



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENNERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE ARQUITECTURA

“ESTRATEGIAS DE DISEÑO PASIVO

**PARA BRINDAR CONFORT HIGRO-TÉRMICO
EN UN MODELO DE VIVIENDA MÍNIMA DE
LA CIUDAD DE CUENCA”**

TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A
LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
ARQUITECTURA

CUENCA

2018

AUTOR:

BYRON XAVIER BACUILIMA NAVAS

DIRECTOR:

MSc. Arq. PEDRO ANGUMBA AGUILAR



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

COMUNIDAD EDUCATIVA AL SERVICIO DEL PUEBLO

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN

**ESTRATEGIAS DE DISEÑO PASIVO PARA BRINDAR CONFORT HIGRO-TÉRMICO EN UN MODELO DE VIVIENDA
MÍNIMA DE LA CIUDAD DE CUENCA.**

BYRON XAVIER BACUILIMA NAVAS

Autor

MSc. ARQ. PEDRO ANGUMBA AGUILAR

Director

CUENCA - 2018

DECLARATORIA

Yo, Byron Xavier Bacuilima Navas, declaro bajo juramento que el Trabajo de Graduación previo a la obtención del Título de Arquitecta titulado: “Estrategias de diseño pasivo para brindar confort higro-térmico en un modelo de vivienda mínima modular de Cuenca”, es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Atentamente

Byron Bacuilima Navas

0105624175

CERTIFICADO

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Byron Xavier Bacuilima Navas bajo mí supervisión.

Atentamente

MSc. Arq. Pedro Javier Angumba Aguilar

0102407079

DIRECTOR

AGRADECIMIENTO

- A mis padres Lucinda Navas y Edgar Bacuilima por darme la vida, guiarme por el camino correcto e inculcarme valores y sabiduría necesaria para ser un hombre de bien.
- A Manuel Muevecela Quiroz, un gran amigo que ha sabido darme el apoyo incondicional cuando más lo he necesitado.
- A mi Director del Trabajo de Titulación MSc. Arq. Pedro Javier Angumba Aguilar, uno de los mejores catedráticos de la institución y al que tengo el gran honor de llamarlo amigo, quien con sus conocimientos y apoyo me supo direccionar y ayudar a desarrollar los temas de la investigación.
- A los profesores, que supieron brindar sus conocimientos en el transcurso de mi época universitaria.
- A mis hermanas Katherine, Mayra, Danna y Sophie Bacuilima, quienes son pilares fundamentales en mi vida.
- A mis familiares y amigos, que han estado presentes de una u otra manera apoyándome a lo largo de esta época universitaria, y de manera especial a Patricio Yáñez y Jenny Lojano quienes me han brindado su ayuda incondicional, también agradezco a E.P. - O.A. - E.M. - J.L. - O.S. - J.C. – V.LL. grandes amigos y colegas.

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación esta dedicado al ser que hizo todo lo posible para que sea un profesional, a esa persona que supo privarse de muchas cosas para ayudarme en la carrera, a la persona que vi sufrir mientras me malanochaba, no comía o me faltaba algo. Simplemente esta tesis le dedico al ser que me dio la vida, y a su vez se convirtió en mi vida, Lucinda Navas sin tí nunca hubiera cumplido esta meta, el triunfo es de los dos.

CONTENIDO

ESTRATEGIAS DE DISEÑO PASIVO PARA BRINDAR CONFORT HIGRO-TÉRMICO EN UN MODELO DE VIVIENDA MÍNIMA DE LA CIUDAD DE CUENCA.....	I
DECLARATORIA	II
CERTIFICADO	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
DEDICATORIA.....	V
RESUMEN.....	XX
ABSTRACT	XXI
INTRODUCCIÓN.....	XXII
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	XXIII
OBJETIVOS	XXIV
Objetivo General	XXIV
Objetivos Específicos	XXIV
MARCO TEÓRICO	XXV
Estrato social / clase social	XXV
Vivienda.....	XXVI
Confort térmico	XXVII
JUSTIFICACIÓN	XXVIII

INDICE

CAPÍTULO 1 - ANTECEDENTES	1
1.1. Introducción	2
1.2. Arquitectura bioclimática	3
1.3. Confort Higro-Térmico.....	5
1.3.1. Factores y parámetros que determinan el confort Térmico.....	6
1.3.2. Factores	6
1.3.2.1. Factores ambientales exteriores	6
1.3.2.1.1. Temperatura del aire	7
1.3.2.1.2. Temperatura radiante.....	7
1.3.2.1.3. Humedad Relativa	7
1.3.2.1.4. Velocidad del aire	8
1.3.2.2. Factores fisiológicos o contributivos	8
1.3.2.2.1. Metabolismo	9
1.3.2.2.2. Vestimenta.....	10
1.3.2.3. Factores Socioculturales y Psicológicos	11
1.3.3. Parámetros	11
1.3.3.1. Parámetros ambientales interiores	11
1.3.3.2. Parámetros arquitectónicos	11
1.3.3.2.1. Adaptabilidad del espacio.....	12
1.3.4. Modos de transmisión de calor	12
1.3.4.1. Por conducción	12
1.3.4.2. Por convección	13
1.3.4.3. Por cambio de estado.....	13
1.3.4.3.1. Por evaporación	13
1.3.4.3.2. Por Condensación	13
1.3.4.4. Por radiación	13
1.3.5. Integración de la vivienda al lugar	14
1.3.5.1. El asentamiento	14
1.3.5.2. La forma	15
1.3.5.3. La relación con la superficie	15
1.3.5.4. Protección frente al medio.....	15
1.3.5.5. La radiación solar.....	15
1.3.5.6. Vientos.....	16
1.3.5.7. Ruidos.....	16
1.3.6. Medio ambiente.....	17

1.3.7. Carta psicrométrica	17
1.3.8. Estrategias de diseño.....	19
1.3.8.1. Zonas limitantes para las estrategias	19
1.3.8.1.1. Zona 1 - Calentamiento.....	19
1.3.8.1.2. Zona 2 - Confort.....	20
1.3.8.1.3. Zona 3 - Ventilación natural.....	20
1.3.8.1.4. Zona 4 masa térmica.....	20
1.3.8.1.5. Zona 5 - Enfriamiento evaporativo.....	20
1.3.8.2. Estrategias de diseño en diagrama Psicrométrico	21
1.4. Delimitación del área de estudio.....	22
1.4.1. Clima de la ciudad de Cuenca	23
1.4.1.1. Factores clima.....	23
1.4.1.2. Elementos clima	23
1.4.1.2.1 Temperatura	24
1.4.1.2.2. Precipitación	25
1.4.1.2.3. Radiación	26
1.4.1.2.4. Humedad.....	26
1.4.1.2.5. Nubosidad	27
1.4.1.2.6. Vientos	27
1.4.2. Aspectos demográficos y vivienda.....	28
1.4.2.1. Demografía	28
1.4.2.2. Vivienda	28
1.5. Delimitación legal.....	31
1.5.1. Constitución	31
1.5.2. COOTAD	31
1.5.3. Ordenanzas	32
1.5.4. Normativas.....	32
1.5.4.1. Acuerdos Ministeriales.....	32
1.5.4.2. MIDUVI.....	33
1.5.4.3. EMUVI-EP	33
1.5.4.4. Ashrae	34

CAPÍTULO 2 ANÁLISIS	35
2.1. Introducción	36
2.2. Análisis de clima en Cuenca dentro de la zona de confort.....	37
2.2.1. Rango de temperatura	39
2.2.2. Rango de radiación	39
2.2.3. Rango de iluminación.....	40
2.2.4. Rango de cobertura del cielo	40
2.2.5. Rango de velocidad del viento.....	41
2.2.6. Temperatura del suelo	41
2.2.7. Temperatura del Bulbo Seco	42
2.2.8. Temperatura del Bulbo Húmedo.....	42
2.2.9. Humedad relativa	42
2.2.10. Rueda de vientos	43
2.3. Zonas de Vida.....	44
2.3.1. Determinación de una zona de vida en un sector dado	44
2.3.2. Pisos Altitudinales.....	44
2.3.3. Diagrama de las Zonas de Vida.....	46
2.4. Métodos pasivos para controlar la temperatura en una vivienda.....	48
2.5. Estrategias pasivas para controlar la temperatura en una vivienda	49
2.5.1. Envoltente Inferior	50
2.5.2. Envoltente Vertical	51
2.6. Tabla psicométrica	55
2.6.1. Análisis de los datos Obtenidos.	55
2.6.2. Lista de Estrategias de diseño mediante Climate Consultant.....	56
2.6.2.1. Factores fisiológicos según las normas ASHRAE Standard 55.	57
2.6.2.2. Sombreado de ventanas.....	57
2.6.2.3. Ganancia de calor interna.....	58
2.6.2.4. Ganancia solar pasiva directa.....	58
2.6.2.5. Des humidificación.....	59
2.6.2.6. Calefacción con humidificación si es necesario.....	59
2.6.3. Fusión de las estrategias de diseño.....	60
2.6.3.1 Estrategias propuestas por Climate Consultant.....	61
2.7. ESTUDIO DE CASOS SIMILARES	63
2.7.1. Chile.....	63
2.7.1.1. Villa San Esteban III.	64
2.7.1.2. Villa Rapa Nui.	64
2.7.1.3. Villa Nueva Esperanza.....	64

2.7.1.4. Análisis de casos.....	65
2.7.1.4.1. Confort térmico.....	65
2.7.1.4.2. Uso de Calefacción.....	66
2.7.1.4.3. Calidad de la Vivienda.....	66
2.7.1.4.4. Comparación de resultados.....	68
2.7.2. Ecuador.....	68
2.7.2.1. Urbanización los Cerezos.....	69
2.7.2.2. Urbanización los Nogales.....	69
2.7.2.3. Urbanización Vista al Río.....	70
2.7.2.4. Análisis de casos.....	71
2.7.2.4.1. Confort térmico.....	71
2.7.2.4.1. Calidad de la vivienda.....	72
2.7.2.4.2. Modificaciones de la vivienda.....	73
2.7.2.4.3. Comparación de resultados.....	74
2.7.3. Conclusión de los casos estudiados.....	74

CAPÍTULO 3 ESTRATEGIAS.....	75
3.1. Introducción.....	76
3.2. Estrategias de diseño.....	77
3.2.1. Envoltente inferior.....	77
3.2.1.1. ACUMULAR CALOR.....	77
3.2.1.1.1. Acumulación por colectores.....	77
3.2.1.1.2. Acumulación por colectores internos y externos.....	78
3.2.1.2.1. Camara de aire.....	79
3.2.1.2.2. Reduccion del puente termico.....	79
3.2.1.3. Consideraciones generales.....	80
3.2.2. Envoltente vertical.....	81
3.2.2.1. Control solar.....	81
3.2.2.1.1. Dispositivos de sombreado fijos.....	81
3.2.2.1.2. Dispositivos de sombreado móviles o verticales.....	82

3.2.2.2. Captar calor por transmitancia.	82
3.2.2.2.1. Ganancia directa: alta transmitancia.	82
3.2.2.2.2. Invernadero adosado.....	83
3.2.2.3. Captar calor por absortancia	84
3.2.2.4.1. Muro de precalentamiento.	85
3.2.2.4.2. Muro acumulador en espacio interno.	85
3.2.2.5. Conservar calor.	86
3.2.2.5.1. Cámara de aire.	86
3.2.2.5.2. Reducción de infiltraciones y exfiltraciones.	86
3.2.2.5.3. Cerramientos temporales.	87
3.2.3. Envolverte superior	88
3.2.3.1 Captar calor por transmitancia.	88
3.2.3.2 Captar calor por absortancia.	88
3.2.3.3 Conservar calor.	89
3.2.3.3.1. Cubiertas no ventiladas.	89
3.2.3.3.2. Materiales resistivos.	90
3.2.4 TABLA RESUMEN.....	91
3.4.Programación arquitectónica	92
3.4.1. Introducción al proyecto.....	92
3.4.2. Lista de necesidades.....	93
3.4.3. Cuadro de áreas.....	93
3.4.4. Área de terreno.	94
3.4.4.1. Cálculo del fondo con relación al frente mínimo.	95
3.4.4.2. Cálculo del fondo mínimo y máximo.	96
3.4.4.3. Cálculo del área del terreno.....	96
3.5. Lineamientos y propuesta.....	97
3.5.1. Zonificación.....	97
3.5.2. Planta de cimentación	97
3.5.3. Planta de cubiertas y emplazamiento	98
3.5.4. Planta General	98
3.5.5. Elevación frontal	99
3.5.6. Elevación posterior	99
3.5.7. Planta de cortes.....	100
3.5.8. Corte A-A.....	100
3.5.9. Corte B-B.....	101
3.5.10. Corte C-C.....	102
3.6. Proceso constructivo	103

3.7 Detalle de la propuesta	106
3.8 Detalles constructivos	107
3.9 Análisis constructivo	108
3.10. Análisis Digital según la orientación de la fachada.....	111
3.10.2. Gráfica para el estudio de soleamientos.....	111
3.10.1. División de zonas para el estudio del confort higro-térmico	111
3.10.3. Análisis según la orientación de la vivienda.....	111
3.10.3.1 Confort Higro-termico según los ambientes de la vivienda (análisis de Ecotect a 0 grados)	112
3.10.3.1.1 Análisis de soleamientos (Fachada hacia el sur)	113
3.10.3.2 Confort Higro-termico según los ambientes de la vivienda (análisis de Ecotect a 45 grados)	114
3.10.3.2.1 Análisis de soleamientos (Fachada hacia el sureste).....	115
3.10.3.3 Confort Higro-termico según los ambientes de la vivienda (análisis de Ecotect a 90 grados)	116
3.10.3.3.1 Análisis de soleamientos (Fachada hacia el este)	117
3.10.3.4 Confort Higro-termico según los ambientes de la vivienda (análisis de Ecotect a 135 grados) ...	118
3.10.3.4.1. Análisis de soleamientos (Fachada hacia el noreste)	119
3.10.3.5 Confort Higro-termico según los ambientes de la vivienda (análisis de Ecotect a 180 grados) ...	120
3.10.3.5.1. Análisis de soleamientos (Fachada hacia el norte)	121
3.10.3.6 Confort Higro-termico según los ambientes de la vivienda (análisis de Ecotect a 225 grados) ...	122
3.10.3.6.1 Análisis de soleamientos (Fachada hacia el noroeste).....	123
3.10.3.7 Confort Higro-termico según los ambientes de la vivienda (análisis de Ecotect a 270 grados) ...	124
3.10.3.7.1 Análisis de soleamientos (Fachada hacia el oeste)	125
3.10.3.8 Confort Higro-termico según los ambientes de la vivienda (análisis de Ecotect a 315 grados) ...	126
3.10.3.8.1 Análisis de soleamientos (Fachada hacia el suroeste)	127
3.10.4. Resultado del análisis digital según la orientación de la vivienda	128
3.11 Presupuesto.....	128
3.12 Renders.....	130
3.13 Links de descarga del proyecto y recorrido virtual	134
3.14 Resultados.....	135
3.15 Conclusiones	136
3.16 Bibliografía.....	137

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1. Metodología de diseño bioclimático.....	4
Gráfico N° 2. Modos de transmisión de calor.....	14
Gráfico N° 3. Integración de la vivienda al lugar.....	16
Gráfico N° 4. Carta bioclimática de Olgyay	18
Gráfico N° 5. Estrategias de diseño en el diagrama Psicrometrico de Olgyay	21
Gráfico N° 6. Macro-localización.....	22
Gráfico N° 7. Micro-localización	22
Gráfico N° 9. Datos Climate Consultant	37
Gráfico N° 8. Datos Meteonorm.....	37
Gráfico N° 10. Normas de Confort	38
Gráfico N° 11. Criterios métricos.....	38
Gráfico N° 12. Rango de temperatura.....	39
Gráfico N° 13. Rango de radiación	39
Gráfico N° 14. Rango de iluminación.....	40
Gráfico N° 15. Rango de nubosidad.....	40
Gráfico N° 16. Rango de V. viento.....	41
Gráfico N° 17. Rango de T. suelo.....	41
Gráfico N° 18. Bulbo seco	42
Gráfico N° 19. Bulbo húmedo	42
Gráfico N° 20. Humedad relativa	42
Gráfico N° 21. Rueda de los vientos.....	43
Gráfico N° 22. Diagrama para la clasicación de zonas de vida o formación vegetal del mundo.....	45
Gráfico N° 23. Diagrama de Holdridge aplicado a la ciudad de Cuenca	46
Gráfico N° 24. Metodos de calentamiento o enfriamiento pasivo.....	48
Gráfico N° 25. Estrategias de calentamiento o enfriamiento pasivo	49
Gráfico N° 26. Contacto	50
Gráfico N° 27. Disipa	50
Gráfico N° 28. Desfasa	50
Gráfico N° 29. Estanca	50
Gráfico N° 39. Trasmitir	53
Gráfico N° 40. Absorber	53
Gráfico N° 41. Masa Térmica Escasa,	53
Gráfico N° 42. Acumular	53
Gráfico N° 43. Conservar	54
Gráfico N° 52. Tabla psicométrica.....	56

Gráfico N° 53. T. P. Vestimenta	57
Gráfico N° 54. T. P. Sombreado	57
Gráfico N° 55. T. P. Ganancia de calor interna	58
Gráfico N° 56. T. P. Ganancia solar directa	58
Gráfico N° 57. T. P. Deshumidificación	59
Gráfico N° 58. T. P. Calefacción.....	59
Gráfico N° 59. Fusión de estrategias	60
Gráfico N° 60. Estrategia 1 y 2.....	61
Gráfico N° 61. Estrategia 3	61
Gráfico N° 62. Estrategia 4	61
Gráfico N° 64. Estrategia 6	62
Gráfico N° 63. Estrategia 5	62
Gráfico N° 65. Estrategia 7	62
Gráfico N° 67. Estrategia 9	62
Gráfico N° 66. Estrategia 8	62
Gráfico N° 68. Estrategia 10	62
Gráfico N° 70. Estrategia 12	63
Gráfico N° 69. Estrategia 11	63
Gráfico N° 71. Estrategia 13	63
Gráfico N° 72. Ubicación de las villas en Chile	63
Gráfico N° 73. V. San Esteban	64
Gráfico N° 74. V. Papa Nui	64
Gráfico N° 75. V. Nueva Esperanza.....	64
Gráfico N° 75. Análisis del confort térmico.....	65
Gráfico N° 76. Uso de Calefacción	66
Gráfico N° 77. Calidad de vivienda.....	67
Gráfico N° 78. Calidad de A., A., I.	67
Gráfico N° 79. Comparación de resultados	68
Gráfico N° 80. Mapa del área de estudio en la ciudad de Cuenca.....	68
Gráfico N° 81. Planos U. los Cerezos.....	69
Gráfico N° 82. Planos U. los Nogales.....	69
Gráfico N° 83. Planos U. Vista al Río.....	70
Gráfico N° 84. Niveles de confort.....	71
Gráfico N° 85. Calidad de la vivienda.....	72
Gráfico N° 86. Cambios en la vivienda.....	73
Gráfico N° 87. Comparación de resultados	74
Gráfico N° 88. Colectores internos	78

Gráfico N° 89. Colectores externos.....	78
Gráfico N° 90. Camara de aire.....	79
Gráfico N° 91. Puente térmico.....	79
Gráfico N° 92. Sombreamiento.....	81
Gráfico N° 93. Sombreamiento.....	82
Gráfico N° 94. Ganancia solar.....	82
Gráfico N° 95. Invernadero adosa.....	83
Gráfico N° 96. Captar calor.....	84
Gráfico N° 97. Muro de precalentamiento.....	85
Gráfico N° 98. Muro de acumulador.....	85
Gráfico N° 99. Cámara de aire.....	86
Gráfico N° 100. Reducción de infiltraciones y exfiltraciones.....	87
Gráfico N° 101. Cerramientos temporales.....	87
Gráfico N° 102. Transmitancia.....	88
Gráfico N° 103. Absortancia.....	88
Gráfico N° 104. Camaras de aire.....	90
Gráfico N° 105. Materiales resistivos.....	90
Gráfico N° 106. Lista de necesidades.....	93
Gráfico N° 107. Cálculo del terreno.....	96
Gráfico N° 109. Zonificación.....	97
Gráfico N° 110. Planta de cimentación.....	97
Gráfico N° 111. Planta de cubiertas y emplazamiento.....	98
Gráfico N° 112. Planta general.....	98
Gráfico N° 113. Elevación frontal.....	99
Gráfico N° 114. Elevación posterior.....	99
Gráfico N° 115. Planta de cortes.....	100
Gráfico N° 116. Corte A-A.....	100
Gráfico N° 117. Corte B-B.....	101
Gráfico N° 118. Corte C-C.....	102
Gráfico N° 119. P. C. 1.....	103
Gráfico N° 120. P. C. 2.....	103
Gráfico N° 121. P. C. 3.....	103
Gráfico N° 122. P. C. 4.....	103
Gráfico N° 123. P. C. 5.....	103
Gráfico N° 124. P. C. 6.....	103
Gráfico N° 125. P. C. 7.....	104
Gráfico N° 126. P. C. 8.....	104

Gráfico N°127. P. C. 9.....	104
Gráfico N°128. P. C. 10	104
Gráfico N°129. P. C. 11	104
Gráfico N°130. P. C. 12	104
Gráfico N°131. P. C. 13	105
Gráfico N°133. P. C. 15	105
Gráfico N°132. P. C.14	105
Gráfico N°134. Análisis del corte A-A.....	108
Gráfico N°135. Zona 1	108
Gráfico N°137. Zona 3	108
Gráfico N°136. Zona 2	108
Gráfico N°138. Zona 4	108
Gráfico N°139. Análisis del corte B-B.....	109
Gráfico N°140. Zona 1	109
Gráfico N°141. Zona 2	109
Gráfico N°142. Zona 3	109
Gráfico N°143. Zona 4	109
Gráfico N°144. Análisis del corte C-C.....	110
Gráfico N°145. Zona 1	110
Gráfico N°146. Zona 2	110
Gráfico N°147. Zona 3	110
Gráfico N°148. Zona 4	110
Gráfico N° 150. Gráfica para el estudio de soleamientos	111
Gráfico N° 149. Zonas de estudio para el confort higro-térmico	111
Gráfico N° 151. Análisis Ecotect a 0 grados.....	112
Gráfico N° 152. Análisis de soleamientos (Fachada hacia el sur)	113
Gráfico N° 153. Análisis Ecotect a 45 grados.....	114
Gráfico N° 154. Análisis de soleamientos (Fachada hacia el sureste).....	115
Gráfico N° 155. Análisis Ecotect a 90 grados.....	116
Gráfico N° 156. Análisis de soleamientos (Fachada hacia el este)	117
Gráfico N° 157. Análisis Ecotect a 135 grados	118
Gráfico N° 158. Análisis de soleamientos (Fachada hacia el noreste)	119
Gráfico N° 159. Análisis Ecotect a 180 grados	120
Gráfico N° 160. Análisis de soleamientos (Fachada hacia el norte)	121
Gráfico N° 161. Análisis Ecotect a 225 grados	122
Gráfico N° 162 Análisis de soleamientos (Fachada hacia el noroeste).....	123
Gráfico N° 163. Análisis Ecotect a 270 grados	124

Gráfico N° 164 Análisis de soleamientos (Fachada hacia el oeste).....	125
Gráfico N° 165. Análisis Ecotect a 315 grados	126
Gráfico N° 166 Análisis de soleamientos (Fachada hacia el suroeste)	127
Gráfico N° 167. Perspectiva 1	130
Gráfico N° 169. Perspectiva 3	130
Gráfico N° 168. Perspectiva 2	130
Gráfico N° 170. Perspectiva 4	130
Gráfico N° 171. Vista frontal.....	131
Gráfico N° 173. Area verde frontal.....	131
Gráfico N° 172. Parqueadero	131
Gráfico N° 174. Sala 1	131
Gráfico N° 175. Sala 2	132
Gráfico N° 177. Cocina.....	132
Gráfico N° 176. Comedor.....	132
Gráfico N° 178. Estudio	132
Gráfico N° 179. Dormitorio pequeño 1.....	133
Gráfico N° 181. dormitorio principal 1	133
Gráfico N° 180. Dormitorio pequeño 2.....	133
Gráfico N° 182. Dormitorio principal 2	133
Gráfico N° 183. Lavandería 1	134
Gráfico N° 185. Lavandería 3.....	134
Gráfico N° 184. Lavandería 2.....	134

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Tabla de factores y parámetros que determinan el confort térmico.....	6
Tabla N° 2. Límites de humedad relativa de confort para temperaturas entre 10° y 45° C.	7
Tabla N° 3. Escala de Beaufort.....	8
Tabla N° 4. Tasas metabólicas para áreas típicas	9
Tabla N° 5. Valores de aislamiento de prendas para conjuntos típicos	10
Tabla N° 6. Ejemplos de acciones adaptativas	12
Tabla N° 7. Temperatura.....	24
Tabla N° 8. Precipitación y días de lluvia	25
Tabla N° 9. Radiación y horas de insolación al día	26
Tabla N° 10. Humedad relativa.....	26
Tabla N° 11. Nivel de cobertura del cielo	27
Tabla N° 12. Vientos	27
Tabla N° 13. Población por edad y sexo	28
Tabla N° 14. Tipo de vivienda.....	30
Tabla N° 15. Variables para usar el diagrama de Holdridge en la ciudad Cuenca.....	46
Tabla N° 16. Zonas de vida que influyen directamente en el área de estudio.....	47
Tabla N° 17. Zonas de vida que influyen en épocas de Calor o en zonas bajas.....	47
Tabla N° 18. Zonas de vida que influyen en épocas de frío o en zonas altas.....	47
Tabla N° 19. Estrategias de diseño pasivo para la envolvente inferior	50
Tabla N° 22. Porcentaje de reflectancia y absorción	80
Tabla N° 23. Características de transmisión de los cristales.....	83
Tabla N° 24. Absorción y emisividad de superficies.....	84
Tabla N° 25. Absorción y emisividad de superficies.....	89
Tabla N° 26. Tipos de vivienda social.....	92

Tabla N° 27. Cuadro de áreas.....	93
Tabla N° 29. Especificaciones del terreno	96
Tabla N° 30. Análisis del corte A-A.....	108
Tabla N° 31. Análisis del corte B-B	109
Tabla N° 32. Análisis del corte C-C.....	110
Tabla N° 33. Porcentaje anual de confort higro-térmico según las zonas de la vivienda (0 grados).....	112
Tabla N°34. Porcentaje anual de confort higro-térmico según las zonas de la vivienda (45 grados)	114
Tabla N°35. Porcentaje anual de confort higro-térmico según las zonas de la vivienda (90 grados)	116
Tabla N°36. Porcentaje anual de confort higro-térmico según las zonas de la vivienda (135 grados)	118
Tabla N°37. Porcentaje anual de confort higro-térmico según las zonas de la vivienda (180 grados)	120
Tabla N°38. Porcentaje anual de confort higro-térmico según las zonas de la vivienda (225 grados)	122
Tabla N°39. Porcentaje anual de confort higro-térmico según las zonas de la vivienda (270 grados)	124
Tabla N°40. Porcentaje anual de confort higro-térmico según las zonas de la vivienda (315 grados)	126
Tabla N°41. Comparación de casos.....	128
Tabla N°42. Presupuesto.....	128

RESUMEN

En la ciudad de Cuenca – Ecuador, el confort higro-térmico de las viviendas mínimas o de interés social suele ser menospreciado, ya que los proyectos se generalizan por una pobre imagen estética o no responden adecuadamente a las necesidades básicas del usuario; por el contrario, generan segregación socio-espacial y no benefician a los sectores más vulnerables o a la inversión del capital sin un mejoramiento significativo de la calidad de vida. Por lo tanto, para poder comprender y delimitar las estrategias de diseño pasivo de un modelo de vivienda mínima como prototipo sustentable y sostenible, con base en la bioclimática y que brinde confort higro-térmico en la ciudad de Cuenca, el estudio se enfocó en realizar un análisis de los factores ambientales, fisiológicos, socioculturales y legales de la ciudad, así como los parámetros medio ambientales y arquitectónicos que influyen directamente sobre las viviendas del cantón. También se comparó los proyectos habitacionales construidos en los últimos años por la Empresa Pública Municipal de Urbanización y Vivienda (EMUVI-EP), para saber las ventajas y desventajas que estas poseen, y poder generar estrategias de diseño pasivo acordes a las necesidades exclusivas de la ciudad mediante el uso de softwares como Climate consultant, Meteonorm y Ecotect. Se tomaron en cuenta los diferentes métodos de enfriamiento y calentamiento pasivo necesarios para cada una de las envolventes de la vivienda. Logrando así determinar los lineamientos base para ser utilizados en la programación arquitectónica de una vivienda que brinde el confort higro-térmico en la ciudad de Cuenca.

Palabras clave: DISEÑO PASIVO, VIVIENDA MÍNIMA, CONFORT HIGROTÉRMICO, ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS, ENVOLVENTES CONSTRUCTIVOS

ABSTRACT

In the city of Cuenca - Ecuador, the hygro-thermal for most elemental comfort of housing or for social interest is usually underestimated because projects are generalized by a poor aesthetic image or do not respond adequately to the user's essential needs; on the other hand, they cause socio-spatial segregation and do not benefit most vulnerable areas, the investment without a significant improvement in the quality of life. Therefore, to be able to understand and define passive design strategies of a elemental model housing as a sustainable prototype, based on bioclimatic and provide hygro-thermal comfort in the city of Cuenca the study was focused on an analysis of environmental, physiological, sociocultural and legal aspects of the city, as well as the environmental and architectural parameters that directly influence the housing in the canton. We also compared the housing projects built in recent years by the Municipal Public Company of Construction and Housing (EMUVI-EP). To distinguish the advantages and disadvantages that these have. And so, to be able to generate passive design strategies according to the unique needs of the city by using software such as Climate Consultant, Meteonorm and Ecotect. The different methods of cooling and passive heating necessary for each one of the enclosures of housing were considered. Being able to achieve and determine the basic guidelines to be used in the architectural programming of a home that provides the thermal-humid comfort in the city of Cuenca.

Keywords: PASSIVE DESIGN, MINIMUM HOUSING, HYGRO-THERMIC COMFORT, BIOCLIMATIC STRATEGIES, CONSTRUCTIVE SURROUNDINGS

INTRODUCCIÓN

En el Ecuador, el déficit cualitativo de la vivienda es alto según el Ministerio de Desarrollo Urbano y vivienda, esto se traduce en la falta de condiciones óptimas de habitabilidad de las personas, en especial de las que no cuentan con recursos económicos y deben habitar en viviendas construidas con materiales poco adecuados o baratos.

Es necesario tomar conciencia de la importancia del confort higro-térmico y las estrategias que de este se derivan; manejo del calor, la luz, el soleamiento, la ventilación, la humedad, el sonido en el espacio urbano; que son fuentes naturales de confort que disminuyen al máximo el uso de fuentes artificiales como luz eléctrica, calefacción, etc.

Esta concientización nos llevaría a una optimización de estos recursos, fuentes naturales que mejoran la calidad de vida dentro de una vivienda y por ende de las personas que en ellas habitan. Recursos que al parecer no son estudiados al momento de concebir una vivienda, en consecuencia el proyectista muchas de las veces se ve liberado de preocuparse en optimizar cada uno de ellos.

La estética cuando tiene una concepción errada suele pasar por alto la calidad de vida de un espacio arquitectónico, esto en el caso de muchas viviendas que al no tomar en cuenta estos factores se convierten en lugares inhabitables. A estos y muchos otros factores se debe el interés de mi estudio por plantear estrategias de diseño pasivo para brindar el confort térmico tan necesario en las viviendas, ya que debido a un mal diseño y mala elección de materiales para su construcción, la salud de sus habitantes puede ser amenazada, problema que no se presenta únicamente en la vivienda de clase media baja, sino en la mayoría de edificaciones. Por lo tanto nos enfocaremos en el estudio de viviendas de interés social ya construidas en la ciudad de Cuenca por parte del EMUVI.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las viviendas de interés social o mínimas, construidas en la ciudad de Cuenca por el EMUVI se hacen bajo un presupuesto ajustado, cumpliendo únicamente con la labor de entregar un techo donde vivir a las personas más necesitadas. Sin tener en cuenta los recursos del entorno donde ésta vivienda va a ser implantada.

