



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA Y URBANISMO**



**PROPUESTA BIOCLIMATICA PARA LA INFRAESTRUCTURA  
DE LA INSTITUCION EDUCATIVA SECUNDARIA PEDRO  
VILCAPAZA ALARCON, AZANGARO-PUNO**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**LESLY MIREYA MELO SAAVEDRA**

**JEAN CARLOS HUIRSE YUCRA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**ARQUITECTO**

**PUNO – PERÚ**

**2024**



NOMBRE DEL TRABAJO

PROPUESTA BIOCLIMATICA PARA LA INFRAESTRUCTURA DE LA INSTITUCION EDUCATIVA SECUNDARIA PEDRO VILCAPAZA ALARCON, AZANGARO-PUNO

AUTOR

LESLY MIREYA MELO SAAVEDRA JEAN  
CARLOS HUIRSE YUCRA

RECuento DE PALABRAS

24970 Words

RECuento DE CARACTERES

133404 Characters

RECuento DE PÁGINAS

180 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

29.2MB

FECHA DE ENTREGA

May 18, 2024 6:49 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

May 18, 2024 6:52 PM GMT-5

● **18% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 14% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 12% Base de datos de trabajos entregados
- 5% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado



YONNY W. CHAVEZ PEREA  
ARQUITECTO  
CAR 3904



Mg. Arq. José A. Eñanes Condori  
COORDINADOR DE SU DIRECCION DE INVESTIGACION

Resumen



## DEDICATORIA

*A mis amados padres, Aracely y Bailon, por vuestro amor infinito y apoyo inquebrantable, ustedes son los pilares de mi vida, mi fortaleza frente a cualquier obstáculo y la inspiración por la que busco ser mejor cada día, gracias por ser mi lugar seguro donde siempre encuentro amor y abrigo. Quizá no sea capaz de reintegrar todo lo que hicieron por mí, pero este pequeño peldaño es el inicio de un camino de metas inspiradas en ustedes.*

*A mi querida tía Danith, por celebrar cada uno de mis logros como si fueran tuyos, tu consejo y cariño han sido fundamentales para mi crecimiento, eres sin duda la mejor tía que la vida me pudo regalar.*

**Lesly Mireya Melo Saavedra**



## DEDICATORIA

*A mis queridos padres, Celestino y Virginia, su amor, dedicación y sacrificio fueron los cimientos sobre los cuales reposaran mis logros, vuestra fe en mí siempre será el motor que me impulsa a seguir adelante cada día.*

*A mi querida hermana, que su apoyo y aliento constante que fueron fuente inagotable de inspiración, su confianza inquebrantable en mí son mi mayor motivación.*

*A mi familia, que también contribuyó con este logro, vuestras palabras, apoyo y comprensión, son el combustible que alimenta mis proyectos.*

*¡Gracias por confiar siempre en mí!*

**Jean Carlos Huirse Yucra**



## AGRADECIMIENTOS

*A Dios y a la Virgen María, que guían e iluminan cada paso que damos en nuestra vida profesional.*

*A la Universidad Nacional del Altiplano, en especial a la Escuela Profesional de Arquitectura y Urbanismo, nuestra alma mater, cuyos claustros enriquecieron nuestra formación académica, y a nuestros docentes que compartieron sus conocimientos con dedicación.*

*A nuestro asesor de tesis, Arq. Yonny Walter Chávez Perea, por su guía, experiencia y apoyo constante, a la Arq. Leyda Cinthia Aza Medina y al Arq. Teófilo Percy Arroyo Gonzales por sus consejos, conocimiento e interés sincero que fueron de gran aporte en el desarrollo del presente trabajo de investigación.*

**Lesly Mireya Melo Saavedra**

**Jean Carlos Huirse Yucra**



## INDICE GENERAL

	Pág.
<b>DEDICATORIA</b>	
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	
<b>INDICE GENERAL</b>	
<b>INDICE DE TABLAS</b>	
<b>INDICE DE FIGURAS</b>	
<b>ACRÓNIMOS</b>	
<b>RESUMEN .....</b>	<b>20</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>21</b>
<b>CAPITULO I</b>	
<b>INTRODUCCION</b>	
<b>1.1 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>22</b>
<b>1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....</b>	<b>23</b>
1.2.1 Pregunta general.....	23
1.2.2 Preguntas específicas .....	23
<b>1.3 OBJETIVOS .....</b>	<b>24</b>
1.3.1 Objetivo general .....	24
1.3.2 Objetivos específicos .....	24
<b>1.4 HIPÓTESIS .....</b>	<b>25</b>
1.4.1 Hipótesis general.....	25
1.4.2 Hipótesis específicas.....	25
<b>CAPITULO II</b>	
<b>REVISION DE LITERATURA</b>	
<b>2.1 MARCO TEORICO.....</b>	<b>27</b>



2.1.1	Arquitectura bioclimática .....	27
2.1.2	Eficiencia energética .....	27
2.1.3	Sostenibilidad.....	27
2.1.4	Aprendizaje y ambiente construido .....	28
<b>2.2</b>	<b>MARCO CONCEPTUAL.....</b>	<b>28</b>
2.2.1	Condiciones inherentes al entorno .....	28
2.2.1.1	Temperatura .....	28
2.2.1.2	Humedad .....	28
2.2.1.3	Asoleamiento .....	29
2.2.1.4	Vientos .....	29
2.2.2	Carta bioclimática de Givoni.....	29
2.2.3	Sistemas bioclimáticos pasivos.....	29
2.2.3.1	Invernadero adosado .....	30
2.2.3.2	Patio .....	30
2.2.3.3	Galerías .....	30
2.2.4	Materiales termoaislantes .....	30
2.2.4.1	Lana de oveja .....	31
2.2.4.2	Mecanismos de transferencia de calor .....	31
2.2.4.2.1	Conducción .....	31
2.2.4.2.2	Convección.....	31
2.2.4.2.3	Radiación .....	31
2.2.5	Simulación energética.....	32
2.2.5.1	Confort térmico .....	32
2.2.5.2	Design Builder .....	32
2.2.6	Prueba de ambiente controlado.....	32



2.2.7	Infraestructura educativa.....	32
<b>2.3</b>	<b>MARCO REFERENCIAL.....</b>	<b>33</b>
2.3.1	Internacional.....	33
2.3.1.1	Bioclimatismo y arquitectura de Sewell: Lecciones de un diseño adaptado al clima central andino.....	33
2.3.1.2	Estrategias arquitectónicas y ambientales hacia una modernización energética profunda con un costo óptimo para las escuelas secundarias públicas mediterráneas .....	35
2.3.2	Nacional.....	36
2.3.2.1	Arquitectura bioclimática para el confort térmico en las infraestructuras de centros educativos y textiles en el distrito de Pomabamba, 2019 .....	36
2.3.3	Departamental.....	38
2.3.3.1	Mejora del desempeño térmico de colegios en la región altoandina del Perú. El caso del “Módulo prefabricado aula tipo heladas - PRONIED” .....	38
<b>2.4</b>	<b>MARCO NORMATIVO.....</b>	<b>41</b>

### CAPITULO III

#### MATERIALES Y MÉTODOS

<b>3.1</b>	<b>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION.....</b>	<b>42</b>
3.1.1	Enfoque de investigación.....	42
3.1.2	Tipo de investigación.....	42
3.1.3	Nivel de investigación .....	43
3.1.4	Naturaleza - propósito .....	43
3.1.5	Población.....	43





3.1.6	Muestra .....	44
3.1.7	Diseño de metodología por objetivos específicos .....	45
3.1.7.1	Objetivo específico 1: Analizar condiciones inherentes al entorno .....	45
3.1.7.2	Objetivo específico 2 - Identificar sistemas bioclimáticos pasivos .....	46
3.1.7.3	Objetivo específico 3 – Identificar materiales termoaislantes sostenibles .....	47
3.1.7.4	Objetivo específico 4 – Contrastar las temperaturas promedio resultantes de la simulación térmica en el software Design Builder con el promedio indicado en la norma .....	48
3.1.7.5	Objetivo general .....	49

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

<b>4.1</b>	<b>ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES INHERENTES AL ENTORNO .....</b>	<b>51</b>
4.1.1	Análisis bibliométrico.....	51
4.1.2	Bibliografía con mayor cantidad de citas.....	52
4.1.3	Conceptos – condiciones inherentes al entorno .....	52
4.1.4	Análisis de condiciones inherentes al entorno según grado de importancia .....	54
4.1.5	Condiciones inherentes al entorno .....	56
<b>4.2</b>	<b>IDENTIFICACION DE SISTEMAS BIOCLIMATICOS PASIVOS.....</b>	<b>56</b>
4.2.1	Análisis bibliométrico.....	56
4.2.2	Bibliografía con mayor cantidad de citas.....	57
4.2.3	Conceptos – sistemas bioclimáticos pasivos.....	58



4.2.4	Análisis de sistemas bioclimáticos pasivos.....	60
4.2.5	Sistemas bioclimáticos pasivos.....	60
<b>4.3</b>	<b>IDENTIFICACION DE MATERIALES TERMOAISLANTES</b>	
	<b>SOSTENIBLES .....</b>	<b>61</b>
4.3.1	Análisis bibliométrico.....	61
4.3.2	Bibliografía con mayor cantidad de citas.....	62
4.3.3	Conceptos – materiales termoaislantes.....	63
4.3.4	Análisis de materiales termoaislantes .....	65
4.3.5	Materiales termoaislantes .....	67
<b>4.4</b>	<b>CONTRASTE DE TEMPERATURAS PROMEDIO RESULTANTES DE LA</b>	
	<b>SIMULACIÓN TÉRMICA EN EL SOFTWARE DESIGN BUILDER.....</b>	<b>68</b>
4.4.1	Promedio resultante de temperatura por ambientes.....	68
4.4.2	Prueba de normalidad .....	70
4.4.3	T-Student para una muestra .....	71
<b>4.5</b>	<b>PROPUESTA BIOCLIMÁTICA.....</b>	<b>72</b>
4.5.1	Análisis del entorno.....	72
	4.5.1.1 Ubicación .....	72
	4.5.1.2 Clima.....	73
	4.5.1.3 Temperatura .....	73
	4.5.1.4 Humedad .....	74
	4.5.1.5 Asoleamiento .....	75
	4.5.1.6 Vientos .....	77
	4.5.1.7 Precipitaciones .....	78
	4.5.1.8 Vegetación .....	79
	4.5.1.9 Topografía.....	80



4.5.1.10 Diagrama de Givoni .....	81
4.5.2 Aplicación de sistemas bioclimáticos pasivos.....	84
4.5.2.1 Invernadero adosado .....	84
4.5.2.2 Patios.....	85
4.5.2.3 Circulación cerrada por mamparas .....	86
4.5.3 Aplicación de materiales termoaislantes.....	87
4.5.3.1 Muro portante.....	88
4.5.3.2 Muro con aislamiento térmico de lana de oveja .....	89
4.5.3.3 Tabique interior con aislamiento térmico de lana de oveja .....	90
4.5.3.4 Muro con enchape interior de cerámica.....	92
4.5.3.5 Muro interior con enchape de cerámico.....	93
4.5.3.6 Cubierta de tejandina en aulas .....	94
4.5.3.7 Cubierta de tejandina en circulaciones .....	96
4.5.3.8 Piso de madera machihembrada de madera aguano.....	97
4.5.3.9 Piso enchapado de cerámica .....	99
4.5.3.10 Piso de cemento pulido .....	101
4.5.3.11 Puertas.....	103
4.5.3.12 Ventanas de vidrio 8 mm .....	104
4.5.3.13 Composición de los ambientes.....	105
4.5.4 Análisis del usuario .....	106
4.5.4.1 Prueba en ambiente controlado .....	107
4.5.5 Normativa .....	111
4.5.5.1 Cálculo de la demanda estudiantil .....	112
4.5.5.1.1 Método de crecimiento geométrico.....	112
4.5.5.2 Plan de estudios y carga horaria.....	114



4.5.5.3	Requerimientos físico espaciales .....	115
4.5.5.3.1	Cálculo de ambientes Pedagógicos .....	115
4.5.5.4	Cálculo de ambientes administrativos.....	118
4.5.5.5	Cálculo de ambientes de servicio y complementarios .....	120
4.5.5.6	Programa arquitectónico .....	120
4.5.5.7	Idea generatriz.....	123
4.5.5.7.1	Conceptualización .....	123
4.5.5.8	Geometrización del proyecto .....	124
4.5.5.9	Diagramas funcionales .....	126
4.5.5.9.1	Matriz de relaciones .....	126
4.5.5.10	Diagrama de relaciones .....	127
4.5.5.11	Zonificación .....	128
4.5.5.12	Diagrama de circulaciones .....	129
4.5.5.13	Propuesta arquitectónica .....	130
4.5.6	Simulación energética.....	133
4.5.6.1	Metodología de la simulación energética.....	133
4.5.6.2	Datos de ubicación del emplazamiento.....	133
4.5.6.3	Datos climáticos del emplazamiento .....	134
4.5.6.4	Modelado tridimensional – bloques constructivos.....	134
4.5.6.5	Asignación de materiales .....	139
4.5.6.6	Datos de ocupación, vestimenta y actividad .....	140
4.5.6.7	Simulación térmica .....	140
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>166</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>168</b>
<b>VII.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>169</b>



**ANEXOS..... 175**



## INDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1 Colegios secundarios en Azángaro .....	44
Tabla 2 Autores con mayor cantidad de citas. ....	51
Tabla 3 Bibliografía seleccionada – Análisis bibliométrico .....	52
Tabla 4 Revisión bibliométrica.....	52
Tabla 5 Condiciones inherentes al entorno según grado de importancia .....	54
Tabla 6 Grado de importancia .....	55
Tabla 7 Condiciones inherentes al entorno.....	56
Tabla 8 Autores con mayor cantidad de citas. ....	57
Tabla 9 Bibliografía seleccionada – Análisis bibliométrico .....	57
Tabla 10 Revisión bibliométrica.....	58
Tabla 11 Condiciones inherentes al entorno según mención por autores.....	60
Tabla 12 Sistemas bioclimáticos pasivos.....	61
Tabla 13 Autores con mayor cantidad de citas. ....	61
Tabla 14 Bibliografía seleccionada – Análisis bibliométrico .....	62
Tabla 15 Revisión bibliométrica.....	63
Tabla 16 Materiales termoaislantes sostenibles por grado de importancia .....	66
Tabla 17 Grado de importancia .....	66
Tabla 18 Material termoaislante sostenible .....	67
Tabla 19 Promedios de temperatura por aulas.....	68
Tabla 20 Prueba de normalidad .....	70
Tabla 21 Prueba para una muestra.....	71
Tabla 22 Temperatura máxima y mínima promedio mensual .....	73
Tabla 23 Humedad promedio mensual .....	74
Tabla 24 Precipitación promedio mensual.....	78
Tabla 25 Coordenadas UTM – perímetro de la IE.....	80
Tabla 26 Temperatura y humedad máxima y mínima .....	82
Tabla 27 Conductividad térmica de materiales.....	88
Tabla 28 Coeficiente de transmisión térmica en muro portante. ....	89
Tabla 29 Coeficiente de transmisión térmica en muro con lana de oveja. ....	90



Tabla 30 Coeficiente de transmisión térmica en muro con lana de oveja y fibrocemento .....	91
Tabla 31 Coeficiente de transmisión térmica en muro con enchape interior de cerámica. ....	92
Tabla 32 Coeficiente de transmisión térmica en muro interior con enchape cerámico ..	93
Tabla 33 Coeficiente de transmisión térmica en cubierta de tejandina con FCR .....	95
Tabla 34 Coeficiente de transmisión térmica en cubierta de tejandina. ....	96
Tabla 35 Coeficiente de transmisión térmica en piso de madera. ....	97
Tabla 36 Coeficiente de transmisión térmica en losa aligerada con madera machihembrada .....	98
Tabla 37 Coeficiente de transmisión térmica en piso de cerámico.....	99
Tabla 38 Coeficiente de transmisión térmica en Losa aligerada con cerámica. ....	100
Tabla 39 Coeficiente de transmisión térmica en piso de cemento pulido. ....	101
Tabla 40 Coeficiente de transmisión térmica en losa aligerada con cerámica. ....	102
Tabla 41 Coeficiente de transmisión térmica en puertas .....	103
Tabla 42 Coeficiente de transmisión térmica en ventanas y mamparas. ....	104
Tabla 43 Resultados de datos personales-ambiente controlado.....	108
Tabla 44 Resultados de confort térmico-ambiente controlado .....	109
Tabla 45 Matricula por periodo según grado, 2011-2021 .....	112
Tabla 46 Carga horaria semanal por área curricular. ....	114
Tabla 47 Cálculo de ambientes pedagógicos.....	116
Tabla 48 Total de aula de innovación pedagógica.....	117
Tabla 49 Cantidad de ambientes según calculo .....	118
Tabla 50 Calculo de ambientes administrativos. ....	118
Tabla 51 Calculo de aparatos sanitarios para administrativos.....	119
Tabla 52 Cálculo de ambientes de servicio. ....	120
Tabla 53 Programa arquitectónico.....	121
Tabla 54 Configuración de datos del lugar .....	133
Tabla 55 Ambientes modelados en Design Builder.....	134
Tabla 56 Asignación de materiales – simulación energética.....	139



## INDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1 Edificio residencial de Sewell - Chile adaptado al entorno .....	33
Figura 2 Sistemas bioclimáticos pasivos aplicados en Sewell - Chile .....	34
Figura 3 Materiales aislantes en edificio residencial en Sewell - Chile .....	34
Figura 4 Distribución – escuela secundaria.....	35
Figura 5 Propuesta bioclimática en CETPRO - Ancash.....	36
Figura 6 Sistemas bioclimáticos en CETPRO - Ancash .....	37
Figura 7 Materiales aislantes en CETPRO - Ancash .....	38
Figura 8 Orientación este - invernadero adosado en módulos – PRONIED - Perú ...	39
Figura 9 Sistemas bioclimáticos pasivos en módulos – PRONIED - Perú .....	40
Figura 10 Esquema metodológico – Objetivo específico 1 .....	45
Figura 11 Esquema metodológico – Objetivo específico 2.....	47
Figura 12 Esquema metodológico – Objetivo específico 03.....	48
Figura 13 Esquema metodológico – Objetivo específico 04.....	49
Figura 14 Esquema metodológico – Objetivo general .....	50
Figura 15 Macro localización I.E.S. Pedro Vilcapaza – Azángaro.....	72
Figura 16 Micro localización I.E.S. Pedro Vilcapaza – Azángaro.....	72
Figura 17 Geometría solar en el distrito de Azángaro durante todo el año.....	75
Figura 18 Geometría solar en equinoccio de otoño y primavera (21 de marzo, 21 de setiembre) al medio día. ....	76
Figura 19 Geometría solar en solsticio de verano (21 de junio) al medio día.....	76
Figura 20 Geometría solar en solsticio de invierno (21 de diciembre) al medio día. ..	77
Figura 21 Meteoblue (2024) Rosa de los vientos.....	78
Figura 22 Vegetación existente en la I.E.S. Pedro Vilcapaza .....	79
Figura 23 Curvas de nivel del terreno de la I.E.S. Pedro Vilcapaza. ....	80
Figura 24 Carta bioclimática de Givoni .....	82
Figura 25 Invernadero adosado .....	84
Figura 26 Patios.....	85
Figura 27 Circulación cerrada por mamparas .....	86
Figura 28 Composición del muro portante.....	89
Figura 29 Composición del muro con aislamiento térmico de lana de oveja.....	90





Figura 30	Composición del tabique interior con aislamiento de lana de oveja.....	91
Figura 31	Composición del muro con enchape interior de cerámico. ....	92
Figura 32	Composición del muro interior con enchape de cerámico.....	94
Figura 33	Composición de la cubierta de teja andina. ....	95
Figura 34	Composición de la cubierta en circulaciones.....	96
Figura 35	Composición del piso de madera machihembrada – primer nivel.....	97
Figura 36	Composición de piso de madera machihembrada – segundo nivel. ....	98
Figura 37	Composición de piso enchapado de cerámico – primer nivel.....	100
Figura 38	Composición de piso enchapado de cerámico – segundo nivel.....	101
Figura 39	Composición de piso de cemento pulido – primer nivel.....	102
Figura 40	Composición de piso de cemento pulido – segundo nivel.....	103
Figura 41	Puerta de madera.....	104
Figura 42	Ventanas y mamparas. ....	104
Figura 43	Composición de ambiente pedagógico .....	105
Figura 44	Composición de laboratorios, EPT Y SSHH .....	106
Figura 45	Ambiente controlado.....	107
Figura 46	Prueba de ambiente controlado.....	108
Figura 47	Fórmula para el cálculo de ambientes básicos.....	115
Figura 48	Lliclla tradicional.....	124
Figura 49	Geometrización de la lliclla. ....	125
Figura 50	Planta de la propuesta bioclimática.....	125
Figura 51	Matriz de relaciones.....	126
Figura 52	Diagrama de relaciones.....	127
Figura 53	Diagrama de zonificación.....	128
Figura 54	Diagrama de circulaciones.....	129
Figura 55	Primer nivel propuesta arquitectónica .....	130
Figura 56	Segundo nivel propuesta arquitectónica .....	130
Figura 57	Cubiertas propuesta arquitectónica .....	131
Figura 58	Vista aérea propuesta arquitectónica .....	131
Figura 59	Ingreso principal propuesta arquitectónica .....	131
Figura 60	Estacionamientos propuesta arquitectónica .....	132
Figura 61	Patio interior propuesta arquitectónica .....	132
Figura 62	Aulas pedagógicas propuesta arquitectónica .....	132
Figura 63	Datos de temperatura bloque A-primer nivel.....	141



Figura 64	Datos de temperatura bloque A-segundo nivel.....	142
Figura 65	Datos de temperatura bloque B-primer nivel.....	143
Figura 66	Datos de temperatura bloque B-segundo nivel.....	144
Figura 67	Datos de temperatura bloque C-primer nivel.....	145
Figura 68	Datos de temperatura bloque C-segundo nivel.....	146
Figura 69	Datos de temperatura bloque D-primer nivel.....	147
Figura 70	Datos de temperatura bloque D-segundo nivel.....	148
Figura 71	Datos de temperatura bloque E-primer nivel.....	149
Figura 72	Datos de temperatura bloque E-segundo nivel.....	150
Figura 73	Datos de temperatura bloque F-primer nivel.....	151
Figura 74	Datos de temperatura bloque F-segundo nivel.....	152
Figura 75	Datos de temperatura bloque G-primer nivel.....	153
Figura 76	Datos de temperatura bloque G-segundo nivel.....	154
Figura 77	Datos de temperatura bloque H-primer nivel.....	155
Figura 78	Datos de temperatura bloque H-segundo nivel.....	156
Figura 79	Datos de temperatura bloque I-primer nivel.....	157
Figura 80	Datos de temperatura bloque I-segundo nivel.....	158
Figura 81	Datos de temperatura SSHH bloques J, K, L, M-primer nivel.....	159
Figura 82	Datos de temperatura SSHH bloques J, K, L, M-segundo nivel.....	160
Figura 83	Datos de temperatura escaleras bloques N, O, P, Q, R, S.....	161
Figura 84	Datos de temperatura circulaciones-primer nivel.....	162
Figura 85	Datos de temperatura circulaciones-segundo nivel.....	163
Figura 86	Datos de temperatura bloques W y X - S.U.M. y losa deportiva.....	164



## ACRÓNIMOS

<b>ANSI:</b>	American National Standards Institute
<b>ASHRAE:</b>	American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
<b>EBR:</b>	Educación Básica Regular
<b>EPT:</b>	Educación para el trabajo
<b>ESCALE:</b>	Estadística de Calidad Educativa
<b>IIEE:</b>	Instituciones Educativas
<b>IO:</b>	Índice de ocupación
<b>JEC:</b>	Jornada Escolar Completa
<b>MINEDU:</b>	Ministerio de Educación
<b>RM:</b>	Resolución Ministerial
<b>RNE:</b>	Reglamento Nacional de Edificaciones
<b>RVM:</b>	Resolución Viceministerial
<b>SENAMHI:</b>	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología
<b>UTM:</b>	Universal Transverse Mercator



## RESUMEN

La educación es el proceso fundamental de la persona en el que desarrolla habilidades y conocimientos necesarios para poder contribuir con el desarrollo de la sociedad, siendo una de las etapas más importantes la educación secundaria, por ello es necesario que la infraestructura facilite este proceso de aprendizaje; sin embargo, generalmente esta no brinda las condiciones necesarias, ya que en el Perú las instituciones educativas no son diseñadas en base a criterios bioclimáticos que permitan tener espacios confortables, evidenciándose aún más este problema en zonas climáticas altoandinas, donde el clima se caracteriza por ser frígido y de constantes heladas. Es por ello que el objetivo de esta investigación es desarrollar una propuesta de infraestructura bioclimática para la Institución Educativa Secundaria Pedro Vilcapaza Alarcón del distrito de Azángaro, que garantice confort térmico. El enfoque de investigación es cuantitativo, el tipo de investigación es observacional, prospectivo, transversal, analítico y el nivel de investigación es descriptivo, ya que se desarrolló una propuesta arquitectónica en base a las condiciones inherentes al entorno, estrategias bioclimáticas pasivas y materiales termoaislantes sostenibles, que luego fue sometida a simulación térmica en el programa Design Builder para conocer su temperatura promedio. Los resultados obtenidos indican que se garantiza el confort térmico en la propuesta arquitectónica.

**Palabras clave:** Confort térmico, Arquitectura bioclimática, Simulación energética, Design Builder, Clima frío.



## ABSTRACT

Education is the fundamental process of the person in which develops skills and knowledge necessary to contribute to the development of society, being one of the most important stages the secondary education, therefore is necessary that the infrastructure facilitates this learning process; however, generally this does not provide the necessary conditions, in Peru the educational institutions are not designed based on bioclimatic criteria that allow comfortable spaces, evidencing this problem even more in high Andean climatic zones, where the climate is characterized by being frigid and constant frosts. That is why the objective of this research is to develop a bioclimatic infrastructure proposal to achieve thermal comfort for Pedro Vilcapaza Alarcón Secondary School in Azángaro district. The research approach is quantitative, the type of research is observational, prospective, cross-sectional, analytical and the level of research is descriptive, since an architectural proposal was developed based on the inherent conditions of the environment, passive bioclimatic strategies and sustainable insulating materials, which was then subjected to thermal simulation in the Design Builder program to know its average temperature. The results obtained indicate that thermal comfort is guaranteed in the architectural proposal.

**Keywords:** Thermal comfort, Bioclimatic architecture, Energy simulation, Design Builder, Cold climate.



# CAPITULO I

## INTRODUCCION

### 1.1 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Elaborar un diseño arquitectónico sin tener en cuenta las condiciones climáticas en un determinado emplazamiento, dificulta el confort de quienes vayan a usar dicho espacio; en la actualidad estas premisas no son consideradas al momento de la intervención de un área. En el Perú, las condiciones de infraestructura educativa son claramente deficientes, principalmente en las zonas alto andinas caracterizadas por un clima frígido y agreste, lo que genera la falta de confort térmico tanto en estudiantes como en docentes, dificultando así el correcto desarrollo de los procesos educativos.

A pesar de la variedad de condiciones climáticas existentes, el diseño constructivo muestra que las tipologías edificatorias y elementos constructivos son utilizados en distintos entornos sin tomar en consideración sus efectos en el confort térmico del hombre, o incluso en el comportamiento de los materiales a plantear (Olgay, 2015).

En razón a ello, se busca proponer una infraestructura educativa para la Institución Educativa Secundaria Pedro Vilcapaza Alarcón, basada en el entorno climático, donde se apliquen sistemas bioclimáticas pasivos y materiales termoaislantes sostenibles para lograr el confort térmico que beneficie a sus usuarios, facilitando así la comodidad de los mismos en estos espacios; por otro lado una propuesta bioclimática beneficia económicamente, ya que se reducen gastos eléctricos que podrían generarse, así también tecnológicamente se investigan y proponen sistemas bioclimáticos pasivos y materiales termoaislantes sostenibles que sirvan de referente tanto para otras infraestructuras que busquen satisfacer estas premisas bioclimáticas.



## 1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

### 1.2.1 Pregunta general

¿Cómo debería ser la propuesta bioclimática de la Institución Educativa Secundaria Pública Emblemática Pedro Vilcapaza Alarcón de la localidad de Azángaro, para garantizar confort térmico en los alumnos?

### 1.2.2 Preguntas específicas

- ¿Cuáles son las condiciones inherentes al entorno que influyen en la propuesta bioclimática de la Institución Educativa Secundaria Pública Emblemática Pedro Vilcapaza Alarcón de la localidad de Azángaro para garantizar confort térmico en los alumnos?
- ¿Qué sistemas bioclimáticos pasivos son los adecuados para la propuesta bioclimática de la Institución Educativa Secundaria Pública Emblemática Pedro Vilcapaza Alarcón de la localidad de Azángaro para garantizar confort térmico en los alumnos?
- ¿Qué materiales termoaislantes sostenibles son los adecuados para la propuesta bioclimática de la Institución Educativa Secundaria Pública Emblemática Pedro Vilcapaza Alarcón de la localidad de Azángaro para garantizar confort térmico en los alumnos?
- ¿Los rangos de temperatura resultantes de la simulación térmica en el software Design Builder en base a la propuesta bioclimática de la Institución Educativa Secundaria Pública Emblemática Pedro Vilcapaza Alarcón de la localidad de Azángaro son los adecuados para garantizar confort térmico en los alumnos?



## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 Objetivo general

Plantear una propuesta bioclimática para la Institución Educativa Secundaria Pública Emblemática Pedro Vilcapaza Alarcón de la localidad de Azángaro, que garantice confort térmico en los alumnos.

### 1.3.2 Objetivos específicos

- Analizar las condiciones inherentes al entorno que influyen en la propuesta bioclimática de la Institución Educativa Secundaria Pública Emblemática Pedro Vilcapaza Alarcón de la localidad de Azángaro para garantizar confort térmico en los alumnos.
- Identificar sistemas bioclimáticos pasivos adecuados para la propuesta bioclimática de la Institución Educativa Secundaria Pública Emblemática Pedro Vilcapaza Alarcón de la localidad de Azángaro para garantizar confort térmico en los alumnos.
- Identificar materiales termoaislantes sostenibles adecuados para la propuesta bioclimática de la Institución Educativa Secundaria Pública Emblemática Pedro Vilcapaza Alarcón de la localidad de Azángaro para garantizar confort térmico en los alumnos.
- Contrastar las temperaturas promedio resultantes de la simulación térmica en el software Design Builder con el promedio indicado en la norma para la propuesta bioclimática de la Institución Educativa Secundaria Pública Emblemática Pedro Vilcapaza Alarcón de la localidad de Azángaro a fin de saber son las adecuadas para garantizar confort térmico en los alumnos.





## 1.4 HIPÓTESIS

### 1.4.1 Hipótesis general

La propuesta bioclimática planteada para la Institución Educativa Secundaria Pública Emblemática Pedro Vilcapaza Alarcón de la localidad de Azángaro garantizará confort térmico en los alumnos.

### 1.4.2 Hipótesis específicas

- Estimación puntual 1: Para analizar las condiciones inherentes al entorno se realizará una búsqueda en la base de datos Scopus, donde se extraerá bibliografía referente al tema, para luego en Vosviewer realizar un análisis bibliométrico cuyo resultado serán una lista de autores referentes ordenados por cantidad de citas, de cada bibliografía por cada autor se extraerán en una ficha de recolección de datos los textos que hagan referencia a las condiciones inherentes al entorno, finalmente estas se clasificarán por grado de importancia.
- Estimación puntual 2: Para identificar los sistemas bioclimáticos pasivos se realizará una búsqueda en la base de datos Scopus, donde se extraerá bibliografía referente al tema, para luego en Vosviewer realizar un análisis bibliométrico cuyo resultado serán una lista de autores referentes ordenados por cantidad de citas, de cada bibliografía por cada autor se extraerán en una ficha de recolección de datos los textos que hagan referencia a los sistemas bioclimáticos pasivos, finalmente estas se clasificarán por criterio a selección del autor.
- Estimación puntual 3: Para analizar los materiales termoaislantes sostenibles se realizará una búsqueda en la base de datos Scopus, donde se extraerá



bibliografía referente al tema, para luego en Vosviewer realizar un análisis bibliométrico cuyo resultado serán una lista de autores referentes ordenados por cantidad de citas, de cada bibliografía por cada autor se extraerán en una ficha de recolección de datos los textos que hagan referencia a los materiales termoaislantes sostenibles finalmente estas se clasificarán por grado de importancia.

- Al realizar una simulación térmica en el software Design Builder basada en la propuesta bioclimática de la Institución Educativa Secundaria Pública Emblemática Pedro Vilcapaza Alarcón de la localidad de Azángaro se podrá contrastar con la temperatura promedio establecida en la norma a fin de saber si son adecuados para garantizar confort térmico en los alumnos.



## CAPITULO II

### REVISION DE LITERATURA

#### 2.1 MARCO TEORICO

##### 2.1.1 Arquitectura bioclimática

Método alternativo de construcción que aplica principios de diseño enfocados en las condiciones climáticas locales y el medio ambiente y utiliza distintas estrategias pasivas, esto permite la reducción del consumo de energía y CO<sub>2</sub> en la industria de la construcción, este diseño incluye la disposición de los edificios, el espacio, las aberturas y la envolvente del edificio (Manzano-Agugliaro et al., 2015).

##### 2.1.2 Eficiencia energética

Cantidad de energía necesaria para alcanzar las condiciones ambientales optimas minimizando el consumo de energía, considerando aspectos como la orientación solar, el diseño pasivo y el uso de materiales termoaislantes de construcción (Manzano-Agugliaro et al., 2015).

##### 2.1.3 Sostenibilidad

El desarrollo económico, la protección del medio ambiente y la equidad en la sociedad son temas interdependientes, para lograr sostenibilidad es necesario abordar estos temas de manera integrada y equilibrada, a fin de generar la conservación de los recursos naturales (Purvis et al., 2019).



#### **2.1.4 Aprendizaje y ambiente construido**

El ambiente escolar que engloba: la orientación de la infraestructura, la envolvente y la calidad del ambiente interior afecta en el proceso de aprendizaje y rendimiento de los estudiantes, cuando estos se sienten cómodos y seguros en su entorno están más motivados, concentrados y abiertos al aprendizaje. (Ramli et al., 2012)

## **2.2 MARCO CONCEPTUAL**

### **2.2.1 Condiciones inherentes al entorno**

Son todos los elementos que son parte del entorno en una determinada ubicación, cada elemento tiene un impacto diferente y por tanto representa un problema diferente, el objetivo es aprovechar la potencialidad de todos los recursos naturales para crear mejores condiciones de vida (Olgyay, 1963).

#### **2.2.1.1 Temperatura**

Radiación solar acumulada por el suelo y liberada al aire como radiación infrarroja, para Olgyay (1963) la temperatura de un lugar determina si amerita calentar o enfriar un ambiente interior.

#### **2.2.1.2 Humedad**

Contenido de vapor de agua en el aire, va desde el 0% - aire seco, hasta un 100% - aire húmedo, esta puede incrementar la sensación de calor o frío ya que, a humedades altas, los niveles de temperatura están relacionados con la humedad y a humedades bajas y medias la temperatura no depende del nivel de humedad (Givoni, 1992).



### **2.2.1.3 Asoleamiento**

La cantidad de radiación solar que incide sobre una superficie dada de un edificio, pared o tejado cambia constantemente como resultado de la posición cambiante del sol en el cielo. Los patrones diarios y anuales del movimiento del sol en el cielo dependen de la latitud del lugar en cuestión (distancia, norte o sur del ecuador). (Givoni, 1994)

### **2.2.1.4 Vientos**

Movimiento del aire con respecto a la superficie de la tierra. Según Olgyay (1963) en periodos de calentamiento bajo los vientos han de ser interceptados, mientras que en periodos de sobrecalentamiento las brisas frías deben ser utilizadas; el recorrido del aire en el interior de los ambientes deberá satisfacer las necesidades bioclimáticas.

## **2.2.2 Carta bioclimática de Givoni**

Givoni propone un diagrama bioclimático en el que los factores principales son la temperatura y la humedad relativa, definiendo dentro de su diagrama una zona de confort, fuera de la cual será necesario el uso de estrategias para lograr el confort térmico en un ambiente interior.

## **2.2.3 Sistemas bioclimáticos pasivos**

Sistemas incorporados al edificio con el fin de aportar en el control térmico de un espacio interior, son planificados en el diseño inicial y captan, controlan, almacenan, distribuyen, o emiten la energía natural sin la necesidad del uso de algún sistema convencional de energía (Manzano-Agugliaro et al., 2015).



### **2.2.3.1 Invernadero adosado**

Espacio solar orientado en dirección al sol, de paredes y cubiertas acristaladas e inclinadas, en su interior se pueden sembrar plantas, y es adosado al espacio que requiera confort térmico, reduce la exposición extrema y las posibles fluctuaciones de temperatura (Bakos & Tsagas, 2000).

### **2.2.3.2 Patio**

Espacio abierto y privado donde se siembran flores y árboles, tiene la capacidad de modificar el microclima ya que la luz solar irradia directamente sobre este generando zonas de confort. (Shokouhian, et al, 2007)

### **2.2.3.3 Galerías**

Espacio de circulación capaz de proporcionar un lugar confortable ya que por ser vidriada acumula calor de manera natural gracias a la radiación solar a través de un efecto invernadero. (Coch, n.d.)

## **2.2.4 Materiales termoaislantes**

Los materiales termoaislantes reducen la transmisión del flujo de calor, la capacidad de aislamiento térmico en materiales homogéneos se evalúa mediante la conductividad térmica, mientras que en materiales compuestos se evalúa mediante la transmitancia térmica (Asdrubali et al., 2015).



### **2.2.4.1 Lana de oveja**

Fuente de materia prima renovable, reciclable y respetuosa con el medio ambiente, su composición en promedio es de: 60% de fibras de proteína animal, 15% de humedad, 10% de grasa, 10% de sudor de oveja y 5% de impurezas (Zach et al, 2012).

### **2.2.4.2 Mecanismos de transferencia de calor**

#### **2.2.4.2.1 Conducción**

Cuando dos materiales entran en contacto se produce una transferencia de energía, como resultado se genera una ganancia o pérdida de energía calorífica, esta transferencia se realiza entre sólidos, líquidos y gases, los cuales por el contacto transfieren partículas energéticas de uno a otro (Çengel & Ghajar, 2011).

#### **2.2.4.2.2 Convección**

Esta forma de transferencia de calor se da de un sólido a un líquido o gaseoso o de forma inversa, esta es una combinación entre la conducción y el movimiento de un fluido es decir que mientras más rápido se mueva un fluido más rápido se dará la transferencia (Çengel & Ghajar, 2011).

#### **2.2.4.2.3 Radiación**

Es la transferencia de calor a través de ondas electromagnéticas, estas ondas que son emitidas por una fuente de energía viajan a través del aire llevando esta energía calorífica, como ejemplo, la energía que el sol emite la cual llega a nosotros en forma de calor (Çengel & Ghajar, 2011).



## **2.2.5 Simulación energética**

Procedimiento por el cual se evalúa el comportamiento energético de un proyecto arquitectónico, para realizar la simulación, se necesita: datos climáticos del emplazamiento, materiales y sus propiedades térmicas, características de los ocupantes, características de la vestimenta, horario de ocupación.

### **2.2.5.1 Confort térmico**

La “zona de confort” de un individuo es la comodidad respecto a la condición climática de un ambiente en el que no sienta ni calor ni frío (Givoni, 1992). Para determinar el confort térmico se analiza temperatura y humedad, además de la vestimenta y actividad física de cada individuo.

### **2.2.5.2 Design Builder**

Programa de simulación energética que genera información detallada del rendimiento energético de un edificio, entre los resultados que ofrece se puede apreciar aspectos como niveles de confort, consumos de energía y emisiones de carbono (Rahman et al., 2010).

## **2.2.6 Prueba de ambiente controlado**

Prueba cuyo objetivo es registrar los cambios de temperatura interior en un ambiente con el apoyo de un termohigrómetro.

## **2.2.7 Infraestructura educativa**

Conjunto físico en el que desarrollan actividades académicas, debe brindar las condiciones necesarias para el desarrollo de actividades tales como seguridad, habitabilidad y funcionalidad (MINEDU, 2018).



## 2.3 MARCO REFERENCIAL

### 2.3.1 Internacional

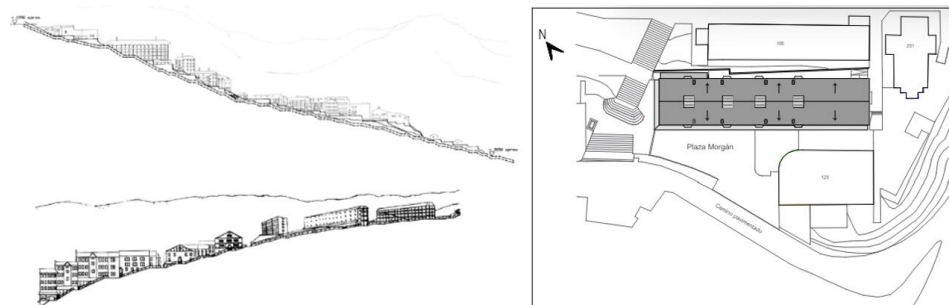
#### 2.3.1.1 Bioclimatismo y arquitectura de Sewell: Lecciones de un diseño adaptado al clima central andino

Edificio residencial emplazado en Sewell, en la zona andina de Chile, reconocido por adaptarse tanto al clima como a las características geomorfológicas y por la aplicación de estrategias bioclimáticas pasivas (Cerde & Puebla, 2021).

