



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE ARQUITECTURA

MONOGRAFÍA PARA OPTAR AL TÍTULO DE:
ARQUITECTO

TÍTULO:

ANTEPROYECTO DEL CENTRO NACIONAL DE FORMACIÓN DOCENTE FE Y ALEGRÍA, CON ENFOQUE BIOCLIMÁTICO - MANAGUA, NICARAGUA

TUTOR:

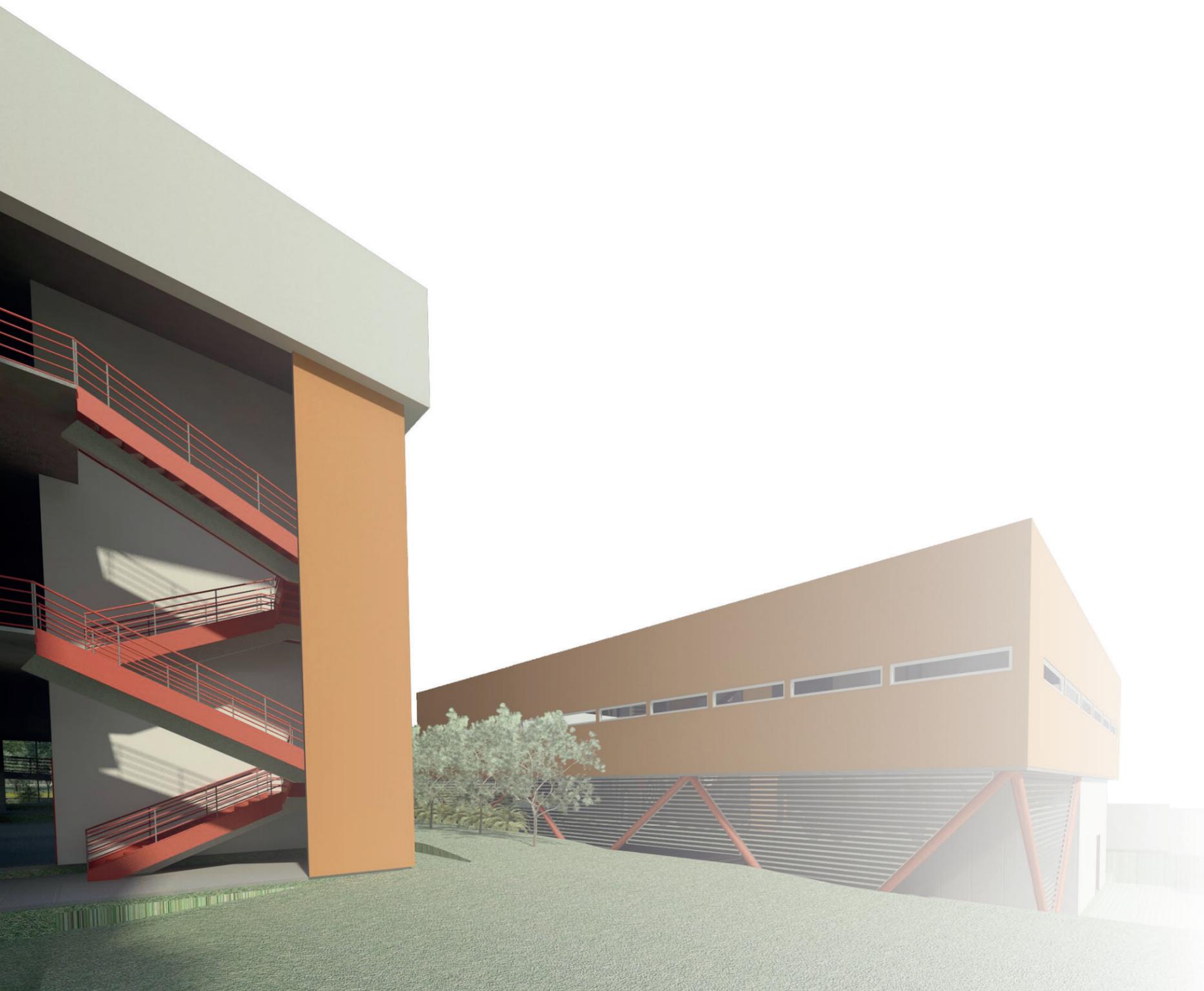
ARQ. EDUARDO JOSÉ MAYORGA NAVARRO

AUTORA:

BR. ELIETH FRANCELA JAMES PÉREZ

MANAGUA, JUNIO 2015

ANTEPROYECTO DEL CENTRO NACIONAL DE FORMACIÓN DOCENTE FE Y ALEGRÍA, CON ENFOQUE BIOCLIMÁTICO - MANAGUA, NICARAGUA



AUTORA: BR. ELIETH FRANCELA JAMES PÉREZ

TUTOR: ARQ. EDUARDO JOSÉ MAYORGA NAVARRO

MANAGUA, JUNIO 2015

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
SECRETARIA ACADEMICA
FACULTAD DE ARQUITECTURA**

SECRETARÍA DE FACULTAD

F-8: CARTA DE EGRESADO

El Suscrito Secretario de la **FACULTAD DE ARQUITECTURA** hace constar que:

JAMES PÉREZ ELIETH FRANCELA

Carne: **2008-23744** Turno **Diurno** Plan de Estudios **2000** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, es **EGRESADO** de la Carrera de **ARQUITECTURA**.

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los veinte días del mes de mayo del año dos mil trece.

Atentamente,


Arq. Javier Antonio Parés Barberena
Secretario de Facultad

Managua, miércoles 12 de Junio de 2013.

Br. Junith Jacotin Mairena
Br. Elieth James Perez
En sus manos.-

Estimadas Bachilleras:

Por los deberes y obligaciones que me confiere la Ley 89 de Autonomía Universitaria, les notifico que su tema monográfico titulado "**Anteproyecto del Centro Nacional de Formación Docente para Fe y Alegría-Nicaragua, con enfoque bioclimático**" ha sido aprobado.

También se aprueba como tutor al Arq. Eduardo Mayorga Navarro.

Se hace recordatorio de lo siguiente:

Arto. 51 El estudiante que opte al título conforme inciso a) o b) del Arto. 50 del Reglamento del Régimen Académico Título V dispondrá para hacer la defensa de un tiempo máximo de un año, a partir de la fecha de aprobación del Decano (12 de Junio de 2013 - 12 de Junio de 2014).

Deseándoles éxitos en esta tarea, me despido de ustedes.

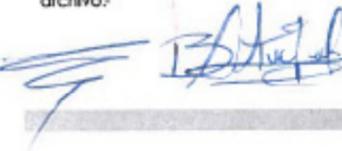
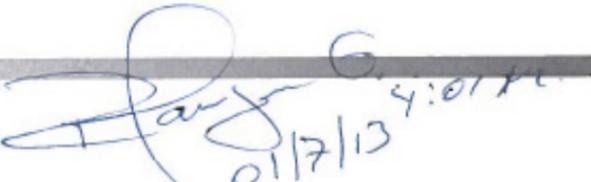
Atentamente,


Arq. Luis Alberto Chávez Quintero
Decano
Facultad de Arquitectura



Cc: Arq. Javier Parés Barberena - Secretario Académico
archivo-

Arq. Eduardo Mayorga Navarro - Tutor



01/17/13 4:01 PM

Managua, 12 de Junio de 2015.

Arquitecto
Luis Chávez Quintero
Decano Facultad de Arquitectura
Universidad Nacional de Ingeniería
Su Despacho

Estimada Arquitecta Chávez, reciba cordiales saludos.

Tengo el agrado de comunicarle que el trabajo monográfico titulado "Anteproyecto del Centro Nacional de Formación de Docente Fe y Alegría, con enfoque bioclimático, Managua Nicaragua", ha sido concluido satisfactoriamente por la Bachiller Elieth Francisca James Pérez.

El contenido de la tesis corresponde a los objetivos planteados y constituye un valioso aporte para la temática de diseño de centros de formación docente. Los aspectos más relevantes a destacar en el trabajo de la Bachiller James Pérez son:

1. Excelente solución funcional tomando en cuenta las significativas limitaciones en cuanto al área disponible para el emplazamiento del anteproyecto.
2. Acertada aplicación del enfoque bioclimático en el proceso de diseño, en aras de garantizar las condiciones de confort para los usuarios.
3. Adecuada articulación metodológica entre los criterios identificados en la plataforma teórica, modelos análogos y el análisis de sitio.
4. Integralidad entre los aspectos funcionales, constructivos y estructurales incorporados en la propuesta de diseño.

Es importante resaltar que en el desarrollo de la tesis la Br. James Pérez evidenció la aplicación acertada de los conocimientos y competencias adquiridos en su proceso de formación profesional en nuestra Facultad. Así mismo, es oportuno también señalar que en la elaboración de la tesis la joven desarrolló destrezas y habilidades de carácter profesionalizante. Por lo anterior, la valoración del suscrito al trabajo realizado por la autora es de Excelente, y por tanto le solicita a usted programación para la presentación y defensa.

Sin otro particular, le reitero mis saludos.

Atentamente,

Arq. Eduardo José Mayorga Navarro
Tutor y Docente Facultad de Arquitectura

CC:
Dr. Elieth Francisca James Pérez.

DEDICATORIA

Dedico mis logros a Dios por permitirme vivir esta etapa y encontrarme en la arquitectura. A mis queridos padres Franklin y Ruth, por creer en mí y ser mi inspiración. Este sueño es para ustedes, los amo. A mi amado compañero de aventuras por su presencia y apoyo indispensable en esta etapa que finaliza y da inicio a otra más emocionante, gracias Miguel.

A los niños y jóvenes nicaragüenses que en el futuro puedan beneficiarse de este que es sólo un pequeño aporte a la valiosa función de educar, y en la que todos debemos actuar.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) por su formación integral, por cultivar en mí un espíritu crítico y de excelencia.

A los profesores de la Facultad de Arquitectura que formaron experiencias y visiones.

Al Arq. Eduardo Mayorga por ser un mentor, por su especial acompañamiento y motivación en todo el proceso de la investigación, y su interés en generar un producto de calidad.

Al Arq. Vianney Palacios por su incondicional apoyo y colaboración en la aplicación de los softwares para el análisis bioclimático.

A la institución Fe y Alegría Nicaragua por abrir sus puertas, disponer este tema y confiar en mi trabajo.

ÍNDICE			
Resumen	1		
Capítulo 0: Generalidades	2		
I. Introducción	3		
II. Antecedentes	3		
II.i. Formación docente	3		
II.ii. Centro de Formación Docente para Fe y Alegría	3		
II.iii. Arquitectura Bioclimática	3		
II.iv. Arquitectura Bioclimática en Nicaragua	4		
III. Justificación	4		
IV. Objetivos	5		
IV.i. Objetivo General	5		
IV.ii. Objetivos Específicos	5		
V. Desglose de las investigaciones principales	5		
V.i. Etapa I: Criterios teóricos, conceptuales y normativos base para el anteproyecto	5		
V.ii. Etapa II: Referencias arquitectónicas y condicionantes del entorno	5		
V.iii. Etapa III: Herramientas, sistemas y estrategias de diseño bioclimático aplicadas	5		
V.iv. Etapa IV: Desarrollo del anteproyecto	5		
VI. Cuadro de certitud metódica	6		
VII. Esquema metodológico	8		
Capítulo 1: Criterios teóricos, conceptuales y normativos base para el anteproyecto	9		
I. Arquitectura Escolar	10		
I.i. Definición	10		
I.ii. Clasificación de edificios escolares	10		
I.iii. Centro de formación docente	10		
I.iv. Importancia de la arquitectura en el desarrollo de la educación	11		
I.v. Isóptica arquitectónica	11		
I.vi. Acústica arquitectónica	11		
Concepto de sonido	11		
Concepto de acústica arquitectónica	11		
Frecuencia del sonido	12		
Nivel de presión sonora	12		
Campo sonoro directo y reverberante	12		
		Reflexiones tempranas	12
		Eco	13
		Eco flotante	13
		Sistema de megafonía	13
		Tiempo de reverberación	13
		Enmascaramiento del sonido	13
		Inteligibilidad de la palabra	14
		Ruido de fondo	14
		Atenuación del nivel de presión sonora	15
		Absorción sonora	15
		I.vii. Leyes, regulaciones y normativas para el diseño de edificios escolares	16
		II. Clima	18
		II.i. Definición	18
		II.ii. Factores del clima	18
		Latitud	18
		Altitud	18
		Configuración superficial de la tierra	18
		Distribución de tierra y agua	18
		Corrientes marinas	19
		Modificaciones al entorno	19
		II.iii. Elementos del clima	19
		Radiación solar	19
		Viento	20
		Temperatura	20
		Punto de rocío	21
		Humedad	21
		Precipitación	21
		Evapotranspiración potencial	21
		Nubosidad, insolación y visibilidad	21
		II.iv. Microclima	21
		Definición	21
		Islas de calor	21
		Vegetación	21
		II.v. Relación del clima con el hombre	22
		III. Arquitectura bioclimática	23
		III.i. Definición de arquitectura bioclimática	23
		III.ii. Arquitectura sustentable y sostenible	23

III.iii. Relación entre la arquitectura sostenible, sustentable y bioclimática	23
III.iv. Confort	24
Confort término	24
Confort lumínico	24
Confort acústico	24
Confort psicológico	24
Confort olfativo	24
III.v. Metodología y herramienta de diseño bioclimático	24
Concepto de metodología de diseño bioclimático	25
Metodologías de diseño bioclimático	25
Concepto de herramienta de diseño bioclimático	25
Herramientas de diseño bioclimático	25
Softwares bioclimáticos	28
IV. Conclusiones parciales del capítulo 1	29
Capítulo 2: Referencias arquitectónicas y condicionantes del entorno	30
I. Análisis de sitio	31
I.i. Localización	31
I.ii. Análisis urbano	31
Análisis urbano	31
Servicios municipales e infraestructura	32
Vialidad y transporte	33
Uso de suelo	35
I.iii. Análisis físico natural	36
Topografía	36
Hidrología	38
Vegetación	39
Geología	40
Clima	40
Paisaje	41
Contaminación	41
I.iv. Histograma de evaluación del sitio	43
I.v. Conclusiones parciales del estudio de sitio	45
II. Análisis de modelo análogo internacional: Institución Educativa La Samaria	46
II.i. Datos generales	46
II.ii. Análisis funcional	46
Zonificación	46

Flujos de circulación	47
Ambientes	48
Accesibilidad	50
II.iii. Análisis formal	51
Análisis de la composición arquitectónica	51
Análisis del estilo arquitectónico	53
Análisis cromático y de texturas	53
II.iv. Análisis estructural y constructivo	53
Sistema estructural	53
Modulación estructural	55
Sistema constructivo	55
II.v. Análisis físico ambiental	56
Análisis de orientación	56
II.vi. Estudio de espacios públicos abiertos	57
Espacios públicos abiertos	57
Áreas verdes	59
II.vii. Conclusiones parciales del análisis de modelo análogo	59
II.viii. Criterios de diseño a retomar en el anteproyecto	59

Capítulo 3: Herramientas, sistemas y estrategias de diseño bioclimático aplicadas	60
I. Condiciones climáticas generales	61
II. Análisis macro climático	62
II.i. Interpretación de los elementos climáticos según el software Consultor Climático	62
II.ii. Interpretación climática según tablas Mahoney	70
II.iii. Interpretación de la carta psicométrica del software Ecotect	71
III. Análisis micro climático	73
IV. Cuadro síntesis de estrategias y recomendaciones de diseño bioclimático	74
V. Conclusiones parciales del capítulo 3	75

Capítulo 4: Desarrollo del anteproyecto	76
I. Plan de necesidades y programa arquitectónico	77
I.i. Plan de necesidades	77
I.ii. Programa arquitectónico	77
II. Conceptualización	83
III. Descripción funcional	84

III.i. Zonificación	84
III.ii. Flujos de circulación y accesibilidad	87
IV. Descripción formal	88
IV.i. Composición arquitectónica	88
Conjunto	88
Volúmenes y fachadas	88
IV.ii. Criterios de expresión arquitectónica	91
V. Descripción estructural y constructiva	92
V.i. Sistema estructural y constructivo	92
V.ii. Adecuación del módulo estructural a la configuración arquitectónica	93
V.iii. Descripción de acabados	94
VI. Descripción bioclimática	95
VI.i. Estrategias bioclimáticas aplicadas al conjunto	95
Incidencia de vientos en el conjunto	95
Incidencia solar en el conjunto	97
VI.i. Estrategias bioclimáticas aplicadas a los edificios	97
Incidencia de vientos en espacios interiores	97
Incidencia solar en espacios interiores	99
Niveles de luminancia en espacios interiores	100
VII. Descripción de acústica arquitectónica	101
VII.i. Acondicionamiento acústico del auditorio	101
Cálculo del tiempo de reverberación medio	101
Cálculo del nivel de inteligibilidad de la palabra	102
VIII. Descripción de isóptica arquitectónica	104
IX. Propuesta de drenaje hidrosanitario	105
X. Conclusiones parciales del capítulo 4	106
Conclusiones generales, recomendaciones y bibliografía	107
I. Conclusiones generales	108
II. Recomendaciones	108
III. Bibliografía	108
Planos	
I. Arquitectónicos	
Plano de terrazas, perfiles topográficos 1, 2 y 3	A-01
Planta de conjunto, elevación norte de conjunto	A-02
Elevaciones sur, este y oeste de conjunto	A-03

Planta arquitectónica de conjunto	A-04
Planta arquitectónica de techos	A-05
Planta arquitectónica primer nivel	A-06
Planta arquitectónica segundo nivel	A-07
Planta arquitectónica tercer nivel	A-08
Elevaciones arquitectónicas norte y sur de edificio 1	A-09
Elevaciones arquitectónicas este y oeste edificio 1. Sección arquitectónica A edificio 1	A-10
Secciones arquitectónicas B y C edificio 1. Elevaciones arquitectónicas norte, sur y oeste edificio 2	A-11
Elevación arquitectónica este edificio 2. Secciones arquitectónicas D y E edificio 2	A-12
Cortes por fachada 1 y 2	A-13
Corte por fachada 3	A-14
Vistas de conjunto	A-15
Vista de acceso principal	A-16
Vista desde estacionamiento	A-17
Vista de plaza de acceso	A-18
Vista desde estacionamiento	A-19
Vista de plazoleta	A-20
Vista de edificio 1 y 2	A-21
II. Hidrosanitarios	
Plano de red de agua potable de conjunto	HS-01
Plano de red de aguas negras de conjunto	HS-02
Plano de drenaje pluvial de conjunto	HS-03

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Cuadro de certitud metódica	6
Tabla 2: Clasificación de edificios escolares	10
Tabla 3: Niveles de presión sonora	12
Tabla 4: Requerimientos del sistema de megafonía	13
Tabla 5: Curvas NC	14
Tabla 6: Niveles de ruido según actividades	15
Tabla 7: Causas de la absorción sonora	16
Tabla 8: Leyes relacionadas al diseño de edificios escolares	16
Tabla 9: Regulaciones para el diseño de edificios escolares	16
Tabla 10: Normativas para el diseño de edificios escolares	17
Tabla 11: Transferencias de radiación calorífica que afectan a la arquitectura	20

Tabla 12: Herramientas de diseño bioclimático seleccionadas para el anteproyecto	25
Tabla 13: Tablas Mahoney.	28
Tabla 14: Requerimientos del tipo de uso de suelo	35
Tabla 15: Histograma de evaluación del sitio	43
Tabla 16: Tablas Mahoney	70
Tabla 17: Síntesis de estrategias y recomendaciones de diseño bioclimático	74
Tabla 18: Plan de necesidades	77
Tabla 19: Programa arquitectónico	78-82
Tabla 20: Cálculo del tiempo de reverberación medio RTm del auditorio	102
Tabla 21: Tiempo de reverberación en la frecuencia de 2,000 Hz para el auditorio	103
Tabla 22: Diferencia entre niveles de presión sonora de campo directo y de campo reverberante	104
Tabla 23: Calificación del nivel de inteligibilidad de la palabra	104

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Isóptica horizontal para aulas	11
Figura 2: Proyección de anchura de la sala	11
Figura 3: Ejemplos de oscilaciones de frecuencias 1 y 10 Hz	12
Figura 4: Evolución del nivel relativo total de presión sonora en función de la distancia a la fuente sonora normalizada con respecto a la distancia crítica	12
Figura 5: Ejemplo de llegada del sonido directo y de las primeras reflexiones a un receptor	12
Figura 6: Superposición de sonidos con diferentes retardos e impresión subjetiva asociada	13
Figura 7: Eco flotante aparecido al colocar la fuente sonora entre dos paredes paralelas, lisas y muy reflectantes	13
Figura 8: Valores recomendados del valor promediado del tiempo de reverberación según el volumen del espacio	13
Figura 9: Obtención del %ALCons a partir de RT y de LD-LR	14
Figura 10: Curvas NC ("Noise Criteria")	14
Figura 11: Variaciones de presión sonora (dB) según distancias (m) (para un espacio libre de interferencias).	15
Figura 12: Disipación de energía en el interior de un material poroso situado delante de una pared rígida	15
Figura 13: Variación de la temperatura en función de la altitud	18
Figura 14: Carta solar estereográfica de la ciudad de Managua	18

Figura 15: Radiación solar	19
Figura 16: El movimiento de rotación terrestre se lleva a cabo de oeste a este	20
Figura 17: Intercambios de calor del cuerpo humano con el ambiente	20
Figura 18: Uso de la vegetación para sombrear la edificación	22
Figura 19: Arbustos que restringen y desvían el flujo de aire de su trayectoria hacia su interior	22
Figura 20: Arbustos situados convenientemente para permitir un buen flujo de aire hacia el interior de la edificación	22
Figura 21: Gráfico bioclimático por Olgyay	26
Figura 22: Calendario de necesidades climáticas por Olgyay (representación horaria de las necesidades de ventilación, radiación y humectación para alcanzar la zona de bienestar	26
Figura 23: Diagrama de recorrido solar (por Olgyay) para Managua, correspondiente a Latitud 12° 08' Norte	27
Figura 24: Carta bioclimática por Givoni	27
Figura 25: Análisis de viento realizado por Vasari	28
Figura 26: Representación de trayectoria solar anual en Ecotect	29
Figura 27: Análisis de ganancias caloríficas por radiación solar en Ecotect	29
Figura 28: Entorno inmediato al sitio	31
Figura 29: Vista 1, entrada Los Vanegas	31
Figura 30: Vista 2, Carretera a Masaya	31
Figura 31: Vista 3, calle hacia Esquipulas	31
Figura 32: Plano de localización	31
Figura 33: Plano de localización de hitos, nodos, bordes y sendas	32
Figura 34: Ubicación de vistas	32
Figura 35: Vista 1 de entrada Los Vanegas	32
Figura 36: Vista 2 de entrada Los Vanegas	32
Figura 37: Vista 3 de entrada Los Vanegas	32
Figura 38: Vista 4 de calle hacia Esquipulas	32
Figura 39: Localización de luminarias públicas	32
Figura 40: Localización de drenaje pluvial	32
Figura 41: Estado físico actual del drenaje pluvial	33
Figura 42: Estado físico actual del drenaje pluvial	33
Figura 43: Estado físico actual de las vías	33
Figura 44: Plano de vialidad	33
Figura 45: Localización de andenes peatonales	33
Figura 46: Estado físico de andenes peatonales	34

Figura 47: Sección de calle A, entrada Los Vanegas	34	Figura 82: Volúmenes derivados de la forma cúbica	51
Figura 48: Sección de calle B, vía hacia Esquipulas	34	Figura 83: Elevación norte	52
Figura 49: Sección de calle C, Carretera a Masaya	34	Figura 84: Elevación sur	52
Figura 50: Recorridos y estaciones de buses	34	Figura 85: Elevación este	52
Figura 51: Plano de uso de suelo	35	Figura 86: Elevación oeste	52
Figura 52: Plano del terreno con retiros	35	Figura 87: Ritmo simple de elementos de protección solar de bambú	52
Figura 53: Plano con división de zonas	36	Figura 88: Pauta a través del uso de materiales en el edificio 1	52
Figura 54: Plano topográfico del terreno	36	Figura 89: Ritmo, pauta y eje horizontal en el conjunto	52
Figura 55: Perfil topográfico 1	37	Figura 90: Características del estilo arquitectónico	53
Figura 56: Perfil topográfico 2	37	Figura 91: Textura visual generada por la superposición de elementos arquitectónicos	53
Figura 57: Plano de escorrentías del terreno	37	Figura 92: Sección transversal edificio primaria y secundaria, y edificio de cafetería	54
Figura 58: Plano de infraestructura existente	38	Figura 93: Localización de voladizos en edificio de primaria y secundaria	54
Figura 59: Infraestructura existente	38	Figura 94: Estructura de retículas de vigas	54
Figura 60: Vegetación existente en la zona	39	Figura 95: Estructura de vigas	54
Figura 61: Plano del terreno con árboles existentes	39	Figura 96: Vista de rampa	54
Figura 62: Vistas de vegetación existentes en el sitio	39	Figura 97: Estructura que soporta rampa	54
Figura 63: Diagrama de recorrido solar (por Olgyay) para Managua, correspondiente a Latitud 12° 08´ Norte	40	Figura 98: Estructura que soporta rampa	54
Figura 64: Localización de vistas predominantes	41	Figura 99: Detalle 1: modulación estructural edificio cafetería	55
Figura 65: Vista 1, entrada Los Vanegas	41	Figura 100: Detalle 2: modulación estructural edificio de primaria y secundaria	55
Figura 66: Vista 2, Carretera a Masaya	41	Figura 101: Sistema constructivo de mampostería reforzada de ladrillo	55
Figura 67: Vista 3, calle hacia Esquipulas	41	Figura 102: Esquema de modulación estructural	55
Figura 68: Vistas de Carretera a Masaya	41	Figura 103: Esquema de modulación estructural	55
Figura 69: Plano de atenuación del ruido de fondo (proveniente del tráfico de Carretera a Masaya)	42	Figura 104: Esquema de modulación estructural	55
Figura 70: Plano síntesis: potencialidades y restricciones del sitio	44	Figura 105: Esquema de captación de vientos predominantes	56
Figura 71: Conceptualización y zonificación del edificio principal	46	Figura 106: Esquema de estrategias bioclimáticas aplicadas al proyecto	56
Figura 72: Zonificación	46	Figura 107: Localización de espacios públicos abiertos	57
Figura 73: Localización de edificios	47	Figura 108: Vista de terraza (sobre edificio de cafetería)	57
Figura 74: Diagrama de funcionamiento y circulación	47	Figura 109: Vista de plaza cubierta de acceso	57
Figura 75: Diagrama de funcionamiento y circulación	47	Figura 110: Vista de plaza de banderas	57
Figura 76: Diagrama de funcionamiento y circulación	47	Figura 111: Vista de plaza de preescolar	57
Figura 77: Diagrama de circulación para personas con necesidades especiales	50	Figura 112: Vista 1	58
Figura 78: Diagrama de circulación para personas con necesidades especiales	50	Figura 113: Vista 2	58
Figura 79: Diagrama de circulación para personas con necesidades especiales	50	Figura 114: Vista 3	58
Figura 80: Diagrama de circulación para personas con necesidades especiales	51	Figura 115: Vista 4	58
Figura 81: Organización de volúmenes en el conjunto	51	Figura 116: Localización de áreas verdes y vegetación en planta de conjunto	59
		Figura 117: Clasificación Climática según Koppen	61
		Figura 118: Índice de Confort Climático Anual	61

Figura 119: Línea de diseño No. 34	67
Figura 120: Línea de diseño No. 32	67
Figura 121: Línea de diseño No. 59	67
Figura 122: Línea de diseño No. 42	67
Figura 123: Línea de diseño No. 35	67
Figura 124: Línea de diseño No. 57	68
Figura 125: Línea de diseño No. 17	68
Figura 126: Línea de diseño No. 39	68
Figura 127: Línea de diseño No. 36	68
Figura 128: Línea de diseño No. 43	68
Figura 129: Línea de diseño No. 40	69
Figura 130: Línea de diseño No. 65	69
Figura 131: Línea de diseño No. 18	69
Figura 132: Línea de diseño No. 25	69
Figura 133: Línea de diseño No. 47	69
Figura 134: Fachada norte de edificio 1	83
Figura 135: Incorporación de rampa a propuesta formal de fachada sur de edificio 1	88
Figura 136: Expresión del uso del color para lograr unidad en el conjunto	89
Figura 137: Acabados en edificio 1	94
Figura 138: Acabados en edificios 1 y 2	94

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Esquema metodológico	8
Gráfico 2: Relaciones y diferencias entre arquitectura sostenible, sustentable y bioclimática	23
Gráfico 3: Clasificación del confort	24
Gráfico 4: Síntesis de proceso de diseño propuesto en la metodología por Fuentes	25
Gráfico 5: Rangos de temperaturas anuales (°C)	62
Gráfico 6: Promedios diurnos por mes	62
Gráfico 7: Isopleta de temperatura de bulbo seco	63
Gráfico 8: Temperatura de bulbo seco y humedad relativa	63-64
Gráfico 9: Rangos de velocidad del viento (m/s)	64
Gráfico 10: Rangos de radiación solar (Wh/m ²)	65
Gráfico 11: Rangos de iluminación (lx)	65
Gráfico 12: Carta psicométrica de Givoni	66
Gráfico 13: Clasificación del clima de Managua	71
Gráfico 14: Carta Psicométrica de Ecotect	71

Gráfico 15: Síntesis del régimen de vientos predominantes	72
Gráfico 16: Enfriamiento activo	73
Gráfico 17: Vegetación del sitio	73
Gráfico 18: Vías circundantes del sitio	73
Gráfico 19: Incidencia de vientos en el sitio	74
Gráfico 20: Esquema del concepto generador del diseño	83
Gráfico 21: Esquema de organización del conjunto	83
Gráfico 22: Esquema de organización de los edificios	83
Gráfico 23: Zonificación de conjunto	85
Gráfico 24: Diagrama de relaciones en el conjunto	85
Gráfico 25: Zonificación de planta primer nivel	86
Gráfico 26: Zonificación de planta segundo nivel	86
Gráfico 27: Zonificación de planta tercer nivel	86
Gráfico 28: Flujos de circulación en conjunto	87
Gráfico 29: Flujos de circulación en planta primer nivel	87
Gráfico 30: Flujos de circulación en planta segundo nivel	88
Gráfico 31: Flujos de circulación en planta tercer nivel	88
Gráfico 32: Composición arquitectónica en el conjunto	88
Gráfico 33: Análisis compositivo de la fachada norte edificio 1	89
Gráfico 34: Análisis compositivo de la fachada norte edificio 1	90
Gráfico 35: Análisis compositivo de la fachada sur edificio 1	90
Gráfico 36: Análisis compositivo de la fachada este edificio 1	91
Gráfico 37: Análisis compositivo de la fachada oeste edificio 1	91
Gráfico 38: Análisis compositivo de la fachada norte edificio 2	91
Gráfico 39: Análisis compositivo de la fachada sur edificio 2	91
Gráfico 40: Análisis compositivo de la fachada este edificio 2	91
Gráfico 41: Sistema estructural de marcos: edificio 1	92
Gráfico 42: Sistema estructural de marcos: edificio 2	92
Gráfico 43: Configuración estructural en planta de edificio 1	93
Gráfico 44: Coordinación modular de edificio 1	93
Gráfico 45: Planta ampliada de coordinación modular de edificio 1	93
Gráfico 46: Coordinación modular de edificio 2	94
Gráfico 47: Rosa de los vientos y variaciones de velocidad anual	95
Gráfico 48: Vectores de viento en el conjunto	95
Gráfico 49: Velocidades de vientos incidentes en el conjunto	96
Gráfico 50: Conjunto con masa de viento envolvente a los edificios	96
Gráfico 51: Análisis de soleamiento en un día (23 de marzo de 2015)	97

Gráfico 52: Tunel de viento de edificio 1, de izquierda a derecha se muestran los ambientes: sala de informática, sala de documentación, baterías de S.S y caja de escaleras	97
Gráfico 53: Conjunto de vectores de viento en edificio 1, de izquierda a derecha se muestran los ambientes: sala de informática, sala de documentación, baterías de S.S y caja de escaleras	98
Gráfico 54: Tunel de viento de habitación	98
Gráfico 55: Conjunto de vectores de viento de habitación	98
Gráfico 56: Máscara de sombra de Habitación 1	99
Gráfico 57: Máscara de sombra de Aula 3	99
Gráfico 58: Máscara de sombra de Sala de Documentación	99
Gráfico 59: Máscara de sombra de Auditorio	99
Gráfico 60: Análisis de iluminación natural en Habitación 12	100
Gráfico 61: Análisis de iluminación natural en Aula 2	100
Gráfico 62: Análisis de iluminación natural en Auditorio	100
Gráfico 63: Ubicación de fuente sonora y receptores de auditorio	103
Gráfico 64: Nomograma para la obtención de la Inteligibilidad (% AL Cons) a partir de RT y L - L (dB)	104
Gráfico 65: Isóptica horizontal de aula	104
Gráfico 66: Isóptica horizontal de auditorio	105

RESUMEN

El presente documento contiene la investigación teórica y descripción del proceso y diseño del *Anteproyecto del Centro Nacional de Formación Docente Fe y Alegría, con enfoque bioclimático - Managua, Nicaragua*. Este se presenta para satisfacer los requerimientos académicos de la Universidad Nacional de Ingeniería para obtener el título de Arquitecto, además de proveer a la institución *Fe y Alegría Nicaragua* de un diseño arquitectónico que cumple con sus necesidades y sirve como herramienta para la gestión de los fondos para el desarrollo a nivel de proyecto y construcción de la obra.

El enfoque bioclimático del anteproyecto nace a partir del interés de la autora por producir arquitectura en un contexto socio económico donde la eficiencia energética se vuelve necesaria porque cada vez se incrementan más los costos de la energía eléctrica para consumo de los edificios. Además esta condición se integra con la solicitud de *Fe y Alegría Nicaragua* de poseer un centro escolar que requiera poco suministro de energía eléctrica, por motivos de manutención económica.

En este marco el documento contiene una investigación sobre los criterios teóricos, conceptuales y normativos base para el anteproyecto; el análisis de las referencias de la tipología arquitectónica escolar y las condicionantes del entorno; la descripción de las herramientas, sistemas y estrategias de diseño bioclimático aplicadas a la propuesta; y la descripción del diseño de anteproyecto.

CAPÍTULO 0: Generalidades

I. INTRODUCCIÓN

En la Recomendación N° 4 de la Conferencia Internacional de Instrucción Pública (1935), se hace referencia a lo difícil y compleja que se ha hecho la tarea de los maestros de primera enseñanza (actualmente nivel primario) dadas las condiciones económicas y sociales actuales. Por esa razón, el proceso educativo de la formación inicial de los futuros maestros es de capital importancia. Es por este tipo de planteamientos que Saravia (2005) indica que “el sistema de formación docente, en general, responde a un modelo educativo que plantea una concepción del hombre y de la sociedad; una filosofía y un modo de ser, actuar y valorar.”

Se concretó en el Taller de Fortalecimiento Institucional (1998) que Fe y Alegría es un Movimiento Internacional de Educación Popular Integral y Promoción Social, fundado en 1955 en Caracas. Este movimiento está dirigido a la población excluida para construir un proyecto de transformación social, basado en los valores cristianos de solidaridad, participación y justicia. Dentro de las labores principales de Fe y Alegría se encuentra la proyección hacia la formación de docentes, lo cual está encaminado en el mejoramiento y perfeccionamiento docente al servicio de sus participantes. La institución busca mejorar la pedagogía implementada en cada proyecto de educación ofrecido, ayudando de esta forma a construir un modelo educativo que se ajuste a la realidad y condiciones del entorno donde se ejecuta cada programa académico presencial, semipresencial o alternativo.

El compromiso de Fe y Alegría es capacitar docentes en su formación inicial, formación de educadores en servicio y profesionalización de docentes en ejercicio, que continúen el ejercicio eficaz de su labor educadora. En relación al concepto general de la institución esta capacitación docente se realiza por medio de talleres, seminarios, reuniones, conferencias o puestas en común en determinados establecimientos que prestan las condiciones para estas actividades.

Según E. Ruiz (comunicación personal, 8 marzo 2013), asistente de la Dirección Nacional de Fe y Alegría Nicaragua; a causa de la necesidad de estos espacios para los docentes, la institución se ha visto forzada a utilizar distintos establecimientos ajenos y funcionalmente inadecuados para dichas actividades, lo cual si bien ha cumplido su cometido, ha causado gastos adicionales a la entidad y ha dado como resultado que la labor de la formación docente sea una tarea cada vez más difícil.

Puesto que Fe y Alegría Nicaragua es un Movimiento sin fines de lucro financiado por diferentes organismos internacionales, dentro de su filosofía de funcionamiento se involucra una concepción poco derrochadora material y funcionalmente. Si bien los establecimientos que se usan

actualmente para la capacitación de docentes cumple con el objetivo principal, existe una serie de consecuencias como: el gasto en instalaciones para climatizar e iluminar artificialmente los espacios, costos de alquiler y transporte y afectación a los usuarios a causa de la falta de confort en algunos de estos establecimientos.

A partir de este planteamiento Fe y Alegría muestra gran interés en contrarrestar esta problemática al requerir un centro para formación docente propio, en el que uno de los principales requerimientos del proyecto sea la economía en la vida útil del edificio en relación a consumo energético, véase como una consecuencia de la aplicación de criterios bioclimáticos; y el confort en los espacios. Este enfoque se plantea por las consecuencias que la indiferencia ante la integración de los edificios con el medio ambiente puede tener. Una de estas consecuencias es el síndrome del edificio enfermo, en el cual los efectos nocivos en la salud de las personas se presentan cotidianamente en el interior de las edificaciones convencionales (García, J.R. y Fuentes, V. 1985 p. 17).

Es fácilmente perceptible, cómo en general en la arquitectura de Nicaragua no se ha valorado en su verdadera dimensión la aplicación de los criterios de confort. Parte de este problema es que no se ha creado conciencia a la población en general de los beneficios que estos pueden brindar: reducir costos en consumo energético, crear espacios más saludables y confortables. Estos beneficios pueden mejorar en gran medida la calidad de vida y la calidad de la experiencia que el usuario tenga en una edificación.

En respuesta a esta problemática se introduce el enfoque bioclimático a un anteproyecto que va a cumplir con las necesidades de los usuarios, la institución y el medio ambiente (dentro de sus alcances). Esto se logrará por medio del estudio de distintas metodologías para diseño bioclimático existentes y la aplicación de estas en el diseño arquitectónico; tomando en cuenta el contexto geográfico, climático, social y cultural de Nicaragua. Al realizar un resumen de las problemáticas existentes y sus posibles soluciones se concluye que un Anteproyecto del Centro Nacional de Formación Docente para Fe y Alegría- Nicaragua con enfoque bioclimático, cumpliría con las necesidades económicas, arquitectónicas y funcionales que la entidad establece.

II. ANTECEDENTES

II.i. Formación Docente

Es casi inexistente información palpable sobre el tema educativo durante la época colonial, sobre todo de la formación inicial como se conceptualiza hoy en día, sin embargo Saravia (2005) indica

una posibilidad,

“(…) recién en el siglo XIX, nace la preocupación por la formación de personas dedicadas a la educación, más allá de los sacerdotes de las órdenes religiosas. La aparición de debates y el surgimiento de nuevas tendencias, promovidas por los criollos con estudios en Europa, dieron las primeras pautas para comprender que la docencia requería de preparación, de ciencia, de práctica, de valores, de manejo metodológico y didáctico, y de prácticas pre-profesionales…”.

A partir de esta preocupación se dan los primeros pasos para diseñar la formación de maestros/as. Es así como surgen los Institutos Pedagógicos, las Escuelas Normales y las Escuelas Normales Superiores hasta llegar a los Institutos Superiores Pedagógicos y finalmente se crean los Centros de Formación Docente como un apoyo a las instituciones mencionadas con anterioridad, para la capacitación y actualización de docentes (posterior a los estudios iniciales de estos) para que mantengan un ritmo con los avances en la metodología de la educación y en las herramientas de enseñanza.

En el período 1950-1979 sobresale el impulso hacia la formación de dirigentes y especialistas en educación especialmente por La Conferencia General IX de la UNESCO, celebrada en Nueva Delhi (India), en esta Conferencia se aprobó el Proyecto Principal No. 1 para América Latina y el Caribe, cuyas líneas generales se enfocaron en la mejora del sistema de formación del personal docente y preparar para cada país especialistas en educación para impulsar y orientar avances requeridos en la enseñanza de los diferentes países latinoamericanos.

En Nicaragua se consideró como “el primer eslabón de la huella educativa” a la primera Escuela Normal de Nicaragua fundada en 1913 en lo que ahora se conoce como el Instituto Pedagógico La Salle. Sin embargo a raíz de las líneas generales mencionadas con anterioridad sobre el Proyecto Principal No.1, en 1973 se creó el Centro Nacional de Educación y Ciencia (CENEC) con el objetivo de proporcionar formación permanente a los recursos humanos que trabajaban en educación. (Arrién, 2008, p. 9-10)

II.ii. Centro de Formación Docente para Fe y Alegría.

Fe y Alegría, como un Movimiento de Educación Popular Integral y Promoción Social, se ha enfocado en la formación de docentes desde sus inicios en 1960 teniendo una cifra actual de 23,000 docentes en formación. Esta cifra contiene docentes de los 19 países en los que está presente el movimiento, en los cuales se incluye Nicaragua donde han utilizado los centros educativos en horarios fuera de los laborales para la formación de docentes en los distintos

centros educativos.

Cada año se realizan jornadas de formación para todos los docentes de los centros educativos de Nicaragua o para los dirigentes de dichos centros. Estas jornadas desde hace muchos años se han hecho en establecimientos que no son propios de la institución como el Centro de Capacitación Olofito, instalaciones del Instituto para el Desarrollo y la Democracia (Ipade) y a partir del 2010 se utilizaron las nuevas instalaciones de la Casa de Retiros del Colegio Centroamérica “Pedro Arrupe” como consecuencia de la prolongación de las jornadas de formación o las puestas en común de los distintos centros educativos.

España es uno de los países que ha brindado más apoyo económico a Fe y Alegría. Este país, al igual que muchos otros fue muy afectado por la crisis económica mundial desde el 2008. A mediados del 2012 la cooperación Española en Nicaragua recorta o retira su presupuesto para algunos proyectos, lo que significó menos facilidades económicas a la institución para realizar proyectos. El presupuesto que la institución obtiene de las otras organizaciones internacionales no puede ser destinado al alquiler de locales y es a raíz de esta problemática que Fe y Alegría-Nicaragua requiere un local propio para sus actividades, que también funcione para actividades de otra índole y haya posibilidades de obtener un ingreso económico con el alquiler de este local.

II.iii. Arquitectura Bioclimática

La arquitectura siempre ha utilizado recursos naturales para cubrir las necesidades humanas. A partir del surgimiento de la necesidad del hombre por protegerse de las condiciones climáticas, se tomaron en cuenta los elementos del medio ambiente. A pesar de esta concepción general sobre la arquitectura, la Revolución Industrial marcó un gran cambio en la forma de diseñar. A causa del desarrollo tecnológico de la construcción e instalaciones especiales para iluminación y climatización (como calefacción y aire acondicionado), y las expectativas de los ocupantes; la importancia de la relación entre el edificio y los elementos climáticos fue disminuyendo, derivando en espacios no sustentables y económicamente elevados en su funcionamiento y mantenimiento.

Posteriormente, el estilo internacional constituyó otro factor de desenlace entre el edificio y su entorno climático. STEINER (2011) remarca como la arquitectura moderna en especial el estilo internacional fue esparcido por todo el mundo con un remarcado desinterés por los climas locales o tipos de suelo, enfocándose en el uso de calefacción central y aire acondicionado para contrarrestar el esparcimiento de cajas de cristal en todos lados.

“(…) en los 70, la crisis del petróleo volvió a despertar el interés por la energía, y aparecieron las

primeras generaciones de edificios que se auto proclamaban bioclimáticos, gracias a la definición del término “arquitectura bioclimática” que Olgyay y Givoni llegaron a desarrollar, es por eso que se consideran pioneros en la materia. La principal preocupación de estas arquitecturas era la de conseguir un eficiente comportamiento térmico, por medio del cual desarrollaron un lenguaje que explotaba los recursos de los dispositivos de acondicionamiento ambiental pasivo o de captación solar...” (Rodríguez, 2006).

Además, se ha identificado la necesidad de repensar en un mayor equilibrio con el medio ambiente, y en consecuencia una reducción del consumo de energía, principalmente de las edificaciones; debido a que el crecimiento demográfico y el desarrollo tecnológico han originado mayor variedad de equipos e instalaciones, y por tanto una demanda creciente de energía difícilmente satisfecha por la oferta convencional. Claramente se identifica que la Arquitectura Bioclimática no es una nueva tendencia, sino un conjunto de criterios retomados como consecuencia de la crisis ambiental.

II.iv. Arquitectura Bioclimática en Nicaragua

Esta integración de los edificios con el clima se puede apreciar en la arquitectura vernácula, dado que cada poblado, basado en el clima, logró obtener una vivienda adecuada (por medio de prueba y error)(Morillón, s.f., p.9). Se puede observar como en algunas ciudades de Nicaragua se encuentran construcciones adecuadas a las condiciones climáticas. Los edificios, viviendas e incluso la trama urbana estaban basados en el comportamiento del clima local y los recursos naturales disponibles, derivando en espacios coherentes con el entorno y que brindan el confort necesario para una mejor calidad de vida para los usuarios. Esto se debe a algunos conceptos y criterios que la sociedad tenía sobre la importancia del aprovechamiento de los recursos climáticos y ambientales; como las Leyes de Indias, las cuales planteaban que en los lugares con climas cálidos las calles debían ser más anchas para facilitar la ventilación natural, y que la trama urbana tenía que proyectarse de modo que las edificaciones generaran sombras en un lado de la vía –en los andenes- y así los peatones pudieran circular por la ciudad durante cualquier hora del día.

A pesar de esto, en Nicaragua, al igual que en el resto del mundo, el uso de las tecnologías para crear espacios climatizados y modernos también tuvo su impacto. Antes del terremoto de 1972, en Managua se concentraba la mayor fuente de recursos económicos e instituciones; por eso, el desarrollo en la construcción fue relativamente grande, y al igual que en los demás países se comenzó a minimizar la importancia de la incidencia de los factores ambientales de los sitios, ya que se prefería y se poseía la capacidad económica para costear la utilización de sistemas activos de climatización e iluminación.

Sin embargo el contexto actual de Nicaragua, luego de guerras, catástrofes naturales, bloqueos económicos y conflictos políticos; es definido por una crisis económica extendida. Como consecuencia no existen los recursos económicos suficientes para optar por obras no bioclimáticas; es decir edificios que requieran la utilización de sistemas activos, por tanto de energía (cada día más costosa y contaminante al medio ambiente), para lograr el confort en los espacios.

En el país las investigaciones relacionadas al tema son escasas y los profesionales que están dedicados a la aplicación de la arquitectura bioclimática también lo son. En la Universidad Nacional de Ingeniería existen documentos monográficos referidos al tópico, como el documento La Luz en la Forma Arquitectónica (Sevilla, Miranda, 2010); así mismo existe una serie de tesinas producto de los cursos de graduación enfocados en esta temática; además de encontrarse en desarrollo un diplomado de diseño arquitectónico con enfoque bioclimático, en la Facultad de Arquitectura de esta Alma Mater.

También se conoce que Angélica Walsh, arquitecta Nicaragüense, ha realizado investigaciones relacionadas al tema como, viviendas de bajo consumo energético (Francia); y actualmente se encuentra realizando una investigación sobre estrategias pasivas de acondicionamiento ambiental para casas de interés social, en el marco de sus estudios de doctorado (Brasil).

III. JUSTIFICACIÓN

La investigación beneficia a la autora, ya que permitirá comprobar y aplicar los conocimientos y destrezas adquiridas en la carrera, así como satisfacer los requerimientos académicos de la Universidad Nacional de Ingeniería para obtener el título de Arquitecto.

Asimismo la realización del anteproyecto de Centro Nacional de Formación Docente Fe y Alegría, con enfoque bioclimático; servirá de pauta para la gestión de los recursos económicos necesarios para la finalización del diseño del proyecto (integrado por las especialidades estructurales, hidrosanitarias y eléctricas), y su construcción. De tal modo, se suplirá la necesidad de un espacio propio para la función de formación docente, que cumpla con los requerimientos funcionales y de confort de la tipología arquitectónica, además del necesario ahorro energético durante la vida útil del edificio.

El documento de investigación será una referencia para futuros proyectos de carácter bioclimático, beneficiando a los estudiantes de arquitectura e incluso arquitectos que realicen propuestas similares. Igualmente servirá como bibliografía para estudiantes que cursen la asignatura de

Física de la Arquitectura en la UNI, al integrar aspectos metodológicos relacionados al tema bioclimático.

IV. OBJETIVOS

IV.i. Objetivo General

Realizar el anteproyecto del Centro Nacional de Formación Docente Fe y Alegría, con enfoque bioclimático.

IV.ii. Objetivos Específicos

1. Determinar los criterios teóricos, conceptuales y normativos referentes a la tipología del edificio y metodología de diseño bioclimático, que sirven de base para el anteproyecto.
2. Analizar las referencias arquitectónicas y condicionantes del entorno que servirán como criterios de diseño.
3. Identificar herramientas, sistemas y estrategias de diseño bioclimático a utilizar en el anteproyecto, para lograr un nivel de confort adecuado.
4. Desarrollar el anteproyecto del Centro Nacional de Formación Docente Fe y Alegría, con enfoque bioclimático.

V. DESGLOSE DE LAS INVESTIGACIONES PRINCIPALES

V.i. Etapa I.

CRITERIOS TEÓRICOS, CONCEPTUALES Y NORMATIVOS BASE PARA EL ANTEPROYECTO.

1. Estudio de los conceptos, teorías y normas relacionadas con la arquitectura escolar y los edificios de formación para docentes, así como la importancia de la arquitectura en el desarrollo de la educación.
2. Estudio de conceptos, teorías y normas referentes a la metodología del diseño bioclimático como: arquitectura bioclimática y confort.
3. Redacción de conclusiones parciales.

V.ii. Etapa II.

REFERENCIAS ARQUITECTÓNICAS Y CONDICIONANTES DEL ENTORNO.

1. Análisis de modelo análogo nacional e internacional.
2. Caracterización y estudio de las condiciones del entorno natural y artificial.
3. Redacción de conclusiones parciales.

V.iii. Etapa III.

HERRAMIENTAS, SISTEMAS Y ESTRATEGIAS DE DISEÑO BIOCLIMÁTICO APLICADAS.

1. Utilización de herramientas para la caracterización del clima, para obtener recomendaciones de diseño.
2. Definición de sistemas de diseño bioclimáticos a utilizar, como sistemas pasivos y sistemas activos e híbridos.
3. Definición de estrategias de climatización pasiva, iluminación natural, acústica, isóptica y control de contaminantes.

V.iv. Etapa IV.

DESARROLLO DEL ANTEPROYECTO.

1. Redacción de memoria descriptiva del anteproyecto.
2. Elaboración de planos arquitectónicos de anteproyecto.
3. Redacción de conclusiones parciales.

I. CUADRO DE CERTITUD METÓDICA

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ETAPAS	UNIDADES DE ANÁLISIS	VARIABLES	RESULTADOS PARCIALES	RESULTADOS FINALES	MÉTODOS CIENTÍFICOS
Realizar el anteproyecto del Centro Nacional de Formación Docente Fe y Alegría, con enfoque bioclimático.	<p>1. Determinar los criterios teóricos, conceptuales y normativos referentes a la tipología del edificio y metodología de diseño bioclimático, que sirven de base para el anteproyecto.</p>	Criterios teóricos, conceptuales y normativos base para el anteproyecto.	Arquitectura escolar.	Edificio escolar. Edificio de formación docente. Importancia de la arquitectura en el desarrollo de la educación. Isóptica arquitectónica. Acústica arquitectónica. Normativas para diseño de edificios escolares.	Referencia teórica de arquitectura escolar.	Obtención de base teórica.	<p>Método Sintético: se retoman distintos puntos de vista respecto a conceptos y teorías, que se integran para conformar la base teórica para la investigación.</p> <p>Método Deductivo: se realiza una descripción teórica de conceptos generales dirigidos hacia los particulares.</p>
			El clima.	Factores del clima (altitud, latitud y relieve). Elementos del clima (temperatura, radiación solar, humedad, viento y precipitación). Relación del clima con el hombre.	Descripción del clima y su relación con la arquitectura.		
			Arquitectura bioclimática.	Concepto de arquitectura bioclimática. Metodología bioclimática Confort.	Síntesis de teorías y metodologías bioclimáticas.		
	<p>2. Analizar las referencias arquitectónicas y condicionantes del entorno que servirán como criterios de diseño.</p>	Referencias arquitectónicas y condicionantes del entorno.	Modelo análogo	Aspecto funcional. Aspecto formal. Aspecto estructural.	Síntesis de elementos formales, funcionales y estructurales a retomar para la tipología arquitectónica.	Obtención de criterios y condicionantes de diseño.	<p>Método Analítico: Se analiza y caracterizan los elementos condicionantes para el diseño.</p>
			Análisis de sitio	Medio construido	Síntesis de potencialidades y restricciones que presenta el sitio.		
				Medio natural. Relación del sitio con el entorno.			

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ETAPAS	UNIDADES DE ANÁLISIS	VARIABLES	RESULTADOS PARCIALES	RESULTADOS FINALES	MÉTODOS CIENTÍFICOS
	<p>3. Identificar herramientas, sistemas y estrategias de diseño bioclimático a utilizar en el anteproyecto.</p>	Herramientas, sistemas y estrategias de diseño bioclimático aplicadas.	Herramientas para análisis diseño bioclimático.	Caracterización del clima. Análisis del macro clima. Análisis del micro clima.	Obtención de recomendaciones de diseño.	Definición de recomendaciones e identificación estrategias para el diseño bioclimático.	<p>Método Deductivo: se proponen estrategias y conceptos de diseño bioclimático orientados desde lo general hasta lo particular.</p> <p>Método Sintético: se diseña el anteproyecto considerando todos los elementos condicionantes como parte de un todo.</p>
			Sistemas para diseño bioclimático.	Sistemas pasivos. Sistemas activos. Sistemas híbridos.	Identificación del sistema bioclimático a utilizar en el diseño.		
	<p>4. Desarrollar el anteproyecto del Centro Nacional de Formación Docente Fe y Alegría, con enfoque bioclimático.</p>	Desarrollo del anteproyecto.	Estrategias para diseño bioclimáticas.	Estrategia de climatización. Estrategia de iluminación Estrategia de isóptica. Estrategia de acústica. Estrategia para control de contaminantes.	Definición de estrategias bioclimáticas a utilizar para el diseño.	Anteproyecto de Centro Nacional de Formación Docente Fe y Alegría, con enfoque bioclimático.	<p>Método Sintético: se diseña el anteproyecto considerando todos los elementos condicionantes como parte de un todo.</p> <p>Método Deductivo: se proyecta la arquitectura partiendo del concepto generador hasta los requerimientos arquitectónicos de cada ambiente.</p>
Anteproyecto.			Función. Confort. Aspectos formales. Constructiva estructural. Instalaciones. Aspectos ambientales	Memoria descriptiva de anteproyecto. Planos de anteproyecto arquitectónico. Representación gráfica de cálculos realizados en software especializados para diseño bioclimático.			

I. ESQUEMA METODOLÓGICO

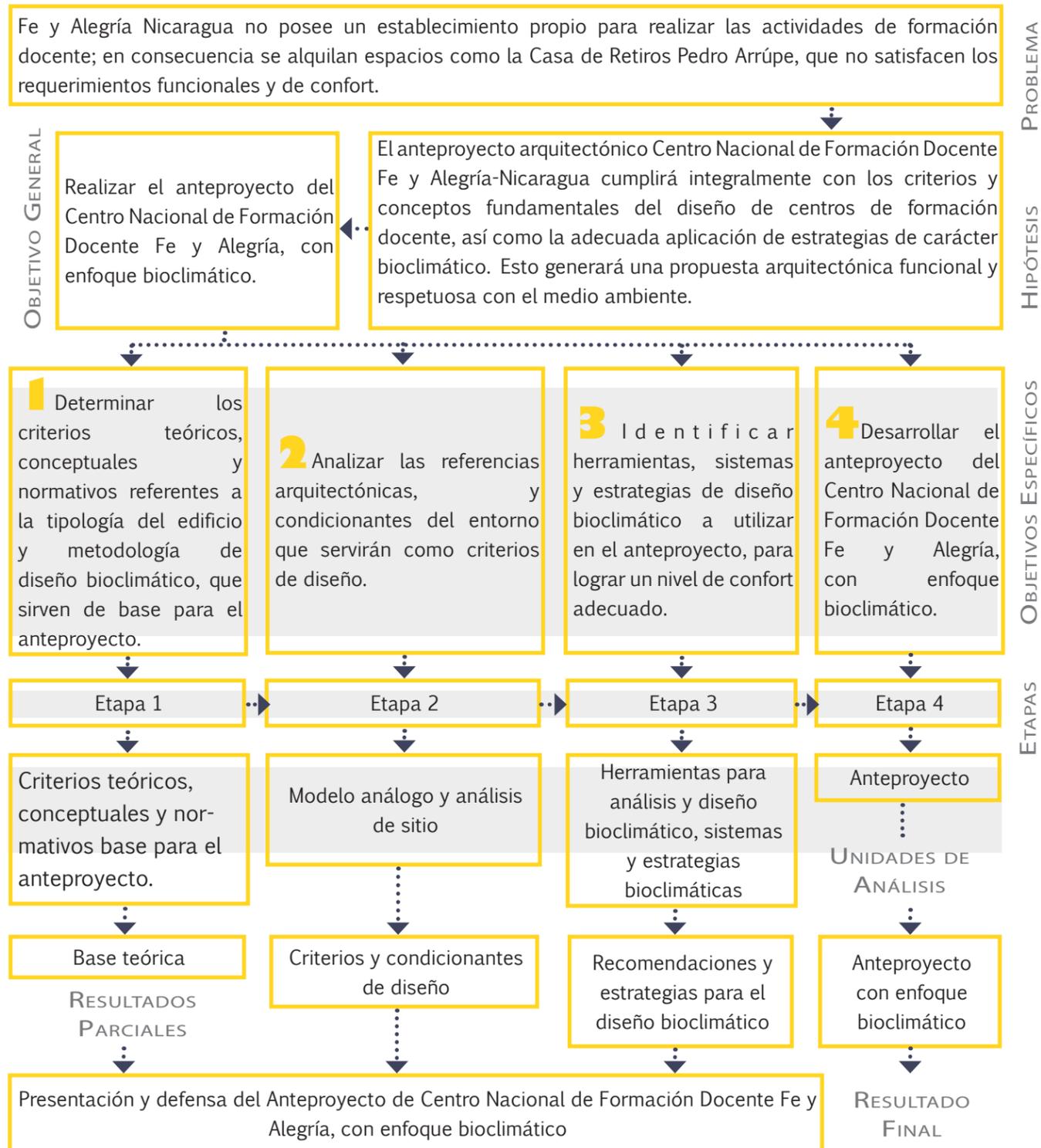


Gráfico No.1: Esquema metodológico. Fuente: Elaborado por la autora.

CAPÍTULO 1: Criterios teóricos, conceptuales y normativos base para el anteproyecto

En este capítulo se abordan los temas fundamentales que sirven de base para el desarrollo del anteproyecto. Estos son: arquitectura escolar, clima y arquitectura bioclimática.

I. ARQUITECTURA ESCOLAR

I.i. Definición

El concepto de escuela engloba la función del edificio a proyectar; se puede definir como escuela a cualquier espacio de enseñanza de carácter público o privado, es decir, toda institución que imparta educación o enseñanza. La arquitectura escolar es el medio físico base para la práctica de enseñanza y aprendizaje; y cuyas cualidades más importantes se refieren a la calidad y relación de los espacios (Ministerio de Educación, cap.1, p.2). Esta tipología arquitectónica es un elemento que contribuye a la acción educadora, pues además de ofrecer el marco espacial en el que aquella se desarrolla, puede influir en la transmisión del mensaje pedagógico (Revuelta, 1998, p.89). Lo enseñado está estrechamente ligado al lugar y espacio. Los edificios escolares son un símbolo de la formación recibida y recuerdo de las vivencias allí experimentadas.

En otro tipo de textos se ha señalado la importancia del espacio y sus formas organizativas en el modelado de la personalidad humana, especialmente en los períodos de formación. Según Revuelta (1998, p.90), refiriéndose al espacio escolar, se suelen indicar distintos puntos de vista desde los que puede ser contemplado. Pueden ser referencias arquitectónicas, como los planos, la técnica constructiva o los elementos decorativos. Referencias socio-geográficas, como el emplazamiento rural o urbano, y la ubicación del centro educativo en relación con la posición social de los estudiantes. Referencias médicas e higiénicas. Y referencias pedagógicas, tanto las didácticas como las ideológicas o simbólicas.

I.ii. Clasificación de edificios escolares

Puesto que cada nivel educativo es único y está destinado a un tipo diferente de usuario, se puede hacer una clasificación de edificios educativos que ayuda a suplir las necesidades del establecimiento y el tipo de usuario con relación a su función y forma. El Ministerio de Educación de Nicaragua plantea como modalidades del sistema educativo la educación preescolar, primaria, secundaria, especial, de adultos y de formación docente, según estas modalidades los edificios educativos se pueden dividir de la siguiente forma:

Educación preescolar	Preescolar (formal y comunitario) Centro de (CDI) Guarderías
Educación primaria	Escuelas primarias Colegios
Educación secundaria	Institutos Colegios
Educación especial	Centros de educación especial Institutos
Educación de adultos	Colegios
Educación de formación docente	Escuelas normales Centros de capacitación Universidades
Educación superior	Institutos politécnicos y tecnológicos Centros de investigación y capacitación

Tabla No.2: Clasificación de edificios escolares. Fuente: Normas y criterios para el diseño de establecimientos escolares (MINED).

I.iii. Centro de formación docente

De acuerdo a la clasificación propuesta, el anteproyecto cabe en la categoría de educación de formación docente. Para Achilli (2000, p.17) la práctica docente se concibe en un doble sentido: como práctica de enseñanza, propia de cualquier proceso formativo y como apropiación del oficio de docente, cómo iniciarse, perfeccionarse y/o actualizarse en la práctica de enseñar. La formación docente, se comprende como “un proceso en el que se articulan prácticas de enseñanza y de aprendizaje orientadas a la configuración de sujetos docentes/enseñantes” (Gorodokin, [s.f.], p.2). Por tanto, este edificio debe entenderse como el espacio base para el desempeño de dicha función.

Los centros propuestos para la formación o capacitación docente nacen como un apoyo de instituciones como Institutos Pedagógicos, las Escuelas Normales y las Escuelas Normales Superiores hasta llegar a los Institutos Superiores Pedagógicos; para la capacitación y actualización de docentes (posterior a los estudios iniciales de estos) por medio de talleres, seminarios, clases o capacitaciones con el fin de mantener un ritmo con los avances en la metodología de la educación,

técnicas y herramientas de enseñanza.

I.iv. Importancia de la arquitectura en el desarrollo de la educación

Los centros de formación docente al igual que todo centro educativo son establecimientos que tienen gran influencia en los usuarios, no solo por la información recibida, sino también por las vivencias y el tiempo de uso de los espacios. La conducta y el aprendizaje de los estudiantes dependen de las características de cada persona, adaptación y actitud, pero también se halla condicionado por las instalaciones del colegio (García, 1987, p.181); es decir por las condiciones de confort y sensaciones generadas por los espacios. De ahí que la arquitectura sea, quizás no lo principal, pero sí un factor importante en el desarrollo eficiente de las actividades de educación.

Según García (1987, p.182) probablemente el espacio, la comodidad del mobiliario, el color y la luz conforman los tres factores fundamentales -de un edificio- incidentes en el desarrollo y eficacia de sus actividades. Los elementos arquitectónicos y de mobiliario de un establecimiento escolar conforman el ambiente adecuado para las funciones de circular, trabajar y estar; y dado que es muy difícil delimitar un espacio que sólo cumpla con una de las funciones anteriores (incluso en los pasillos pueden desarrollarse las funciones de trabajar y estar), todos los espacios deben reunir estas características de facilidad, disponibilidad y sosiego.

I.v. Isóptica arquitectónica

La isóptica arquitectónica es entendida como la constitución de las cualidades visuales aceptables en un espacio. Según Plazola (1997, p.182) estas cualidades “dependen de la elevación del nivel de la vista y del establecimiento de una curva de visuales”. La isóptica es uno de los elementos importantes en cualquier espectáculo (cines, teatros, templos, estadios, salas de reunión, etc.),

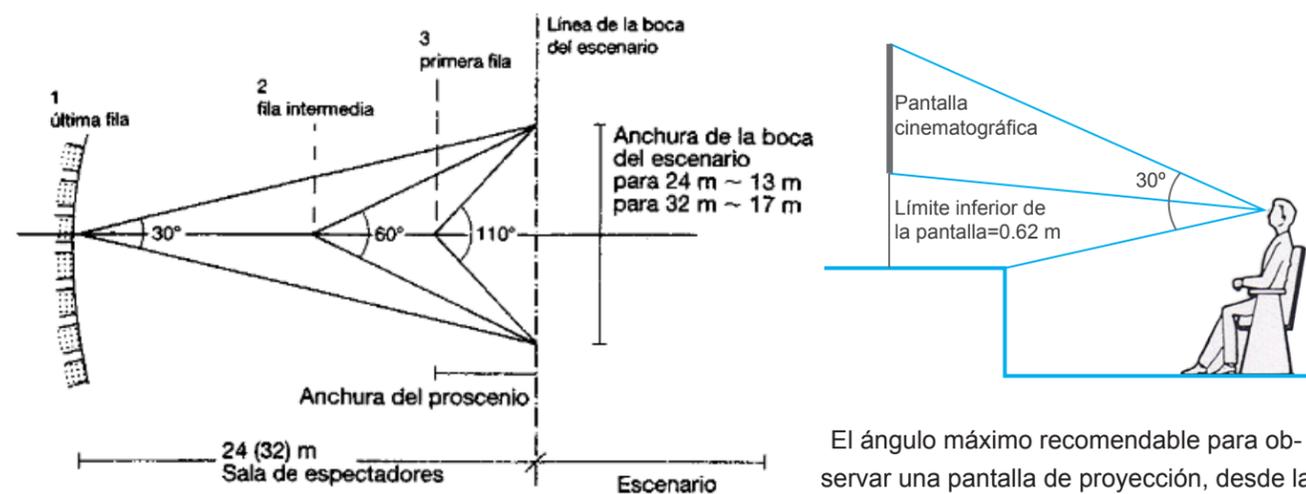
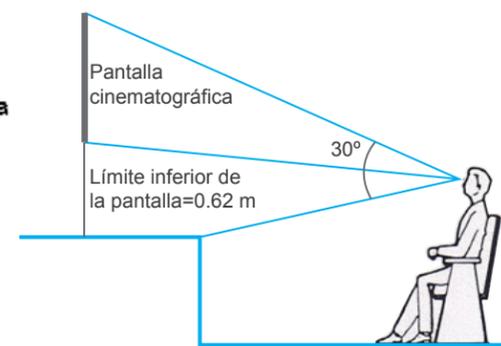


Figura 1: Isóptica horizontal para aulas. Fuente: Arte de proyectar en arquitectura.



El ángulo máximo recomendable para observar una pantalla de proyección, desde la primera o última fila, es de 30°.

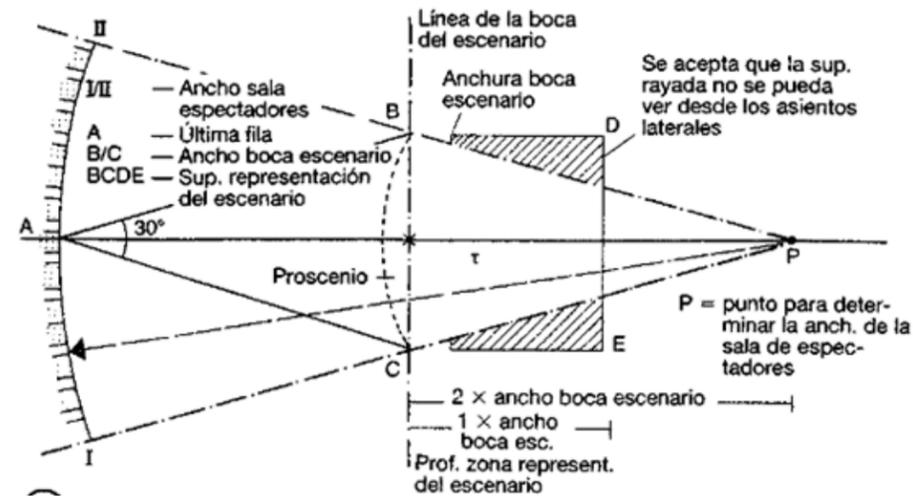


Figura 2: Proyección de anchura de la sala. Fuente: Arte de proyectar en arquitectura.

según Neufert se basa en las proporciones entre la anchura de la boca del escenario y el largo de la sala de espectadores.

La anchura de la sala se proyecta desde el punto focal “P”. Todo espectador que se ubique fuera de esta área se considera con un nivel de óptica deficiente.

Lo que se intenta obtener con una isóptica, es que ningún espectador tenga obstáculos visuales, provocados por los espectadores de la fila situada delante de ellos. También se deberá tomar en cuenta el tipo de actividad o tipo de espectáculo que se desarrollará en el local para considerar los límites del escenario.

I.vi. Acústica arquitectónica

CONCEPTO DE SONIDO

Carrión (1998, p.27) define el sonido como una “Sensación auditiva producida por una vibración de carácter mecánico que se propaga a través de un medio elástico y denso”, que generalmente es el aire.

CONCEPTO DE ACÚSTICA ARQUITECTÓNICA

La acústica arquitectónica estudia los fenómenos relacionados a la propagación del sonido en un espacio, por tanto también se relaciona con la aislación acústica. Las salas de aulas, auditorios y otros ambientes, deben poseer cualidades acústicas¹ óptimas para el desarrollo de una actividad

¹ Propiedades relacionadas con el comportamiento del sonido en el espacio.

determinada (Miyara, 2000, p.44). Las cualidades y fenómenos vinculados a la acústica se describen a continuación.

FRECUENCIA DEL SONIDO

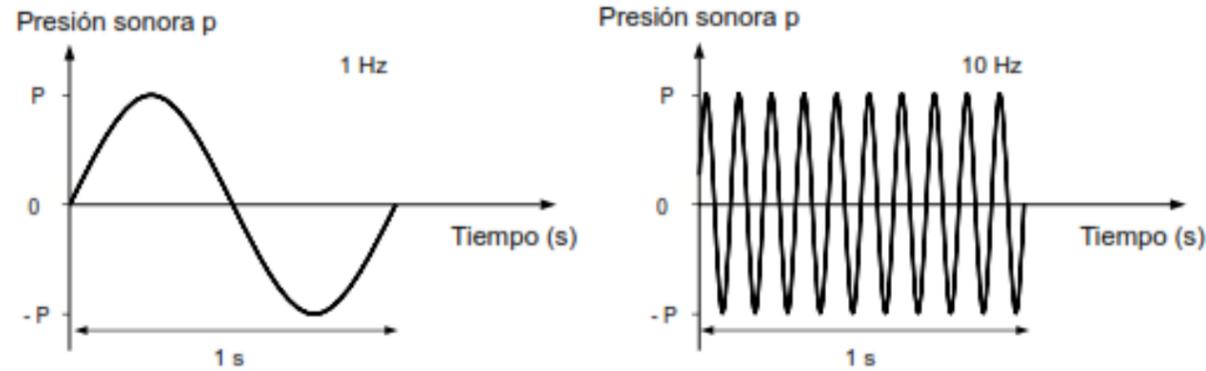


Figura 3: Ejemplos de oscilaciones de frecuencias 1 y 10 Hz. Fuente: Diseño acústico de espacios arquitectónicos.