El factor principal y determinante en tomar decisiones sobre el diseño de vivienda siempre es el clima, en búsqueda constante para equilibrar la relación entre ella y las condiciones óptimas de confort térmico. Hoy en día, la arquitectura no se puede desvincular de la eficiencia energética, que es un factor inevitable desde los principios de diseño. Para realizar propuestas de vivienda adecuada al entorno y conforme a su ubicación tanto de sitio como de implantación, más allá del necesario conocimiento de las condicionantes propias del lugar, como el clima, la orientación, los vientos dominantes y el régimen de lluvias, los materiales disponibles, etc. Además de esto, surgen cuestiones socioculturales que tienen que ver con la organización familiar, la relación entre sus miembros, el modo de uso de los espacios y la comprensión de la escala y proporciones de los mismos, que determinan el resultado final de la arquitectura de la vivienda como producto.

Esta falta de criterio en la construcción trae consigo una serie de problemas que padecen sus usuarios, estos problemas son enfermedades como gripes, alergias, entre otras, además no permite realizar las labores cotidianas de una manera adecuada.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Comprender y delimitar las estrategias de diseño pasivo de un modelo de vivienda mínima como prototipo sustentable y sostenible, con base en la bioclimática que brinde confort higro-térmico adaptado al clima de la ciudad de Cuenca.

Objetivos Específicos

- Realizar el levantamiento de información bibliográfica, referencias teóricas, conceptuales y técnicas que contextualicen el ámbito de estudio y sus antecedentes.
- Hacer un análisis del área de estudio, que brinde información actualizada sobre los problemas que influyen en las viviendas de interés social de la ciudad de Cuenca.
- Aplicar estrategias y posibles soluciones de diseño pasivo, al momento de implantar un modelo de vivienda mínima modular adaptado al clima de la ciudad de Cuenca, con la ayuda de softwares y estudios realizados en viviendas de este tipo.

MARCO TEÓRICO

Según los textos internacionales sobre Derechos Humanos, la vivienda adecuada es aquella que contempla la tenencia segura, la accesibilidad a los servicios, los materiales y la infraestructura, la asequibilidad, la habitabilidad, la localización y la adecuación a la cultura del lugar. (Camino, 2012). Por lo tanto, se debe comenzar por hacer un acercamiento al concepto de vivienda y hábitat, con la disposición de los artículos constitucionales de la República del Ecuador los mismos que constan en: Título II.- Capítulo II.- Sección Sexta. - Hábitat y Vivienda. Art. 30.- Las personas tienen derecho a un hábitat seguro y saludable y a una vivienda adecuada y digna, con independencia de su situación social y económica.

Entonces se debe tener en consideración el estrato social para el que se va a construir, el entorno que influye sobre este y el tipo de construcción que se debería adoptar para satisfacer las necesidades y el confort de sus habitantes según la localización geográfica de la edificación.

Estrato social / clase social.

A lo largo del tiempo han surgido las clases sociales, las cuales se han encargado de dividir y clasificar los grupos de personas, por su estrato social, condición cultural, nivel de vida y el más delicado, el nivel económico.

Por lo tanto se procura hacer que esta investigación proponga, abolir las diferentes condiciones de la gente o sociedad que habita un lugar, para así proponerle al ciudadano un espacio de múltiple reconocimiento, donde todas estas actuales concepciones se conviertan en la ruptura de paradigmas socio-culturales, que impulsen a relacionarnos sin estigmas, ni prejuicios; ya que somos una sola raza y porque en la recreación o práctica de un deporte desaparecen las clases sociales o estratos económicos.

Vivienda

La Ley orgánica de ordenamiento territorial, uso y gestión del suelo, dice que: la vivienda de interés social (VIS) es aquella destinada a la población de bajos ingresos y grupos de atención prioritaria. Y que los programas de este tipo de viviendas se implementarán en suelo urbano dotado de infraestructura y servicios necesarios para servir a la edificación, con acceso a transporte público, y que promueva la integración socio-espacial de la población mediante su localización preferente en áreas consolidadas de las ciudades. (Camino, 2012).

Es reconocido por profesionales y especialistas en el área de construcción que la falta de criterios energéticos aplicados al diseño arquitectónico contemporáneo no genera más que empobrecimiento y degradación en su habitabilidad, como consecuencia directa para el caso de ciudadanos y sectores empobrecidos o de manera indirecta para el caso de ciudadanos con más recursos pero sin conciencia global. (Villalobos, 2008).

De este modo se vienen determinando estos factores que dejan a la vista otras cuestiones técnicas que no serán un obstáculo, sin el trabajo riguroso de estudio, la documentación y análisis previo de las características de la arquitectura local y la comprensión de sus rasgos culturales propios no son tomados en cuenta. (Camino, 2012).

Para poder ajustar el diseño arquitectónico a las características de cada lugar, es necesario definir los parámetros climáticos medios correspondientes a la zona del planeta en la que nos encontramos, los cuales nos proporcionaran una primera aproximación a escala regional, para ir posteriormente bajando de escala hasta el entorno inmediato a la parcela estudiada. (Monterde, 2014).

Confort térmico

El confort térmico se define en la norma ISO 7730, (2015) como “Esa condición de la mente en la que se expresa la satisfacción con el ambiente térmico” (p. 19). Es una de las definiciones en las que la mayoría de las personas podemos estar de acuerdo, pero es una definición que no se traslada fácilmente a parámetros físicos por ser solo cuestión de percepción.

Entre los propósitos fundamentales de la construcción, particularmente en las viviendas, es proveer de adecuadas, estables y permanentes condiciones de habitabilidad a sus habitantes. Actualmente los requerimientos de habitabilidad deben ser enfocados en el confort térmico, condición básica e imprescindible para la actividad humana. El confort higro-térmico está definido como aquel estado en que las personas expresan satisfacción con el ambiente que lo rodea, sin preferir condiciones de mayor o menor temperatura. (Espinosa y Cortés, 2015). El confort ambiental es el conjunto de condiciones ambientales aceptadas por las personas para el desarrollo de sus actividades habituales. Depende de cuestiones climáticas, pero también del usuario (aspectos fisiológicos, culturales y psicológicos). Si bien es posible establecer una medida de las condiciones de confort, se reconoce que no son absolutas y dependen de la apreciación personal. (Espinosa y Cortés, 2015).

JUSTIFICACIÓN

El derecho a una vivienda adecuada está reconocido en el artículo 25 de la Declaración de los Derechos Humanos de la ONU, en La Constitución Ecuatoriana y el Plan Nacional del Buen Vivir. Según los textos internacionales sobre Derechos Humanos, la vivienda adecuada es aquella que contempla la tenencia segura, la accesibilidad a los servicios, los materiales y la infraestructura, la asequibilidad, la habitabilidad, la localización y la adecuación a la cultura del lugar. Por lo tanto una vivienda debe brindar a sus habitantes algo más que cuatro paredes y un techo, debe considerarse el entorno y los elementos que la componen para que brinden el confort adecuado al espacio donde esté implantada.

La construcción de la vivienda de interés social en el Ecuador tiene una metodología errónea al implementar la misma tipología en todo el país, en cuanto a su materialidad y forma, ya que nuestro país cuenta con varias zonas climáticas, las que tienen condiciones diferentes que debemos tomar en cuenta dentro del ámbito de la arquitectura, punto muy importante a considerar si se quiere brindar confort térmico.

La importancia de investigar sobre el confort térmico en la vivienda permitirá tomar decisiones adecuadas tanto en el diseño como en la elección de sus materiales, para de esta manera en un futuro hacer cambios en la construcción de las mismas, ya que por ser viviendas de bajos recursos económicos o vivienda social no significa que tenga que ser mal construida, convirtiéndose en una fuente de enfermedades, y en lugar de contribuir con la comunidad estamos provocando problemas sociales y medioambientales.

Con todos estos aspectos nace esta propuesta de plantear estrategias de diseño con la disposición de fundamentar la vivienda de interés social en la ciudad de Cuenca desde la tipología y el manejo de los materiales que se utilizan dentro de los proyectos del EMUVI y el carácter de esta vivienda mínima y un buen manejo constructivo que sea fácilmente adaptable a la zona de expansión urbana de la ciudad de Cuenca

CAPÍTULO 1

ANTECEDENTES



1.1. Introducción

El presente capítulo está enfocado en hacer la recopilación de información bibliográfica y física que aporten a la solución de la problemática planteada.

Tomando como punto de partida entender de qué trata la arquitectura bioclimática y el confort higro-térmico, detallando cada uno de los factores y parámetros ambientales, fisiológicos, socioculturales y arquitectónicos que intervienen en el estudio de las estrategias de diseño. A su vez que, se define el área de intervención delimitándola espacialmente para hacer un levantamiento de información del clima con los factores y parámetros, que actúan directamente sobre la zona, así como sus aspectos demográficos y de vivienda. Para concluir haciendo una delimitación del ámbito legal que interactúa directamente sobre el lugar y tipo de estudio que se realiza.

1.2. Arquitectura bioclimática

Para definir la arquitectura bioclimática, se hará referencia a Dolores García, donde dice que:

la arquitectura bioclimática, puede definirse como la arquitectura diseñada sabiamente, para lograr un máximo confort dentro del edificio con el mínimo gasto energético. Para ello aprovecha las condiciones climáticas de su entorno, transformando los elementos climáticos externos en confort interno, gracias a un diseño inteligente. (...) Durante la fase de diseño del edificio, es importante contemplar todos los elementos en su conjunto: estructuras, cerramientos, instalaciones, revestimientos, etc., dado que carece de sentido conseguir un ahorro energético en determinada zona y tener pérdidas de calor en otra. (...) Ya que no va a funcionar adecuadamente, un edificio que no se conciba como un todo global. Por ejemplo, los elementos estructurales o de cerramiento pueden ser a la vez, acumuladores de calor o reguladores de la radiación solar. (García, 2017, p. 2)

Por lo tanto, para llegar a una integración armónica de la vivienda con el medio ambiente, se requiere manejar un sin número de variables de tipo ambiental, climático, social, científico, económico y técnico, donde convergen varias disciplinas. Para ello, es necesario buscar una metodología de arquitectura bioclimática con el fin de facilitar, no sólo el análisis de información, como generalmente se hace, sino todo el proceso de diseño, poniendo particular énfasis en las etapas de conceptualización arquitectónica global y de detalle, así como las etapas de evaluación de las propuestas. Es decir, que si bien la metodología de diseño bioclimático tiene una gran carga científica y técnica, no deben dejarse de lado los aspectos creativos. Entonces propone una metodología desarrollada y complementada para satisfacer los requerimientos particulares de docencia e investigación en Arquitectura Bioclimática. (Fuentes, s.f)

En el Gráfico N° 1 se encuentra diagramado cada uno de los pasos a seguir para que el proyecto se encamine a una arquitectura bioclimática.



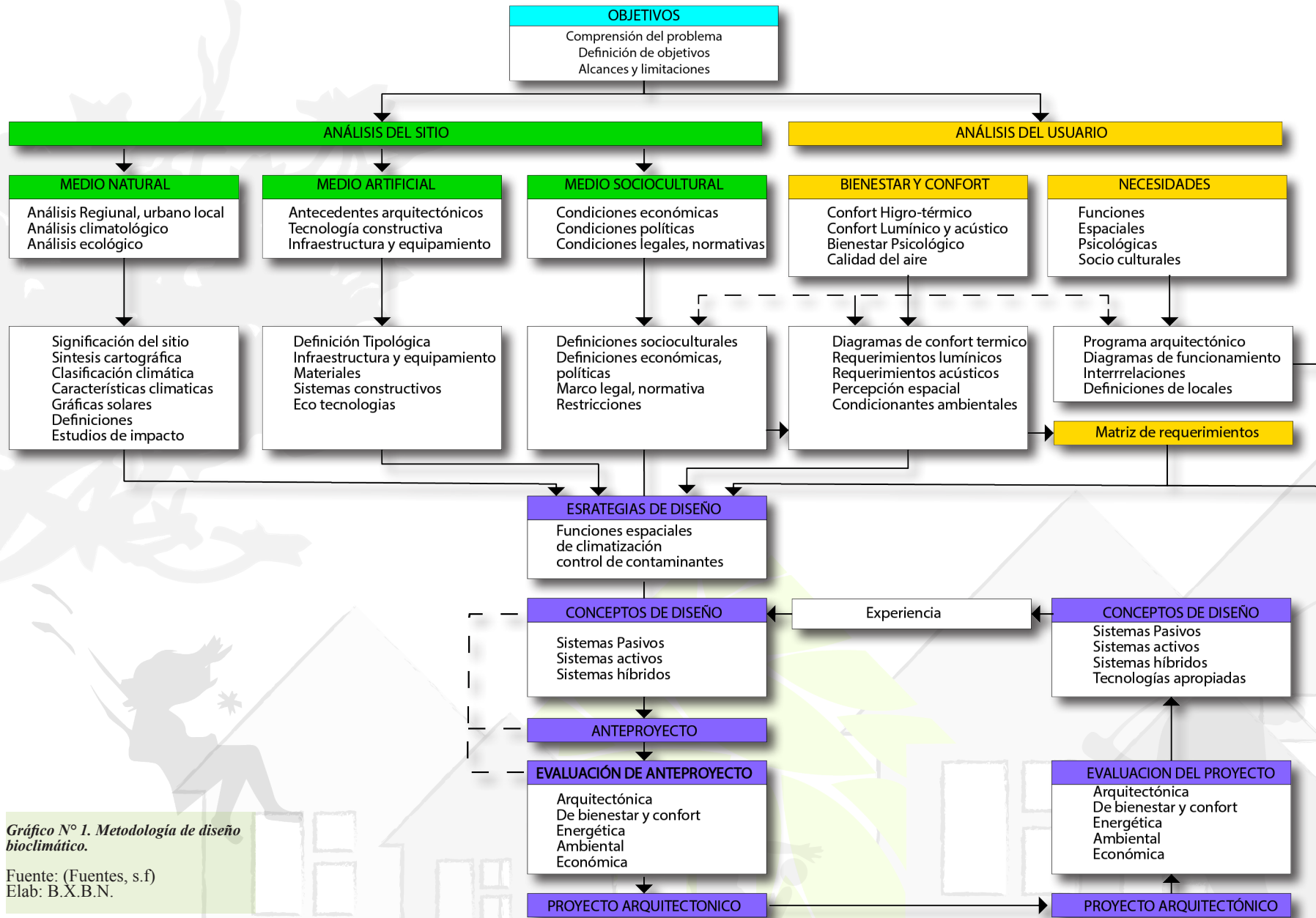


Gráfico N° 1. Metodología de diseño bioclimático.

Fuente: (Fuentes, s.f)
Elab: B.X.B.N.

1.3. Confort Higo-Térmico

El Confort Higo-Térmico se define en la Norma ISO 7730 como “Esa condición de mente en la que se expresa la satisfacción con el ambiente térmico y humedad del ambiente”. (Chávez, 2002)

Es por ello, que no es posible brindar confort a todos los usuarios de un recinto, porque hay grandes variaciones, fisiológicas y psicológicas, de persona a persona. Es difícil satisfacer a todos en un espacio. La condición ambiental requerida para la comodidad, no es lo mismo para todos, ya que depende de la actividad, del estado de ánimo del individuo. (Salas, 2017)

El confort se puede estudiar, tanto en lo arquitectónico como en lo urbanístico, a pesar de que los mismos estén relacionados, su aplicabilidad es diferente. En la arquitectura bioclimática, se trata de aprovechar el clima y las condiciones del entorno, a fin de llegar a dicho confort en su interior. También se trata de jugar con el diseño y los elementos básicos de la arquitectura, sin la necesidad que sean complejos. Una de las herramientas con las que se puede jugar es la ubicación, ya que es difícil realizar un proyecto, si las condiciones

no están bien estudiadas, por ejemplo: obstrucciones solares, exposiciones al viento, malas orientaciones. En dicho caso, estas condiciones dependerían del ámbito urbanístico. En la arquitectura, los edificios son barreras a la lluvia, viento y también pueden ser filtros sutiles a la luz y al calor.

El confort térmico tiene como objetivo, brindar parámetros referentes, para así poder valorar las condiciones micro climáticas de un espacio y determinar si son adecuados térmicamente para el uso del ser humano. Para esto se necesita de ciertos factores y parámetros de confort. (Pesantes, 2012)

Al considerar el confort de un ambiente, se deberán tener en cuenta simultáneamente los estímulos que llegan al ocupante por los diferentes sentidos y especialmente, desde el punto de vista arquitectónico, por la vista, el oído y la sensación térmica. Está demostrado que existen influencias de distintos tipos, entre las percepciones de los diferentes sentidos, por lo que el análisis independiente puede llevar a errores graves en la valoración de la comodidad de un espacio determinado. (Serra y Coch, 1995)



Tabla N° 1. Tabla de factores y parámetros que determinan el confort térmico.

FACTORES	Ambientales	Exteriores	Temperatura del aire
			Temperatura radiante
			Humedad relativa
			Velocidad del aire
	Personales	Fisiológicos y contributivos	Sexo
			Edad
			Tasa de metabolismo
			Estado de salud
			Intercambio de calor por ingestión de alimentos.
			Historial térmico
			Tiempo de permanencia
	Socioculturales y psicológicos		Variabilidad temporal y espacial de los estímulos físico ambientales
			Tipo de vestimenta
Expectativas de confort			
PARÁMETROS	Ambientales	Interiores	Contacto visual con el exterior
			Temperatura del aire
			Temperatura radiante
			Humedad relativa
	Arquitectónicos	Adaptabilidad del espacio	Velocidad del aire
			Movilidad del ocupante dentro del espacio
			Modificación de elementos y dispositivos de control ambiental

Fuente: (Serra y Coch, 1995) Elab: B.X.B.N

1.3.1. Factores y parámetros que determinan el confort Térmico

Para definir las variables que se incluye en el modelo de la zona de confort térmico, se planteará un método que se usa para evaluar cada una de ellas y como se integrarán en el modelo. “Estas variables se clasificarán en factores y parámetros. Esta clasificación se hace desde el punto de vista del diseñador del espacio” (Serra y Coch, 1995,p. 119). (ver Tabla N° 1)

1.3.2. Factores

Según Chaves, (2002) “Los factores serán las variables que no dependen del diseñador, sino que son dadas por las condiciones climáticas del lugar y por las características del usuario” (p. 46).

1.3.2.1. Factores ambientales exteriores

Los factores ambientales exteriores, son las variables que definen las características físicas del ambiente exterior de un edificio, es decir, el clima local.

1.3.2.1.1. Temperatura del aire

“Para que una persona se sienta confortable en su hogar, la temperatura del aire debe estar entre 18 y 25 °C, dependiendo del vestuario y la actividad que desarrollen en ella” (García, 2017, p. 11).

1.3.2.1.2. Temperatura radiante

Junto con la temperatura, la radiación afecta enormemente la sensación térmica del organismo, incluso algunos estudios recientes sugieren que la temperatura radiante es más significativa que la temperatura del aire. Esto es fácil de entender si imaginamos estar en un ambiente con aires fríos, pero expuestos a la radiación del sol o a la emitida por una chimenea o fogata. (Fuentes Freixanet, s.f, pág. 62)

1.3.2.1.3. Humedad Relativa

En la zona de confort térmico ideal el rango de la humedad relativa variará según la oscilación de la temperatura, para cada temperatura se ha asignado una humedad relativa óptima que se ha tomado de la gráfica de confort de Fanger, La humedad relativa del aire debe estar entre el 30 y el 70%. (Castejón, 2017) (Ver Tabla N°2)

Tabla N° 2. Límites de humedad relativa de confort para temperaturas entre 10° y 45° C.

t	HR+	HR-	t	HR+	HR-
10	75	65	23	75	25
11	75	65	24	60	25
12	75	65	25	57	25
13	75	65	26	53	25
14	75	65	27	50	25
15	75	60	28	47	25
16	75	55	29	45	25
17	75	49	30	45	25
18	75	43	31	45	25
19	75	25	32	45	25
20	75	25	33	45	25
21	75	25	34	45	25
22	75	25	35	45	25

Fuente: (Castejón, 2017) Elab: B.X.B.N.



1.3.2.1.4. Velocidad del aire

El aire en movimiento aumenta la sensación de frío. Cuando estamos en reposo a temperatura media, por lo general cualquier corriente de aire es molesta. La velocidad del aire en el interior de una vivienda, debería ser de 0.1 m/seg. en épocas frías, y puede llegar hasta 0.3 m/seg en épocas cálidas, para favorecer la refrigeración. (García, 2017)

La velocidad del viento se puede categorizar según la Escala de Beaufort, basada principalmente en el estado del mar, sus olas y la fuerza del viento. (Ver Tabla N° 3)

1.3.2.2. Factores fisiológicos o contributivos

Los factores personales, son las características del ocupante del espacio a analizar, éstos definen las particularidades físicas del individuo como, edad, sexo, complexión física, tipo de actividad que desarrolla en el espacio, tipo de vestimenta que porta, historial térmico, tiempo que permanecerá en el espacio, expectativas que se

Tabla N° 3. Escala de Beaufort			
Numero Beaufort	Velocidad km/h	Denominación	Efectos en la tierra
0	0 a 1	Calma	Calma, el humo asciende verticalmente
1	2 a 5	Ventolina	El humo indica la dirección del viento
2	6 a 11	Flojito (Brisa muy débil)	Se mueven las hojas de los árboles, empiezan a moverse los molinos.
3	12 a 19	Flojo (Brisa débil)	Se agitan las hojas, ondulan banderas
4	20 a 28	Bonancible (brisa moderada)	Se levanta polvo y papeles, se agitan las copas de los árboles.
5	29 a 38	Fresquito (Brisa fresca)	Pequeños movimientos de los árboles, superficie de los lagos ondulada.
6	39 a 49	Fresco (Brisa fuerte)	Se mueven ramas de árboles, dificultad para mantener abierto el paraguas.
7	50 a 61	Frescachón (viento fuerte)	Se mueven los árboles grandes, dificultad para andar contra el viento.

Fuente: (García, 2017) Elab: B.X.B.N.

tienen sobre el nivel de confort que puede proveer el espacio y la ingestión de bebidas y alimentos calientes o fríos que puedan influir en la obtención un mayor confort térmico. Por lo tanto se consideran los valores metabólicos MET y de vestimenta CLO que están debidamente normados según los requerimientos de las personas. (Chávez, 2002)

1.3.2.2.1. Metabolismo

La actividad muscular de una persona, es la que determina la cantidad de energía que producirá el metabolismo, es por esto, que al metabolismo se le considera como el motor del cuerpo.

Se considera que el metabolismo se encuentra en el más bajo nivel cuando dormimos; y, se encuentra al máximo, cuando realizamos actividades deportivas, es decir, exigimos a nuestro cuerpo al máximo. Dividiéndose en actividades como descanso, caminar, actividades de oficina, actividades de conducción, y actividades como ocupacionales, diversión y ocio.

“También se puede decir que, cuando se realiza un trabajo de oficina, se lo puede catalogar como una actividad normal, pero cuando se realizan actividades como el de una ama de casa, se lo cataloga como actividad intensa” (Salas, 2017, p. 48).

En la tabla N° 4 se presentan niveles metabólicos según las actividades.

Tabla N° 4. Tasas metabólicas para áreas típicas		
Actividad	MET unidades	Tasa Metabólica
DESCANSADO		
Dormido	0.7	40
Reclinado	0.8	45
Sentado tranquilo	1.0	60
De pie, relajado	1.2	70
CAMINAR (EN SUPERFICIE NIVELADA)		
0,9 m/s, 3,2 km/h, 2,0 mph	2.0	115
1,2 m/s, 4,3 km/h, 2,7 mph	2.6	150
1,8 m/s, 6,8 km/h, 4,2 mph	3.8	220
ACTIVIDADES DE OFICINA		
Sentado, leyendo o escribiendo	1.0	60
Mecanografía	1.1	65
Presentación de pie	1.4	80
Elevación / embalaje	2.1	120
CONDUCCIÓN / VUELO		
Automóvil	1.1-2.0	60-115
Vehículo pesado	3.2	185
DIVERSAS ACTIVIDADES OCUPACIONALES		
Cocina	1.6-2.0	95-115
Limpieza de casa	2.0-3.4	115-200
TRABAJO DE MAQUINA		
Costura	1.8	105
Trabajo de pala	4.0-4.8	235-280
DIVERSIÓN, ACTIVIDADES DE OCIO		
Bailar, social	2.4-4.4	140-225
Calistenia/ ejercicio	3.0-4.0	175-235
Tenis, individual	3.6-4.0	210-270
Baloncesto	5.0-7.6	290-440
Lucha libre competitiva	7.0-8.7	410-505

Fuente: (Salas, 2017) Elab: B.X.B.N.



Tabla N°5. Valores de aislamiento de prendas para conjuntos típicos

Descripción de la ropa.	CLO
Pantalones	
Pantalones, camisa manga corta.	0.57
Pantalones, camisa manga larga.	0.61
Chaqueta de traje.	0.96
Chaqueta de traje con chaleco y camiseta	1.14
Chaqueta de traje con suéter manga larga y camiseta	1.01
Chaqueta de traje, pantalones largos de ropa interior.	1.30
Faldas / Vestidos	
Falda hasta la rodilla, camisa de manga corta, sandalias.	0.54
Falda hasta la rodilla, camisa manga larga, traje completo.	0.67
Falda hasta la rodilla, camisa manga larga, medio traje, chaqueta de traje.	1.10
Falda hasta el tobillo, camisa manga larga, chaqueta de juego	1.10
Pantalones cortos	
Pantalones cortos, camisa manga corta.	0.36
Traje de trabajo	
Trajes de manga larga, camiseta.	0.72
Trajes de trabajo, manga larga, camiseta.	0.89
Trajes aislados, tops y parte interior termales	1.37
Atlético	
Pantalones de sudor, sudadera de manga larga	0.74
Ropa de dormir	
Top de pijama de manga larga, pantalones largos de pijama, traje corto de 3/4	0.96

Fuente: (Salas, 2017) Elab: B.X.B.N.

1.3.2.2.2. Vestimenta

La vestimenta interviene como aislante al paso del calor, reduciendo las pérdidas de calor del cuerpo. A la vestimenta se la clasifica según su grado de aislamiento que tiene cada prenda de vestir. Por esta razón existen tablas que nos proporcionan el valor de cada prenda, esto es muy útil, si se quiere tener un valor del aislamiento muy cercano a la realidad. El Clo se utiliza para medir el aislamiento de la ropa.

Para tener una valor de Clo cero, una persona debe estar desnuda, mientras que una persona puesta un traje típico de negocio tiene un valor de 1 Clo (Ver tabla N° 5).

Cuando se calcula el aislamiento de una persona y esta está sentada o recostada, es necesario que se considere el asiento o cama, debido a que éste también brinda aislamiento a la persona. (Salas, 2017)

1.3.2.3. Factores Socioculturales y Psicológicos

Los factores se refieren a la percepción global que tiene el cerebro de toda la información sensorial que recibe del medio ambiente; ésta es analizada y procesada en función de la información residente (conocimiento y experiencias), de tal forma que el individuo responderá de una u otra manera, expresando satisfacción o desagrado ante los estímulos ambientales. Evidentemente los aspectos psicológicos están involucrados en todos los medios de percepción descritos anteriormente además de muchos otros factores determinantes del comportamiento humano. Todos ellos interactúan entre sí estableciendo una red sumamente compleja, es por ello que son analizados de manera independiente. (Fuentes, s.f, pág. 73)

Es curioso como los aspectos psicológicos interactúan con los factores térmicos, lumínicos, acústicos y olfativos; por ejemplo, el disconfort fisiológico térmico y lumínico, puede ser compensado a través de los factores visuales involucrados en el diseño de los espacios, tales como el manejo de los colores, texturas, espacios, volúmenes, vacíos, macizos, etc. (Fuentes, s.f)

1.3.3. Parámetros

Los parámetros serán aquellas variables que son decididas por el diseñador; como son, las ambientales y arquitectónicas en las que se tendrá un mayor énfasis para la adaptabilidad de las personas con el espacio.

1.3.3.1. Parámetros ambientales interiores

Son los parámetros que tendrá que fijarlos el diseñador, para que cumplan los niveles mínimos de confort para los ocupantes, según las condiciones tratadas en el punto 1.3.2.1

1.3.3.2. Parámetros arquitectónicos.

Los parámetros arquitectónicos, se refieren a las características del edificio, que influyen en la percepción del ambiente térmico por el usuario y que modificándolos se puede llegar a cambiar el microclima que rodea al ocupante, como por ejemplo, los aspectos funcionales y de diseño del edificio y de dispositivos como ventanas, cortinas, persianas, parasoles, ventiladores, salidas de aire acondicionado etc.



1.3.3.2.1. Adaptabilidad del espacio

Se refiere a las posibilidades que tiene el ocupante de variar el microclima del sitio particular en el que se encuentra dentro del edificio, mediante la modificación y manipulación de los elementos arquitectónicos y mecánicos que pueden influir en el domo-clima. (Chávez, 2002)

La adaptabilidad del espacio, es un parámetro muy complejo, debido al número tan grande de variantes que puede dar la combinación de las distintas estrategias de adaptación del usuario en el espacio y el número igualmente enorme de microclimas que se pueden generar en el interior de un edificio. Además, la influencia psicológica que tiene sobre el ocupante, el hecho de poder interactuar con el edificio para obtener el confort ambiental, que al ser algo tan subjetivo es difícil de evaluar y cuantificar. (Chávez, 2002)

Es por ello que, cualquier acción que se realice en el espacio puede tener varias sensaciones dependiendo de las personas que las perciban como en los ejemplos expuestos en la tabla N° 6.

Tabla N°6. Ejemplos de acciones adaptativas	
Acción	Efectos
Posición del ocupante en el espacio.	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar o buscar un flujo de aire aumenta pérdida de calor por convección. • Colocarse en un área en la que incide la radiación solar, aumenta las ganancias de calor por radiación. • Colocarse cerca o lejos de una fuente de calor como radiadores, convectores, muros expuestos a radiación solar, etc.
Abrir o cerrar ventanas o ventillas.	<ul style="list-style-type: none"> • Aumenta el flujo de aire y el intercambio de calor entre el interior y el exterior, reduce o aumenta la temperatura del aire en el interior.
Orientación de ventilación.	<ul style="list-style-type: none"> • Dirigir el flujo de aire para que incida o no sobre el ocupante.
Control de parasoles.	<ul style="list-style-type: none"> • Controlar el área de incidencia de la irradiación solar
Fuente: (Chávez, 2002) Elab: B.X.B.N	

1.3.4. Modos de transmisión de calor

El calor se transmite de varias formas ya que es una energía que sale de los cuerpos calientes y se transmite a los fríos. por ejemplo, en un edificio nunca entra el frío, sino que sale el calor del interior hacia el exterior. (García, 2017) (Ver Grafico N° 2)

1.3.4.1. Por conducción

El calor se transmite de molécula a molécula, sin que éstas se desplacen. Es el modo en que se calienta una cucharilla fría que

metemos en el café caliente, una barra de metal, o una sartén que ponemos en contacto con la llama. Los seres humanos transmitimos calor de este modo a la ropa y al aire que están en contacto con nuestra piel. (García, 2017)

1.3.4.2. Por convección

El calor se transmite desde las moléculas de un cuerpo caliente a las moléculas de un fluido en movimiento. Es el modo en que un radiador calienta el aire de una habitación, puesto que el aire al calentarse se dilata, baja su densidad, se eleva y otro aire frío más denso pasa a ocupar su lugar tocando al radiador. También sucede al calentar agua en una cacerola con la llama debajo de ella. Podemos ver las corrientes de convección muy fácilmente. (García, 2017)

1.3.4.3. Por cambio de estado

1.3.4.3.1. Por evaporación

Un líquido para evaporarse, necesita una cantidad de calor que capta del ambiente. Todos hemos experimentado en días

calurosos, cómo podemos refrescarnos mojándonos la piel. El agua al evaporarse nos roba calor y nos sentimos más frescos. (García, 2017)

1.3.4.3.2. Por Condensación

Un gas posee una cantidad de calor que obtuvo al convertirse de líquido en gas. Este calor lo devuelve cuando se enfría y se convierte de nuevo en líquido. Todos hemos observado en las mañanas frías, cómo el vapor de agua que contenía el aire de nuestra habitación se ha condensado en el cristal de la ventana. (García, 2017)

1.3.4.4. Por radiación

Es una transmisión de calor a través de ondas electromagnéticas. No necesita un soporte material, ya que las radiaciones electromagnéticas se transmiten en el vacío. Es el modo por el que llega hasta nosotros el calor del Sol. Nosotros también transmitimos calor por radiación. (García, 2017)

- **Radiación directa:** es aquella que proviene directamente del sol. (Hernandez, 2017)



- **Radiación difusa:** es aquella que proviene de la atmósfera, por dispersión de parte de la radiación solar en ella. (Hernandez, 2017)
- **Radiación reflejada:** es aquella que proviene rebotada de la superficie terrestre. La cantidad de este tipo de radiación, depende del llamado coeficiente de reflexión de la superficie. (Hernandez, 2017)

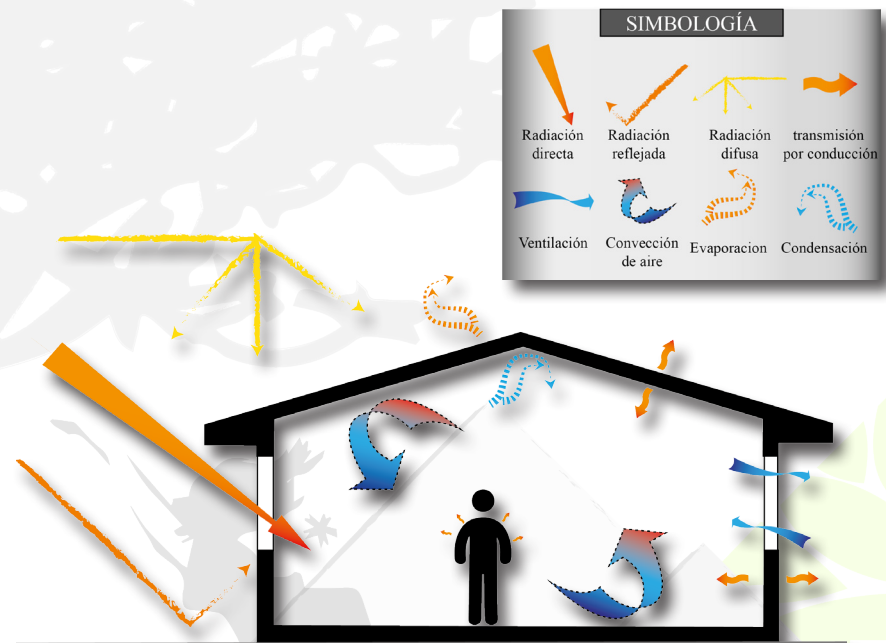


Gráfico N° 2. Modos de transmisión de calor.

