fachadas norte, sur y oeste
Fuente (Ramírez Iván, 2023)

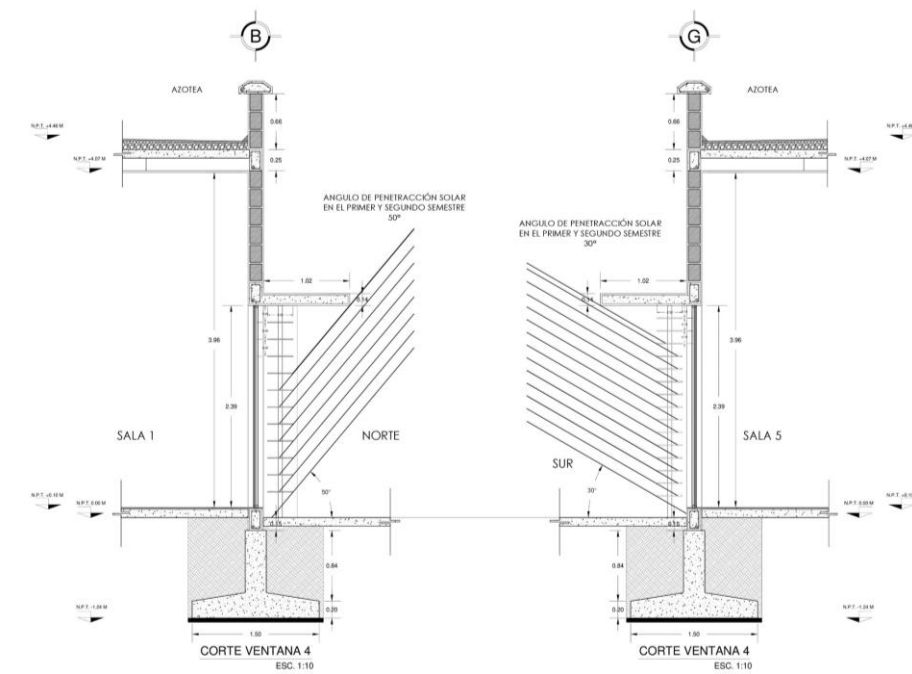


Imagen 7 Penetraciones solares en cortes por fachada en muros interiores
Fuente (Ramírez Iván, 2023)

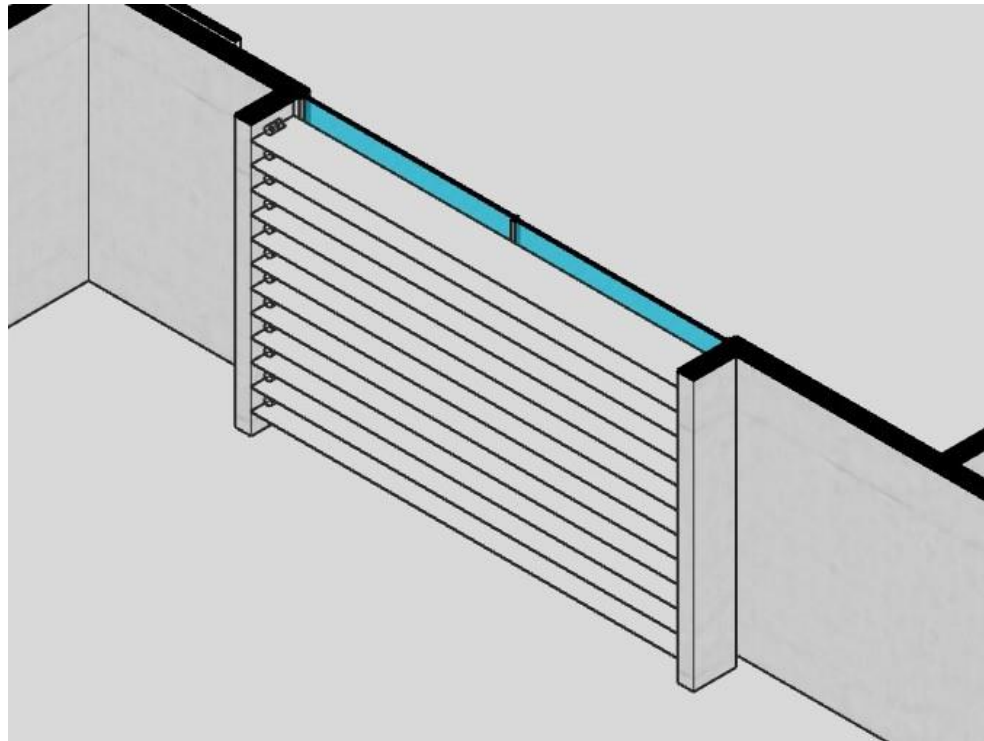


Imagen 8 Isométrico de dispositivos de protección solar en ventanas de muros interiores
Fuente (Ramírez Iván, 2023)

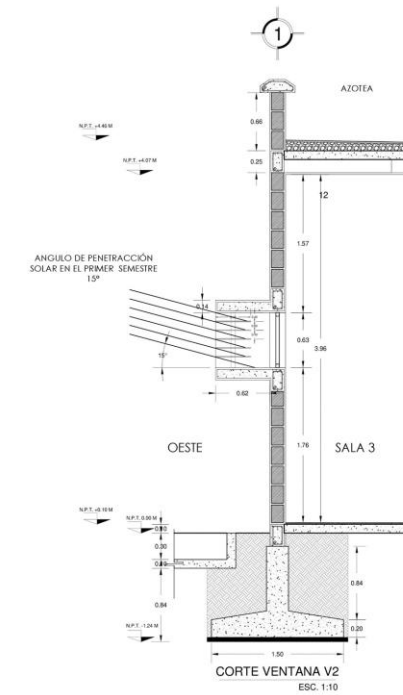


Imagen 10 Penetraciones solares en fachada oeste
Fuente (Ramírez Iván, 2023)

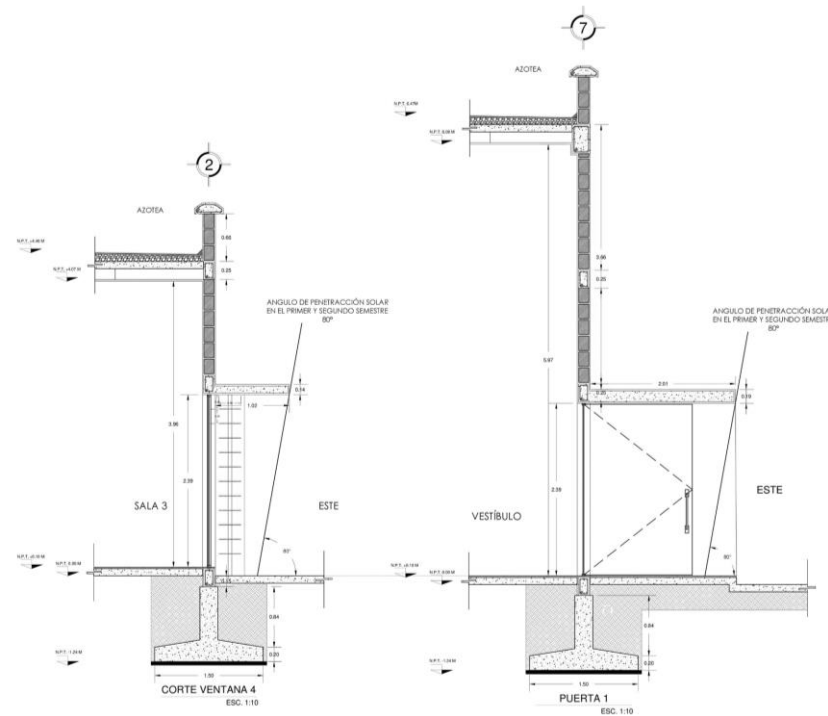


Imagen 9 Penetraciones solares en fachada este
Fuente (Ramírez Iván, 2023)

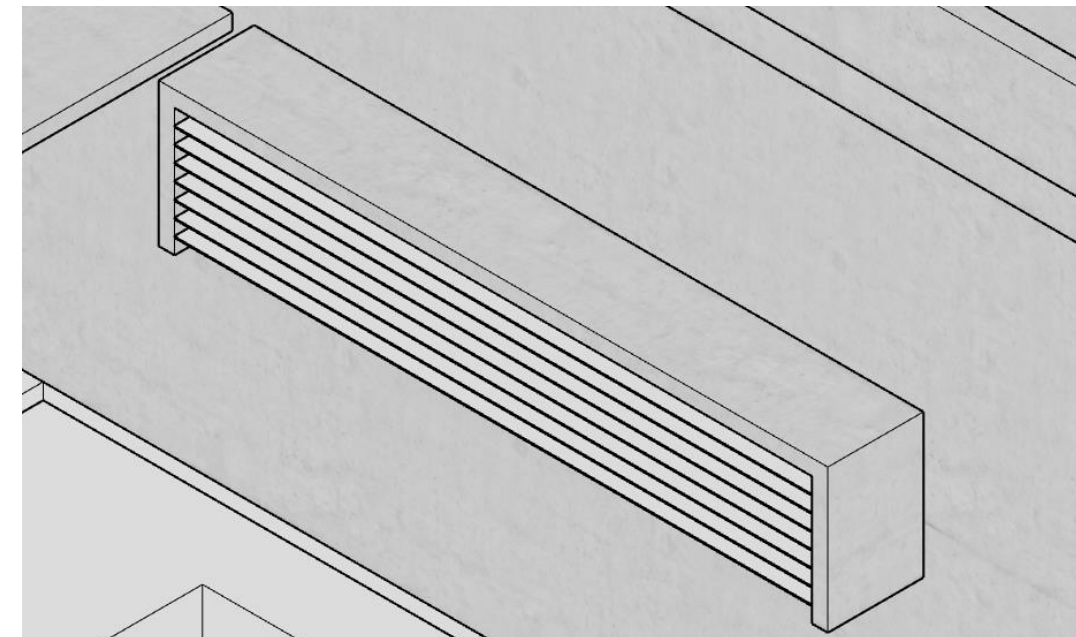


Imagen 11 Isométrico de dispositivo de protección solar para ventanas de fachada oeste
Fuente (Ramírez Iván, 2023)

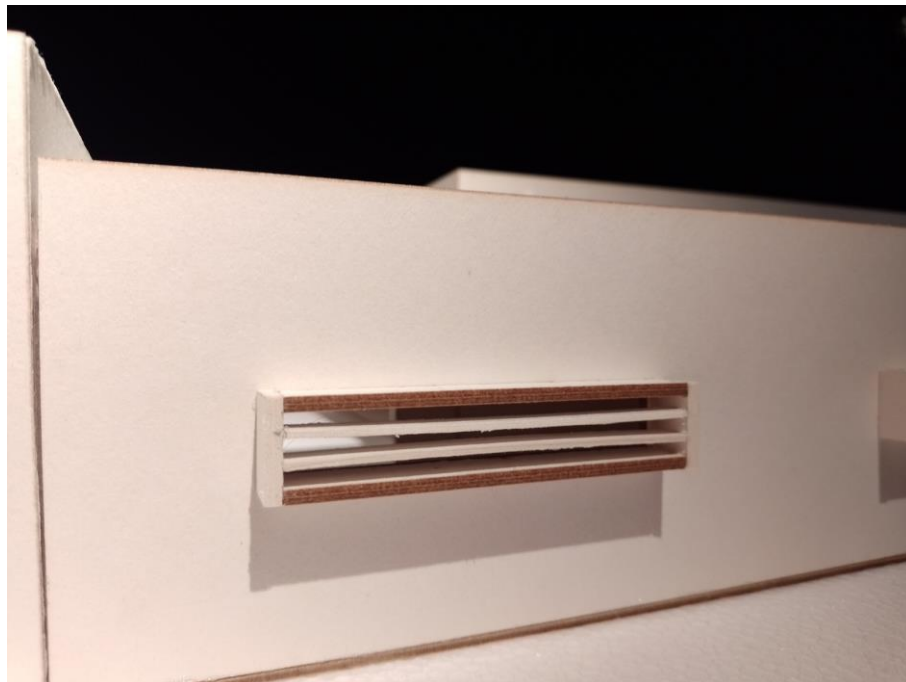
4.1.3 PRUEBAS EN HELIODÓN



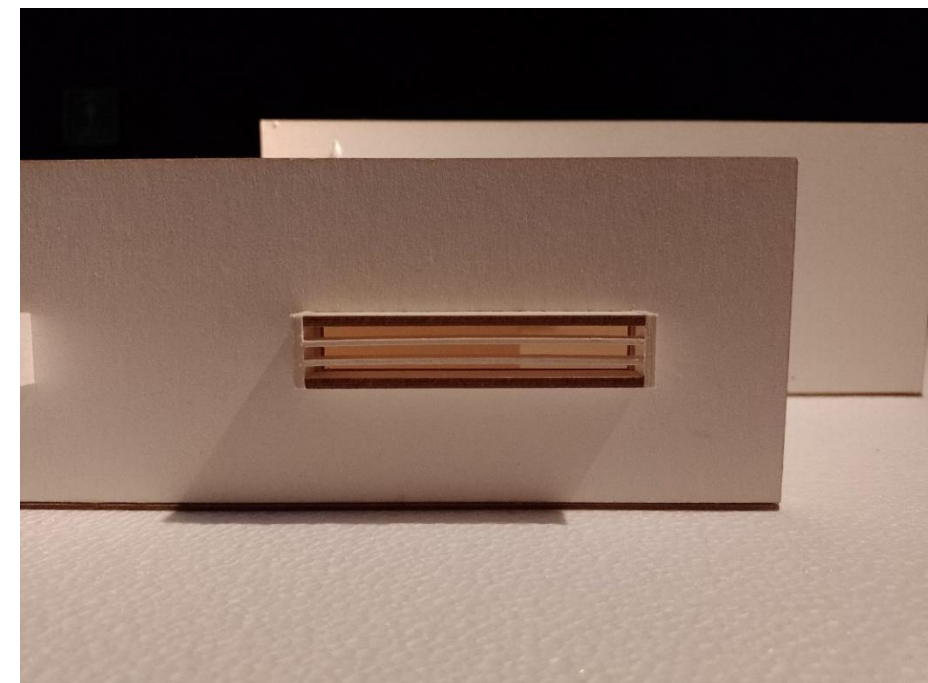
Fotografía 13 Penetración solar en fachada sur durante solsticio de invierno a las 9 am
Fuente (Ramírez Iván, 2023)



Fotografía 15 Penetración solar en fachada sur durante solsticio de invierno a las 5 pm
Fuente (Ramírez Iván, 2023)



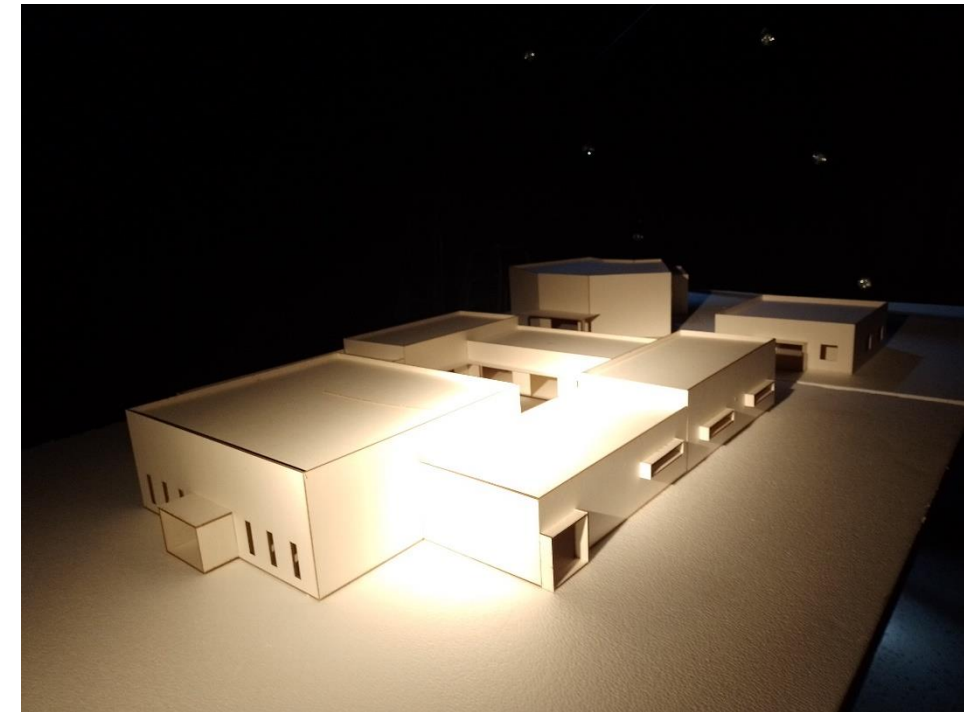
Fotografía 14 Penetración solar en fachada sur durante solsticio de invierno a las 12 pm
Fuente (Ramírez Iván, 2023)



Fotografía 16 Penetración solar en fachada sur durante equinoccios a las 10 am
Fuente (Ramírez Iván, 2023)



Fotografía 17 Penetración solar en fachada sur durante equinoccios a las 2 pm
 Fuente (Ramírez Iván, 2023)



Fotografía 19 Penetración solar en fachada norte durante solsticio de verano a las 9 am
 Fuente (Ramírez Iván, 2023)



Fotografía 18 Penetración solar en fachada oeste durante solsticio de verano a las 2 pm
 Fuente (Ramírez Iván, 2023)



Fotografía 20 penetración solar en fachada norte durante solsticio de verano a las 12 pm
 Fuente (Ramírez Iván, 2023)

4.2.1. COMPORTAMIENTO EN DESIGN BUILDER

Se analizará el bloque del vestíbulo dentro del museo ya que es la parte del edificio que cuenta con aberturas hacia el este y oeste, con sombreado generado por otros edificios, así como también con una doble altura. Y con conexión hacia otros elementos del mismo. Lo que hace un elemento ideo para el análisis del comportamiento térmico.

El sistema constructivo usado en el museo para muros es:

Material	Espesor mm	Conductividad térmica W/mK
1.- Acabado fino mortero cemento-arena 1:4	5.0	1.10
2.- Repellado de mortero cemento-arena 1:4	15.0	1.10
3.- Block macizo de jalcreto 14x20x40	140.0	1.63
5.- Cancel de aluminio	12.7	204.0
6.- Vidrio claro	6.0	1.16
4 y 7.- Volado de concreto	100	1.74

Tabla 20 Sistema constructivo muros
 Fuente Ramírez Iván, 2023)

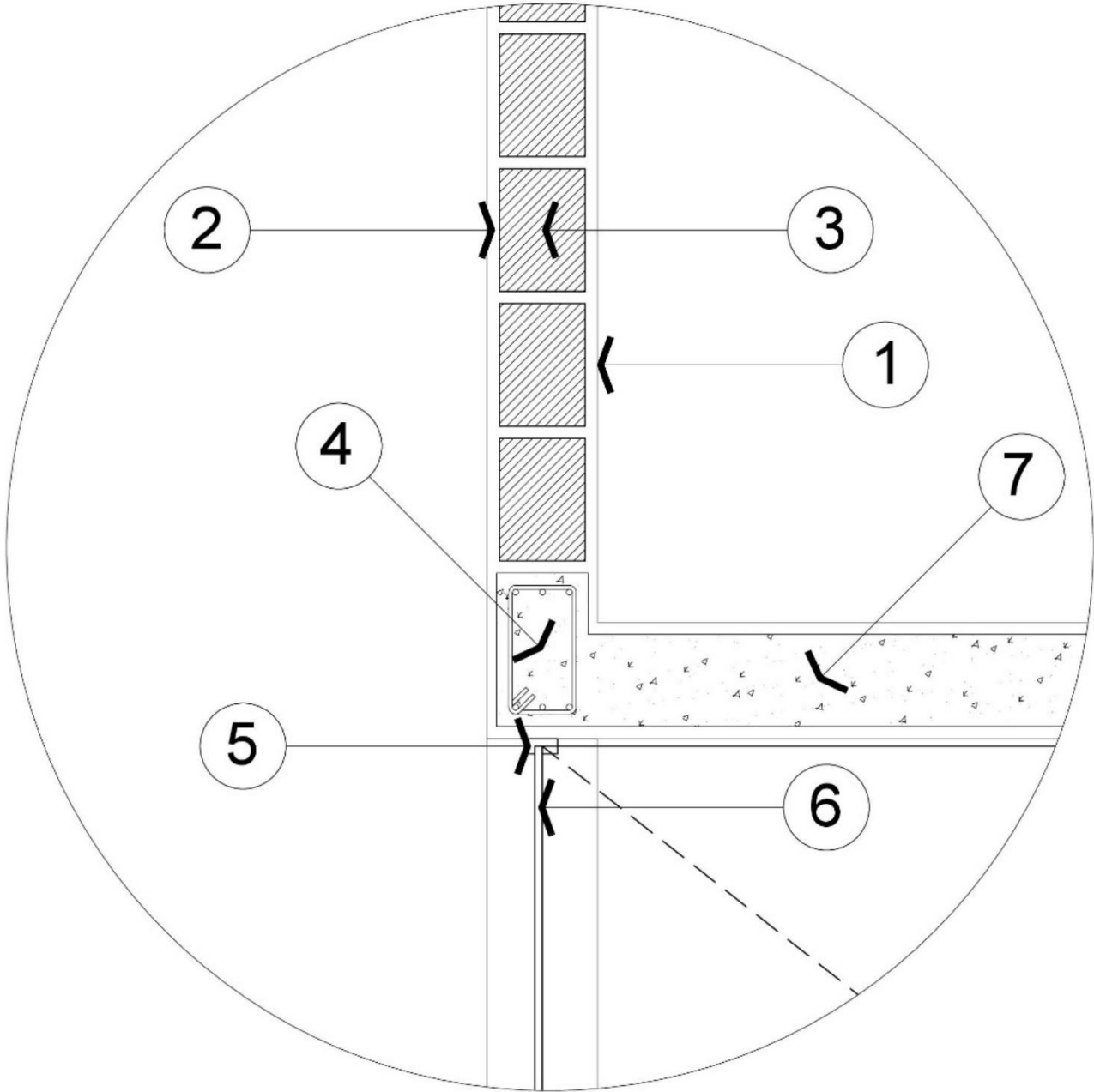


Imagen 12 Detalle constructivo en muro del vestíbulo
 Fuente (Ramírez Iván, 2023)

El sistema constructivo para losas utilizado en el museo será de vigueta y bovedilla de poliestireno, con una capa de compresión de 10 cm y falso plafón al interior de cada espacio con una cámara de aire de 20 cm

Material	Espesor mm	Conductividad térmica W/mK
1.- Cadena de cerramiento de f'c=200 kg/cm²	200	1.74
2.- Capa de compresión de f'c=200 kg/cm²	100	1.74
3.- Bovedilla de poliestireno expandido	200	0.035
4.- Cámara de aire	200	0.0248
5.- Falso plafón de tablaroca	12.7	0.0927
6.- Impermeabilizante color terracota	1	0.90
7.- Chaflán de mortero cemento-arena 1:4	n/a	0.70

Tabla 21 Sistema constructivo en losas
 Fuente (Ramírez Iván, 2023)

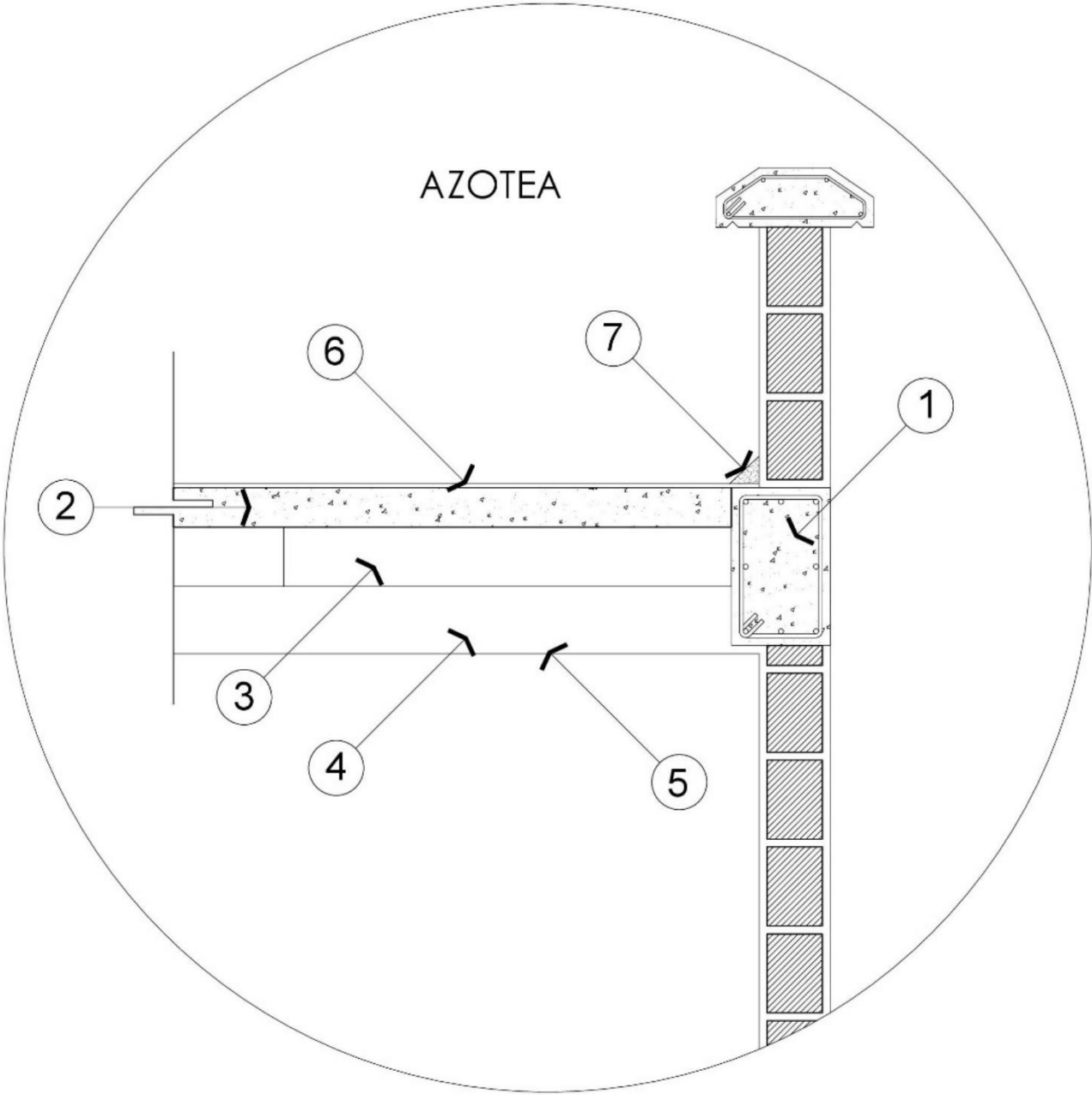


Imagen 13 Detalle constructivo en losa del vestíbulo
 Fuente (Ramírez Iván, 2023)

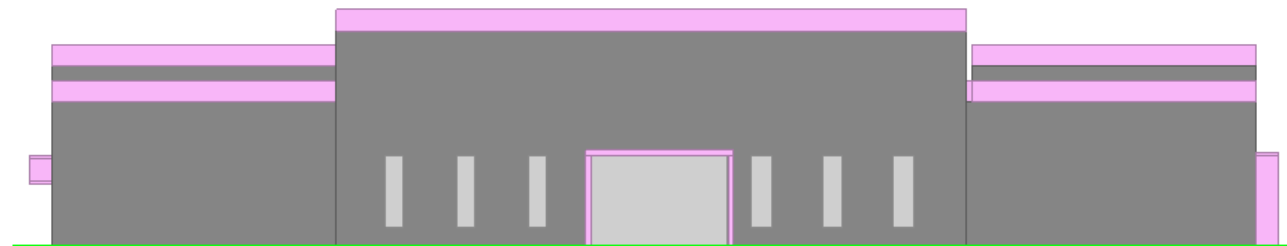


Imagen 14 Fachada este
Fuente (DesignBuilder, 2023)

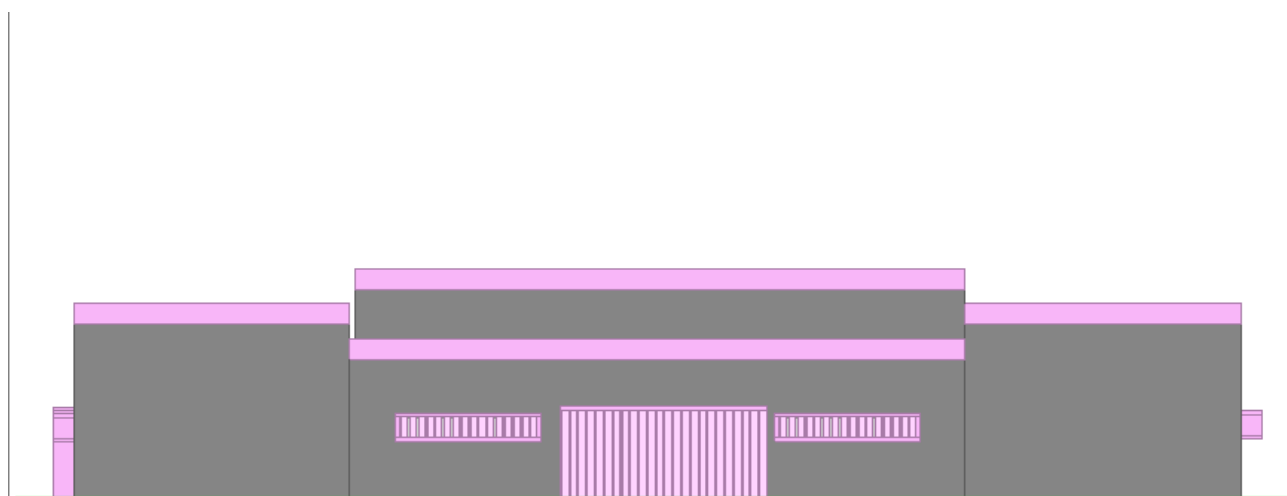


Imagen 15 Fachada oeste
Fuente (DesignBuilder, 2023)

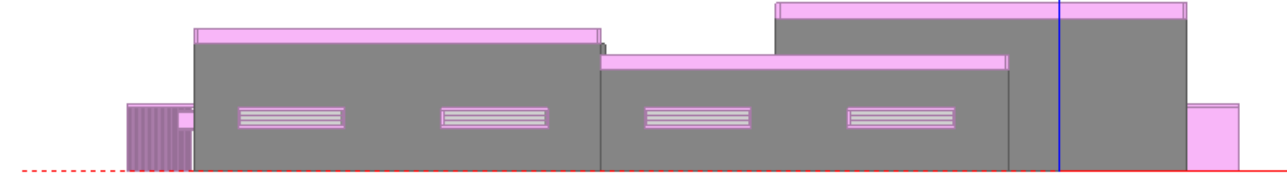


Imagen 16 Fachada sur
Fuente (DesignBuilder, 2023)

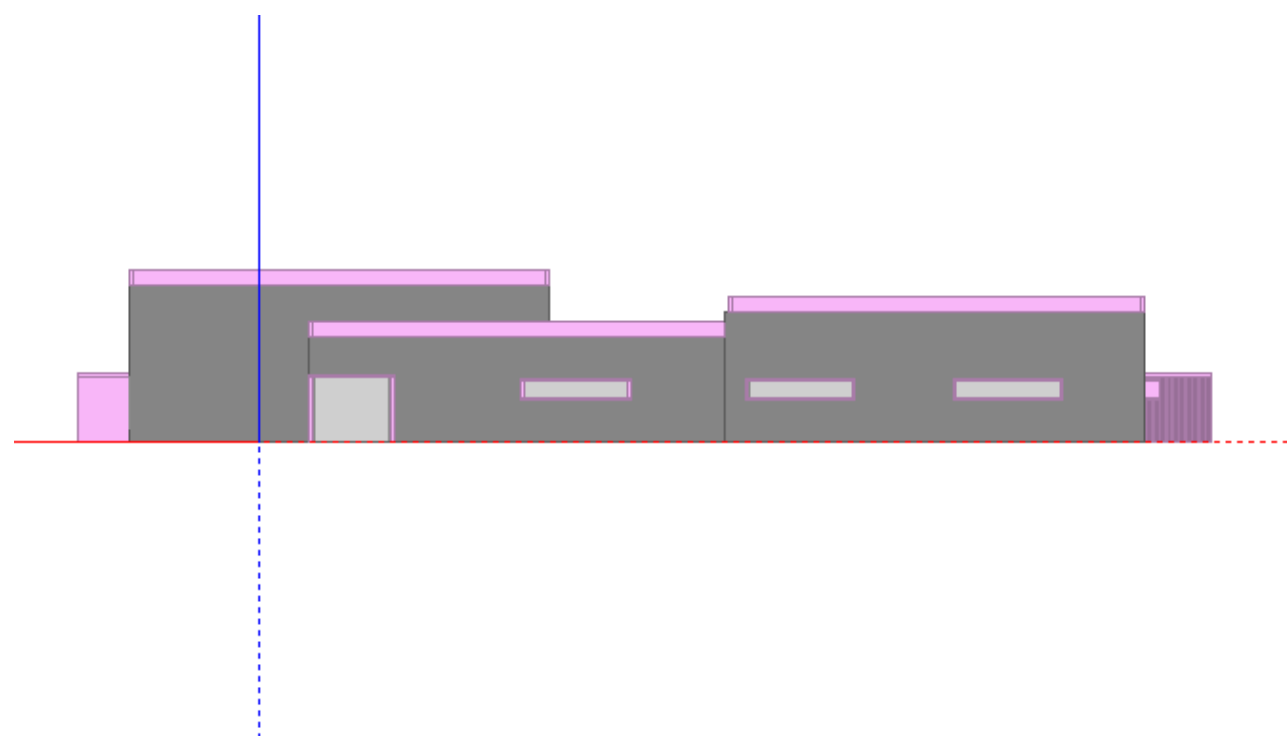
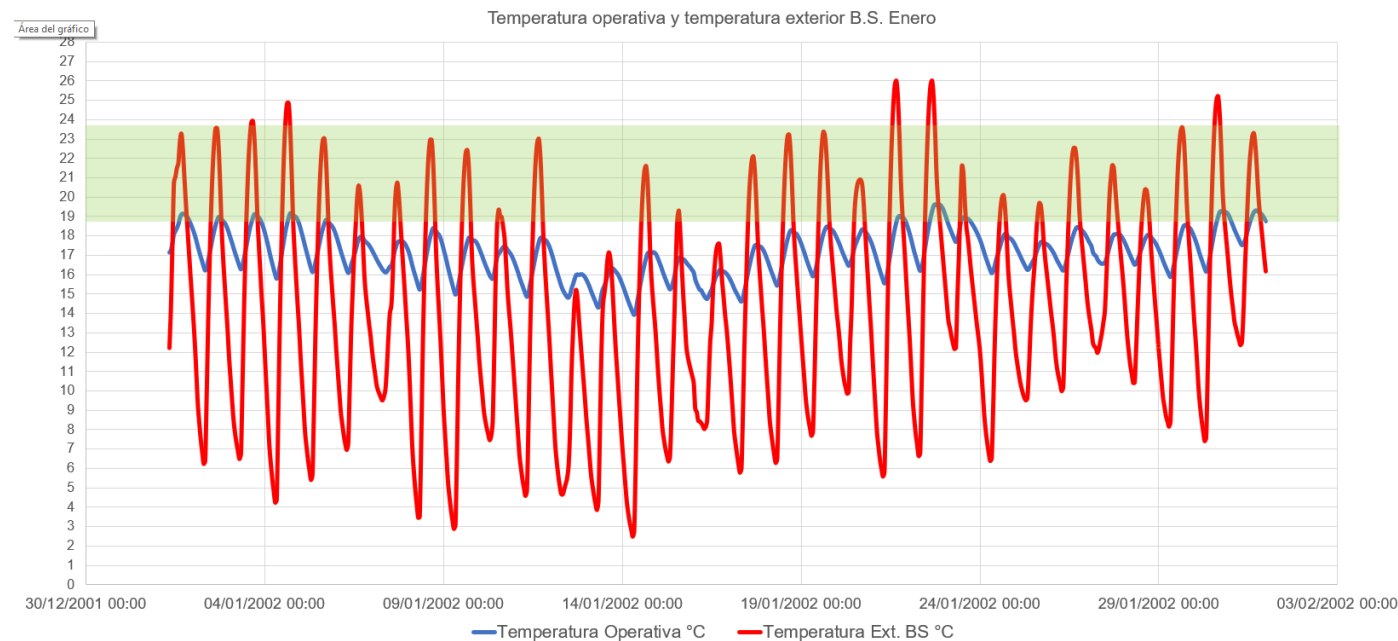
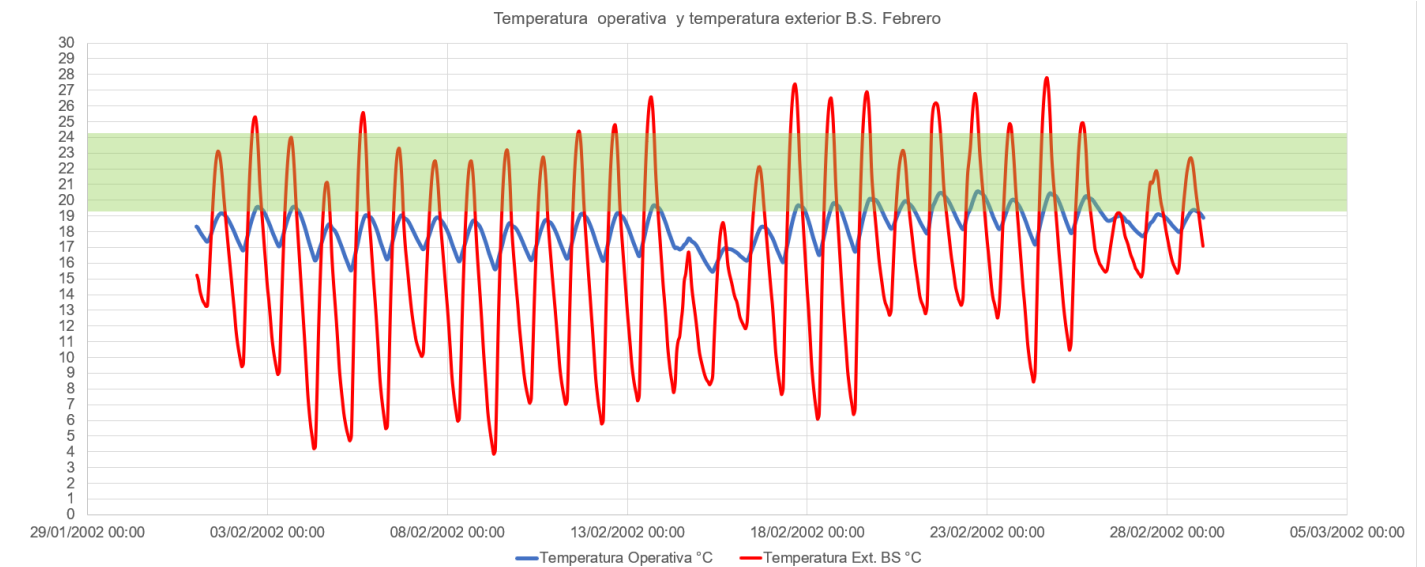


Imagen 17 Fachada norte
Fuente (DesignBuilder, 2023)



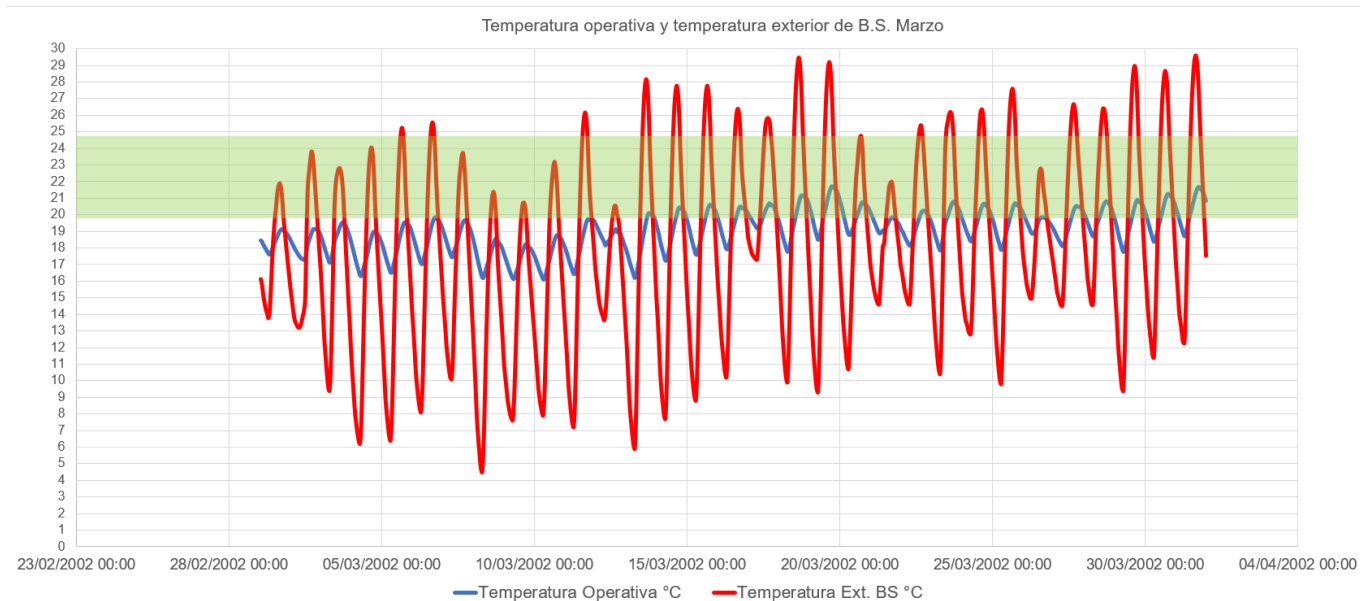
Gráfica 11 Comportamiento térmico para el mes de enero
Fuente (DesignBuilder-Excel, 2023)

La grafica 14 muestra que la temperatura operativa representada por la línea azul se ubica por debajo de la zona de confort entre los 14° y 19° C, teniendo solo un día en el mes estar dentro de la zona de confort (ZC) aproximadamente a 19.5° C. Para el mes de enero la ZC se encuentra entre los 18.8° y 23.8° C y una temperatura media de 12.0°C por lo que se considera el mes más frío del año. Por otro lado, la línea roja que es la temperatura exterior de bulbo seco se ubica entre los 2° como mínima y los 26.0 como máxima.



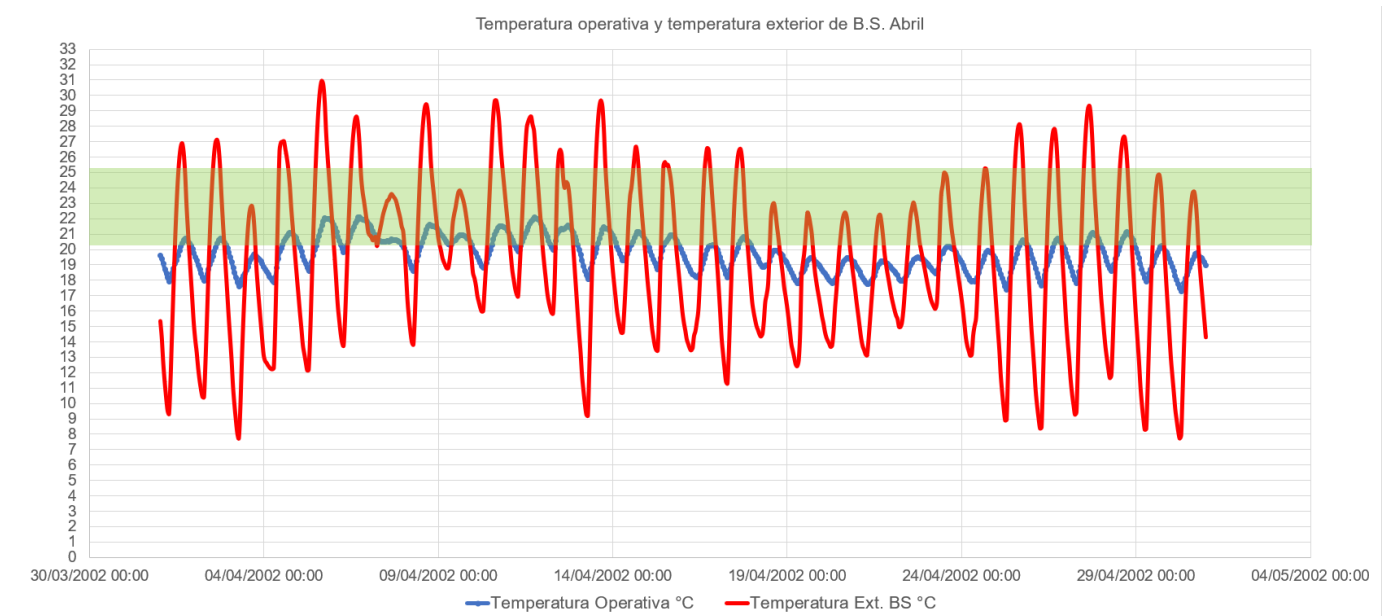
Gráfica 12 Comportamiento térmico para el mes de febrero
Fuente (DesignBuilder-Excel, 2023)

En la gráfica 15 se observa que la zona de confort (ZC) se ubica entre los 19.2° y 24.2° C y una temperatura media de 13.3°C para el mes de febrero, donde la temperatura operativa esta en un rango de 15.4° y 19.5° C representada por la línea azul y muestra que durante 12 días no consecutivos esta se ubica dentro de la ZC. Y para la temperatura exterior de bulbo seco, tenemos como mínima 3.8° C y como máxima 27.8° C como lo muestra la línea roja.



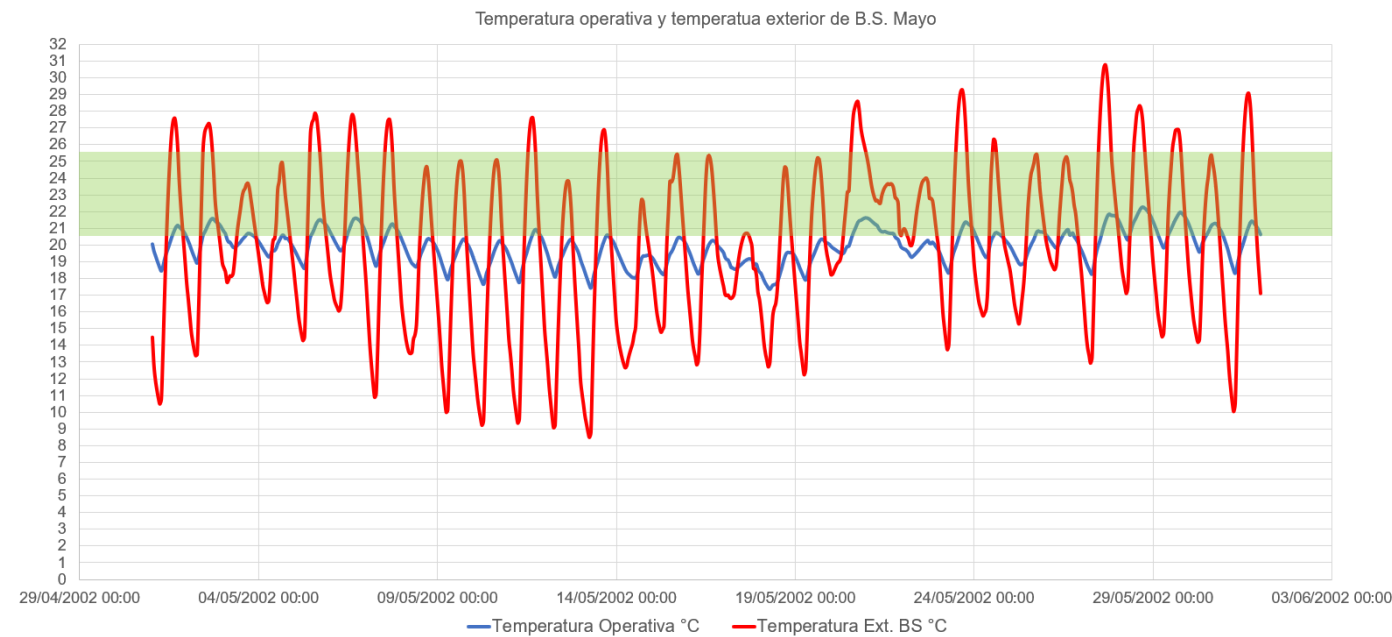
Gráfica 13 Comportamiento térmico para el mes de marzo
Fuente (DesignBuilder-Excel, 2023)

Durante el mes de marzo como lo muestra la gráfica 16, se observa que la zona de confort (ZC) está entre los 19.8° y 24.8°C con una temperatura media de 15.0° C, donde la temperatura operativa esta entre los 16.0° y los 21.8° C y durante 20 días esta se ubica dentro de la zona de confort. Mientras que la temperatura exterior de bulbo seco tiene una máxima de 29.5 ° C y una mínima de 4.5° C que está representada por la línea roja.



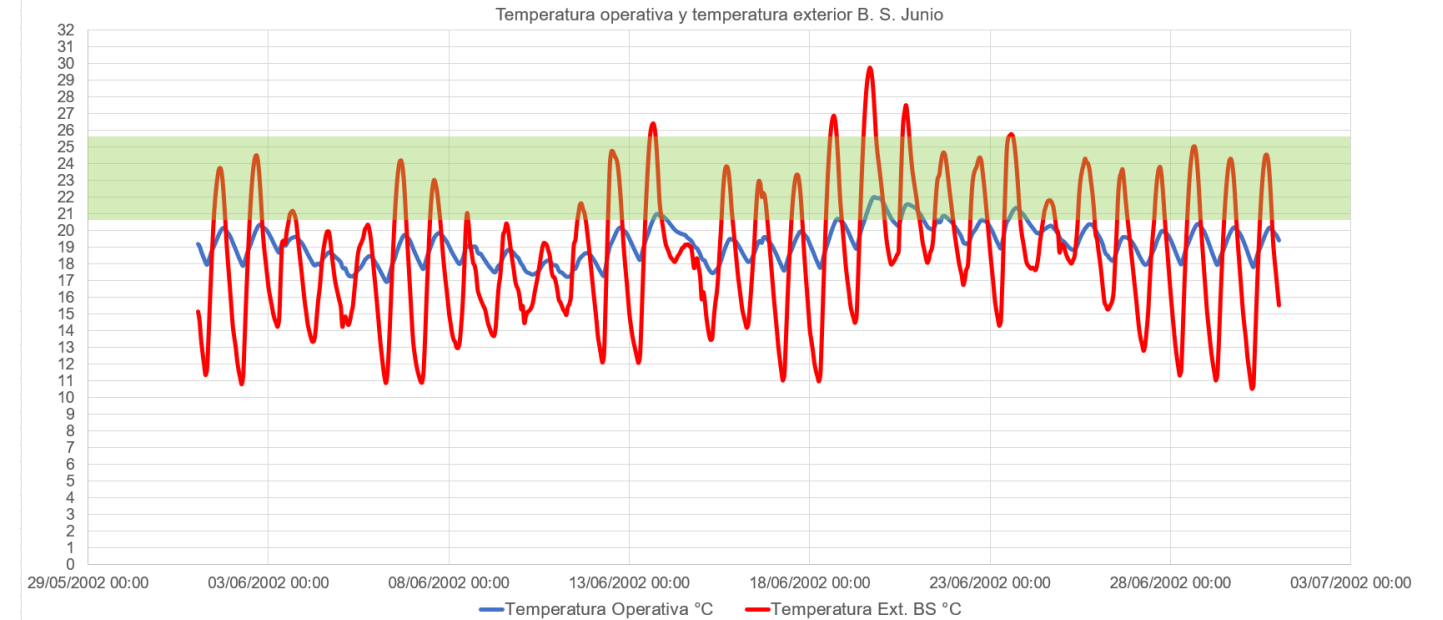
Gráfica 14 Comportamiento térmico para el mes de abril
Fuente (DesignBuilder-Excel, 2023)

En el mes de abril, la zona de confort (ZC) está entre los 20.3° y 25.3° C y una temperatura media de 16.9° C, mientras que la temperatura operativa se ubica entre los 17.4° y 21.3° C por lo que resulta que durante 21 días esta se ubica dentro de la ZC como lo muestra la línea azul, en tanto que la temperatura exterior de bulbo seco para este mes tenga una máxima de 30.9° y una mínima de 7.7° C, por lo que convierte a abril al mes más caluroso del año.



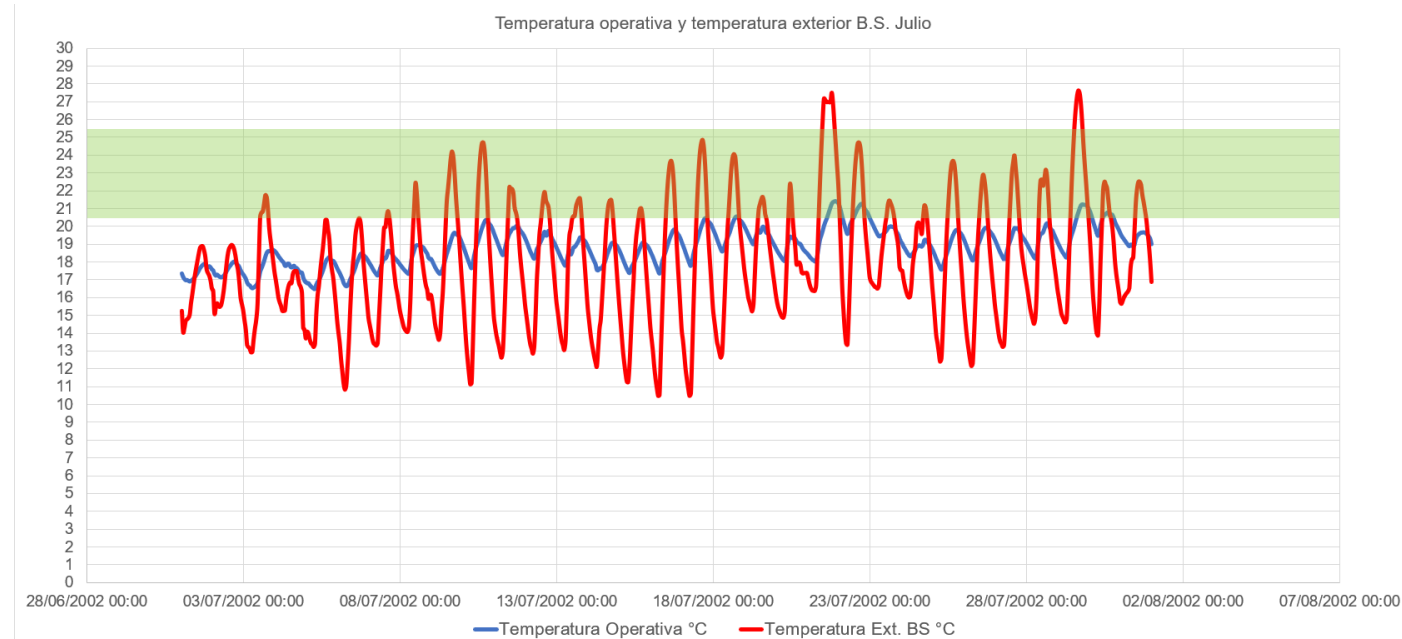
Gráfica 15 Comportamiento térmico para el mes de mayo
Fuente (DesignBuilder-Excel, 2023)

La gráfica 18 arroja que para el mes de mayo la zona de confort es desde los 20.6° hasta los 25.6° C y con una media de 17.7° C, mientras que la temperatura operativa que es la línea azul se ubica entre los 18.4° y los 22.4° C durante el mes, por lo que, durante varios días, esta se encuentra dentro de la ZC. Y por último la temperatura exterior de bulbo seco llega hasta los 30.6° como máxima y un mínimo de 8.7° C durante el mes como lo representa la línea roja en la gráfica.