La frecuencia (f) es comprendida como el número de oscilaciones por segundo de la presión sonora (p), y se mide en hertzios (Hz) o ciclos por segundo (c/s) (Carión, op.cit., p.29).

NIVEL DE PRESIÓN SONORA

Carión (op.cit., p.27) establece que la presión sonora es el modo para determinar la magnitud de un campo sonoro, expresada a través del decibelio (dB). Se manifiestan las siguientes relaciones entre cambios de nivel sonoro y su efecto subjetivo:

- 1dB: mínimo cambio de nivel sonoro perceptible
- 5dB: cambio de nivel claramente percibido
- 10dB: incremento asociado a una sonoridad doble

En la tabla se muestran los niveles de presión sonora correspondientes a una serie de sonidos y ruidos típicos, junto con la valoración subjetiva asociada:

Fuente sonora	Nivel de presión sonora SPL (dB)	Valoración subjetiva del nivel
Camión pesado (a 15 m)	90	Elevado
Calle (ciudad)	80	

Tabla 3: Niveles de presión sonora. Fuente: Diseño acústico de espacios arquitectónicos.

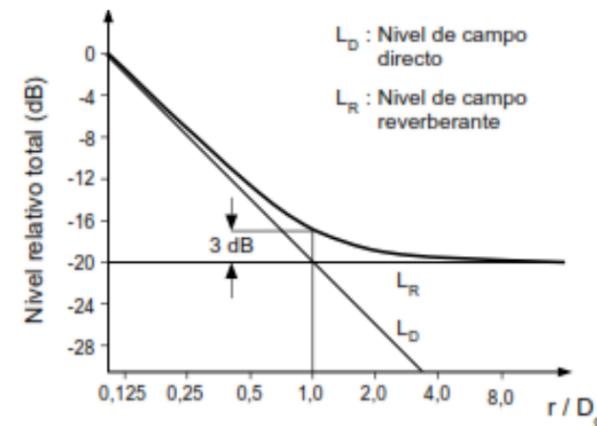


Figura 4: Evolución del nivel relativo total de presión sonora en función de la distancia a la fuente sonora normalizada con respecto a la distancia crítica. Fuente: Diseño acústico de espacios arquitectónicos.

Conversación normal (a 1 m)	60	Moderado
Oficina, aula	50	
Sala de estar	40	Bajo
Dormitorio (noche)	20	

CAMPO SONORO DIRECTO Y REVERBERANTE

El campo sonoro se define como el valor que toma la presión sonora en cada punto del espacio. Para efectos de análisis, este se divide en: campo directo y campo reverberante. El primero contiene el sonido que acaba de ser emitido por la fuente, y que no ha experimentado ninguna reflexión; el segundo está conformado por el sonido después de la primera reflexión (Miyara, op.cit., p.50). En la zona de campo sonoro directo se ubican los puntos más cercanos a la fuente sonora y en ella el nivel de presión sonora disminuye 6 dB cada vez que se duplica la distancia hacia la fuente. Es como si el receptor estuviese situado en el espacio libre. Por el contrario, en el campo sonoro reverberante se encuentran los puntos más alejados de la fuente sonora, y sus niveles de presión sonora se mantienen constantes.

REFLEXIONES TEMPRANAS

Cuando la fuente de sonido se encuentra rodeada por paredes, piso y techo, el emisor recibe el

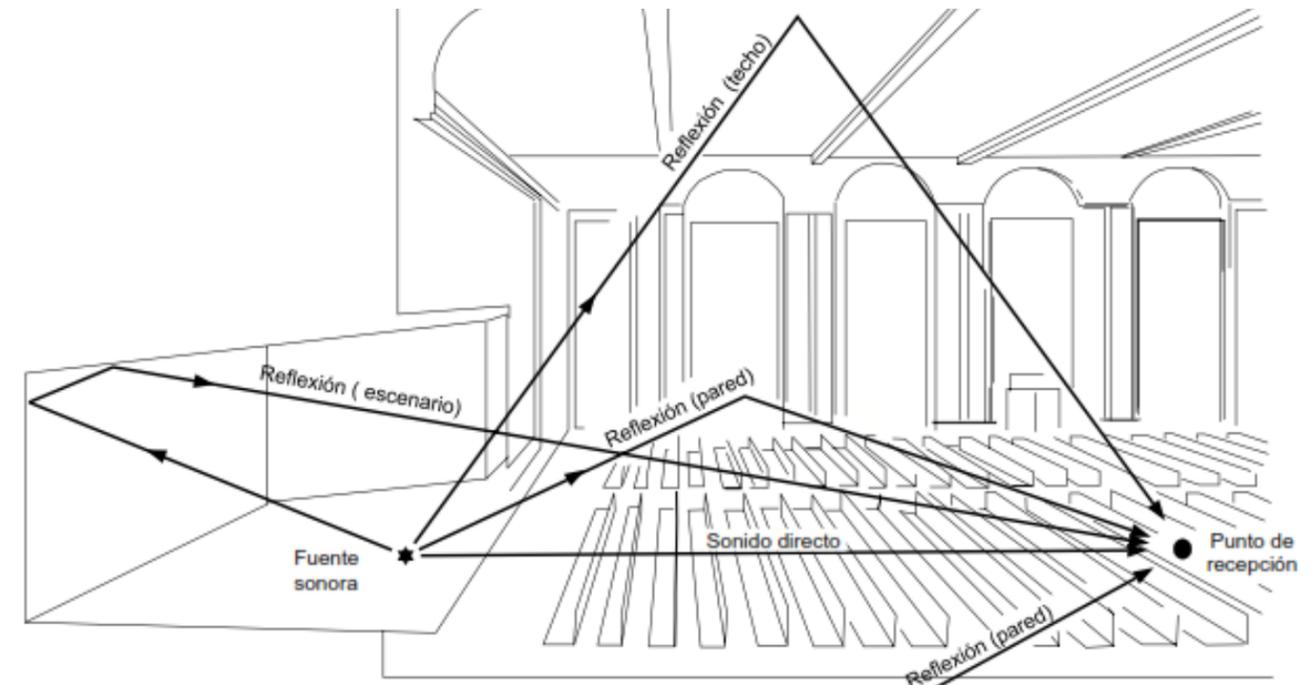


Figura 5: Ejemplo de llegada del sonido directo y de las primeras reflexiones a un receptor. Fuente: Diseño acústico de espacios arquitectónicos.

sonido directo, y además el sonido reflejado en cada pared. Las primeras reflexiones recibidas se denominan reflexiones tempranas. En salas no demasiado grandes, las primeras reflexiones están bastante cerca en el tiempo unas de otras, de modo que no se percibe eco (Miyara, op.cit., p.44-45).

Eco

Es el fenómeno sonoro más sencillo. Se trata de una única reflexión que regresa al punto donde se encuentra la fuente, después de emitido el sonido (Miyara, 2000, p.44). Para que se produzca eco, Carrión (op.cit., p.53) sostiene que en el punto de recepción de una reflexión de nivel elevado debe presentarse un retardo superior a los 50 ms. El retardo de 50 ms equivale a una diferencia de caminos entre el sonido directo y la reflexión de, aproximadamente, 17 m.

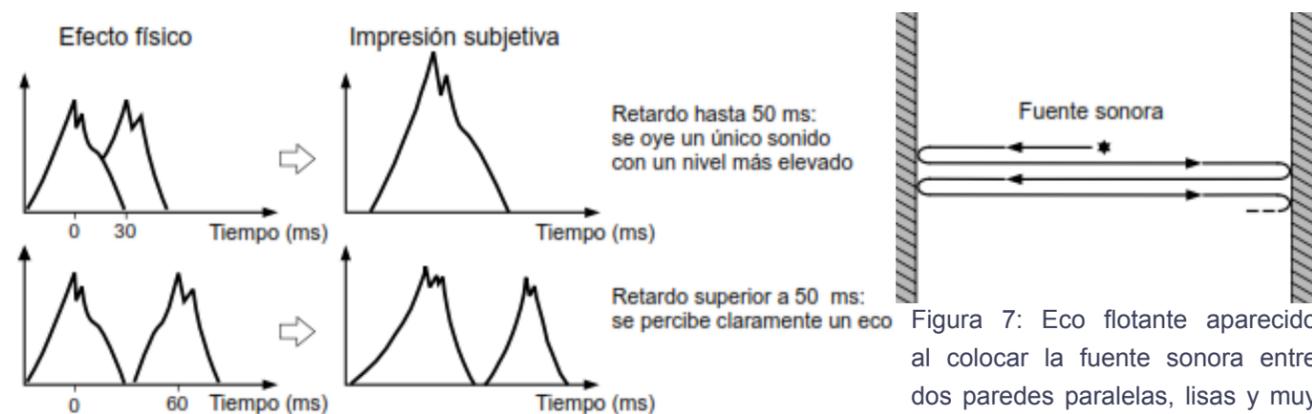


Figura 6: Superposición de sonidos con diferentes retardos e impresión subjetiva asociada. Fuente: Diseño acústico de espacios arquitectónicos.

Figura 7: Eco flotante aparecido al colocar la fuente sonora entre dos paredes paralelas, lisas y muy reflectantes. Fuente: Diseño acústico de espacios arquitectónicos.

ECO FLOTANTE

Este tipo de eco consiste en una repetición múltiple, en un corto intervalo de tiempo, de un sonido emitido por una fuente sonora. Este fenómeno se genera cuando la fuente sonora se ubica entre dos superficies paralelas, lisas y muy reflectantes.

SISTEMA DE MEGAFONÍA

Por lo general, en los auditorios suele utilizarse un sistema de megafonía. Según Carrión (op.cit., p.142) este se compone por micrófonos, fuentes de sonido, amplificadores y altavoces. El sistema de megafonía debe cumplir con los siguientes objetivos y prestaciones más relevantes:

- Nivel de presión sonora suficientemente elevado en todos los puntos del recinto.
- Uniformidad de cobertura, es decir, mínima fluctuación de los niveles de presión sonora en el recinto.
- Inteligibilidad de la palabra correcta en todos los puntos.
- Ausencia de ecos (los ecos puede aparecer a causa de una incorrecta distribución de los altavoces en el espacio).
- Respuesta frecuencial de los altavoces adecuada, entendiéndose por tal el margen útil de frecuencias reproducidas por los mismos. Dicho margen recibe nombre de ancho de banda útil. Cuanto mayor sea, mayor será la calidad de la música reproducida.
- Distorsión armónica total mínima. La existencia de distorsión lleva asociada la aparición, en la señal reproducida por los altavoces, de frecuencias no existentes en la señal original, causantes de un sonido altamente desagradable.

Tabla 4: Requerimientos del sistema de megafonía. Fuente: Diseño acústico de espacios arquitectónicos.

TIEMPO DE REVERBERACIÓN

Se denomina reverberación a la permanencia del sonido aún después de interrumpida la fuente, producto de una serie de reflexiones originadas a partir de las reflexiones tempranas. En cada reflexión una parte del sonido será absorbido por el material de la superficie que toca, y otra parte será reflejada una y otra vez, hasta llegar a la extinción del sonido. Para medir cuánto tiempo demora esta extinción del sonido, se introduce el concepto de tiempo de reverberación, definido como el tiempo que demora el sonido en bajar 60 dB² por debajo de su nivel inicial. Un ambiente con paredes de concreto o enchape de azulejos tendrá un tiempo de reverberación prolongado, debido a la poca absorción del sonido de estos materiales. En cambio, un espacio con materiales absorbentes, como cortinados o alfombras, tendrá un tiempo de reverberación corto (Miyara, op.cit., p.46-47).

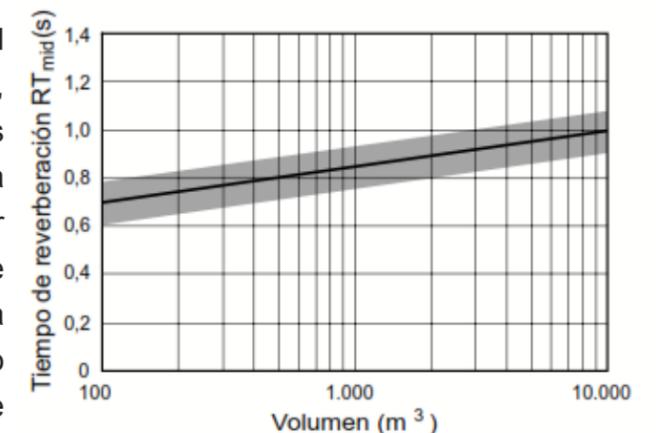


Figura 8: Valores recomendados del valor promediado del tiempo de reverberación según el volumen del espacio. Tipología: salas de conferencias/aulas (espacios ocupados). Fuente: Diseño acústico de espacios arquitectónicos.

2 Se ha elegido 60 dB porque con esa caída se tiene la sensación que el sonido se ha extinguido completamente.

RT_{mid} = valor promedio del tiempo de reverberación.

ENMASCARAMIENTO DEL SONIDO

El enmascaramiento del sonido se origina cuando el oído se expone a dos o más tonos puros de frecuencias diferentes, y uno de ellos enmascara a los demás, evitando su percepción de modo parcial o total. De igual manera se evidencia la dificultad que se genera al tratar de entender una conversación en presencia de ruido (Carrión, op.cit., p.38).

INTELIGIBILIDAD DE LA PALABRA

La inteligibilidad de la palabra es la comprensión de un mensaje oral, sujeto principalmente de la correcta percepción de sus consonantes (Miyara, op.cit., p.67). Esta cualidad acústica toma el puesto principal en los espacios con funciones escolares, como aulas y auditorios.

Para predecir la inteligibilidad de la palabra en cualquier punto de un recinto Miyara (op.cit., p.67) cita a Peutz, quien define que se calcula el valor de %ALCons a partir de los datos del tiempo de reverberación RT, y de la diferencia entre los niveles de presión sonora de campo directo L_D y de campo reverberante L_R .

“En general, se observa que la palabra requiere menores tiempos de reverberación que la música, debido a que la parte más significativa de la palabra son las consonantes, que son a la vez débiles y más cortas que las vocales. En consecuencia, con un tiempo de reverberación alto las vocales se prolongan demasiado, enmascarando a las consonantes que les siguen, lo que reduce la inteligibilidad de la palabra.” (Miyara, op.cit., p.49).

Con un tratamiento acústico adecuado para el espacio, se reducirá el tiempo de reverberación, produciendo grandes beneficios al confort acústico e inteligibilidad de la palabra. Con este propósito, es necesario que el valor promediado del tiempo de reverberación, considerando un alto grado de ocupación del espacio, se encuentre dentro de los márgenes representados en el gráfico. En el caso de salas de conferencias/aulas, el valor recomendado, considerando volúmenes situados entre 100 y 10,000 m³, se halla entre: $0,7 \leq RT_{mid} \leq 1$ s. Por otro lado, es conveniente

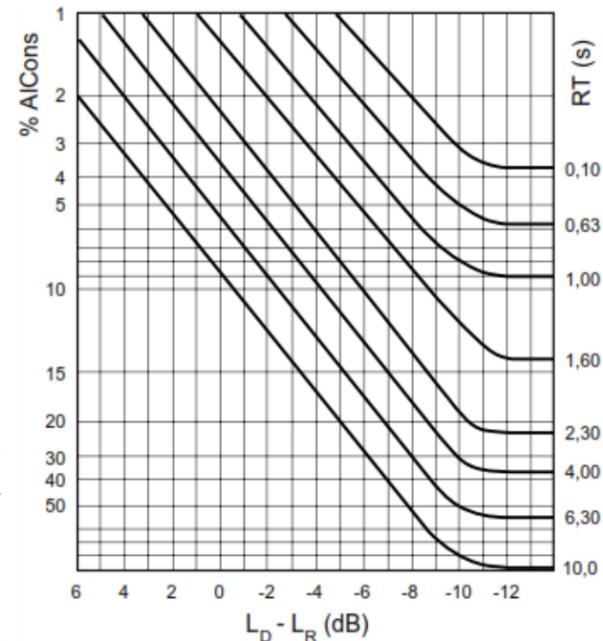


Figura 9: Obtención del %ALCons a partir de RT y de LD-LR. Fuente: Diseño acústico de espacios arquitectónicos.

que la variación de dicho valor en función del grado de ocupación de la sala sea lo menor posible, con el objetivo de independizar al máximo sus características acústicas del número de usuarios (Carrión, op.cit., p.140-141).

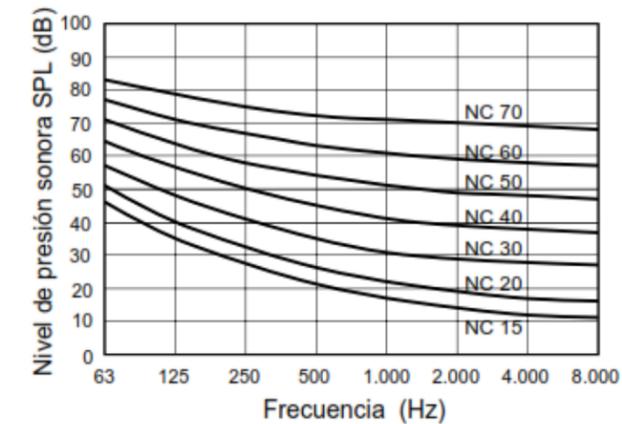


Figura 10: Curvas NC (“Noise Criteria”). Fuente: Diseño acústico de espacios arquitectónicos.

RUIDO DE FONDO

Definido como todo aquel ruido percibido en una sala cuando esta no se encuentra en uso; que puede ser originado por el sistema de climatización, instalaciones eléctricas y/o hidráulicas, e incluso puede provenir del exterior (como el ruido del tráfico vehicular). La evaluación del grado de molestia que provoca un ruido de fondo sobre un oyente se realiza por medio de las curvas de referencia denominadas NC (“Noise Criteria”); estas además establecen los niveles máximos recomendados

para diferentes tipologías. El cumplimiento de la especificación NC representa el primer paso para lograr el confort acústico e inteligibilidad adecuados.

Espacio tipo	Curva NC recomendada	Equivalencia en dBA
Sala de conferencia/aula	20-30	33-42
Restaurante	35-40	46-50
Cafetería	40-45	50-55
Hoteles (habitaciones individuales)	20-30	33-42
Despachos de oficinas/Bibliotecas	30-35	42-46
Salas de ordenadores	35-45	46-55

Tabla 5: Curvas NC. Fuente: Diseño acústico de espacios arquitectónicos.

El Consejo Municipal de Sunchales define al ruido como: “aquél de carácter innecesario o excesivo que perturba el vecindario, siendo además de molesto, nocivo, ya que es un factor de riesgo para la salud de la población, considerado en la actualidad como un contaminante ambiental...” En el ámbito educativo frecuentemente los ruidos proceden del exterior y su propagación depende de la ubicación de la fuente de sonido, del número de puertas y ventanas, de las características acústicas del aula, y de la distribución de los alumnos en su interior. En la siguiente tabla la Organización Mundial de la Salud establece un rango en los niveles de ruido para distintas

actividades, y sus efectos negativos en las personas.

RECINTO	EFECTOS EN LA SALUD	VALORES LÍMITE RECOMENDADOS		
		LA _{EQ} (dB)	TIEMPO (HORAS)	LA _{MAX} FAST (dB)
Exterior habitable	Malestar fuerte, día y anochecer.	55	16	-
	Malestar moderado, día y anochecer.	50	16	-
Interior de viviendas	Interferencia en la comunicación verbal, día y anochecer.	35	16	-
		Dormitorios	30	8
Fuera de los dormitorios	Perturbación del sueño, ventana abierta (valores en el exterior).	45	8	60
Aulas de escolar y preescolar, interior	Interferencia en la comunicación, perturbación en la extracción de información, inteligibilidad del mensaje.	35	Durante la clase	-
Escolar, terrenos de juegos	Malestar (fuentes externas).	55	Durante el juego	-
Zonas industriales, comerciales y de tráfico, interior y exterior	Daños al oído.	70	24	110
Ceremonias, festivales y actividades recreativas	Daños al oído (asistentes habituales: <5 veces/año).	100	4	110
Altavoces, interior y exterior	Daños al oído	85	1	110

Tabla 6: Niveles de ruido según actividades. Fuente: Organización Mundial de la Salud.

El ruido ambiental máximo en un aula ocupada no debería superar los 55 db ya que podría hacer inaudible el mensaje del docente. Sin embargo, al abrir las ventanas el ruido ambiental puede incrementarse hasta alcanzar en ocasiones los 75 db. (Garrini, Leonardini, [s.f.], p.8), originando en el docente una voz de sobre esfuerzo para que los estudiantes puedan escuchar e interpretar el contenido del mensaje.

Un ambiente acústico satisfactorio es fundamental en la actividad de educar; puesto que es primordial para el aprendizaje que los alumnos mantengan completa atención hacia el docente, y para ello se requiere mitigar los niveles de ruidos exteriores y una buena inteligibilidad. En los centros escolares se realizan distintos tipos de actividades simultáneamente; por tanto un adecuado diseño de la acústica arquitectónica debe compatibilizar espacios como aulas,

bibliotecas, pasillos y áreas de recreo (Deconstrumarca, [s.f.]).

Al ruido provocado regularmente por vehículos, empresas, construcciones e incluso las personas en un espacio común es llamada contaminación acústica o auditiva. En Managua la contaminación acústica según muestras de campo realizadas en horario comprendido de las de 6:00 a 18:30 horas, arroja 92 decibeles para las áreas de mayor tráfico vehicular y 84 decibeles para áreas habitacionales, indicando que el nivel de ruido está siempre sobre los 60 decibeles. A escala internacional el promedio de valores máximos admisibles de ruidos durante el día es de 60 decibeles.” (Alcaldía de Managua, [s.f.], p.21).

ATENUACIÓN DEL NIVEL DE PRESIÓN SONORA

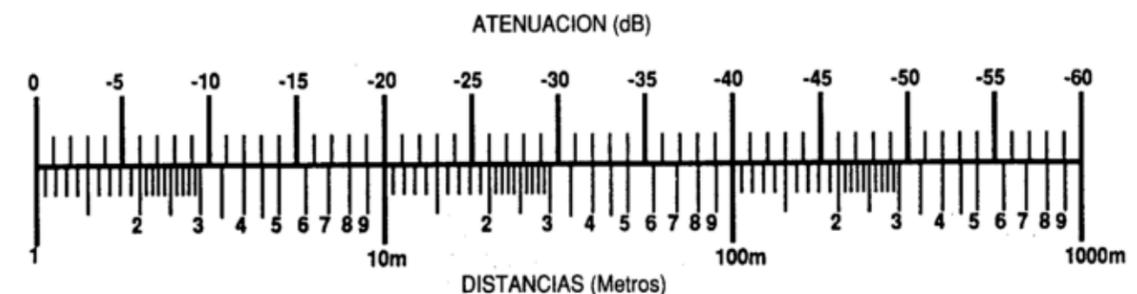


Figura 11: Variaciones de presión sonora (dB) según distancias (m) (para un espacio libre de interferencias).

El sonido emitido desde una fuente puntual se propaga en forma esférica, por lo que el nivel de presión sonora será inversamente proporcional al cuadrado de la distancia; es decir que cada vez que se duplica la distancia, el nivel de presión sonora es atenuado en 6 dB.

ABSORCIÓN SONORA

Carrón (op.cit., p.71-72) sostiene que la reducción de energía relacionada a ondas sonoras en un espacio, tanto en su propagación a través del aire como en su incidencia en las diferentes superficies, constituye un factor determinante en su calidad acústica. La absorción sonora (en orden de mayor a menor importancia) se produce por:

- Las personas y el mobiliario
- Los materiales absorbentes y/o los absorbentes selectivos (resonadores).
- Superficies susceptibles a vibración (como puertas, ventanas y divisiones ligeras).

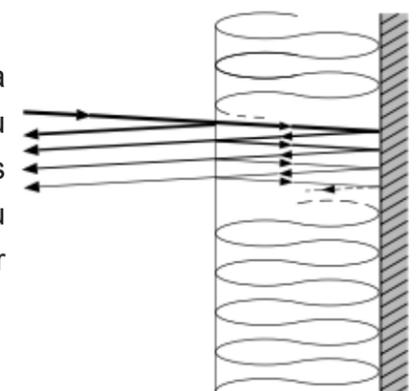


Figura 12: Disipación de energía en el interior de un material poroso situado delante de una pared rígida. Fuente: Diseño acústico de espacios arquitectónicos.

El aire.
Los materiales rígidos y no porosos usados en la construcción de paredes y techos (como el hormigón).

Tabla 7: Causas de la absorción sonora. Fuente: Diseño acústico de espacios arquitectónicos.

El tratamiento acústico es logrado principalmente a través del uso de materiales absorbentes acústicos. Para cielos rasos pueden utilizarse plafones fonoabsorbentes basados en fibras minerales (basalto), fibra de vidrio, fibras celulósicas, corcho, etc. El tratamiento de pisos usualmente se realiza con alfombras, las cuales son más efectivas si se colocan sobre bajoalfombras porosos de fibra vegetal o poliéster. Los cortinados también puede aprovecharse como absorbentes sonoros, considerándose que a mayor separación de la pared, mayor efectividad en la absorción. Para conocer la capacidad de absorción de los materiales se define el coeficiente de absorción sonora, abreviado con la letra griega α (alfa) (ver anexos) (Miyara, op.cit., p.54).

I.vii. Leyes, regulaciones y normativas para el diseño de edificios escolares

Para el desarrollo del anteproyecto se retoman leyes, regulaciones y normativas orientadas a la función de educar, planteándose a continuación una descripción general de cada una y su aplicación en la propuesta.

LEYES

NOMBRE DEL INSTRUMENTO	DESCRIPCIÓN GENERAL	APLICACIÓN EN LA PROPUESTA
Constitución Política de Nicaragua - Reforma contenida en Ley. N°. 192. La Gaceta, Diario Oficial N°. 124 del 04 de julio de 1995.	Considerada como la norma fundamental del Estado, para regir a este mismo. La constitución fija los límites y define las relaciones entre los poderes del Estado y de éstos con sus ciudadanos, estableciendo así las bases para su gobierno y organización de las instituciones en que tales poderes se asientan. También garantiza al pueblo derechos y libertades.	Se toma en cuenta con más importancia algunos artículos (Arto.116, 117, 120) presentes en el Capítulo Único del Título VII-Educación y Cultura que se refieren a la responsabilidad de la educación con la formación del Nicaragüense y el derecho de los maestros y estudiantes a establecimientos dignos para desarrollar las actividades educativas necesarias.

NOMBRE DEL INSTRUMENTO	DESCRIPCIÓN GENERAL	APLICACIÓN EN LA PROPUESTA
Ley N°. 582, Ley General de Educación. La Gaceta, Diario Oficial N°. 150 del 03 de Agosto del 2006	Establece los lineamientos generales de la educación y del sistema educativo nacional, las atribuciones y obligaciones del Estado, los derechos y responsabilidades de las personas y la sociedad en su función educadora.	Puesto que la principal función de la propuesta es en una línea de educación a los docentes se retoman los artículos vinculados a la formación de estos mismos, para partir con una idea de la importancia que tiene la formación de maestros en el desarrollo de la sociedad y saber cuáles son las condiciones en las que estos maestros deben formarse.
Ley de Prevención, Rehabilitación y Equiparación de Oportunidades para las Personas con Discapacidad. (Ley No. 202.)	Establece un sistema de prevención, rehabilitación y equiparación de oportunidades para las personas con discapacidad, tendiente a mejorar su calidad de vida y asegurar su plena integración a la sociedad.	En la aplicación de esta ley toma particular importancia el artículo 13, el cual define que la sociedad debe garantizar igualdad de oportunidades a las personas con discapacidades en cuanto al acondicionamiento adecuado de los edificios.

Tabla 8: Leyes relacionadas al diseño de edificios escolares. Fuente: Elaborado por la autora.

REGULACIONES

NOMBRE	INSTITUCIÓN	AÑO	DESCRIPCIÓN GENERAL	APLICACIÓN EN LA PROPUESTA
Plan Parcial sector Oriental	Alcaldía de Managua	2008	Define las principales condicionantes del sector Oriental de Managua, estableciendo el funcionamiento de los diferentes usos de suelo, sistemas vehiculares, derechos de vía y retiros.	Se retoman los lineamientos del uso de suelo para verificar si el terreno seleccionado satisface los parámetros establecidos. Además se aplican los derechos de vía y retiros de acuerdo a los sistemas vehiculares circundantes.

Tabla 9: Regulaciones para el diseño de edificios escolares. Fuente: Elaborado por la autora.

NORMATIVAS

NOMBRE	INSTITUCIÓN	AÑO	DESCRIPCIÓN GENERAL	APLICACIÓN EN LA PROPUESTA
Norma Técnica Obligatoria Nicaraguense de Protección contra Incendios	Dirección General de Bomberos (DGB)	2004	Establece las medidas mínimas que en materia de protección contra incendios deben adoptarse para la protección y seguridad de las personas y los bienes.	Con base en esta norma se proyecta una ruta de evacuación para los diferentes edificios, además de proponer la ubicación de extintores.
Norma Técnica Obligatoria Nicaraguense de Accesibilidad	Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI)	2011	Establece las normas y criterios básicos para la prevención y eliminación de barreras en el medio físico: barreras arquitectónicas, urbanas, de transporte y de comunicación sensorial; cuya aplicación debe manifestarse en la actividad del diseño arquitectónico.	Esta norma se aplica en la propuesta a través de la proyección de una circulación fluida horizontal y vertical para las personas con capacidades diferentes a nivel de conjunto y de cada edificio, generando rampas en donde sea necesario.
Normas y Criterios para el Diseño de Establecimientos Escolares	Ministerio de Educación (MINED)	2008	Define normas y criterios que deben cumplir los proyectos orientados a la función educativa, asimismo precisar la información básica requerida para la planeación y programación de los espacios educativos; y recomendaciones sobre sus dimensiones y ubicación.	Sirve como pauta para la organización de los edificios en el conjunto y de los espacios, atendiendo a los requerimientos mínimos en cuanto a dimensiones, relaciones espaciales y flujos de circulación, según el contexto del país.

NOMBRE	INSTITUCIÓN	AÑO	DESCRIPCIÓN GENERAL	APLICACIÓN EN LA PROPUESTA
Criterios y Normativas Básicas de Arquitectura Escolar	Argentina	-	Ofrece los elementos técnicos básicos relacionados al espacio y equipamiento de edificios escolares, como: emplazamiento, organización de los edificios, condiciones de confort y habitabilidad.	Esta norma sirve de referencia internacional para la elaboración del anteproyecto, retomando criterios y recomendaciones sobre relaciones espaciales, requerimientos mínimos de dimensiones y habitabilidad, entre otros. Además consolida los lineamientos propuestos por el MINED.
Guía de aplicación de arquitectura bioclimática en locales educativos.	Perú	2008	Define las necesidades funcionales de los edificios escolares, integrando además los elementos del clima, delimitando estrategias para generar espacios funcionales y confortables según los distintos tipos de clima de Perú, dentro de los cuales se encuentra el mismo clima de Managua.	Por su enfoque bioclimático, la aplicación de esta guía toma particular importancia en el anteproyecto, ya que sintetiza las variables más importantes de la propuesta. Se retoman estrategias bioclimáticas para la tipología escolar relacionadas a emplazamiento, orientación de aulas y pasillos, entre otros.

Tabla 10: Normativas para el diseño de edificios escolares. Fuente: Elaborado por la autora.

II. CLIMA

II.i. 1. Definición

La palabra clima deriva del latín “clima”, que a su vez proviene del griego “klima” que significa inclinación del sol sobre el horizonte. Según Infonavit (1989, p.15) el clima es el “(...) conjunto de fenómenos meteorológicos que determinan o caracterizan el estado medio de la atmósfera de un lugar determinado de la superficie terrestre”. El clima de una región influye en la composición del terreno, en las características de su flora y fauna, y en las actividades humanas (Konya, 1981, p.9).

II.ii. 2. Factores del clima

Los factores climáticos corresponden a las condiciones físicas características de un lugar que determinan su clima (Rodríguez, 2005, p.14). Estos son: latitud, altitud, relieve, distribución de tierra y agua, corrientes marinas y modificaciones al entorno.

LATITUD

Se define como la distancia angular de un punto sobre la superficie terrestre al ecuador; y es medida en grados, minutos y segundos. Este factor determina la incidencia solar sobre la tierra en una región determinada, lo que debe considerarse como un principio esencial para el soleamiento de muros, ventanas y cubiertas (Rodríguez, op.cit., p.14).

ALTITUD

Es la distancia vertical entre un plano horizontal hasta el nivel del mar, medida en metros sobre el nivel medio del mar (msnmm). Rodríguez (op cit., p 15) cita a Víctor Olgyay, quien afirma que la temperatura disminuye 0.56 grados centígrados por cada 100.60 mts. de altitud en verano y 122 mts. de altitud en invierno, debido a que a mayor altura existe menos volumen de aire que pueda contener la energía de los rayos solares.



Figura 13. Fuente: elaborado por la autora, de Manual de diseño para edificaciones energéticamente eficientes en el trópico.

CONFIGURACIÓN SUPERFICIAL DE LA TIERRA

Es definida como el relieve, que determina las corrientes de aire, la insolación del lugar, la vegetación, la humedad del aire, etcétera (Rodríguez, op.cit., p.15).

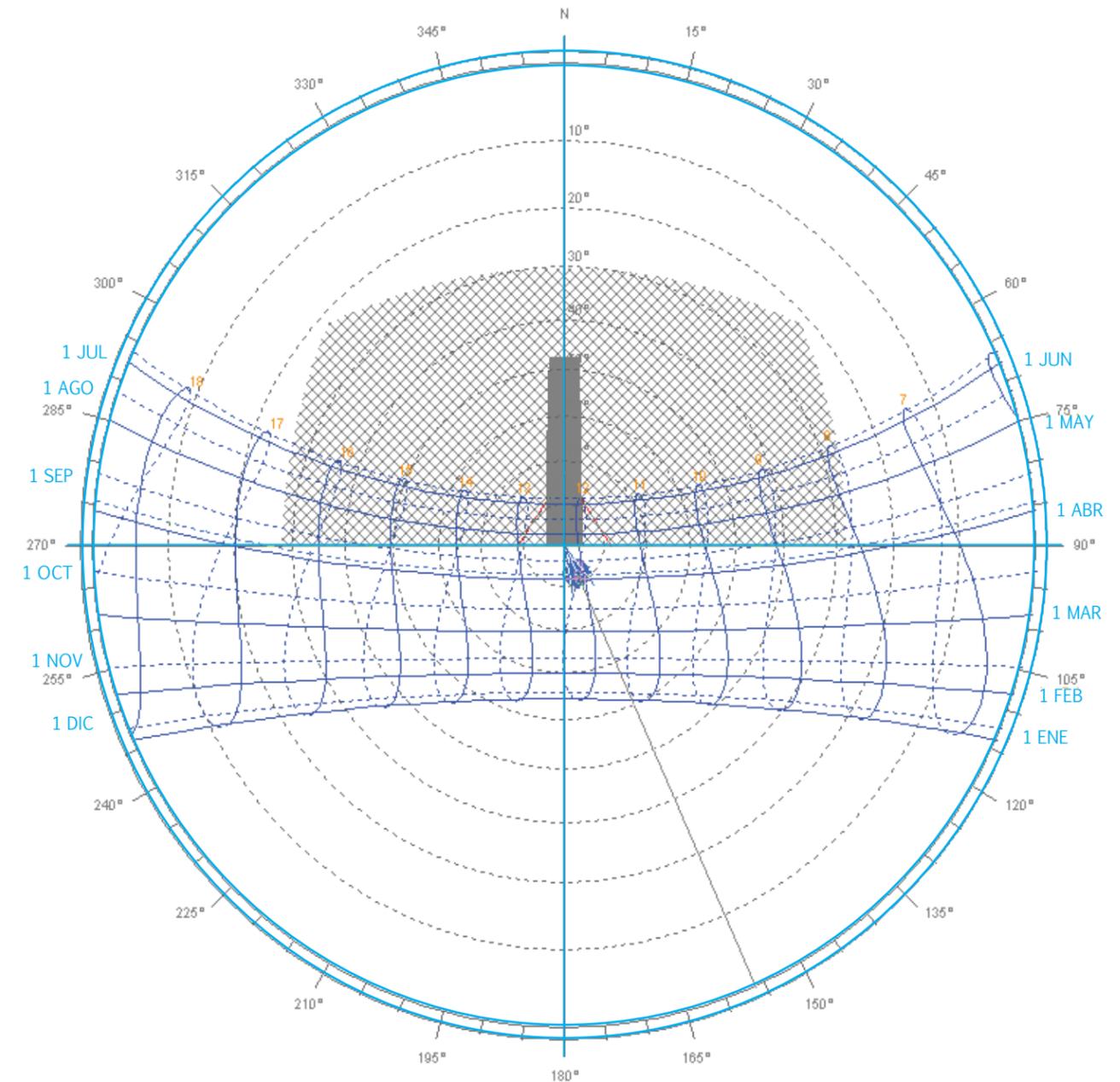


Figura 14: Carta solar estereográfica de la ciudad de Managua. Fuente: elaborado por la autora con base en Ecotect.

DISTRIBUCIÓN DE TIERRA Y AGUA

También conocida como factor de continentalidad, se refiere a la relación entre las masas de agua y tierra firme de un lugar. El agua (océanos, golfos, lagos y lagunas), por su capacidad de almacenar energía, es un importante regulador del clima; produce fenómenos climatológicos como la brisa y la disminución de la oscilación térmica. Cualquier cuerpo de agua aumentará el contenido de humedad en el aire, reduciendo su temperatura. Es posible construir masas

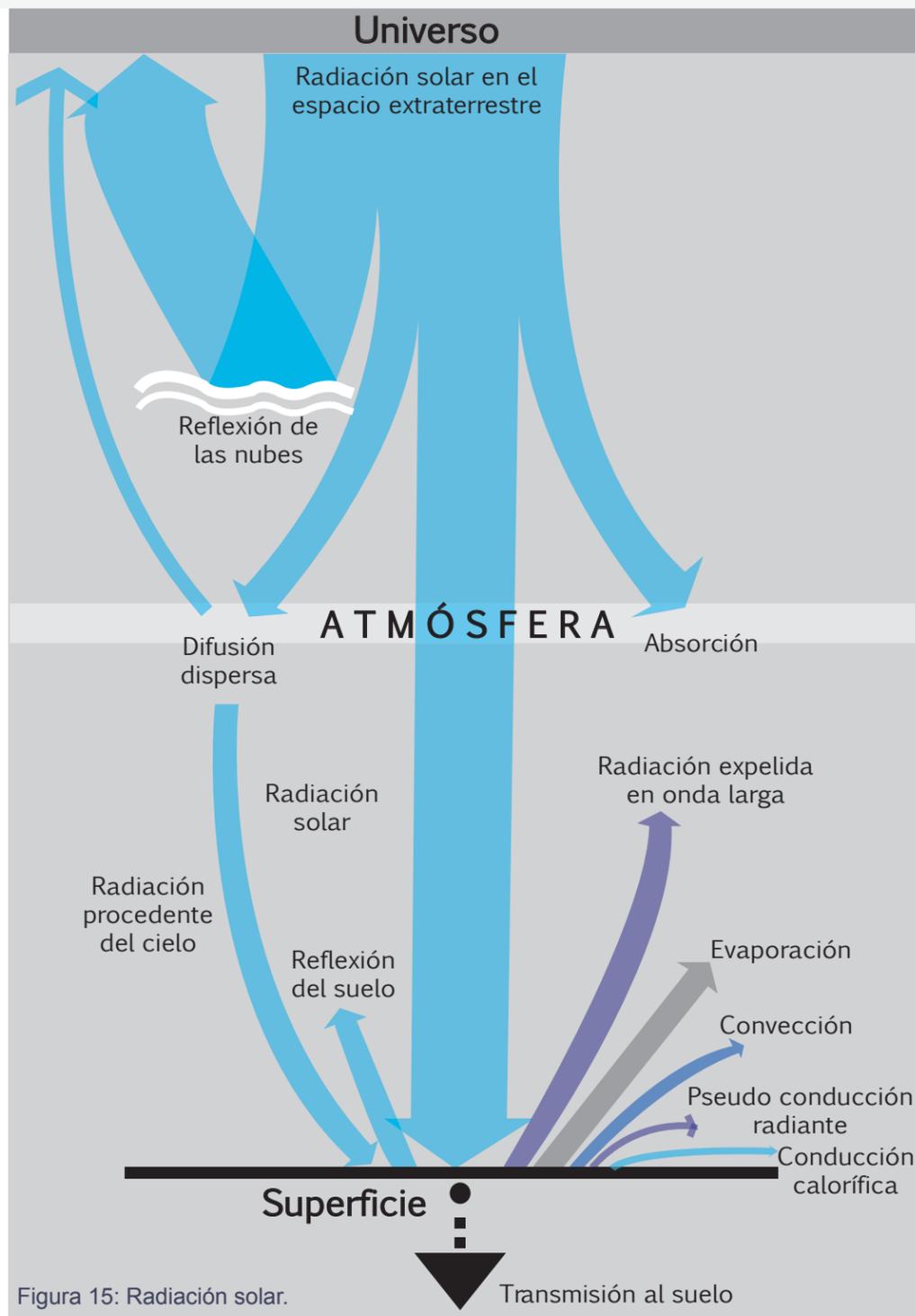


Figura 15: Radiación solar.

- | | | | |
|--|--------------------------------|--|------------------------------------|
| | Radiación de onda corta | | Convección |
| | Radiación de onda larga | | Cambios del estado físico del agua |
| | Conducción molecular del calor | | |

acuíferas artificiales (espejos de agua, fuentes) que pueden mejorar el microclima de una edificación (Rodríguez, op.cit., p.15-16).

CORRIENTES MARINAS

Son el movimiento de traslación continuo de las aguas marinas en una dirección determinada; debido a la rotación de la tierra, y a la insolación sobre la superficie terrestre. Existen corrientes cálidas y frías (provenientes del ecuador o de los polos) que pueden generar variaciones en la temperatura y humedad del aire. Un ejemplo de ello, es el fenómeno conocido como “El Niño”, causante de severas sequías e inundaciones, así como de grandes cambios en los patrones normales del clima en grandes regiones del mundo (Rodríguez, op.cit., p.16).

MODIFICACIONES AL ENTORNO

Corresponden al proceso de transformación de la tierra, generados por la acción del hombre o de modo natural. Los cambios provocados por el hombre se consideran como los más impactantes en el corto plazo. La construcción de una ciudad, un aeropuerto, una autopista, entre otros, puede provocar variaciones considerables en el clima y fauna de un lugar; al modificar la temperatura, la humedad del aire, los niveles de ruido, contaminación de agua, suelo y aire (Rodríguez, op.cit., p.16). El nivel de urbanización o de ruralidad de una localidad es muy importante para determinar las condiciones de los factores climáticos.

II.iii. 3. Elementos del clima

Los elementos del clima son las propiedades físicas de la atmósfera, que se encuentran en constante cambio debido a su inscripción en ciclos dinámicos, donde la modificación de un elemento afecta a los demás (Rodríguez, op.cit., p.17). Estas variables, relacionadas al confort humano y a la arquitectura, son: la radiación solar, la temperatura, la humedad, el viento, las precipitaciones, la evapotranspiración potencial y otros factores especiales (movimientos sísmicos, tormentas de polvo, etc) (Konya,op.cit., p.9).

RADIACIÓN SOLAR

El sol es el motor que determina la dinámica de los procesos atmosféricos, este emite energía principalmente en forma de radiación de onda corta. Después de pasar por la atmósfera, donde sufre un proceso de debilitamiento (por la difusión y reflexión en las nubes en suspensión), la radiación solar alcanza la superficie terrestre (océano o continente) que la refleja o la absorbe. La cantidad de radiación absorbida por la superficie es devuelta en dirección al espacio exterior en forma de radiación de onda larga, con lo cual se transmite calor a la atmósfera (Olgyay, 1998, p.32).

Olgyay (op.cit., p.33) afirma que la transferencia de radiación calorífica que tiene efectos en la arquitectura se divide en cinco tipos, expresadas en el siguiente cuadro.

Radiación de onda corta	Directa del sol.
Radiación difusa de onda corta	Procedente de la bóveda celeste.
Radiación de onda corta	Producto de la reflexión en los terrenos adyacentes.
Radiación de onda larga	Procedente del suelo y de los objetos cercanos cuya temperatura es elevada.
Radiación de onda larga	Expelida en intercambio desde el edificio hacia el cielo.

Tabla 11: Transferencias de radiación calorífica que afectan a la arquitectura. Fuente: Arquitectura y Clima.

Aunque se tiene una idea generalizada de que la Tierra gira sobre su eje y describe una órbita alrededor del sol, ha de considerarse que está en un lugar fijo y que el sol se mueve. Al recorrido aparente del sol en la bóveda celeste, se le da el nombre de trayectoria solar aparente; la cual es un instrumento gráfico que facilita el análisis solar en arquitectura. De esta manera, cada latitud de la Tierra tiene un grupo de trayectorias solares variadas durante el año que la caracterizan.

“La radiación solar directa (...), es la fuente de la mayor parte de la energía de la tierra y es, por consiguiente, de todos los fenómenos climáticos, el factor dominante”. (Konya, op.cit., p.10). Por este motivo, el sol se convierte en uno de los factores más importantes para el diseño térmico de edificios. La radiación solar que entra a través de las ventanas puede ocasionar un sobrecalentamiento en el interior de los espacios; por tanto, la evaluación de su disponibilidad y control son partes muy importantes en el diseño arquitectónico (Szokolay, 2007, p.3).

VIENTO

El viento es el resultado de la acción del sol y el movimiento de rotación de la tierra (García y Fuentes, op.cit., p.21). “El viento es un desplazamiento de aire generado por las diferencias de presión entre las masas de aire: el aire se mueve de las zonas de altas presiones (anticiclón) a las zonas de bajas presiones (depresión).” (Izard y Guyot, 1983, p.28).

Este movimiento constante del aire es fundamental para la sobrevivencia del ser humano y es una necesidad primaria

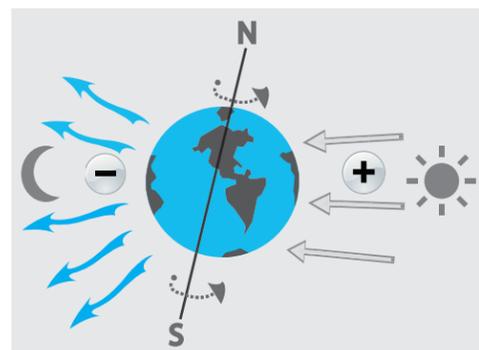


Figura 16: El movimiento de rotación terrestre se lleva a cabo de oeste a este. Fuente: elaborado por la autora con base en Arquitectura Bioclimática y Energía Solar.

para el bienestar térmico (García y Fuentes, op.cit., p.12), puesto que el viento incide en la evaporación de humedad de la piel (enfriamiento por evaporación) (Szokolay y Auliciems, op.cit., p.8).

“El movimiento del aire afecta a nuestro cuerpo. No disminuye la temperatura pero provoca una sensación de frescor debida a la pérdida de calor por convección y al aumento de la evaporación del cuerpo...” (Olgay, op.cit., p.20). El viento también puede generar algunas desventajas, como impulsar la lluvia con gran fuerza y transportar polvo (e incluso olores desagradables. El arquitecto debe conocer la dirección, velocidad y variabilidad del viento; y analizar cómo aprovechar sus aspectos positivos e impedir los negativos (Konya, op.cit., p.16).

TEMPERATURA

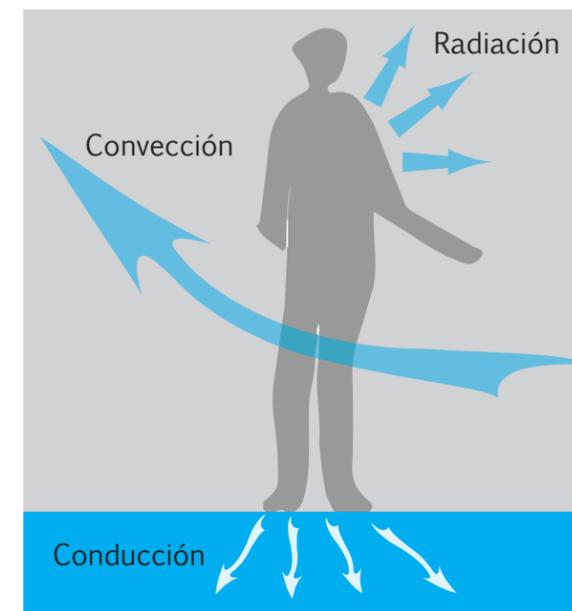


Figura 17: Intercambios de calor del cuerpo humano con el ambiente. Fuente: elaborado por la autora con base en Manual de diseño para edificaciones energéticamente eficientes en el trópico.

“La temperatura es un parámetro que determina la transmisión de calor de un cuerpo a otro en forma comparativa por medio de una escala...” (Rodríguez, op.cit., p.17). La velocidad de calentamiento y enfriamiento de la superficie terrestre es el factor principal que determina la temperatura del aire. La capa de aire que entra en contacto con la tierra se calienta por conducción, y esta capa a su vez calienta las capas superiores por convección y como consecuencia de los movimientos del aire. Para el proyectista es importante obtener las temperaturas medias máximas y mínimas, que indican las variaciones diarias entre el día y la noche (Konya, op.cit., p.13-14), es decir la amplitud u oscilación térmica, clave para prever el efecto que la masa térmica (materiales) y la ventilación pueden tener en el diseño de los espacios (Rodríguez, op.cit., p.18).

“La temperatura del aire es el factor ambiental más importante, medido por la temperatura de bulbo seco (TBS)³. Esta determinará la disipación de calor por convección, junto con cualquier movimiento de aire.” (Szokolay y Auliciems, op. cit., pag 8).

³ La temperatura de bulbo seco se define como la temperatura del aire, [prescindiendo de la radiación calorífica de los objetos que rodean ese ambiente concreto y de los efectos de la humedad relativa y de los movimientos de aire] (Pérez, 2009, p.5).

PUNTO DE ROCÍO

Otro elemento climático relacionado a la temperatura es el punto de rocío, que es la temperatura a la que empieza la condensación del vapor de agua contenido en el aire, produciendo neblina.

HUMEDAD

La humedad es el contenido de vapor de agua en la atmósfera; como consecuencia de la evaporación de las masas de agua, de la humedad del terreno y de la transpiración de la vegetación (Konya, op.cit., p.16). La humedad afecta la evaporación; lo que puede expresarse a través de la humedad relativa, humedad absoluta o contenido de humedad, o presión del vapor (Szokolay y Auliciems, op. cit., p.8).

- Humedad relativa: relación entre la humedad contenida en un volumen dado de aire y el máximo contenido de humedad posible a esa temperatura.
- Humedad absoluta: peso de agua en un volumen dado de aire (g/m^3).
- Presión del vapor: proporción de la presión atmosférica total que se debe únicamente al vapor de agua.

Konya (op.cit., p.16) además incluye el concepto de humedad específica, el cual se refiere al peso de agua que hay en un determinado peso de aire. La humedad específica no tiene la misma influencia en arquitectura como la humedad relativa, ya que está referida al peso del aire, y no a su volumen.

Para el arquitecto la humedad relativa y la presión del vapor son las más importantes. La primera influye en el comportamiento de muchos materiales de construcción y en la velocidad con que se deterioran; y la segunda incide en la evaporación de agua en el cuerpo humano (Konya, op.cit., p.17).

PRECIPITACIÓN

Para esta investigación se retomará el concepto de precipitación establecido por Rodríguez (op. cit., p.19): agua procedente de la atmósfera que en estado líquido se deposita sobre la superficie terrestre. Konya (op.cit., p.19) define la importancia de conocer los niveles de pluviosidad⁴. Además de la cantidad de lluvia total en cada mes del año, es preciso conocer también la cantidad máxima

⁴ Cantidad de lluvia que recibe un sitio en un período determinado de tiempo.

de precipitación en un período de 24 horas para proyectar el drenaje adecuado en la cubierta de techo y de las zonas pavimentadas.

EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL

Se refiere a la máxima cantidad de agua que puede evaporar el suelo y transpirar la vegetación, cuando el suministro de agua es ilimitado; y es expresado en milímetros de agua (Ineter, 2005). Es importante conocerla porque contribuye al aumento de la humedad, que es uno de los elementos más influyentes en el clima de Managua.

NUBOSIDAD, INSOLACIÓN Y VISIBILIDAD

Existen otros elementos del clima relacionados a los principales, como nubosidad, insolación y visibilidad, cuyos valores dependen de la época del año en la que se analicen.

II.iv. Microclima

DEFINICIÓN

El microclima es el resultado de un conjunto de condiciones climáticas propias de una pequeña extensión de territorio; que puede variar con la existencia de elementos naturales (como ríos, cerros o zonas montañosas) y artificiales (como carreteras o urbanizaciones), por ello debe realizarse un análisis detallado para cada sitio.

ISLAS DE CALOR

La aglomeración de edificios en territorios urbanos ocasionan la aparición de las denominadas “islas de calor”, generando un aumento en la temperatura ambiental local con relación a zonas de menor densidad urbana (Ministerio de Educación-Perú, 2008, p.56).

VEGETACIÓN

Al estudiar el microclima, es preciso también abordar la función de la vegetación en los edificios y espacios abiertos. Según Infonavit (op.cit., p.22) “Debemos considerar la vegetación como un elemento vivo capaz de modificar las condiciones micro climáticas de un lugar.” La vegetación convenientemente ubicada genera sombreado, lo que puede reducir la necesidad de aparatos de aire acondicionado entre 10% y 50% (Sosa y Siem, op.cit., p.26).

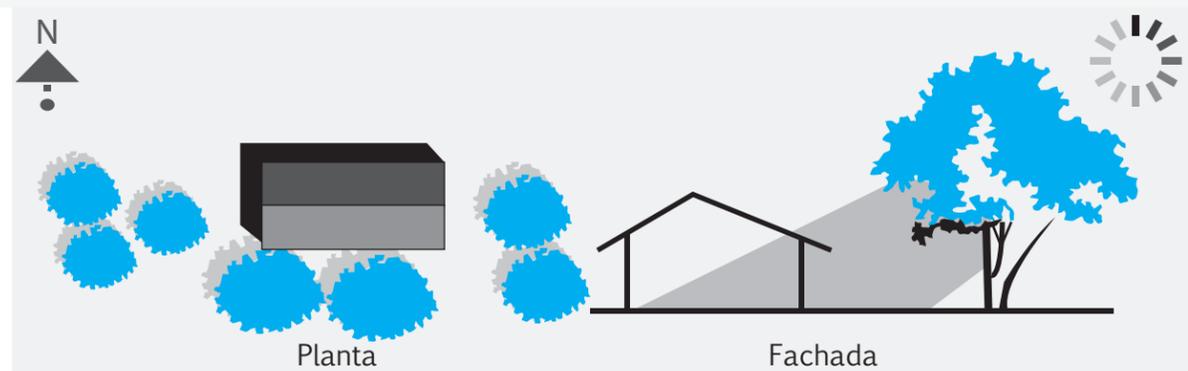


Figura 18: Uso de la vegetación para sombrear la edificación. Fuente: elaborado por la autora con base en Manual de diseño para edificaciones energéticamente eficientes en el trópico.

Según Ugarte ([s.f.], p.16-17), para generar protección solar, la selección de las especies es fundamental, ya que la calidad de la sombra depende de la densidad del árbol; el follaje de este es capaz de filtrar desde 60% hasta 90% de la radiación solar. La vegetación ubicada cerca de los edificios disminuye la radiación solar directa, reflejada y difusa; para ello se recomienda un mínimo de tres metros de vegetación contiguo al edificio.

Ugarte también sostiene que, además de los valores ya mencionados sobre la vegetación, esta realiza otras funciones importantes para el confort y salud de las personas, como: filtrar el polvo en suspensión, hacer de pantalla a los vientos, limpiar la atmósfera, mejorar la calidad del aire, controlar la erosión, atenuar los ruidos circundantes y favorecer la ventilación. Esta última función se logra porque las plantaciones crean zonas de altas y bajas presiones, favoreciendo el movimiento del viento. Para que los árboles trabajen eficientemente como protectores solares y reguladores de la temperatura del aire, deben tener troncos altos, para no frenar la circulación del viento con su follaje.

II.v. Relación del clima con el hombre

Los efectos del medio ambiente -en él se incluye el clima- tienen consecuencia directa en la salud y desempeño de las personas (Olgay, op.cit., p.14). Un entorno que exija al usuario una dispersión metabólica considerable para su adaptación puede traer consecuencias de fatiga, enfermedad o hasta la muerte (causada por insolación o hipotermia). Mientras las condiciones de

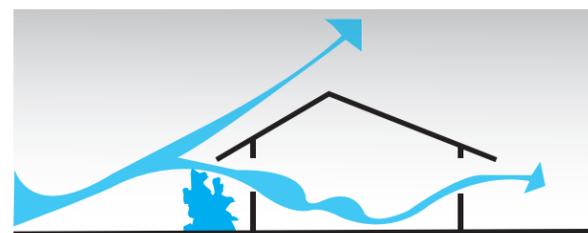


Figura 19: Arbustos que restringen y desvían el flujo de aire de su trayectoria hacia su interior.



Figura 20: Arbustos situados convenientemente para permitir un buen flujo de aire hacia el interior de la edificación. Fuente: elaborado por la autora con base en Manual de diseño para edificaciones energéticamente eficientes en el trópico.

confort se acerquen a lo óptimo el ser humano necesita menos energía para equilibrar su propio sistema.

Debido a la incidencia del clima en el hombre, es que la arquitectura debe ajustarse a las condiciones climáticas. Olgay sostiene (op.cit., p.10) que lo lógico sería aprovechar las fuerzas de la naturaleza para generar unas condiciones de vida adecuadas para el ser humano. Asimismo, Sosa y Siem (op.cit., p.13) expresan que “La obra arquitectónica debe concebirse en armonía con el clima y con las características socioculturales, económicas y tecnológicas del país, pues sus efectos se reflejan en la calidad de los espacios habitables, el uso racional de la energía y el impacto ambiental.”

Cuando el diseño arquitectónico no se integra con el clima, se producen espacios poco agradables, que inciden negativamente en los usuarios. Según García y Fuentes (op.cit, p.317) la baja calidad de los ambientes, a menudo, es causante de algunos efectos nocivos en la salud de las personas. En su informe de 1984, la Organización Mundial de la Salud, señala que más del 70% de las enfermedades del aparato respiratorio se deben a los diseños inadecuados de las edificaciones. Los efectos nocivos en la salud de las personas se presentan cotidianamente en el interior de las edificaciones convencionales, caracterizadas por un olvido absoluto de la integración que guardan con el ambiente circundante. Este fenómeno es conocido como síndrome del edificio enfermo.

Por estos motivos el hombre debe situarse como el centro de la producción arquitectónica; insertándose la habitabilidad como elemento importante en el proyecto, y que diferencia a la obra arquitectónica de la obra escultórica. La habitabilidad muestra especial relación con el confort, el cual se describe más adelante en este documento.

“El habitar es el rasgo fundamental del ser, conforme al cual los mortales son. Sólo los hombres pueden habitar. Parece que los seres humanos no tenemos otra opción, habitamos y por tanto somos y estamos. Por eso, en el proceso de producción de los objetos arquitectónicos, al aparecer la obra producida, solo es posible definirla y valorarla si la consideramos necesariamente habitada. En otras palabras, las obras programadas, proyectadas y construidas se convierten en arquitectónicas, en tanto son habitadas (Villagrán).”

III. ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA

III.i. Definición de arquitectura bioclimática

La arquitectura bioclimática puede definirse como la materialización de la relación integral y óptima entre el clima y la arquitectura, aprovechando y protegiéndose de los elementos climáticos para generar confort en los ambientes, y gracias a ello generar ahorros en el consumo energético.

Según Olgay (op.cit, p.10) se trata de generar espacios climáticamente equilibrados, es decir, ambientes favorecedores al confort humano aprovechando todos los recursos naturales disponibles en el medio. Claro está que la estabilidad perfecta rara vez puede lograrse (sólo bajo condiciones ambientales únicas), pero pueden producirse edificios muy confortables y con un bajo costo de mantenimiento reduciendo la necesidad de acondicionamiento mecánico.

Morillón ([s.f.], p.15) define la arquitectura bioclimática como "(...) la acción de proyectar o construir considerando la interacción de los elementos meteorológicos con la construcción, a fin de que sea esta misma la que regule los intercambios de materia y energía con el medio ambiente y propicie las condiciones que determinan la sensación de bienestar térmico del ser humano en interiores." Por tanto, el arquitecto que planea un Edificio bioclimático, utiliza como herramienta básica de control térmico el propio diseño arquitectónico. El edificio mismo se comporta como una máquina térmica captadora de iluminación y ventilación natural, generando así grandes ahorros energéticos en la vida del mismo, y por tanto, poco impacto en el medio ambiente.

Debido a la estrecha relación entre el clima y el edificio; la arquitectura bioclimática no debe ser presentada como un movimiento o moda. Según Villa, la buena arquitectura siempre ha tenido y debe tener carácter bioclimático; es decir que la buena arquitectura siempre ha generado las condiciones de confort, necesarias para propiciar el desarrollo óptimo de las actividades humanas, en caso contrario, no puede considerarse como buena arquitectura (Morillón, op.cit, p.16). De esta manera, un autor sostuvo que "La arquitectura bioclimática también es, tal vez, una nueva e importante salida para la arquitectura y para los arquitectos que quieran hacer el esfuerzo de reconciliarse con cierta tradición en la forma de construir, (...)" (Izard y Guyot, op.cit, p.8).

III.ii. Arquitectura sustentable y sostenible.

Además del concepto de arquitectura bioclimática, existen otros enfoques relacionados, como la arquitectura sustentable y sostenible, que contienen los criterios de la arquitectura bioclimática. Por este motivo se ha considerado importante para esta investigación la definición de ambas.

La arquitectura sustentable al igual que la arquitectura bioclimática, está orientada también hacia la relación armónica entre el edificio y el medio natural, pero esta busca la eficiencia energética mediante el uso de ecotecnias, las cuales poseen un alto valor económico. Se trata de un concepto de diseño sustentado en un alto desarrollo tecnológico y estrechamente relacionado con los edificios inteligentes; para lograr el confort y la eficiencia energética (Gobierno del Estado de Jalisco, 2009, p.22-25). En este sentido la arquitectura sustentable puede ser irónica, ya que la relación armoniosa del edificio con el medio ambiente y eficiencia energética en vida, puede cuestionarse por la elevada cantidad de energía consumida durante los procesos productivos de los materiales y sistemas altamente tecnológicos.

La arquitectura sostenible busca la adecuación del edificio al clima y un reducido impacto ambiental; pero este enfoque posee un nivel más complejo, porque, según Acosta (2009, p.18), busca "resolver los problemas de hoy pensando en mañana"; a través de la reflexión sobre el impacto ambiental de todos los procesos implicados en un edificio, desde la producción de los materiales (procesos que no produzcan desechos tóxicos y consuma poca energía), técnicas de construcción que deterioren mínimamente el ambiente, la localización del edificio y su impacto en el entorno, el consumo energético del mismo, hasta el reciclaje de los materiales (cero desperdicio en la medida de lo posible) cuando el edificio haya cumplido su función y se derribe.

III.iii. Relación entre la arquitectura sostenible, sustentable y bioclimática.

Con base en las definiciones establecidas es posible expresar mediante un gráfico las relaciones entre estos conceptos y sus particularidades.

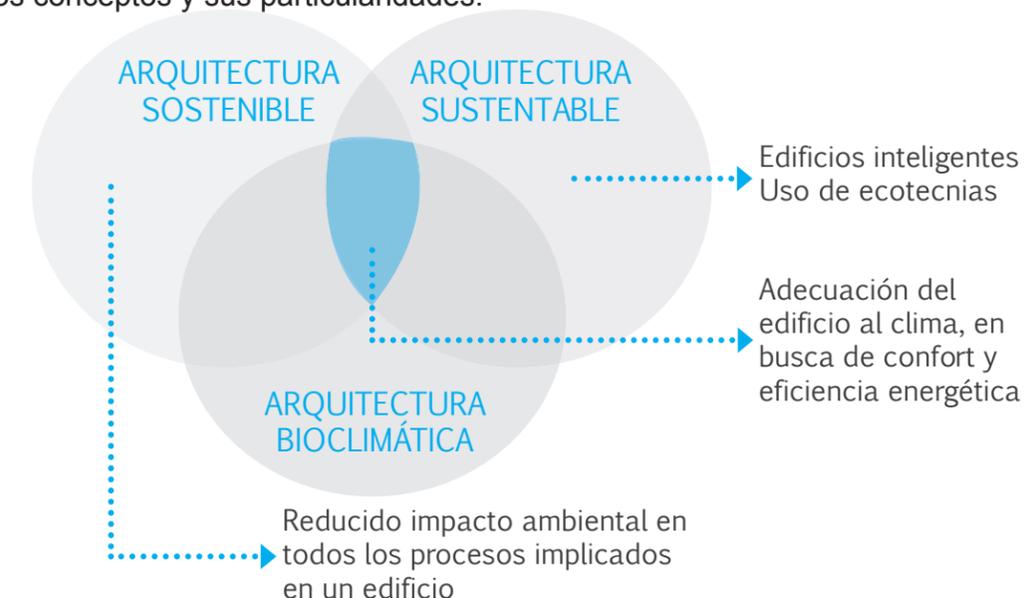


Gráfico 2: Relaciones y diferencias entre arquitectura sostenible, sustentable y bioclimática. Fuente: elaborado por la autora.

III.iv. Confort

La arquitectura bioclimática considera que todo espacio donde se desarrollen actividades humanas, debe cumplir con parámetros de confort (Rodríguez, 2005, p.181), relacionados directamente con la sensación de bienestar. Para generarlo se requiere del análisis de aspectos físicos (sonido, luz, color, temperatura, humedad, viento), fisiológicos, sociales, económicos y psicológicos del ser humano y su entorno. Visto desde este ángulo, se trata del estado de bienestar o confort físico, psicológico y social del ser humano (Rodríguez, 2005, p.183).

La búsqueda del confort físico incluye aspectos biofísicos (térmicos, acústicos y lumínicos) y constructivos; mientras que el confort psicológico y social considera aspectos antropológicos-culturales e igualmente constructivos.



Gráfico 3: Clasificación del confort.

CONFORT TÉRMICO

El confort térmico es “(...) el estado físico y psicológico de agradabilidad en el cual un individuo puede lograr las condiciones térmicas óptimas para realizar una determinada actividad en el interior de un edificio con el mínimo desgaste físico y el menor consumo de energía.” (Infonavit, 1989, p.5). El confort térmico es uno de los requisitos fundamentales en los edificios, sobre todo en zonas con clima cálido (Konya, op.cit., p.28). Las variables que inciden en la disipación de calor del cuerpo (y por tanto, también en el confort térmico) son de tipo ambiental, personal y contribuyentes. Las primeras corresponden a la temperatura del aire, vientos, humedad y

radiación; las segundas se refieren a tasa metabólica y ropa del usuario; y la última contiene comida y bebida, aclimatación, forma del cuerpo, grasa subcutánea, edad, género y estado de salud (Szokolay y Auliciems, 2007, p.8).

CONFORT LUMÍNICO

El confort lumínico se refiere a los niveles de iluminación adecuados para realizar determinadas actividades en un espacio arquitectónico. Los niveles mínimos de iluminación para este anteproyecto se retomarán del Manual Westinghouse. Cuando la iluminación natural no sea suficiente para cumplir los requerimientos de confort, entonces se auxiliará de la iluminación artificial.

CONFORT ACÚSTICO

El confort acústico se logra cuando las condiciones de reproducción del sonido son adecuadas, evitando las molestias producidas por ruidos. Un sonido puede ser molesto aunque su nivel de intensidad sea bajo, la molestia se produce por el hecho de ser sonido indeseado. El principal elemento incidente en el confort acústico es el tiempo de reverberación.

CONFORT PSICOLÓGICO

El confort psicológico, a diferencia de los anteriores, es de carácter subjetivo, ya que está relacionado a la percepción global que tiene el usuario sobre el espacio. Esta puede estar relacionada a elementos arquitectónicos como color, texturas, formas y dimensiones.

CONFORT OLFATIVO

El confort olfativo está relacionado con la calidad del aire y sus efectos en la salud. Para ello se precisa la elección adecuada de los productos de construcción, es decir seleccionar productos que no sean fuentes de malos olores o que para su mantenimiento requieran de otros productos malolientes. Para lograr el confort olfativo es importante también asegurar la renovación de aire en los espacios a través de la ventilación natural.

III.v. Metodología y herramienta de diseño bioclimático

“Unos edificios bien diseñados pueden proporcionar unas condiciones agradables sin tener que utilizar equipos mecánicos caros y de alto consumo de energía. Esto sólo es posible si desde el principio se tiene en cuenta el clima ; (...)” (Konya, 1981, p.31). Por lo tanto es importante aplicar una metodología de diseño bioclimático incorporada al proceso de diseño arquitectónico.

CONCEPTO DE METODOLOGÍA DE DISEÑO BIOCLIMÁTICO

La metodología de diseño bioclimático es comprendida como el proceso de diseño que integra variables bioclimáticas, con el propósito de producir espacios confortables y lograr eficiencia energética en el edificio. Esta metodología se desarrolla a partir de un profundo análisis del clima del sitio, además de los requisitos de la tipología arquitectónica y el sitio donde se emplazará. Según Olgay (1998, p.10), debe ser la combinación de dos disciplinas: la climatología y la arquitectura; las cuales definen el inicio y el fin del problema, y con las que se pueden obtener conclusiones válidas para el diseño arquitectónico. Asimismo Morillón (op.cit., p.19) expresa que debe recurrirse a la menor cantidad posible de energía (no renovable, como el petróleo).

METODOLOGÍAS DE DISEÑO BIOCLIMÁTICO

Para el desarrollo del anteproyecto se retomará la metodología de diseño bioclimático propuesta por Fuentes, que enfatiza las fases de conceptualización global y de detalle, además de la evaluación de propuestas. La metodología se conforma por las siguientes etapas: objetivos, análisis del sitio y del entorno, el usuario, definición de estrategias de diseño, definición de conceptos de diseño bioclimático, anteproyecto, evaluación y proyecto arquitectónico. Para el desarrollo del anteproyecto se selecciona la metodología propuesta por Fuentes, ya que esta incluye los elementos de diseño bioclimático en el proceso de diseño de un modo integral y sistemático, adicionando variables ausentes en otras metodologías, como el análisis del medio socio-cultural, y la evaluación de confort y energía entre la etapa del anteproyecto y el proyecto.