**Entorno:** Se construyó en diversos niveles a modo de plataformas adaptándose a la topografía del cerro, por ser de forma rectangular tiene dos caras de gran extensión frente a dos de poca extensión, se orienta las caras mayores hacia el noreste y noroeste respectivamente, en relación a la lluvia y nieve las cubiertas son a dos aguas permitiendo su evacuación a través de canalizaciones, que también se presentan en el suelo. El bloque es compacto, las aperturas de mediano tamaño (Cerde & Puebla, 2021).

#### Figura 1

*Edificio residencial de Sewell - Chile adaptado al entorno*

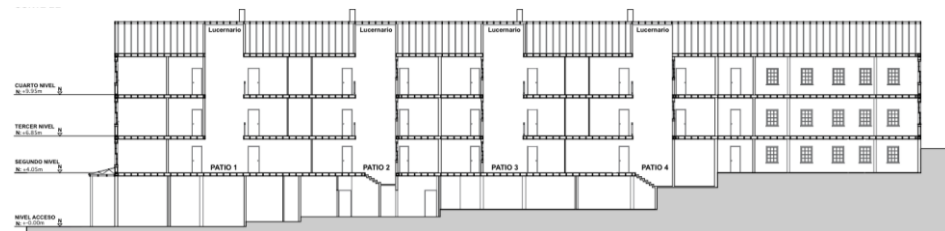


Nota: Reproducido de “Bioclimatismo and Sewell's architecture: Lessons from a design adapted to the central Andean climate” (p. 91), por P. Cerda y P. Puebla, 2021, AUS, (30) 86-97.

**Sistemas bioclimáticos pasivos:** Patios interiores y lucernarios que permiten la iluminación natural, ganancias solares, corredores techados que protegen de la lluvia y nieve (Cerdea & Puebla, 2021).

### Figura 2

#### *Sistemas bioclimáticos pasivos aplicados en Sewell - Chile*



Nota: Reproducido de “Bioclimatisme and Sewell's architecture: Lessons from a design adapted to the central Andean climate” (p. 90), por P. Cerda y P. Puebla, 2021, AUS, (30) 86-97.

**Materiales aislantes:** Se utilizó piedra existente de la zona en mamposterías y muros de contención, y madera de roble de Chile con estuco de cemento logrando estructuras livianas y flexibles, los techos son de tijerales de madera y planchas de acero ondulado, la pendiente es del 44% a fin de evitar el asentamiento de la nieve (Cerdea & Puebla, 2021).

### Figura 3

#### *Materiales aislantes en edificio residencial en Sewell - Chile*



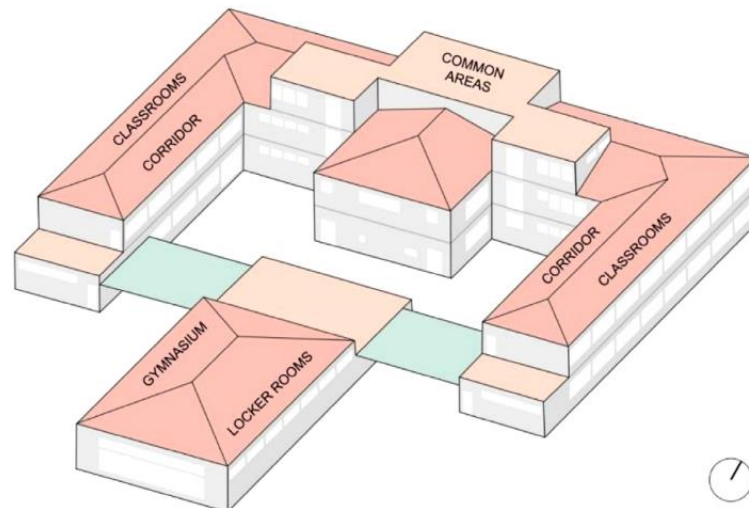
Nota: Reproducido de “Bioclimatisme and Sewell's architecture: Lessons from a design adapted to the central Andean climate” (p. 93), por P. Cerda y P. Puebla, 2021, AUS, (30) 86-97.

### 2.3.1.2 Estrategias arquitectónicas y ambientales hacia una modernización energética profunda con un costo óptimo para las escuelas secundarias públicas mediterráneas

Este estudio analiza un colegio existente en términos de confort térmico a través de simulaciones para luego ofrecer la integración de soluciones para mejorar las deficiencias actuales con un bajo coste energético a fin de ser replicadas en otros colegios de distribución similar (Crespo Sánchez et al., 2023).

#### Figura 4

*Distribución – escuela secundaria*



Nota: Reproducido de “Architectural and environmental strategies towards a cost optimal deep energy retrofit for mediterranean public high schools” (p. 6440), por E. Crespo, C. Cornado y O. Paris, 2023, Energy Reports, (9) 6434-6448.

**Entorno:** El colegio, adopta una forma de U rodeando un patio central orientado al sur para ganar radiación solar, las aulas se distribuyen a partir de los pasillos que están conectados al patio, por ser zona lluviosa las cubiertas son inclinadas (Crespo Sánchez et al., 2023).

**Sistemas bioclimáticos pasivos:** Circulaciones cerradas con doble vidrio a fin de evitar cambios de temperatura y patio como espacio central en el colegio, permitiendo la radiación e iluminación directa en los espacios conexos (Crespo Sánchez et al., 2023).

**Materiales aislantes:** La mejora propuesta incluye la adición de lana mineral de 7cm en muros, así como poliestireno extruido (XPS) de 8cm en cubiertas, y ventanas con doble vidrio (Crespo Sánchez et al., 2023).

### 2.3.2 Nacional

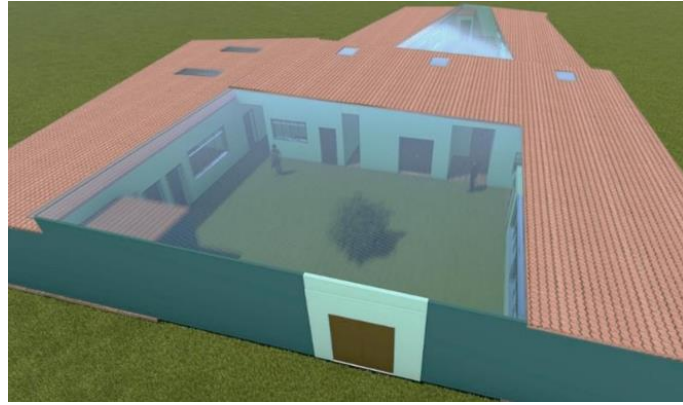
#### 2.3.2.1 Arquitectura bioclimática para el confort térmico en las infraestructuras de centros educativos y textiles en el distrito de Pomabamba, 2019

El estudio realiza una propuesta de mejora bioclimática a nivel de confort térmico en el Centro Educativo Técnico Productivo (CETPRO) de Pomabamba, Ancash, la zona se caracteriza por ser de clima frío y por la presencia de lluvias (Andrade Llanos & Herrera Huerta, 2020).

**Entorno:** Distribución de los ambientes en U en torno a un patio central orientado al norte con el fin de obtener ganancias solares a través del patio, por la presencia de lluvias las cubiertas son inclinadas y cuentan con aleros (Andrade Llanos & Herrera Huerta, 2020).

### Figura 5

*Propuesta bioclimática en CETPRO - Ancash*



Nota: Reproducido de “Arquitectura bioclimática para el confort térmico en las infraestructuras de centros educativos y textiles en el distrito de Pomabamba, 2019” (p. 114), por A. Llanos y J. Herrera, 2019, Universidad Cesar Vallejo, 1-419.

**Sistemas bioclimáticos pasivos:** Patio central techado con policarbonato solido que permite la concentración y posterior distribución de las ganancias solares a las aulas conexas y claraboyas de policarbonato ondulado en cubiertas de teja que ilumina y reduce las pérdidas de calor (Andrade Llanos & Herrera Huerta, 2020).

### Figura 6

*Sistemas bioclimáticos en CETPRO - Ancash*



Nota: Reproducido de “Arquitectura bioclimática para el confort térmico en las infraestructuras de centros educativos y textiles en el distrito de Pomabamba, 2019” (p. 116), por A. Llanos y J. Herrera, 2019, Universidad Cesar Vallejo, 1-419.

**Materiales aislantes:** Se usaron materiales de la zona como son, madera en pisos, adobe y yeso en muros además del vidrio doble en vanos y policarbonato solido en claraboyas y en cubierta de patio (Andrade Llanos & Herrera Huerta, 2020).

### Figura 7

*Materiales aislantes en CETPRO - Ancash*



Nota: Reproducido de “Arquitectura bioclimática para el confort térmico en las infraestructuras de centros educativos y textiles en el distrito de Pomabamba, 2019” (p. 118), por A. Llanos y J. Herrera, 2019, Universidad Cesar Vallejo, 1-419.

### 2.3.3 Departamental

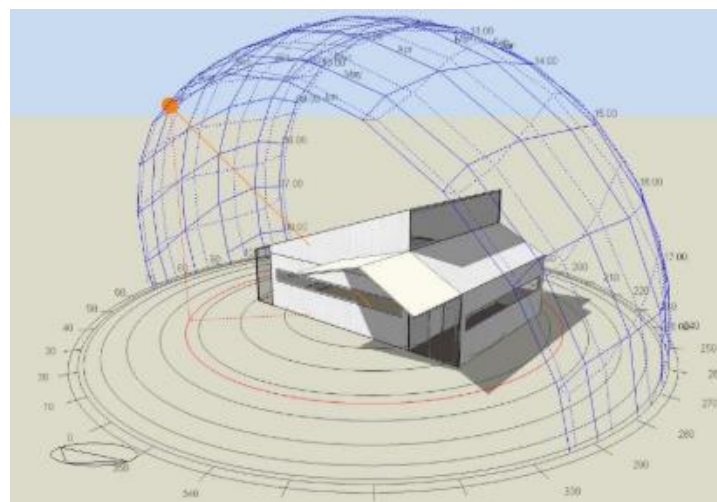
#### 2.3.3.1 Mejora del desempeño térmico de colegios en la región altoandina del Perú. El caso del “Módulo prefabricado aula tipo heladas - PRONIED”

El estudio propone recomendaciones para un nuevo prototipo de modulo prefabricado de aulas educativas, ya que los actuales no cumplen con brindar confort térmico en zonas altoandinas, los lugares elegidos para el análisis son Cuzco y Puno por estar ubicados a más de 3500m.s.n.m. y por su clima frígido durante todo el año (Wieser et al., 2023).

**Entorno:** Orientación este del invernadero a fin de aprovechar la radiación solar en horario escolar y estas ganancias favorezcan a las aulas conexas, además por la presencia de lluvias las cubiertas cuentan con una pendiente pronunciada, facilitando la evacuación de las mismas (Wieser et al., 2023).

### Figura 8

*Orientación este - invernadero adosado en módulos – PRONIED - Perú*



Nota: Reproducido de “Improving the thermal performance of schools in the high andean region of Peru. The case of “PRONIED’s prefabricated frost-type modular classrooms” (p. 61), por M. Wieser, A. Garaycochea y V. Prada, 2023, Habitat Sustentable, 13(1) 56-67.

**Sistemas bioclimáticos pasivos:** Las aulas modulares prefabricadas cuentan con un invernadero adosado, que por su orientación este recibe ganancias solares y las envía a las aulas conexas, además cuenta con una circulación techada y cerrada, disminuyendo así las pérdidas de calor en el aula ya que esta se encuentra en medio de ambos sistemas, (Wieser et al., 2023).

## Figura 9

*Sistemas bioclimáticos pasivos en módulos – PRONIED - Perú*



Nota: Adaptado de “Improving the thermal performance of schools in the high andean region of Peru. The case of “PRONIED’s prefabricated frost-type modular classrooms” (p. 59), por M. Wieser, A. Garaycochea y V. Prada, 2023, *Habitat Sustentable*, 13(1) 56-67.

**Materiales aislantes:** En falso techo se añadió poliuretano expandido ( $e=50\text{mm}$ ) sobre el contrachapado existente y se duplicó el espesor del policarbonato existente ( $e=20\text{mm}$ ), en la losa se elimina la capa aislante, el suelo vinílico se mantiene sobre losa de hormigón armado. ( $e=250\text{mm}$ ), en muros se propone paneles sándwich de poliuretano termoacústico, todas estas modificaciones garantizan el confort térmico al interior de las aulas (Wieser et al., 2023).





## 2.4 MARCO NORMATIVO

- Norma A.0.10 – Condiciones generales de diseño,
- Norma A.0.40 – Educación,
- Norma A.120 – Accesibilidad universal en edificaciones,
- Norma A.130 – Requisitos de seguridad.
- EM 110 - Confort térmico y lumínico con eficiencia energética
- Criterios de diseño para locales educativos de primaria y secundaria
- Criterios generales de diseño para infraestructura educativa
- Guía de aplicación de arquitectura bioclimática en locales educativos
- Criterios de diseño para mobiliario educativo de la Educación Básica Regular



## CAPITULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION

##### 3.1.1 Enfoque de investigación

El enfoque de la presente investigación es cuantitativo, este se basa en la recolección de datos numéricos y estadísticos para la comprobación de hipótesis (Hernández, et al. 2014) es así que se recolectaron datos para realizar una propuesta bioclimática que logre confort térmico, la cual fue sometida a una simulación que generó resultados estadísticos.

##### 3.1.2 Tipo de investigación

El tipo de investigación se puede delimitar dentro de cuatro clasificaciones operativas (Supo, 2012), la presente investigación según este criterio es un estudio observacional-prospectivo-transversal-analítico.

Según la intervención del investigador es observacional, ya que no se alteró la realidad, (no se busca modificar los resultados de la medición) solo se observó en su contexto natural para luego realizar la toma de datos.

Según la planificación de la toma de datos es prospectivo, Puesto que los datos obtenidos son tomados con la intención de la presente investigación y fueron tomados en la actualidad.

Según el número de veces que se mide la variable es transversal, ya que la recolección de datos se realizó en un solo momento y no se analizó su evolución a través del tiempo.



Según el número de variables es analítico, puesto que el propósito de la investigación fue relacionar variables de estudio diferentes.

### **3.1.3 Nivel de investigación**

El nivel de investigación es descriptivo ya que se definen las propiedades y características relevantes de una situación en específico con el fin de recoger datos (Hernández et al. 2014), en la presente investigación se recolecto información sobre el contexto en el que se desarrolló la propuesta arquitectónica, las características térmicas de los materiales y el funcionamiento de los sistemas bioclimáticos pasivos utilizados y a partir de este se desarrolló una propuesta bioclimática.

### **3.1.4 Naturaleza - propósito**

La naturaleza de la investigación es básica ya que su objetivo es la ampliación del conocimiento científico sin ser aplicado inmediatamente. (Hernández, et al. 2014).

### **3.1.5 Población**

La población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones (Hernández, et al. 2014). Para el presente estudio, la población identificada son todos los colegios secundarios en la ciudad de Azángaro, para conocer cuáles son se hace uso de la plataforma ESCALE del ministerio de educación, la misma que identifica a 16 colegios, como se detalla en la (Tabla 1).

**Tabla 1***Colegios secundarios en Azángaro*

N°	Nombre	Gestión	Alumnos
1	A 28 Perú Birf	Pública	773
2	Agropecuario	Pública	95
3	Agropecuario	Pública	73
4	Aplicación ISPA	Pública	169
5	Carlos Dante Nava	Pública	72
6	Cermat School	Pública	248
7	Cesar Vallejo	Pública	139
8	INA 21 José Domingo Choquehuanca	Pública	327
9	Johann Mendel	Pública	30
10	José Reyes Lujan	Pública	43
11	Lizandro Luna	Pública	35
12	Macaya	Pública	146
13	Pedro Vilcapaza	Pública	1056
14	Rosario Huancarani	Pública	48
15	San Carlos	Pública	66
16	Yajchata	Pública	121

**3.1.6 Muestra**

El muestreo no determinístico por selección a criterio es un método por el cual no se elige la muestra de forma aleatoria o sistemática, es el autor quien por juicio propio elige la muestra. Ya que la población es inalcanzable, se opta por elegir a criterio la Institución Educativa Secundaria Pedro Vilcapaza Alarcón, ya que, además de ser un colegio bicentenario es el más importante y antiguo de la ciudad de Azángaro, albergando a más de mil alumnos.

### 3.1.7 Diseño de metodología por objetivos específicos

#### 3.1.7.1 Objetivo específico 1: Analizar condiciones inherentes al entorno

Para analizar cómo influyen en la propuesta bioclimática las condiciones inherentes al entorno se realizó una búsqueda en la base de datos de Scopus, filtrando las palabras clave: “bioclimático”, “arquitectura”, “entorno”, “sostenible” y “clima”, cuyo resultado fueron 133 referencias bibliográficas, mismas que fueron sometidas a análisis bibliométrico por co-citación en VosViewer, seleccionando los ocho primeros autores con mayor cantidad de citas. Posterior a ello, en una ficha de recolección de datos se extraen los textos que mencionen las condiciones inherentes al entorno de cada referencia bibliográfica de cada autor seleccionado, para finalmente realizar un cuadro comparativo según grado de importancia (cantidad de autores que mencionen la condición).

#### **Figura 10**

*Esquema metodológico – Objetivo específico 1*

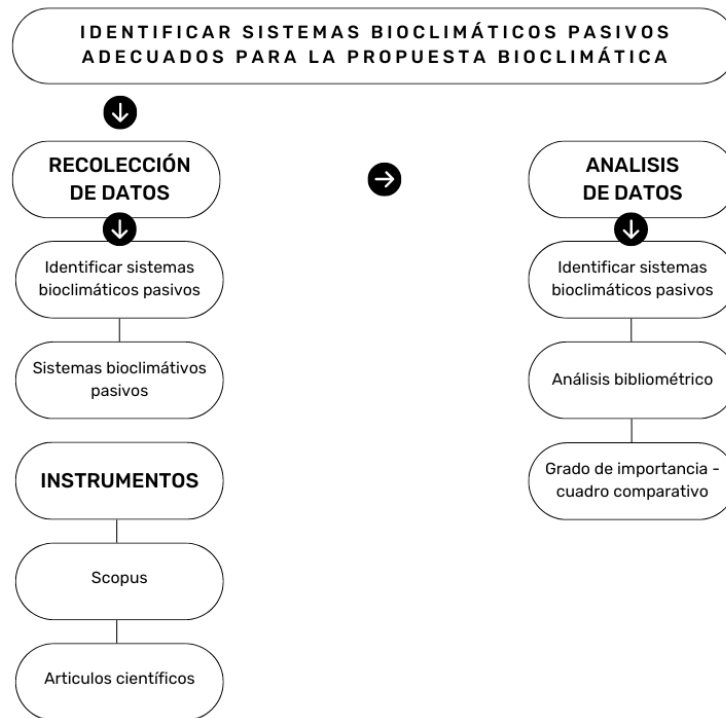


### 3.1.7.2 Objetivo específico 2 - Identificar sistemas bioclimáticos pasivos

Para identificar los sistemas bioclimáticos pasivos adecuados para zonas frías, se realizó una búsqueda en la base de datos de Scopus, filtrando las palabras clave: “sistemas pasivos”, “bioclimática”, “arquitectura” y “frío”, cuyo resultado fueron 14 referencias bibliográficas, mismas que fueron sometidas a análisis bibliométrico por co-citación en VosViewer, seleccionando los ocho primeros autores con mayor cantidad de citas. Posterior a ello, en una ficha de recolección de datos se extraen los textos que mencionen los sistemas bioclimáticos pasivos de cada referencia bibliográfica de cada autor seleccionado, para finalmente elegir a criterio en base a los resultados (cantidad de autores que mencionen la condición).

**Figura 11**

*Esquema metodológico – Objetivo específico 2*



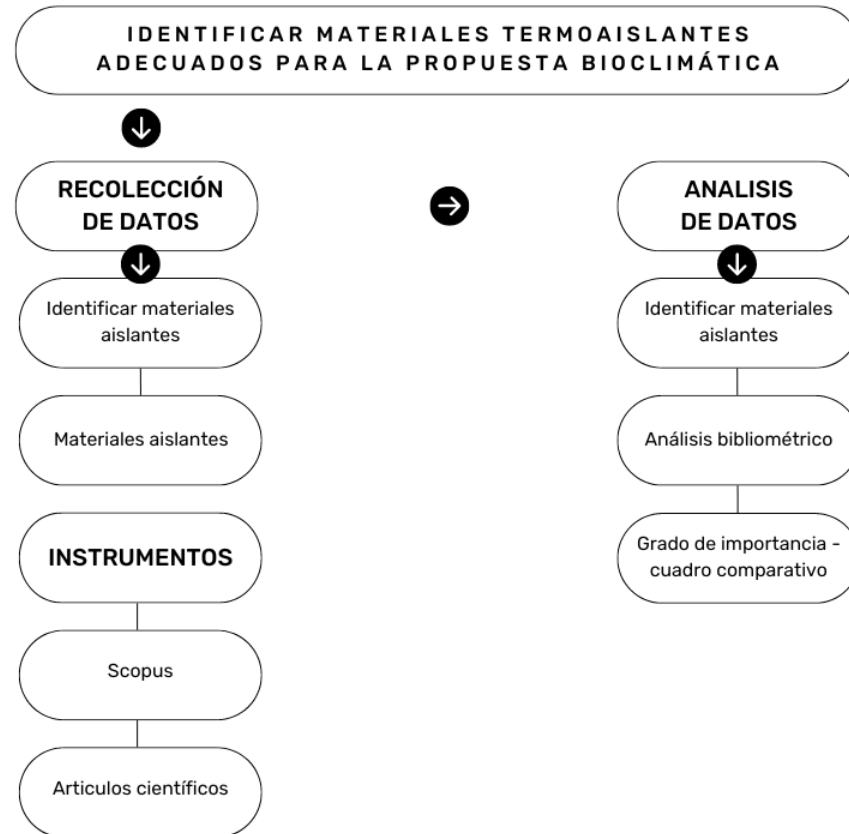
### 3.1.7.3 Objetivo específico 3 – Identificar materiales termoaislantes sostenibles

Para identificar los materiales termoaislantes adecuados, se realizó una búsqueda en la base de datos de Scopus, filtrando las palabras clave: “materiales aislantes”, “aislamiento térmico”, “construcción” y “sostenible”, cuyo resultado fueron 84 referencias bibliográficas, mismas que fueron sometidas a análisis bibliométrico por co-citación en VosViewer, seleccionando los trece primeros autores con mayor cantidad de citas. Posterior a ello, en una ficha de recolección de datos se extraen los textos que mencionen los materiales termoaislantes de cada referencia bibliográfica de cada autor seleccionado, para finalmente realizar un

cuadro comparativo según grado de importancia (cantidad de autores que mencionen la condición).

**Figura 12**

*Esquema metodológico – Objetivo específico 03*



#### **3.1.7.4 Objetivo específico 4 – Contrastar las temperaturas promedio resultantes de la simulación térmica en el software Design Builder con el promedio indicado en la norma**

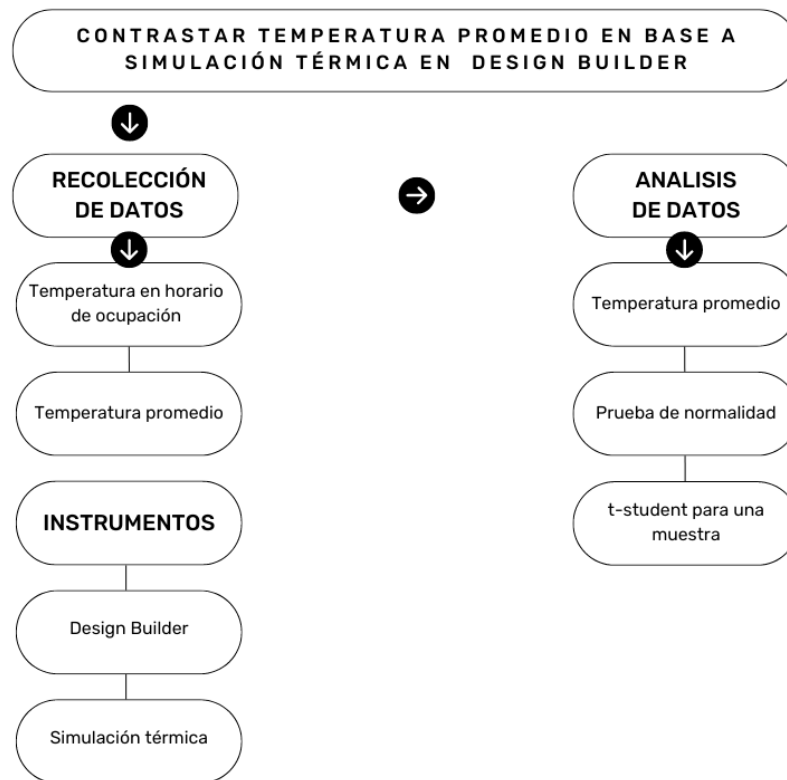
En el software Design Builder se realizó una simulación térmica, donde se obtuvo la temperatura promedio anual en horario de ocupación por cada aula, en base a estos datos, se realizó una prueba de normalidad, cuyo resultado del sig. es mayor a 0.05, ya que se cumplió este parámetro,



se realizó una t-student para una muestra donde se contrastó con el valor de confort indicado por la norma que es 20.

**Figura 13**

*Esquema metodológico – Objetivo específico 04*



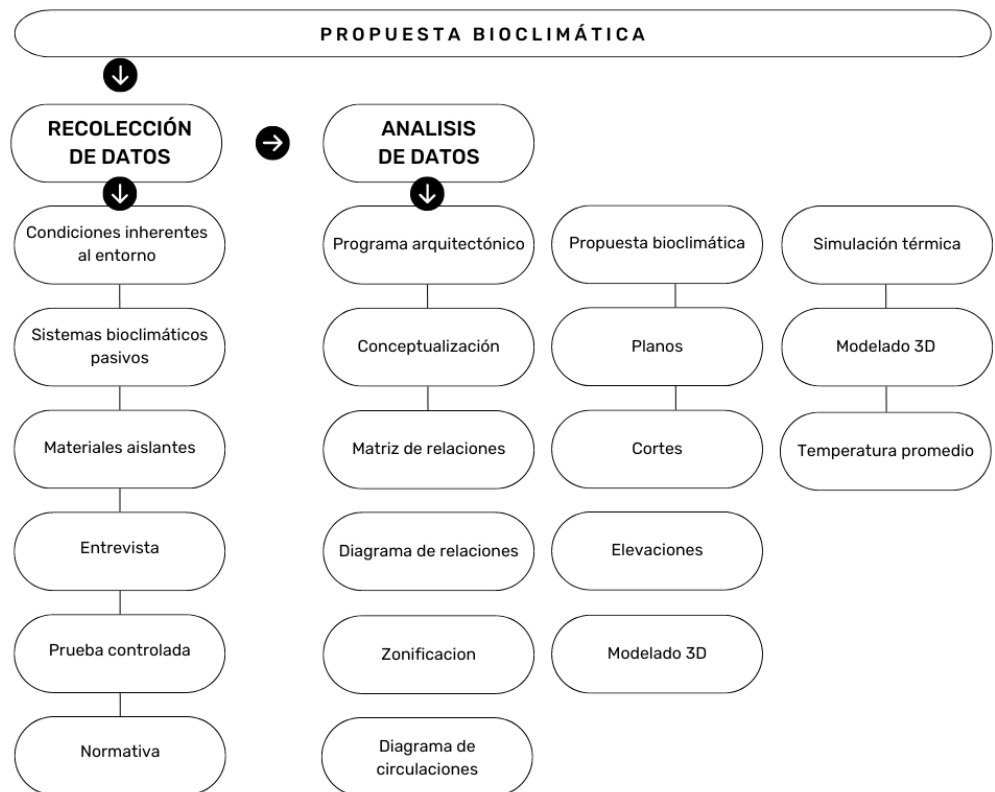
### 3.1.7.5 Objetivo general

Para el desarrollo de la propuesta bioclimática se aplican, las condiciones inherentes al entorno, los sistemas bioclimáticos pasivos y los materiales termoaislantes sostenibles, además se realiza un análisis del usuario donde se desarrolla una encuesta de satisfacción en relación al confort térmico en un ambiente controlado para conocer cuál es el rango de confort térmico de los estudiantes, adicional a ello se aplica lo indicado en la norma para obtener el programa arquitectónico, en base a este se desarrolla, la conceptualización, matriz y diagrama de relaciones,

zonificación y diagrama de circulaciones, planos, cortes, elevaciones u modelado 3D, para finalmente con toda esta información en Design Builder se hizo una simulación energética a fin de conocer los rangos de temperatura anuales durante el horario de ocupación.

**Figura 14**

*Esquema metodológico – Objetivo general*





## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 ANALISIS DE LAS CONDICIONES INHERENTES AL ENTORNO

##### 4.1.1 Análisis bibliométrico

A fin de identificar las condiciones inherentes al emplazamiento territorial que influyen en la propuesta bioclimática se toman 133 investigaciones de la base de datos de SCOPUS cuyas palabras clave son “bioclimático”, “arquitectura”, “entorno”, “sostenible”, “clima” estas investigaciones se exportan en formato CVS para su posterior análisis en el software VOS Viewer, cuyo resultado serán los autores más citados, por tanto, los referentes más importantes tal como se muestra en la (Tabla 2)

**Tabla 2**

*Autores con mayor cantidad de citas.*

Autor	Citaciones
Givoni B.	35
Olgay V.	35
Philokyrou M.	33
Michael A.	31
Yang L.	24
Singh M.K.	23
Santamouris M.	21
Reiter S.	21

#### 4.1.2 Bibliografía con mayor cantidad de citas

En la (Tabla 3) se puede apreciar la bibliografía de cada autor seleccionado de acuerdo al análisis bibliométrico.

**Tabla 3**

*Bibliografía seleccionada – Análisis bibliométrico*

<b>Año</b>	<b>Autor</b>	<b>Título</b>
1992	Givoni, B.	Confort, análisis climático y directrices para el diseño de edificios
2015	Olgyay, V.	Diseño con clima: Enfoque bioclimático del regionalismo arquitectónico: Edición nueva y ampliada
2017	Philokyprou, M.	Diseño respetuoso con el medio ambiente en el Mediterráneo oriental. El caso de la arquitectura vernácula en las regiones costeras, bajas y montañosas de Chipre.
2017	Michael, et al.	Ventilación natural para refrigeración en clim mediterráneo: Un estudio de caso en la arquitectura vernácula de Chipre
2020	Yang, et al.	Estrategias adaptativas de confort térmico y diseño de edificios climáticamente sensibles en zonas secas-calientes y secas-frías: Estudio de caso en Turpan, China
2009	Singh, et al.	Bioclimatismo y arquitectura vernácula del noreste de la India
2005	Santamouris, M	Refrigeración pasiva de edificios
2010	Reiter, S.	Evaluación del confort del viento en la planificación urbana

#### 4.1.3 Conceptos – condiciones inherentes al entorno

La (Tabla 4) sintetiza los conceptos en los que se mencionan las condiciones inherentes al entorno que influyen en la propuesta bioclimática.

**Tabla 4**

*Revisión bibliométrica*



Autor	Titulo
Givoni, B.	El análisis de los datos climáticos orientados al diseño inicial de edificios requiere el estudio de los patrones anuales de los elementos climáticos más resaltantes que incidan en el confort de los ocupantes y el rendimiento térmico de los edificios, como son, <b>temperaturas locales, humedad, velocidad del viento, nubosidad</b> , etc., además de gráficos bioclimáticos (Givoni, 1992).
Olgyay, V.	Los datos climáticos de un lugar específico deben ser estudiados con las características anuales de sus elementos propios, como son: <b>temperatura, humedad relativa, radiación y efectos del viento</b> , además la <b>orientación</b> del edificio es decisiva, dependiendo de si se quiere calentar un ambiente o evitar este calentamiento (Olgyay, 2015).
Philokyprou, M.	La arquitectura vernácula se adapta al clima de la zona, a la <b>topografía</b> y a los recursos disponibles, en zonas montañosas priman las estrategias pasivas a fin de aprovechar la <b>radiación solar</b> en invierno y también la protección respecto al frío. Las tablas Mahoney clasifican datos climáticos, como son: <b>temperatura del aire, humedad relativa y precipitación</b> , y brinda recomendaciones para el diseño de edificios que se adapten al clima (Philokyprou et al., 2017).
Michael, et al.	El clima en una región semimontañosa se caracteriza por una <b>temperatura</b> diurna elevada, en relación a las <b>precipitaciones</b> estas son relativamente bajas y los <b>vientos</b> exteriores deben ser analizados durante el día y la noche (Michael et al., 2017).
Yang, et al.	Los datos climáticos que influyen son: <b>temperaturas medias diarias mínimas y máximas</b> del aire de bulbo seco y <b>humedad relativa media</b> mensual, estos se obtienen de la última versión del año meteorológico típico (Yang et al., 2020).
Singh, et al.	La clasificación de las zonas climáticas de la India se basa en <b>la temperatura ambiente, la humedad, las precipitaciones, la velocidad del viento, la altitud, la radiación solar y la topografía física</b> del lugar (Singh et al., 2009).
Santamouris, M	Las zonas urbanas son el entorno físico compuesto por una compleja mezcla de elementos naturales que incluyen el <b>aire, agua, tierra, clima, flora y fauna, y el entorno construido</b> o modificado para la habitación y la actividad humanas, que abarca edificios, infraestructuras y espacios abiertos urbanos. El clima es la media de las condiciones atmosféricas durante un prolongado periodo de tiempo en una gran región. Los patrones climáticos a pequeña escala, resultantes de la influencia de la <b>topografía, la estructura del suelo y las formas terrestres y</b>



Autor	Titulo
Reiter, S.	<p><b>urbanas</b>, se conocen como microclimas. La <b>temperatura, la radiación solar, la humedad y el viento</b> son los principales parámetros que definen el clima local (Santamouris, 2005).</p> <p>Las <b>velocidades locales del viento y la radiación solar</b> son los únicos parámetros microclimáticos que dependen de la forma urbana (por ejemplo, <b>la ubicación del emplazamiento, las formas de los edificios y la geometría y orientación</b> de los espacios abiertos), por lo que los diseñadores pueden jugar con la interacción entre estos parámetros climáticos y la forma urbana para fomentar el confort de los peatones en los espacios públicos (Reiter, 2010).</p>

#### 4.1.4 Análisis de condiciones inherentes al entorno según grado de importancia

En la (Tabla 5) se realiza una comparación según grado de importancia de las condiciones inherentes al entorno en base al juicio de los ocho referentes principales, donde, si la condición es mencionada por al menos cuatro autores, se toma en cuenta.

**Tabla 5**

*Condiciones inherentes al entorno según grado de importancia*

Autores	Condiciones inherentes al entorno	Grado de importancia
Givoni B. Olgyay V. Philokyprou M. Michael, et al. Yang et al. Singh et al. Santamouris M.	Temperatura	4
Givoni B. Olgyay V. Philokyprou M. Yang et al. Singh et al. Santamouris M.	Humedad	4



<b>Autores</b>	<b>Condiciones inherentes al entorno</b>	<b>Grado de importancia</b>
Givoni B. Olgyay V. Michael, et al. Singh et al. Santamouris M. Reiter S.	Vientos	3
Olgyay V. Philokyprou M. Singh et al. Santamouris M. Reiter S	Asoleamiento	3
Philokyprou M. Singh et al. Santamouris M.	Topografia	2
Philokyprou M. Michael, et al. Singh et al.	Precipitacion	2

En la (Tabla 6) se muestra el grado de importancia de acuerdo a la cantidad de autores citados.

### **Tabla 6**

#### *Grado de importancia*

<b>Grado de importancia</b>		
Muy importante	5	08 autores
Importante	4	06-07 autores
Moderadamente importante	3	04-05 autores
De poca importancia	2	02-03 autores
Sin importancia	1	01 autores



#### 4.1.5 Condiciones inherentes al entorno

Las condiciones inherentes al entorno consideradas son tomadas en base a análisis bibliométrico, en la base de datos de Scopus, se toma como referencia a los autores con mayor cantidad de citas, por tanto, su juicio es aplicable, para la selección de las condiciones se realizó un cuadro comparativo donde las condiciones seleccionadas son mencionadas por al menos 5 de 8 autores, mismas que se pueden apreciar en la (Tabla 7)

**Tabla 7**

*Condiciones inherentes al entorno*

<b>Análisis bibliométrico</b>	
Condiciones inherentes al entorno	Temperatura
	Humedad
	Vientos
	Asoleamiento

## 4.2 IDENTIFICACION DE SISTEMAS BIOCLIMATICOS PASIVOS

### 4.2.1 Análisis bibliométrico

Para conocer cuáles son los sistemas bioclimáticos pasivos que funcionan mejor en climas fríos se realizó una búsqueda en Scopus con las palabras clave: “sistemas pasivos”, “bioclimática”, “arquitectura”, “frío”, de los cuales se obtuvo un total de 14 archivos, sometidos a análisis bibliométrico en el programa Vos.viewer, a fin de conocer cuáles son los autores más citados, por tanto, los mayores referentes, tal como se muestra en la siguiente (Tabla 8)



**Tabla 8***Autores con mayor cantidad de citas.*

<b>Autor</b>	<b>Citaciones</b>
Givoni B.	8
Santamouris M.	6
Shokouhian M.	5
Soflaei F.	4
Imessad K.	4
Bakos G.C.	4
Coch H.	3
Yilmaz Z.	3

#### 4.2.2 Bibliografía con mayor cantidad de citas

En la (Tabla 9) se puede apreciar la bibliografía de cada autor de acuerdo al análisis bibliométrico.

**Tabla 9***Bibliografía seleccionada – Análisis bibliométrico*

<b>Año</b>	<b>Autor</b>	<b>Título</b>
1994	Givoni, B.	Refrigeración pasiva y de bajo consumo energético de los edificios
1995	Santamouris, et al.	Ahorro energético en invernaderos con tubos enterrados.
2007	Shokouhian, et al.	Efecto medioambiental del patio en la arquitectura sostenible de Irán (regiones frías) (Estudio de caso: casas con patio en Tabriz)
2017	Soflaei, et al.	Sostenibilidad socioambiental en casas con patio tradicionales de Irán y China
2014	Imessad, et al.	Impacto de las técnicas de refrigeración pasiva en la demanda energética de edificios residenciales de clima mediterráneo.
2000	Bakos & Tsagas.	Tecnología, análisis térmico y evaluación económica de un espacio solar situado en el norte de Grecia

Año	Autor	Título
n.d.	Coch, H.	Bioclimatismo en la arquitectura vernácula
2008	Yilmaz & Bazak	Enfoque para la rehabilitación energética de edificios residenciales en Estambul mediante el sistema de muros Trombe

#### 4.2.3 Conceptos – sistemas bioclimáticos pasivos

La siguiente (Tabla 10) sintetiza los conceptos que mencionan los sistemas bioclimáticos pasivos que se adaptan mejor a los climas fríos.

**Tabla 10**

*Revisión bibliométrica*

Autor	Título
Givoni, B.	La <b>Trampa de radiación del techo</b> , es un sistema pasivo de calefacción solar y refrigeración radiante desarrollado por Harold Hay, en este, el tejado está formado por placas de cubierta de acero estructural, sobre la cubierta metálica se colocan bolsas de plástico llenas de agua, y encima de ellas se pueden mover paneles aislantes mediante un motor para cubrir o exponer las bolsas. En invierno, las bolsas de agua están expuestas al sol durante el día y cubiertas por los paneles aislantes durante la noche. En verano, cuando se necesita refrigeración, las bolsas de agua están expuestas y refrigeradas durante la noche y aisladas durante el día. Las bolsas de agua refrigeradas están en contacto térmico directo con la cubierta metálica, por lo que el techo sirve de elemento refrigerante sobre todo el espacio inferior (Givoni, 1994).
Santamouris, et al.	El uso de tuberías enterradas reduce el consumo de energía para la calefacción de <b>invernaderos</b> al aumentar la temperatura del aire y también mejora las condiciones interiores al reducir las fluctuaciones de temperatura durante el día (Santamouris et al., 1995).
Shokouhian, et al.	En un clima frío, el <b>patio</b> suele ser el corazón de la vivienda desde el punto de vista espacial, social y medioambiental, estos son suficientemente estrechos para mantener una zona de sombra durante el calor del día en verano, pero lo bastante anchos para recibir la radiación solar en invierno (Shokouhian et al., 2007).



Autor	Titulo
Soflaei, et al.	En invierno, es necesario que una vivienda reciba la mayor cantidad de calor posible, los <b>Siheyuan</b> (patios) están orientados hacia el recorrido solar, estos patios hacen que los ambientes además de ser iluminados, reciban radiación solar. (Soflaei et al., 2017).
Imessad, et al.	La vivienda está equipada con cuatro <b>colectores solares térmicos</b> con una superficie total de 8m <sup>2</sup> , esto para lograr eficiencia energética basada en el uso de energía solar para calefacción y producción de agua caliente sanitaria además de en un aislamiento óptimo de la envolvente. Su eficiencia térmica mejorada reduce la demanda de energía para calefacción y refrigeración. (Imessad et al., 2014).
Bakos & Tsagas.	El espacio solar es un <b>invernadero</b> modificado, de paredes y cubiertas acristaladas e inclinadas, que funciona como un sistema unicamente pasivo que contribuye al confort térmico en los espacios principales. Amortigua los espacios principales de la exposición extrema, reduciendo las posibles fluctuaciones de temperatura, el deslumbramiento y el desteñido de mobiliario que puede derivarse de un exceso de luz solar interior (Bakos & Tsagas, 2000).
Coch, H.	Los <b>pasillos exteriores cubiertos</b> para la comunicación entre los graneros de Nueva Inglaterra, las calles bordeadas de pórticos en las ciudades del norte de Japón y Suiza, los túneles subterráneos de comunicación entre los iglús esquimales, son ejemplos de cómo desde años atrás se ve la forma en la que los recorridos otorgan protección al usuario y que no estén directamente expuestos al clima de la zona. (Coch, n.d.).
Yilmaz & Bazak	El sistema de <b>muros Trombe</b> , consiste en cubrir la pared orientada hacia el recorrido solar pintada de negro de un edificio existente con un material transparente dejando un espacio intermedio, este material usualmente es vidrio. La radiación solar que incide sobre la pared se almacena en su interior en forma de energía térmica y el vidrio bloquea la transferencia de esta energía al medio ambiente, ya que el material de vidrio es permeable a los rayos solares pero impermeable a la radiación térmica de onda larga. La mayor parte de la energía almacenada se conduce a la superficie interior de la pared y luego se convecta al aire interior. En este sistema, el muro Trombe es macizo y, por tanto, las variaciones de temperatura en el interior del edificio causadas por la energía almacenada en el muro durante el día son estables y la calefacción pasiva puede realizarse también durante la noche a través del muro macizo más cálido (Yilmaz & Basak Kundakci, 2008).