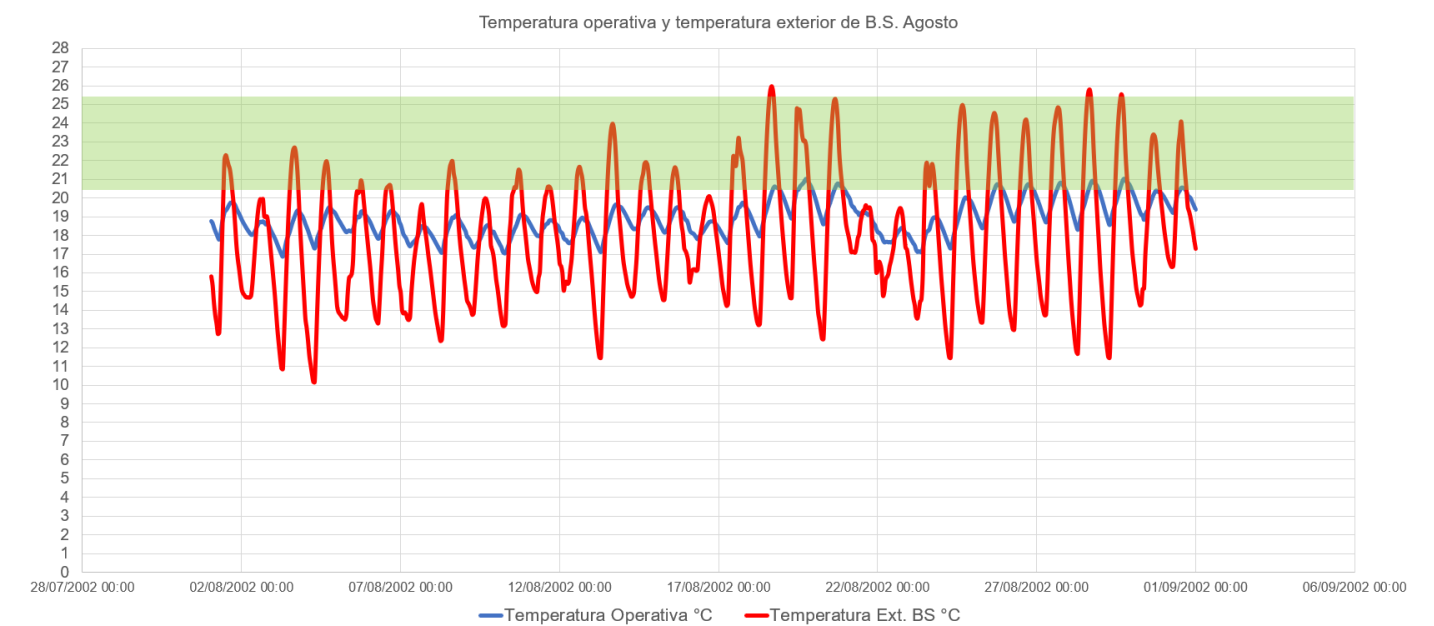
Gráfica 16 Comportamiento para el mes de junio
Fuente (DesignBuilder-Excel, 2023)

Para el mes de junio la gráfica 19 muestra que la zona de confort (ZC) se ubica entre los 20.6° y 25.6° C y 17.6° C como temperatura media, mientras que la temperatura operativa para este mes se localiza entre los 17.2° y los 21.8°C, por lo que durante 7 días no consecutivos esta se ubica dentro de la ZC. Mientras que la temperatura exterior de bulbo seco tiene como rangos 10.5° como mínimo y 29.7°C como máximo durante el mes.



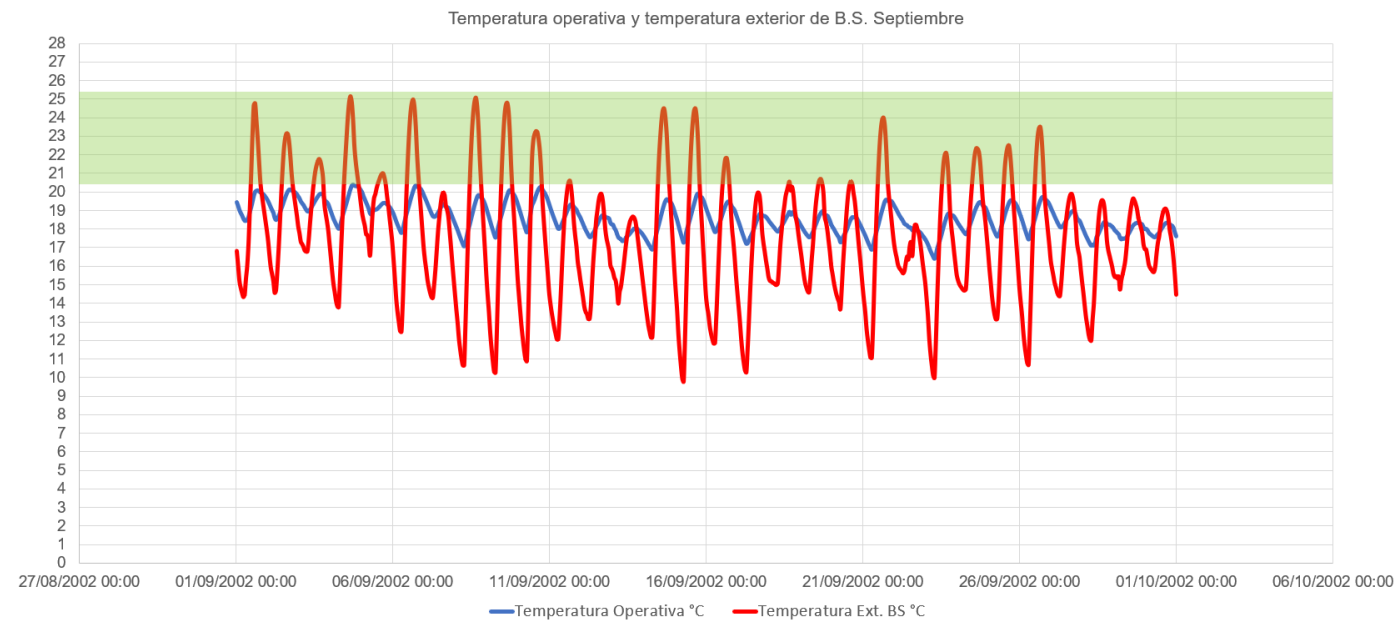
Gráfica 17 Comportamiento térmico para el mes de julio
Fuente (DesignBuilder-Excel, 2023)

Para el mes de Julio la temperatura operativa se ubica casi todo el mes a excepción de 4 días, por debajo de la zona de confort (ZC) que esta entre los 20.4° y los 25.4° C y una temperatura media de 17.1° C. La línea azul que representa la temperatura operativa se ubica entre los 16.1° y los 20.7° C durante todo el mes. La temperatura exterior de bulbo seco tiene una máxima de 27.4° y una mínima de 10.5° C.



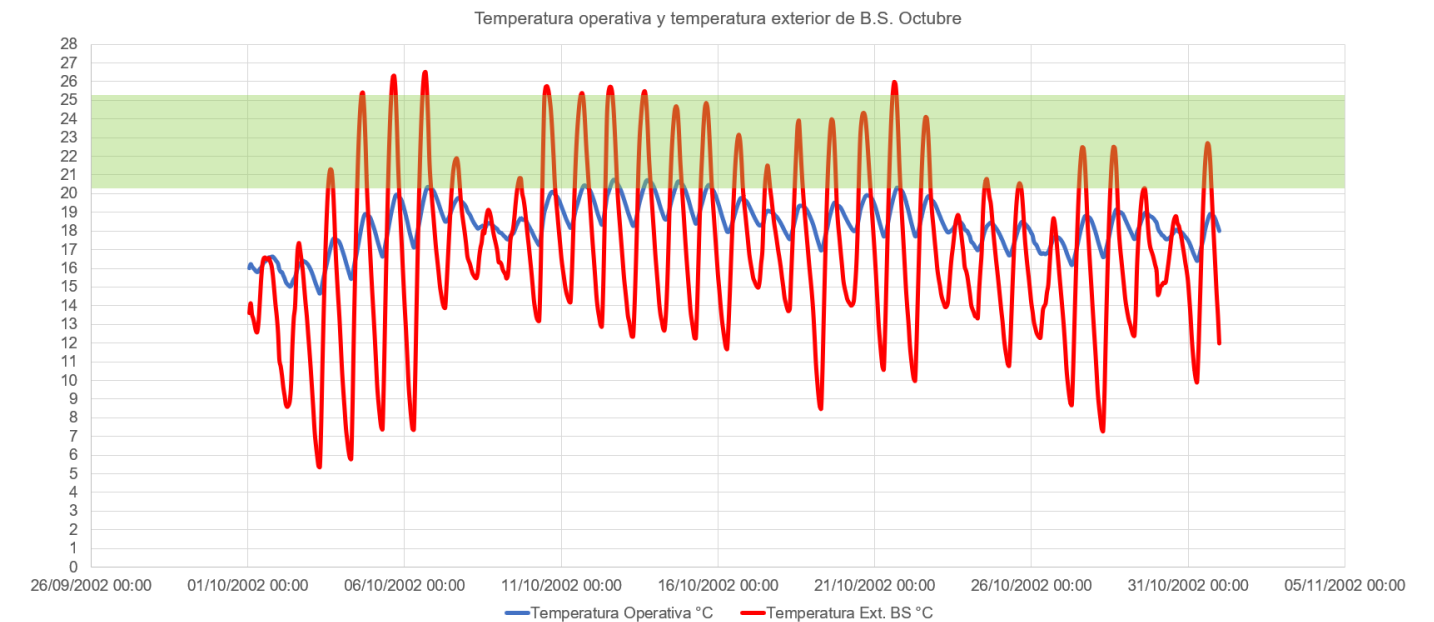
Gráfica 18 Comportamiento térmico para el mes de agosto
Fuente (DesignBuilder-Excel, 2023)

En agosto la gráfica muestra que la zona de confort (ZC) se encuentra entre los 20.4° y 25.4° C y una temperatura media de 17.2° C. Mientras que la temperatura operativa se ubica desde los 17.0° hasta los 21.0° C por lo que esta se encuentra casi todo el mes por debajo de la ZC. Por último, la temperatura exterior de bulbo seco tiene una máxima de 26.0° y una mínima de 10.1° C.



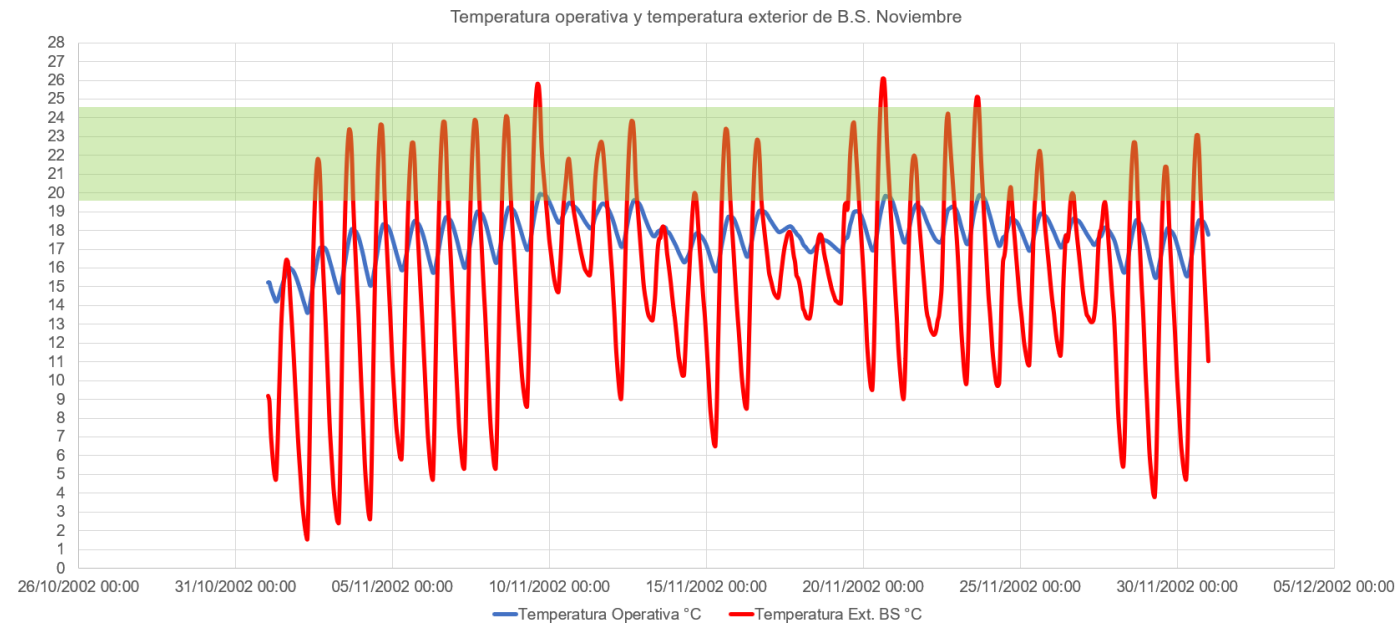
Gráfica 19 Comportamiento térmico para el mes de septiembre
Fuente (DesignBuilder-Excel, 2023)

La gráfica 22 nos muestra que, para el mes de septiembre, la zona de confort (ZC) se encuentra entre los 20.4° y 25.4° C y una temperatura media de 17.2° C, donde la línea azul que es la temperatura operativa se ubica entre los 16.1° y 20.4° C que durante todo el mes se encuentra por debajo de la ZC, mientras que la temperatura exterior de bulbo seco tiene un rango de 9.8° como mínima y una máxima de 25.0°C, donde los picos alcanzados durante el mes se ubican dentro de la ZC.



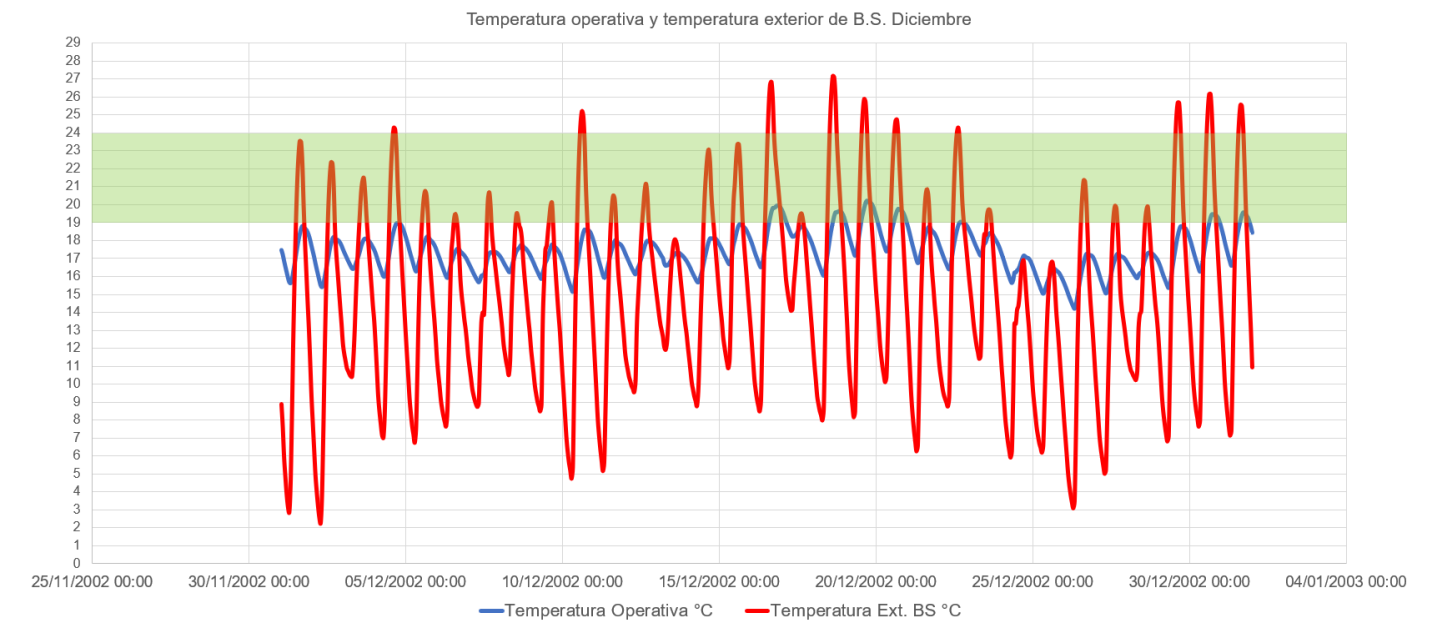
Gráfica 20 Comportamiento térmico para el mes de octubre
Fuente (DesignBuilder-Excel, 2023)

En el mes de octubre se observa que la temperatura exterior de bulbo seco empieza a descender hasta los 5.3° C durante la hora más fría mientras que durante la hora más caliente llega hasta los 26.5° C, para este mes la zona de confort (ZC) se ubica entre los 20.2° y los 25.2° C teniendo una temperatura media de 16.3° C. Mientras que la temperatura operativa que se representa por la línea azul esta entre los 14.6° y 20.8° C por lo que durante 6 días n o consecutivos esta se encontrará dentro de la ZC.



Gráfica 21 Comportamiento térmico para el mes de noviembre
Fuente (DesignBuilder-Excel, 2023)

La gráfica 24 muestra que el rango de la zona de confort (ZC) para el mes de noviembre se ubica entre los 19.6° y 24.6° C y una temperatura media de 14.5° C. Para la temperatura operativa se ubica para este mes entre los 13.6° y 20.0° C que se representa con la línea azul, por lo que se observa que durante solo 3 días no consecutivos esta alcanza a estar dentro de la ZC durante las horas más calientes del día. Por último, la temperatura de exterior de bulbo seco tendrá un rango desde los 1.5° como mínima y hasta los 26.1° C como máxima.



Gráfica 22 Comportamiento térmico para el mes de diciembre
Fuente (DesignBuilder-Excel, 2023)

Para diciembre, la gráfica 25 arroja que la temperatura de la zona confort (ZC) se ubica entre los 19.0° y los 24.0° con una temperatura media de 12.5° C, donde la temperatura operativa está por debajo de la ZC entre los 14.5° y los 20.2° C pero que durante las horas más calientes del día se ubica por dentro de la ZC por 6 días no consecutivos. Por último, la temperatura exterior de bulbo seco tiene un rango entre los 2.2° como mínima y hasta los 27.0° C como máxima lo que convierte a diciembre como el segundo mes más frío después de enero.

Conclusiones:

El análisis mensual muestra que los materiales propuestos para el sistema constructivo mantienen durante todo el año la temperatura operativa por debajo de la zona de confort entre 2 y 3 grados para los meses más calientes y entre 4 y 5 grados por debajo de la zona de confort para los meses más fríos. Por lo que lo que el museo es un espacio relativamente frío para los usuarios, hay que mencionar que los museos deben ser relativamente fríos debido a que las bajas temperaturas ayudan a conservar las obras de arte y objetos ahí exhibidos evitando la propagación de hongos y otros microorganismos que pudieran dañar la museografía. Como propuesta para elevar la temperatura interior de cada sala durante los meses fríos del año se propone el uso de pisos y/o muros radiantes durante las primeras horas de uso, para elevar la temperatura 3 o 4 grados y alcanzar el límite inferior de la zona confort.

4.2.2. COMPORTAMIENTO EN ENERHABITAT

Se realizará la simulación térmica de la fachada sur del proyecto en Enerhabitat que es una herramienta en línea para analizar el comportamiento térmico de un edificio usando la propuesta de los sistemas constructivos para el software DesignBuilder como muestran las tablas 20 y 21 y las imágenes 12 y 13. La fachada sur se escogió por ser la parte de la envolvente que tiene el mayor contacto con la radiación solar durante el día.

ESPECIFICACIONES EN ENERHABITAT:

LOSAS

S.C.	Material	Espesor	A
1	☒ BD Impermeabilizante 0.16 ☐ ivan24 Aire 0.0248 1.225 1005	0.001 [m]	0.2
	☒ BD Concreto 1.35 1800 100 ☐ ivan24 Aire 0.0248 1.225 1005	0.1 [m]	
	☒ BD PoliestirenEstandar 0.0 ☐ ivan24 Aire 0.0248 1.225 1005	0.2 [m]	
	☐ BD Adobe 0.58 1500 1480 ☒ ivan24 Aire 0.0248 1.225 1005	0.2 [m]	
	☒ BD Madera 0.14 600 1210 ☐ ivan24 Aire 0.0248 1.225 1005	0.012 [m]	

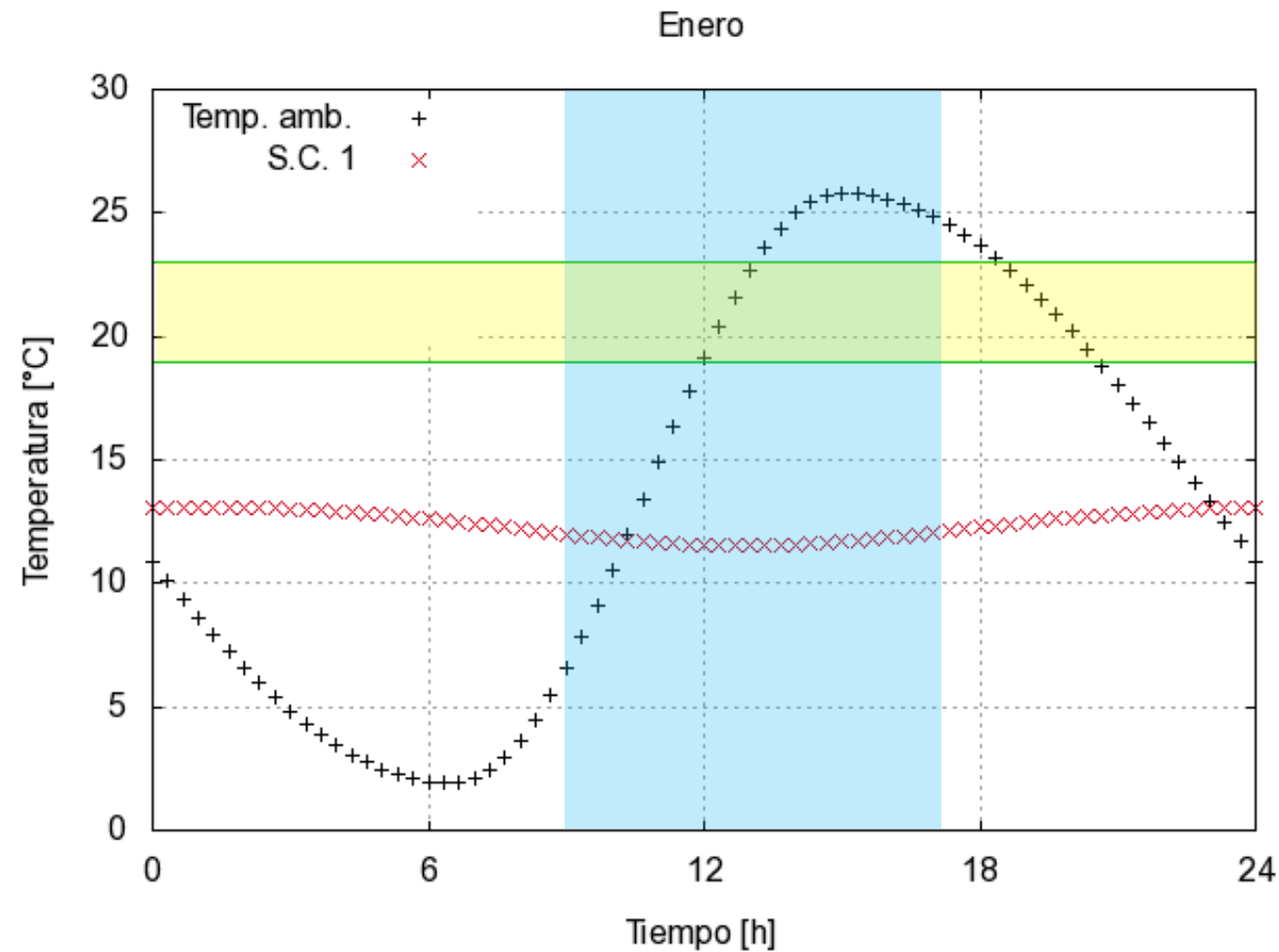
Tabla 22 Valores térmicos en losas
Fuente (Ener-Habitat, 2023)

MUROS:

S.C.	Material	Espesor	A
1	☒ BD MorteroCementoArena 1 ☐ ivan24 Aire 0.0248 1.225 1005	0.005 [m]	0.2
	☒ BD MorteroCementoArena 1 ☐ ivan24 Aire 0.0248 1.225 1005	0.015 [m]	
	☐ BD Adobe 0.58 1500 1480 ☒ ivan24 Block 0.238 1950 1050	0.14 [m]	
	☒ BD MorteroCementoArena 1 ☐ ivan24 Aire 0.0248 1.225 1005	0.015 [m]	
	☒ BD MorteroAltaDensidad 0.8 ☐ ivan24 Aire 0.0248 1.225 1005	0.005 [m]	

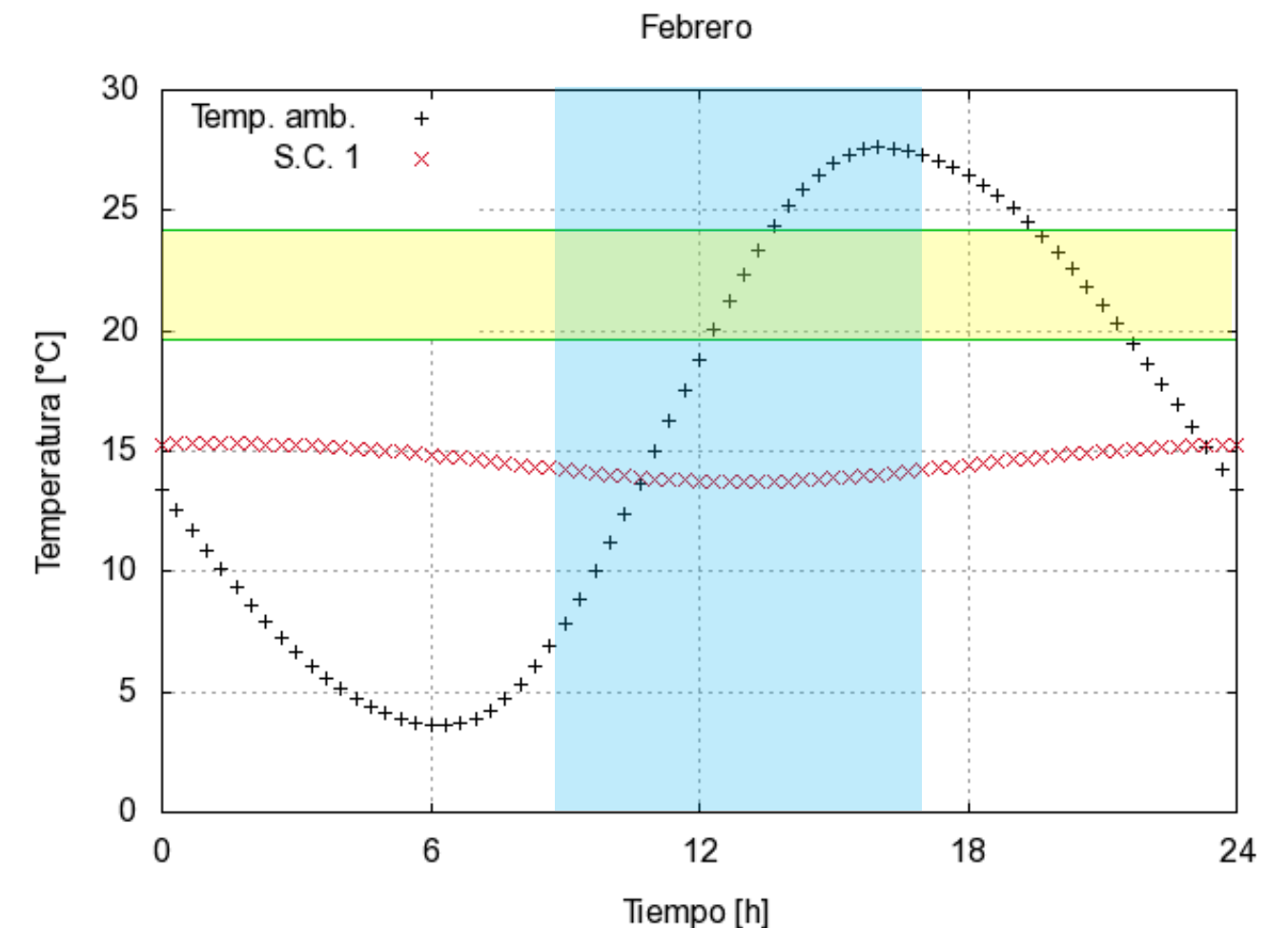
Tabla 23 Valore térmicos en muros
Fuente (Ener-Habitat, 2023)

GRÁFICAS: LOSAS



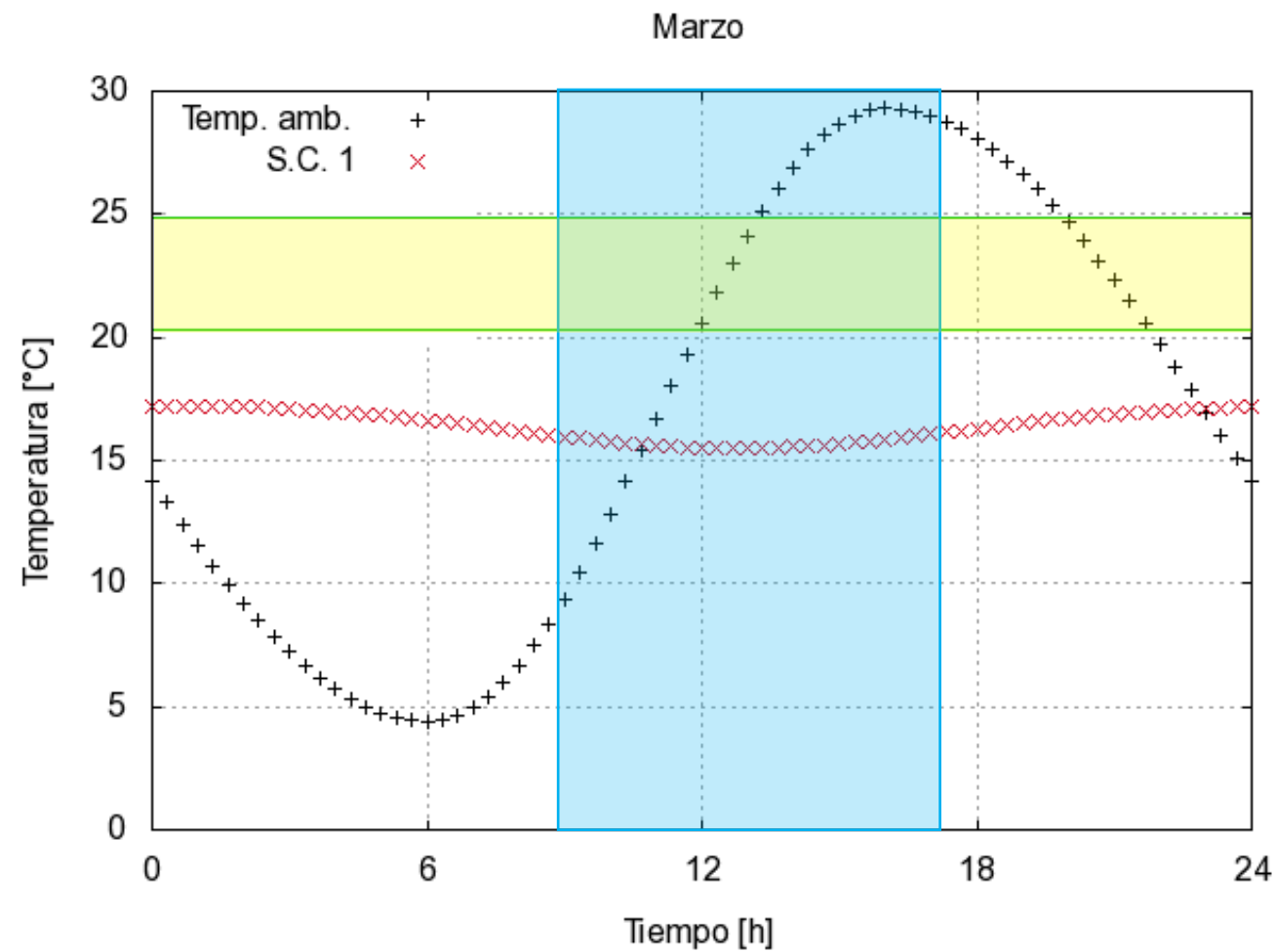
Gráfica 23 Comportamiento térmico durante el mes de enero
Fuente (Ener-Habitat, 2023)

En enero se observa en la gráfica 23 que la temperatura ambiente tiene un rango de 2.5° como mínima hasta los 26.0° C como máxima, donde la zona de confort representada por el área sombreada de amarillo se ubica entre los 19.0° y los 22.5° C. Para la temperatura operativa del sistema constructivo se sitúa entre los 11.0° y los 12.5° C.



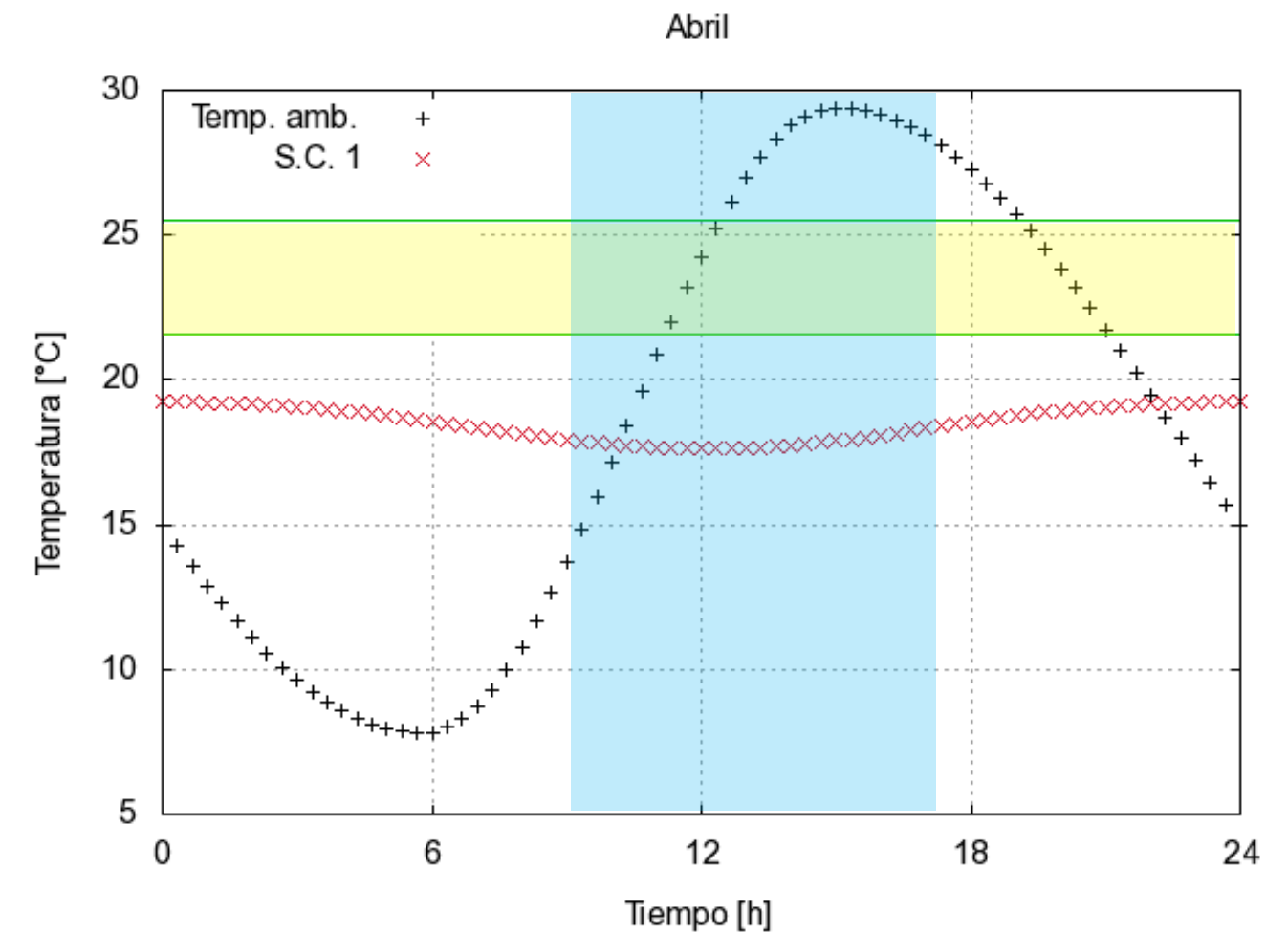
Gráfica 24 Comportamiento térmico durante el mes de febrero
Fuente (Ener-Habitat, 2023)

En la gráfica 24 nos muestra que para el mes de febrero la temperatura ambiente estará entre los 4.0° como mínima y los 27.0° como máxima por lo que la zona de confort (ZC) estará entre los 19.5° y 24.5° C. Se observa que la temperatura operativa del sistema constructivo se sitúa entre los 13.0° y 15.5° C siendo este muy estable durante el día.



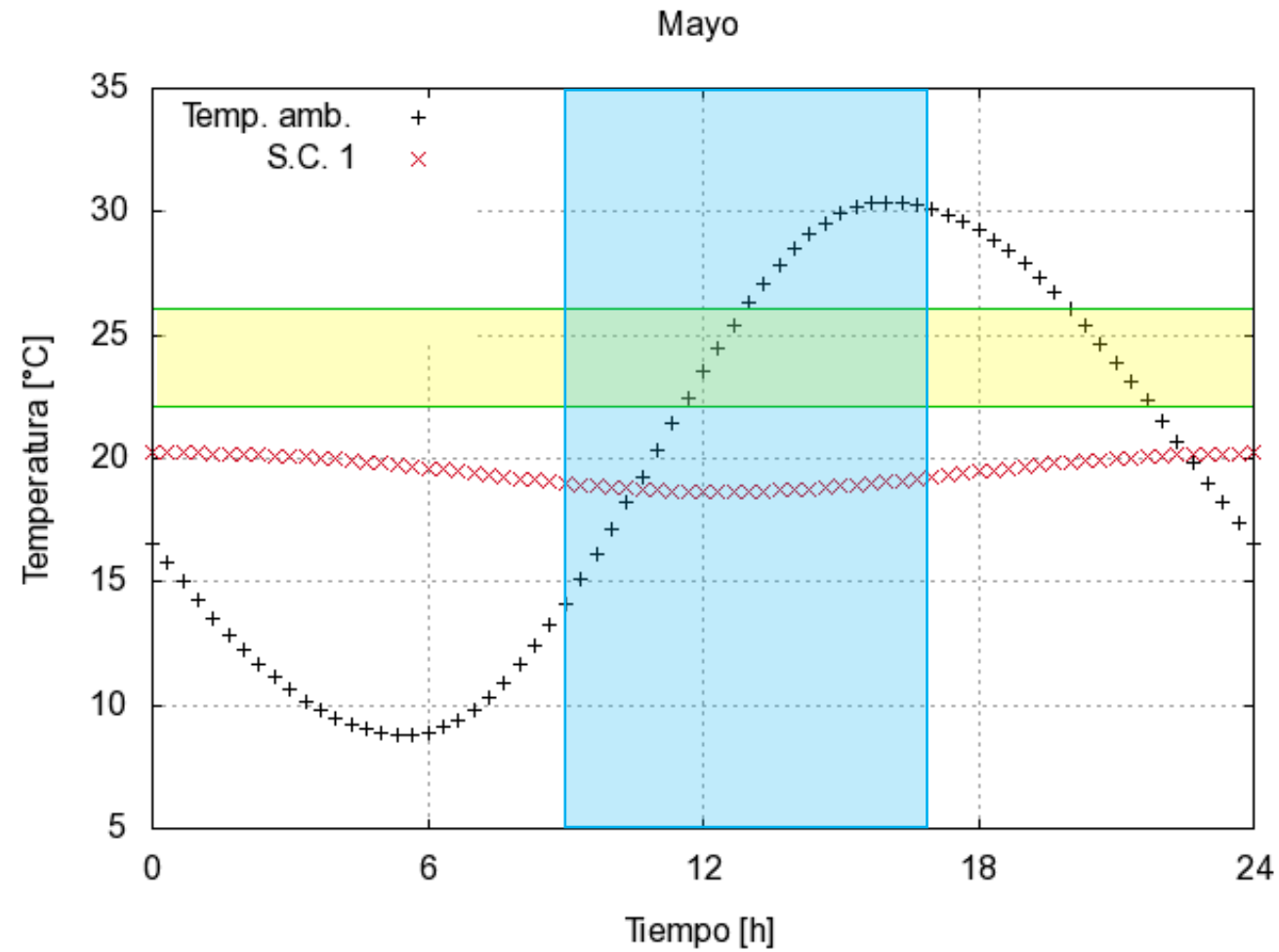
Gráfica 25 Comportamiento térmico durante el mes de marzo
Fuente (Ener-Habitat, 2023)

Para el mes de marzo la temperatura ambiente se observa entre los 4.8° como mínima y los 29.5° como máxima teniendo como zona de confort (ZC) el rango entre los 20.5° y los 24.5° C. La temperatura operativa del sistema constructivo se ubica entre los 15.5° como mínimo y un máximo de 17.0° C teniendo una variación de temperatura estable durante el día. Como lo muestra la gráfica; durante el horario de operación tendrá una temperatura aproximada de 15.5°-16.0°C.



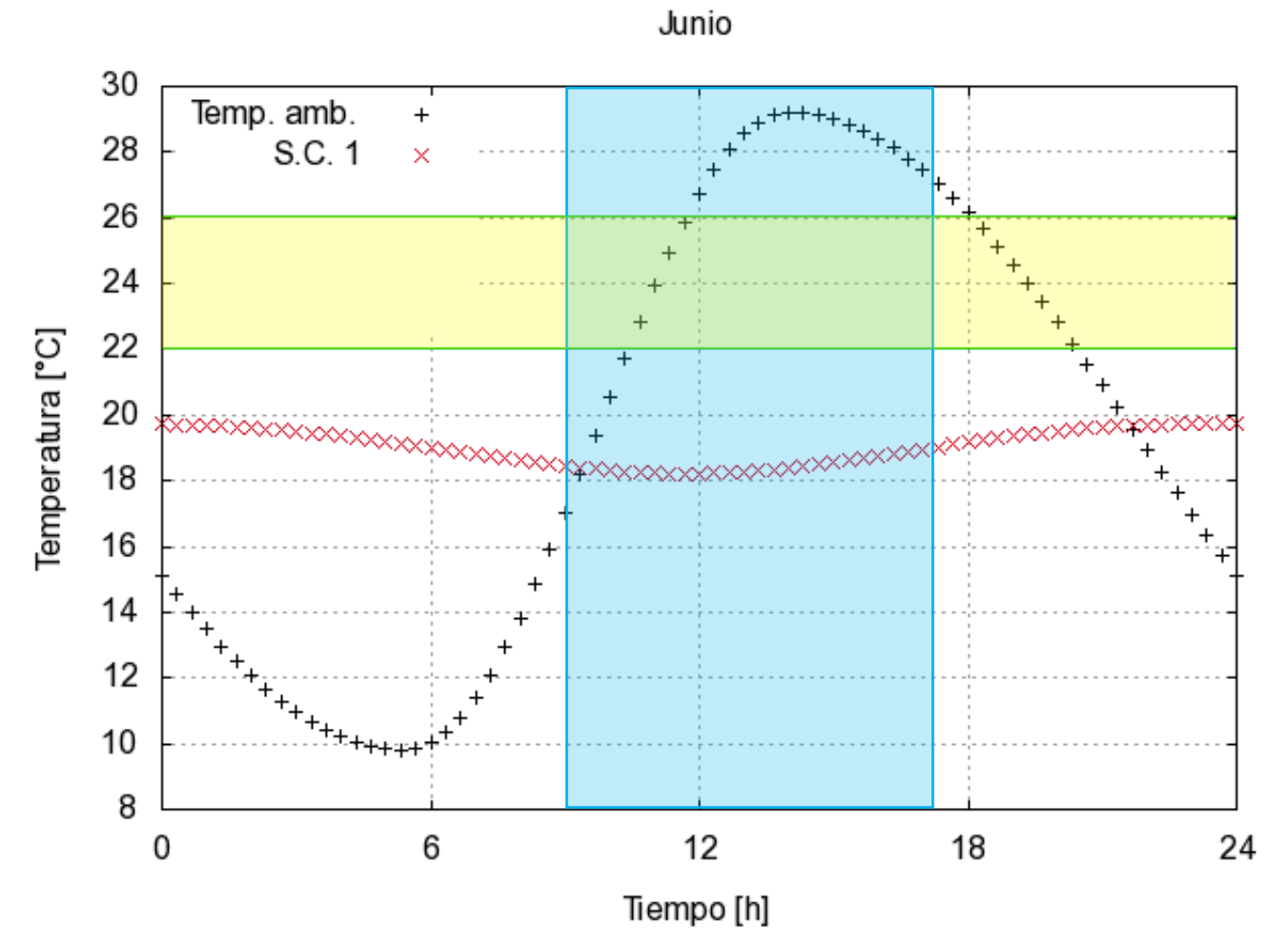
Gráfica 26 Comportamiento térmico durante el mes de abril
Fuente (Ener-Habitat, 2023)

En abril la gráfica 26 nos muestra que la temperatura ambiente oscila entre los 7.5° como mínimo y hasta los 29.5° C como máxima, teniendo una zona de confort (ZC) desde los 22.0° y hasta los 25.5°C. Donde la temperatura del sistema constructivo, se sitúa entre los 17.5° y los 19.0° C dando como resultado un comportamiento estable de la misma con una variación mínima.



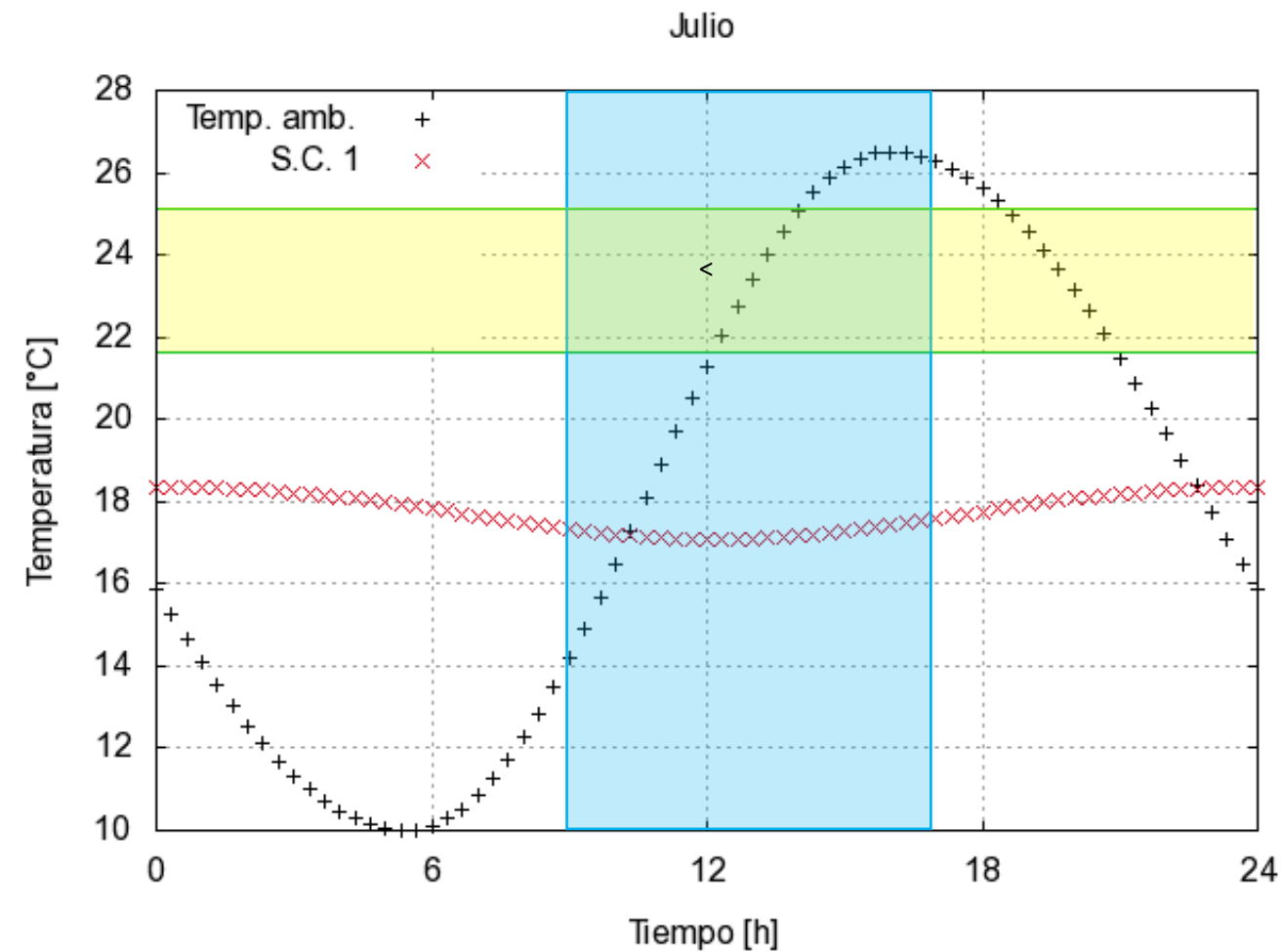
Gráfica 27 Comportamiento térmico para el mes de mayo
Fuente (Ener-Habitat, 2023)

En mayo se observa que la temperatura ambiente está en un rango de los 8.0° como mínima y hasta los 30.5° C Como máxima, donde la zona de confort (ZC) se sitúa desde los 22.5° y hasta los 26.0° C y por último la temperatura operativa del sistema constructivo va desde los 18.0° hasta los 20.5° C.



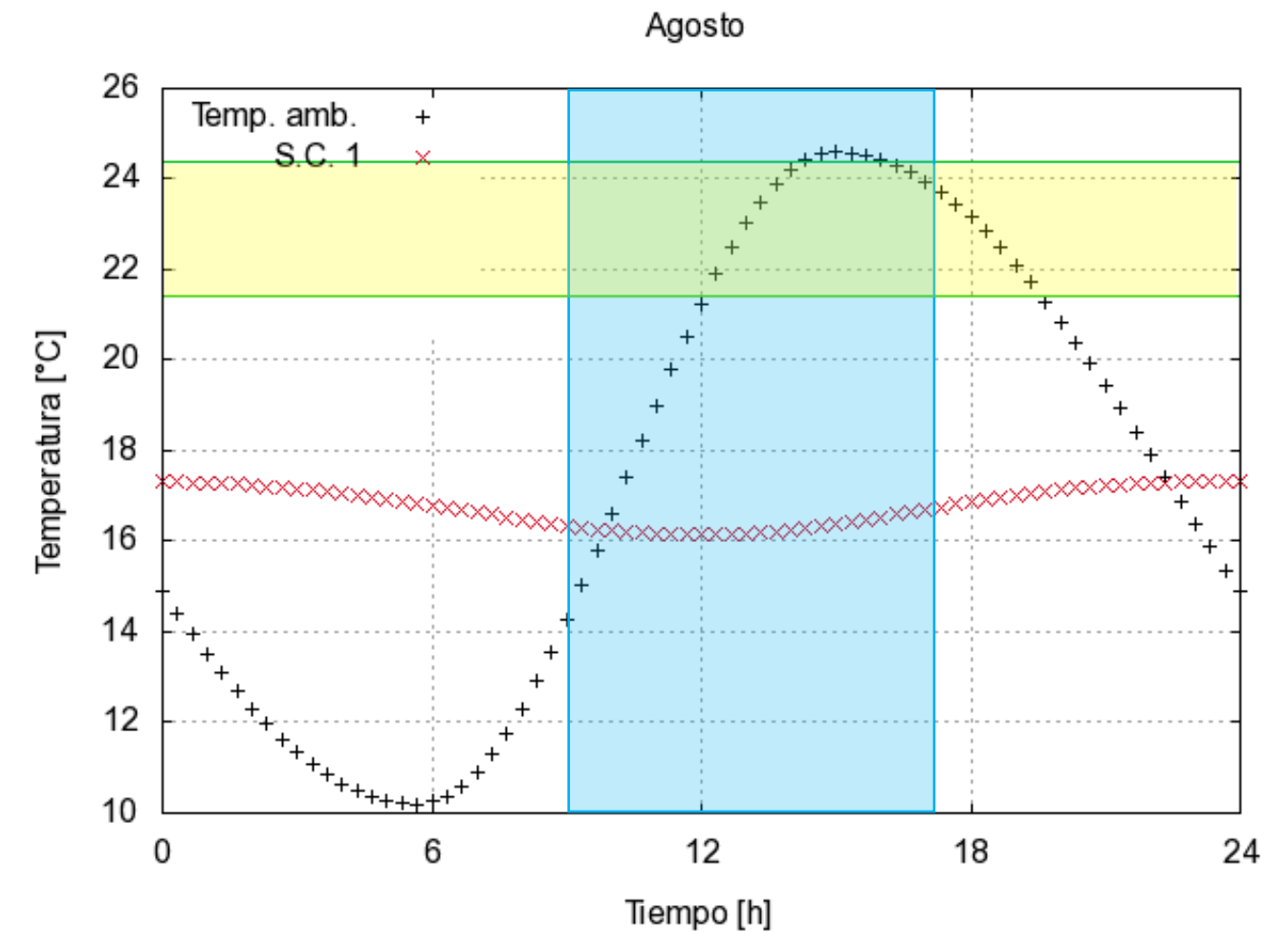
Gráfica 28 Comportamiento térmico para el mes de junio
Fuente (Ener-Habitat, 2023)

La gráfica 28 nos muestra que para junio la temperatura ambiente tiene un rango desde los 9.5° y hasta los 29.0° C donde la zona de confort (ZC) se situa entre los 22.0° y los 26.0° C y por ultimo la temperatura operativa del sistema constructivo va desde los 18.5° hasta los 19.5° C.