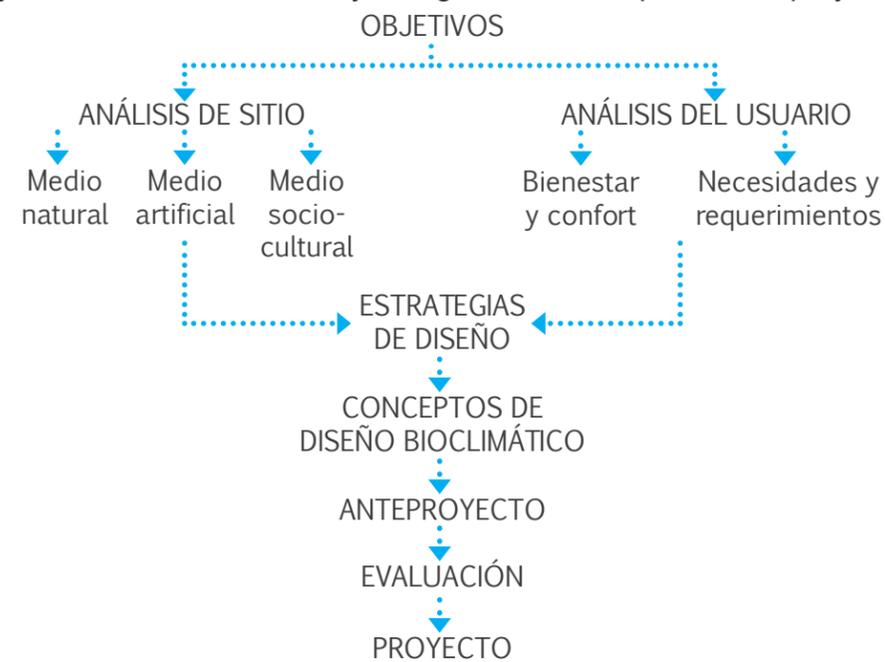


Gráfico 4: Síntesis de proceso de diseño propuesto en la metodología por Fuentes.

CONCEPTO DE HERRAMIENTA DE DISEÑO BIOCLIMÁTICO

Las herramientas de diseño bioclimático sirven como instrumento para la realización de las distintas etapas relacionadas a lo bioclimático en el proceso de diseño; como el análisis climático, la selección y definición de estrategias bioclimáticas, y la evaluación de confort y energía. Las herramientas funcionan como algunas de las partes que integran el gran rompecabezas que es la metodología de diseño bioclimático, posibilitando lograr el principal objetivo: generar espacios confortables y eficiencia energética.

HERRAMIENTAS DE DISEÑO BIOCLIMÁTICO

En la tabla se establecen las distintas herramientas seleccionadas para el anteproyecto.

AUTOR	HERRAMIENTA	DESCRIPCIÓN
Victor Olgay	Gráfica bioclimática	Olgay establece en su gráfica bioclimática la inserción de las condiciones climáticas predominantes de un determinado lugar, con el propósito de mostrar las estrategias para lograr el estado de confort. “Dicha gráfica muestra la zona de confort en el centro. Los elementos climáticos alrededor están representados por curvas, lo cual indica la naturaleza de las medidas correctivas necesarias para recuperar la sensación de confort en cualquier punto fuera de la zona” (Olgay, op.cit., p.22).
Victor Olgay	Calendario de necesidades climáticas	Expresan las necesidades climáticas en un calendario. Con una diagnosis de este tipo puede evaluarse la importancia relativa de las diferentes necesidades como radiación, sombreado o los efectos del viento (Olgay, op.cit., p.27).
Victor Olgay	Diagramas de recorrido solar	Estos diagramas muestran la bóveda celeste proyectada sobre un plano paralelo al horizonte; la línea del horizonte se expresa como un círculo, y el recorrido solar como una sucesión de curvas (Olgay, op.cit., p.36).
Baruch Givoni	Carta bioclimática	Integra las condiciones climáticas de un sitio para mostrar las estrategias para alcanzar la zona de confort dentro de los edificios.
Mahoney y Evans	Tablas Mahoney	Sirven como guía de diseño arquitectónico en función del clima, utilizando datos fáciles de conseguir. La información climática se procesa hasta obtener especificaciones de las condiciones óptimas de distribución, etc., necesarias en las etapas previas al proyecto (Konya, 1981, p.32).

Tabla 12: Herramientas de diseño bioclimático seleccionadas para el anteproyecto. Fuente: Elaborado por la autora

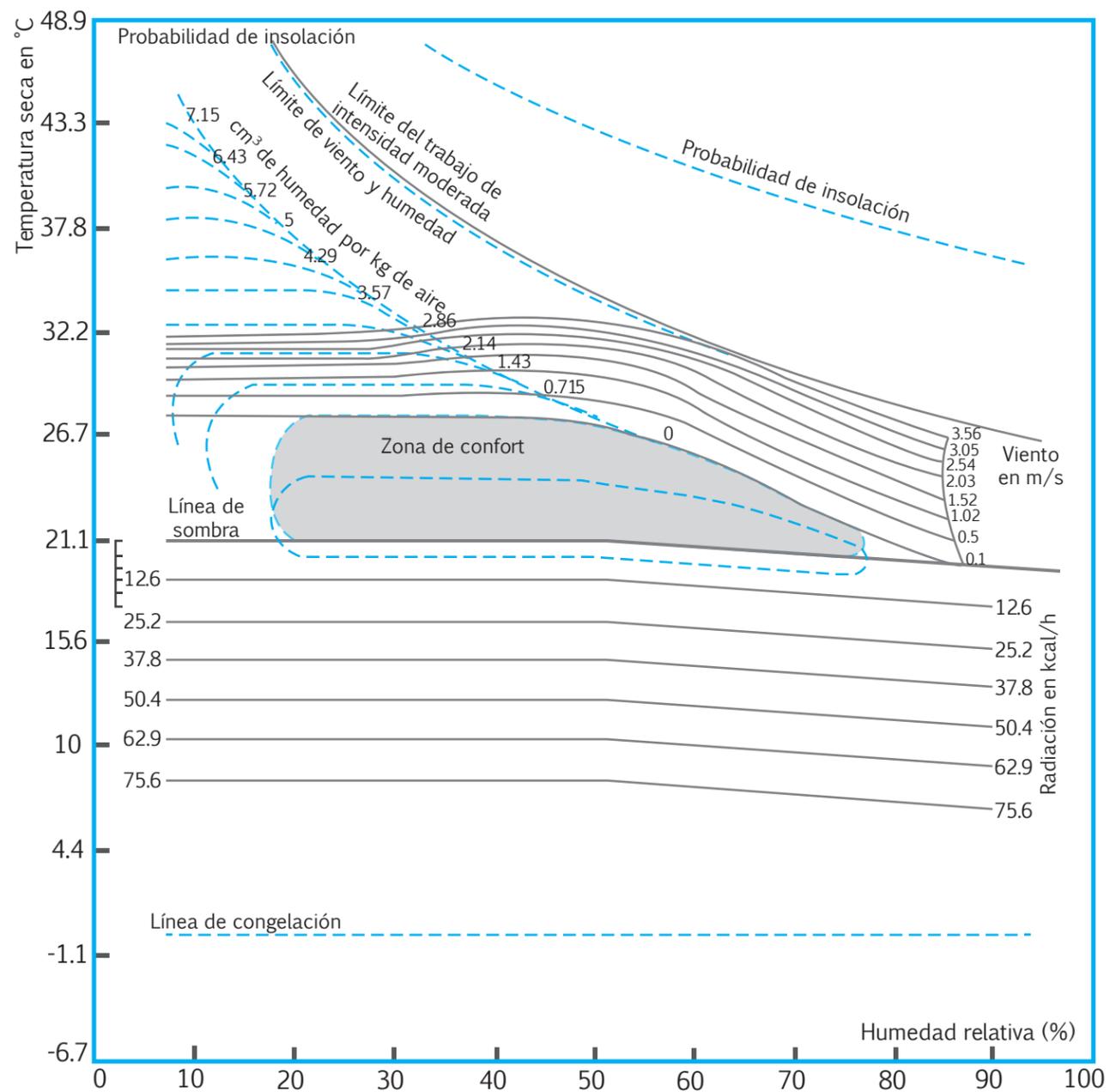


Figura 21: Gráfico bioclimático por Olgay. Fuente: elaborado por la autora con base en Arquitectura y Clima.

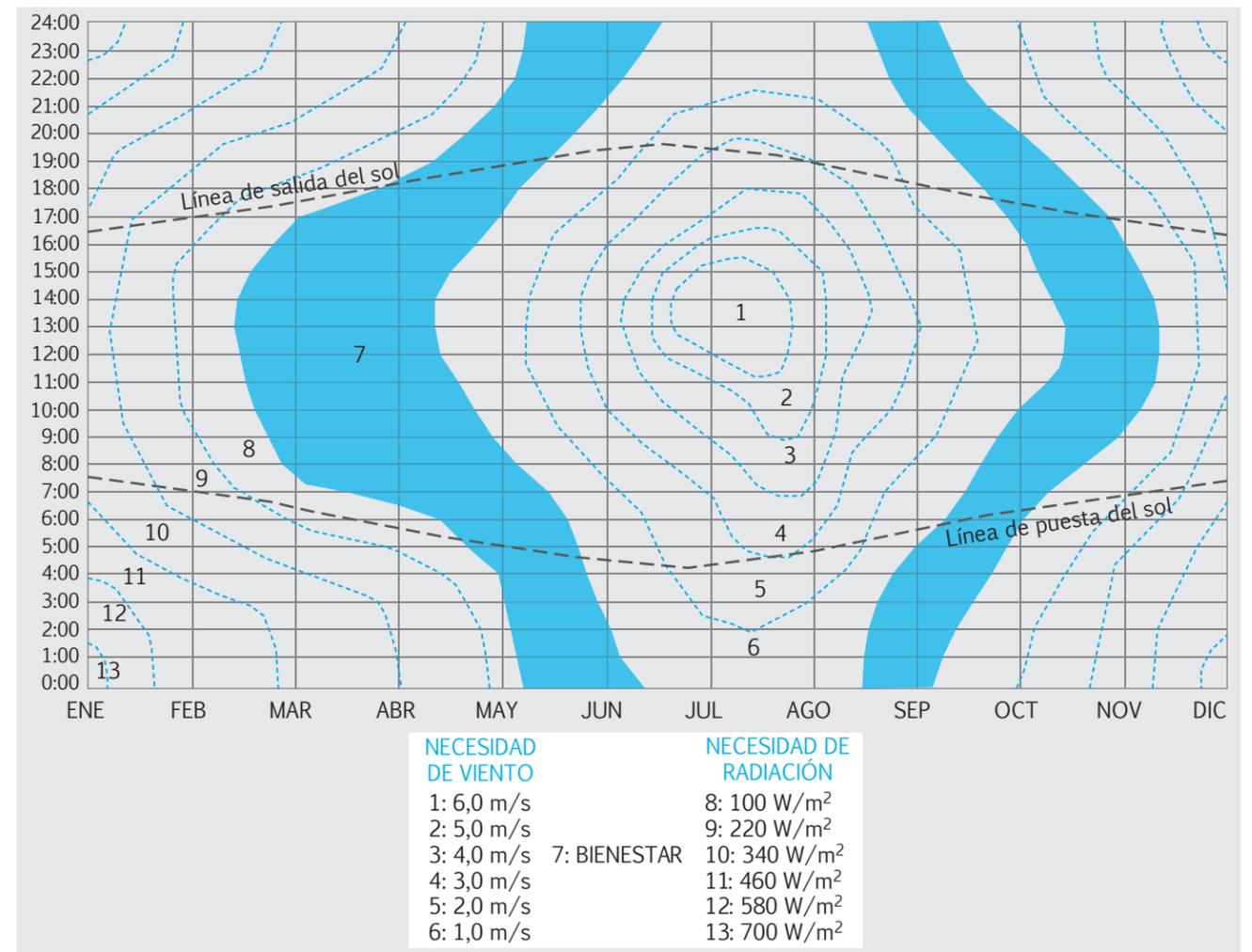


Figura 22: Calendario de necesidades climáticas por Olgay (representación horaria de las necesidades de ventilación, radiación y humectación para alcanzar la zona de bienestar). Fuente: elaborado por la autora con base en Arquitectura bioclimática F.J Neila.

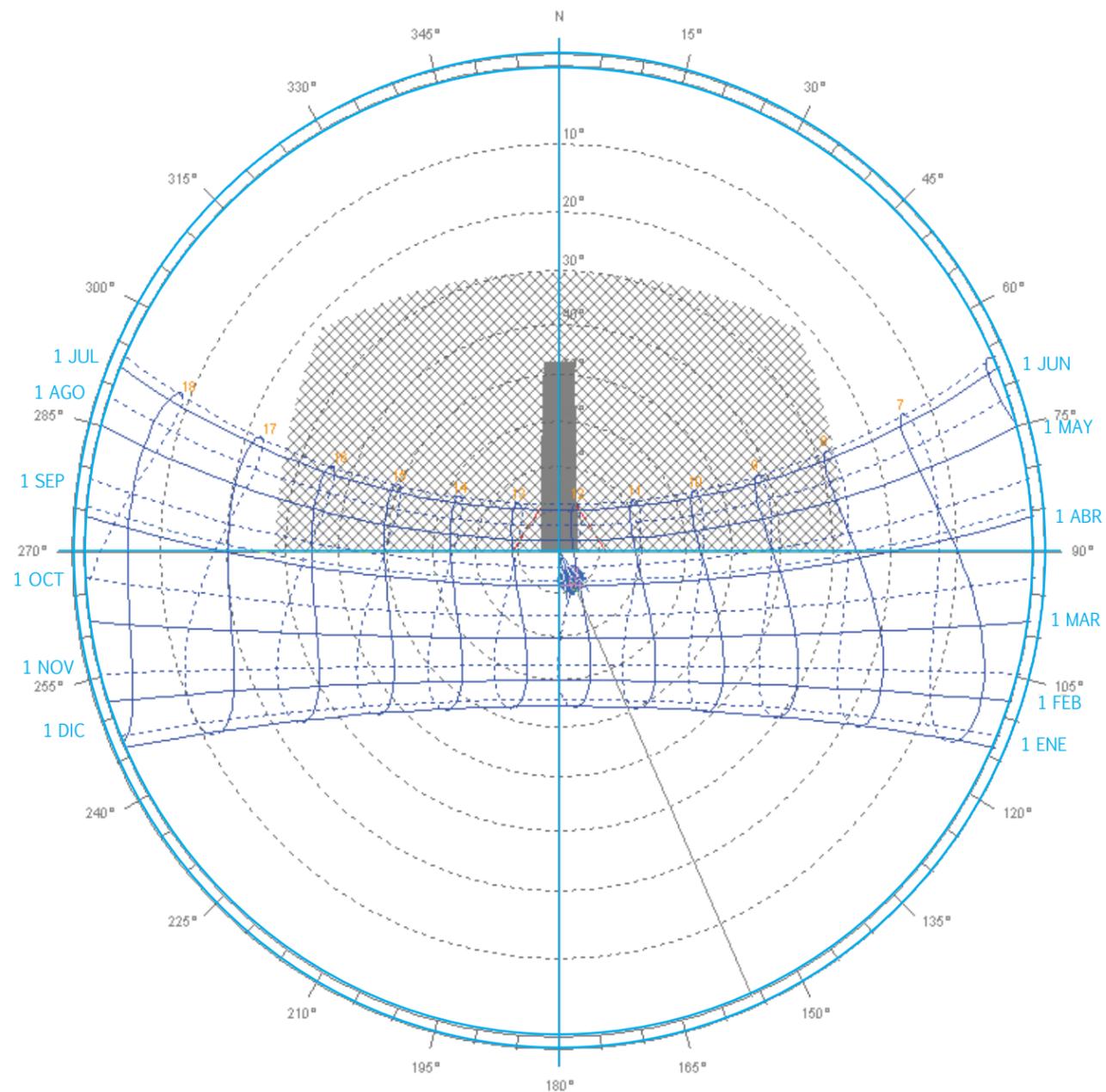


Figura 23: Diagrama de recorrido solar (por Olgay) para Managua, correspondiente a Latitud 12° 08' Norte. Fuente: elaborado por la autora con base en Ecotect.

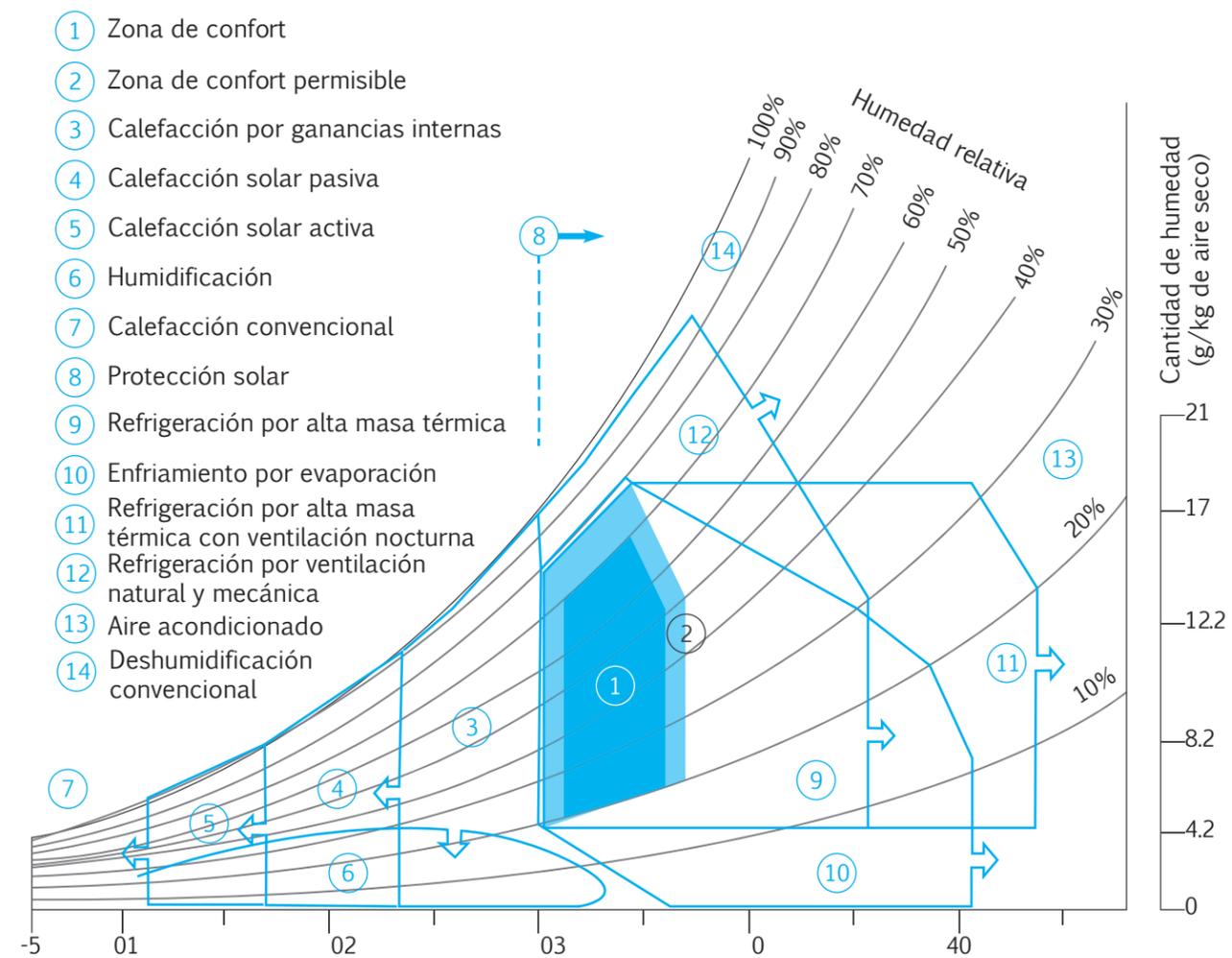


Figura 24: Carta bioclimática por Givoni. Fuente: elaborado por la autora con base en Consultor Climático.

RECOMENDACIONES DE DISEÑO					
INDICADOR TOTAL DE LA TABLA 4					RECOMENDACIONES
HÚMEDO			ÁRIDO		
H1	H2	H3	A1	A2	A3
DISPOSICIÓN					
			0-10		1. Edificios orientados sobre un eje este-oeste para reducir la exposición al sol.
			11 ó 12		5-12
					0-4
					2. Distribución compacta con patios.
SEPARACIONES					
11 ó 12					3. Espacios abiertos para que penetre la brisa.
2-10					4. Como 3, pero protegiéndose del viento frío/caliente.
0 ó 1					5. Distribución compacta.
MOVIMIENTO DEL AIRE					
3-12					6. Habitaciones en una fachada. Debe haber ventilación permanente.
1 ó 2			0-5		
			6-12		7. Habitaciones en dos fachadas. Ventilación temporal.
0	2-12				
	0 ó 1				8. No necesitan movimiento del aire.
HUECOS					
			0 a 1	0	9. Grandes huecos, 40-80% de los muros N y S.
			11 ó 12	0 ó 1	10. Huecos muy pequeños: 10-20%.
					Otras condiciones
					11. Huecos medianos, 20-40%.
MUROS					
			0-2		12. Muros ligeros, corto período de calentamiento.
			3-12		13. Muros exteriores e interiores pesados.
CUBIERTAS					
			0-5		14. Cubiertas ligeras aisladas.
			6-12		15. Cubiertas pesadas; tiempo calentamiento mayor de 8 horas.
DORMIR EN EL EXTERIOR					
			2-12		16. Se requiere espacio para dormir al exterior.
PROTECCIÓN DE LA LLUVIA					
		3-12			17. Se necesita protección de la lluvia intensa.

Tabla 13: Tablas Mahoney.

SOFTWARES BIOCLIMÁTICOS

En la actualidad gracias al avance de la tecnología, se han diseñado softwares basados en la teoría y herramientas propuestas por los autores ya mencionados, que de manera rápida y sencilla facilitan al proyectista la realización de cálculos, análisis y pruebas durante el proceso de diseño. Los softwares a utilizar en el anteproyecto son:

Vasari	Herramienta de diseño conceptual y análisis energético.
Ecotect	Herramienta para análisis de energía, comportamiento térmico, uso del agua, radiación solar, iluminación y sombreado.
Consultor Climático	Herramienta que facilita la comprensión del clima de una localidad específica, y su incidencia en los edificios; generando recomendaciones de sistemas de acondicionamiento y estrategias bioclimáticas.

El consultor climático está basado en la teoría y herramientas propuestas por Olgyay y Givoni. En el análisis se incluye la gráfica bioclimática, el calendario de necesidades climáticas y el diagrama de recorrido solar propuesto por Olgyay, así como la carta bioclimática de Givoni. Por ello, el uso manual de estas herramientas se descartará, ya que todas se encuentran incluidas en el software.

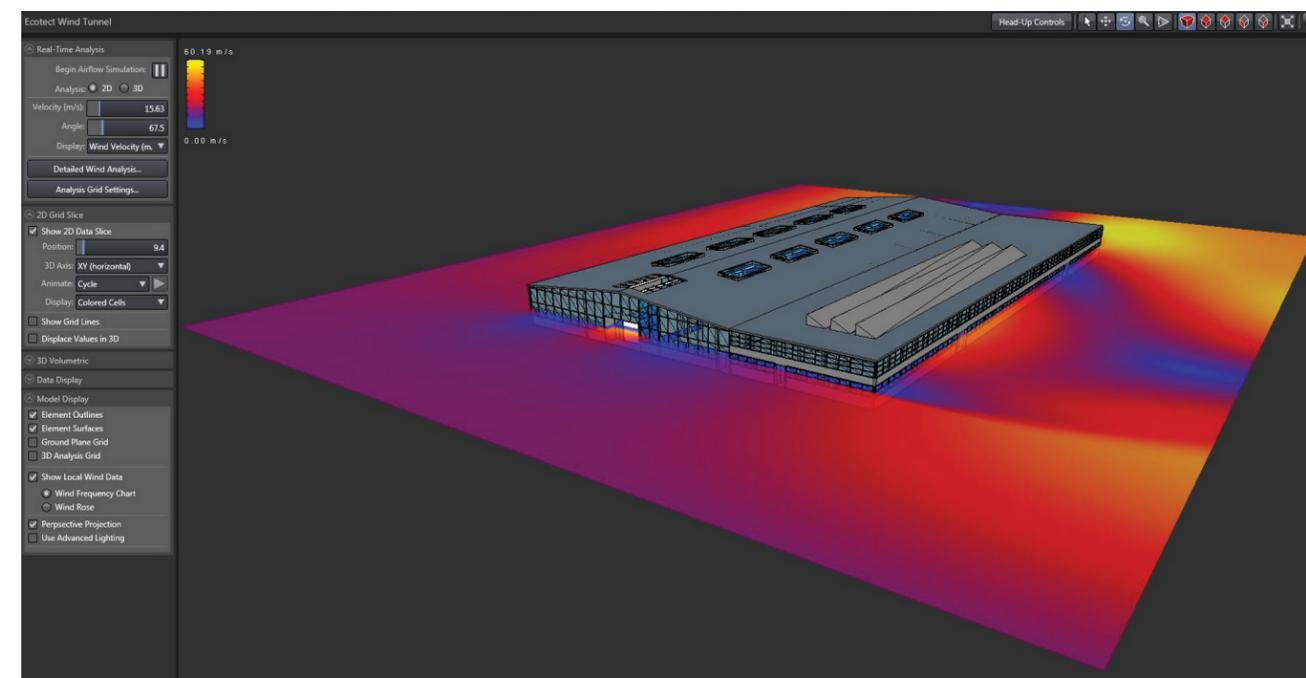


Figura 25: Análisis de viento realizado por Vasari. Fuente: Vasari.

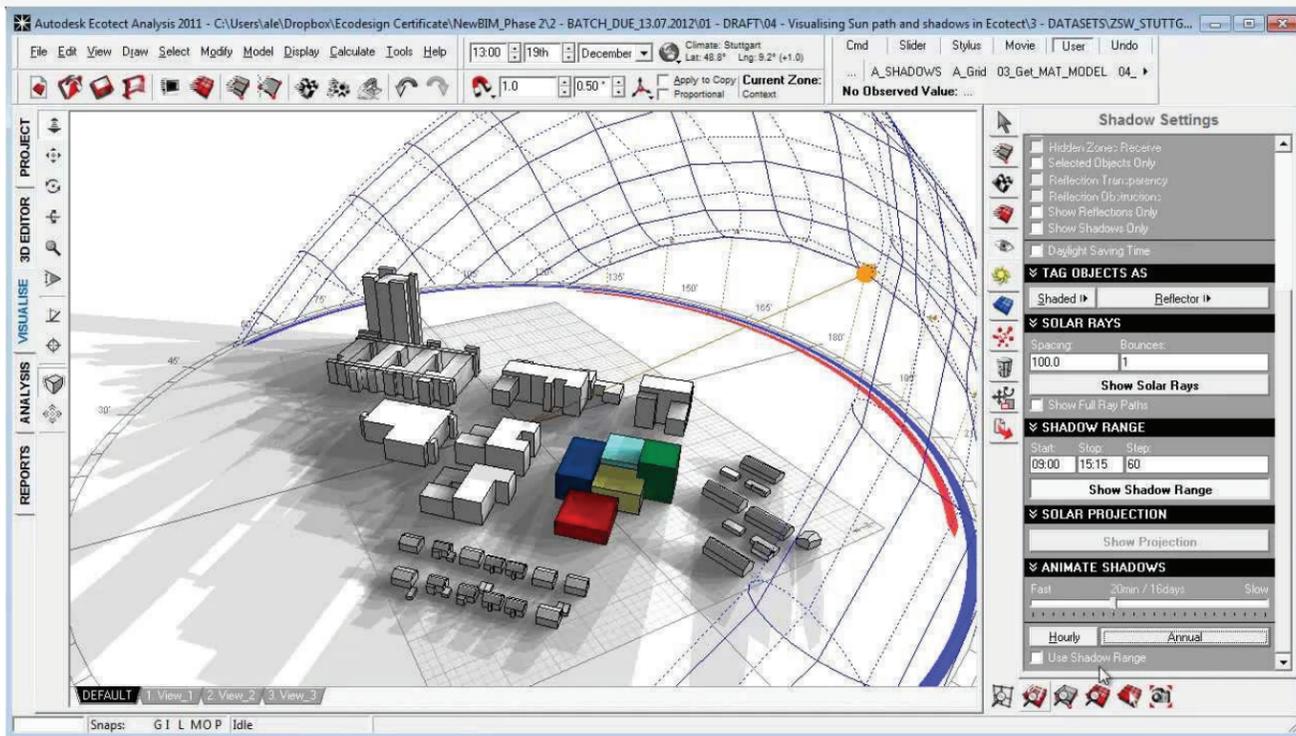


Figura 26: Representación de trayectoria solar anual en Ecotect. Fuente: Ecotect.

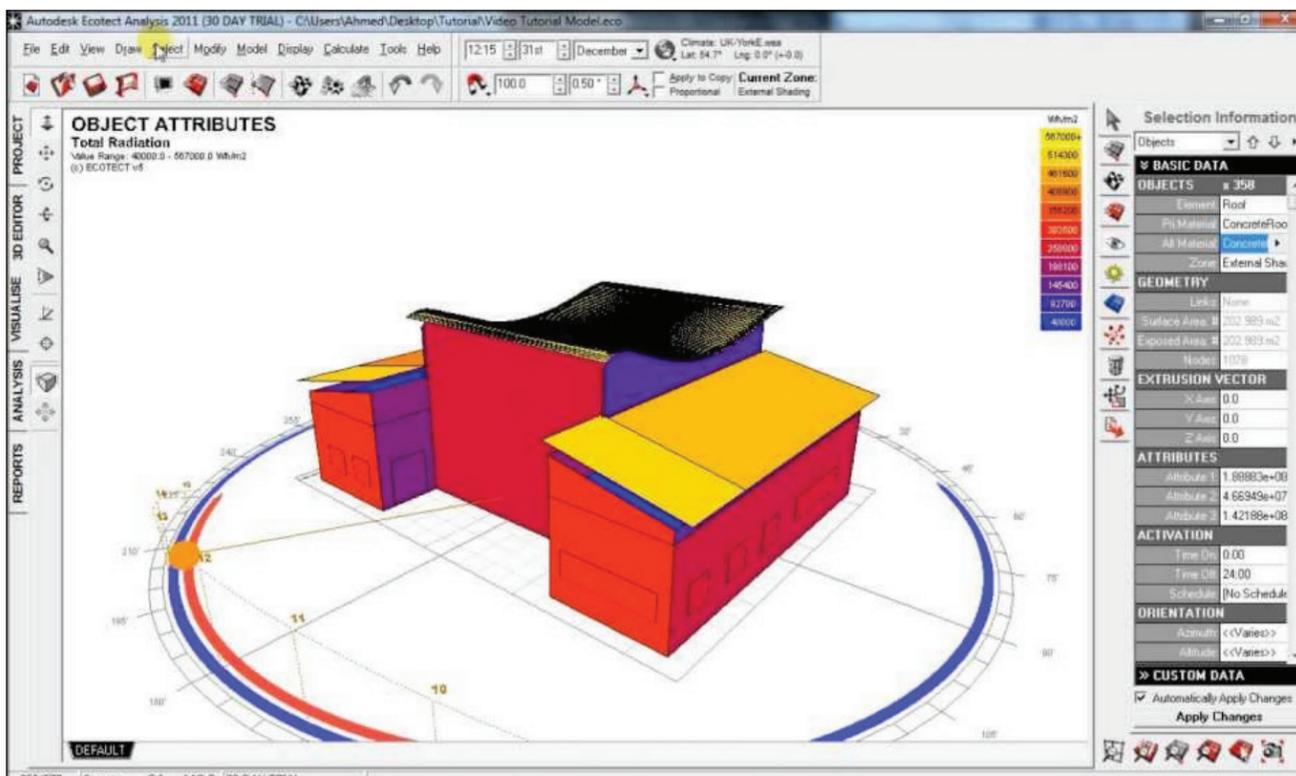


Figura 27: Análisis de ganancias caloríficas por radiación solar en Ecotect. Fuente: Ecotect.

IV. CONCLUSIONES PARCIALES DEL CAPÍTULO 1

1. La aplicación de criterios para generar confort en los espacios ha sido siempre parte de la arquitectura, por lo que la arquitectura bioclimática es sólo un nuevo término cuya novedad es la aplicación de softwares especializados para el análisis de iluminación, ventilación y acústica arquitectónica.
2. Los planteamientos teóricos establecidos por Víctor Olgyay aún son válidos y sirven como datos base para la ejecución de análisis en softwares como Consultor Climático, Ecotect y Vasari.
3. El clima de la ciudad de Managua, caracterizado por altas temperaturas de bulbo seco y humedad, define el diseño arquitectónico, siendo la ventilación cruzada la principal estrategia pasiva para mitigar los efectos negativos en el confort provocados por las condiciones climáticas.
4. Existen normativas para el diseño de edificios escolares, sin embargo la carencia de normas para el diseño con enfoque bioclimático genera un vacío durante el proceso de diseño arquitectónico.
5. La aplicación de criterios de diseño bioclimático genera un gran impacto en edificios escolares, porque el confort en los espacios permitirá desarrollar mejor todas las actividades relacionadas a la educación.

CAPÍTULO 2: Referencias arquitectónicas y condicionantes del entorno

I. ANÁLISIS DE SITIO

Para conocer las características de tipo urbano y físico-natural del sitio que pueden incidir en la propuesta de anteproyecto, es preciso analizar las componentes del terreno y su entorno, estudio que se expresa a continuación.

I.i. Localización

El sitio destinado para el desarrollo de este anteproyecto es propiedad de Fundación Fe y Alegría Nicaragua. Está ubicado en la ciudad de Managua, en el distrito 5, km. 12 de la Carretera a Masaya. Sus coordenadas geográficas son: 12° 04' 10.75" N latitud, 86° 12' 52.67" O longitud. Su altitud es de 233 msnmm.



Figura 28: Entorno inmediato al sitio. Fuente: elaborado por la autora.

El área total del terreno es de 4,581 m², posee una poligonal irregular con un eje rector en el sentido noreste-suroeste. Colinda al noroeste con la vía conocida popularmente como Los Vanegas (hacia Las Jaguitas), al suroeste con la Carretera a Masaya, al sureste con viviendas de densidad baja, y al noreste con la vía que conduce hacia Esquipulas.



Figura 29: Vista 1, entrada Los Vanegas. Fuente: fotografía tomada por la autora.



Figura 30: Vista 2, Carretera a Masaya. Fuente: fotografía tomada por la autora.



Figura 31: Vista 3, calle hacia Esquipulas. Fuente: fotografía tomada por la autora.



Figura 32: Plano de localización. Escala 1:5,000. Fuente: elaborado por la autora.

I.ii. Análisis urbano

ANÁLISIS URBANO

El terreno se inserta en una trama urbana muy irregular; sin embargo por su colindancia con la Carretera a Masaya se genera una relación fluida con la ciudad de Managua y la región metropolitana inmediata, que comprende ciudades como Masaya, Granada, Diriamba, Jinotepe, San Marcos y Ticuantepe. Esta vía primaria a la vez representa una limitante urbana y social, ya que dificulta la circulación peatonal en la zona, derivando en divisiones y diferencias sociales y espaciales.

Con relación a la imagen urbana, se identifican como hitos: Asados El Toro, el acceso al Reparto Sacuanjoche y la ferretería Blandón Moreno; el nodo corresponde a la intersección de la Carretera a Masaya y la vía conocida como entrada Los Vanegas, y a la vez se define como hito; y las sendas son las tres vías que circundan el sitio, por lo que también se describen como bordes.



Figura 33: Plano de localización de hitos, nodos, bordes y sendas. Escala 1:2,000.

Asimismo los edificios encontrados en los alrededores corresponden a construcciones de carácter utilitario carentes de arquitectura, por lo que no representan una referencia formal para el anteproyecto; estos son viviendas de densidad baja y en muy buen estado físico.



Figura 34: Ubicación de vistas.



Figura 35: Vista 1 de entrada Los Vanegas. Fuente: elaboración por la autora.



Hito 1: Ferretería Blandón Moreno. Fuente: tomada por la autora.



Hito 2: Asados El Toro. Fuente: tomada por la autora.



Figura 36: Vista 2 de entrada Los Vanegas. Fuente: elaboración por la autora.



Figura 37: Vista 3 de entrada Los Vanegas. Fuente: elaboración por la autora.



Figura 38: Vista 4 de calle hacia Esquipulas. Fuente: elaboración por la autora.

SERVICIOS MUNICIPALES E INFRAESTRUCTURA

El sector cuenta con la mayor parte de los servicios básicos. Existe servicio de energía eléctrica con redes de baja y alta tensión, y alumbrado público, la iluminación en la Carretera a Masaya es muy buena, contando con cuatro luminarias en la intersección, en la calle entrada Los Vanegas se localizan dos luminarias aproximadamente a 50 m, y una se encuentra sobre la vía hacia Esquipulas. Se visitó el sitio de noche y se considera que el nivel de luminancia artificial en los espacios públicos es muy bueno, por lo que no debe considerarse como una problemática durante el proceso de diseño.

Con relación al aspecto hidrosanitario, existe red pública de agua potable, el servicio es muy bueno en la zona, pues rara vez se presentan cortes y la presión del agua es alta. También existe drenaje pluvial en la mayor parte de las calles circundantes, pero en el lindero noroeste del terreno no se identifica ningún tipo de tratamiento de drenaje pluvial, hecho que deberá solucionarse en el diseño. Por otro lado, el drenaje público de aguas negras es inexistente, todas las viviendas cercanas poseen tanques sépticos; por tanto es necesario proyectar en un nivel básico el sistema de aguas negras para el conjunto de edificios. Se identifica una caja de telefonía en el lindero suroeste del terreno.



Figura 39: Localización de luminarias públicas. Fuente: elaboración por la autora.



Figura 40: Localización de drenaje pluvial. Fuente: elaboración por la autora.



La recolección de basura es realizada por la Alcaldía de Managua tres veces por semana. Asimismo se cuenta con todos los servicios referidos a comunicación. Existe servicio de telefonía, cable e internet, la recepción de la señal celular es muy buena.

Figura 41: Estado físico actual del drenaje pluvial.



Figura 42: Estado físico actual del drenaje pluvial. Fuente: tomada por la autora.

VIALIDAD Y TRANSPORTE

El sitio se encuentra delimitado en el suroeste por la Carretera a Masaya, clasificada como sistema distribuidor primario, cuyo derecho de vía es desde 40 hasta 100 metros; hacia el norte y este se configuran la entrada Los Vanegas y la vía hacia Esquipulas respectivamente, ambas denominadas como sistema de calles, con un derecho de vía entre 14 y 17 metros. El estado físico actual de las vías es muy bueno. La Carretera a Masaya posee revestimiento asfáltico, la entrada Los Vanegas es una calle nueva construida con concreto hidráulico, y la vía hacia Esquipulas es de adoquines.



Figura 43: Estado físico actual de las vías. Fuente: tomada por la autora.



Figura 44: Plano de vialidad. Escala: 1:1,000. Fuente: elaborado por la autora.

Se detectan deficiencias con relación a las circulaciones peatonales, pues las vías colindantes sólo poseen un andén peatonal. El andén de la entrada Los Vanegas posee un ancho suficiente (de 1.20 m) y su estado físico es regular; el otro andén, correspondiente a la vía hacia Esquipulas posee una anchura de 1.10 m y también se



Figura 45: Localización de andenes peatonales.

Fuente: elaborado por la autora.

encuentra en regular estado físico. Por estos motivos, es necesario integrar en el proyecto el diseño de circulación peatonal pública, que a la vez favorecerá el acceso al edificio.



Figura 46: Estado físico de andenes peatonales. Fuente: tomada por la autora.

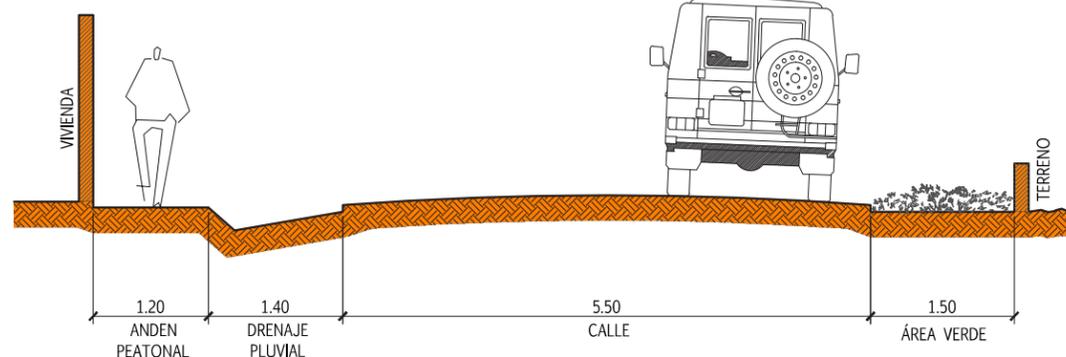


Figura 47: Sección de calle A, entrada Los Vanegas. Escala: 1:75. Fuente: elaborado por la autora.

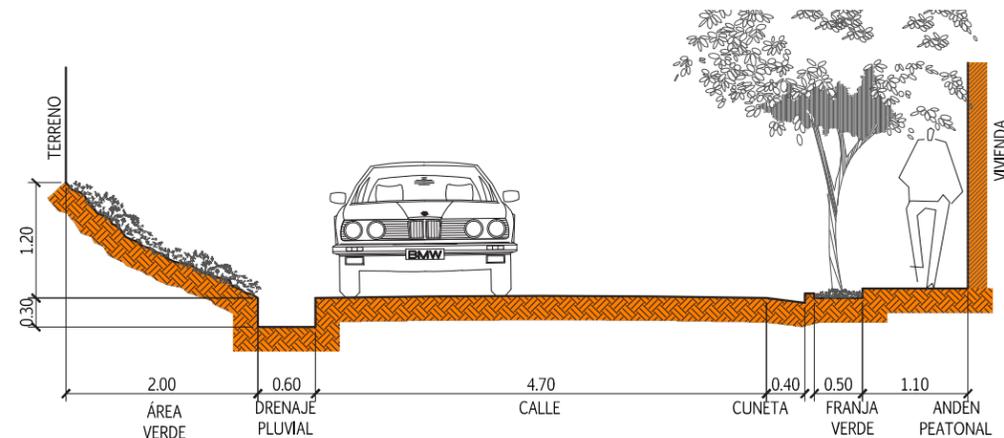


Figura 48: Sección de calle B, vía hacia Esquipulas. Escala: 1:75. Fuente: elaborado por la autora.

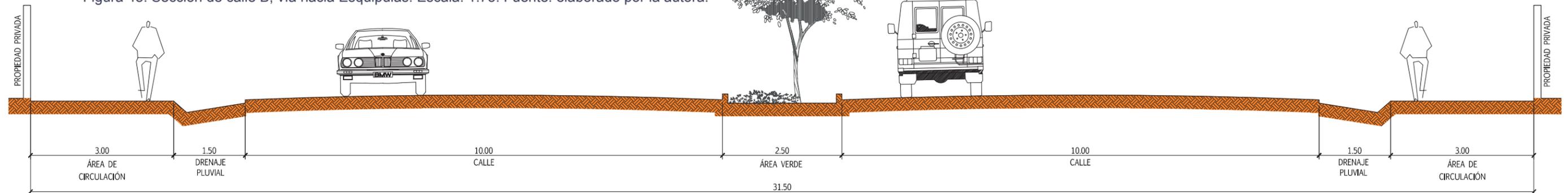


Figura 49: Sección de calle C, Carretera a Masaya. Escala: 1:75. Fuente: elaborado por la autora.

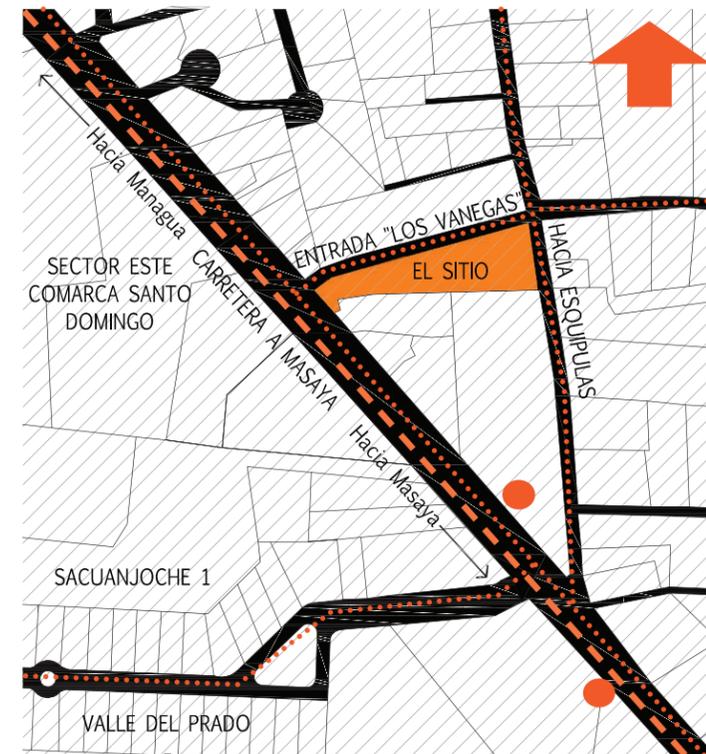


Figura 50: Recorridos y estaciones de buses. Sin escala.

Fuente: elaborado por la autora.

Debido a la colindancia del sitio con la Carretera a Masaya, este posee un alto grado de accesibilidad a través del transporte público. Por la entrada Los Vanegas circula la ruta de Los Vanegas, además se pueden tomar buses interlocales que salen desde la estación UCA y Roberto Huembes, con destino a las ciudades de Masaya, Granada y Ticuantepe. Además el sector cuenta con el servicio de mototaxis, que realizan recorridos cortos desde la Carretera a Masaya hacia las distintas localidades de Esquipulas. Se localizan dos paradas de buses hacia el sureste, a 185 m y 330 m del terreno.

Para brindar accesibilidad al edificio será importante proponer un sistema de circulación peatonal que vincule los dos sectores que actualmente se encuentran divididos por la Carretera a Masaya.

USO DE SUELO

Para el análisis de uso de suelo se consultó el Plan Parcial zona Oriental, el cual determina el sitio como parte de la Zona de Corredor de Acceso del Área Sub-Urbana (CA-3). El uso de suelo integra vivienda y servicios; sus requerimientos se encuentran expresados en la siguiente tabla.

USO DE SUELO: VIVIENDA Y SERVICIOS			
Usos predominantes	Vivienda unifamiliar y en condominio. Comercio especializado, restaurantes, hoteles, servicios comunales, sociales y personales.		
Usos secundarios	Servicios de cultura, diversión y esparcimiento.		
Usos complementarios	Servicios condicionados o incidentales.		
LOTE MÍNIMO: 600 m ²			
RETIROS			
Retiro Frontal: 5.00 mts	Retiro de Fondo: 3.00 mts	Retiro Lateral: 3.00 mts	Frente Mínimo: 20.00 mts
FACTORES OCUPACIONALES			
FOS: 0.25		FOT máximo: 0.50	

Tabla 14: Requerimientos del tipo de uso de suelo. Fuente: Elaborado por la autora con base en Plan Parcial Zona Oriental Managua.

El uso de suelo actual en la zona se encuentra dentro de los lineamientos propuestos en el Plan Parcial zona Oriental, ya que en su mayoría los edificios existentes son viviendas unifamiliares y en condominio (Campo Bello, Villas del Prado, Reparto Sacuanjoche), servicios comerciales y personales (ferretería Blandón Moreno, supermercado La Colonia, sucursales bancarias, salones de belleza) y restaurantes (Asados El Toro, Pollo Tip-Top, Mama Quilla). Asimismo la tipología del proyecto es compatible con el uso de suelo establecido en el Plan Parcial zona Oriental; de modo que, en aspectos urbanos, el centro de formación docente puede insertarse en la categoría de uso predominante, como servicios sociales. Sin embargo los retiros exigidos en el terreno constituyen una gran condicionante de diseño, ya que se genera un área útil con un reducido tamaño y una poligonal irregular con una forma muy alargada, la cual no es la óptima para la proyección de espacios arquitectónicos.

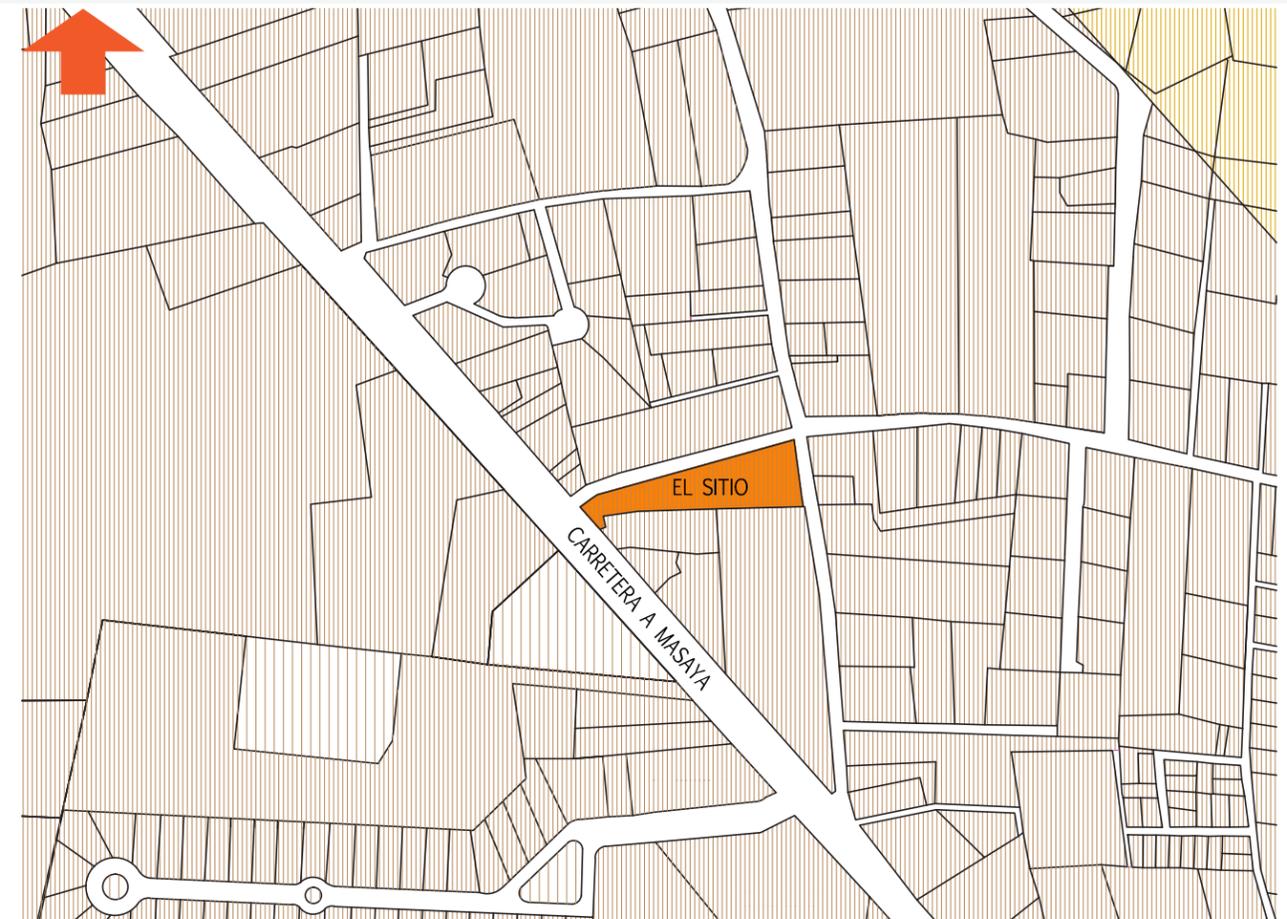


Figura 51: Plano de uso de suelo. Escala: 1: 5,000. Fuente: Plano síntesis 07-Zonificación y Uso de Suelo, Alcaldía de Managua.

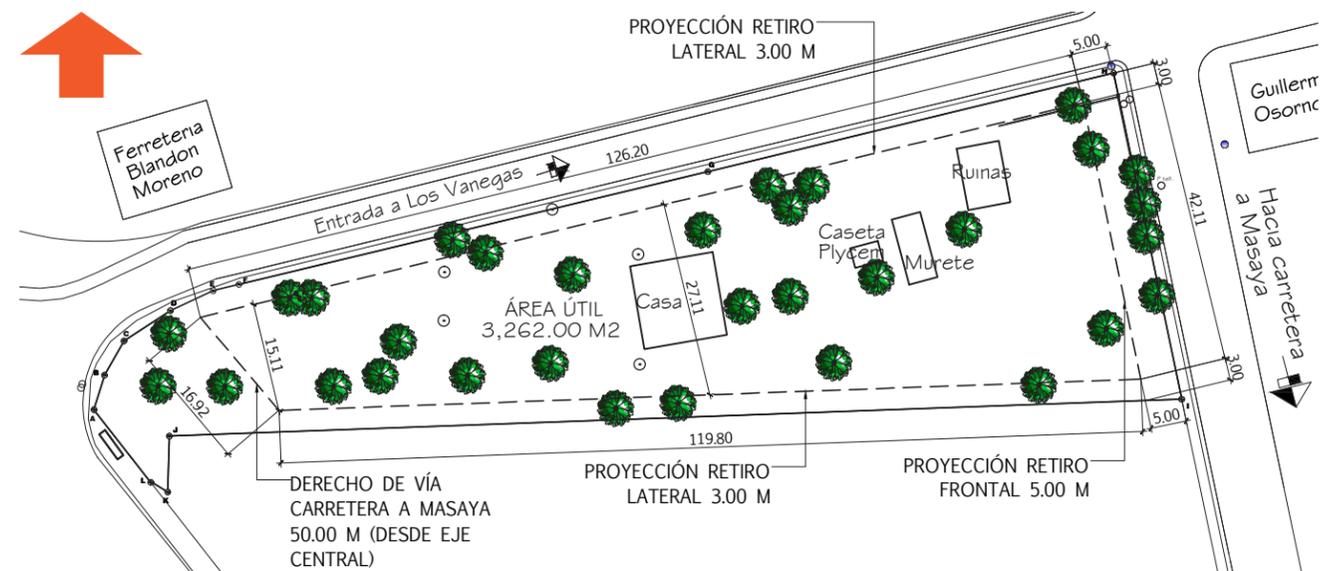


Figura 52: Plano del terreno con retiros. Escala: 1: 1,000. Fuente: elaborado por la autora.

I.iii. Análisis físico natural

TOPOGRAFÍA

Para efectos de análisis topográfico el terreno se dividirá en dos zonas; la primera conteniendo una topografía más regular que la segunda, tal a como se expresa en el gráfico. La diferencia de niveles es de 4.75 m, siendo 234.00 la cota más alta y 229.25 la más baja.

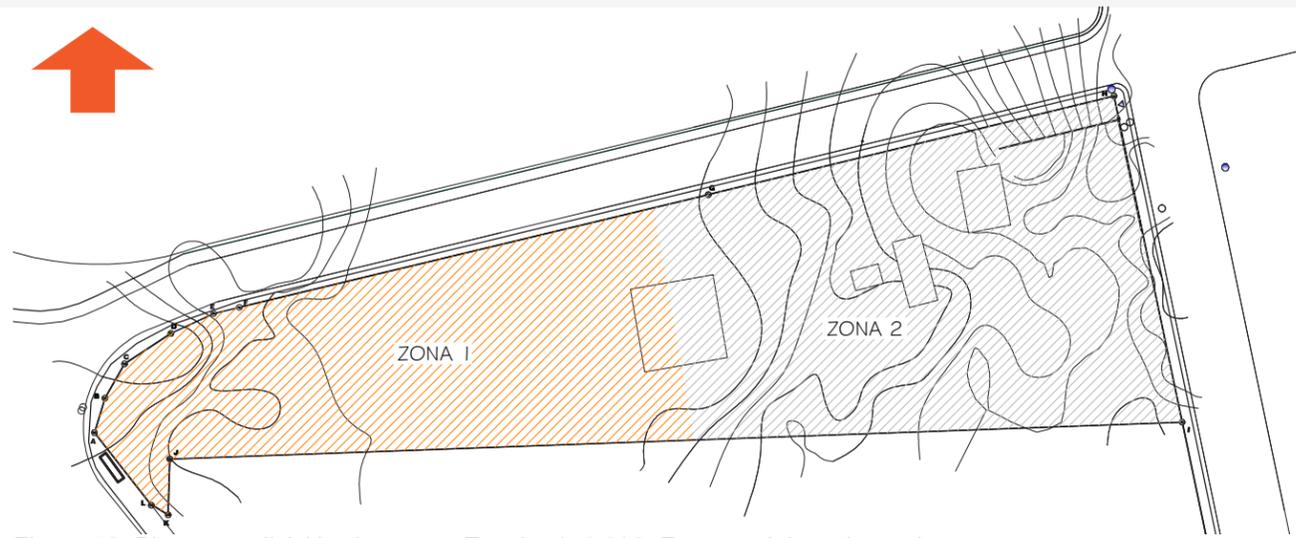


Figura 53: Plano con división de zonas. Escala: 1: 1,000. Fuente: elaborado por la autora.



Figura 54: Plano topográfico del terreno. Escala: 1: 500. Fuente: Elaborado por la autora con base en levantamiento topográfico realizado por Arq. Eduardo Mayorga.

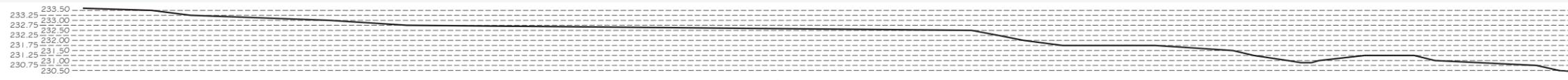


Figura 55: Perfil topográfico 1. Escala 1:500. Fuente: Elaborado por la autora.



Figura 56: Perfil topográfico 2. Escala 1:500. Fuente: Elaborado por la autora.

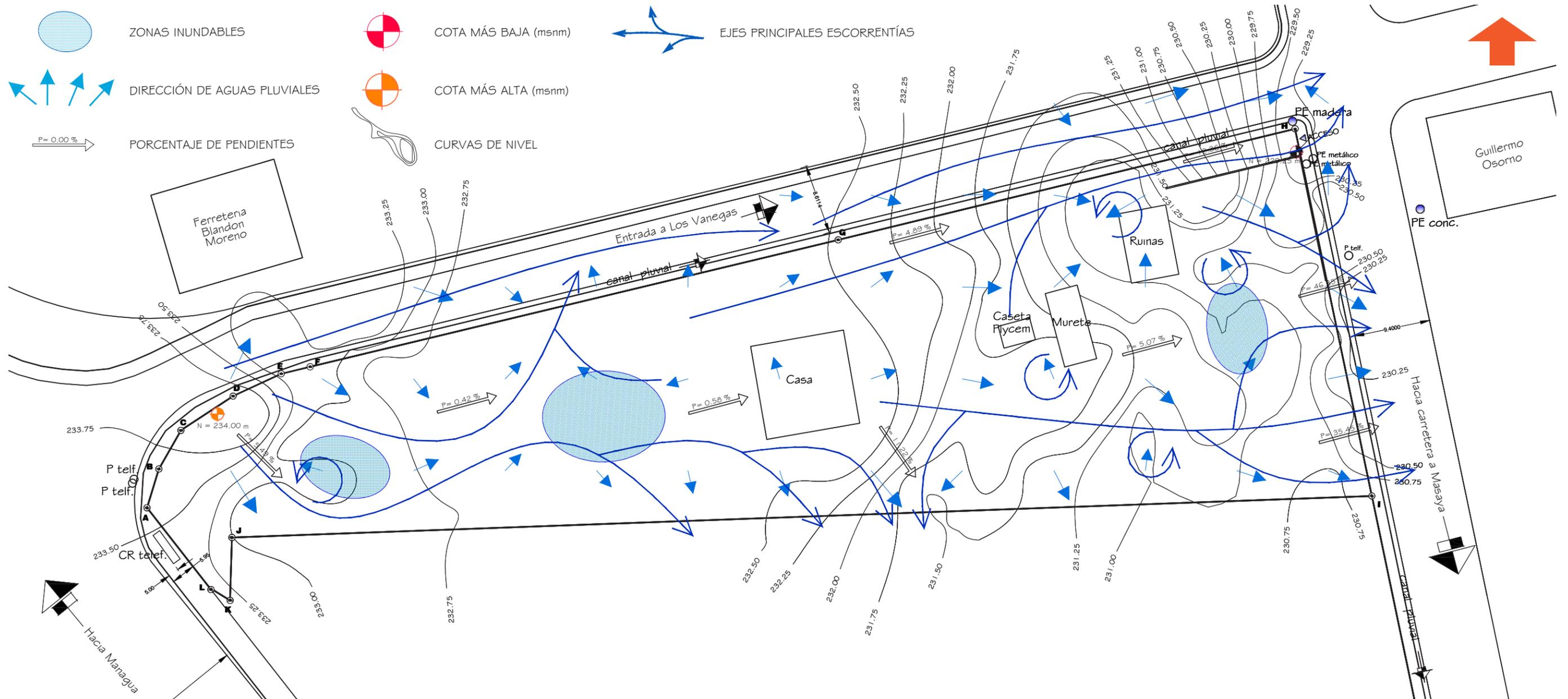


Figura 57: Plano de escorrentías del terreno. Escala: 1: 500. Fuente: elaborado por Arq. Eduardo Mayorga.

En el plano de escorrentías se demuestra que las aguas pluviales circulan principalmente en el sentido longitudinal del terreno; apreciándose también escorrentías hacia las calles Los Vanegas y Esquipulas (hacia Carretera a Masaya), lo que facilitará el drenaje pluvial del conjunto arquitectónico; asimismo se identifican escorrentías hacia la Quinta Los Sánchez, situación que debe ser resuelta en la propuesta de anteproyecto, dirigiendo las aguas hacia la calle más cercana.

Por otro lado, en el sitio se identifican algunas infraestructuras existentes, para las que deberá proyectarse su demolición. Estas son: una casa que actualmente es habitada por una familia, una caseta de plycem que contiene un sumidero, un murete y unas ruinas.

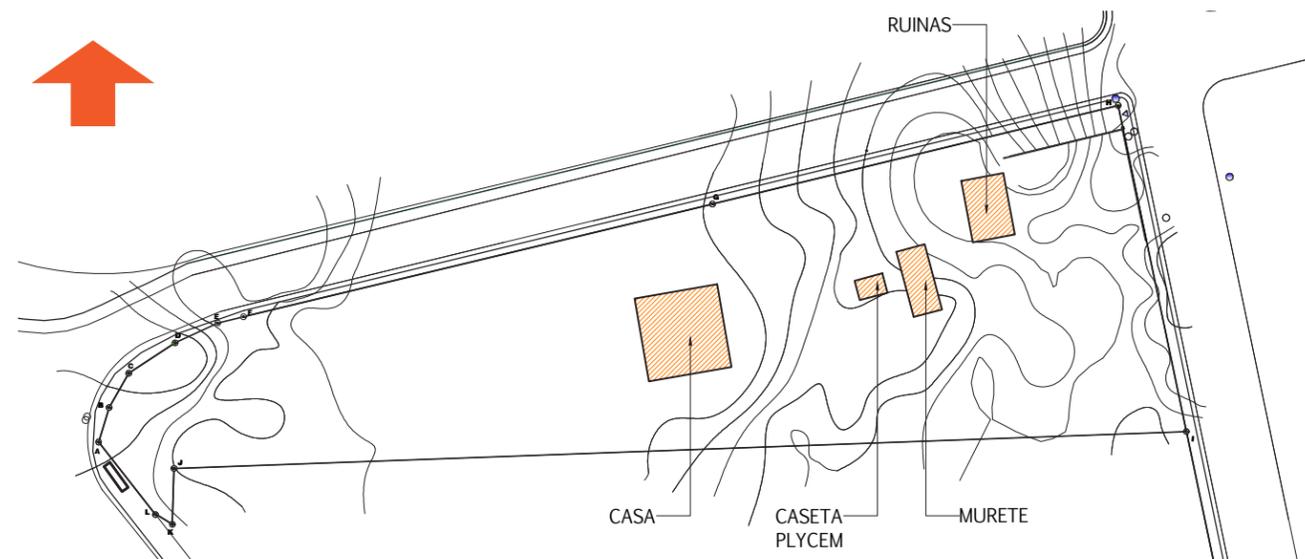


Figura 58: Plano de infraestructura existente. Escala: 1: 1,000. Fuente: elaborado por la autora.



Figura 59: Infraestructura existente. En primer plano se observa el murete, en segundo plano la caseta de plycem, y en último plano la casa actualmente habitada. Fuente: tomada por Arq. Eduardo Mayorga.

HIDROLOGÍA

- No se identifican cuerpos de agua superficiales en el sitio ni en sus alrededores.
- De acuerdo al plano síntesis 02 del Plan Parcial zona Oriental; el terreno se encuentra en la zona de la *Subcuenca Oriental del Acuífero de Managua*.
- Según el plano síntesis 03 del mismo Plan Parcial, el sitio también pertenece a la zona *Manto Acuífero de Moderada Vulnerabilidad a la Contaminación*.
- Debido a la regularidad de la topografía y la inexistencia de cuerpos de agua superficiales en el sitio y sus alrededores, no se identifican riesgos por inundación.

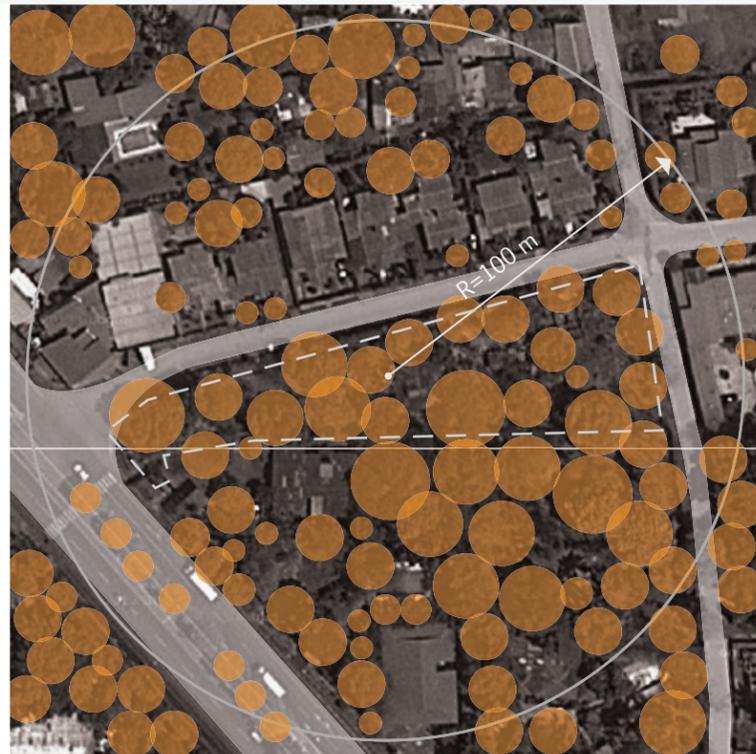


Figura 60: Vegetación existente en la zona. Escala: 1: 2,000.

VEGETACIÓN

El sitio se inserta en una zona de baja densidad urbana y con abundante vegetación, lo que representa una ventaja para el microclima, sombreado y calidad del aire. En el gráfico se muestran las manchas de vegetación existentes en un área con un radio de 100 metros, enfatizando los árboles localizados en el sector este, que mejoran la calidad del viento y ayudan a disminuir los índices de altas temperaturas. Asimismo se expresa el levantamiento de los árboles existentes en el sitio, que por su valor bioclimático y paisajístico deben conservarse e integrarse en el diseño del anteproyecto.



Figura 62: Vistas de vegetación existentes en el sitio. Fuente: tomada por la autora.

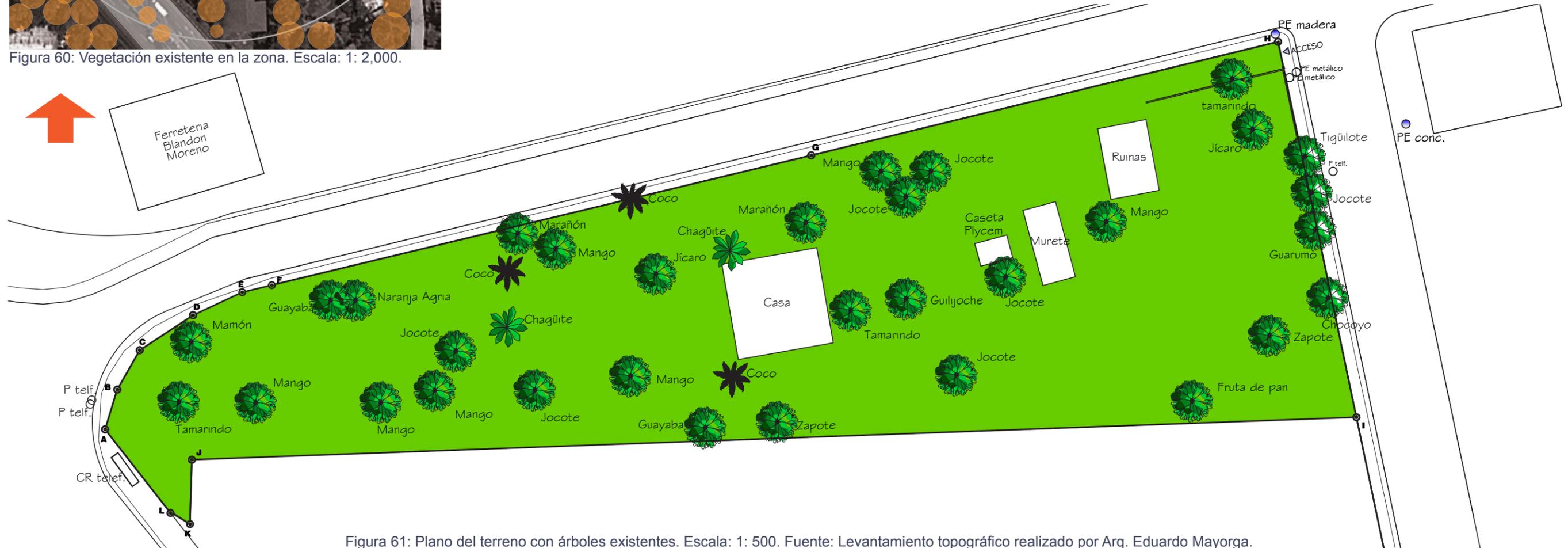


Figura 61: Plano del terreno con árboles existentes. Escala: 1: 500. Fuente: Levantamiento topográfico realizado por Arq. Eduardo Mayorga.

GEOLOGÍA

Según el plano síntesis 02 del plan parcial zona Oriental, no se identifica ninguna falla geológica en el sitio. La falla más cercana se encuentra a 900 m aproximadamente hacia el noroeste.

CLIMA

Gutiérrez ([s.f.]) sostiene que de acuerdo con la clasificación de Koppen, el clima predominante en Managua es el de Sabana Tropical, el cual se caracteriza por presentar una marcada estación seca de cuatro a cinco meses de duración, extendiéndose principalmente entre los meses de Diciembre a Abril. La capital, que pertenece a los lugares de menor elevación del departamento, según el análisis del índice de confort de Terjung posee un clima “muy cálido oprimido” durante los meses de la estación lluviosa. Según esto, se puede concluir que la ciudad pertenece a los regímenes climáticos tropicales.