Fuente: B.X.B.N.
Elab: B.X.B.N.

1.3.5. Integración de la vivienda al lugar

Debemos considerar el conjunto casa-lugar, como un todo indivisible. La planificación de la casa y su entorno debe hacerse simultáneamente, cada metro cuadrado de terreno es tan importante como el metro cuadrado edificado. En realidad, debería considerarse el espacio al aire libre como una estancia más de la vivienda y crear espacios de transición intermedios como patios y veredas. (García, 2017) (Ver Gráfico N° 3)

1.3.5.1. El asentamiento

Es frecuente colocar la vivienda en el lugar que nos parece más hermoso de la parcela, sin darnos cuenta de que una vez que hayamos ocupado el sitio con ladrillos y hormigón, es muy probable que ese espacio haya perdido su encanto. El lugar debe ser escuchado, sentido, percibido en todos sus aspectos, antes de comenzar el diseño de la edificación. Solo así podremos darnos cuenta, cuál es el lugar adecuado para desarrollar cada una de nuestras actividades: lugares para pasear, para estar, para dormir, para cocinar. (García, 2017)

1.3.5.2. La forma

Solamente cuando se hayan trazado los diferentes espacios sobre el croquis del lugar, empezará a tomar forma la futura edificación. Si hemos analizado el sitio, el diseño se adaptará al terreno como un guante en la mano. La armonía con el paisaje, será mayor si se utilizan los materiales propios del lugar. La forma resultante, debe permitir hacer un buen acopio de la radiación solar en verano, eludir los vientos de invierno y proporcionar la adecuada ventilación y frescura en verano. (García, 2017, p. 5)

1.3.5.3. La relación con la superficie

Será fruto del paisaje y el clima. En un solar inclinado se puede llevar a cabo un diseño en dos niveles colocado en la ladera. En lugares áridos y de clima continental, puede ser muy útil desde el punto de vista climático plantearse una construcción semienterrada. (García, 2017)

1.3.5.4. Protección frente al medio

El control climático del interior de la vivienda, necesita ser apoyado y propiciado por el adecuado diseño y utilización del terreno circundante. “El espacio al aire libre nos puede proporcionar un microclima confortable y una relación necesaria y gratificante con la naturaleza” (García, 2017, p. 6).

1.3.5.5. La radiación solar

En invierno se necesita hacer acopio de la misma y en verano aislarnos de ella. Por ello se deben buscar mecanismos para permitir su entrada en los días fríos y evitarla en tiempo de calor. Además de los elementos puramente constructivos como voladizos, podemos utilizar árboles y plantas trepadoras de hoja caduca, que en invierno dejan pasar los rayos del sol y en verano proporcionan sombra. (García, 2017)



1.3.5.6. Vientos

Los fríos vientos de invierno, pueden frenarse con pantallas de setos y árboles de hoja caduca. Si el terreno es irregular, pueden aprovecharse los desniveles del mismo para construir la casa en un espacio abrigado orientado al Sur. La forma de la cubierta puede diseñarse más baja por el lado de incidencia de los vientos, de modo que resbalen sobre ella sin dejar pared expuesta a los vientos. En zonas secas y frías se puede construir una vivienda semienterrada. (García, 2017)

1.3.5.7. Ruidos

Las calles, carreteras o vecinos poco cuidadosos, pueden hacer necesario la construcción de pantallas acústicas. Existen elementos prefabricados, que no quedará más remedio que colocar cuando no se dispone de espacio, pero es mucho más agradable e incluso da mejores resultados la ubicación de una barrera vegetal, formada por árboles y setos de hoja caduca, plantados de modo que ofrezcan una curva ascendente. (García, 2017)

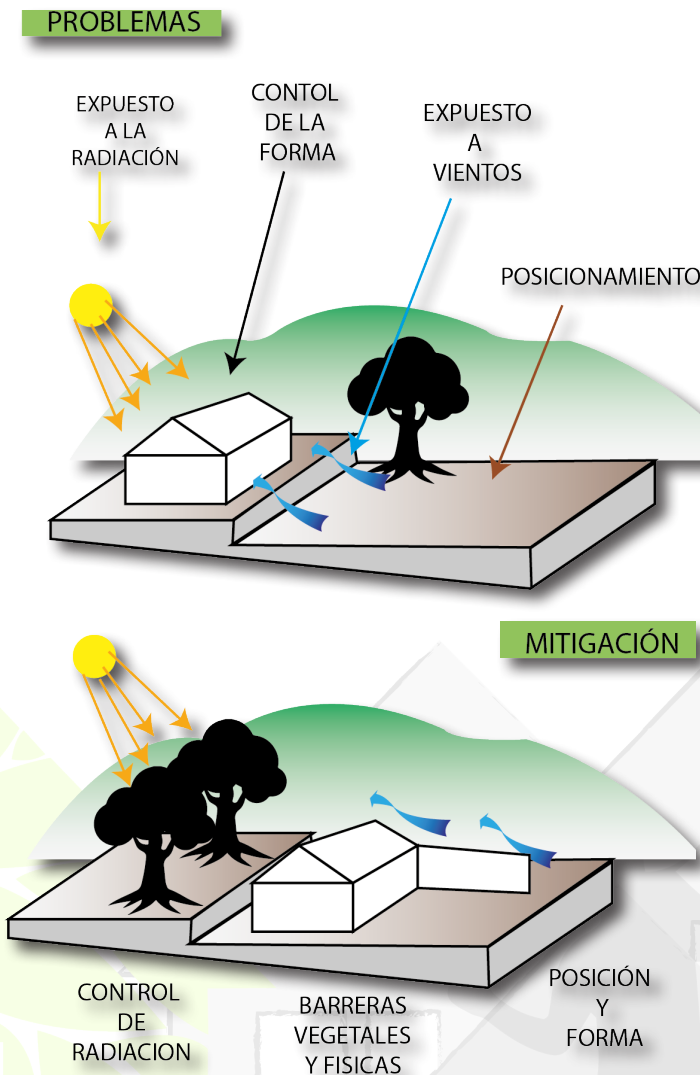


Gráfico N° 3. Integración de la vivienda al lugar.

Fuente: B.X.B.N.
 Elab: B.X.B.N.

1.3.6. Medio ambiente

Según la definición de Goffin (1984) dice que:

El medio Ambiente es el sistema dinámico definido por las interrelaciones físicas, biológicas y culturales, percibidas o no, entre el hombre y los seres vivos y todos los elementos del medio, ya sean naturales, transformados o creados por el hombre en un lugar y tiempo determinados. (p.20)

Si bien es cierto que el medio ambiente está integrado por todos los elementos y variables que lo componen, por razones prácticas suele dividirse en:

- Medio ambiente natural: El cual incluye todos los elementos bióticos y abióticos en los que no interviene el hombre.
- Medio ambiente social o humano: El medio en el que se desarrolla el hombre y que incluye factores sociales, culturales, políticos, económicos, etc.
- Medio ambiente artificial: El que ha sido creado o modificado por el hombre.

El hombre está interactuando en todo momento con el medio ambiente, tanto con el natural, como con el social y el artificial; el medio ambiente determina su comportamiento físico y psicológico, es un factor determinante de la salud, bienestar y confort del individuo. (Fuentes, s.f)

1.3.7. Carta psicrométrica

En 1963 los hermanos Olgyay, presentaron un diagrama de temperatura-humedad llamado, “carta bioclimática”, que sirve para mostrar las necesidades de confort de una persona sedentaria y de hecho en esta carta se presentan ciertas estrategias básicas para conseguir un estado confortable; sin embargo a finales de los años 60 Baruch Givoni presentó significativas aportaciones, al determinar, dentro de un diagrama psicrométrico, los límites de efectividad de diferentes estrategias de diseño enfocadas a conseguir el confort higro-térmico en las edificaciones. (Fuentes, s.f.) (Ver Gráfico N° 4)



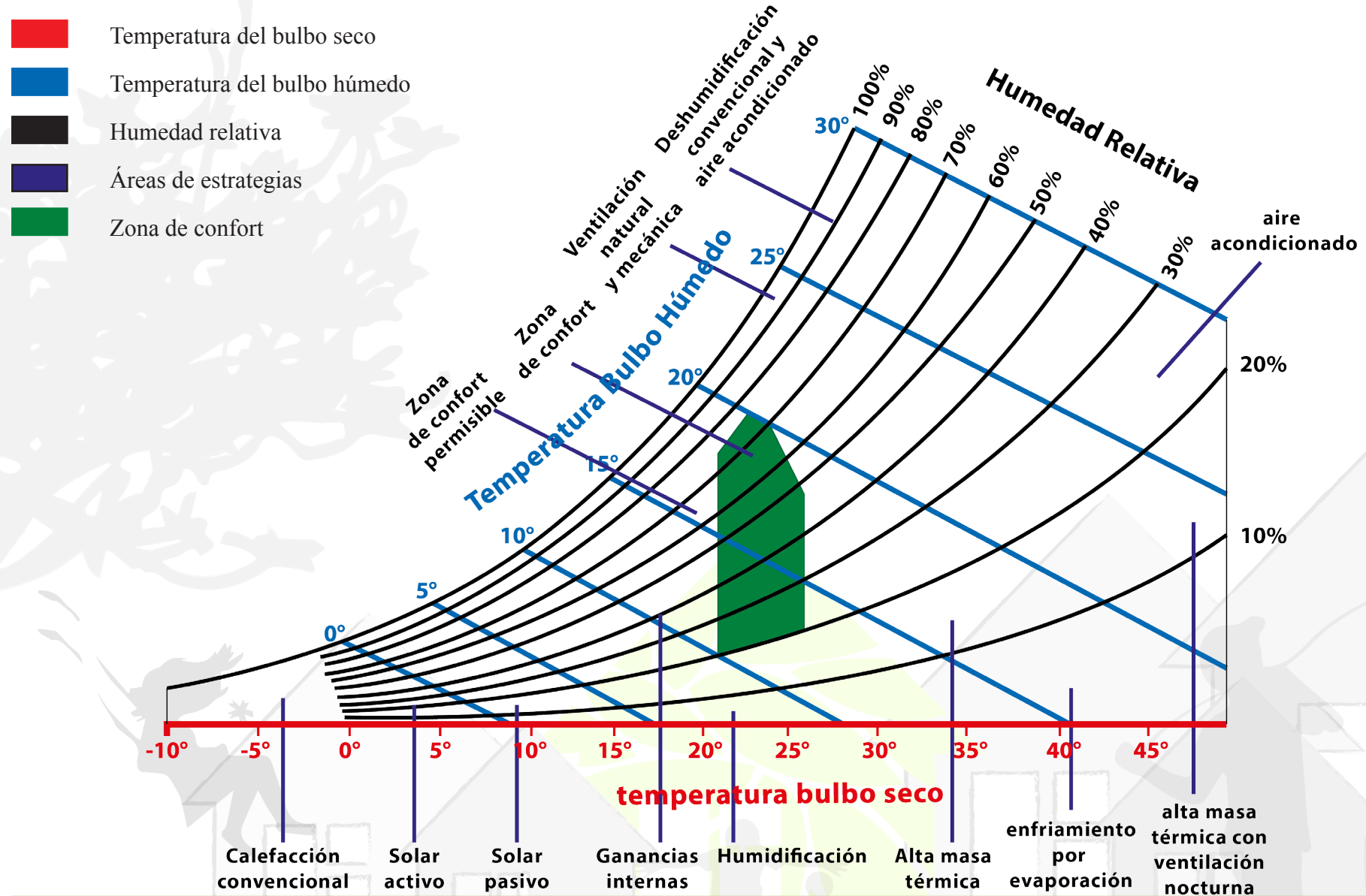


Gráfico N° 4. Carta bioclimática de Olgay

Fuente: (Fuentes, s.f)

Elab: B.X.B.N.

1.3.8. Estrategias de diseño

El término estrategias, se refiere a la definición de las acciones óptimas para la consecución de un fin, basadas en ciertas reglas, principios o directrices que ayuden a tomar las decisiones correctas. En el caso del diseño bioclimático, las estrategias están enfocadas a cumplir los objetivos fundamentales de la arquitectura: (Fuentes, s.f.)

- Crear espacios habitables que cumplan con una finalidad funcional y expresiva, que propicien el desarrollo integral del hombre. Evidentemente para cumplir este objetivo, los espacios deben ser saludables y confortables.
- Hacer un uso eficiente de la energía y los recursos; tendiendo hacia la autosuficiencia de las edificaciones en la medida de lo posible.
- Preservar y mejorar el medio ambiente.

Por lo tanto, las estrategias de diseño se enfocarán en conseguir la climatización natural de los espacios, es decir, para lograr condiciones óptimas de confort higro-térmico, y reducir al máximo los consumos de energía convencional, para el calentamiento o enfriamiento de las edificaciones. (Fuentes, s.f.)

1.3.8.1. Zonas limitantes para las estrategias

Los límites para las diferentes estrategias forman zonas, que indican hasta donde el diseño adecuado de las edificaciones puede responder favorablemente ante determinadas condiciones de temperatura y humedad, para propiciar un ambiente confortable; por esta razón a este diagrama se le llamó “carta bioclimática constructiva o de edificaciones, aunque en la actualidad simplemente se le denomina como diagrama psicrométrico. (Fuentes, s.f.)

1.3.8.1.1. Zona 1 - Calentamiento

Las estrategias aplicables son: promover el calentamiento solar pasivo y conservar el calor interno, reduciendo el flujo conductivo de calor y evitando las pérdidas de calor, debido a fugas o infiltraciones del aire. Estas estrategias deben utilizarse para cualquier rango de humedad y cuando la temperatura esté por debajo de 20 °C. En general, por debajo de 10 °C los sistemas de calentamiento pasivo pierden efectividad, por lo que deberán complementarse con sistemas activos o de calentamiento convencional. (Fuentes, s.f, p. 77)



1.3.8.1.2. Zona 2 - Confort

La zona de confort está definida entre 20 °C y 25.5 °C, con una presión de vapor superior a 5 mm Hg y una HR menor al 70%. El control de la ganancia solar, es la estrategia aplicable a esta zona (sombreado), pues de no controlarse, el espacio interior puede sobre calentarse. De hecho para cualquier zona arriba de los 20 °C debe evitarse la ganancia de calor solar. (Fuentes, s.f, p. 77)

1.3.8.1.3. Zona 3 - Ventilación natural

Los límites de efectividad de la ventilación consideran varios factores; primero, que la temperatura del aire y la presión de vapor son iguales en el exterior y el interior; segundo, que la temperatura radiante media interior y la temperatura del aire son similares; tercero, que la velocidad máxima del aire al ventilar es de 1.5 m/s. De esta forma la zona queda limitada entre 20°C y 32°C con una HR entre 20 y 70%; presión de vapor arriba de 5 mm Hg y una densidad del aire límite de 1.1277 Kg/m³. Esta zona de ventilación incluye a la zona de confort, dado que esta estrategia deberá utilizarse para controlar posibles sobrecalentamientos ocasionales. (Fuentes, s.f, p. 77)

1.3.8.1.4. Zona 4 masa térmica

La masa térmica, describe la capacidad de un material para absorber, almacenar y liberar energía calórica. Los límites propuestos para el control de la temperatura a través de la masa térmica, asumen que el límite superior de la temperatura de bulbo seco es mayor en condiciones áridas, debido a que el cuerpo humano se encuentra más confortable a temperaturas más altas con humedades bajas, bajo estas condiciones, tiene más facilidad de enfriamiento por evotranspiración. (Fuentes, s.f, p. 78)

1.3.8.1.5. Zona 5 - Enfriamiento evaporativo

El proceso de enfriamiento evaporativo, consiste en incrementar el contenido de agua del aire a través de la vaporización. En el cambio de fase del agua líquida en vapor, se absorbe calor sensible del aire (600 cal/gr) y se transforma en latente, por lo tanto, la entalpía del sistema se mantiene constante; en otras palabras la energía total (suma de calor latente y sensible) no se altera. (Fuentes, s.f, pág. 78)

1.3.8.2. Estrategias de diseño en diagrama Psicrométrico

Requerimientos Bioclimáticos

Calentamiento	1	5		
Enfriamiento	9	15		
Confort	7			
Deshumidificación	8	9	13	14
Humidificación	6	12		

Requerimientos Bioclimáticos

Restringir

Conducción	1	5	9	10	13	15
Infiltración	1	5	14	15		
Ganancia Solar	6	15				

Promover

Ganancia Solar	1	5		
Ventilación	9	10		
Enfriamiento Evaporativo	10	11	12	
Enfriamiento Radiante	10	11		
Enfriamiento Mecánico	15			
Enfriamiento Mecánico y Deshumidificación	13	14		

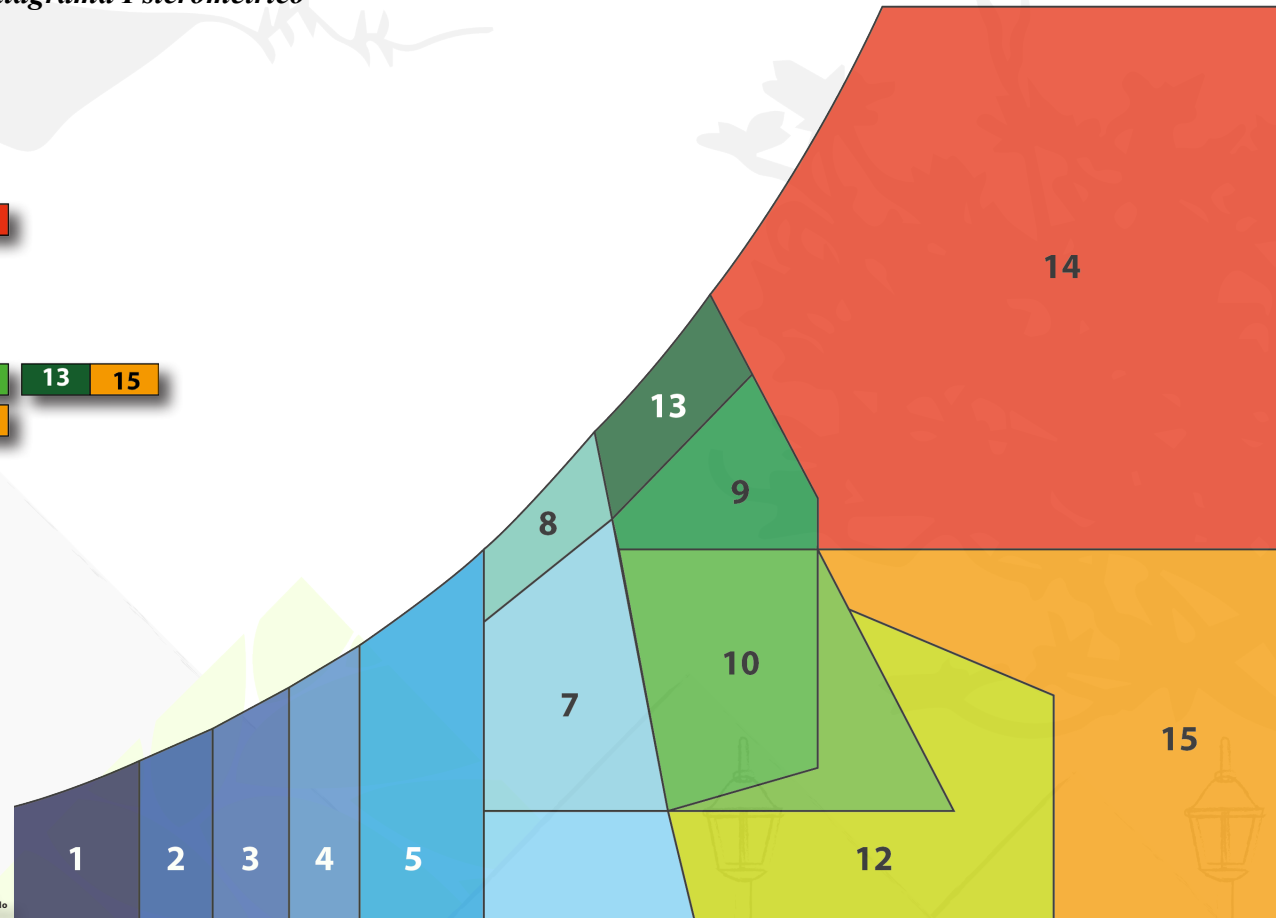
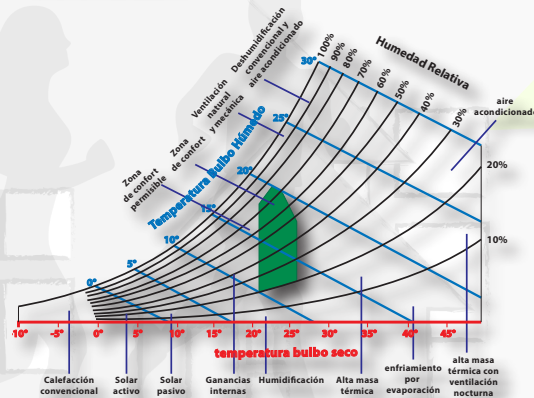


Gráfico N° 5. Estrategias de diseño en el diagrama Psicrometrico de Olgay

Fuente: (Fuentes, s.f.)

Elab: B.X.B.N.



1.4. Delimitación del área de estudio

La ciudad de Cuenca, está situada a 432 km por carretera al sur de Quito, capital de la República; y, a 191 km por carretera, al este de la ciudad de Guayaquil, principal puerto ecuatoriano.

Se encuentra localizada geográficamente en la parte sur del Ecuador, en un valle de la Cordillera de los Andes. Es reconocida como la capital cultural del Ecuador y su centro histórico está catalogado como el más europeo del país, debido a su arquitectura colonial española de los siglos XVI y XVII. Por su ubicación geográfica, se la nombró sede administrativa de la región centro sur o zona 6, conformada por las provincias de Cañar, Azuay y Morona Santiago.

Macro-localización

El área de intervención, está ubicado en la república del Ecuador al norte de la provincia del Azuay; en la ciudad de Cuenca. (Ver Gráfico N° 6)



Gráfico N° 6. Macro-localización

Fuente: B.X.B.N.
Elab: B.X.B.N.

Micro-localización

El área de estudio se enfocará en el análisis de los datos del centro urbano de la ciudad de Cuenca y la zona de expansión, tomando como referencia los sectores de planeamiento, del Plan de Ordenamiento Territorial vigente en la ciudad; y, así poder obtener datos concretos que influyen sobre la misma, para poder delimitar las estrategias de diseño pasivo que pueden ser aplicadas con las

condiciones climatológicas de la ciudad. (Ver Gráfico N°7)



Gráfico N° 7. Micro-localización

Fuente: B.X.B.N.
Elab: B.X.B.N.

1.4.1. Clima de la ciudad de Cuenca

Para el diseño pasivo de una vivienda que esté adaptada de forma óptima a las condiciones climáticas locales, se requiere esencialmente dos tipos de información: los factores clima y los elementos clima.

1.4.1.1. Factores clima

Los factores clima, son el conjunto de circunstancias geográficas que influyen en los elementos clima, ya que estos determinan la orientación y estructura de la edificación (*latitud y longitud*), o las condiciones de temperatura y clima (altitud). Así la ciudad de Cuenca, está ubicada a una latitud de 2°53'12" S, longitud 79°09'W, y una altitud de 2550msnm, presenta una climatología típica interandina.

1.4.1.2. Elementos clima

Los elementos clima, han sido conseguidos mediante páginas oficiales de clima y softwares especializados, para obtener datos actualizados y reales del área de estudio como son:

- **Meteonorm V7.2.0.-** Es una base de datos meteorológicos, que contiene datos climatológicos para la ingeniería solar, aplicables en todos los lugares del mundo. Utiliza la latitud y longitud del lugar que se va a estudiar, para interpolar los datos de diferentes bases climatológicas del Ecuador y emitir los resultados generados, mediante un análisis estadístico anual, a partir de medios mensuales interpolados a largo plazo. Los datos representan un año promedio del periodo climatológico seleccionado, basado en la configuración del usuario. Como tal, los resultados representan estadísticamente un año típico en la ubicación seleccionada.
- **Climate Consultant V6.0.-** Cuyo objetivo es mostrar una variedad de representaciones gráficas de los datos climáticos por hora, según la ubicación elegida, y ayudar a visualizar las características generales únicas y los detalles sutiles que caracterizan cada clima. Climate Consultant busca analizar las condiciones del clima en el ambiente al aire libre, para hacer suposiciones generalizadas sobre el diseño del edificio, que brinden el confort al interior del mismo.



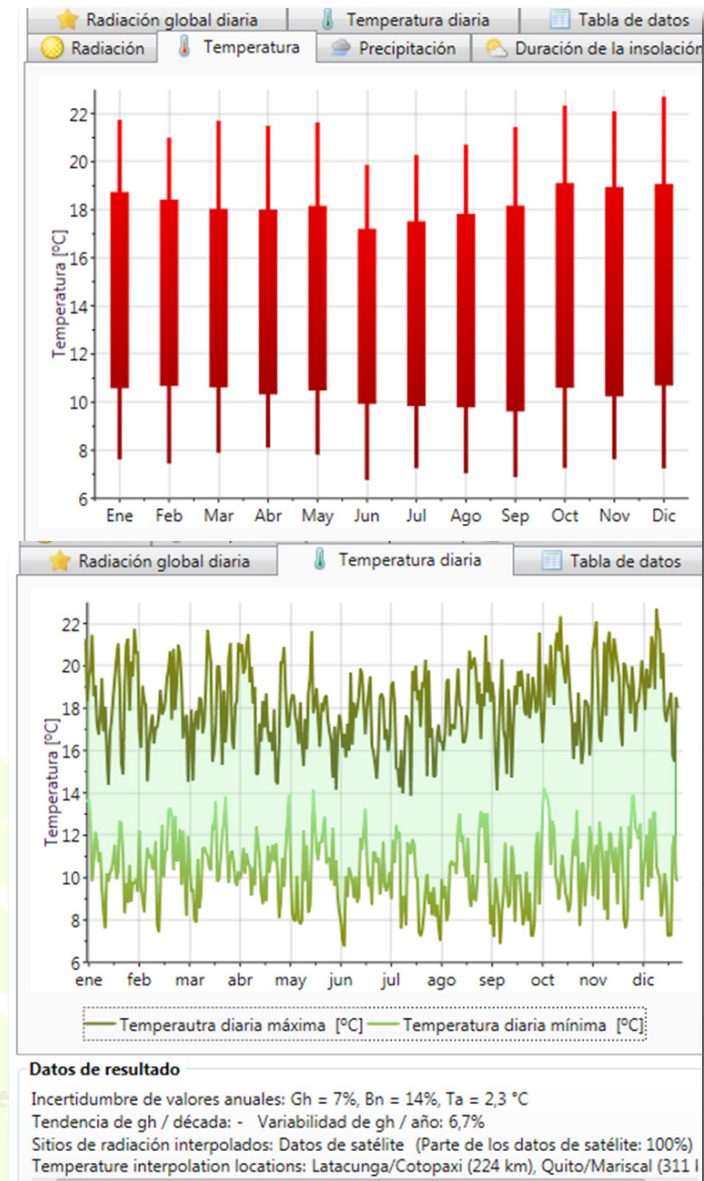
1.4.1.2.1 Temperatura

Cuenca al encontrarse entre una cadena montañosa de la columna andina, goza de un clima privilegiado dentro de su extenso valle, teniendo una temperatura media de 15 °C, entre sus variaciones de clima, se debe tener en cuenta que en las temporadas frías, la temperatura bordea entre los 7 y 15 °C y en las temporadas cálidas, su clima está entre los 12 y 25 °C. Debido a las características topográficas, la ciudad suele experimentar varios cambios de clima y temperatura en el día. (Ver Tabla N° 7)

Tabla N° 7. Temperatura.

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	AÑO
Récord de temperatura.													
Récord Alto (°C)	26.7	26.1	27.2	24.4	25	25	22.8	25.6	25	27.2	27.2	27.2	25.78
Promedio Alto (°C)	20.6	21.1	20.6	20.6	19.4	18.9	18.3	18.9	20.6	21.1	21.7	21.7	20.3
Promedio Diario (°C)	15.3	15.8	15.6	15.3	14.4	13.6	13.3	13.3	14.7	15.3	14.7	15.6	14.7
Promedio Bajo (°C)	10	10.6	10.6	10	9.4	8.3	8.3	7.8	8.9	9.4	7.8	9.4	9.2
Récord Bajo (°C)	3.3	2.8	3.9	1.1	0	-0.6	-1.7	-1.1	2.2	-0.6	-0.6	1.1	-1.7

Fuente: (Cuyabenolodge,2017) y Meteonorm V7.2.0 Elab: B.X.B.N.

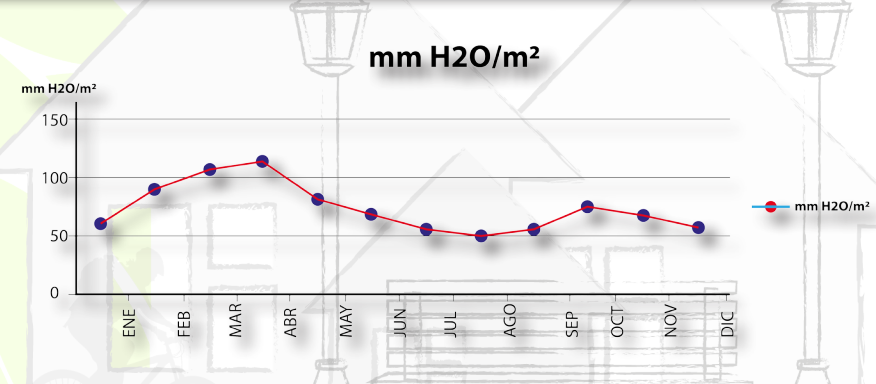
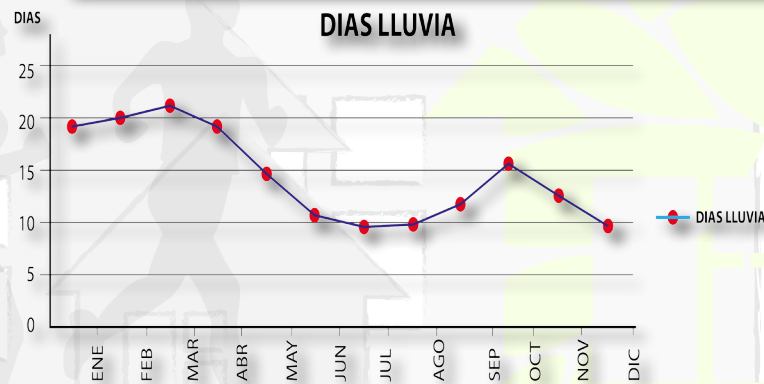


1.4.1.2.2. Precipitación

En la ciudad de Cuenca 178 de los 365 días del año son días lluviosos, donde se puede observar que; los meses más secos están entre los meses de julio a septiembre, con una pluviosidad media de 52 milímetros de agua por cada metro cuadrado de suelo, y los meses con mayor precipitación de lluvia, comprende entre febrero a abril con una pluviosidad media de 100 mm H₂O/m². quedando el resto de meses con un promedio de 73.16 mm H₂O/m². (Ver Tabla N° 8)

Tabla N° 8. Precipitación y días de lluvia														
Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio anual	Total anual
Precipitación.														
Pluviosidad en (mm.H ₂ O/m ²)	67	85	107	109	77	68	53	47	56	73	69	67	73.16	878
Días de lluvia														
Días Lluviosos (≥0.1 mm.)	20	21	21	19	15	11	10	10	12	16	13	10	178	

Fuente: (Cuyabenolodge,2017) y (Pesantes Moyano, 2012) Elab: B.X.B.N.