#### 4.2.4 Análisis de sistemas bioclimáticos pasivos

En la (Tabla 11) se puede apreciar qué sistema bioclimático pasivo toma cada autor en cada estudio realizado.

**Tabla 11**

*Condiciones inherentes al entorno según mención por autores*

<b>Autor</b>	<b>Sistema bioclimatico pasivo</b>
Santamouris, et al. Bakos & Tsagas.	Invernadero adosado
Shokouhian, et al. Soflaei, et al.	Patio
Coch, H.	Pasillos exteriores cubiertos
Imessad, et al.	Colectores solares termicos
Yilmaz & Bazak	Muro trombe
Givoni, B.	Trampa de radiacion de techo

#### 4.2.5 Sistemas bioclimáticos pasivos

Los sistemas bioclimáticos pasivos a considerar son elegidos en base a un análisis bibliométrico realizado a través de la base de datos de Scopus, se seleccionaron a los ocho primeros autores con la mayor cantidad de citas. Para la selección de los sistemas se observó que dos autores coinciden en invernadero adosado y otros dos coinciden en los patios, además se toma en consideración el criterio de los pasillos exteriores cubiertos. Se descarta los colectores solares térmicos debido a los costos de instalación y mantenimiento, el muro trombe ya que no es adecuado muros oscuros en una institución educativa y la trampa de radiación de techo ya que es un sistema que funciona solo en edificaciones de un nivel. Por tanto, los sistemas bioclimáticos pasivos seleccionados se muestran en la (Tabla 12)

**Tabla 12**

*Sistemas bioclimáticos pasivos*

<b>Análisis bibliométrico</b>	
Sistemas bioclimáticos pasivos	Invernadero adosado
	Patio
	Pasillos exteriores cubiertos

## 4.3 IDENTIFICACION DE MATERIALES TERMOAISLANTES SOSTENIBLES

### 4.3.1 Análisis bibliométrico

Se realizó la búsqueda de bibliografía en la base de datos Scopus con las palabras clave “materiales aislantes”, “aislamiento térmico”, “construcción” y “sostenible”, el resultado son 84 documentos que son sometidos a análisis bibliométrico en Vos.viewer, de los cuales se extrajo los autores más citados, siendo los mayores referentes (Tabla 13)

**Tabla 13**

*Autores con mayor cantidad de citas.*

<b>Autor</b>	<b>Citas</b>
Asdrubali, et al.	77
Schiavoni, et al.	51
D’Alessandro, et al.	46
Jelle B.P.	32
Soltani, et al.	31
Bianchi, et al.	28
Zach, et al.	25
Korjenic, et al.	24

Autor	Citas
Hroudova, et al.	23
Pinto, et al.	22
Paiva, et al.	21
Taban, et al.	20
Berardi & Lannace	20

#### 4.3.2 Bibliografía con mayor cantidad de citas

La siguiente (Tabla 14) muestra los autores y sus respectivos libros con mayor cantidad de citas.

**Tabla 14**

*Bibliografía seleccionada – Análisis bibliométrico*

Año	Autor	Título
2015	Asdrubali, et al.	Revisión de los materiales no convencionales de aislamiento sostenible de edificios
2016	Schiavoni, et al.	Materiales aislantes para el sector de la construcción: Revisión y análisis comparativo
2018	D'Alessandro, et al.	Evaluación experimental de la influencia del contenido de agua en las prestaciones termoacústicas de los materiales de aislamiento de edificios
2011	Jelle, B. P.	Materiales y soluciones de aislamiento térmico de edificios tradicionales, de vanguardia y del futuro - Propiedades, requisitos y posibilidades
2020	Soltani, et al.	Investigación experimental y computacional del rendimiento de absorción acústica de un material poroso sostenible: Fibra de Yucca Gloriosa
2014	Bianchi, et al.	Evaluación mediante termografía infrarroja de puentes térmicos en la envolvente de edificios: Validación experimental en una sala de pruebas

Año	Autor	Título
2012	Zach, et al.	Evaluación del redimiento e investigación de aislamientos térmicos alternativos a base de lana de oveja
2011	Korjenic, et al.	Desarrollo y evaluación del rendimiento de materiales naturales de aislamiento térmico compuestos de recursos renovables
2017	Hroudova, et al.	Pruebas de laboratorio de revoques de aislamiento térmico desarrollados sobre pilares construidos con ladrillos de mampostería
2012	Pinto, et al.	Mazorca de maíz como posible material ecológico de aislamiento térmico
2012	Paiva, et al.	Una contribución a la caracterización de las prestaciones de aislamiento térmico de los tableros de partículas de mazorca de maíz
2020	Taban, et al.	Medición, modelamiento y optimización del rendimiento de absorción acústica de las fibras de Kenaf para aplicaciones de construcción
2015	Berardi & Lannace	Caracterización acústica de fibras naturales para aplicaciones de absorción acústica

### 4.3.3 Conceptos – materiales termoaislantes

La (Tabla 15) muestra los extractos de la bibliografía por autores en los que se señalan los materiales termoaislantes más adecuados para la propuesta bioclimática.

**Tabla 15**

*Revisión bibliométrica*

Autor	Título
Asdrubali, et al.	El <b>aislante de algodón reciclado</b> tiene una densidad y una conductividad térmica comparables a las del <b>EPS, el XPS y la lana de oveja</b> . Los productos fabricados con <b>PET y textiles reciclados</b> también se caracterizan por un comportamiento medioambiental mejor que el de lana de roca y fibra de kenaf (Asdrubali et al., 2015).



Autor	Titulo
Schiavoni, et al.	Los valores más bajos de energía incorporada los tienen los aislantes fabricados con <b>lana de oveja y textiles reciclados</b> , mientras que el potencial de calentamiento global más bajo se observó para el <b>cáñamo y la lana mineral</b> (Schiavoni et al., 2016).
D'Alessandro, et al.	La <b>espuma de poliuretano</b> puede absorber pequeñas cantidades de agua, en cambio el <b>kenaf y la espuma de melamina</b> pueden absorber mayores cantidades, todos estos materiales son buenos aislantes térmicos. (D'Alessandro et al., 2018).
Jelle, B. P.	Se investigó materiales tradicionales y de última generación ejemplo de ellos son <b>lana mineral, poliestireno expandido, poliestireno extruido, poliuretano, paneles aislantes al vacío, paneles aislantes de gas, aerogeles</b> , el resultado indica que ambos son aptos para la industria de la construcción, sin embargo es recomendable priorizar los naturales a fin de evitar el daño al medio ambiente (Jelle, 2011).
Soltani, et al.	En comparación con las fibras sintéticas, la <b>fibra de yuca gloriosa</b> , una fibras vegetal sostenible, tiene varias ventajas específicas, como abundancia, baja densidad, renovabilidad, reciclabilidad y alta resistencia específica (Soltani et al., 2020).
Bianchi, et al.	Se evaluaron puentes térmicos dentro del edificio prototipo mediante el procedimiento propuesto. La composición de la pared externa es de: yeso denso, <b>EPS</b> , albañilería, enlucido de yeso; la composición del techo es de: hoja bituminosa, <b>aislamiento de lana mineral</b> , losa de hormigón celular, enlucido de yeso (Bianchi et al., 2014).
Zach, et al.	Gracias a sus propiedades naturales y, sobre todo, a su eficacia térmica, la <b>lana de oveja</b> es un excelente material aislante. Los resultados de las pruebas muestran que tiene características comparables a las de la lana mineral/roca y, en algunas aplicaciones, incluso funciona mejor. Además, en comparación con la lana mineral, la lana de oveja es más ecológica y tiene menos efectos nocivos para la salud (Zach et al., 2012).
Korjenic, et al.	Además de los materiales aislantes convencionales como lana mineral, EPS, etc., existen materiales alternativos naturales como el <b>yute, el lino y el cáñamo</b> (Korjenic et al., 2011).
Hroudova, et al.	En los casos en que los edificios no puedan aislarse térmicamente con materiales aislantes, se pueden utilizar <b>yesos</b>





**aislantes térmicos.** Son uno de los posibles medios de aislamiento térmico de los edificios tanto por el exterior como por el interior (Hroudová et al., 2017).

Pinto, et al. La **mazorca de maíz**, un residuo agrícola, tiene potencial para usarse como material de construcción sostenible para aislamiento térmico. Un trabajo experimental concluyó que existen similitudes significativas entre la mazorca de maíz y el material de poliestireno extruido (XPS) en términos de microestructura y composición química. Además, los resultados obtenidos de un rápido procedimiento térmico experimental indican que la mazorca de maíz puede tener propiedades térmicas adecuadas para fines de construcción (Pinto et al., 2012).

Paiva, et al. Se realizó un estudio paramétrico del tablero de partículas de **mazorca de maíz** en el que se verificó el impacto del espesor del panel en su desempeño de aislamiento térmico, los tableros más gruesos tienen un coeficiente de transmisión térmica pequeño (Paiva et al., 2012).

Taban, et al. El uso de fibras naturales en la industria de la edificación y la construcción como producto sostenible y biodegradable con el objetivo de controlar la contaminación acústica ha llamado la atención de muchos investigadores, por ello se estudia el comportamiento acústico de absorbentes porosos fabricados con fibras naturales de **Kenaf** (Taban et al., 2020).

Berardi & Lannace La **lana de oveja y el coco** son dos materiales fonoabsorbentes muy prometedores. Los valores de NRC medidos coincidieron con los predichos por el modelo teórico para el **kenaf** menos denso y para algunos tipos de cañas; en todos los demás casos, el NRC medido mostró valores superiores a los predichos (Berardi & Lannace, 2015).

---

#### 4.3.4 Análisis de materiales termoaislantes

En la (Tabla 16) se realiza una comparación según grado de importancia de los materiales termoaislantes en base al juicio de los trece autores tomados como referentes principales, donde, si el material es mencionado por al menos cuatro autores, es tomado en consideración.

**Tabla 16***Materiales termoaislantes sostenibles por grado de importancia*

<b>Autores</b>	<b>Condiciones inherentes al entorno</b>	<b>Grado de importancia</b>
Asdrubali, et al. Schiavoni, et al. Zach, et al. Berardi & Lannace	Lana de oveja	3
Schiavoni, et al. D'Alessandro, et al. Jelle, B. P. Bianchi, et al.	Lana mineral	3
Asdrubali, et al. Jelle, B. P. Bianchi, et al.	Poliestireno expandido	2
Asdrubali, et al. Jelle, B. P.	Poliestireno extruido	1
Asdrubali, et al. Schiavoni, et al.	Textil reciclado	1
Schiavoni, et al. Korjenic, et al.	Cañamo	1
Pinto, el al. Paiva, et al.	Mazorca de maiz	1
Taban, et al. Berardi & Lannace	Kanaf	1

En la (Tabla 17) se muestra el grado de importancia de acuerdo a la cantidad de autores citados.

**Tabla 17***Grado de importancia*

<b>Grado de importancia</b>		
Muy importante	5	06 a mas autores
Importante	4	05 autores

<b>Grado de importancia</b>		
Moderadamente importante	3	04 autores
De poca importancia	2	03 autores
Sin importancia	1	02 autores

#### **4.3.5 Materiales termoaislantes**

Los materiales termoaislantes que se han considerado fueron tomados en base a un análisis bibliométrico partiendo de la base de datos de Scopus, donde se toma como referencia los autores con mayor cantidad de citas, por tanto, su juicio es aplicable al presente trabajo, además para la selección de las condiciones se realizó un cuadro comparativo donde las condiciones seleccionadas son mencionadas por al menos 4 autores, de los cuales destacaron la lana de oveja y la lana mineral, para el presente estudio se decide utilizar la lana de oveja por sus características térmicas, higrotérmicas y acústicas, además la lana de oveja entre todos, es un material termoaislante que abunda en el altiplano puneño, de fácil acceso, económico y renovable, mismo que se puede apreciar en la (Tabla 18)

#### **Tabla 18**

*Material termoaislante sostenible*

<b>Análisis bibliométrico</b>	
Materiales termoaislantes	Lana de oveja

## 4.4 CONTRASTE DE TEMPERATURAS PROMEDIO RESULTANTES DE LA SIMULACIÓN TÉRMICA EN EL SOFTWARE DESIGN BUILDER

### 4.4.1 Promedio resultante de temperatura por ambientes.

En el software Design Builder se realizó la simulación térmica, en la (Tabla 20) se observa los promedios anuales de temperatura por aula, estos son en base al horario de ocupación de ocho a tres de la tarde, además se presenta la desviación estándar por cada uno en relación a la temperatura promedio en aulas (20°C) obtenida de la norma EM 110.

**Tabla 19**

*Promedios de temperatura por aulas*

Bloque	Nivel	Ambiente	Temp. promedio	Desviación estándar
A	Primer	Aula de matemáticas 01	20.42	0.42
		Aula de matemáticas 02	20.56	0.56
		Aula de matemáticas 03	20.36	0.36
	Segundo	Aula de ciencias sociales 01	19.54	0.46
		Aula de matemáticas 04	19.18	0.82
		Aula de matemáticas 05	19.35	0.65
		Aula de matemáticas 06	19.15	0.85
B	Primer	Aula de matemáticas 07	18.40	1.60
		Aula de comunicación 01	19.87	0.33
		Aula de comunicación 02	21.29	1.29
	Segundo	Aula de comunicación 03	20.52	0.52
		Aula de comunicación 04	18.77	1.23
		Aula de comunicación 05	20.28	0.28
C	Primer	Aula de comunicación 06	19.44	0.56
		Aula de ingles 01	19.70	0.30
		Aula de ingles 02	20.62	0.62



<b>Bloque</b>	<b>Nivel</b>	<b>Ambiente</b>	<b>Temp. promedio</b>	<b>Desviación estándar</b>
D	Segundo	Aula de ingles 03	20.17	0.83
		Aula de ingles 04	18.73	1.27
		Aula de ingles 05	19.80	0.20
		Aula de ingles 06	20.06	0.06
		Biblioteca	18.98	1.02
	Primer	Aula de cívica y ciud. 01	19.30	0.70
		Aula de cívica y ciud. 02	19.84	0.16
		Aula de ciencia y tecn. 01	19.16	0.84
	Segundo	Aula de ciencia y tecn. 02	18.36	1.64
		Aula de cívica y ciud. 03	18.60	1.40
		Aula de cívica y ciud. 04	19.04	0.96
		Aula de cívica y ciud. 05	18.71	1.29
		Aula de ciencia y tecn. 03	17.67	2.33
	Primer	Aula de tutoría 01	18.98	1.02
		Aula de religión 01	20.36	0.36
Aula de ciencias sociales 02		20.21	0.21	
Aula de ciencias sociales 03		19.77	0.23	
Aula de tutoría 02		17.98	2.02	
E	Segundo	Aula de religión 02	19.38	0.62
		Aula de ciencias sociales 04	19.23	0.77
	Primer	Aula de ciencias sociales 05	18.68	1.32
		Taller de arte 01	20.37	0.37
		Laboratorio 01	20.44	0.44
F	Primer	Aula de innovación ped. 01	19.85	0.15
		Aula de innovación ped. 02	19.78	0.22
	Segundo	Taller de arte 02	19.10	0.90
		Laboratorio 02	19.29	0.71
		Aula de innovación ped. 04	18.97	1.03
G	Primer	Aula de innovación ped. 05	18.67	1.33
		Aula de innovación ped. 03	19.75	0.25

Bloque	Nivel	Ambiente	Temp. promedio	Desviación estándar	
H	Segundo	Taller de educación para el trabajo 01	18.92	1.08	
		Aula de innovación ped. 06	18.80	1.20	
	Primer	Taller de educación para el trabajo 06	17.54	2.46	
		Taller de educación para el trabajo 02	19.13	0.87	
	Segundo	Taller de educación para el trabajo 03	18.78	1.22	
		Taller de educación para el trabajo 07	17.34	2.66	
	I	Primer	Taller de educación para el trabajo 08	17.24	2.76
			Taller de educación para el trabajo 04	19.98	0.02
		Taller de educación para el trabajo 05	19.64	0.36	

#### 4.4.2 Prueba de normalidad

Se realizó una prueba de normalidad en el software IBM SPSS Statistics, en base a los datos promedio por ambientes durante todo el año obtenidos de la simulación térmica, donde el valor sig. es mayor al 0.05 en el test de Kolmogorov-Smirnow, ya que este se usa para más de 50 muestras, y el presente estudio tiene 55, tal como se aprecia en la (Tabla 20).

#### Tabla 20

*Prueba de normalidad*

---

**Prueba de normalidad**

---

Simulación	Kolmogorov-Smirnov		
	Estadístico	gl	Sig.
	0.74	55	.200

---

Nota: El valor Sig. es mayor a 0.05, lo que indica que los resultados son normales

**4.4.3 T-Student para una muestra**

Posterior a la prueba de normalidad se realiza un t-student para una sola muestra, donde el valor de contraste es 20°C, el cual es el valor normativo promedio establecido en la norma EM 110 Confort térmico y lumínico para en confort térmico en aulas, donde el valor P resultante es inferior a 0.05, lo que indica que los datos resultantes no son iguales a los de la norma tal como se aprecia en la (Tabla 21).

**Tabla 21***Prueba para una muestra*

---

<b>Prueba para una muestra</b>					
Valor de prueba = 20					
Significación					
	1	gl	P. de un factor	P. de dos factores	Diferencia de medias
Simulación	-5.560	54	<0.001	<.001	-.65364

---

Nota: El valor P resultante es inferior a 0.05, los datos de la simulación térmica son distintos a los establecidos a la norma técnica.

## 4.5 PROPUESTA BIOCLIMÁTICA

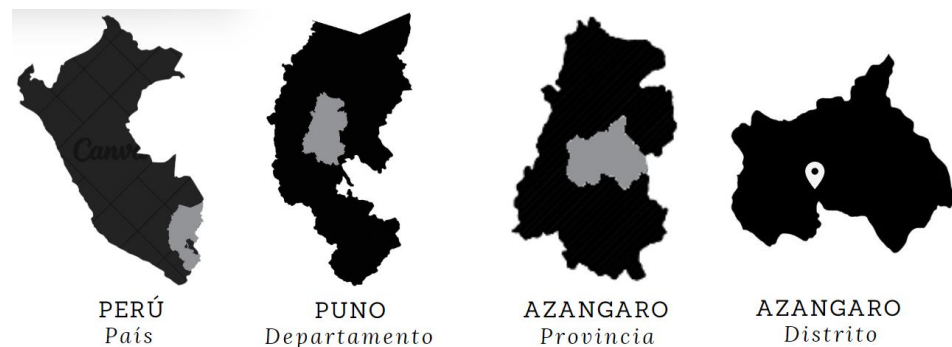
### 4.5.1 Análisis del entorno

#### 4.5.1.1 Ubicación

La Institución Educativa Pedro Vilcapaza Alarcón, está ubicada en la zona urbana del distrito de Azángaro, provincia de Azángaro, departamento de Puno, a una altura de 3865 m.s.n.m, tal como se aprecia en la (Figura 15)

#### Figura 15

*Macro localización I.E.S. Pedro Vilcapaza – Azángaro.*

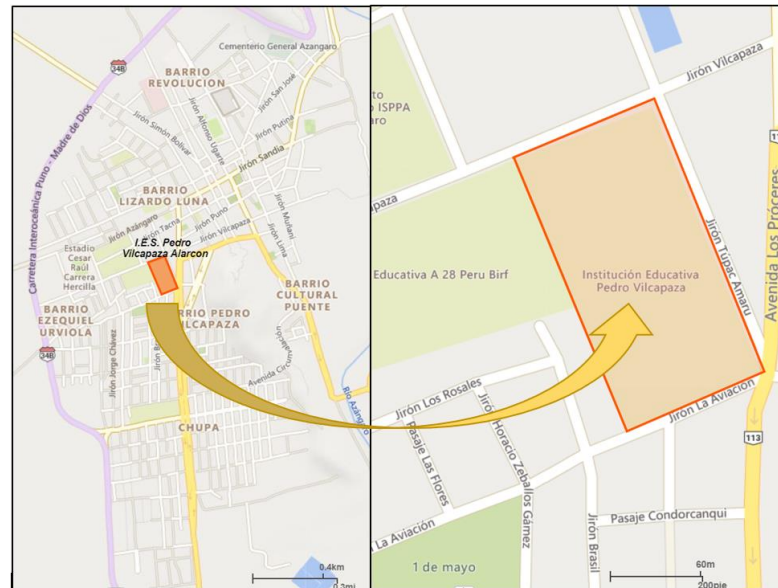


Ubicada en el Jr. Tupac Amaru S/N, la latitud sur es  $14^{\circ}54' 45.25$  y la latitud norte es,  $70^{\circ} 11' 57.35$ , la colindancia oeste es hacia viviendas, mientras que sus otros tres frentes son hacia la calle, tal como se aprecia en la (Figura 16)

#### Figura 16

*Micro localización I.E.S. Pedro Vilcapaza – Azángaro.*





#### 4.5.1.2 Clima

El clima en la región puno en general se caracteriza principalmente por tener un clima semiseco, frío, con poca presencia de lluvia en otoño e invierno, y con humedad relativa calificada como seco.

#### 4.5.1.3 Temperatura

La estación meteorológica del SENAMHI está a un kilómetro del terreno de la institución educativa, por tanto, se extraen los registros de temperatura mensuales de los últimos cinco años (2019-2023) de su base de datos, posterior a ello se promedian estos datos, los cuales se muestran en la siguiente (Tabla 22). Además, se puede apreciar que el mes más caluroso es noviembre con  $11.30^{\circ}\text{C}$  y el mes más frígido es junio con  $4.85^{\circ}\text{C}$ .

**Tabla 22**

*Temperatura máxima y mínima promedio mensual*



Mes	Temperatura promedio
Enero	11.09
Febrero	10.83
Marzo	10.61
Abril	7.45
Mayo	6.18
Junio	4.85
Julio	4.99
Agosto	5.34
Septiembre	9.08
Octubre	10.27
Noviembre	11.30
Diciembre	11.25

#### 4.5.1.4 Humedad

Los registros mensuales de humedad se extraen de la base de datos del SENAMHI de los últimos cinco años (2019-2023) los mismos que se promediaron por meses tal como se muestra en la siguiente (Tabla 23), además se puede apreciar que la humedad es relativamente baja a lo largo del año, por ello es considerada como seca, la humedad está relacionada principalmente a las precipitaciones durante el año, es así que las temporadas con mayor índice de humedad son las temporadas donde mayor presencia de lluvias se tienen, febrero es el mes más húmedo con 73.75% y el mes con menor humedad es agosto con 37.13%

#### Tabla 23

*Humedad promedio mensual*

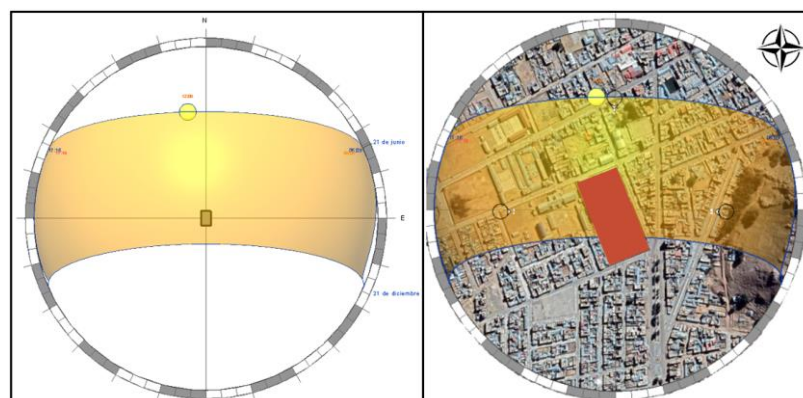
Mes	Humedad promedio
Enero	69.77%
Febrero	73.75%
Marzo	70.15%
Abril	51.80%
Mayo	45.02%
Junio	44.37%
Julio	38.80%
Agosto	37.13%
Septiembre	50.26%
Octubre	48.67%
Noviembre	50.17%
Diciembre	59.99%

#### 4.5.1.5 Asoleamiento

Para conocer el recorrido solar en el terreno de la institución educativa se elaboraron gráficos de geometría solar en Revit, al estar ubicados en el hemisferio sur, el recorrido solar es este - oeste, con orientación hacia el norte (Figura 17).

**Figura 17**

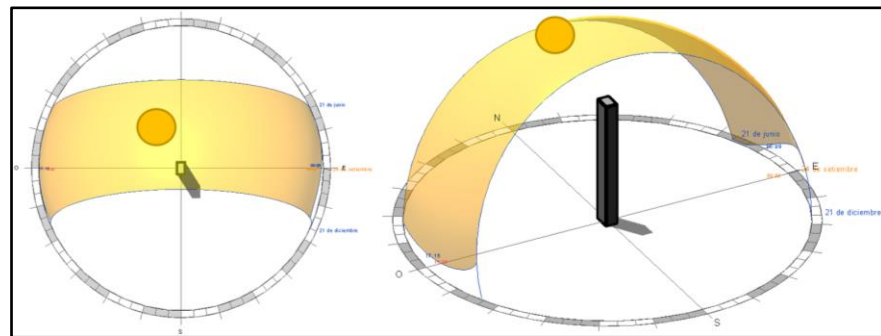
*Geometría solar en el distrito de Azángaro durante todo el año.*



En los equinoccios, tanto de primavera (21 de septiembre), como de otoño (21 de marzo), la posición solar es la misma, ligeramente inclinada al norte, tal como se aprecia en la (Figura 18) además, los días tienen la misma duración.

### Figura 18

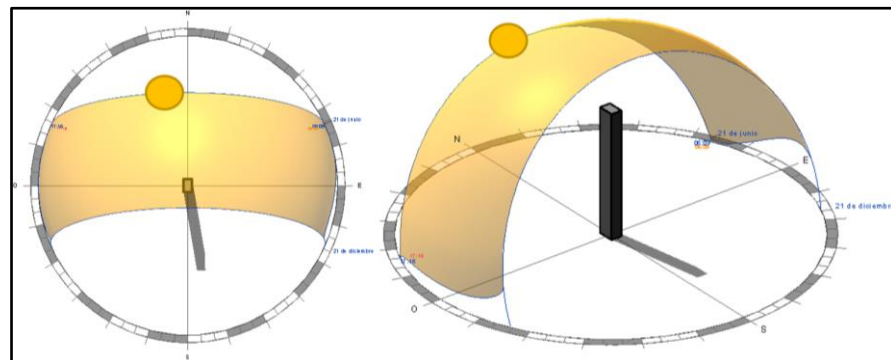
*Geometría solar en equinoccio de otoño y primavera (21 de marzo, 21 de setiembre) al medio día.*



Mientras que en el solsticio de verano (21 de junio) presenta la mayor inclinación hacia el norte, tal como se aprecia en la (Figura 19), además el día es el más corto del año ya que se dan menos horas de incidencia solar (11h y 15 min).

### Figura 19

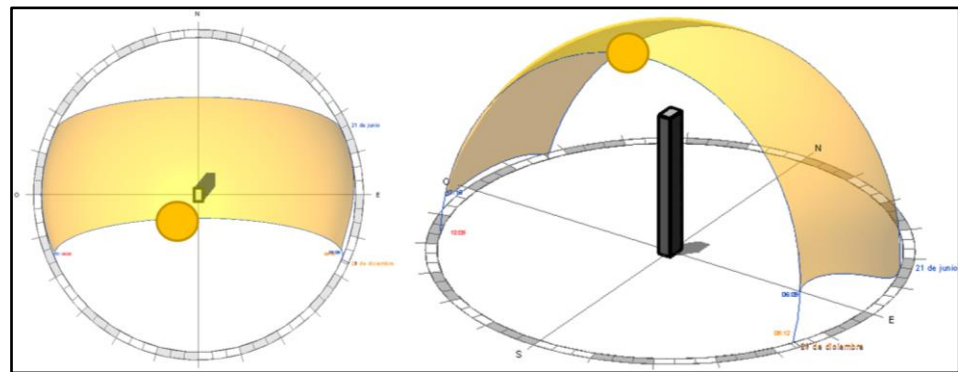
*Geometría solar en solsticio de verano (21 de junio) al medio día.*



Finalmente, en el solsticio de invierno (21 de diciembre) presenta una inclinación leve al sur, tal como se aprecia en la (Figura 20), además el día es más largo ya que se dan más horas de incidencia solar (13h y 1 min).

### Figura 20

*Geometría solar en solsticio de invierno (21 de diciembre) al medio día.*



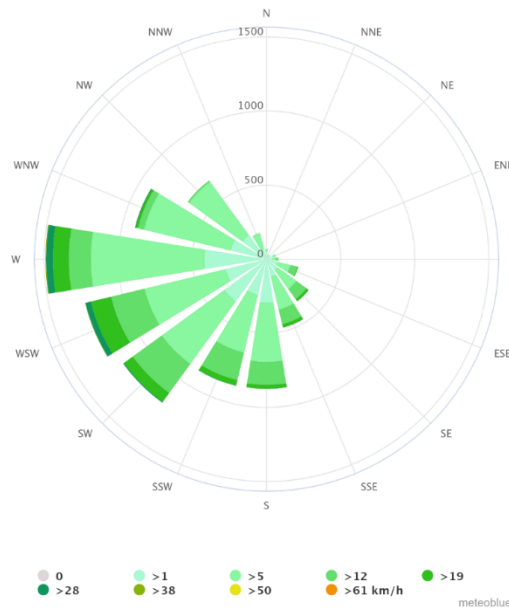
Se puede concluir, de los gráficos anteriores que la propuesta arquitectónica debe estar orientada hacia el norte, principalmente los espacios en los que los alumnos pasen mayor tiempo siendo estos las aulas para que beneficien en el confort térmico a los usuarios.

#### 4.5.1.6 Vientos

El mes con mayor velocidad de vientos es Julio, registrándose velocidades de hasta 28km/h, mientras que el mes con menor velocidad de viento es febrero cuya velocidad mínima es de 1kh/h, la dirección predominante de los vientos es oeste, seguido del sureste y del sur, tal como se aprecia en la siguiente rosa de los vientos. (Figura 21)

**Figura 21**

*Meteoblue (2024) Rosa de los vientos*



Nota:

Reproducido

[https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/az%3%ba1ngaro\\_per%3%ba\\_3946937](https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/az%3%ba1ngaro_per%3%ba_3946937)

#### 4.5.1.7 Precipitaciones

Los rangos de precipitación son obtenidos de la base de datos de SENAMHI, de los últimos cinco años (2019-2023), mismos que fueron promediados tal como se muestra en la (Tabla 24), además se puede apreciar que el mes más lluvioso es febrero, y el mes menos lluvioso es agosto.

**Tabla 24**

*Precipitación promedio mensual*

Mes	Precipitación promedio
Enero	3.69
Febrero	3.91

Marzo	2.37
Abril	0.95
Mayo	0.16
Junio	0.04
Julio	0.04
Agosto	0.02
Septiembre	0.69
Octubre	1.18
Noviembre	1.49
Diciembre	2.64

---

#### 4.5.1.8 Vegetación

De la visita realizada a la localidad de Azángaro se pudo apreciar dentro de la institución educativa la presencia de diferentes plantas como son: eucalipto, pino, rosas, ceticios, tal como se aprecia en la (Figura 22).

#### Figura 22

*Vegetación existente en la I.E.S. Pedro Vilcapaza*



#### 4.5.1.9 Topografía

Para el levantamiento topográfico se usó GPS Garmin, en campo se tomaron las coordenadas de las esquinas del perímetro, para después procesarlas en excel, (Tabla 25)

**Tabla 25**

*Coordenadas UTM – perímetro de la IE.*

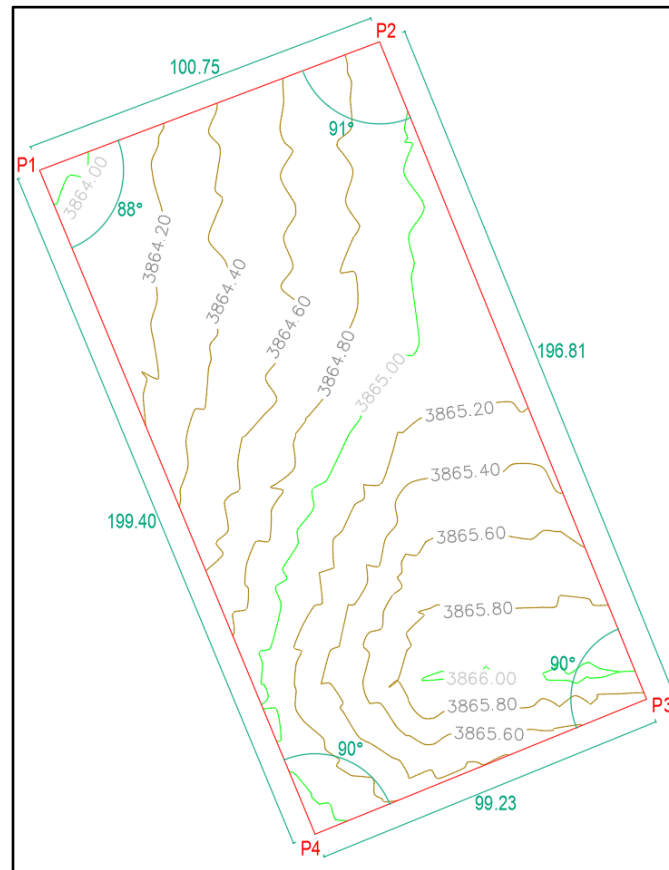
Punto	Coordenadas utm	
	X	Y
P1	370915.451	8350961.171
P2	371009.699	8350996.785
P3	371083.724	8350814.427
P4	370991.828	8350776.979

Posteriormente se extrajeron los datos de las curvas de nivel del terreno cada 0.20 m (con datos de Google Earth Pro y procesados en AutoCAD Civil 3D) , para finalmente georeferenciar las coordenadas UTM del terreno y así obtener la topografía del terreno de la I.E.S. Pedro Vilcapaza de Azángaro, tal como se aprecia en la (Figura 23).

**Figura 23**

*Curvas de nivel del terreno de la I.E.S. Pedro Vilcapaza.*





Del plano topográfico obtenido podemos observar que el terreno cuenta con un área de 19804.92 m<sup>2</sup> y un perímetro de 596.20 m, el terreno no cuenta con pendientes considerables las cuales varían en 2.00 m a lo largo del terreno lo cual implica una pendiente del 1%, siendo la zona más alta la zona sur este del terreno.

#### 4.5.1.10 Diagrama de Givoni

Las condiciones inherentes al entorno sirven para plantear un diseño que sea respuesta a la ubicación y que aproveche los recursos que tenga a disposición, además, los datos de temperatura y humedad son necesarios para aplicar la carta bioclimática de Givoni, la cual recomienda estrategias para lograr confort térmico, en la (Tabla 26) se aprecian los datos de temperatura y humedad máximos y mínimos requeridos.

**Tabla 26**

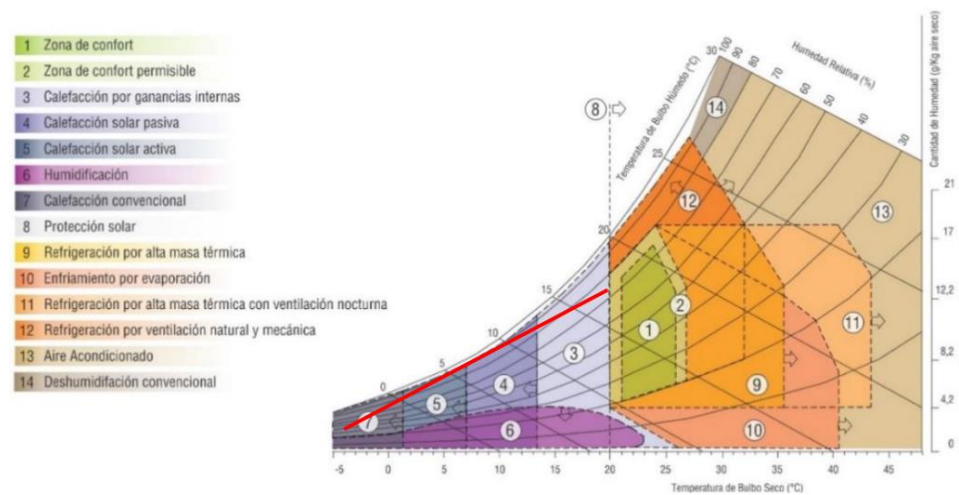
*Temperatura y humedad máxima y mínima*

Temperatura		Humedad	
Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
19.77 °C	-4.08 °C	73.75 %	37.13 %

El diagrama climático de Givoni interseca los datos de la temperatura mínima con la humedad mínima y de la temperatura máxima con la humedad máxima, generando una recta entre estos puntos, esta recta se ubica entre las zonas 3,4, 5 y 7, las cuales están fuera de la zona de confort, tal como se aprecia en la siguiente (Figura 24).

**Figura 24**

*Carta bioclimática de Givoni*



Nota: Adaptado de “Confort térmico en el trópico húmedo. caso de estudio, viviendas de interés social del Distrito de Buenaventura.” (p. 125), por H. Carabalí y J. Palomino, 2020, Parra Ocampo, J. (Ed. Científico), (1) 109-163.



El diagrama recomienda las siguientes estrategias:

**Calefacción por ganancias internas (Zona 3):** esta estrategia nos indica que será necesaria solo las ganancias interiores tales como el calor producido por los ocupantes, las actividades realizadas por los mismos y artefactos de uso diario para calentar un ambiente y llegar a la zona de confort

**Calefacción por aprovechamiento pasivo de la energía solar (Zona 4):** esta zona nos aconseja utilizar la energía solar para calentar los ambientes a través de la orientación, ventanales, galerías.

**Calefacción por aprovechamiento activo de la energía solar (Zona 5):** esta estrategia nos recomienda utilizar la energía solar en sistemas de calefacción como paneles solares

**Calefacción convencional (Zona 7):** esta zona nos recomienda utilizar calefactores eléctricos o sistemas mecánicos que nos ayuden a calentar los ambientes

Para la propuesta de infraestructura educativa se utilizarán las siguientes estrategias: calefacción por ganancias internas y calefacción por aprovechamiento pasivo de la energía solar, lo cual refuerza el uso de sistemas bioclimáticos pasivos (objetivo 2).

## 4.5.2 Aplicación de sistemas bioclimáticos pasivos

### 4.5.2.1 Invernadero adosado

Adosados a las aulas pedagógicas se colocaron invernaderos orientados hacia el norte, noreste y noroeste con la finalidad de que, durante las horas de ocupación, este recolecte y almacene el calor proveniente de la radiación solar y lo transfiera a las aulas para lograr confort térmico, además contarán con ventanas para controlar el calor al interior de estos, facilitando la ventilación cuando sea necesario, esto se puede apreciar en la siguiente (Figura 25)

**Figura 25**

*Invernadero adosado*



#### 4.5.2.2 Patios

Se proponen cuatro patios amplios a fin de evitar que los bloques generen sombras entre ellos, garantizando así más horas de asoleamiento directo, además los patios son ambientes de recreación lúdica, cuentan con áreas de descanso, áreas verdes, áreas de esparcimiento y zona de comidas, tal como se puede apreciar en (Figura 26).

**Figura 26**

*Patios*



#### 4.5.2.3 Circulación cerrada por mamparas

En las instituciones educativas se aprecia comúnmente que los pasadizos de circulación son abiertos, lo que genera un cambio brusco de temperaturas en los usuarios cuando se trasladan de un espacio a otro, sufriendo además corrientes de viento, heladas, y lluvias, por ello se opta por cerrar estos pasadizos con mamparas de vidrio, así este espacio funciona como un colector solar, permitiendo el paso directo de la radiación, manteniéndolo caliente y evitando que los espacios colindantes como son aulas pedagógicas pierdan el calor ganado. Además, estas mamparas tienen ventanas que se abren para permitir ventilar el ambiente y regular la temperatura interior, tal como se aprecia en la siguiente (Figura 27)

**Figura 27**

*Circulación cerrada por mamparas*



### 4.5.3 Aplicación de materiales termoaislantes

Tomando de base la Norma EM 110: Confort térmico y lumínico con eficiencia energética, en el apartado de características higrométricas de los materiales, se define el coeficiente de transmitancia térmica de todos los envolventes del proyecto: muros, pisos, cubiertas, puertas y ventanas, para ello es necesario realizar la sumatoria de las divisiones de los espesores entre los coeficientes de transmisión térmica por material que compone el elemento arquitectónico y por ultimo dividir 1 entre el resultado, tal como se muestra en la siguiente formula:

$$U = \frac{1}{\frac{e_1}{k_1} + \frac{e_2}{k_2} + \dots + \frac{e_n}{k_n}}$$

$U =$  *Transmitancia termica*

$e_1 =$  *espesor de material*

$k_1 =$  *coeficiente de transmision termica material*

Para la aplicación de la formula antes mencionada es necesario conocer las propiedades térmicas de los materiales a utilizar, como son la densidad, y el coeficiente de transmisión térmica de cada material, esta información se extrae de la Norma EM 110: Confort térmico y lumínico con eficiencia energética, este detalle se encuentra especificado en la siguiente (Tabla 27).