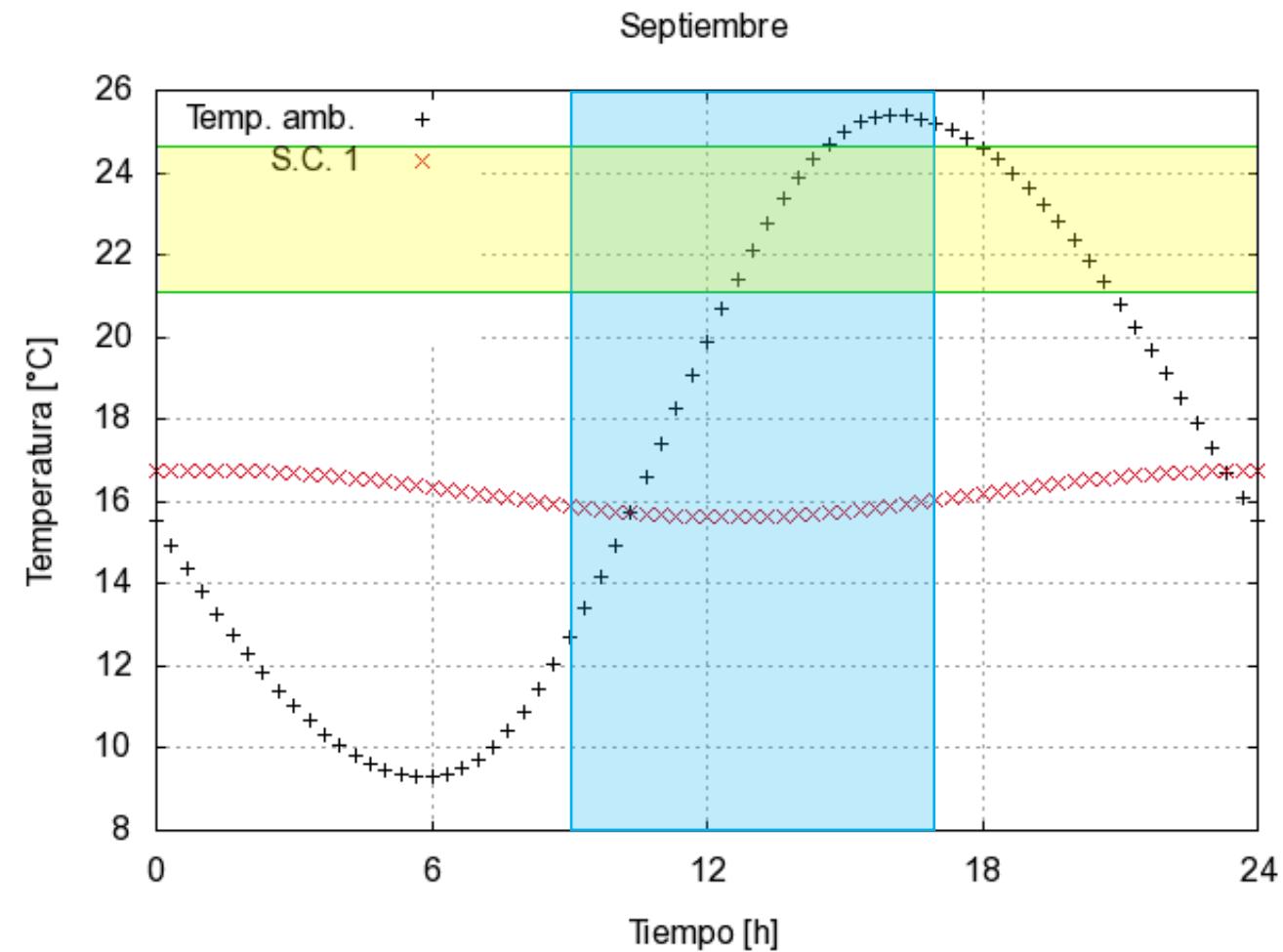
Gráfica 29 Comportamiento térmico para el mes de julio
Fuente (Ener-Habitat, 2023)

En Julio se muestra que la temperatura ambiente va desde los 10.0° como mínima y hasta los 26.5° C como máxima, donde la zona de confort (ZC) se sitúa entre los 21.5° hasta los 25.0° C. Por otro lado, la temperatura operativa del sistema constructivo esta entre los 17.0° hasta los 18.5° C.



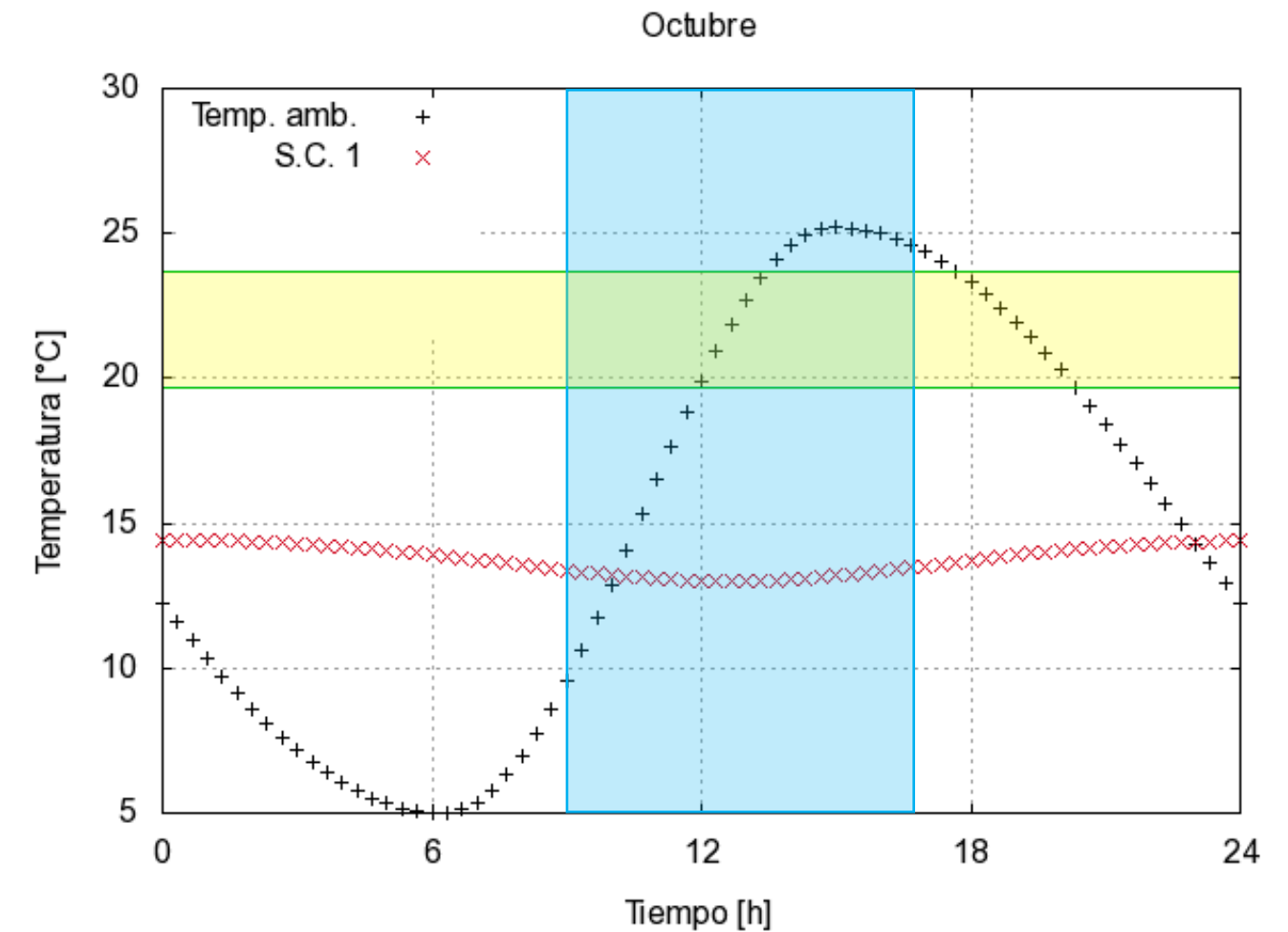
Gráfica 30 Comportamiento térmico para el mes de agosto
Fuente (Ener-Habitat, 2023)

La gráfica 30 muestra que para julio la temperatura ambiente se sitúa desde los 10.5° como mínima hasta los 24.5° C, donde la zona de confort se ubica entre los 21.5° hasta los 24.5° C. Por último, la temperatura operativa de la losa va desde los 16.0° hasta los 17.5° C.



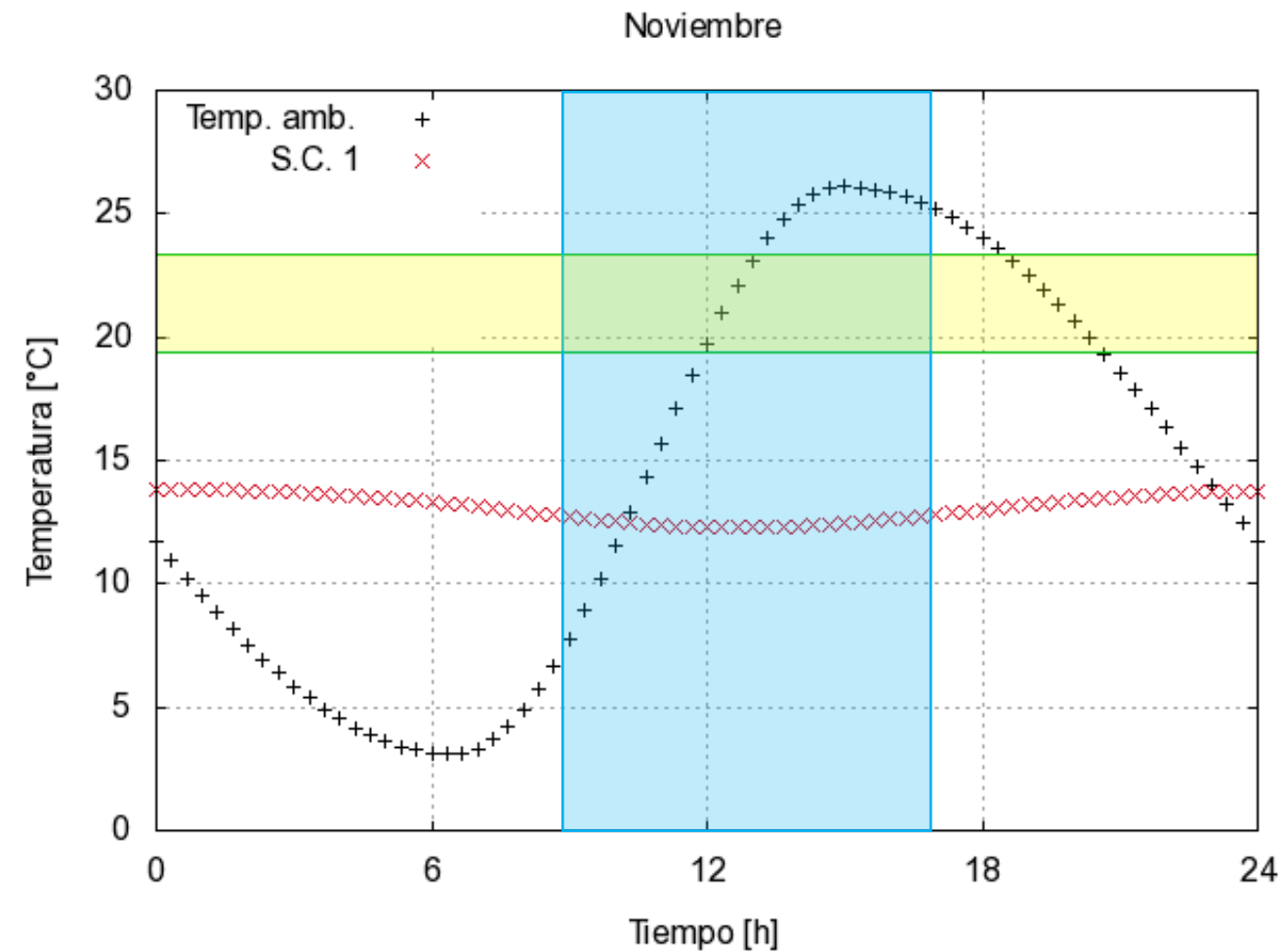
Gráfica 31 Comportamiento térmico para el mes de septiembre
Fuente (Ener-Habitat, 2023)

Para el mes de septiembre se observa que la temperatura ambiente se ubica desde los 9.5° como mínima hasta los 25.5° C como máxima donde la zona de confort (ZC) se encuentra entre los 21.0° y 24.5° C. Y donde la temperatura operativa del sistema constructivo va desde los 15.5° hasta los 17.0° C.



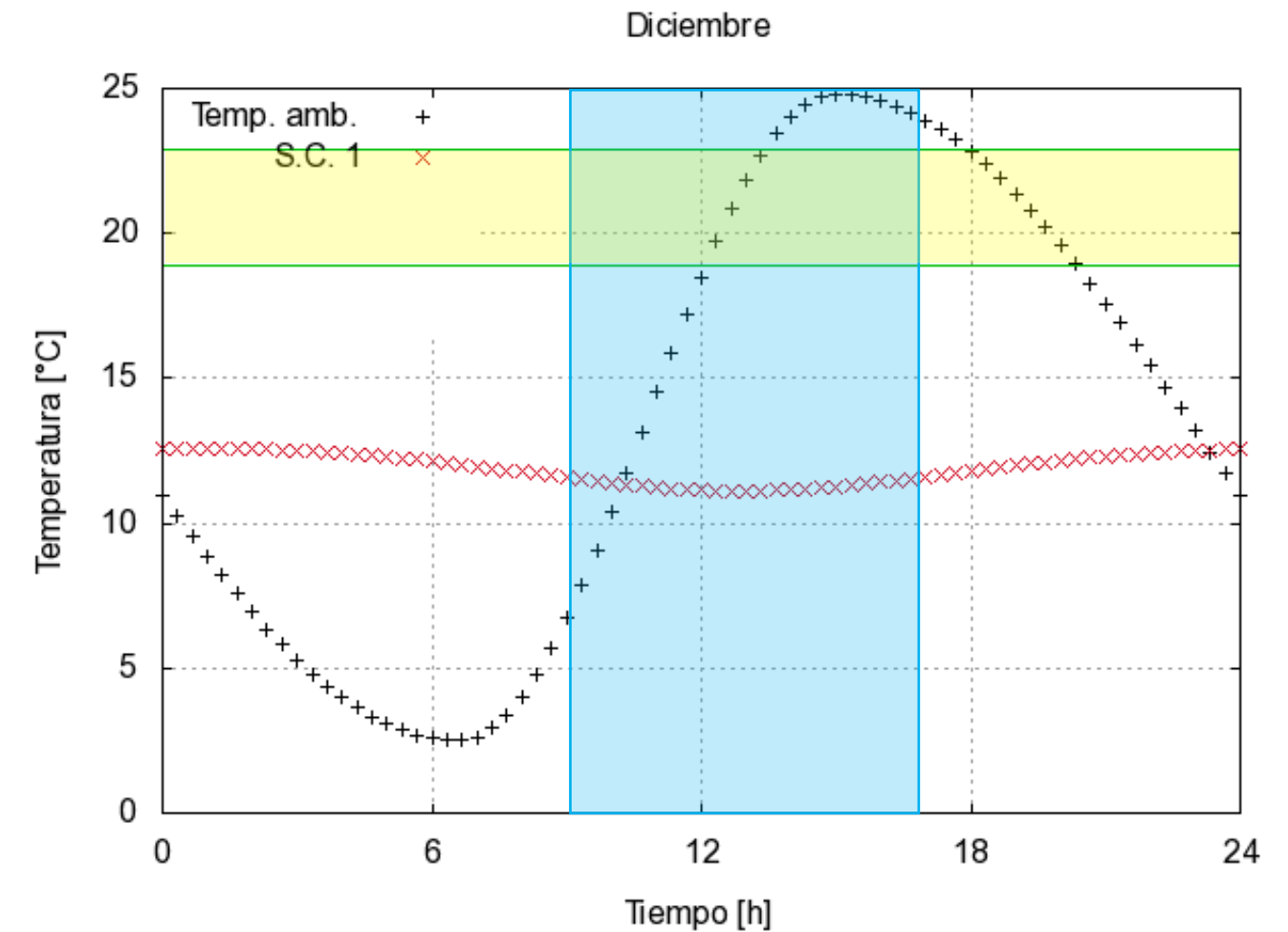
Gráfica 32 Comportamiento térmico durante el mes de octubre
Fuente (Ener-Habitat, 2023)

En octubre la gráfica 32 nos muestra que la temperatura ambiente va desde los 5.0° hasta los 25.0° C donde la zona de confort (ZC) está entre los 19.5 hasta los 24.0° C y por último la temperatura operativa del sistema constructivo se encuentra entre los 12.5° hasta los 14.5° C.



Gráfica 33 Comportamiento térmico durante el mes de noviembre
Fuente (Ener-Habitat, 2023)

En el mes de noviembre la gráfica 33 nos muestra que la temperatura ambiente se situó entre los 3.0° como mínima hasta los 26.0° C como máxima. En la cual la zona de confort (ZC) está entre los 19.5° y 23.0° C. Por último, la temperatura operativa del sistema constructivo va desde los 12.0° hasta los 14.0° C.

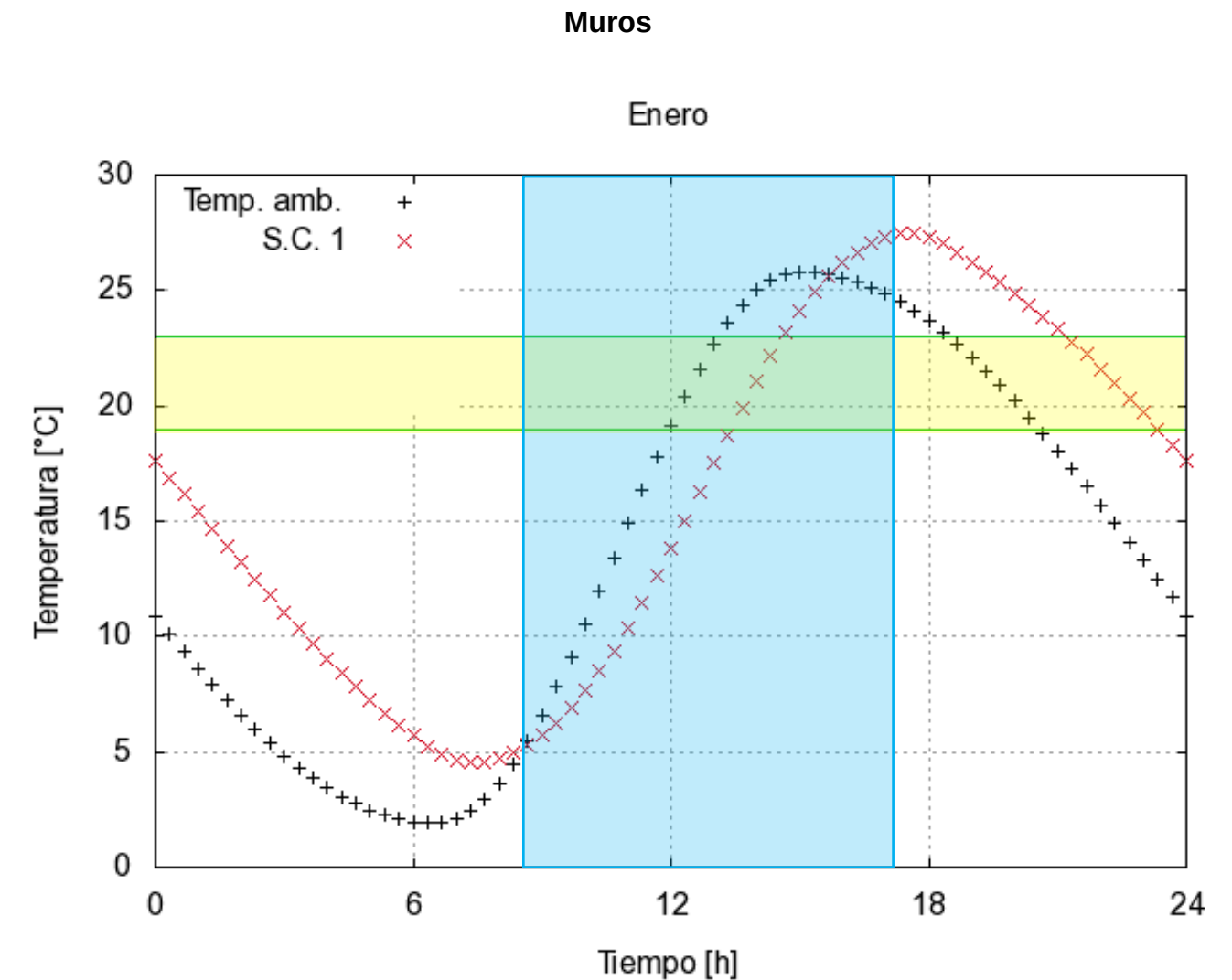


Gráfica 34 Comportamiento térmico durante el mes de diciembre
Fuente (Ener-habitat, 2023)

Para diciembre la gráfica 34 nos muestra que la temperatura ambiente se ubica desde los 2.5° como mínima hasta los 24.5° C donde la zona de confort (ZC) se sitúa entre los 18.5° y 23° C. Mientras que la temperatura operativa del sistema constructivo se sitúa entre los 11.5° hasta los 12.5° C.

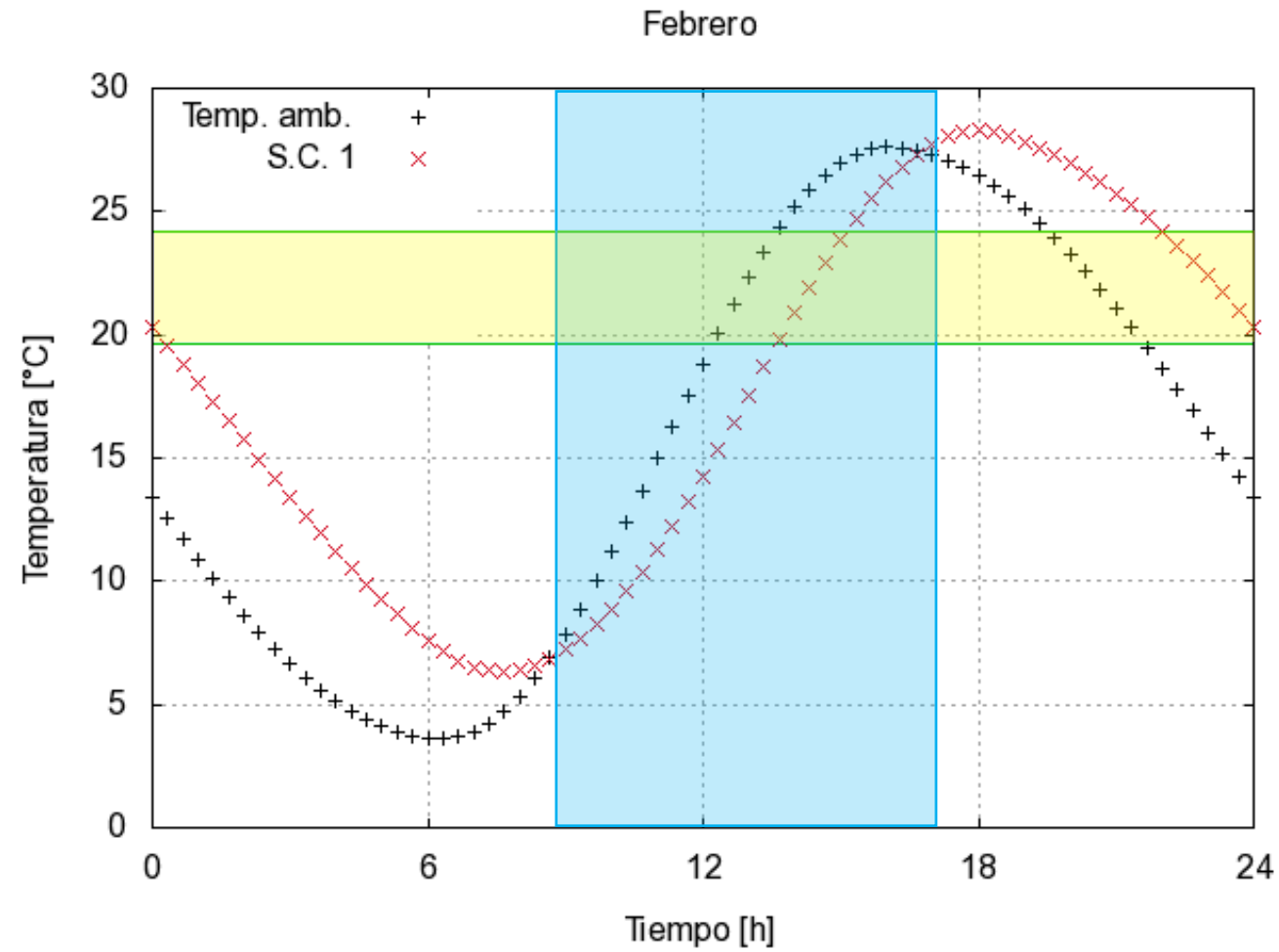
Conclusiones:

Se observa en las gráficas mensuales que, en el sistema constructivo propuesto para losas, que la temperatura operativa tiene un comportamiento estable donde la variación de temperatura es de máximo 2.5° C durante todo el día, ubicándose en un rango de 3.0° a 5.0° por debajo de la zona de confort (ZC), cabe mencionar que la ZC varía en cada mes, pero este comportamiento es igual en cada uno. En cada grafica la zona de confort térmico está representada por el área sombreada de amarillo, mientras que el horario de operación del edificio se encuentra sombreado de color azul.



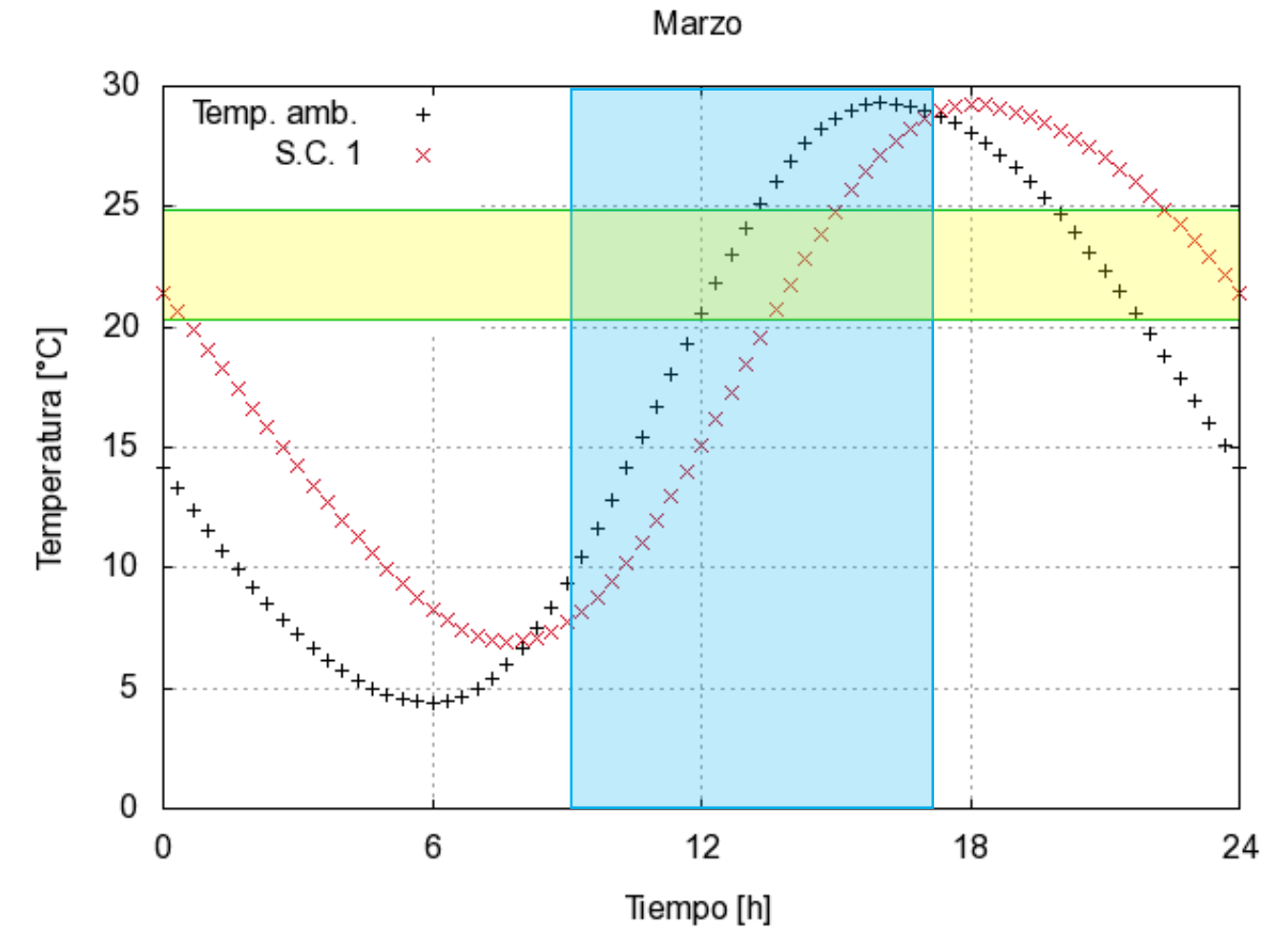
Gráfica 35 Comportamiento térmico de fachada sur en el mes de enero
Fuente (Ener-Habitat, 2023)

En el mes de enero la temperatura operativa del sistema constructivo para muro va desde los 4.5° hasta los 27.5° C.



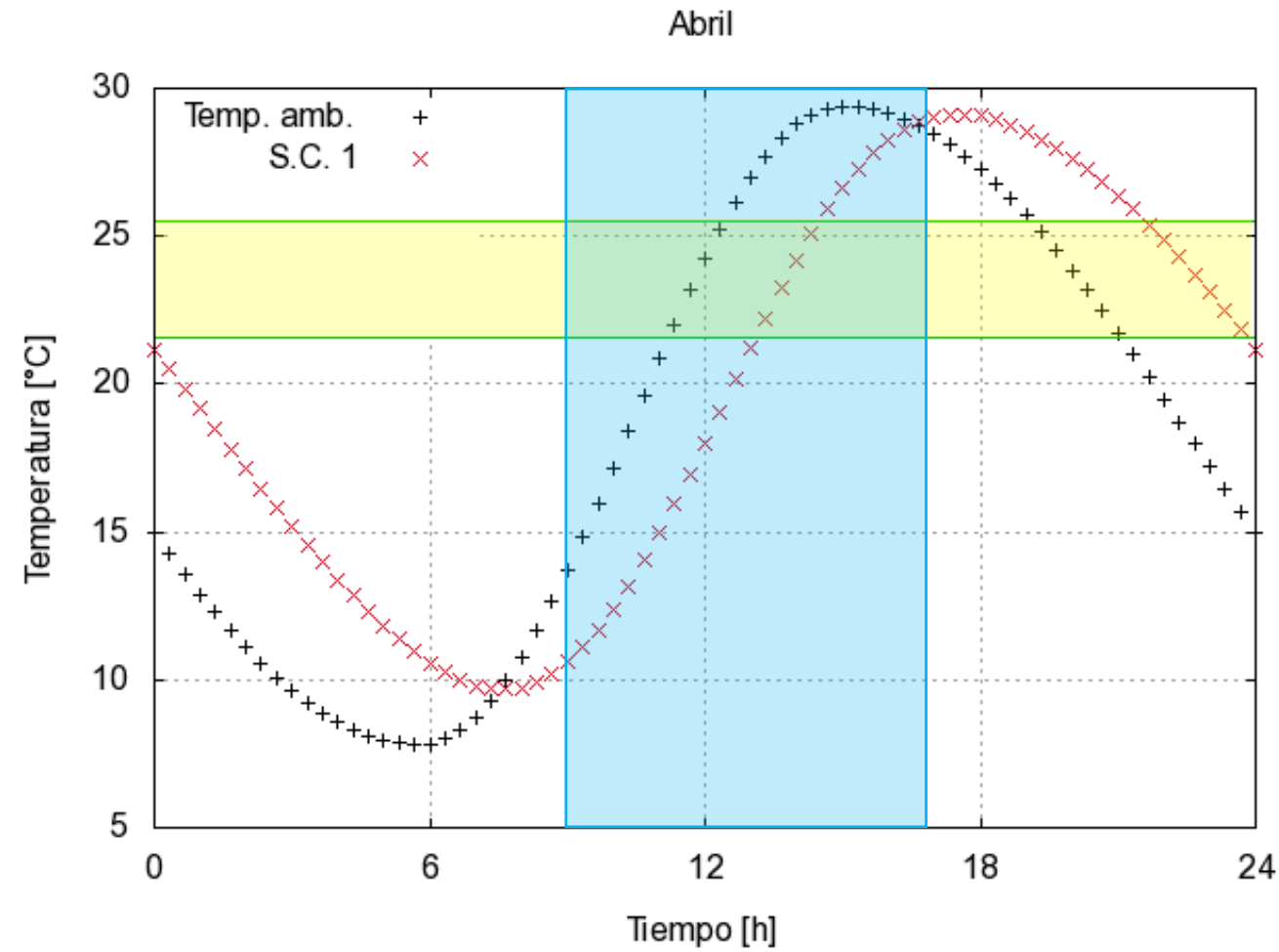
Gráfica 36 Comportamiento térmico de la fachada sur en el mes de febrero
Fuente (Ener-Habitat, 2023)

Para el mes de febrero la temperatura operativa del muro se ubica entre los 6.0° como mínima y hasta los 28.0°.



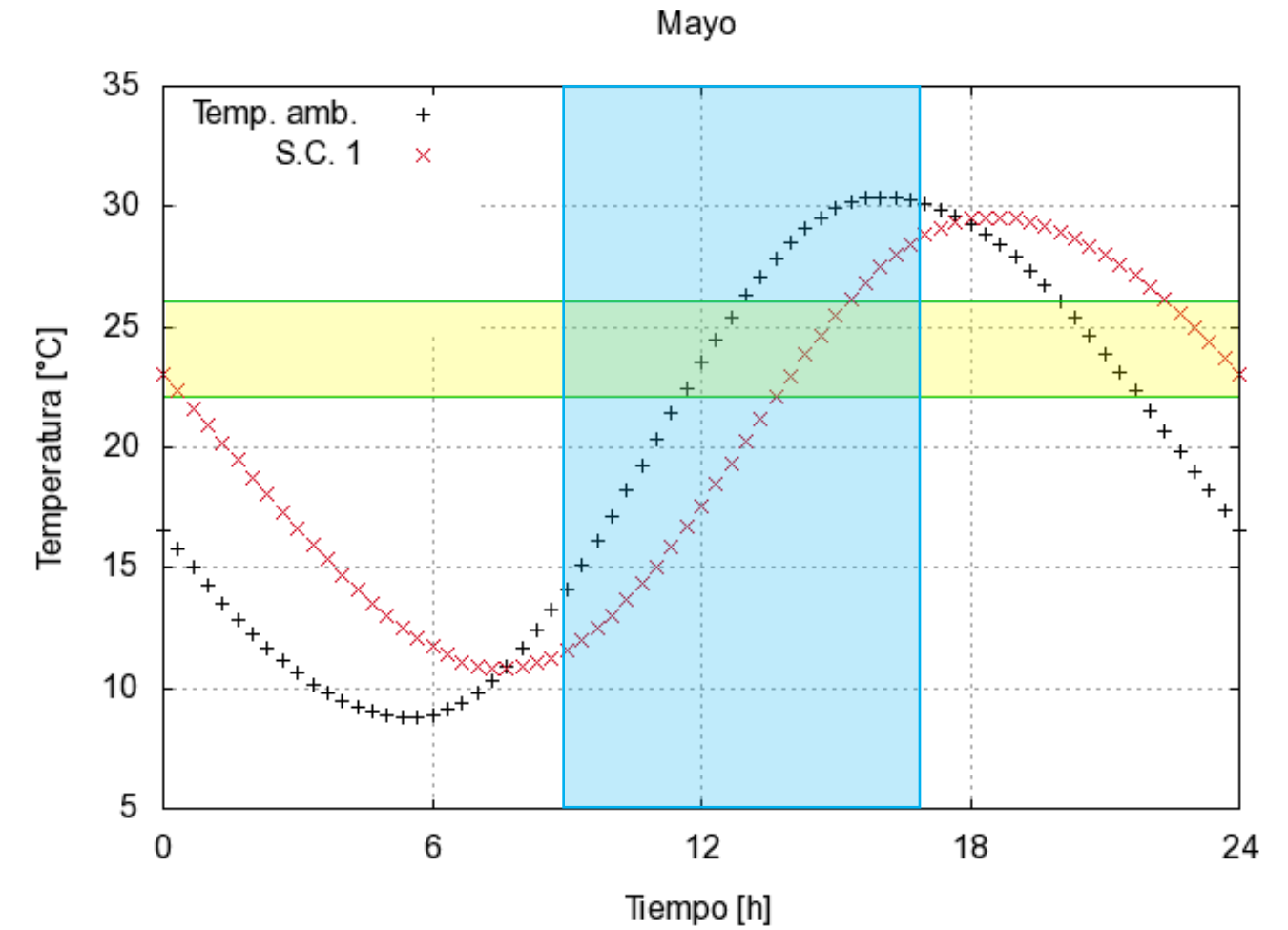
Gráfica 37 Comportamiento térmico de la fachada sur en el mes de marzo
Fuente (Ener-Habitat, 2023)

En marzo la temperatura operativa para el muro de la fachada sur va desde los 7.5° hasta los 29.0 ° C.



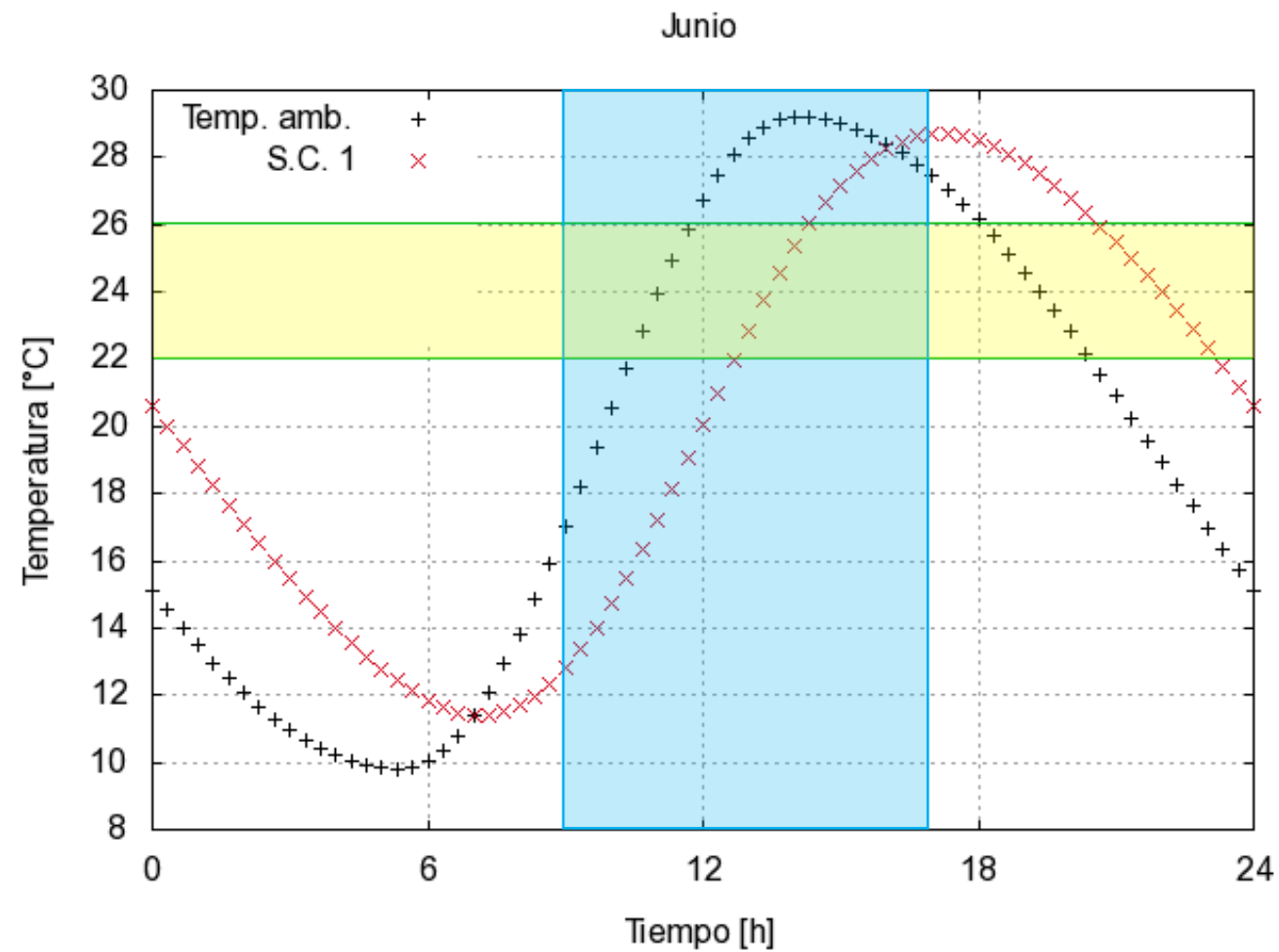
Gráfica 38 Comportamiento térmico de la fachada sur en el mes de abril
(Fuente Ener-habitat, 2023)

Durante el mes de abril la temperatura operativa va desde los 9.5° como mínima hasta los 29.0° C por durante el día.



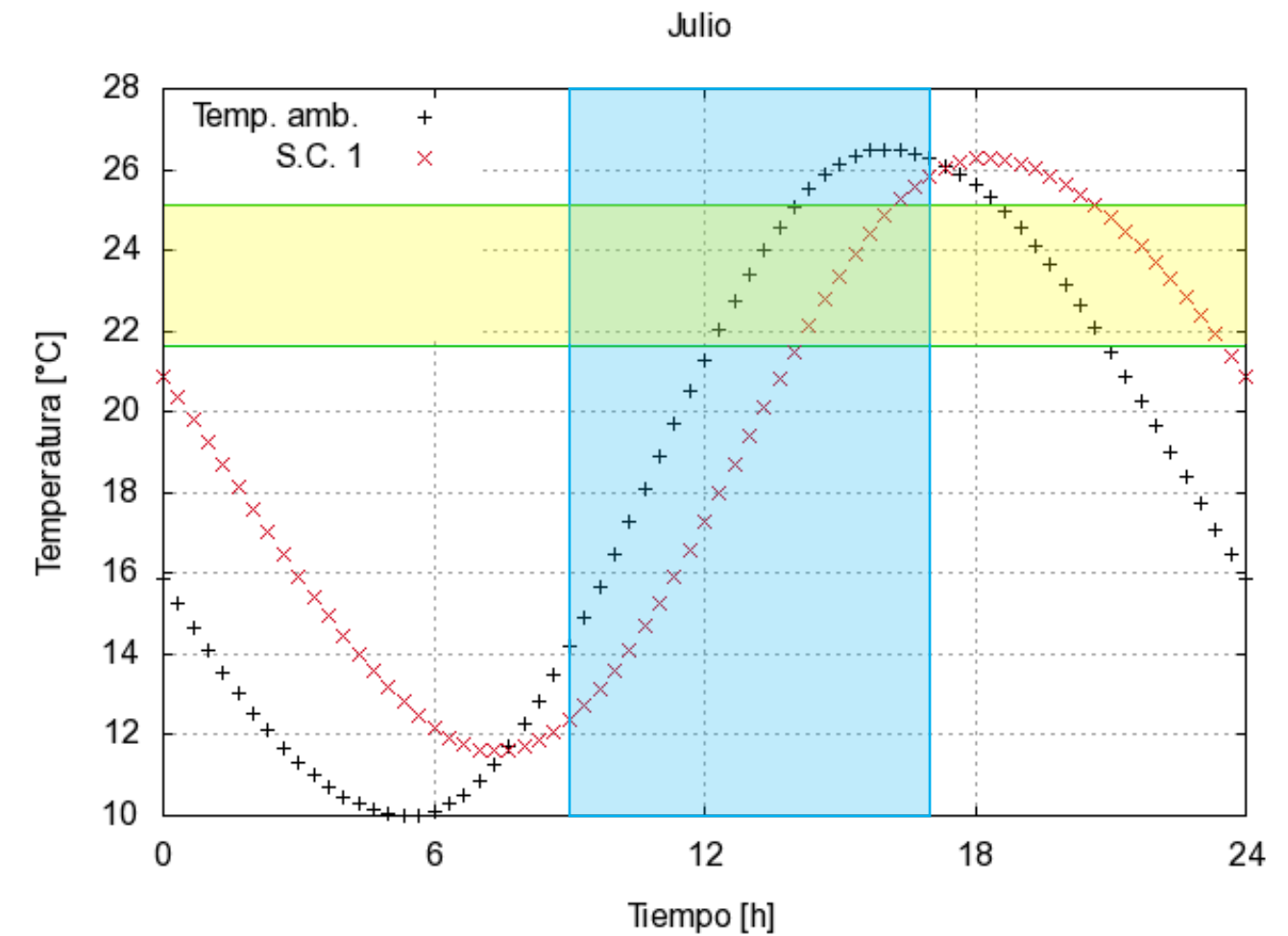
Gráfica 39 Comportamiento térmico de la fachada sur en el mes de mayo
Fuente (Ener-habitat, 2023)

Para el mes de mayo la temperatura operativa del sistema constructivo propuesto se ubica entre los 12.0° y los 29.5° C.



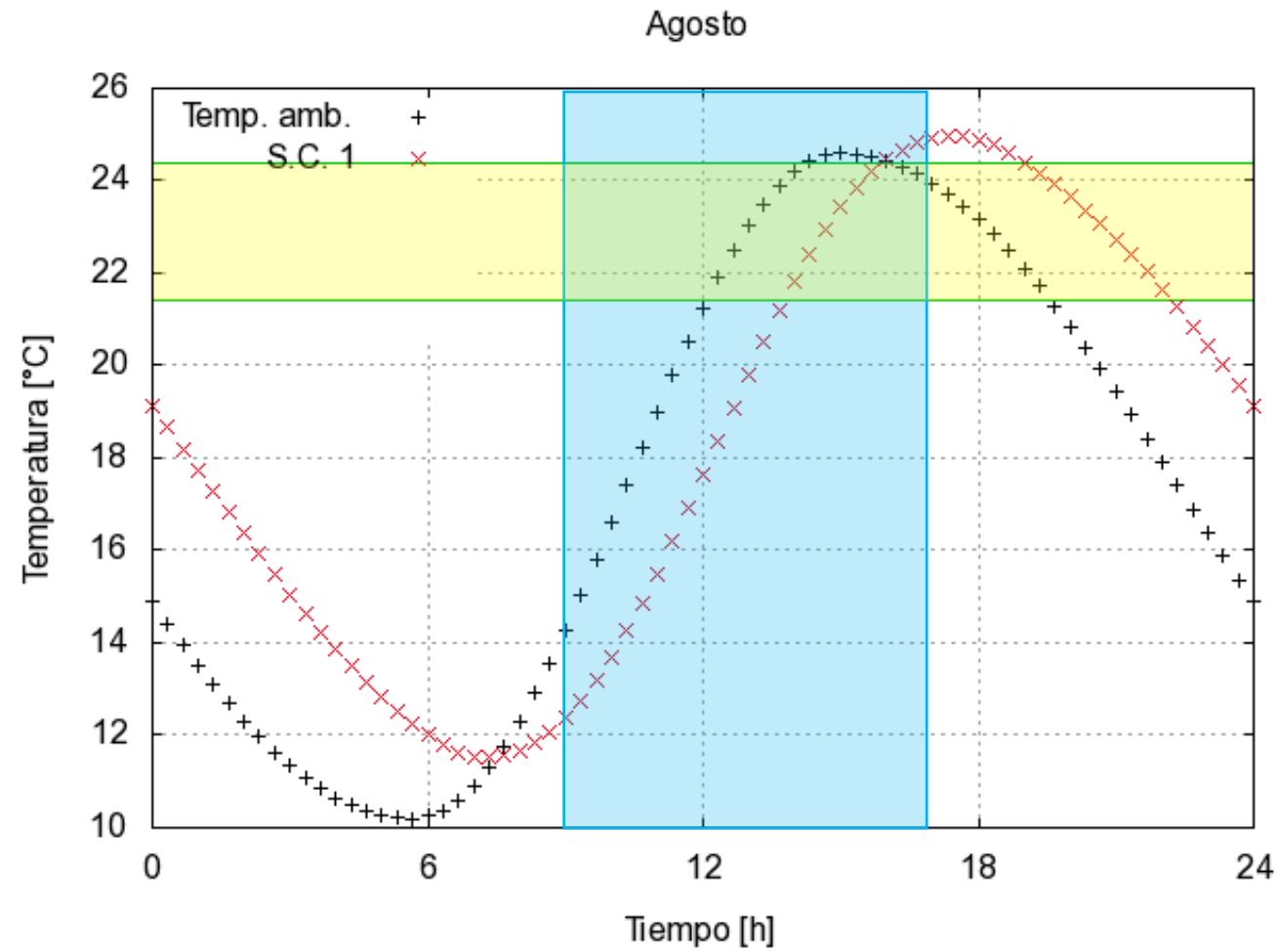
Gráfica 40 Comportamiento térmico de la fachada sur en el mes de junio
Fuente (Ener-Habitat, 2023)

En junio se observa que los rangos de la temperatura operativa del sistema constructivo van desde los 11.5° hasta los 28.5° C.



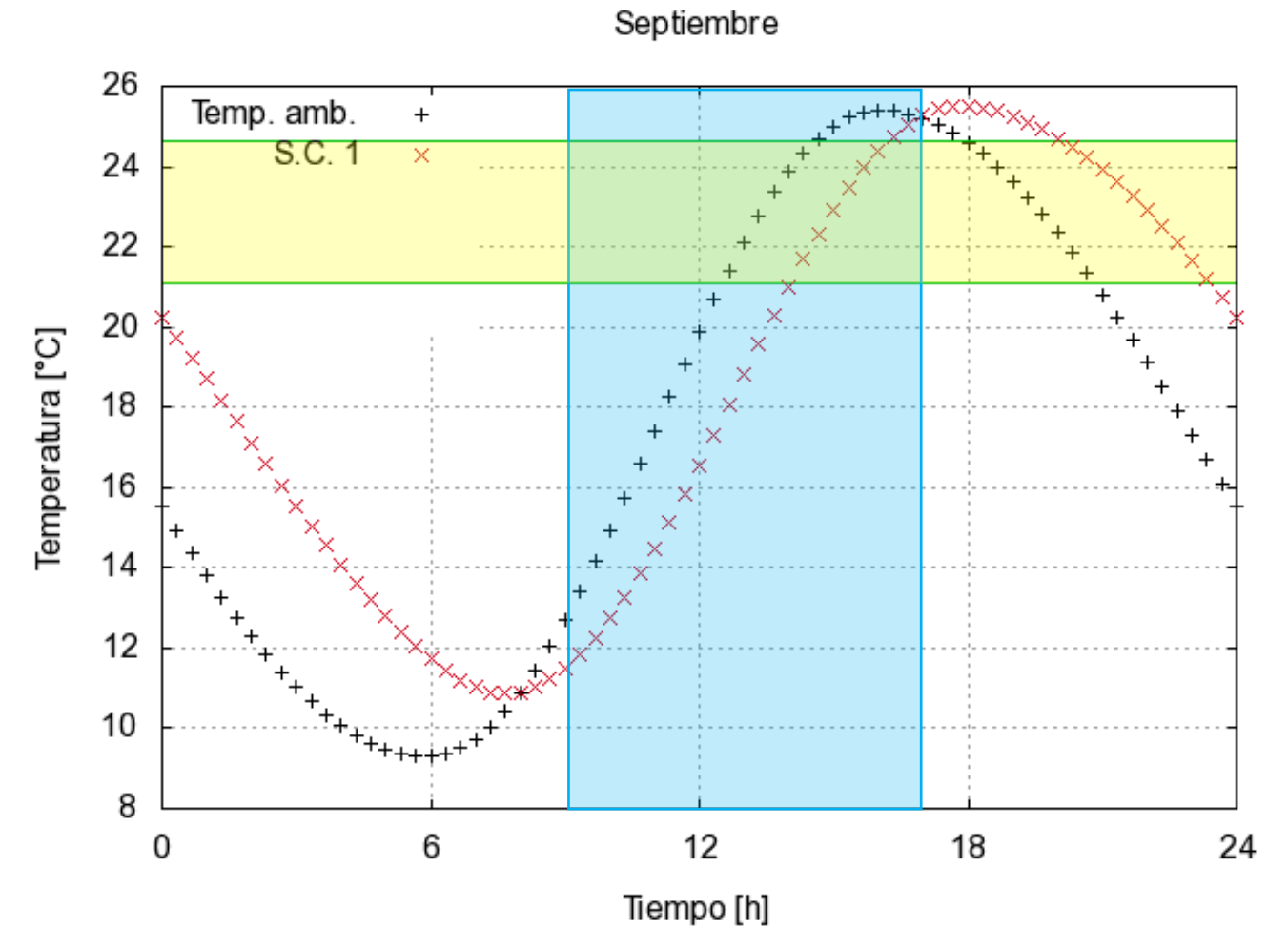
Gráfica 41 Comportamiento térmico de la fachada sur en el mes de julio
(Fuente Ener-Habitat, 2023)

Durante el mes de julio se observa que la temperatura del sistema constructivo tiene un rango desde los 11.5° como mínima hasta los 26.5° C como máximo.



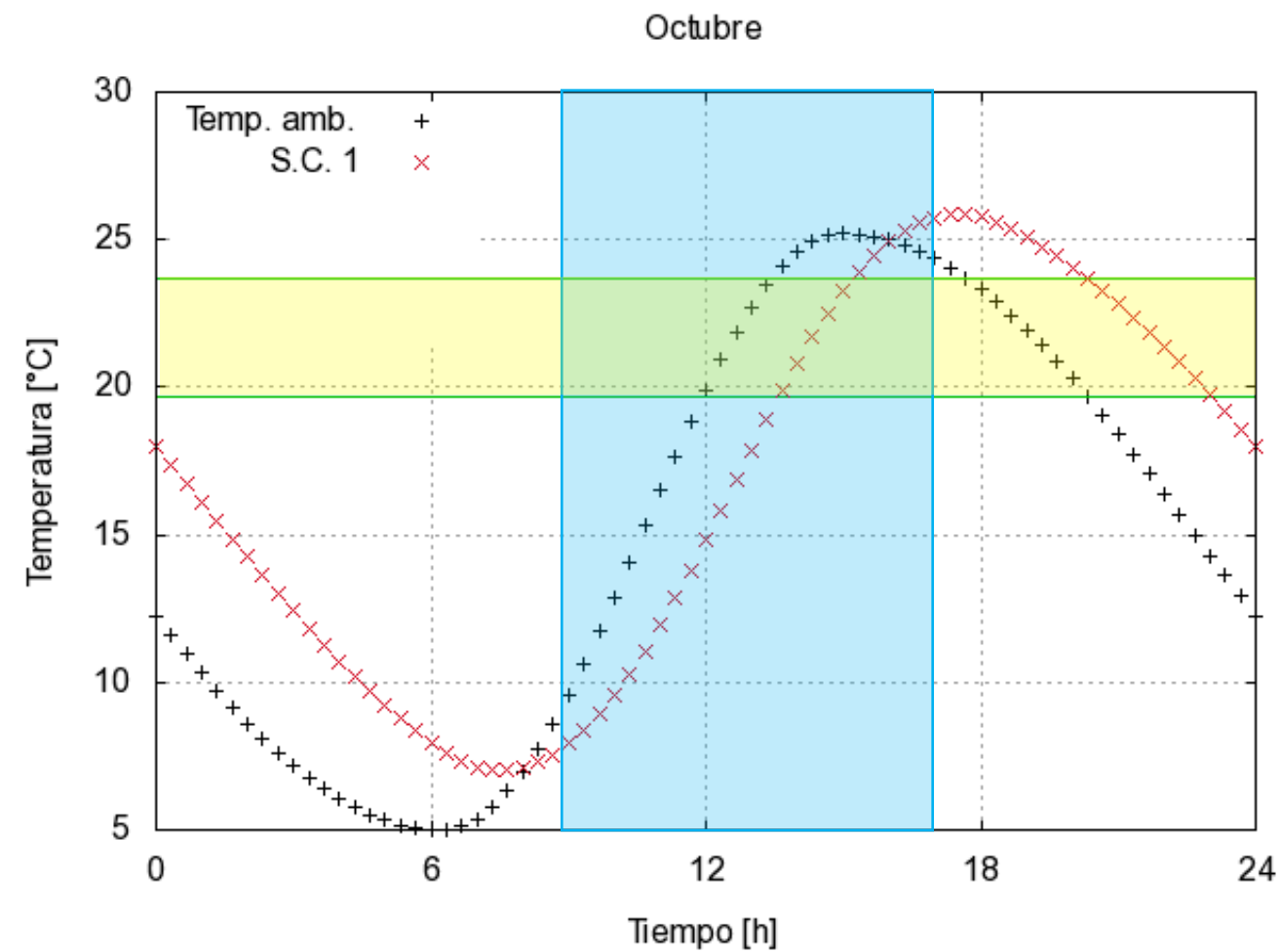
Gráfica 42 Comportamiento térmico de la fachada sur en el mes de agosto
Fuente (Ener-Habitat, 2023)

Para el mes de agosto se observa que la temperatura operativa del sistema constructivo se ubica entre los 11.5° en la hora más fría y los 25.0° C en la hora mas caliente.