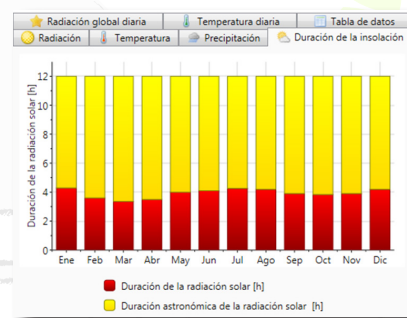
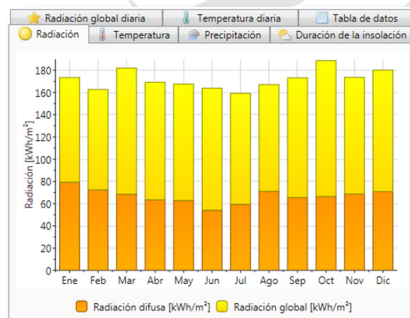
1.4.1.2.3. Radiación

Los meses con mayor radiación solar, están entre enero y marzo, con un promedio de 75 Kilo watios hora sobre metro cuadrado de terreno y con una duración media de cuatro horas al día de radiación, en su nivel máximo. (Ver Tabla N° 9)

Tabla N° 9. Radiación y horas de insolación al día

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio anual
Radiación solar													
Radiación (Kwh/m ²)	80	76	70	63	62	57	59	71	64	65	66	67	66.6
Horas de insolación al día													
Duración de la radiación solar (h.)	4.2	3.7	3.3	3.5	4	4.1	4.3	4.5	3.8	3.9	3.8	4.3	4

Fuente: Meteonorm V7.2.0 Elab: B.X.B.N.



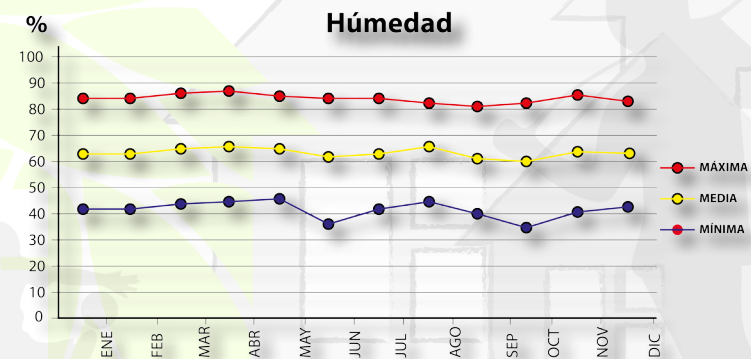
1.4.1.2.4. Humedad

La humedad relativa de la ciudad oscila entre el 41 y 83%, marcando los niveles mínimos en el mes de junio y los máximos en el mes de abril. Bordeando una humedad relativa media del 62%. (Ver Tabla N° 10)

Tabla N° 10. Humedad relativa

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio anual
Máxima (%)	83.74	84.6	85.66	86.3	85.46	85	83.24	83	81.48	81.32	84.18	83.34	83.95
Media (%)	62.97	63.54	64.51	65.14	65.21	61.56	62.71	62.94	61.12	59.33	62.66	62.7	62.87
Mínima (%)	42.2	42.48	43.36	43.98	44.96	38.1	42.18	42.82	40.76	37.34	41.14	42	41.78

Fuente: (Pesantes, 2012) Elab: B.X.B.N.

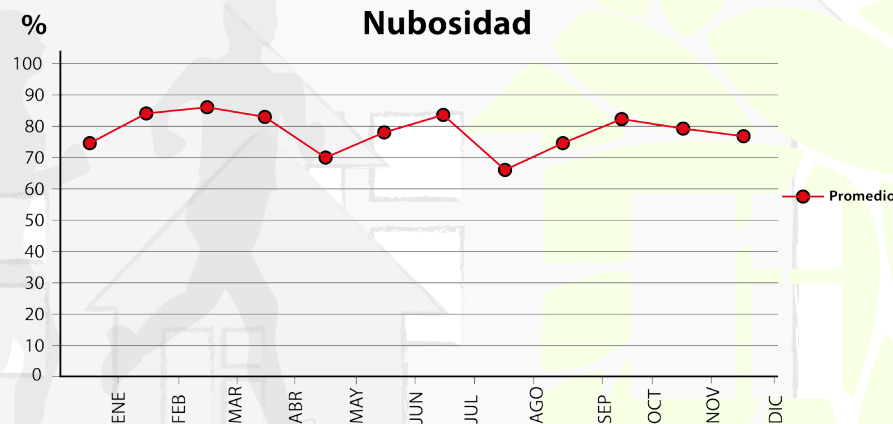


1.4.1.2.5. Nubosidad

Cuenca por estar en la región sierra, tiene la mayor parte del año su cielo nublado, siendo los meses de mayo, agosto y septiembre, donde se tiene el mayor período de cielo despejado hasta en un 55%. (Ver Tabla N° 11)

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio
Máxima (%)	89	95	96	93	88	91	93	87	85	95	92	93	91.5
Media (%)	75	85	85	82	71	78	81	68	75	75	80	80	78
Mínima (%)	55	68	65	66	45	57	57	48	57	55	55	59	57

Fuente: Climate Consultant V6.0 Elab: B.X.B.N.

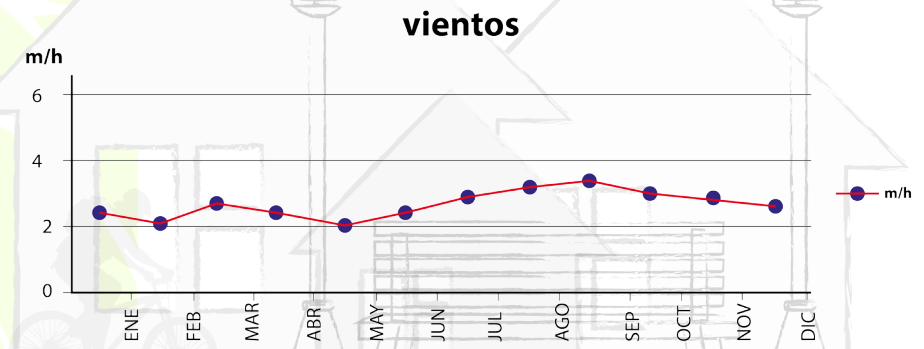


1.4.1.2.6. Vientos

Aproximadamente un 20% de los vientos que recibe el valle de Cuenca llegan desde el Sureste, pero a su vez recibe vientos en gran parte, del Noreste con una velocidad promedio de 3.8 m/s estableciéndose en el número 3 de la escala de Beaufort. (Ver Tabla N° 12)

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio anual
Velocidad m/s	3.5	3.4	3.1	3	3.6	4.3	5	4.9	4.4	3.4	3	3.1	3.7
Dirección de los vientos													
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW					
Dirección %	5.33	8.92	0.17	17.67	14	16.17	0.17	5					
Velocidad m/s	3.93	3.86	0.33	4.16	4.11	4.13	0.5	3.36					

Fuente: Meteonorm V7.2.0 - (Pesantes, 2012) Elab: B.X.B.N.



1.4.2. Aspectos demográficos y vivienda

Para el estudio del presente proyecto es necesario saber el número de habitantes de la ciudad de Cuenca, y la cantidad de viviendas que en esta existen, haciendo un enfoque en las viviendas de interés social o de áreas mínimas, para poder obtener un criterio general del ámbito de estudio y el alcance del mismo.

1.4.2.1. Demografía

Según el censo realizado en el 2010 por el Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos (INEC), la ciudad de Cuenca tiene una población de 505585 personas.

Al hacer un análisis de la distribución de la población por grupos de edad, se puede observar que el 26% de la población de la ciudad, está dentro de un rango de edad, en el que se busca la independencia habitacional, por lo que es muy probable que busquen tener su propio departamento o vivienda, ya sea para uso individual o para formar una familia. (Ver Tabla N° 13)

Descripción	Edad	Sexo		Total	%
		Hombres	Mujeres		
PRE-ESCOLAR	0 – 4	24161	23434	47595	39,31
ESCOLAR	05 – 11	24622	24073	48695	
MEDIA	12 - 17	51610	50876	102486	
SUPERIOR	18 – 25	24882	26158	51040	26,54
MADURA	26 – 35	39033	44147	83180	
MADURA	36 – 45	25923	33064	58987	27,05
ADULTA	46 – 55	20168	26032	46200	
ADULTA	56 – 65	14069	17514	31583	
TERCERA EDAD	+ 65	15029	20790	35819	7,08
Total		239497	266088	505585	100

Fuente: INEC Elab: B.XB.N.

1.4.2.2. Vivienda

Para el análisis de las viviendas en la ciudad de Cuenca, se tomará como referencia los datos del INEC, donde se presenta una serie de categorías de vivienda, separándolas por su tamaño y métodos constructivos de las mismas.

- **Casa/villa.-** Es la vivienda que está separada de otras edificaciones por paredes. Tiene una entrada independiente desde la calle o camino y generalmente está habitada por un solo hogar. Puede estar ubicada en construcciones continuas o separadas de otras edificaciones por jardines,

prados, lotes, tapias o cercas. Está construida con materiales resistentes, tales como: hormigón, piedra, ladrillo, adobe o madera. Por lo general tiene tumbado, abastecimiento de agua y servicio higiénico. (Bustamante & Idrovo, 2015)

- **Choza.-** Es la construcción que tiene paredes de adobe, tapia o paja, con piso de tierra y techo de paja. (Bustamante y Idrovo, 2015)
- **Covacha.-** Es aquella construcción en la que se utiliza materiales rústicos tales como: ramas, cartones, restos de asbesto, latas, plásticos, etc., con piso de madera caña o tierra. (Bustamante & Idrovo, 2015)
- **Cuarto(s) en casa de inquilinato.-** Comprende uno o varios cuartos pertenecientes a una construcción mayor, generalmente a una casa, con entrada común y directa desde un pasillo, patio, corredor o calle y que por lo general no cuenta con servicio exclusivo de agua, servicio sanitario o cocina, siendo estos de uso compartido con otras viviendas (hogares residentes en otros cuartos). Las personas que habitan una vivienda tipo cuarto, pueden entrar y salir de ella sin pasar, por lo general, por áreas sociales de uso exclusivo de otras viviendas, como sala, comedor o cuartos para dormir. (Bustamante & Idrovo, 2015)

- **Departamento en casa o edificio.-** Es la vivienda formada por un conjunto de cuartos que forman parte de un edificio de uno o más pisos, separada por paredes de otras viviendas, se caracteriza por ser independiente y generalmente, tiene abastecimiento de agua y servicio higiénico de uso exclusivo. (Bustamante & Idrovo, 2015)
- **Mediagua.-** Es una construcción de un solo piso, con paredes de ladrillo, adobe, bloque o madera con techo de teja, eternit, ardex o zinc, generalmente tiene una sola caída de agua y no tiene más de dos cuartos o piezas sin incluir cocina ni baño. Si tiene más de dos cuartos considere como casa. Otra forma de tenencia.- Se registra esta categoría, cuando la vivienda es ocupada bajo una forma distinta a las anteriormente mencionadas. (Bustamante & Idrovo, 2015)
- **Rancho.-** Es una construcción rústica, cubierta con palma, paja, o cualquier otro material similar, con paredes de caña o bahareque y con piso de caña, madera o tierra, por lo habitual, este tipo de vivienda se da en la región Costa y Amazonía. En esta categoría no entran los “ranchos” de las quintas ni fincas que generalmente tienen personas de ingresos altos, estos son considerados como casas. (Bustamante & Idrovo, 2015)



BRINDAR CONFORT HIGRO-TÉRMICO

La tabla N° 14, muestra el porcentaje de casos y los tipos de vivienda

en la ciudad de Cuenca, con datos del último censo realizado por el INEC en el año 2010.

Teniendo en cuenta los datos obtenidos, se puede llegar a la conclusión que la vivienda en la ciudad de Cuenca maneja escasa estadística de precariedad, sin embargo, no quiere decir que no exista y que a pesar de que su porcentaje sea menor, es necesario que exista una adecuada intervención y una estrategia para que el manejo del suelo y tipo de construcción sea aprovechado de la mejor manera.

El 21,64% de las viviendas en la ciudad de Cuenca están consideradas como viviendas de áreas mínimas o de construcción precaria, sin un estudio previo que brinde confort a sus ocupantes. Estando entre este grupo las mediaguas, ranchos, covachas, chozas. Un caso aparte, serían las villas de hasta dos habitaciones, que muchas de las veces, suelen

Tabla N° 14. Tipo de vivienda

Descripción	Tipo de vivienda	Casos	%	%	
Hace referencia a las viviendas realizadas con supervisión profesional, quiere decir; que son previamente aprobadas en el Municipio de Cuenca para su posterior ejecución.	Casa/Villa	1 dormitorio	6433	4,70	13,17
		2 dormitorios	11578	8,46	
		3 o más...	81851	59,83	
	Departamento en casa o edificio	22104	12,66	87,52	
Cuarto(s) en casa de inquilinato	8782	5,03			
En este grupo se encuentran las viviendas construidas por necesidad, con materiales que no son aptos para la construcción y se edifican sin supervisión de alguna entidad municipal, ni mucho menos profesional. Un caso aparte con las mediaguas, que son en su mayoría, extensiones de una misma vivienda.	Mediagua	9804	5,62	8,47	
	Rancho	1880	1,08		
	Covacha	2076	1,19		
	Choza	1020	0,58		
Son lugares de estancia temporal o definitiva, que no se contempla como vivienda unifamiliar.	Otra vivienda particular	730	0,42	0,53	
	Hotel, pensión, residencial u hostel	79	0,05		
	Cuartel Militar o de Policía/Bomberos	8	0,00		
	Centro de rehabilitación social/Cárcel	10	0,01		
	Centro de acogida y protección para niños y niñas, mujeres e indigentes	10	0,01		
	Hospital, clínica, etc.	30	0,02		
	Convento o institución religiosa	24	0,01		
	Asilo de Ancianos u orfanato	10	0,01		
	Otra vivienda colectiva	18	0,01		
	Sin Vivienda	6	0,00		
Total		174579	100,00		

Fuente: INEC Elab: B.XB.N.

ser construidas con mala distribución y para un gran número de ocupantes.

1.5. Delimitación legal

Para el análisis de las estrategias que brinden confort higro-térmico en las viviendas de la ciudad de Cuenca, se tomará como referencia una serie de normas, leyes y estatutos estipulados a nivel nacional e internacional.

1.5.1. Constitución

Es la máxima norma que rige en el país sobre todas las leyes, es el fundamento y la fuente de la autoridad jurídica, que sustenta la existencia del Ecuador y de su Gobierno, por lo tanto, es la ley que todos los/as ciudadanos/as y autoridades deben cumplir, pues reconoce y garantiza los deberes, derechos y libertades fundamentales de las personas y grupos sociales.

- En el Título II (Derechos), Capítulo Segundo (Derechos del buen vivir), Sección Sexta (Hábitat y Vivienda), Art. 30.- dice que; las personas tienen derecho a un hábitat seguro y saludable, y a una vivienda adecuada y digna, con independencia de su situación

social y económica. Y a su vez el estado garantiza el acceso a la vivienda en los Arts. 37-7, 39, 42, 47-6. (Constitución de la República del Ecuador, 2008)

- En el Título VII (Régimen del buen Vivir), Capítulo Primero (Inclusión y Equidad), Sección cuarta (Hábitat y Vivienda), Art 375.- Dice que: El Estado, en todos sus niveles de gobierno, garantizará el derecho al hábitat y a la vivienda digna. Donde se plantearán una serie de objetivos y estrategias que garanticen su finalidad. (Constitución de la República del Ecuador, 2008)

1.5.2. COOTAD

El Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, en el Título V (Descentralización y sistema nacional de competencias), Capítulo III (Del Ejercicio General de las Competencias) Art. 147.- Dice que el Estado en todos los niveles de gobierno garantizará el derecho a un hábitat seguro y saludable y una vivienda adecuada y digna, con independencia de la situación social y económica de las familias y las personas. (COOTAD, 2010)



1.5.3. Ordenanzas

Ordenanza que sanciona el Plan de Ordenamiento Territorial del Cantón Cuenca: Determinaciones para el uso y ocupación del suelo urbano. Capítulo XII (De las normas de arquitectura) Art. 83.- A fin de garantizar adecuadas condiciones de habitabilidad, seguridad y confort requiere seguir las normas de arquitectura de dicha ordenanza. Anexo 11, Capítulo II (Normas Por tipo de Edificación), Sección Primera (Edificios para Vivienda) haciendo énfasis en las dimensiones de las áreas mínimas de habitabilidad. (GAD municipal de Cuenca, 2002)

- Ordenanza 3457 del Concejo Metropolitano de Quito, Visto el informe No. IC-2003-330 de agosto 12 del 2003 de la Comisión de Planificación y Nomenclatura. Capítulo IV (Normas por tipo de edificación), Sección primera (Edificaciones de vivienda), haciendo enfoque en las dimensiones útiles mínimas de los ambientes y circulaciones. (Concejo metropolitano de Quito, 2003)
- Se tomará en consideración la ordenanza que regula la

planificación y ejecución de proyectos habitacionales de interés social en la modalidad de urbanización y vivienda progresivas. Con sus objetivos, ámbitos y definiciones expresadas en los Arts. 1 y 4 referentes a viviendas mínimas y de interés social. (Concejo cantonal de Cuenca, 2000)

1.5.4. Normativas

Se tomará como referencia las diferentes leyes y normativas, tanto nacionales como internacionales

1.5.4.1. Acuerdos Ministeriales

- En el acuerdo Ministerial número 220 presentado por el MIDUVI expide (El reglamento que establece las condiciones técnicas para la calificación de proyectos inmobiliarios de vivienda social). Título II. Capítulo II (De los requerimientos técnicos). Hace referencia a las características de los terrenos, planteamientos urbanísticos. Y en el ANEXO 1 (Tipología de vivienda y especificaciones técnicas) trata sobre las normas mínimas que estas deben cumplir como viviendas de interés

social. (MIDUVI, Acuerdo ministerial 220, 2013)

- En el acuerdo ministerial número 177 presentado por el MIDUVI, expide (El reglamento operativo del sistema de apoyos económicos para el programa nacional de viviendas) Capítulo 1 (De las Normativas Generales del sistema de apoyo económico para viviendas) y el capítulo 2 (De las Condiciones de Elegibilidad para las viviendas y los terrenos terrenos). Se enfoca en facilitar a los hogares ecuatorianos pobres y vulnerables, el acceso a una vivienda en condiciones de habitabilidad y servicios básicos indispensables para una vida digna. Brindando apoyo mediante diferentes instituciones como el MIDUVI, Organizaciones no gubernamentales (ONG) o Publicas (Gobiernos Locales, Universidades). (MIDUVI, Acuerdo ministerial No 177, 2013)

1.5.4.2. MIDUVI

El Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, está enfocado en adjudicar bonos para la construcción, reconstrucción, adecuación, mejoramiento, o finalización de viviendas para los pobladores más

vulnerables del país.

Se basa en el proyecto de Ley Orgánica de Gestión del Hábitat, Suelo y Vivienda, promovido por la Subsecretaría de Hábitat y Asentamientos Humanos del MIDUVI y la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, tiene como objetivo dotar a los municipios de las herramientas necesarias para planificar su ordenamiento territorial y hacer efectivo su desarrollo local. La Ley Orgánica de Gestión del Hábitat, Suelo y Vivienda se basa en los principios constitucionales del derecho al hábitat y a la vivienda e implementa el desarrollo del derecho a la ciudad, en base a la función social y ambiental de la propiedad (Art. 31 de la Constitución). (MIDUVI, 2017)

1.5.4.3. EMUVI-EP

Es una empresa municipal, enfocada en combatir el déficit habitacional de la ciudad de Cuenca mediante la generación de políticas de hábitat acordes a la necesidad y realidad del Cantón, promoviendo la seguridad jurídica, la calidad física, la accesibilidad



económica y la adecuación general de la vivienda y sus componentes. (EMUVI-EP, 2017)

Fue creada para administrar, gestionar, planificar y proyectar programas de vivienda, con el objetivo principal de generar unidades habitacionales dignas para las personas más necesitadas de la ciudad de Cuenca.

1.5.4.4. Ashrae

Es la Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado, con sus siglas en inglés, cuyo propósito de este estándar es especificar las combinaciones de los factores ambientales térmicos interiores y personales, factores que producirán condiciones ambientales térmicas aceptables para la mayoría de los ocupantes dentro del espacio. (American Society of Heating, 2010)

- Los factores ambientales tratados en este estándar, son temperatura, radiación térmica, humedad y velocidad del aire; y, los factores personales son los de actividad y vestimenta.

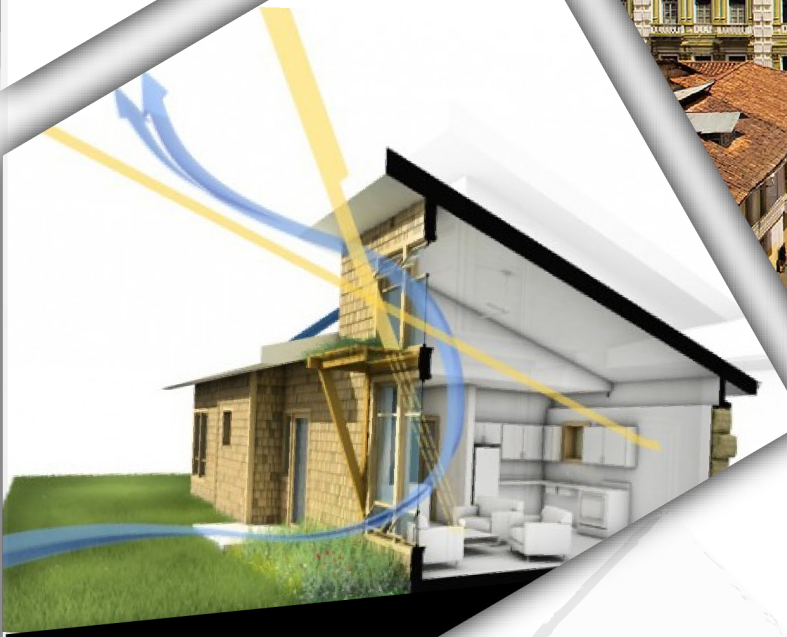
- La norma, especifica condiciones ambientales térmicas aceptables para adultos saludables a presión atmosférica equivalente a altitudes de hasta 3000 m. en interiores, siendo espacios diseñados para la ocupación humana, por períodos no menos de 15 minutos.

La norma Ashrae será utilizada en el software de análisis climatológico (Climate Consultant V6.0) el cual realizará una interpolación de los datos climatológicos de la ciudad de Cuenca obtenidos del Software (Meteonorm V7.2.0). para hacer un análisis del lugar georreferenciado y emitir una simulación de estrategias de diseño aplicables a la zona de estudio.

The background features a light cyan gradient with several thin, curved lines in a slightly darker shade of cyan. On the left side, there is a faint, stylized illustration of a landscape with a hill and a tree. At the bottom, there is a dense, textured strip of green grass.

CAPÍTULO 2

ANÁLISIS



2.1. Introducción

En el capítulo se realiza, el análisis de la información recopilada en los Antecedentes; comenzando por el clima de Cuenca, donde se utilizó el software Climate Consultan V6.0 para obtener los rangos de confort que influyen sobre la zona de estudio, además de analizar el sistema de zonas de vida de Leslie Holdridge donde se determinaron los factores y parámetros que influyen sobre la ciudad de Cuenca, mismos que fueron considerados para cada uno de los métodos de enfriamiento y calentamiento pasivo, para analizar las estrategias de diseño que pueden ser utilizadas en las envolventes de la vivienda. A su vez, se realizó un estudio de la tabla psicrométrica para obtener las estrategias necesarias exclusivamente para la zona de estudio. También se efectuó un análisis de casos similares de vivienda mínima o de interés social realizados a nivel internacional y nacional para saber las ventajas y desventajas que estas poseen.



2.2. Análisis de clima en Cuenca dentro de la zona de confort

Para el análisis del clima de Cuenca, dentro de la zona de confort, se utilizará el software Climate Consultant V6.0 en el cual se ingresarán los datos obtenidos del software Meteonorm V7.2.0.

Procedimiento:

- 1.- Datos obtenidos de Meteonorm V7.2.0 con las variables: Cuenca EC. -2,9°N/-79,0°E, 2550 m. (Ver grafico N° 8)
- 2.- Ingreso de los datos a Climate Consultant en formato EPW (EnergyPlus weather). (Ver grafico N° 9)

	Gh kWh/m ²	Dh kWh/m ²	Bn kWh/m ²	Ta °C	Td °C	FF m/s
Enero	173	79	140	14,6	9,6	3,5
Febrero	163	72	130	14,5	9,7	3,4
Marzo	182	68	162	14,3	10,2	3,1
Abril	169	63	154	14,3	10,3	3
Mayo	167	63	158	14,3	9,9	3,6
Junio	164	54	174	13,6	9,2	4,3
Julio	159	59	155	13,6	8,4	5
Agosto	167	71	143	13,6	8	4,9
Setiembre	173	66	157	14	8,3	4,4
Octubre	189	66	180	14,7	9,3	3,4
Noviembre	174	69	167	14,7	9,4	3
Diciembre	180	71	158	14,7	9,8	3,1
Año	2060	802	1878	14,2	9,3	3,7

Datos de resultado
 Incertidumbre de valores anuales: Gh = 7%, Bn = 14%, Ta = 2,3 °C
 Tendencia de gh / década: - Variabilidad de gh / año: 6,7%
 Sitios de radiación interpolados: Datos de satélite (Parte de los datos de satélite: 100%)
 Temperature interpolation locations: Latacunga/Cotopaxi (224 km), Quito/Mariscal (311 km)
Gráfico N° 8. Datos Meteonorm Fuente: Meteonorm
 Elab: B.X.B.N.

WEATHER DATA SUMMARY												LOCATION:	Cuenca Ecuador, -
												Latitude/Longitude:	2.13° South, 79.02° West, Time Zone from Greenwich -5
												Data Source:	TMY2-999 null WMO Station Number, Elevation 5856 ft
MONTHLY MEANS	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	
Global Horiz Radiation (Avg Hourly)	106	98	100	101	109	93	104	115	100	111	109	97	Btu/sq.ft
Direct Normal Radiation (Avg Hourly)	68	45	43	52	75	56	58	83	63	58	61	56	Btu/sq.ft
Diffuse Radiation (Avg Hourly)	59	66	69	63	59	55	64	58	56	68	66	60	Btu/sq.ft
Global Horiz Radiation (Max Hourly)	353	327	320	348	323	290	317	336	353	342	345	332	Btu/sq.ft
Direct Normal Radiation (Max Hourly)	337	255	254	321	315	282	312	315	318	302	315	317	Btu/sq.ft
Diffuse Radiation (Max Hourly)	161	155	172	165	151	135	136	154	163	157	162	148	Btu/sq.ft
Global Horiz Radiation (Avg Daily Total)	1293	1194	1209	1209	1308	1110	1239	1376	1209	1338	1323	1186	Btu/sq.ft
Direct Normal Radiation (Avg Daily Total)	828	548	523	627	894	674	696	990	759	708	743	682	Btu/sq.ft
Diffuse Radiation (Avg Daily Total)	720	802	838	759	707	661	771	701	671	827	800	738	Btu/sq.ft
Global Horiz Illumination (Avg Hourly)	3542	3305	3367	3370	3630	3105	3442	3806	3354	3699	3631	3264	footcandles
Direct Normal Illumination (Avg Hourly)	1915	1225	1158	1453	2057	1549	1600	2358	1764	1576	1673	1505	footcandles
Dry Bulb Temperature (Avg Monthly)	63	63	63	63	63	62	61	62	62	63	63	64	degrees F
Dew Point Temperature (Avg Monthly)	60	60	60	60	60	59	58	59	60	61	61	61	degrees F
Relative Humidity (Avg Monthly)	90	91	90	91	91	92	91	91	91	91	92	90	percent
Wind Direction (Monthly Mode)	170	160	170	160	170	150	160	170	150	180	160	160	degrees
Wind Speed (Avg Monthly)	5	5	5	5	5	6	7	7	7	7	7	6	mph
Ground Temperature (Avg Monthly of 3 Depths)	63	63	63	63	63	63	62	61	61	62	62	62	degrees F

Gráfico N° 9. Datos Climate Consultant

Fuente: Meteonorm
Elab: B.X.B.N.



3.- Se selecciona la cuarta opción (Adaptive Comfort Model in ASHRAE Standard 55-2010), se aplica en espacios con ventilación natural, donde las personas pueden abrir y cerrar ventanas. Las condiciones interiores son aceptables, cuando las temperaturas promedio del aire exterior están entre 10 ° C y 33 ° C. se asume que las personas adaptarán su vestimenta al clima (1.0 a 0.5 Clo) y que se dedican a actividades sedentarias como leer (1.0 a 1.3 Met). (Ver grafico N° 10)

COMFORT MODEL

LOCATION: Cuenca Ecuador, -, -
Latitude/Longitude: 2.13° South, 79.02° West, **Time Zone from Greenwich** -5
Data Source: TMY2-999 null WMO Station Number, **Elevation** 5856 ft

COMFORT MODELS:

Human Thermal comfort can be defined primarily by dry bulb temperature and humidity, although different sources have slightly different definitions. Select the model you wish to use:

- California Energy Code Comfort Model, 2013 (DEFAULT)**
 For the purpose of sizing residential heating and cooling systems the indoor Dry Bulb Design Conditions should be between 68°F (20°C) to 75°F (23.9°C). No Humidity limits are specified in the Code, so 80% Relative Humidity and 66°F (18.9°C) Wet Bulb is used for the upper limit and 27°F (-2.8°C) Dew Point is used for the lower limit (but these can be changed on the Criteria screen).
- ASHRAE Standard 55 and Current Handbook of Fundamentals Model**
 Thermal comfort is based on dry bulb temperature, clothing level (clo), metabolic activity (met), air velocity, humidity, and mean radiant temperature. Indoors it is assumed that mean radiant temperature is close to dry bulb temperature. The zone in which most people are comfortable is calculated using the PMV (Predicted Mean Vote) model. In residential settings people adapt clothing to match the season and feel comfortable in higher air velocities and so have wider comfort range than in buildings with centralized HVAC systems.
- ASHRAE Handbook of Fundamentals Comfort Model up through 2005**
 For people dressed in normal winter clothes, Effective Temperatures of 68°F (20°C) to 74°F (23.3°C) (measured at 50% relative humidity), which means the temperatures decrease slightly as humidity rises. The upper humidity limit is 64°F (17.8°C) Wet Bulb and a lower Dew Point of 36F (2.2°C). If people are dressed in light weight summer clothes then this comfort zone shifts 5°F (2.8°C) warmer.
- Adaptive Comfort Model in ASHRAE Standard 55-2010**
 In naturally ventilated spaces where occupants can open and close windows, their thermal response will depend in part on the outdoor climate, and may have a wider comfort range than in buildings with centralized HVAC systems. This model assumes occupants adapt their clothing to thermal conditions, and are sedentary (1.0 to 1.3 met). There must be no mechanical Cooling System, but this method does not apply if a Mechanical Heating System is in operation.

Gráfico N° 10. Normas de Confort

Fuente: Climate Consultant.
 Elab: B.X.B.N.

4.- Lo recomendable es colocar el máximo del porcentaje permisible en el programa para el cálculo del confort, siendo el máximo el 90%. (Ver grafico N° 11)

Con los datos ingresados en el programa, este calculara las variables para la presentación de datos con los rangos óptimos recomendables para la zona de estudio.