**Tabla 27***Conductividad térmica de materiales.*

	<b>Material</b>	<b>Densidad (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Coefficiente de transmisión térmica (w/mk)</b>
Mampostería	Ladrillo	1000	0.47
	Ladrillo hueco	600	0.35
Concreto	Concreto armado	2400	1.63
	Concreto simple (falso piso)	2300	1.51
	Cemento pulido e=5cm	-	0.53
	Mortero (tarrajeo)	2000	1.40
Metales	Aluminio	2700	230
	Calamina	-	237
Paneles	Panel de fibrocemento	1027.5	0.025
	Panel de yeso (FRC)	825	0.25
Madera	Maderas densas (Aguano)	870	0.29
Cerámica	Baldosa de cerámica	2000	1
Aislantes	Lana de oveja	22	0.042
	Aire	1.2	0.026
Laminado	Vidrio incoloro 8mm	Transmitancia T.	5300

#### 4.5.3.1 Muro portante

Estos muros tienen fines estructurales, por tanto, sus materiales son convencionales, sin mayor intervención térmica, como resultado el valor “U” del muro portante es de 1.96, siendo este el de mayor transmitancia térmica dentro de los cerramientos de muros. El detalle de este se aprecia en la siguiente (Tabla 28).



**Tabla 28**

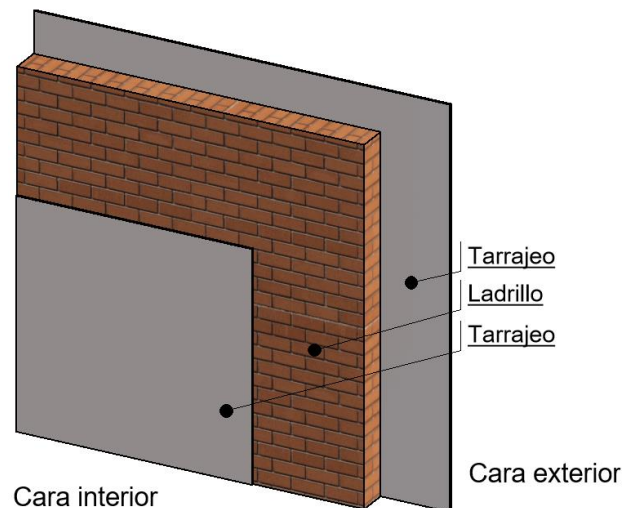
*Coefficiente de transmisión térmica en muro portante.*

Material	Espesor (m)	Coefficiente k (W/mK)	R=e/k	Transmitancia U (1/ΣR)
Tarrajeo	0.015	1.4	0.01	
Ladrillo	0.23	0.47	0.49	1.96
Tarrajeo	0.015	1.4	0.01	
<b>ΣR</b>			<b>0.51</b>	

En la (Figura 28) se aprecia la composición del muro portante.

**Figura 28**

*Composición del muro portante.*



#### 4.5.3.2 Muro con aislamiento térmico de lana de oveja

Estos muros son los cerramientos de los ambientes administrativos y pedagógicos. Para lograr un mayor confort térmico, se plantea como principal termoaislante la lana de oveja cuyo coeficiente de transmisión térmica es de 0.042, que en conjunto con los otros materiales logran el mínimo valor U de 0.78. El detalle se aprecia en la (Tabla 29).

**Tabla 29**

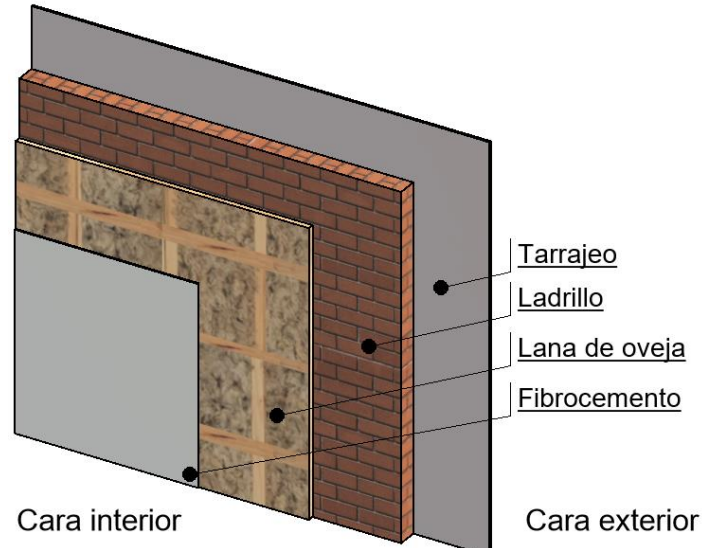
*Coefficiente de transmisión térmica en muro con lana de oveja.*

Material	Espesor (m)	Coefficiente k (W-mK)	R=e/k	Transmitancia U (1/ΣR)
Tarrajeo	0.015	1.4	0.01	0.78
Ladrillo	0.13	0.47	0.28	
Lana de oveja	0.04	0.042	0.95	
Fibrocimiento	0.01	0.225	0.04	
<b>ΣR</b>			<b>1.28</b>	

En la (Figura 29) se aprecia la composición del muro con aislamiento térmico de lana de oveja.

**Figura 29**

*Composición del muro con aislamiento térmico de lana de oveja.*



#### 4.5.3.3 Tabique interior con aislamiento térmico de lana de oveja

Para las divisiones interiores de los ambientes, como son depósitos y divisiones en la zona administrativa se considera lana de oveja con recubrimiento en ambas caras de panel de fibrocemento, manteniendo así

el confort térmico al interior de los ambientes debido al bajo coeficiente de transmisión térmica de la lana, el valor U resultante es de 0.40. El detalle de este se aprecia a en la siguiente (Tabla 30)

**Tabla 30**

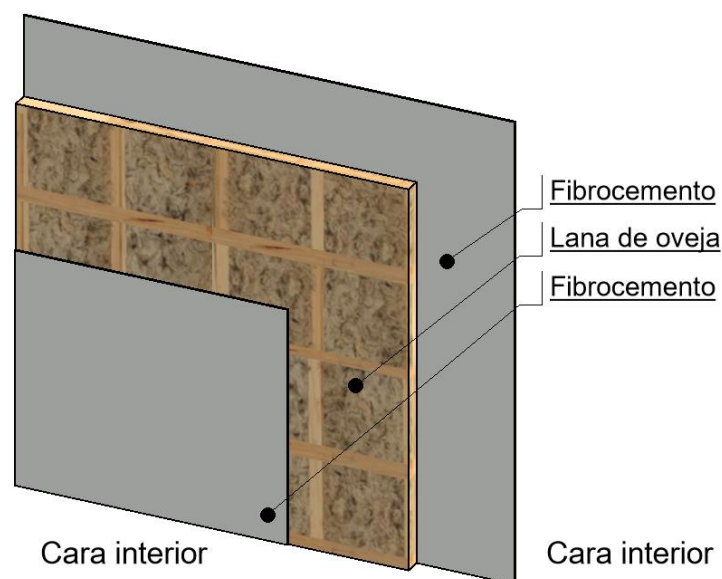
*Coefficiente de transmisión térmica en muro con lana de oveja y fibrocemento*

Material	Espesor (m)	Coefficiente k (W-mK)	R=e/k	Transmitancia U (1/ $\Sigma$ R)
Fibrocemento	0.01	0.225	0.04	
Lana de oveja	0.10	0.042	2.38	0.40
Fibrocemento	0.01	0.225	0.04	
		$\Sigma$ R	2.47	

En la (Figura 30) se aprecia la composición del tabique interior con aislamiento de lana de oveja.

**Figura 30**

*Composición del tabique interior con aislamiento de lana de oveja*



#### 4.5.3.4 Muro con enchape interior de cerámica

En relación a los servicios higiénicos, no se realizan mayores modificaciones, la estructura es de un muro típico con enchape de cerámico. Se puede apreciar el alto valor U resultante de 3.25. El detalle de este se aprecia en la siguiente (Tabla 31).

**Tabla 31**

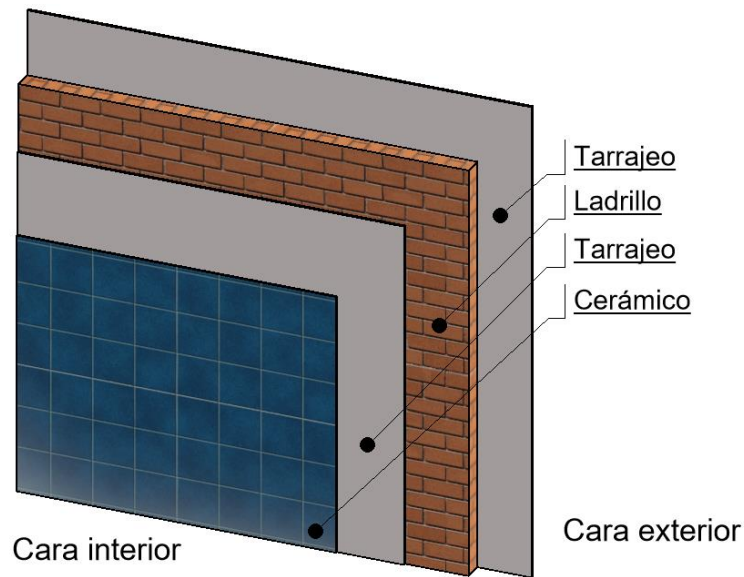
*Coefficiente de transmisión térmica en muro con enchape interior de cerámica.*

Material	Espesor (m)	Coefficiente k (W-mK)	R=e/k	Transmitancia U (1/ΣR)
Tarrajeo	0.015	1.4	0.01	3.25
Ladrillo	0.13	0.47	0.28	
Tarrajeo	0.015	1.4	0.01	
Cerámico	0.01	1	0.01	
			<b>ΣR</b>	<b>0.31</b>

En la (Figura 31) se aprecia la composición del muro con enchape interior de cerámico.

**Figura 31**

*Composición del muro con enchape interior de cerámico.*



#### 4.5.3.5 Muro interior con enchape de cerámico

En relación a las divisiones interiores de los servicios higiénicos, se considera el muro típico sin mayores alteraciones a nivel térmico. Se puede apreciar su alto valor U de 3.14. El detalle de este se aprecia en la siguiente (Tabla 32).

**Tabla 32**

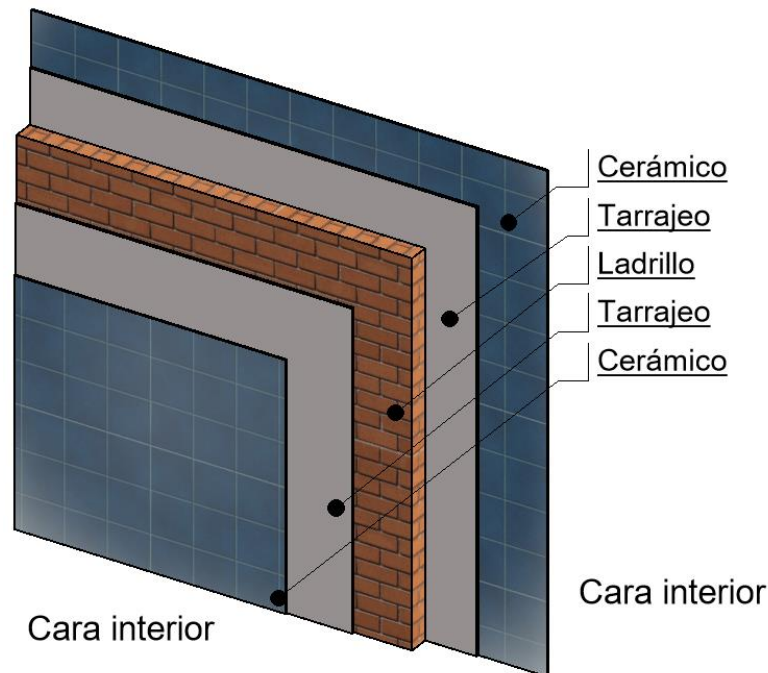
*Coefficiente de transmisión térmica en muro interior con enchape cerámico*

Material	Espesor (m)	Coefficiente k (W-mK)	R=e/k	Transmitancia (1/ΣR)
Cerámico	0.01	1	0.01	
Tarrajeo	0.015	1.4	0.01	
Ladrillo	0.13	0.47	0.28	3.14
Tarrajeo	0.015	1.4	0.01	
Cerámico	0.01	1	0.01	
<b>ΣR</b>			<b>0.32</b>	

En la (Figura 32) se aprecia la composición del muro interior con enchape de cerámico.

### Figura 32

*Composición del muro interior con enchape de cerámico.*



#### 4.5.3.6 Cubierta de tejandina en aulas

Para los ambientes pedagógicos y administrativos se plantea cubierta de tejandina con pendiente pronunciada debido a que la zona es lluviosa a fin de facilitar su correcta evacuación, además es necesario evitar el asentamiento de granizo o nevada; en adición a esta cubierta se propone un falso cielo raso de panel de yeso en adicción a lana de oveja en rollos, este aislante térmico genera un menor coeficiente de transmisión térmica, por tanto, se evitan las pérdidas hacia la cubierta. El detalle de este se aprecia en la siguiente (Tabla 33).

**Tabla 33**

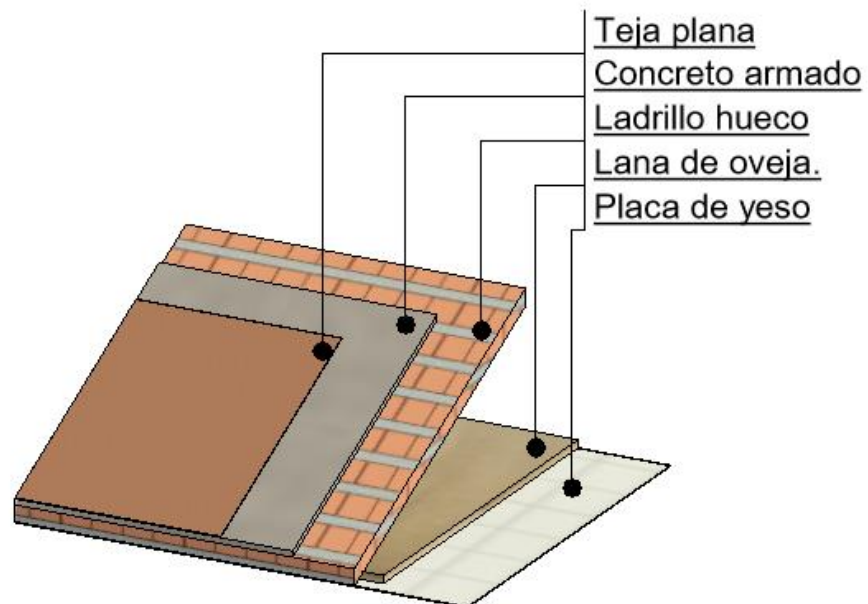
*Coefficiente de transmisión térmica en cubierta de tejandina con FCR*

Material	Espesor (m)	Coefficiente k (W-mK)	R=e/k	Transmitancia (1/ΣR)
Tejandina	0.01	0.225	0.04	
Concreto armado	0.05	1.63	0.03	
Ladrillo hueco	0.15	0.35	0.43	
Cámara de aire	1.36	0.026	52.31	0.02
Lana de oveja	0.10	0.042	2.38	
Panel de yeso (FRC)	0.01	0.25	0.04	
<b>ΣR</b>			<b>55.23</b>	

En la (Figura 33) se aprecia la composición de la cubierta de teja andina.

**Figura 33**

*Composición de la cubierta de teja andina.*



#### 4.5.3.7 Cubierta de tejandina en circulaciones

Respecto a las cubiertas en las circulaciones se presenta una tipología general de teja andina debido a que es zona de lluvias. Se puede apreciar el valor U de 1.94, ya que no es necesaria mayor intervención térmica. El detalle del mismo se presenta en la siguiente (Tabla 34)

**Tabla 34**

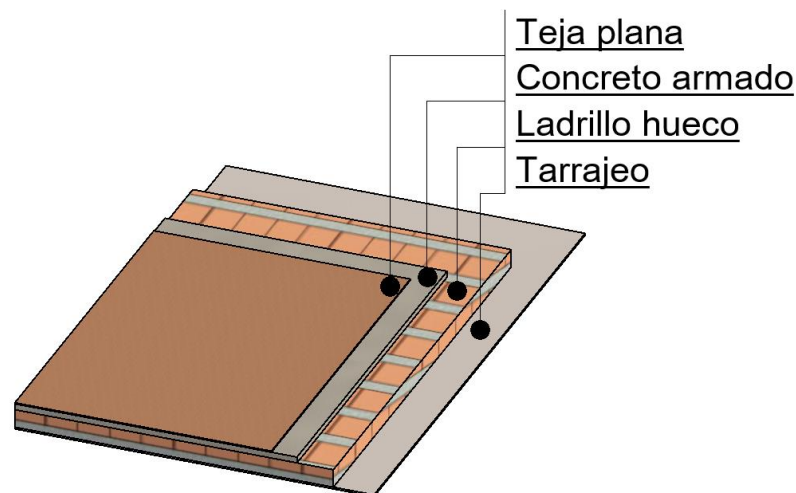
*Coefficiente de transmisión térmica en cubierta de tejandina.*

Material	Espesor (m)	Coefficiente k (W-mK)	R=e/k	Transmitancia (1/ΣR)
Tejandina	0.01	0.225	0.04	1.94
Concreto armado	0.05	1.63	0.03	
Ladrillo hueco	0.15	0.35	0.43	
Tarrajeo	0.015	1.40	0.01	
<b>ΣR</b>			<b>0.51</b>	

En la (Figura 34) se aprecia la composición de la cubierta en circulaciones.

**Figura 34**

*Composición de la cubierta en circulaciones.*





#### 4.5.3.8 Piso de madera machihembrada de madera aguano

Respecto a los pisos de ambientes administrativos y pedagógicos, se plantea piso de madera machihembrada de madera aguano. La madera es un excelente aislante térmico. El detalle se aprecia a continuación.

Primer nivel

El valor U del primer nivel es de 0.90, tal como se aprecia en la (Tabla 35), sin embargo, es necesario considerar que es piso sobre terreno así que las pérdidas térmicas no son significativas.

**Tabla 35**

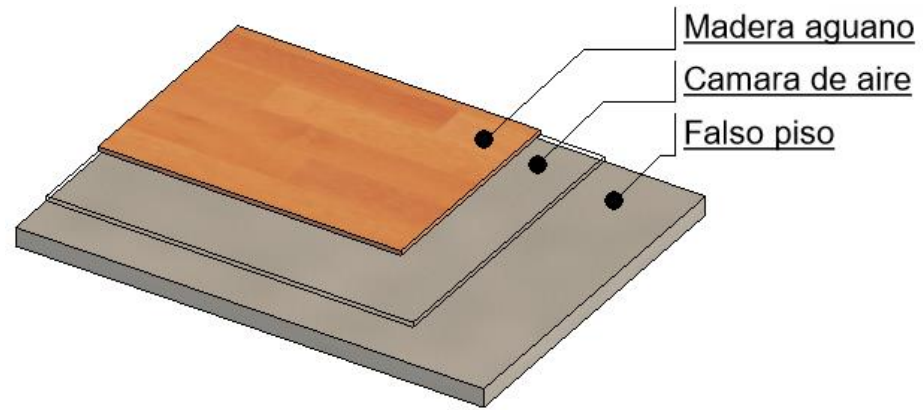
*Coefficiente de transmisión térmica en piso de madera.*

Material	Espesor (m)	Coefficiente k (W-mK)	R=e/k	Transmitancia (1/ΣR)
Madera aguano	0.025	0.29	0.09	
Cámara de aire	0.025	0.026	0.96	0.90
Falso piso	0.10	1.51	0.07	
		<b>ΣR</b>	<b>1.11</b>	

En la (Figura 35) se aprecia la composición de la cubierta en piso de madera machihembrada – primer nivel.

**Figura 35**

*Composición del piso de madera machihembrada – primer nivel.*



Segundo nivel

El valor U es de 0.06, esto debido a la cámara de aire entre el falso cielo raso y la losa. El detalle se aprecia en la (Tabla 36) a continuación:

**Tabla 36**

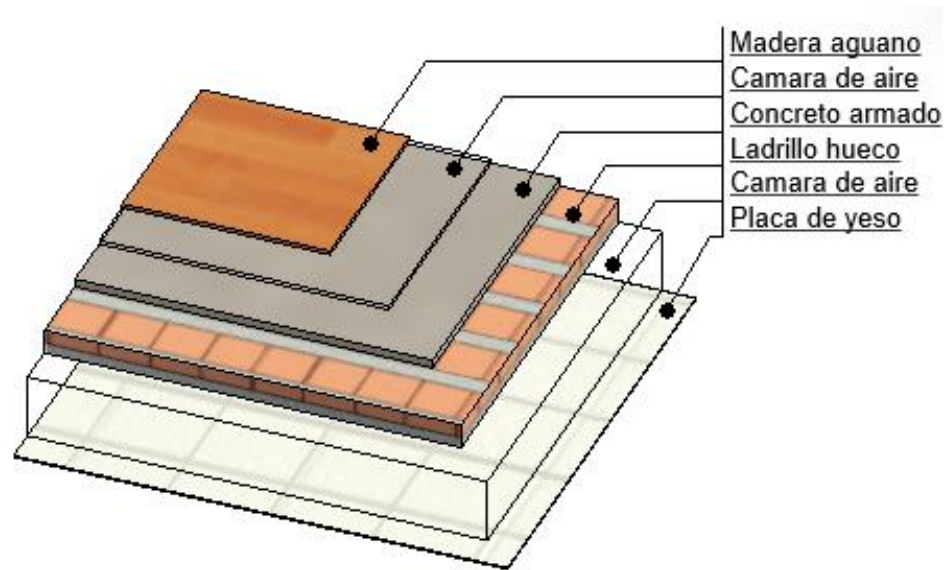
*Coefficiente de transmisión térmica en losa aligerada con madera machihembrada*

Material	Espesor (m)	Coefficiente k (W-mK)	R=e/k	Transmitancia (1/ΣR)
Madera aguano	0.025	0.29	0.09	
Cámara de aire	0.025	0.026	0.96	
Concreto armado	0.05	1.63	0.03	0.06
Ladrillo hueco	0.15	0.35	0.43	
Cámara de aire	0.39	0.026	15.00	
Panel de yeso (FRC)	0.01	0.25	0.04	
		<b>ΣR</b>	<b>16.55</b>	

En la (Figura 36) se aprecia la composición de la cubierta de piso de madera machihembrada – segundo nivel.

**Figura 36**

*Composición de piso de madera machihembrada – segundo nivel.*



#### 4.5.3.9 Piso enchapado de cerámica

Respecto a los pisos de los laboratorios, talleres, servicios higiénicos, SUM y otros ambientes donde se dé el uso de agua, se plantea el modelo típico de piso enchapado de cerámico.

Primer nivel

En la (Tabla 37) se aprecia que el valor U es de 6.59, si bien es alto, es necesario considerar que es piso sobre terreno así que las perdidas no son significativas.

**Tabla 37**

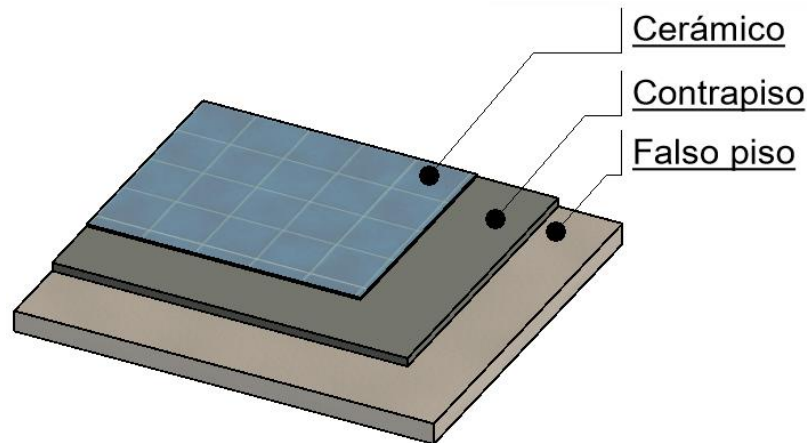
*Coefficiente de transmisión térmica en piso de cerámico.*

Material	Espesor (m)	Coefficiente k (W-mK)	R=e/k	Transmitancia (1/ΣR)
Cerámico	0.01	1	0.01	6.59
Contrapiso	0.04	0.53	0.08	
Falso piso	0.10	1.51	0.07	
<b>ΣR</b>			<b>0.15</b>	

En la (Figura 37) se aprecia la composición del piso enchapado de cerámico – primer nivel.

**Figura 37**

*Composición de piso enchapado de cerámico – primer nivel.*



Segundo nivel

El valor U es de 0.06, esto debido a la cámara de aire entre el falso cielo raso y la losa. El detalle se aprecia en la siguiente (Tabla 38)

**Tabla 38**

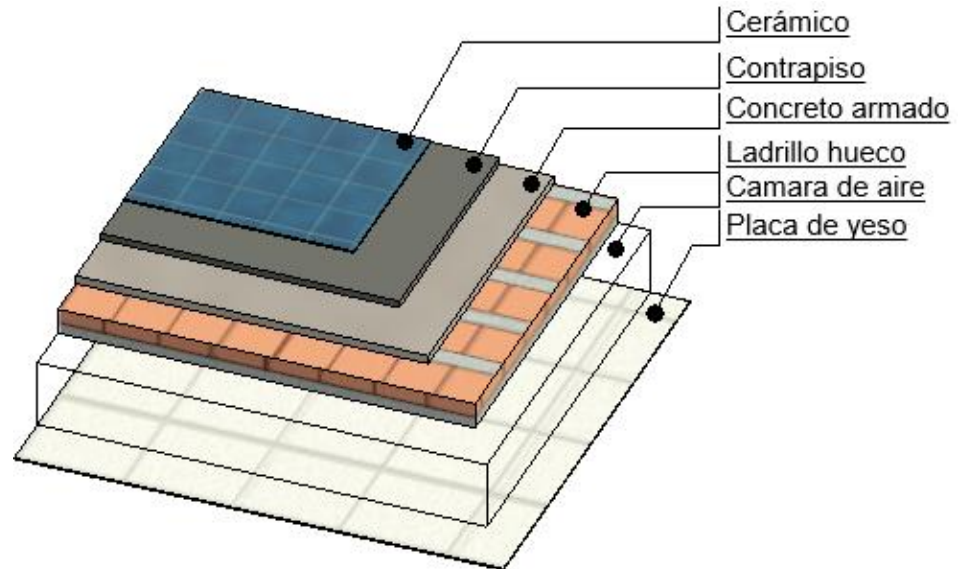
*Coefficiente de transmisión térmica en Losa aligerada con cerámica.*

Material	Espesor (m)	Coefficiente k (W-mK)	R=e/k	Transmitancia (1/ΣR)
<b>Cerámico</b>	0.01	1	0.01	
<b>Contrapiso</b>	0.04	0.53	0.08	
<b>Concreto armado</b>	0.05	1.63	0.03	
<b>Ladrillo hueco</b>	0.15	0.35	0.43	0.06
<b>Cámara de aire</b>	0.39	0.026	15.00	
<b>Panel de yeso (FRC)</b>	0.01	0.25	0.04	
		<b>ΣR</b>	<b>15.58</b>	

En la (Figura 38) se aprecia la composición del piso enchapado de cerámico – segundo nivel.

### Figura 38

*Composición de piso enchapado de cerámico – segundo nivel.*



#### 4.5.3.10 Piso de cemento pulido

En relación a los pisos de los depósitos, circulaciones y exteriores se plantea el modelo típico de piso de cemento pulido.

##### Primer nivel

En la (Tabla 39) se aprecia que el valor U es de 6.23, si bien es alto, es necesario considerar que es piso sobre terreno así que las pérdidas no son significativas, además las zonas no afectan directamente al confort de los alumnos en las aulas.

### Tabla 39

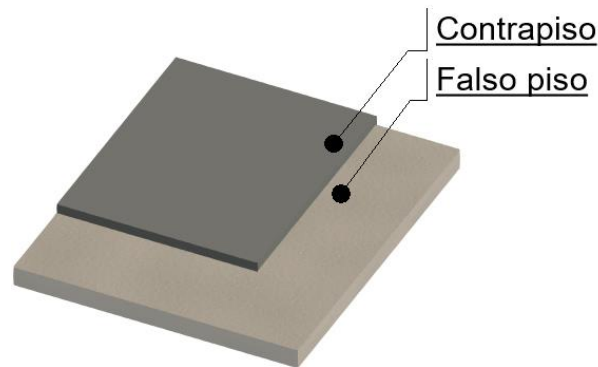
*Coefficiente de transmisión térmica en piso de cemento pulido.*

Material	Espesor (m)	Coefficiente k (W-mK)	R=e/k	Transmitancia (1/ΣR)
Contrapiso	0.05	0.53	0.09	6.23
Falso piso	0.10	1.51	0.07	
<b>ΣR</b>			<b>0.16</b>	

En la (Figura 39) se aprecia la composición de piso de cemento pulido – primer nivel.

**Figura 39**

*Composición de piso de cemento pulido – primer nivel.*



Segundo nivel

En la (Tabla 40) se puede apreciar que el valor U es de 1.77, no es necesario mayor intervención térmica.

**Tabla 40**

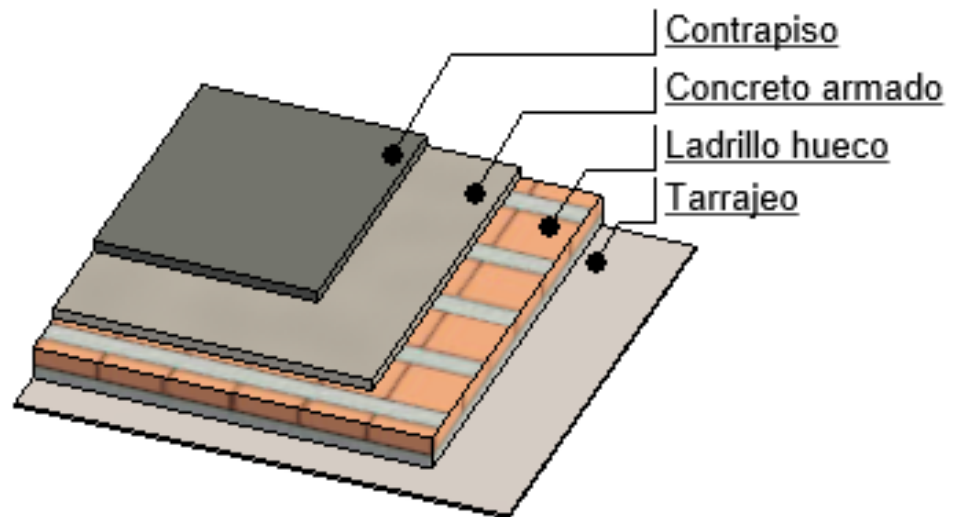
*Coefficiente de transmisión térmica en losa aligerada con cerámica.*

Material	Espesor (m)	Coefficiente k (W-mK)	R=e/k	Transmitancia (1/ΣR)
Contrapiso	0.05	0.53	0.09	1.77
Concreto armado	0.05	1.63	0.03	
Ladrillo hueco	0.15	0.35	0.43	
Tarrajeo	0.015	1.40	0.01	
<b>ΣR</b>			<b>0.56</b>	

En la (Figura 40) se aprecia la composición del piso de cemento pulido – segundo nivel.

**Figura 40**

*Composición de piso de cemento pulido – segundo nivel.*



#### 4.5.3.11 Puertas

Las puertas son de madera aguano debido a sus buenas propiedades y a que es accesible. En espacios pedagógicos cuentan con mirilla, mientras en los servicios higiénicos con una rejilla de ventilación inferior. El detalle del mismo se aprecia en la siguiente (Tabla 41).

**Tabla 41**

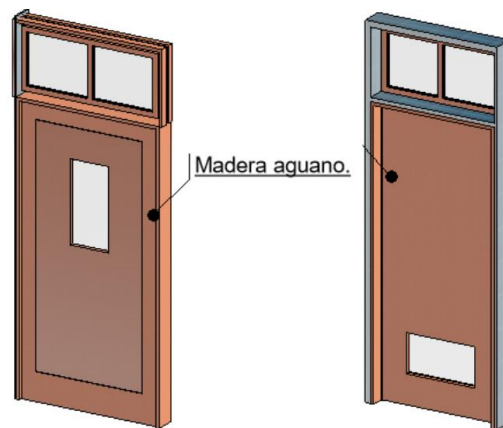
*Coefficiente de transmisión térmica en puertas*

Tipo de puerta	Transmitancia
Hoja maciza de madera	3.5

En la (Figura 41) se aprecia la composición de la puerta de madera.

**Figura 41**

*Puerta de madera.*



#### 4.5.3.12 Ventanas de vidrio 8 mm

Respecto a las ventanas de los ambientes estas son de vidrio de 8mm al igual que en las mamparas que cierran las circulaciones, esto ayudará a que los alumnos no sufran cambios de temperatura al trasladarse de un ambiente a otro, a su vez, atraerá la radiación solar y la concentrará. El detalle se aprecia a continuación (Tabla 42).

**Tabla 42**

*Coefficiente de transmisión térmica en ventanas y mamparas.*

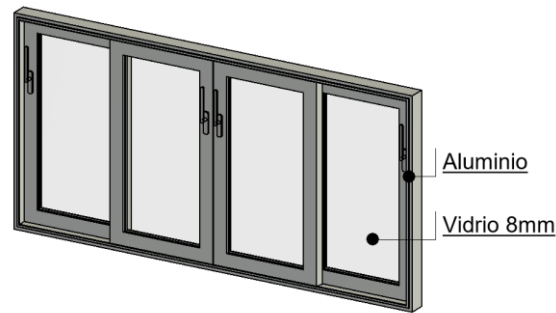
Material	Espesor (m)	Coefficiente k (W-mK)	R=e/k	Transmitancia (1/ΣR)
Vidrio	0.008	0.0424	0.19	5.70

En la (Figura 42) se aprecia la composición de ventanas y mamparas.

**Figura 42**

*Ventanas y mamparas.*





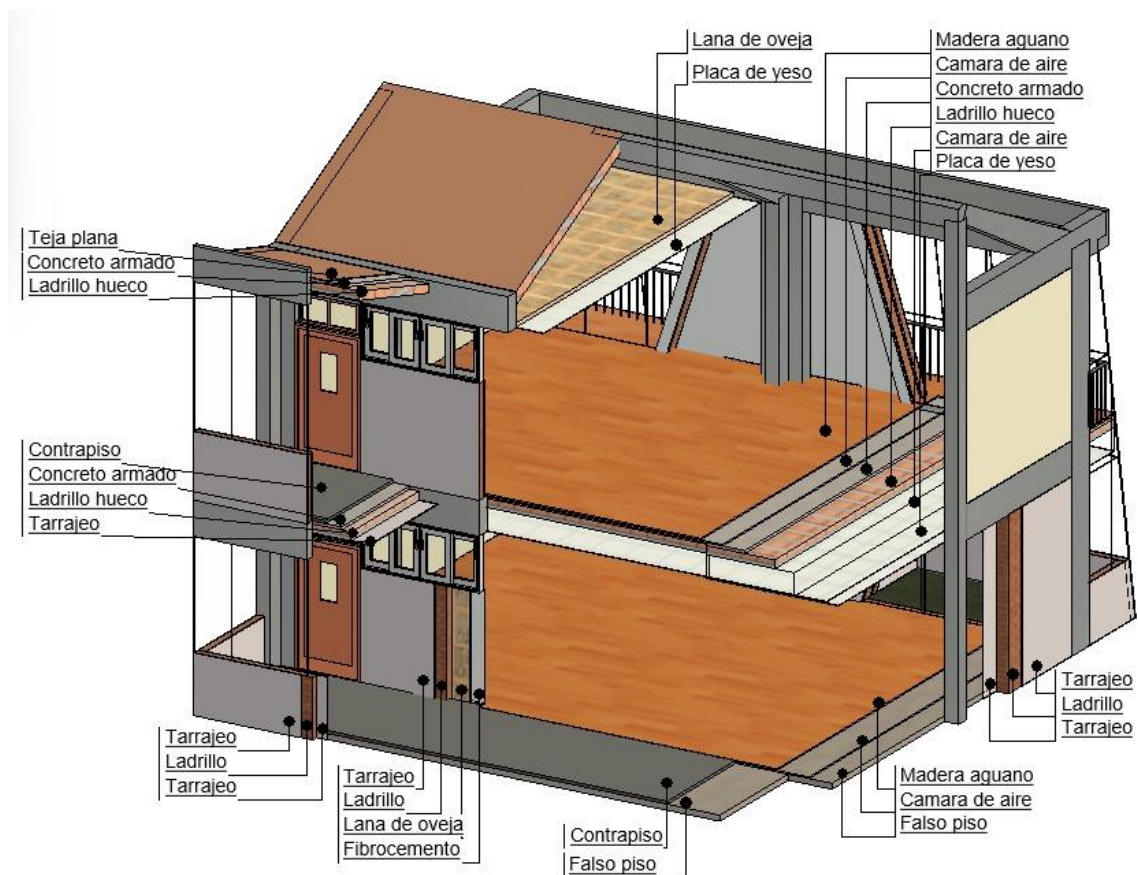
#### 4.5.3.13 Composición de los ambientes

Una vez definidos los elementos arquitectónicos con sus respectivos materiales, podemos definir los cerramientos de los ambientes.

En la (Figura 43) se aprecia la composición final de los ambientes pedagógicos.

**Figura 43**

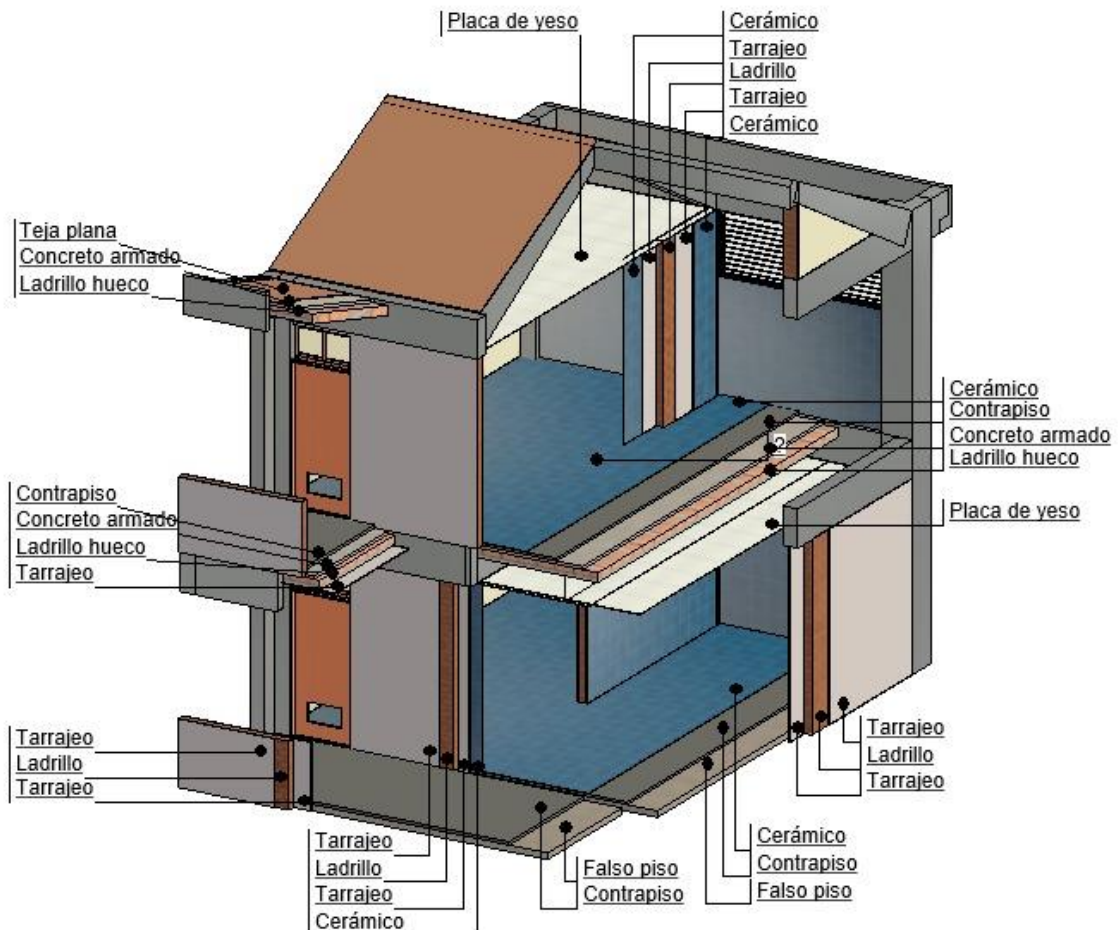
*Composición de ambiente pedagógico*



En la (Figura 44) se aprecia la composición final de los laboratorios, EPT y SSHH.

**Figura 44**

*Composición de laboratorios, EPT Y SSHH*



#### 4.5.4 Análisis del usuario

Los usuarios de la propuesta arquitectónica son los estudiantes de la institución educativa Pedro Vilcapaza, por lo cual se realiza una prueba de ambiente controlado a fin de conocer el rango de temperatura en el que se encuentran en confort.