Sobre los factores climáticos del sitio, la latitud y altitud ya fue descrita al inicio de este análisis. Entre las modificaciones al entorno más destacadas figura la Carretera a Masaya, ya que se manifiesta como una isla de calor debido a la radiación reflejada por el revestimiento asfáltico, y al calor emitido por los vehículos, generando una pauta para el desconfort térmico del sitio.

El análisis de los elementos climáticos será descrito a continuación; iniciando con radiación solar. Según la carta solar estereográfica para Managua, las trayectorias solares aparentes que se inclinan en su totalidad hacia el norte están comprendidas entre mayo y agosto; el resto del año, es decir de septiembre a abril, la radiación solar incide desde el sur.

“En el período de febrero a comienzos de mayo, es donde se observan los valores máximos mensuales de radiación solar y también en el bimestre julio y agosto. El máximo anual de radiación ocurre a finales de la estación seca y el mínimo de radiación ocurre durante el Equinoccio de Otoño.” (Ineter, 2005).

Los vientos predominantes inciden desde el este durante todo el año; su velocidad media equivale a 3.0 m/s, presentándose sus valores máximos en los meses de Enero y Marzo, debido a la influencia de los Anticiclones Continentales Migratorios, precedentes de Norteamérica y; sus valores mínimos en el mes de Octubre (Gutiérrez, [s.f.]).

La capital, por su localización en la Región del Pacífico y en la cuenca del lago Xolotlán, presenta predominancia de días muy cálidos, caracterizados por temperaturas medias superiores a 34.0 °C (Ineter, 2005). Las oscilaciones diurnas son mayores que las oscilaciones anuales, lo cual es típico de las regiones tropicales (Gutiérrez, [s.f.]). Asimismo “(...) se presentan los valores mínimos anuales de humedad relativa que oscilan entre 64 % y 70 % (...)” (Ineter, 2005). La humedad relativa equivale a 70.5% (Alcaldía de Managua, [s.f.], p.2).

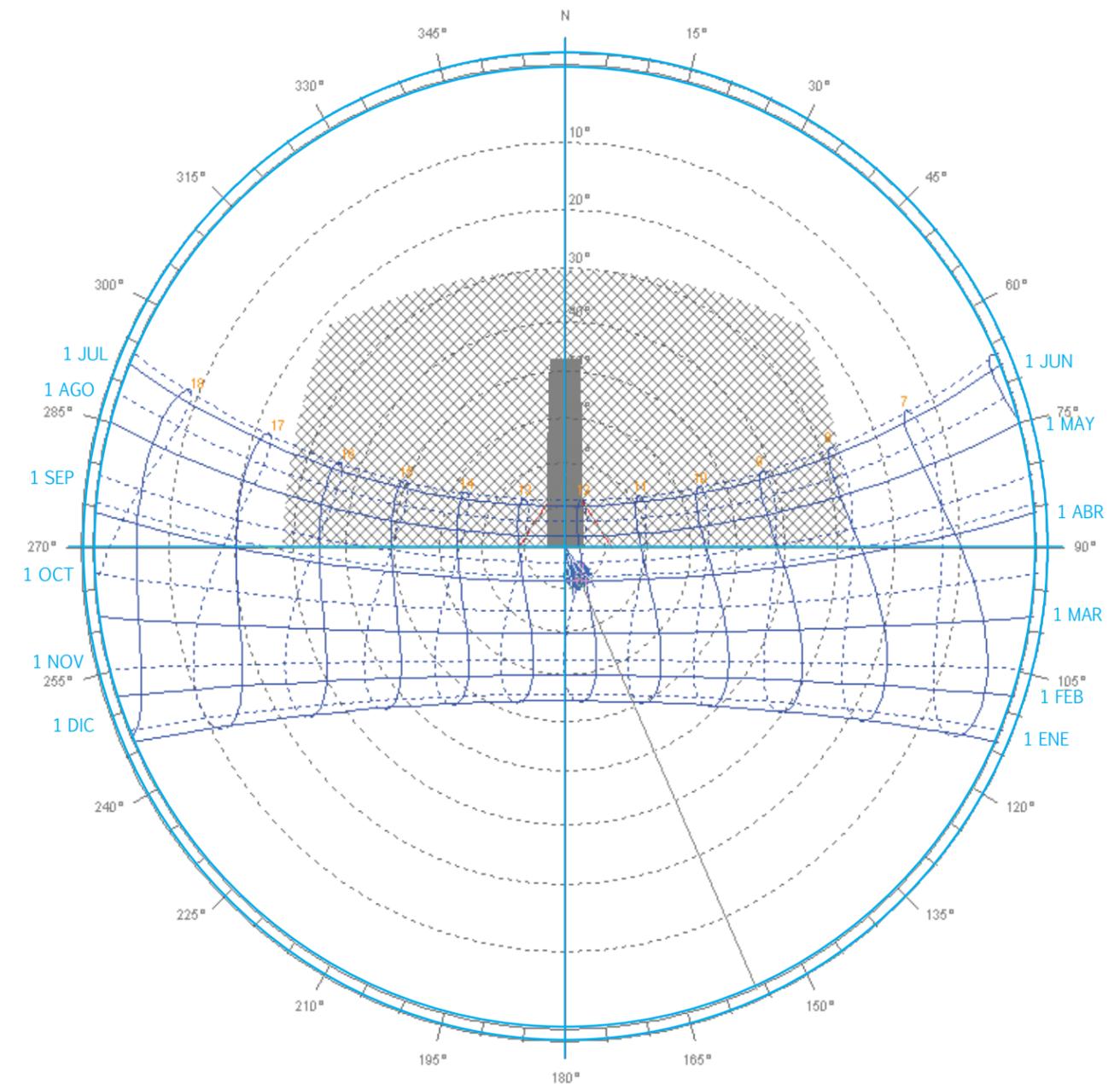


Figura 63: Diagrama de recorrido solar (por Olgay) para Managua, correspondiente a Latitud 12° 08' Norte.

Fuente: elaborado por la autora con base en Ecotect.

Existen dos estaciones bien marcadas. La primera es la estación lluviosa, que inicia en Mayo y finaliza en Octubre. La segunda es la estación seca, que va de noviembre hasta abril. A mediados de la estación lluviosa se observa un mínimo estival conocido popularmente como “canícula”. El período canicular inicia generalmente en la tercera decena de julio y finaliza en la segunda decena de agosto (Ineter, 2005). La precipitación anual en la ciudad de Managua es de 1,100 – 1,600 mm (Alcaldía de Managua, [s.f.], p.2).

“En base al comportamiento horario de la precipitación, se concluye que en la ciudad predominan las precipitaciones del tipo convectivo, alcanzando sus valores máximos entre las 14:00 y 16:00 horas, principalmente en el mes de Julio. (...) en la estación Managua Aeropuerto se pueden esperar acumulados mensuales de precipitación mayores a 67 mm e inferiores a 126 mm, en Mayo y Junio. En los meses de Junio, Septiembre y Octubre, dichos acumulados superan los 300 mm. Durante los meses de Mayo, Julio y Agosto, los totales mensuales superan los 105 mm.” (Gutiérrez, [s.f.]).



Figura 64: Localización de vistas predominantes. Sin escala.

Fuente: elaborado por la autora.

PAISAJE

No se identifican vistas con valor paisajístico. Hacia el noroeste y noreste la vista contiene viviendas unifamiliares, hacia el sureste se aprecia abundante vegetación y una vivienda, y al suroeste se encuentra la Carretera a Masaya.



Figura 65: Vista 1, entrada Los Vanegas. Fuente: tomada por la autora.



Figura 66: Vista 2, Carretera a Masaya. Fuente: tomada por la autora.



Figura 67: Vista 3, calle hacia Esquipulas. Fuente: tomada por la autora.

CONTAMINACIÓN

La Carretera a Masaya representa el eje de la contaminación predominante en el sitio: visual y acústica. Se detectan rótulos insertados de manera desordenada, característico de urbes, pero causantes de disconfort visual. Asimismo, el constante y abundante tráfico que circula por esta vía primaria genera grandes cantidades de ruido y a la vez deteriora la calidad del aire, factores que deben ser considerados en el diseño para producir el confort requerido. Por otro lado no se identifican malos olores ni focos de basura.



Figura 68: Vistas de Carretera a Masaya. Fuente: tomada por la autora.

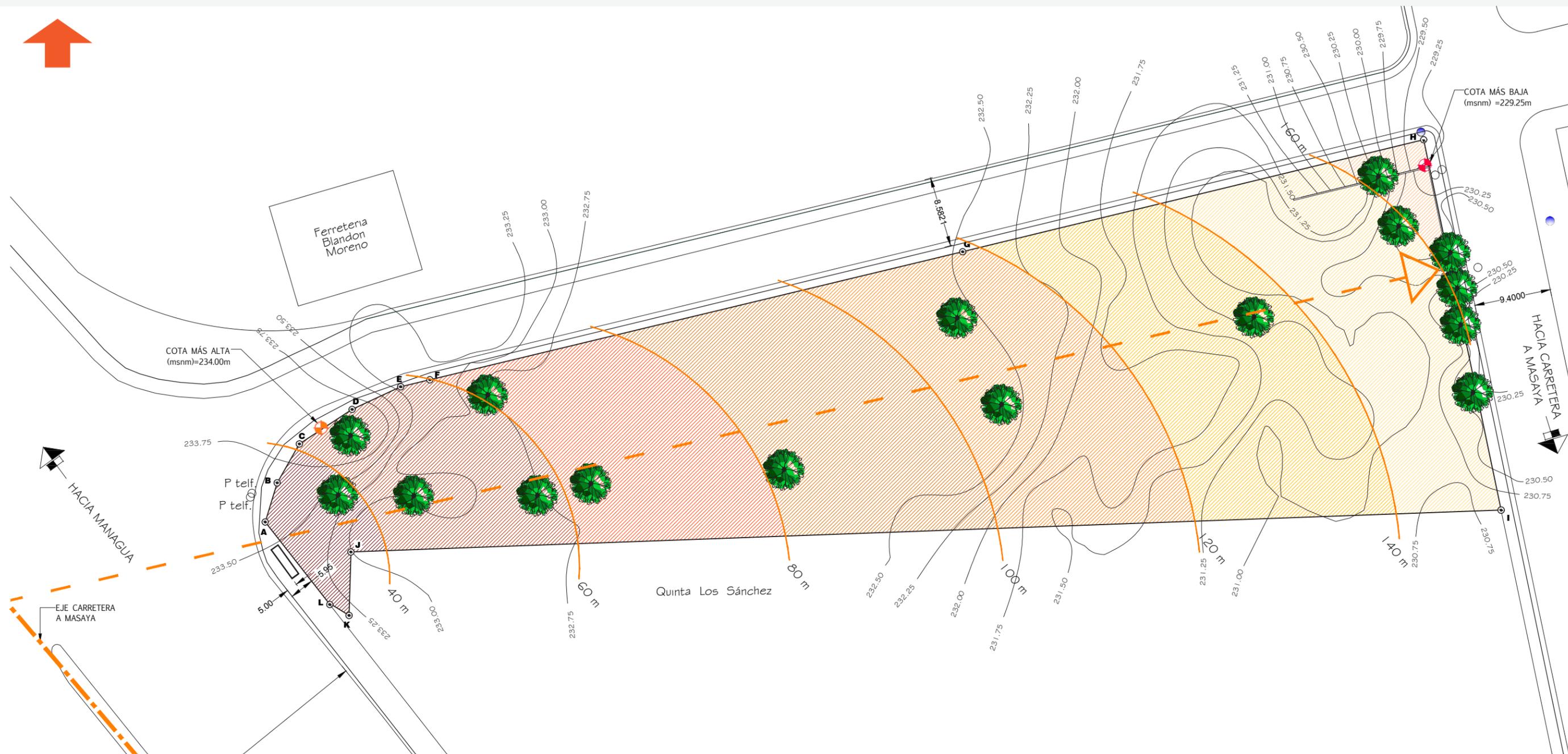
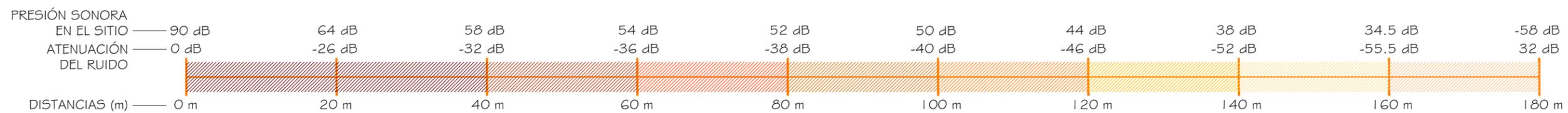


Figura 69: Plano de atenuación del ruido de fondo (proveniente del tráfico de Carretera a Masaya). Escala: 1: 500. Fuente: Elaborado por la autora.



I.iv. Histograma de Evaluación del Sitio

Para confirmar que el terreno puede ser utilizado para la propuesta de anteproyecto se emplea la herramienta "Histograma de Evaluación del Sitio" de la Dirección General del Medio Ambiente (DGMA) de la Alcaldía de Managua.



ALCALDIA DE MANAGUA.
DIRECCION GENERAL DEL MEDIO AMBIENTE (DGMA)
HISTOGRAMA DE EVALUACIÓN DEL SITIO

Nombre del proyecto: Anteproyecto de Centro de Formación Docente Fe y Alegría, con enfoque bioclimático.

Dirección exacta del proyecto: Kilómetro 12 de carretera a Masaya, Distrito 5, ciudad de Managua.

TIPO DE PROYECTO: EDUCACIÓN										
COMPONENTE BIOCLIMATICO										
E	ORIENTACION	VIENTO	PRECIPITACION	RUIDOS	CALIDAD DEL AIRE	P	F	EXPXF	PxF	
1						3	0	0	0	
2						2	2	8	4	
3						1	3	9	3	
VALOR TOTAL= ExPxF/PxF= 17/7= 2.43									17	7
COMPONENTE GEOLOGIA										
E	SISMICIDAD	EROSION	DESLIZAMIENTO	VULCANISMO	RANGOS DE PENDIEN	CALIDAD SUELO	P	F	EXPXF	PxF
1							3	0	0	0
2							2	2	8	4
3							1	4	12	4
VALOR TOTAL= ExPxF/PxF= 20/8= 2.50									20	8
COMPONENTE ECOSISTEMA										
E	SUELOS AGRICOLAS	HIDROLO SUPERFIC	HIDROLO SUBTERRANEA	LAGOS	AREAS FRÁGILES	SEDIMENTACION	P	F	EXPXF	PxF
1							3	0	0	0
2							2	0	0	0
3							1	6	18	6
VALOR TOTAL= ExPxF/PxF= 18/6= 3.00										
COMPONENTE MEDIO CONSTRUIDO										
E	RADIO	ACCESIBILIDAD	ACCESO A SERVICIOS				P	F	EXPXF	PxF
1							3	0	0	0
2							2	0	0	0
3							1	3	9	3
VALOR TOTAL= ExPxF/PxF= 9/3= 3.00									9	3

COMPONENTE DE INTERACCION (CONTAMINACIÓN)										
E	DESECHO SÓLIDO Y LIQUIDO	INDUSTRIA CONTAMINANTES	LINEAS ALTA TENSION	PELIGRO EXPLOSION INCENDIO	LUGARES DE VICIO		P	F	EXPXF	PxF
1							3	1	3	3
2							2	4	16	8
3							1	1	3	1
VALOR TOTAL= ExPxF/PxF= 22/12= 1.83									22	12
COMPONENTE INSTITUCIONAL SOCIAL										
E	CONFLICTOS TERRITOR.	SEGURIDAD CIUDADANA	MARCO JURIDICO				P	F	EXPXF	PxF
1							3	0	0	0
2							2	1	4	2
3							1	2	6	2
VALOR TOTAL= ExPxF/PxF= 10/4= 2.50									10	4
RESUMEN DE LA EVALUACION										
COMPONENTES										EVALUACION
BIOCLIMATICO										2.43
GEOLOGÍA										2.50
ECOSISTEMA										3.00
MEDIO CONSTRUIDO										3.00
INTERACCION (CONTAMINACIÓN)										1.83
INSTITUCIONAL SOCIAL										2.50
PROMEDIO:										2.54

Tabla 15: Histograma de evaluación del sitio. Fuente: Elaborado por la autora con base en Histograma de Evaluación del Sitio-DGMA, Alcaldía de Managua.

El resultado de la evaluación presenta un valor promedio de **2.54**, lo que significa que el sitio es poco vulnerable, con muy bajo componente de riesgo a desastres y/o bajo deterioro de la calidad ambiental a pesar de limitaciones aisladas. La DGMA considera esta alternativa de sitio elegible siempre y cuando no se obtengan calificaciones de 1 en algunos de los siguientes aspectos: sismicidad, deslizamientos, vulcanismo, lagos, fuentes de contaminación y marco jurídico.

Como se observa en las matrices desarrolladas, ninguno de los aspectos mencionados obtuvo la calificación 1, por lo tanto, el sitio califica como elegible.

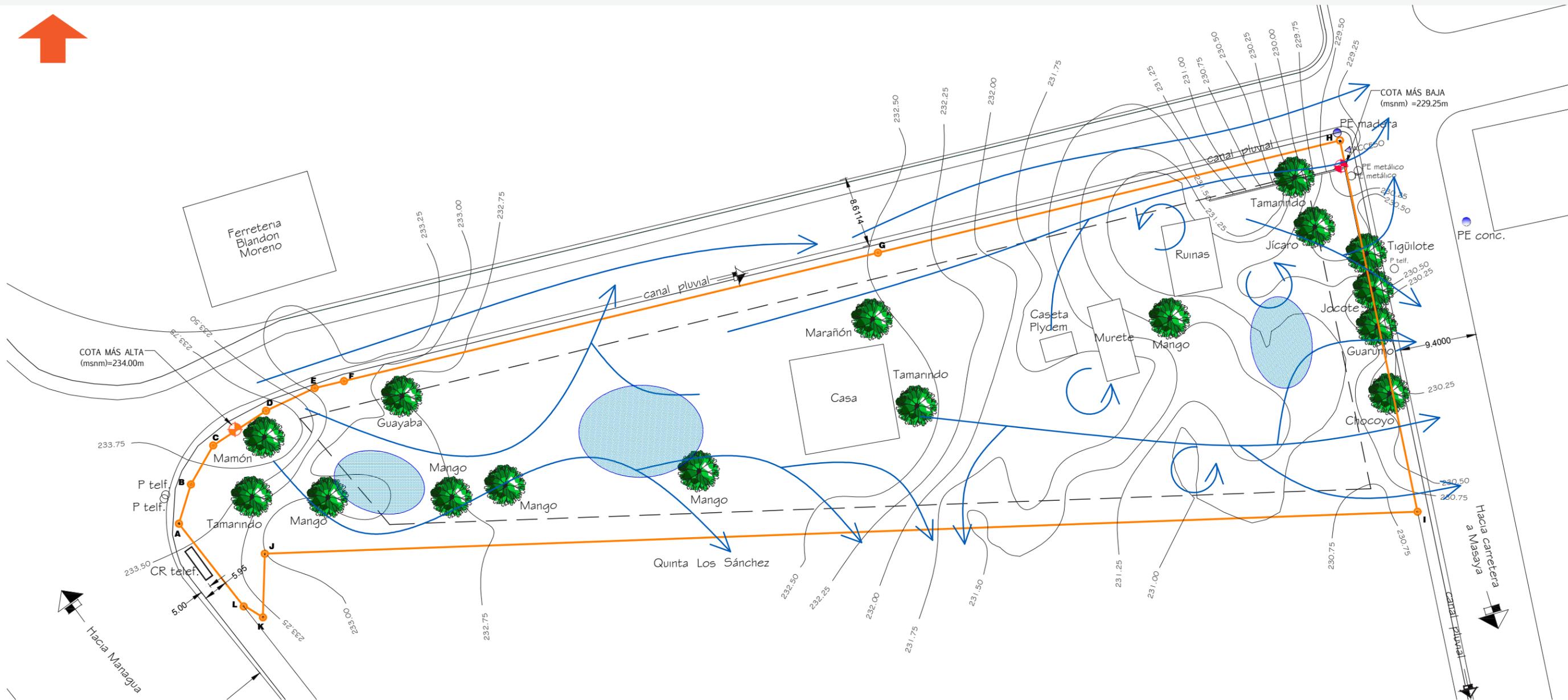


Figura 70: Plano síntesis: potencialidades y restricciones del sitio. Escala: 1: 500. Fuente: Elaborado por la autora.

En el plano síntesis se expresan los principales factores físicos del sitio, y que deben ser considerados como condicionantes para la propuesta del anteproyecto arquitectónico. Estos son: la poligonal irregular, la incidencia de vientos predominantes, la trayectoria que describe el sol, las escorrentías, la vegetación existente, las vías circundantes, el derecho de vía de Carretera a Masaya y los retiros laterales y posterior.

I.v. Conclusiones parciales del análisis de sitio

1. La geometría del terreno constituye una de las mayores condicionantes de diseño, exigiendo el desarrollo de los edificios en dos o tres niveles.
2. La localización del sitio y el estado físico actual de las vías le atribuye un gran nivel de accesibilidad.
3. Los edificios localizados en el entorno no representan una pauta formal para el diseño del anteproyecto.
4. El sector cuenta con los servicios de energía eléctrica, cable, internet, telefonía convencional y celular, agua potable, drenaje pluvial y recolección de basura. El único servicio que debe suplirse es el drenaje de aguas negras.
5. La colindancia del terreno con la Carretera a Masaya produce grandes emisiones de ruido y calor, condición que deberá ser contrarrestada.
6. Se detectan deficiencias en el tratamiento de circulaciones peatonales en el entorno, por tanto en el anteproyecto se integrará el diseño de los andenes peatonales más cercanos.
7. La topografía del sitio presenta poca irregularidad. La diferencia de altura entre el punto más alto y bajo del sitio, localizados ambos en sus extremos, es de 3.25 m.
8. La vegetación existente fuera y dentro del terreno contribuye a la regulación del microclima. Los árboles más grandes y que no interrumpen las circulaciones en el conjunto y edificios, serán conservados e integrados al anteproyecto.

II. ANÁLISIS DE MODELO ANÁLOGO INTERNACIONAL: INSTITUCIÓN EDUCATIVA LA SAMARIA.

II.i. Datos Generales

Ubicación de la obra	Pereira, Risaralda, Colombia	
Arquitectos y/o compañía constructora	Campuzano Arquitectos	Equipo De Diseño: Gabriel Campuzano Otero, Carlos Campuzano Otero, Carlos Campuzano Castello
		Colaboradores: Juliana Zuluaga, Julio Angulo, Oscar Ruiz, Diana Galvis, Alejandro Rodriguez
		Diseño Estructural: Devaldenebro Ingenieros
		Consultoria Bioclimatica: Jorge Ramirez
Fecha de construcción	2012	
Tipología arquitectónica	Escolar	
Área de construcción	6,336 m ²	
Propietario	Ministerio de Educación República de Colombia	

II.ii. Análisis Funcional

El proyecto se sitúa en el borde sur de la ciudad de Pereira, en un terreno que sirve de borde entre un cañón (al costado sur) y el barrio La Samaria (al costado norte). La morfología y topografía muy irregular del sitio genera fuertes condicionantes al proyecto, produciendo la configuración en tres niveles del edificio principal, economizando la superficie y maximizando el espacio libre destinado a canchas, patios y áreas verdes. El edificio principal alberga todas las aulas de primaria y secundaria, la biblioteca, administración, sala de arte e informática. A la vez, su altura permite apreciar vistas paisajísticas interesantes del campo y de la ciudad.

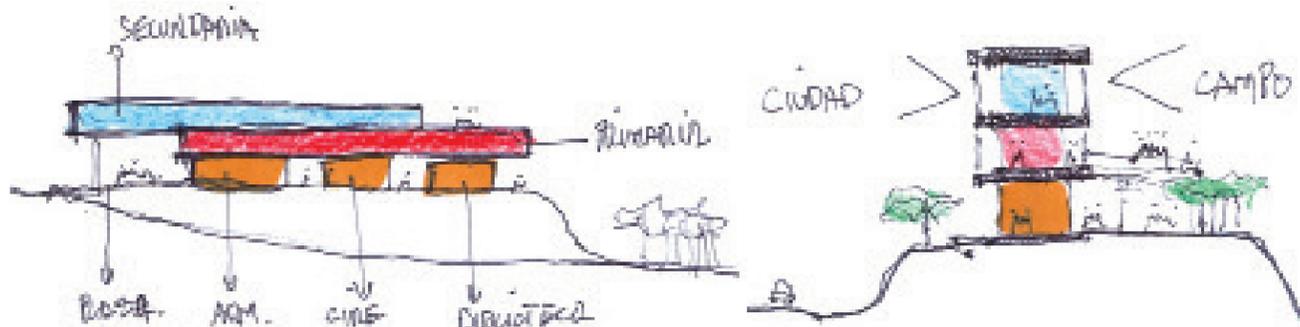


Figura 71: Conceptualización y zonificación del edificio principal. Sin escala. Fuente: Campuzano Arquitectos.

El colegio, además de proyectarse como una institución educativa, fue concebido como una extensión incluyente de su entorno físico y comunal. La primera intención de los diseñadores fue dirigida hacia la inclusión comunal, es decir que la infraestructura sirviese a sus estudiantes y a toda la comunidad, generando un espacio público de calidad en el barrio. Para ello, en el proyecto se integró una plaza cubierta en el acceso, que funciona para actividades comunales. Además se localizaron espacios como la biblioteca, sala de informática, taller de arte y laboratorios en la planta inferior del edificio principal, para que sirviesen como equipamiento a la comunidad todo el tiempo.

ZONIFICACIÓN

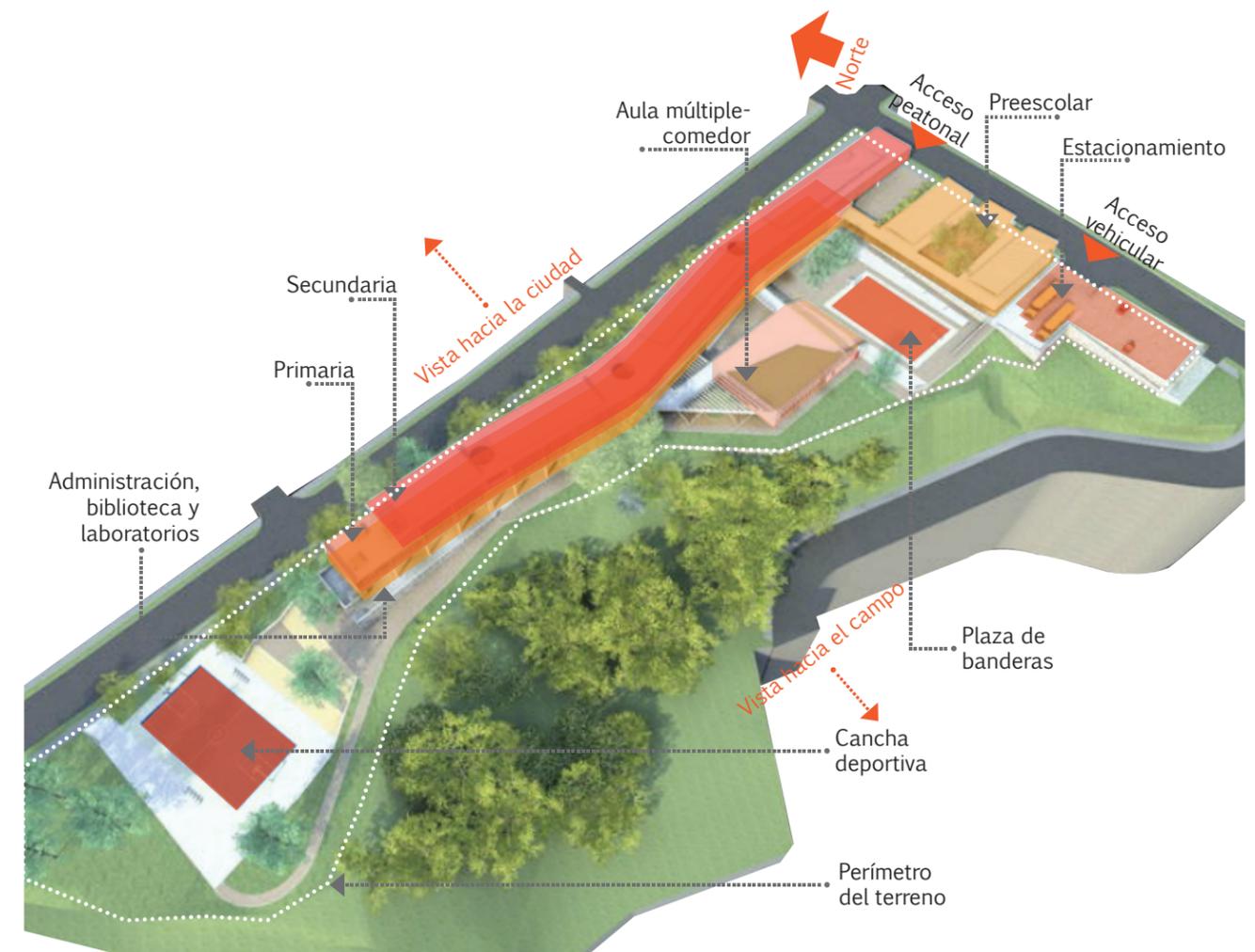


Figura 72: Zonificación. Sin escala. Fuente: Campuzano Arquitectos.

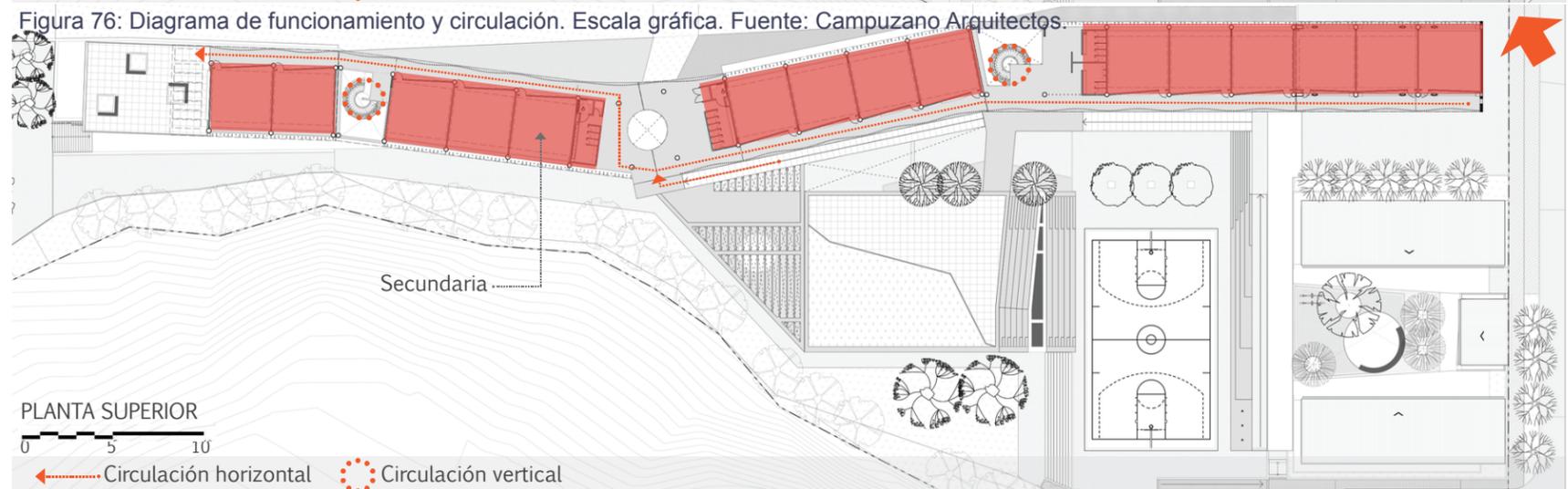
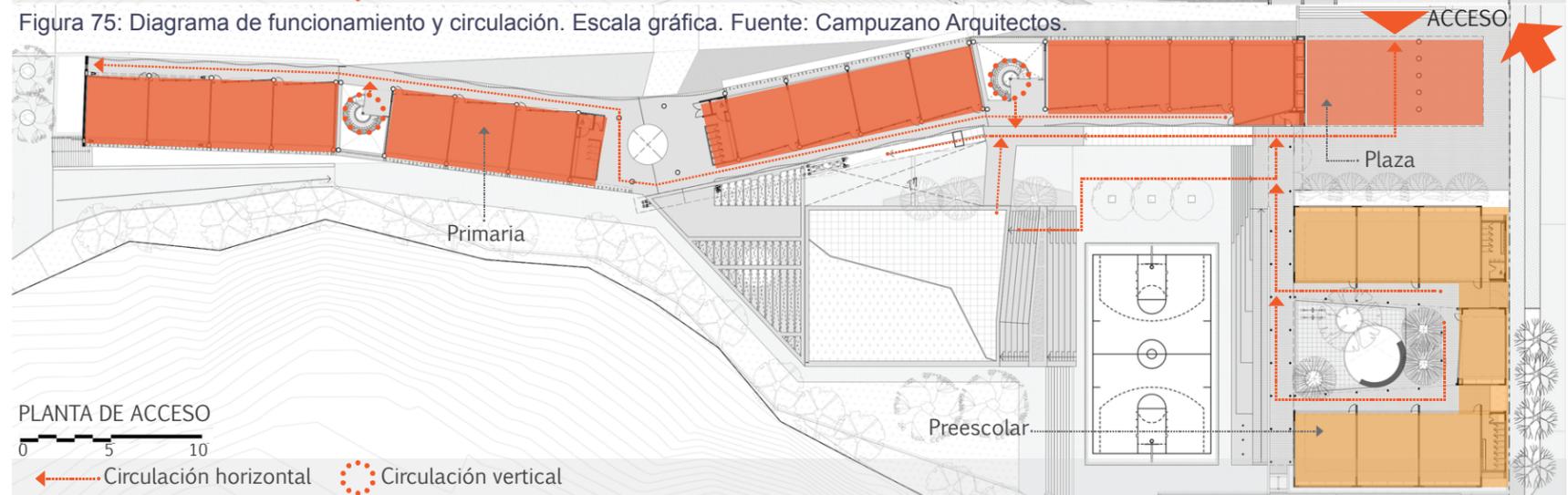
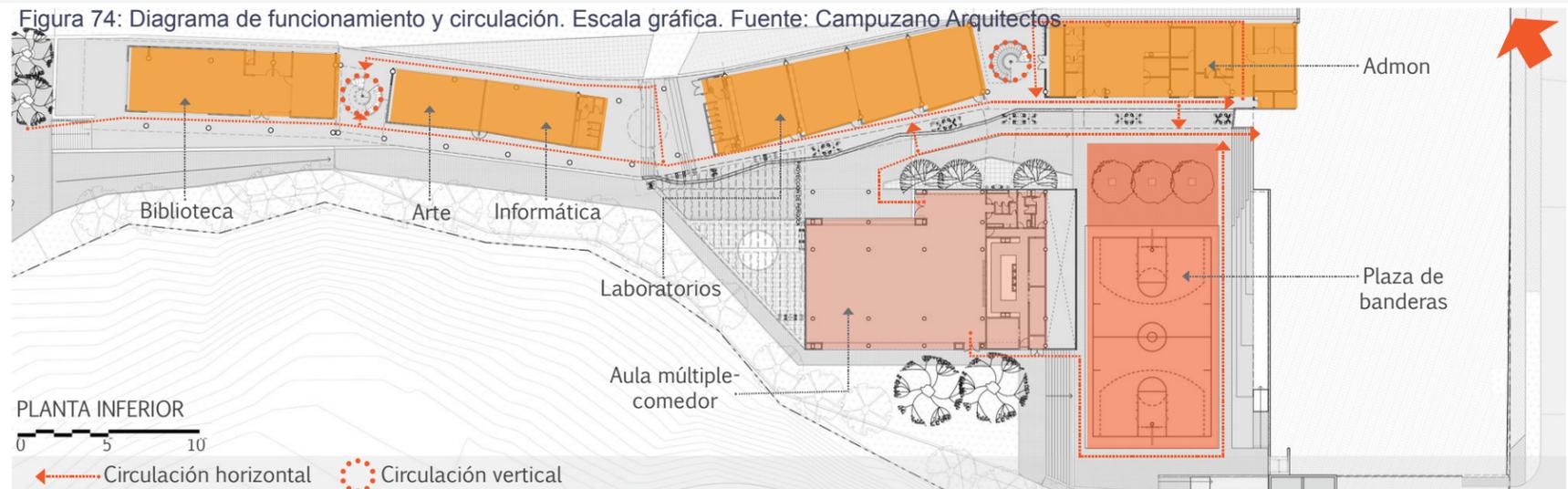


Figura 73: Localización de edificios. Sin escala. Fuente: Campuzano Arquitectos.

FLUJOS DE CIRCULACIÓN

A nivel de conjunto las distintas zonas se articulan a través de plazas, gradas y rampas. En el interior de los edificios los flujos de circulación se constituyen por pasillos, escaleras y rampas. A continuación se muestra el diagrama de funcionamiento y circulación para cada uno de los niveles, expresando también las zonas contenidas en cada nivel.

Zona	Color
Administración, biblioteca y laboratorios	
Aula múltiple-comedor	
Primaria	
Secundaria	
Preescolar	
Plaza de banderas	
Cancha deportiva	
Estacionamiento	



AMBIENTES

En la siguiente tabla se detallan los ambientes y sub-ambientes correspondientes a las diferentes zonas de la institución educativa La Samaria:

No.	Zona	Ambiente	Sub-ambiente	Cant. sub-amb	Cant. de usuarios	Dimensiones (m)	Área (m ²)	Mobiliario	
1	Administración, biblioteca y laboratorios	Orientación	Oficina de orientación	1	5	4.5 x 4.5	20.25	2 escritorios, 6 sillas	
			Sala de reuniones	2	6	3.5 x 3.0	10.5	1 mesa, 6 sillas	
		Rectoría	Oficina de rector	1	7	6.0 x 4.5	27.0	1 escritorio con 3 sillas, 1 mesa redonda con 4 sillas, 2 archiveros	
			S.S rector	1	1	1.0 x 2.0	2.0	1 inodoro, 1 lavamanos	
			Secretaría de rector	1	3	2.0 x 4.5	9.0	1 escritorio, 3 sillas	
		Admon	Oficina de admon	1	4	3.5 x 4.0	14.0	1 escritorio, 3 sillas	
			Depósito de archivos	1	2	3.5 x 5.5	19.25	archiveros adosados a la pared	
		Área de profesores	Oficina de coordinador	2	3	3.5 x 2.25	7.9	1 escritorio, 3 sillas	
			Estar/cafetería	1	4	3.5 x 4.0	14.0	1 juego de sofás, pantry	
			Sala de profesores	1	48	8.0 x 8.0	64.0	6 mesas con 8 sillas c/u, es decir 6 mesas y 48 sillas	
			S.S mujeres	1	2	2.5 x 2.5	6.25	2 inodoros, 2 lavamanos	
		Enfermería	S.S varones	1	2	2.5 x 2.5	6.25	1 inodoro, 1 urinario, 2 lavamanos	
			Enfermería	1	2	2.5 x 3.0	7.5	1 camilla, 1 escritorio y 1 silla	
			S.S	1	1	2.5 x 1.5	3.75	1 inodoro, 1 lavamanos	
			Mantenimiento	Almacén de mantenimiento	1	0	2.5 x 8.0	20.0	
			Laboratorios	Laboratorios	4	40	8.0 x 8.0	64.0	
		Informática	Sala de informática	1	40	6.0 x 12.0	72.0		
		Arte	Taller de arte	1	40	6.0 x 12.0	72.0		
		Biblioteca	Vestíbulo	1	-	6.0 x 4.0	24.0		
			Sala de estudio	1	-	14.0 x 8.0	112.0		
			Acervo	1	-	8.0 x 6.0	48.0		
			Administración de biblioteca	1	-	3.5 x 2.5	8.8		
			Papelería	1	-	2.0 x 2.5	5.0		
S.S	S.S mujeres		1	-	8.0 x 3.5	28.0	7 inodoros, 4 lavamanos		
	S.S varones	1	-	6.5 x 3.5	22.8	3 urinarios, 3 inodoros, 3 lavamanos			
2	Aula múltiple-comedor	Área múltiple-mesas	Vestíbulo	1	-	3.0 x 7.5	22.5		

2	Aula múltiple-comedor	Área múltiple-mesas	Área de mesas	1	-	23.0 x 14.5	333.5				
			S.S mujeres	1	-	2.5 x 3.5	8.8	3 inodoros, 3 lavamanos			
			S.S varones	1	-	2.5 x 3.5	8.8	2 urinarios, 1 inodoro, 3 lavamanos			
		Cocina	S.S/vestidor mujeres	1		1.8 x 3.5	6.3	1 inodoro, 2 lavamanos, 1 vestidor			
			S.S/vestidor varones	1		1.8 x 3.5	6.3	1 inodoro, 1 urinario, 1 lavamanos, 1 vestidor			
			Oficina del dietista	1	-	3.0 x 3.0	9.0				
			Cuarto frío	1	-	5.0 x 2.0	10.0				
			Almacén seco	1	-	5.0 x 2.0	10.0				
			Cocina	1	-	10.0 x 5.0	50.0				
3	Primaria	Primaria	Cuarto de servicio	1		1.5 x 1.5	2.3				
			Aulas de primaria	15	40	8.0 x 8.0	64.0	20 mesas, 41 sillas, 1 escritorio			
			S.S mujeres	1		3.5 x 8.0	28.0	7 inodoros, 4 lavamanos			
			S.S varones	1		3.5 x 8.0	28.0	4 inodoros, 4 urinarios, 4 lavamanos			
			Cuarto de servicio	1		2.0 x 1.0	2.0				
			S.S trabajadores	1		2.0 x 1.0	2.0				
			4	Secundaria	Secundaria	Aulas de secundaria	15	40	8.0 x 8.0	64.0	20 mesas, 41 sillas, 1 escritorio
						S.S mujeres	1		3.5 x 8.0	28.0	inodoros, 4 lavamanos
						S.S varones	1		3.5 x 8.0	28.0	4 inodoros, 4 urinarios, 4 lavamanos
Cuarto de servicio	1					2.0 x 1.0	2.0				
Terraza	1					10.0 x 16.0	160.0				
5	Preescolar	Preescolar	Aulas de preescolar	6	40	8.0 x 8.0	64.0				
			Coordinación de preescolar	-	-	5.0 x 7.0	35.0				
			S.S mujeres			5.5 x 2.5	13.8	8 inodoros, 4 lavamanos			
			S.S varones			5.5 x 2.5	13.8	5 inodoros, 3 urinarios, 4 lavamanos			
6	Plaza de banderas	Banderas			20.0 x 40.0	800.0					
		Acceso			10.0 x 24.0	240.0					
7	Cancha deportiva	Cancha de basketball			30.0 x 60.0	1800.0					
8	Estacionamiento	Estacionam.	Estacionamiento para buses	4							
			Estacionamiento para vehículos	20							

ACCESIBILIDAD

La institución educativa satisface todos los requerimientos de accesibilidad, y formalmente incorpora muy bien las rampas en las fachadas. Posee las rampas necesarias para acceder a todos los ambientes, y cuenta con servicios sanitarios accesibles. En los siguientes gráficos se muestran los diagramas de circulación para personas con necesidades especiales, de los tres niveles de los edificios.

Figura 77: Diagrama de circulación para personas con necesidades especiales. Escala gráfica. Fuente: Campuzano Arquitectos.

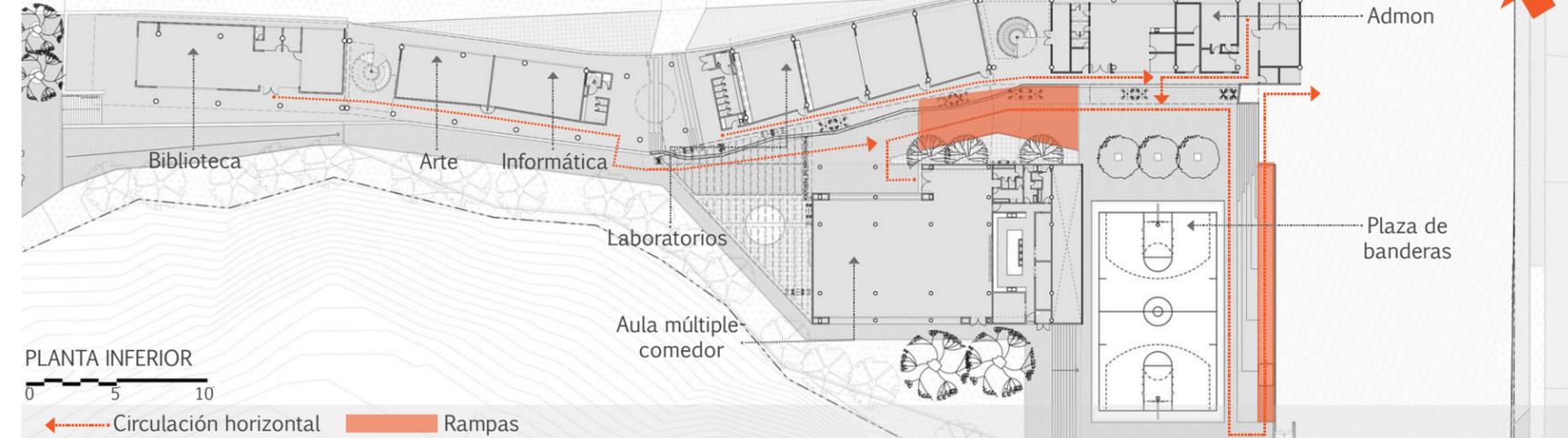


Figura 78: Diagrama de circulación para personas con necesidades especiales. Escala gráfica. Fuente: Campuzano Arquitectos.

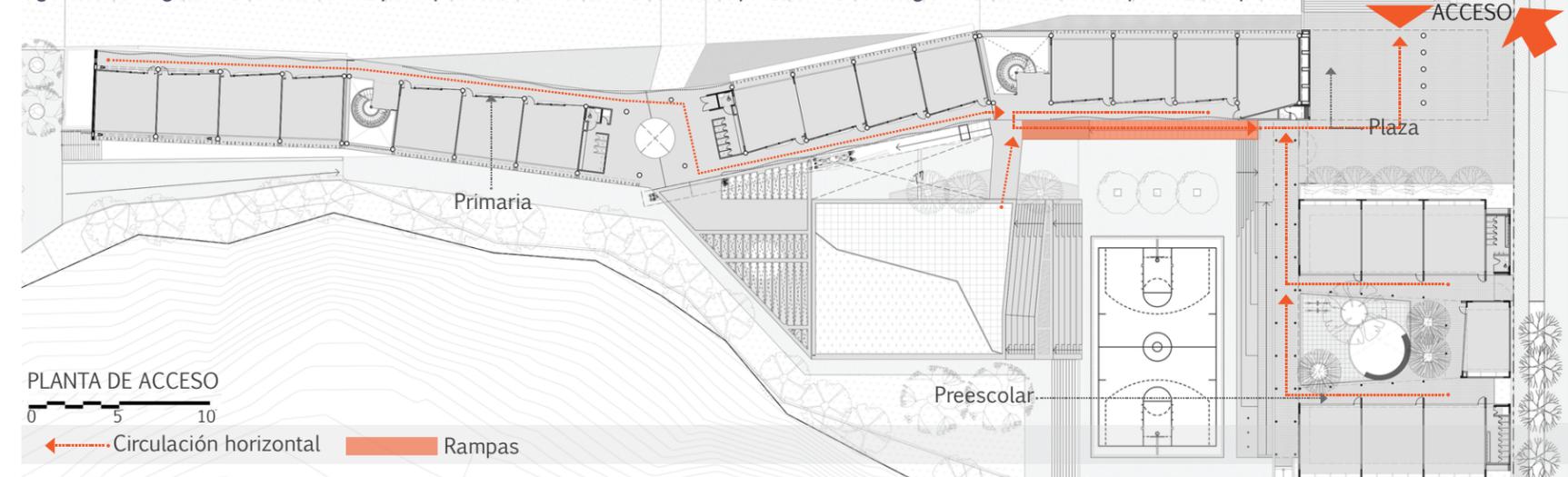
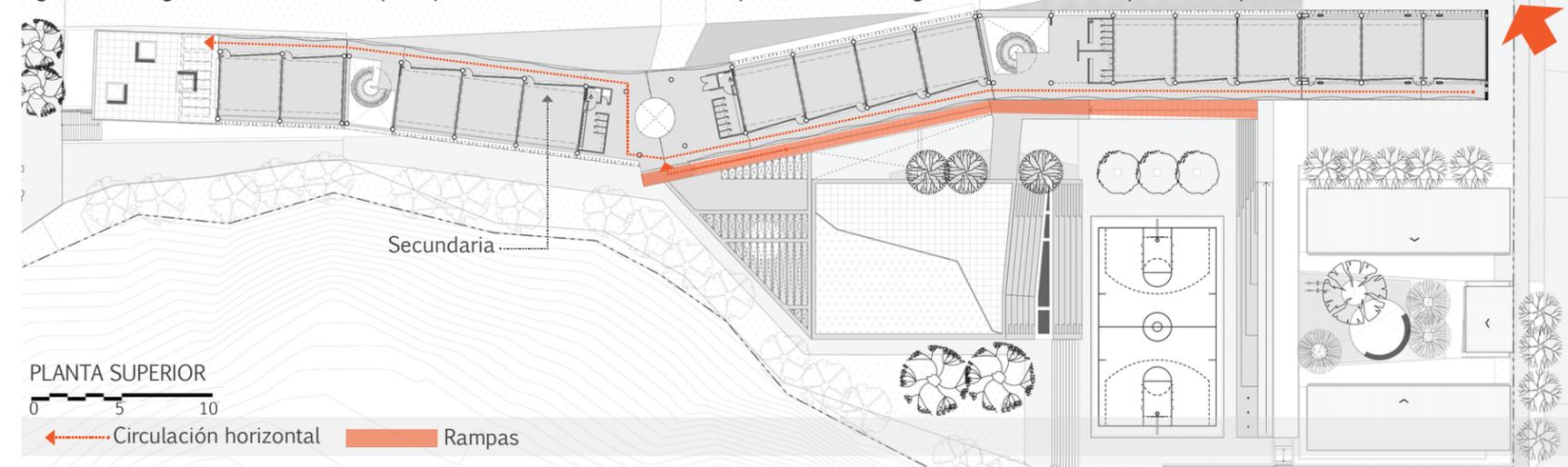


Figura 79: Diagrama de circulación para personas con necesidades especiales. Escala gráfica. Fuente: Campuzano Arquitectos.



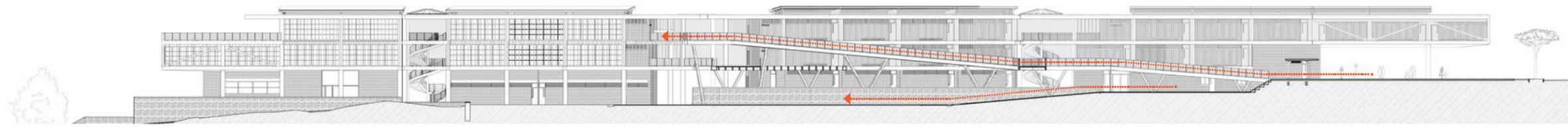


Figura 80: Diagrama de circulación para personas con necesidades especiales: fachada sur. Sin escala. Fuente: Campuzano Arquitectos.

II.iii. Análisis Formal

ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN ARQUITECTÓNICA

El conjunto de la institución educativa se conforma por un grupo de paralelepípedos organizados y articulados a través de tres ejes lineales. Los volúmenes se orientan en este-oeste, los únicos espacios con orientación norte-sur corresponden a las canchas deportivas.



Figura 81: Organización de volúmenes en el conjunto. Fuente: elaborado por la autora con base en Campuzano

En el conjunto se identifican volúmenes que derivan de la transformación dimensional del cubo. El edificio 1 expresa la transformación más radical, caracterizándose por su marcada longitud, irregularidad (en planta) y tamaño; los edificios y espacios abiertos 2, 3, 4, 5 y 6 presentan transformaciones más leves; y el espacio 7 se define por adición y sustracción de formas. Estos volúmenes derivados del cubo logran generar unidad en el conjunto, además de otros elementos

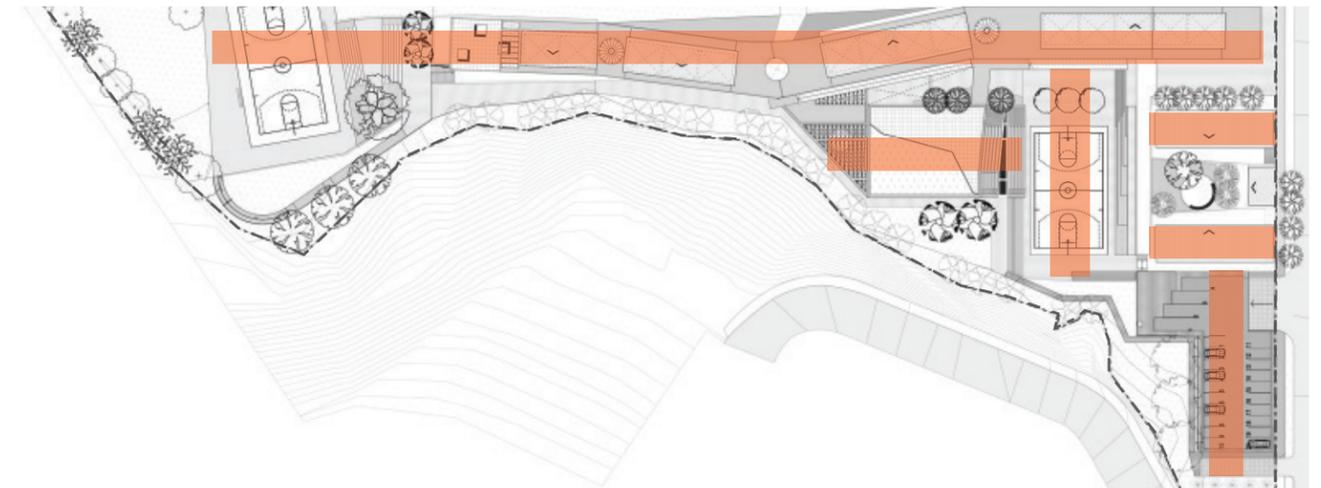


Figura 82: Volúmenes derivados de la forma cúbica. Sin escala. Fuente: Campuzano Arquitectos. como sus ejes rectores y el ritmo alternado en la organización espacial.

Las elevaciones de conjunto expresan un claro dominio de los principios ordenadores de la arquitectura. Las fachadas norte, sur y este conforman un juego de volúmenes organizados a través de un eje que realza la horizontalidad del conjunto; y la fachada oeste se conforma a través de dos ejes, uno vertical y otro horizontal, generando una organización de tipo grupal. Los elementos del conjunto integran una composición arquitectónica asimétrica, que logra alcanzar su equilibrio visual a través del uso de principios ordenadores como pauta, jerarquía, ritmo y transformación.

Las fachadas norte y sur muestran una composición arquitectónica muy similar, en ellas se describe una clara transformación de la forma cúbica, a través de volúmenes y planos de diferentes tamaños y texturas. El edificio 1, por su tamaño, horizontalidad y uniformidad en su textura, impone jerarquía en la composición; asimismo expresa ritmo simple por medio de sus elementos de protección solar de bambú dispuestos en sentido vertical a lo largo de toda la elevación. La sensación de conjunto se genera a partir de una pauta en el uso de los materiales; los ejes visuales descritos a través del uso del bambú en la parte superior de la fachada, y del vidrio y el ladrillo en la parte inferior, producen una sensación de continuidad.

La elevación este, igualmente articulada a través de un eje horizontal, demuestra una composición más simple de volúmenes y texturas, mostrando más sólidos que vacíos. Se describe ritmo simple

por medio de columnas y elementos de protección solar de bambú. El uso de texturas de concreto y ladrillo representan también un ritmo en toda la fachada, derivando a su vez en una pauta.

Por otro lado, la elevación oeste se manifiesta de una manera muy distinta. Los volúmenes, planos y líneas poseen una organización agrupada, a través de un eje vertical y otro horizontal, perdiéndose la horizontalidad característica de las demás fachadas. La pauta se sigue describiendo a partir del manejo de los materiales. Asimismo se identifica ritmo simple en la disposición de los elementos de protección solar.

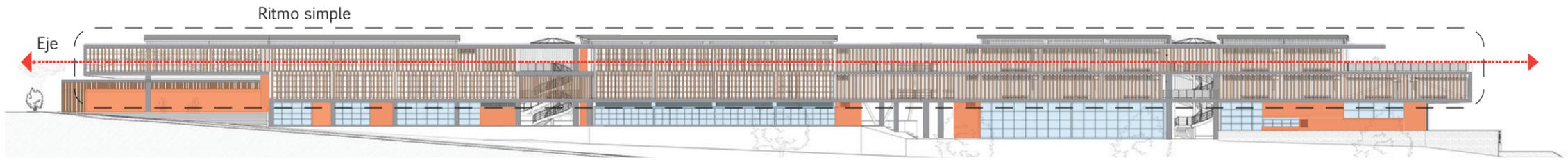


Figura 83: Elevación norte. Sin escala. Fuente: Campuzano Arquitectos.

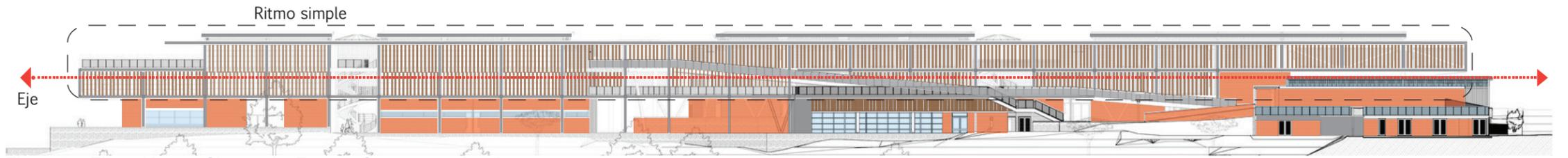


Figura 84: Elevación sur. Sin escala. Fuente: Campuzano Arquitectos.

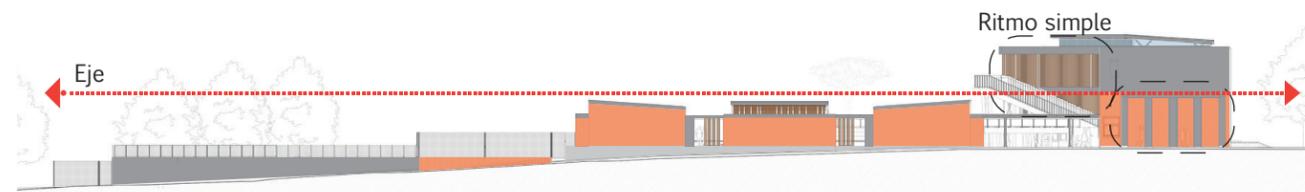


Figura 85: Elevación este. Sin escala. Fuente: Campuzano Arquitectos.

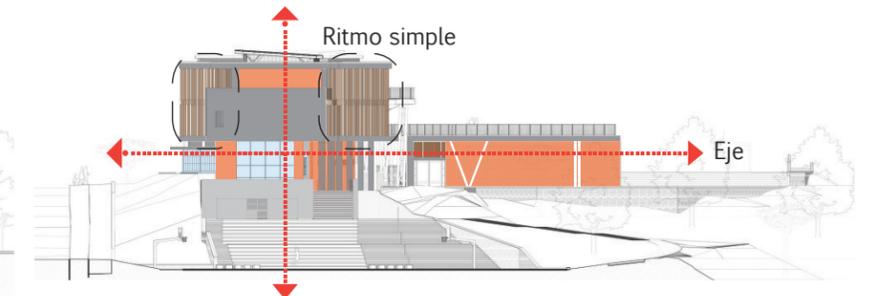


Figura 86: Elevación oeste. Sin escala. Fuente: Campuzano Arquitectos.



Figura 87: Ritmo simple de elementos de protección solar de bambú. Fuente: Campuzano Arquitectos.



Figura 88: Pauta a través del uso de materiales en el edificio 1. Fuente: Campuzano Arquitectos.



Figura 89: Ritmo, pauta y eje horizontal en el conjunto. Fuente: Campuzano Arquitectos.

ANÁLISIS DEL ESTILO ARQUITECTÓNICO

El estilo arquitectónico que encuentra mayores similitudes con la composición arquitectónica de la Institución Educativa La Samaria es el brutalismo. Los rasgos identificados son: la plasticidad del edificio claramente se define por la expresividad y transformación de las formas cúbicas, acentuado por el uso de materiales con grandes características formales en su textura, como el concreto armado, el ladrillo y el bambú. Se evidencia un compromiso con el sitio mediante la aplicación de criterios bioclimáticos, el uso de materiales locales (como el bambú y el ladrillo), y una marcada inclusión de la sociedad al edificio, ya que además de suplir la función de educación pública, el proyecto contiene ambientes públicos utilizados para actividades recreativas y deportivas de la comunidad. Asimismo el edificio muestra los servicios al exterior, ya que expone tuberías hidrosanitarias y eléctricas; y se caracteriza también por su escala monumental, especialmente el edificio 1.

Monumentalidad y expresividad a través de formas cúbicas



Uso de concreto armado expuesto

Exposición de materiales como:
- Concreto armado
- Ladrillo
- Bambú

Exposición de tuberías hidrosanitarias y eléctricas.



Espacio del edificio que sirve para actividades de la comunidad

Figura 90: Características del estilo arquitectónico.

ANÁLISIS CROMÁTICO Y DE TEXTURAS

“La paleta de tonalidades está determinada por la naturaleza de los materiales empleados, sin ornamento ni acabados adicionales” (Campuzano, 2014, p.40).

El conjunto de edificios se caracteriza por una expresión muy acertada de los materiales, exponiendo y acentuando sus propiedades formales. En la composición se muestra el contraste entre materiales como el concreto, el ladrillo de barro, el bambú, el vidrio y el acero; elementos que naturalmente poseen grandes características estéticas de color y textura; y por tanto generan también contraste de colores y texturas. Se identifica un contraste de colores fríos y cálidos, entre el gris del concreto y el naranja del ladrillo. La superposición de elementos arquitectónicos y materiales produce texturas visuales en los volúmenes, como el uso del bambú como protección solar de pasillos y ventanas de vidrio en las fachadas norte y sur del edificio 1.



Figura 91: Textura visual generada por la superposición de elementos arquitectónicos. Fuente: Campuzano Arquitectos.

II.iv. Análisis estructural y constructivo

SISTEMA ESTRUCTURAL

Los edificios de primaria-secundaria y cafetería se encuentran conformados por sistemas estructurales de sección activa; los cuales son (...) “sistemas de elementos lineales rígidos y sólidos -incluyendo su forma compacta de losa- en los que la transmisión de cargas se efectúa por movilización de fuerzas seccionales” (Hengel, 2006, p.173).

Los componentes de la estructura están sometidos en primer lugar a flexión, es decir, a esfuerzos internos de compresión, tracción y cortantes: estructuras en estado de flexión. (...) Las características más típicas son: perfil de la sección y continuidad de la masa.” (Hengel, op.cit. p.173)

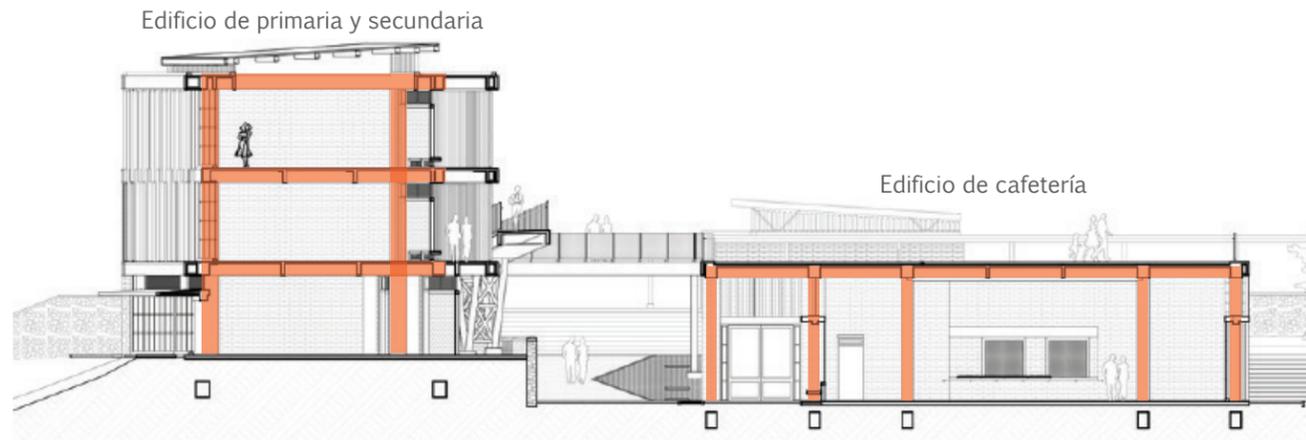


Figura 92: Sección transversal edificio primaria y secundaria, y edificio de cafetería. Sin escala. Fuente:

En el edificio de primaria y secundaria existen dos voladizos (de 8 m aproximadamente), uno en cada extremo del volumen; lo que puede definirse como una combinación entre estructuras de vigas y de retículas de vigas (ambas constituidas como sistemas estructurales de sección activa).



Figura 93: Localización de voladizos en edificio de primaria y secundaria. Sin escala. Fuente: Campuzano Arquitectos.

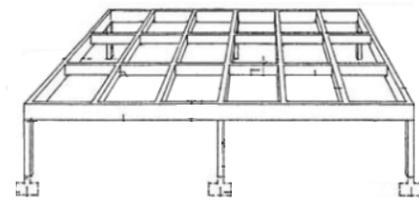


Figura 94: Estructura de retículas de vigas.

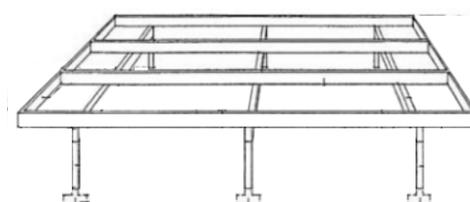


Figura 95: Estructura de vigas.

Además se identifican sistemas estructurales de vector activo, en la estructura que soporta la rampa que comunica el segundo y tercer nivel del edificio de primaria y secundaria. Estos son (...) “sistemas portantes formados por elementos lineales (barras) en los que la transmisión de las fuerzas se realiza por descomposición vectorial, es decir, a través de una subdivisión multidireccional de las fuerzas” (Hengel, op.cit. p.135)

“Los elementos del sistema (cordones, barras) están sometidos a compresiones o bien a tracciones: sistemas mixtos de compresión y tracción. (...) Las características estructurales típicas son: triangulación y unión mediante nudos.”(Hengel, op.cit. p.135)



Figura 96: Vista de rampa. Fuente: Campuzano Arquitectos.



Figura 97: Estructura que soporta rampa. Fuente: Campuzano Arquitectos.

Figura 98: Estructura que soporta rampa. Fuente: Campuzano Arquitectos.

MODULACIÓN ESTRUCTURAL

Con relación a las modulaciones estructurales, en el edificio de primaria y secundaria se encuentra una módulo de 8.00m x 8.00m, que presenta variaciones en las zonas con configuración irregular. El edificio de cafetería contiene dos modulaciones, de 3.00m x 5.00 m y de 5.00m x 7.00m.

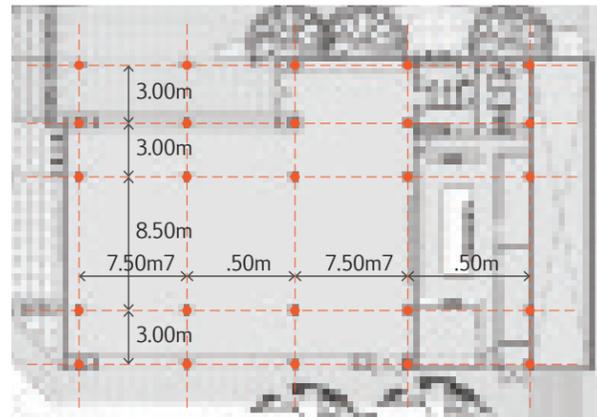


Figura 99: Detalle 1: modulación estructural edificio cafetería. Sin escala. Fuente: Campuzano Arquitectos.

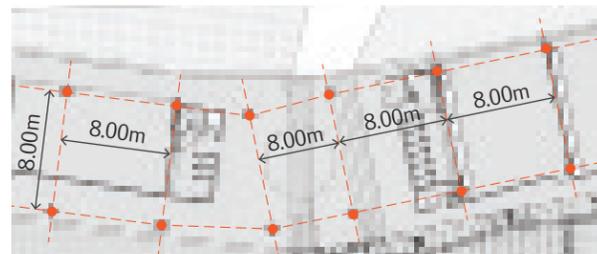


Figura 100: Detalle 2: modulación estructural edificio de primaria y secundaria. Sin escala. Fuente: Campuzano Arquitectos.

SISTEMA CONSTRUCTIVO

Como sistema constructivo en la obra se identifica el de mampostería reforzada (de ladrillo), utilizado para el cerramiento de los edificios.



Figura 101: Sistema constructivo de mampostería reforzada de ladrillo.

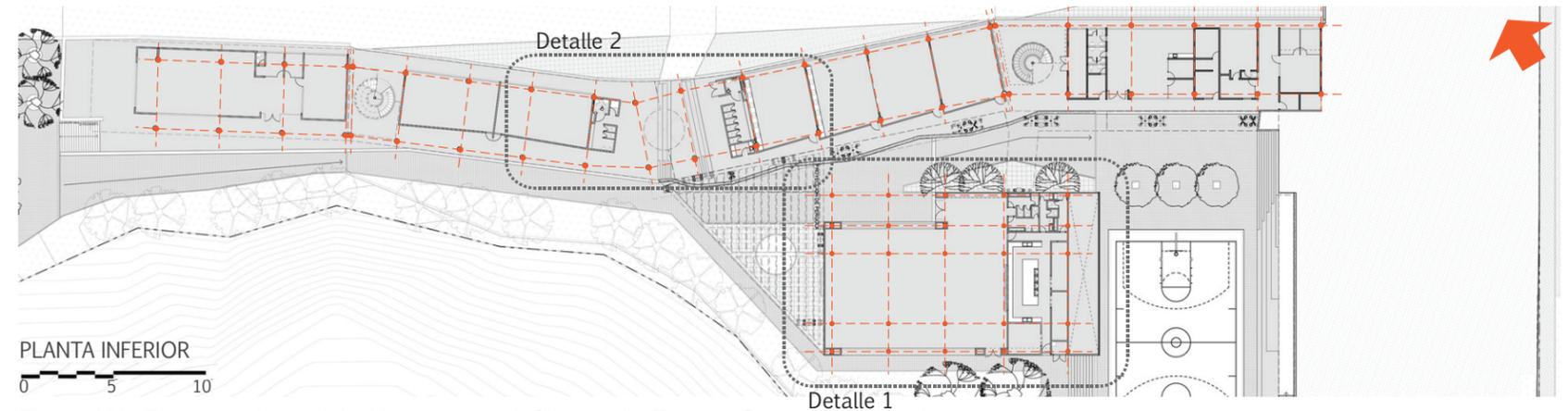


Figura 102: Esquema de modulación estructural. Sin escala. Fuente: Campuzano Arquitectos.