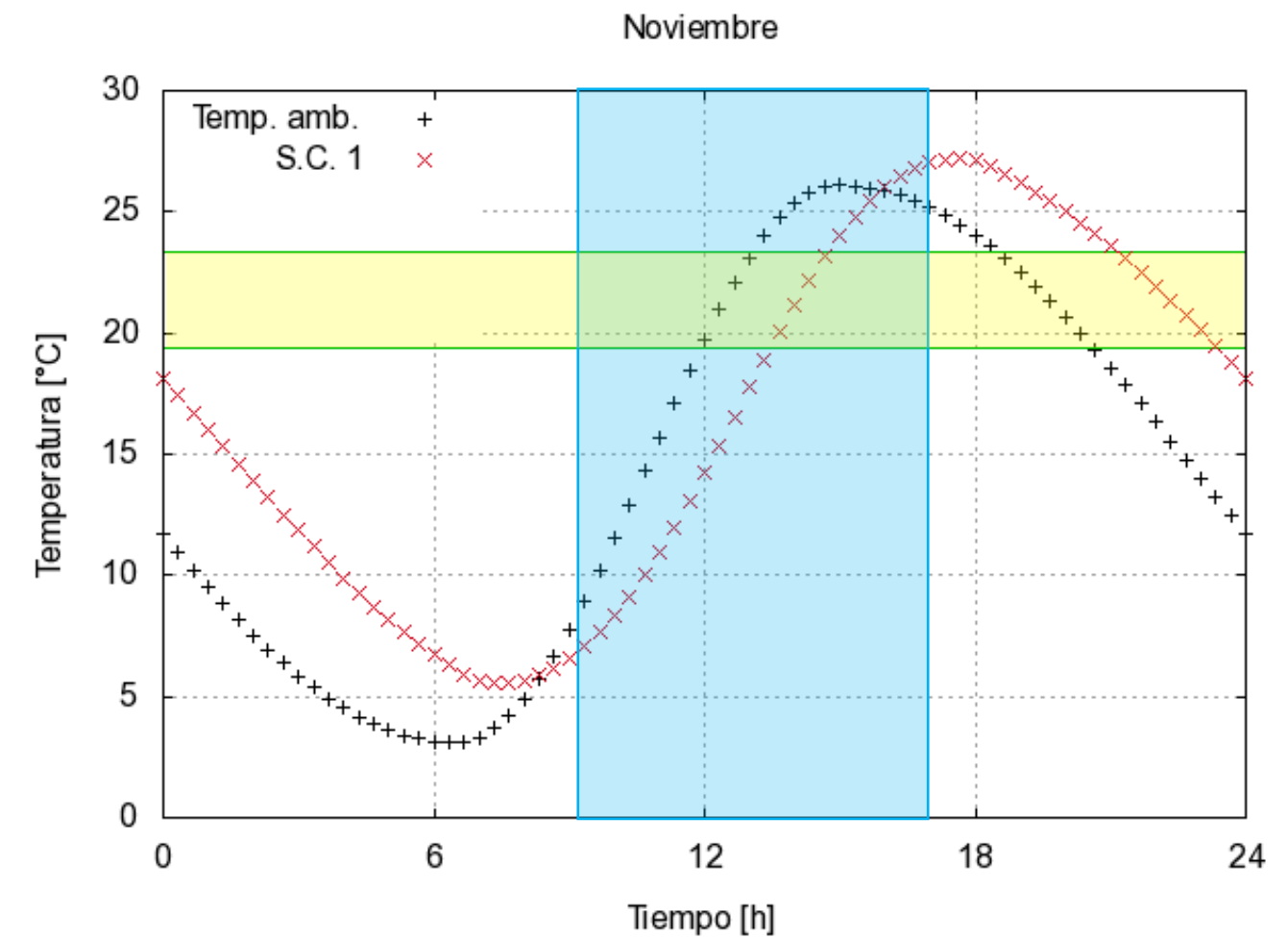
Gráfica 43 Comportamiento térmico de la fachada sur en el mes de septiembre
Fuente (Ener-Habitat, 2023)

Durante septiembre se muestra que la temperatura operativa del sistema constructivo esta entre los 11.0° como mínima hasta los 25.0° C.



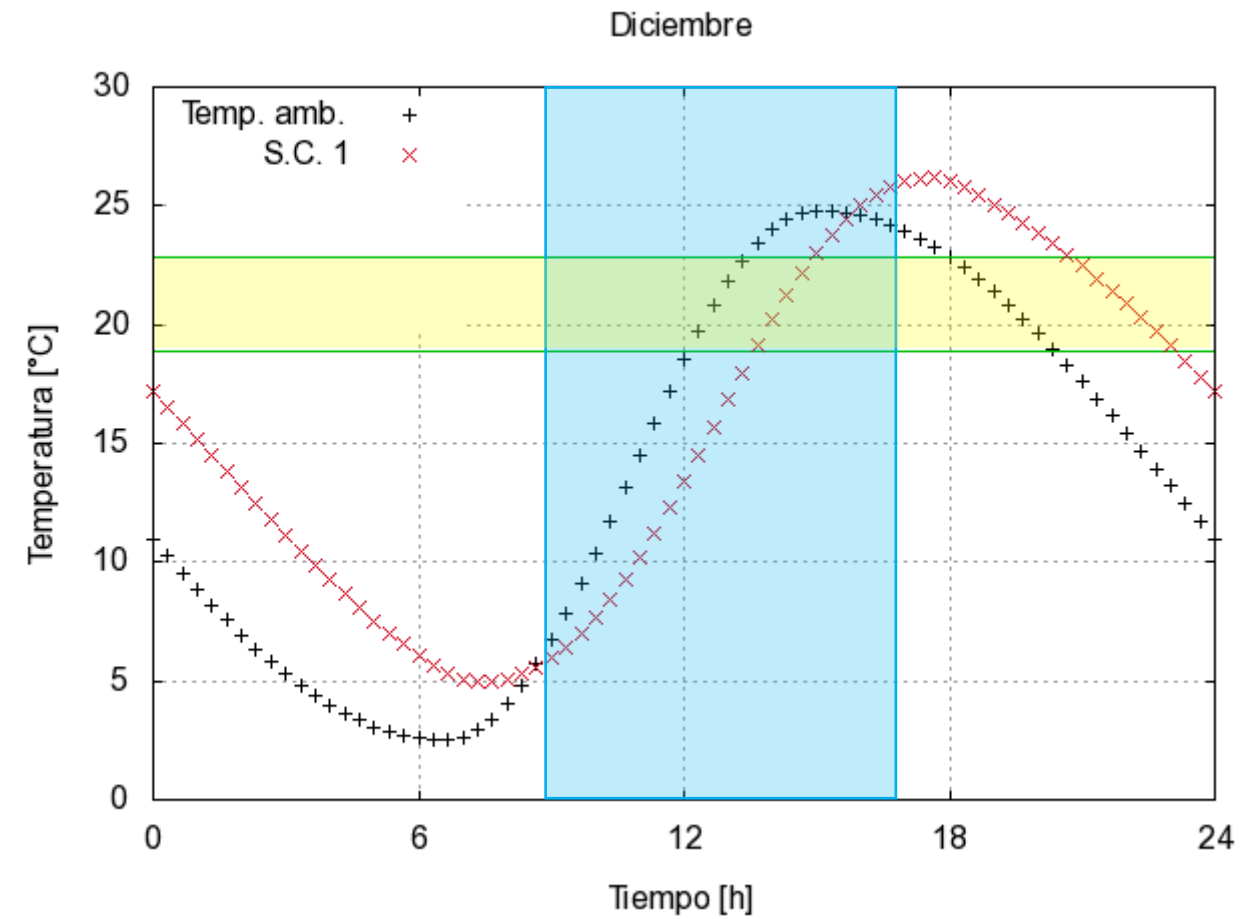
Gráfica 44 Comportamiento térmico de la fachada sur en el mes de octubre
Fuente (Ener-Habitat, 2023)

En octubre se muestra que la temperatura operativa en muros se ubica desde los 7.0° como mínima hasta los 26.0° C como máxima.



Gráfica 45 Comportamiento térmico de la fachada sur en el mes de noviembre
Fuente (Ener-Habitat, 2023)

Para noviembre se observa que la temperatura operativa va desde los 5.5° como mínima hasta los 27.0° C en la máxima durante el día.



Gráfica 46 Comportamiento térmico de la fachada sur durante el mes de diciembre
Fuente (Ener-Habitat, 2023)

En diciembre se muestra que la temperatura operativa va desde los 5.0° en la mínima hasta los 26.0° C como máxima.

Conclusiones:

Como se observa en las gráficas mensuales, el comportamiento térmico del sistema constructivo de muros en la fachada sur, tiene un desempeño más variable con hasta 20° de diferencia desde la temperatura mínima hasta la máxima, donde en todas las gráficas se muestra que esta llega a sobrepasar la zona de confort (ZC). Pero que durante las primeras horas de operación esta se encuentra por debajo de la ZC, como resultado se deduce que se deberá utilizar estrategias donde se mantenga la masa térmica interior y la utilización de fuentes de calor internas como pisos y/o muros radiantes.

4.3. ANALISIS DE VIENTO

El análisis de viento en el software Flow Design tiene como propósito observar el desempeño del flujo de aire natural sobre el edificio, conociendo su origen y velocidad para saber si es necesario contar con propuestas o mecanismos que controlen el viento y evitar que este tenga un efecto significativo sobre el confort del edificio. Los datos obtenidos tanto de Climate Consultant como del BAT nos indica que el viento tiene un origen suroeste durante la mayor parte del año.

Cabe señalar que, al ser un edificio educativo, en este caso un museo no será posible usar el viento como estrategia bioclimática ya que el efecto que este tenga sobre la museografía al interior de las salas puede ser negativo y perjudicar las piezas ahí exhibidas.

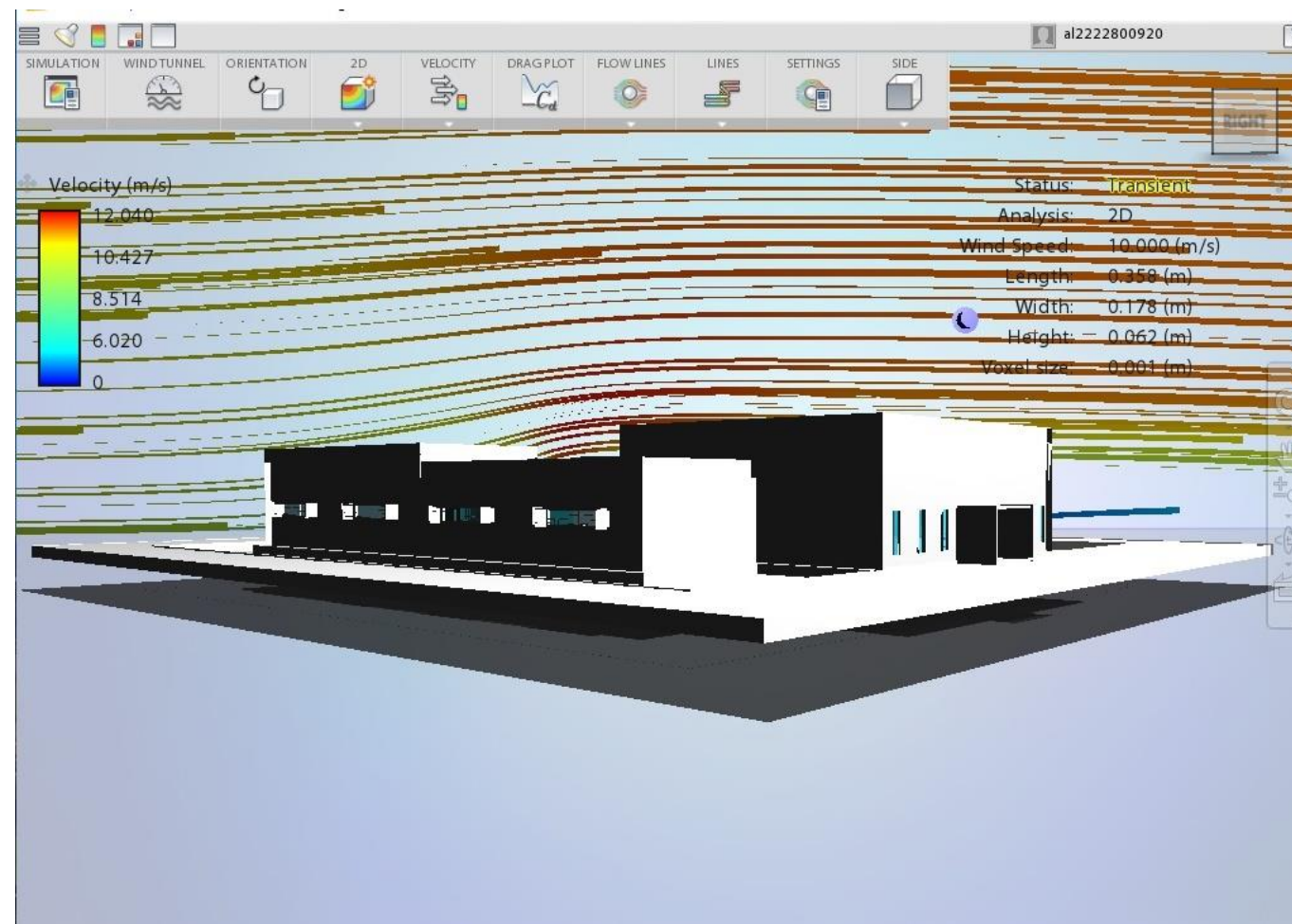


Imagen 18 Efecto del viento sobre la fachada sur
Fuente (Flow Design, 2023)

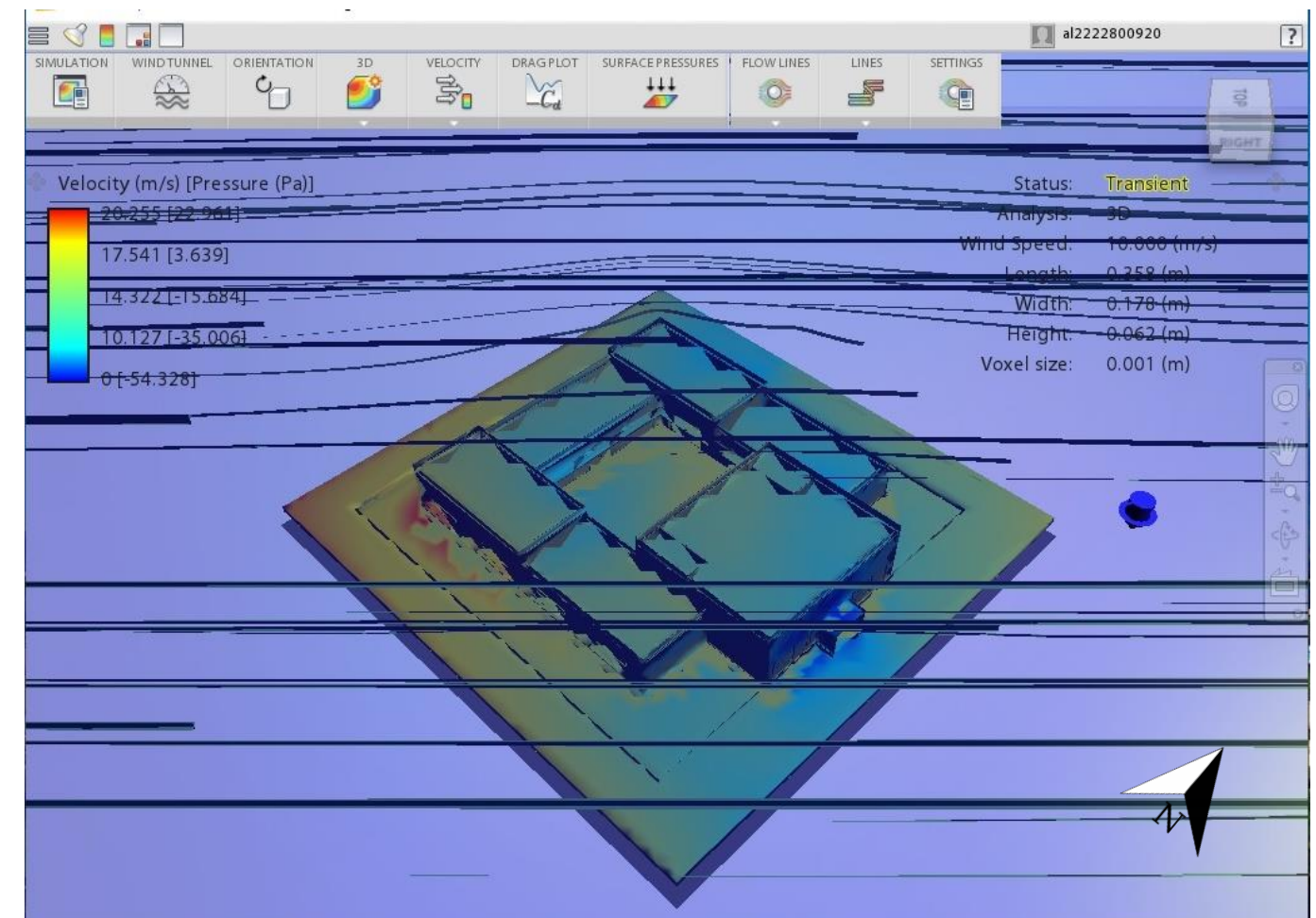


Imagen 19 Efecto del viento sobre la azotea
Fuente (Flow Design, 2023)

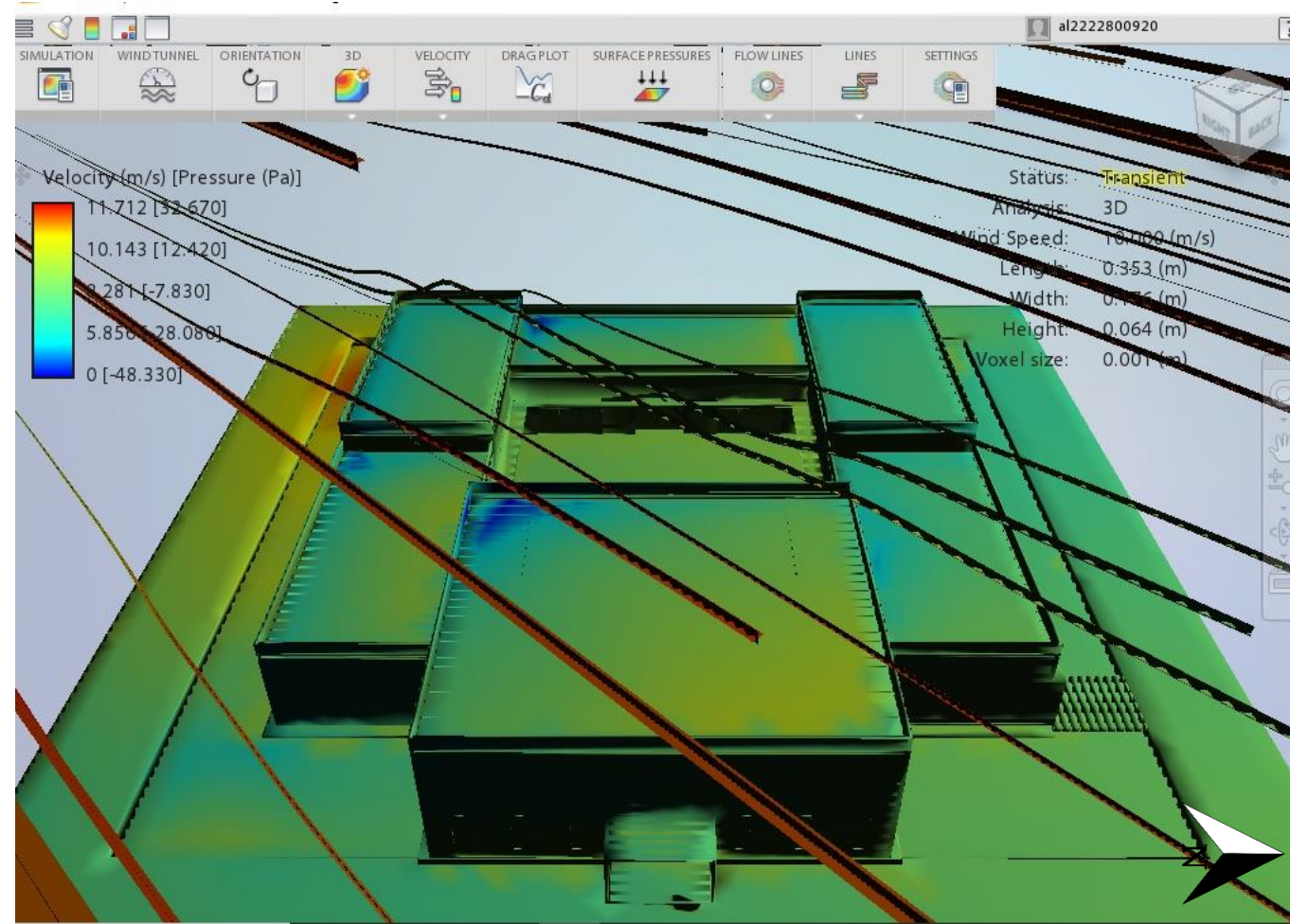


Imagen 20 Efecto del viento sobre la fachada este
Fuente (Flow Design, 2023)

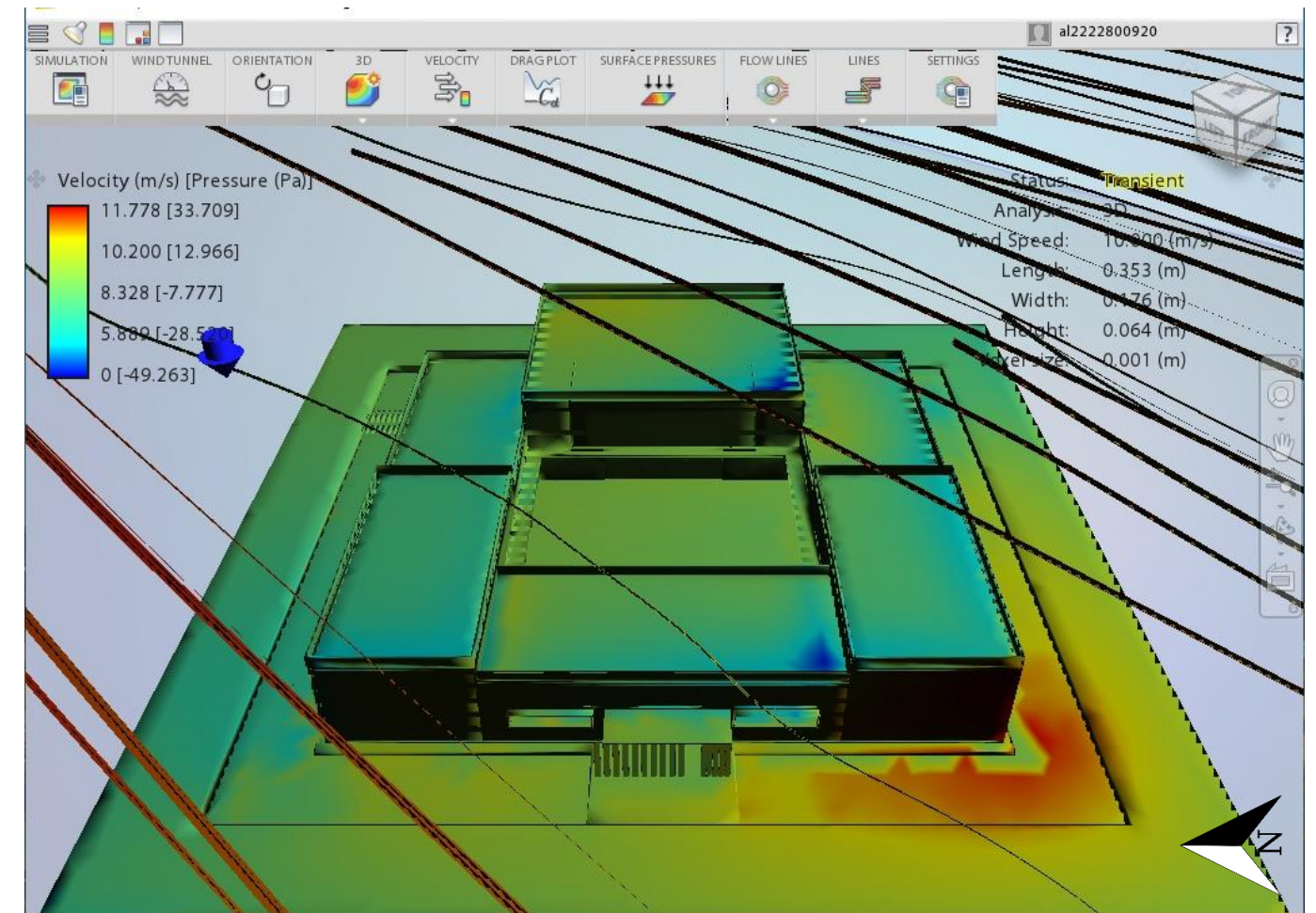


Imagen 21 Efecto del viento en la fachada oeste
Fuente (Flow Design, 2023)

Conclusiones:

Como se observa el efecto del viento sobre el cuerpo del museo no representa problema alguno, debido a que las salas contarán con ventanas fijas sin la posibilidad de aberturas para que este pueda ser usado como estrategia bioclimática. En la parte del vestíbulo donde contará con aberturas para la generación de ventilación cruzada, los cuerpos de las salas actuarán como barreras “rompevientos” para disminuir la velocidad del flujo de aire hacia el interior del mismo, esto debido a que la mayoría del origen de los vientos provienen del sureste.

4.4. ANALISIS DE ILUMINACIÓN

Introducción:

El confort lumínico se refiere al estado de bienestar que se siente cuando la cantidad y calidad de la luz en un espacio es adecuada para realizar las tareas previstas y proporciona una sensación visual agradable y sin fatiga. Es decir, cuando la iluminación es suficiente y cómoda para realizar las actividades visuales sin esfuerzo, y no causa estrés visual o cansancio. El confort lumínico se puede lograr mediante la correcta elección de la cantidad y calidad de la iluminación y su distribución en el espacio.

Para el caso de este proyecto que será un “Museo Interactivo del “Agua”, se necesita niveles según normativa para realizar las actividades previstas en cada espacio del mismo, esto sin afectar la museografía que albergará.

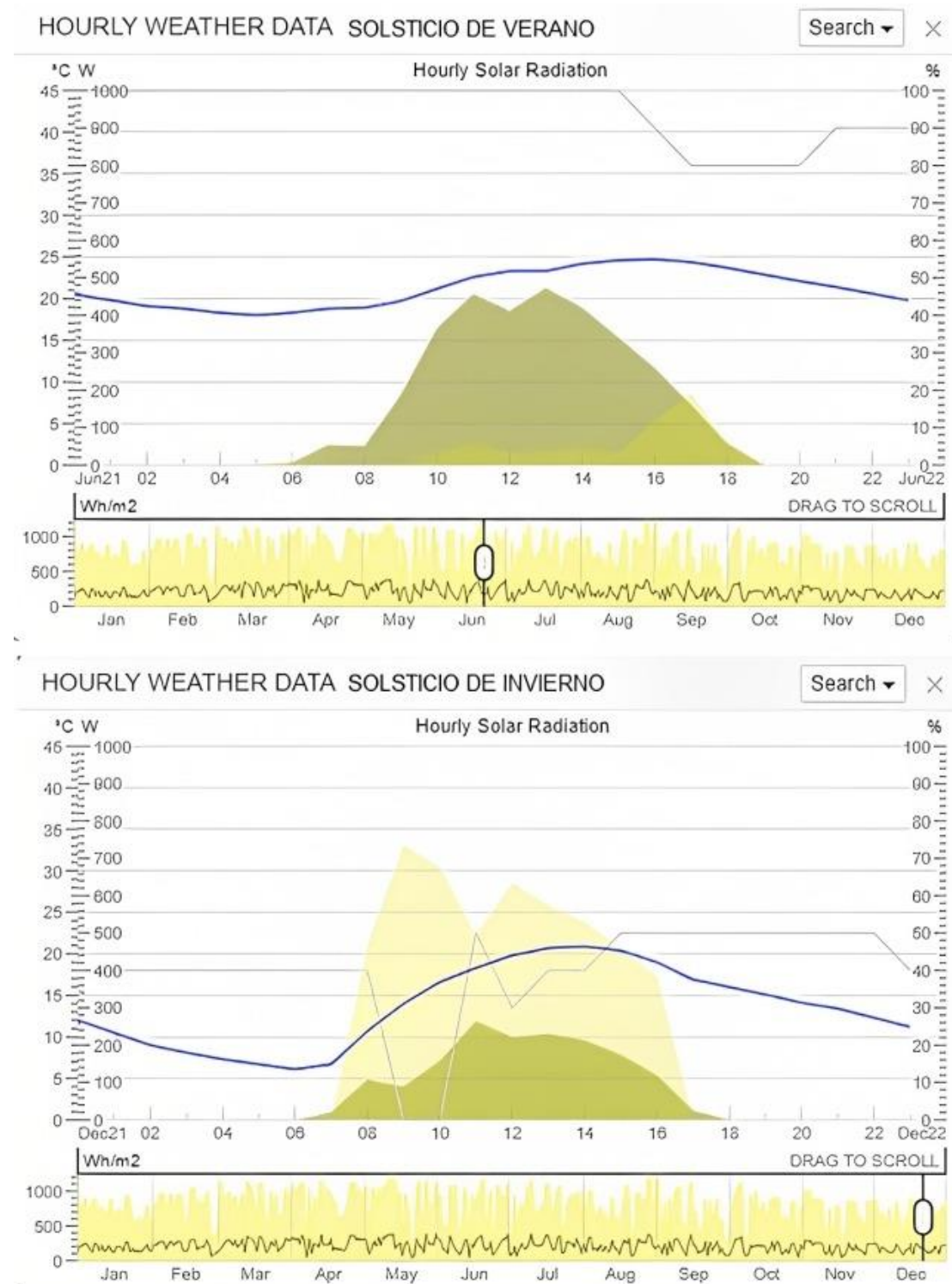
	Espacios	NOM 025 STPS-2008	CIE	REGLAMENTO CONSTRUCCIONES CMDX
Museo	Taquilla	100	200	150
	Cafetería	300	200	50
	Sala de exposiciones	300	300	250
	Baños	200	200	75
Edificio Administrativo	Baños públicos	200	200	75
	Vestíbulo	100	300	150
	Oficina director	300	300	200
	Sala de juntas	300	500	200
	Laboratorio	500	500	250
	Cuarto de servicios	300	500	300
	Cocina-Comedor	300	500	200
	Cuarto de vigilancia	200	300	200
	Baños empleados	200	200	75
Auditorio	Vestíbulos	100	300	150
	Baños públicos	200	200	75
	Platea	200	200	1
	Escenario	300	300	1
	Vestidores	300	300	250

Tabla 24 Niveles de iluminación según normativa CIE, NOM 025 y Reglamento de construcciones Cdmx

4.4.1 ILUMINACIÓN NATURAL EN DYNAMIC DAYLIGHTING DE ANDREW MARS

Se realizó el estudio de incidencia solar en la sala 1 del museo usando el software en línea Dynamic Daylighting de Andrew Mars y utilizando el archivo EPW con los datos del sitio. La sala 1 se escogió por su ubicación en el proyecto y debido a que cuenta con ventanas al sur y al norte. La fecha para realizar el análisis fueron los solsticios de verano e invierno a las 9, 12 y 17 hrs, esto con el fin de contrastar los resultados obtenidos ya que ambas estaciones tienen diferentes recorridos en la bóveda celeste durante el día y por consiguiente diferentes niveles de penetración solar en ventanas.

La grafica 47 muestra los niveles de radiación solar horaria durante el verano e invierno, siendo el primero donde alcanza un nivel de aproximadamente 460 Wh/m² durante el medio día, en contraste con los 240 Wh/m² alcanzados en invierno a las 12 hrs.



Gráfica 47: Niveles de radiación solar horaria para los solsticios de verano e invierno
Fuente (Dynamic Daylighting de Andrew Mars, 2023)

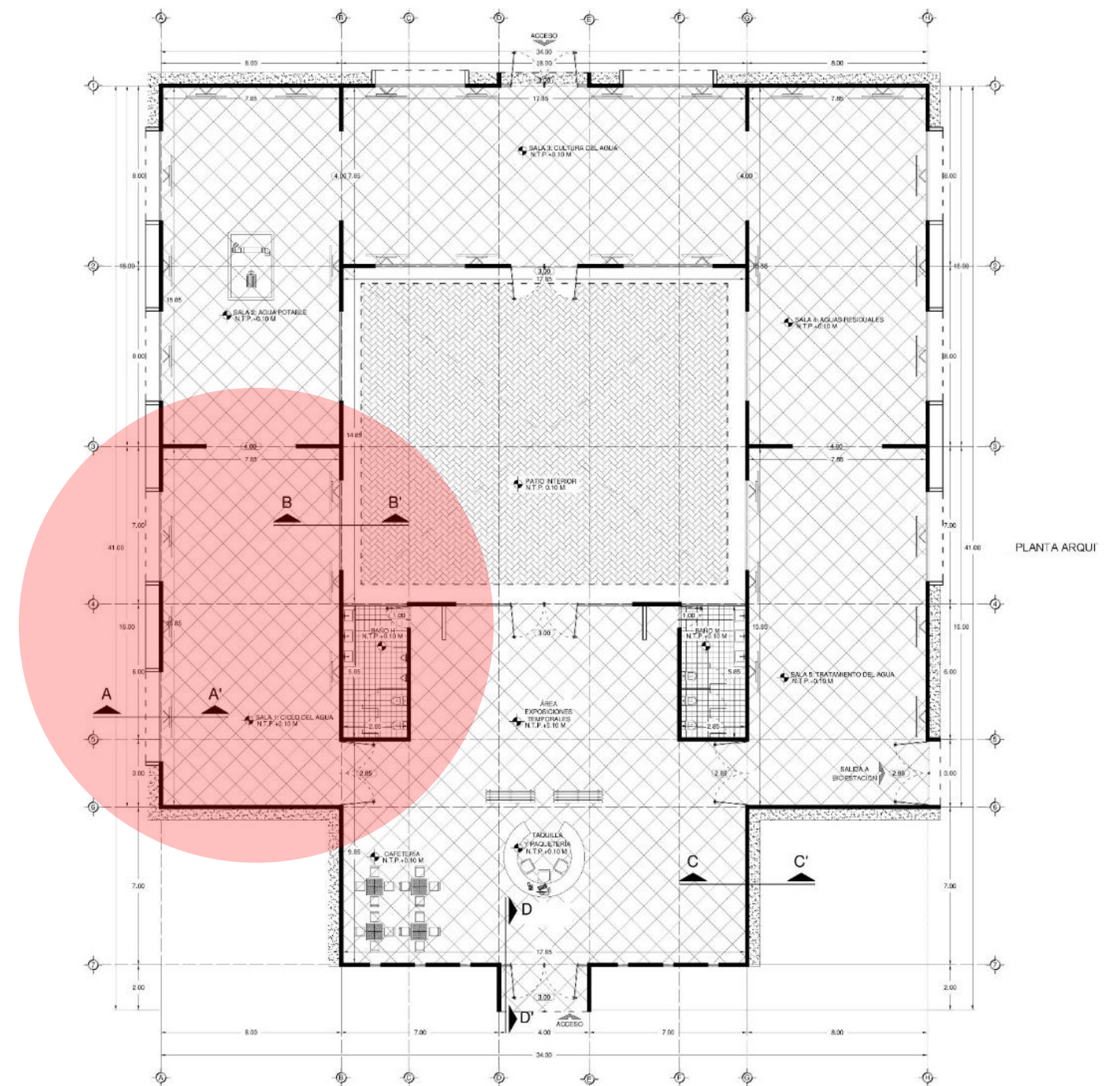
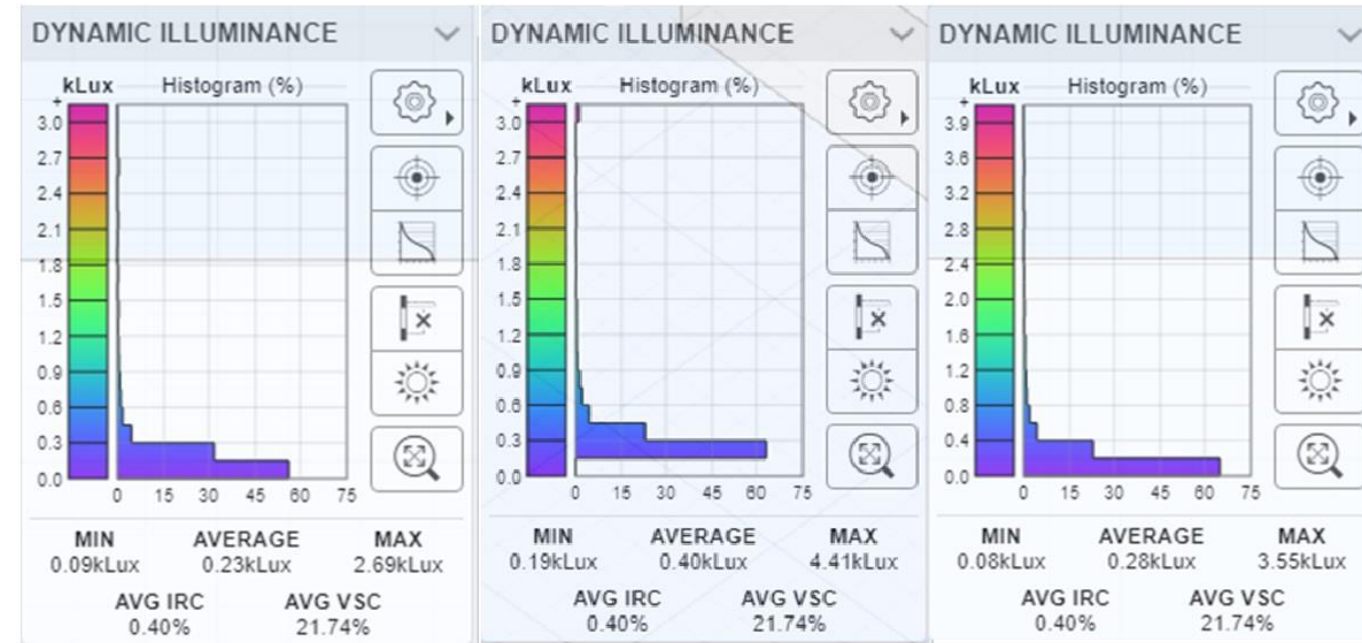


Imagen 22 Zona de estudio de confort lumínico en el museo
Fuente (AutoCAD, 2022)

SOLSTICIO DE VERANO



Gráfica 48 Iluminación dinámica en verano a las 9, 12 y 17 hrs
Fuente (Dynamic Daylighting de Andrew Mars, 2023)

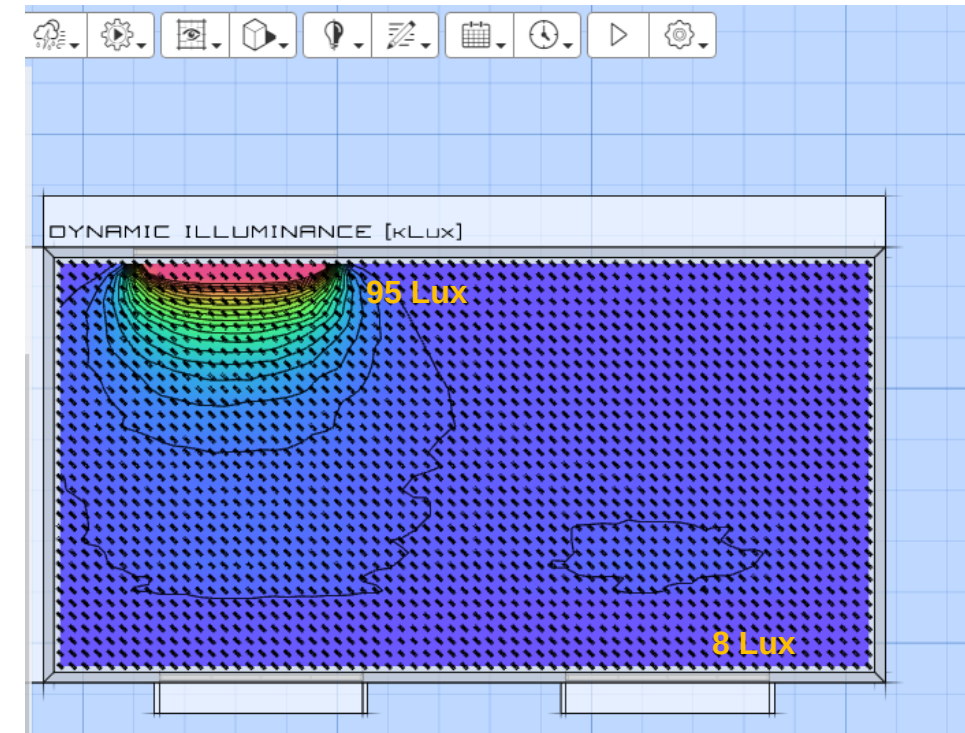


Imagen 24 Vista en planta de sala 1 a las 12 hrs
Fuente (Dynamic Daylighting de Andrew Mars, 2023)

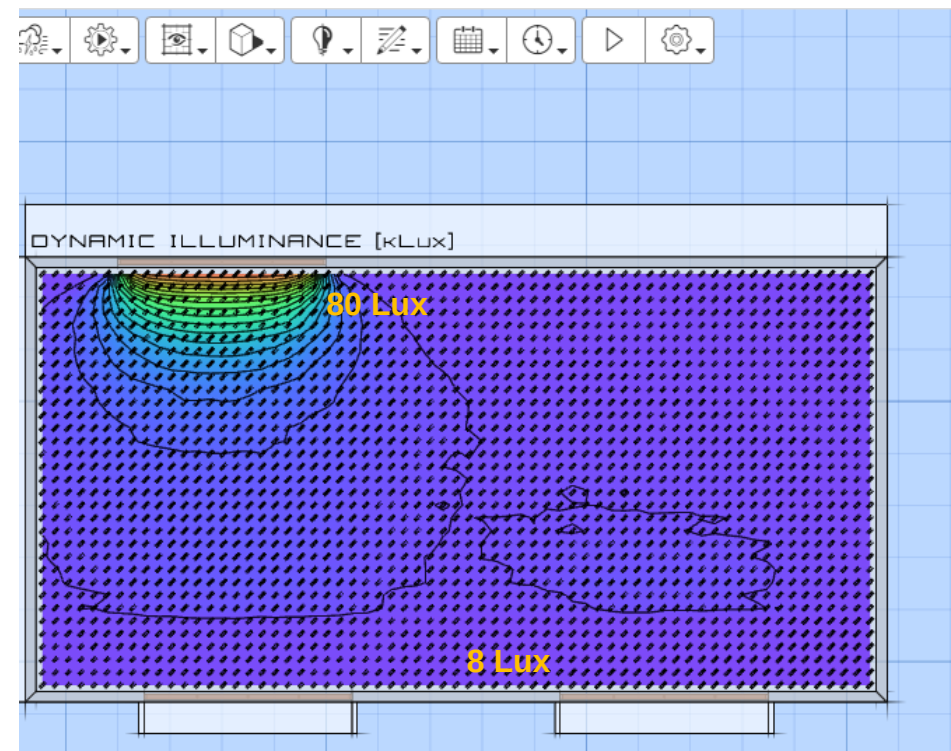


Imagen 23 Vista en planta de sala 1 a las 9 hrs
Fuente (Dynamic Daylighting de Andrew Mars)

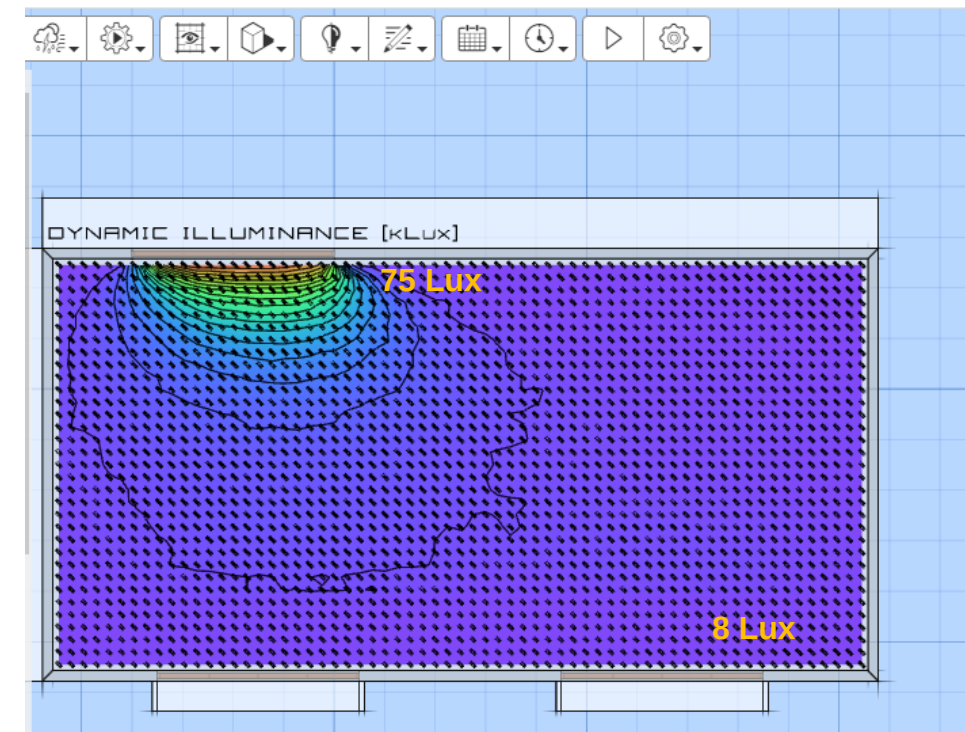


Imagen 25 Vista en planta de sala 1 a las 17 hrs
Fuente (Dynamic Daylighting de Andrew Mars, 2023)

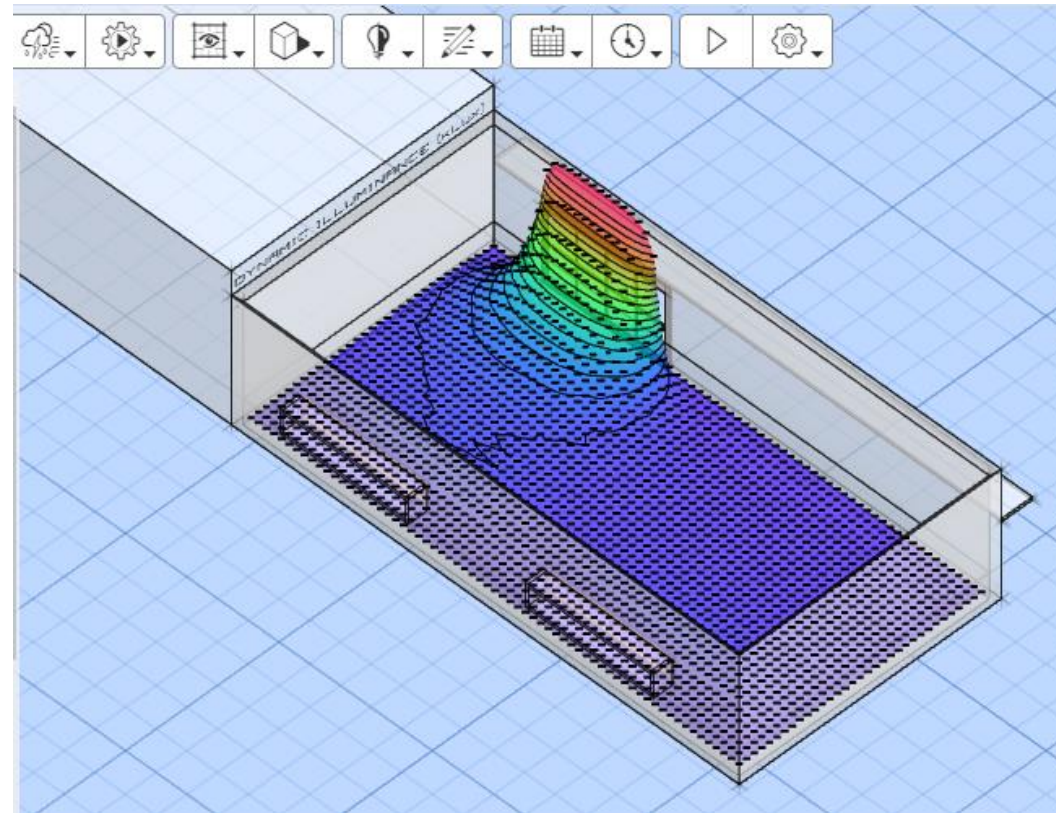
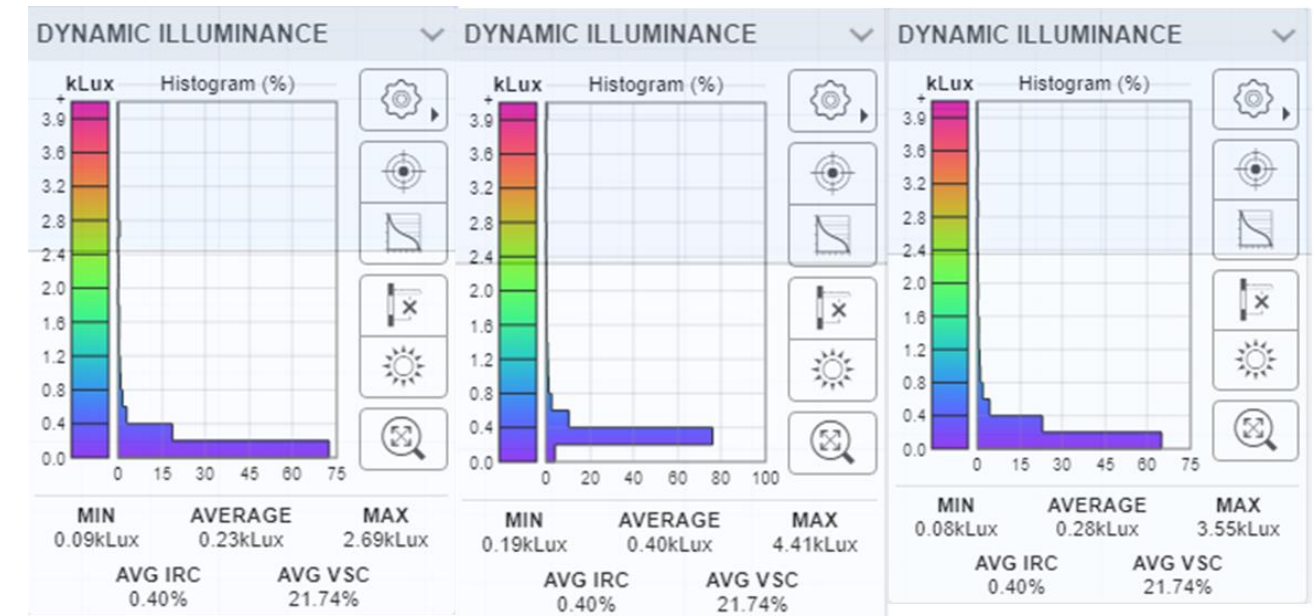


Imagen 26 Isométrico de la sala 1 a las 12 hrs
Fuente (Daylighting de Andrew Mars, 2023)

Como se observa durante en las ilustraciones 2, 3 y 4 se alcanza un nivel de 80 lux para las 9 am, de 95 lux para las 12 pm y de 75 lux para las 5 pm en solsticio de verano por el contrario se observa que en los horarios analizados se tiene 8 lux para el resto de la sala, lo que da como resultado que las protecciones solares de las ventanas al sur cumplen su función.