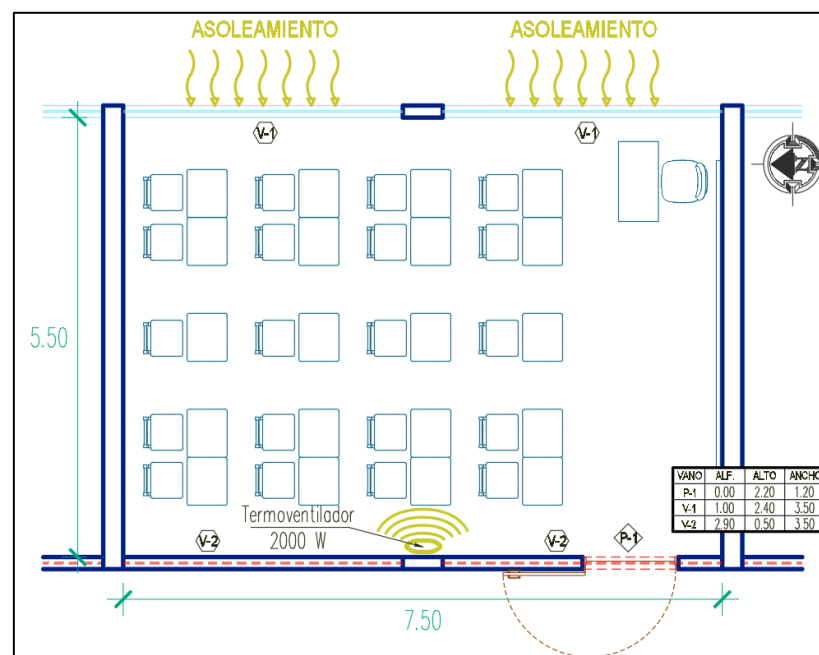
#### 4.5.4.1 Prueba en ambiente controlado

##### Datos generales

Esta prueba se realizó entre las 8:00am hasta las 10:40am con un total de 20 alumnos, el ambiente utilizado para esta prueba fue un aula académica de la institución que por su orientación, vanos y materiales permiten una buena captación solar en el horario de la prueba tal como se aprecia en la siguiente (Figura 45)

**Figura 45**

*Ambiente controlado.*



Este ambiente cuenta con un área de 41.25 m<sup>2</sup> y un volumen de 132 m<sup>3</sup>, se utilizó un termoventilador de la marca Orange de 2000W para calentar el ambiente el cual alcanzó temperaturas entre los 14.37 °C a los 25.46 °C y una humedad que varía desde el 11% hasta 20% estos datos fueron tomados mediante un termohigrómetro digital modelo HTC-2, pantalla LCD, (Figura 46).

**Figura 46**

*Prueba de ambiente controlado*



Además, se tomaron datos como edad, sexo, nivel de vestimenta, nivel de actividad, los cuales se muestran en la (Tabla 43).

**Tabla 43**

*Resultados de datos personales-ambiente controlado*

<b>Ficha</b>	<b>Edad</b>	<b>Sexo</b>	<b>Promedio actividad</b>	<b>Promedio vestimenta</b>
AC-01	16	M	1.2	1.07
AC-02	16	M	1.2	1.19
AC-03	16	M	1.2	0.99
AC-04	16	F	1.2	1.12
AC-05	16	M	1.2	1.07
AC-06	16	F	1.2	1.07
AC-07	15	M	1.2	1.19



<b>Ficha</b>	<b>Edad</b>	<b>Sexo</b>	<b>Promedio actividad</b>	<b>Promedio vestimenta</b>
AC-08	16	M	1.2	1.07
AC-09	15	F	1.2	0.7
AC-10	15	F	1.2	0.79
AC-11	16	F	1.2	0.84
AC-12	17	M	1.2	1.07
AC-13	15	M	1.2	1.14
AC-14	15	F	1.2	1.19
AC-15	15	M	1.2	0.84
AC-16	16	M	1.2	1.14
AC-17	15	M	1.2	1.15
AC-18	16	M	1.2	1.07
AC-19	15	M	1.2	0.96
AC-20	16	F	1.2	0.79
<b>Promedio</b>	<b>15.65</b>	<b>M</b>	<b>1.2</b>	<b>1.0</b>

Se realizo la prueba en 2:40 horas en la que se controló cada 10 minutos el nivel de confort con una escala de valor de voto medio desarrollado por Fanger: -3 (muy frio), -2 (frio), -1 (confortablemente frio), 0 (confortable), 1 (confortablemente caliente), 2 (caliente), 3 (muy caliente), los resultados se aprecian en la siguiente (Tabla 44).

**Tabla 44**

*Resultados de confort térmico-ambiente controlado*



Ficha	14.37 8:00 a. m.	15.39 8:10 a. m.	16.24 8:20 a. m.	17.07 8:30 a. m.	17.82 8:40 a. m.	18.53 8:50 a. m.	19.23 9:00 a. m.	19.94 9:10 a. m.	20.64 9:20 a. m.	21.36 9:30 a. m.	22.11 9:40 a. m.	22.75 9:50 a. m.	23.36 10:00 a. m.	23.94 10:10 a. m.	24.48 10:20 a. m.	24.99 10:30 a. m.	25.46 10:40 a. m.
C-01	-3	-3	-2	-2	-2	-1	0	0	0	1	2	1	2	2	2	2	2
C-02	-2	-2	-2	-1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	2	2
C-03	-2	-2	-1	-1	0	0	0	0	0	1	1	2	2	2	2	2	3
C-04	-3	-2	-1	-1	-1	0	0	0	1	1	1	2	2	2	2	2	2
C-05	-3	-1	-1	0	0	0	0	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2
C-06	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	2	2	3
C-07	-3	-2	-2	-2	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
C-08	-3	-1	-1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	2	2	2	2
C-09	-3	-3	-2	-1	-1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
C-10	-3	-1	-1	-1	0	0	0	0	1	0	1	1	2	2	2	2	2
C-11	-2	-2	-2	-1	0	0	0	0	0	0	1	2	1	1	2	2	2
C-12	-3	-2	-1	-1	0	0	0	1	1	2	2	1	2	2	2	2	2
C-13	-3	-2	-2	-1	-1	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	2	3
C-14	-2	-2	-1	-1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	2
C-15	-2	-1	-1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
C-16	-3	-3	-3	-2	-1	-1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
C-17	-3	-2	-2	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	3
C-18	-2	-2	-1	-1	0	0	0	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
C-19	-3	-2	-2	-2	-1	-1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2
C-20	-2	-1	-2	-1	-1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	2
PRO	-2.6	-1.9	-1.6	-1.0	-0.5	-0.2	0.0	0.3	0.4	0.5	1.0	1.2	1.5	1.7	1.8	1.8	2.2



## Resultados

El ambiente se pudo controlar desde los 14.37 °C hasta los 25.46 °C y una humedad relativa entre el 11% hasta 20%

Se realizó la prueba con 13 varones y 7 mujeres cuyo promedio de edad es de 15.65 años.

El nivel de vestimenta promedio es de 1.0 clo y el nivel de actividad es de 1.2 met correspondiente a actividades sedentarias.

El nivel de confort debe tener un voto medio entre -0.5 hasta 0.5 por lo que podemos determinar un rango de confort para los estudiantes entre 17.82 °C hasta los 21.36 °C más menos 0.75 °C con un nivel de humedad relativa de 13% hasta 16%, además un nivel de vestimenta de 1 clo, nivel de actividad de 1.2 met.

### 4.5.5 Normativa

Para el diseño de la propuesta arquitectónica se identificaron cinco tipos de usuarios, los cuales son: estudiantes, docentes, administrativos, personal de servicio y familiares (visitas). Por lo tanto, podemos decir que los estudiantes son los usuarios principales y los que definirán los espacios académicos de la propuesta, mientras que el personal docente y administrativo determinara los espacios administrativos; finalmente el personal de servicio y padres de familia definirán espacios complementarios.

#### 4.5.5.1 Cálculo de la demanda estudiantil

La cantidad de estudiantes es la que definirá la mayor parte de espacios de la propuesta arquitectónica, por lo que un punto importante es definir la cantidad de estudiantes que harán uso de dicha propuesta, para lo cual se realizara una proyección con un horizonte de 10 años, con una base en la cantidad de estudiantes matriculados en los últimos 10 años, estos datos fueron tomados de ESCALE (Tabla 45).

**Tabla 45**

*Matricula por periodo según grado, 2011-2021*

	2011	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
<b>Total</b>	1105	1096	1082	1058	1094	1011	1003	1109	1023	1056
<b>1°</b>	224	250	277	283	197	177	168	304	209	249
<b>2°</b>	217	233	237	202	246	180	185	189	213	203
<b>3°</b>	219	224	205	219	241	223	193	187	195	207
<b>4°</b>	234	203	190	195	206	226	224	200	201	195
<b>5°</b>	211	186	173	159	204	205	233	229	205	202
<b>Secciones</b>	32	33	34	35	35	38	40	40	40	40

##### 4.5.5.1.1 Método de crecimiento geométrico

Para el cálculo de la proyección de la población estudiantil se utilizará el método de crecimiento geométrico, el cual nos permite proyectar una población a partir de datos como la población inicial, tasa de crecimiento y el tiempo de proyección según la siguiente formula:





$$P_f = P_0(1 + i)^t$$

Donde:

Pf = Población proyectada (para este caso al año 2031)

P0 = Población inicial (para nuestro caso la del 2021)

t = Proyección propuesta (10 años)

i = Tasa de crecimiento

para la aplicación de este método es necesario conocer la tasa de crecimiento de la ciudad de Azángaro, la cual determinaremos a partir de los censos nacionales del 2007 y 2017 según el siguiente detalle:

$$i = \left(\frac{\rho_f}{\rho_0}\right)^{\left(\frac{1}{t}\right)} - 1$$

Donde:

Pf = Población urbana en Azángaro según el censo nacional del 2017

P0 = Población urbana en Azángaro según el censo nacional del 2007

t = Diferencia entre los años de los censos nacionales, 2017-2007

**Desarrollando la tasa de crecimiento:**

$$i = \left(\frac{20696}{16035}\right)^{\left(\frac{1}{10}\right)} - 1$$

$$i = 0.0258$$

Por tanto, la tasa de crecimiento urbana de la ciudad de Azángaro es de 2.58%, con este dato ya podemos completar la fórmula para saber cuál será la población estudiantil proyectada a diez años.

## Cálculo de la población proyectada al año 2031

$$P_f = 1056 (1 + 0.0258)^{10}$$

$$P_f = 1362$$

En base a la fórmula anterior la población estudiantil al 2031 será de 1362 alumnos, este dato es usado para el cálculo de ambientes.

**4.5.5.2 Plan de estudios y carga horaria**

El plan de estudios que contempla la Institución Educativa es el de Jornada Escolar Completa – JEC, este según la norma técnica N° 326-2019-MINEDU, propone un total de 45 horas pedagógicas semanales, por ende 9 horas diarias, según la siguiente (Tabla 46)

**Tabla 46**

*Carga horaria semanal por área curricular.*

Áreas curriculares	Grados				
	1°	2°	3°	4°	5°
Matemáticas	6	6	6	6	6
Comunicación	5	5	5	5	5
Inglés	5	5	5	5	5
Arte y cultura	2	2	2	2	2
Ciencias Sociales	4	4	4	4	4
Desarrollo personal, ciudadanía y cívica	4	4	4	4	4
Educación Física	2	2	2	2	2
Educación religiosa	2	2	2	2	2
Ciencia y tecnología	5	5	5	5	5
Educación para el trabajo	8	8	8	8	8
Tutoría y orientación educativa	2	2	2	2	2
<b>Total de horas semanales</b>	<b>45</b>	<b>45</b>	<b>45</b>	<b>45</b>	<b>45</b>

El anterior cuadro nos ayudara a calcular la cantidad de aulas pedagógicas necesarias para la cantidad de alumnos proyectada, además cabe recalcar que en las instituciones educativas que cuentan con el modelo de Jornada Escolar Completa, una hora pedagógica equivale a 45 minutos.

#### 4.5.5.3 Requerimientos físico espaciales

##### 4.5.5.3.1 Cálculo de ambientes Pedagógicos

Para el cálculo de los ambientes necesarios para la propuesta arquitectónica nos basamos en la norma técnica 208-2019-MINEDU “Criterios de diseño para locales educativos de primaria y secundaria”, la cual nos indica que la cantidad de ambientes básicos está en relación a la cantidad de alumnos y carga horaria, según la siguiente (Figura 47)

**Figura 47**

*Fórmula para el cálculo de ambientes básicos.*

$$\text{Cantidad de ambientes básicos} = \frac{\text{Número total de secciones o grupos que hacen uso del ambiente} \times \text{Número de horas pedagógicas del (o de los) programa(s) de estudio en la semana}}{\text{Total de horas pedagógicas por semana} \times \text{Coeficiente de utilización}}$$

Para aplicar esta fórmula es necesario calcular el número de secciones que se necesitaran, en relación a la cantidad de alumnos, se divide el total de alumnos proyectados (1362), entre la cantidad de alumnos por aula que en este caso es 30 (según lo indicado en la norma técnica N° 307-2019-MINEDU), el resultado de esta división es 45.4 secciones, redondeado a 46 secciones.



El número de horas pedagógicas del programa de estudios en la semana se obtiene del plan de estudios y carga horaria previamente desarrollados, por otro lado, el total de horas pedagógicas por semana es de 45 por tratarse del modelo educativo JEC, mientras que el coeficiente de utilización es 0.9 en el caso de aulas y 1 en el caso de laboratorios, talleres, bibliotecas, losas multiusos (según la norma técnica 208-2019-MINEDU); con estos datos podemos aplicar dicha fórmula y calcular la cantidad de ambientes pedagógicos necesarios, esto se puede apreciar en la (Tabla 47)

**Tabla 47**

*Cálculo de ambientes pedagógicos.*

<b>Alumnos proyectados:</b>		<b>1362</b>	<b>Cantidad de secciones:</b>		<b>46</b>
<b>Áreas curriculares</b>		<b>Horas semanales</b>	<b>Según la fórmula</b>	<b>Numero de Ambientes</b>	<b>Tipo de ambiente</b>
1	Matemáticas	6	6.81	7	Aula
2	Comunicación	5	5.68	6	Aula
3	Inglés	5	5.68	6	Aula
4	Arte y cultura	2	2.04	2	Taller
5	Ciencias Sociales	4	4.54	5	Aula
6	Desarrollo personal CyC	4	4.54	5	Aula
7	Educación física	2	2.04	2	Losa
8	Educación religiosa	2	2.27	2	Aula
9	Ciencia y tecno. (teoría)	3	3.41	3	Aula
	Ciencia y tecno. (práctica)	2	2.04	2	Laboratorio
10	Educación para el trabajo	8	8.18	8	Taller EPT
11	Tutoría y orientación educ.	2	2.27	2	Aula
<b>Total de horas por semana:</b>		<b>45</b>			



Además, para la optimización de espacios se consideran el uso de 3 aulas compartidas en los casos de comunicación (5.68 aulas) y educación religiosa (2.27 aulas) teniendo un total de 8 aulas para ambas áreas curriculares, del mismo modo para inglés (5.68 aulas) y tutoría (2.27 aulas) teniendo un total de 8 aulas para ambas áreas curriculares; y por último desarrollo personal CyC (4.54 aulas) y ciencia y tecnología teoría (3.41 aulas) con un total de 8 aulas para ambas áreas curriculares.

Por otro lado, para el cálculo de las aulas de Innovación pedagógica, este se realiza en base a las horas semanales asignadas según lo indicado en la norma técnica N° 66-2015-MINEDU, tal como se aprecia en la siguiente (Tabla 48)

**Tabla 48**

*Total de aula de innovación pedagógica.*

<b>Área curricular</b>	<b>Horas semanales</b>
1 Matemáticas	1
2 Comunicación	1
3 Ciencia y tecnología	1
4 Inglés	2
5 Educación para el trabajo	1
<b>Horas semanales AIP</b>	<b>6</b>
Ambientes según fórmula	6.13
<b>Total de ambientes AIP</b>	<b>6</b>

De este modo, y según lo indicado en la norma técnica 208-2019-MINEDU podemos determinar la cantidad de ambientes pedagógicos necesarios para la propuesta arquitectónica los cuales se aprecian en la siguiente (Tabla 49)

**Tabla 49**

*Cantidad de ambientes según calculo*

<b>Ambientes</b>	<b>Cantidad</b>
Aulas pedagógicas	36
Taller de arte	2
Laboratorios	2
Taller EPT	8
Losa multiuso	2
Aula de innovación pedagógica	6
Biblioteca	1
<b>Total de ambientes</b>	<b>57</b>

Finalmente, como parte de los ambientes pedagógicos se considera una biblioteca TIPO III según lo indicado en la norma técnica 208-2019-MINEDU.

#### **4.5.5.4 Cálculo de ambientes administrativos**

Estos se calculan según lo indicado en la norma técnica 208-2019-MINEDU, los ambientes administrativos necesarios son los siguientes (Tabla 50).

**Tabla 50**

*Calculo de ambientes administrativos.*



<b>Ambientes administrativos</b>	<b>Cantidad</b>
Dirección	1
Subdirección	1
Coordinaciones académicas	5
Secretaria-espera	1
Sala de reuniones	1
Sala de docentes	1
Ambiente de bienestar	1
Tópico	1
Archivo	1
Deposito	1
Servicios higiénicos damas	1
Servicios higiénicos varones	1

Para el cálculo de los aparatos sanitarios para el personal administrativo de la institución nos apoyamos en el reglamento nacional de edificaciones norma A.80 oficinas que en su artículo 15 nos indica la dotación de aparatos sanitarios según la cantidad de trabajadores, para nuestro caso consideramos una población docente de 87 docentes y 15 trabajadores entre personal administrativo y servicio para lo cual la dotación de sanitarios será la siguiente (Tabla 51)

**Tabla 51**

*Calculo de aparatos sanitarios para administrativos.*

<b>Usuario</b>	<b>Lavatorios</b>	<b>Inodoros</b>	<b>Urinaros</b>
Damas	3	3	-
Varones	3	3	3
Discapacitados	1	1	1

Además, se contemplará servicios higiénicos para personas con discapacidad dentro de la batería de baños para personal administrativo según lo indicado en la norma A.120 accesibilidad universal en edificaciones.

#### **4.5.5.5 Cálculo de ambientes de servicio y complementarios**

Estos complementan el correcto funcionamiento de una institución educativa, basados en la norma técnica 208-2019-MINEDU, los ambientes son (Tabla 52)

**Tabla 52**

*Cálculo de ambientes de servicio.*

<b>Espacios de servicio</b>	
1	Salón de usos múltiples
2	Comedor
3	Servicios higiénicos
4	Estacionamientos
5	Almacén general
6	Maestranza
7	Depósito de residuos sólidos
8	Cuarto eléctrico
9	Tanque elevado
10	Guardianía

#### **4.5.5.6 Programa arquitectónico**

La (Tabla 53) resume en programa arquitectónico resultante.





**Tabla 53**

*Programa arquitectónico.*

N°	Ambiente	Usua. perm.	Usua. temp.	IO	Norma técnica	
					Cantidad	Área
1	Aula matemática	30	1	2	7	60.00
	Aula comunicación	30	1	2	6	60.00
	Aula ingles	30	1	2	6	60.00
	Aula ciencias sociales	30	1	2	5	60.00
	Aula desarrollo personal	30	1	2	5	60.00
	Aula religión	30	1	2	2	60.00
	Aula ciencia y tecn.	30	1	2	3	60.00
	Aula tutoría	30	1	2	2	60.00
2	Biblioteca (Tipo III)	1	60	2		120.00
	Depósito de libros	1	1	25% área bibli.	1	30.00
3	AIP	1	30	3		76.50
	Deposito AIP		1	15% área AIP	6	13.50
	Módulo de conectividad		2	-	2	25.80
4	Laboratorio	1	30	3		76.50
	Deposito laboratorio		1	15% área labo.	2	13.50
	Taller de arte	1	30	3		76.50
	Deposito arte		1	15% área taller de arte	2	13.50
6	Taller EPT	1	30	3.5		89.25
	Deposito EPT		1	15% área de taller EPT	8	15.75
7	Sum comedor		1362	1	1	450.00
	Deposito SUM		1	15% área SUM	1	67.50
	Cocina	2	1	-	1	24.30
8	Deposito cocina		1	-	1	12.00
	Deposito combustible		1	-	1	8.00
8	Losa deportiva tipo II		60	Tipo II	1	968.00



N°	Ambiente	Usua. perm.	Usua. temp.	IO	Norma técnica		
					Cantidad	Área	
9	Duchas – vest. varones		7	Según Norma IS.0.10	7	-	
	Duchas - vest. damas		7		7	-	
	Deposito deportivo		1	-	1	30.00	
	Área de ingreso		1362	0.10m2 no menor a 50m2	1	136.2 0	
	Patio de honor		1362	1	1	1362. 00	
10	Estacionamiento vehículos			1 c/5 secciones - 1 cada 50m2 – área adminis	13	-	
	Estacionamiento bicicletas		1362	5% - alumnos	68	-	
	Dirección	1	2	9.5	1	9.50	
	Subdirección	1	2	9.5	1	9.50	
	Coordinación de letras	1	2	9.5	1	9.50	
	Coordinación de ciencias	1	2	9.5	1	9.50	
	Coordinación de tutoría	1	2	9.5	1	9.50	
	Coordinación de matem.	1	2	9.5	1	9.50	
	Coordinación de EPT	1	2	9.5	1	9.50	
	Secretaria - espera	1	3	9.50+5.0	1	14.50	
	11	Archivo		1	-	1	6.00
		Deposito		1	-	1	4.00
		Sala de reuniones		10	1.5	1	15.00
Sala de docentes			15	Tipo II	1	60.00	
SSHH admin varones			3		3L,3I,3U	-	
SSHH admin damas			3		3L,3I	-	
SSHH admin discap.			1		1L,1I,1U	-	
Bienestar		1	2	9.5	1	9.50	
Tópico		1	2	9.5	1	9.50	
Almacén general			1	1.5m2-sección	1	70.00	
12	Maestranza		1	-	1	40.00	
	Residuos solidos		1	Según norma A.010 art. 43	1	-	



N°	Ambiente	Usua. perm.	Usua. temp.	IO	Norma técnica	
					Cantidad	Área
	Cuarto eléctrico		1	-	-	20
13	Tanque elevado			-	-	16
	Guardianía	1		3	1	3.00
14	SSHH guardianía		1	-	1	-
	SSHH alumnos varones		2	-	23L,12I, 12U	-
15	SSHH alumnos damas		2	-	23L,23I	-
	SSHH alumnos discap.		1	-	1L,1I,1U	-

#### 4.5.5.7 Idea generatriz

##### 4.5.5.7.1 Conceptualización

La textilería en Perú se remonta a culturas preincas, sobrevivió a la colonización española y es parte del legado cultural de los pueblos andinos, este arte ha sido transmitido de generación en generación, una de las piezas más importantes es la lliclla, que es un manto multicolor utilizado en danzas y vestimentas típicas de las mujeres de las diferentes regiones del Perú, las cuales cargan y abrigan a sus hijos en sus espaldas.

Mas allá de su valor cultural la lliclla es un símbolo que representa a las madres peruanas y el esfuerzo que realizan por sus familias y en especial por sus hijos a los cuales buscan formar para que se desarrollen como personas de bien.

En el Perú se suele decir que los colegios son el segundo hogar de los estudiantes, y que al igual que las madres buscan una buena formación

es por ello que bajo esta analogía se toma este manto multicolor para conceptualizar la propuesta arquitectónica.

#### 4.5.5.8 Geometrización del proyecto

Dentro de la lliclla se encuentra diversidad iconográfica, tanto en símbolos, líneas, texturas que según su disposición muestran ritmo y movimiento, una de las figuras más importantes es el hexágono que representa a las flores, esta figura geométrica permite aprovechar al máximo el espacio, puesto que encierra una mayor área con un menor perímetro, además es parte de la cosmovisión andina (Figura 48)

#### Figura 48

*Lliclla tradicional.*

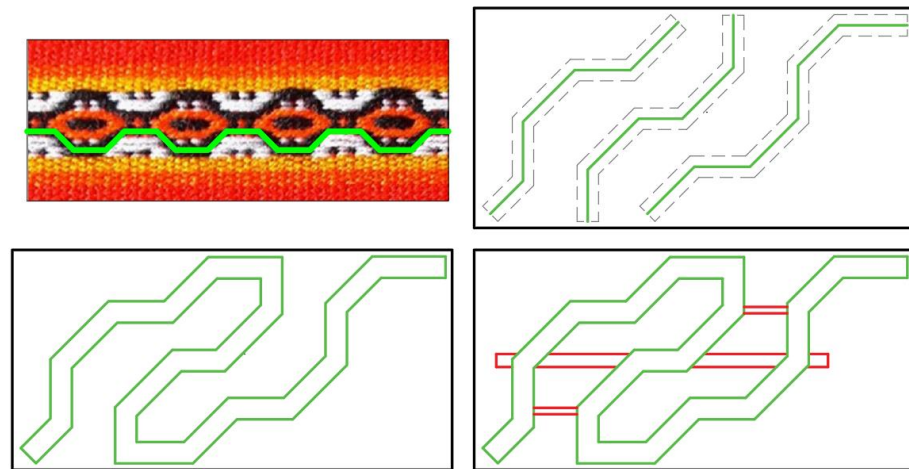


El hexágono en las llicllas representa las flores, las cuales podemos interpretar como símbolo de crecimiento y florecimiento propio de los jóvenes azangarinos, este trazo se colocó en el terreno y se inclinó  $45^\circ$  con la intención de orientar hacia el norte los bloques constructivos para obtener un mejor asoleamiento y asegurar la ganancia solar, además estos bloques están separados entre sí para evitar las sombras, esta disposición

nos permite dar paso a áreas verdes, recreativas y de descanso. También cuenta con ejes ordenadores los cuales son colocados de forma transversal al área del proyecto, esto genera unidad y jerarquía en los bloques constructivos (Figura 49)

**Figura 49**

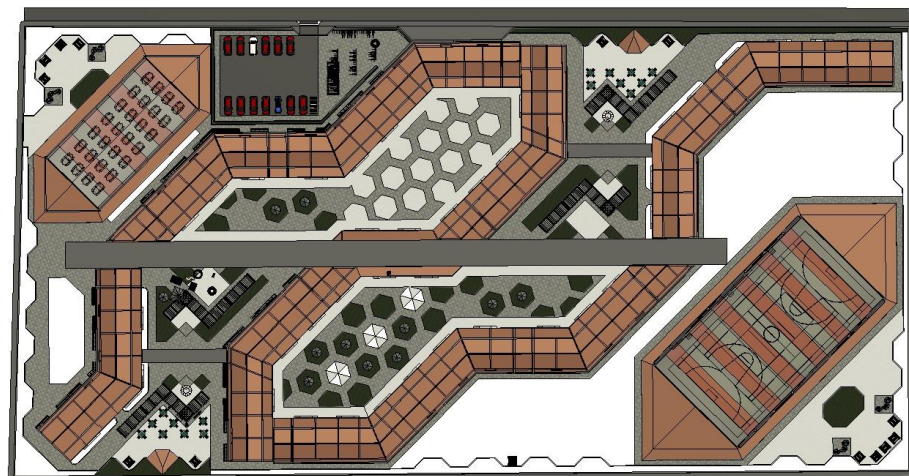
*Geometrización de la lliclla.*



En la (Figura 50) se aprecia la propuesta resultante.

**Figura 50**

*Planta de la propuesta bioclimática.*

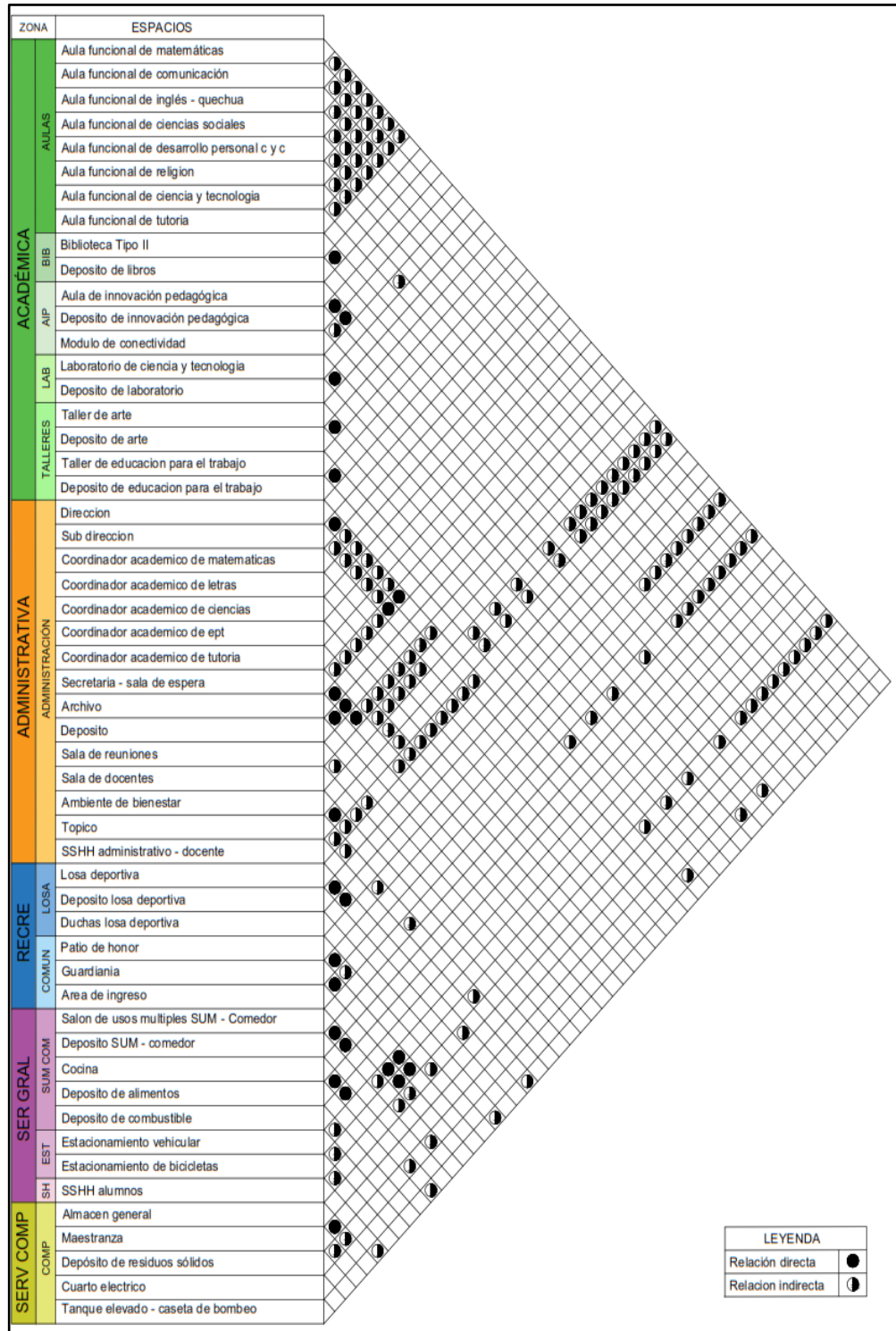


### 4.5.5.9 Diagramas funcionales

#### 4.5.5.9.1 Matriz de relaciones

Figura 51

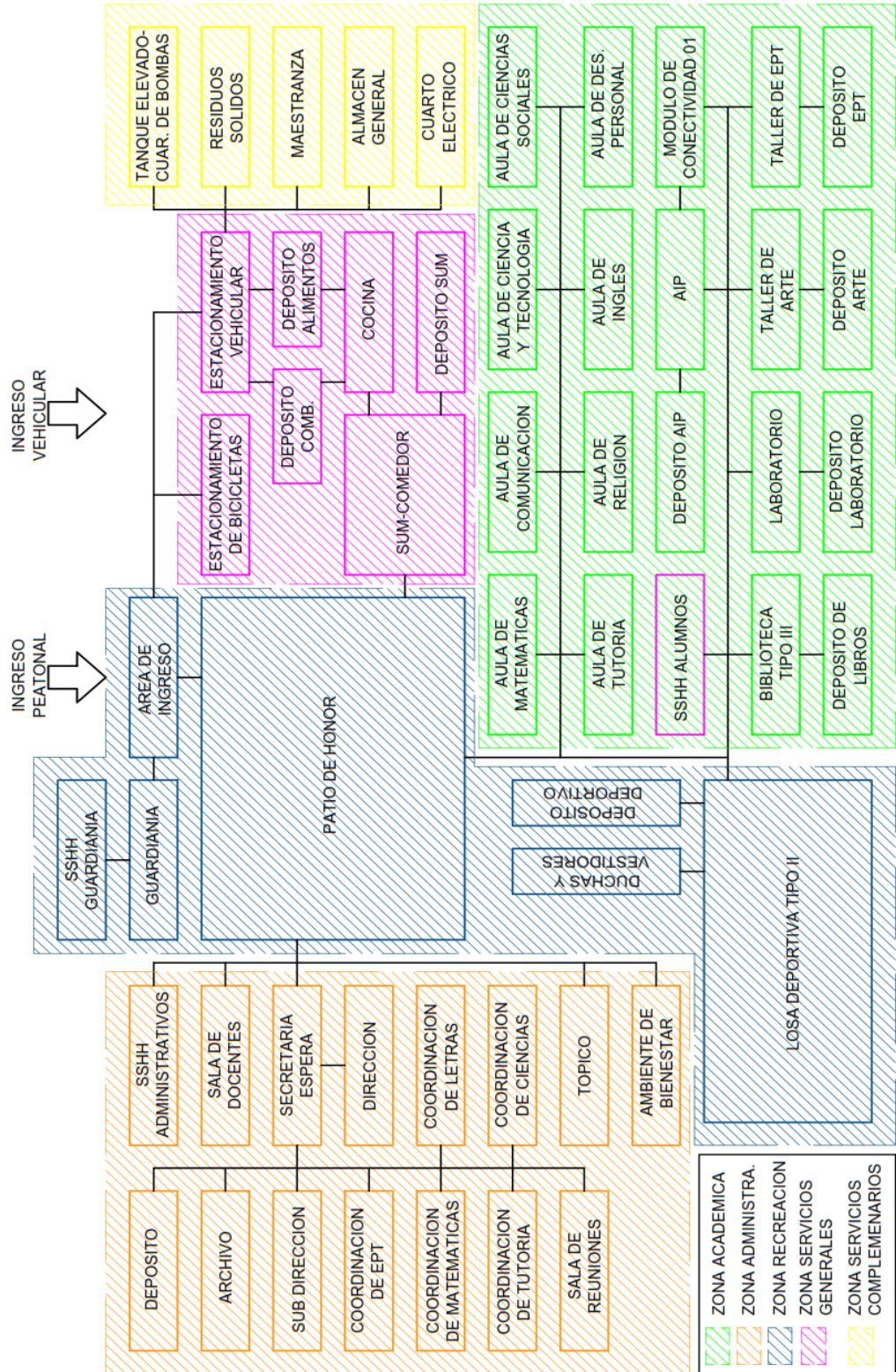
Matriz de relaciones.



### 4.5.5.10 Diagrama de relaciones

Figura 52

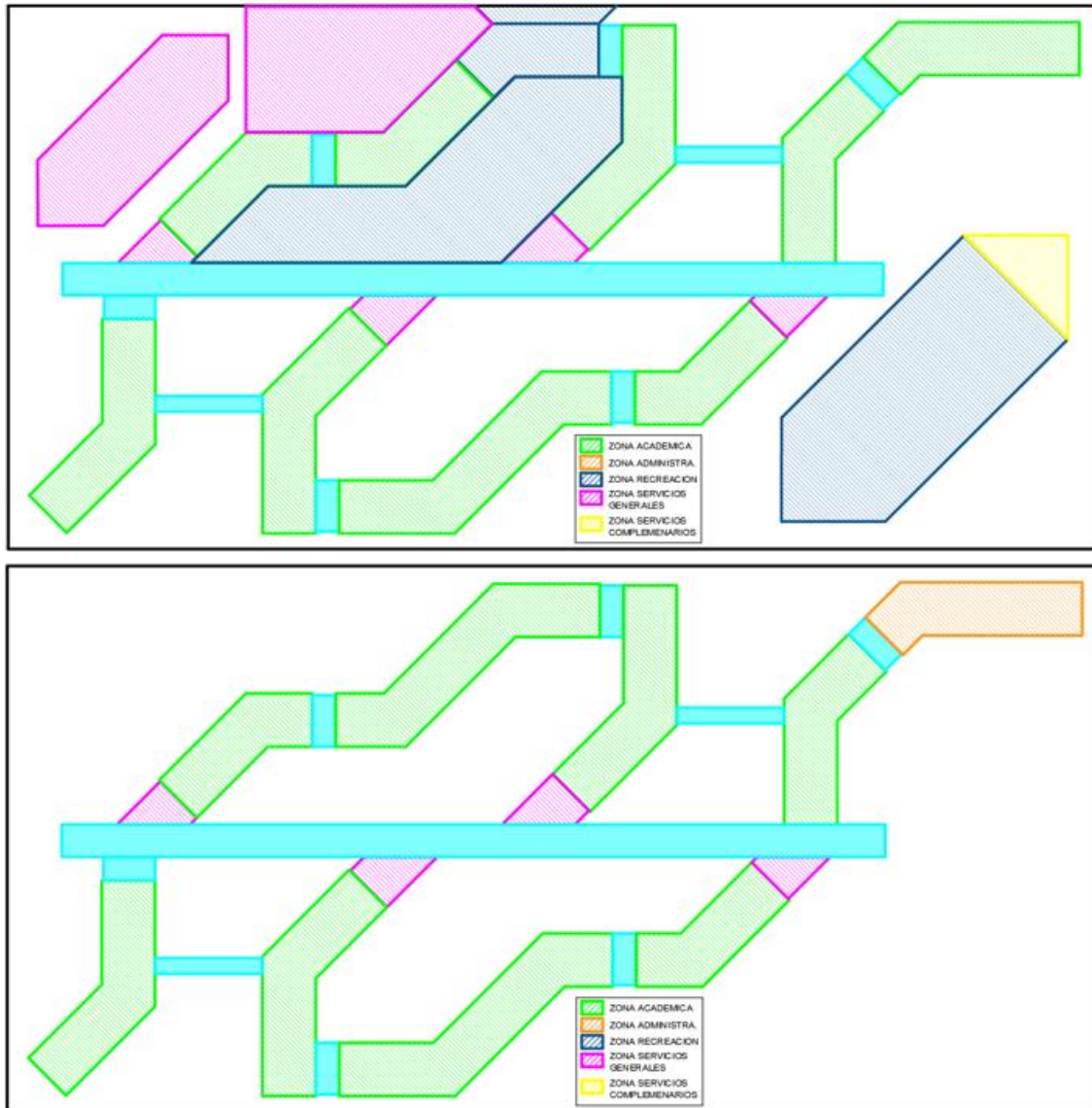
Diagrama de relaciones.



#### 4.5.5.11 Zonificación

Figura 53

Diagrama de zonificación.

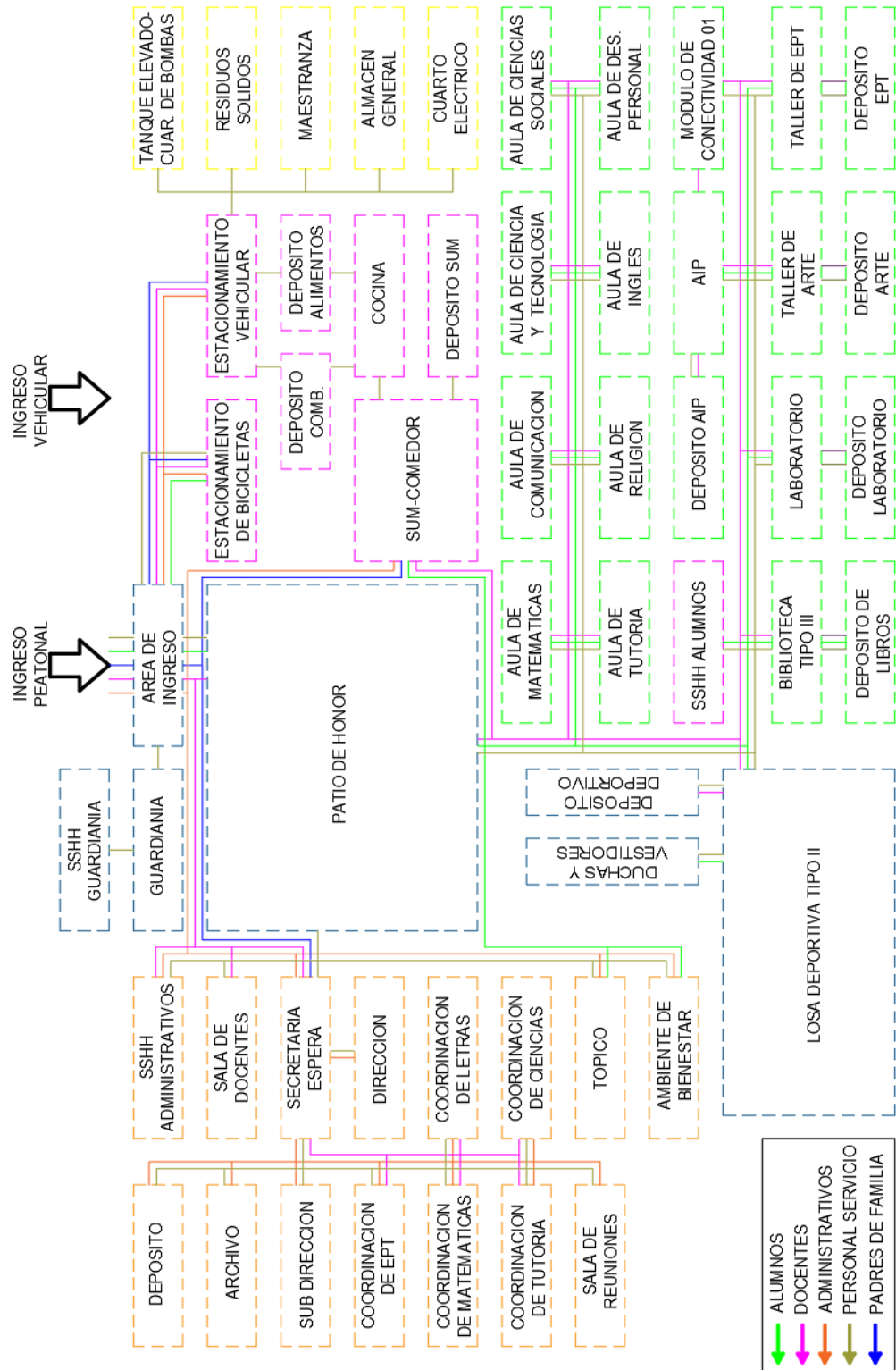




#### 4.5.5.12 Diagrama de circulaciones

Figura 54

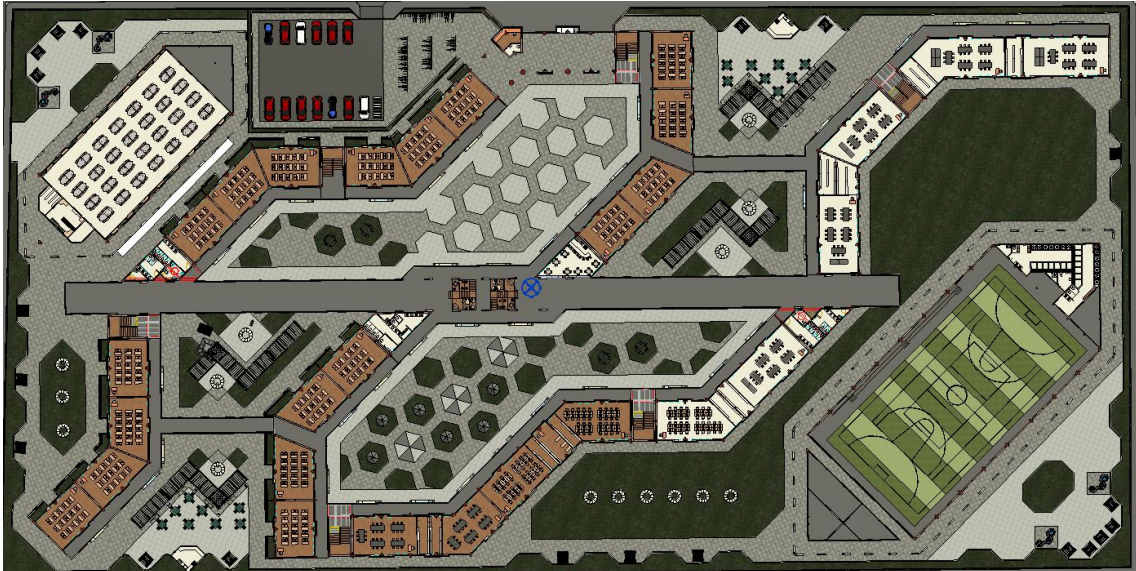
Diagrama de circulaciones.