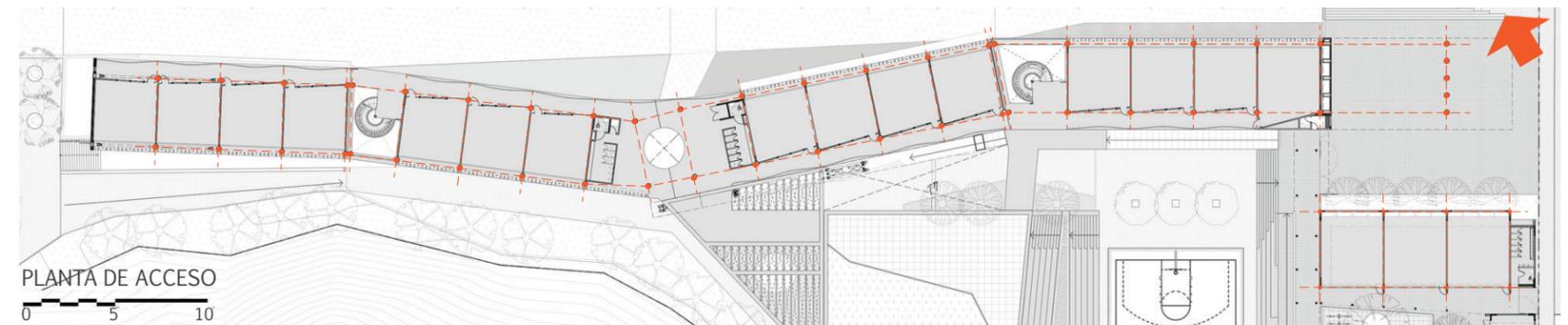


Figura 103: Esquema de modulación estructural. Sin escala. Fuente: Campuzano Arquitectos.

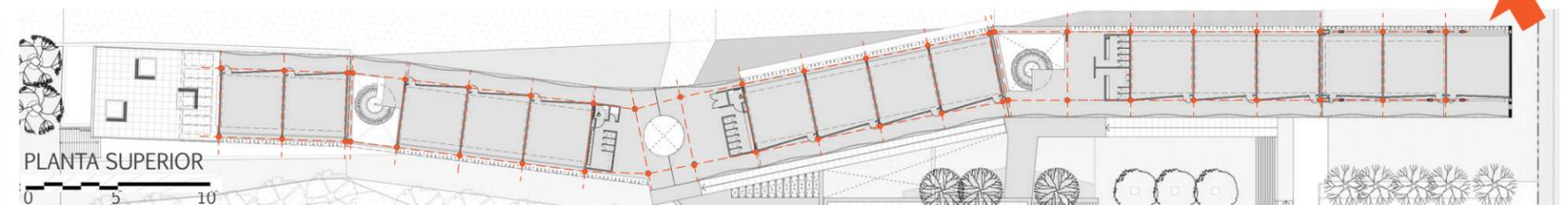
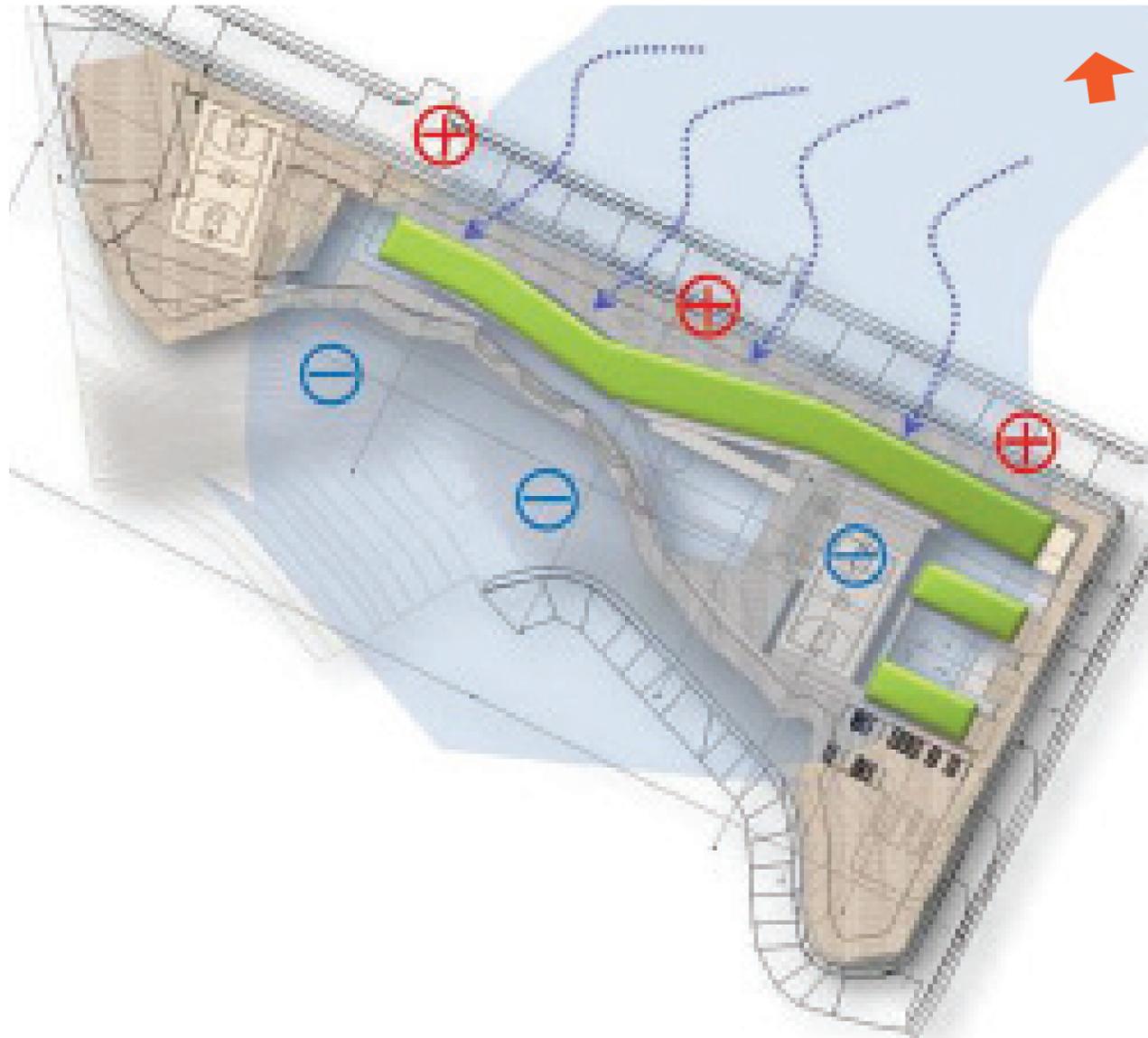


Figura 104: Esquema de modulación estructural. Sin escala. Fuente: Campuzano Arquitectos.

II.v. Análisis físico ambiental

ANÁLISIS DE ORIENTACIÓN

Los edificios del conjunto poseen una orientación noroeste-sureste, considerándose óptima. De este modo, el edificio expone sus fachadas más largas hacia el noroeste y sureste, captando los vientos con predominancia de componente norte para generar ventilación cruzada, y reduciendo las ganancias de calor en las fachadas sureste y noroeste, especialmente en la última, que constituye la cara que recibe mayor carga calorífica.



natural eficiente. El bambú utilizado en las fachadas se convierte en un elemento dosificador del ingreso de la luz a los espacios, permitiendo su entrada, sin que el sol irradie de manera directa, generando así las condiciones óptimas al interior del ambiente.

En el gráfico se expresan las estrategias bioclimáticas aplicadas en el proyecto. La ventilación cruzada es mejorada con el efecto chimenea (rejilla fija por extracción natural). El confort térmico además se genera gracias a la protección solar vertical con bambú en las fachadas y la cubierta tipo sandwich. Asimismo los niveles de luminancia son favorecidos con el uso de repisas de luz.

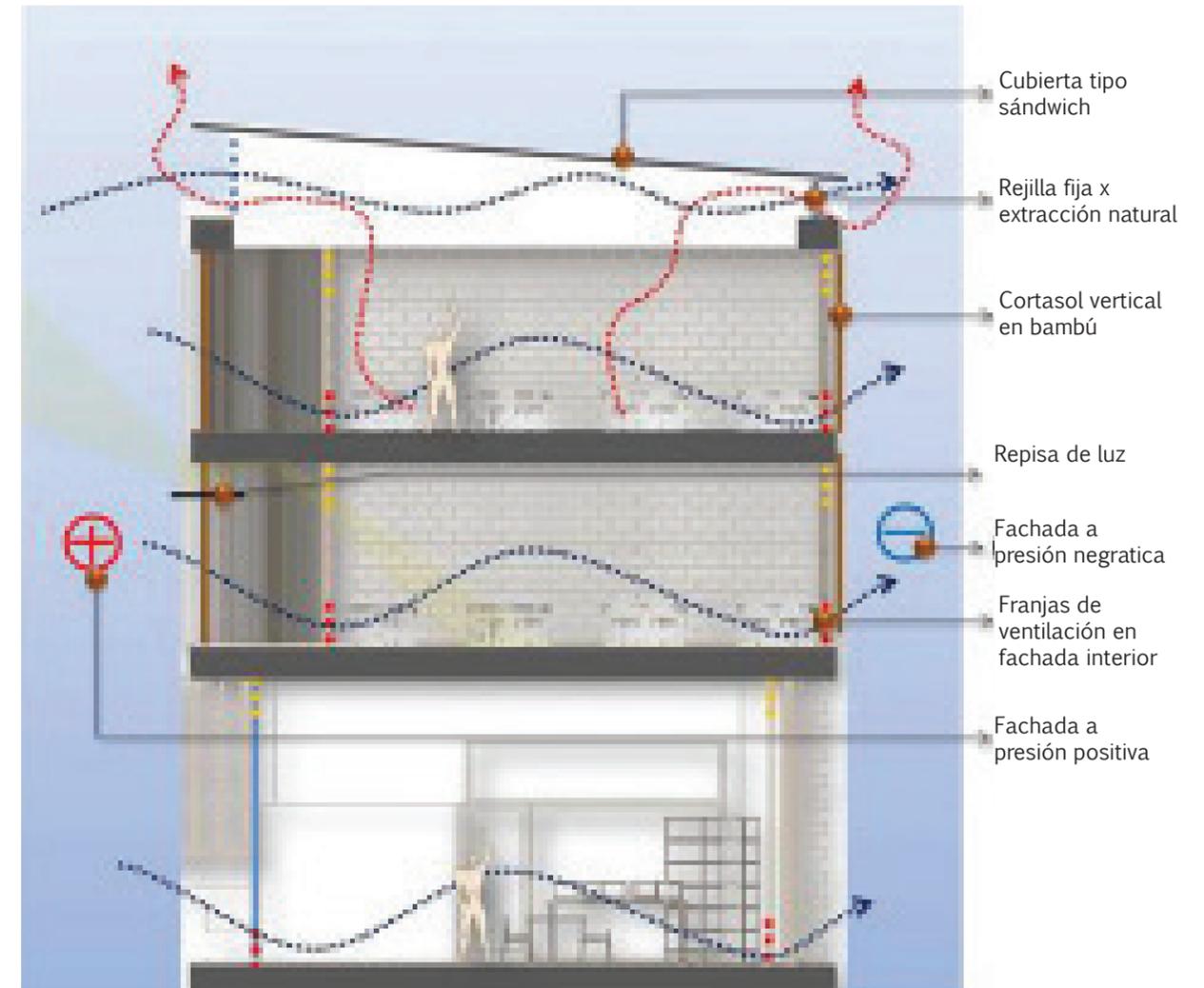


Figura 106: Esquema de estrategias bioclimáticas aplicadas al proyecto. Fuente: Campuzano Arquitectos

Según Campuzano (2014, p.40) el nivel de luminancia es un elemento primordial en un espacio destinado al estudio, por tanto todo el proyecto fue desarrollado con miras a una iluminación

II.vi. Estudio de espacios públicos abiertos



Figura 107: Localización de espacios públicos abiertos. Fuente: Campuzano Arquitectos.



Figura 108: Vista de terraza (sobre edificio de cafetería). Fuente: Campuzano Arquitectos.



Figura 109: Vista de plaza cubierta de acceso. Fuente: Campuzano Arquitectos.

ESPACIOS PÚBLICOS ABIERTOS

En el conjunto los espacios públicos abiertos se sitúan como núcleos, alrededor de los cuales se emplazan los edificios. Son espacios versátiles y de calidad, que salen del típico concepto de plaza o patio escolar. Por ejemplo, la terraza localizada sobre el edificio de cafetería constituye un espacio único, ya que además de poder utilizarse para muchas actividades, posee una vista paisajística interesante de la ciudad. Asimismo la plaza cubierta de acceso, elemento muy importante en este proyecto, sin duda rompe paradigmas; su apertura a la comunidad genera una conjugación entre el espacio público (calles, andenes) y el edificio, convirtiendo a la institución educativa en un equipamiento completo y digno para la comunidad.



Figura 110: Vista de plaza de banderas. Fuente: Campuzano Arquitectos.

Figura 111: Vista de plaza de preescolar. Fuente: Campuzano Arquitectos.



Figura 112: Vista 1. Fuente: Campuzano Arquitectos.



Figura 114: Vista 3. Fuente: Campuzano Arquitectos.



Figura 113: Vista 2. Fuente: Campuzano Arquitectos.



Figura 115: Vista 4. Fuente: Campuzano Arquitectos.

ÁREAS VERDES

La centralización y agrupación de los edificios y espacios públicos abiertos debido a la geometría y topografía del sitio, generó áreas verdes muy pequeñas en el interior del conjunto, liberando la mayor extensión de vegetación al perímetro del terreno.

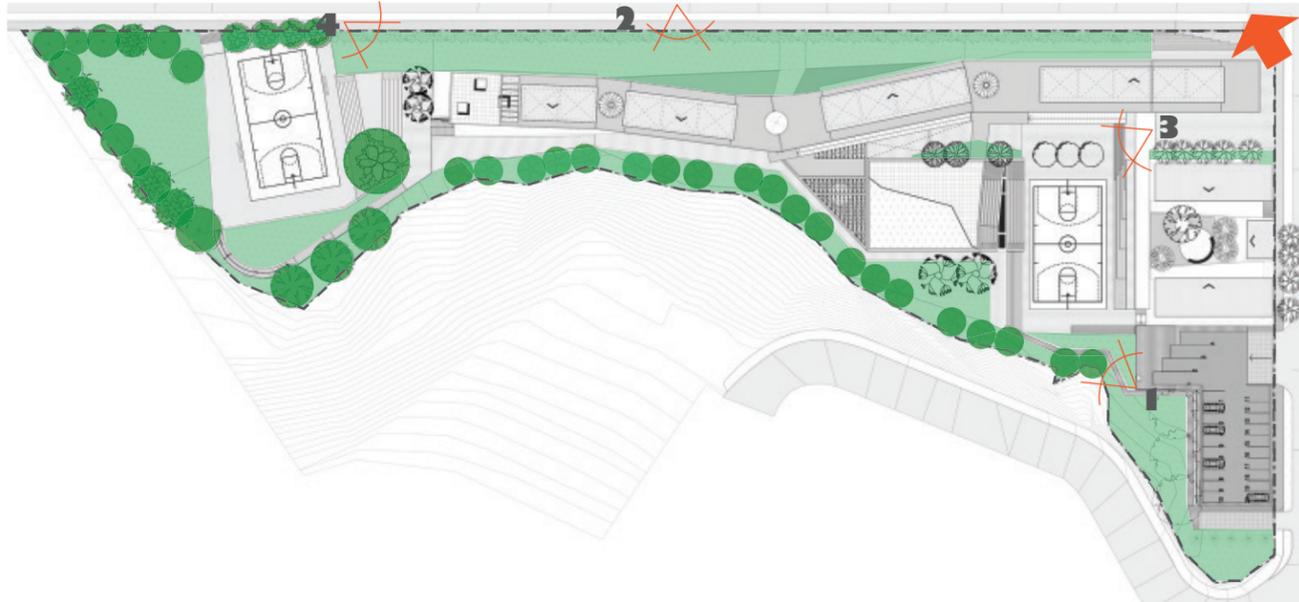


Figura 116: Localización de áreas verdes y vegetación en planta de conjunto.

II.vii. Conclusiones parciales del análisis de modelo análogo internacional

1. A pesar de la geometría y topografía del sitio, la organización espacial del conjunto es muy acertada y satisface los requerimientos funcionales y bioclimáticos de los usuarios.
2. Se evidencia una congruencia entre la modulación estructural y funcional.
3. Se cumplen los requerimientos de accesibilidad a los espacios; además los elementos como rampas y escaleras, se integran muy bien a la volumetría de los edificios.
4. Existe un claro aprovechamiento de las vistas paisajísticas urbanas y rurales.
5. El manejo de los materiales constituye una de las mayores características formales de los edificios. A pesar de ser un espacio público, que generalmente cuenta con menor presupuesto, la composición arquitectónica no se descuidó.
6. Se lograron generar circulaciones horizontales fluidas a pesar de la geometría y topografía del terreno.
7. Se evidencia un profundo análisis del clima local y su integración al diseño de los edificios,

derivando en la aplicación de estrategias bioclimáticas.

8. Los elementos arquitectónicos ligados a las estrategias bioclimáticas, como los elementos de protección solar de bambú, logran conjugarse muy bien en las fachadas, agregando valor estético.
9. El conjunto de edificios además de satisfacer la necesidad escolar, funciona como equipamiento para toda la comunidad, prestando espacios como bibliotecas y salas de informática a toda la sociedad.
10. El tratamiento de los espacios públicos constituye uno de los puntos principales; la plaza cubierta de acceso define un equipamiento para toda la comunidad, claramente integrado al contexto urbano.

II.viii. Criterios de diseño a retomar en el anteproyecto

Para el desarrollo de la propuesta se retomarán algunos criterios de diseño. El primero es la organización espacial de los edificios en el conjunto adaptándose a una poligonal muy irregular, y aún así logrando las circulaciones y relaciones espaciales requeridas para la tipología arquitectónica. Además se retomará la aplicación de estrategias bioclimáticas para generar confort y riqueza en la composición arquitectónica, la concordancia entre la modulación estructural y funcional, y la accesibilidad a todos los espacios mediante el uso de rampas adecuadamente integradas a las fachadas de los edificios.

CAPÍTULO 3: Herramientas, sistemas y estrategias de diseño bioclimático aplicadas

En este capítulo se realizará un análisis de todos los aspectos bioclimáticos relacionados al diseño del anteproyecto, tomando como referencia los resultados obtenidos a través del uso de distintos softwares especializados. Con esto, se logrará seleccionar con mayor veracidad las estrategias bioclimáticas a aplicar en el diseño.

I. CONDICIONES CLIMÁTICAS GENERALES

Nicaragua se localiza en el hemisferio norte del globo terráqueo, entre el Trópico de Cáncer y la línea del Ecuador, entre los 10° y 15° 45' Latitud Norte y, los 79° 30' y 88° Longitud Oeste.

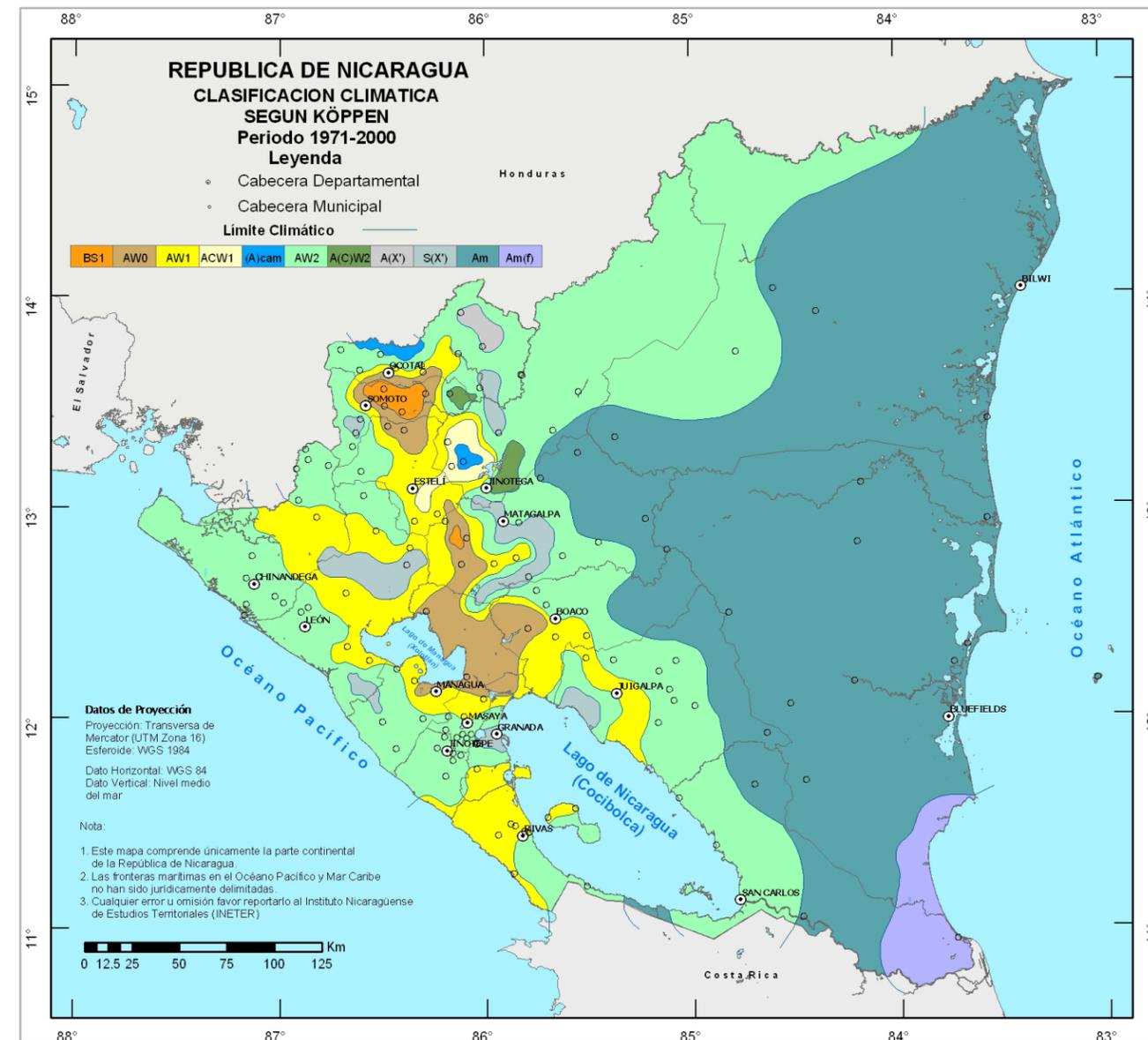


Figura 117: Clasificación Climática según Köppen. Fuente: INETER.

Debido a esta posición geográfica el territorio nicaragüense cuenta con una importante variedad de climas de carácter tropical según la clasificación climática de Wladimir Köppen. A pesar de su pequeña extensión Nicaragua cuenta con once tipos de climas, que varían desde los cálidos - húmedos, hasta los secos áridos).

El comportamiento de las variables meteorológicas que definen los diferentes tipos de clima para Nicaragua; temperatura, humedad relativa, vientos y radiación solar, entre los principales, determinan la sensación de confort que perciben los habitantes del país. Esta sensación de bienestar humano desde el punto de vista climático está representada gráficamente en el Mapa de



Figura 118: Índice de Confort Climático Anual. Fuente: INETER.

Índice de Confort Climático Anual, en el que se reflejan los efectos de las variables mencionadas en la población de Nicaragua. (Obsérvese que en el territorio nacional solamente en tres zonas muy específicas se percibe la sensación de Agradable, las que coincidentemente son las regiones con mayor altura sobre el nivel del mar).

Cabe indicar que en el municipio de Managua el clima se clasifica, según Koppen, como Caliente Sub Húmedo con lluvia en verano (AW). Se caracteriza por presentar una estación seca (Noviembre - Abril) y otra lluviosa (Mayo – Octubre) y precipitaciones por debajo de los 2000 mm anuales. Estas características climáticas califican al municipio donde se localiza el anteproyecto con el índice de Confort Climático de Muy Cálido Opresivo (MCO), cuya particularidad más evidente es la predominancia de una sensación de alto discomfort desde el punto de vista higrotérmico, debido a la combinación de los efectos producidos por las altas temperaturas y altas humedades relativas y con significativa influencia del lago de Managua, debido a la humedad ambiental generada por la evaporación de parte de sus aguas.

II. ANÁLISIS MACRO CLIMÁTICO

II.j. Interpretación de los elementos climáticos según el software consultor climático

Para un análisis más profundo de los elementos climáticos locales se empleará el software Consultor Climático 5.4, utilizando la base de datos de la estación del aeropuerto Augusto César Sandino (Managua-Augusto CES 787410 SWERA) localizado a 9 kms del sitio. El programa muestra de manera gráfica el comportamiento de los elementos climáticos durante todo el año.

En el gráfico de rangos de temperaturas anuales se definen los datos alcanzados (°C) en cada mes del año; que claramente son altas, llegando hasta los 37°C y desbordando la zona de confort térmico, comprendida entre los 20 y 26°C. En el mes de mayo se registran las temperaturas más altas; en marzo la mayor amplitud térmica (de 19°C), mientras que diciembre y enero se caracterizan por presentar las temperaturas más bajas. La amplitud térmica disminuye en los meses de invierno debido al aumento de la humedad ambiental producto de las precipitaciones, ya que el agua en el aire actúa como un regulador térmico. Durante los doce meses del año las temperaturas mínimas registradas en la madrugada se encuentran en la zona de confort.

Los meses con valores más altos de radiación solar (Febrero, Marzo y Abril), coinciden con algunos de los meses con registros más altos de temperaturas de bulbo seco. Esto se debe a la poca nubosidad que se

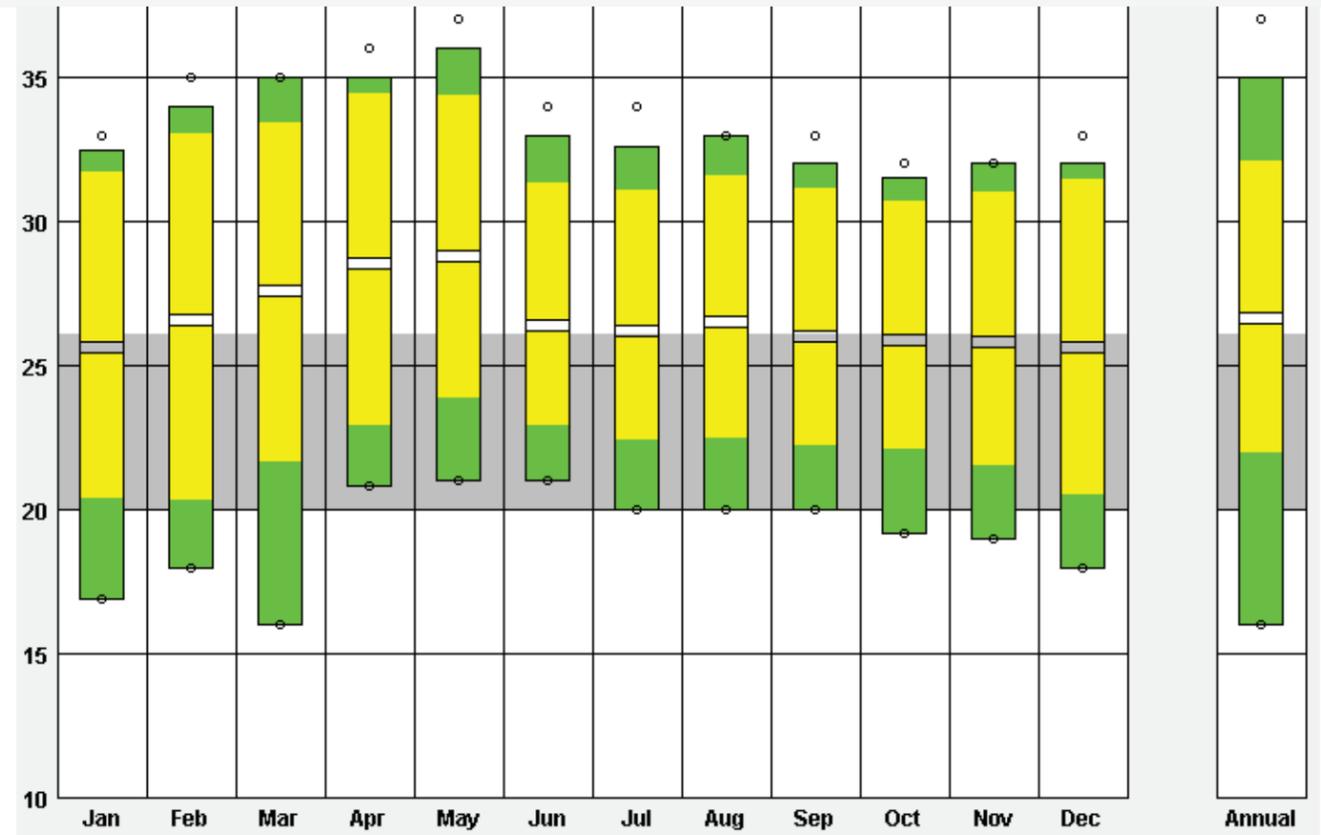


Gráfico 5: Rangos de temperaturas anuales (°C). Fuente: Consultor Climático 5.4.

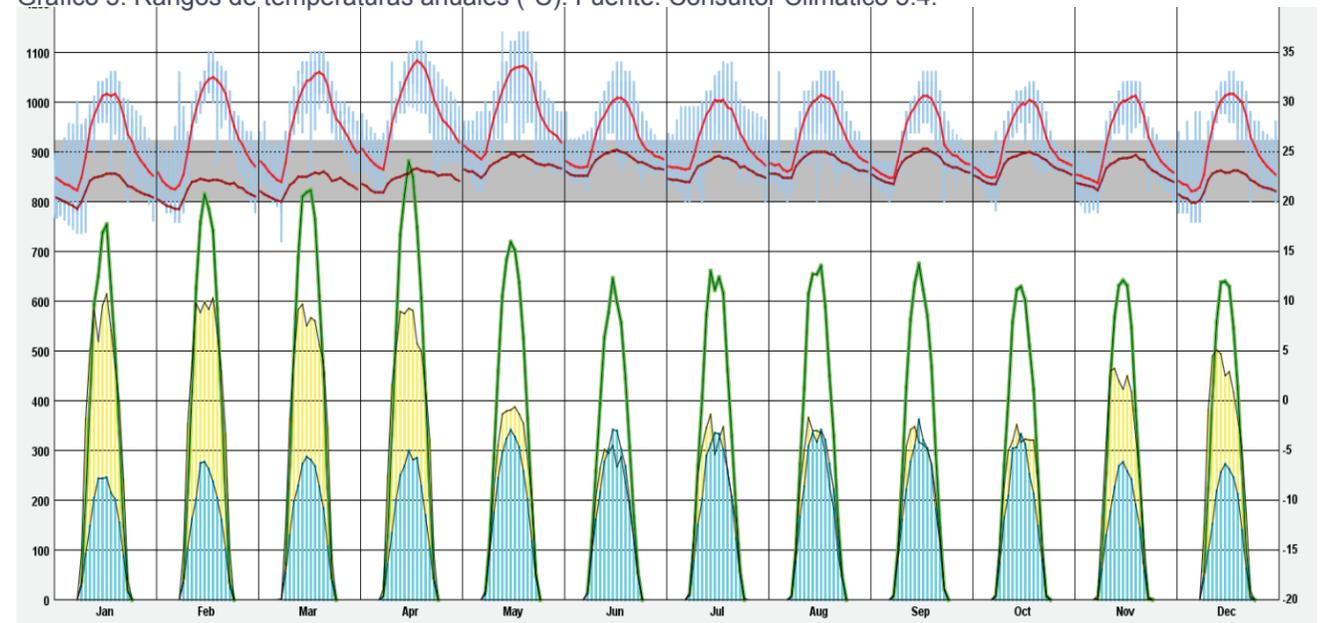


Gráfico 6: Promedios diarios PROMEDIOS POR HORA por mes. Fuente: Consultor Climático 5.4.

Temperatura (°C)
 - principal bulbo húmedo (red line)
 - principal bulbo seco (blue line)
 - zona de confort (gray shaded area)
 Radiación (Wh/m2)
 - global horizontal (green area)
 - directa normal (yellow area)
 - difusa (blue area)

presenta en el período de verano.

En la isopleta de temperatura de bulbo seco se define una predominancia de temperaturas entre los 27 y 38°C durante el día; la abundancia de noches cálidas se presenta en los meses de abril y mayo. Las temperaturas se mantienen en una oscilación relativamente corta, ya que el 98% del tiempo las oscilaciones térmicas son de 17 grados o menos, con promedios de oscilación mas estrechos en los meses de invierno con 13 grados. Las temperaturas agradables apenas representan el 1% del total.

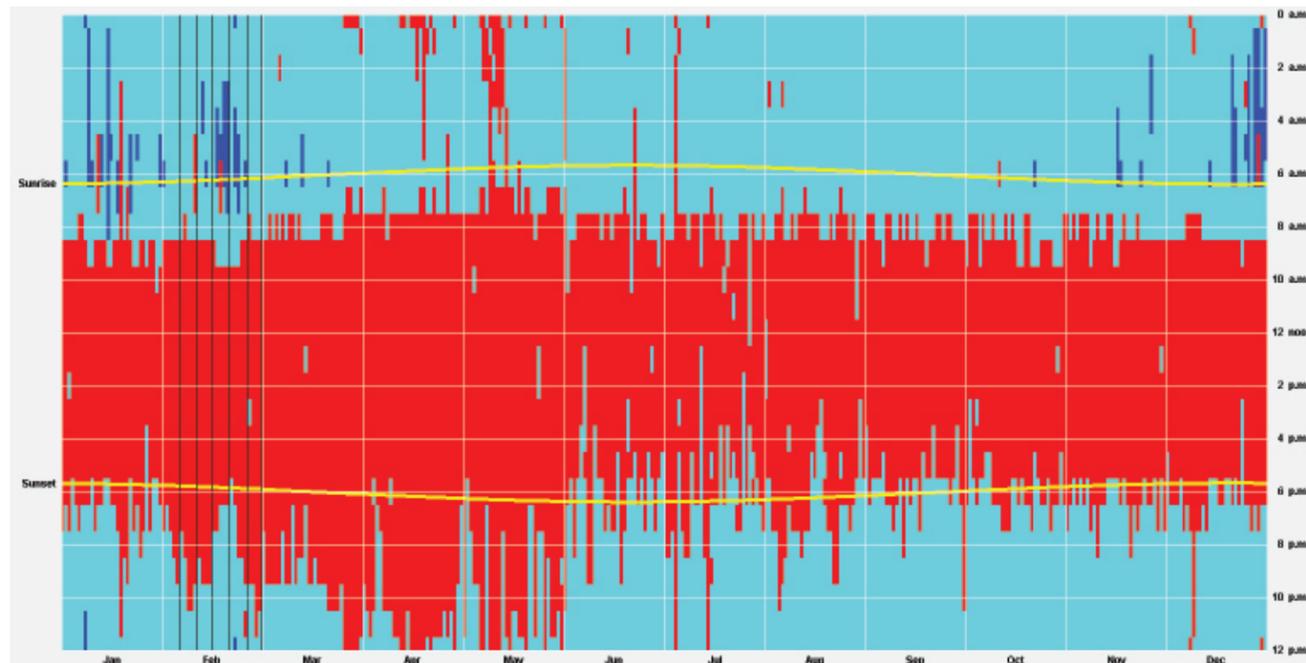


Gráfico 7: Isopleta de temperatura de bulbo seco. Fuente: Consultor Climático 5.4.

TEMPERATURA DE BULBO SECO (°C)
 0% ■ <0 1% ■ 0-20 50% ■ 20-27 48% ■ 27-38 0% ■ >38

La humedad relativa se mantiene siempre fuera de la zona de confort, con valores entre 40 y 90%, mostrando sus puntos más altos entre junio y octubre, estos meses corresponden al período de las precipitaciones y alcanzan valores superiores a 95%, condición característica de los climas tropicales húmedos.

Los graficos demuestran que entre las 8pm y las 9pm las temperaturas disminuyen localizandose en la zona de confort, generandose condiciones relativamente más frescas en esas horas. En cambio la temperatura de bulbo seco logra insertarse en la zona de confort durante todos los meses. Notese que al aumentar la temperatura de bulbo seco disminuye la humedad relativa.

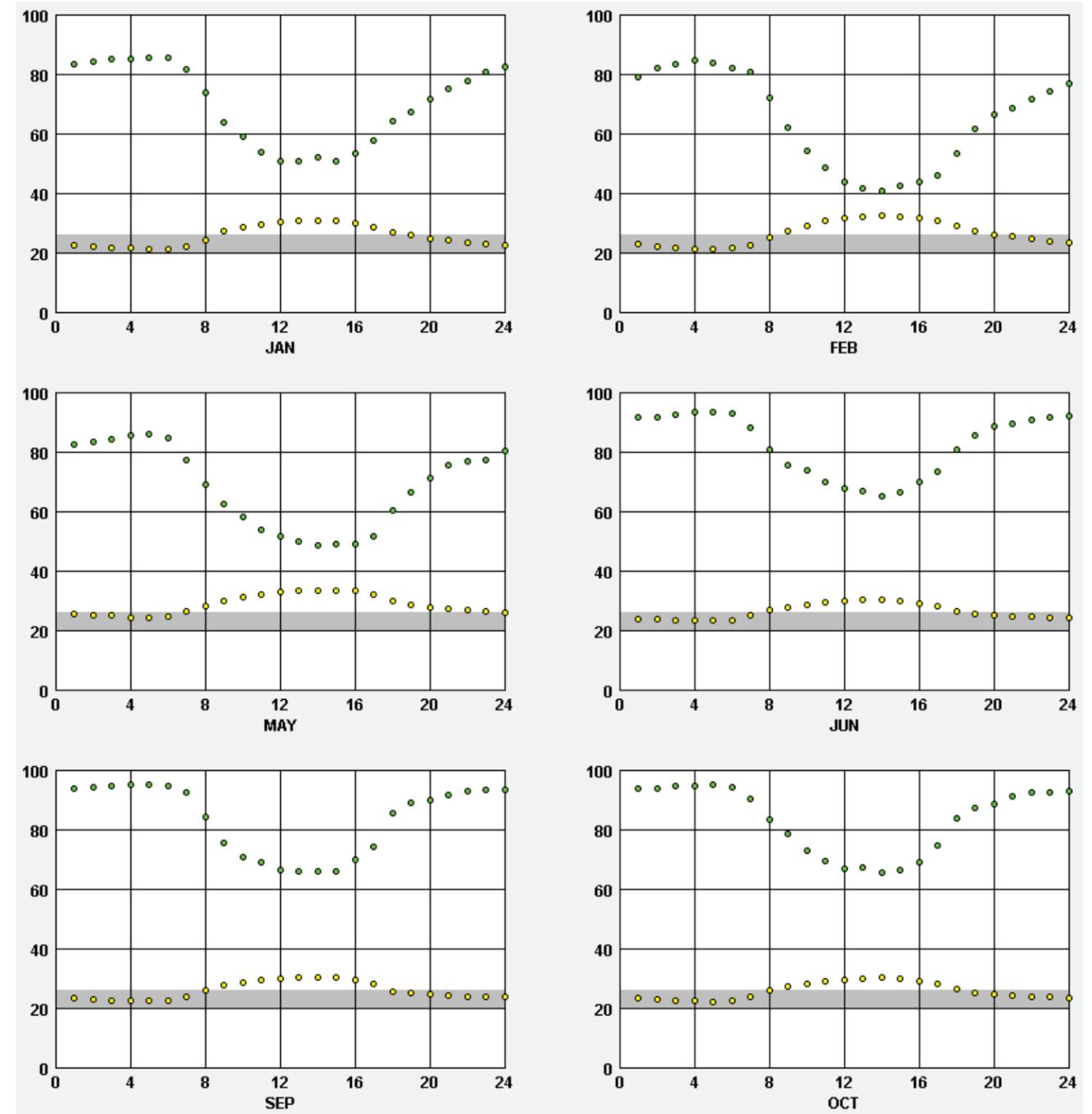


Gráfico 8: Temperatura de bulbo seco y humedad relativa. Fuente: Consultor Climático 5.4.

bulbo seco ●
 humedad ●
 zona confort ■

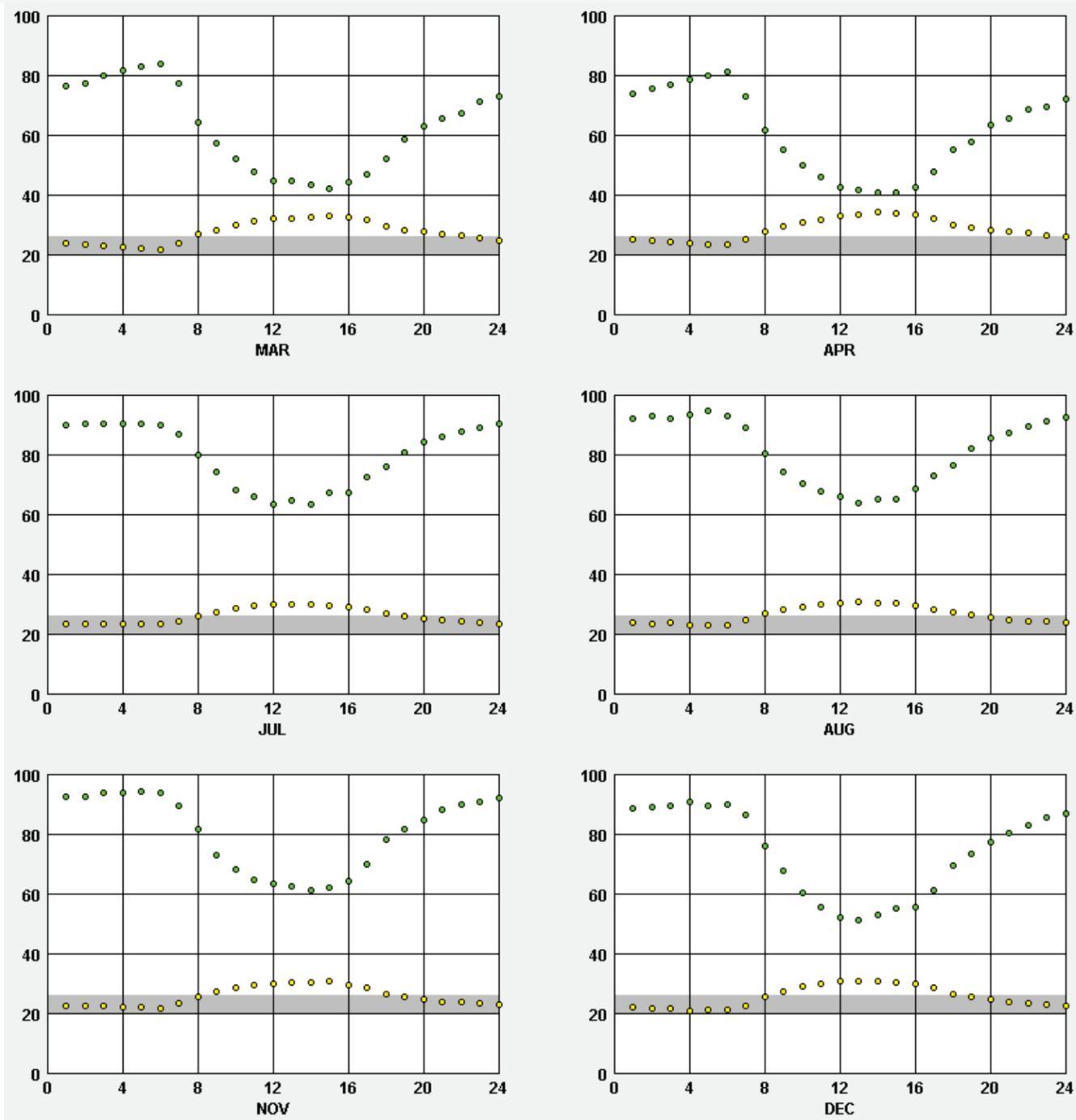


Gráfico 8: Temperatura de bulbo seco y humedad relativa. Fuente: Consultor Climático 5.4.

bulbo seco ●
 humedad ●
 zona confort

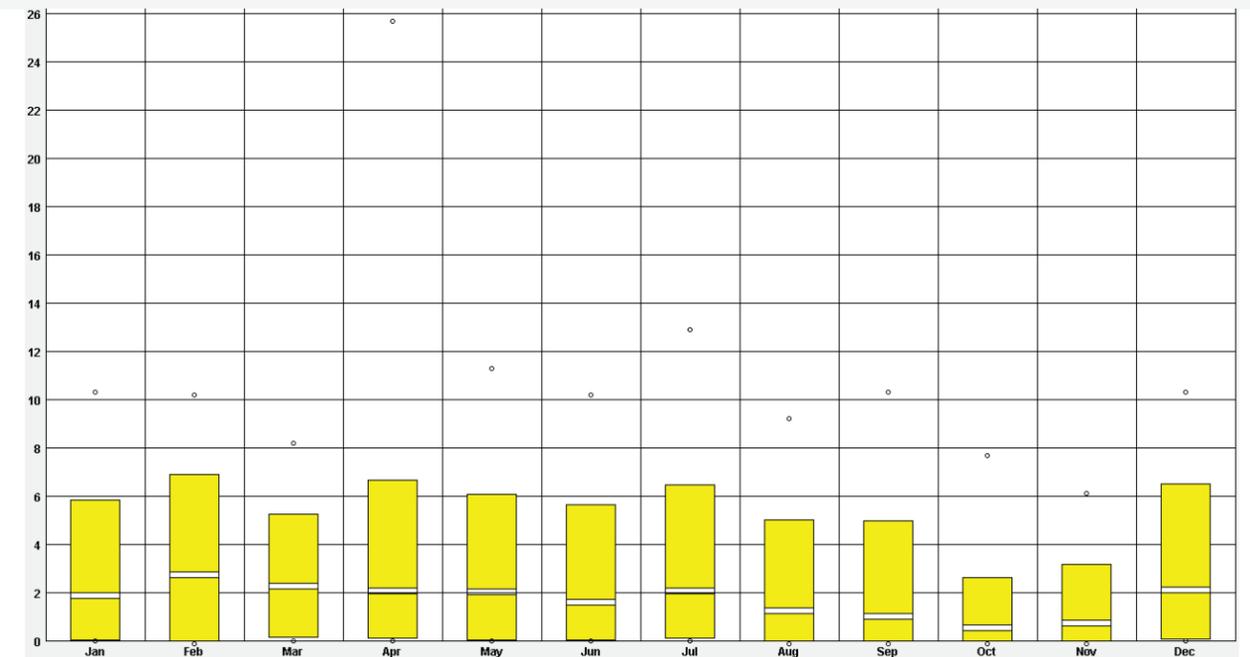
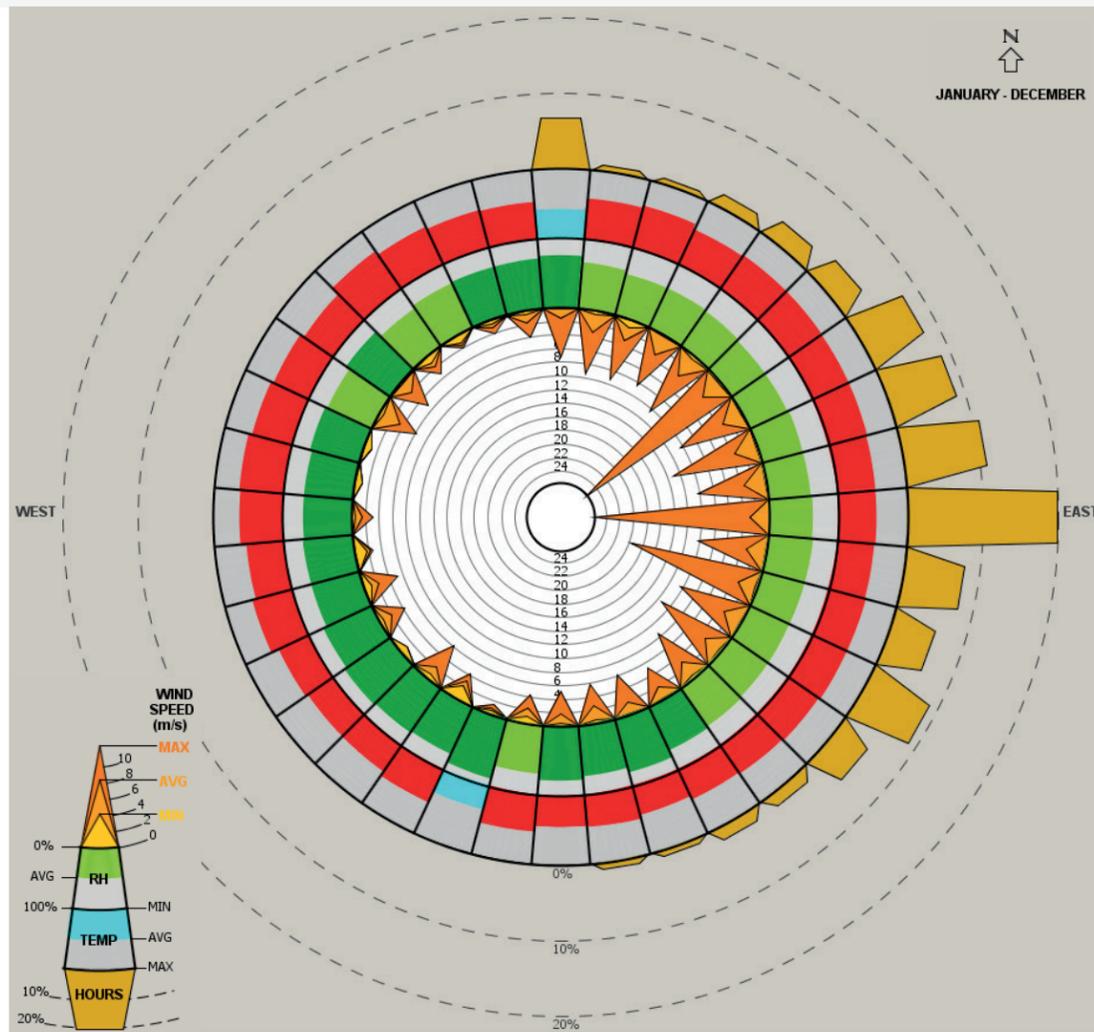


Gráfico 9: Rangos de velocidad del viento (m/s). Fuente: Consultor Climático 5.4.



La velocidad del viento más alta se produce en el mes de febrero con datos de 7m/s, mientras que la velocidad más baja se presenta en el mes de octubre con registro de 3m/s. Sin embargo las velocidades promedios mensuales disminuyen incluso hasta a 1m/s en los meses de octubre y noviembre. Esto implica que en Managua las velocidades del viento no son suficientemente altas, lo que será un factor importante en la toma de decisiones en cuanto a la estrategia de ventilación natural de los edificios a diseñar.



La dirección del viento describe predominancia de componente este, seguida de la orientación noreste.

La radiación solar se comprende entre los 50 y 900 Wh/m², siendo el mes de abril el que registra el nivel más alto de incidencia solar, con valores superiores a los 900 Wh/m² y el mes de diciembre el que registra el nivel más bajo **con valores superiores a los 700 Wh/m²**. No obstante este rango refleja que la radiación solar es alta durante todo el año. Los niveles de luminancia presentan un comportamiento similar.

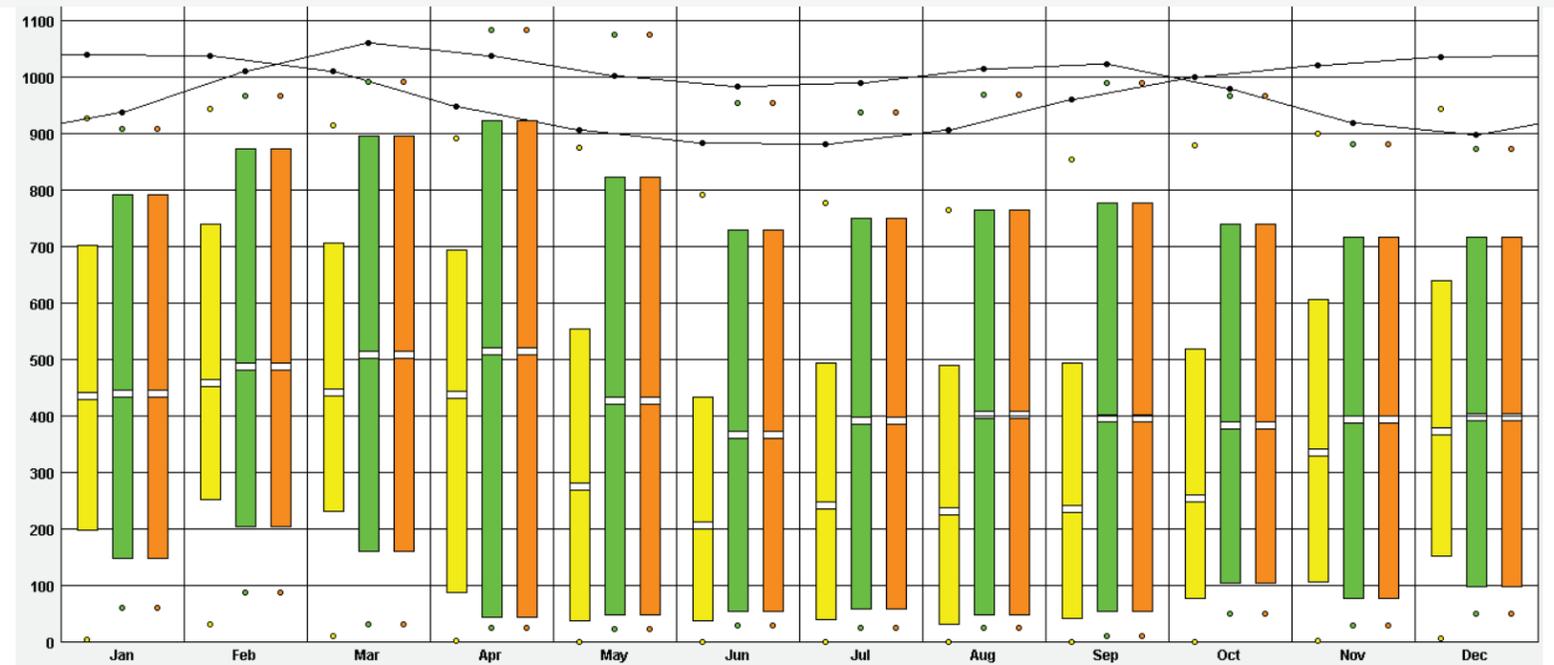


Gráfico 10: Rangos de radiación solar (Wh/m²). Fuente: Consultor Climático 5.4.

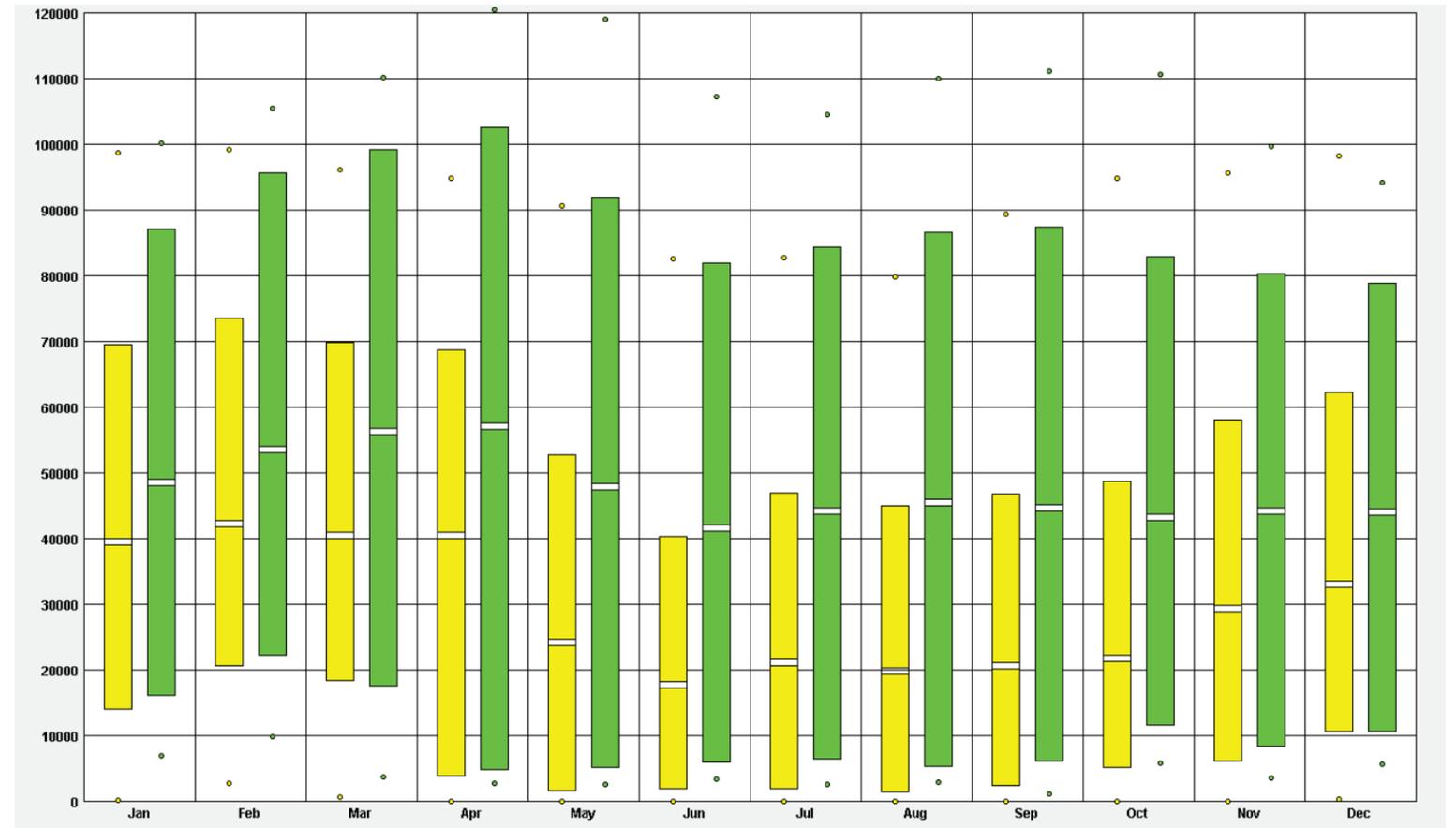
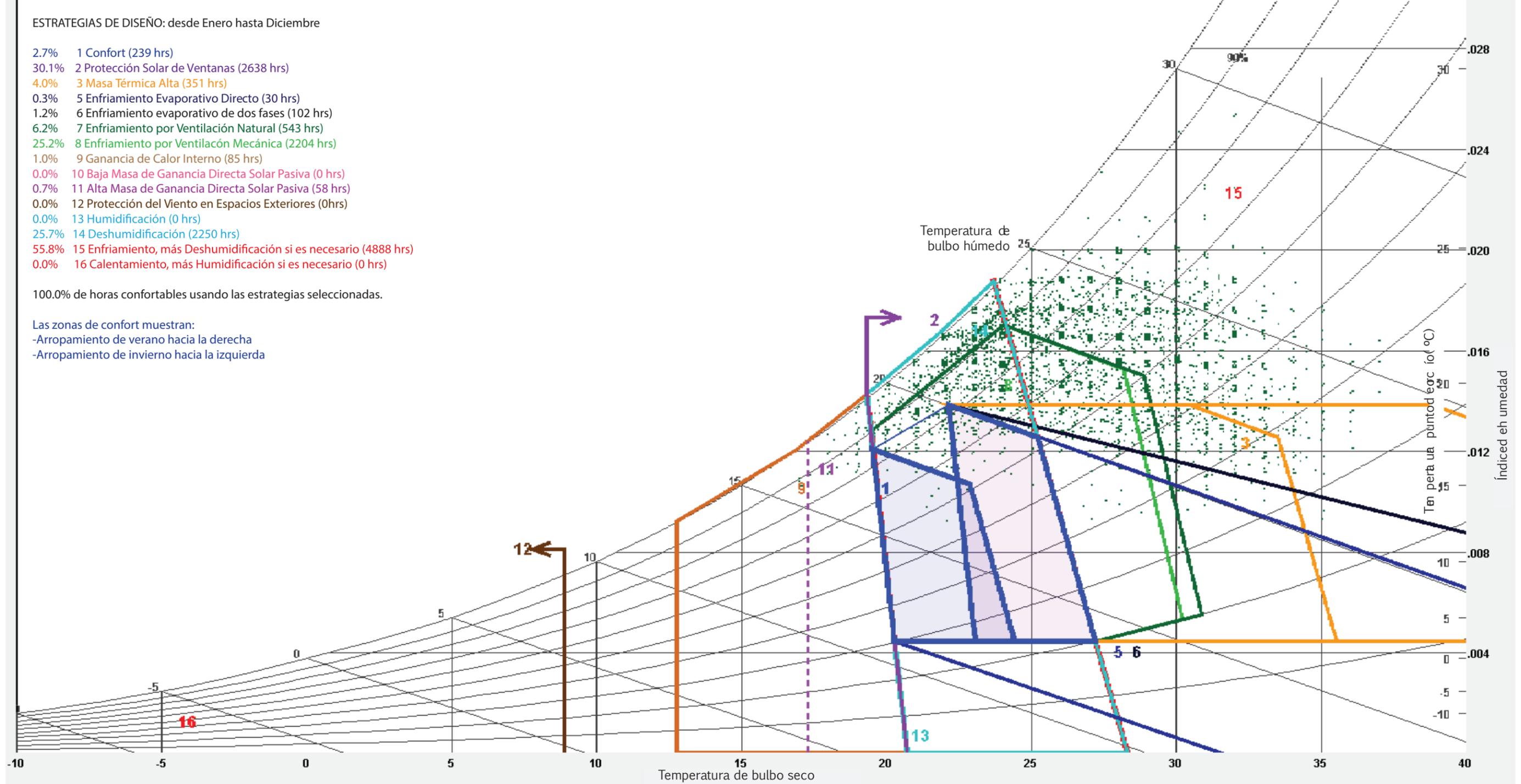


Gráfico 11: Rangos de iluminación (lx). Fuente: Consultor Climático 5.4.

Gráfico 12: Carta psicrométrica de Givoni. Fuente: Consultor Climático 5.4.



El Consultor Climático 5.4 expresa a través de la carta psicrométrica de Givoni, una síntesis de los elementos climáticos analizados, para proponer estrategias de diseño a fin de generar espacios confortables durante todo el año. Estas estrategias se ordenan por prioridad, siendo la protección solar la estrategia más importante para el clima de Managua. Además es importante señalar que solamente durante el 2.7% del total del año se percibe la sensación de confort climático, lo que supone una necesidad imperiosa de incorporar estrategias bioclimáticas en el proceso de diseño.

Las estrategias seleccionadas para el diseño del anteproyecto son:

No.	Estrategia	Observaciones
	Protección solar de ventanas (30.1%)	Los objetivos de todas estas estrategias son: minimizar el efecto negativo de la combinación de altas temperaturas y humedades relativas, amortiguar la incidencia de la radiación solar en los edificios a diseñar y controlar el flujo de calor hacia los ambientes internos.
	Masa térmica alta (4.0%)	
	Enfriamiento por ventilación natural (6.2%)	
	Enfriamiento por ventilación mecánica (25.2%)	
	Deshumidificación (25.7%)	
	Enfriamiento, más deshumidificación si es necesario (55.8%)	

A continuación se presentan los gráficos sobre las líneas de diseño que aplican específicamente al clima de Managua y que serán usadas en el anteproyecto, establecidas también por orden de prioridad y derivadas de las estrategias definidas en la carta psicrométrica.

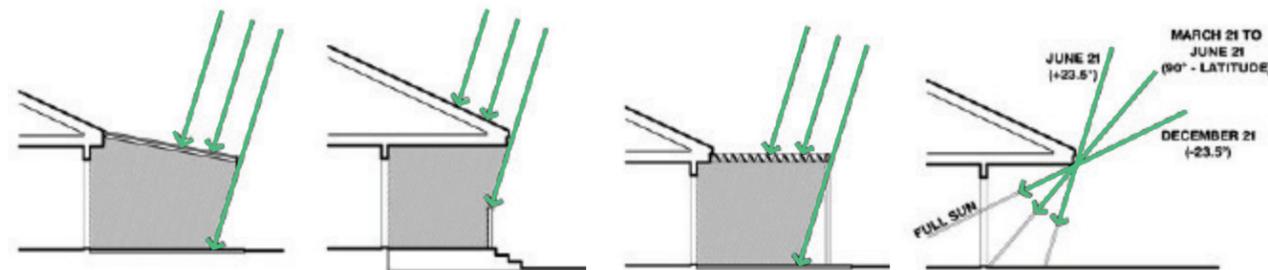


Figura 119: Línea de diseño No. 34. Fuente: elaborado por la autora con base en Consultor Climático 5.4.



Figura 120: Línea de diseño No. 32. Fuente: elaborado por la autora con base en Consultor Climático

34. Aleros en las ventanas (diseñados para esta latitud) o protectores solares móviles (extendidos en verano, retraídos en invierno) pueden reducir o eliminar la necesidad de aire acondicionado.

32. Eliminar las superficies vidriadas en la fachada oeste para reducir las ganancias de calor en verano y en horas de la tarde.

59. En este clima el aire acondicionado siempre será requerido, pero puede ser enormemente reducido si el diseño del edificio minimiza la ganancia de calor.

42. En días cálidos los abanicos de techo pueden enfriar el interior con hasta 2.8°C, reduciendo la necesidad de aire acondicionado.

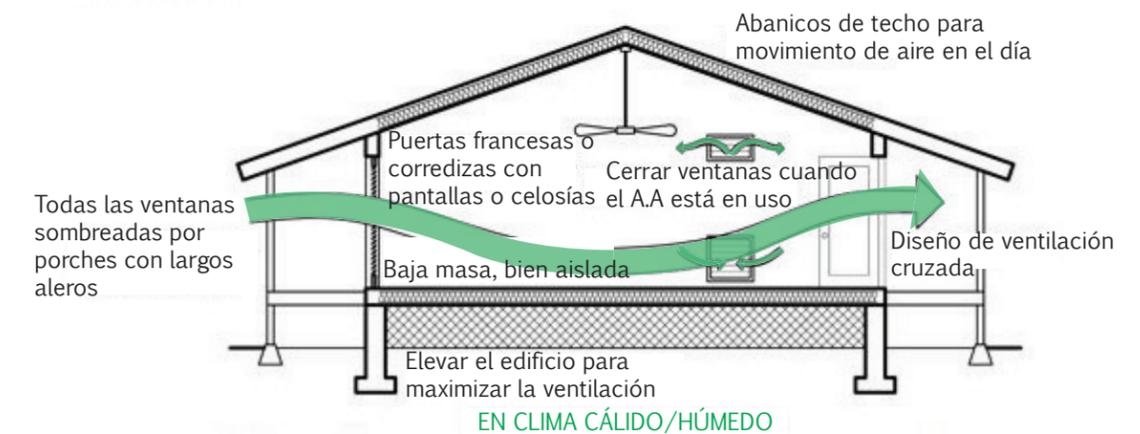
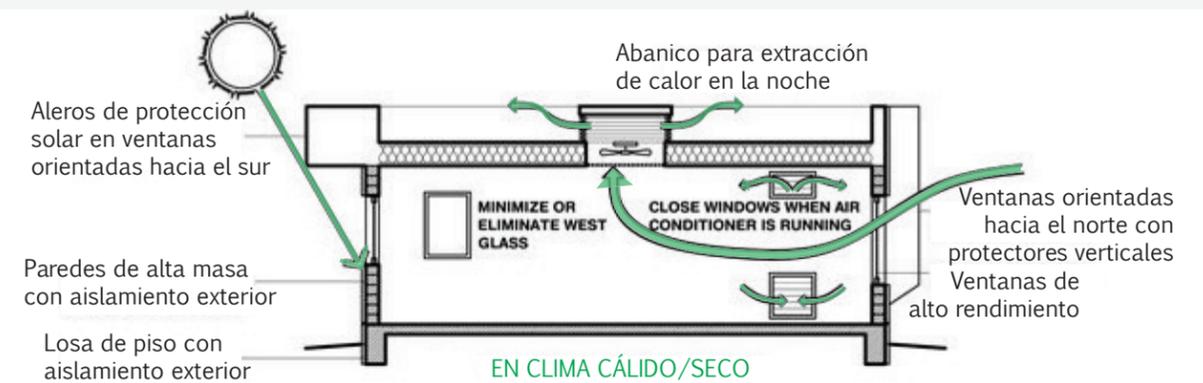


Figura 121: Línea de diseño No. 59. Fuente: elaborado por la autora con base en Consultor Climático 5.4.

35. Una adecuada ventilación natural puede reducir o eliminar el aire acondicionado en climas cálidos, si las ventanas están protegidas de la radiación solar y orientadas hacia los vientos predominantes.

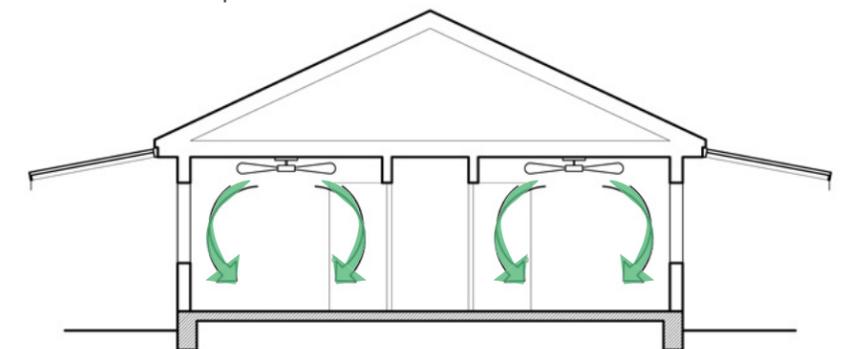


Figura 122: Línea de diseño No. 42. Fuente: elaborado por la autora con base en Consultor Climático 5.4.

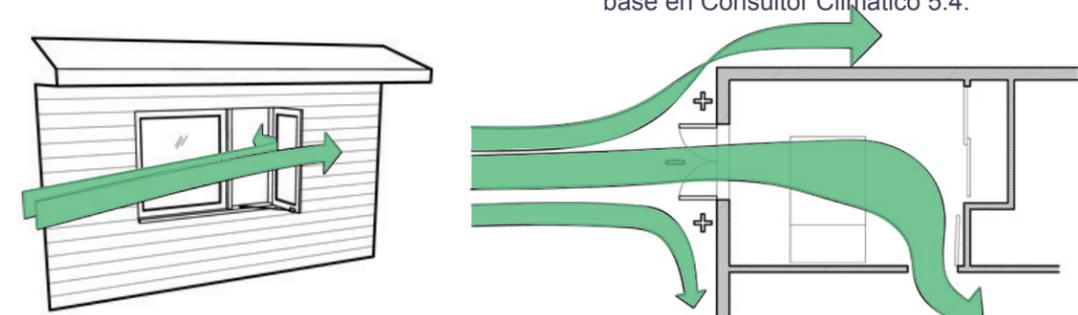


Figura 123: Línea de diseño No. 35. Fuente: elaborado por la autora con base en Consultor Climático 5.4.