SOSTICIO DE INVIERNO



Gráfica 49 Iluminación dinámica para el solsticio de invierno a las 9, 12 y 17 hrs
Fuente (Daylighting de Andrew Mars, 2023)

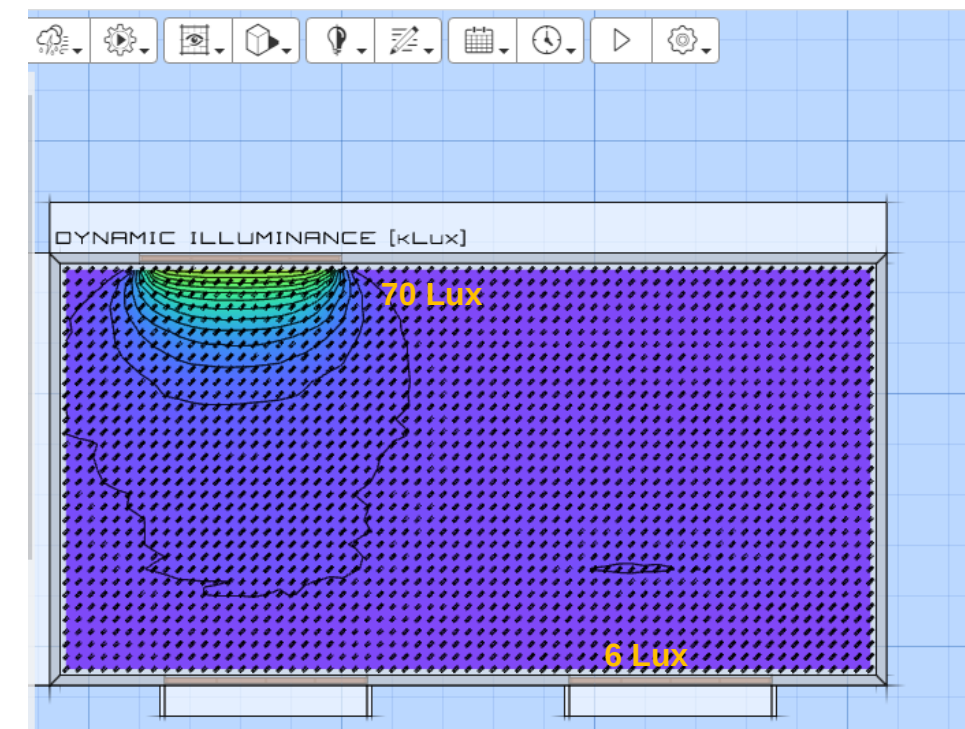


Imagen 27 Vista en planta de sala 1 a las 9 hrs
Fuente (Daylighting de Andrew Mars, 2023)

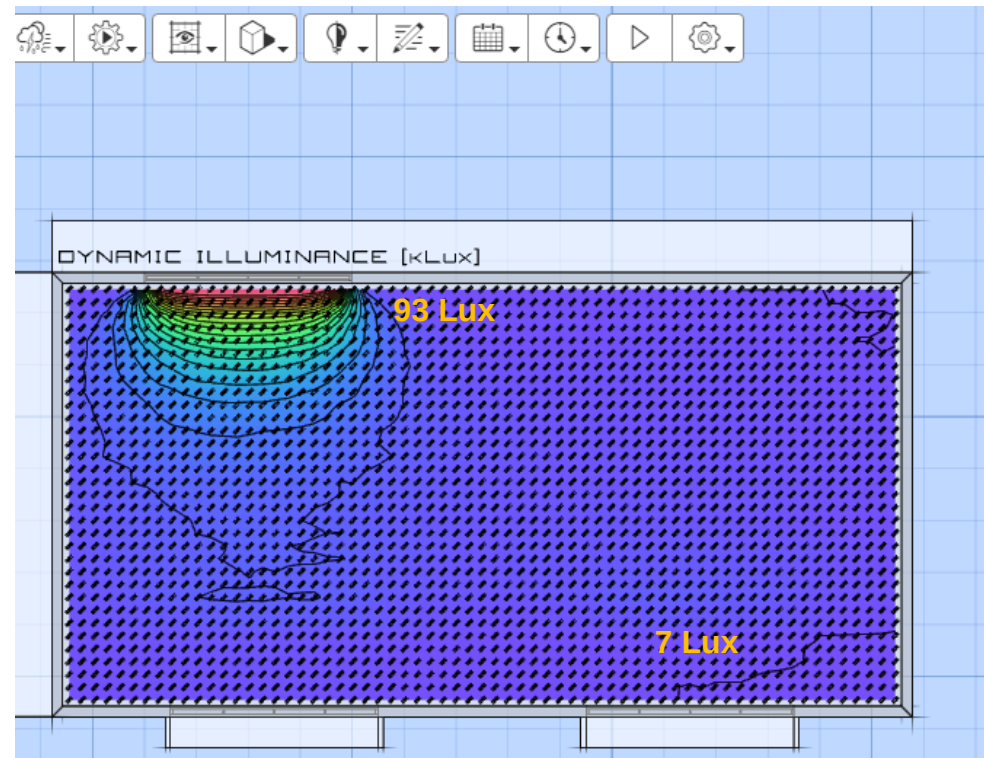


Imagen 28 Vista en planta de sala 1 a las 12 hrs
Fuente (Daylighting de Andrew Mars, 2023)

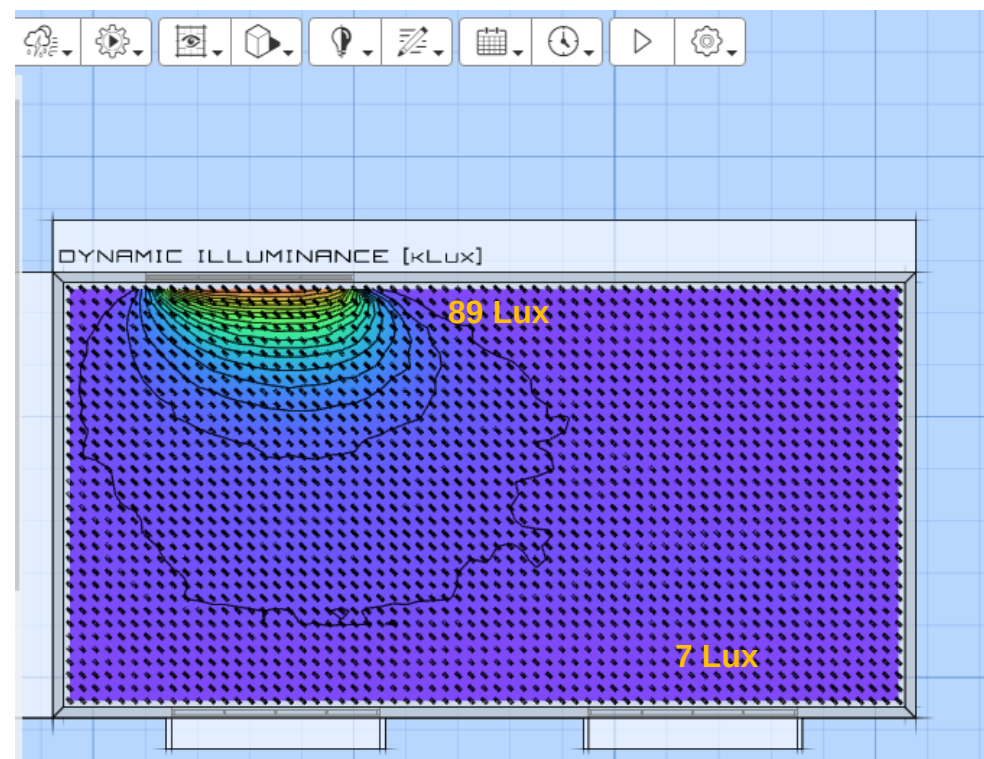


Imagen 29 Vista en planta de sala 1 a las 17 hrs
Fuente (Daylighting de Andrew Mars, 2023)

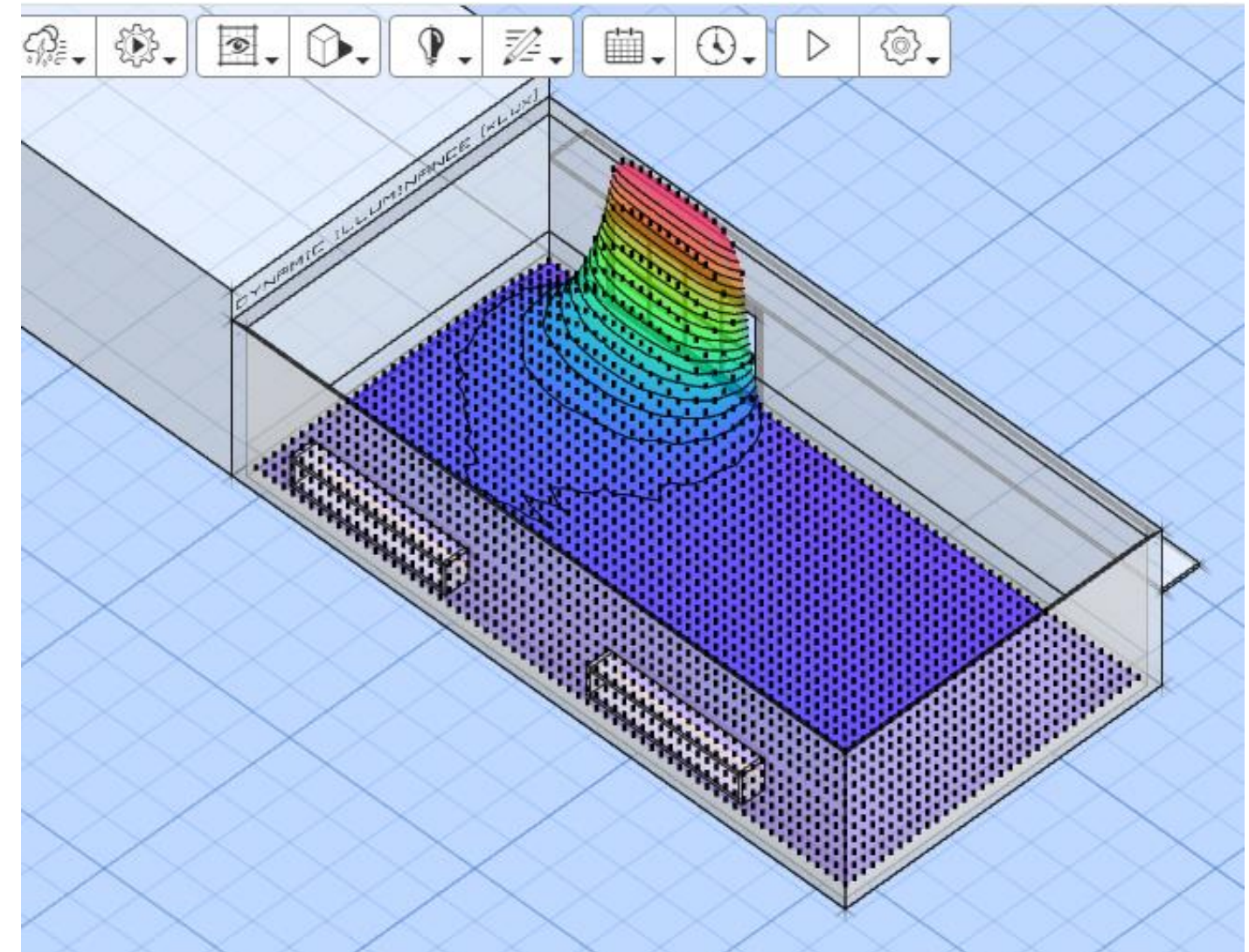


Imagen 30 Isométrico de planta 1 a las 12 hrs
Fuente (Daylighting de Andrew Mars, 2023)

El estudio realizado en Andrew Marsh muestra que los dispositivos de control solar en las ventanas orientadas hacia el Sur de la sala 1, cumplen su función durante todo el año y durante los horarios establecidos mientras que la ventana orientada hacia el norte permite el paso de iluminación, más no de penetración solar directa hacia el interior de la sala.

4.4.2 CIELO ARTIFICIAL

Se realizará el estudio del cielo artificial en el laboratorio de bioclimática para medir niveles de iluminación natural que penetra a través de las ventanas de las salas 1 y 2, que son las áreas que serán estudiadas. Se organizaron los puntos a medir en una retícula con una separación de 1.5 m entre punto y punto tanto para los ejes verticales como para los horizontales como lo muestra la imagen 16.

Mediciones con luxómetro				
Ejes	A	B	C	D
1	104	99	94	90
2	124	114	102	108
3	129	119	111	107
4	127	125	120	109
5	146	146	138	154
6	170	152	156	232
7	167	154	163	197
8	142	157	153	165
9	156	148	150	169
10	177	153	155	246
11	168	139	165	179
12	144	142	151	110
13	171	113	115	89
14	148	91	89	79
15	167	77	91	80
16	136	82	85	86
17	129	85	82	84
18	121	83	80	85

Tabla 25 Niveles de iluminación registrados
Fuente (Ramírez Iván, 2023)

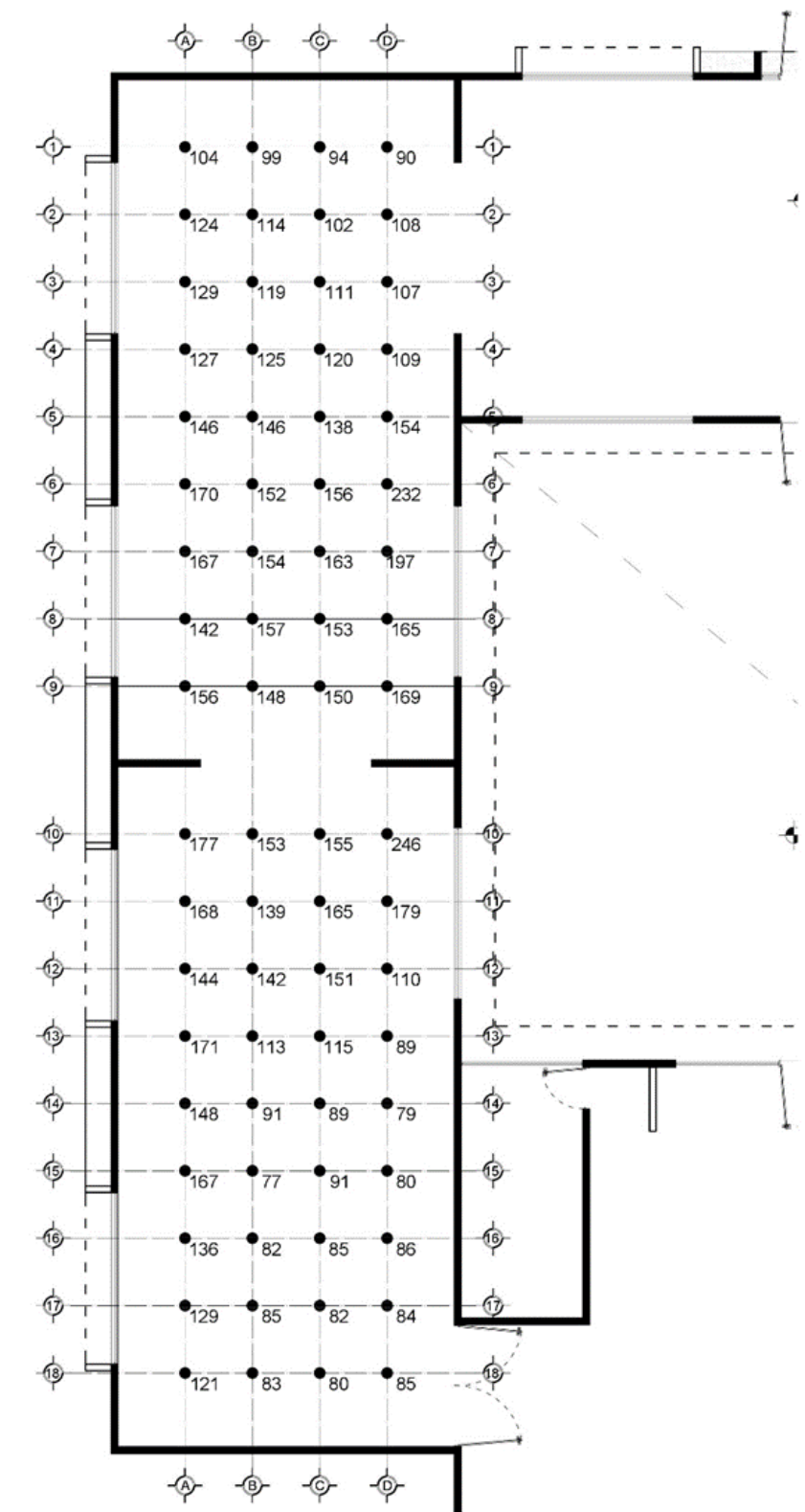
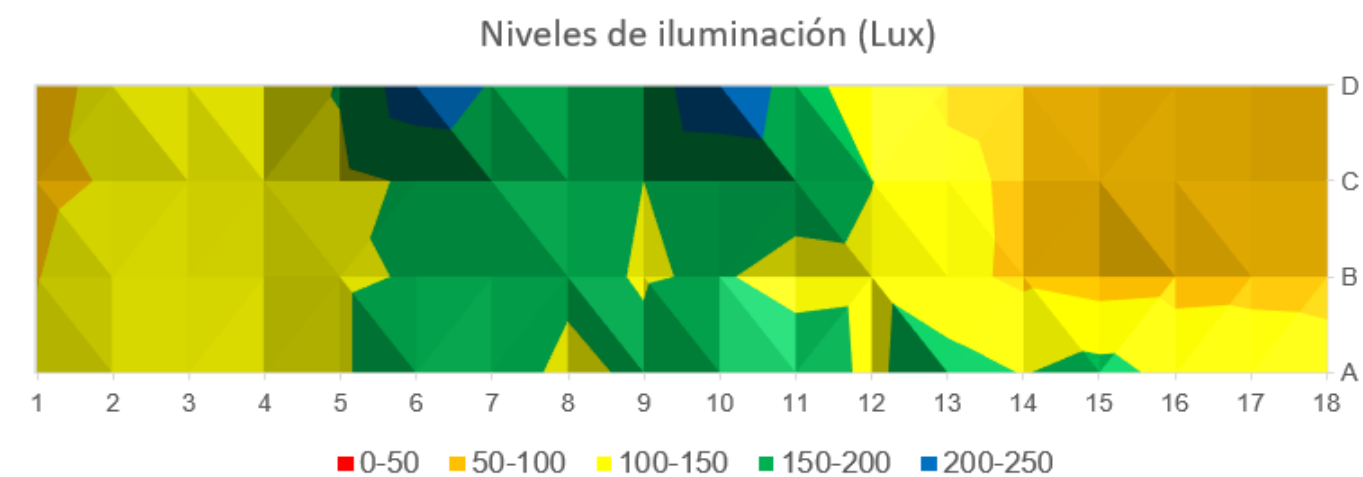
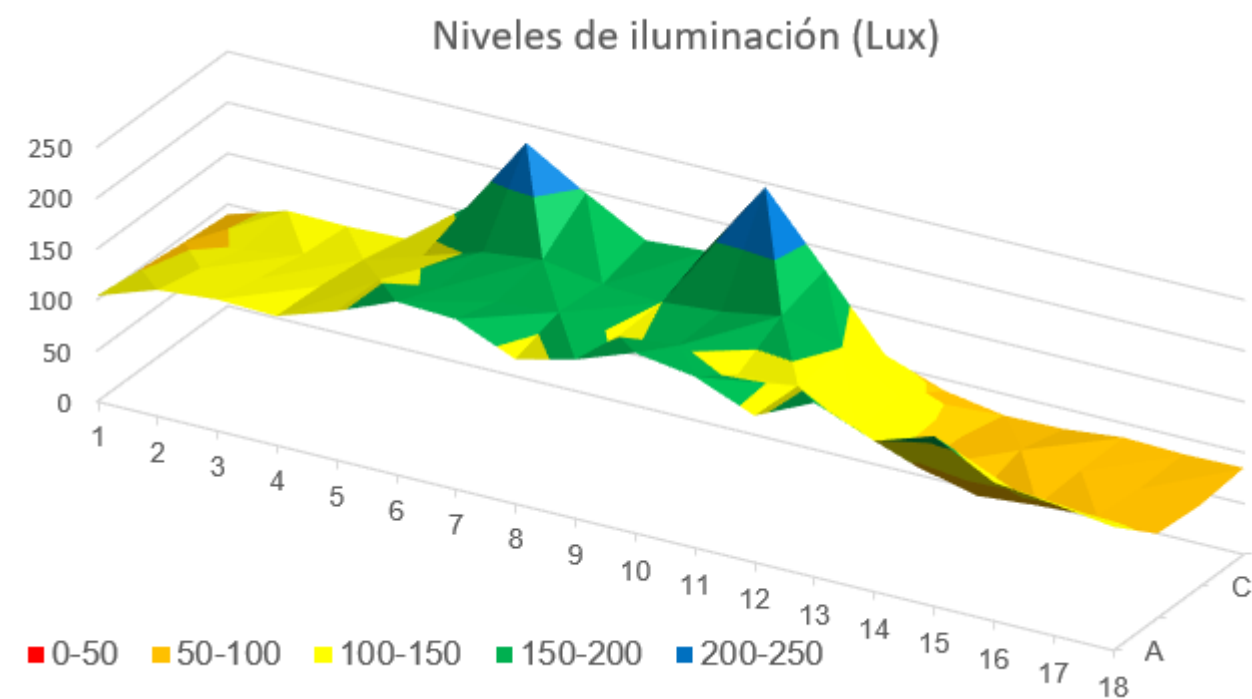


Imagen 31 Niveles alcanzados en cielo artificial durante mediciones
Fuente (Ramírez Iván, 2023)



Gráfica 50 Niveles de lux en planta
Fuente (Ramírez Iván, 2023)



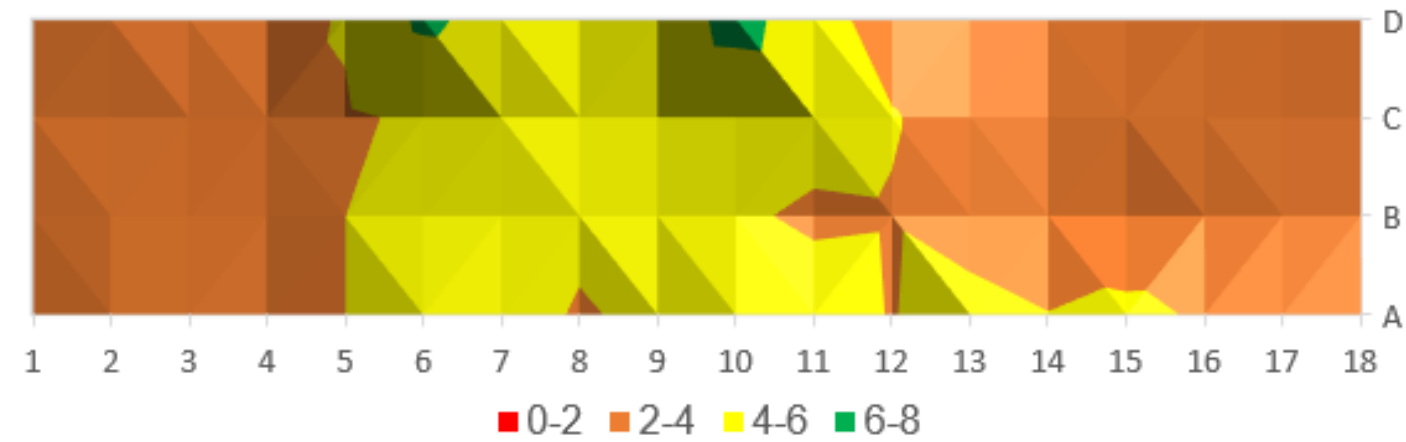
Gráfica 51 Niveles de lux en 3D
Fuente (Ramírez Iván, 2023)

FACTOR LUZ				
MÁXIMO	MÍNIMO	PROMEDIO	EXTERIOR	
246	77	130.1944444	3655	
	A	B	C	D
1	2.84541724	2.708618331	2.57181943	2.4623803
2	3.39261286	3.119015048	2.79069767	2.95485636
3	3.52941176	3.255813953	3.0369357	2.92749658
4	3.4746922	3.41997264	3.28317373	2.98221614
5	3.99452804	3.994528044	3.77564979	4.21340629
6	4.65116279	4.158686731	4.26812585	6.34746922
7	4.56908345	4.213406293	4.45964432	5.38987688
8	3.88508892	4.295485636	4.18604651	4.51436389
9	4.26812585	4.049247606	4.10396717	4.62380301
10	4.84268126	4.186046512	4.24076607	6.73050616
11	4.59644323	3.803009576	4.51436389	4.89740082
12	3.93980848	3.885088919	4.13132695	3.00957592
13	4.67852257	3.091655267	3.14637483	2.43502052
14	4.04924761	2.489740082	2.43502052	2.16142271
15	4.56908345	2.106703146	2.48974008	2.18878249
16	3.72093023	2.243502052	2.3255814	2.35294118
17	3.52941176	2.325581395	2.24350205	2.29822161
18	3.31053352	2.270861833	2.18878249	2.3255814

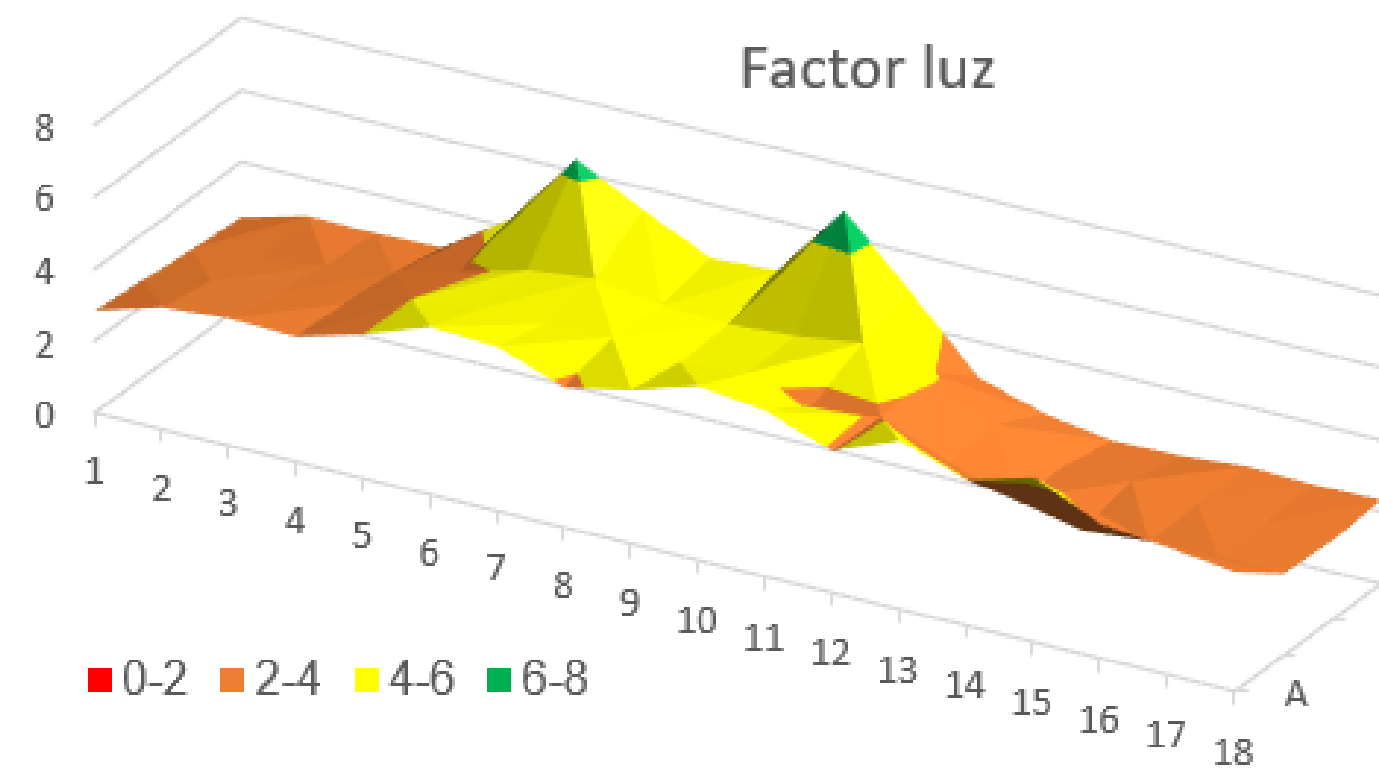
Tabla 26 Factor de luz
Fuente (Ramírez Iván, 2023)

El factor de luz diurna es la relación entre el nivel de luz dentro de una estructura y el nivel de luz fuera de la estructura. En este caso se muestra en la gráfica 42 los niveles de factor de luz dentro de los espacios estudiados.

Factor luz

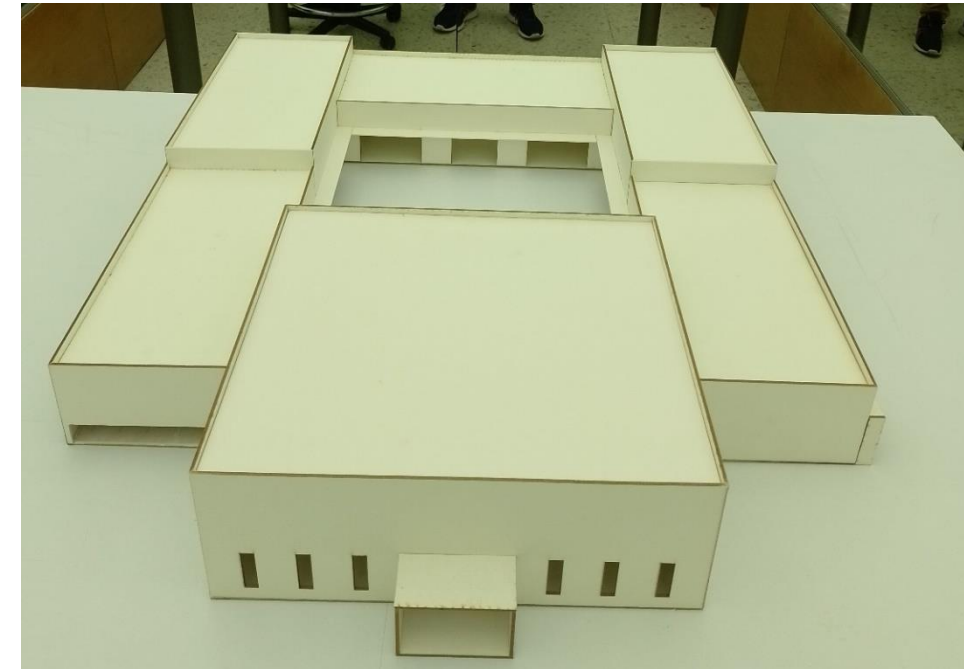


Gráfica 52 Factor de luz diurna en planta
 Fuente (Ramírez Iván, 2023)

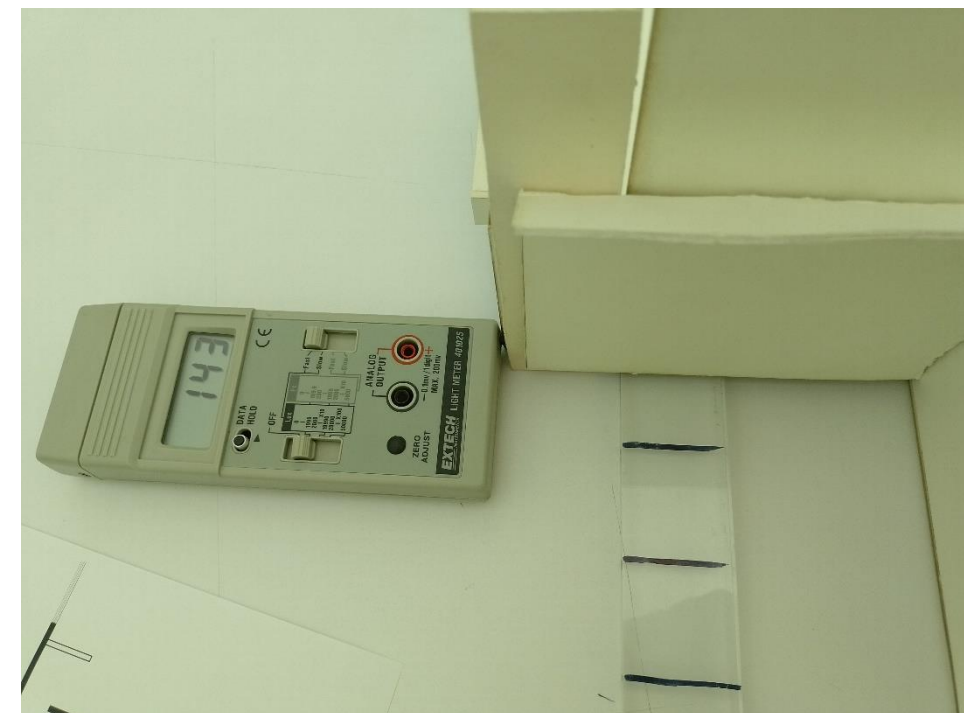


Gráfica 53 Factor de luz diurna en planta 3D
 Fuente (Ramírez Iván, 2023)

FOTOS



Fotografía 21 Maqueta de estudio lumínico
 Fuente (Ramírez Iván, 2023)



Fotografía 22 Medición con luxómetro dentro del cielo artificial
 Fuente (Ramírez Iván, 2013)



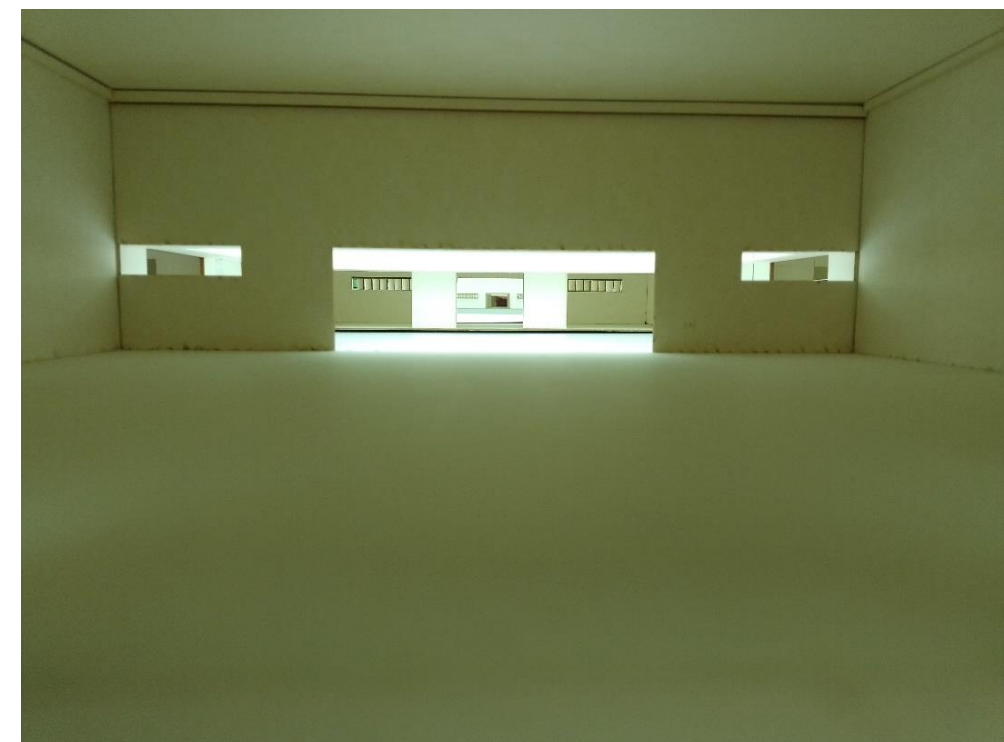
Fotografía 23 Interior de sala 5
Fuente (Ramírez Iván, 2013)



Fotografía 25 Interior sala 2
Fuente (Ramírez Iván, 2013)



Fotografía 24 Interior sala 1
Fuente (Ramírez Iván, 2013)



Fotografía 26 Interior vestibulo
Fuente (Ramírez Iván, 2013)



Fotografía 27 Interior vestíbulo
Fuente (Ramírez Iván, 2013)

Como resultado obtenemos que los niveles de iluminación natural no son los suficientes según la normativa del CIE y del reglamento de construcciones para la ciudad de México, por lo que será complementada con iluminación artificial, esto debido a que será un museo con áreas siempre iluminadas durante el horario de uso.

4.4.3. CÁLCULO DE ILUMINACIÓN ARTIFICIAL EN DIALUX

Se realizará el cálculo de los niveles de iluminación artificial mediante el análisis del tipo y número de luminarias como también la iluminación natural incidente a través de las ventanas y accesos para saber si se cumple con los niveles de iluminación según normativa aplicable.

Se utilizarán luminarias marca Phillips para el proyecto, en específico el modelo DN140B WIA-E D216 1 xLED20S/830 WR para el plafón y el modelo WL131V PSED 1 xLED20S/830 D350 para muros, estas luminarias fueron escogidas debido a que la marca es comercializada en México, a que cumplen con los requerimientos de iluminación para museos; color de temperatura de 3,000°K y un CRI igual o mayor a 80 y cuentan con la potencia lumínica para los requisitos de cada espacio a alumbrar.

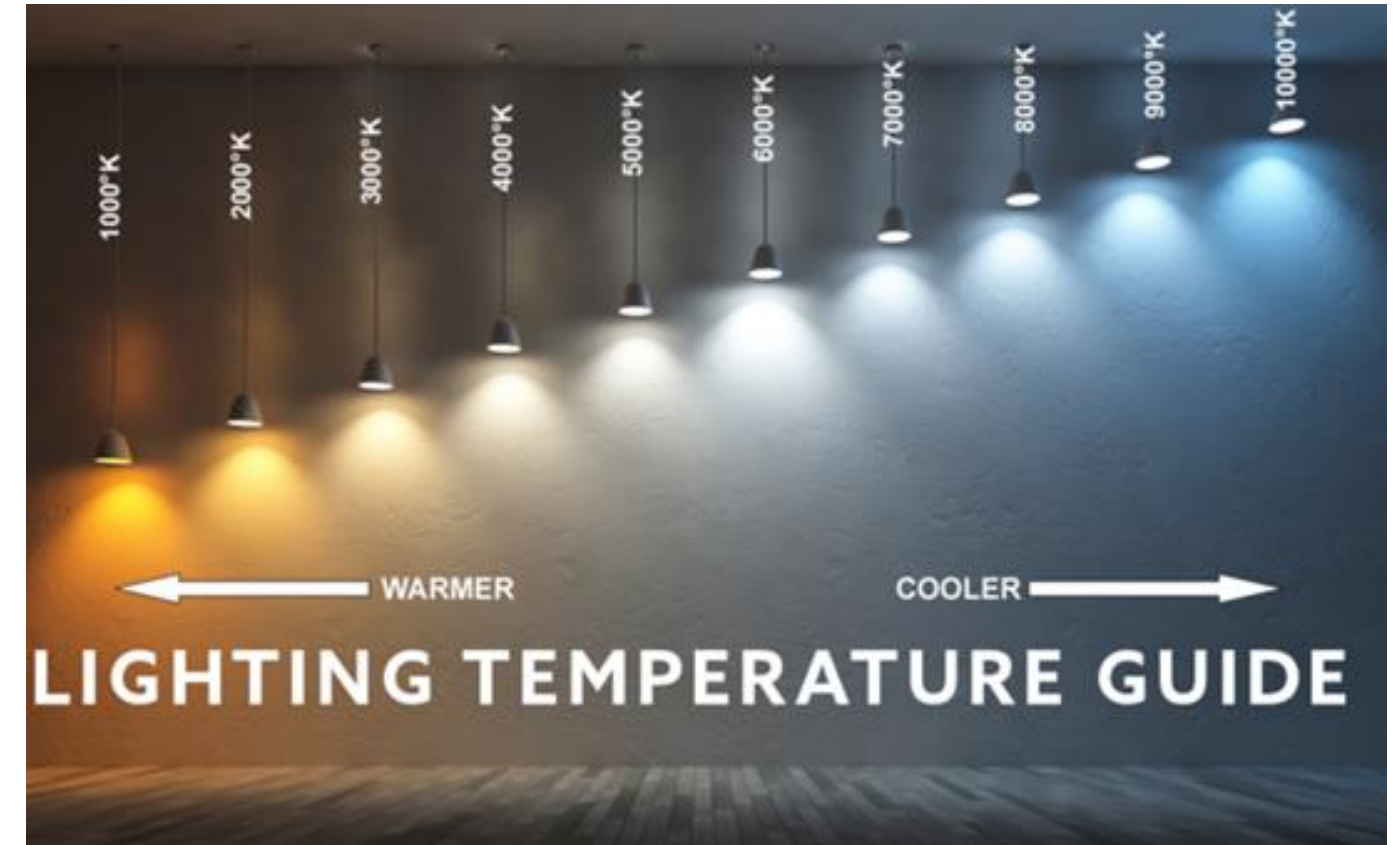


Imagen 32 Escala de temperatura de color en °K
Fuente (<https://www.iluzione.com.pe>, 2023))

Edificación 1 · Planta (nivel) 1

Luminaire list

Φ_{total} 96400 lm	P_{total} 955.0 W	Luminous efficacy 100.9 lm/W
----------------------------	------------------------	---------------------------------

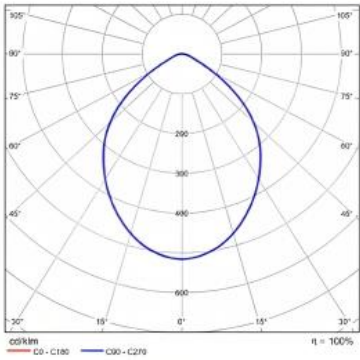
pcs.	Manufacturer	Article No.	Article name	P	Φ	Luminous efficacy
32	Philips		DN140B WIA-E D216 1 xLED20S/830 WR	20.5 W	2200 lm	107.3 lm/W
13	Philips		WL131V PSED 1 xLED20S/830 D350	23.0 W	2000 lm	87.0 lm/W

Tabla 27: Lista de Luminarias usadas en vestíbulo y baños
Fuente (DIALux evo, 2023)

Philips - DN140B WIA-E D216 1 xLED20S/830 WR



P	20.5 W
Φ _{Lamp}	2200 lm
Φ _{Luminaire}	2200 lm
η	100.01 %
Luminous efficacy	107.3 lm/W
CCT	3000 K
CRI	80

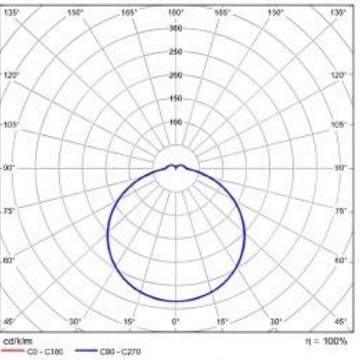


Polar LDC

Philips - WL131V PSED 1 xLED20S/830 D350

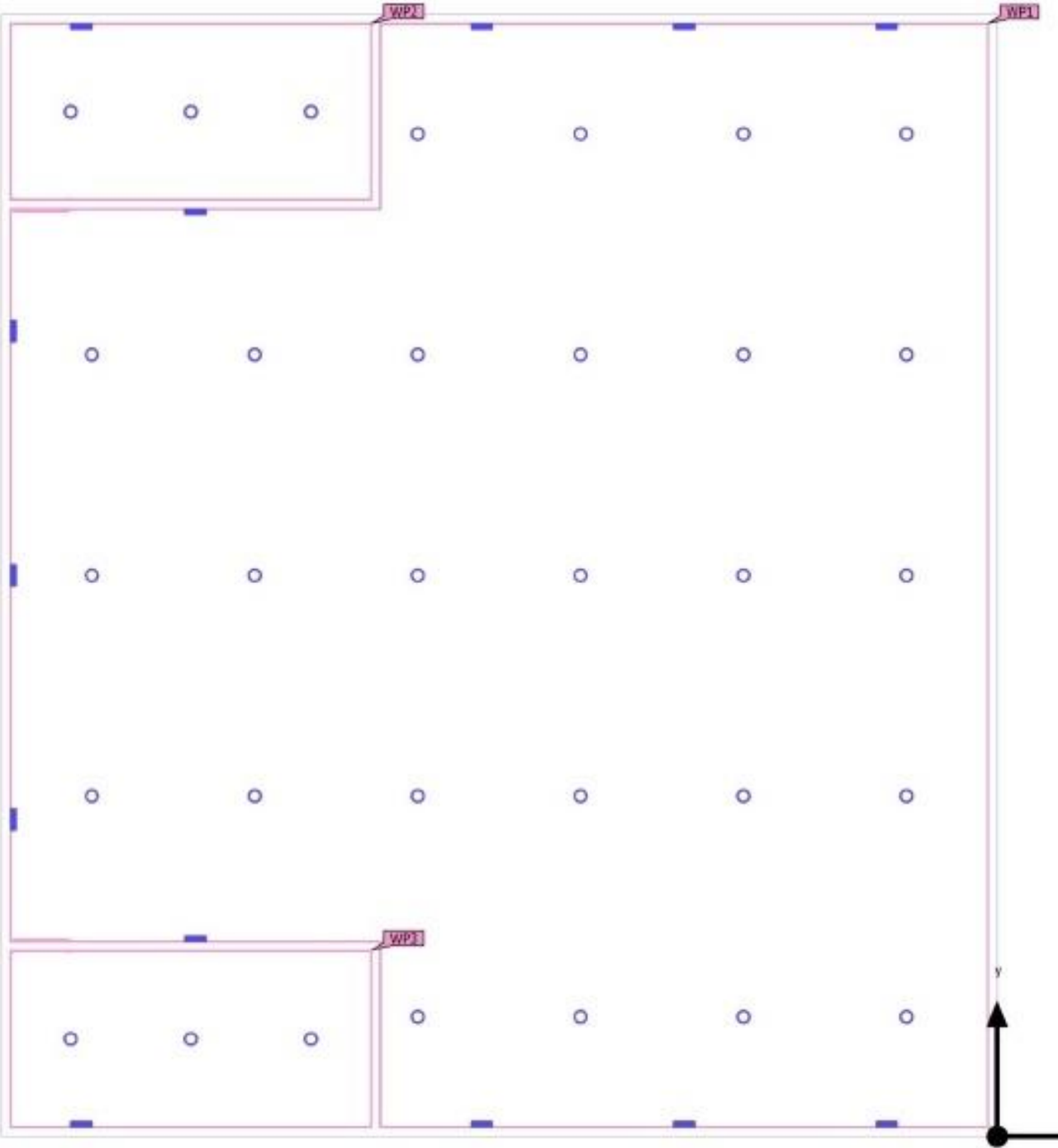


P	23.0 W
Φ _{Lamp}	2000 lm
Φ _{Luminaire}	2000 lm
η	100.00 %
Luminous efficacy	87.0 lm/W
CCT	3000 K
CRI	80



Polar LDC

Vestíbulo y baños:



Plano 19 Ubicación de luminarias en losa y muros del vestíbulo
Fuente (DIALux evo, 2023)

Imagen 33 Ficha técnica de luminarias
Fuente (DIALux evo, 2023)

Los parámetros para realizar fueron los siguientes:

- Altura de plano útil: 0.80 m
- Altura de montaje en plafón: 6.00 m
- Altura de montaje de arbotantes: 3.00 m
- Altura de luminarias en baños: 3.00 m

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Calculation objects

Working planes

Properties	$\bar{E}$ (Target)	E_{min}	E_{max}	g_1 (Target)	g_2	Index
Plano útil (1.- Vestíbulo) Perpendicular illuminance (adaptive) Height: 0.800 m, Wall zone: 0.000 m	322 lx (≥ 200 lx) ✓	5.60 lx	391 lx	0.017 (≥ 0.40) ✗	0.014	WP1
Plano útil (2.- Baños M) Perpendicular illuminance (adaptive) Height: 0.800 m, Wall zone: 0.000 m	233 lx (≥ 200 lx) ✓	5.13 lx	341 lx	0.022 (≥ 0.40) ✗	0.015	WP2
Plano útil (3.- Baños H) Perpendicular illuminance (adaptive) Height: 0.800 m, Wall zone: 0.000 m	246 lx (≥ 200 lx) ✓	10.2 lx	355 lx	0.041 (≥ 0.40) ✗	0.029	WP3

Tabla 28: Niveles de iluminación artificial alcanzados en cada espacio
Fuente (DIALux evo, 2023)

El análisis del cálculo muestra que en el vestíbulo se tiene una iluminación promedio de 322 lux, siendo la norma CIE de 300 lux dando como resultado que cumple con la misma. Para baños se alcanza un promedio de 233 lux para el baño de mujeres y de 246 lux para el baño de hombres teniendo un nivel de 200 lux, por lo que también se cumple con la normativa CIE.

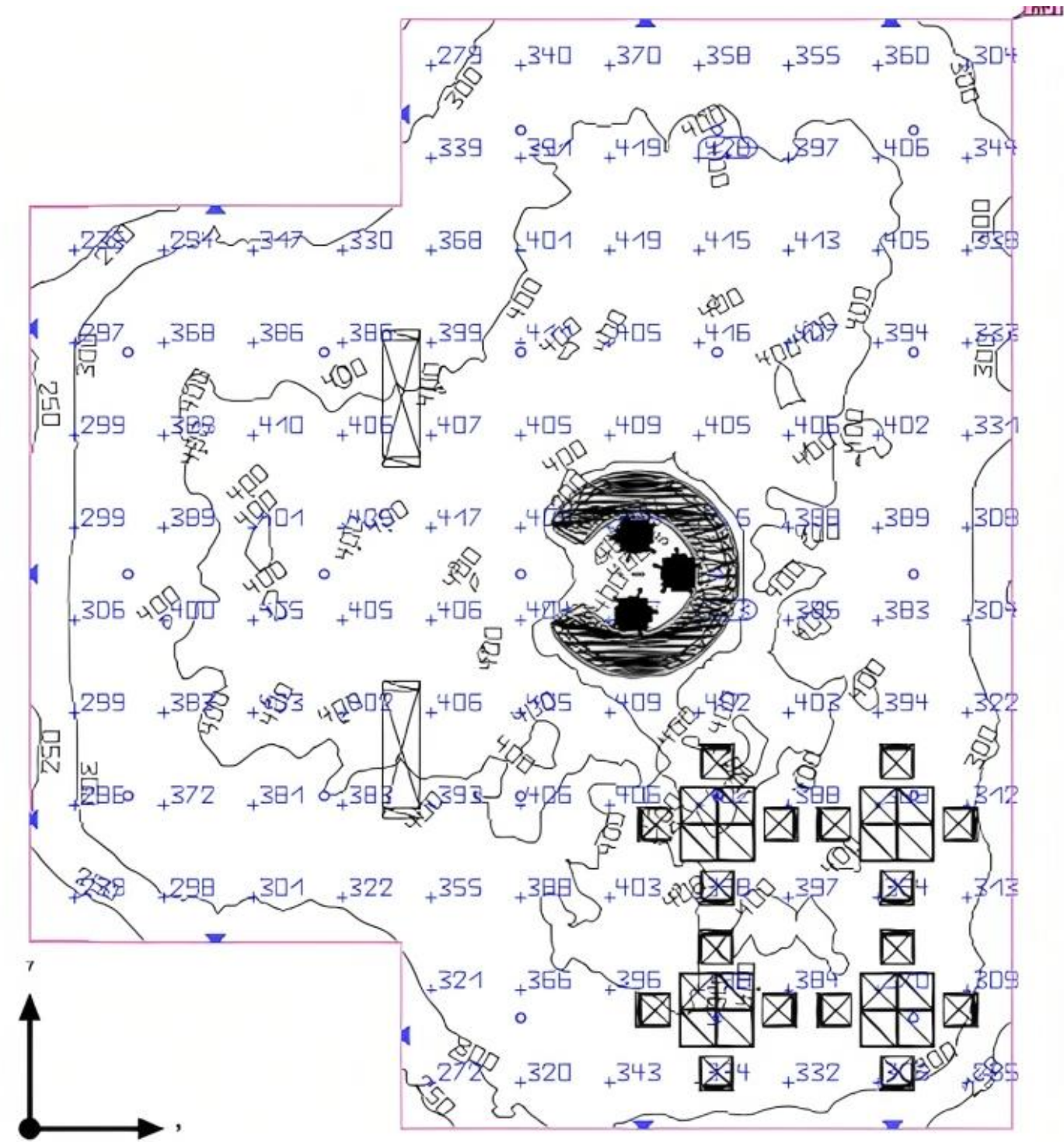


Imagen 34 Niveles de iluminación en vestíbulo
Fuente (DIALux evo, 2023)

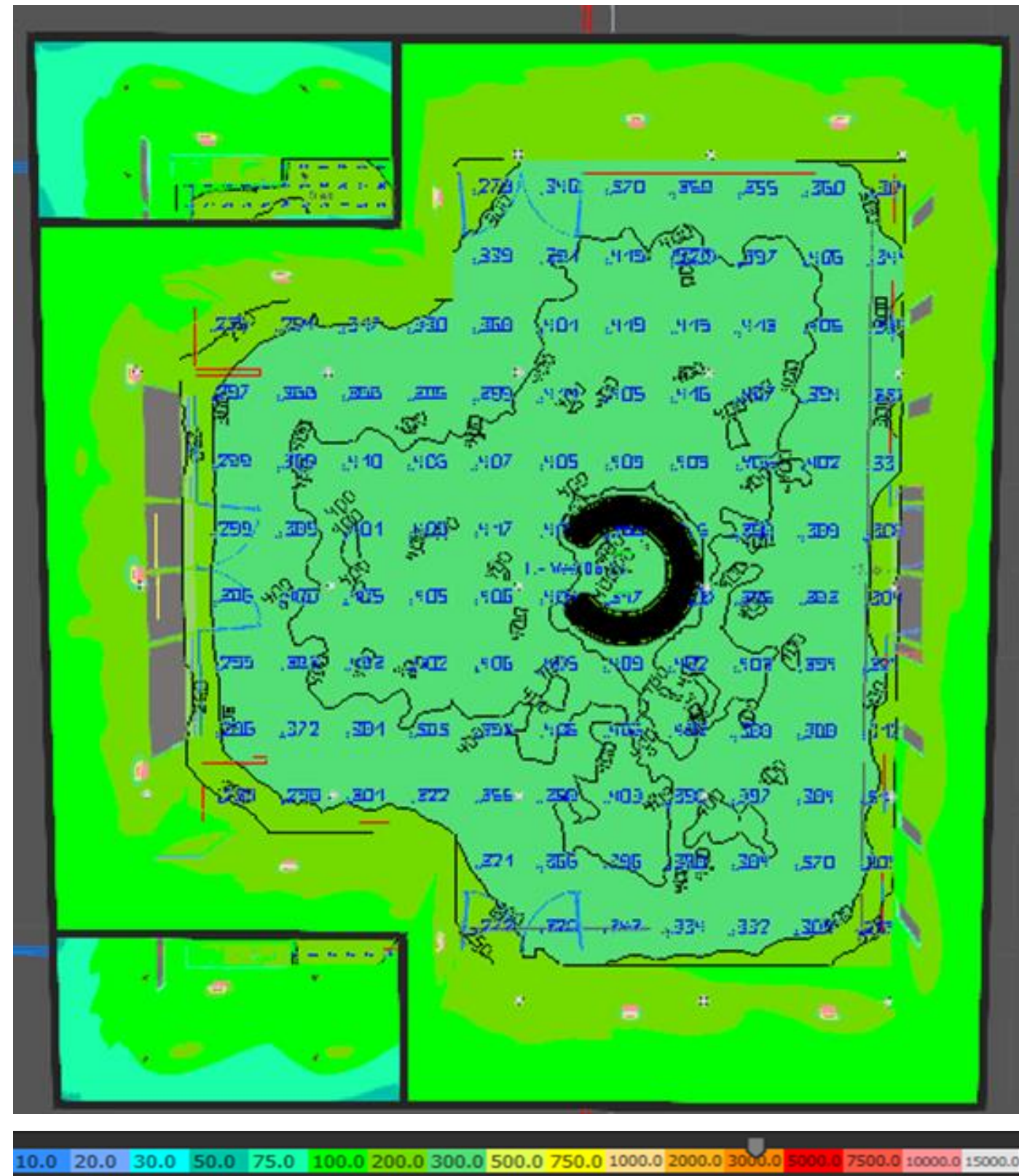


imagen 35 Niveles de iluminación usando colores falsos en vestíbulo
 Fuente (DIALux evo, 2023)



Imagen 36 Render de vestíbulo y baños
 Fuente (DIALux evo, 2023)

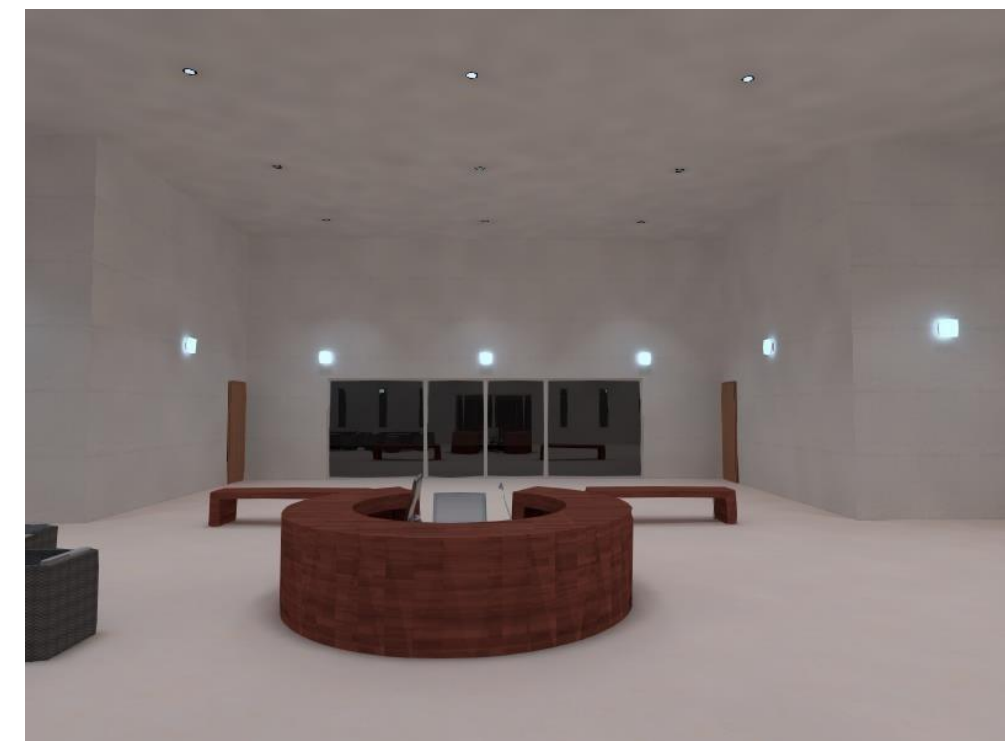


Imagen 37 Render de iluminación en vestíbulo
 Fuente (DIALux-evo, 2023)

SALAS DE EXHIBICIÓN:



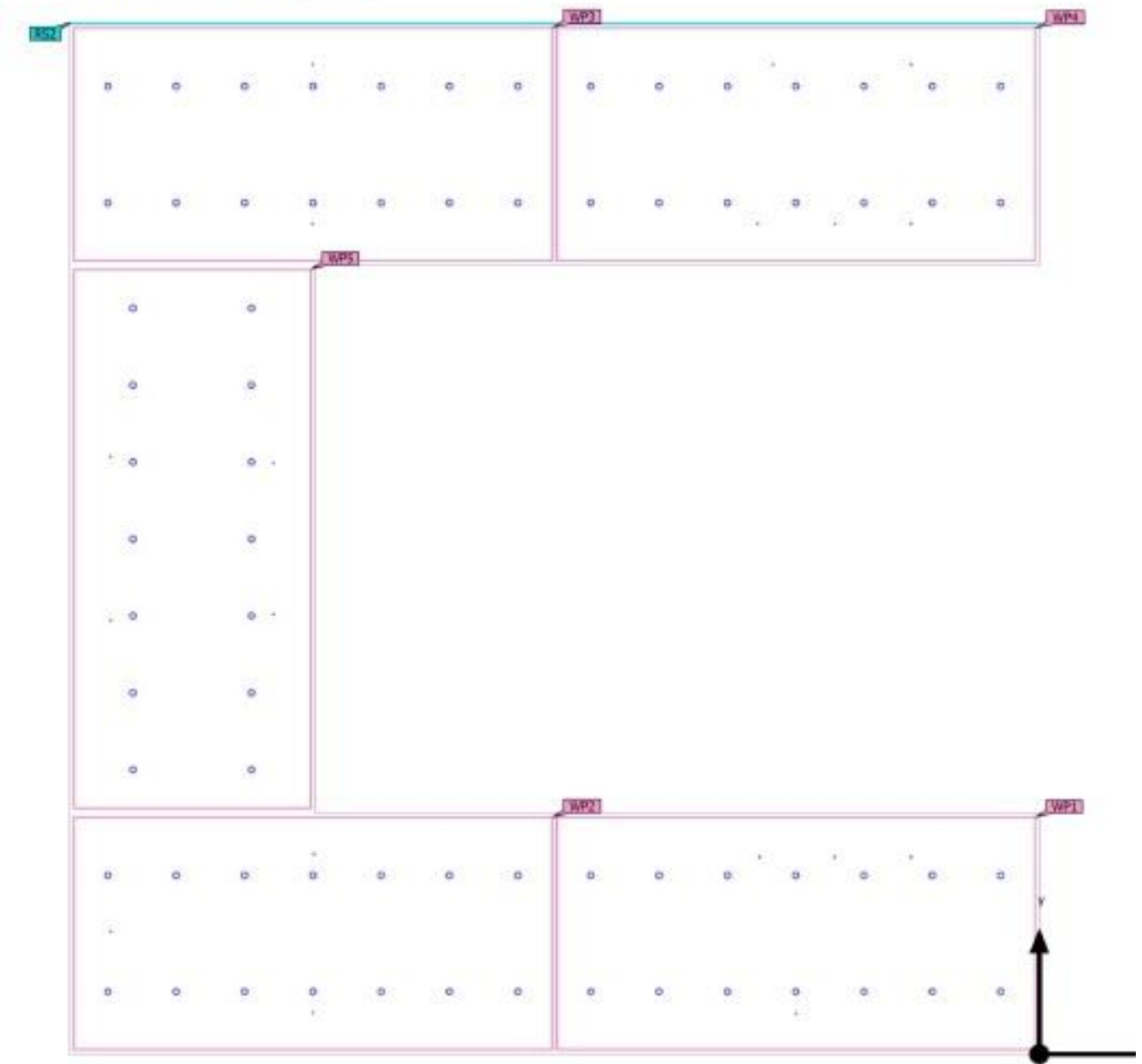
Imagen 38 Render de iluminación en del vestíbulo
Fuente (DIALux evo, 2023)



Imagen 39 Render de iluminación en baños
Fuente (DIALux evo, 2023)

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Calculation objects



Plano 20 Ubicación de luminarias en salas de exhibición
Fuente (DIALux evo, 2023)

Los parámetros para realizar fueron los siguientes:

Altura de plano útil: 0.80 m

Altura de montaje en plafón: 4.00 m para salas 1,3 y 5. 5.00 m para salas 2 y 4

Altura de montaje para direccionadas: 4.00 m para salas 1,3 y 5. 5.00 m para salas 2 y 4

Luminaire list

Φ_{total} 163738 lm	P_{total} 1615.0 W	Luminous efficacy 101.4 lm/W
-----------------------------	-------------------------	---------------------------------

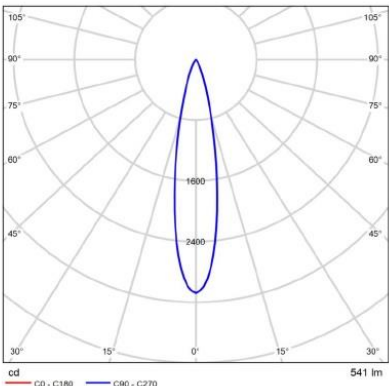
pcs.	Manufacturer	Article No.	Article name	P	Φ	Luminous efficacy
18	Artemide S.p.A.	AN01204	VECTOR 40 TRACK 927 FL ND NRO	10.0 W	541 lm	54.1 lm/W
70	Philips		DN140B WIA-E D216 1 xLED20S/830 WR	20.5 W	2200 lm	107.3 lm/W

Tabla 29 Lista de luminarias usadas en salas de exhibición
Fuente (DIALux evo, 2023)

Artemide S.p.A. - VECTOR 40 TRACK 927 FL ND NRO



Article No.	AN01204
P	10.0 W
$\Phi_{Luminaire}$	541 lm
Luminous efficacy	54.1 lm/W
CCT	2700 K
CRI	90

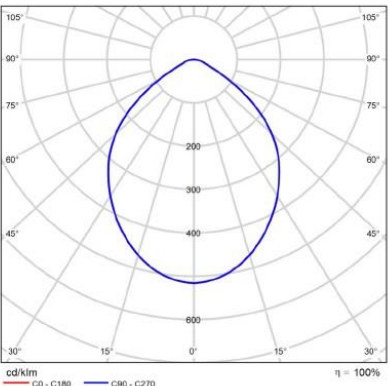


Polar LDC

Philips - DN140B WIA-E D216 1 xLED20S/830 WR



P	20.5 W
Φ_{Lamp}	2200 lm
$\Phi_{Luminaire}$	2200 lm
η	100.01 %
Luminous efficacy	107.3 lm/W
CCT	3000 K
CRI	80



Polar LDC

Imagen 40 Ficha técnica de luminarias usadas en salas de exhibición
Fuente (DIALux evo, 2023)

Como en vestíbulo, las luminarias utilizadas en las salas de exhibición, fueron escogidas por que cumplen con los requerimientos de diseño lumínico para museos; para iluminación general en plafones se escogió el modelo Phillips DN140B WIA-E D216 1 xLED20S/830 WR y para la iluminación puntual en el modelo Artemide S.p.A. - VECTOR 40 TRACK 927 FL ND NRO.