CRITERIA: (Imperial Units)

LOCATION: Cuenca Ecuador, -, -
Latitude/Longitude: 2.13° South, 79.02° West, **Time Zone from Greenwich** -5
Data Source: TMY2-999 null WMO Station Number, **Elevation** 5856 ft

Adaptive Comfort Model in ASHRAE 55-2010 (select Help for definitions)

<p>1. COMFORT:</p> <p><input type="checkbox"/> Min. Dry Bulb Temperature when Need for Shading Begins (°F)</p> <p><input type="checkbox"/> Min. Global Horiz. Radiation when Need for Shading Begins (Btu/sq.ft)</p> <p>2. SUN SHADING ZONE: (Defaults to Comfort Low)</p> <p><input type="checkbox"/> Min. Dry Bulb Temperature when Need for Shading Begins (°F)</p> <p><input type="checkbox"/> Min. Global Horiz. Radiation when Need for Shading Begins (Btu/sq.ft)</p> <p>3. HIGH THERMAL MASS ZONE:</p> <p><input type="checkbox"/> Max. Outdoor Temperature Difference above Comfort High (°F)</p> <p><input type="checkbox"/> Min. Nighttime Temperature Difference below Comfort High (°F)</p> <p>4. HIGH THERMAL MASS WITH NIGHT FLUSHING ZONE:</p> <p><input type="checkbox"/> Max. Outdoor Temperature Difference above Comfort High (°F)</p> <p><input type="checkbox"/> Min. Nighttime Temperature Difference below Comfort High (°F)</p> <p>5. DIRECT EVAPORATIVE COOLING ZONE: (Defined by Comfort Zone)</p> <p><input type="checkbox"/> Max. Wet Bulb set by Max. Comfort Zone Wet Bulb (°F)</p> <p><input type="checkbox"/> Min. Wet Bulb set by Min. Comfort Zone Wet Bulb (°F)</p> <p>6. TWO-STAGE EVAPORATIVE COOLING ZONE:</p> <p><input type="checkbox"/> % Efficiency of Indirect Stage</p>	<p>7. ADAPTIVE COMFORT USING NATURAL VENTILATION:</p> <p><input type="checkbox"/> 90.0 % Acceptability Limits (80% or 90%)</p> <p><input type="checkbox"/> 60.9 Min Mean Monthly Outdoor DB Temp in this Climate (50° F or more)</p> <p><input type="checkbox"/> 65.2 Max Mean Monthly Outdoor DB Temp in this Climate (92.3° F or less)</p> <p><input type="checkbox"/> 68.5 Comfort Low - Min Operative Temp in this Climate (°F)</p> <p><input type="checkbox"/> 78.8 Comfort High - Max Operative Temp in this Climate (°F) (Air Velocity is controlled by opening and closing windows)</p> <p>8. FAN-FORCED VENTILATION COOLING ZONE:</p> <p><input type="checkbox"/> Max. Mechanical Ventilation Velocity (fpm)</p> <p><input type="checkbox"/> Max. Perceived Temperature Reduction (°F) (Min Vel, Max RH, Max WB match Natural Ventilation)</p> <p>9. INTERNAL HEAT GAIN ZONE (lights, people, equipment):</p> <p><input type="checkbox"/> Balance Point Temperature below which Heating is Needed (°F)</p> <p>10. PASSIVE SOLAR DIRECT GAIN LOW MASS ZONE:</p> <p><input type="checkbox"/> Min. South Window Radiation for 10° F Temperature Rise (Btu/sq.ft)</p> <p><input type="checkbox"/> Thermal Time Lag for Low Mass Buildings (hours)</p> <p>11. PASSIVE SOLAR DIRECT GAIN HIGH MASS ZONE:</p> <p><input type="checkbox"/> Min. South Window Radiation for 10° F Temperature Rise (Btu/sq.ft)</p> <p><input type="checkbox"/> Thermal Time Lag for High Mass Buildings (hours)</p> <p>12. WIND PROTECTION OF OUTDOOR SPACES:</p> <p><input type="checkbox"/> Velocity above which Wind Protection is Desirable (mph)</p> <p><input type="checkbox"/> Dry Bulb Temperature Above or Below Comfort Zone (°F)</p> <p>13. HUMIDIFICATION ZONE: (defined by and below Comfort Zone)</p> <p>14. DEHUMIDIFICATION ZONE: (defined by and above Comfort Zone)</p>
--	---

Gráfico N° 11. Criterios métricos

Fuente: Climate Consultant.
 Elab: B.X.B.N.

2.2.1. Rango de temperatura

Para el análisis del rango de temperatura, el cuadro muestra la franja gris que es la Zona de confort óptima que se debe de cumplir dentro de la vivienda, donde la temperatura debe estar entre los 20° y 27° C. mientras las demás variables muestran los picos máximos y medios de la temperatura en el ambiente exterior durante cada mes del año. (Ver Gráfico N° 12)

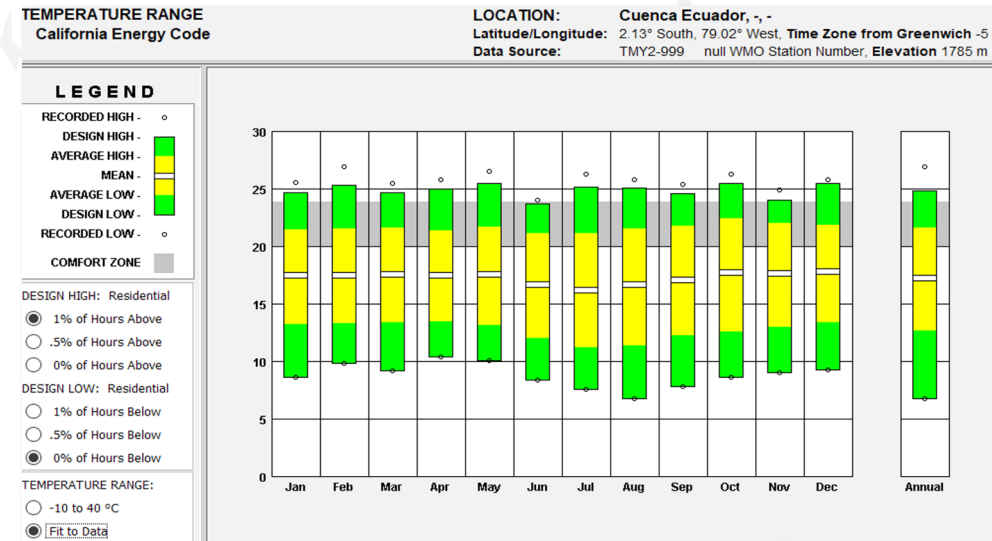


Gráfico N° 12. Rango de temperatura

Fuente: Climate Consultant.
Elab: B.X.B.N.

2.2.2. Rango de radiación

La radiación solar esta mediada en kilovatios por metro cuadrado. Por lo que el cuadro muestra los picos máximos, mínimos y promedio de la radiación solar mensual y anual en la ciudad de Cuenca, siendo estas, la radiación directa, difusa global y la reflejada. Datos que serán utilizados para calcular el nivel de aprovechamiento de insolación de la vivienda y poder optimizar la acumulación de energía en muros, techos, losas o captadores especializados. (Ver Gráfico N° 13)

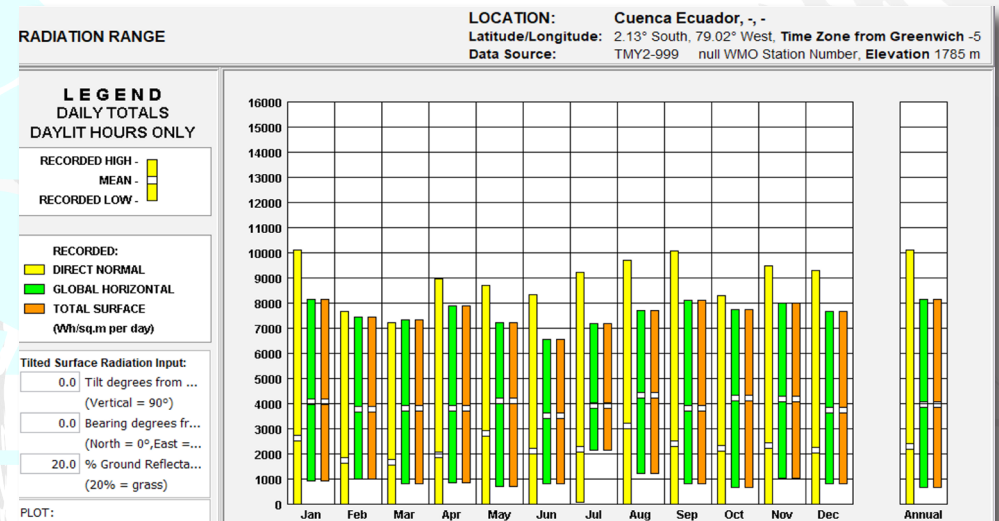


Gráfico N° 13. Rango de radiación

Fuente: Climate Consultant.
Elab: B.X.B.N.



2.2.3. Rango de iluminación

El rango de iluminación solar, se divide en directa e indirecta y será medida en Lumenes por metro cuadrado (LUX), lo cual servirá para considerar la iluminación natural de ambientes. (Ver grafico N° 14)

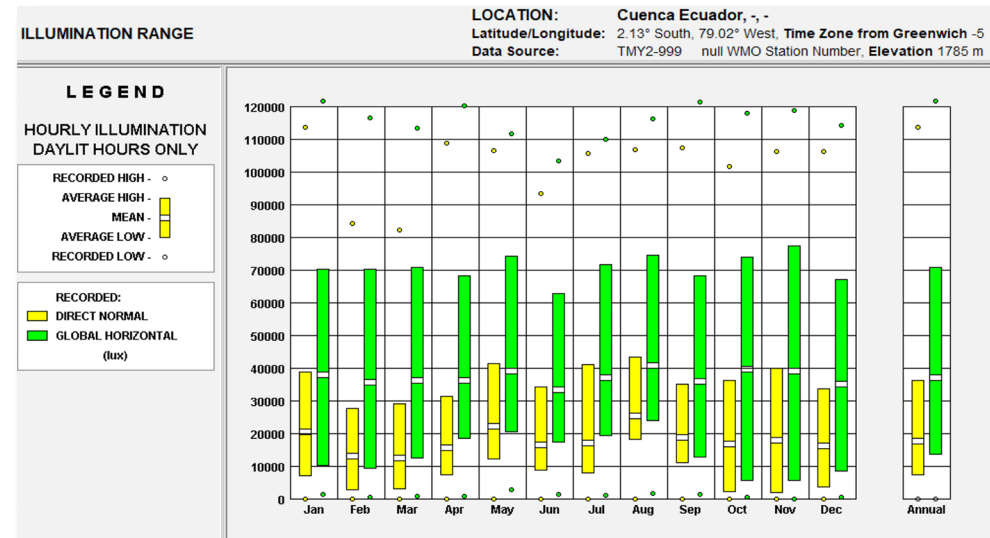


Gráfico N° 14. Rango de iluminación

Fuente: Climate Consultant.
Elab: B.X.B.N.

2.2.4. Rango de cobertura del cielo

La nubosidad media de la ciudad de Cuenca, es del 68% durante el año, donde se puede observar mayor nubosidad en épocas frías y menos nubosidad en verano.

(Ver grafico N° 15)

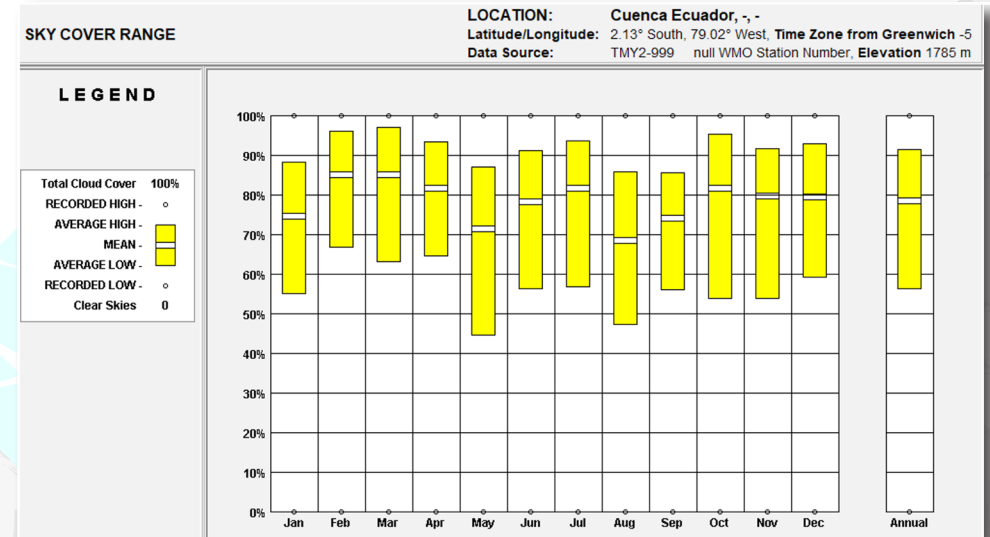


Gráfico N° 15. Rango de nubosidad

Fuente: Climate Consultant.
Elab: B.X.B.N.

2.2.5. Rango de velocidad del viento

La velocidad media anual del viento esta en la categoría 3 según la escala de Beaufort (Flojito con brisa muy débil) llegando hasta una categoría 4 Bonancible (Brisa moderada), donde se deberá tener en consideración la ventilación natural de los ambientes y para el diseño de romper vientos. (Ver grafico N° 16)

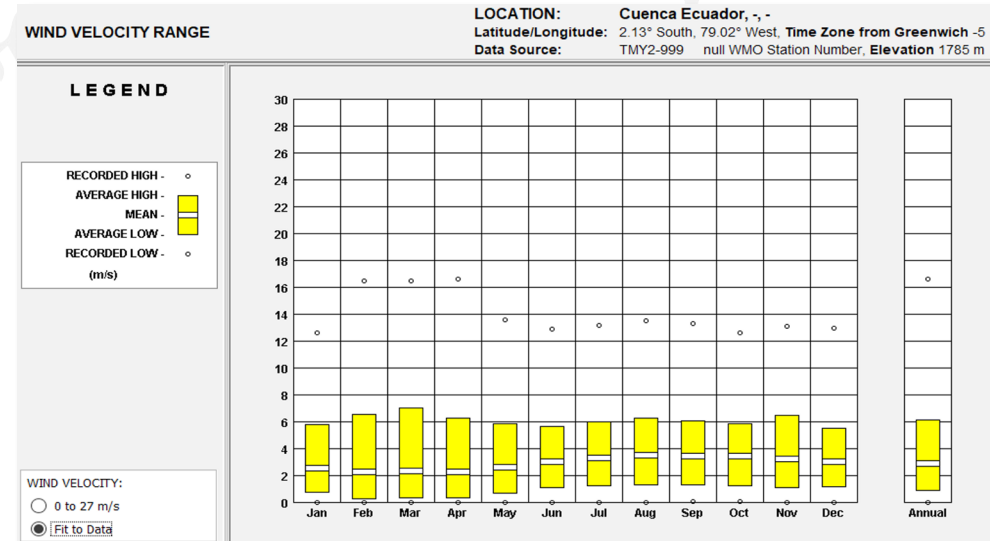


Gráfico N° 16. Rango de V. viento

Fuente: Climate Consultant.
Elab: B.X.B.N.

2.2.6. Temperatura del suelo

La temperatura media anual del suelo a los 0,5 – 2 y 4 metros de profundidad, es de 16° C. cuando el pasto esta recién cortado. El cual influye directamente en el diseño de la edificación. (Ver grafico N° 17)

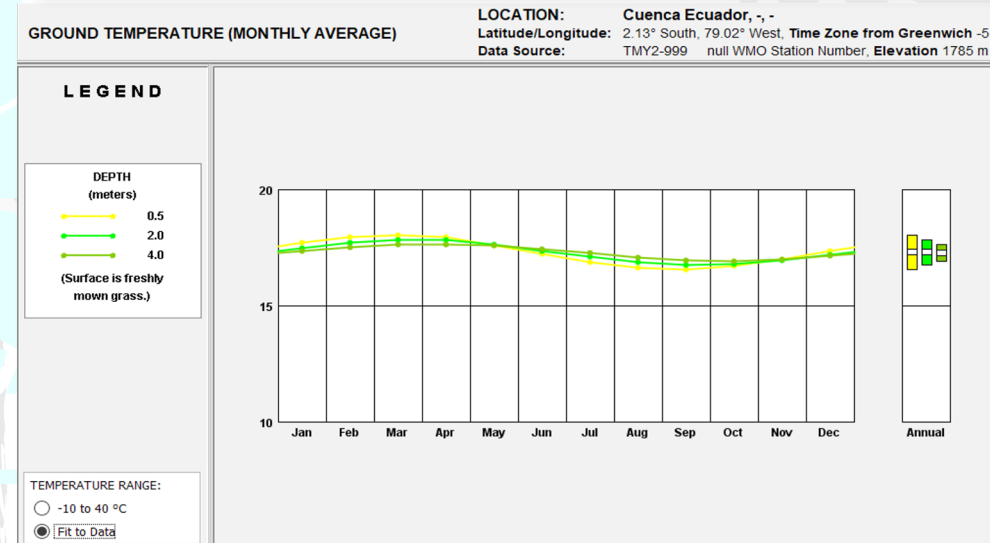


Gráfico N°17. Rango de T. suelo

Fuente: Climate Consultant.
Elab: B.X.B.N.



2.2.7. Temperatura del Bulbo Seco

Es la temperatura medida por un termómetro sin modificar, en una zona con sombra para evitar el sobrecalentamiento producido por el sol, obteniendo el valor de la temperatura que hace en el momento preciso. (Ver Gráfico N° 18)

2.2.7. Temperatura del Bulbo Húmedo

Es la temperatura medida con un termómetro o depósito de mercurio envuelto en un algodón saturado en agua, así se medirá como el calor se disipa por la evaporación de agua, si el aire esta saturado de vapor de agua, o tiene el 100% de humedad relativa, la temperatura del bulbo húmedo y seco serán iguales, caso contrario siempre será inferior al bulbo seco. (Ver Gráfico N° 19)

2.2.7. Humedad relativa

En cuanto a la humedad relativa en la ciudad de Cuenca, se puede observar que durante el año esta entre el 70% y valores superiores al 80%. Valores que deberán ser regulados en las estrategias de diseño, para que entren en la zona de confort según la gráfica de confort de Fanger. (Ver Gráfico N° 20)

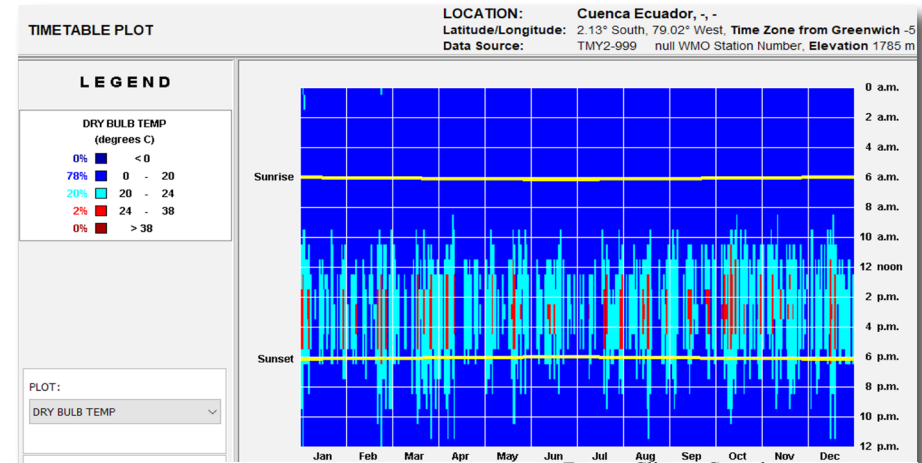


Gráfico N° 18. Bulbo seco

Fuente: Climate Consultant.

Elab: B.X.B.N.

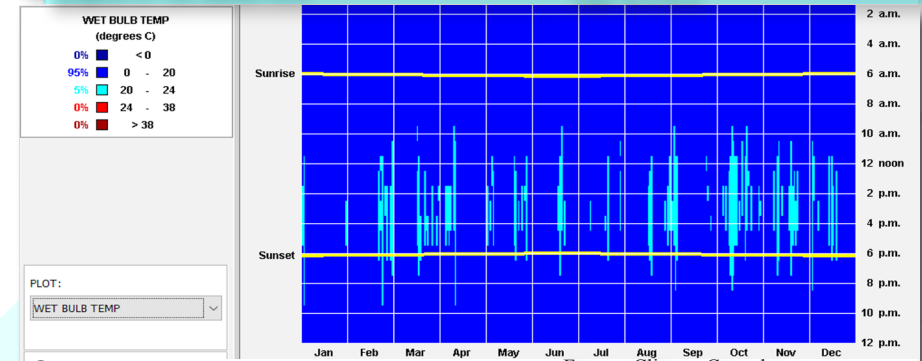


Gráfico N° 19. Bulbo húmedo

Fuente: Climate Consultant.

Elab: B.X.B.N.

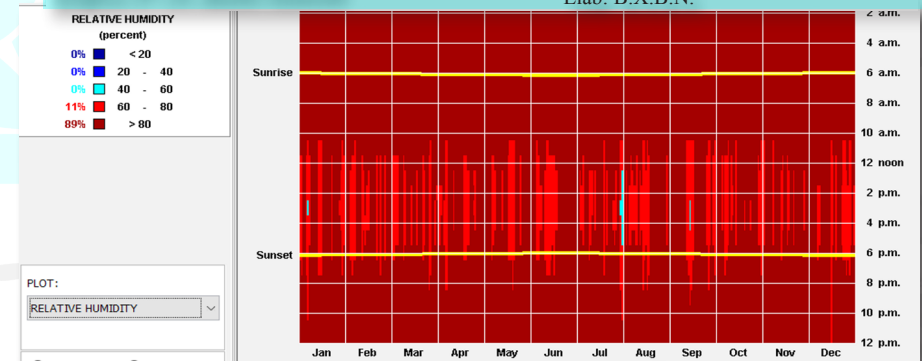


Gráfico N° 20. Humedad relativa

Fuente: Climate Consultant.

Elab: B.X.B.N.

2.2.8. Rueda de vientos

Muestra la dirección, velocidad y la frecuencia de ocurrencia del viento, junto con la temperatura de bulbo seco y la humedad relativa promedio. El anillo exterior muestra el porcentaje de horas, cuando el viento proviene de cada dirección. En el siguiente anillo, la altura y el color de las barras, muestran la temperatura promedio del viento que viene de esa dirección (el azul claro está en la zona de confort, el azul es frío y el rojo es cálido). El siguiente anillo pequeño, muestra una humedad promedio (el verde claro es cómodo, el amarillo es seco y el verde es húmedo). El círculo más interno, muestra las velocidades del viento que vienen de cada dirección; el triángulo marrón más alto es la velocidad máxima para ese período, el marrón medio, es la velocidad promedio, y el triángulo marrón claro más pequeño, es la velocidad mínima. Las horas en que no hay velocidad del viento no aparecen en esta tabla. La clave gráfica de toda esta información, se resume en el ícono en la esquina inferior derecha con la etiqueta Velocidad del viento, Humedad Relativa, Temperatura y Horas. (Ver grafico N° 21)

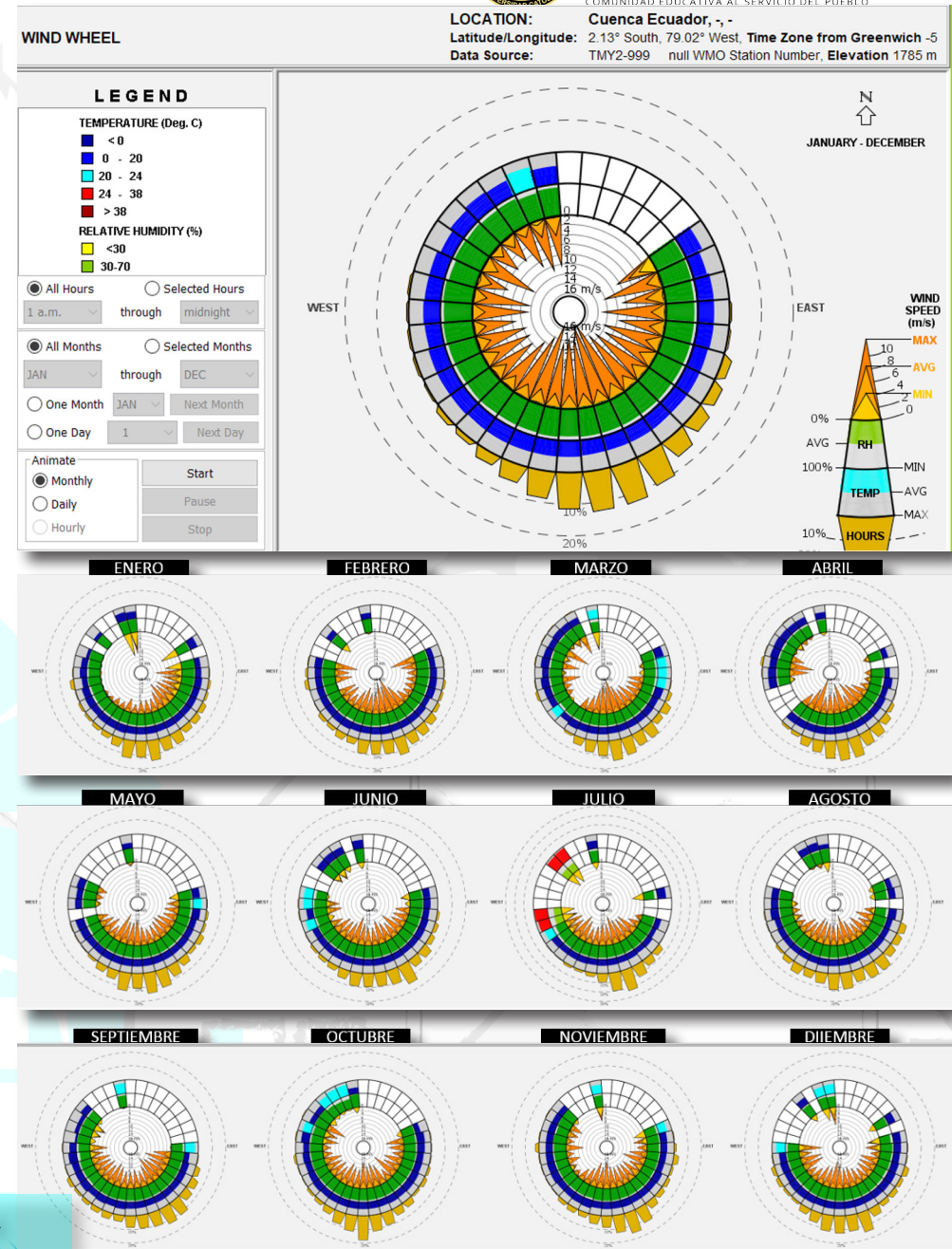


Gráfico N° 21. Rueda de los vientos Fuente: Climate Consultant. Elab: B.X.B.N.



2.3. Zonas de Vida.

Para plantear estrategias que ayuden a controlar el clima en el interior de las viviendas, se utilizará el sistema de Zonas de Vida elaborado por Leslie Holdrige en 1947, en el que clasifica el territorio sobre el que se va a trabajar, basado en los parámetros bioclimáticos del área de estudio. Una zona de vida, es un grupo de asociaciones vegetales dentro de una división natural del clima, que se hacen teniendo en cuenta las condiciones edáficas y las etapas de sucesión, y que tienen una fisionomía similar en cualquier parte del mundo. (Murillo, Aymerich, Blanco, Bolaños, Campos y Matarrita, 2013)

2.3.1. Determinación de una zona de vida en un sector dado

El sistema Holdridge presenta una pirámide, donde se ubican todas las zonas de vida pertenecientes al mismo. En el cual, para ubicar una zona de vida de un lugar determinado se necesita obtener tres factores que determinan el sistema: la biotemperatura promedio anual, la precipitación promedio anual y la elevación sobre el nivel del mar. (Ver grafico N° 22)

2.3.2. Pisos Altitudinales

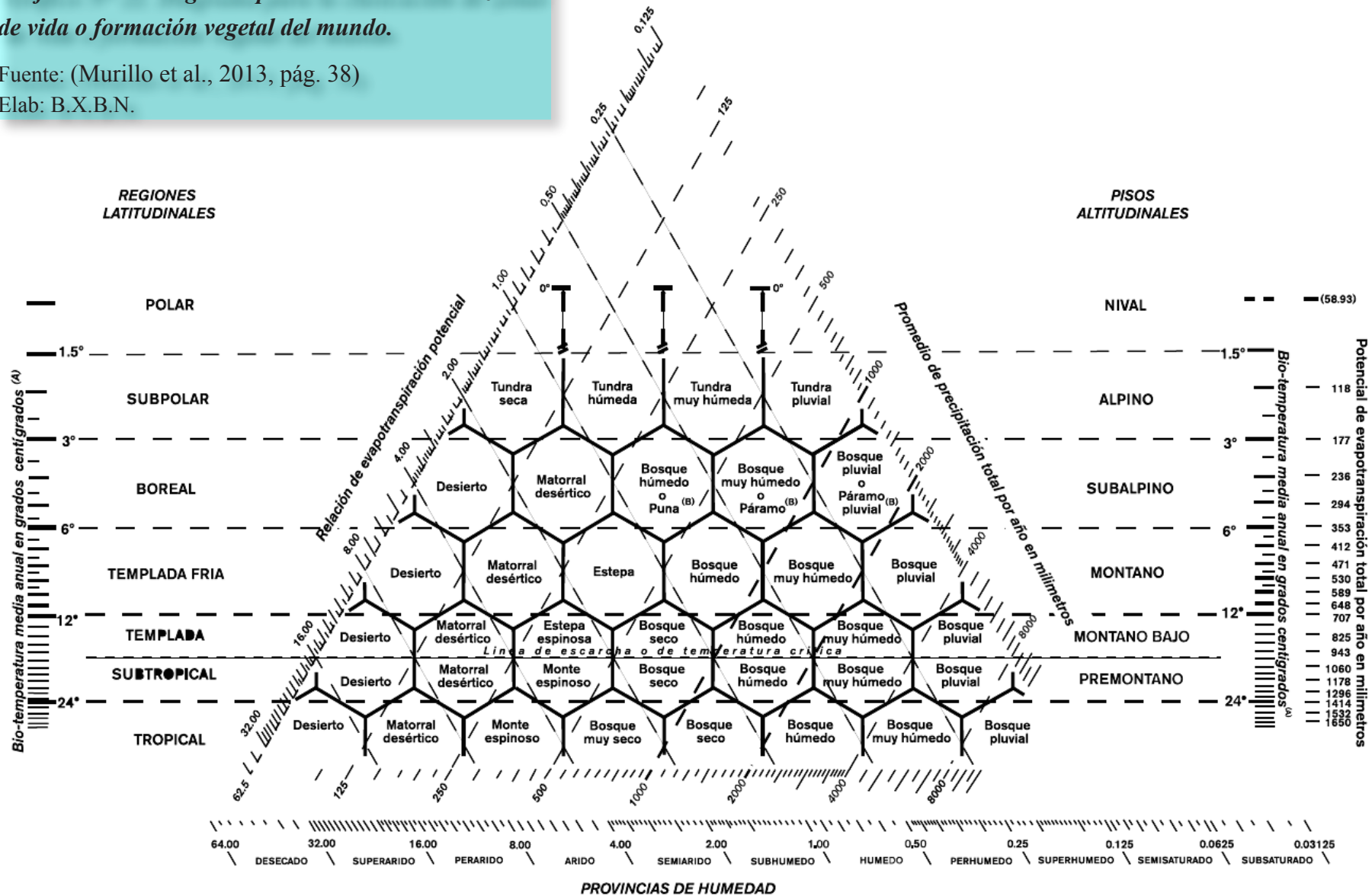
La altura sobre el nivel del mar cambia considerablemente la percepción climática de una región, aunque mantenga niveles de humedad, precipitación y temperaturas similares a los de otra. Por lo tanto, el diagrama de las Zonas de vida presenta siete pisos altitudinales, dentro los cuales las diferentes zonas de vida se pueden ubicar. Los mismos que se clasifican en: (Murillo et al., 2013)

- Piso Basal: 0 – 700 msnm. (PB)
- Piso Pre Montano: 700 – 1400 msnm. (PPM)
- Piso Montano Bajo: 1400 – 2700 msnm. (PMB)
- Piso Montano: 2400 – 3700 msnm. (PM)
- Piso Sub Alpino: 2800 – 4000 msnm. (PS)
- Piso Alpino: + 4000 msnm. (PA)
- Nival: + 6000 msnm. (N)

Gráfico N° 22. Diagrama para la clasicación de zonas de vida o formación vegetal del mundo.

Fuente: (Murillo et al., 2013, pág. 38)

Elab: B.X.B.N.