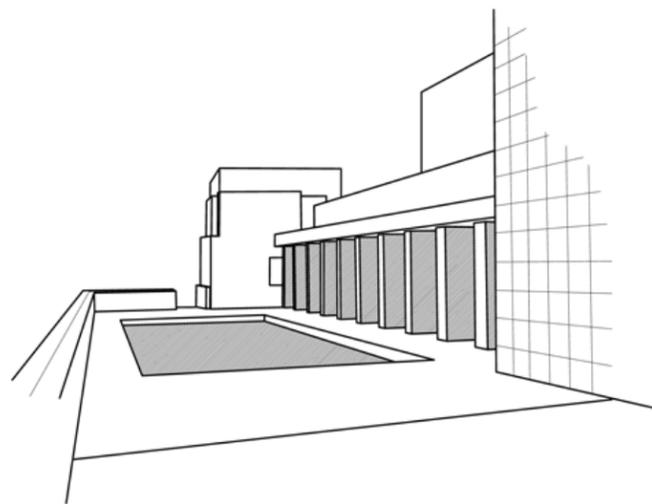


Figura 124: Línea de diseño No. 57. Fuente: elaborado por la autora con base en Consultor Climático 5.4.

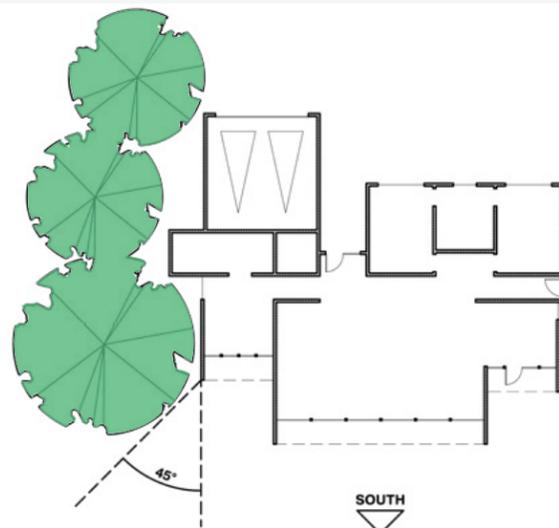


Figura 125: Línea de diseño No. 17. Fuente: elaborado por la autora con base en Consultor Climático 5.4.

57. Orientar la mayor parte del vidrio hacia el norte, sombreado con elementos de protección solar verticales, en climas muy cálidos.

17. Utilizar vegetación (árboles, arbustos) para sombrear los muros orientados al oeste.

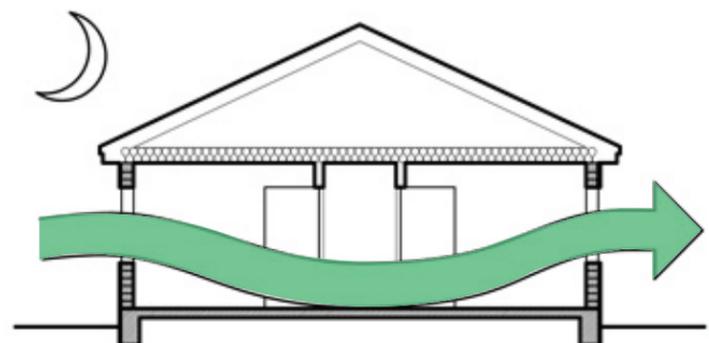
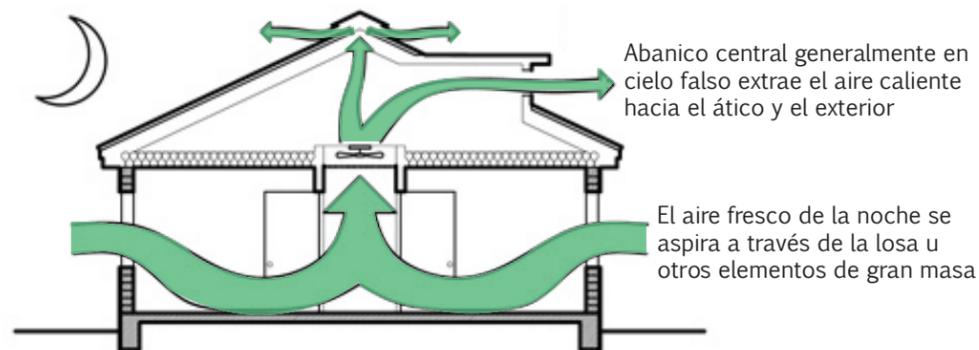
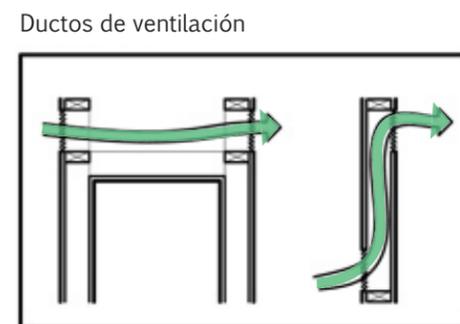


Figura 126: Línea de diseño No. 39. Fuente: elaborado por la autora con base en Consultor Climático 5.4.



39. Un sistema de abanico central para toda la casa o ventilación natural puede generar el “frío” de la noche en espacios interiores con muros de gran masa, eliminando o reduciendo el uso de aire acondicionado.

36. Localizar aberturas de puertas y ventanas en lados opuestos del edificio para facilitar la ventilación cruzada, con los vanos más grandes de cara a los vientos predominantes, si es posible.

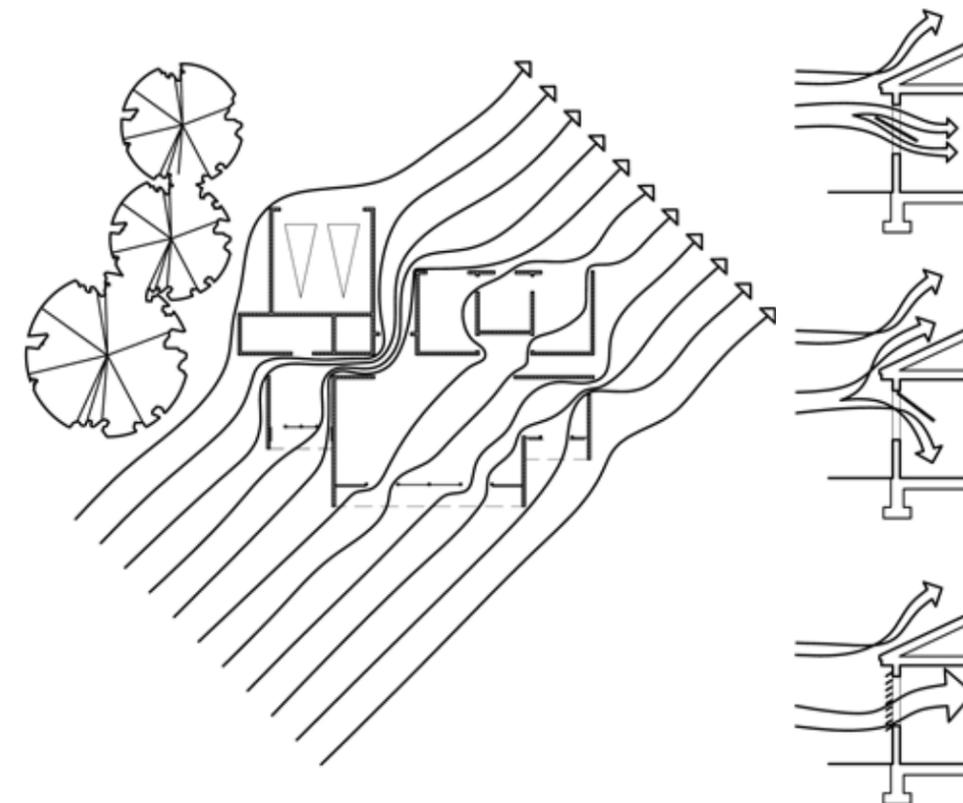


Figura 127: Línea de diseño No. 36. Fuente: elaborado por la autora con base en Consultor Climático 5.4.

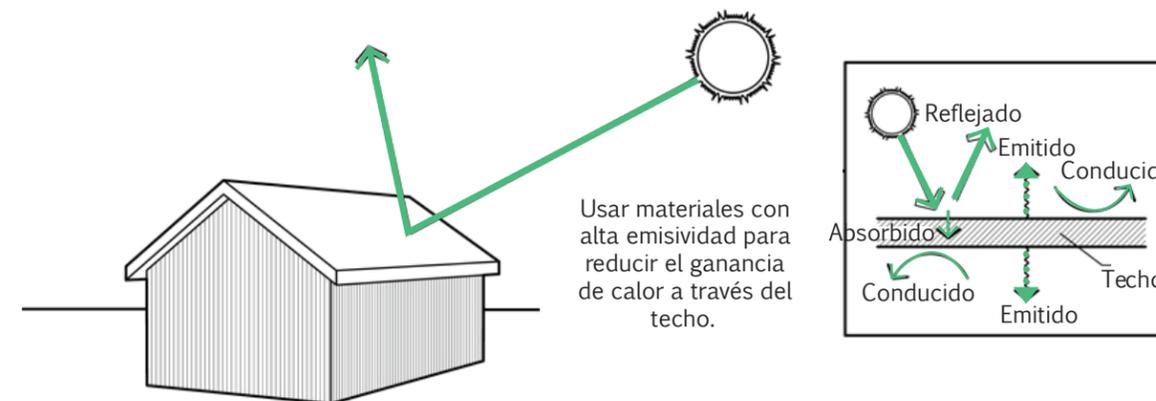


Figura 128: Línea de diseño No. 43. Fuente: elaborado por la autora con base en Consultor Climático 5.4.

43. Utilizar colores claros en los materiales y techos fríos (con alta emisividad) para reducir la ganancia de calor por conducción.

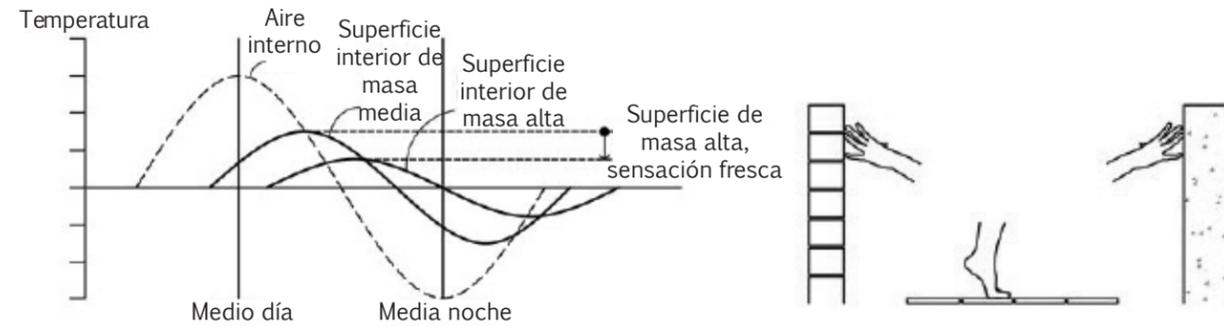


Figura 129: Línea de diseño No. 40. Fuente: elaborado por la autora con base en Consultor Climático 5.4.

40. Las superficies internas con alta masa como la piedra, ladrillo o cerámica, se sienten naturalmente frías en días cálidos y pueden reducir las oscilaciones de temperatura entre el día y la noche.



Figura 130: Línea de diseño No. 65. Fuente: elaborado por la autora con base en Consultor Climático 5.4.

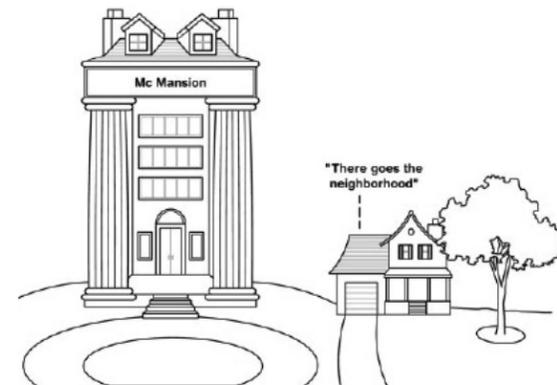


Figura 131: Línea de diseño No. 18. Fuente: elaborado por la autora con base en Consultor Climático 5.4.

65. Las casas tradicionales en climas cálidos húmedos poseen cielos falsos altos y ventanas francesas operables protegidas con profundos aleros y porches.

18. Mantener el edificio pequeño (del tamaño adecuado), porque el exceso de recubrimiento de piso desperdicia la energía de calentamiento y enfriamiento.

25. En climas húmedos los techos adecuadamente ventilados funcionan para drenar la lluvia, y pueden ser extendidos para proteger entradas y porches exteriores.

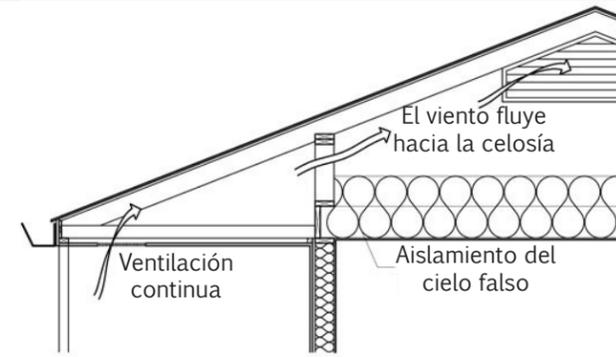


Figura 132: Línea de diseño No. 25. Fuente: elaborado por la autora con base en Consultor Climático 5.4.

47. Utilizar plantas abiertas para facilitar la ventilación cruzada, o puertas con celosías, y si la privacidad es necesaria usar ductos de ventilación.

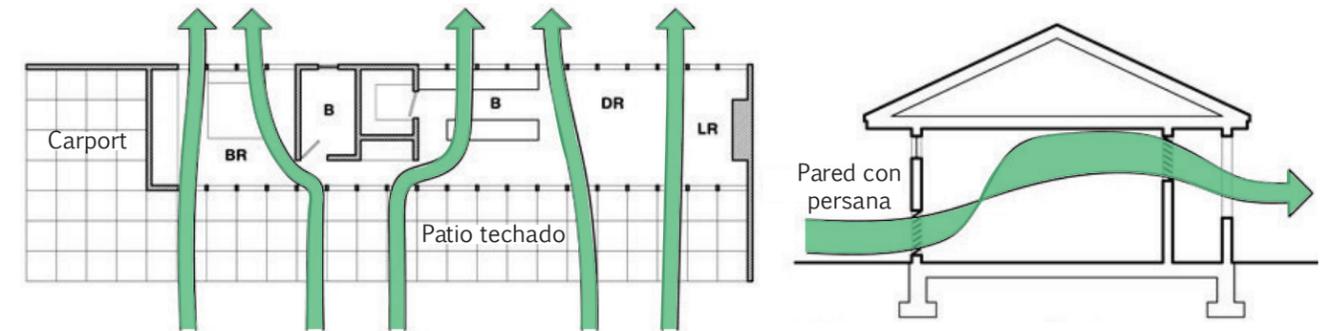


Figura 133: Línea de diseño No. 47. Fuente: elaborado por la autora con base en Consultor Climático 5.4.

II.ii. Interpretación climática según Tablas Mahoney

TABLA N° 5: RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO ARQUITECTÓNICO						
INDICADORES DE MAHONEY						
Número de Indicadores	H1	H2	H3	A1	A2	A3
	8	0	4	4	0	0
Distribución				0-10		
				11-12		5-12 0-4
Espaciamiento	11-12					
	2-10					
	0-1					
Ventilación	3-12					
	1-2			0-5 6-12		
	0	2-12 0-1				
Tamaño de las Aberturas				0-1		0 1-12
				2-5		
				6-10		
				11-12		0-3 4-12
Posición de las Aberturas	3-12					
	1-2			0-5 6-12		
	0	2-12				
Protección de las Aberturas					0-2	
			2-12			
Muros y Pisos				0-2		
				3-12		
Techumbre	10-12			0-2 3-12		
	0-9			0-5 6-12		
Espacios nocturnos exteriores					2-12	
			3-12			

A través de esta tabla se obtienen las recomendaciones de diseño bioclimático para la ciudad de Managua según Mahoney.

Es importante señalar que la recomendación relacionada a muros y pisos (masivos-arriba de 8 horas de retardo térmico) no será aplicada en el anteproyecto.

Tabla 16: Tablas Mahoney.

II.iii. Interpretación de la carta Psicrométrica del software Ecotect

Ecotect define una clasificación del clima para Managua en la que establece que, de acuerdo a los registros de valores medios procesados, el clima de la zona se tipifica en dos categorías; Tibio Húmedo (nueve meses) y Cálido Húmedo (tres meses). Esto confirma el carácter esencialmente tropical de las condiciones climáticas de Managua, en que la presión de vapor, las precipitaciones

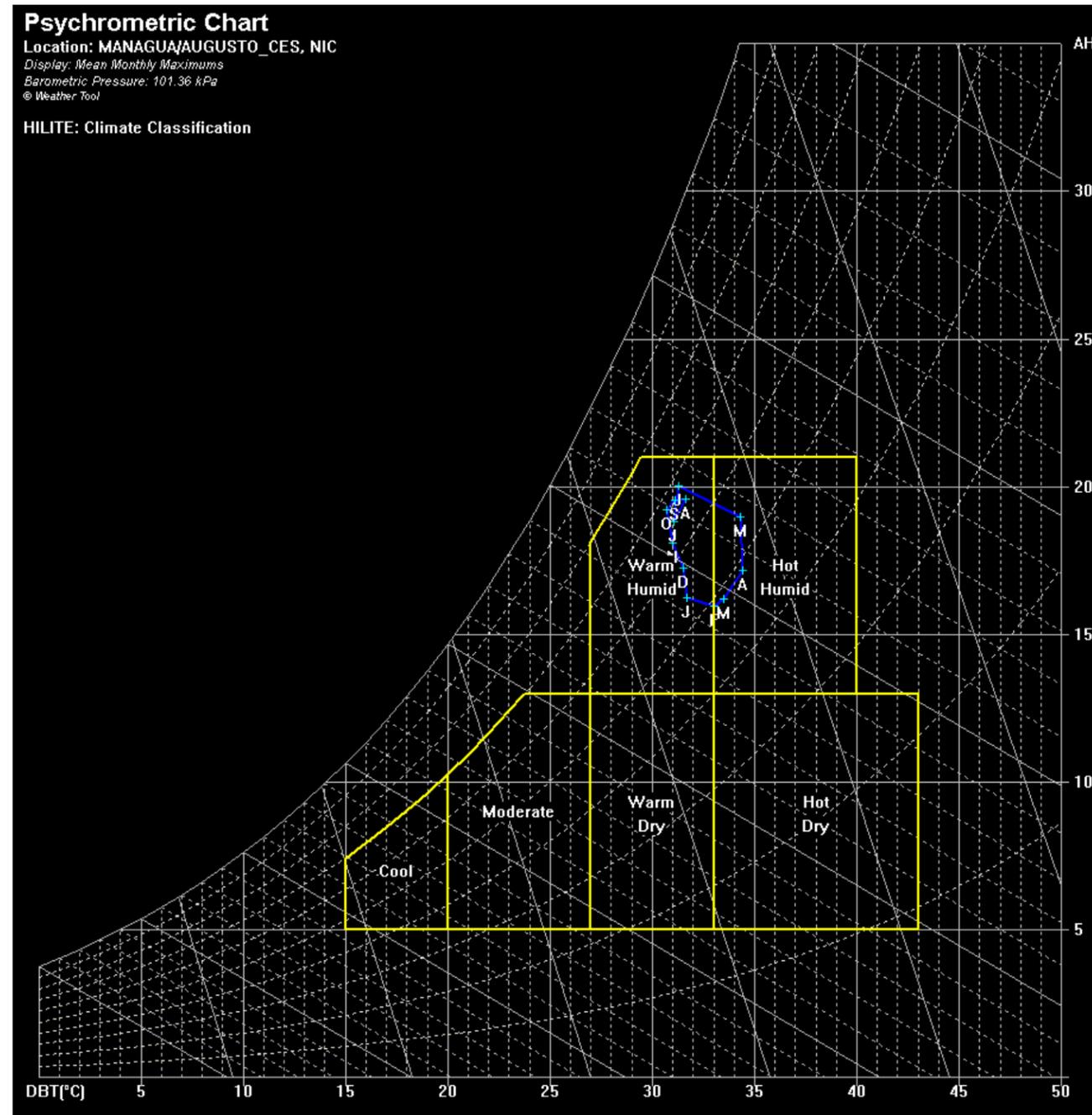


Gráfico 13: Clasificación del clima de Managua. Fuente: Ecotect.

y la radiación solar son elementos atmosféricos de gran influencia.

La Carta Psicrométrica de Ecotect determina que la Zona de Bienestar Térmico para Managua está delimitada por los 22.4°C y los 27.4°C de temperatura de bulbo seco, y los 19% y 80% de humedad relativa, con la premisa de que las actividades realizadas por los usuarios de los edificios a diseñar, según el programa arquitectónico, son fundamentalmente calificadas como de trabajo ligero sentado o de pie; con movimiento moderado de brazos, torso y piernas, (trabajo de oficina y de docencia).

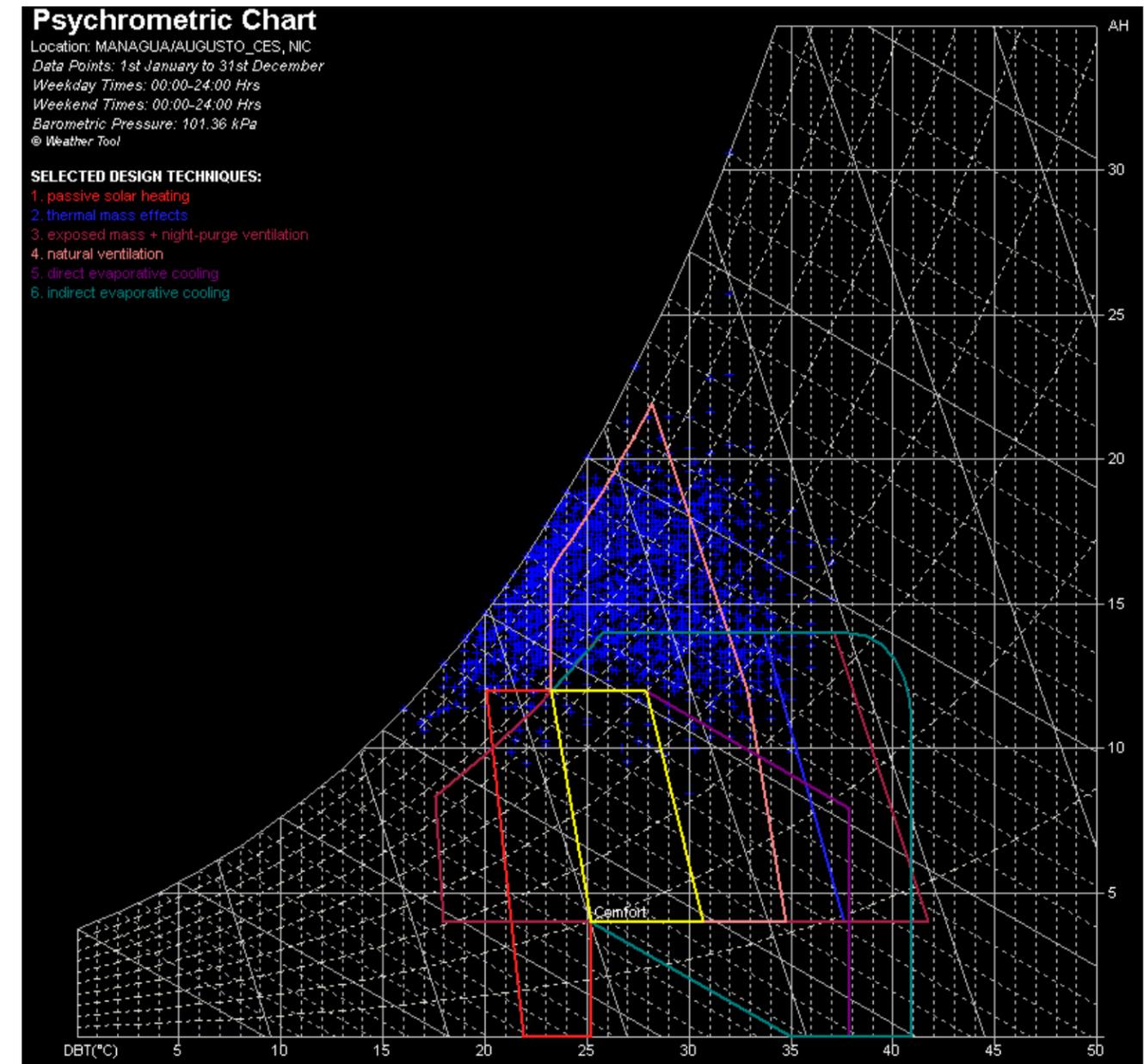


Gráfico 14: Carta Psicrométrica de Ecotect. Fuente: Ecotect.

Se observa que las condiciones de confort son muy escasas, lo que conlleva a emplear técnicas de diseño bioclimático. La carta refleja que las características del clima de Managua establecen la necesidad primordial de aplicar la Ventilación Natural como estrategia principal para lograr el confort térmico humano. En segundo y tercer orden, las estrategias a aplicar son las de Efecto de Masa Térmica y Enfriamiento Evaporativo Indirecto, respectivamente.

La Masa Térmica adecuada es la que está basada en la inercia térmica débil, es decir, aquella en la que el tiempo de retardo o desfase y el amortiguamiento son pequeños, por lo tanto son las edificaciones con sistemas livianos. La inercia térmica débil es la efectiva para edificaciones de uso diurno y nocturno acondicionadas con ventilación natural, que son precisamente las características de los edificios a diseñar en el anteproyecto. Lo importante es seleccionar un cerramiento que no acumule calor en el día y presente poco tiempo de desfase (alrededor de dos horas), con el fin de liberarse de las altas temperaturas lo más pronto posible.

En períodos muy específicos del año, cuando la humedad relativa puede bajar hasta 35% y la temperatura de bulbo seco presenta registros altos de hasta 35° C, es posible aplicar algún sistema de Enfriamiento Evaporativo Indirecto, con el fin de lograr un efecto de refrescamiento en el interior de los ambientes. Esta estrategia deberá estudiarse de forma cuidadosa en cuanto al período del año en que es adecuada utilizarla, que por lo general será cuando la humedad relativa registra los datos más bajos en la estación seca, a tal punto que es viable obtener una disminución de la temperatura de bulbo seco al entrar el aire en contacto con el agua o una superficie humedecida.

Los vientos predominantes en Managua proceden del Este. Sin embargo, es importante destacar que existe un ángulo de incidencia significativo que oscila desde el Noreste hasta el Sureste (aproximadamente 90°). Esta condición permite establecer un margen para la orientación de los edificios en función de la captación de corrientes de aire para ventilar los ambientes.

Se observa que los vientos predominantes (Este), son los que a su vez tienen las velocidades más bajas (2.8 m/s), mientras tanto, del Noreste y Sureste provienen los vientos secundarios con las velocidades más altas (hasta 13.8 m/s).

Los vientos con mayor temperatura vienen del Sureste con valores alrededor de los 35°C en horas de la tarde, por el contrario, los vientos con menor temperatura tienen su origen en el Noreste, Suroeste y Sur Sureste, con registros alrededor de los 20°C, en horas de la madrugada.

Así mismo, los vientos con mayor carga de humedad provienen del Suroeste con índices de

hasta 95%, no obstante, por su muy baja frecuencia no representan mayor incidencia. Mientras los vientos predominantes y secundarios poseen también un alto rango de humedad entre 55% y 85% según la época del año, lo que sin duda constituye un factor condicionante muy relevante dada la cantidad de vapor de agua que contienen las corrientes de viento.

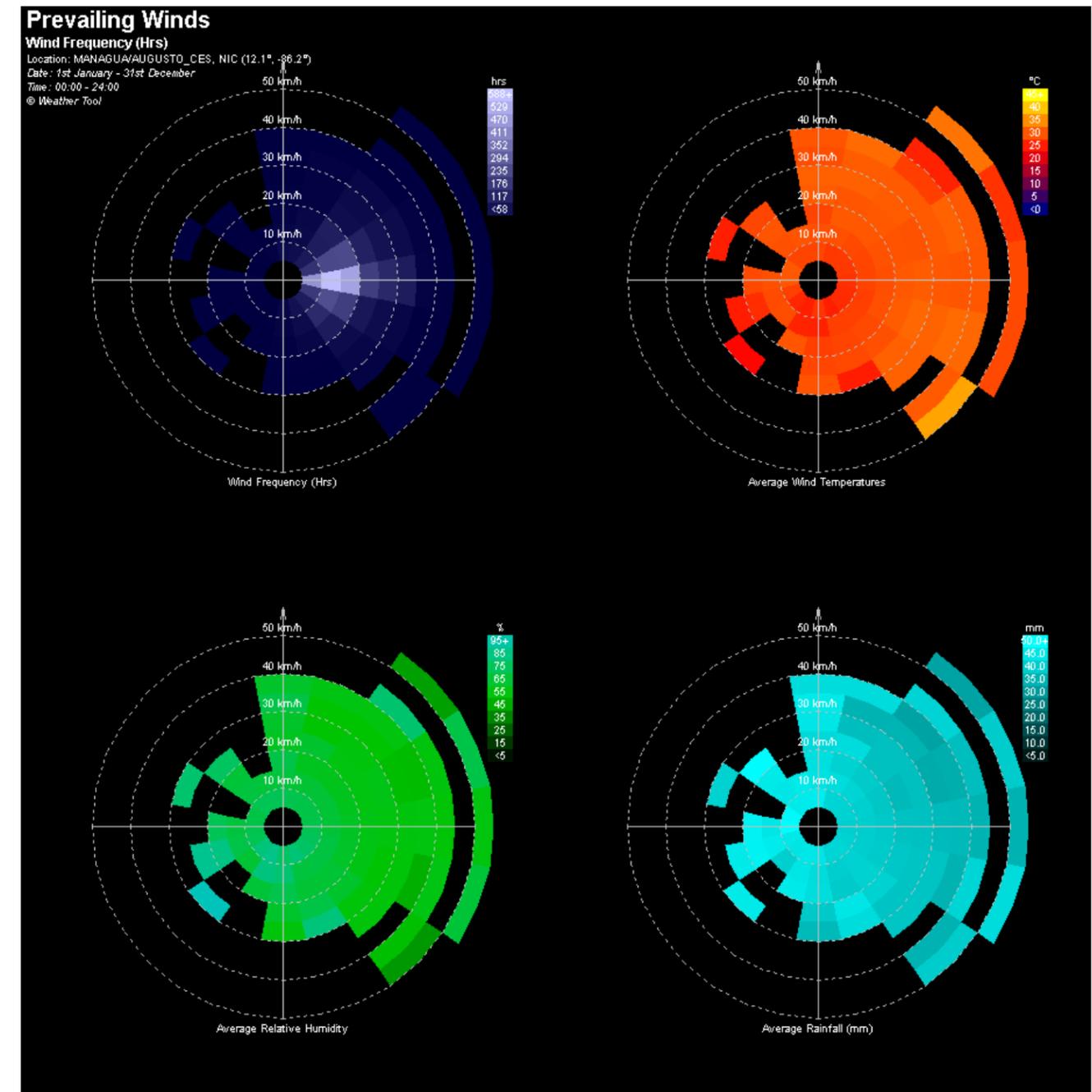


Gráfico 15: Síntesis del régimen de vientos predominantes. Fuente: Ecotect.

Las precipitaciones con mayores valores proceden del Norte, Noreste, Suroeste y Noroeste con registros de hasta 50mm, siendo las más relevantes las dos primeras orientaciones por su mayor frecuencia en la rosa de los vientos, en comparación con las otras dos orientaciones mencionadas.

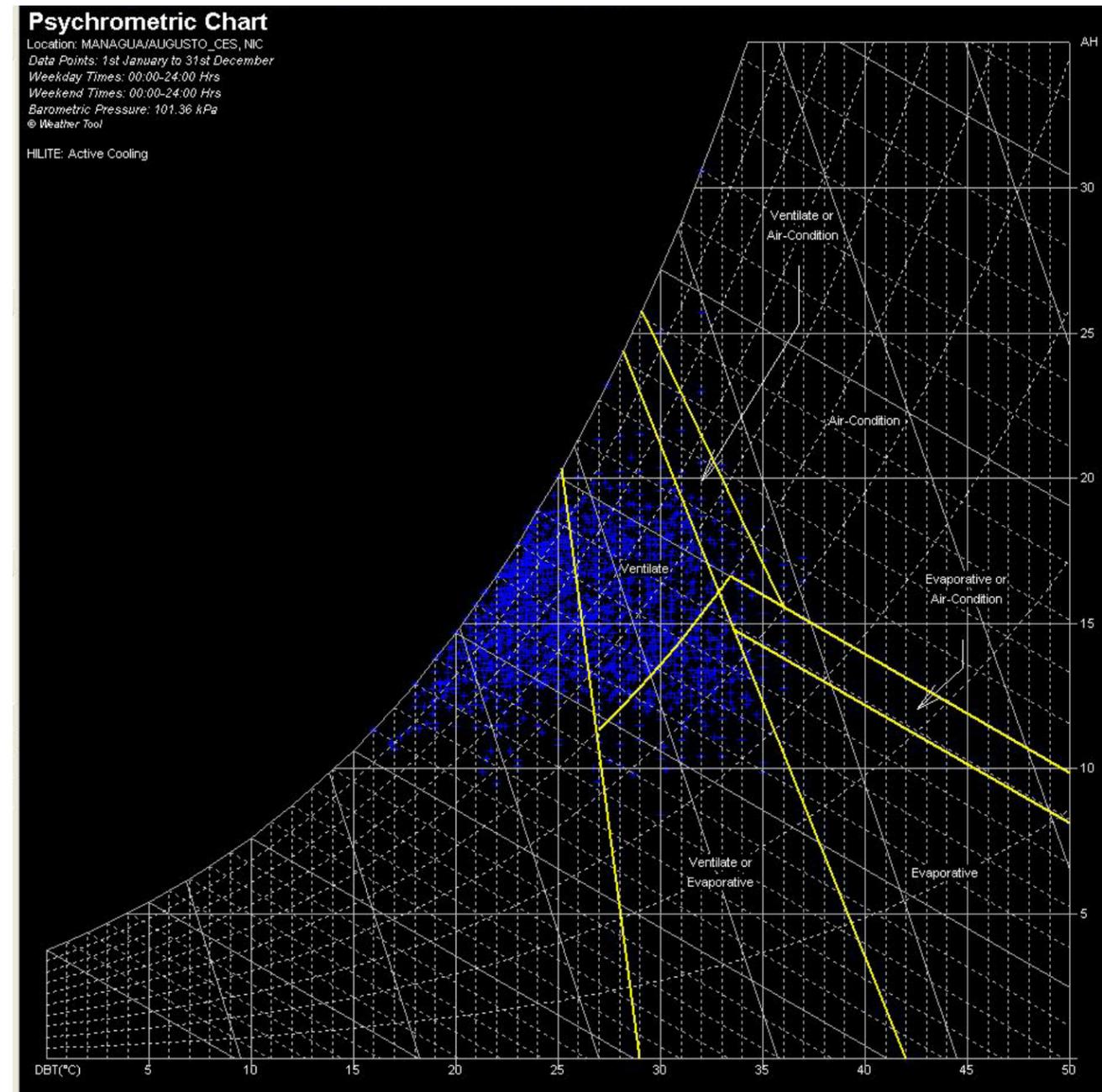


Gráfico 16: Enfriamiento activo. Fuente: Ecotect.

El gráfico muestra que dado que el clima de Managua es principalmente cálido y húmedo, existen ciertos periodos en el año en que la ventilación por medios pasivos no será suficiente para lograr el confort para los usuarios, habiendo que utilizar recursos de carácter activo para lograr tal objetivo.

Anteproyecto del Centro Nacional de Formación Docente Fe y Alegría, con enfoque bioclimático- Managua, Nicaragua.

Cuando se presenten casos extremos en que la humedad y la temperatura suben de manera combinada hasta sus valores extremos, será necesario disponer de ventiladores mecánicos, e incluso de aparatos de aires acondicionados de alta eficiencia energética, para crear condiciones agradables térmicamente en los ambientes internos.

III. ANÁLISIS MICRO CLIMÁTICO

La presencia de una importante cantidad de árboles cuyas sombras reducen el efecto de la incidencia de la radiación solar sobre el terreno, y funcionan como un filtro natural que mejoran la calidad del aire. Del total de vegetación existente se identifican 16 árboles que es recomendable conservar por su tamaño y el sombreado que proyectan. Sin embargo al momento de configurar la distribución de los edificios en el conjunto, deberá verificarse cuáles de estos árboles podrán mantenerse, ya que se requiere mucha área del terreno para cumplir con los requerimientos funcionales planteados por la fundación Fe y Alegría.



Gráfico 17: Vegetación del sitio. Fuente: Elaborado por la autora.

La presencia de la carretera a Masaya y de la calle de entrada a Los Vanegas, por el material que están construidas, constituye una fuente de calor indirecta para el sitio por la reflexión de la radiación solar que incide sobre estas superficies.



Gráfico 18: Vías circundantes del sitio. Fuente: Elaborado por la autora.

Aunque no existen edificios altos en la dirección del viento predominante que viene del Este y el secundario del Noreste, existen elementos que condicionan la incidencia de los vientos en el terreno, como las calles que encausan las corrientes de aire hacia el interior del sitio, lo que constituye una ventaja al confort de los edificios. Además se identifica una barrera de árboles en el costado este de la poligonal, favoreciendo a la temperatura de los vientos predominantes.



Gráfico 19: Incidencia de vientos en el sitio. Fuente: Elaborado por la autora.

La topografía del terreno como es relativamente llana, (a excepción de una pequeña zona en el sector noroeste del sitio), no representa un factor importante para el comportamiento del viento ni para la creación de diferencia de sombras generadas por desniveles considerables.

IV. CUADRO SÍNTESIS DE ESTRATEGIAS Y RECOMENDACIONES DE DISEÑO BIOCLIMÁTICO.

En la siguiente tabla se sintetizan las estrategias y recomendaciones de diseño bioclimático principales para el anteproyecto.

Tabla Síntesis de Estrategias y Recomendaciones de Diseño Bioclimático	
Herramienta Bioclimática	Estrategias y/o Recomendaciones Principales
Consultor Climático	Protección solar de ventanas. Masa térmica alta Enfriamiento por ventilación natural Enfriamiento por ventilación mecánica Deshumidificación Enfriamiento, más deshumidificación si es necesario
Tablas Mahoney	Orientación Norte-Sur (eje largo E-O) Espaciamiento igual a 3, pero con protección de vientos Habitaciones de una galería-ventilación constante Aberturas de tamaño mediano (30-50%) Aberturas en muros Norte y Sur, a la altura de los ocupantes en barlovento. Sombreado total y permanente de las ventanas Protección de ventanas contra la lluvia Muros y pisos masivos, arriba de 8 horas de retardo térmico Techos ligeros bien aislados Grandes drenajes pluviales
Ecotect	Enfriamiento por ventilación natural Efecto de masa térmica Enfriamiento evaporativo indirecto Enfriamiento por ventilación mecánica

Tabla 17: Síntesis de estrategias y recomendaciones de diseño bioclimático. Fuente: Elaborado por la autora.

1. Se evidenció que a escala municipal y local las temperaturas y humedades relativas son altas durante la mayoría del año. La combinación de estos factores da como resultado un índice de confort climático bochornoso.
2. Un factor primordial que contribuirá a lograr el confort bioclimático es disipar los efectos negativos generados por el clima cálido y húmedo imperante, por lo que la Ventilación Natural se convierte en la estrategia pasiva principal para conseguir tal objetivo.
3. La selección de los sistemas constructivos para el anteproyecto desde el punto de vista de efecto térmico, estará condicionado por el principio de inercia térmica débil, ya que es imprescindible que los edificios se desprendan rápidamente del flujo de calor que reciben en el día.
4. Las tres herramientas utilizadas en el análisis bioclimático; Consultor Climático, Tablas Mahoney y Ecotect, coinciden considerablemente en la determinación de las condiciones climáticas, así como en las recomendaciones de diseño derivadas del diagnóstico realizado.
5. Debido a la fuerte incidencia de la radiación solar, en la propuesta arquitectónica se deberá estudiar cómo amortiguar este efecto negativo, asegurando la protección adecuada de los edificios y aprovechando al máximo la vegetación existente.

CAPÍTULO 4: Desarrollo del anteproyecto

Este capítulo contiene el diseño del anteproyecto y la descripción de todos los aspectos importantes, desde el planteamiento del plan de necesidades, conceptualización, aspectos funcionales, formales, estructurales-constructivos, hasta la aplicación de las estrategias bioclimáticas. En las siguientes páginas se encontrará la justificación de las decisiones que fueron tomadas durante el proceso de diseño.

I. PLAN DE NECESIDADES Y PROGRAMA ARQUITECTÓNICO

I.i. Plan de necesidades

La necesidad de elaboración del anteproyecto surge por el requerimiento de un edificio propio para la realización de eventos de carácter docente de la institución Fe y Alegría, situación que fue descrita detalladamente en el acápite de Antecedentes en el Capítulo 0. Para el desarrollo del diseño la institución informó a la autora los principales requerimientos espaciales, detallándose a continuación y agrupándose por zonas:

PLAN DE NECESIDADES				
Zona	Ambiente	Cantidad de ambientes	Cantidad de usuarios	Observaciones
Educativa	Aula de clase	4	20	Deben tener iluminación y ventilación natural.
	Sala de profesores	1	10	
	Sala de usos múltiples	1	120	Debe tener la posibilidad de dividirse en dos salones para 60 personas c/u.
Admon	Recepción	1		
	Sala de espera	1		
	Oficina de logística	1	1	
	Oficina contabilidad	1	1	
	Oficina director	1	1	
	S.S	1	1	
Habitaciones	Habitaciones	30	2	Deben tener iluminación y ventilación natural.
	S.S para habitaciones	15	1	Se compartirá 1 S.S por cada 2 habitaciones.

Comedor	Cocina			
	Comedor	120		
	S.S mujeres			
	S.S varones			
Servicios generales	Bodega	2		
	Mantenimiento	2		
	Lavandería	4		
	Estar para trabajadores	6		

Tabla 18: Plan de necesidades. Fuente: Elaborado por la autora.

Uno de los requerimientos más importantes planteados por la institución beneficiaria es el uso adecuado de la luz y viento para generar espacios confortables sin necesidad de recurrir a sistemas artificiales (como aires acondicionados) que generen gastos excesivos en el mantenimiento del edificio.

I.ii. Programa arquitectónico

Para el desarrollo del anteproyecto se detallan a continuación los diferentes ambientes agrupados por zonas según el requerimiento funcional.

PROGRAMA ARQUITECTÓNICO: CENTRO NACIONAL DE FORMACIÓN DOCENTE FE Y ALEGRÍA - MANAGUA, NICARAGUA.

ZONA	SUB-ZONA	AMBIENTE	SUB-AMBIENTE	CANT. SUB-AMB.	ACTIVIDAD	CANT. USUARIOS		ÁREA (m2)	ÁREA TOTAL (m2)	MOBILIARIO	VENTILACIÓN		ILUMINACIÓN		
						FIJO	TEMP				N	A	N	A	
ADMINISTRATIVA	Pública	Vestíbulo		1	Circular	0	6	7,20	7,20	-	x		x		
		Recepción		1	Recibir y dar información	1	2	9,40	9,40	1 mesa tipo recibidor, 1 silla	x		x		
		Sala de espera		1	Esperar	0	6	12,40	12,40	6 sillas, 1 mesa de centro, 1 papelería, 1 dispensador de agua	x		x		
		S.S visitante		1	Necesidades fisiológicas	0	1	2,60	2,60	1 inodoro, 1 lavabo	x		x		
							SUBTOTAL subzona pública			31,60					
	Privada	Administración	Oficina administración		1	Dirigir, atender personas	1	2	27,50	27,50	1 escritorio, 3 sillas, 1 archivador, set de 4 sillas con mesa redonda	x		x	
			S.S administración		1	Necesidades fisiológicas	1	0	2,60	2,60	1 inodoro, 1 lavabo	x		x	
		Oficina contabilidad		1	Dirigir, atender personas	2	2	21,50	21,50	2 escritorios, 4 sillas, 1 archivador	x		x		
		Oficina encargado de mantenimiento		1	Dirigir, atender personas	1	2	21,50	21,50	1 escritorios, 3 sillas, 1 archivador	x		x		
		Sala de profesores	Papelería/fotocopia		1	Almacenar	0	1	7,30	7,30	estantes, fotocopiadora, contenedores de papel	x		x	
			Sala de profesores		1	Reunirse, descansar	0	6	9,6	9,6	sofás, mesa de café	x		x	
			Cubículos profesores		1	Leer, estudiar	0	6	32,80	32,80	6 mesas, 6 sillas, 6 computadoras	x		x	
			Cocineta		1	Preparar bebidas y calentar comida	0	2	5,80	5,80	mueble fijo de cocina	x		x	
			Área de comedor		1	Comer	0	10	14,60	14,60	1 mesa, 10 sillas	x		x	
		Sala de reuniones		2	Sentarse, reunirse	0	10	23,00	46,00	1 mesa, 10 sillas, 1 mesa para café	x		x		
					SUBTOTAL subzona privada			189,20							

PROGRAMA ARQUITECTÓNICO: CENTRO NACIONAL DE FORMACIÓN DOCENTE FE Y ALEGRÍA - MANAGUA, NICARAGUA.

ZONA	SUB-ZONA	AMBIENTE	SUB-AMBIENTE	CANT. SUB-AMB.	ACTIVIDAD	CANT. USUARIOS		ÁREA (m ²)	ÁREA TOTAL (m ²)	MOBILIARIO	VENTILACIÓN		ILUMINACIÓN			
						FIJO	TEMP				N	A	N	A		
ADMINISTRATIVA	Servicio	Cuarto de servicio para edificio 1		1	Almacenar, lavar	0	1	6,00	6,00	1 lavalampazos, 1 lavadero, anaquel		x		x		
		Cuarto de sub-panel (por piso) en edificio 1		3		0	1	0,80	2,40	-		x		x		
		SUBTOTAL subzona servicio								8,40						
SUBTOTAL zona administrativa								229,20								
EDUCATIVA	Salas educativas	Aula de clases		4	Estudiar, leer, escuchar, impartir clase	21	0	50,87	203,48	10 mesas, 1 escritorio, 21 sillas, 1 pizarra	x		x			
		Sala de informática		1	Estudiar, leer, escuchar, impartir clase	21	0	50,86	50,86	10 mesas, 1 escritorio, 21 sillas, 21 computadoras		x	x			
		Sala de documentación	Recepción		1	Dar información, recibir y entregar libros	1	4	7,40	7,40	1 escritorio, 1 silla, 1 computadora	x		x		
			Buscador de libros		1	Buscar libros	0	2	0,60	0,60	1 mesa, 1 computadora	x		x		
			Área de estudio		1	Leer, estudiar	25	0	44,00	44,00	5 mesas, 25 sillas	x		x		
		S.S	Acervo		1	Almacenar libros	0	1	21,60	21,60	libreros	x		x		
			Batería S.S varones		1	Necesidades fisiológicas	0	3	15,40	15,40	2 urinarios, 1 inodoro, 2 lavabos	x		x		
		Batería S.S mujeres		1	Necesidades fisiológicas	0	3	14,30	14,30	3 inodoros, 2 lavabos	x		x			
		Pasillo en 1er piso		1	Circular	0	0	282,00	282,00							
		Pasillo en 2do piso		1	Circular	0	0	282,00	282,00							
		SUBTOTAL subzona salas educativas								921,64						
		Vestíbulo	Vestíbulo	Vestíbulo		1	Circular	120	0	43,00	43,00	-	x		x	
				Batería S.S		1	Necesidades	0	5	15,90	15,90	6 urinarios, 2 inodoros, 2 lavabos				
Batería S.S				1	Necesidades	0	5	17,70	17,70	4 inodoros, 2 lavabos						

PROGRAMA ARQUITECTÓNICO: CENTRO NACIONAL DE FORMACIÓN DOCENTE FE Y ALEGRÍA - MANAGUA, NICARAGUA.

ZONA	SUB-ZONA	AMBIENTE	SUB-AMBIENTE	CANT. SUB-AMB.	ACTIVIDAD	CANT. USUARIOS		ÁREA (m2)	ÁREA TOTAL (m2)	MOBILIARIO	VENTILACIÓN		ILUMINACIÓN		
						FIJO	TEMP				N	A	N	A	
EDUCATIVA	Sala de usos múltiples	Sala de usos múltiples	Auditorio	1	Sentarse, estudiar, escuchar, impartir conferencias	125	0	438,00	438,00	20 mesas redondas (para 6 personas c/u), 125 sillas, 1 mesa para conferencistas	x	x	x	x	
			Bodega	1	Almacenar	0	2	45,00	45,00	-			x		
			Cuarto audiovisual	1		2	0	16,30	16,30	2 escritorios, 2 sillas, estantes para equipo audiovisual		x	x	x	
		SUBTOTAL subzona sala de usos múltiples								575,90					
								SUBTOTAL zona educativa		1497,54					
COMPLEMENTARIA	Comedor	Vestíbulo		1	Circular	120	0	12,00	12,00	-	x		x		
			S.S./servicio	Batería S.S varones	1	Necesidades fisiológicas	0	5	13,90	13,90	6 urinarios, 2 inodoros, 2 lavabos	x		x	
				Batería S.S mujeres	1	Necesidades fisiológicas	0	5	12,70	12,70	4 inodoros, 2 lavabos	x		x	
			Mesas	Área de mesas	1	Sentarse, comer, conversar	120	0	260,00	260,00	120 sillas, 10 mesas	x		x	
				Área de platos sucios	1	Recibir platos sucios	0	1	1,80	1,80	carrito para platos	x		x	
	SUBTOTAL subzona comedor								300,40						
		Recepción/expulsión	Patio de carga/descarga	1	Maniobrar camión, cargar y descargar alimentos	0	2	198,50	198,50		x		x		
	Cocina	Mostrador		1	Entregar alimentos	2	0	8,70	8,70		x	x	x	x	
		Área de refrigeración		1	Conservar alimentos fríos	0	1	9,30	9,30		x	x	x	x	
		Cocina		1	Preparar, lavar y cocinar alimentos	4	0	30,00	30,00		x	x	x	x	
		Recepción de platos sucios		1	Recibir platos sucios	0	1	1,50	1,50		x	x	x	x	
		Lavaplatos		1	Lavar platos y ollas	1	0	11,50	11,50		x	x	x	x	
Almacén			1	Almacenar alimentos secos	0	1	19,00	19,00		x	x	x	x		

PROGRAMA ARQUITECTÓNICO: CENTRO NACIONAL DE FORMACIÓN DOCENTE FE Y ALEGRÍA - MANAGUA, NICARAGUA.

ZONA	SUB-ZONA	AMBIENTE	SUB-AMBIENTE	CANT. SUB-AMB.	ACTIVIDAD	CANT. USUARIOS		ÁREA (m2)	ÁREA TOTAL (m2)	MOBILIARIO	VENTILACIÓN		ILUMINACIÓN		
						FIJO	TEMP				N	A	N	A	
						SUBTOTAL subzona cocina			278,50						
						SUBTOTAL zona complementaria			578,90						
HABITACIONES	Privada	Habitación doble	Habitación	30	Dormir, descansar, leer	2	0	23,00	690,00	2 camas unipersonales, 3 mesas de noche, 2 sillas mecedoras, 1 mesa de centro	x	x	x		
			S.S	15	Necesidades fisiológicas, bañarse	0	1	5,10	76,50	1 lavabo, 1 inodoro	x		x		
		Escalera en 3er piso		2	Circular	0	32	22,80	45,60						
		Pasillo en 3er piso		1	Circular	0	32	305,00	305,00						
							SUBTOTAL zona habitaciones			1117,10					
SERVICIOS GENERALES	Lavandería			1	Lavar, secar, doblar y almacenar ropa	2	0	38,50	38,50	Lavadoras, secadoras, mesas y closets	x		x		
						SUBTOTAL subzona lavandería			38,50						
	Mantenimiento	Taller de mantenimiento general			1	Reparar	0	2	21,00	21,00	Mesas, Estantes para herramientas, sillas	x		x	
		Bodega			1	Almacenar	0	1	19,50	19,50	-	x		x	
							SUBTOTAL subzona mantenimiento			40,50					
	Estar trabajadores	Estar trabajadores	Cocineta		1	Preparar bebidas y calentar comida	0	2	4,20	4,20	Mueble fijo de cocina con pantry	x		x	
			Área de estar		1	Estar, descansar, conversar	0	10	21,00	21,00	10 sillas, 2 mesas de centro	x		x	
S.S/vestidores		Batería S.S/vestidores varones		1	Necesidades fisiológicas, ducharse, vestirse	0	4	12,40	12,40	4 vestidores, 1 urinario, 1 inodoro, 1 lavabo	x		x		
		Batería S.S/vestidores mujeres		1	Necesidades fisiológicas, ducharse, vestirse	0	4	12,40	12,40	4 vestidores, 1 inodoro, 1 lavabo	x		x		
						SUBTOTAL subzona estar trabajadores			50,00						

PROGRAMA ARQUITECTÓNICO: CENTRO NACIONAL DE FORMACIÓN DOCENTE FE Y ALEGRÍA - MANAGUA, NICARAGUA.														
ZONA	SUB-ZONA	AMBIENTE	SUB-AMBIENTE	CANT. SUB-AMB.	ACTIVIDAD	CANT. USUARIOS		ÁREA (m2)	ÁREA TOTAL (m2)	MOBILIARIO	VENTILACIÓN		ILUMINACIÓN	
						FIJO	TEMP				N	A	N	A
					SUBTOTAL zona servicios generales				129,00					
EXTERIORES	Estacionamientos	Estacionamientos para vehículos		22	Circular, estacionar	0	22	817,00	817,00		x		x	
		Estacionamientos para buses		2	Circular, estacionar	0	2	53,00	53,00		x		x	
	Plaza	Plaza de acceso		1	Circular, estar	0	variable	293	293	Bancas fijas	x		x	
						SUBTOTAL zona exteriores				1163				

TOTAL m2	4714,74
----------	---------

Tabla 19: Programa arquitectónico. Fuente: Elaborado por la autora.

II. CONCEPTUALIZACIÓN

El anteproyecto se fundamenta en la teoría de conceptualización del arquitecto suizo Bernard Tschumi, quien sostiene que “No hay arquitectura sin concepto -una idea general, un diagrama o un esquema que da coherencia e identidad a un edificio. El concepto, no la forma, es lo que distingue a la arquitectura de la mera construcción. Sin embargo no hay arquitectura sin contexto (excepto para la utopía).” (Tschumi, 2005, p. 1).

Tschumi establece la relación entre concepto y contexto, definiendo varios tipos de contexto: histórico, geográfico, político, cultural y económico; los cuales pueden relacionarse con el concepto por medio de: indiferencia, conflicto o reciprocidad, siendo la última la base del concepto del anteproyecto. La relación por reciprocidad determina que el concepto y el contexto interactúan de manera muy cercana, funcionando como complementos, como un todo sin fracturas.

Relacionando concepto y contexto por reciprocidad se genera el planteamiento de conceptualización del contexto, que para el anteproyecto significa transformar las condiciones físicas del terreno en una idea arquitectónica, es decir desarrollar una propuesta utilizando como energía moldeadora las restricciones como: forma de la poligonal, predominancia de vientos, trayectoria solar, sistemas vehiculares emisores de ruido y vegetación existente. Además este contexto, por su naturaleza, integra criterios de diseño bioclimático que fácilmente se conjugan con el resto de la propuesta.

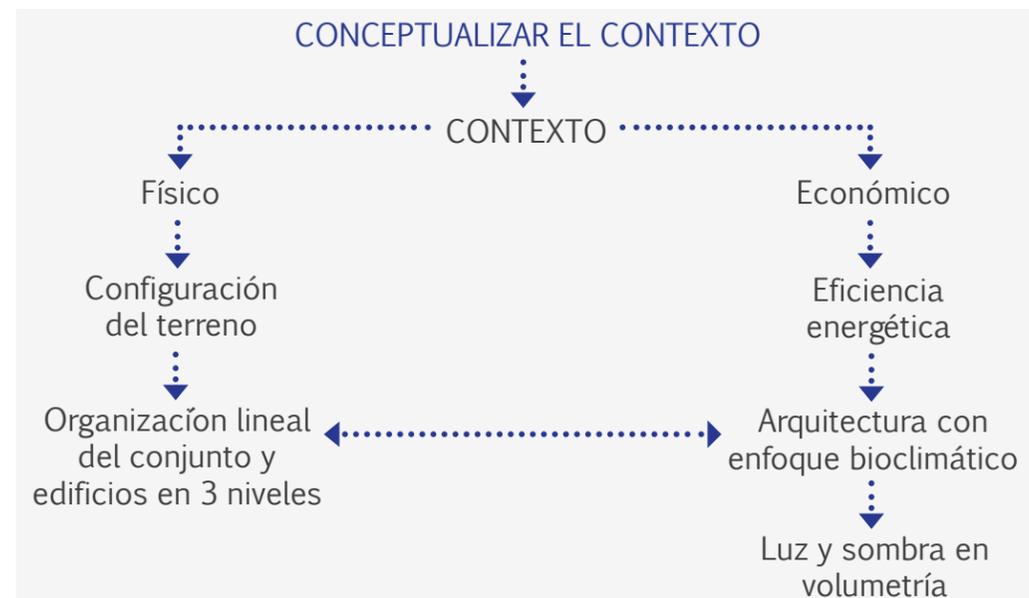


Gráfico 20: Esquema del concepto generador del diseño. Fuente: Elaborado por la autora.

En el gráfico claramente se muestran las variables que conforman el concepto generador, dividiéndose el contexto en dos componentes: físico y económico. El primero se obtiene a partir del estudio de sitio, siendo la condición más relevante la configura-

ción del terreno, la cual obliga una organización lineal del conjunto y la disposición de los edificios en dos y tres niveles. El emplazamiento lineal este-oeste en el eje largo favorece también desde el punto de vista bioclimático, ya que esta orientación permite la protección solar y captación de vientos.

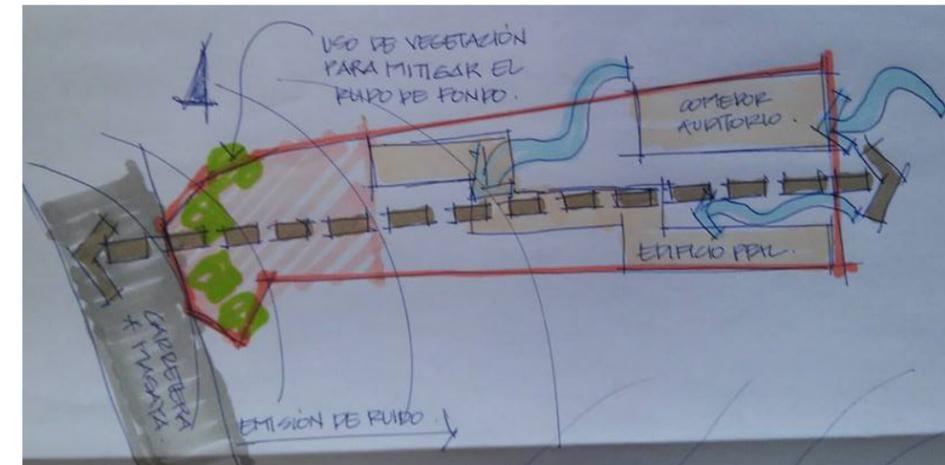


Gráfico 21: Esquema de organización del conjunto. Fuente: Elaborado por la autora.

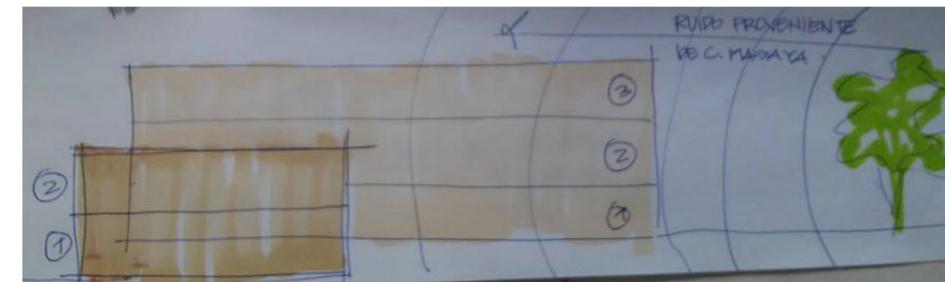


Gráfico 22: Esquema de organización de los edificios. Fuente: Elaborado por la autora.

El contexto económico surge por la necesidad de la institución Fe y Alegría de optimizar recursos en el mantenimiento de los edificios, traduciendo esta condición al concepto de eficiencia energética, que en la propuesta se plantea principalmente como aplicación de estrategias bioclimáticas como ventilación natural y protección solar de ventanas. Al utilizar los elementos del clima a favor del diseño, se propone también la generación de luz y sombra a través del juego de volúmenes, que

además de derivar una interesante composición arquitectónica, produce áreas de sombreado. Descritos ambos contextos resulta fácil comprender la relación de reciprocidad.

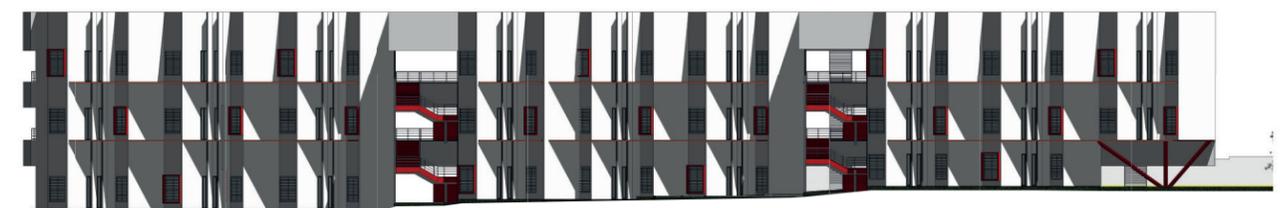


Figura 134: Fachada norte de edificio 1. Sin escala. Fuente: Elaborado por la autora.

La idea de generar la propuesta arquitectónica a partir del contexto se relaciona además con la visión de la autora ante la práctica de la arquitectura en Latinoamérica. En países en subdesarrollo como el nuestro, donde la arquitectura se encuentra poco avanzada en relación a países del primer mundo, la tarea del arquitecto debe estar orientada a la solución de problemáticas utilizando los recursos económicos y tecnológicos disponibles, pero nunca restándole valor arquitectónico a la obra. En este sentido el diseño del anteproyecto demuestra precisamente que es posible cumplir el reto del arquitecto latinoamericano: hacer más con menos.

Por otro lado, el proceso de conceptualización también recibe influencia del análisis del modelo análogo seleccionado, el cual fue fundamental para el diseño del anteproyecto al servir de referencia en un contexto con pocas normativas de diseño para la tipología escolar y eficiencia energética en edificaciones. Además del modelo análogo se retoman algunos criterios y conceptos de diseño como:

- La configuración de los espacios en un terreno con una poligonal muy irregular sin perder el correcto funcionamiento de los mismos.
- La proyección de una arquitectura simple en su volumetría por motivos económicos, realizando el valor de los juegos volumétricos, textura de los materiales y colores.
- La aplicación de estrategias bioclimáticas como la ventilación cruzada y protección solar de ventanas y vanos, y su integración en la composición arquitectónica.
- La proyección de una plaza techada generada por la volumetría del edificio 1 y que sirve de vestíbulo al conjunto.
- La disposición de las circulaciones verticales en el edificio 1.
- La integración de la rampa en la composición arquitectónica de la fachada sur del edificio 1.
- La concordancia entre la modulación estructural y funcional.

III. DESCRIPCIÓN FUNCIONAL

III.i. Zonificación

En el gráfico se ilustra la propuesta de zonificación, mostrándose en los edificios 1 y 2 las zonas de su nivel superior. El edificio 1 contiene las zonas administrativas, educativa y habitaciones en su primer y segundo nivel; y solamente habitaciones en el tercer piso. Se integran las zonas que desempeñan las principales funciones del anteproyecto, y que además requieren mayores renovaciones de aire; por tanto se propone una forma lineal en el eje este-oeste con el concepto de habitaciones de una sola galería. Los quiebres en el eje facilitan la captación de vientos y a la vez proporcionan protección de la incidencia solar de componente oeste. Asimismo debido a lo compacto del terreno, se proyecta este edificio en tres niveles, conteniendo las áreas más grandes del programa arquitectónico.

El edificio 1 se retira al máximo de la Carretera a Masaya para reducir el ruido de fondo en los ambientes; de esta manera surge el espacio para el estacionamiento perteneciente a la zona de exteriores. Esta área funciona como transición entre la Carretera a Masaya y el conjunto de edificios, y brinda la ventaja de poder situar vegetación que ayude a mitigar la contaminación acústica proveniente de la vía primaria.

El edificio 2 contiene las zonas de servicios generales y complementaria (comedor) en su primer nivel, y complementaria en el segundo. Se establece servicios generales y comedor en una sola planta por motivos de relaciones espaciales entre sí y por accesibilidad con las vías que circundan el terreno, además se proyecta empotrado en el suelo para generar enfriamiento por masa térmica, dejando altura suficiente para generar iluminación cenital. Otra razón para bajar el nivel de piso terminado de esta planta es para igualarla al nivel de la calle, pues en ese costado del terreno (oeste) existe un desnivel de 3.00 m aproximadamente.

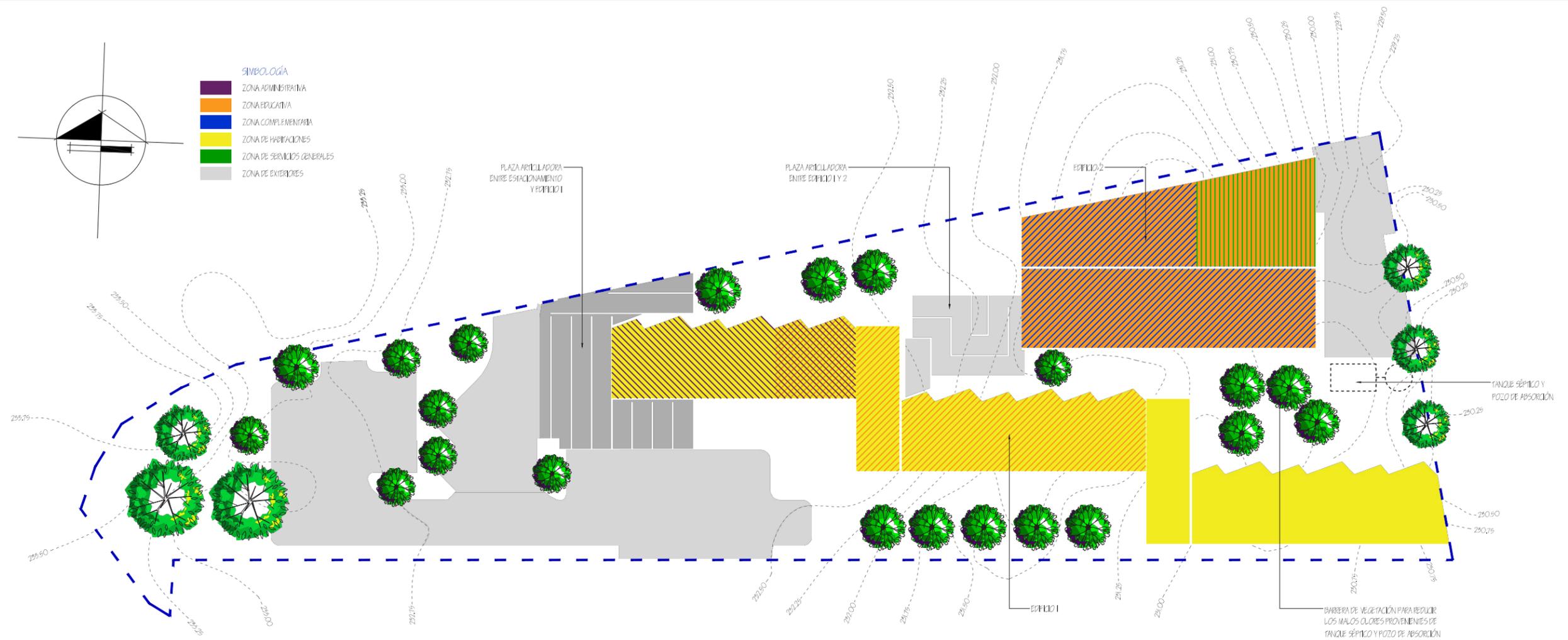


Gráfico 23: Zonificación de conjunto. Escala 1:500. Fuente: Elaborado por la autora.

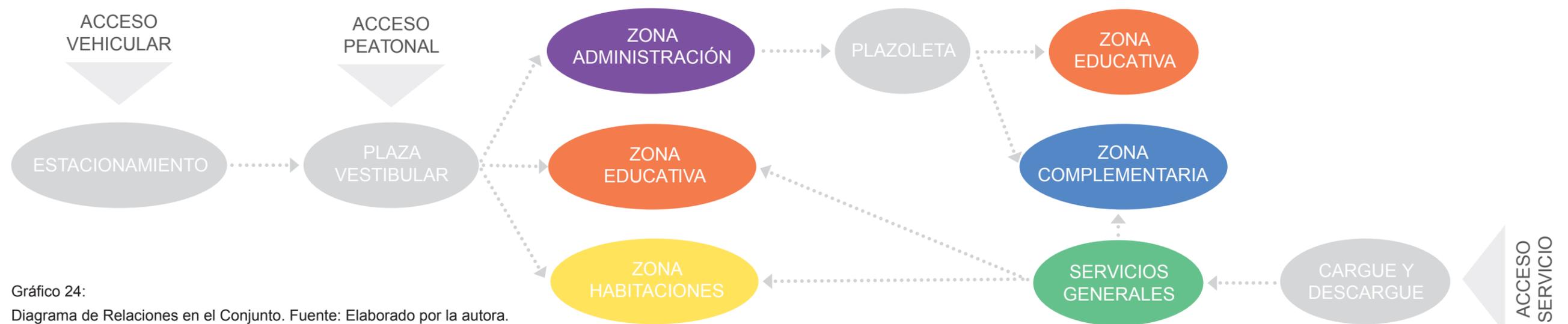


Gráfico 24: Diagrama de Relaciones en el Conjunto. Fuente: Elaborado por la autora.

Se ubican plazas abiertas como espacios articuladores. La plaza de acceso localizada bajo el edificio principal funciona como transición entre el acceso principal o estacionamiento y el interior del edificio; por otro lado la plazoleta constituye un elemento de articulación entre el edificio principal y el de comedor y auditorio. En el acápite de Espacios Públicos Abiertos se abordará de manera mas detallada este aspecto.