#### 4.5.5.13 Propuesta arquitectónica

**Figura 55**

*Primer nivel propuesta arquitectónica*



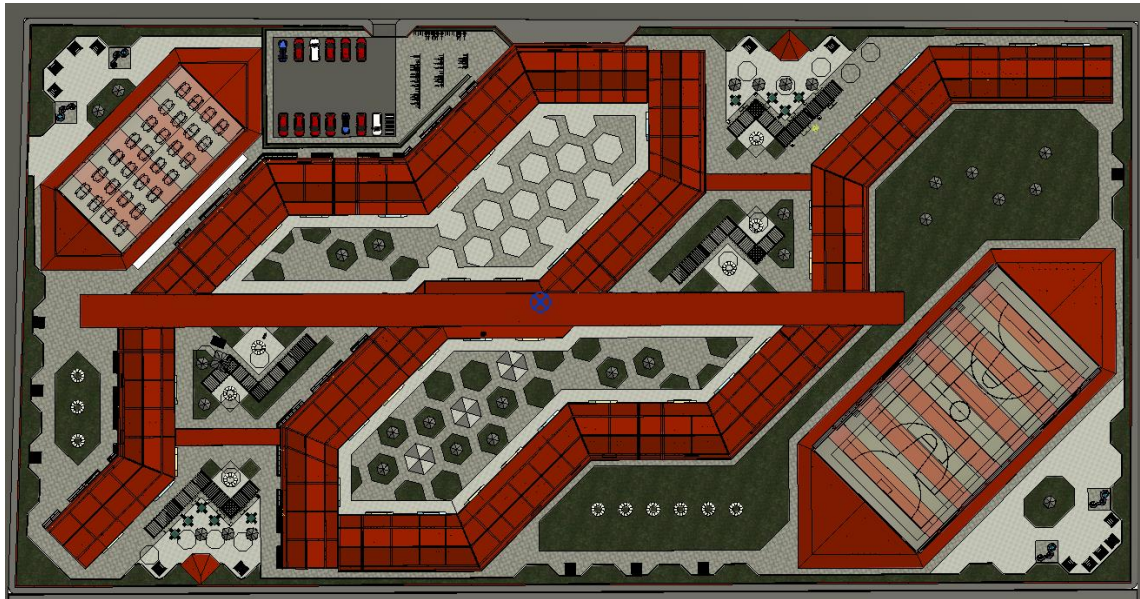
**Figura 56**

*Segundo nivel propuesta arquitectónica*



**Figura 57**

*Cubiertas propuesta arquitectónica*



**Figura 58**

*Vista aérea propuesta arquitectónica*



**Figura 59**

*Ingreso principal propuesta arquitectónica*



**Figura 60**

*Estacionamientos propuesta arquitectónica*



**Figura 61**

*Patio interior propuesta arquitectónica*



**Figura 62**

*Aulas pedagógicas propuesta arquitectónica*



#### 4.5.6 Simulación energética

Para conocer los niveles de temperatura resultantes de la propuesta arquitectónica basada en las condiciones del entorno, sistemas bioclimáticos pasivos y materiales termoaislantes aplicados es necesario procesar estos datos en Design Builder.

##### 4.5.6.1 Metodología de la simulación energética

Para realizar la simulación energética en Design Builder el proceso que se realiza es el siguiente: ingreso de datos de ubicación y clima del emplazamiento, modelado tridimensional – bloques constructivos, asignación de materiales, datos de ocupación, vestimenta y actividad, simulación energética, análisis e interpretación

##### 4.5.6.2 Datos de ubicación del emplazamiento

El primer paso es definir el emplazamiento, para ello es necesario ingresar datos de latitud, longitud, elevación sobre el nivel del mar, presión estándar, como se muestra en la siguiente (Tabla 54)

**Tabla 54**

*Configuración de datos del lugar*

<b>Sitio</b>	
País	Perú
Clasificación Koppen	Cwb
Latitud	-14.5448
Longitud	-70.1157
Elevación sobre el nivel del mar (m)	3865.0
Presión estándar (kPa)	67.9

#### 4.5.6.3 Datos climáticos del emplazamiento

Los datos ingresados de temperatura, humedad y precipitaciones responden a los desarrollados anteriormente en las tablas 22, 23 y 24 respectivamente.

#### 4.5.6.4 Modelado tridimensional – bloques constructivos

Una vez ingresados los datos de la ubicación e información climática, se modelan los ambientes de los bloques constructivos según la siguiente (Tabla 55)

**Tabla 55**

*Ambientes modelados en Design Builder*

Bloque	Nivel	Ambiente
A	Primer	Aula de matemáticas 01
		Aula de matemáticas 02
		Aula de matemáticas 03
		Aula de ciencias sociales 01
		Circulación
	Segundo	Aula de matemáticas 04
		Aula de matemáticas 05
		Aula de matemáticas 06
		Aula de matemáticas 07
		Circulación
B	Primer	Aula de comunicación 01
		Aula de comunicación 02
		Aula de comunicación 03
		Circulación



Bloque	Nivel	Ambiente
C	Segundo	Aula de comunicación 04
		Aula de comunicación 05
		Aula de comunicación 06
		Circulación
		Aula de ingles 01
		Aula de ingles 02
	Primer	Aula de ingles 03
		Circulación
		Aula de ingles 04
	Segundo	Aula de ingles 05
		Aula de ingles 06
		Biblioteca
		Circulación
		Aula de cívica y ciudadanía 01
		Aula de cívica y ciudadanía 02
	Primer	Aula de ciencia, tecnología y ambiente 01
		Aula de ciencia, tecnología y ambiente 02
		Circulación
Aula de cívica y ciudadanía 03		
Aula de cívica y ciudadanía 04		
Aula de cívica y ciudadanía 05		
Segundo	Aula de ciencia, tecnología y ambiente 03	
	Circulación	
	Aula de tutoría 01	
	Aula de religión 01	
	Aula de ciencias sociales 02	
	Aula de ciencias sociales 03	
Primer	Circulación	
	Aula de tutoría 02	
Segundo		



Bloque	Nivel	Ambiente
F	Primer	Aula de religión 02
		Aula de ciencias sociales 04
		Aula de ciencias sociales 05
		Circulación
		Taller de arte 01
		Deposito arte 01
		Laboratorio 01
		Deposito laboratorio 01
		Aula de innovación pedagógica 01
		Deposito AIP 01
	Segundo	Aula de innovación pedagógica 02
		Deposito AIP 02
		Módulo de conectividad 01
		Circulación
		Taller de arte 02
		Deposito arte 02
		Laboratorio 02
		Deposito laboratorio 02
		Aula de innovación pedagógica 04
		Deposito AIP 04
G	Primer	Aula de innovación pedagógica 05
		Deposito AIP 05
		Módulo de conectividad 02
	Segundo	Circulación
		Aula de innovación pedagógica 03
		Deposito AIP 03





Bloque	Nivel	Ambiente
H	Segundo	Aula de innovación pedagógica 06
		Deposito AIP 06
		Taller de educación para el trabajo 06
		Deposito EPT 06
		Circulación
		Taller de educación para el trabajo 02
	Primer	Deposito educación para el trabajo 02
		Taller de educación para el trabajo 03
		Deposito EPT 03
		Circulación
		Taller de educación para el trabajo 07
		Deposito EPT 07
Segundo	Taller de educación para el trabajo 08	
	Deposito EPT 08	
	Circulación	
	Taller de educación para el trabajo 04	
	Deposito EPT 04	
	Taller de educación para el trabajo 05	
I	Segundo	Deposito EPT 05
		Circulación
		Administración 01 (tópico, sala de reuniones)
	Primer	Administración 02 (coordinaciones, direcciones, secretarías, archivos)
		Administración 03 (sala de docentes)
		SDHH administración
J	Primer	SSHH 01
		Circulación
	Segundo	SSHH 02
K	Primer	Circulación
		Cafetín 01



---

Bloque	Nivel	Ambiente
		Circulación
	Segundo	Cafetín 02
		Circulación
	Primer	SSHH 03
L		Circulación
	Segundo	SSHH 04
		Circulación
	Primer	SSHH 05
M		Circulación
	Segundo	SSHH 06
		Circulación
N		Escalera 01
O		Escalera 02
P		Escalera 03
Q		Escalera 04
R		Escalera 05
S		Escalera 06
T	Primer	Puente central
	Segundo	Puente central
U	Primer	Puente norte
	Segundo	Puente norte
V	Primer	Puente sur
	Segundo	Puente sur
W		Sum comedor
X		Losa deportiva

---

#### 4.5.6.5 Asignación de materiales

La configuración de los materiales en muros, pisos, cubiertas, ventanas y puertas se realizó según lo desarrollado en el objetivo 3, según el siguiente detalle (Tabla 56)

**Tabla 56**

*Asignación de materiales – simulación energética.*

Elemento	Zona	Tipo
Pisos	Primer	Piso sobre terreno de madera machihembrada
		Piso sobre terreno de cerámica
		Piso sobre terreno de cemento pulido
		Piso sobre terreno de grass
Muros	Segundo	Losa aligerada con madera machihembrada
		Losa aligerada de cerámica
	Exteriores	Losa aligerada de cemento pulido
		Muro portante con cerámica
Cubiertas	Primer nivel	Muro de ladrillo
		Muro de ladrillo con lana de oveja
	Segundo nivel	Muro portante de ladrillo cabeza
		Muro portante de ladrillo cabeza
Ventanas	Vidrio	Muro de ladrillo con lana de oveja
		Muro de lana de oveja
Cubiertas	Primer nivel	Muro de ladrillo con cerámica
		Losa aligerada con madera machihembrada
	Segundo nivel	Losa aligerada de cerámica
		Losa aligerada de cemento pulido
Ventanas	Vidrio	Cubierta inclinada de tejandina
		Cubierta inclinada de tejandina + FCR
Ventanas	Vidrio	Templado 8 mm



Elemento	Zona	Tipo
Puertas	Marco	Tubo de aluminio
	Vidrio	Templado 8 mm
	Hoja	Madera aguano

#### 4.5.6.6 Datos de ocupación, vestimenta y actividad

La ocupación es el horario escolar diario, entre las 8:00 am y las 15:30 pm, con un total de 7:30 horas, además se tiene un receso de 11:00 am a 11:15 am y un tiempo para almuerzo de 13:30 pm a 14:00 pm.

La información sobre la vestimenta de los alumnos se obtiene de las encuestas realizadas, las cuales se desarrollaron en la sección análisis del usuario; de acuerdo a estas se concluye que la vestimenta promedio de los alumnos es de 1.03 Clo

Los datos del nivel de actividad de los alumnos se obtienen en las encuestas realizadas; el nivel de actividad es de 1.2 Met que corresponde a actividades sedentarias.

Con toda esta información cargada en el software se procede con la simulación energética, el resultado son los niveles de temperatura al interior de los ambientes.

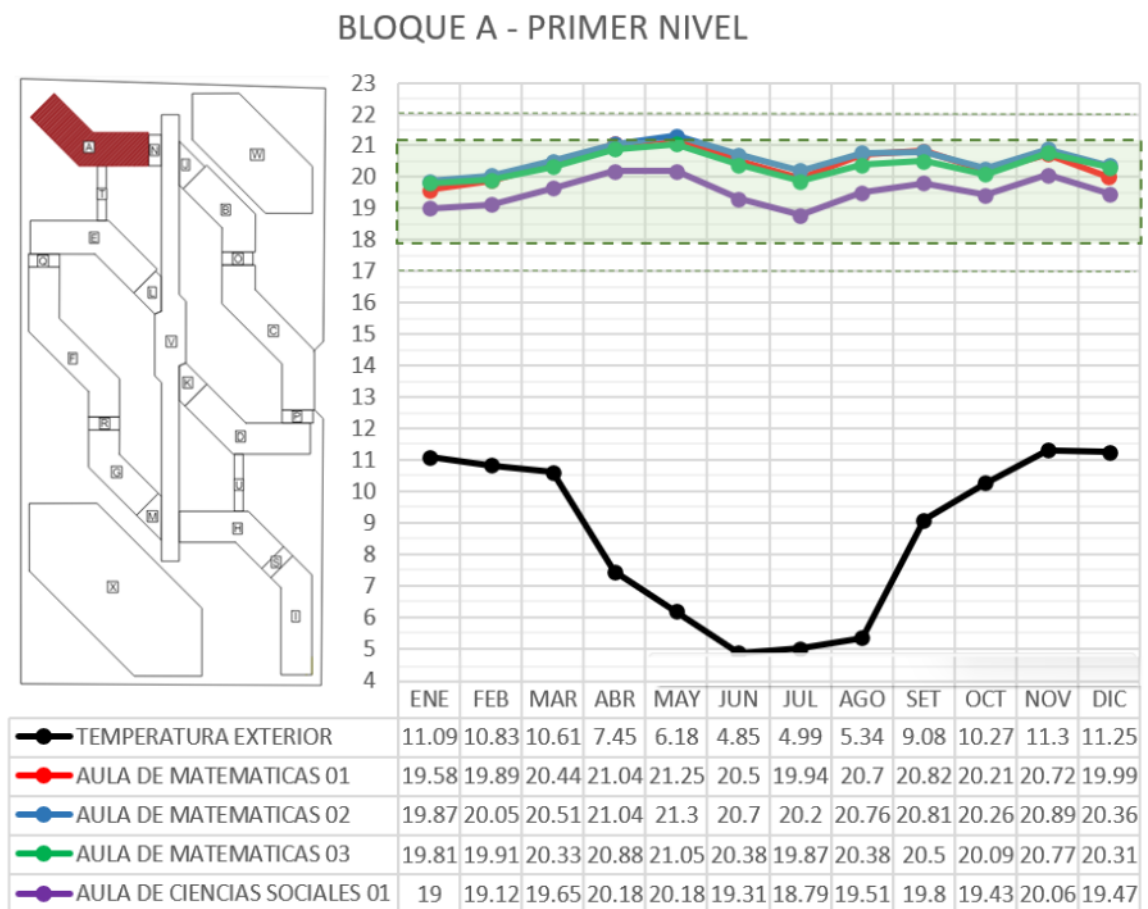
#### 4.5.6.7 Simulación térmica

Los resultados de la simulación térmica se presentan en promedios mensuales dentro del horario de ocupación antes mencionado según los siguientes gráficos.

Los ambientes del bloque A del primer nivel: aula de matemáticas 01, 02, 03 y aula de ciencias sociales 01, están dentro de los rangos de confort, siendo la temperatura mínima 18.79°C en el mes de julio y la máxima 21.30°C en el mes de mayo, tal como se aprecia en la siguiente (Figura 63)

**Figura 63**

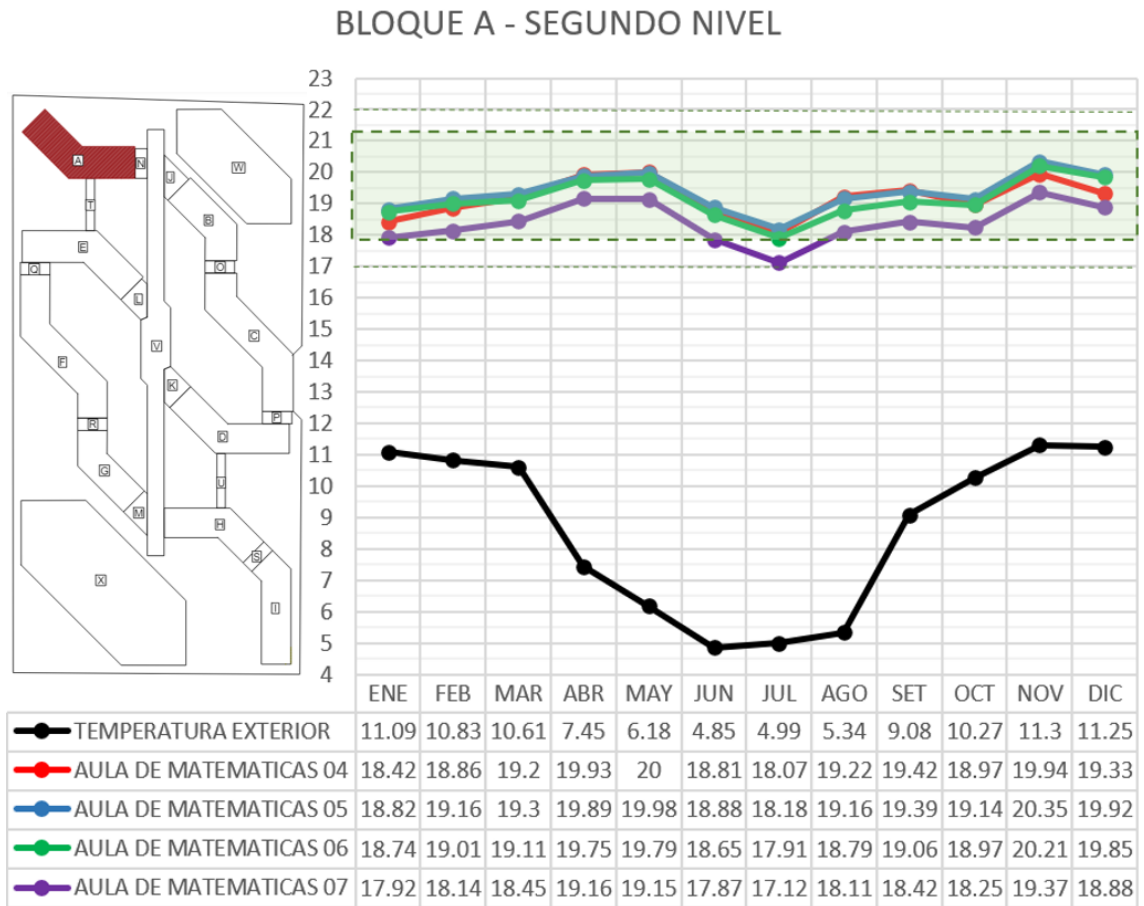
*Datos de temperatura bloque A-primer nivel.*



Los ambientes del bloque A del segundo nivel: aula de matemáticas 04, 05, 06 y 07, están dentro de los rangos de confort, siendo la temperatura mínima 17.12°C en el mes de julio, y la máxima 20.35°C en el mes de noviembre, tal como se aprecia en la siguiente (Figura 64).

**Figura 64**

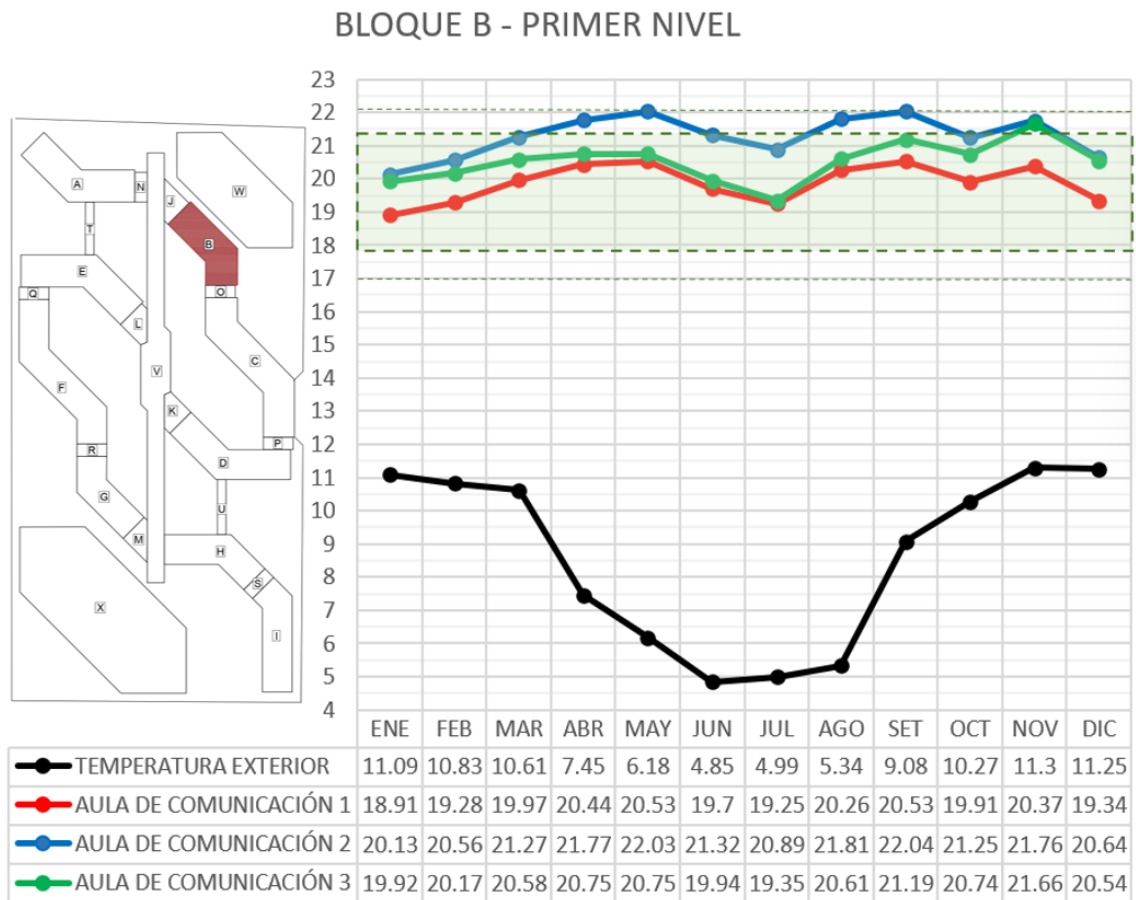
*Datos de temperatura bloque A-segundo nivel.*



Los ambientes del bloque B del primer nivel: aula de comunicación 01, 02 y 03, están dentro de los rangos de confort, siendo la temperatura mínima 18.91°C en el mes de enero, y la máxima 22.04°C en el mes de septiembre, tal como se aprecia en la siguiente (Figura 65)

**Figura 65**

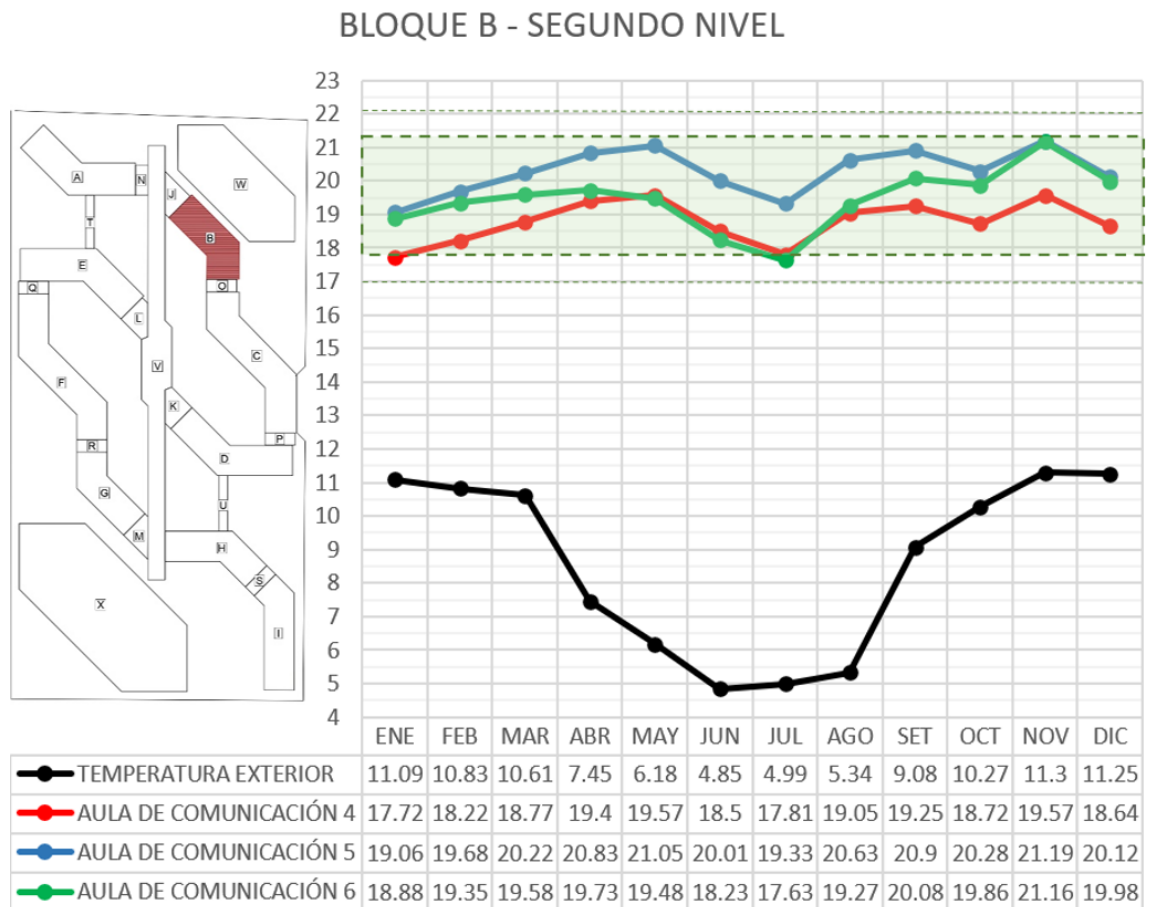
*Datos de temperatura bloque B-primer nivel.*



Los ambientes del bloque B del segundo nivel: aula de comunicación 04, 05 y 06, están dentro de los rangos de confort, siendo la temperatura mínima 17.63°C en el mes de julio, y la máxima 21.19°C en el mes de noviembre, tal como se aprecia en la siguiente (Figura 66)

**Figura 66**

*Datos de temperatura bloque B-segundo nivel.*

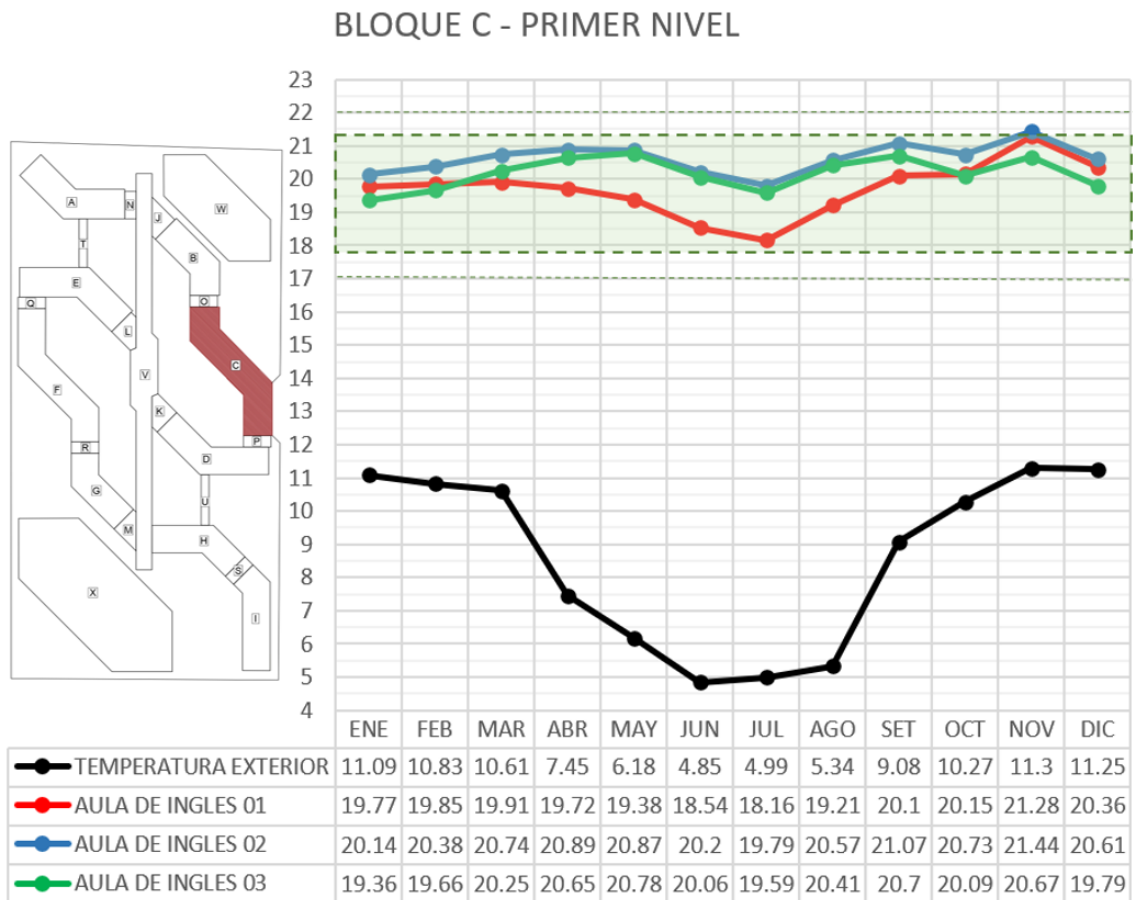




Los ambientes del bloque C del primer nivel: aula de inglés 01, 02 y 03, están dentro de los rangos de confort, siendo la temperatura mínima 18.16°C en el mes de julio, y la máxima 21.28°C en el mes de noviembre, tal como se aprecia en la siguiente (Figura 67)

**Figura 67**

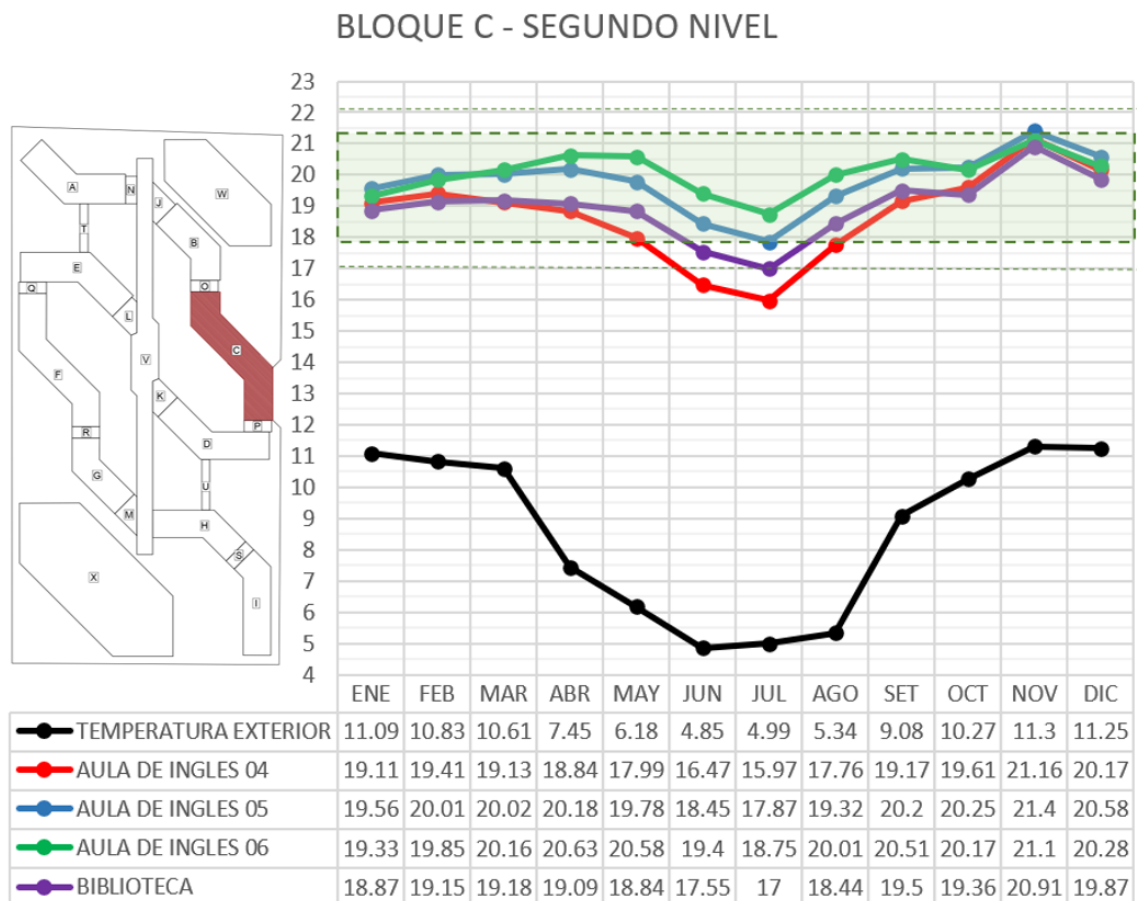
*Datos de temperatura bloque C-primer nivel.*



Los ambientes del bloque C del segundo nivel: aula de inglés 05 y 06 y la biblioteca están dentro de los rangos de confort, a excepción del aula de inglés 04, que en los meses de junio y julio están por debajo del rango, siendo la temperatura mínima 15.97°C en el mes de julio y la máxima 21.16°C en el mes de noviembre, tal como se aprecia en la siguiente (Figura 68)

**Figura 68**

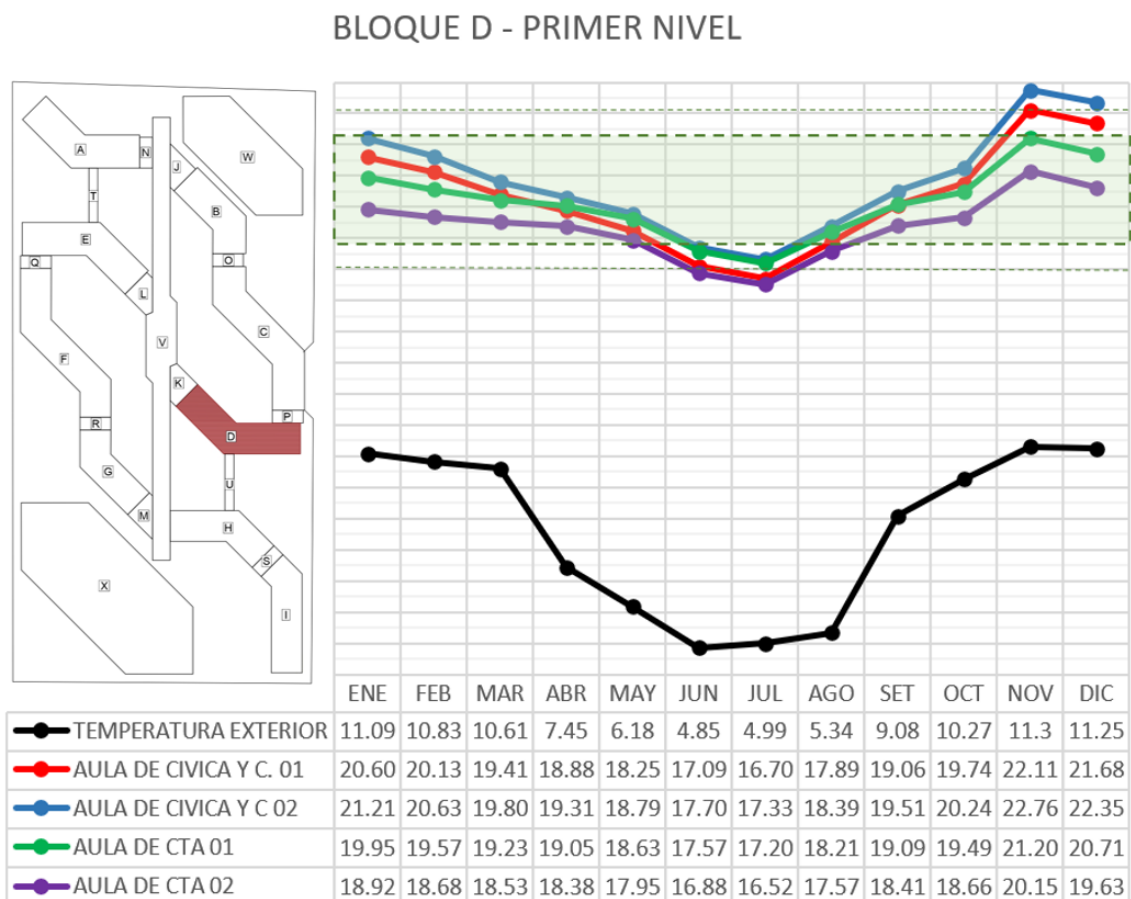
*Datos de temperatura bloque C-segundo nivel.*



Los ambientes del bloque D del primer nivel: aula de educación cívica 01 y 02, y aula de ciencia, tecnología y ambiente 01 y 02 están dentro de los rangos de confort en la mayoría de los meses, a excepción del aula de cívica y ciudadanía 01 y el aula de ciencia y tecnología 02, que en el mes de julio están por debajo del rango, y el aula de cívica 02 en el mes de noviembre está por encima del rango, siendo la temperatura mínima 16.52°C en el mes de julio y la máxima 22.76°C en el mes de noviembre, tal como se aprecia en la siguiente (Figura 69)

**Figura 69**

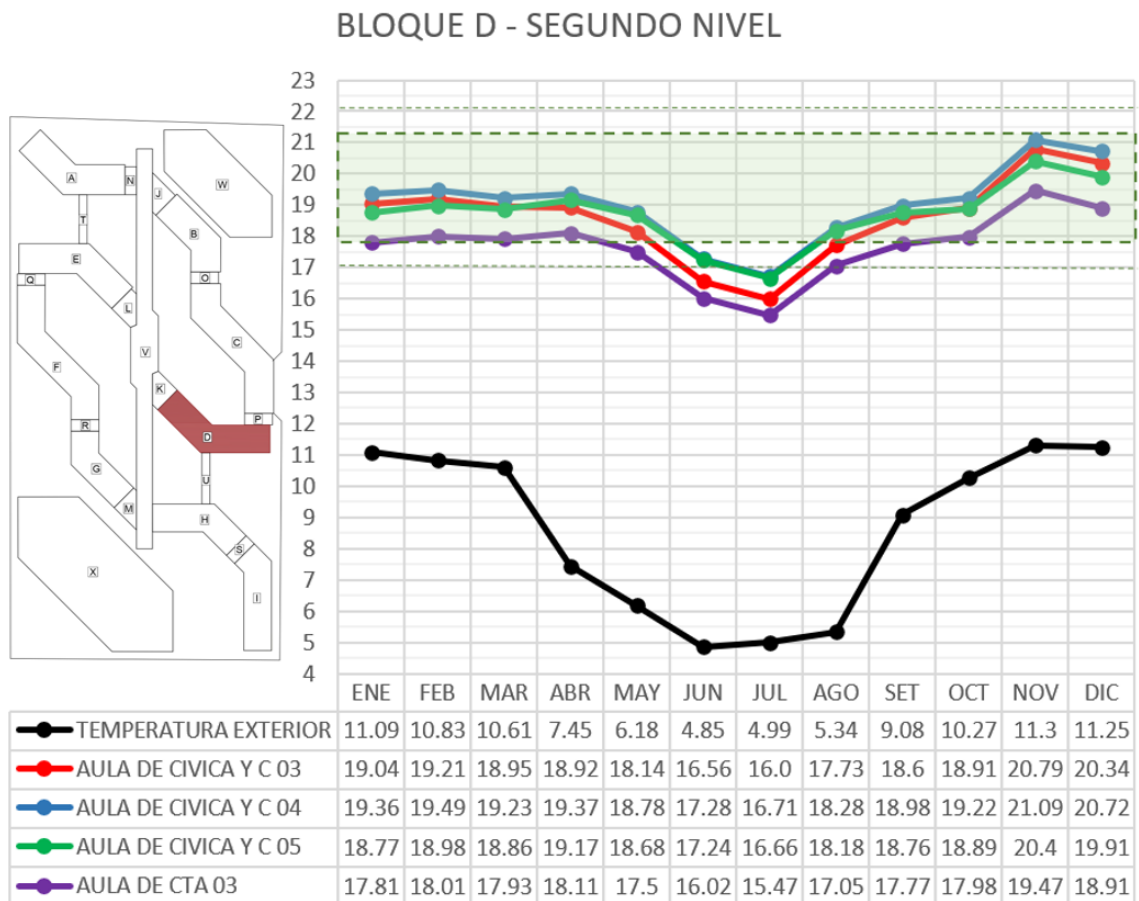
*Datos de temperatura bloque D-primer nivel.*



Los ambientes del bloque D del segundo nivel: aula de educación cívica 03, 04 y 05, y aula de ciencia, tecnología y ambiente 03 están dentro de los rangos de confort en la mayoría de los meses, a excepción junio y julio que están por debajo del rango, siendo la temperatura mínima 15.47°C en el mes de julio y la máxima 21.09°C en el mes de noviembre, tal como se aprecia en la siguiente (Figura 70)

**Figura 70**

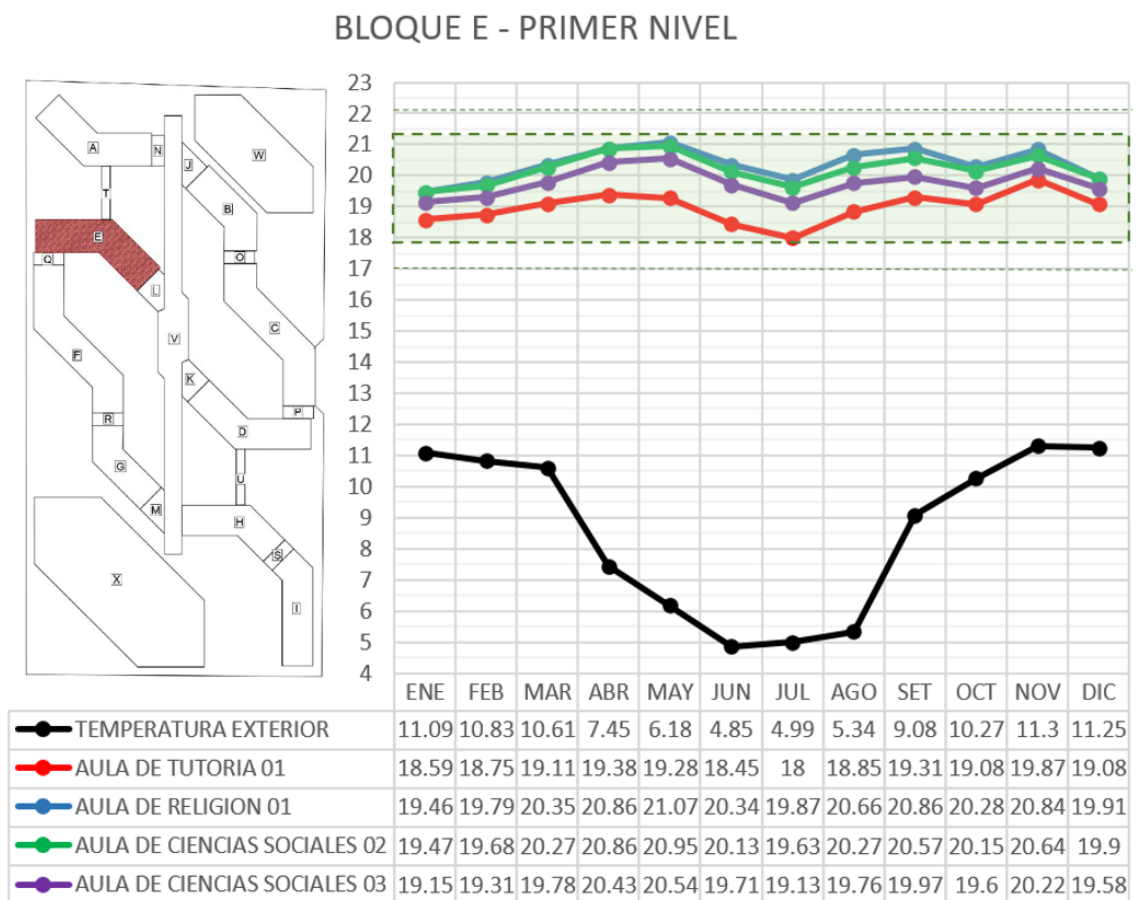
*Datos de temperatura bloque D-segundo nivel.*



Los ambientes del bloque E del primer nivel: aula de tutoría 01, aula de religión 01 y aula de ciencias sociales 02 y 03, están dentro de los rangos de confort, siendo la temperatura mínima 18.00°C en el mes de julio, y la máxima 21.07°C en el mes de mayo, tal como se aprecia en la siguiente (Figura 71).