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

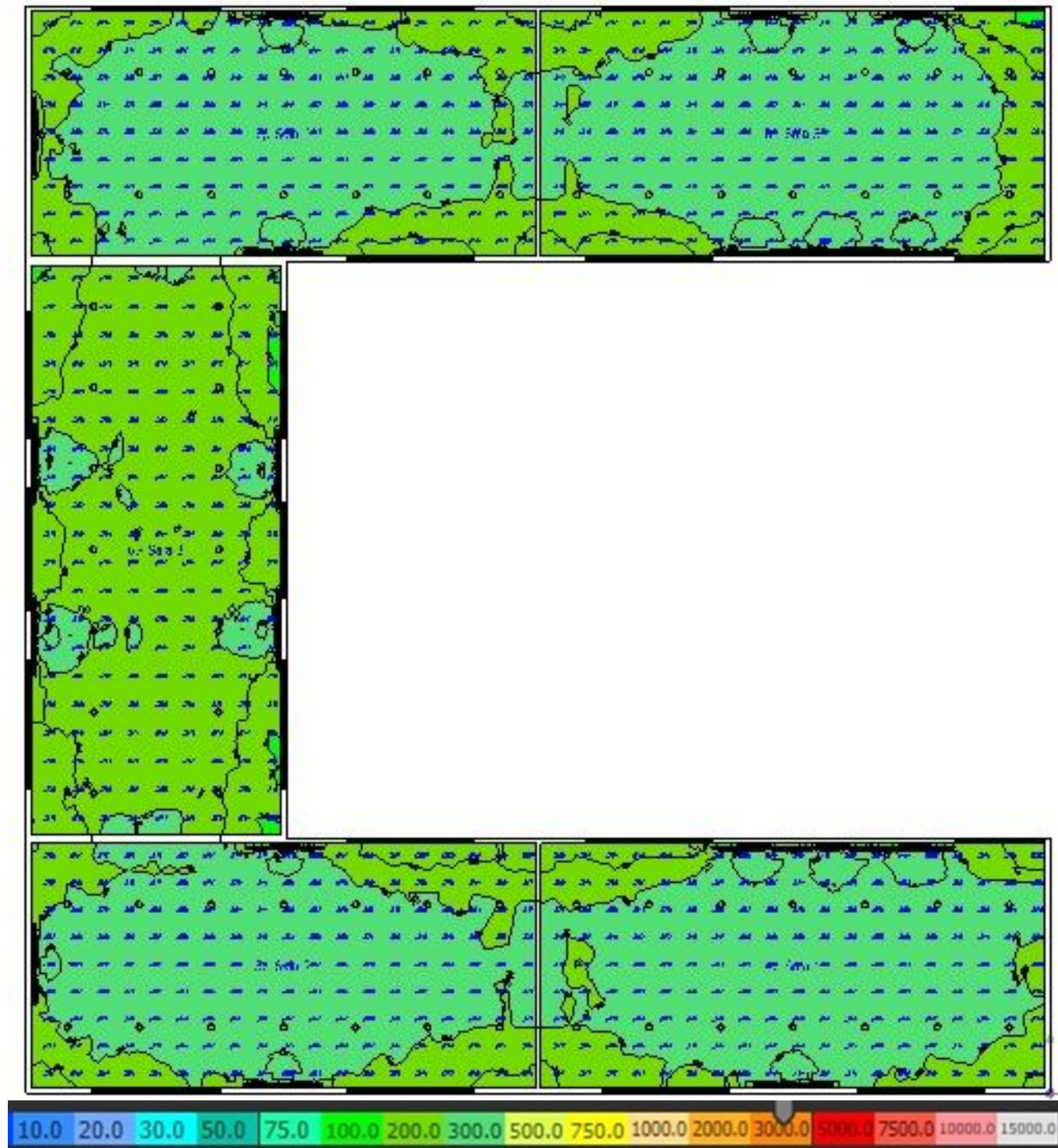
Calculation objects

Working planes

Properties	E (Target)	E_{min}	E_{max}	g_1 (Target)	g_2	Index
Plano útil (4.- Sala 1) Perpendicular illuminance (adaptive) Height: 0.800 m, Wall zone: 0.000 m	328 lx (≥ 300 lx) ✓	119 lx	497 lx	0.36 (≥ 0.00) ✓	0.24	WP1
Plano útil (5.- Sala 2) Perpendicular illuminance (adaptive) Height: 0.800 m, Wall zone: 0.000 m	315 lx (≥ 300 lx) ✓	120 lx	464 lx	0.38 (≥ 0.00) ✓	0.26	WP2
Plano útil (7.- Sala 4) Perpendicular illuminance (adaptive) Height: 0.800 m, Wall zone: 0.000 m	317 lx (≥ 300 lx) ✓	136 lx	473 lx	0.43 (≥ 0.00) ✓	0.29	WP3
Plano útil (8.- Sala 5) Perpendicular illuminance (adaptive) Height: 0.800 m, Wall zone: 0.000 m	324 lx (≥ 300 lx) ✓	120 lx	497 lx	0.37 (≥ 0.00) ✓	0.24	WP4
Plano útil (6.- Sala 3) Perpendicular illuminance (adaptive) Height: 0.800 m, Wall zone: 0.000 m	314 lx (≥ 300 lx) ✓	111 lx	430 lx	0.41 (≥ 0.00) ✓	0.26	WP5

Tabla 30: Niveles de iluminación obtenidos en cálculo en DIALux
Fuente (DIALux evo, 2023)

Como se observa en la ilustración 19, los niveles de iluminación se encuentran entre los 300-500 lux en la casi las áreas de cada sala de exhibición.



Plano 21 Niveles de iluminación en salas usando colores falsos
 Fuente (DIALux evo, 2023)

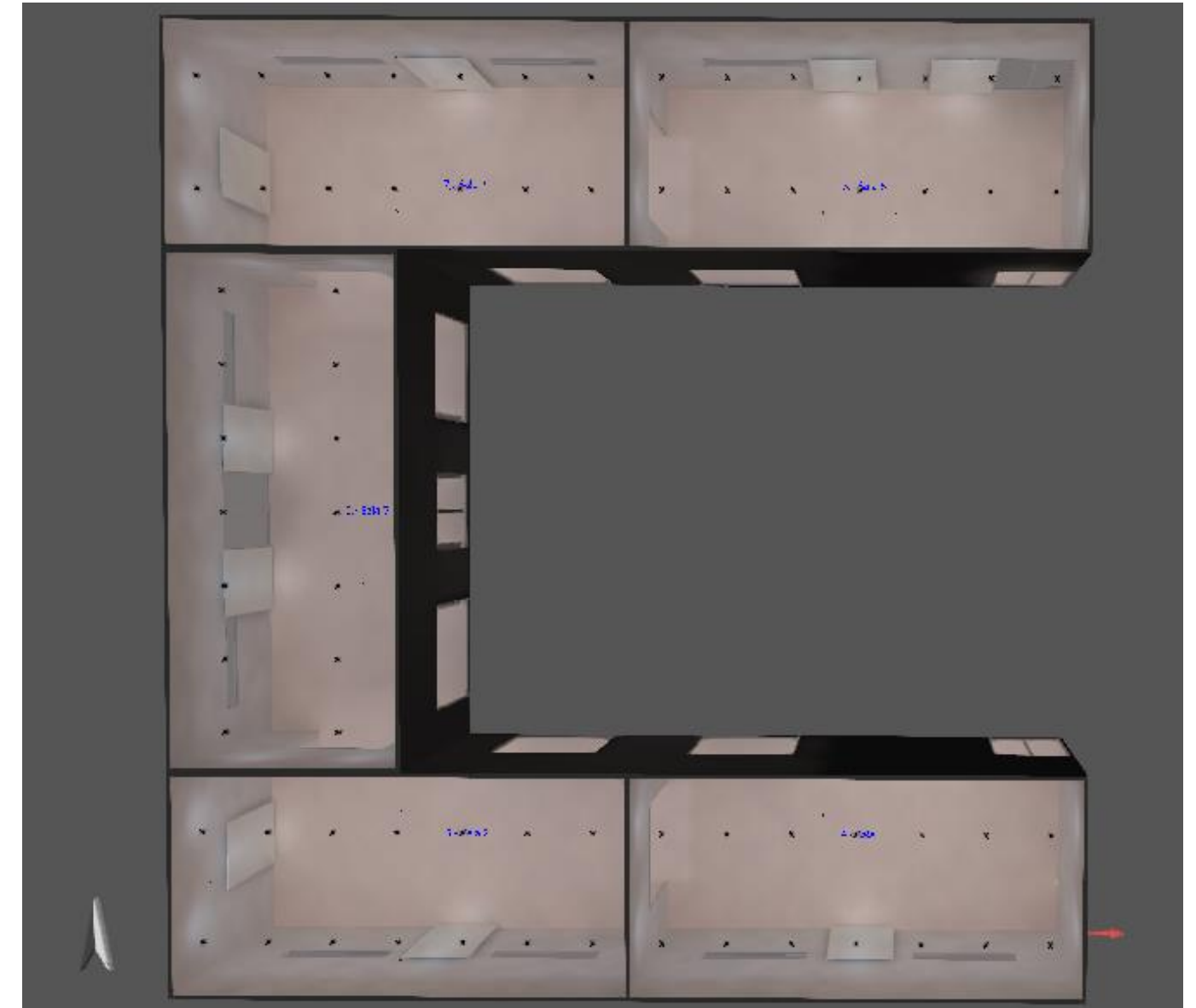


Imagen 41 Vista en planta de iluminación artificial en salas
 Fuente (DIALux evo, 2023)

Se mostrará la sala 1 como ejemplo de estudio, para cada espacio, ya que las 5 salas cuentan con niveles de iluminación similares y donde se puedan apreciar mejor las cifras en cada punto donde fueron registraron cada calculo.

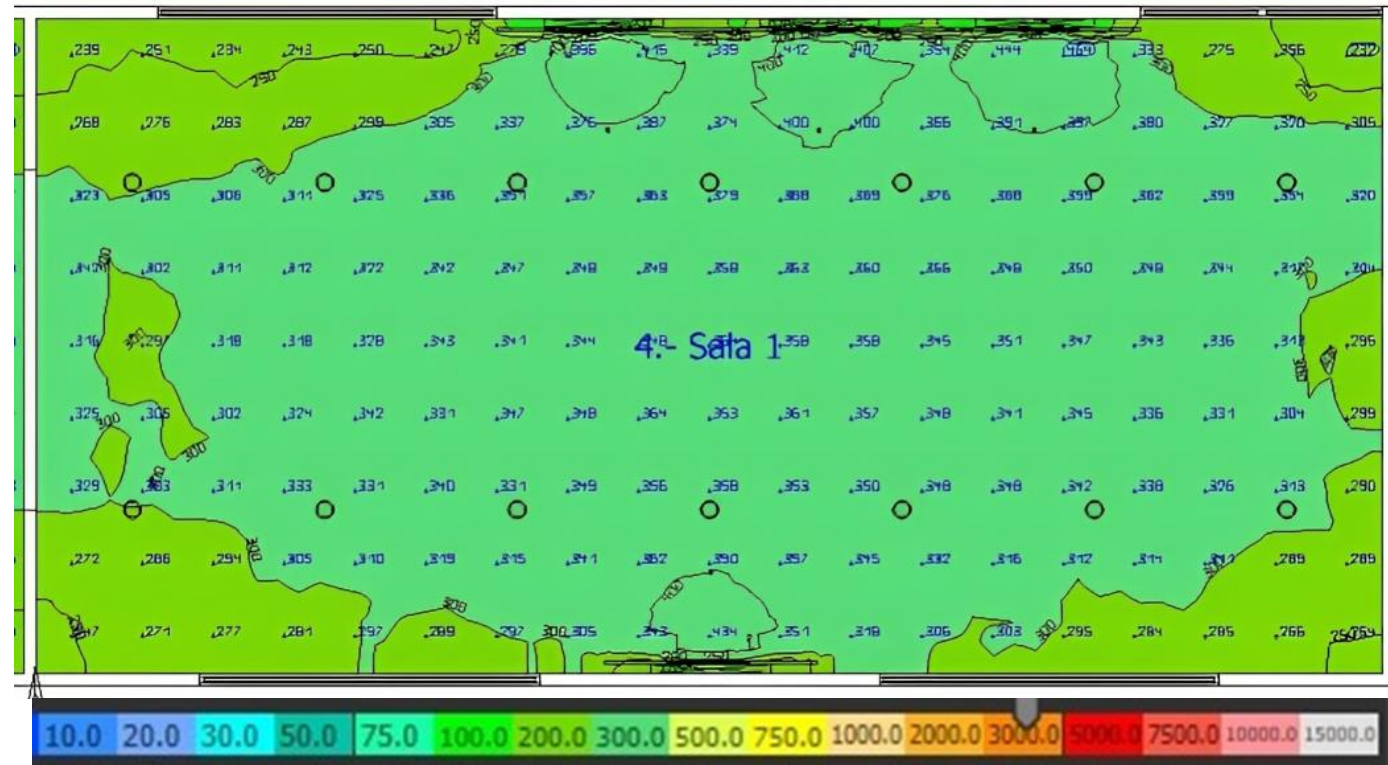


Imagen 42 Niveles de iluminación en sala 1 usando colores falsos
Fuente (DIALux evo, 2023)

Como se observa en la imagen 42 en las salas se tiene un nivel promedio de 350 lux y de 250 lux en las áreas cercanas a las esquinas. Cabe mencionar que los niveles alcanzados cumplen con la normativa CIE para museos.

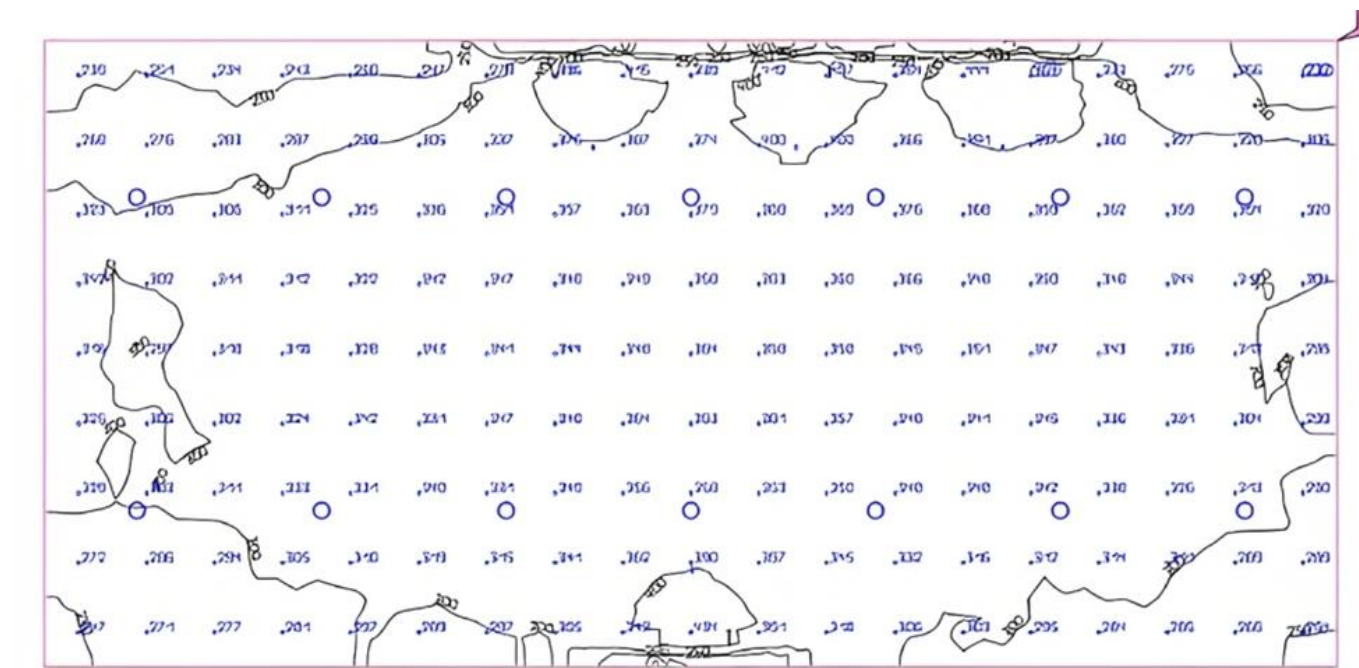


Imagen 43 Niveles de iluminación en sala 1
Fuente (DIALux evo, 2023)

4.4.4. CÁLCULO DE ILUMINACIÓN NATURAL EN DIALUX

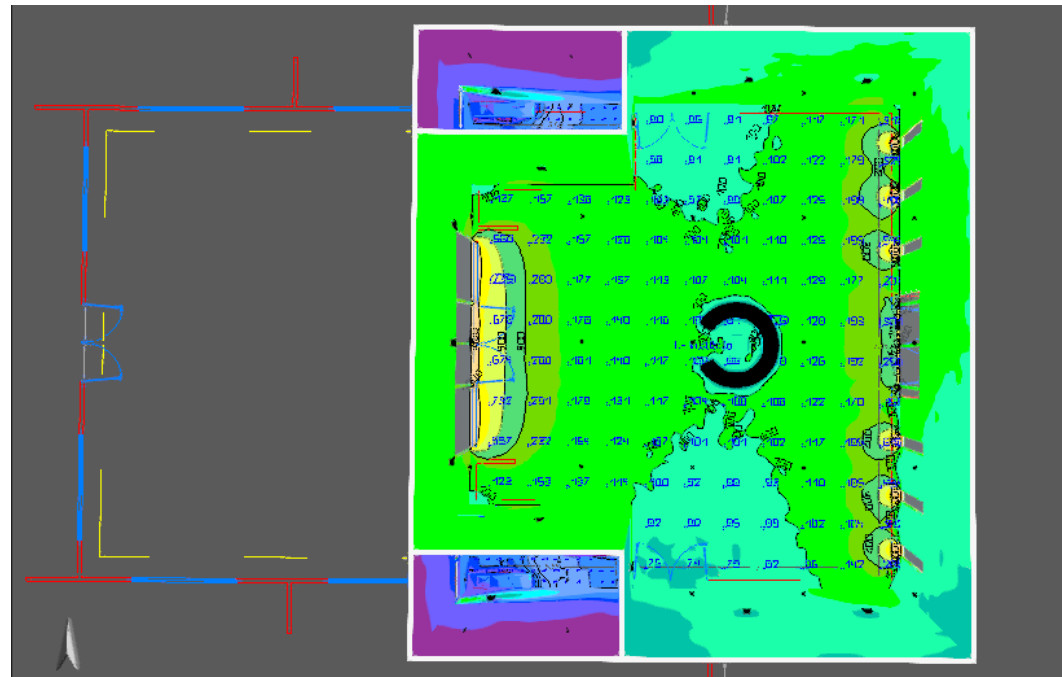


Imagen 44 Equinoccios a las 9 am
 Fuente (DIALux evo, 2023)

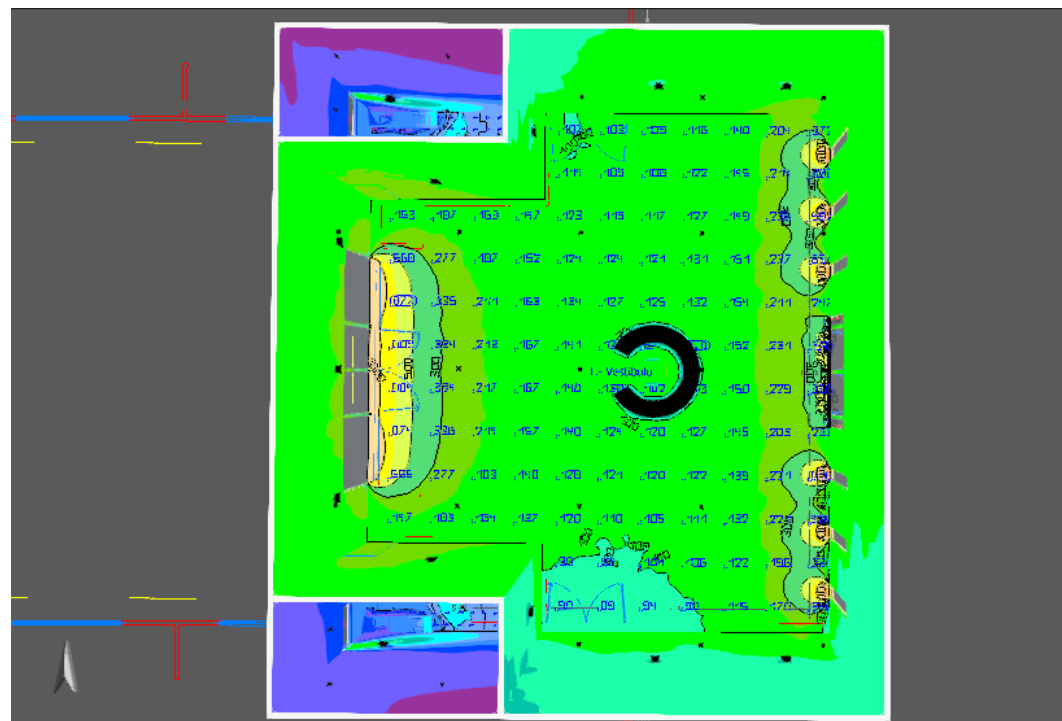


Imagen 45 Solsticio de verano a las 9 am
 Fuente (DIALux evo, 2023)

Se observa que el cálculo da como resultado que el solsticio de verano a las 9 am, es la estación donde a esa hr es la que aporta mayor iluminación con un rango promedio de 100 a 199 lux al centro del vestíbulo y hasta 1000 lux en ventanas. Por el contrario, el solsticio de invierno a la misma hr es la estación con la menor iluminación natural con rangos de 50 a 75 lux al centro y de 50 lux en ventanas.

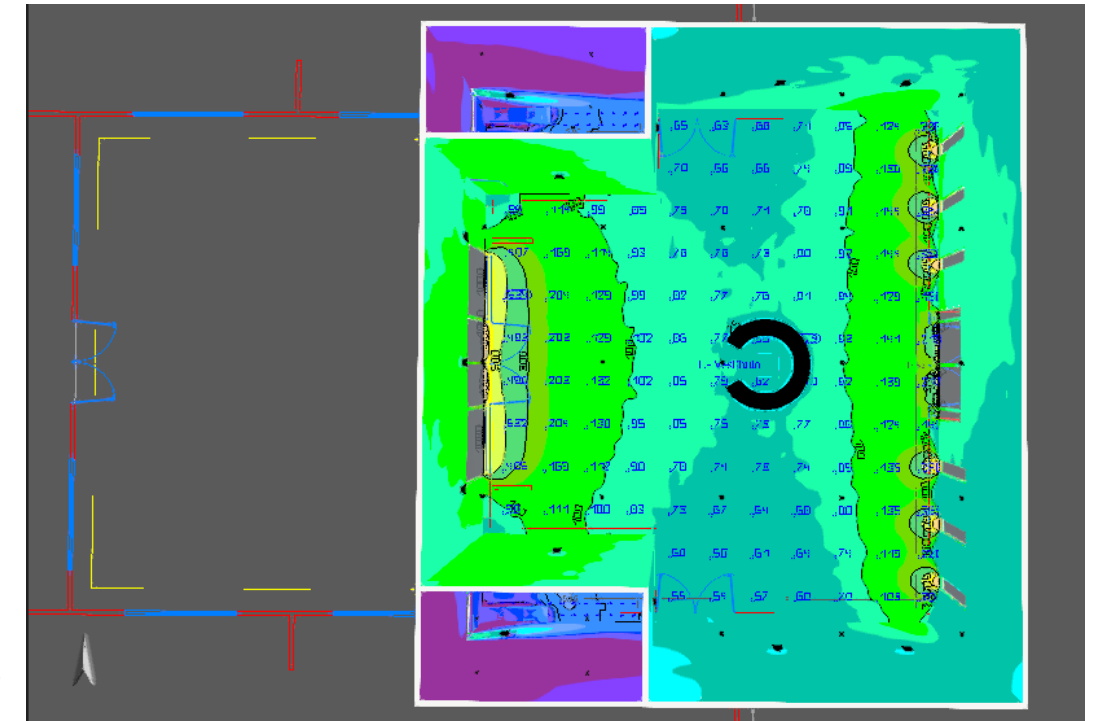
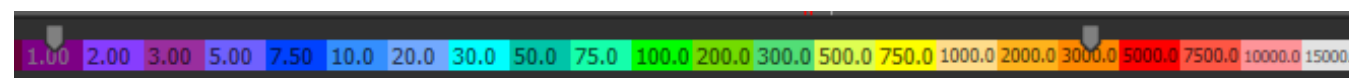


Imagen 46 Solsticio de invierno a las 9 am
 Fuente (DIALux evo, 2023)



Imagen 47 Render de iluminación natural a las 9 am
 Fuente (DIALux evo, 2023)



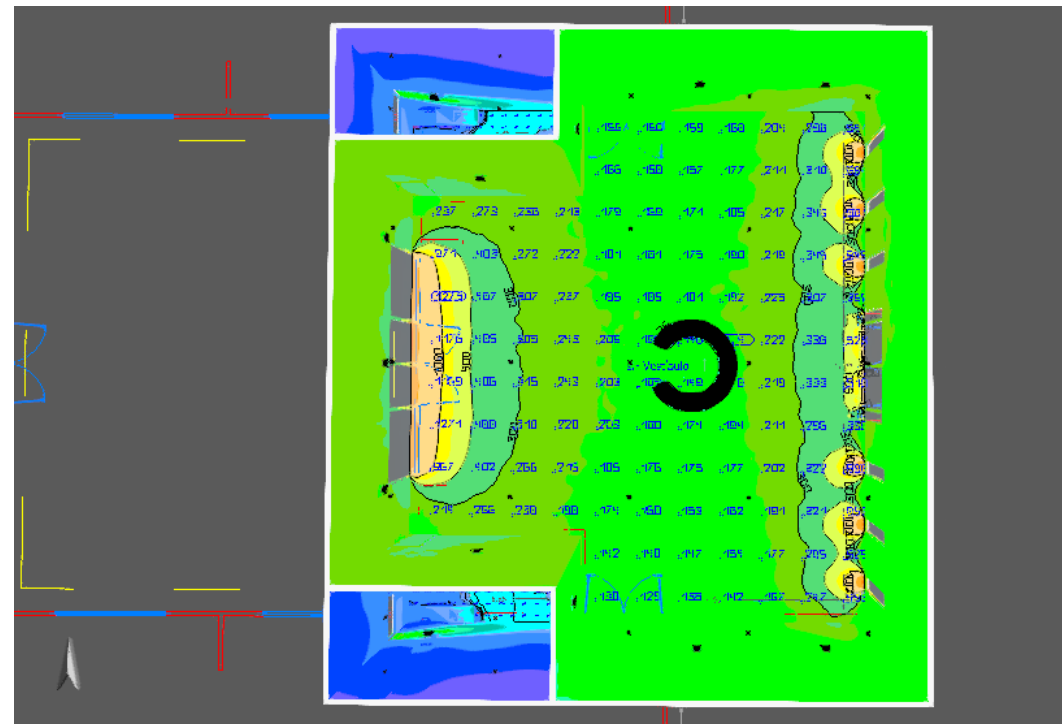


Imagen 48 Equinoccios a las 12 pm
Fuente (DIALux evo, 2023)

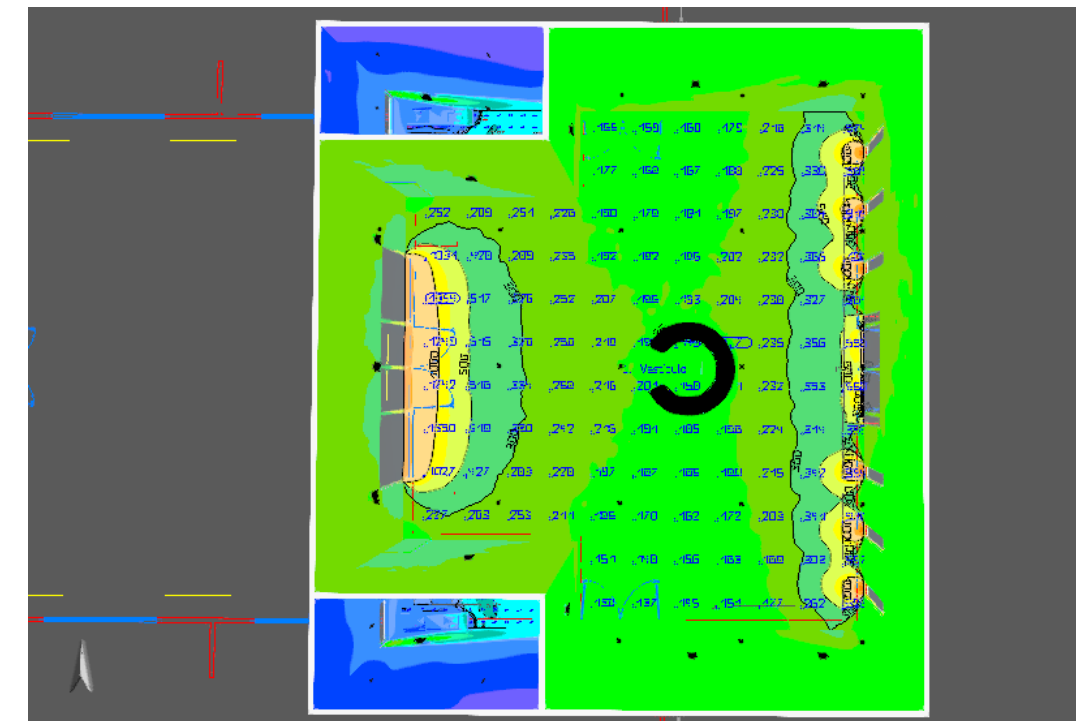


Imagen 49 Solsticio de verano a las 12 pm
Fuente (DIALux evo, 2023)

Las imágenes muestran que durante las 4 estaciones se tienen niveles de iluminación similares a las 12 pm siendo el solsticio de verano la estación con niveles muy ligeramente superiores con respecto a los equinoccios y el solsticio de invierno llegando a los 1000 lux en las ventanas y de 100 a 200 lux al centro del

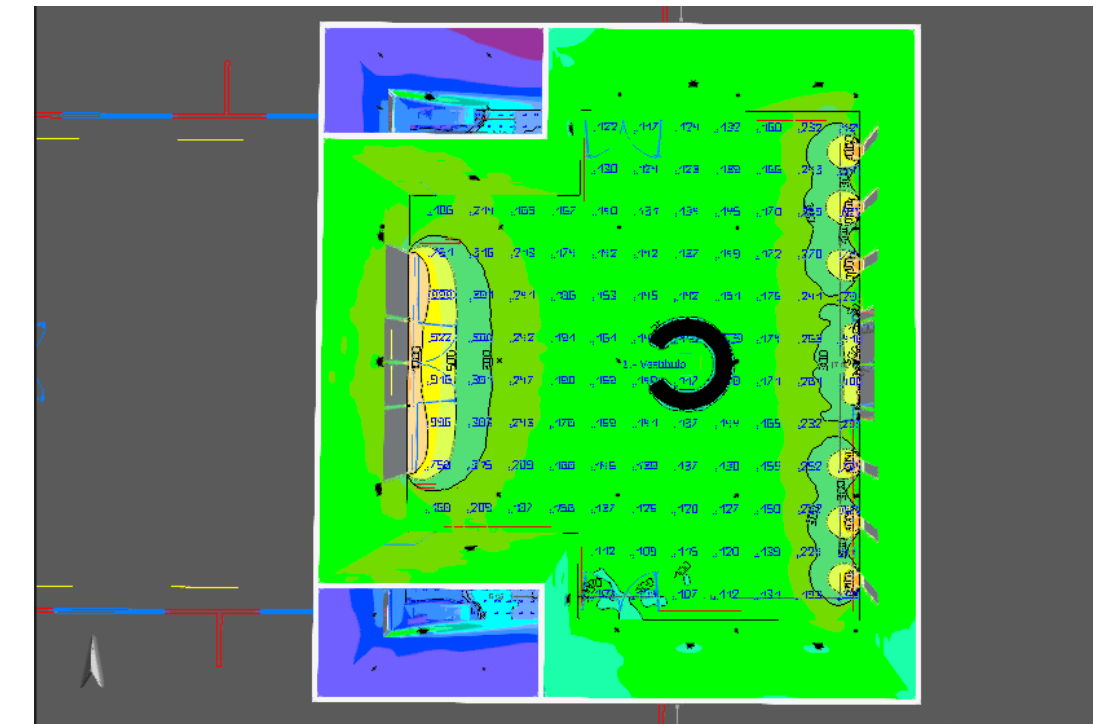


Ilustración 1: Solsticio de invierno 12 pm
Fuente (DIALux evo, 2023)

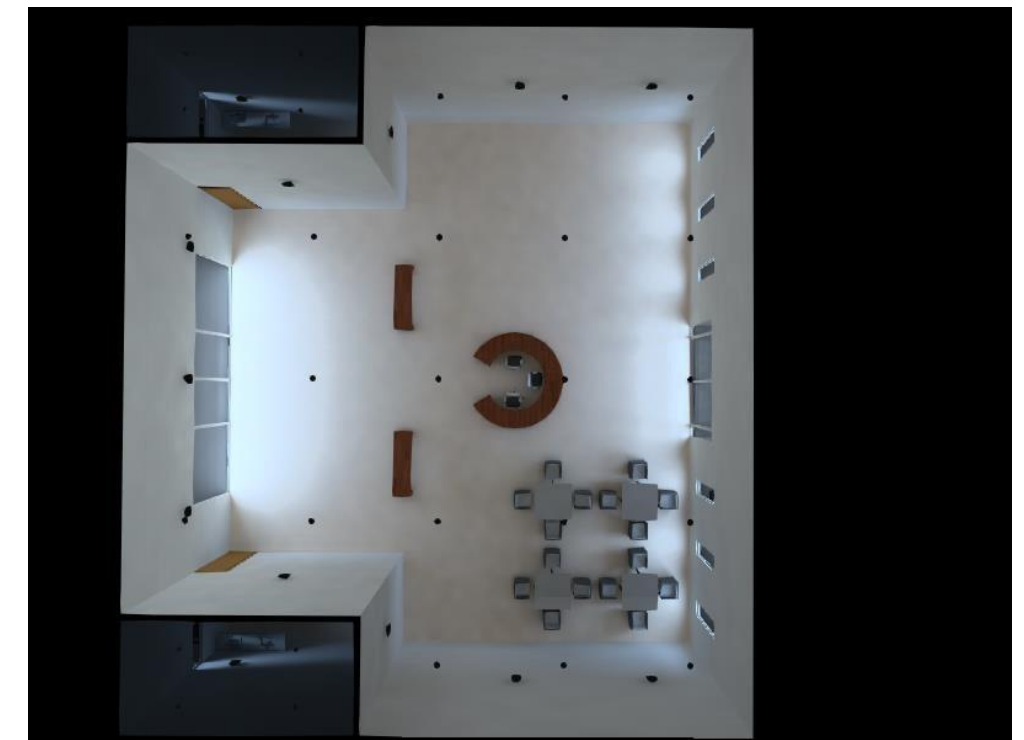
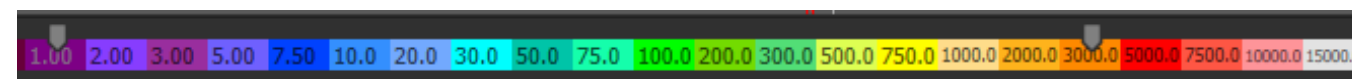


Ilustración 2: Render de iluminación natural en solsticio de verano a las 12 pm
Fuente (DIALux evo, 2023)



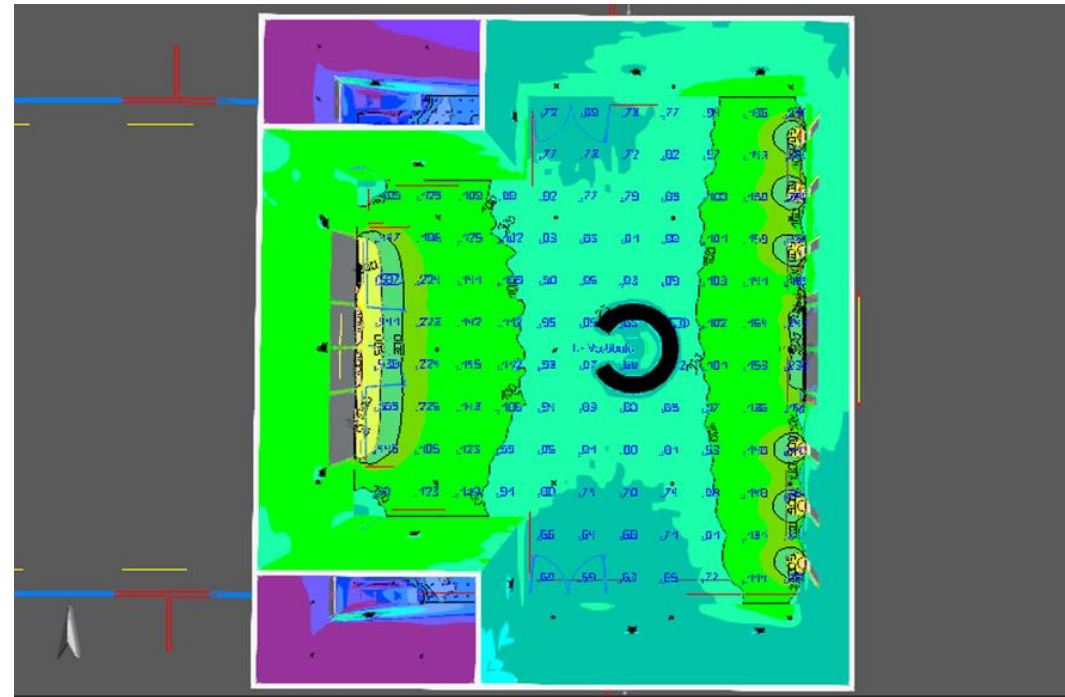


Imagen 50 Equinoccios a las 5 pm
Fuente (DIALux evo, 2023)

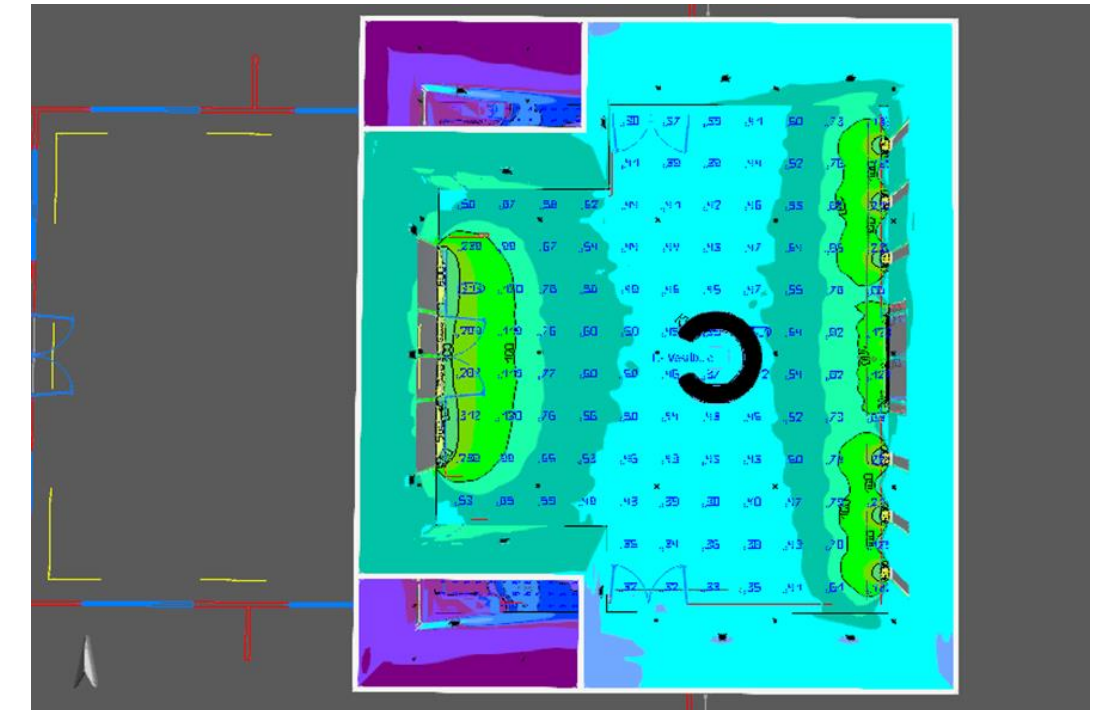


Imagen 52 Solsticio de invierno a las 5 pm
Fuente (DIALux evo, 2023)

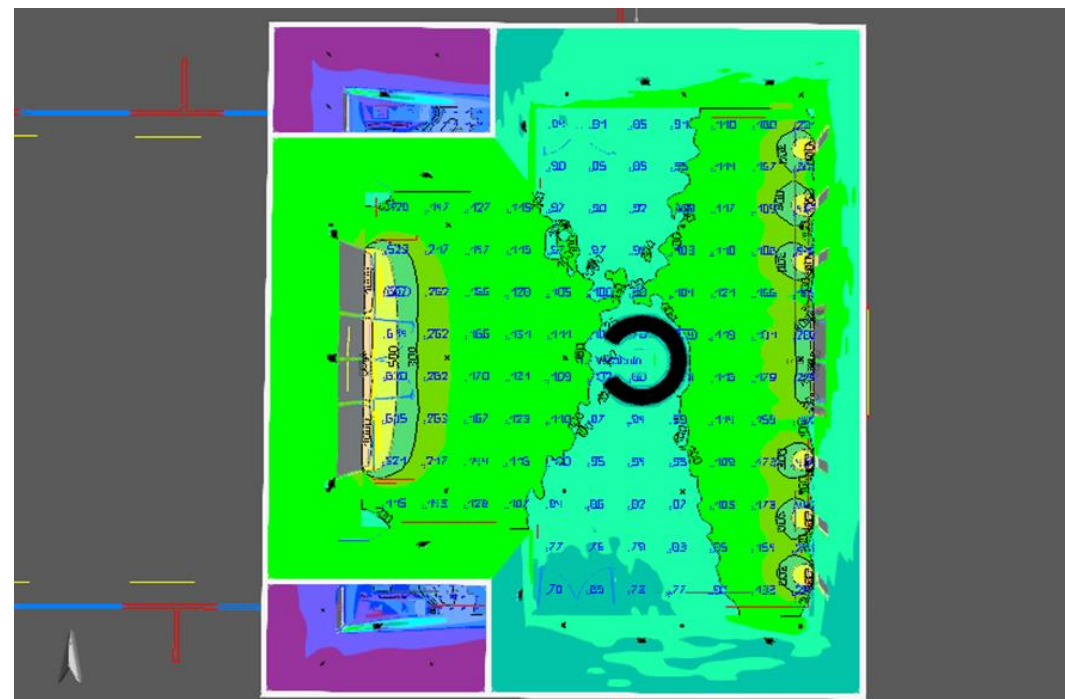


Imagen 51 Solsticio de verano a las 5 pm
Fuente (DIALux evo, 2023)

Para las 5 pm el solsticio de verano es la estación con la mayor iluminación en el vestíbulo, mientras que el solsticio de verano es la estación con los menores niveles de iluminación.

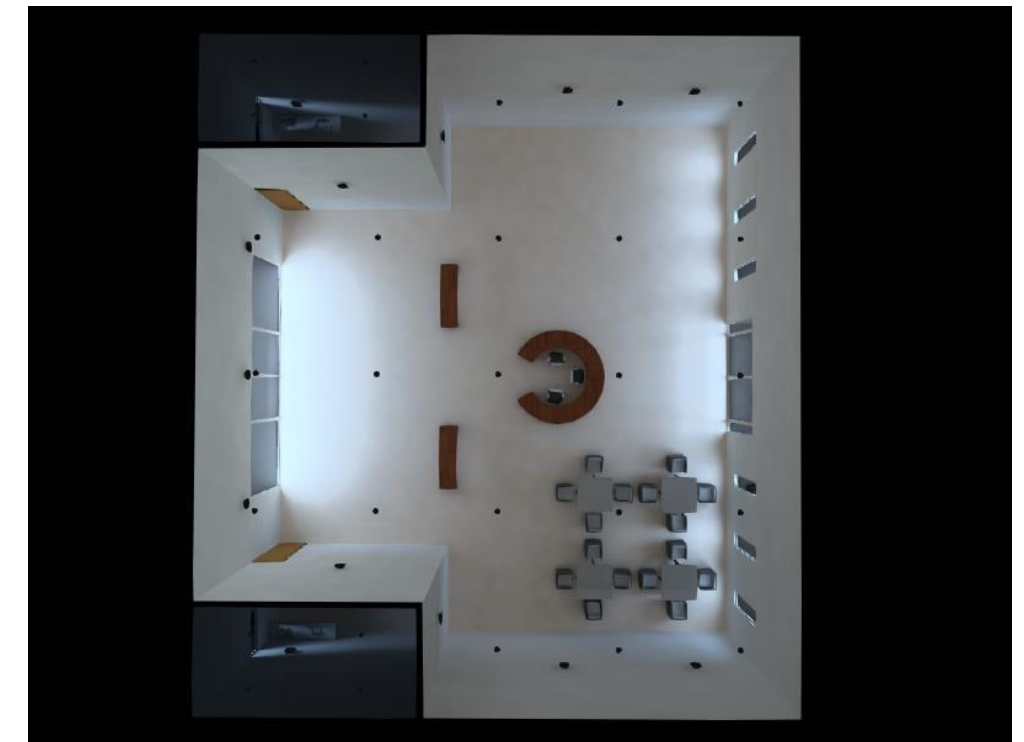
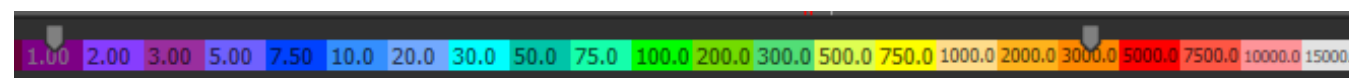


Imagen 53 Render de iluminación natural en solsticio de invierno a las 5 pm
Fuente (DIALux evo, 2023)



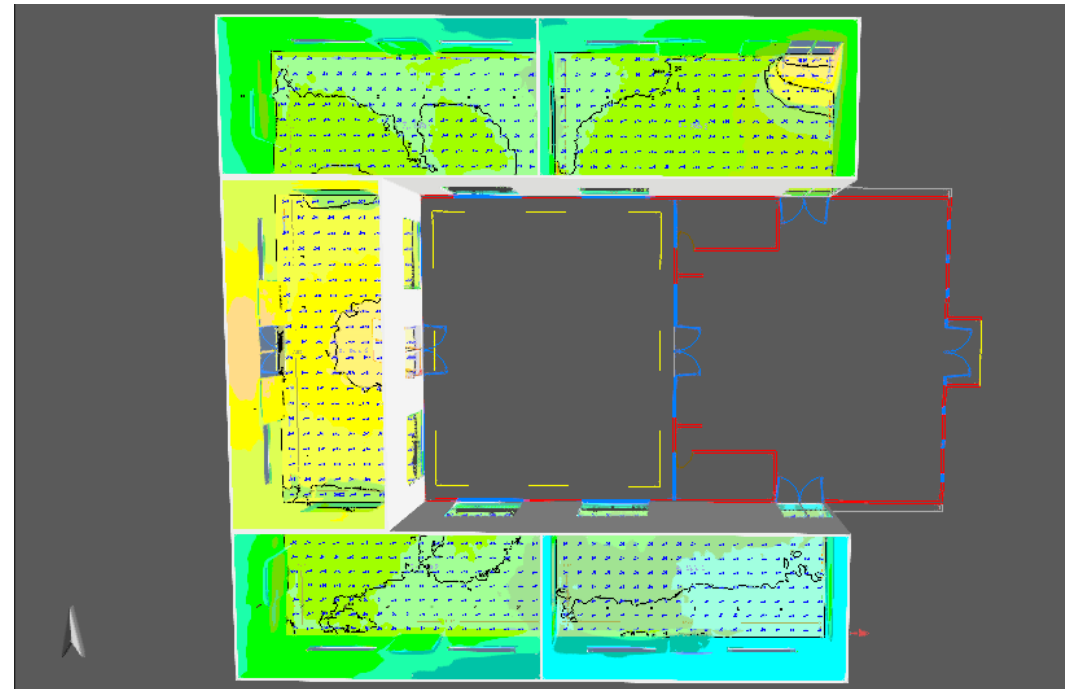


Imagen 54 Equinoccios a las 9 am
 Fuente (DIALux, 2023)

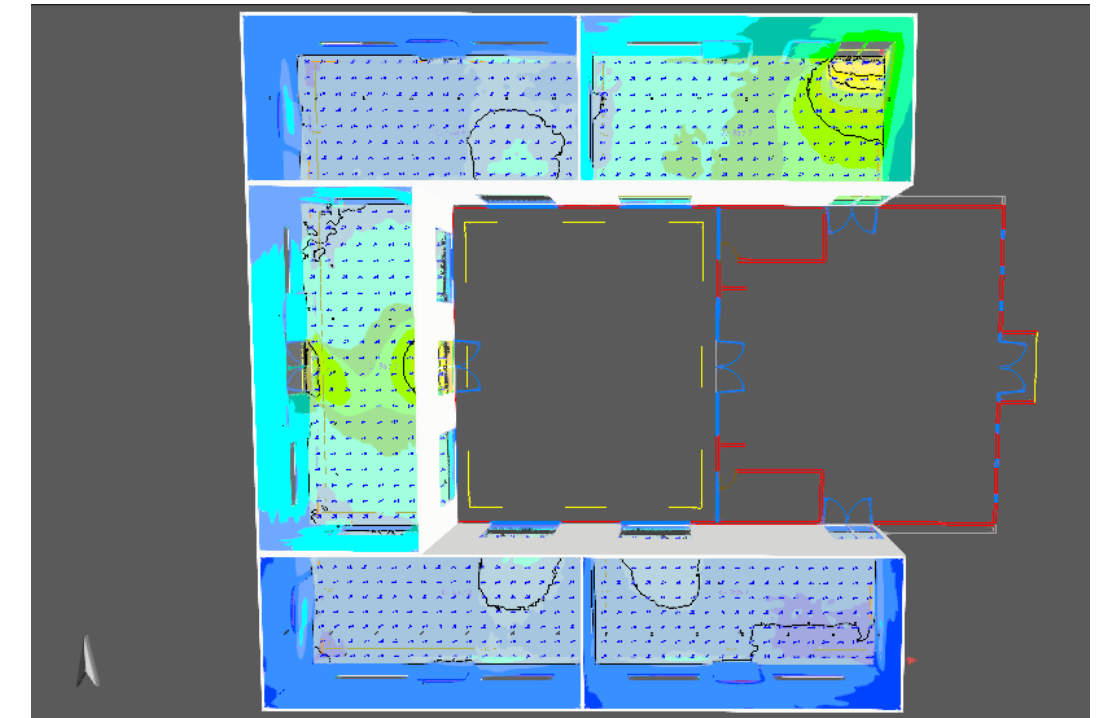


Imagen 56 Solsticio de invierno a las 9 am
 Fuente (DIALux evo, 2023)

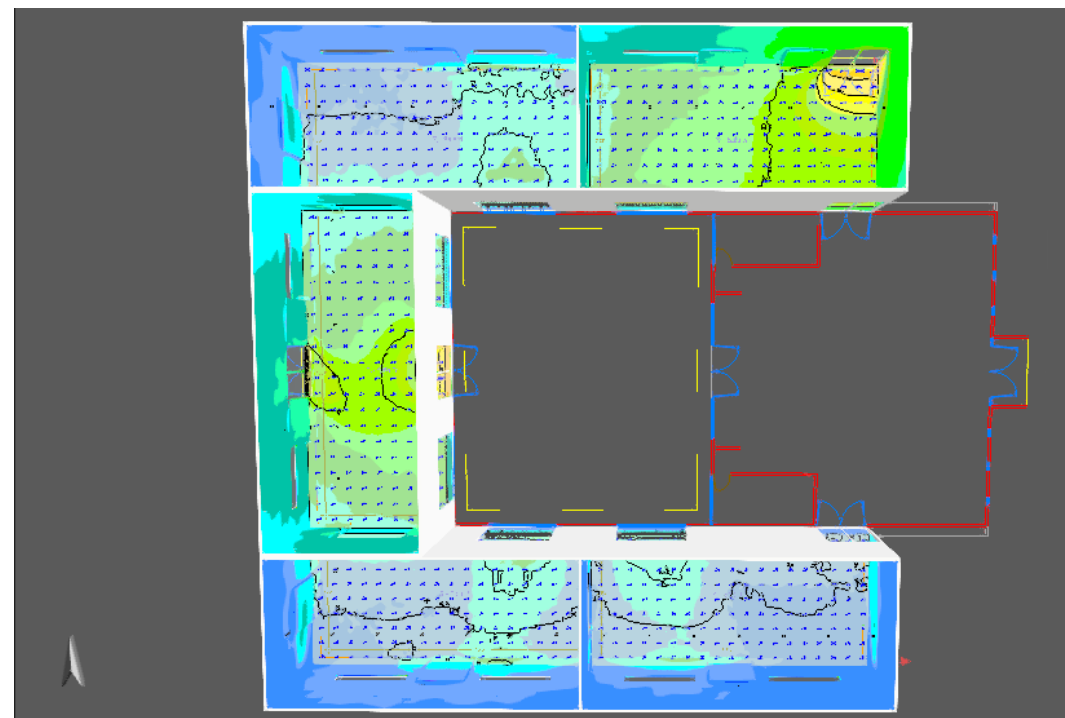
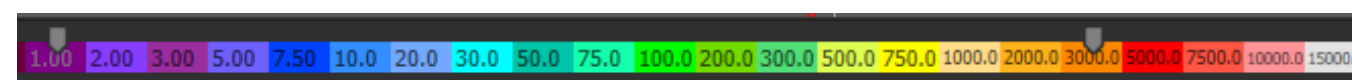


Imagen 55 Solsticio de verano a las 9 am
 Fuente (DIALux evo, 2023)

En las salas se observa que los equinoccios a las 9 am es la estación con mayor iluminación natural, siendo la sala 3 el espacio mejor iluminado con un promedio de 1000 lux. Mientras que el solsticio de invierno es el menos iluminado con las salas 1, 2 y 4 los espacios menos iluminados con apenas 10 lux al interior.