2.3.3. Diagrama de las Zonas de Vida

Para analizar del diagrama de Holdridge e identificar las zonas de vida que influyen en el proyecto, es necesario tres variables de la ciudad de Cuenca, detallados en la tabla N° 15.

Tabla N° 15. Variables para usar el diagrama de Holdridge en la ciudad Cuenca.	
Variables	Valores
Bio temperatura media anual	Media anual 9 y 21 °C
	Récord Máximo: 27.2 °C
	Récord Mínimos: -1.7 °C
	Media diaria: 15 °C
Precipitación promedio anual	Es de 900 milímetros de agua por metro cuadrado de terreno.
Elevación sobre el nivel del mar	Piso Montano Bajo: 1400 – 2700 msnm.
	Piso Montano: 2400 – 3700 msnm.
	Piso Sub Alpino: 2800 – 4000 msnm.
Fuente: B.X.B.N. Elab: B.X.B.N	

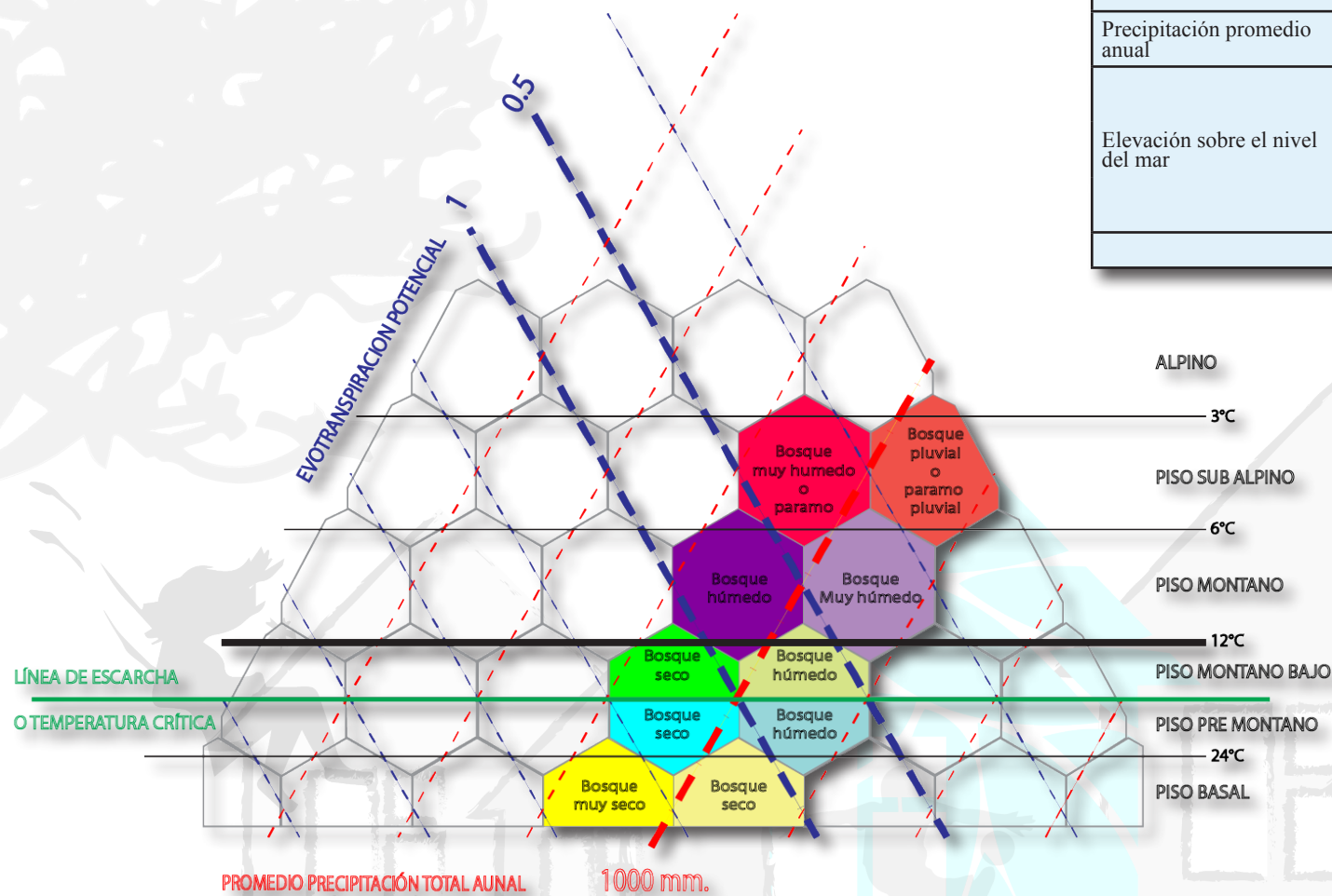


Gráfico N° 23. Diagrama de Holdridge aplicado a la ciudad de Cuenca

Fuente: (Alfaro Murillo, y otros, 2013)
Elab: B.X.B.N.

Al hacer el análisis del diagrama de Holdridge, con respecto a las variables que influyen sobre la ciudad de Cuenca, en el gráfico N° 23, las zonas que actúan sobre el área de estudio son en donde convergen las líneas resaltadas. Las mismas que nos ayudarán al planteamiento de estrategias específicas para la calefacción o enfriamiento de la vivienda: (Ver Tabla N°16)

Tabla N° 16. Zonas de vida que influyen directamente en el área de estudio.

Piso altitudinal	Temperatura	Rango altitudinal	Zona de vida
Piso Montano	6 - 12 °C	2400 – 3700 msnm.	Bosque húmedo
			Bosque muy húmedo
Piso Montano Bajo	12 – 18 °C	1400 – 2700 msnm.	Bosque seco
			Bosque húmedo

Fuente: B.X.B.N. Elab:B.X.B.N.

En la ciudad de Cuenca, se han registrado temperaturas superiores a los 24 °C por lo menos una vez al mes y siendo típicas del Piso basal, se debe tener en consideración para una correcta refrigeración de la vivienda, cuando esta la requiera. A su vez puede ser útil para las zonas cercanas a la ciudad y que están en los pisos Pre Montanos y Basales como son: Santa Isabel, Yunguilla, Zona baja de Molleturo, Ponce Enríquez, entre otros. (Ver Tabla N°17)

Tabla N° 17. Zonas de vida que influyen en épocas de Calor o en zonas bajas.

Piso altitudinal	Temperatura	Rango altitudinal	Zona de vida
Piso Pre Montano	18 - 24 °C	700 – 1400 msnm.	Bosque seco
			Bosque húmedo
Piso Basal	+ 24 °C	0 – 700 msnm.	Bosque seco
			Bosque muy seco

Fuente: B.X.B.N. Elab:B.X.B.N.

También hay registros de temperatura por debajo de los 3 °C llegando hasta – 1.7 °C, por lo menos una vez al mes, siendo valores típicos de los Pisos Pre alpinos, por lo que habrá que tener presente para plantear estrategias que permitan el almacenamiento y retención de calor al interior de la vivienda. A su vez puede ser útil para las zonas cercanas a la ciudad y que están en los pisos Pre Alpinos como son: El Cajas, Molleturo, Cumbe, entre otros. (Ver Tabla N° 18)

Tabla N° 18. Zonas de vida que influyen en épocas de frío o en zonas altas.

Piso altitudinal	Temperatura	Rango altitudinal	Zona de vida
Piso Pre Alpino	≤ 3 – 6 °C	2800 – 4000 msnm.	Bosque muy húmedo o páramo
			Bosque pluvial o páramo pluvial

Fuente: B.X.B.N. Elab:B.X.B.N.



2.4. Métodos pasivos para controlar la temperatura en una vivienda

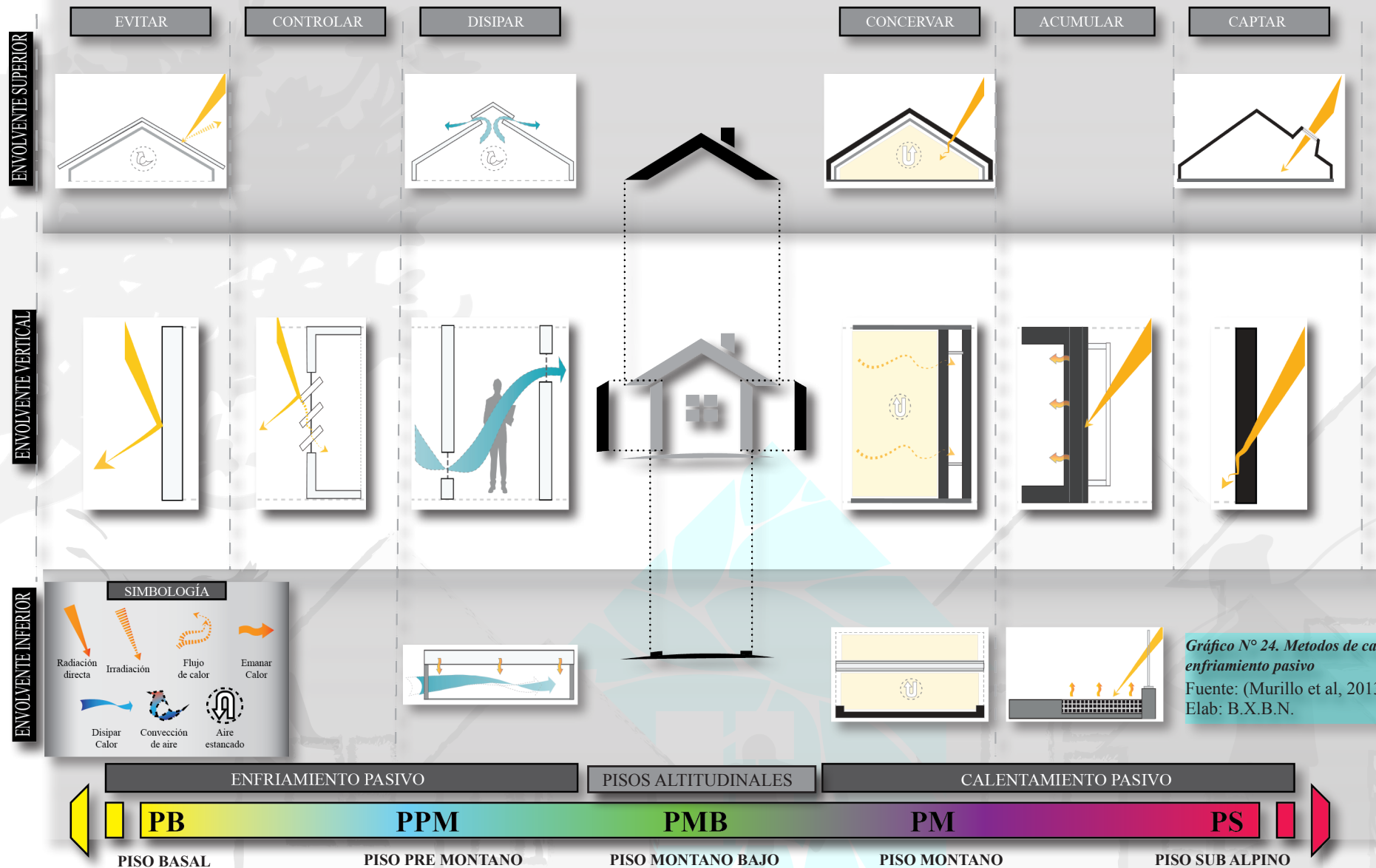


Gráfico N° 24. Metodos de calentamiento o enfriamiento pasivo
 Fuente: (Murillo et al, 2013).
 Elab: B.X.B.N.

2.5. Estrategias pasivas para controlar la temperatura en una vivienda

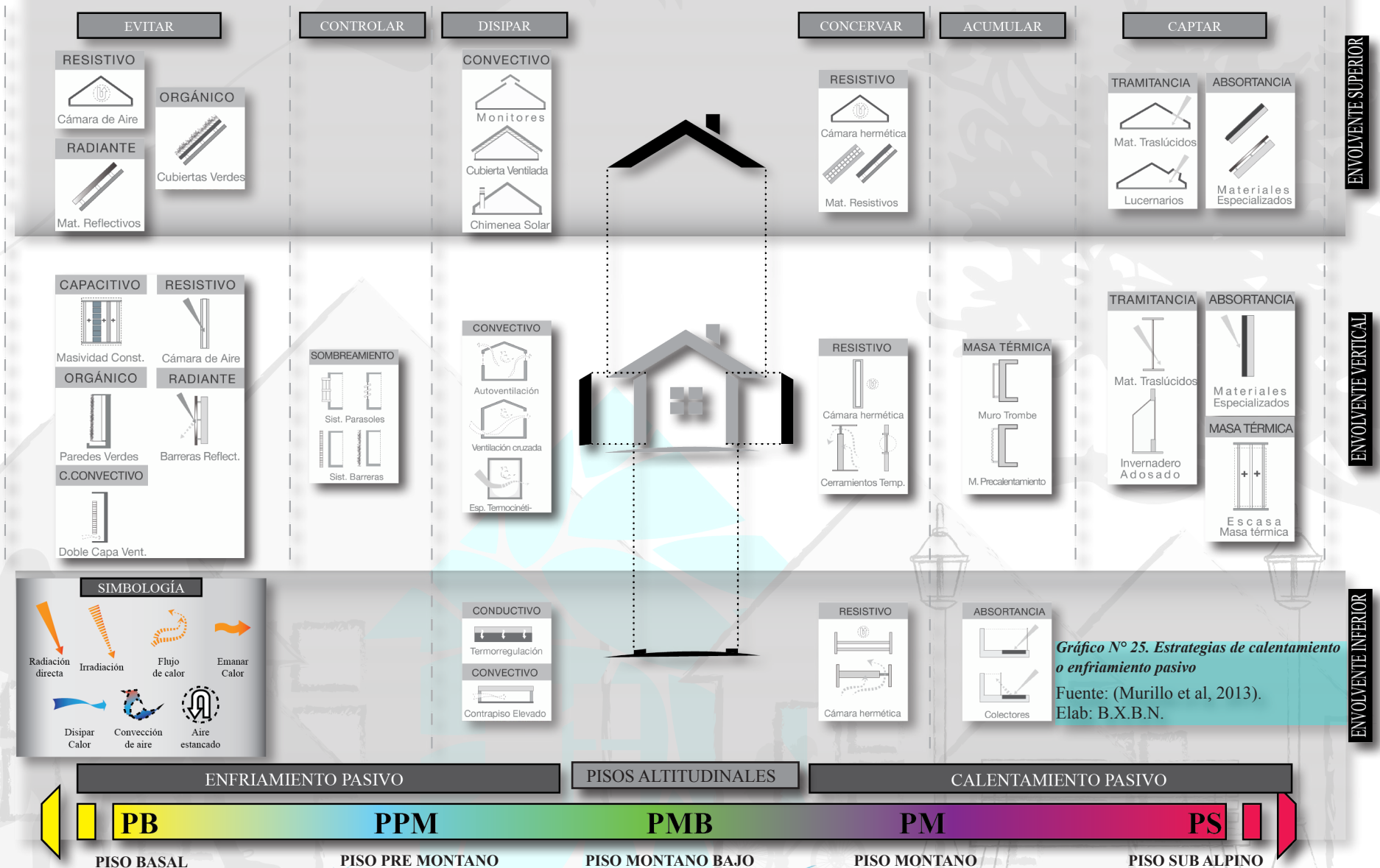
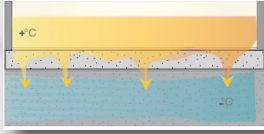
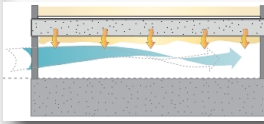
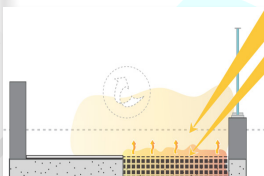


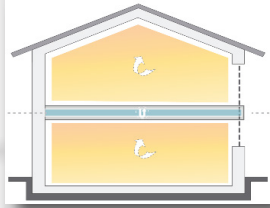
Gráfico N° 25. Estrategias de calentamiento o enfriamiento pasivo
Fuente: (Murillo et al, 2013).
Elab: B.X.B.N.



2.5.1. Envoltente Inferior

Tabla 19. Estrategias de diseño pasivo para la envoltente inferior

DISIPAR CALOR			
Estrategia	Principio	Ejemplos	Gráfico
ENFRIAMIENTO CONDUCTIVO	Cuando dos superficies entran en contacto, la energía calórica busca el equilibrio entre ambas. El elemento con mayor temperatura (entrepiso) tiende a ceder su calor al elemento con menor temperatura (tierra).	1. Contrapiso Sobrepuesto o con canales ventilados	 <p>Gráfico N° 26. Contacto de las superficies busca equiparar Temperatura.</p>
		2. Hundimiento del contrapiso	
		3. Enfriamiento por conductos subterráneos	
ENFRIAMIENTO CONVECTIVO	El aire que circula por el espacio comprendido entre la superficie del suelo y el entrepiso, disipa el calor emitido por el elemento constructivo.	1. Contrapiso elevado	 <p>Gráfico N° 27. Disipa el aire emitido por el entrepiso.</p>
ACUMULAR CALOR			
Estrategia	Principio	Ejemplos	Gráfico
ACUMULACIÓN POR ABSORTANCIA	El calor captado a través de elementos traslúcidos, es acumulado en el contrapiso, el cual debe tener la suficiente absortancia para que el retardo de su posterior emisión abarque las horas críticas (cuando descende la temperatura del ambiente).	1. Acumulación por colectores.	 <p>Gráfico N° 28. Desfasa el calor acumulado por la envoltente inferior.</p>

CONSERVAR CALOR			
Estrategia	Principio	Ejemplos	Gráfico
AISLAMIENTO RESISTIVO (Aumentar Resistencia)	Utilizar en el interior del elemento inferior aire como aislante, dada su alta resistencia térmica, evita la pérdida de calor hacia el exterior u otros espacios.	1. Cámara de aire	 <p>Gráfico N° 29. Estanca el calor en el espacio interno mediante la utilización de materiales con baja conductividad</p>
		2. Reducción de puente térmico.	
Fuente: (Murillo et al, 2013) Elab: B.X.B.N.			

2.5.2. Envoltente Vertical

Tabla 20. Estrategias de diseño pasivo para la envoltente vertical.

EVITAR LA CAPTACIÓN DE CALOR			
Estrategia	Principio	Ejemplos	Gráfico
AISLAMIENTO RESISTIVO (Aumentar Resistencia)	Utilizar en el interior del elemento vertical aire como aislante, dada su resistencia al paso del calor, contribuye a disminuir el calentamiento por transferencia térmica entre el exterior y el interior.	1. Cámara de aire	<p>Gráfico N° 30. Disminuir el calentamiento por transferencia térmica entre el exterior y el interior del espacio. Del 100% de radiación directa que incide sobre la envoltente vertical con alguna estrategia de aislamiento resistivo, únicamente ingresa el 20% al interior del espacio. (Neila.2004)</p>
		2. Materiales especializados (aislantes)	<p>Gráfico N° 31. Reflejar la energía radiante que incide sobre la envoltente.</p>
AISLAMIENTO RADIANTE (Aumentar Reflectancia)	Evitar que las superficies de la envoltente se calienten al reflejar la energía radiante que incide sobre éstas.	1. Materiales reflectivos (color/ textura)	<p>Gráfico N° 31. Reflejar la energía radiante que incide sobre la envoltente.</p>

AISLAMIENTO CAPACITIVO (Aumentar Capacitancia)	Propiciar capas de materiales con alta capacidad térmica (masa térmica) afectando no sólo el flujo de calor, sino también su desfase temporal.	1. Elevada masa térmica	<p>Gráfico N° 32. Desfasar la onda térmica utilizando alta capacidad térmica en las capas.</p>
	En forma de vegetación activa. La vegetación absorbe la radiación solar; al ser un elemento orgánico no se calienta, sino que invierte esta energía en procesos de fotosíntesis, conservando su temperatura y disipando el calor restante al ambiente mediante la evapotranspiración que se produce en sus hojas.	1. Paredes verdes	<p>Gráfico N° 33. Vegetación Activa: 1. Absorbe gran parte de la Radiación directa. 2. Refleja un porcentaje menor de radiación. 3. Procesos de Fotosíntesis. 4. Disipar el calor</p>
AISLAMIENTO ORGÁNICO			



CONTROL CONVECTIVO	<p>Al duplicar el elemento vertical, se busca romper la onda térmica que se establece entre el exterior irradiado y el interior. Al propiciar la ventilación de dicho espacio, el calor absorbido por la capa exterior tiende a disiparse al medio.</p>	1. Doble capa ventilada	
			<p>Gráfico N° 34. Convección del calor que absorbe la primera capa, tiende a disiparse en el espacio existente entre ambas capas. Este espacio convectivo también forma parte del sistema de la envolvente.</p>

CONTROL SOLAR			
Estrategia	Principio	Ejemplos	Gráfico
DISPOSITIVOS DE SOMBREAMIENTO	Evitar las ganancias de calor mediante cerramientos translúcidos y opacos. Protección exclusiva de la radiación solar (PERS).	1. Fijos: Verticales, horizontales y mixtos	
		2. Móviles (interiores y exteriores)	
		3. Barreras solares	
		4. Pantallas verdes	
			<p>Gráfico N° 35. Sombrear por medio de dispositivos que bloquean gran parte de la radiación ya sea sobre las aberturas o la envolvente.</p>

DISIPAR CALOR			
Estrategia	Principio	Ejemplos	Gráfico
ENFRIAMIENTO CONVECTIVO	<p>Auto ventilación: Disipar el aire caliente ubicado en la parte superior del elemento vertical, producto de la estratificación del aire. Ventilación Cruzada: Generar aberturas en zonas de baja y alta presión en el elemento vertical, para facilitar el ingreso y salida del viento a través de los espacios interiores de los edificios.</p>	1. Redireccionamiento por aberturas.	<p>Gráfico N° 36. Disipar-Ventilar 1-2 Disipar el aire producto de la estratificación. 3 Ventilar efectivamente el espacio interno por medio de zonas de alta y baja presión.</p>
		2. Aberturas permanentes	
		3. Elementos redireccionadores: aletas, celosías, etc.	
ENFRIAMIENTO CONVECTIVO	<p>Ventilación por aspiración: Utilizar precalentadores al elemento vertical para incrementar la velocidad del aire, forzando la ventilación natural por succión.</p>	1. Recalentamiento de fachada	<p>Gráfico N° 37. Aspirar por recalentamiento, se pretende invertir el proceso de estratificación por medio de equiparación de temperaturas.</p>
ENFRIAMIENTO CONVECTIVO	<p>Espacios Termocinéticos Utilización de envolventes con escasa masa térmica, que procuren un calentamiento rápido, conductividad alta y bajo calor específico (el calor pasa rápido y sin detenerse al interior espacio).</p>	1. Espacio Termocinético	<p>Gráfico N° 38. Espacios Termocinéticos. La escasa masa térmica provoca la entrada-salida rápida del calor dentro del espacio.</p>

CAPTAR CALOR			
Estrategia	Principio	Ejemplos	Gráfico
CAPTACIÓN POR TRAMITANCIA	Se introduce el calor al espacio mediante la incorporación de elementos traslúcidos con alta conducción en la envolvente vertical.	1. Ganancia directa: Materiales traslúcidos (Alta transmitancia)	<p>Gráfico N° 39. Transmitir el calor mediante elementos traslúcidos al interior del espacio.</p>
		2. Invernadero adosado	
CAPTACIÓN POR ABSORTANCIA	Utilización de elementos en la envolvente vertical con propiedades que brinden alta capacidad de absortancia.	1. Materiales con alta absortancia	<p>Gráfico N° 40. Absorber la energía radiante que incide sobre la envolvente vertical.</p>
		2. Barrera reflectiva.	

ACUMULAR CALOR			
Estrategia	Principio	Ejemplos	Gráfico
ACUMULACIÓN POR MASA TÉRMICA	Utilización de elementos en la envolvente vertical con propiedades que brinden alta capacidad de absortancia.	1. Escasa masa térmica.	<p>Gráfico N° 41. Masa Térmica Escasa, provocando el paso rápido del calor al interior del espacio.</p>
		1. Muro de precalentamiento	
		2. Muro Trombe	
3. Muro Acumulado en espacio interno	<p>Gráfico N° 42. Acumular calor en el interior del muro para posteriormente transmitirlo al espacio.</p>		




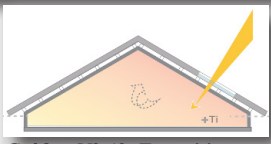
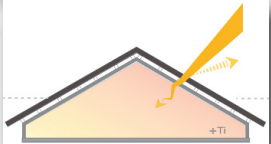
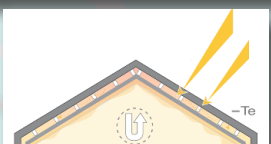
CONSERVAR CALOR			
Estrategia	Principio	Ejemplos	Gráfico
AISLAMIENTO RESISTIVO (Aumentar Resistencia)	Utilizar en el interior del elemento vertical aire como aislante, dada su alta resistencia térmica, evita la pérdida de calor hacia el exterior u otros espacios.	1. Cámara de aire.	<p>Gráfico N° 43. Conservar el calor existente obtenido de las estrategias de captación, en el espacio interno mediante cámaras que faciliten su estanquidad.</p>
		2. Reducción del puente térmico	
		3. Reducción de infiltraciones	
		4. Cerramientos temporales	
Fuente: (Murillo et al, 2013) Elab: B.X.B.N.			

2.5.3. Envoltente Superior

Tabla 21. Estrategias de diseño pasivo para la envoltente superior			
EVITAR LA CAPTACIÓN DE CALOR			
Estrategia	Principio	Ejemplos	Gráfico
AISLAMIENTO RESISTIVO (Aumentar Resistencia)	Utilizar en el interior del elemento superior aire como aislante, dada su resistencia al paso del calor contribuye a disminuir el calentamiento por transferencia térmica entre el exterior y el interior.	1. Cámara de aire	<p>Gráfico N° 44. Estancar el calor en el espacio interno mediante la utilización de materiales con baja conductividad</p>
		2. Doble cubierta hermética.	
		3. Materiales resistentes	

AISLAMIENTO RADIANTE (Aumentar Reflectancia)	Evitar que las superficies se calienten al reflejar la energía radiante que llega a ellas. (Coeficiente de absorción de la radiación bajo, entre 0.10 y 0.20); Neila, 2004. págs 300 y 345.	1. Materiales reflectivos (color/ textura).	<p>Gráfico N° 45. Reflejar la energía radiante que incide sobre la envoltente.</p>
	AISLAMIENTO ORGÁNICO	En forma de vegetación activa. La vegetación absorbe la radiación solar; al ser un elemento orgánico no se calienta, sino que invierte esta energía en procesos de fotosíntesis, conservando su temperatura y disipando el calor restante al ambiente mediante la evapotranspiración que se produce en sus hojas.	1. Cubierta verde <p>Gráfico N° 46. Vegetación Activa: 1. Absorbe gran parte de la radiación directa. 2. Refleja un porcentaje menor de radiación. 3. Procesos de fotosíntesis. 4. Disipar el calor al exterior.</p>

DISIPAR CALOR			
Estrategia	Principio	Ejemplos	Gráfico
ENFRIAMIENTO CONVECTIVO	Auto ventilación: Se disipa el aire que sube por la pérdida de densidad. Ventilación Cruzada: Generar aberturas en zonas de baja y alta presión de viento, para facilitar el ingreso y salida del viento a través de los espacios interiores de los edificios.	1. Cubierta ventilada	<p>Gráfico N° 47. Disipar el aire producto de la estratificación. Ventilar efectivamente el espacio interno por medio de zonas de alta y baja presión.</p>
		2. Monitores	
		3. Chimenea solar	
		4. Extracción por viento	

ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO O ADIABÁTICO	El aire exterior pierde calor al pasar por una superficie con agua previo a su ingreso al espacio; al ingresar cargado de partículas de agua, el aire con menor densidad descendiendo favoreciendo la auto ventilación.	1. Torre Evaporativa	 Gráfico N° 48. Evaporar el aire exterior una vez que atraviesa el agua pierde densidad y baja refrescando el espacio interno.
CAPTAR CALOR			
Estrategia	Principio	Ejemplos	Gráfico
CAPTACIÓN POR TRAMITANCIA	Se introduce el calor y la radiación al espacio mediante la incorporación de elementos translúcidos en la cubierta.	1. Ganancia directa: Materiales translúcidos (Alta transmitancia)	 Gráfico N° 49. Transmitir la energía radiante en el espacio interior.
CAPTACIÓN POR ABSORTANCIA	Se incorporan elementos con alta capacidad de absorción en la cubierta para almacenar y posteriormente emitir el calor.	1. Materiales con alta absorción.	 Gráfico N° 50. Absorber la energía radiante que incide sobre la envolvente vertical.
CONSERVAR CALOR			
Estrategia	Principio	Ejemplos	Gráfico
AISLAMIENTO RESISTIVO (Aumentar Resistencia)	Utilizar en el interior del elemento superior aire como aislante, dada su alta resistencia térmica, evita la pérdida de calor hacia el exterior.	1. Cámara de aire	 Gráfico N° 51. Conservar el calor existente obtenido de las estrategias de captación, en el espacio interno mediante cámaras que faciliten su estanquidad.
		2. Doble cubierta hermética.	
		3. Materiales resistivos	
		4. Cubierta verde	

Fuente: (Murillo et al, 2013) Elab: B.X.B.N.

2.6. Tabla psicrométrica

Para el análisis de la tabla psicrométrica, se utilizarán los datos obtenidos del software de análisis climatológico Climate Consultant V6.0, el que realizará un estudio de los elementos climatológicos que influyen en la ciudad de Cuenca, haciendo referencia a las normas ASHRAE Standard 55, donde se asume que los ocupantes adaptan su ropa a condiciones térmicas y son sedentarios (1.0 a 1.3 met). Estos datos serán analizados en una carta climatológica de los hermanos Olgyay, para identificar las diferentes estrategias que pueden ser utilizadas para brindar el 100% de confort en el proyecto a elaborar.

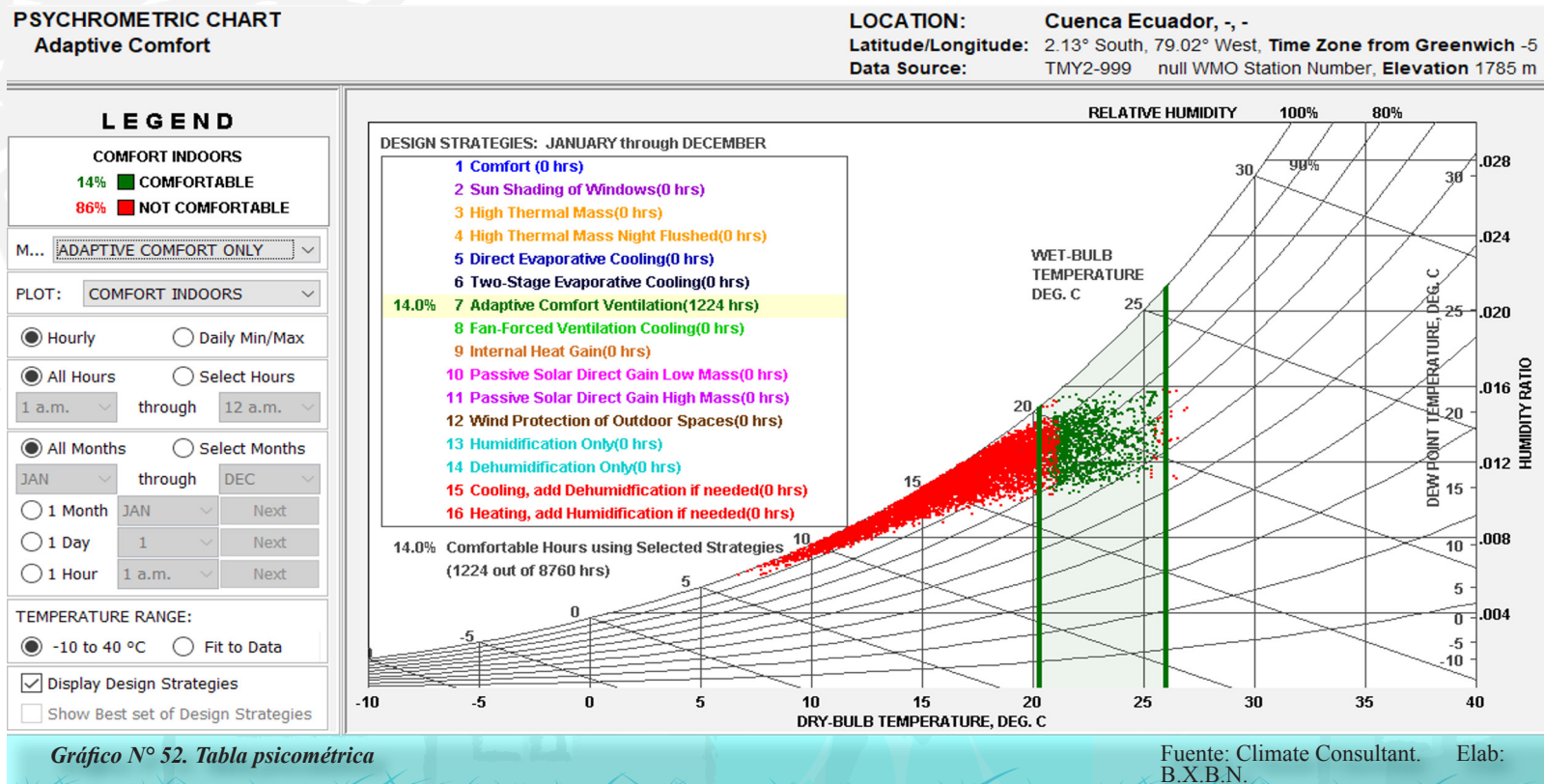
2.6.1. Análisis de los datos Obtenidos.