**Figura 71**

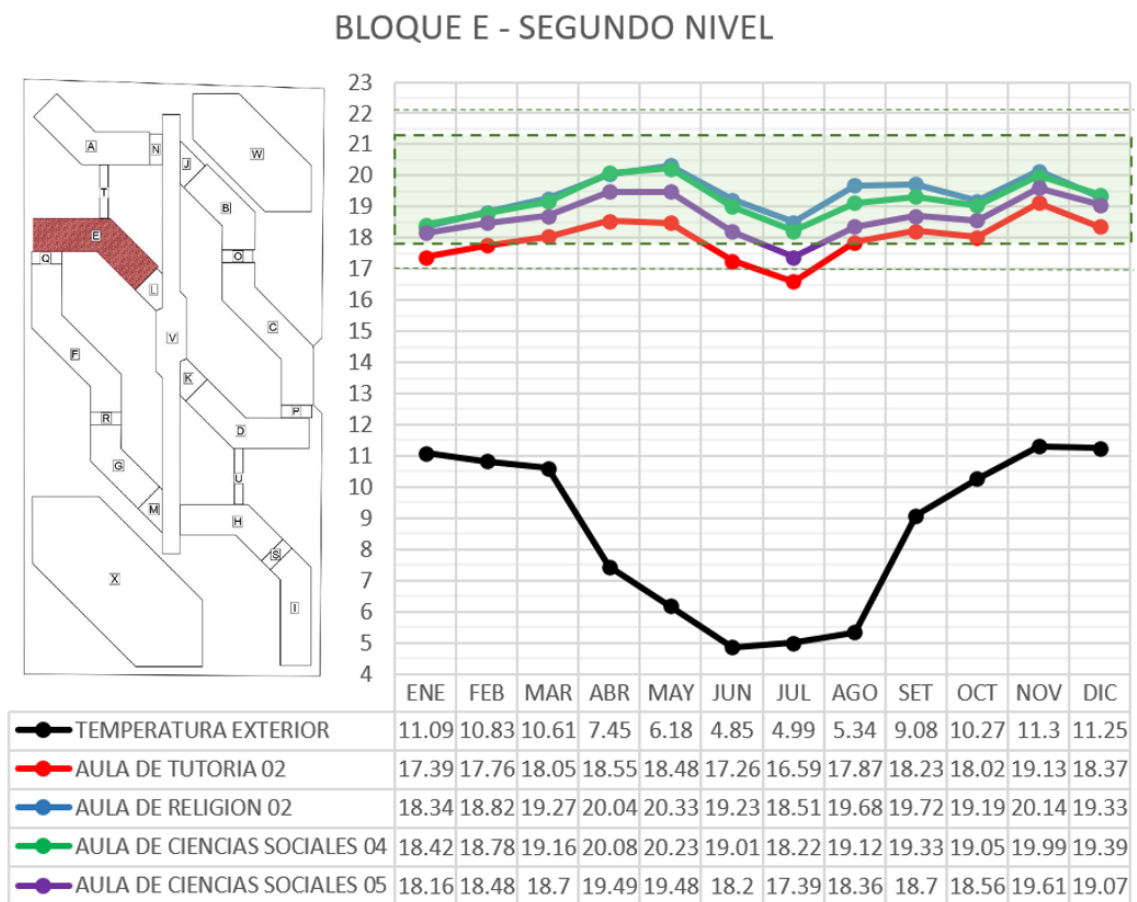
*Datos de temperatura bloque E-primer nivel.*



Los ambientes del bloque E del segundo nivel: aula de tutoría 02, aula de religión 02 y aula de ciencias sociales 04 y 05, están dentro de los rangos de confort, a excepción del aula de tutoría 02 que en el mes de julio está por debajo del rango, siendo la temperatura mínima 16.59°C en el mes de julio, y la máxima 20.33°C en el mes de mayo, tal como se aprecia en la siguiente (Figura 72).

**Figura 72**

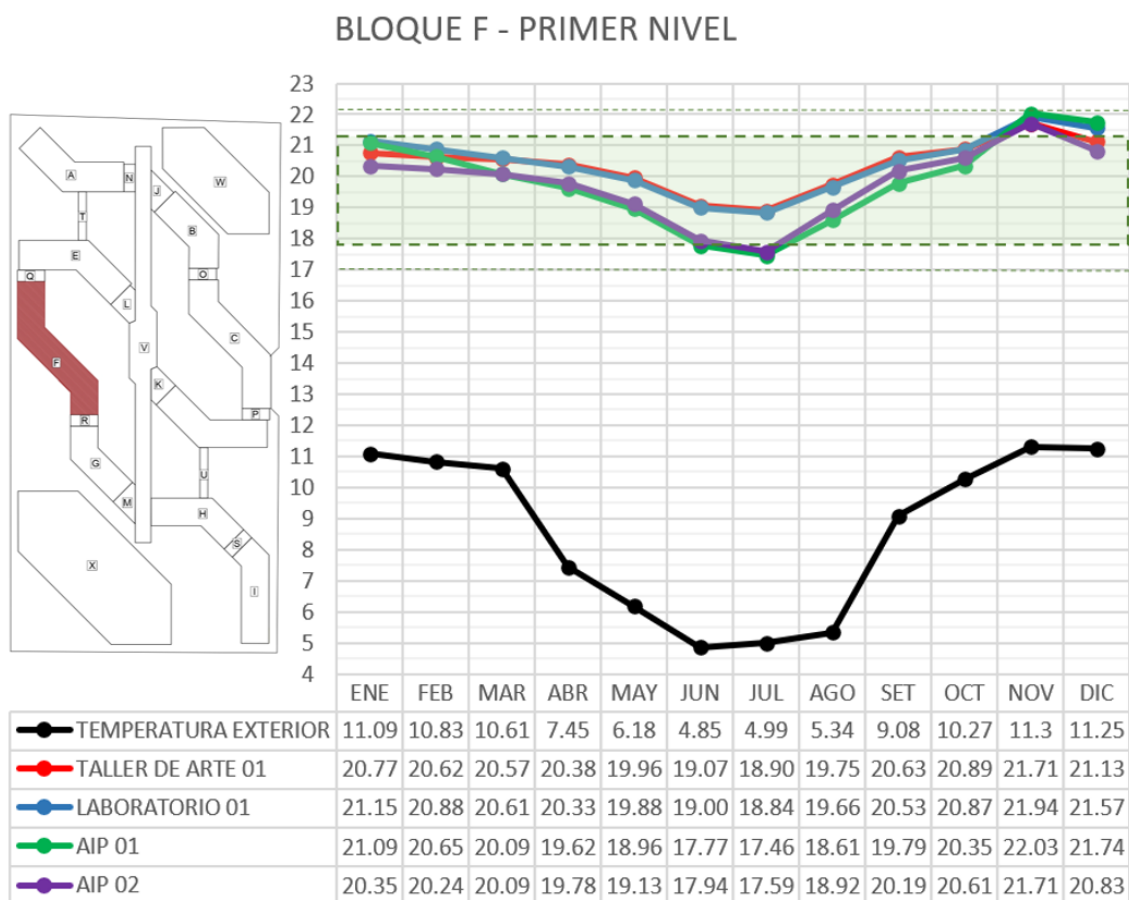
*Datos de temperatura bloque E-segundo nivel.*



Los ambientes del bloque F del primer nivel: aula de tutoría 02, aula de religión 02 y aula de ciencias sociales 04 y 05 están dentro de los rangos de confort, siendo la temperatura mínima 17.46°C en el mes de julio, y la máxima 21.94°C en el mes de mayo, tal como se aprecia en la siguiente (Figura 73).

**Figura 73**

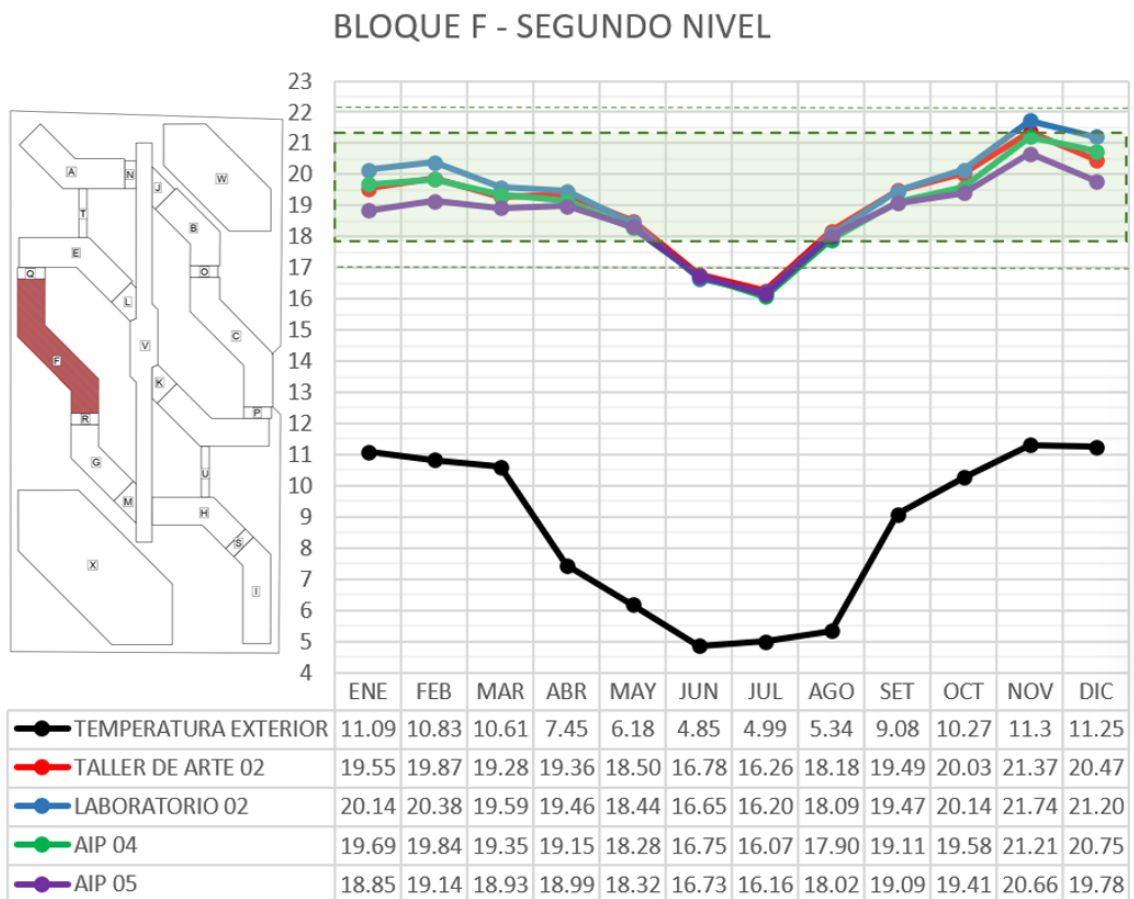
*Datos de temperatura bloque F-primer nivel.*



Los ambientes del bloque F del segundo nivel: taller de arte 02, laboratorio de ciencia 02, y aula de innovación pedagógica 04 y 05 están dentro de los rangos de confort, la mayor parte del año, a excepción de los meses de junio y julio, siendo la temperatura mínima 16.07°C en el mes de julio, y la máxima 21.74°C en el mes de noviembre, tal como se aprecia en la siguiente (Figura 74).

**Figura 74**

*Datos de temperatura bloque F-segundo nivel.*

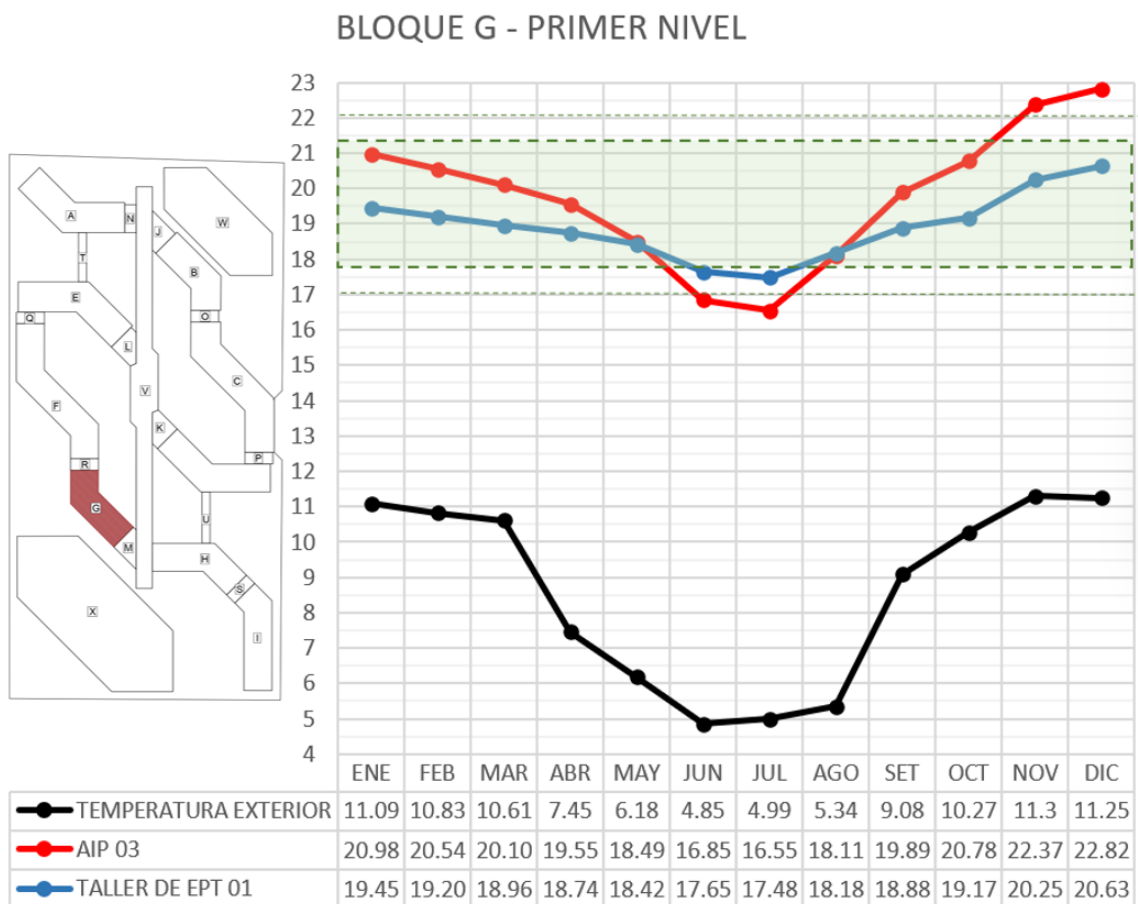




Los ambientes del bloque G del primer nivel: aula de innovación pedagógica 03 y taller de educación para el trabajo 03 están dentro de los rangos de confort, a excepción del aula de innovación pedagógica 03 en los meses de junio y julio, siendo la temperatura mínima 16.55°C en el mes de julio, y la máxima 22.82°C en el mes de diciembre, tal como se aprecia en la siguiente (Figura 75).

**Figura 75**

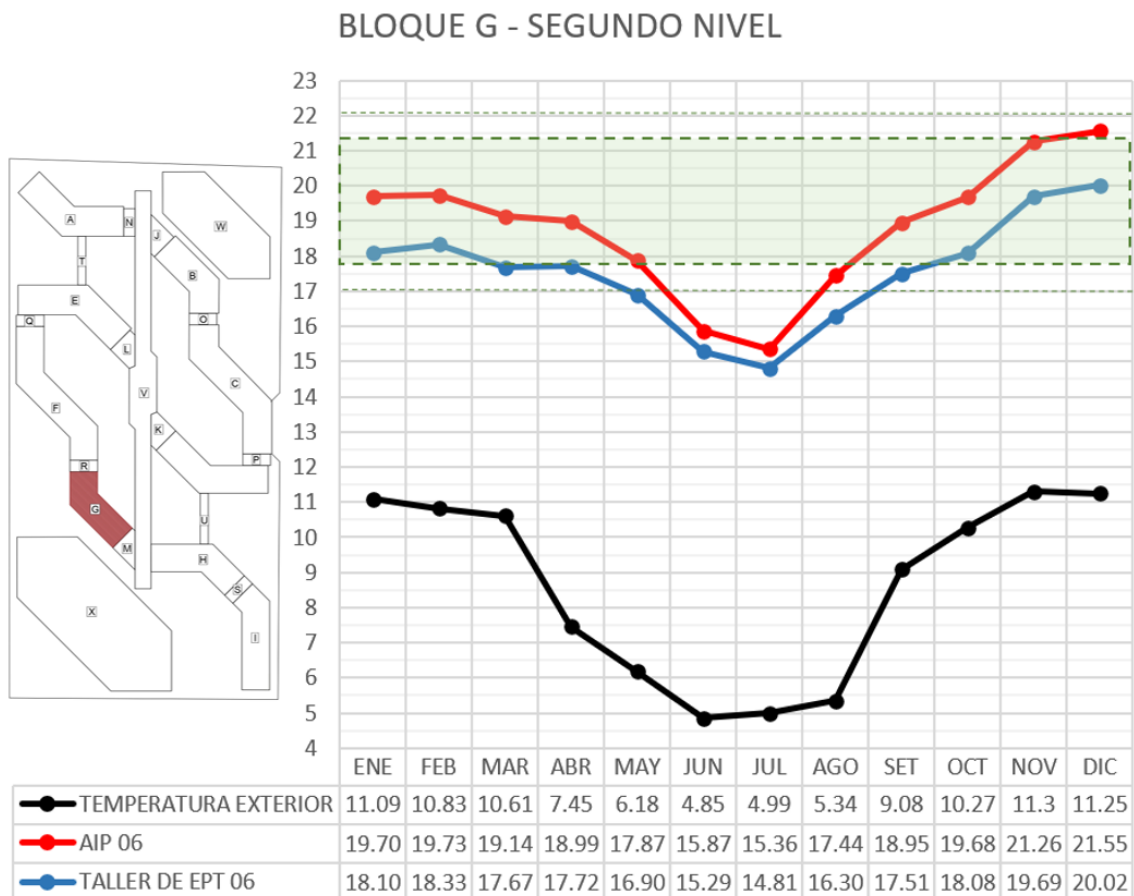
*Datos de temperatura bloque G-primer nivel.*



Los ambientes del bloque G del segundo nivel: aula de innovación pedagógica 06 y taller de educación para el trabajo 06 están dentro de los rangos de confort la mayor parte del año, a excepción del aula de innovación pedagógica 06 en los meses de junio y julio, y el taller de educación para el trabajo 06 en los meses de junio, julio y agosto, siendo la temperatura mínima 15.36°C en el mes de julio, y la máxima 21.55°C en el mes de diciembre, tal como se aprecia en la siguiente (Figura 76).

**Figura 76**

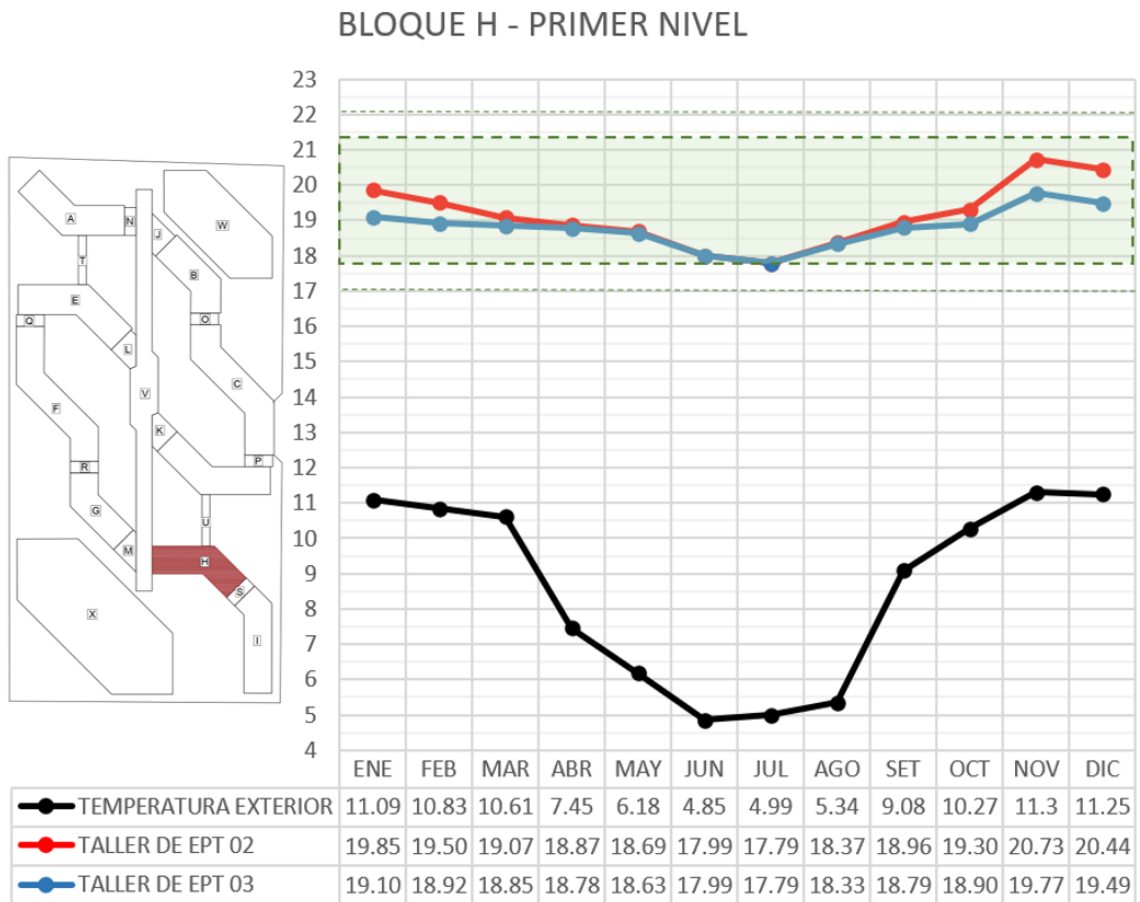
*Datos de temperatura bloque G-segundo nivel.*



Los ambientes del bloque H del primer nivel: taller de educación para el trabajo 02 y 03, están dentro de los rangos de confort, siendo la temperatura mínima 17.79°C en el mes de julio, y la máxima 20.73°C en el mes de noviembre, tal como se aprecia en la siguiente (Figura 77).

**Figura 77**

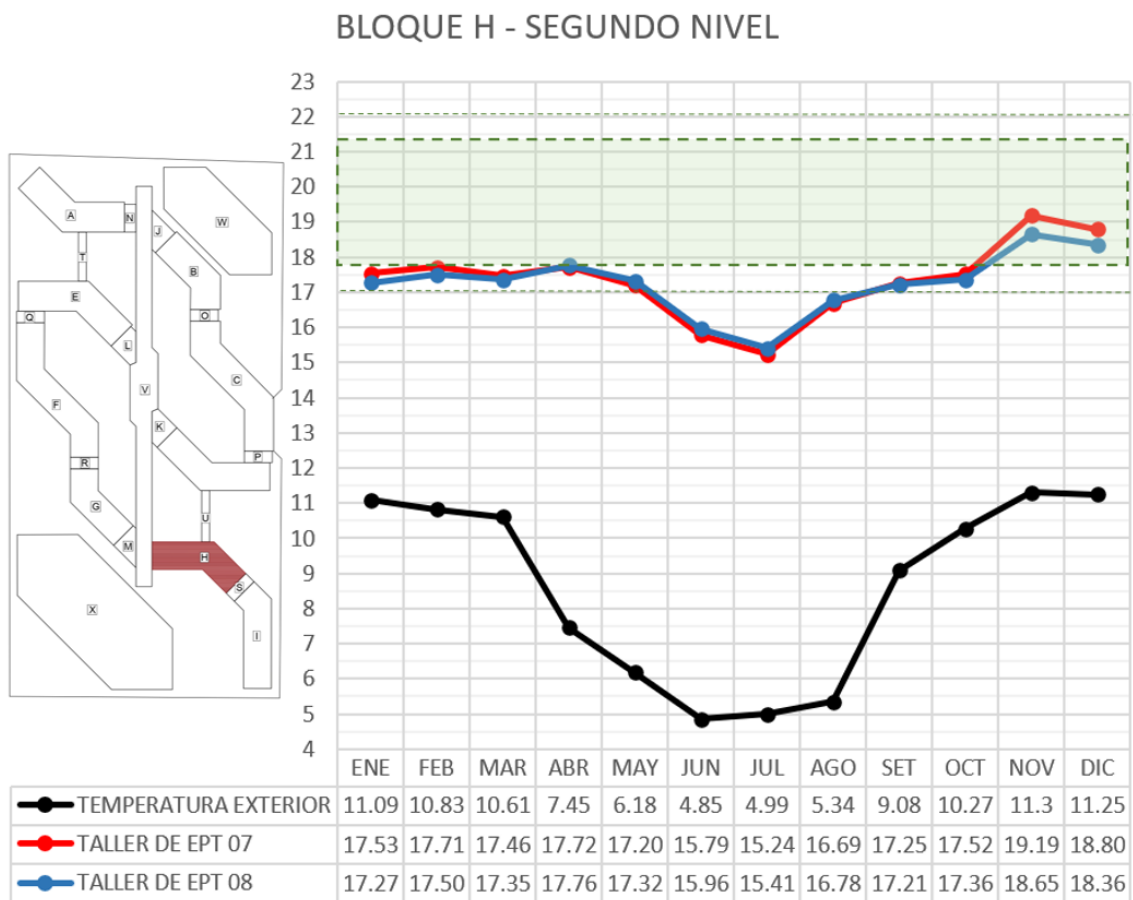
*Datos de temperatura bloque H-primer nivel.*



Los ambientes del bloque H del segundo nivel: taller de educación para el trabajo 07 y 08, están dentro de los rangos de confort la mayor parte del año, a excepción de los meses de junio, julio y agosto, siendo la temperatura mínima 15.24°C en el mes de julio, y la máxima 19.19°C en el mes de noviembre, tal como se aprecia en la siguiente (Figura 78).

**Figura 78**

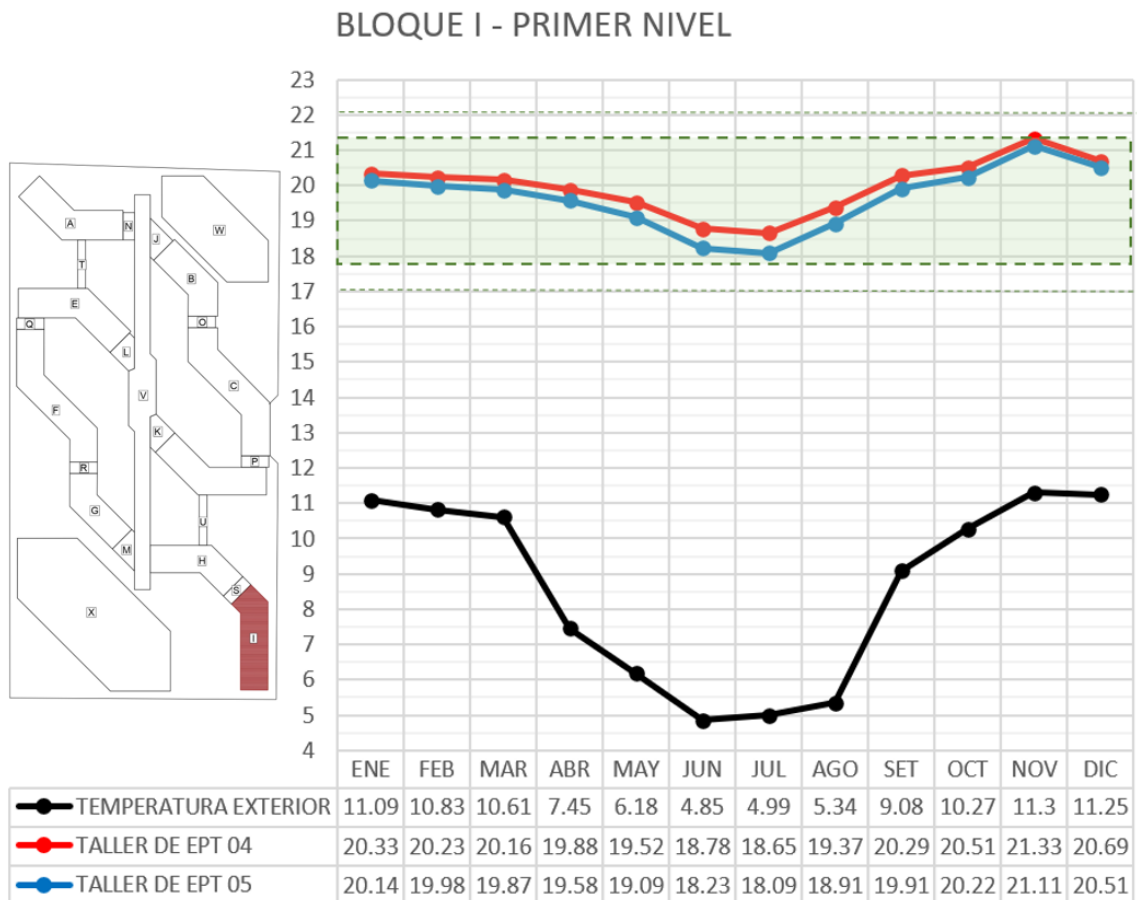
*Datos de temperatura bloque H-segundo nivel.*



Los ambientes del bloque I del primer nivel: taller de educación para el trabajo 04 y 05, están dentro de los rangos de confort, siendo la temperatura mínima 18.09°C en el mes de julio, y la máxima 21.33°C en el mes de noviembre, tal como se aprecia en la siguiente (Figura 79).

**Figura 79**

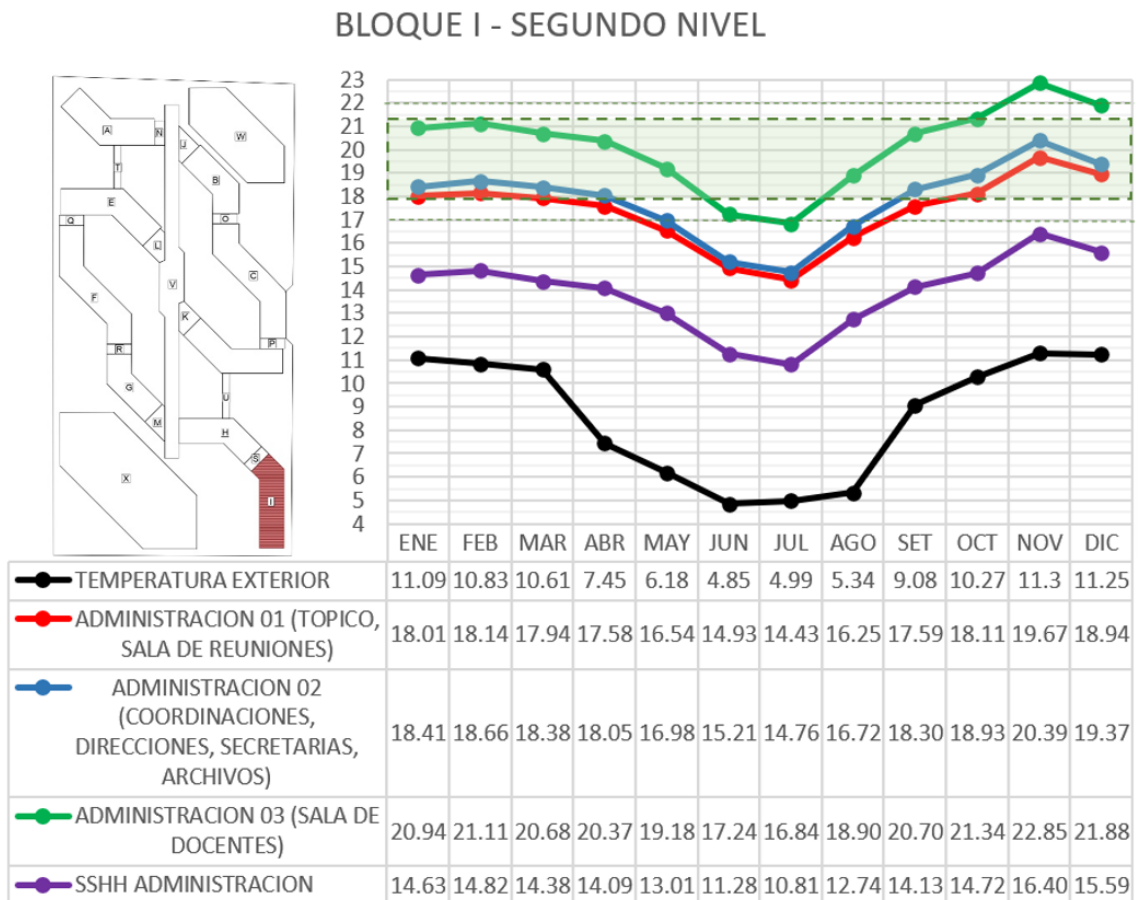
*Datos de temperatura bloque I-primer nivel.*



Los ambientes del bloque I del segundo nivel: administración 01 (tópico, sala de reuniones), administración 02 (coordinaciones, direcciones, secretarías, archivos), administración 03 (sala de docentes), están dentro de los rangos de confort la mayor parte del año, a excepción de los ambientes de administración 01 y 02 en los meses de mayo, junio, julio y agosto, que están por debajo del rango, siendo la temperatura mínima 14.43°C en el mes de julio, y la máxima 22.85°C en el mes de noviembre, mientras que los servicios higiénicos como es esperado tienen temperaturas bajas, tal como se aprecia en la siguiente (Figura 80).

**Figura 80**

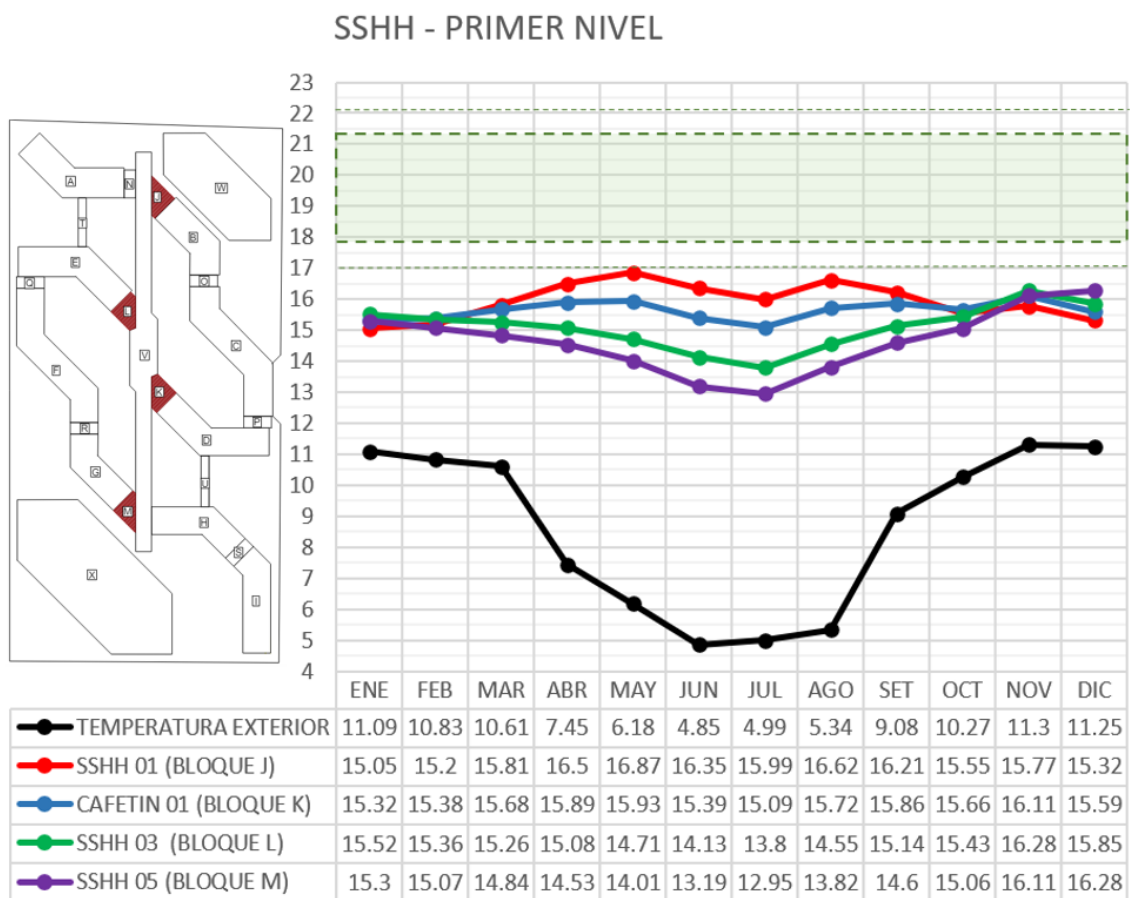
*Datos de temperatura bloque I-segundo nivel.*



Los ambientes de los bloques J, K, L, M del primer nivel: servicios higiénicos y cafetín, como es esperado están por debajo del rango de confort, siendo la temperatura mínima 12.95°C en el mes de julio, y la máxima 16.87°C en el mes de mayo, tal como se aprecia en la siguiente (Figura 81).