Imagen 57 Render de iluminación natural en solsticio de verano a las 9 am
 Fuente (DIALux evo, 2023)



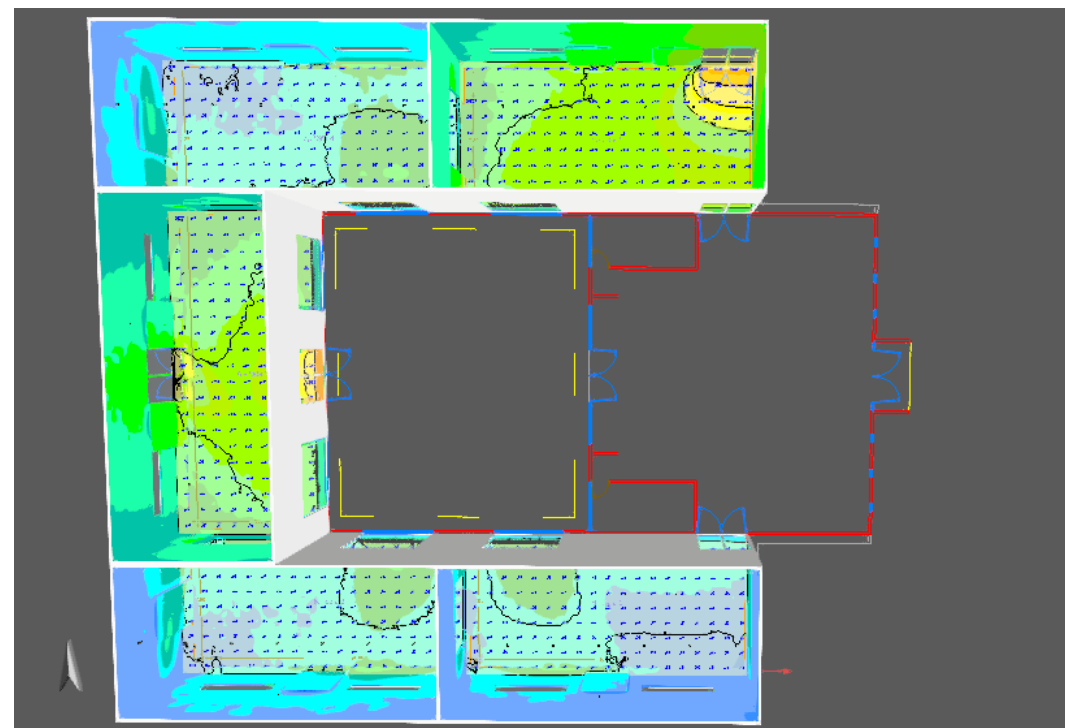


Imagen 58 Equinoccios a las 12 pm
 Fuente (DIALux evo, 2023)

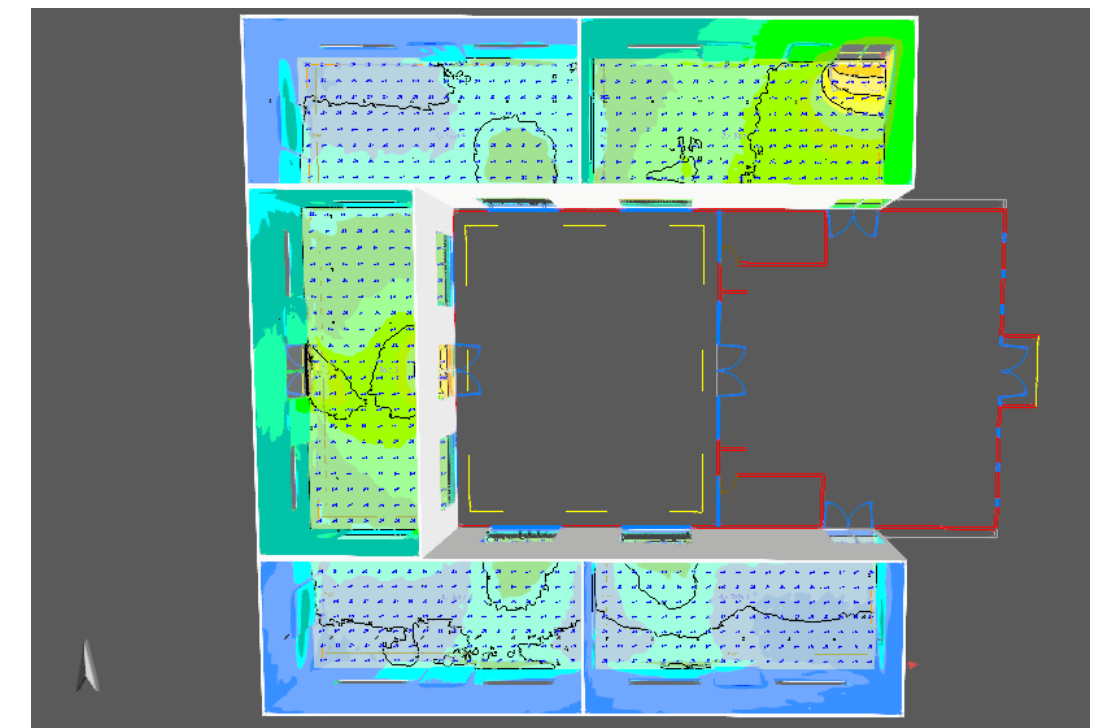


Imagen 60 Solsticio de invierno a las 12 pm
 Fuente (DIALux evo, 2023)

Para las 12 pm, se muestra que las 4 estaciones tienen niveles de iluminación similares, siendo la sala 5 la mejor iluminada y la sala 1 y 2 los espacios con el menor alumbrado natural.

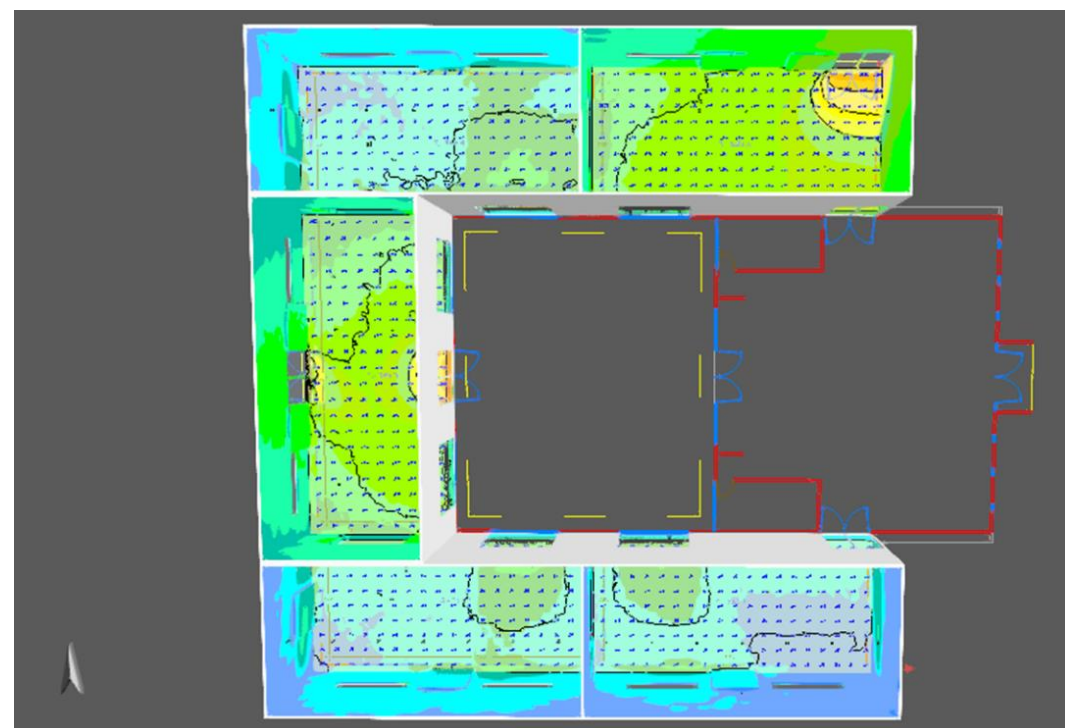
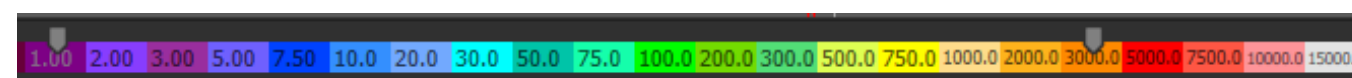


Imagen 59 Solsticio de verano a las 12 pm
 Fuente (DIALux evo, 2023)



Imagen 61 Render de iluminación natural en solsticio de verano a las 12 pm
 Fuente (DIALux evo, 2023)



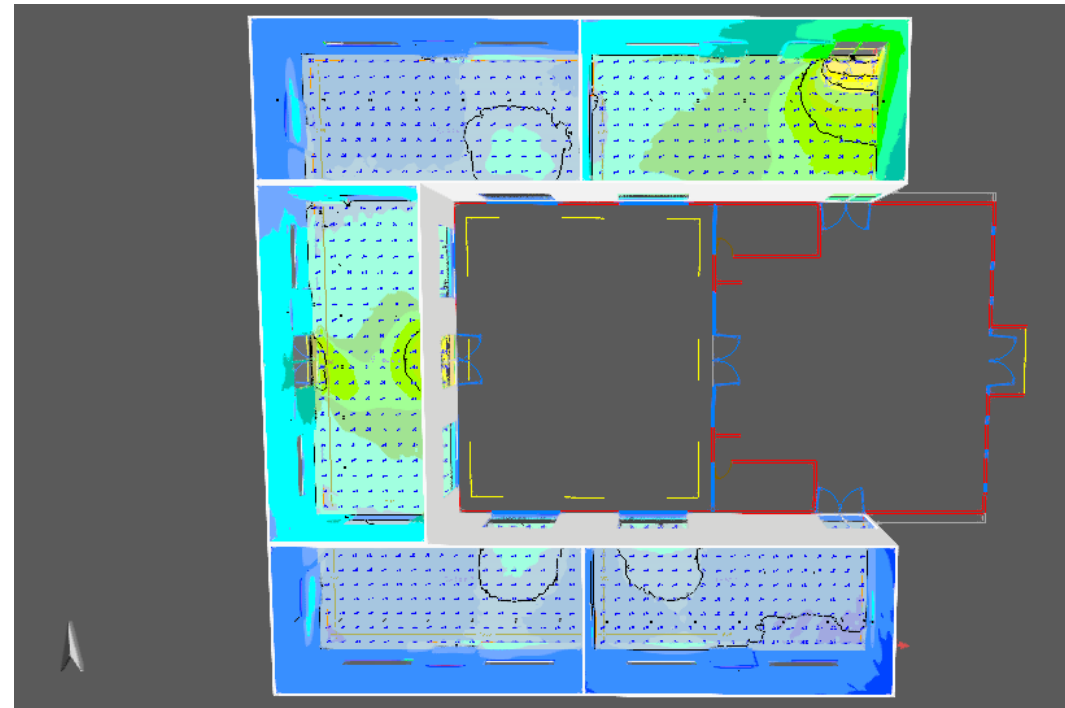


Imagen 62 Equinoccios a las 5 pm
 Fuente (DIALux evo, 2023)

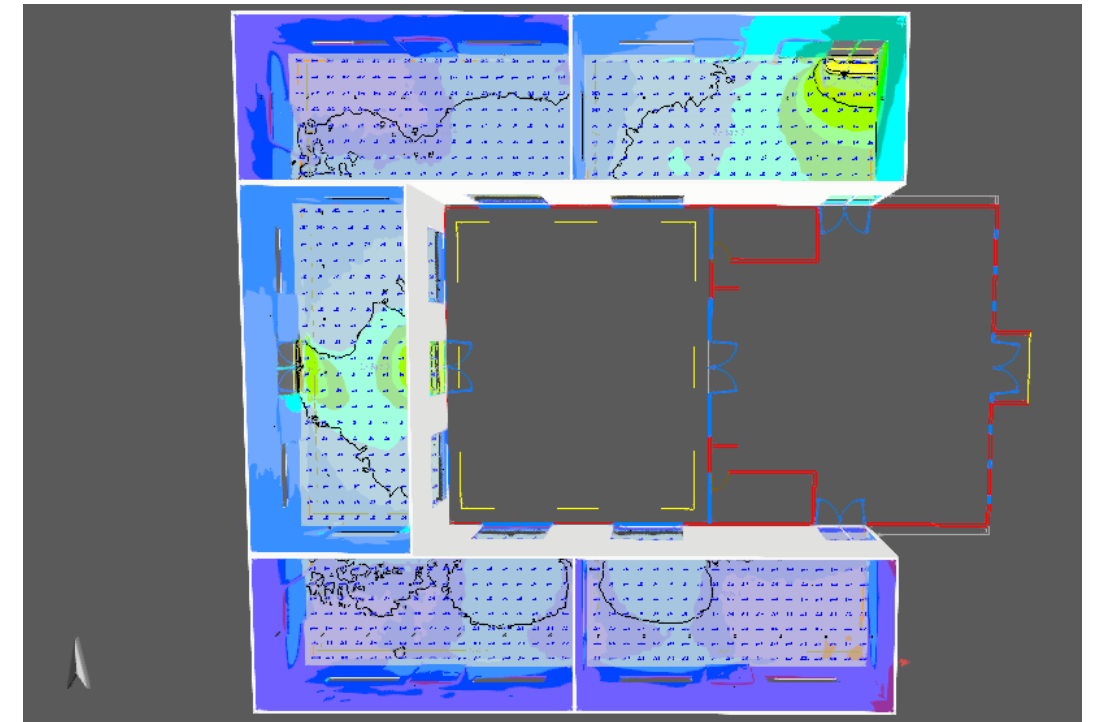


Imagen 64 Solsticio de invierno a las 5 pm
 Fuente (DIALux evo, 2023)

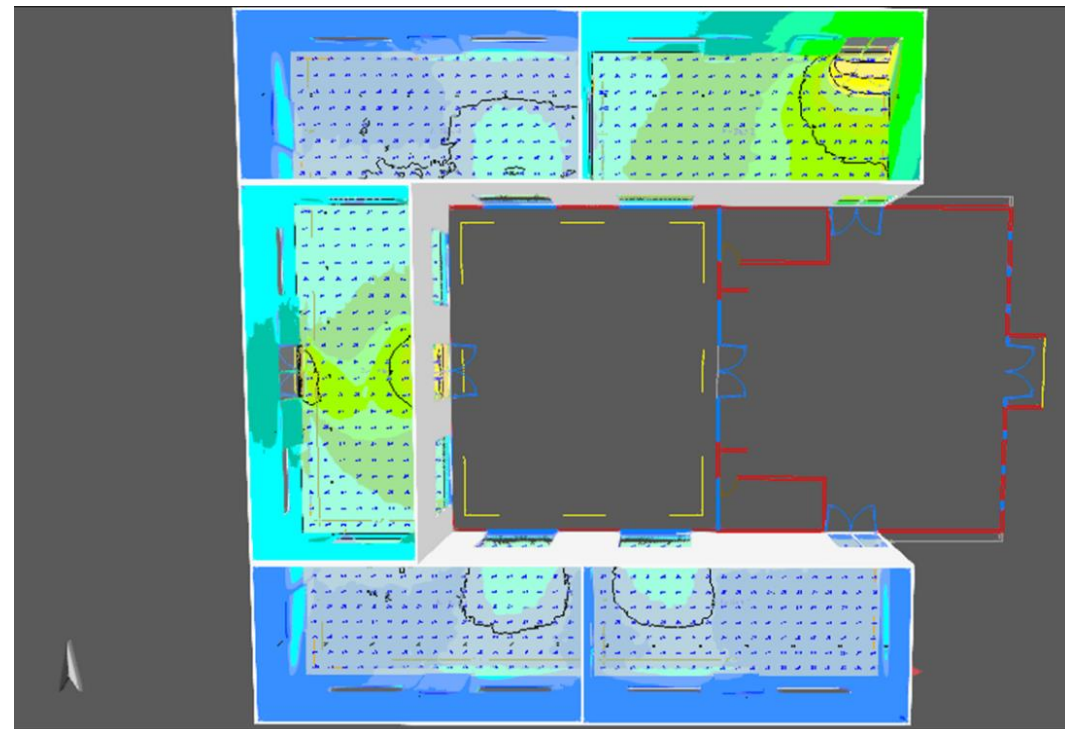
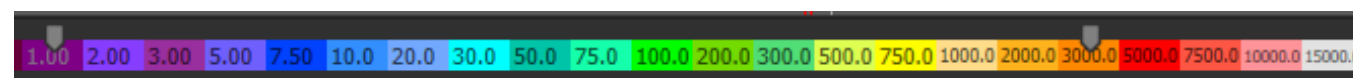


Imagen 63 Solsticio verano a las 5 pm
 Fuente (DIALux evo, 2023)

Por último, se observa que los equinoccios y el solsticio de verano son las estaciones más iluminadas con rangos similares, mientras que el solsticio de invierno es la que presenta los niveles más bajos de iluminación a las 5 pm.



Imagen 65 Render de iluminación natural en solsticio de invierno a las 5 pm
 Fuente (DIALux evo, 2023)



4.4.4. EFICIENCIA ENERGÉTICA

Se realizará el cálculo de consumo energético que genera el edificio, por consiguiente, se muestra el consumo con relación a la iluminación natural que penetra dentro de los espacios que conforman al museo. Donde la línea naranja representa los niveles de iluminación natural y la línea azul representa la iluminación artificial



Gráfica 54: Niveles de iluminación natural y artificial en vestíbulo durante los equinoccios
Fuente (DIALux evo, 2023)



Gráfica 55: Niveles de iluminación natural y artificial en vestíbulo durante el solsticio de verano
Fuente (DIALux evo, 2023)



Gráfica 56: Niveles de iluminación natural y artificial en vestíbulo durante solsticio de invierno
Fuente (DIALux evo, 2023)



Gráfica 57: Niveles de iluminación natural y artificial en salas durante los equinoccios
Fuente (DIALux evo, 2023)



Gráfica 59: Niveles de iluminación natural y artificial en salas durante solsticio de invierno
Fuente (DIALux evo, 2023)



Gráfica 58: Niveles de iluminación natural y artificial en salas durante solsticio de verano
Fuente (DIALux evo, 2023)

Consumo de energía anual

	No controlado	Controlado	Ahorro
Consumo energético (kWh/a)	1664	398	1266
LENI (kWh/(m ² * a))	6.74	1.61	5.13
Coste (€/a)	499.18	119.28	379.90
CO ₂ (kg/a)	667	159	508

Autonomía con luz solar: 14 %

Datos de planificación

Perfil de uso	Configuración DIALux predeterminada (5.26.2 Estándar (oficina))
Iluminancia objetivo	500 lx
Tiempos de uso	9:00 - 17:00 en punto
Días a la semana	6 (lun - sáb)

Tabla 31: Consumo energético anual del vestíbulo Fuente
(DIALux evo, 2023)

Consumo de energía anual

	No controlado	Controlado	Ahorro
Consumo energético (kWh/a)	569	499	70.8
LENI (kWh/(m ² * a))	4.67	4.09	0.58
Coste (€/a)	170.85	149.60	21.24
CO ₂ (kg/a)	228	200	28.4

Autonomía con luz solar: 0 %

Datos de planificación

Perfil de uso	Configuración DIALux predeterminada (5.26.2 Estándar (oficina))
Iluminancia objetivo	500 lx
Tiempos de uso	9:00 - 17:00 en punto
Días a la semana	6 (lun - sáb)

Tabla 32: Consumo energético anual de las salas de exposición
Fuente (DIALux evo, 2023)

CONCLUSIONES:

El cálculo en DIALux EVO se realizó basado en niveles de iluminación de normas nacionales e internacionales, teniendo énfasis en cumplir la normativa nacional aplicable. Fueron utilizadas luminarias que cumplieran con las características de los espacios y alturas con las que cuenta el museo.

La proyección de las isolíneas y colores falsos, así como también los puntos de cálculo en el modelo 3D del vestíbulo muestra que los niveles de iluminación son un 95% uniformes en toda el área del mismo a excepción de las esquinas donde es ligeramente menor. En los baños debido a que se realizan diferentes actividades donde se requiere niveles específicos para cada una. Se optó por tener un nivel unificado de 200 lux en el área total de cada baño.

Para el área de las salas de exposición de requiere un nivel de iluminación de 300 lux para la zona de circulación que para este caso será la parte central de cada sala.



Fotografía 28 Sala de exhibición en museo barroco internacional
Fuente (Ramírez Iván, 2023)

En la parte de cálculo de iluminación natural, se mostró que el solsticio de verano es la estación donde los niveles de iluminación natural son mayores en el vestíbulo, mientras que el solsticio de invierno el que presenta los niveles más bajos de iluminación. Por otra parte, los equinoccios son las estaciones donde hay mayor iluminación natural en las salas de exposición.

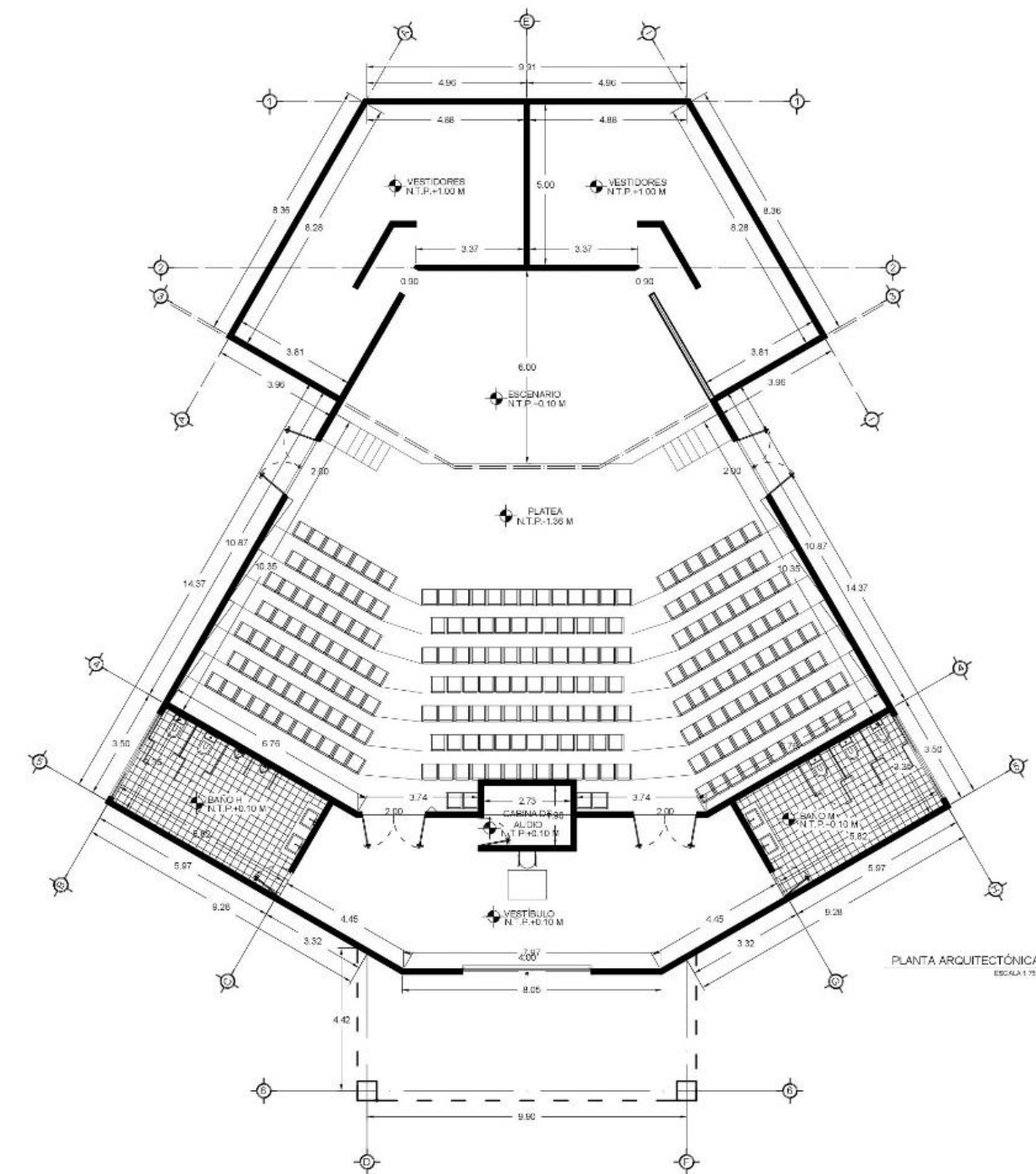
Por último, el cálculo de consumo energético muestra que los niveles de iluminación natural dentro de los espacios tienen un incremento desde el amanecer y hasta las 10 am, alcanzando su punto más bajo a las 12 pm y a partir de esta hora, comienza el incremento de nuevo hasta el ocaso, este fenómeno se presenta en los equinoccios y solsticio de verano. Para el solsticio de invierno muestra un incremento uniforme de iluminación natural en los espacios del museo, alcanzando su pico entre las 13 y 14 hrs.

4.5 ANÁLISIS ACÚSTICO

La acústica es la rama de la física que estudia la generación, propagación y propiedades del sonido, así como su producción y comportamiento en diferentes medios, incluyendo gases, líquidos y sólidos. También se ocupa del tratamiento y del aislamiento acústico para lograr el llamado confort acústico en un determinado ambiente.

El confort acústico se refiere al nivel sonoro en un ambiente o espacio que no molesta ni perturba a las personas y no causa daño directo a su salud. Es el bienestar y la sensación de los ocupantes de un edificio u hogar con respecto al entorno acústico. El confort acústico debe tener un diseño especial en construcciones donde se realicen representaciones artísticas, tales como auditorios, teatros, cines etc.

En este caso se realizará el análisis y balance acústico de un auditorio, el cual tiene una capacidad de 223 usuarios, la ubicación del auditorio se encuentra dentro del proyecto del museo del agua.

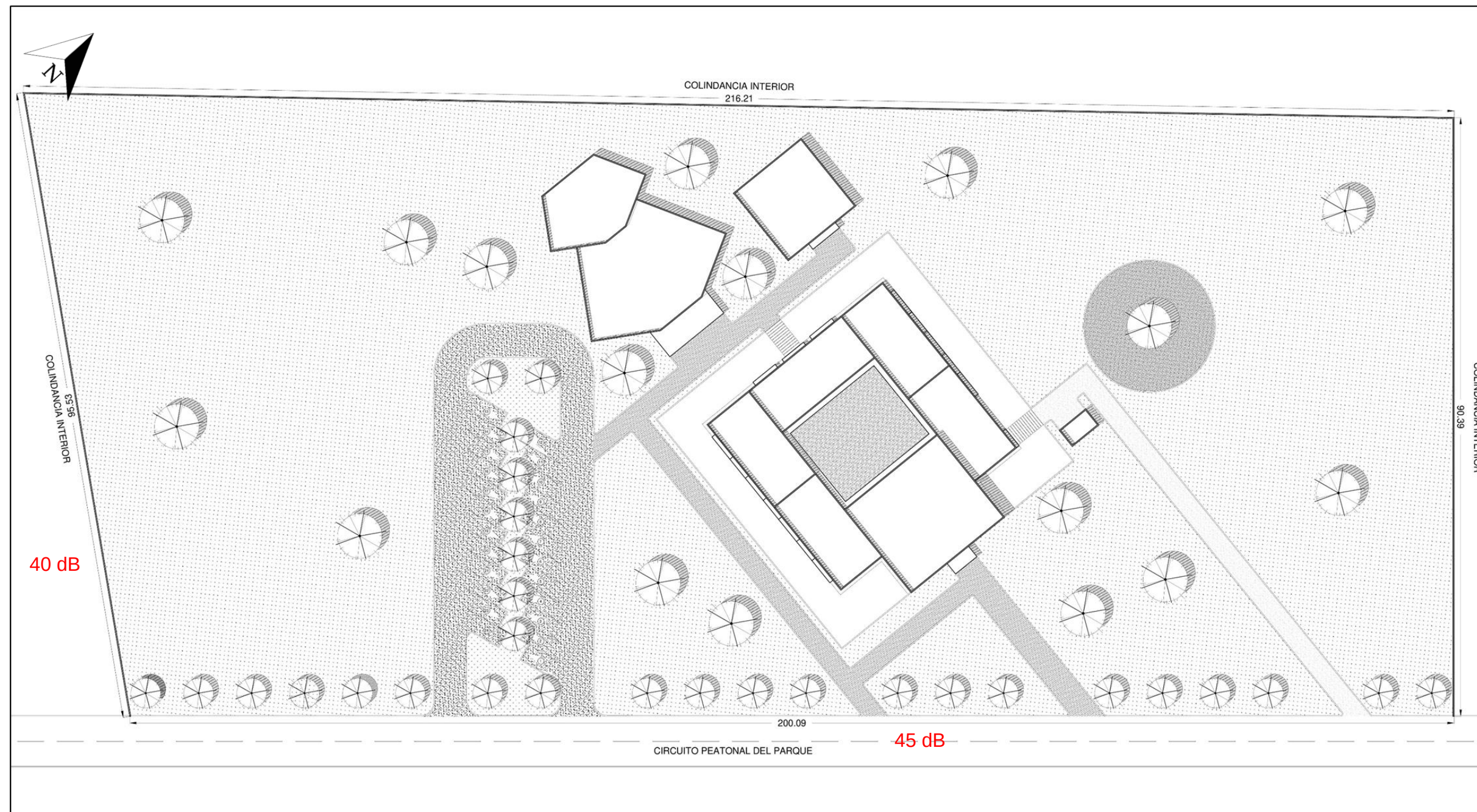


Plano 22 Planta arquitectónica del auditorio
(Fuente AutoCAD, 2023)

El plano 1 muestra la ubicación del auditorio en el predio del proyecto, se menciona que se encuentra en la parte posterior del mismo, también se observa que no hay objetos o construcciones que no generen ruidos a niveles molestos hacia el interior del auditorio, por lo que no será necesario el aislamiento acústico del mismo.

4.5.1 UBICACIÓN DE FUENTES SONORAS

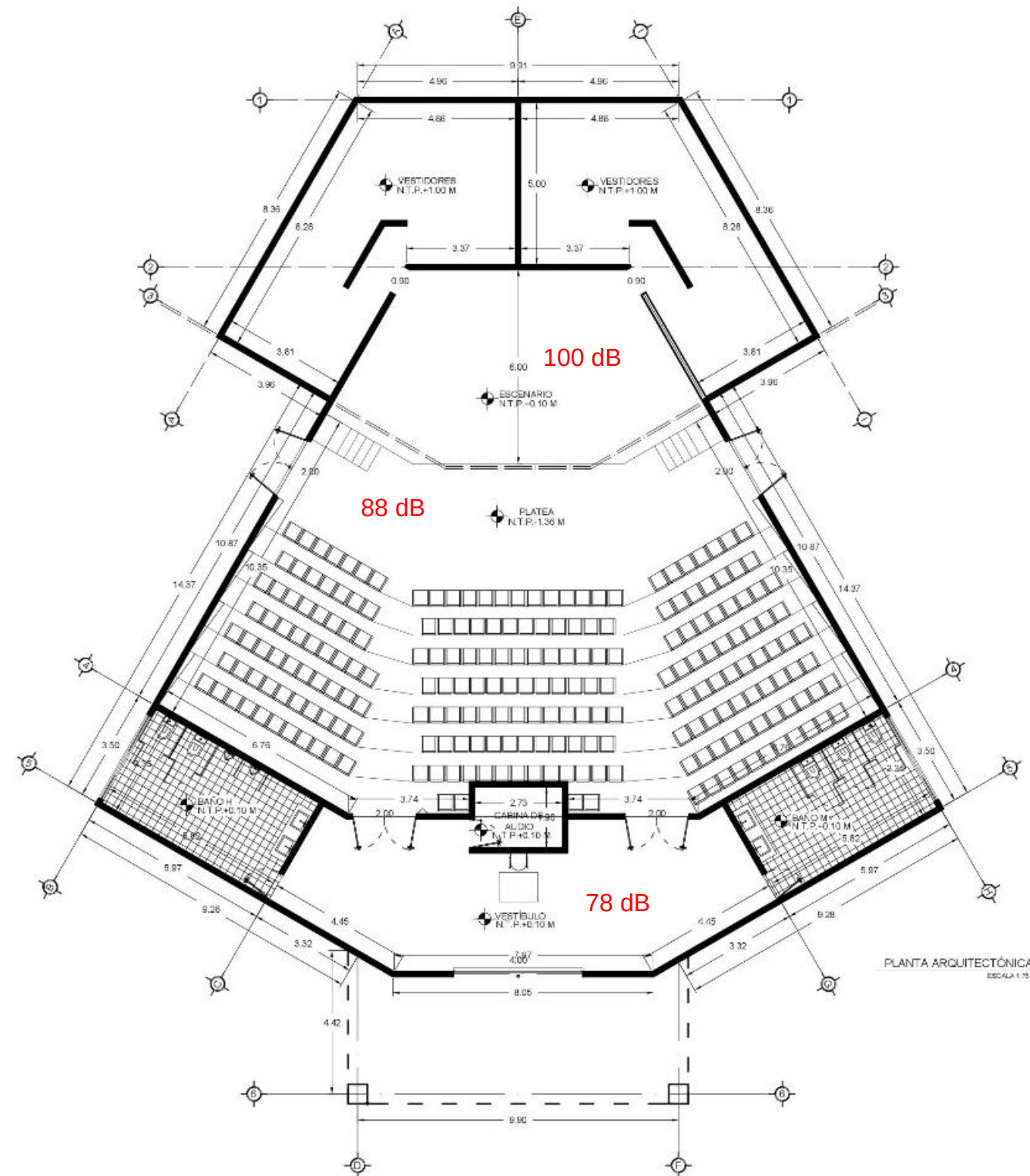
El auditorio es un edificio externo que se encuentra en la parte posterior del museo, el predio se ubica dentro del parque ecológico “Sierra hermosa” ver plano 1 y 3, debido a que las fuentes sonoras exteriores se encuentran a más de 100 metros a la redonda y siendo la planta tratadora de agua la única fuente de ruido cercana.



Plano 1: Conjunto
Fuente (Ramírez Iván, 2023)

4.5.2 IDENTIFICACIÓN DE BARRERAS

Se usará el mismo sistema constructivo del museo en el auditorio como lo muestran tanto las imágenes 20 y 21 como las tablas 21 y 22.



Plano 22 Planta arquitectónica del auditorio
Fuente (Ramírez Iván, 2023)

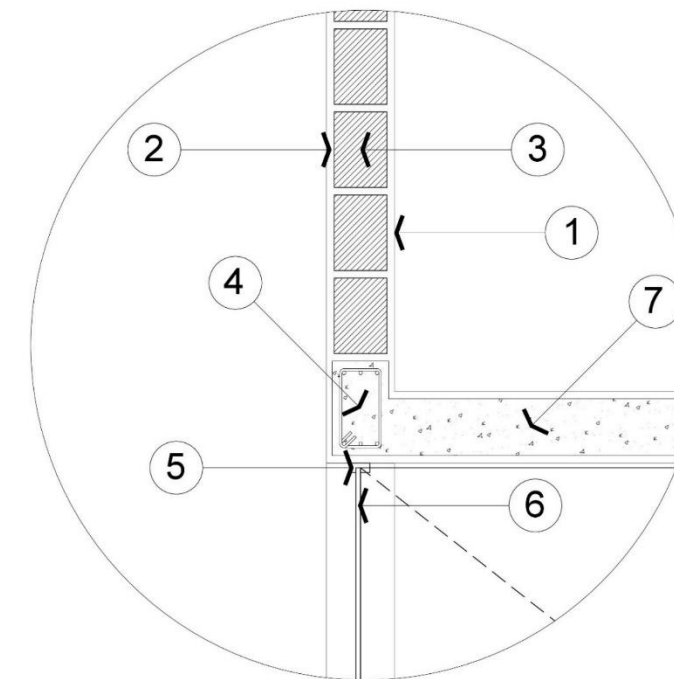


Imagen 12 Detalle constructivo en muros del auditorio
Fuente (Ramírez Iván, 2023)

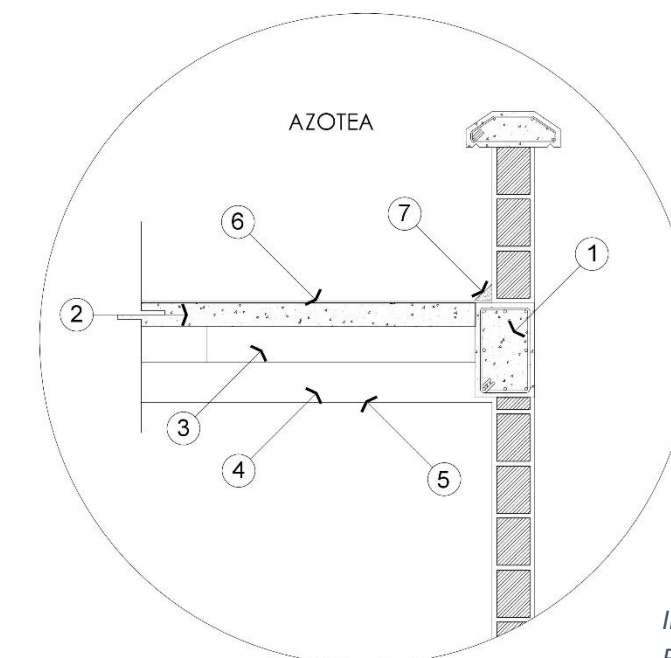


Imagen 13 Detalle constructivo en losas del auditorio
Fuente (Ramírez Iván, 2023)

4.5.3 DEFINICIÓN DE MATERIALES DE SUPERFICIES INTERIORES E IDENTIFICACIÓN DE NRC

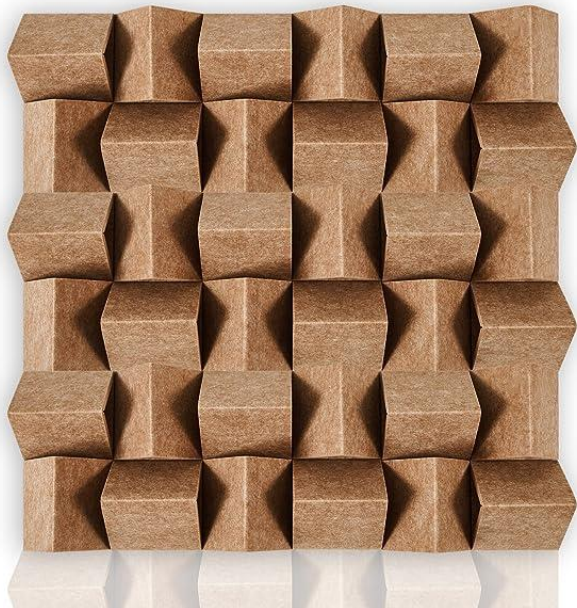
Para falso plafones



NRC: 0.60

Imagen 66 Plafón
Fuente (<https://www.armstrongceilings.com/>, 2023)

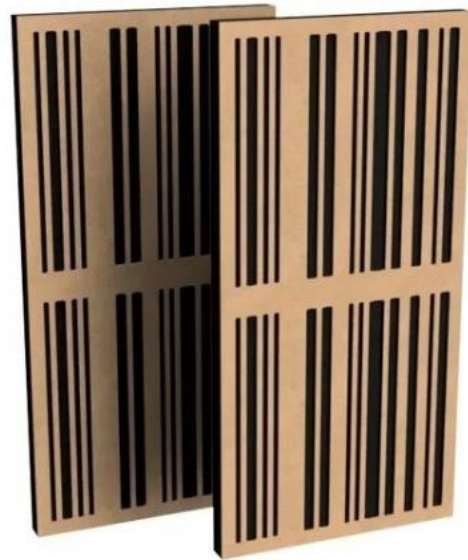
Para plafones



NRC: 0.95

Imagen 67 Panel difusor para plafón
Fuente (Amazon mx, 2023)

Para muros



NRC: 0.40

Imagen 68 panel difusor para muro
Fuente (Mercado libre, 2023)

Para firmes:



NRC: 0.04

Imagen 69 Material para firme en auditorio
Fuente (tapetesypisos.com.mx, 2023)

4.5.4: DEFINICIÓN DE VOLUMEN DE ESPACIOS, CÁLCULO DE ABSORCIÓN SONORA TOTAL, CÁLCULO DE TIEMPO DE REVERBERACIÓN

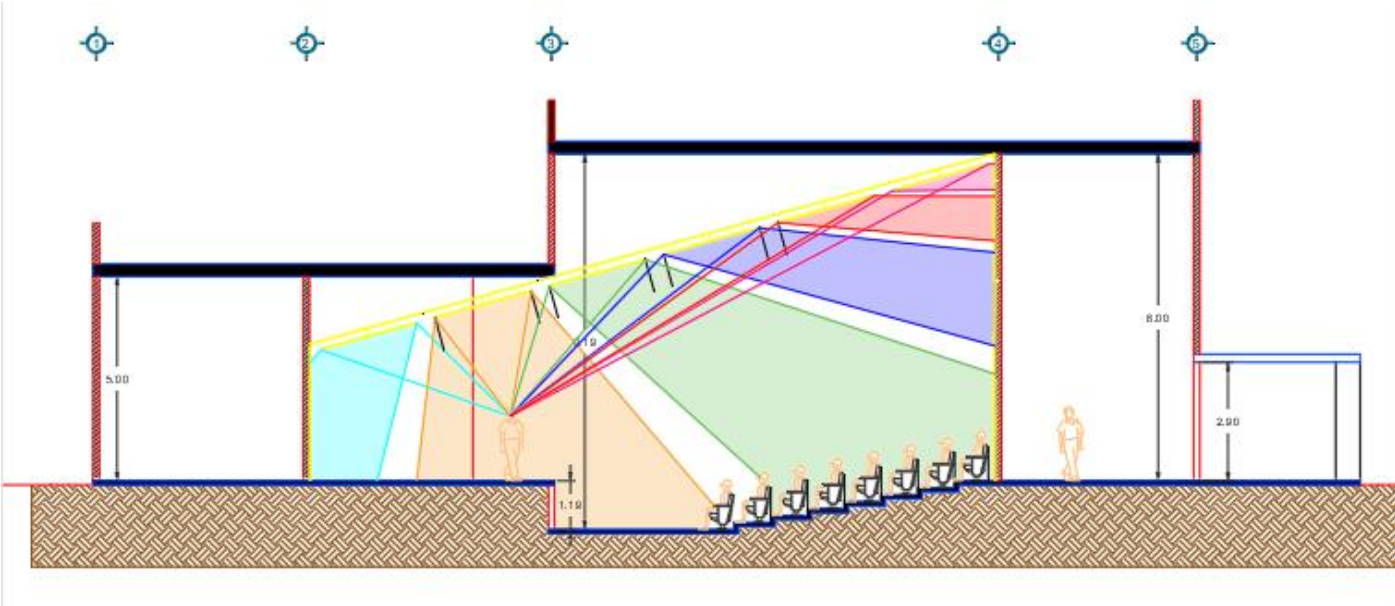
MATERIAL	ÁREA M2	NRC	M2 ABSORBENTES
BLOCK MACIZO	202.29	0.02	4.0458
PLAFON ACÚSTICO	179.13	0.6	107.478
DIFUSORES PARA LOSA	68.2	0.95	64.79
DIFUSORES PARA MUROS	72	0.4	28.8
PANELES PERFORADOS	172.92	0.4	69.168
PUERTA METALICA	21.6	0.55	11.88
ESCENARIO DE MADERA	55.47	0.08	4.4376
ALFOMBRA DELGADA	191.9	0.04	7.676
PUBLICO EN ASIENTO DE MADERA CON BASE ACOLCHONADA	223	0.41	91.43
TOTAL:	1186.51		389.7054

VOLUMEN DEL ESPACIO	
m³	2115
Factor	0.161
vol	
/m²absorbidos	5.42717653
RT del espacio (SEG)	0.87377542

CRITERIO 1S

Tabla 33 Cálculos de absorción y reverberación
Fuente (Ramírez Iván, 2023)

Se proponen los materiales de las imágenes 66 a 69 como materiales de absorción interiores. en la tabla 33 se muestran los cálculos de absorción usando los NRC de cada material, así como el cálculo de reverberación.



Plano 23 Corte X-X' mostrando la geometría acústica en los plafones del auditorio
Fuente (Ramírez Iván, 2023)

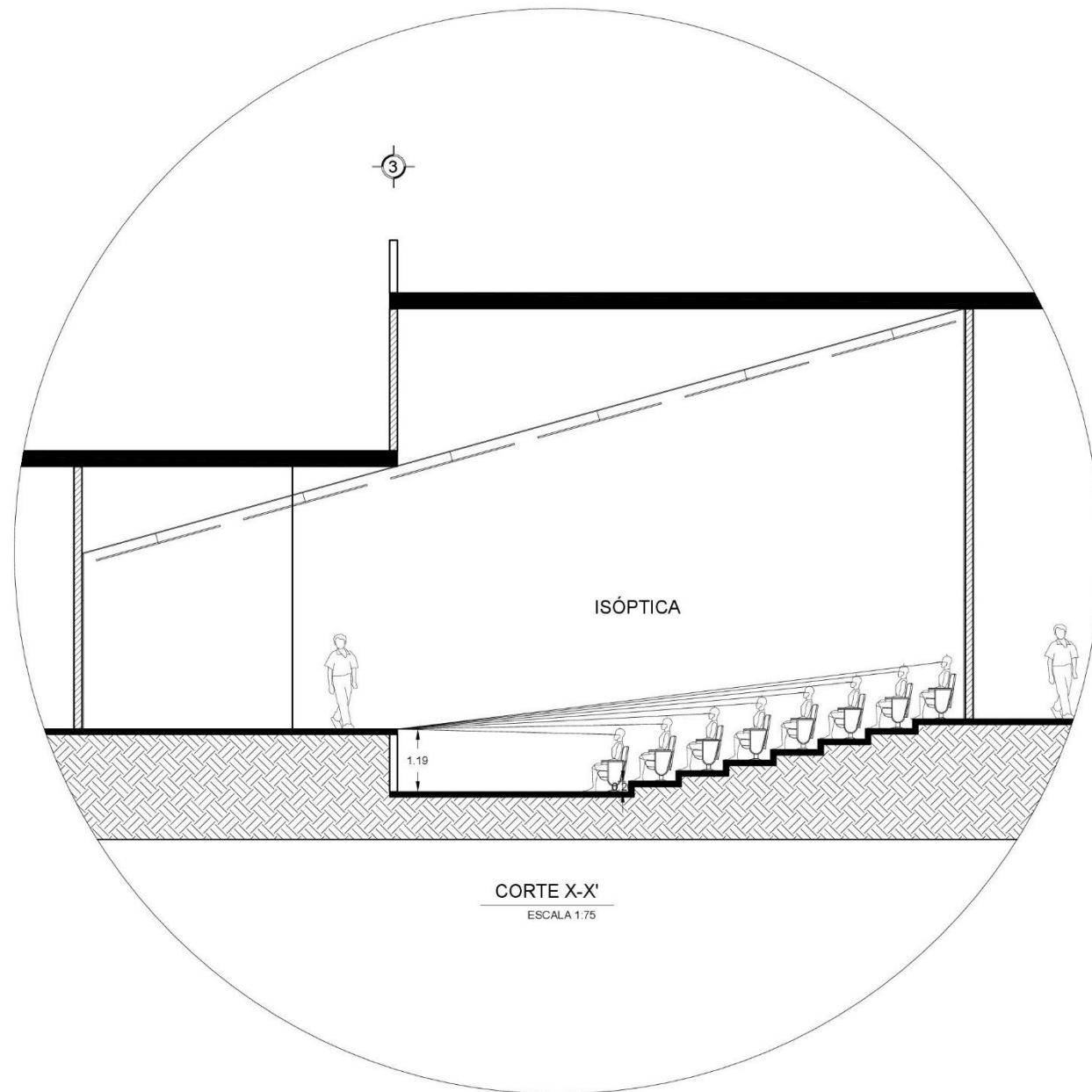


Imagen 70 Detalle de la isóptica del auditorio
Fuente (Ramírez Iván, 2023)

Como se observa en la imagen 70, la isóptica se cumple al tener las butacas una altura de 19 cm con respecto a la fila anterior y teniendo una altura del escenario de 1.19 m

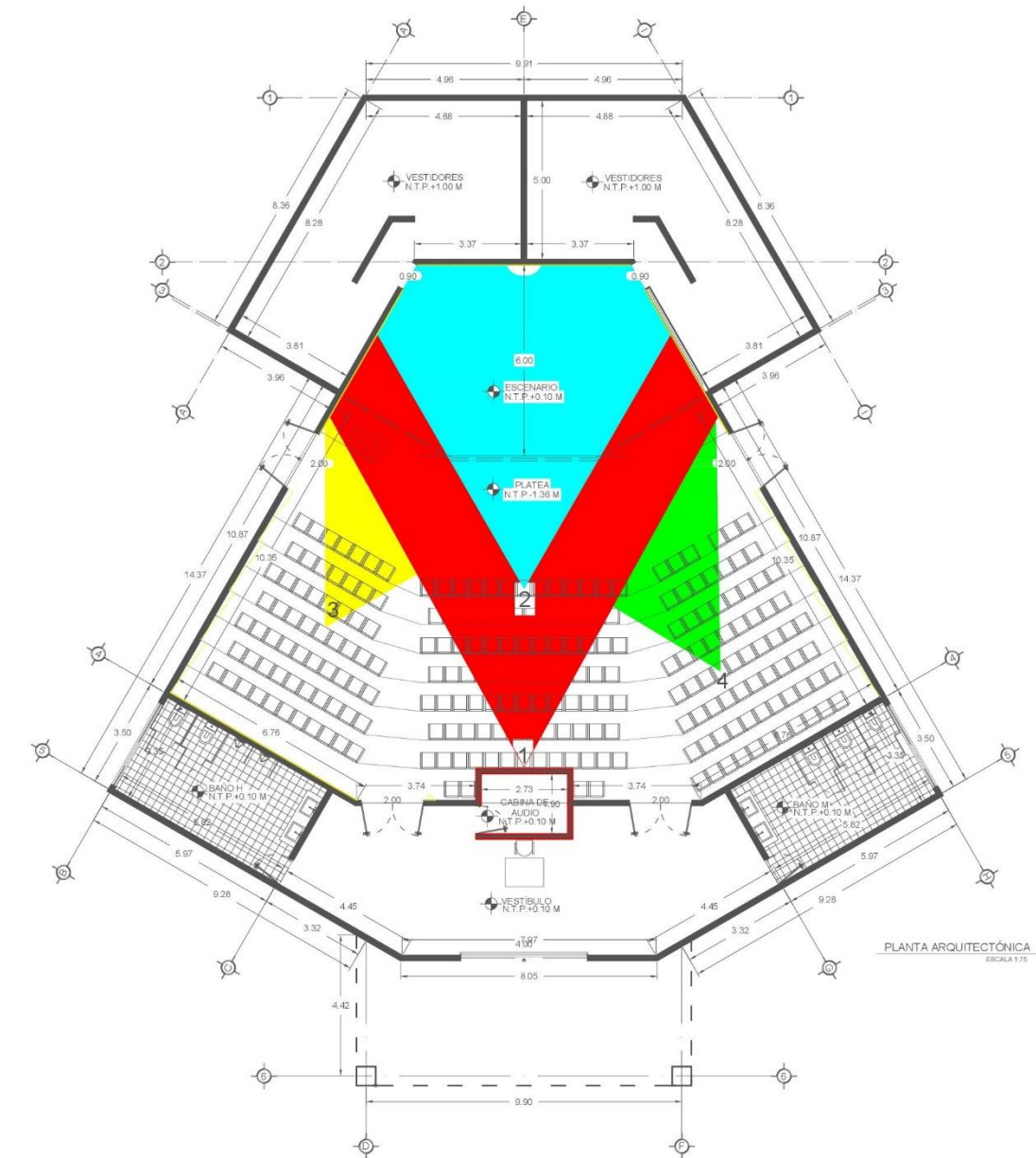


Imagen 71 Plano de panóptica en el auditorio
Fuente (Ramírez Iván, 2023)

La imagen 71 muestra la panóptica en distintos puntos del área de butacas del auditorio, teniendo en cuenta que la vista humana tiene un ángulo de visión de 60° en el plano horizontal. En el punto 1 el usuario se encuentra en la séptima fila de asientos donde se observa todo el escenario, igual que los asientos de los puntos 3 y 4, mientras que el usuario del punto 2 que se encuentra en la primera fila solo tiene una cobertura parcial del escenario.