Finalmente como parte de la zona de servicios generales, se proyecta el tanque séptico y pozo de infiltración en la parte más baja del terreno y con acceso directo a la calle hacia Esquipulas para facilitar su mantenimiento. Por su ubicación, los vientos predominantes transportarán los malos olores provenientes del sistema de tratamiento hidrosanitario; para reducir este efecto se proyecta vegetación en el costado oeste del sistema.



Gráfico 25: Zonificación de planta primer nivel. Sin escala. Fuente: Elaborado por la autora.



Gráfico 26: Zonificación de planta segundo nivel. Sin escala. Fuente: Elaborado por la autora.

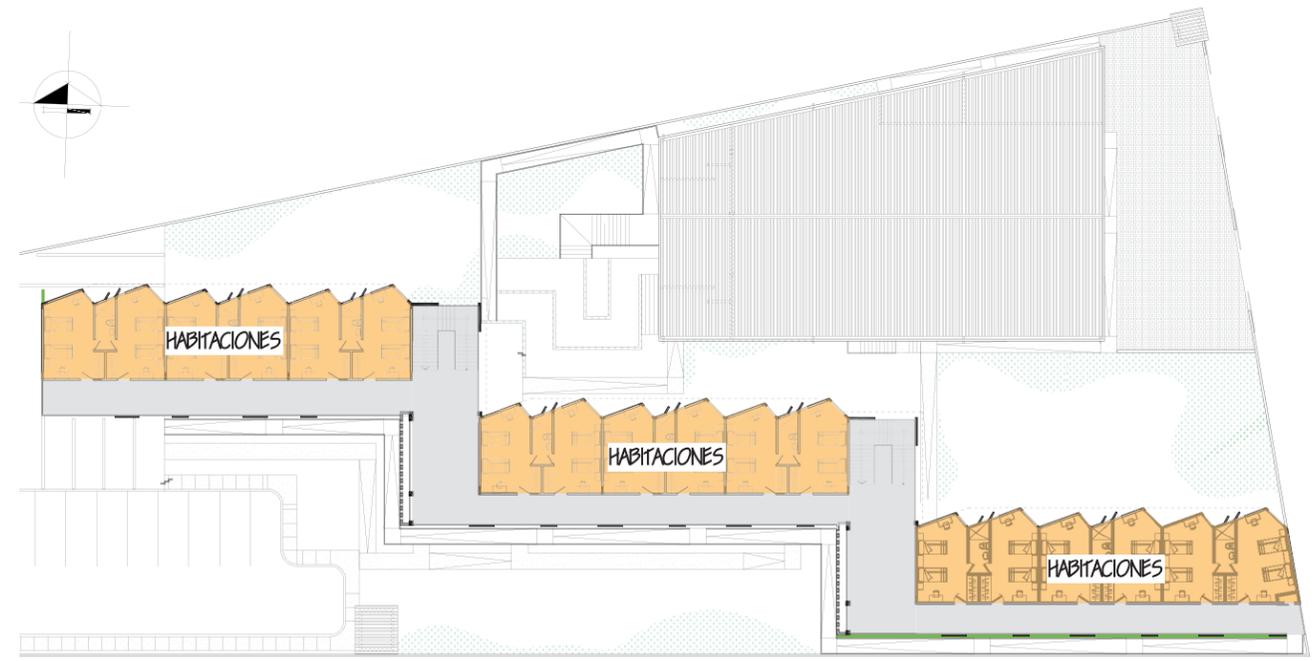


Gráfico 27: Zonificación de planta tercer nivel. Sin escala. Fuente: Elaborado por la autora.

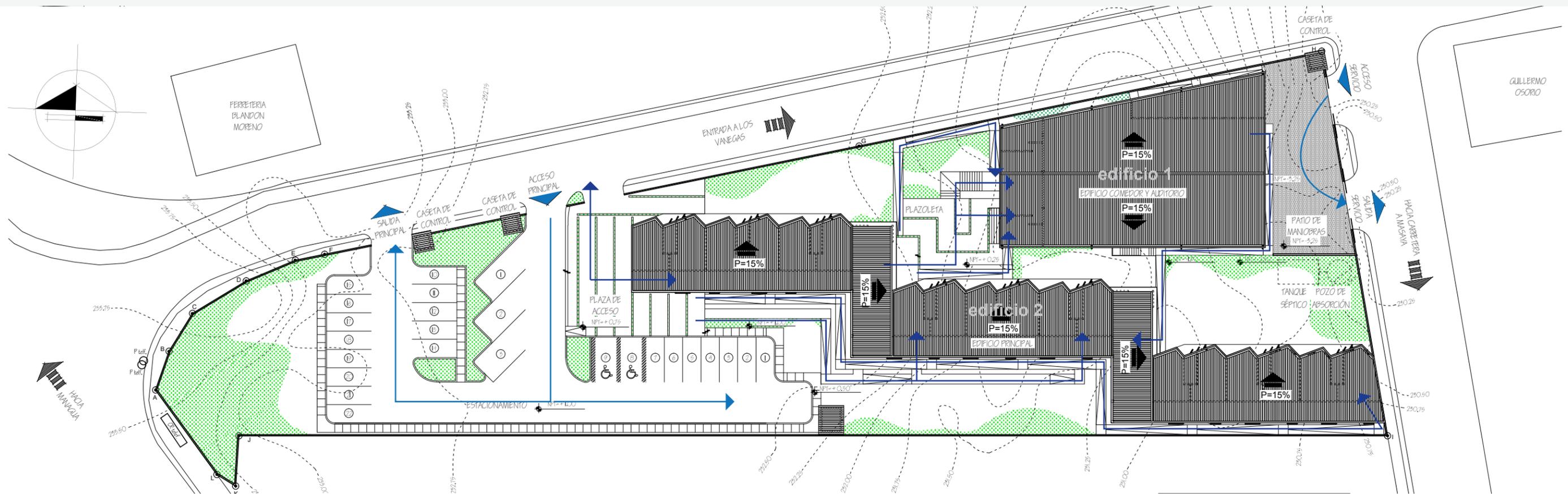


Gráfico 28: Flujos de circulación en conjunto. Escala 1:500. Fuente: Elaborado por la autora.

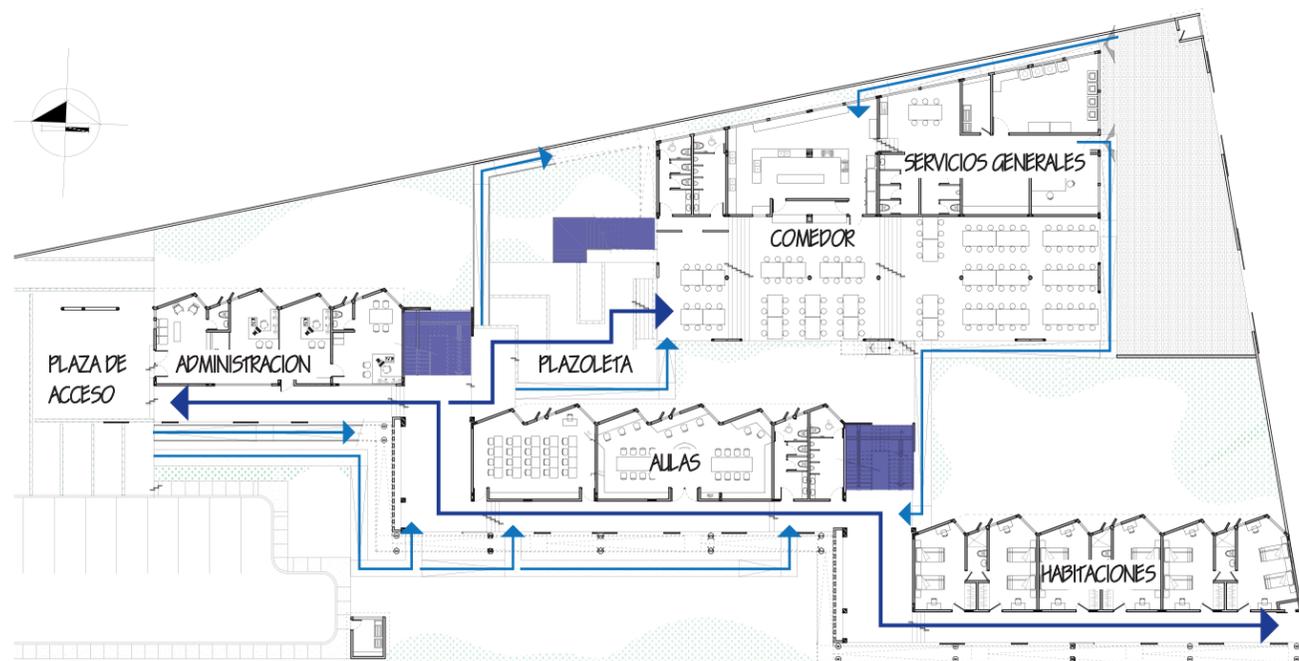


Gráfico 29: Flujos de circulación en planta primer nivel. Sin escala. Fuente: Elaborado por la autora.

III.ii. Flujos de circulación y accesibilidad

Los elementos componentes del conjunto se comunican a través de plazas, andenes y rampas. Existe una clara separación entre flujo peatonal y vehicular, proponiendo accesos diferenciados. El flujo peatonal para estudiantes y profesores inicia desde la plaza de acceso, comunicada con el edificio 1 en sus distintos niveles de piso a través de andenes y una rampa. Este volumen a su vez se articula con el edificio de comedor y servicios generales mediante una plazoleta y rampas.

La accesibilidad en todo el conjunto se garantiza a través de rampas con pendiente igual o menor al 10%. En el 1 se propone una rampa que comunica los tres niveles, ubicándose en la fachada sur y funcionando además como un elemento compositivo.

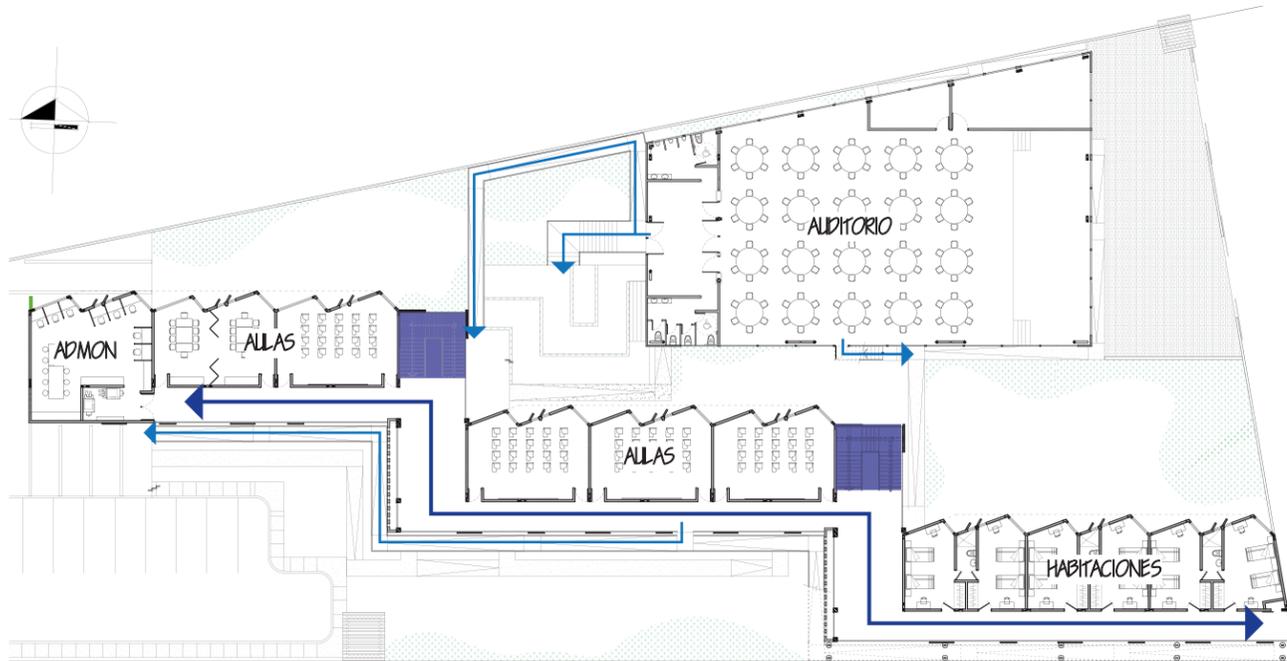


Gráfico 30: Flujos de circulación en planta segundo nivel. Sin escala. Fuente: Elaborado por la autora.



Gráfico 31: Flujos de circulación en planta tercer nivel. Sin escala. Fuente: Elaborado por la autora.



Figura 135: Incorporación de rampa a propuesta formal de fachada sur de edificio 1. Fuente: Elaborado por la autora.

IV. DESCRIPCIÓN FORMAL

IV.i. Composición arquitectónica

CONJUNTO

La composición del conjunto claramente se ve definida por la forma del terreno. Los edificios se organizan a través de un eje lineal, protagonizando el edificio 1 por medio de su forma quebrada y tamaño. Alrededor de él se agrupan y articulan el resto de elementos, sean edificios, espacios públicos abiertos o áreas de estacionamiento.



Gráfico 32: Composición arquitectónica en el conjunto. Sin escala. Fuente: Elaborado por la autora.

VOLÚMENES Y FACHADAS

La propuesta volumétrica se desarrolla partiendo de criterios de la arquitectura con enfoque bioclimático; entre los que destacan el aprovechamiento de los vientos predominantes para generar confort térmico en los espacios y el uso de la luz natural para proveer suficiente iluminación en los espacios y generar efectos de profundidad y textura visual en la composición volumétrica. Se proponen volúmenes transformados del paralelepípedo. El edificio 1 expresa de manera muy clara estas características; en toda su fachada norte se proyectan transformaciones que favorecen la

captación de vientos y que generan un efecto de luz y sombra.

Los elementos compositivos que articulan todos los volúmenes son: el color, las formas derivadas del paralelepípedo y los materiales. El color predominante en el conjunto es el gris claro, sin embargo los dos edificios contienen detalles arquitectónicos que resaltan por el uso de colores rojo y anaranjado, seleccionados particularmente por su concordancia con la imagen corporativa de la institución Fe y Alegría. Otra manera de homogenizar el conjunto es la utilización de elementos en color rojo.

El edificio 1 expresa en su fachada norte ritmo alterno en la configuración de los muros y en las ventanas; pauta a través de las marquesinas que resaltan por su color anaranjado. La configuración de los muros y el uso de elementos protectores verticales genera textura visual. Las escaleras con sus colores vibrantes se definen como puntos focales. Además los protectores de color rojo ubicados en algunas ventanas generan otra pauta, creando una línea imaginaria zig zag.

El rasgo más característico en la fachada sur es el ritmo alterno derivado de los elementos de protección solar verticales a lo largo de toda la elevación. Los muros que funcionan como protectores horizontales describen también ritmo simple y una pauta que conjuga la elevación. La rampa describe también una pauta, es decir un elemento articulador que une los tres cuerpos de la fachada.



Figura 136: Expresión del uso del color para lograr unidad en el conjunto. Sin escala. Fuente: Elaborado por la autora.

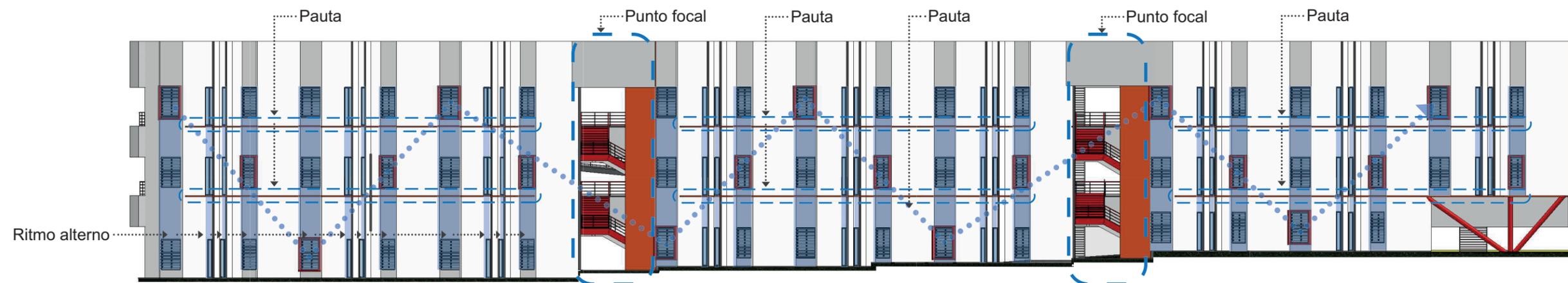


Gráfico 33: Análisis compositivo de la fachada norte edificio 1. Escala 1:300. Fuente: Elaborado por la autora.

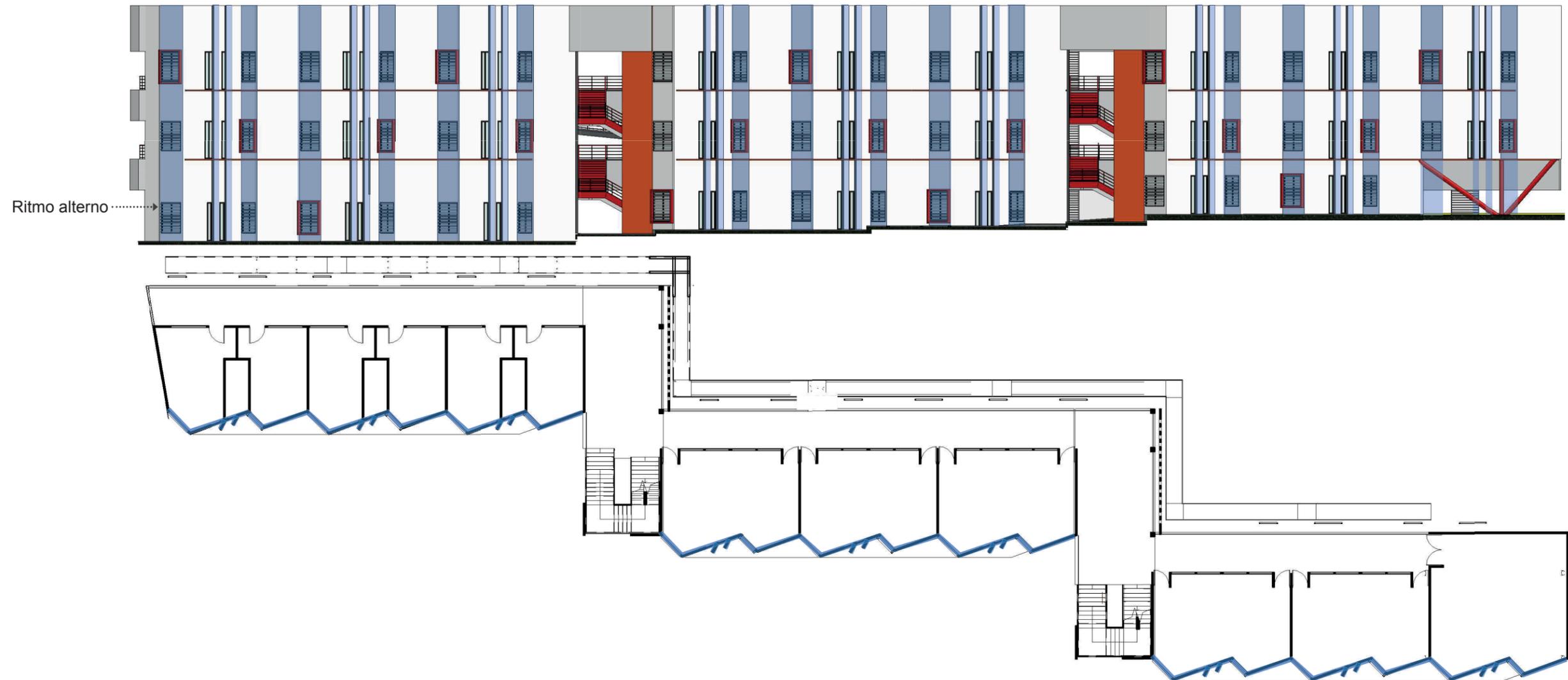


Gráfico 34: Análisis compositivo de la fachada norte edificio 1. Escala 1:300. Fuente: Elaborado por la autora.

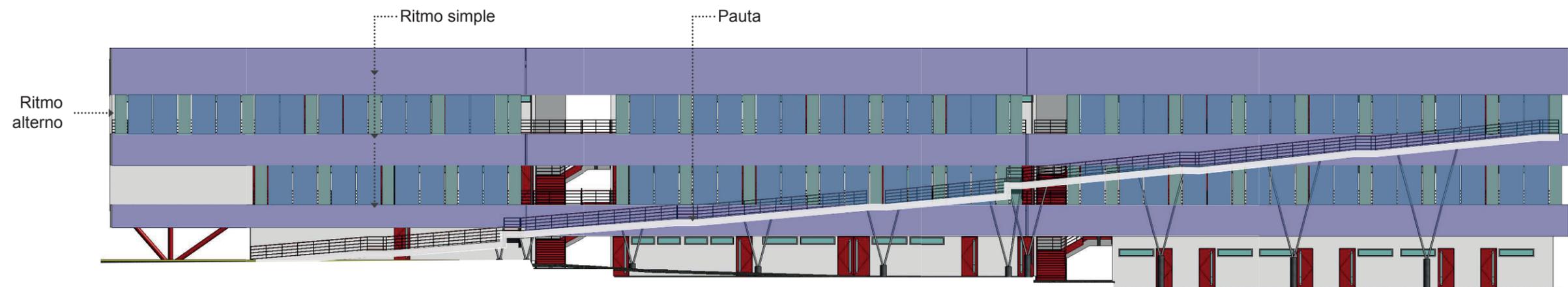


Gráfico 35: Análisis compositivo de la fachada sur edificio 1. Escala 1:300. Fuente: Elaborado por la autora.

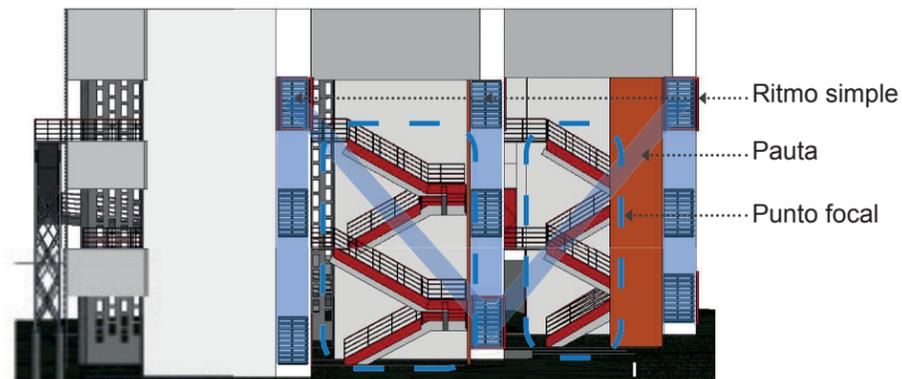


Gráfico 36: Análisis compositivo de la fachada este edificio 1. Escala 1:300. Fuente: Elaborado por la autora.

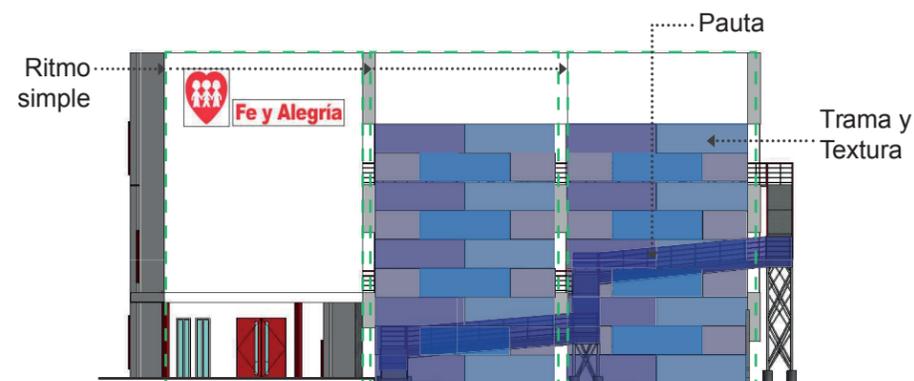


Gráfico 37: Análisis compositivo de la fachada oeste edificio 1. Escala 1:300. Fuente: Elaborado por la autora.

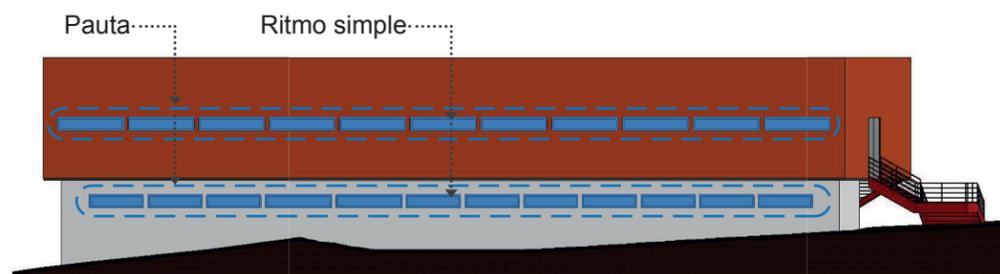


Gráfico 38: Análisis compositivo de la fachada norte edificio 2. Escala 1:300. Fuente: Elaborado por la autora.

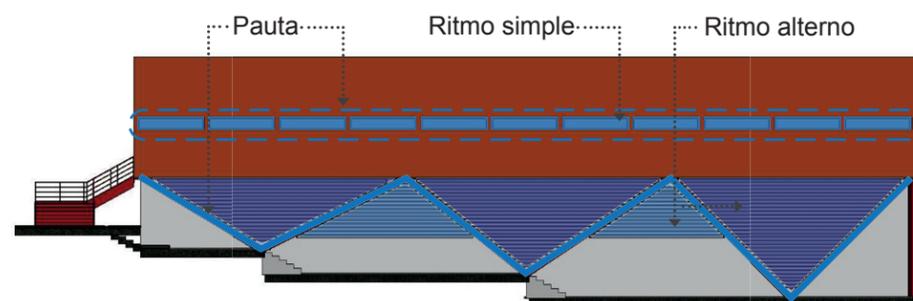


Gráfico 39: Análisis compositivo de la fachada sur edificio 2. Escala 1:300. Fuente: Elaborado por la autora.

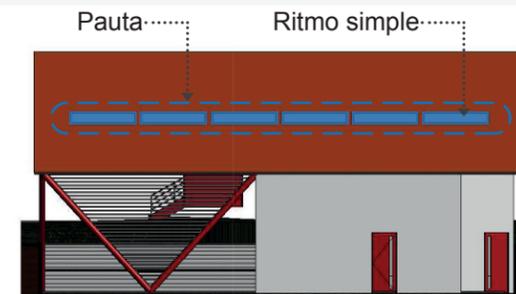


Gráfico 40: Análisis compositivo de la fachada este edificio 2. Escala 1:300. Fuente: Elaborado por la autora.

En la elevación este se manifiesta un ritmo simple a través de la disposición de las ventanas, puntos focales en las cajas de escaleras y pauta con las ventanas con protectores solares en color rojo que delimitan una línea imaginaria zig zag.

En la fachada oeste los tres muros generan un ritmo simple, los vanos localizados en estos derivan también ritmo alterno y textura táctil a través de los vanos y visual por medio de la luz que los entreteje. Además la rampa delimita una pauta.

En el edificio 2 se identifican criterios de composición como pauta, ritmo simple y alterno y armonía cromática por colores cálidos. La fachada norte manifiesta ritmo simple con la disposición de sus ventanas, que a la vez conforman una pauta horizontal. En la fachada sur también se expresa ritmo simple y pauta a través de las ventanas, y ritmo alterno y pauta con la ubicación de las columnas y elementos de protección solar. En la fachada este se describe un ritmo simple a través de la configuración de las ventanas, y a su vez forman una pauta horizontal.

IV.ii. Criterios de expresión arquitectónica

La arquitectura contemporánea no corresponde a formas definitivas y acabadas, sino más bien a estrategias, procesos, mecanismos e intervenciones dirigidas a mejorar y conjugarse con el entorno natural y social. Debido a la crisis ambiental actual, se ha popularizado la arquitectura que propone amoldarse al medio natural y desarrollar una dimensión ambiental.

“La arquitectura del futuro, por necesidad, tendrá que dirigir la crisis ecológica global. Echando un vistazo a la historia, comprobaremos que periodos de recesión como la Gran Depresión produjeron algunas piezas arquitectónicas fundamentales, como el Rockefeller Center o el Empire State Building. Con la crisis ecológica pasará lo mismo. Ahora mismo, los edificios absorben la mitad de la energía consumida en el mundo desarrollado. Otro punto importante es el transporte. Junto a los edificios, suponen el 70% de la energía que consumimos.” (Foster N., 2010).

Bajo este planteamiento se genera el anteproyecto del centro de formación docente, que busca crear espacios confortables utilizando los recursos naturales a favor. Se pretende alcanzar ese objetivo principalmente a través de dos estrategias de acondicionamiento pasivo: la captación de vientos predominantes, y el aprovechamiento o protección de la incidencia solar.

De esta premisa deriva la propuesta volumétrica, ya que esta se conforma mientras busca el aprovechamiento de los elementos del clima. Por ejemplo, la orientación y configuración de la planta del edificio 1 corresponden a una propuesta de integración entre los vientos e incidencia solar y los espacios interiores que contiene, a la vez esta forma no ortogonal concede interesantes juegos de luz y sombra a la fachada principal.

El planteamiento de integración entre las condiciones físicas y la arquitectura tiene sus orígenes en las premisas de la arquitectura orgánica, desarrollada durante el siglo XIX y caracterizada por:

- La promoción de la armonía de la arquitectura con la naturaleza, con el entorno y con el ser humano.
- El uso del vidrio en todos los ángulos y el hecho de que todos los espacios interiores se extiendan a lo largo de los anchos balcones hacia el paisaje, suponen fomentar la recíproca comunicación interior-exterior, evitando la opacidad y la sensación de estar encerrado dentro de una caja.

Los planteamientos teóricos de la arquitectura orgánica también son retomados en la propuesta de anteproyecto. Debido a las condiciones climáticas de Managua no se puede utilizar vidrio en todos los ángulos del edificio, pero sí se proponen amplias ventanas en la fachada norte o principal del edificio 1, que además de proveer de iluminación natural intenta reducir la brecha entre el interior y el exterior.

V. DESCRIPCIÓN ESTRUCTURAL Y CONSTRUCTIVA

V.i. Sistema constructivo y estructural

Para el edificio 1 se propone un sistema estructural de marcos siendo su sistema constructivo principal la mampostería confinada (de bloques de concreto), y en algunos ambientes y detalles arquitectónicos se proyectan paredes internas y elementos de plycem. Se proyectan cimentaciones aisladas para ambos edificios, porque a nivel de anteproyecto aún se desconocen las características y capacidad de soporte del suelo, información que posibilita la selección de otro sistema de fundaciones.

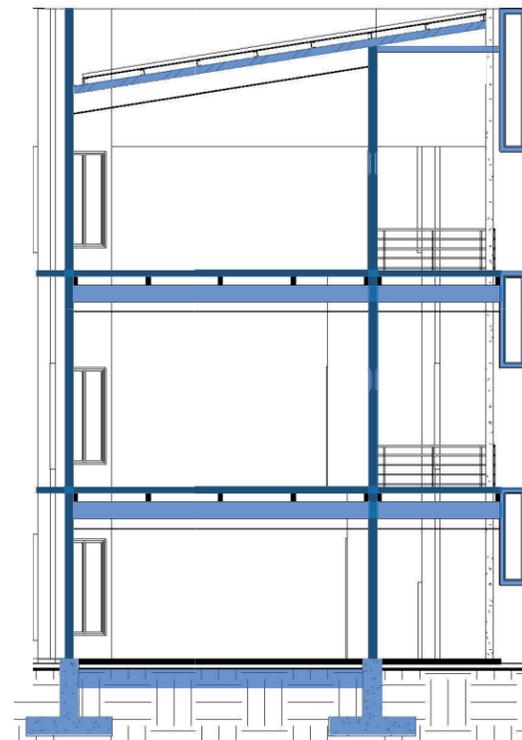


Gráfico 41: Sistema estructural de marcos: edificio 1. Escala 1:250. Fuente: Elaborado por la autora.

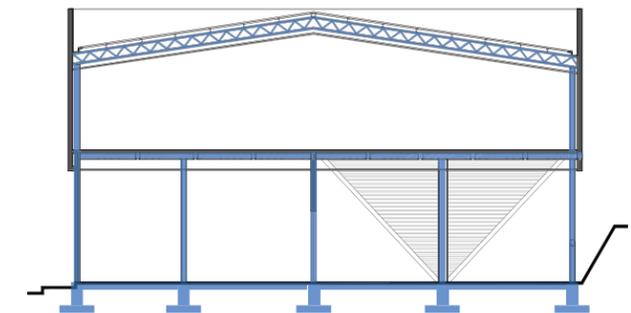


Gráfico 42: Sistema estructural de marcos: edificio 2. Escala 1:250. Fuente: Elaborado por la autora.

El gráfico de configuración estructural en planta del edificio 1 expresa la fragmentación del volumen en tres bloques para generar las juntas constructivas, partiendo del concepto de mantener la geometría lo más simple posible evitando así anomalías en el comportamiento estructural del edificio. Además se identifica la ubicación de las cajas de escaleras reforzadas por muros de corte de concreto armado.

En el edificio 2 se define también una estructura de marcos, pero en este caso con elementos metálicos y sistema constructivo de panel de poliestireno con malla electrosoldada tridimensional, elegido por sus propiedades de aislamiento acústico que favorecen a las funciones que se realizarán en el auditorio principalmente y que ayudarán a mitigar la contaminación acústica proveniente de la calle de entrada a Los Vanegas. En este caso sólo las columnas del perímetro del edificio continúan hasta la viga corona para generar el claro libre necesario en el auditorio, donde la cubierta de techo es soportada por un sistema de cerchas metálicas tipo pratt.

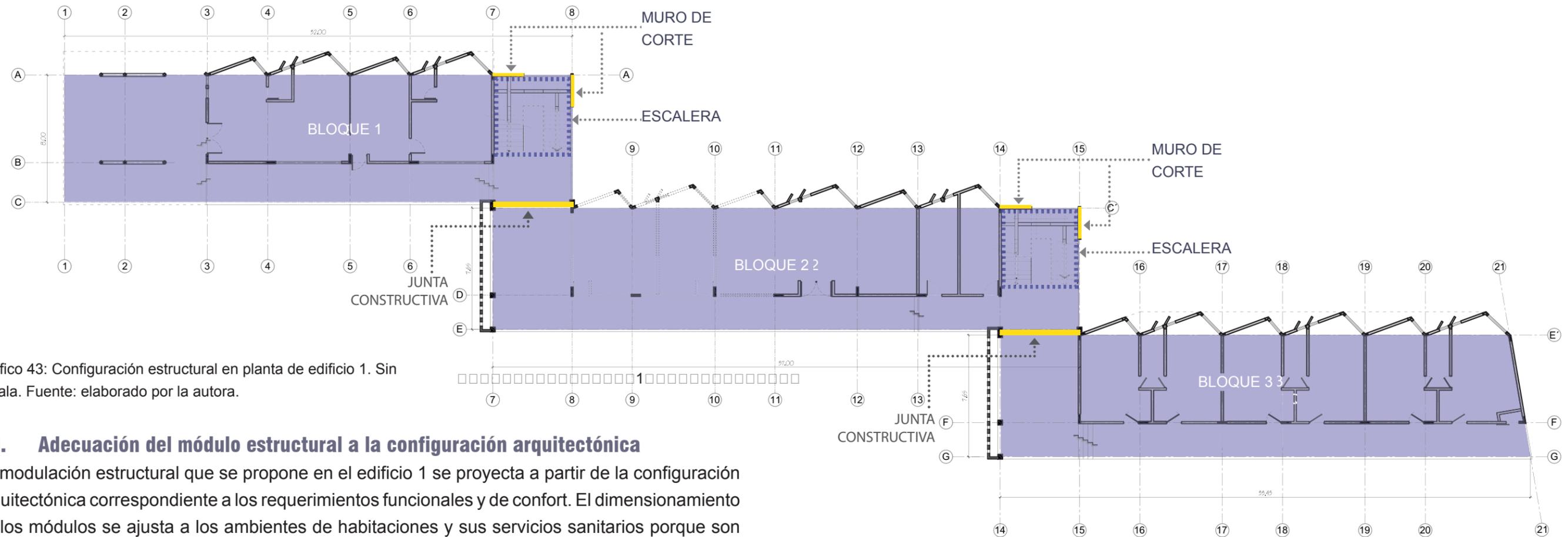


Gráfico 43: Configuración estructural en planta de edificio 1. Sin escala. Fuente: elaborado por la autora.

V.ii. Adecuación del módulo estructural a la configuración arquitectónica

La modulación estructural que se propone en el edificio 1 se proyecta a partir de la configuración arquitectónica correspondiente a los requerimientos funcionales y de confort. El dimensionamiento de los módulos se ajusta a los ambientes de habitaciones y sus servicios sanitarios porque son los que constituyen mayor área, posteriormente se buscó su integración con las necesidades espaciales de los demás ambientes (aulas, sala de documentación, sala de informática, etc), los módulos son de 3.80 x 5.50 m y 5.20 x 5.50 m. Las columnas con configuración irregular se adecuan a la propuesta arquitectónica, la que obedece a criterios de confort, en ese sentido la forma de la fachada norte del edificio 1 busca facilitar la captación de vientos.

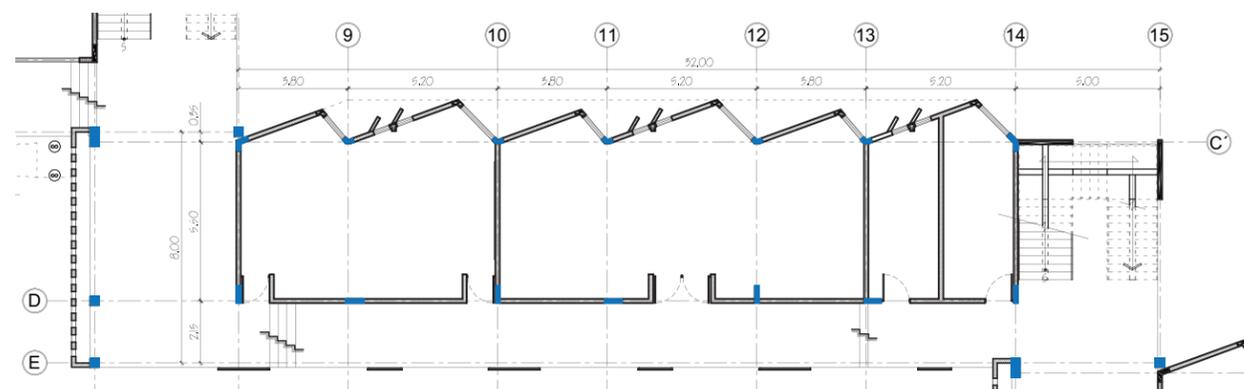


Gráfico 44: Coordinación modular de edificio 1. Escala 1:250. Fuente: Elaborado por la autora.

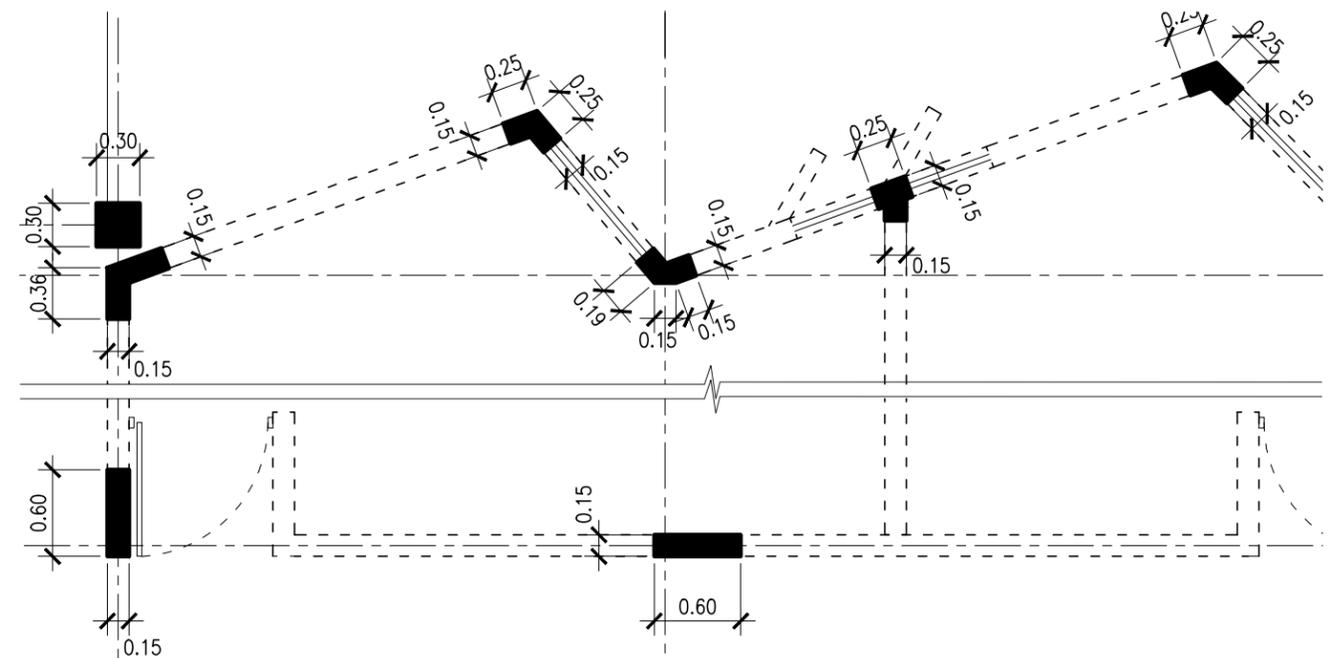


Gráfico 45: Planta ampliada de coordinación modular de edificio 1. Escala 1:50. Fuente: Elaborado por la autora.

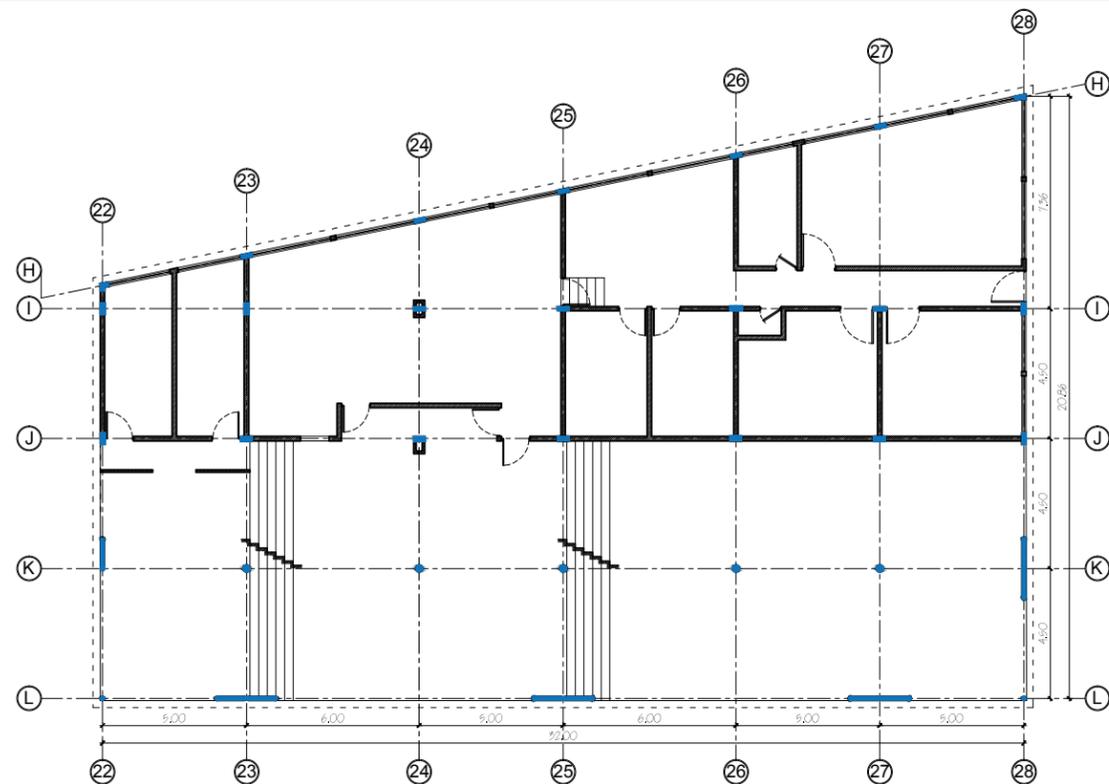


Gráfico 46: Coordinación modular de edificio 2. Escala 1:250. Fuente: Elaborado por la autora.

En el edificio 2 las modulaciones estructurales son de 5.00 x 4.50 m y 6.00 x 4.50 m.

V.iii. Descripción de acabados

En las vistas de los edificios 1 y 2 se identifican los acabados para los diferentes elementos arquitectónicos como paredes, fascias, escaleras, pasamanos, ventanas, columnas y protectores solares.



- Rótulo en pintura de agua
- Fascia de plycem
- Screen Panel XL Hunter Douglas
- Repello de pared de mampostería confinada de bloques de concreto
- Columna metálica con acabado automotriz color rojo
- Bloque grama

Acabados en edificio 1. Fuente: Elaborado por la autora.



- Fascia de plycem
- Acabado pintura naranja y repello en muro de concreto armado
- Escalera de concreto armado con pintura roja, pasamanos metálico acabado automotriz color rojo
- Ventana de vidrio claro y aluminio color blanco con celosía de aluzinc para protección solar y de lluvia.
- Celosía de aluzinc para protección solar y de lluvia, apoyada en columnas metálicas con acabado automotriz color rojo
- Acabado pintura color naranja y repello y fino en pared de poliestireno con malla electrosoldada

Figura 138: Acabados en edificio 1 y 2. Fuente: Elaborado por la autora.

VI. DESCRIPCIÓN BIOCLIMÁTICA

VI.i. Estrategias bioclimáticas aplicadas al conjunto

INCIDENCIA DE VIENTOS EN EL CONJUNTO

Para mostrar la incidencia de los vientos predominantes en el conjunto se empleó el software Vasari,

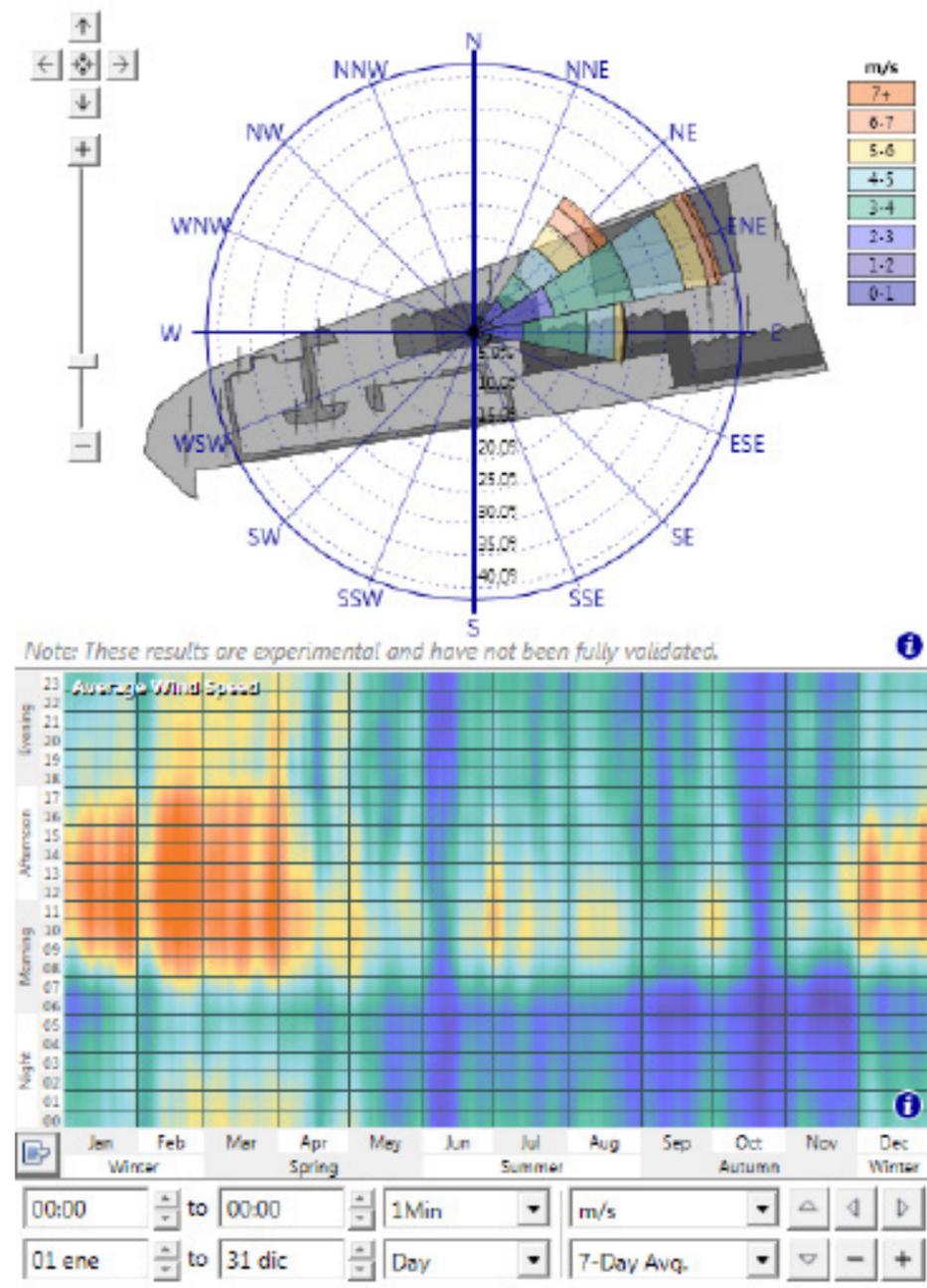


Gráfico 47: Rosa de los vientos y variaciones de velocidad anual. Fuente: Análisis generado por Vasari.

que expresa de manera cualitativa y a través de gráficos una aproximación del comportamiento de los vientos en el conjunto de edificios. El gráfico de rosa de los vientos y variaciones de velocidad anual muestra la dirección de la incidencia de los vientos en el conjunto, además de las variaciones de velocidad durante el año, dato que puede darnos una idea del funcionamiento de la ventilación natural en los edificios.

Este gráfico expresa que la dirección predominante es ENE, ya que el software ofrece datos de carácter puntual, es decir para microlocalización, mientras que la información generada por INETER corresponde a una estación meteorológica, es decir en un nivel macro.

En el conjunto de vectores de viento se representa la dirección que describen los flujos de ventilación. En la vista de planta se logra apreciar mejor

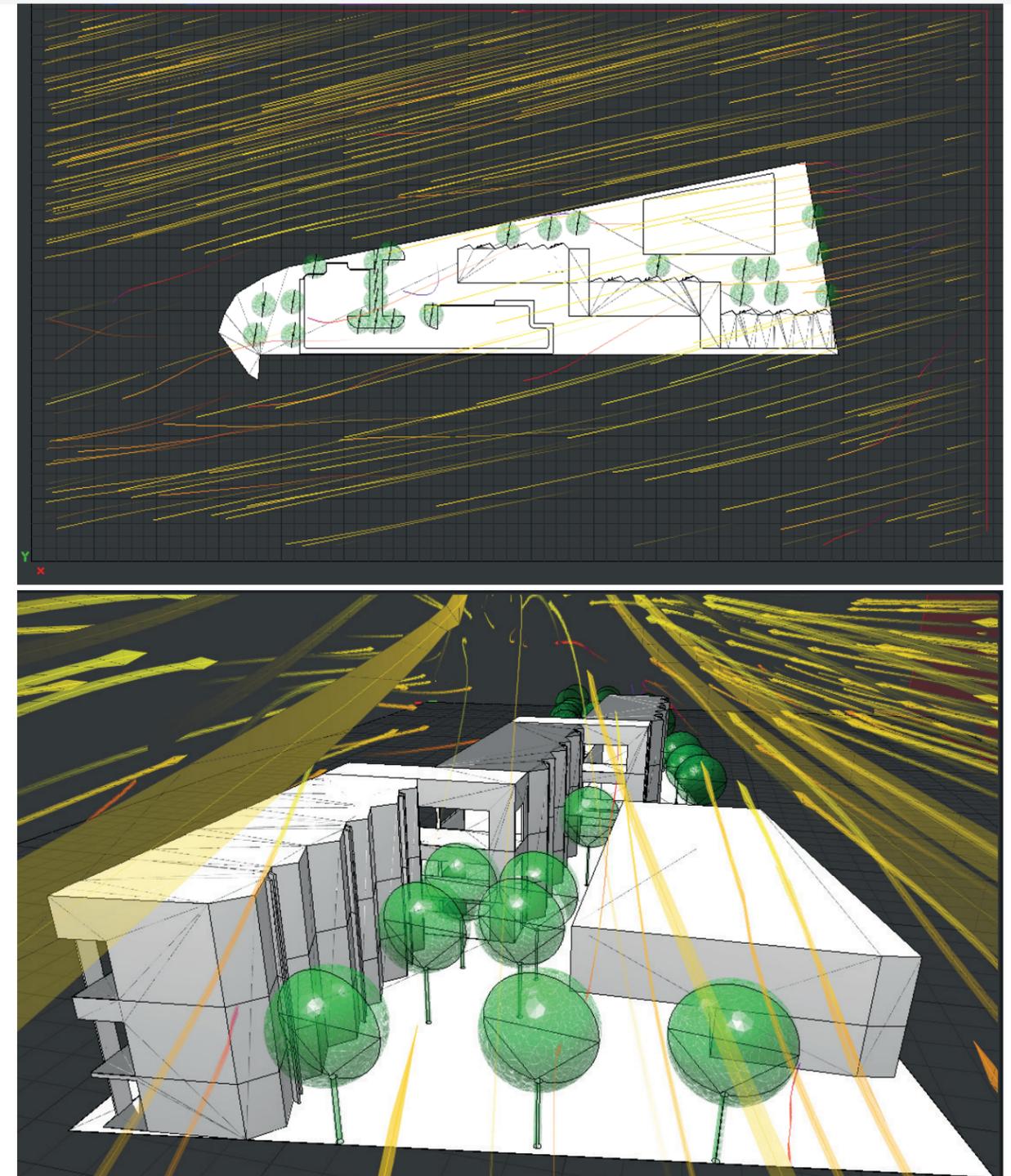


Gráfico 48: Vectores de viento en el conjunto. Fuente: Análisis generado por Vasari.

la adecuación de los edificios a la predominancia de vientos, se evidencia que el ángulo de incidencia del viento permite captación de corrientes de aire para el interior de los ambientes de los dos edificios.

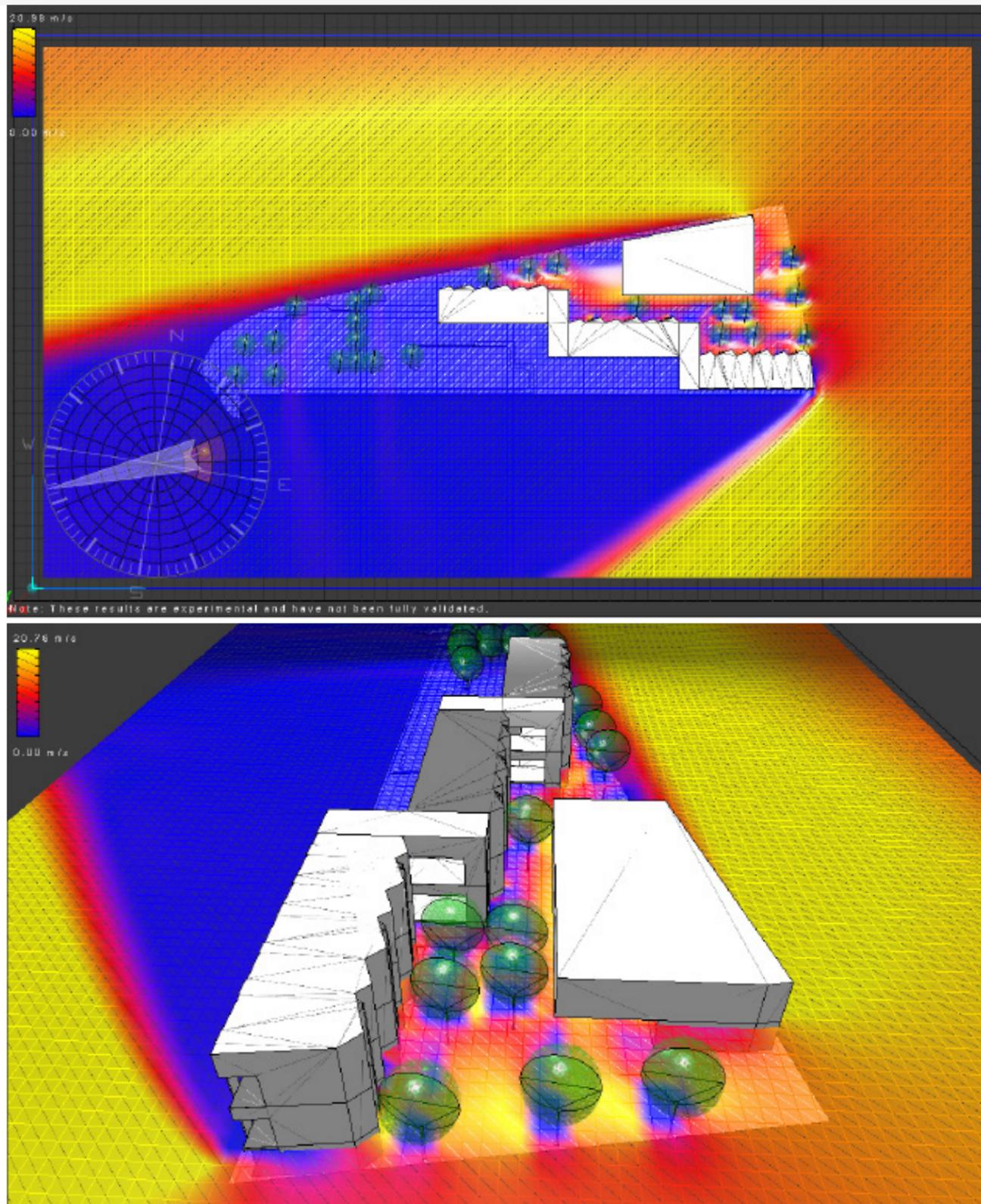


Gráfico 49: Velocidades de vientos incidentes en el conjunto. Fuente: Análisis generado por Vasari.

En la imagen de velocidad de vientos incidentes en el conjunto de edificios el software Vasari genera una simulación de las variaciones de velocidad de los vientos que pueden producirse por la disposición del conjunto. Según este gráfico la velocidad máxima del viento llega hasta los 20.98 m/s, pero claramente se observa que dicha velocidad se presenta en zonas exteriores al terreno, en el interior del mismo las velocidades son mucho menores, aptas para lograr ventilación natural.

La configuración del edificio 1 y la volumetría de su fachada norte favorecen la fluidez y captación de vientos. La ubicación de ambos edificios conforma un espacio estrecho que funciona como un tunel de viento, contribuyendo que los vientos incidan aproximadamente con la misma intensidad en los ambientes del ala oeste del edificio 1. Además en el análisis se integra la ubicación de la vegetación propuesta, mostrando como esta contribuye a mejorar el microclima ya que mejora la temperatura de los vientos predominantes.

En el conjunto con masa de viento envolvente a los edificios se expresa la formación de masas de viento que recubrirán los edificios, favoreciendo la permeabilidad.

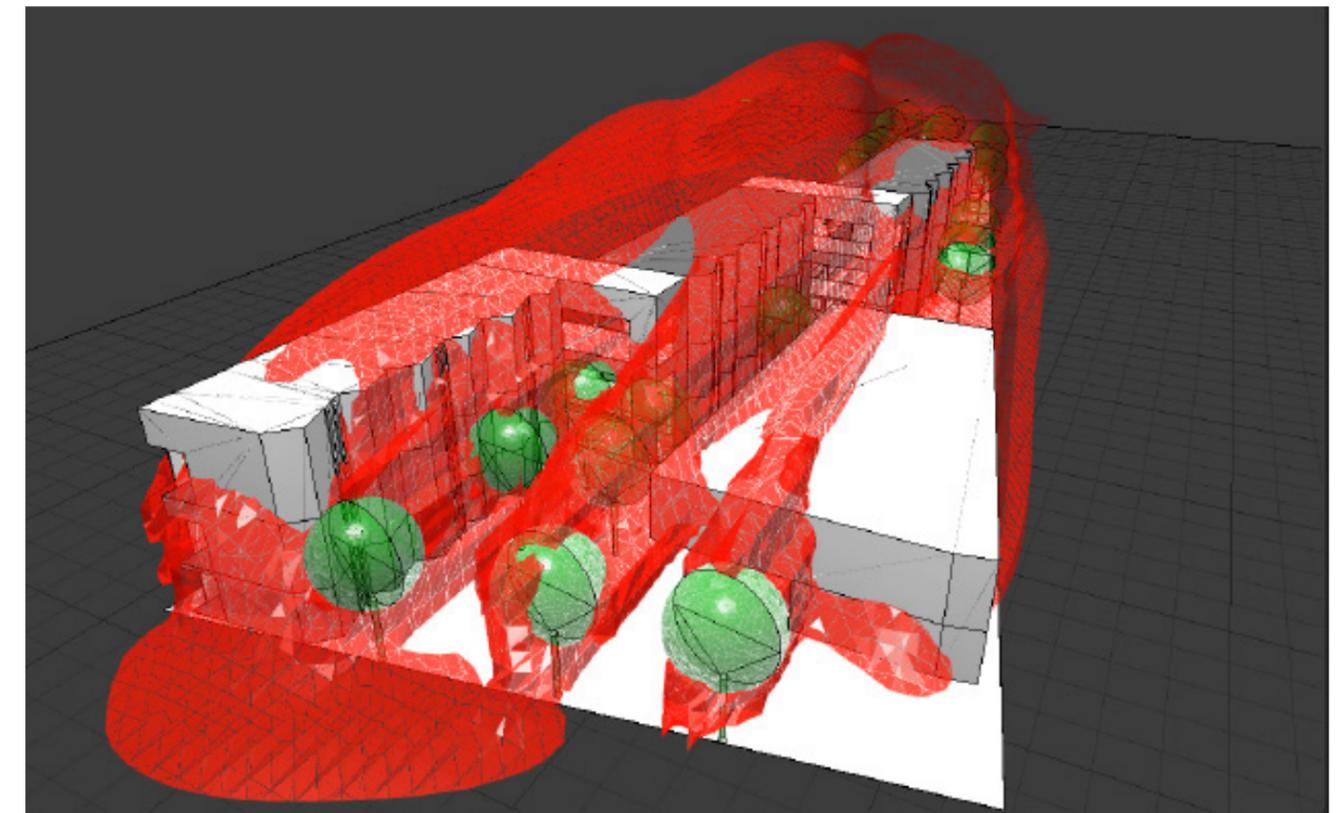


Gráfico 50: Conjunto con masa de viento envolvente a los edificios. Fuente: Análisis generado por Vasari.

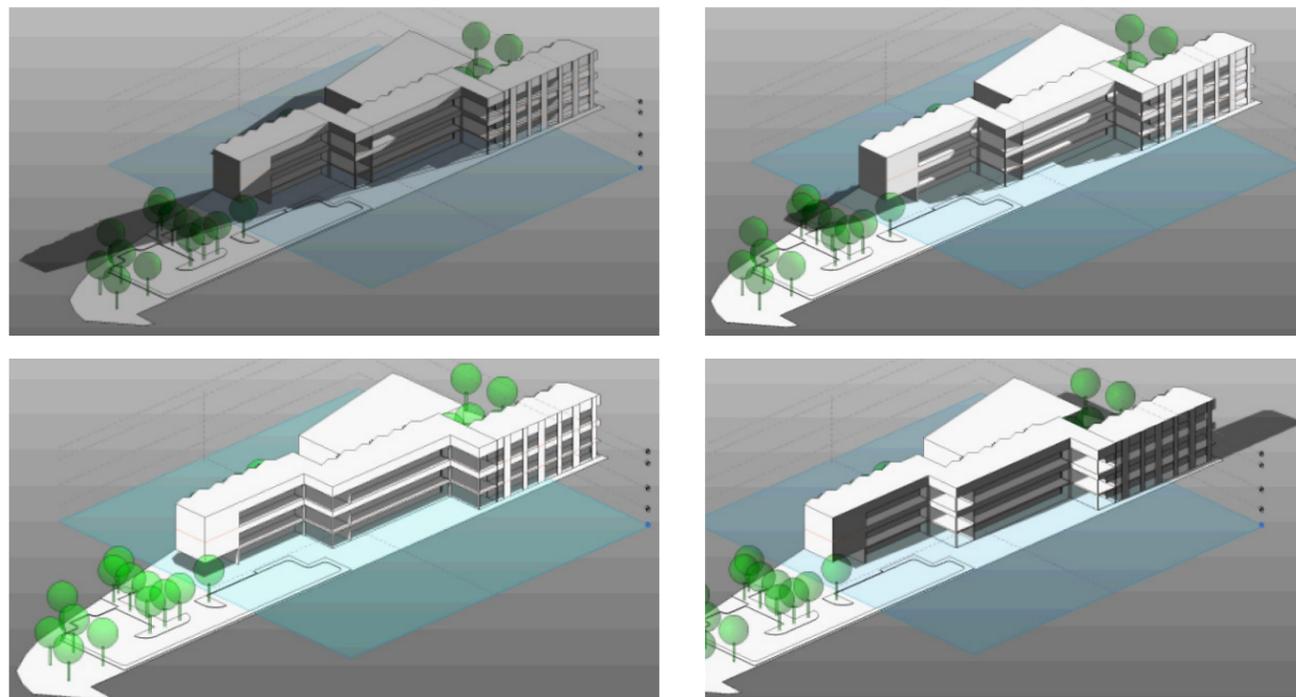
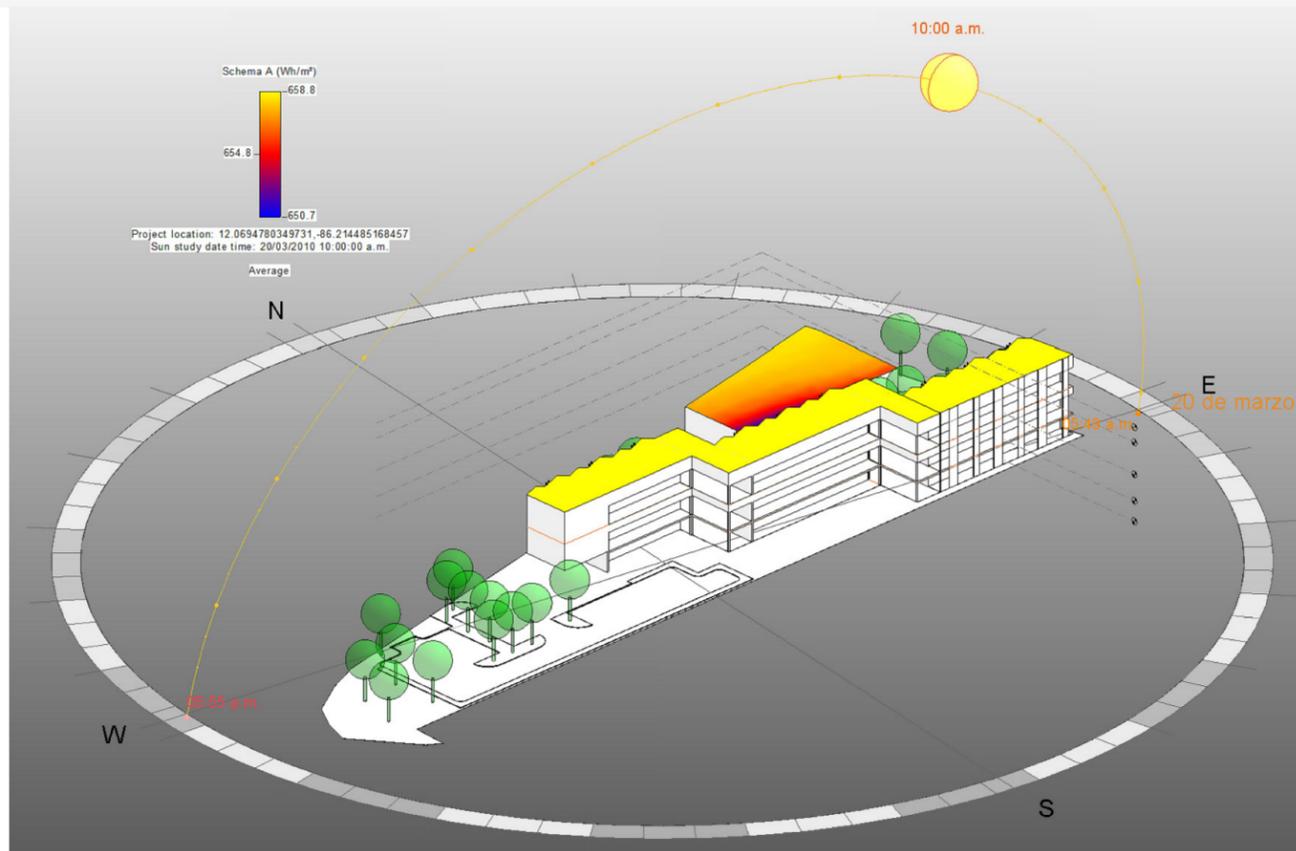


Gráfico 51: Análisis de soleamiento en un día (23 de marzo de 2015). Fuente: Análisis generado por Vasari.

INCIDENCIA SOLAR EN EL CONJUNTO

La radiación solar incidente a nivel de conjunto logra describirse a través de los análisis y gráficos generados con el software ecotect. En el análisis de soleamiento en un día se expresa el sombreado que se produce en la volumetría de los edificios en diferentes momentos de un día (23 de marzo de 2015). Notese que en el edificio 1 durante la mañana la configuración de volúmenes permite proteger de la radiación solar a los pasillos en la fachada sur. Para la protección de la incidencia solar en horas de la tarde se propone el uso de protectores.

VI.ii. Estrategias bioclimáticas aplicadas a los edificios

INCIDENCIA DE VIENTOS EN ESPACIOS INTERIORES

A nivel micro el análisis de ventilación se inicia con el gráfico de tunel de viento del edificio 1, el cual muestra que la configuración en planta de la fachada norte favorece la captación de vientos, permitiendo la entrada de aire. En la fachada sur se ubican ventanas a dos metros del nivel de piso terminado que provocan la salida de aire, generando así ventilación cruzada en estos



Gráfico 52: Tunel de viento de edificio 1, de izquierda a derecha se muestran los ambientes: sala de informática, sala de documentación, baterías de S.S y caja de escaleras. Fuente: Análisis generado por Vasari.

espacios. Notese además que la caja de escaleras favorece la formación de un tunel de viento. En esta área del edificio se expresa en mayor magnitud la ventilación cruzada, fenómeno que posibilitará la creación de áreas de estar por los mismos usuarios del edificio.