En el gráfico N° 52, se puede evidenciar los niveles de humedad y temperatura en la ciudad de Cuenca, donde se identifica que solo el 14% del tiempo, en todo el año, la temperatura está dentro de la zona de confort para las personas. Mientras que el 86% del tiempo está fuera del rango de confort, con temperaturas por debajo del rango recomendable y una mínima parte por sobre el rango recomendable. También se identifica un listado de estrategias que se pueden realizar, para contrarrestar los diferentes factores ambientales con los parámetros que sean necesarios para el diseño pasivo.



2.6.2. Lista de Estrategias de diseño mediante Climate Consultant

1. Factores fisiológicos según las normas ASHRAE Standard 55
2. Sombreado de ventanas
3. Alta masa térmica
4. Alta masa térmica aplicada a la noche
5. Enfriamiento evaporativo direccionado
6. Dos sistemas de enfriamiento evaporativo
7. Ventilación adaptada a la zona de confort
8. Ventilación de refrigeración forzada
9. Ganancia de calor interna
10. Ganancia solar pasiva directa (baja masa)
11. Ganancia solar pasiva directa (alta masa)
12. Protección contra vientos en los espacios al aire libre
13. Solo humidificación
14. Solo des humidificación
15. Enfriamiento con des humidificación, si es necesario
16. Calefacción con humidificación, si es necesario



2.6.2.1. Factores fisiológicos según las normas ASHRAE Standard 55.

Al regular la vestimenta entre 0.5 y 1 clo. Para el frío o calor se puede ganar o perder temperatura captando un 4.8% más de confort durante el año. (Ver Gráfico N° 53)

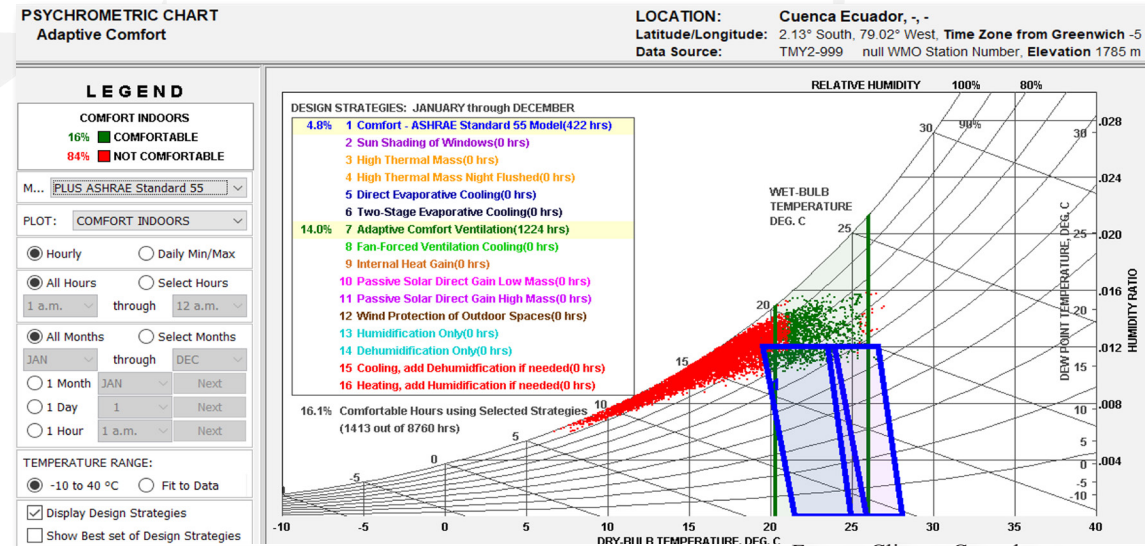


Gráfico N° 53. T. P. Vestimenta

Fuente: Climate Consultant.
Elab: B.X.B.N.

2.6.2.2. Sombreado de ventanas

Utilizando sistemas de sombreado para las ventanas, se puede incrementar hasta un 3.1% más de confort a la vivienda. (Ver Gráfico N° 54)

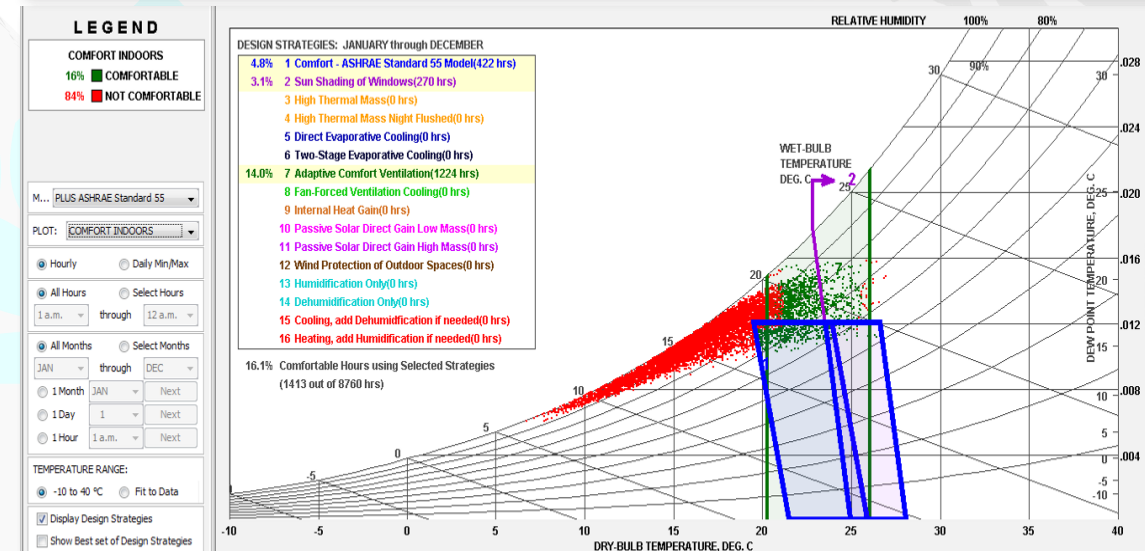


Gráfico N° 54. T. P. Sombreado

Fuente: Climate Consultant.
Elab: B.X.B.N.



2.6.2.3. Ganancia de calor interna

Al usar solo estrategias de ganancia y retención de calor interna, ya sea por medios pasivos o activos, se puede incrementar en un 63.2 % mas de confort a la vivienda. Siendo necesario utilizarlo mínimo unas 5539 horas en el año, alcanzando hasta un 79% de confort anual. (Ver Gráfico N° 55)

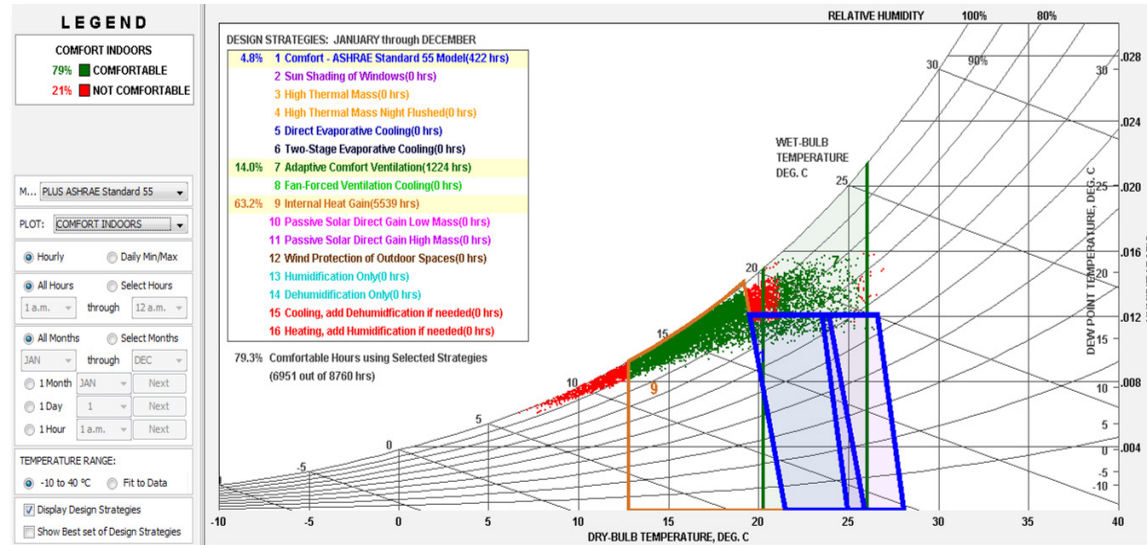


Gráfico N° 55. T. P. Ganancia de calor interna

Fuente: Climate Consultant.
Elab: B.X.B.N.

2.6.2.4. Ganancia solar pasiva directa

Al usar estrategias de ganancia solar pasiva sobre la vivienda, se puede incrementar hasta un 15% más de confort a la vivienda. Siendo necesario durante unas 1321 horas al año, alcanzando hasta un 29% de confort anual. (Ver Gráfico N° 56)

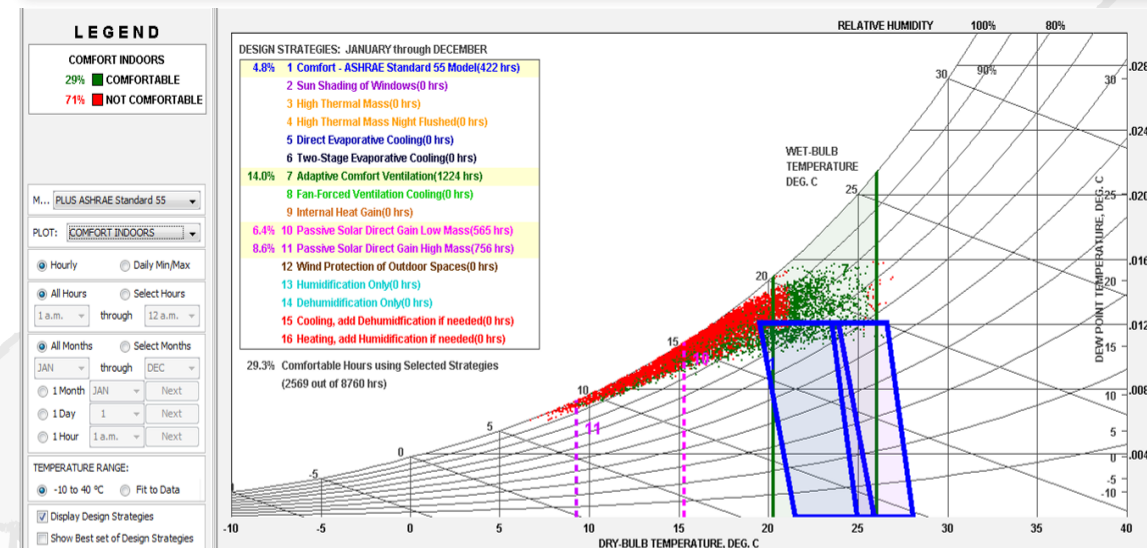


Gráfico N° 56. T. P. Ganancia solar directa

Fuente: Climate Consultant.
Elab: B.X.B.N.

2.6.2.5. Des humidificación

Al deshumidificar el ambiente utilizando cualquier estrategia de diseño pasivo o activo, puede incrementarse hasta un 21.9% de confort a la vivienda. Siendo necesario durante unas 1916 horas al año, alcanzando hasta un 27% de confort anual. (Ver Gráfico N° 57)

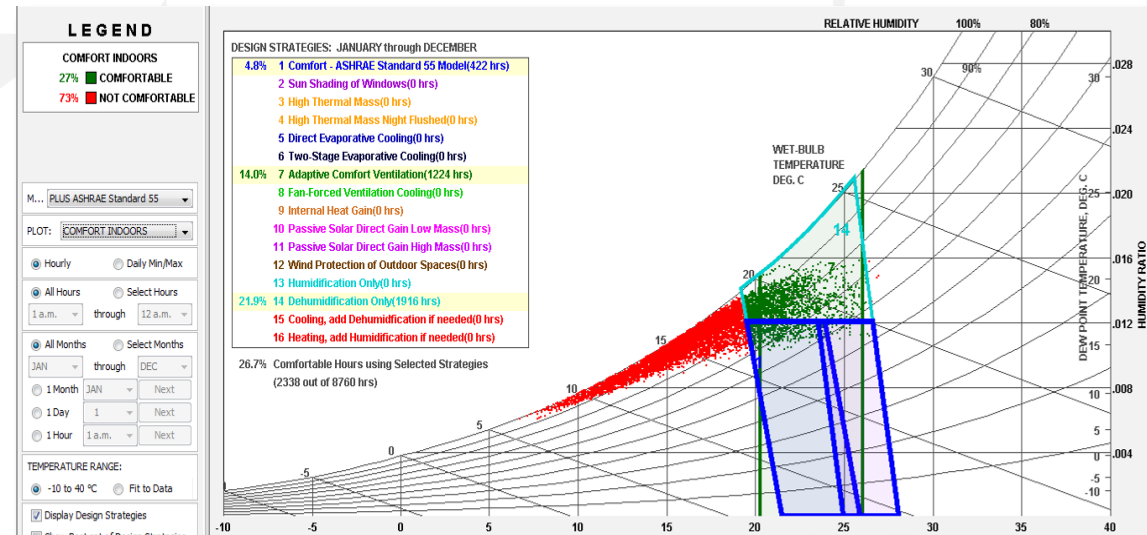


Gráfico N° 57. T. P. Deshumidificación

Fuente: Climate Consultant.
Elab: B.X.B.N.

2.6.2.6. Calefacción con humidificación si es necesario

Si se utilizara solo calefactores pasivos o activos, se incrementaría en un 73.3% de confort a la vivienda. Siendo este necesario durante 6423 horas anuales alcanzando hasta un 89% de confort al año. (Ver Gráfico N° 58)

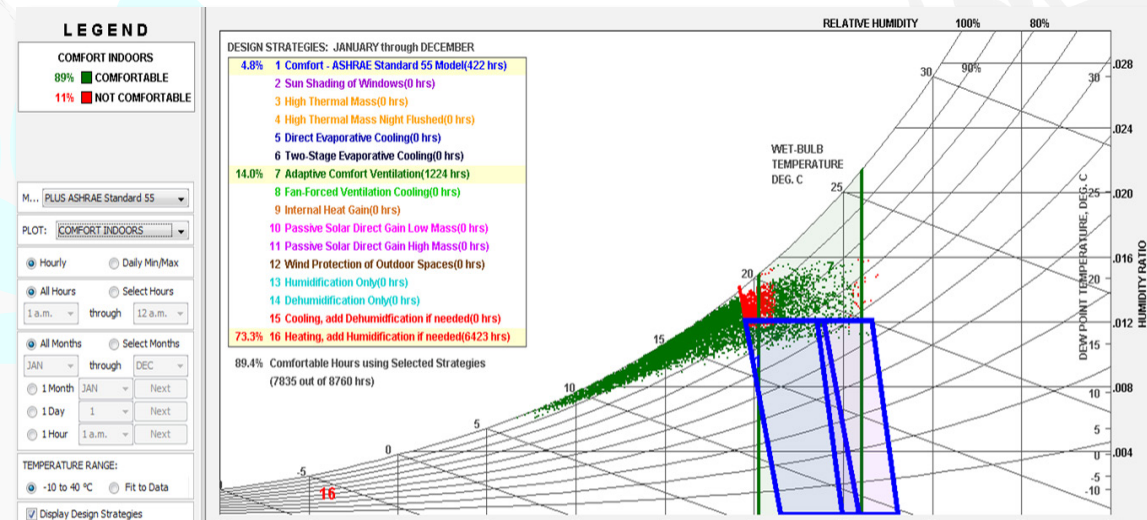


Gráfico N° 58. T. P. Calefacción

Fuente: Climate Consultant.
Elab: B.X.B.N.



2.6.3. Fusión de las estrategias de diseño.

Al analizar todas las estrategias juntas, se puede obtener hasta un 100% de confort de la vivienda. Utilizando el método correspondiente, para intervenir en cada una de las estrategias, ya sea para ganar o perder calor por medios pasivos, e puede obtener un gran ahorro energético y lo mas importante, brindar la comodidad que requieren los que van a habitar la vivienda. A su vez se hará un analisis de las estrategias de diseño propuestas por el software para ver si son utiles en la investigacion. (Ver Gráfico N° 59)

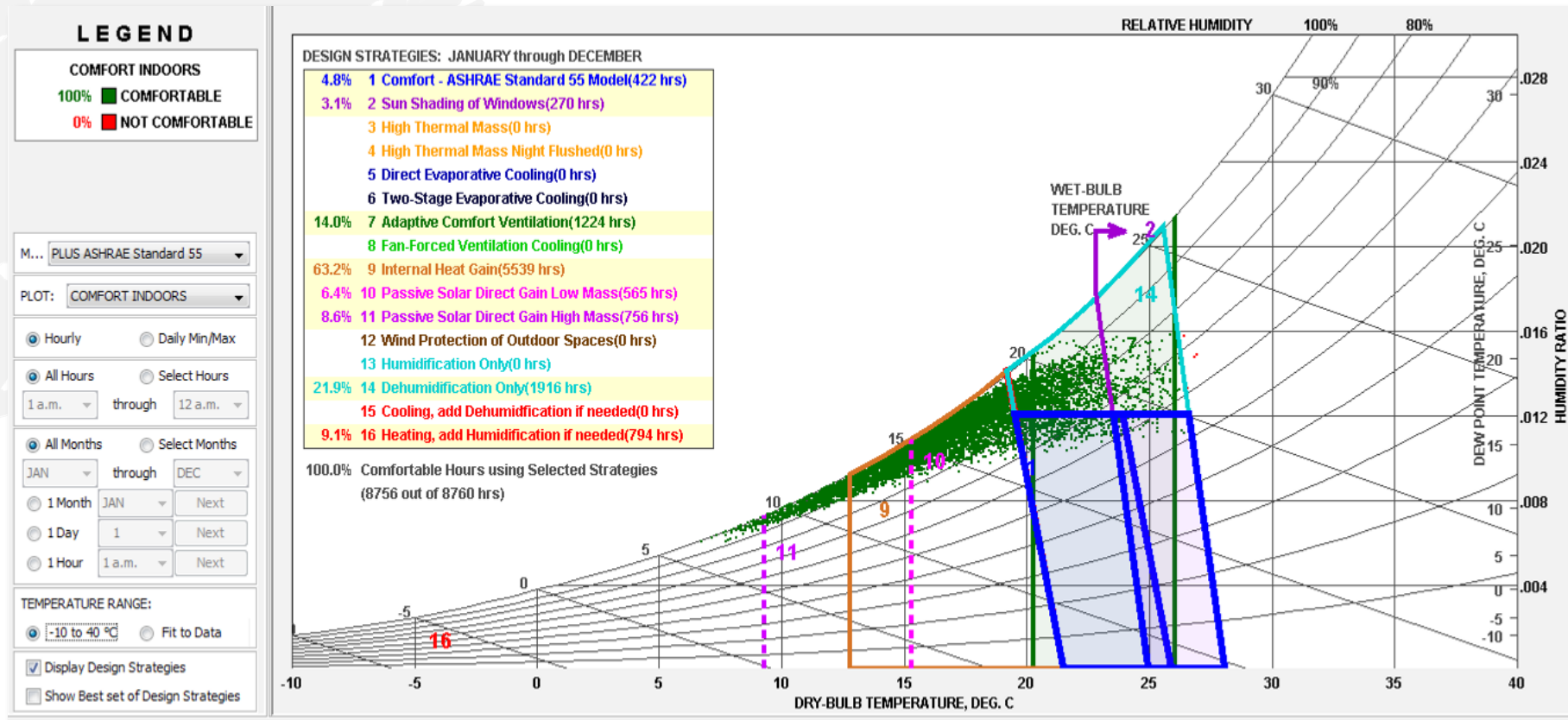


Gráfico N° 59. Fusión de estrategias

Fuente: Climate Consultant
Elab: B.X.B.N.

2.6.3.1 Estrategias propuestas por Climate Consultant

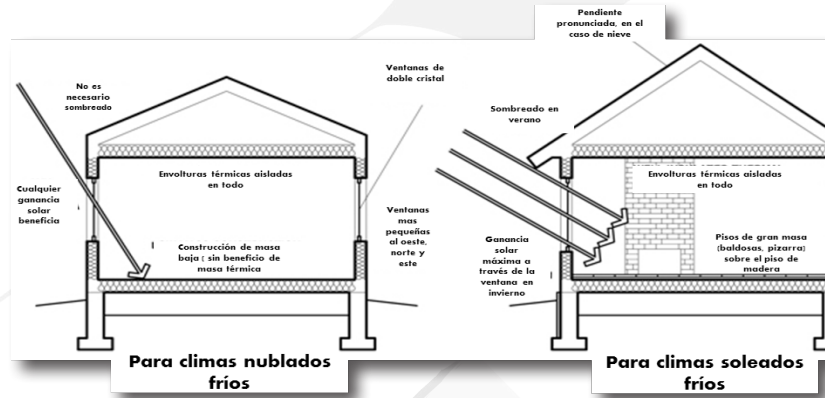


Gráfico N° 60.

Fuente: Climate Consultant
Elab: B.X.B.N.

1.- Para climas nublados y fríos lo recomendable, es obtener ganancias solares al máximo, doble acristalamiento, regular los tamaños de ventanas y utilizar envolventas térmicas aisladas en cada una de las envolventes. (Ver Gráfico N° 60)

2.- Para climas soleados fríos, también se recomienda aprovechar al máximo las ganancias solares, a través de las ventanas, pisos de gran masa térmica, usando baldosas o pizarra sobre un piso de madera. (Ver Gráfico N° 60)

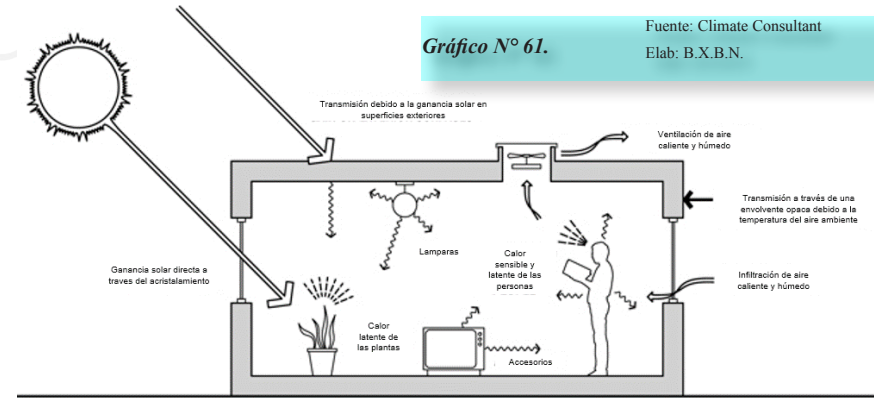


Gráfico N° 61.

Fuente: Climate Consultant
Elab: B.X.B.N.

3.- La ganancia de calor de las luces, las personas y el equipo, reduce en gran medida las necesidades de calefacción, por lo que debe mantenerse apretada, bien aislada (para bajar la temperatura del punto de equilibrio). (Ver Gráfico N° 61)

4.- El acristalamiento debe minimizar la pérdida y la ganancia de conducción, porque la ganancia de radiación solar no deseada, tiene menos impacto para este clima. (Ver Gráfico N° 62)

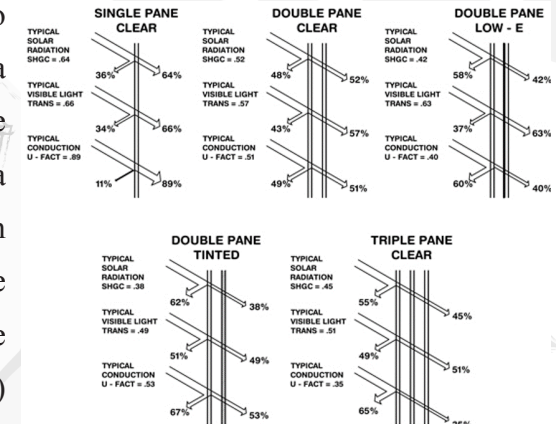


Gráfico N° 62.

Fuente: Climate Consultant
Elab: B.X.B.N.



5.- Para el calentamiento solar pasivo se enfrenta la mayor parte del área de vidrio al norte, para maximizar la exposición al sol en invierno, pero el diseño sobresale a la sombra total en verano. (Ver Gráfico N° 63)

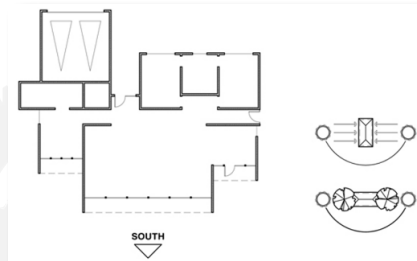


Gráfico N° 63. Fuente: Climate Consultant
Elab: B.X.B.N.

8.- Para facilitar la ventilación cruzada, ubique las aberturas de las puertas y ventanas en los lados opuestos del edificio con aberturas más grandes orientadas hacia arriba, si es posible. (Ver Gráfico N° 66)

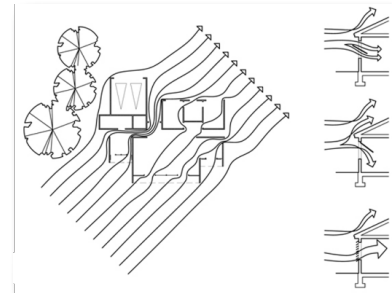


Gráfico N° 66. Fuente: Climate Consultant
Elab: B.X.B.N.

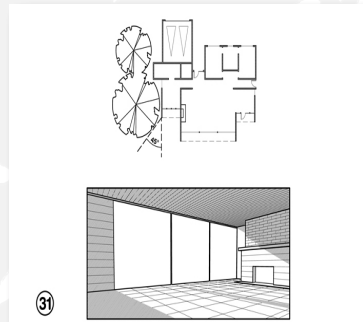


Gráfico N° 64. Fuente: Climate Consultant
Elab: B.X.B.N.

6.- Organice el plano de planta para que el sol invernal penetre en los espacios de uso diario, con funciones específicas que coincidan con la orientación solar. (Ver Gráfico N° 64)

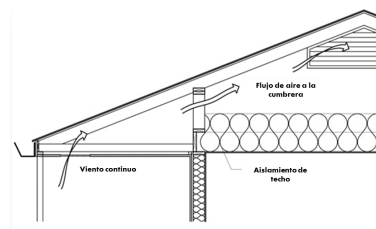


Gráfico N° 67. Fuente: Climate Consultant
Elab: B.X.B.N.

9.- En climas húmedos, áticos bien ventilados con techos inclinados, funcionan bien para arrojar la lluvia y pueden extenderse para proteger entradas, porches, terrazas, áreas de trabajo al aire libre. (Ver Gráfico N° 67)

7.- La buena ventilación natural puede reducir o eliminar el aire acondicionado en climas cálidos, si las ventanas están bien sombreadas y orientadas a las brisas reinantes. (Ver Gráfico N° 65)

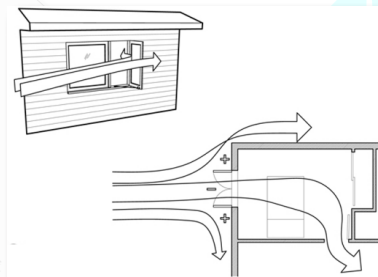


Gráfico N° 65. Fuente: Climate Consultant
Elab: B.X.B.N.

10.- Para producir ventilación de chimenea, incluso cuando las velocidades del viento son bajas, maximice la altura vertical entre la entrada y salida de aire (escalera abierta, espacios de dos pisos, monitores de techo). (Ver Gráfico N° 68)

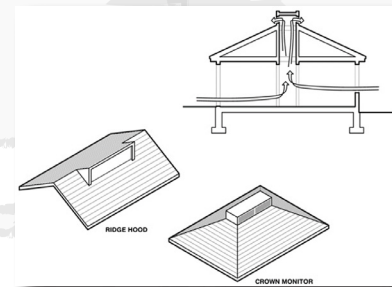


Gráfico N° 68. Fuente: Climate Consultant
Elab: B.X.B.N.

11.- Los espacios al aire libre con protección contra el viento, pueden extender las áreas de estar cuando hace buen tiempo (solárium de temporada, patios cerrados, patios o verandas). (Ver Gráfico N° 69)

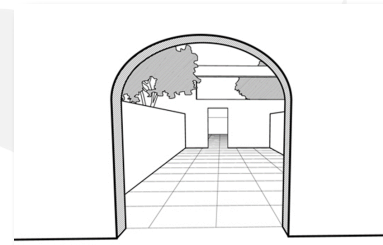


Gráfico N° 69.

Fuente: Climate Consultant
Elab: B.X.B.N.

12.- Los porches y patios protegidos, pueden proporcionar un enfriamiento pasivo de la comodidad, mediante la ventilación en climas cálidos y pueden evitar problemas de insectos, o a su vez, se lo puede acristalar para generar invernaderos. (Ver Gráfico N° 70)

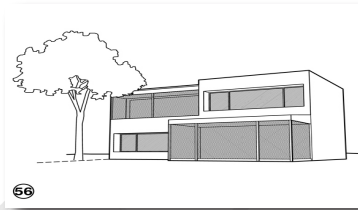


Gráfico N° 70.

Fuente: Climate Consultant
Elab: B.X.B.N.

13.- Las casas pasivas tradicionales en climas fríos y nublados, usaban construcciones de baja masa, selladas herméticamente y bien aisladas, para proporcionar una rápida acumulación de calor en la mañana. (Ver Gráfico N° 71)

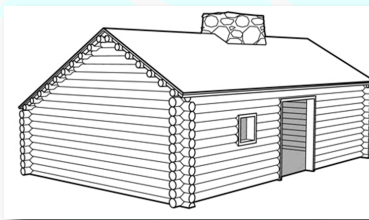


Gráfico N° 71.

Fuente: Climate Consultant
Elab: B.X.B.N.

2.7. ESTUDIO DE CASOS SIMILARES

Se ha tomado como referencia a 3 conjuntos habitacionales de Santiago de Chile y 3 conjuntos habitacionales de la ciudad de Cuenca Ecuador, por su tipo de construcción y por ser programas de vivienda de interés social dirigido a familias de clase media baja, a las que se les realizó estudios cualitativos y cuantitativos para saber como perciben a las viviendas sus ocupantes.