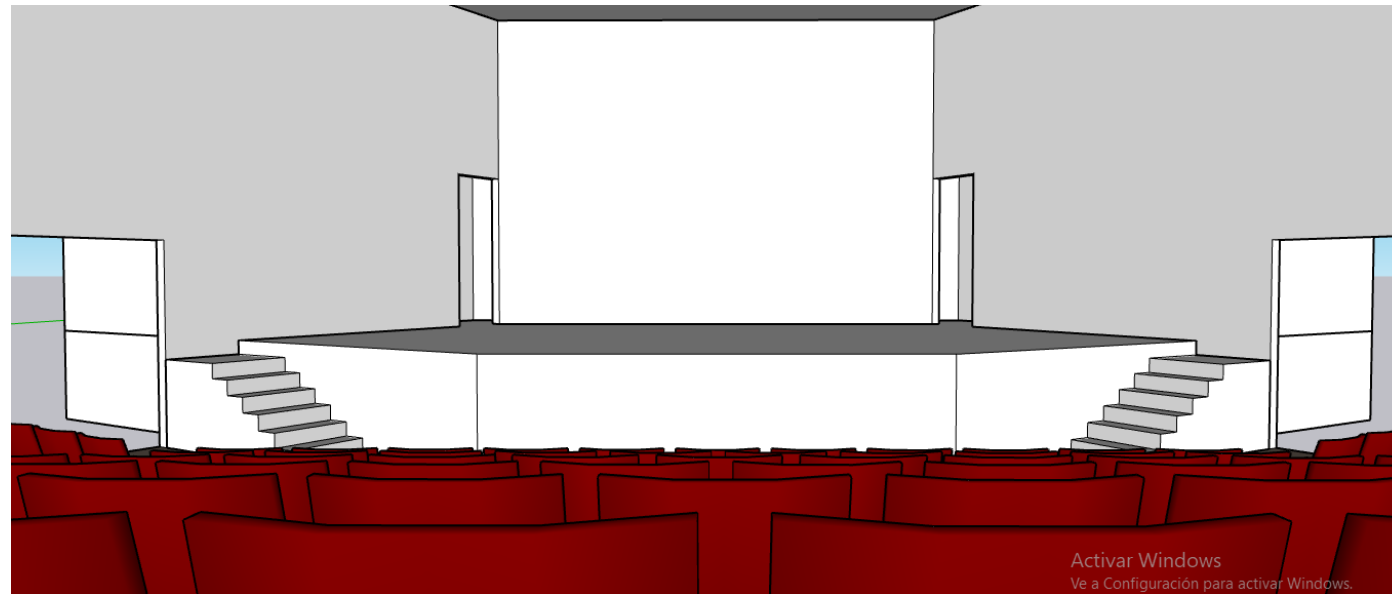


Imagen 72 Vista al escenario desde la séptima fila de asientos
Fuente (SketchUP, 2023)

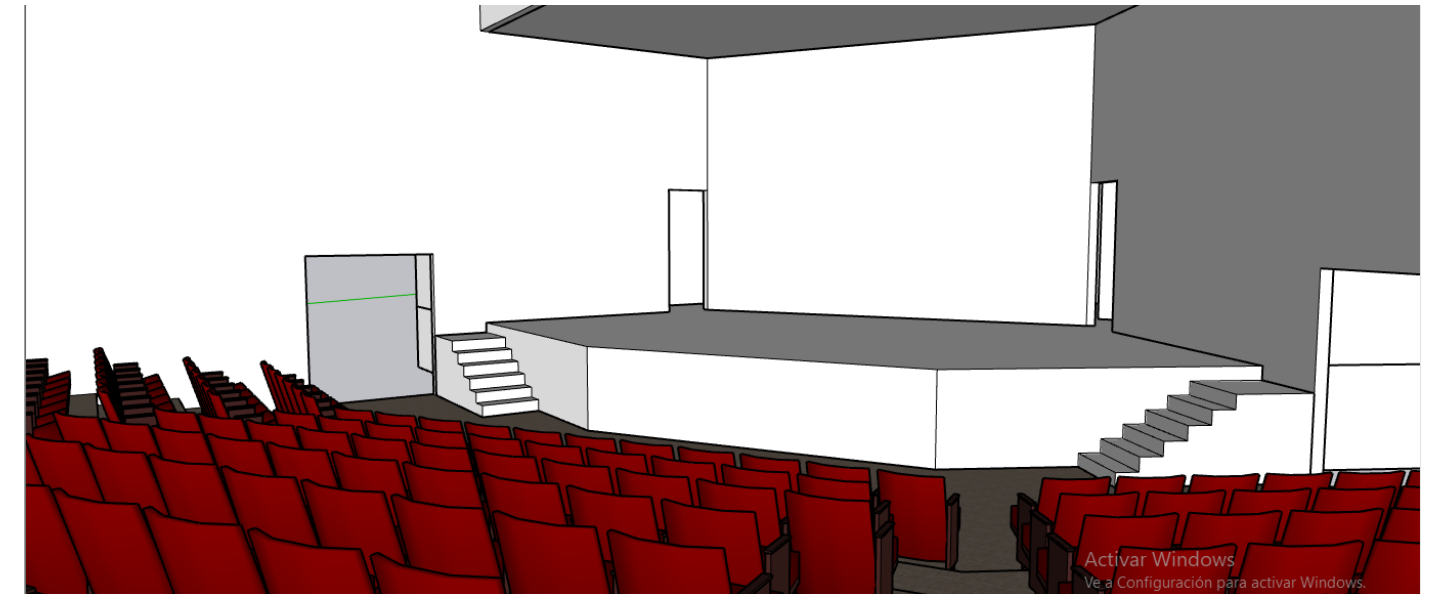


Imagen 74 Vista hacia escenario desde el pasillo derecho
Fuente (SketchUP, 2023)

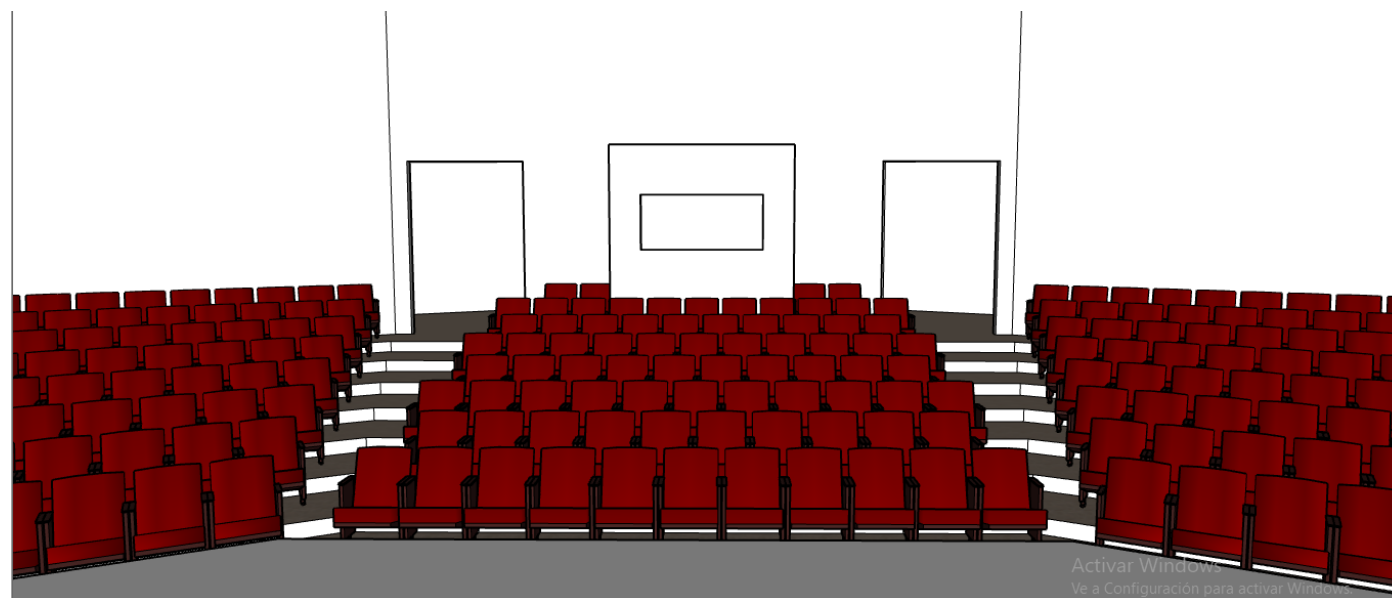


Imagen 73 Vista hacia las butacas desde el escenario
Fuente (SketchUP, 2023)

Conclusiones:

Se realizó un acondicionamiento acústico para la propuesta de auditorio del museo, con sugerencias de materiales disponibles en México para un mejor desempeño del sonido durante el uso del mismo. Con estudios de isóptica y panóptica donde demuestran al usuario que no hay molestia de un espectador a otro en filas continuas.

No se realizó un aislamiento del edificio debido a que se ubica dentro del parque “Sierra Hermosa” y en donde no se encuentran fuentes sonoras cercanas que puedan causar molestias hacia los usuarios del mismo y tampoco del ruido generado del interior del auditorio hacia el exterior.

4.6 ECOTECNOLOGÍAS

4.5.1. CALENTADOR SOLAR

Se usarán calentadores solares para alimentación del piso radiante que calefactará a las salas del museo durante pequeños periodos de tiempo al amanecer, que las primeras horas es donde la temperatura al interior de dichas salas es menor.

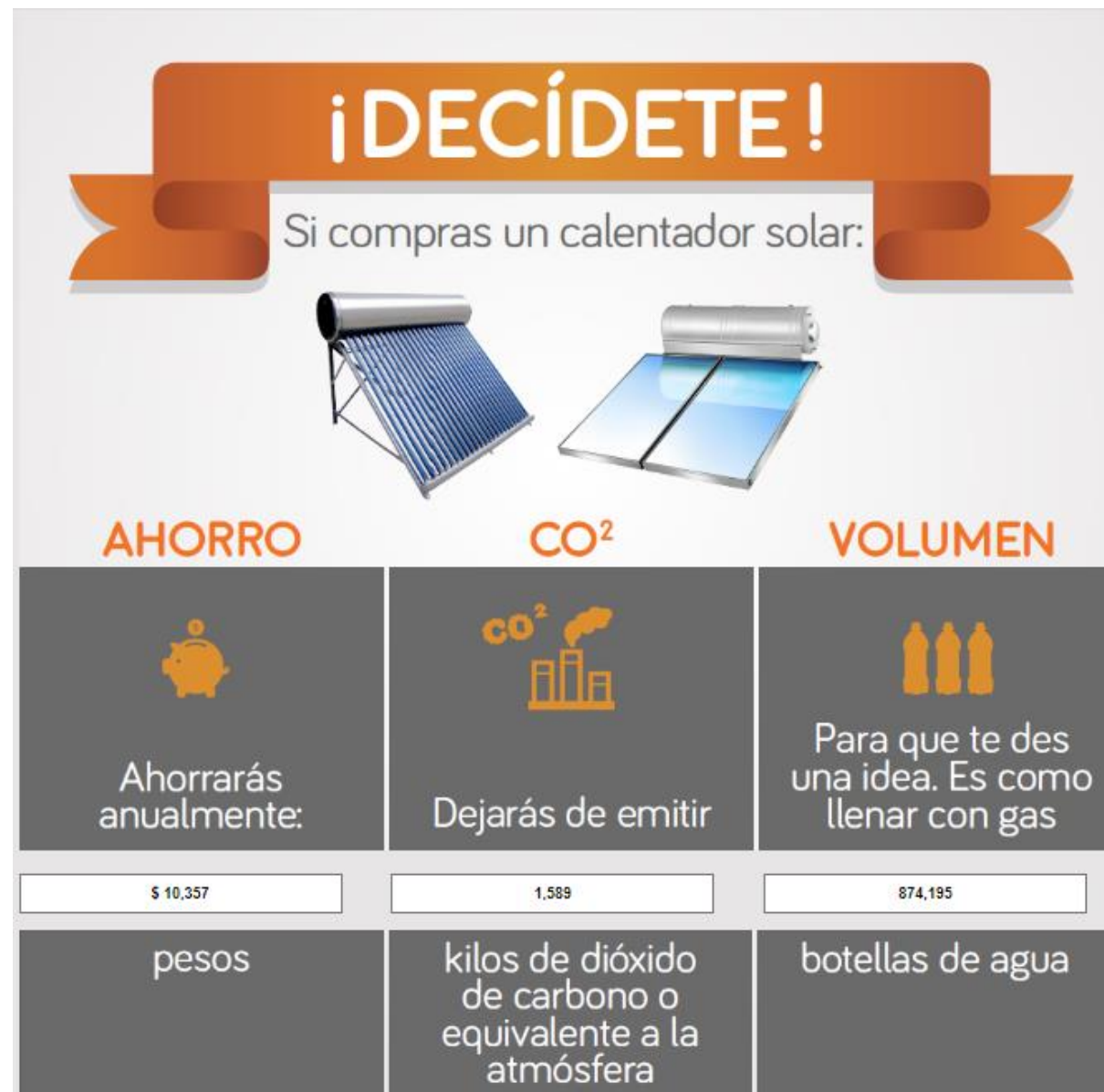


Imagen 75 Resultado del cálculo para calentador solar
Fuente (<https://www.conuee.gob.mx/>, 2023)

Resultados:

Mostrar Tablas

Sistema de calentamiento solar de agua

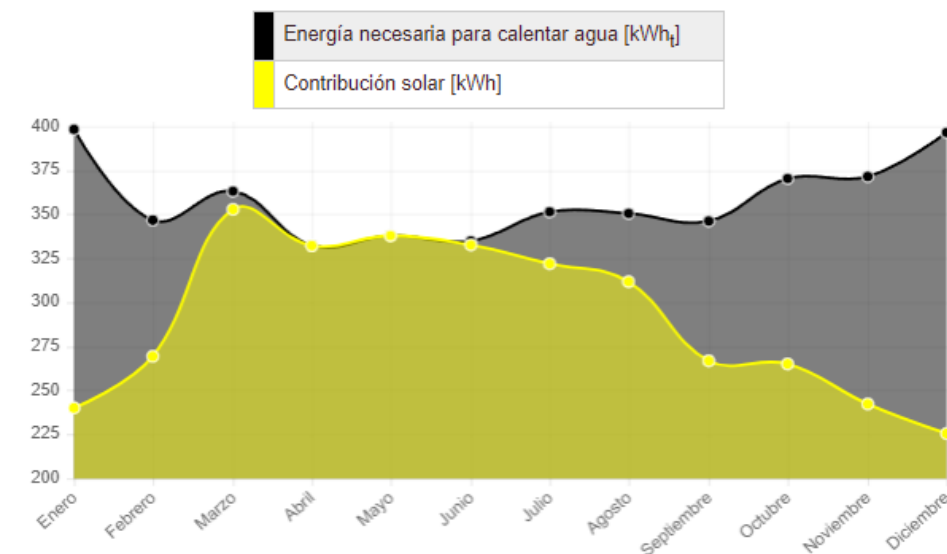
Se propone instalar un sistema de calentamiento solar de agua de tipo termosifónico (circulación natural) con un volumen de 300 litros y un área de 4 m².

Este sistema te ayudará a disminuir gas en aproximadamente 81%.

El ahorro estimado equivalente a 509 kg., por lo que dejarías de gastar \$ 10,357 pesos anuales. Y el sistema se pagaría aproximadamente en 2 años.

Con la instalación de este sistema se dejan de emitir 1,589 kg. anuales de CO2 equivalente.

En la siguiente gráfica se muestra la aportación de energía solar:



Gráfica 60 Comparación del ahorro energético usando calentadores solares
Fuente (<https://www.conuee.gob.mx/calculadora-solar>, 2023)

Como lo muestra la gráfica 60 el uso de calentadores solares para alimentación de pisos radiantes para cada sala por lo que los resultados totales serán de:

Volumen de agua a utilizar: 300 lts x 5 = 1,500 lts

Ahorro de gas: 509 kg x 5 = 2,545 kg

CO2 no emitido: 1,589 kg x 5 = 7,945.0 kg

4.5.2. CELDAS FOTOVOLTAICAS

Se propone un sistema de fotoceldas solares para el museo el cual tiene un área de 969.77 m². El consumo estimado para el museo será de 169.8 kWh/m² según la CONUEE para edificios no residenciales en México, en este caso para un clima cálido seco

Tabla 1. Índices de Consumo de Energía Eléctrica empleados, por tipo de edificio y región climática (kWh/m²-año).

	Cálidoseco	Cálido húmedo	Templado
Hoteles	325.4	281.0	155.3
Oficinas	167.8	199.7	109.6
Escuelas	169.8	98.2	40.5
Hospitales	460.3	393.4	218.5
Restaurantes	326.7	336.3	210.3
Comercios	191.9	229.3	115.9
Supermercados	403.2	443.1	334.8
Cines	242.8	242.8	242.8

Tabla 34 Consumo de energía eléctrica en kWh/m2
Fuente (CONUEE, 2023)

Datos:

Consumo anual por m²: 169.8 kWh
Área del museo: 969.77 m²
Horas solar pico: 5.5 h

Calculo:

- 1.- Consumo diario por m²: 169.8 kWh/365 días = 0.46 kWh
- 2.- Consumo diario por área total del museo: 969.77 m² x 0.46 kWh = 446.09 kWh
- 3.- Potencia fotovoltaica: 446.09 kWh/5.5 = 81.10 kW



Imagen 76 Ficha técnica panel solar
Fuente (solarever.com.mx , 2023)



PANEL SOLAR HPBC 570/575/580W LONGI HI-MO 6

Características principal	
Potencia	570W~580W
Dimensiones	2278x1134x35mm
Peso	27.5Kg
Ficha técnica	FICHA TÉCNICA PDF

COTIZAR

Categories: [PANELES SOLARES](#), [TODOS](#) Tags: [HI-MO 6](#), [HPBC](#), [LONGI](#), [Monocrystalino](#), [Monocrystalinos](#), [Panel Solar](#), [Tier 1](#)

- 4.- Numero de módulos: 81,100 W/580 = 139.82 módulos
- 5.- Perdidas y factores de corrección: 139.82 x 1.25 = 174.78 ≈ 175 módulos de 580 W

4.5.3. CAPTACIÓN DE AGUAS PLUVIALES

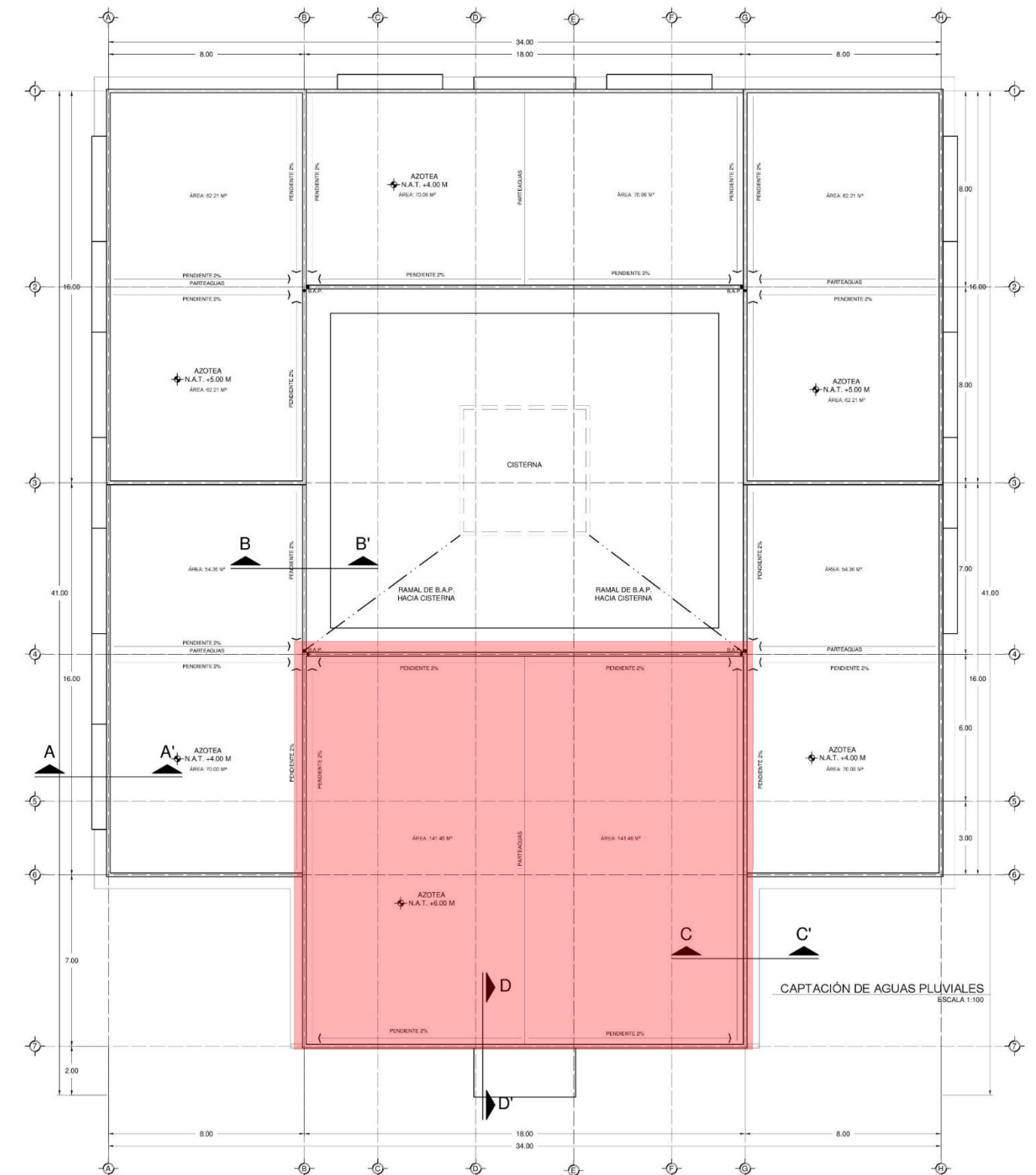
Se propone un sistema de captación de aguas pluviales para el proyecto de museo. Se utilizará el área de azotea del vestíbulo como superficie de captación, el cual cuenta con 283 m².

Se propone una afluencia de 100 usuarios diarios para el museo, con un gasto de 20 lts por usuario, cabe señalar que el agua se usará solo para descarga de WC.

Precipitación mensual para el municipio de Tecámac según las normales climatológicas de CONAGUA:

PRECIPITACION														
NORMAL	5.5	7.9	7.9	22.3	33.3	93.1	104.8	111.5	80.0	38.6	9.4	2.8	517.1	
MAXIMA MENSUAL	28.0	66.0	47.8	71.7	99.1	166.2	199.4	170.7	192.2	141.8	42.0	23.6		
AÑO DE MAXIMA	1981	2010	1988	1981	1982	2004	2010	1988	1998	1981	1990	1984		
MAXIMA DIARIA	26.8	40.0	38.3	38.3	47.5	59.6	59.0	86.9	80.0	65.7	42.0	22.1		
FECHA MAXIMA DIARIA	17/1981	04/2010	04/1988	30/1981	08/2001	24/1990	31/2000	31/1988	06/2002	30/2009	28/1990	02/1984		
AÑOS CON DATOS	25	25	24	25	26	25	26	25	24	24	24	22		

Tabla 35 Precipitación mensual en Tecámac
Fuente (Normales Climatológicas CONAGUA, 2023)



Plano 24 Área de captación pluvial en el museo
Fuente (Ramírez Iván, 2023)

Se utilizará tubería de PVC hidráulico de 4" de Ø, así como también abrazaderas para fijar la tubería al muro y coladera para hojas.

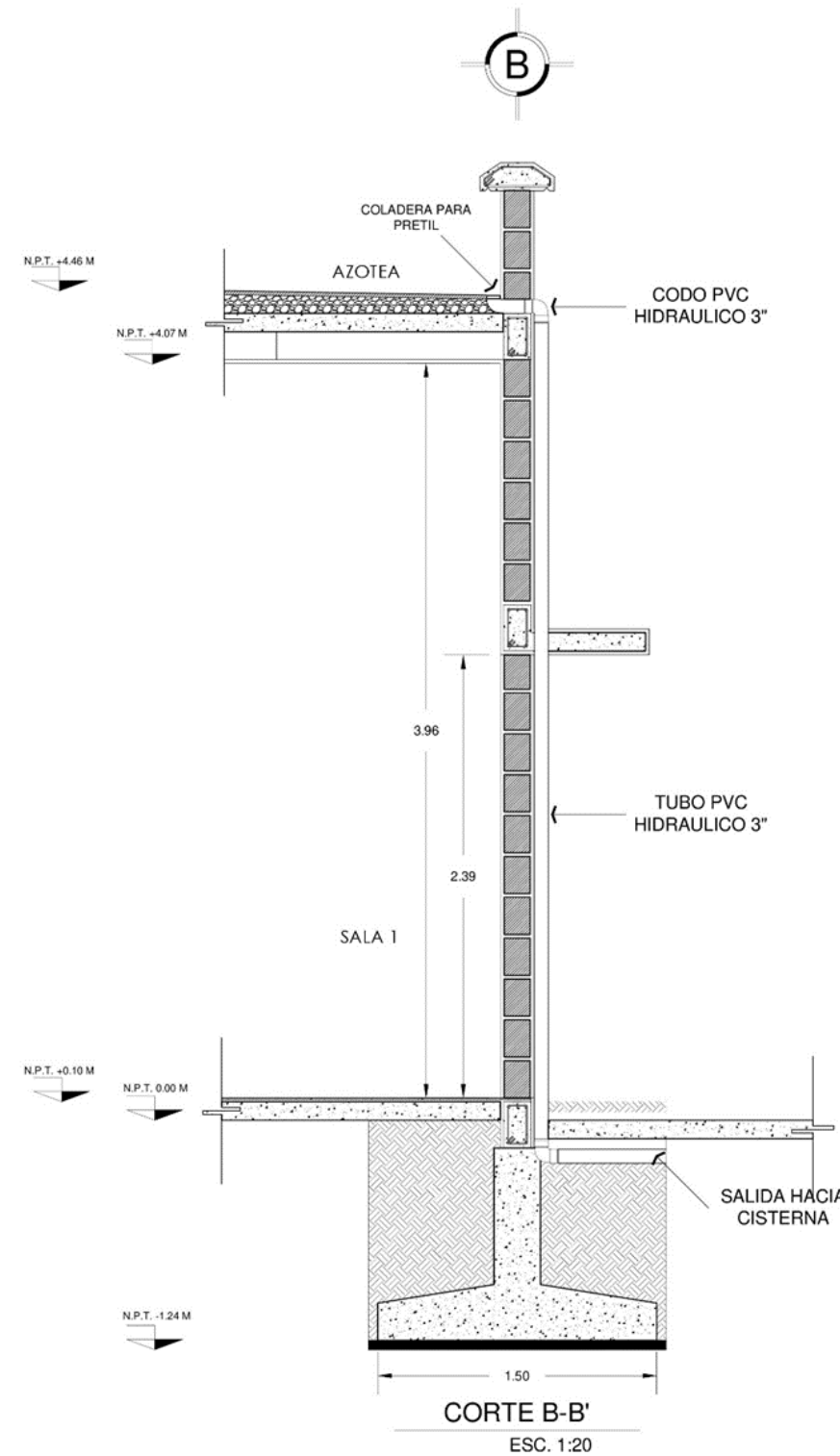


Imagen 77 Corte por fachada de bajada pluvial
Fuente (Ramírez Iván, 2023)

Población Beneficiada	P	=	100.00	habitantes
Dotación	Dot	=	20.00	l/hab/día
Coefficiente de Escurrimiento	C	=	0.95	
Reserva mínima	Vr	=	0.00	m ³

1.- Determinación de la Demanda

P = Población
ND= Número de días
Dot= Dotación

Mes	N° días (N _d)	Dotación (l/hab/día)	Demanda (m ³)	
Enero	31	20.00	62.00	
Febrero	28	20.00	56.00	
Marzo	31	20.00	62.00	
Abril	30	20.00	60.00	
Mayo	31	20.00	62.00	
Junio	30	20.00	60.00	
Julio	31	20.00	62.00	
Agosto	31	20.00	62.00	
Setiembre	30	20.00	60.00	
Octubre	31	20.00	62.00	
Noviembre	30	20.00	60.00	
Diciembre	31	20.00	62.00	
			730.00	Demanda Total

Tabla 36 Calculo de demanda
Fuente (Ramírez Iván, 2023)

2.- Determinación de la Precipitación Promedio Mensual (iniciando por el mes de mayor precipitación)

Mes	Precipitación Promedio (mm)
Enero	5.50
Febrero	7.90
Marzo	7.90
Abril	22.30
Mayo	33.30
Junio	93.10
Julio	104.80
Agosto	111.50
Setiembre	80.00
Octubre	38.60
Noviembre	9.40
Diciembre	2.80

Tabla 37 Determinación de la precipitación
Fuente (Ramírez Iván, 2023)

3.- Determinación del Volumen del Tanque de Almacenamiento

Área de captación (Techo)

$A_c = 283.00 \text{ m}^2$ **Incrementar Área de Captación**

P_p = Precipitación mm

C = coeficiente de escorrentía

A_c = Área de Captación (Techo) m^2

Mes	Precipitación (mm)	Almacenamiento (m^3)		Demanda (m^3)		Diferencia (m^3)	Diferencia (m^3)
		V captado	V acumulad	D parcial	D Acumulad	D Mensual	Acumulada
Enero	5.50	1.48	1.48	62.00	62.00	-60.52	-60.52
Febrero	7.90	2.12	3.60	56.00	118.00	-53.88	-114.40
Marzo	7.90	2.12	5.73	62.00	180.00	-59.88	-174.27
Abril	22.30	6.00	11.72	60.00	240.00	-54.00	-228.28
Mayo	33.30	8.95	20.67	62.00	302.00	-53.05	-281.33
Junio	93.10	25.03	45.70	60.00	362.00	-34.97	-316.30
Julio	104.80	28.18	73.88	62.00	424.00	-33.82	-350.12
Agosto	111.50	29.98	103.86	62.00	486.00	-32.02	-382.14
Setiembre	80.00	21.51	125.36	60.00	546.00	-38.49	-420.64
Octubre	38.60	10.38	135.74	62.00	608.00	-51.62	-472.26
Noviembre	9.40	2.53	138.27	60.00	668.00	-57.47	-529.73
Diciembre	2.80	0.75	139.02	62.00	730.00	-61.25	-590.98
		139.02		Diferencia		-32.02	m^3
		Oferta de agua	139.02	m^3	Diferencia	-61.25	m^3
		Dotación máxima	3.81	lt/p.d	Volumen de	29.22	m^3
					Volumen	29.22	m^3
					Tanque	62.00	m^3
					Tanque	62,100.00	litros
					% que cubre	19.04	%

Tamaño de tanque

Diametro = **5.80**

$$\left(D = \sqrt{\frac{4V_t}{\pi \cdot 2.35}} \right)$$

Cuadrada = **5.14**

$$\left(Lado = \sqrt{\frac{V_t}{2.35}} \right)$$

Profundidad 2.34m

Tabla 38 Determinación de volumen de cisterna
Fuente (Ramírez Iván, 2023)

Una vez ingresando los datos, el cálculo nos da que se debe usar una cisterna con una capacidad de 62,100 lts o 62.1 m^3 .

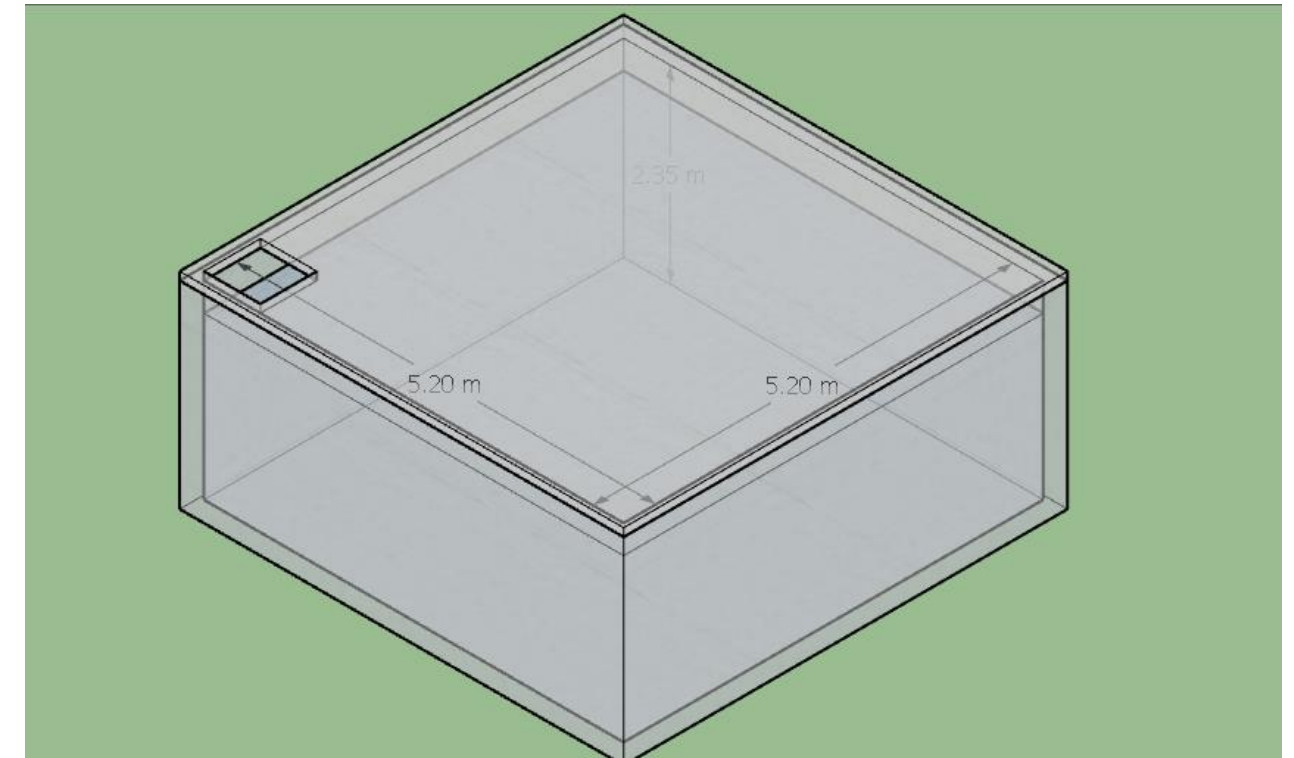


Imagen 78 Isométrico medidas de cisterna
Fuente (SketchUP, 2023)

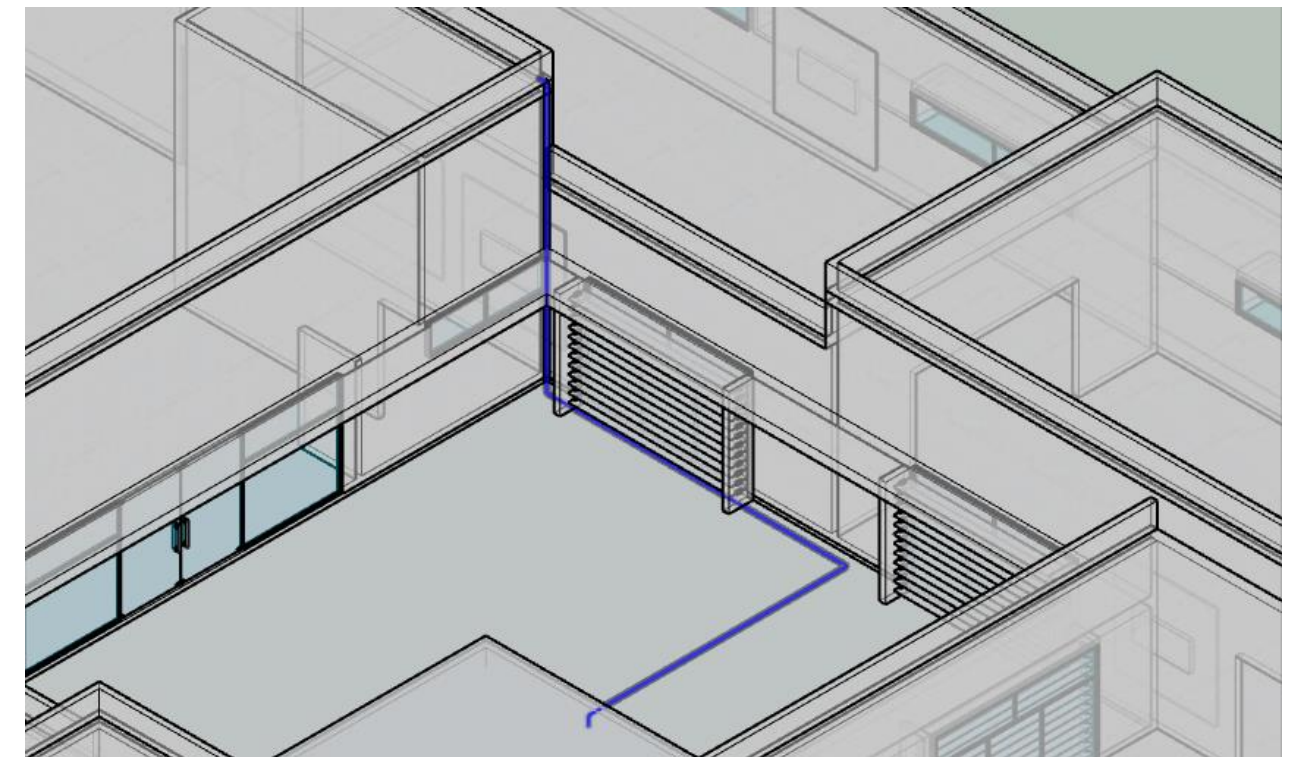


Imagen 79 Ubicación de cisterna en el museo
Fuente (SketchUP, 2023)

4.5.4. SUELO RADIANTE

El piso radiante es un sistema de calefacción que utiliza el suelo como fuente de calor para calentar un espacio. Consiste en una red de tuberías o cables eléctricos instalados debajo del piso, a través de los cuales circula agua caliente o electricidad para generar calor. El suelo radiante emite calor de manera uniforme y gradual, proporcionando una calefacción eficiente y confortable en todo el espacio. Es utilizado tanto en viviendas como en edificios comerciales, y ofrece diversas ventajas como un mayor confort térmico, ahorro energético y una distribución del calor más uniforme.



Imagen 80 Ejemplo de suelo radiante
Fuente (www.caloryfrio.com, 2023)

Cabe señalar que la utilización de pisos radiantes en cada sala de exhibición del museo será suficiente para aumentar la temperatura de las mismas, ya que tienen la cualidad de elevar la temperatura de 3° a 5° C, cantidad suficiente para alcanzar la temperatura operativa de cada sala. Estos serán alimentados por los calentadores solares utilizados en el museo.

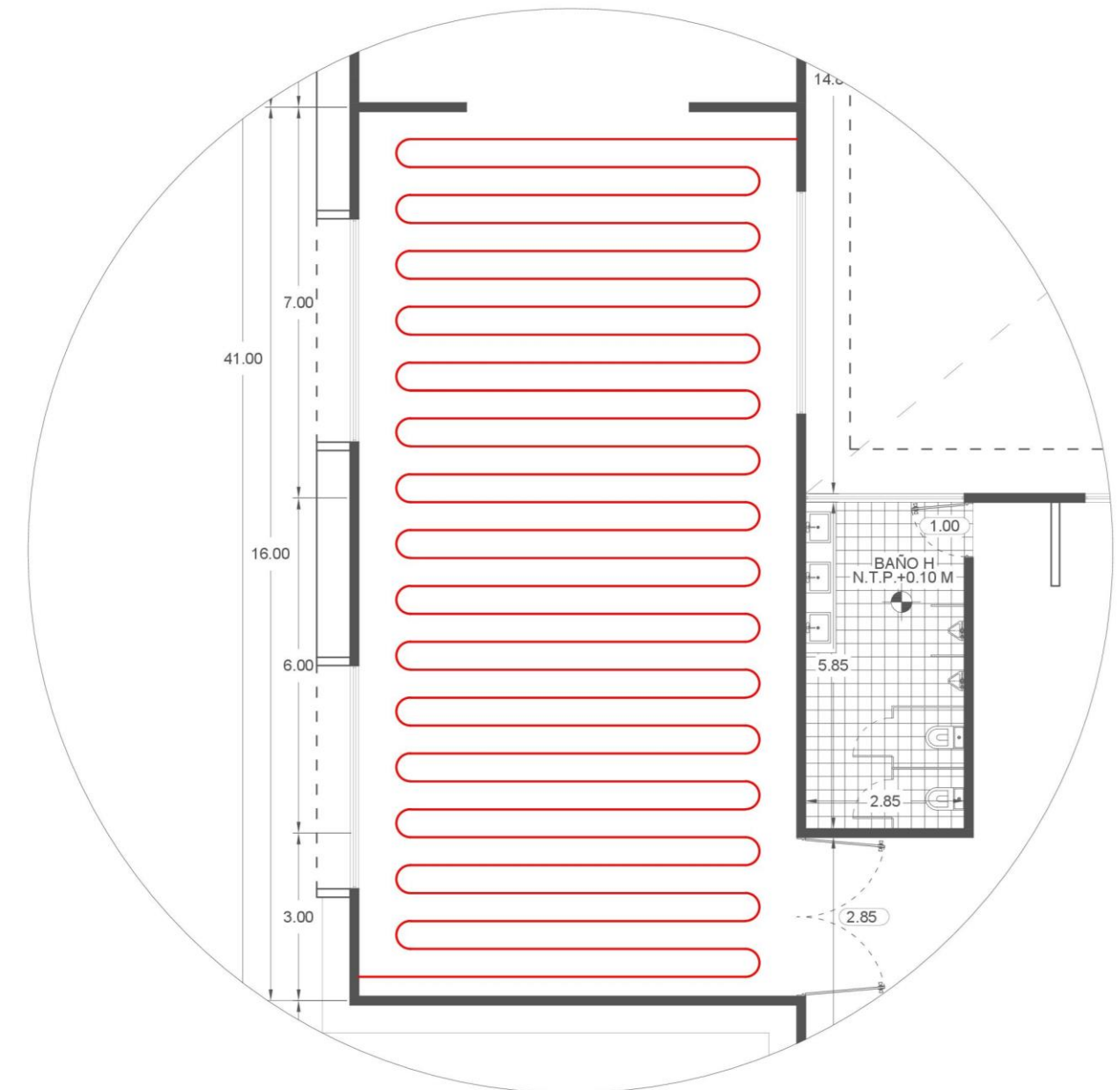


Imagen 81 Detalle de distribución de líneas de flujo en piso de sala 1
Fuente (Ramírez Iván, 2023)

4.5.5. DISPOSITIVOS AHORRADORES DE AGUA POTABLE

Mingitorio seco
Marca Helvex
Modelo Gobi TDS2



Imagen 82 Modelo de mingitorio propuesto
Fuente (Helvex, 2023)

Modelo	MG GOBI TDS2
Nuevo Producto	No
Acabado	Blanco
Categoría	Baños
Materiales	Cerámica porcelanizada de alto brillo Cuerpo del cartucho: polipropileno de alta densidad Base del cartucho: teflón
Tecnología	Tecnología TDS
Tipo de instalación	Conexión a la descarga Ø 38 mm (1,5")
Características	Atractivo diseño, con operación sin contacto, de fácil instalación, utiliza la Tecnología Drena y Sella TDS2 con 2 esferas que no permiten el paso de los malos olores, rápida y simple sustitución del sistema TDS2, no utiliza gel ni suministro de agua. ACCESORIOS: Incluye kit para mingitorio seco Incluye ancla para fijación de ac. inox. y tornillos
Tecnología	

Tabla 39 Especificaciones técnicas del mingitorio
Fuente (Helvex, 2023)

WC doble descarga
Marca Interceramic
Modelo: Dover



Imagen 83 Modelo de WC propuesto
Fuente (Interceramic, 2023)

Características del producto

- Sanitario de una pieza con trampa expuesta
- Taza alargada
- Cerámica vitrificada
- Color blanco
- Doble descarga de 3 y 4.8 litros
- Grado ecológico, consumo de agua menor a 5 litros por descarga, trampa esmaltada
- Incluye válvulas, asiento de cierre lento, botón de descarga, cuello de cera y kit de instalación
- No incluye brida y manguera flexible

Llave economizadora para lavabo
Marca: Helvex
Modelo: TV-105



Imagen 84 Modelo de llave para lavabo propuesta
Fuente (Helvex, 2023)

Modelo	TV-105
Nuevo Producto	No
Acabado	Cromo
Categoría	Institucionales
Materiales	Cuerpo de latón
Gasto de agua / Consumo máximo	4.5 l/min
Presión mínima de trabajo	0.25 kg/cm²
Presión máxima de trabajo	6.0 Kg/cm² (85.34 PSI)
Tecnología	AntiBac
Tipo de instalación	Conexión 1/2" - 14 NPT
Características	Llave economizadora con seguro antirrobo ACCESORIOS: Economizador para autoajuste de flujo Palanca con recubrimiento antibacterial OPERACIÓN: Cierre automático Perilla multidireccional
Tecnología	

Tabla 40 Especificaciones técnicas de llave economizadora
Fuente (Helvex, 2023)

Llave de cocina
Marca: Helvex
Modelo: ME-304



Imagen 85 Modelo de llave para tarja
Fuente (Helvex, 2023)

Modelo	ME-304
Nuevo Producto	No
Categoría	Baños
Materiales	Maneral de latón cromado Cuerpo de latón cromado
Presión mínima de trabajo	1.0 kg/cm²
Presión máxima de trabajo	6.0 kg/cm²
Tipo de instalación	Conexión 1/2" - 14 NPSM
Características	Salida giratoria con valvex V derecho a ¼ de vuelta de discos. ACCESORIOS: Herramienta para sujeción Llave para aireador OPERACIÓN: Los manerales tienen una rotación de 90° para abrir, cerrar y regular la temperatura del agua.
Tecnología	 SISTEMA ANTICALCÁREO

Tabla 41 Especificaciones técnicas de llave para tarja
Fuente (Helvex, 2023)

4.6 PALETA VEGETAL

Se utilizará una paleta vegetal de especies endémicas e introducidas en el proyecto, dichas especies serán las adecuadas cumpliendo requisitos de clima, altitud y requerimientos de agua, propios de la zona de Tecámac.

	
1.- Fresno Mexicano (<i>Fraxinus Uhdei</i>)	2.- Ciprés Italiano (<i>Cupressus sempervirens</i>)
Altura: 35 m	Altura: 25-30 m
Ubicación: Sol	Ubicación: Sol
Riego:Bajo	Riego: Bajo

Tabla 42 Paleta vegetal usada en el museo

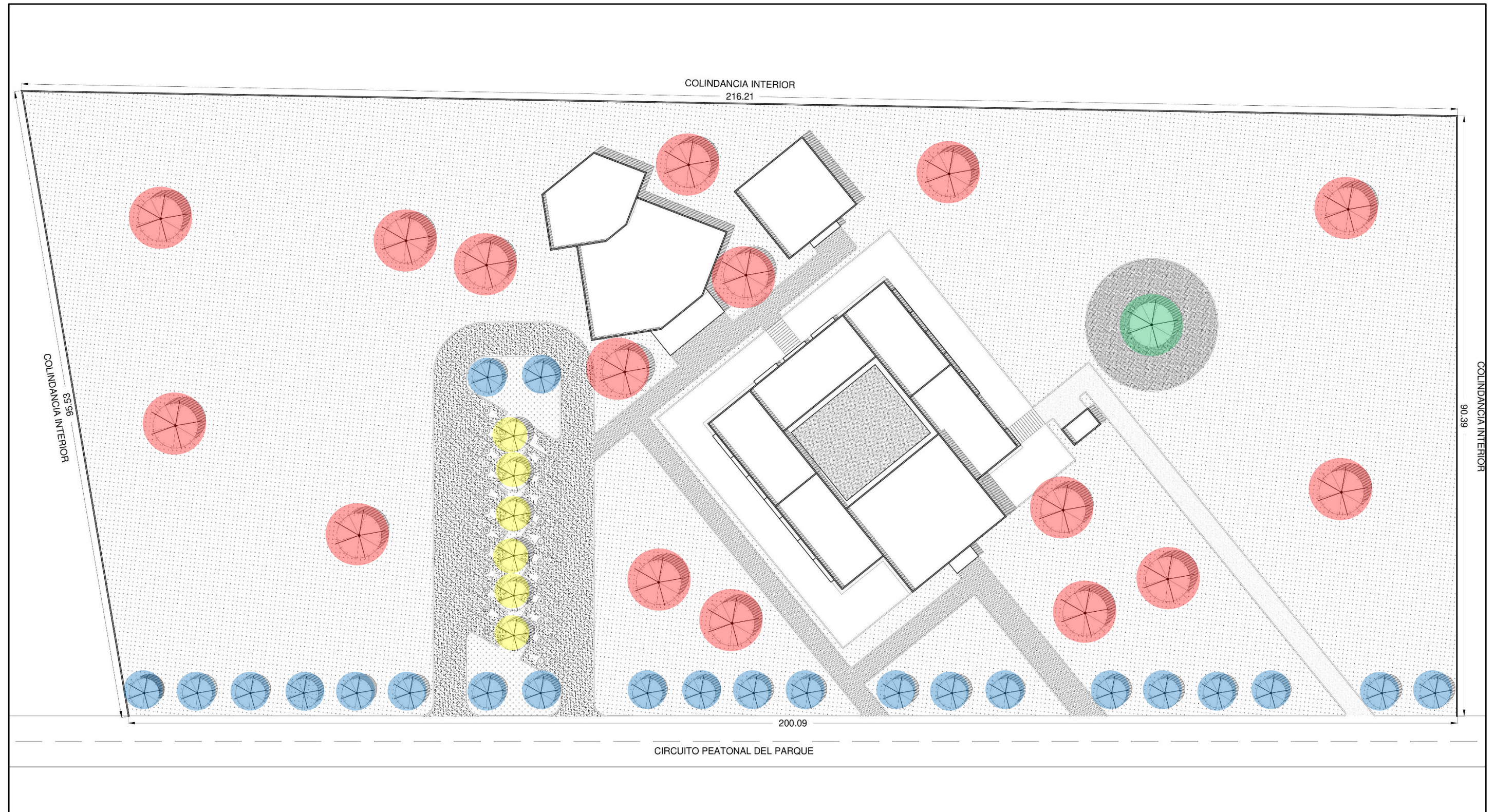
Fuente (Ramírez Iván, 2023)

Se observa en el plano 25 la ubicación de cada ejemplar en el predio, así como también que especie va en cada lugar en específico. La especie de Fresno Mexicano (*Fraxinus Uhdei*) se representa por las áreas sombreadas de azul, para el Ciprés Italiano (*Cupressus Sempervirens*) son los de sombreado azul, mientras que los Ocotes (*Pinus Montezumae*) son los ubicados de color amarillo y por último al Ahuehuete (*Taxodium Huegelii*) se localiza por el sombreado rojo, siendo el único ejemplar en el predio, esta decisión se toma para darle protagonismo en el predio.

	
3.- Ahuehuete (<i>Taxodium huegelii</i>)	4.- Ocote (<i>Pinus montezumae</i>)
Altura: 40 m	Altura: 20 m
Ubicación: Sol	Ubicación: Sol
Riego:Alto	Riego: medio

Tabla 42 Paleta vegetal usada en el museo (continuación)

Fuente (Ramírez Iván, 2023)



Plano 25 Ubicación de especies vegetales en el predio
 Fuente (Ramírez Iván, 2023)

CAPITULO 5: NORMATIVA APLICABLE AL PROYECTO

5.1 NORMAS NACIONALES E INTERNACIONALES OBLIGATORIAS

5.1.1 NORMAS INTERNACIONALES

UNE –EN 12464-1: 2012. Iluminación de lugares de trabajo en interiores.

UNE 72-153-85. Niveles de iluminación. Asignación a tareas visuales.

5.1.2 NORMAS NACIONALES

Norma Oficial Mexicana NOM-003 ENER-2021, Eficiencia térmica de calentadores de agua para uso doméstico y comercial. Límites, métodos de prueba y etiquetado.

Norma Oficial Mexicana NOM-007-ENER-2014, Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.

Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001, Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales

Norma Oficial Mexicana NOM-020-ENER-2011, Eficiencia energética en edificaciones. - Envolvente de edificios para uso habitacional.

Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.

Norma técnica complementaria para el proyecto arquitectónico.

NTEA-015-SMA-DS-2012, Que establece las condiciones de protección, conservación, fomento y creación de las áreas arboladas y verdes de las zonas urbanas en el territorio del Estado de México.

5.2 NORMAS NACIONALES VOLUNTARIAS

NMX-AA-164-SCFI-2013, Edificación sustentable - criterios y requerimientos ambientales mínimos.

5.3 NORMAS ESTATALES PARA EL ESTADO DE MÉXICO

NTEA-005-SMA-RN-2005, Que establece las especificaciones y criterios que deben observarse para el desarrollo de acciones y usos compatibles sustentables en las áreas naturales protegidas del Estado de México.

CONCLUSIONES:

Por medio de los diferentes análisis del clima del sitio, así como de varias visitas al sitio de estudio, se logra proponer un espacio para la difusión de la cultura del agua el cual cuenta con estrategias bioclimáticas adaptadas al clima del municipio de Tecámac. Tales estrategias son la orientación, generación de protecciones solares, la conservación de ganancias internas de calor, el uso de ecotecnias. Cabe señalar que la arquitectura bioclimática es cada vez más necesaria debido a que el cambio climático está presente por lo que es inminente la difundirla y que mejor ejemplo que sea un museo donde los habitantes del municipio y externos puedan conocer su funcionamiento y genere una aceptación entre posibles usuarios en un futuro cercano.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Parallels Software International, Inc. (s. f.). Climate Consultant (6.0) [Software].
<https://www.sbse.org/resources/climate-consultant>

DesignBuilder Software Ltd. (s. f.). DesignBuilder (7.0) [Software]. <https://www.designbuilder-lat.com/>

DIAL. (s. f.). DIALux evo (Versión 11) [Software]. <https://www.dialux.com/es-ES/>

AutoDesk. (s. f.). AutoCAD (Versión 21) [Software].
<https://www.autodesk.mx/products/autocad/overview>

Trimble. (s. f.). SketchUp (Versión 2022) [Software]. <https://www.sketchup.com/es>

Fuentes, V. A., & Rincón, J. C. (s. f.). BAT (Versión 2013) [plantilla de excel].

Ener-habitat. (2014). UNAM. <http://www.enerhabitat.unam.mx/Cie2/>

Google Maps. (2023). <https://www.google.com.mx/maps/@19.6927113,-98.9898358,15.75z?entry=ttu>

INEGI. (2014). <https://www.inegi.org.mx/temas/topografia/>

INEGI. (2014). <https://www.inegi.org.mx/temas/hidrografia/>

INEGI. (2014). <https://www.inegi.org.mx/temas/edafologia/>

INEGI. (2014). <https://www.inegi.org.mx/temas/topografia/>

INEGI. (2014). <https://www.inegi.org.mx/temas/usodesueloyvegetacion/>

INEGI. (2014). <https://www.inegi.org.mx/temas/climatologia/>

CONAGUA-Normales climatológicas. (s. f.). <https://smn.conagua.gob.mx/es/informacion-climatologica-por-estado?estado=mex>

Helvex México - Sitio oficial. (2023). <https://helvex.com.mx/>

Interceramic. (2023). <https://interceramic.com/mx/>

Municipio de Tecámac. (2022). Plan de desarrollo municipal 2022-2024. Tecámac

Normas Oficiales Mexicanas en Eficiencia Energética. (2013). Gobierno de México.
<https://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/normas-oficiales-mexicanas-en-eficiencia-energetica-vigentes>

Normas Técnicas Estatales Ambientales. (2023). En Dirección General de Ordenamiento e Impacto Ambiental. <http://dgoia.edomex.gob.mx/normas%20tecnicas>

Cuál fue el origen de Tecámac. (2022, 29 marzo).
<https://www.infobae.com/america/mexico/2022/03/29/cual-fue-el-origen-de-tecamac/#:~:text=Los%20or%C3%ADgenes%20de%20esta%20localidad,tienen%20relaci%C3%B3n%20con%20esta%20%C3%A9poca.>

Coordinación Municipal de Protección Civil de Tecámac. (2019). Atlas de riesgos Municipio de Tecámac 2019-2021. Tecámac.

Olgyay, V. (1998). Arquitectura y clima. Gustavo Gili.

Szokolay S. (2004) Introduction to architectural science, the basis of sustainable design, ed Elsevier, Burlington, Massachusetts, EUA