**Figura 81**

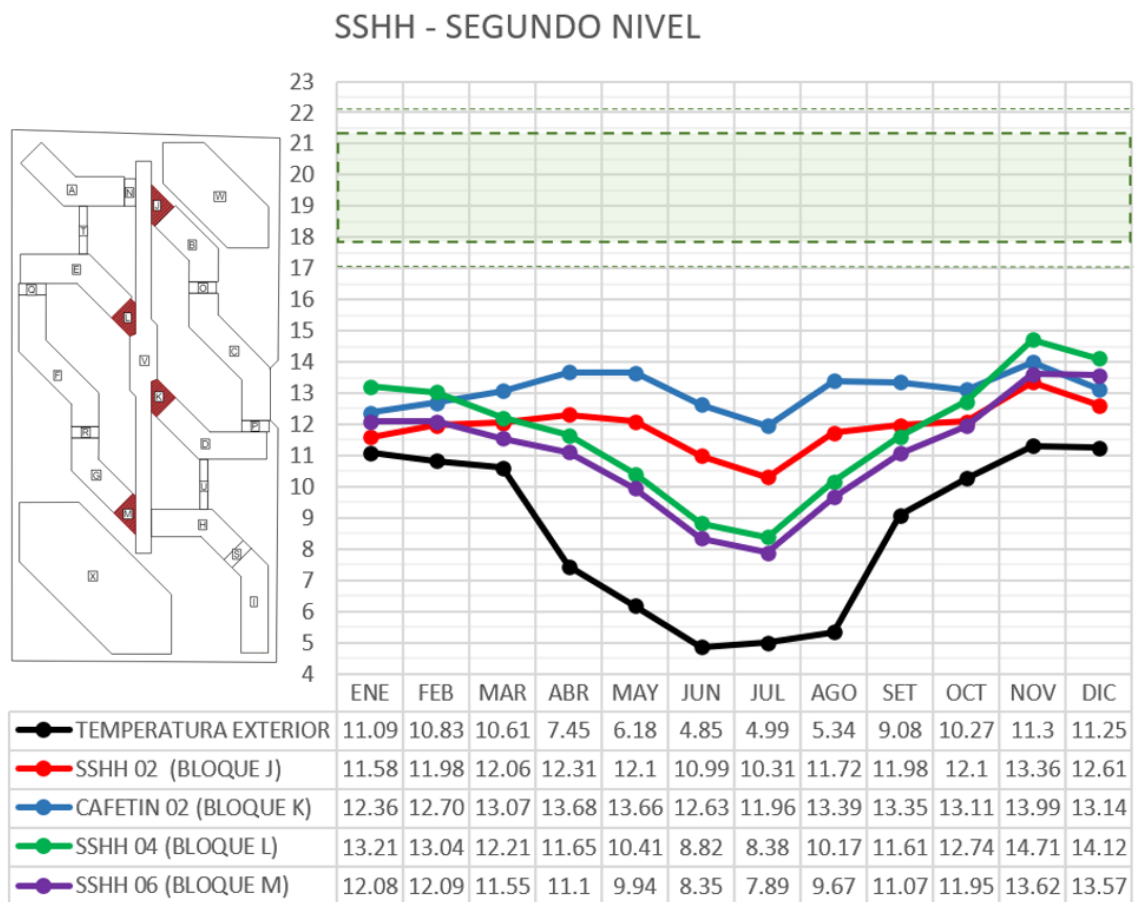
*Datos de temperatura SSHH bloques J, K, L, M-primer nivel.*



Los ambientes de los bloques J, K, L, M del segundo nivel: servicios higiénicos y cafetín, como es esperado están por debajo del rango de confort, siendo la temperatura mínima 7.89°C en el mes de julio, y la máxima 14.71°C en el mes de noviembre, tal como se aprecia en la siguiente (Figura 82).

**Figura 82**

*Datos de temperatura SSHH bloques J, K, L, M-segundo nivel.*

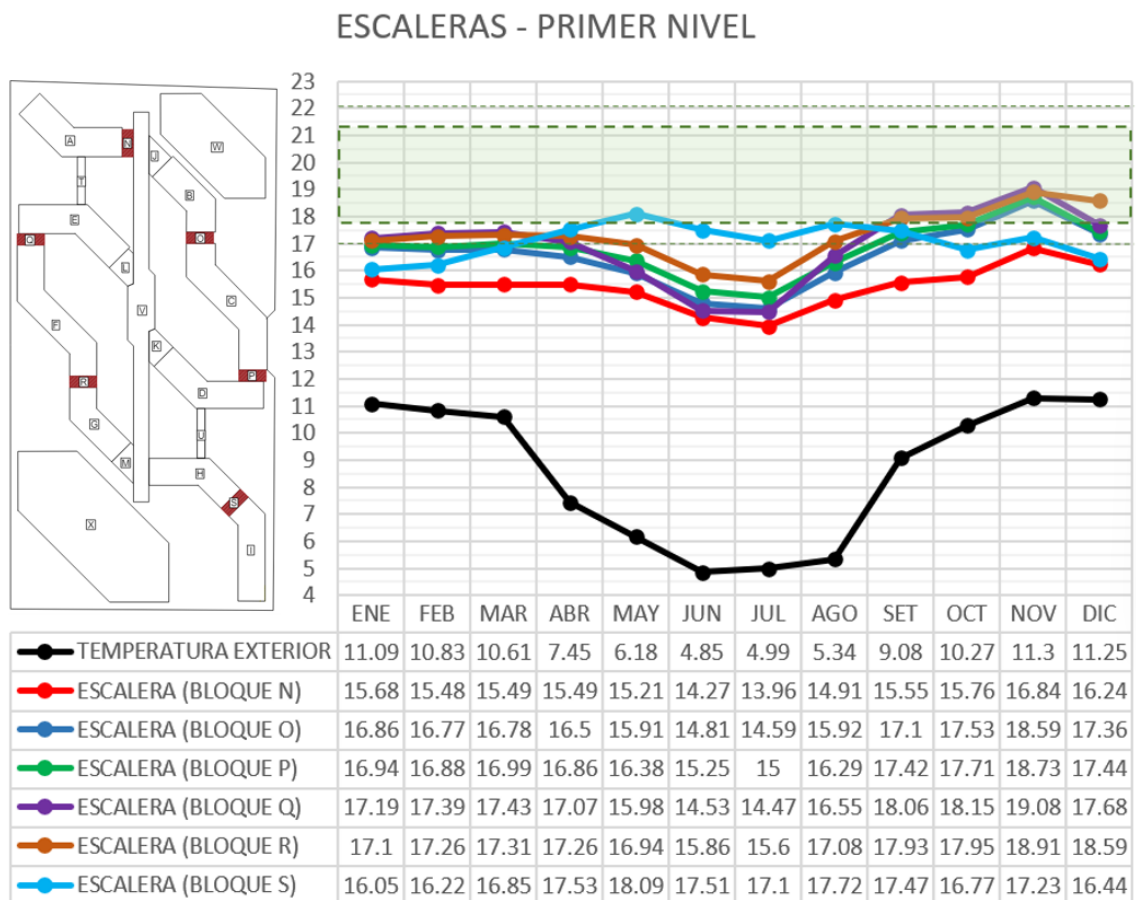




Los ambientes de los bloques N, O, P, Q, R, S: escaleras, están entre los niveles inferiores del rango de confort y por fuera de este, siendo la temperatura mínima 13.96°C en el mes de julio, y la máxima 19.08°C en el mes de noviembre, tal como se aprecia en la siguiente (Figura 83).

**Figura 83**

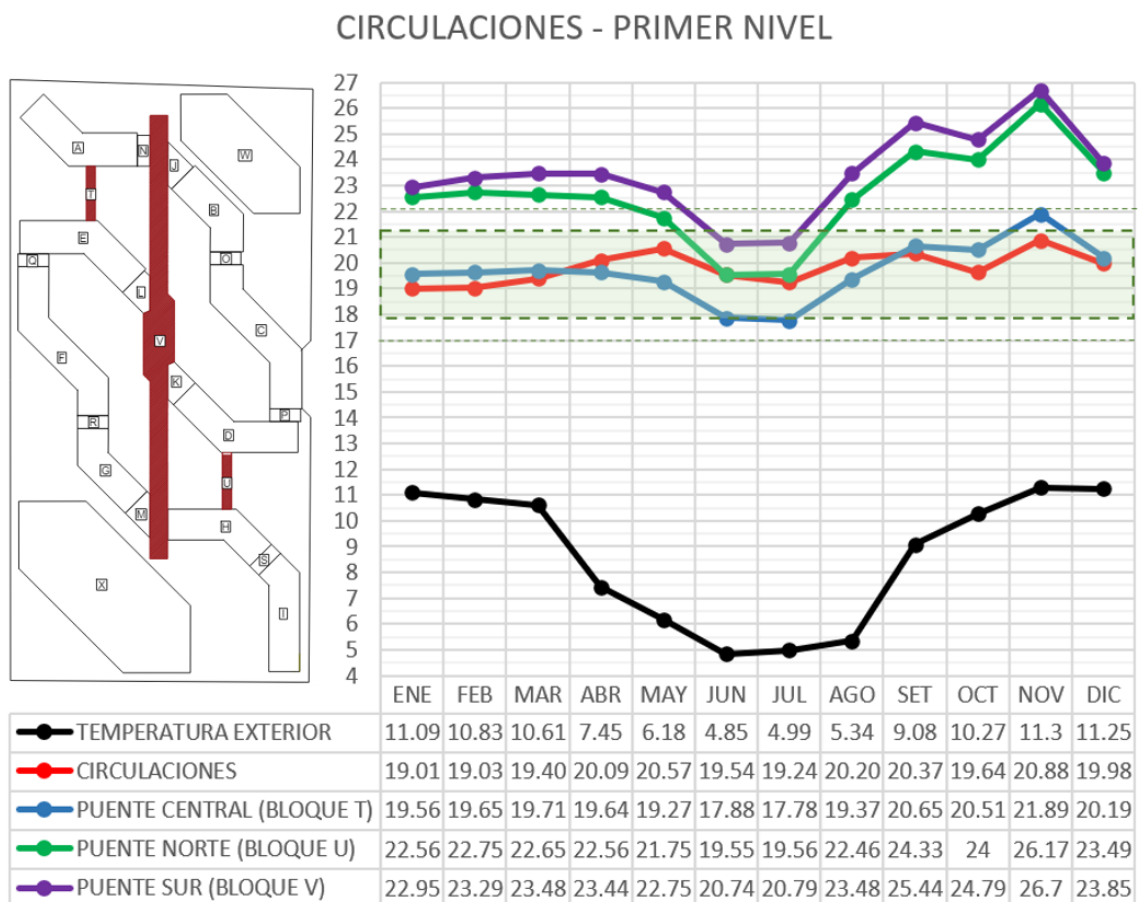
Datos de temperatura escaleras bloques N, O, P, Q, R, S.



Los ambientes de los bloques T, U, V del primer nivel: circulaciones y puente central están dentro rango de confort, mientras que el puente norte y puente sur solo está dentro de rango en los meses de junio y julio, el resto de los meses están por encima, sin embargo esto es controlable con la apertura de vanos facilitando una adecuada ventilación y enfriamiento pasivo, la temperatura mínima es de 17.78°C en el mes de julio, y la máxima 26.17°C en el mes de noviembre, tal como se aprecia en la siguiente (Figura 84).

**Figura 84**

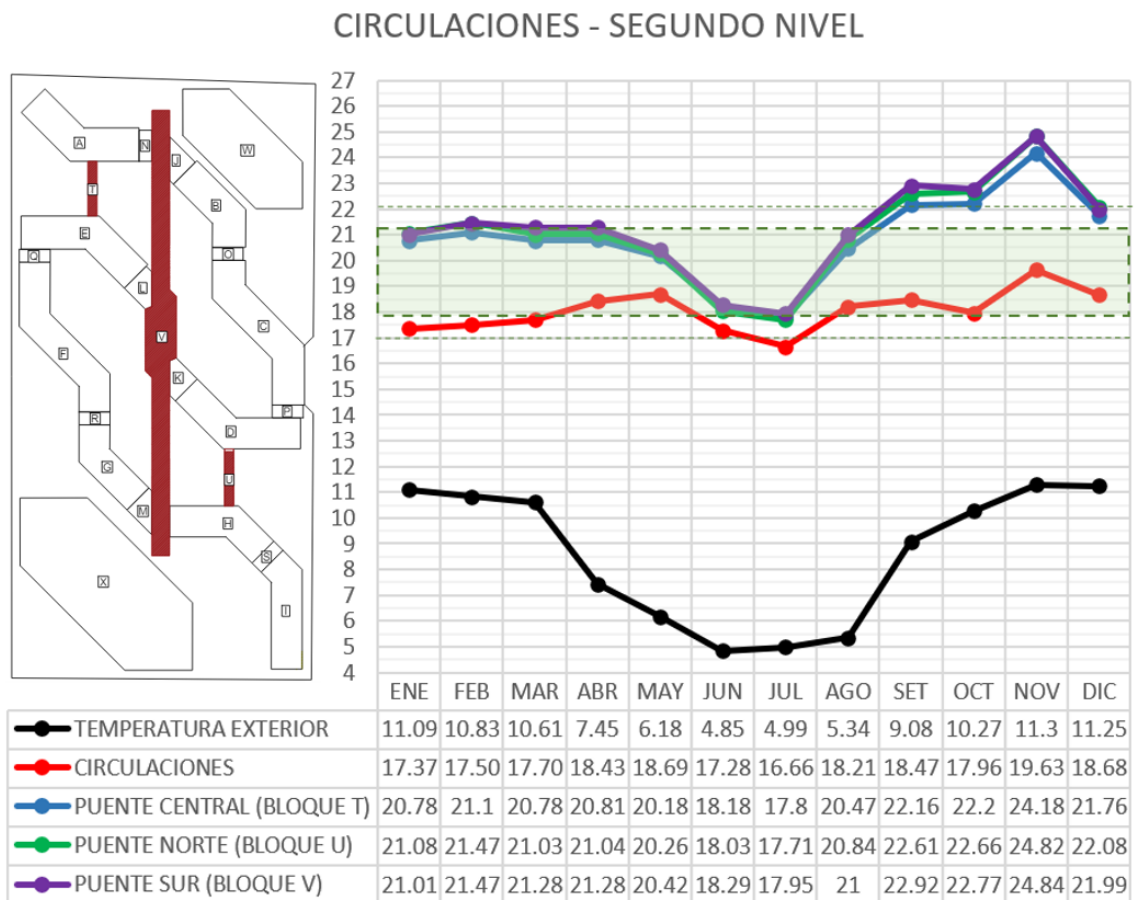
*Datos de temperatura circulaciones-primer nivel.*



Los ambientes de los bloques T, U, V del segundo nivel: circulaciones, puente central, puente norte y puente sur están dentro rango de confort la mayor parte del año, a excepción del puente central, puente norte y puente sur que están por encima del rango en los meses de septiembre, octubre y noviembre, sin embargo esto es controlable con la apertura de vanos facilitando una adecuada ventilación y enfriamiento pasivo, la temperatura mínima es de 16.59°C en el mes de julio, y la máxima 24.84°C en el mes de noviembre, tal como se aprecia en la siguiente (Figura 85).

**Figura 85**

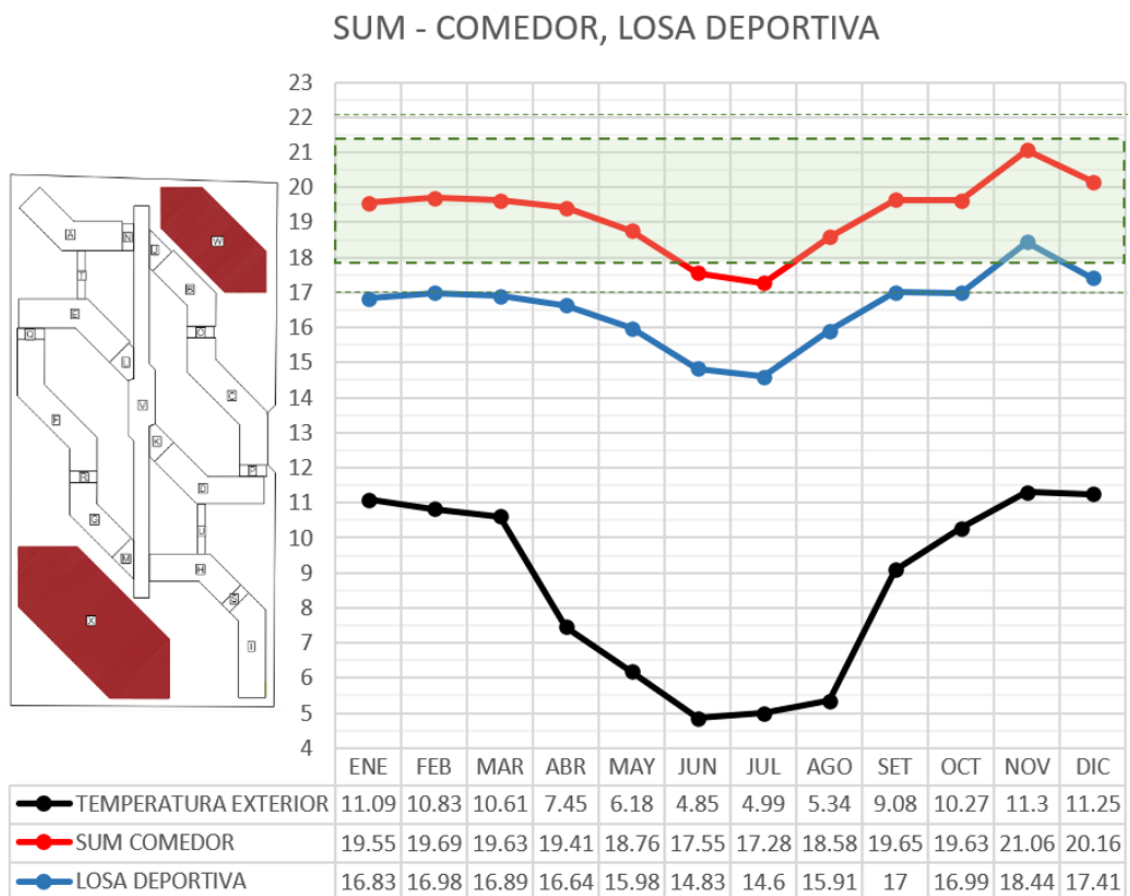
*Datos de temperatura circulaciones-segundo nivel.*



Los ambientes de los bloques W y X: Salón de usos múltiples está dentro del rango de confort, mientras que la losa deportiva, está en el límite inferior del rango de confort a excepción de los meses de abril, mayo, junio, julio y agosto, que está por debajo del rango, sin embargo en este ambiente no requiere temperaturas superiores ya que se realizan actividades deportivas por tanto es preferente que las temperaturas sean bajas, la temperatura mínima es de 14.60°C en el mes de julio, y la máxima 21.06°C en el mes de noviembre, tal como se aprecia en la siguiente (Figura 86).

**Figura 86**

*Datos de temperatura bloques W y X - S.U.M. y losa deportiva.*



### Análisis e interpretación



Podemos observar en los gráficos resultantes de la simulación térmica, que la temperatura interior de los ambientes se encuentra muy por encima de la temperatura exterior, también podemos observar que en la mayoría de ambientes propuestos las temperaturas se encuentran entre los  $17.82\text{ }^{\circ}\text{C}$  hasta los  $21.36\text{ }^{\circ}\text{C}$  más menos  $0.75\text{ }^{\circ}\text{C}$ , siendo este el rango de confort establecido

Las aulas pedagógicas donde los alumnos pasan la mayor parte del tiempo, se encuentran dentro de los rangos de confort térmico, al igual que los ambientes de laboratorios, talleres, AIP y administrativos, sin embargo, algunos de estos durante los meses de junio y julio presentan temperaturas por debajo de lo esperado, mas no son diferencias significativas siendo la mayor de  $-2^{\circ}\text{C}$ , además cabe recalcar que los alumnos no pasan mucho tiempo en estos ambientes.

Las escaleras, circulaciones y puentes propuestos, si bien presentan temperaturas muy variadas que en algunos casos se encuentran por encima y por debajo de la zona de confort no son espacios en los que los usuarios pasen gran parte de tiempo, además que estas deben facilitar el intercambio de temperatura entre los espacios interiores y los exteriores, es así que las que se encuentran por debajo del nivel de confort cumplen con esta función, mientras que las que se encuentran por encima del nivel pueden ser controladas mediante la apertura de vanos (puertas y ventanas) que permitan ventilar estos espacios.



## V. CONCLUSIONES

- Las condiciones inherentes al entorno fueron identificadas a partir de revisión bibliométrica en la base de datos Scopus, estas fueron sometidas a análisis bibliométrico en el software Vosviewer, donde se identificaron los autores más citados, es decir lo más relevantes en el campo, posterior a ello, a través de una ficha de recolección de datos se extrajeron los textos en los que se mencionan las características inherentes al entorno por cada referencia bibliográfica de cada autor seleccionado, finalmente se realizó un cuadro comparativo según grado de importancia por repetición de autores, cuyo resultado es que las condiciones inherentes al entorno son: temperatura, humedad, asoleamiento y vientos.
- Las sistemas bioclimáticos pasivos fueron identificadas a partir de revisión bibliométrica en la base de datos Scopus, estas fueron sometidas a análisis bibliométrico en el software Vosviewer, donde se identificaron los autores más citados, es decir lo más relevantes en el campo, posterior a ello, a través de una ficha de recolección de datos se extrajeron los textos en los que se mencionan las características inherentes al entorno por cada referencia bibliográfica de cada autor seleccionado, finalmente se eligió los sistemas a criterio en base a los estudios revisados, los seleccionados son: invernadero adosado, patio y circulaciones cerradas por mamparas.
- Las materiales termoaislantes fueron identificadas a partir de revisión bibliométrica en la base de datos Scopus, estas fueron sometidas a análisis bibliométrico en el software Vosviewer, donde se identificaron los autores más citados, es decir lo más relevantes en el campo, posterior a ello, a través de una ficha de recolección de datos se extrajeron los textos en los que se mencionan las características inherentes al



entorno por cada referencia bibliográfica de cada autor seleccionado, finalmente se realizó un cuadro comparativo según grado de importancia por repetición de autores, cuyo resultado es que los materiales termoaislantes identificados son: lana de oveja.

- Para contrastar la temperatura promedio resultante se realizó una simulación térmica en el software Design Builder, donde se tuvo como resultado la temperatura promedio anual en horario de ocupación por aulas, en base a estos datos se realizó una prueba de normalidad en IBM SPSS Statistics, cuyo sig resultante fue de .200, mayor al esperado de 0.05, posterior a ello se realizó una t-student, donde se contrastó que las temperaturas no son iguales a la especificada en la norma técnica. Por otro lado, la norma técnica indica que la temperatura de confort térmico es de 20°C en aulas, los resultados de la simulación dan un rango promedio de 19.35, mientras que la prueba de ambiente controlado realizada con los alumnos de la institución educativa indica que los estudiantes se sienten en confort entre los 17.82 °C hasta los 21.36 °C, por tanto, podemos afirmar que la propuesta bioclimática logra satisfacer los niveles de confort térmico, tanto en estudiantes como en lo indicado en la norma.
- Para el desarrollo de la propuesta bioclimática se aplicaron las condiciones inherentes al entorno, los sistemas bioclimáticos pasivos y los materiales termoaislantes previamente identificados, además se hizo un análisis del usuario y de la normativa, con los cuales se obtuvo la propuesta arquitectónica de la Institución Educativa, esta cuenta con zona académica, zona administrativa, zona recreativa, zona de servicios generales y zona de servicios complementarios, la forma permite la orientación este-norte-oeste, garantizando la incidencia solar, el invernadero adosado, los pasillos cerrados, los amplios patios y el uso de la lana de oveja como material termoaislante garantiza el confort térmico en la propuesta.



## VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda diseñar las edificaciones en base a las condiciones inherentes al entorno de estudio, como son la temperatura, humedad, asoleamiento y vientos, el diseño tomando en cuenta el entorno facilita la aplicación de arquitectura bioclimática, la eficiencia energética y el ahorro económico.
- Se recomienda el uso de sistemas bioclimáticos pasivos, como el invernadero adosa, el cerramiento de las circulaciones y los patios, ya que estos favorecen la ganancia solar y térmica, evitando mayor inversión económica a diferencia de los sistemas bioclimáticos activos.
- Se recomienda la aplicación de materiales termoaislantes sostenibles como la lana de oveja, ya que este es uno de los materiales con menor coeficiente de transmitancia térmica, tiene características higrotérmicas abunda en la zona altoandina, es de bajo costo y lo más importante, es renovable y no daña al medio ambiente.
- Se recomienda realizar una simulación térmica en la etapa de elaboración de un proyecto arquitectónico ya que esta nos aproxima al futuro comportamiento térmico de la infraestructura.
- Se recomienda además de aplicación de las condiciones inherentes al entorno, los sistemas bioclimáticos pasivos y los materiales termoaislantes sostenibles, el estudio del usuario y de la normativa ya que, en suma, estos permiten diseñar espacios funcionales que respondan a la población y al entorno al que vayan a servir.





## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Andrade Llanos, A. S. B., & Herrera Huerta, J. J. (2020). Arquitectura bioclimática para el confort térmico en las infraestructuras de centros educativos y textiles en el distrito de Pomabamba, 2019 / Centro cultural – textil técnico productivo con infraestructura bioclimática, orientado al confort térmico en el distrito de Pomabamba, 2020. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3304713>
- Asdrubali, F., D'Alessandro, F., & Schiavoni, S. (2015). A review of unconventional sustainable building insulation materials. *Sustainable Materials and Technologies*, 4, 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.susmat.2015.05.002>
- Bakos, G. C., & Tsagas, N. F. (2000). Technology, thermal analysis and economic evaluation of a sunspace located in northern Greece. *Energy and Buildings*, 31(3), 261–266. [https://doi.org/10.1016/S0378-7788\(99\)00019-5](https://doi.org/10.1016/S0378-7788(99)00019-5)
- Berardi, U., & Iannace, G. (2015). Acoustic characterization of natural fibers for sound absorption applications. *Building and Environment*, 94, 840–852. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.05.029>
- Bianchi, F., Pisello, A. L., Baldinelli, G., & Asdrubali, F. (2014). Infrared thermography assessment of thermal bridges in building envelope: Experimental validation in a test room setup. *Sustainability (Switzerland)*, 6(10), 7107–7120. <https://doi.org/10.3390/su6107107>
- Cerda, P. J., & Puebla, P. S. (2021). Bioclimatism and Sewell's architecture: Lessons from a design adapted to the central Andean climate2[Bioclimatismo y arquitectura de Sewell: Lecciones de un diseño adaptado al clima central andino1]. *AUS*, 30, 86–97. <https://doi.org/10.4206/aus.2021.n30-12>
- Coch, H. (n.d.). Bioclimatism in vernacular architecture. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 2(1), 67–87. [https://doi.org/10.1016/s1364-0321\(98\)00012-4](https://doi.org/10.1016/s1364-0321(98)00012-4)
- Crespo Sánchez, E., Cornadó Bardón, C., & Paris Viviana, O. (2023). Architectural and environmental strategies towards a cost optimal deep energy retrofit for



- mediterranean public high schools. *Energy Reports*, 9, 6434–6448. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2023.05.265>
- D’Alessandro, F., Baldinelli, G., Bianchi, F., Sambuco, S., & Rufini, A. (2018). Experimental assessment of the water content influence on thermo-acoustic performance of building insulation materials. *Construction and Building Materials*, 158, 264–274. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.10.028>
- ESCALE. (s/f). Matricula por periodo según grado, 2004-2021. Obtenido de [https://escale.minedu.gob.pe/PadronWeb/info/ce?cod\\_mod=0478008&anexo=0](https://escale.minedu.gob.pe/PadronWeb/info/ce?cod_mod=0478008&anexo=0)
- Givoni, B. (1992). Comfort, climate analysis and building design guidelines. *Energy and Buildings*, 18(1), 11–23. [https://doi.org/10.1016/0378-7788\(92\)90047-K](https://doi.org/10.1016/0378-7788(92)90047-K)
- Givoni, Baruch. (1994). *Passive and low energy cooling of buildings*. 263.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014) Metodología de la Investigación. McGraw-Hill/Interamericana editores, 6, 1-589.
- Hroudová, J., Sedlmajer, M., Pařílková, J., & Zach, J. (2017). Laboratory Testing of Developed Thermal Insulation Plasters on Pillars Built from Masonry Bricks. *Procedia Engineering*, 172, 377–384. <https://doi.org/10.1016/J.PROENG.2017.02.043>
- Imessad, K., Derradji, L., Messaoudene, N. A., Mokhtari, F., Chenak, A., & Kharchi, R. (2014). Impact of passive cooling techniques on energy demand for residential buildings in a Mediterranean climate. *Renewable Energy*, 71, 589–597. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2014.06.005>
- Jelle, B. P. (2011). Traditional, state-of-the-art and future thermal building insulation materials and solutions - Properties, requirements and possibilities. *Energy and Buildings*, 43(10), 2549–2563. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.05.015>
- Korjenic, A., Petránek, V., Zach, J., & Hroudová, J. (2011). Development and performance evaluation of natural thermal-insulation materials composed of



- renewable resources. *Energy and Buildings*, 43(9), 2518–2523.  
<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.06.012>
- Manzano-Agugliaro, F., Montoya, F. G., Sabio-Ortega, A., & García-Cruz, A. (2015). Review of bioclimatic architecture strategies for achieving thermal comfort. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 49, 736–755.  
<https://doi.org/10.1016/J.RSER.2015.04.095>
- Michael, A., Demosthenous, D., & Philokyprou, M. (2017). Natural ventilation for cooling in mediterranean climate: A case study in vernacular architecture of Cyprus. *Energy and Buildings*, 144, 333–345.  
<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.03.040>
- Ministerio de educación. (2018). RVM N° 239-2018 Norma Técnica criterios Generales de Diseño para Infraestructura Educativa. Lima. Obtenido de [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/204990/RSG\\_N\\_\\_239-2018-MINEDU.pdf?v=1594247796](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/204990/RSG_N__239-2018-MINEDU.pdf?v=1594247796)
- Ministerio de educación. (2019). RVM N° 084-2019 Criterios de Diseño para Locales Educativos de Primaria y Secundaria. Lima. Obtenido de [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/308132/RVM\\_N\\_\\_084-2019-MINEDU.pdf?v=1555344865](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/308132/RVM_N__084-2019-MINEDU.pdf?v=1555344865)
- Ministerio de educación. (2019). RVM N° 326-2019 "Disposiciones para la implementación del Modelo de Servicio Educativo Jornada Escolar Completa para las Instituciones Educativas Públicas del nivel de Educación Secundaria". Lima. Obtenido de [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/441772/RVM\\_N\\_\\_326-2019-MINEDU.pdf?v=1576363423](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/441772/RVM_N__326-2019-MINEDU.pdf?v=1576363423)
- Ministerio de vivienda. (13 de mayo de 2014). EM. 110 confort termico y luminico con eficiencia energetica. El peruano, págs. 1-50.
- Olgay, V. (2015). Design with climate: Bioclimatic approach to architectural regionalism: New and expanded edition. In *Design with Climate: Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism: New and Expanded Edition*. Princeton University Press.



- Paiva, A., Pereira, S., Sá, A., Cruz, D., Varum, H., & Pinto, J. (2012). A contribution to the thermal insulation performance characterization of corn cob particleboards. *Energy and Buildings*, 45, 274–279. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.11.019>
- Philokyprou, M., Michael, A., Malaktou, E., & Savvides, A. (2017). Environmentally responsive design in Eastern Mediterranean. The case of vernacular architecture in the coastal, lowland and mountainous regions of Cyprus. *Building and Environment*, 111, 91–109. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.10.010>
- Pinto, J., Cruz, D., Paiva, A., Pereira, S., Tavares, P., Fernandes, L., & Varum, H. (2012). Characterization of corn cob as a possible raw building material. *Construction and Building Materials*, 34, 28–33. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2012.02.014>
- Purvis, B., Mao, Y., & Robinson, D. (2019). Three pillars of sustainability: in search of conceptual origins. *Sustainability Science*, 14(3), 681–695. <https://doi.org/10.1007/s11625-018-0627-5>
- Rahman, M. M., Rasul, M. G., & Khan, M. M. K. (2010). Energy conservation measures in an institutional building in sub-tropical climate in Australia. *Applied Energy*, 87(10), 2994–3004. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2010.04.005>
- Ramli, N. H., Masri, M. H., Zafrullah, M., Taib, H. M., & Hamid, N. A. (2012). A Comparative Study of Green School Guidelines. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 50, 462–471. <https://doi.org/10.1016/J.SBSPRO.2012.08.050>
- Reiter, S. (2010). Assessing wind comfort in urban planning. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 37(5), 857–873. <https://doi.org/10.1068/b35154>
- Santamouris, M. (2005). *Passive cooling of buildings*. <https://www.researchgate.net/publication/228850740>



- Santamouris, M., Mihalakakou, G., Balaras, C. A., Argiriou, A., Asimakopoulos, D., & Vallindras, M. (1995). Use of buried pipes for energy conservation in cooling of agricultural greenhouses. *Solar Energy*, 55(2), 111–124. [https://doi.org/10.1016/0038-092X\(95\)00028-P](https://doi.org/10.1016/0038-092X(95)00028-P)
- Schiavoni, S., D'Alessandro, F., Bianchi, F., & Asdrubali, F. (2016). Insulation materials for the building sector: A review and comparative analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 62, 988–1011. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.05.045>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (s. f.). Datos Hidrometeorológicos a nivel nacional. SENAMHI. <https://www.senamhi.gob.pe/?p=estaciones>
- Shokouhian, M., Solae, F., & Nikkhah, F. (2007, September 27). Environmental effect of courtyard in sustainable architecture of Iran (Cold regions) (Case study: courtyard houses in Tabriz). *2nd PALENC Conference and 28th AIVC Conference, Crete Island, Greece*. <https://www.aivc.org/resource/environmental-effect-courtyard-sustainable-architecture-iran-cold-regions>
- Singh, M. K., Mahapatra, S., & Atreya, S. K. (2009). Bioclimatism and vernacular architecture of north-east India. *Building and Environment*, 44(5), 878–888. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2008.06.008>
- Soflaei, F., Shokouhian, M., & Zhu, W. (2017). Socio-environmental sustainability in traditional courtyard houses of Iran and China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 69, 1147–1169. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.130>
- Soltani, P., Taban, E., Faridan, M., Samaei, S. E., & Amininasab, S. (2020). Experimental and computational investigation of sound absorption performance of sustainable porous material: Yucca Gloriosa fiber. *Applied Acoustics*, 157, 106999. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2019.106999>
- Supo, J. (2012). *Seminarios de Investigación Científica*. CreateSpace Independent Publishing Platform.



[https://books.google.com.pe/books/about/Seminarios\\_de\\_Investigaci%C3%B3n\\_Cient%C3%ADfica.html?id=83vDMgEACAAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.com.pe/books/about/Seminarios_de_Investigaci%C3%B3n_Cient%C3%ADfica.html?id=83vDMgEACAAJ&redir_esc=y)

- Taban, E., Soltani, P., Berardi, U., Putra, A., Mousavi, S. M., Faridan, M., Samaei, S. E., & Khavanin, A. (2020). Measurement, modeling, and optimization of sound absorption performance of Kenaf fibers for building applications. *Building and Environment*, *180*, 107087. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.107087>
- Wieser, M., Garaycochea, A., & Prada, V. (2023). IMPROVING THE THERMAL PERFORMANCE OF SCHOOLS IN THE HIGH ANDEAN REGION OF PERU. THE CASE OF “PRONIED’S PREFABRICATED FROST-TYPE MODULAR CLASSROOMS”[MELHORIA DO DESEMPENHO TÉRMICO DE ESCOLAS NA REGIÃO ALTO-ANDINA DO PERU. O CASO DAS “SALAS DE AULA MODULARES PRÉ-FABRICADAS DO TIPO HELADA DO PRONIED”][MEJORA DEL DESEMPEÑO TÉRMICO DE COLEGIOS EN LA REGIÓN ALTOANDINA DEL PERÚ. EL CASO DEL “MÓDULO PREFABRICADO AULA TIPO HELADAS-PRONIED”]. *Habitat Sustentable*, *13*(1), 56–67. <https://doi.org/10.22320/07190700.2023.13.01.05>
- Yang, L., Fu, R., He, W., He, Q., & Liu, Y. (2020). Adaptive thermal comfort and climate responsive building design strategies in dry–hot and dry–cold areas: Case study in Turpan, China. *Energy and Buildings*, *209*, 109678. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.109678>
- Yilmaz, Z., & Basak Kundakci, A. B. (2008). An approach for energy conscious renovation of residential buildings in Istanbul by Trombe wall system. *Building and Environment*, *43*(4), 508–517. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2006.11.033>
- Zach, J., Korjenic, A., Petránek, V., Hroudová, J., & Bednar, T. (2012). Performance evaluation and research of alternative thermal insulations based on sheep wool. *Energy and Buildings*, *49*, 246–253. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.02.014>



## ANEXOS

### A. Índice de planos.

<b>Planos – Institución Educativa Pedro Vilcapaza Alarcon</b>		
<b>Item</b>	<b>Descripción</b>	<b>Plano</b>
1	Planimetria general - primer nivel	PG-01
2	Planimetria general - segundo nivel	PG-02
3	Bloque A - Aulas - planimetrías	PA-01
4	Bloque A - Aulas - elevaciones y cortes	PA-02
5	Bloque B - Aulas - planimetrías, elevaciones y cortes	PA-03
6	Bloque B - Aulas - elevaciones y cortes	PA-04
7	Bloque C - Aulas, biblioteca, ingreso - planimetría y elevacion	PA-05
8	Bloque C - Aulas, biblioteca, ingreso - planimetría y corte	PA-06
9	Bloque C - Aulas, biblioteca, ingreso - elevaciones y cortes	PA-07
10	Bloque D - Aulas - planimetrías	PA-08
11	Bloque D - Aulas - elevaciones y cortes	PA-09
12	Bloque E - Aulas - planimetrías	PA-10
13	Bloque E - Aulas - elevaciones y cortes	PA-11
14	Bloque F - AIP, laboratorios, talleres - planimetría	PA-12
15	Bloque F - AIP, laboratorios, talleres - planimetría 2	PA-13
16	Bloque F - AIP, laboratorios, talleres - elevaciones y cortes	PA-14
17	Bloque G - AIP, talleres - planimetrías	PA-15
18	Bloque G - AIP, talleres - elevaciones y cortes	PA-16
19	Bloque H - Talleres - planimetrías	PA-17
20	Bloque H - Talleres - elevaciones y cortes	PA-18
21	Bloque I - Talleres EPT, administracion - planimetrías	PA-19
22	Bloque I - Talleres EPT, administracion - elevaciones y cortes	PA-20
23	Bloque J, M - SSHH - planimetría, elevacionees y cortes	PA-21
24	Bloque K - Cafetin - planimetría, elevaciones y cortes	PA-22



25	Bloque L - SSHH - planimetría, elevaciones y cortes	PA-23
26	Bloque N, O, P, Q, R, S - Escaleras - planimetría, elevaciones y cortes	PA-24
27	Bloque T, U - Puente - planimetrías, elevaciones y cortes	PA-25
28	Bloque V - Puente principal - planimetría 1	PA-26
29	Bloque V - Puente principal - planimetría 2	PA-27
30	Bloque V - Puente principal - elevación 1	PA-28
31	Bloque V - Puente principal - corte 1	PA-29
32	Bloque V - Puente principal - corte 2 y vistas 3d	PA-30
33	Bloque W - SUM comedor - planimetría	PA-31
34	Bloque W - SUM comedor - elevaciones y cortes	PA-32
35	Bloque X - Losa deportiva - planimetría	PA-33
36	Bloque X - Losa deportiva - elevaciones y cortes	PA-34

---

Para visualizar los planos ingresar al siguiente enlace:

<https://drive.google.com/drive/folders/1lgV3e5dkBtP4FVDOvdDFbBhg1JbSPYc3?usp=sharing>





### DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Lisly Merya Hebe Saavedra  
identificado con DNI 20308762 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado  
Arquitectura y Urbanismo

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:  
" Propuesta bioconstruccion para la infraestructura  
de la institución educativa secundaria Pedro  
Vilcapaga Blanco, Azuayno - Puno "

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 14 de Mayo del 2024

  
FIRMA (obligatoria)



Huella



### DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Jean Carlos Huise Yura  
identificado con DNI 75783688 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado  
Arquitectura y Urbanismo

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:

Propuesta de ubicación para la infraestructura de la institución educativa  
Secundaria Pedro Ullopa Alarcón, Azángaro - Puno.

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 14 de Mayo del 2024

  
FIRMA (obligatoria)



Huella



**AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL.**

Por el presente documento, Yo Lesly Mireya Melo Saavedra identificado con DNI 70303982 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado

Arquitectura y Urbanismo  
informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:

" Propuesta bioclimática para la infraestructura de la Institución Educativa Secundaria Pedro Vilcapaz Alarcón, Azángaro - Puno "

para la obtención de  Grado,  Título Profesional o  Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 14 de Mayo del 2021

FIRMA (obligatoria)



Huella



### AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Juan Carlos Herce Yora  
identificado con DNI 75783686 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado

Arquitectura y Urbanismo  
informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:

" PROPUESTA BIOCLIMÁTICA PARA LA INFRAESTRUCTURA  
DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA SECUNDARIA  
PEDRO VILCAPAZA AUBRION, AZÚNGARO - PUNO "

para la obtención de  Grado,  Título Profesional o  Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

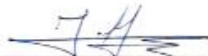
En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío, en los medios, canales y plataformas que la Universidad y o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento

Puno 14 de Mayo del 2024

  
FIRMA (obligatoria)



Huella