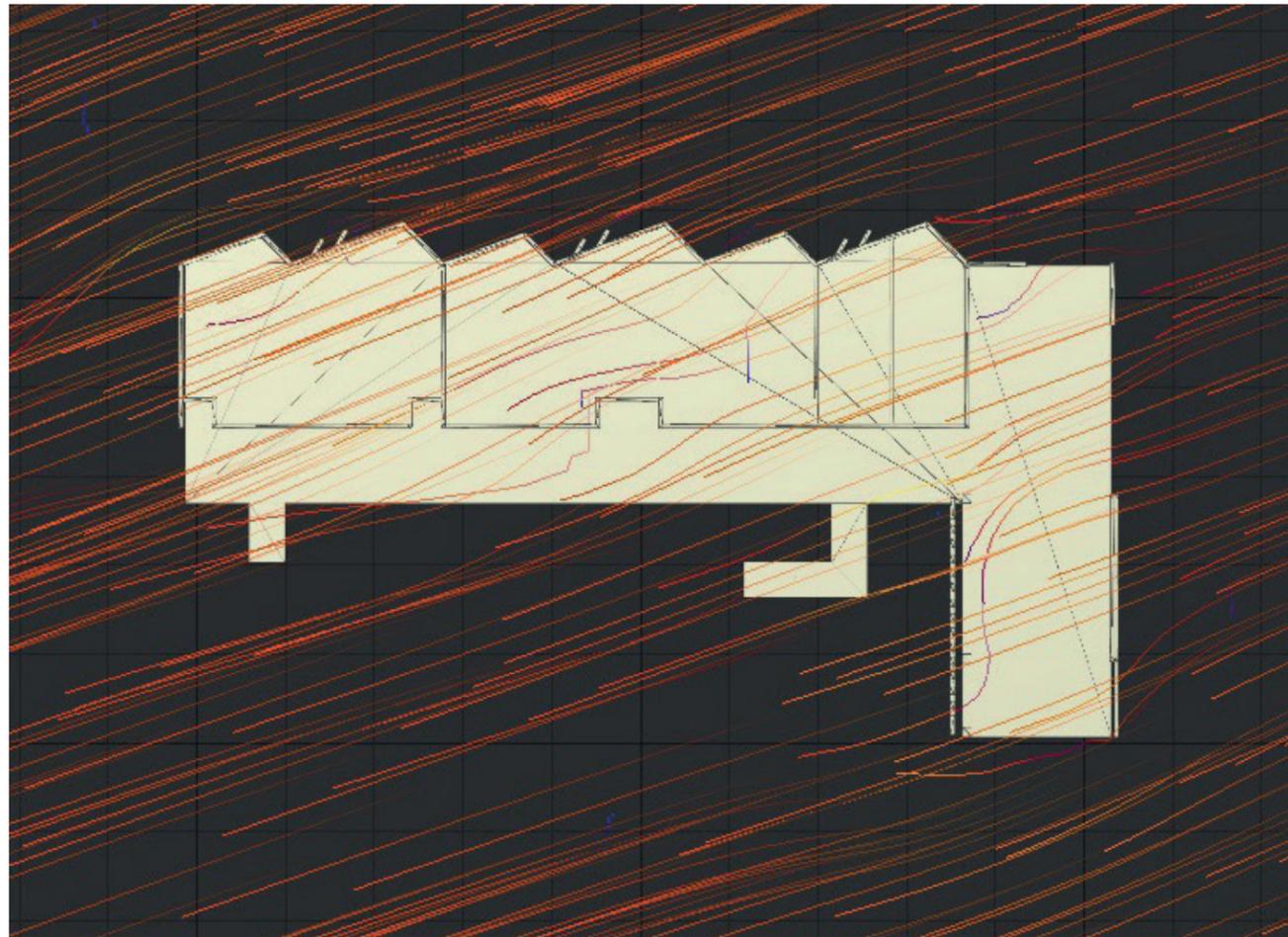


Gráfico 53: Conjunto de vectores de viento en edificio 1, de izquierda a derecha se muestran los ambientes: sala de informática, sala de documentación, baterías de S.S y caja de escaleras. Fuente: Análisis generado por Vasari.

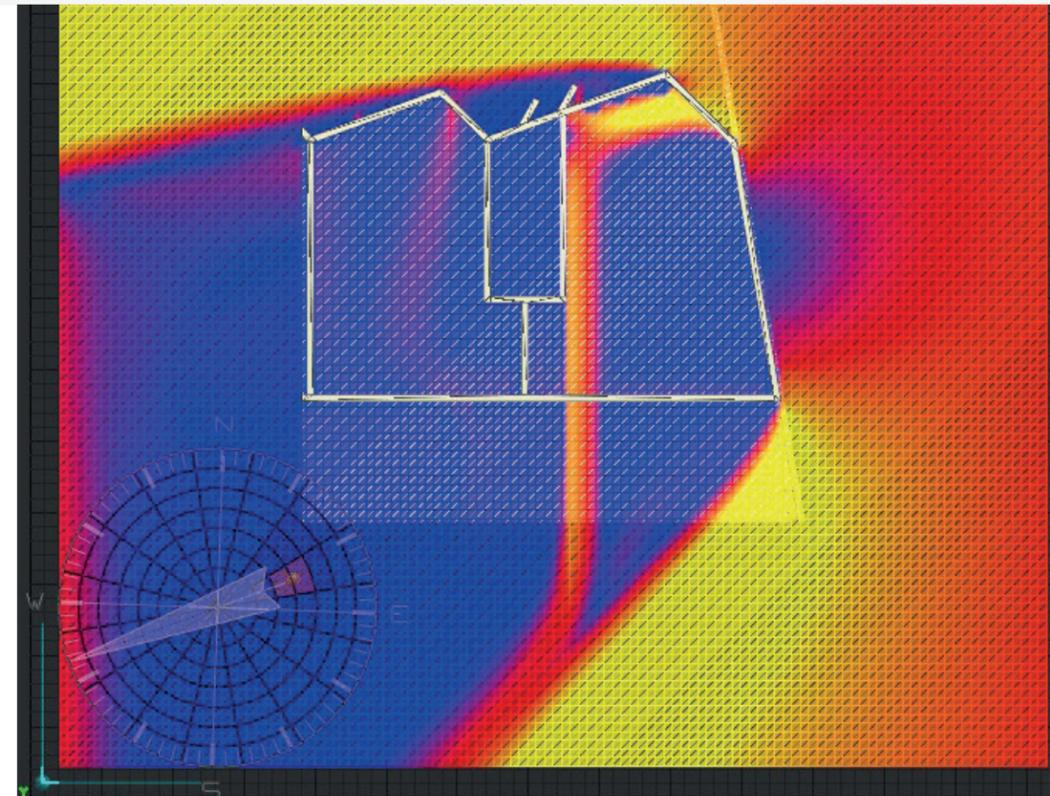


Gráfico 54: Tunel de viento de habitación. Fuente: Análisis generado por Vasari.

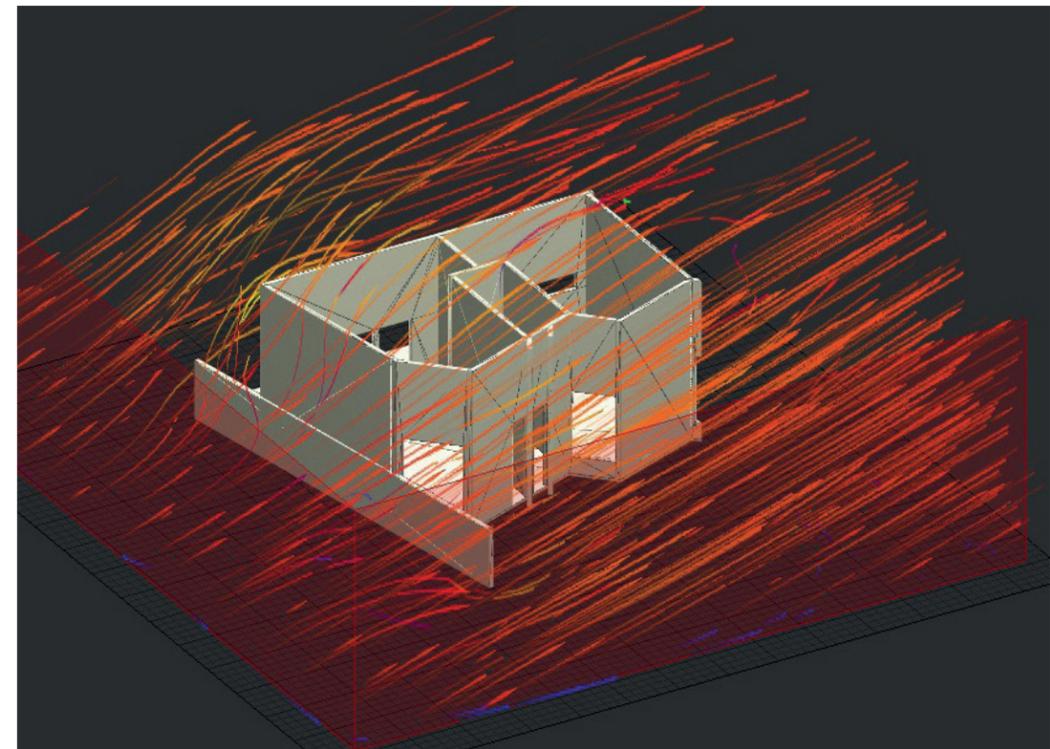


Gráfico 55: Conjunto de vectores de viento de habitación. Fuente: Análisis generado por Vasari.

INCIDENCIA SOLAR EN VENTANAS

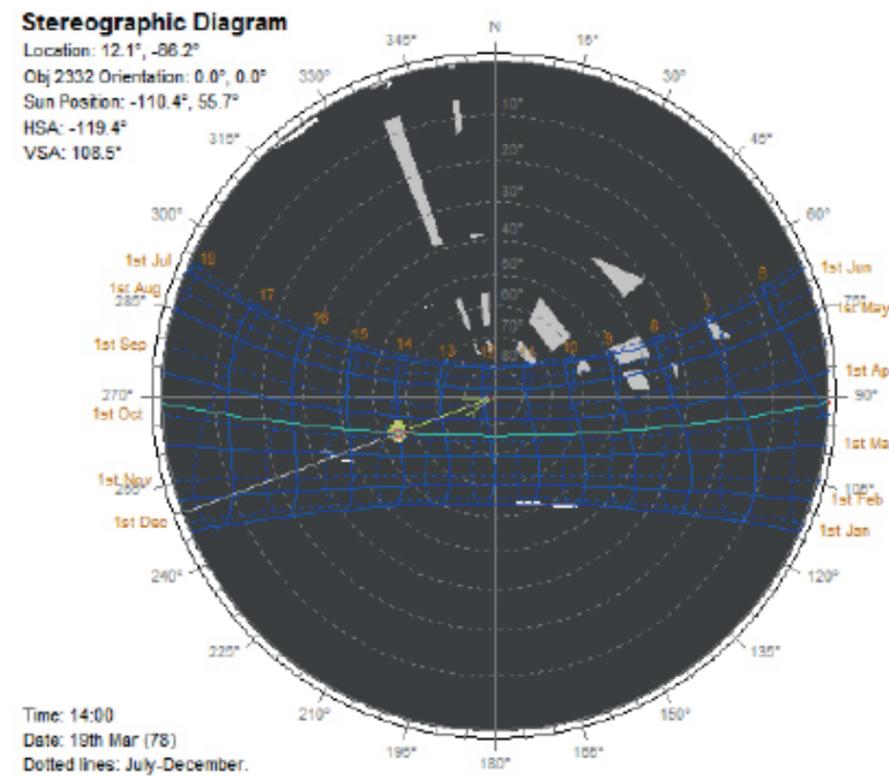


Gráfico 56: Máscara de sombra de Habitación 1. Fuente: Ecotect.

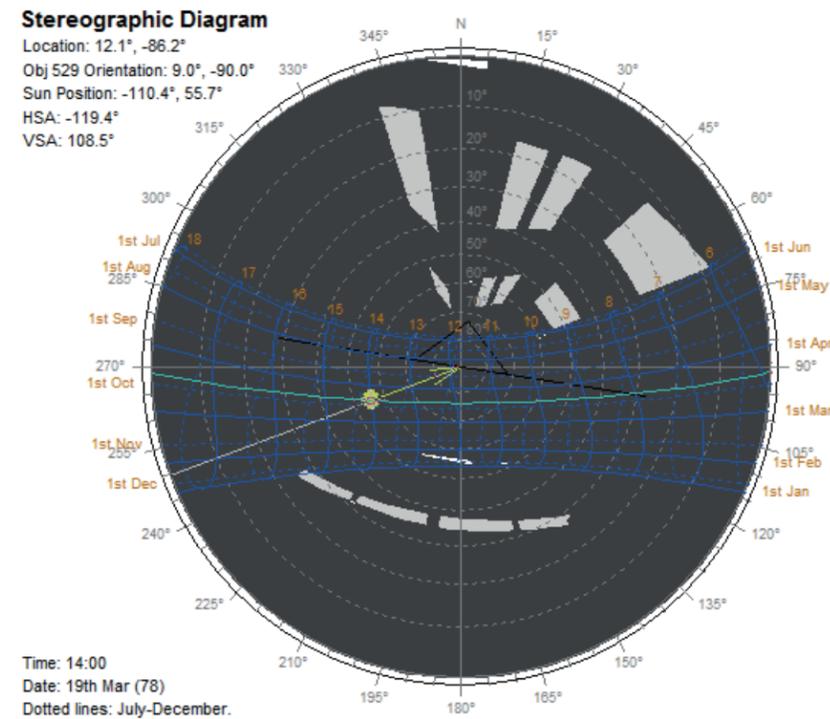


Gráfico 57: Máscara de sombra de Aula 3. Fuente: Ecotect.

A través de las máscaras de sombra de algunos ambientes principales se expresa la incidencia solar en ellos. Todos los análisis fueron realizados con fecha del 19 de Marzo a las 2:00 pm.

El gráfico de máscara de sombra de la Habitación 1 muestra incidencia del sol durante la mañana, entre las 7:00 y 9:30 am entre los meses de Abril y Septiembre; fenómeno que no es un inconveniente ya que el soleamiento de las primeras horas de la mañana es el menos intenso, además ese período representa sólo una pequeña parte del tiempo de uso del espacio (que puede ser el día entero, de 7:00 am a 5:00 pm dependiendo del programa de trabajo de la institución).

En el gráfico de máscara de sombra del Aula 3 se comprueba la mínima incidencia solar en el espacio, siendo esta únicamente entre las 11:30 am y la 1:00 pm en

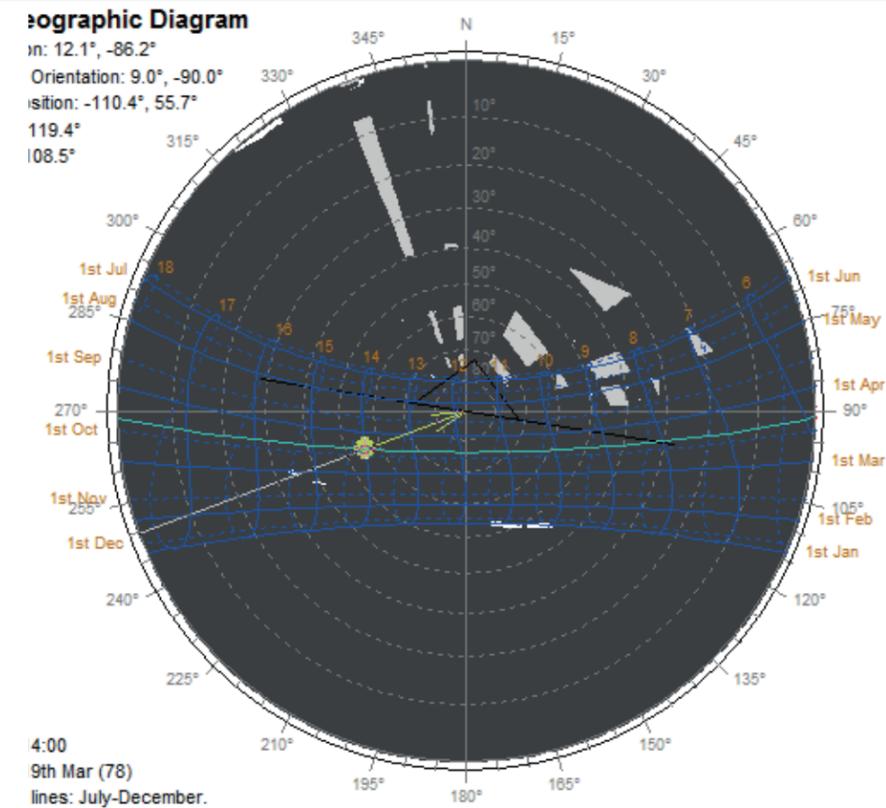


Gráfico 58: Máscara de sombra de Sala de Documentación. Fuente: Ecotect.

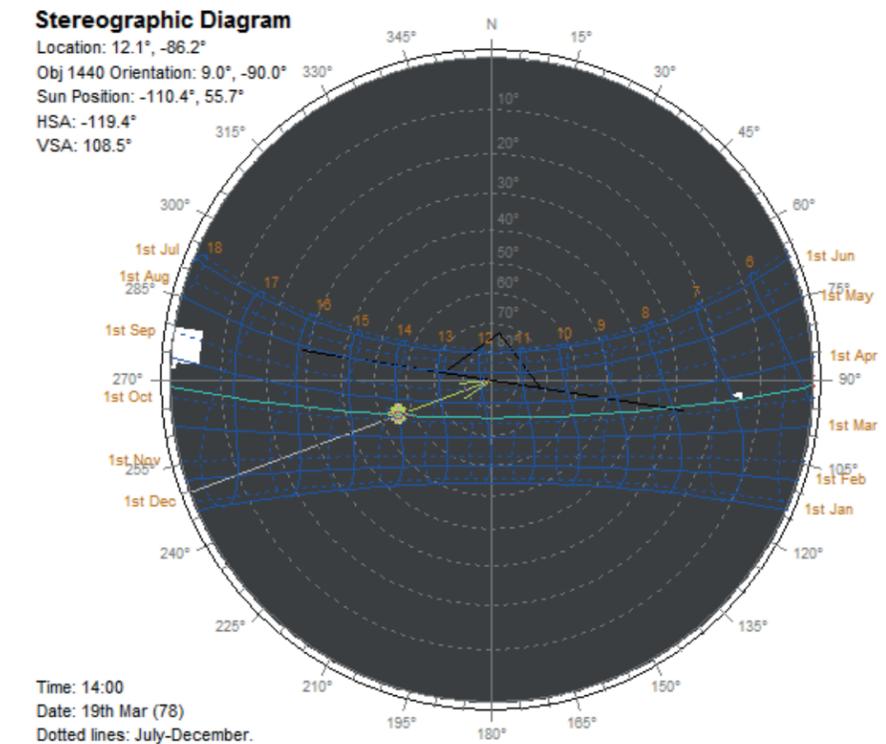


Gráfico 59: Máscara de sombra de Auditorio. Fuente: Ecotect.

el mes de Diciembre y Enero. Este período de soleamiento puede despreciarse porque ese período corresponde al tiempo de almuerzo de los usuarios.

En el gráfico de máscara de sombra de la Sala de Documentación se identifica incidencia solar entre las 6:30 y 10:00 am entre los meses de Mayo y Agosto.

El gráfico de máscara de sombra del Auditorio describe que la única incidencia solar se produce a través de la superficie vidriada de la puerta de acceso al vestíbulo del auditorio, al finalizar el día desde Septiembre hasta Abril.

NIVELES DE LUMINANCIA EN ESPACIOS INTERIORES

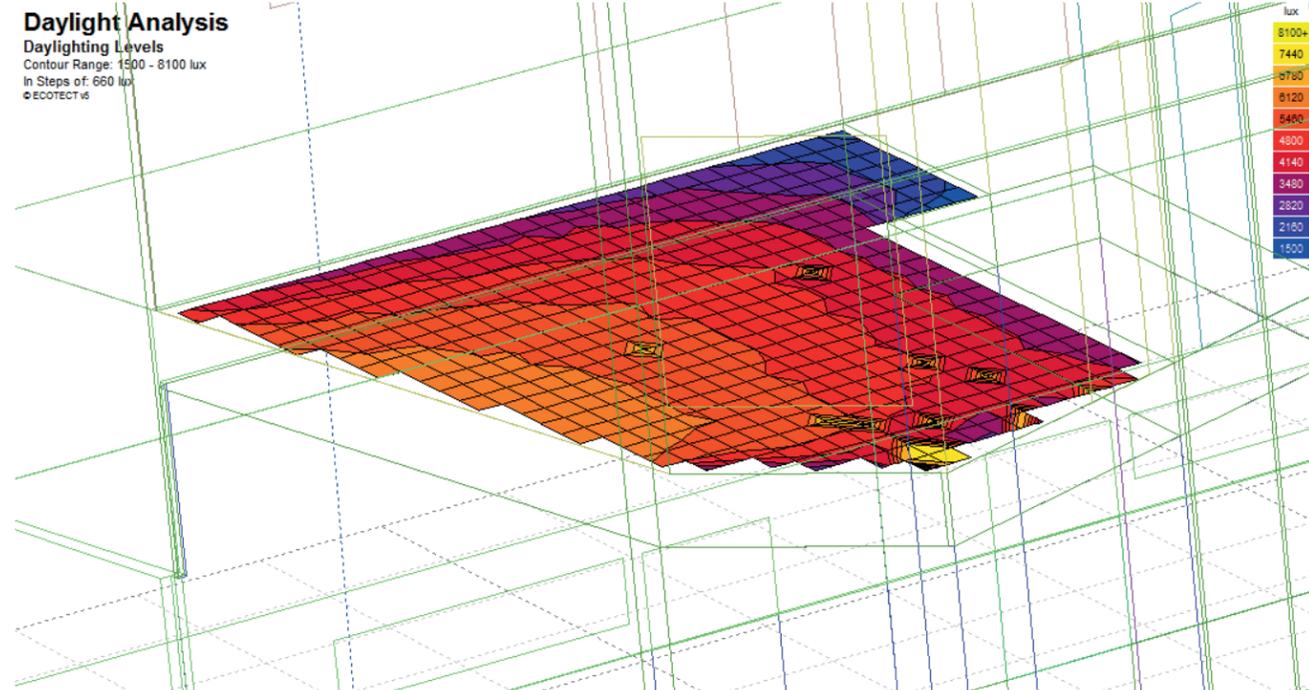


Gráfico 60: Análisis de iluminación natural en Habitación 12. Fuente: Ecotect.

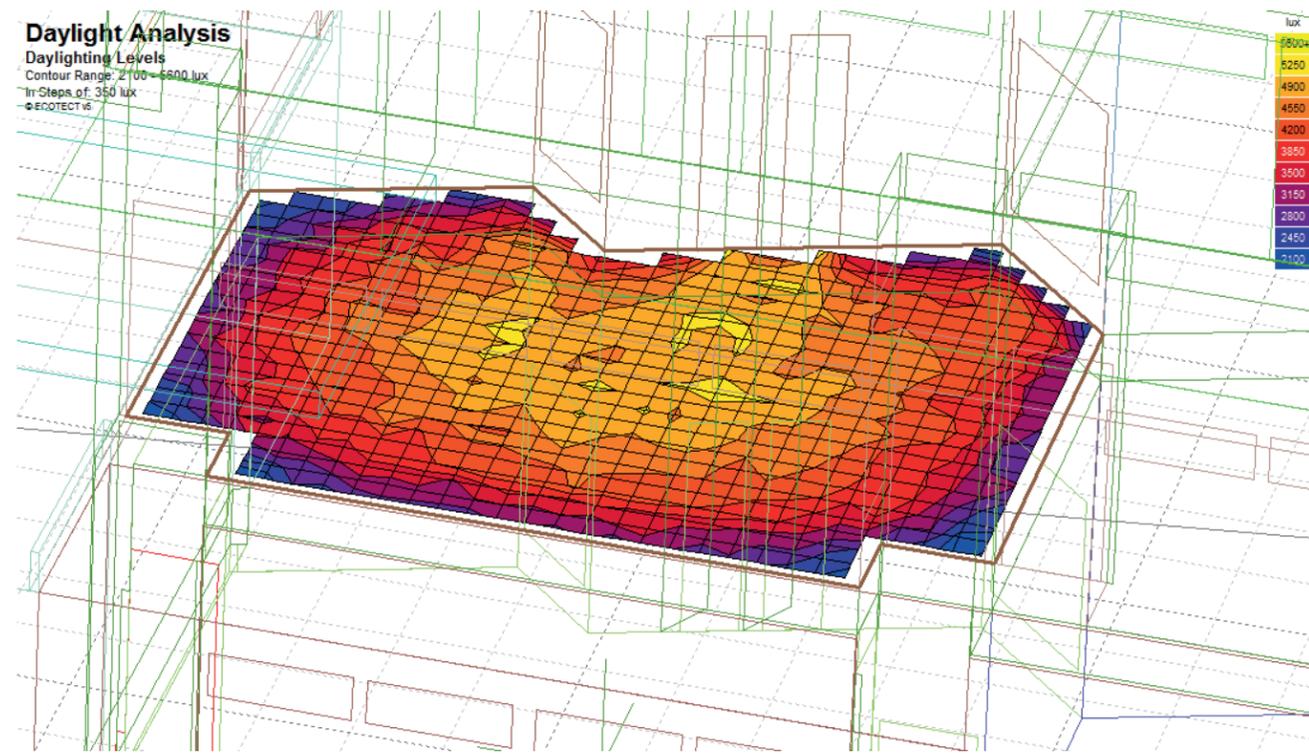


Gráfico 61: Análisis de iluminación natural en Aula 2. Fuente: Ecotect.

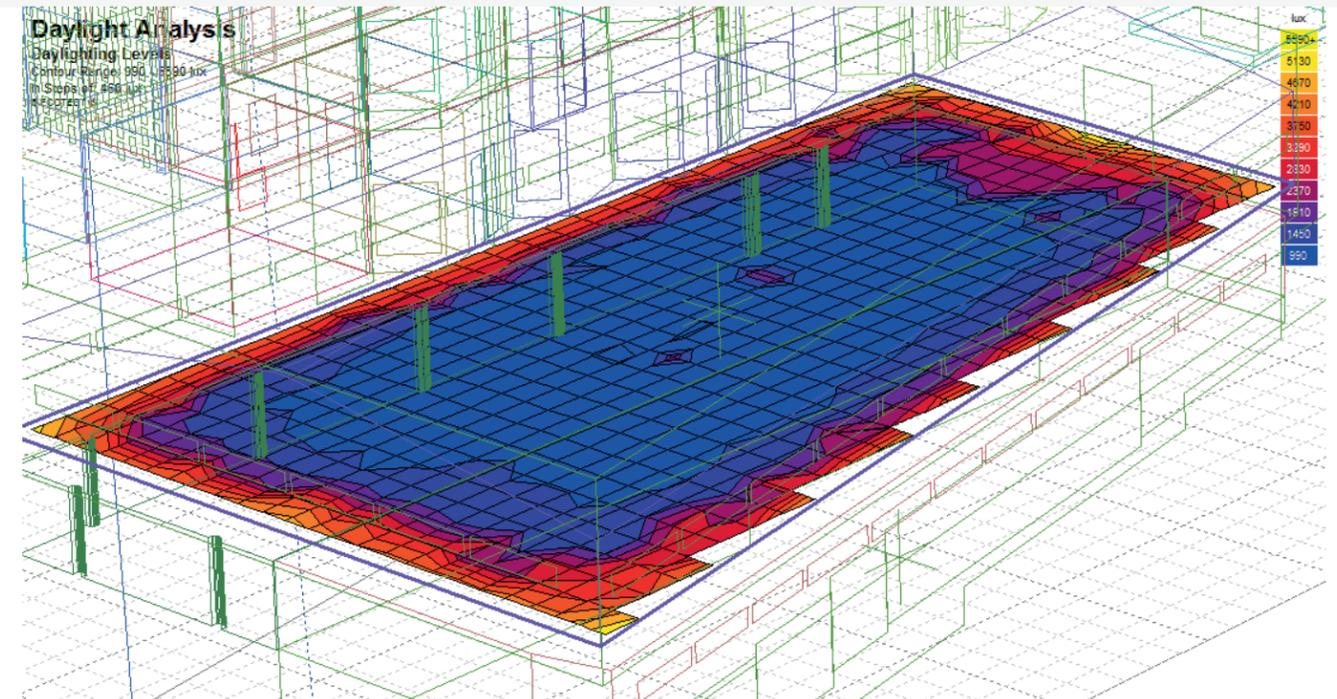


Gráfico 62: Análisis de iluminación natural en Auditorio. Fuente: Ecotect.

Para conocer el comportamiento de la luz natural en los espacios interiores se empleó el software Ecotect, el que genera resultados cualitativos y cuantitativos. Los gráficos de análisis de iluminación natural muestran que las áreas más iluminadas son las que se representan con colores cálidos, y las más oscuras con colores fríos, siendo el amarillo y azul el más y menos iluminado respectivamente. Estas gráficas permiten solamente dar una idea al diseñador sobre el comportamiento de la luz natural a nivel de anteproyecto. Se identificó como deficiencia del software la exageración en las cantidades de luxes, se define que las zonas más oscuras contienen 2100 luxes, lo que por ejemplo supera casi tres veces el nivel de luminancia óptimo de un aula, que es de 800 luxes en promedio.

VII. DESCRIPCIÓN DE ISÓPTICA Y ACÚSTICA ARQUITECTÓNICA

VII.i. VII.i. Acondicionamiento acústico del auditorio

En el proceso de dotar al auditorio del confort necesario para su adecuado funcionamiento se incorporó el cálculo de los dos parámetros fundamentales en el acondicionamiento acústico de recintos; Tiempo de Reverberación e Inteligibilidad de la Palabra.

CÁLCULO DE TIEMPO DE REVERBERACIÓN MEDIO (RT_m)

Se calculó el Tiempo de Reverberación Medio, para las seis frecuencias centrales de la banda de octava, (125, 250, 500, 1000, 2000 y 4000 Hz) aplicando la fórmula de Sabine, que es la aceptada como referencia internacional por su sencillez de cálculo, ésta es el resultado de la teoría acústica estadística desarrollada por Wallace Clement Sabine, enfocada a su incorporación en proyectos de arquitectura. La expresión matemática de la fórmula es como sigue:

$$RT_m = 0.16 \frac{Vol}{\alpha_{Total}}$$

α_{Total}

Donde:

RT_m = Tiempo de Reverberación medio por sus siglas en inglés.

0.16 = Constante que representa el decaimiento sonoro.

Vol = Volumen de la sala.

α_{Total} = Absorción total de las superficies internas de la sala en Sabines (el nombre de esta unidad de medida, es en honor a su autor).

La pertinencia de la aplicación de esta fórmula se concentra en las siguientes condiciones de los recintos:

- El decaimiento exponencial está asociado a un campo sonoro perfectamente difuso, (es decir la energía se propaga en todas las direcciones con la misma probabilidad).
- La geometría de la sala es regular o bastante cercana a esta condición.
- El coeficiente medio de absorción α es inferior a 0.40, o aproximado a este valor.

El auditorio objeto de estudio cumple con las condiciones mencionadas, debido a su forma volumétrica interna sencilla que evita las sombras acústicas y permite una difusión equitativa de las ondas sonoras. Además el coeficiente de absorción media del local α es de 0.244 (ver tabla de cálculo de TR_m), por lo que también cumple con la tercera condición.

Para el cálculo se inició determinando el nivel de absorción media que tienen los materiales de las superficies internas de la sala, para tal fin se relacionan el área que ocupa cada material con su correspondientes valores de absorción del sonido (en coeficientes) que tienen en las seis frecuencias. La sumatoria de la absorción total de cada material es el valor que se identifica como: α_{Total} y se incorpora en la fórmula de Tiempo de Reverberación.

Existen rangos de Tiempo de Reverberación óptimos para cada tipología arquitectónica, en el caso de un auditorio el rango establecido es de 0.70 – 1.00 segundo. Por ende, un auditorio con un RT debajo del rango se considera una sala apagada, donde existirán problemas de muy pobre y desigual difusión del sonido. Por el contrario, si el RT es mayor que el rango se considera una sala muy viva, donde habrá una excesiva persistencia del sonido con tendencia a producirse el eco.

En ambos casos se trata de condiciones negativas de diseño acústico, por lo tanto, el resultado del cálculo ineludiblemente debe estar contenido en el rango óptimo mencionado. A continuación se presenta el cálculo de Tiempo de Reverberación Medio para el auditorio:

CÁLCULO DEL TIEMPO DE REVERBERACIÓN MEDIO RTm DEL AUDITORIO.										
N°	Tipo de superficie y/o material	Área (mt ²)	Coeficientes de absorción acústica en las frecuencias centrales de la banda de octava (Hertz)						Absorción media por frecuencia	Absorción Total (Área x Absorción media)
			125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz		
1	Paredes de Covintec con acabado de repello y fino.	332,50	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,018	6,10
2	Escenario de tablillas de madera.	88,30	0,20	0,15	0,12	0,08	0,10	0,15	0,133	11,77
3	Cielo falso de tablillas de PVC.	377,00	0,20	0,25	0,32	0,38	0,42	0,35	0,320	120,64
4	Puertas de madera sólida.	24,10	0,10	0,11	0,10	0,09	0,08	0,10	0,097	2,33
5	Ventanas de aluminio y vidrio.	24,80	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,030	0,74
6	70% de sillas ocupadas, con bajo porcentaje de superficie tapizada.	196,42	0,56	0,68	0,79	0,83	0,86	0,86	0,763	149,93
7	30% de sillas vacías, con bajo porcentaje de superficie tapizada.	84,18	0,35	0,45	0,57	0,61	0,59	0,55	0,520	43,77
8	Piso de alfombra sobre cemento.	68,15	0,04	0,04	0,08	0,12	0,03	0,10	0,068	4,66
Coeficiente de absorción media del local α :							0,244	Absorción total del local (Sabines):		339,95
Según Antoni Carrión Isbert en su libro Diseño Acústico de Espacios Arquitectónicos los valores recomendados de Tiempo de Reverberación Medio RTm para salas de conferencias y auditorios se encuentran en el rango comprendido entre 0.70 -1.00 segundo. Por lo tanto, el auditorio diseñado cumple con este parámetro acústico, ya que el cálculo arroja como resultado el valor de 0.84 segundo, el cual está contenido dentro del rango mencionado.							Volumen de la sala (mt ³):		1.787,15	
							Tiempo de Reverberación Medio RTm (Segundos):		0,84	

Tabla 20. Fuente: Elaborada por la autora, con base en apuntes de la asignatura Física de la Arquitectura II.

CÁLCULO DEL NIVEL DE INTELIGIBILIDAD DE LA PALABRA (% ALCons)

El Cálculo del Tiempo de Reverberación Medio permitió confirmar las condiciones de inexistencia de eco y de difusión adecuada del sonido, lo cual representa un beneficio para el nivel de Inteligibilidad de la Palabra. Sin embargo para la comprensión del mensaje oral también es fundamental la correcta percepción de sus consonantes. Para lo cual, a partir del conocimiento de una serie de parámetros acústicos del recinto se permite determinar el porcentaje de Pérdida de Articulación de Consonantes (%ALCons).

Haciendo también uso de la teoría acústica se puede determinar, el porcentaje de ALCons a partir del conocimiento del Tiempo de Reverberación RT y de la diferencia entre los niveles de presión sonora de campo directo LD y de campo reverberante LR. El tiempo de reverberación que se toma para el cálculo es el que corresponde a la frecuencia de 2000 Hz, porque esta frecuencia es la que más influye en la percepción de la palabra oral.

Se presenta el cálculo del Tiempo de Reverberación en la frecuencia de 2000 Hz, el cual es de 0.72 segundo, valor que se encuentra dentro del rango óptimo ya mencionado (0.70 – 1.00 segundo).

TIEMPO DE REVERBERACIÓN EN LA FRECUENCIA DE 2000 Hz PARA EL AUDITORIO				
Nº	Tipo de superficie y/o material	Area (mt ²)	Cofciente de absorción acústica en 2000 Hz	Absorción Total (Area x Absorción en 2000 Hz)
1	Paredes de Covintec con acabado de repello y fino.	332,5	0,02	6,65
2	Escenario de tablillas madera.	88,30	0,10	8,83
3	Cielo falso de tablilla de PVC.	377,00	0,42	158,34
4	Puertas de madera sólida.	24,10	0,08	1,93
5	Ventanas de aluminio y vidrio.	24,80	0,02	0,50
6	70% de sillas ocupadas.	196,42	0,86	168,92
7	30% de sillas vacías.	84,18	0,59	49,67
8	Piso de alfombra sobre cascote.	68,15	0,03	2,04
Absorción Total en 2000 Hz (sabines):				396,88
Volumen de la sala (mt ³):				1.787,15
Tiempo de Reverberación en frecuencia de 2000 Hz (Segundos):				0,72

Tabla 21. Fuente: Elaborada por la autora, con base en apuntes de la asignatura Física de la Arquitectura II.

La diferencia entre los niveles de presión sonora de campo directo LD y de campo reverberante LR se determinó para tres filas en la sala; la primera, la intermedia y la última, esto con el fin de establecer la condición de inteligibilidad de palabra en al menos tres puntos situados a diferentes distancias de la fuente sonora. La fórmula para el cálculo de (LD – LR) es como sigue:

$$LD - LR = 10 \log ((QR)(r^2)) - 17 \text{ (en dB)}$$

Donde:

Anteproyecto del Centro Nacional de Formación Docente
Fe y Alegría, con enfoque bioclimático- Managua, Nicaragua.

LD – LR = Diferencia de niveles de presión entre campo directo y campo reverberante.

Q = Factor de directividad de la fuente sonora en la dirección considerada.

(Q = 2 en el caso de la voz humana, considerando la dirección frontal del orador).

R = Constante de la sala, expresada en mt².

r = Distancia de la fuente sonora al receptor en mts.

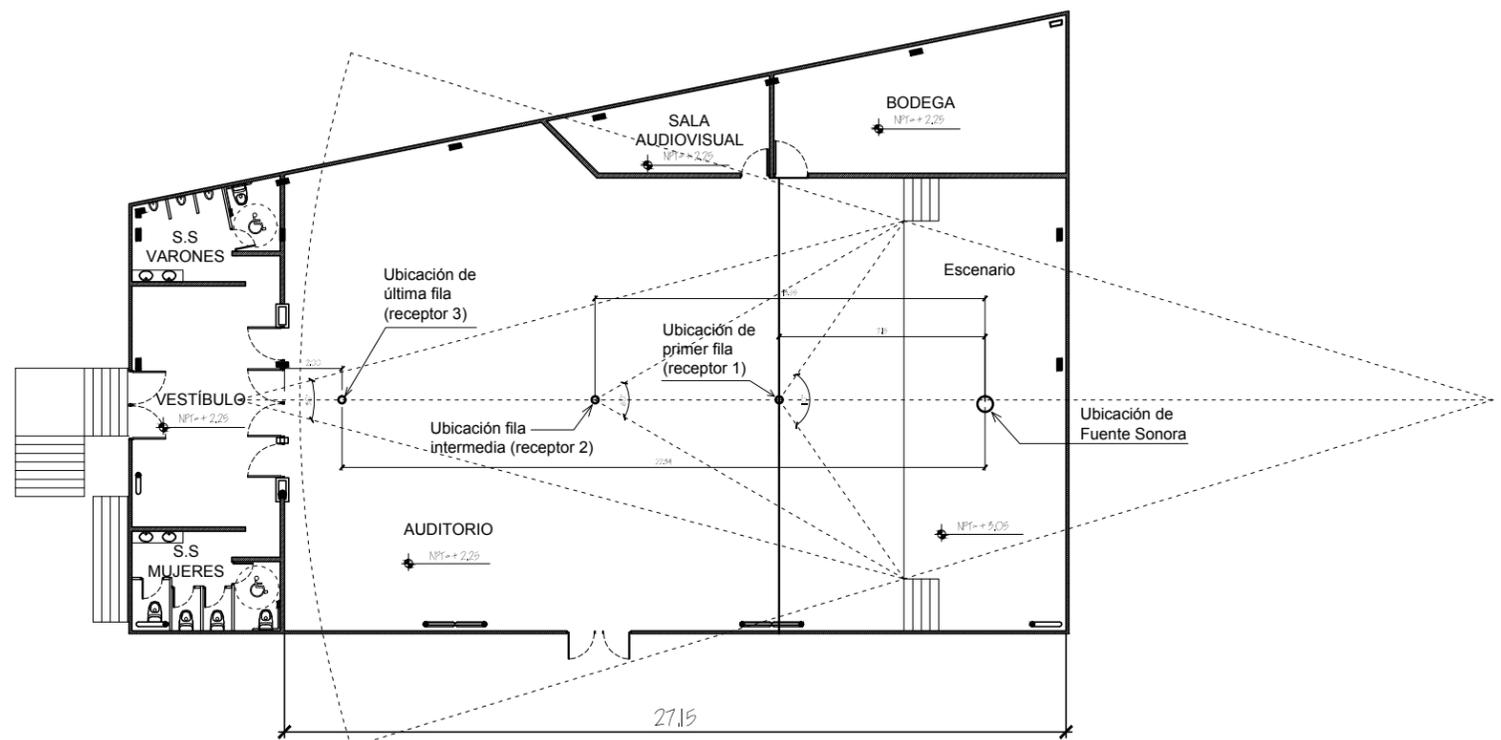


Gráfico 63: Ubicación de fuente sonora y receptores de auditorio. Escala: 1:250. Fuente: Elaborado por la autora.

A continuación se presenta la tabla de cálculo de diferencia entre los niveles de presión de campo directo LD y de campo reverberante LR (LD – LR), en los tres puntos ubicados en el plano.

DIFERENCIA ENTRE NIVELES DE PRESION SONORA DE CAMPO DIRECTO (LD) Y DE CAMPO REVERBERANTE (LR)			
Q: Factor de directividad de la fuente sonora en la dirección considerada (Q = 2 en el caso de la voz humana, considerando la dirección frontal del orador):			2
R: Constante de la sala (mt ²):	1.787,15	Fórmula General:	$LD - LR = 10 \log ((QR)(r^2)) - 17$ (en dB)
r: Distancia de la fuente sonora al receptor (mts)	Diferencia de Niveles de Presión (dB)		
Receptor 1 en primera fila(r1):	7,15	Receptor 1 en primera fila (LD - LR)1:	-15,155
Receptor 2 en fila intermedia(r2):	13,55	Receptor 2 en fila intermedia (LD - LR)2:	-15,711
Receptor 3 en última fila(r3):	22,33	Receptor 3 en última fila (LD - LR)3:	-16,145

Tabla 22. Fuente: Elaborada por la autora, con base en apuntes de la asignatura Física de la Arquitectura II.

Habiendo calculado las diferencias de niveles de presión sonora para la sala se procede a determinar el porcentaje de Pérdida de Articulación de Consonantes (%ALCons), que permite establecer el Nivel de Inteligibilidad de la Palabra a través del siguiente nomograma, en el que se incorpora el valor del tiempo de reverberación en 2000 Hz.

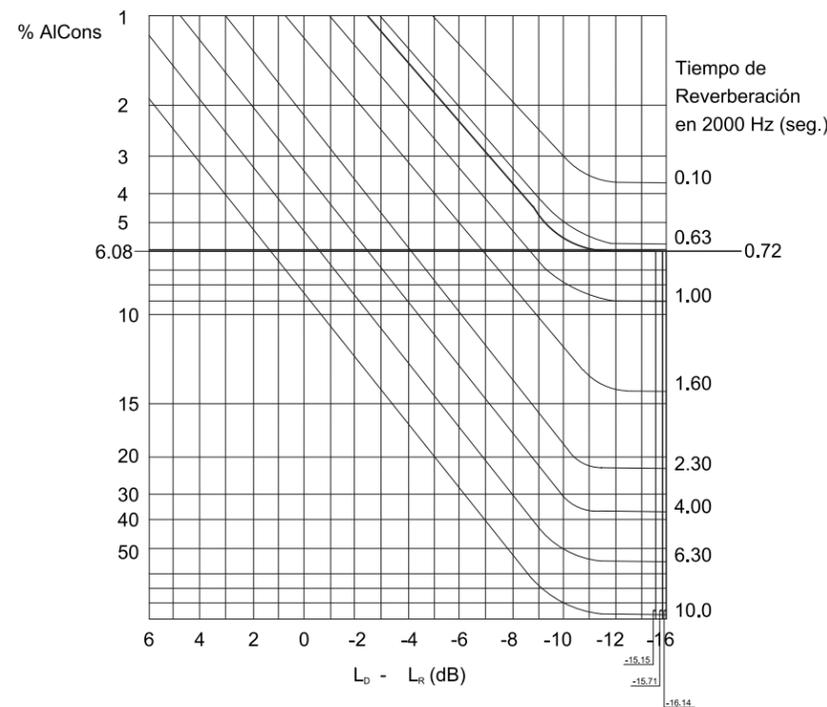


Gráfico 64: Nomograma para la obtención de la Inteligibilidad (% AL Cons) a partir de RT y L - L (dB). Fuente: Diseño acústico de espacios arquitectónicos.

En las tres condiciones tomadas en cuenta en el cálculo (ubicación de la primera, intermedia y última fila), el valor del porcentaje de Pérdida de Articulación de Consonantes (% ALCons) es el mismo, de solamente de 6.08 %.

Calificación del Nivel de Inteligibilidad de la Palabra	
% ALCons	Valoración
5% - 0%	Excelente
12% - 6%	Buena
31% - 13%	Regular
60% - 32%	Deficiente
> 60%	Mala

Tabla 23. Fuente: Elaborada por la autora, con base en apuntes de la asignatura Física de la Arquitectura II.

Este resultado se considera satisfactorio, ya que evalúa al auditorio con un Nivel de Inteligibilidad de la Palabra de bueno, según calificación establecida por José Pérez Miñana.

Por tanto, se concluye que el acondicionamiento acústico del auditorio es adecuado debido a que los dos parámetros calculados, Tiempo de Reverberación Medio e Inteligibilidad de la Palabra, se encuentran en los rangos óptimo y bueno respectivamente, cumpliendo de manera correcta con este requerimiento de diseño.

VIII. DESCRIPCIÓN DE ISÓPTICA ARQUITECTÓNICA

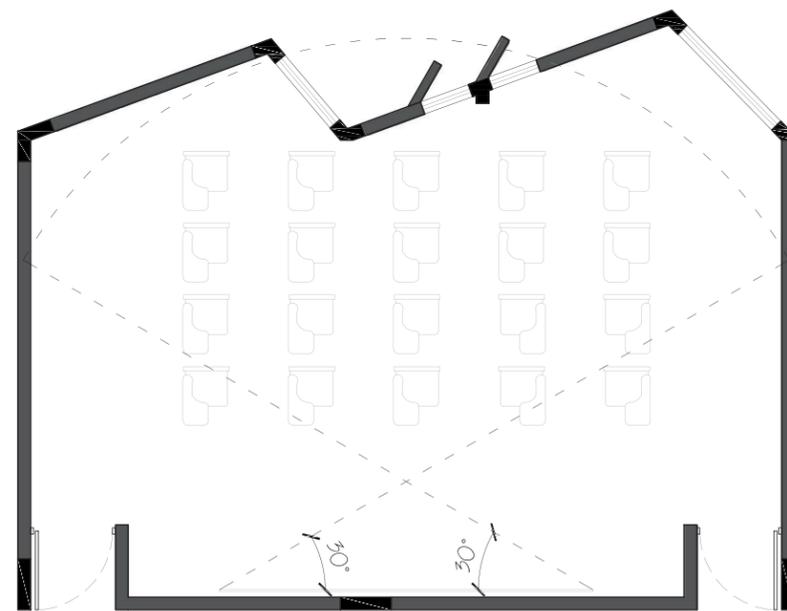


Gráfico 65: Isóptica horizontal de aula. Sin escala. Fuente: Elaborado por la autora.

En los gráficos se expresa la isóptica horizontal propuesta para los ambientes de las aulas y el auditorio.

En el primer caso se proyectan las directrices a 30° en cada extremo de la pizarra, y estas a su vez conforman el espacio para una isóptica arquitectónica óptima.

En el auditorio la isóptica arquitectónica se genera de la siguiente manera:

- la primer fila se ubica en el punto que se construyan 110° y que las directrices que forman este ángulo finalicen en los extremos laterales del escenario,
- la segunda fila deriva de la configuración de 60° con los extremos laterales del escenario y,
- la tercera fila con 30° .

El punto que da origen al ángulo que forma el abanico se denomina; El foco, y es el punto para determinar la anchura del área de espectadores. Se localiza en el eje central y hacia atrás del escenario a una distancia igual a dos veces el ancho de la boca del escenario, medida a partir del plano vertical de dicha boca.

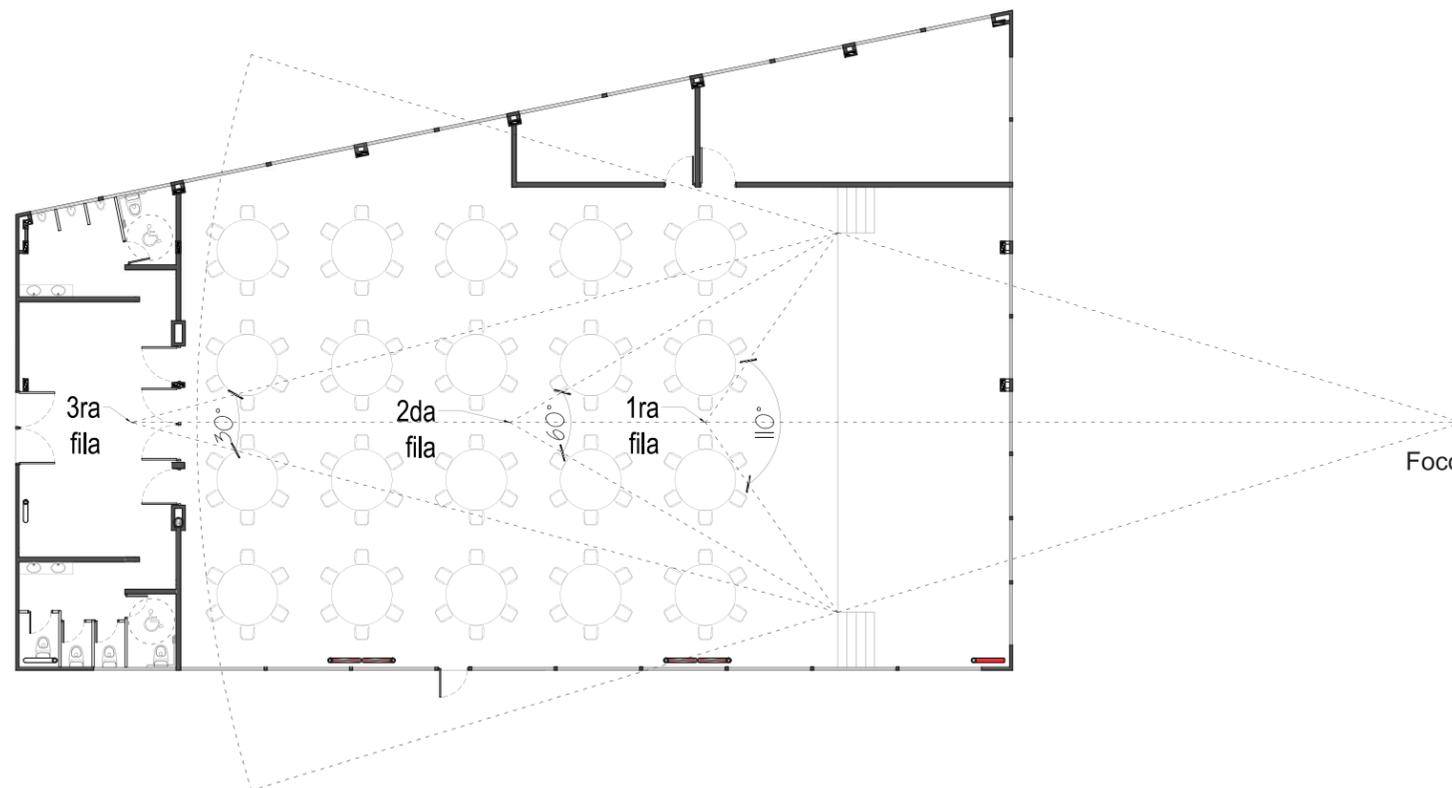


Gráfico 66: Isóptica horizontal de auditorio. Sin escala. Fuente: Elaborado por la autora.

IX. PROPUESTA DRENAJE HIDROSANITARIO

Con el propósito de desarrollar un anteproyecto integral se establecen las proyecciones básicas relacionadas al aspecto hidrosanitario, es decir la distribución de las redes y la ubicación y predimensionamiento del sistema de tratamiento hidrosanitario. Se propone un sistema compuesto por un tanque séptico de 5.00×3.00 m y pozo de infiltración de 3.00 m de diámetro, ubicados en el nivel más bajo del sitio y con fácil acceso a la calle hacia Esquipulas para proveer el mantenimiento adecuado.

Asimismo se define una propuesta de drenaje pluvial a nivel de conjunto. Este diseño generará evacuar las aguas pluviales lo más rápido posible de modo que también se conjugue con la composición volumétrica; por esta razón se decide que los canales de los edificios sean ocultos, descendiendo al nivel de terreno por medio de bajantes pluviales que a su vez conducen las aguas hacia las calles a través de una red de tuberías (ver planos hidrosanitarios: HS-01, HS-02 y HS-03).

1. Las características del sitio (como su poligonal irregular, la orientación de vientos predominantes, la contaminación acústica proveniente de Carretera a Masaya, la trayectoria solar y topografía) fueron variables fundamentales que condicionaron el diseño de anteproyecto. El análisis de cada una de ellas permitió incluirlas en la propuesta, generando un producto arquitectónico integral.
2. La inclusión de criterios de diseño identificados en el análisis del modelo análogo fue de mucho valor, porque en Nicaragua existe carencia de normativas y guías para el diseño de establecimientos escolares y edificaciones con enfoque bioclimático. Además la configuración del terreno del modelo análogo, también irregular, sirvió de guía para la proyección de edificios y espacios que se adaptan muy bien al sitio y conservan sus cualidades funcionales, formales y de confort.
3. Se demostró la integración de criterios de diseño bioclimático en el anteproyecto a través de la utilización de softwares que permitieron medir cualitativamente su eficiencia en el funcionamiento de los edificios.
4. La ventilación cruzada y protección solar fueron las estrategias bioclimáticas que tuvieron mayor peso desde el inicio del diseño y determinaron la orientación y configuración volumétrica de los edificios del conjunto.
5. El uso adecuado de la vegetación como elemento regulador del microclima y protector solar favorece el confort de los espacios interiores y exteriores proyectados, además de agregar valor formal y paisajístico al diseño de conjunto.
6. La experimentación con el software Ecotect permitió detectar deficiencias en el análisis de luminancia natural en espacios interiores. La fortaleza del programa es la geometría solar.

Conclusiones generales, recomendaciones y bibliografía

I. CONCLUSIONES GENERALES

1. La integración correcta del clima en la arquitectura produce muchos beneficios de confort al usuario y eficiencia energética en el funcionamiento de los edificios, condición que cada vez se vuelve más necesaria a raíz de la crisis ambiental que se vive en el mundo. Por estos dos motivos el clima y la arquitectura no pueden desligarse.
2. Las condiciones físicas del sitio, junto con el contexto socio económico, constituyeron grandes determinantes del concepto de la propuesta de anteproyecto.
3. El análisis de modelo análogo fue de mucho valor para el anteproyecto, porque pudieron identificarse muchos criterios de diseño favorecedores a la propuesta del centro escolar.
4. La implementación de softwares para el análisis bioclimático representa una gran ventaja para el proceso de diseño, porque permite la cantidad de pruebas que sean necesarias en poco tiempo hasta conseguir el resultado óptimo.
5. Se logró hacer arquitectura funcional, confortable y agradable formalmente, a pesar de las condiciones físicas del terreno y contexto socio económico.

II. RECOMENDACIONES

Con base en la experiencia del proyecto de investigación se recomienda que la Facultad de Arquitectura (FARQ) de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI):

- Promueva las investigaciones en el área bioclimática y aplicación de los softwares en los anteproyectos desarrollados durante la carrera.
- Impulse y facilite el aporte de los estudiantes de arquitectura hacia la sociedad nicaragüense, a través del desarrollo de proyectos que suplan necesidades reales en las diferentes áreas de la arquitectura y el urbanismo.

III. BIBLIOGRAFÍA

III.i. Libros consultados

1. Saravia, L.M. (2005) La formación de maestros en América Latina: estudio realizado en diez países. Lima, Perú: Programa de Educación Básica de la Cooperación Alemana de Desarrollo.
2. Arrien, J.B. (2008). Referentes de impacto en la educación de Nicaragua, período 1950- 2008. Revista Académica de Universidad Centroamericana “Encuentro”, N° 79, p.8-18
3. Sevilla, B.R., Miranda, M.J. (2010) La Luz en la Forma Arquitectónica. Tesina para optar al título de arquitecto. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional de Ingeniería.
4. García, V., Medina, R. (1987) Organización y Gobierno de Centros Educativos. Madrid: Rialp, S.A.
5. Argentina. Ministerio de Educación. (s.f.). Criterios y Normativas Básicas de Arquitectura Escolar. Buenos Aires: (s.e.).
6. Rodríguez, M. (2005) Introducción a la Arquitectura Bioclimática. México D.F: Limusa, S.A de C.V Grupo Noriega.
7. Konya, A. (1981) Diseño en climas cálidos. Madrid: H. Blume.
8. Olgay, V. (1998) Arquitectura y Clima. Barcelona: Gustavo Gili.
9. Sosa, M., Siem, G. (1999) Ventilación natural efectiva y cuantificable. Confort térmico en climas cálidos-húmedos. Caracas: Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico.
10. García, J., Fuentes, V. (1985) Arquitectura Bioclimática y Energía Solar (Viento y arquitectura). México D.F: Universidad Autónoma Metropolitana.
11. Izard, J., Guyot, A. (1983) Arquitectura bioclimática. México D.F: Gustavo Gili.
12. Plazola, A. (1997). Enciclopedia de Arquitectura Vol. 4. México. D.F: Plazola.
13. Neufert, E. (1995). Arte de proyectar en arquitectura. Barcelona: Gustavo Gilli, S.A.
14. México. Gobierno del Estado de Jalisco. (2009). Edificación Sustentable en Jalisco. Jalisco:

Prometeo Editores.

15. Szokolay, S. (2007). PLEA note 1: Solar Geometry. [S.l.]: [s.n.]
16. Szokolay, S. y Auliciems, A. (2007). PLEA note 3: Thermal Comfort. [S.l.]: [s.n.]
17. Sosa, M. y Siem, G. (2004). Manual de diseño para edificaciones energéticamente eficientes en el trópico. Caracas: C.A La electricidad de Caracas.
18. DIPLOMADO internacional “Acercamiento a Criterios Arquitectónicos Ambientales para Comunidades Aisladas en Áreas Naturales Protegidas de Chiapas” (2003: Chiapas, México). Estrategias Bioclimáticas en la Arquitectura. Chiapas, México: Universidad Autónoma de Chiapas, 2003. 40 p.

III.ii. Fuentes electrónicas

1. Introducción a la Arquitectura Bioclimática. Fecha. Disponible en : <http://www.arquitecturabioclimatica.org/?p=8>
2. Página oficial de Autodesk: <http://usa.autodesk.com/ecotect-analysis/>
3. Martin, J. Técnicas Bioclimáticas de Diseño: Las Tablas de Mahoney y los Triángulos de Confort. Disponible en: http://www.arq.luz.edu.ve/portafolio/pdf/art_arbi_vol_2/art_3_vol_2.pdf
4. Díaz, G. Vegetación y Calidad Ambiental de las Ciudades. Disponible en: <http://revistascientificas.cujae.edu.cu/Revistas/Arquitectura/Vol-XXVI/1-2005/44-49-Vegetacionycalidadambiental.pdf>
5. Baez, J.F. (2013). El paradigma de la Salle, desafíos y orgullo nacional. El Nuevo Diario. Obtenido el 08 de mayo de 2013, desde <http://www.elnuevodiario.com.ni/opinion/284526-paradigma-de-salle-desafios-orgullo-nacional>
6. Introducción a la Arquitectura Bioclimática. Extraído el 28 de noviembre, 2012. desde <http://www.arquitecturabioclimatica.org/?p=8>.
7. <http://www.feyalegria.org/>
8. Rodríguez, E.S., González, F.J., Minuelo, A. (2006) Arquitectura sostenible para el siglo XXI. Extraído el 09 de abril, 2013 desde <http://www.oei.es/noticias/spip.php?article682>.
9. Gorodokin. (s.f.). La formación docente y su relación con la epistemología [versión electrónica]. Revista Iberoamericana de Educación. Extraído el 30 de abril, 2013 desde <http://www.rieoei.org/deloslectores/1164Gorodokin.pdf>
10. Fuentes, V. (s.f.). Arquitectura Bioclimática. Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco. Extraído el 15 de abril, 2013 desde: <http://es.scribd.com/doc/102028439/Arquitectura-Bioclimatica-Victor-Armando-Fuentes-Freixanet>
11. Morillón, D. (s.f.). Arquitectura Bioclimática. Adecuada al ambiente y de máxima eficiencia energética. Extraído el 15 de abril, 2013 desde: <http://es.scribd.com/doc/72746782/Arq-Bio-Climatic-A-Morillon-PARTE1>
12. Sistematización del Diseño Arquitectónico de la UAA/Etapas del Método de Diseño Arquitectónico/El anteproyecto. Extraído el 25 de mayo, 2013 desde: http://es.wikibooks.org/wiki/Sistematizaci%C3%B3n_del_Dise%C3%B1o_Arquitect%C3%B3nico_de_la_UAA/Etapas_del_M%C3%A9todo_de_Dise%C3%B1o_Arquitect%C3%B3nico

ANEXOS

En la siguiente tabla se dan los valores de α para diferentes materiales de construcción, objetos y personas (porque las personas también absorben sonido) (Miyara, op.cit., p.45-46).

Material	Coeficientes de absorción α a la frecuencia					
	125	250	500	1,000	2,000	4,000
Hormigón sin pintar	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.04
Hormigón pintado	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02
Ladrillo visto sin pintar	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.05
Ladrillo visto pintado	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
Revoque de cal y arena	0.04	0.05	0.06	0.08	0.04	0.06
Placa de yeso (Durlock) 12 mm a 10 cm	0.29	0.10	0.05	0.04	0.07	0.09
Yeso sobre metal desplegado	0.04	0.04	0.04	0.06	0.06	0.03
Mármol o azulejo	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
Madera en paneles (a 5 cm de la pared)	0.30	0.25	0.20	0.17	0.15	0.10
Madera aglomerada en panel	0.47	0.52	0.50	0.55	0.58	0.63
Parquet	0.04	0.04	0.07	0.06	0.06	0.07
Parquet sobre asfalto	0.05	0.03	0.06	0.09	0.10	0.22
Parquet sobre listones	0.20	0.15	0.12	0.10	0.10	0.07
Alfombra de goma 0.5 cm	0.04	0.04	0.08	0.12	0.03	0.10
Alfombra de lana 1.2 kg/m ²	0.10	0.16	0.11	0.30	0.50	0.47
Alfombra de lana 2.3 kg/m ²	0.17	0.18	0.21	0.50	0.63	0.83
Cortina 338 g/m ²	0.03	0.04	0.11	0.17	0.24	0.35
Cortina 475 g/m ² fruncida al 50%	0.07	0.31	0.49	0.75	0.70	0.60
Espuma de poliuretano (Fonac) 35 mm	0.11	0.14	0.36	0.82	0.90	0.97
Espuma de poliuretano (Fonac) 50 mm	0.15	0.25	0.50	0.94	0.92	0.99
Espuma de poliuretano (Fonac) 75 mm	0.17	0.44	0.99	1.03	1.00	1.03
Espuma de poliuretano (Sonex) 35 mm	0.06	0.20	0.45	0.71	0.95	0.89
Espuma de poliuretano (Sonex) 50 mm	0.07	0.32	0.72	0.88	0.97	1.01
Espuma de poliuretano (Sonex) 75 mm	0.13	0.53	0.90	1.07	1.07	1.00
Lana de vidrio (fieltro 14 kg/m ³) 25 mm	0.15	0.25	0.40	0.50	0.65	0.70
Lana de vidrio (fieltro 14 kg/m ³) 50 mm	0.25	0.45	0.70	0.80	0.85	0.85
Lana de vidrio (panel 35 kg/m ³) 25 mm	0.20	0.40	0.80	0.90	1.00	1.00
Lana de vidrio (panel 35 kg/m ³) 50 mm	0.30	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00
Ventana abierta	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Vidrio	0.03	0.02	0.02	0.01	0.07	0.04
Panel cielorraso Spanacustic (Manville) 19 mm	-	0.80	0.71	0.86	0.68	-
Panel cielorraso Acustidom (Manville) 4 mm	-	0.72	0.61	0.68	0.79	-
Panel cielorraso Prismatic (Manville) 4 mm	-	0.70	0.61	0.70	0.78	-

Panel cielorraso Profil (Manville) 4 mm	-	0.72	0.62	0.69	0.78	-
Panel cielorraso fisurado Auratone (USG) 5/8"	0.34	0.36	0.71	0.85	0.68	0.64
Panel cielorraso fisurado Cortega (AWI) 5/8"	0.31	0.32	0.51	0.72	0.74	0.77
Asiento de madera (0,8 m ² /asiento)	0.01	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08
Asiento tapizado grueso (0,8 m ² /asiento)	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44
Personas en asiento de madera (0,8 m ² /persona)	0.34	0.39	0.44	0.54	0.56	0.56
Personas en asiento tapizado (0,8 m ² /persona)	0.53	0.51	0.51	0.56	0.56	0.59
Personas de pie (0,8 m ² /persona)	0.25	0.44	0.59	0.56	0.62	0.50

TABLA N°1: TEMPERATURA DEL AIRE °C														
TEMPERATURA (°C)	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	MÁS ALTA	TMA
MÁXIMAS MEDIAS MENSUALES	33,8	34,8	36	36,6	36,7	34,5	33,7	34,1	33,8	33,3	33,2	33,1	36,7	27,05
MÍNIMAS MEDIAS MENSUALES	17,4	17,7	18,6	20,2	21,5	21,6	21,1	21,2	21,1	20,6	18,7	17,6	17,4	19,3
VARIACIONES MEDIAS MENSUALES	16,4	17,1	17,4	16,4	15,2	12,9	12,6	12,9	12,7	12,7	14,5	15,5	MÁS BAJA	OMA

MÁS ALTA: CORRESPONDE AL MAYOR VALOR DE LAS TEMPERATURAS MEDIAS MÁXIMAS.

MÁS BAJA: CORRESPONDE AL MAYOR VALOR DE LAS TEMPERATURAS MEDIA MÍNIMAS.

TMA (TEMPERATURA MEDIA ANUAL): ES EL PROMEDIO DE LOS DOCE VALORES DE TEMPERATURA MEDIAS MENSUALES.

OMA (OSCILACIÓN MEDIA ANUAL): ES EL PROMEDIO DE LOS VALORES DE MÁS ALTA Y MÁS BAJA.

TABLA N° 2: HUMEDAD, PLUVIOSIDAD Y VIENTO														
HUMEDAD (PORCENTAJE)		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
	MÁXIMAS MEDIAS MENSUALES		80,4	75,3	72,5	74,1	87,8	91,6	90	89,6	91,7	92	89,3	83,7
	MÍNIMAS MEDIAS MENSUALES		58,8	55,6	55,3	54,8	58,3	71	71,3	71,5	75,3	74,5	70,7	62,7
	PROMEDIO		69,60	65,45	63,90	64,45	73,05	81,30	80,65	80,55	83,50	83,25	80,00	73,20
	GRUPO DE HUMEDAD (GH)		3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4
	PLUVIOSIDAD (mm)		3,20	0,60	2,90	18,80	185,80	173,70	132,80	143,40	242,60	281,00	67,40	3,40
VIENTO (DIRECCIÓN)	DOMINANTE		E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
	SECUNDARIO		NE	NE/SE	SE	SE	SE	SE	NE	NE	SE	SE	SE	SE

TOTAL DE PLUVIOSIDAD (mm)	1.255,60
---------------------------	----------

TABLA N° 3: DIAGNÓSTICO DEL RIGOR TÉRMICO													TMA:	27,1
GRUPO DE HUMEDAD		3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	
TEMPERATURA (°C)		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
MÁXIMAS MEDIAS MENSUALES		33,80	34,80	36,00	36,60	36,70	34,50	33,70	34,10	33,80	33,30	33,20	33,10	
BIENESTAR POR EL DÍA	MÁXIMO	28	28	28	28	27	27	27	27	27	27	27	27	
	MÍNIMO	23	23	23	23	22	22	22	22	22	22	22	22	
MÍNIMAS MEDIAS MENSUALES		17,40	17,70	18,60	20,20	21,50	21,60	21,10	21,20	21,10	20,60	18,70	17,60	
BIENESTAR POR LA NOCHE	MÁXIMO	23	23	23	23	21	21	21	21	21	21	21	21	
	MÍNIMO	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	
RIGOR TÉRMICO	DÍA	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
	NOCHE	B	B	B	B	C	C	C	C	C	C	B	B	

CUADRO N° 2 LÍMITES DE CONFORT						
Grupo de Humedad	Temperatura Media Anual					
	A		B		C	
	mayor a 20 °C		entre 15 y 20 °C		menor a 15 °C	
	día	noche	día	noche	día	noche
1	26-33	17-25	23-31	14-23	21-30	12-21
2	25-30	17-24	22-29	14-22	20-27	12-20
3	23-28	17-23	21-27	14-21	19-26	12-19
4	22-27	17-21	20-25	14-20	18-24	12-18

TANTO EL BIENESTAR POR EL DÍA Y COMO EL BIENESTAR POR LA NOCHE ESTAN DEFINIDOS POR LÍMITES DE CONFORT DONDE:

- SI LA TEMPERATURA ES SUPERIOR A LOS LÍMITES DE CONFORT = C (CALUROSO).
- SI LA TEMPERATURA ESTÁ DENTRO DE LOS LÍMITES DE CONFORT = B (BIENESTAR).

TABLA N°4: INDICADORES														
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
HUMEDAD														
VENTILACIÓN INDISPENSABLE	HI	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	8
VENTILACIÓN CONVENIENTE	H2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PROTECCIÓN CONTRA LA LLUVIA	H3	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	4
ARIDEZ														
ALMACENAMIENTO TÉRMICO	A1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4
ESPACIO PARA DORMIR AL AIRE LIBRE	A2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PROTECCIÓN CONTRA EL FRÍO	A3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

CUADRO N° 3					
INDICADORES PARA EL DIAGNÓSTICO					
SI EL MES CUMPLE CON;					ENTONCES APLICA
Rigor Térmico		Pluviosidad	Grupo de Humedad	Variación media mensual	
diurno	nocturno				
C			4		H1
C			2 ó 3	<10°	H1
B			4		H2
		>150mm			H3
			1, 2 ó 3	>10°	A1
	C		1 ó 2		A2
C	B		1 ó 2	>10°	A2
F					A3

Nota importante: Deben cumplirse todas las condiciones de cada línea para adquirir el indicador

- TEMPERATURA SUPERIOR A LOS LIMITES DE CONFORT = C (CALUROSO).
- DENTRO DE LOS LÍMITES DE CONFORT = B (BIENESTAR).
- TEMPERATURA INFERIOR A LOS LÍMITES DE CONFORT = F (FRÍO).