2.7.1. Chile

Se estudiará la Villa San Esteban, Villa Rapa Nui y la Villa Nueva

Esperanza pertenecientes a la comuna de San Bernardo de la Región Metropolitana de Santiago de Chile, cuya tipología a estudiar en los tres casos seleccionados corresponde a vivienda continua, donde según los datos obtenidos; el 72,88% de los hogares corresponden a una casa sólida, con paredes de ladrillo y techo de pizarra. El tipo de suelo predominante es de cerámicos de baja densidad. (Ver Gráfico N° 72)

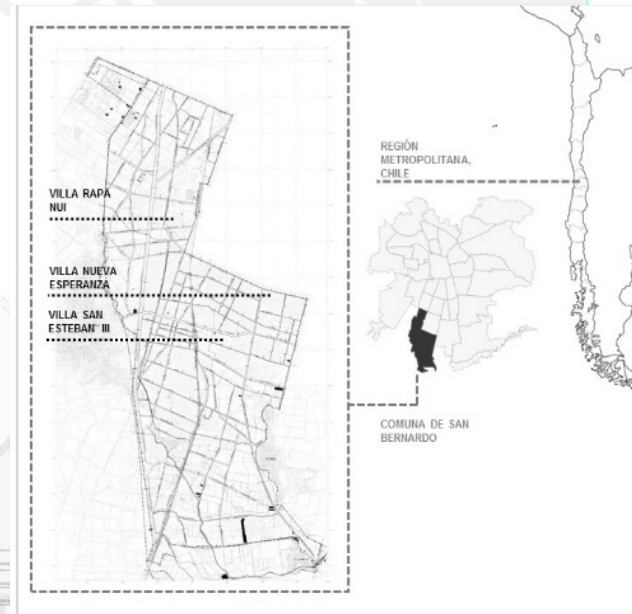
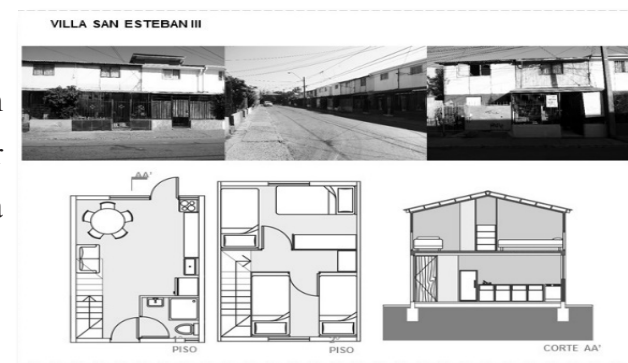


Gráfico N° 72. Ubicación de las villas en Chile

Fuente: Climate Consultant
Elab: B.X.B.N.

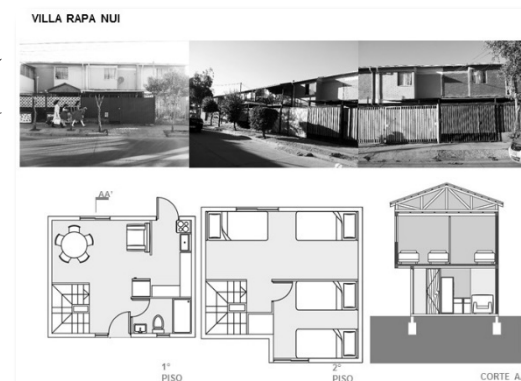
2.7.1.1. Villa San Esteban III.

Se estudiará la tercera etapa del conjunto construido en 1987 sin la reglamentación térmica de Chile, cuyo conjunto consta de 392 casas de 33,95 m². la materialidad del primer piso corresponde a albañilería confinada, la del segundo piso a tabiques de yeso cartón, y la cubierta es de planchas de fibrocemento. (Ezpinosa y Cortés, 2015) (Ver Gráfico N° 73)



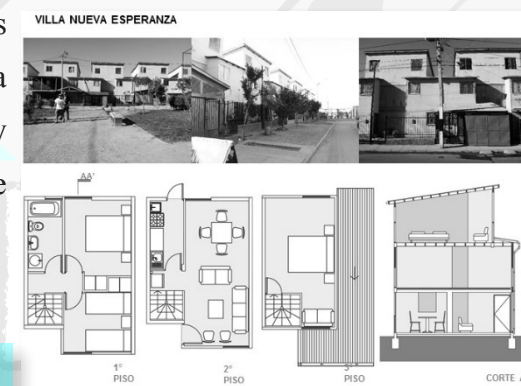
2.7.1.2. Villa Rapa Nui.

Fue construida en el año 2002, donde se aplicó la primera etapa de la Reglamentación térmica de Chile. Al conjunto lo forman 82 casa de 44 m². de dos pisos y agrupación continua. La materialidad de las viviendas corresponde a albañilería confinada en ambos pisos y cubierta fibrocemento. (Ezpinosa y Cortés, 2015) (Ver Gráfico N° 74)



2.7.1.3. Villa Nueva Esperanza.

Este proyecto fue consolidado en el 2011 por la Fundación TECHO. En el que se aplicó la segunda etapa de la Reglamentación térmica de Chile. Está compuesto por 150 viviendas de dos pisos de 54,3 m² (más un tercero para futura ampliación de 16,9 m²) de agrupación continua. La materialidad de las viviendas posee una variedad que va desde muros de albañilería en primer y segundo piso, muros estructurales de hormigón armado, tabiquería de volcánita, y cubierta de fibrocemento. (Ezpinosa y Cortés, 2015) (Ver Gráfico N° 75)



Arriba: Gráfico N° 73. V. San Esteban , Medio: Gráfico N° 74.
V. Papa Nui , Abajo: Gráfico N° 75. V. Nueva Esperanza

Fuente: (Ezpinosa Cancino & Cortés Fuentes, 2015)
Elab: B.X.B.N.

2.7.1.4. Análisis de casos.

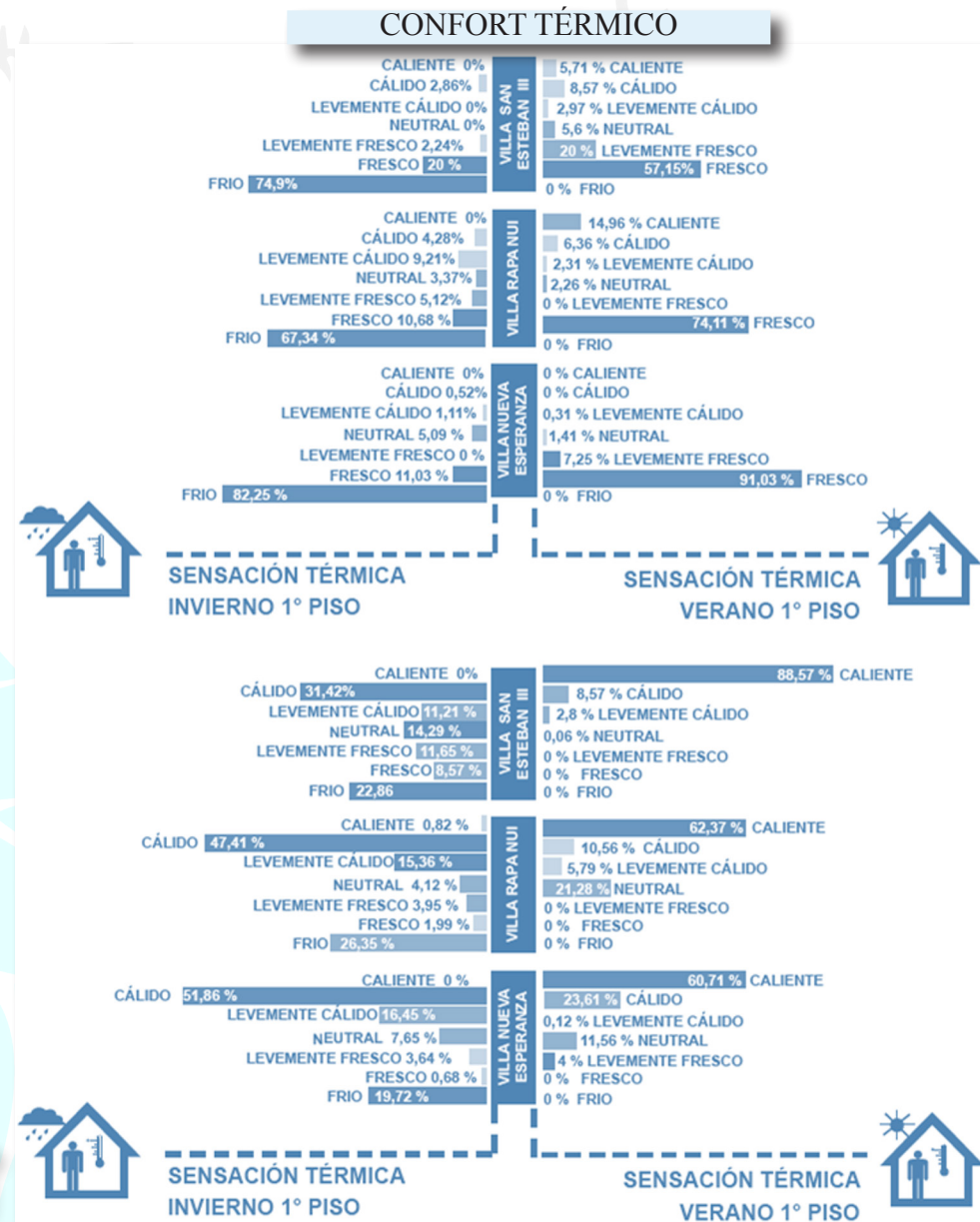
Las encuestas aplicadas en Chile para el estudio de los tres casos de estudio, fueron realizadas entre los días 21 y 25 de noviembre del 2013, entre las 10:00 y 20:00 horas, encuestándose a una persona por vivienda. Del total de viviendas por caso, el porcentaje de personas encuestadas en el primer caso corresponde a un 81,6%, en el segundo a 91% y en el tercero a 84%²¹. (Ezpinosa y Cortés, 2015)

2.7.1.4.1. Confort térmico.

En cada uno de los casos estudiados se evidencia que la sensación térmica de cada una de las viviendas para cada estación del año son las mismas. En invierno se percibe frío en la primera planta y cálido en la segunda, mientras que ocurre todo lo contrario en verano. Pudiendo evidenciar que el principal problema en cuanto a la sensación térmica tiene que ver con la transmitancia térmica de la envolvente, reduciéndose muchas pérdidas de calor hacia el exterior. (Ver Gráfico N° 75)

Gráfico N° 75. Análisis del confort térmico

Fuente: (Ezpinosa Cancino & Cortés Fuentes, 2015)
Elab: B.X.B.N.



2.7.1.4.2. *Uso de Calefacción.*

Se puede observar que mientras en la Villa Rapa Nui se utiliza estufa de gas como medio de calefacción, en las viviendas de Villa San Esteban III y Villa Nueva Esperanza se inclinan por usar otros métodos como la parafina para su calefacción. Mientras un gran porcentaje de personas de la villa Nueva esperanza no utilizan calefacción. (Ver Gráfico N° 76)

2.7.1.4.3. *Calidad de la Vivienda*

Haciendo un análisis general de los resultados de los gráficos N° 77 y 78, referente a la calidad del soleamiento de las viviendas la mayoría de los habitantes consideraron que es “confortable cálido”. En cuanto a la calidad del aire al interior de las viviendas. En la Villa Nueva Esperanza, se dio la valoración mayoritaria con el 42, 21% de los habitantes que consideraron que la calidad del aire era “limpia”. Mientras que en los 2 restantes el valor mayor alcanzado fue “relativamente limpia”. Elemento de gran importancia a considerar ya que la mala ventilación de las viviendas podría incidir en el aumento de la temperatura interior. En cuanto a la iluminación de la Villa Papa Nui fue considerada como “luminoso” por un 44,31 % de sus habitantes, mientras la Villa San Esteban III se llevó la peor puntuación con un 42,86% de habitantes que la consideran como “oscuro”.

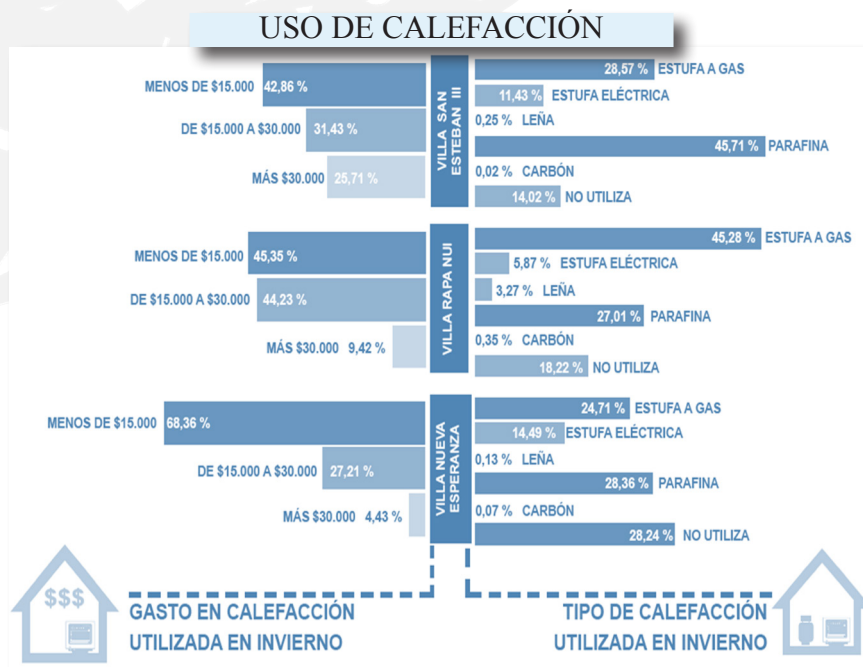


Gráfico N° 76. *Uso de Calefacción* Fuente: (Ezpinosa y Cortés, 2015) Elab: B.X.B.N.

CALIDAD DE VIVIENDA

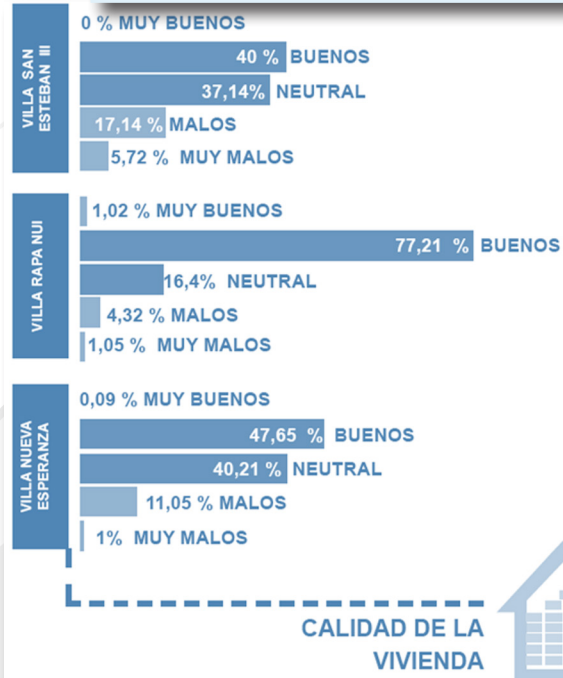


Gráfico N°77. Calidad de vivienda

Fuente: (Ezpinosa y Cortés, 2015)
Elab: B.X.B.N.

CALIDAD DE ASOLEAMIENTO, AIRE INTERIOR E ILUMINACIÓN

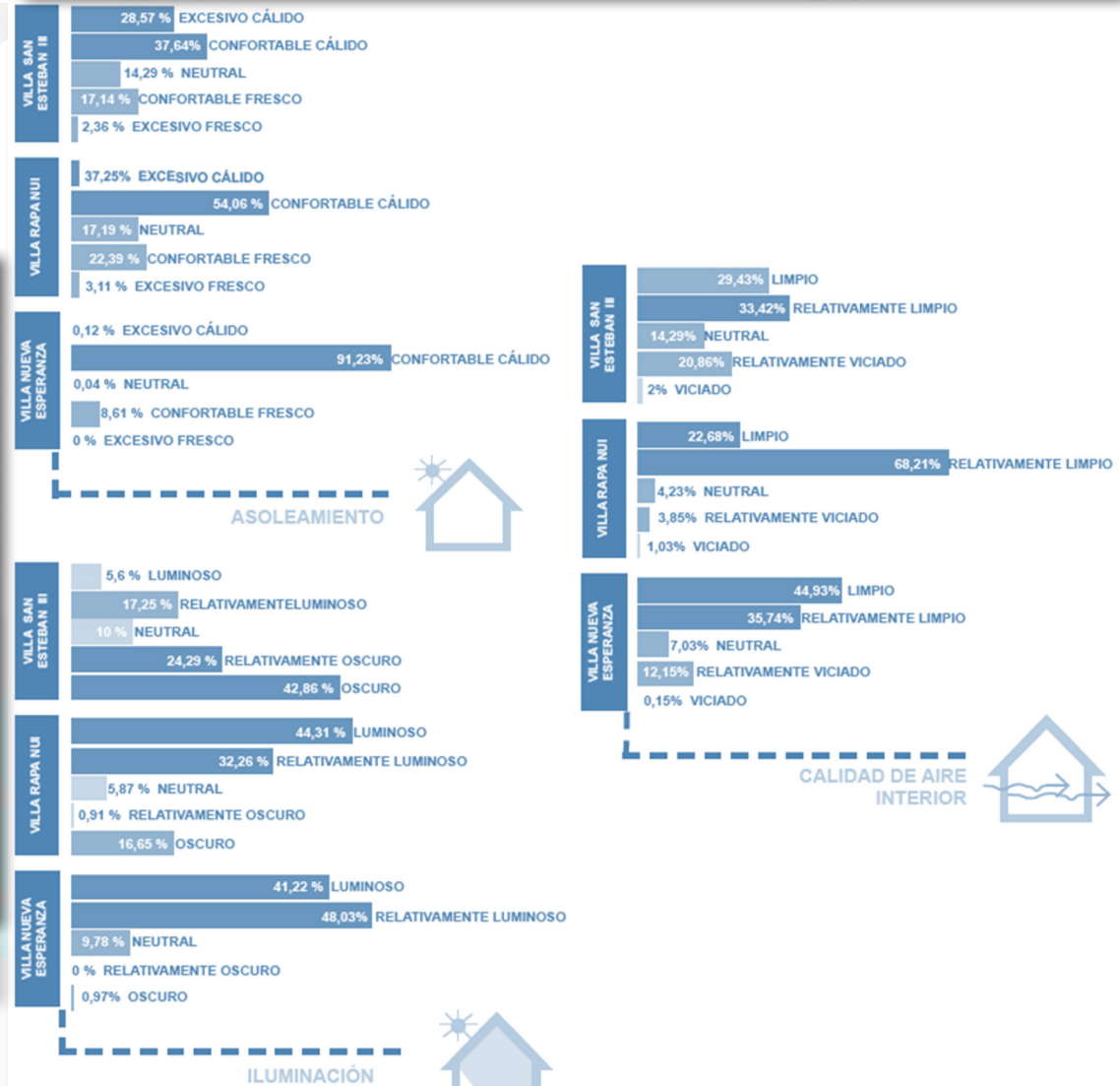


Gráfico N°78. Calidad de A., A., I.

Fuente: (Ezpinosa y Cortés, 2015)
Elab: B.X.B.N.



2.7.1.4.4. Comparación de resultados.

Con el análisis de los diferentes gráficos, es posible identificar a la Villa Nueva Esperanza como la mejor evaluada de acuerdo a la percepción de sus habitantes ya que posee condiciones adecuadas en temas de soleamiento, iluminación, calidad de aire y es considerada como una vivienda “buena”. Cabe resaltar que estas fueron las viviendas más nuevas en cuanto a su construcción y que para la misma estaban regidas a la segunda etapa del reglamento térmico de Chile. Así, también la peor puntuada es la Villa San Esteban III siendo esta la más antigua en su construcción y construidas sin ningún reglamento o norma térmica para el confort de sus habitantes.

SECCIÓN TÉRMICA	VILLA SAN ESTEBAN	VILLA RAPA NUI	VILLA NUEVA ESPERANZA
	✗	✗	✗
CALEFACCIÓN	✗	✗	✓
DISEÑO ARQUITECTÓNICO PASIVO	✗	✓	✓
CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS	✓	✓	✓

Gráfico N° 79. Comparación de resultados

Fuente: (Ezpinosa y Cortés, 2015)
Elab: B.X.B.N.

2.7.2. Ecuador

Para el análisis de las viviendas de interés social del Ecuador se plantea estudiar los proyectos construidos por la Empresa Municipal de Urbanismo y Vivienda de Cuenca (EMUVI-EP), ya que esta trabaja conjuntamente con el Ministerio de Urbanismo y Vivienda (MIDUVI) que es una de las entidades a nivel nacional.

Se tomarán proyectos realizados en varias etapas desde la creación de la entidad. Como son: Urbanización los Cerezos, Urbanización Los Nogales y Urbanización Vista al Río, donde se identificarán los problemas más graves que viven las personas dentro de las urbanizaciones en cuanto a aspectos sociales y espaciales.

(Ver Gráfico N° 80)

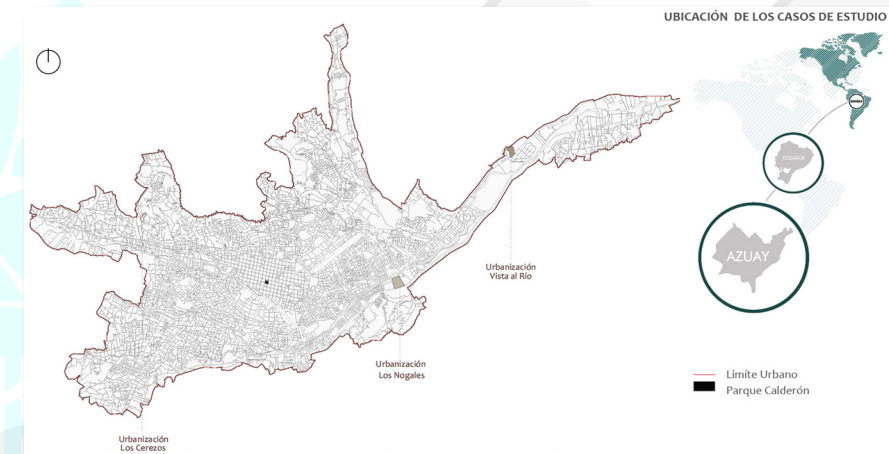


Gráfico N° 80. Mapa del área de estudio en la ciudad de Cuenca

Fuente: (Ezpinosa y Cortés, 2015)
Elab: B.X.B.N.

2.7.2.1. Urbanización los Cerezos.

Proyecto de vivienda social unifamiliar construido en el año 2003, ubicado en el área urbana de la ciudad de Cuenca, perteneciente a la parroquia San Sebastián sector de Playa Chica en la Av. De los Cerezos y Av. Inheri. Está formado por 78 lotes con áreas desde 49.92 m² a 93.51 m². Cada vivienda cuenta con un retiro frontal semipúblico de 2 metros sin cerramiento permitiendo a la vivienda tener más relación con el espacio público. Las construcciones se caracterizan por la proyección de construcción por etapas y el sistema constructivo de estas viviendas se basa en el uso de los materiales locales y tradicionales para así abaratar costos, está construido por una estructura metálica con paredes de mampostería de ladrillo y hormigón, cubierta de teja a 2 o más aguas, instalaciones hidrosanitarias y eléctricas. (Ver Gráfico N° 81)



Gráfico N° 81. Planos U. los Cerezos

Fuente: Fuente: (Padrón y Tello, 2016)
Elab: B.X.B.N.

2.7.2.2. Urbanización los Nogales.

Proyecto de vivienda social unifamiliar construido en el año 2004, ubicado en el área urbana de la ciudad de Cuenca, perteneciente a la parroquia Machángara, sector Capulispamba en la Panamericana Norte y via a Sidcay. Está formado por 195 lotes, con áreas de 81.44 m². a 101.48 m². tiene varias tipologías de vivienda, y cada una de estas en su primera etapa consta de dos habitaciones aprovechando las áreas mínimas requeridas para en un futuro proyectarse una segunda planta, la construcción está realizada con ladrillo, estructura metálica y cubierta de fibrocemento recubierto de teja. Estas viviendas fueron entregadas en obra gris para que cada usuario pudiera terminarla según el capital que disponga. (Ver Gráfico N° 82)



Gráfico N° 82. Planos U. los Nogales

Fuente: (Padrón y Tello, 2016)
Elab: B.X.B.N.



2.7.2.3. Urbanización Vista al Río.

Proyecto de vivienda social unifamiliar construido en el año 2012 (primera etapa), 2014 (segunda etapa), ubicado en el área urbana de la ciudad de Cuenca, en la Calle 24 de mayo y Calle Cuzco. Está formado por 136 lotes para vivienda unifamiliar, con áreas de 105.63 m². a 84.50 m². consta de 4 tipologías de vivienda, entre estas viviendas hay con retiro frontal semipúblico de dos metros y viviendas con un tipo de implantación pareada sin retiro frontal con un espacio de área verde. Para la construcción se han utilizado varios sistemas constructivos como estructuras de hormigón armado y estructuras metálicas, paredes de ladrillo y piedra y cubiertas metálicas de fibrocemento recubierto con teja y al igual que la urbanización los Nogales han sido entregadas en obra gris para que sus propietarios las vayan adecuando según el capital que dispongan (Ver gráfico N° 83)



Gráfico N° 83. Planos U. Vista al Río

Fuente: (Padrón y Tello, 2016)
Elab: B.X.B.N.

2.7.2.4. Análisis de casos.

El análisis está basado en las encuestas realizadas por Padrón y Tello (2016) mismas que, se efectuaron durante un recorrido de campo a cada proyecto, para el caso de los Cerezos se encuestaron a 61 propietarios, a 110 hogares en Los Nogales, y a 90 viviendas en la primera etapa de construcción de Vista al Río

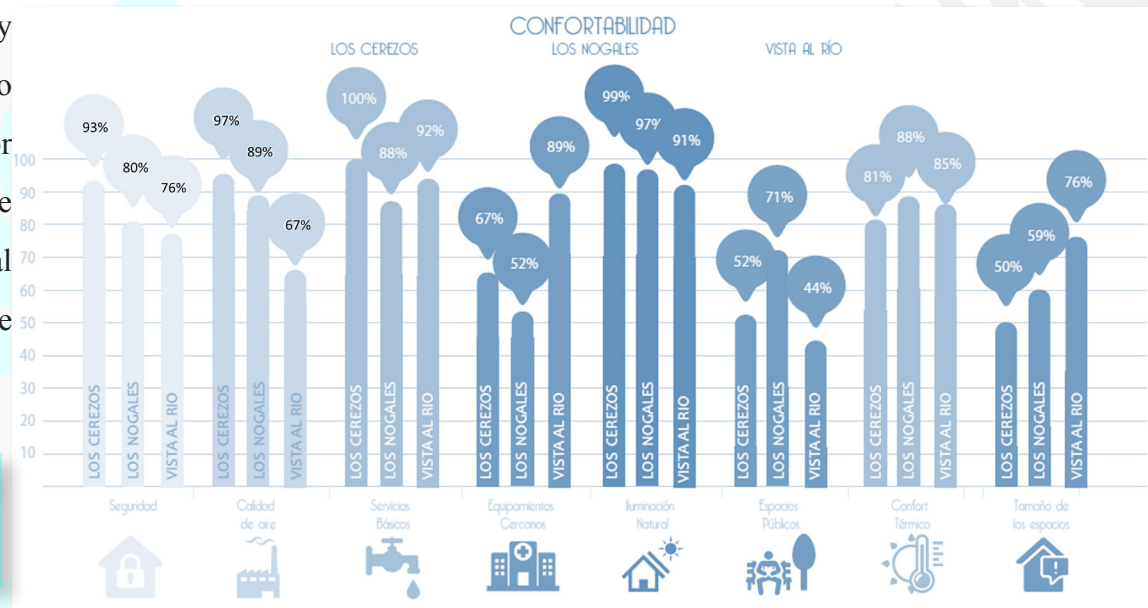
2.7.2.4.1. Confort térmico.

Para la mayoría de pobladores dentro de los 3 proyectos se encuentran conformes con su vivienda alcanzando porcentajes superiores al 80% en cuanto al confort térmico, y valores mayores al 90% en cuanto a iluminación, pero hay cierta incomodidad con la vinculación al exterior ya que hay escases de áreas verdes tal vez porque se priorizó al vehículo en cuanto a parqueaderos, que, al peatón y áreas verdes, teniendo el mayor porcentaje de conformidad la Urbanización los Nogales.

También hay gran inconformidad en cuanto al tamaño de los espacios y distribución, teniendo el mayor porcentaje de aceptación la Urbanización Vista al Río. Donde es necesario aclarar que Los Cerezos y Los Nogales son proyectos dirigidos a familias de poder adquisitivo medio y bajo, con un sistema constructivo igual, viviendas similares que se fueron adaptando al terreno donde se emplazaron. Mientras en la Urbanización Vista al Río al ser un conjunto habitacional dirigido a familias de poder adquisitivo medio, las unidades varían de tamaño, diseño estructural, diseño arquitectónico y acabados. (Ver Gráfico N° 84)

Gráfico N°84. Niveles de confort

Fuente: (Padrón y Tello, 2016)
Elab: B.X.B.N.



2.7.2.4.1. Calidad de la vivienda.

Los problemas en las viviendas se han ido agudizando con el paso del tiempo. En Los Cerezos existe inconformidad con los espacios reducidos con respecto al baño; en Los Nogales ha existido un alto porcentaje de humedad dentro de las viviendas que pudo haber sido causado por la cercanía a la quebrada, además de los problemas por espacios reducidos en especial de los baños; en Vista al Río se perciben problemas con la humedad y fisuras en paredes. El conjunto habitacional Vista al Río es el más nuevo y el que más problemas presenta en cuanto a filtración de agua por las juntas de adosamiento, losa de cimentación y cubierta. También con la mala calidad de materiales exteriores ya que la

mayoría tiene problemas de desprendimientos de la pintura exterior y fachaletas; pero el problema más grave esta en las fisuras recurrentes en paredes, pisos y cielos rasos con un 93% de viviendas que poseen fisuras grandes y prolongadas. (Ver Gráfico N° 85)

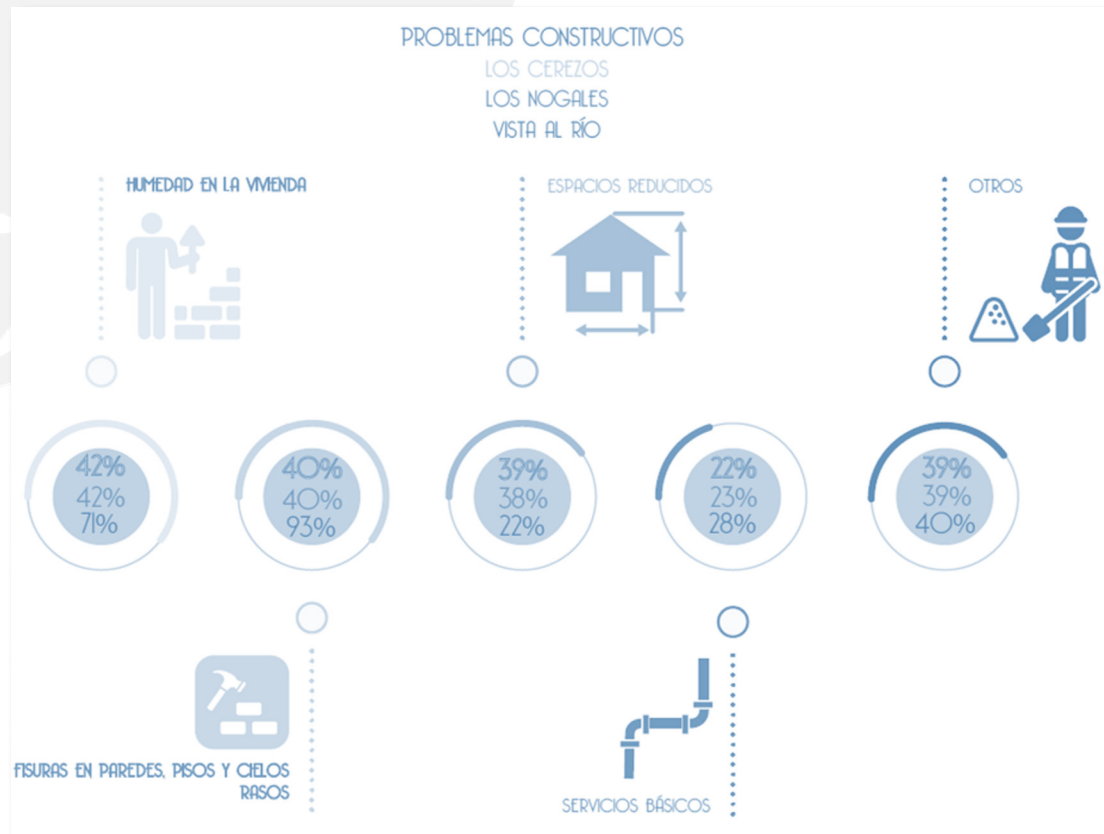


Gráfico N° 85. Calidad de la vivienda

Fuente: Fuente: (Padrón y Tello, 2016)
Elab: B.X.B.N..

2.7.2.4.2. *Modificaciones de la vivienda.*

Con el pasar de los años las modificaciones a las viviendas son evidentes, en Los cerezos hay un porcentaje de crecimiento hacia el patio posterior y cambio de materiales de mas del 50%, mientras en Los Nogales existe un porcentaje de mas de la mitad de las personas que colocan piso duro en áreas destinadas para jardines y cambian materiales internamente. En Vista al Río presenta cambios específicamente de construcción en los patios posteriores y buhardillas. (Ver Gráfico N° 86)

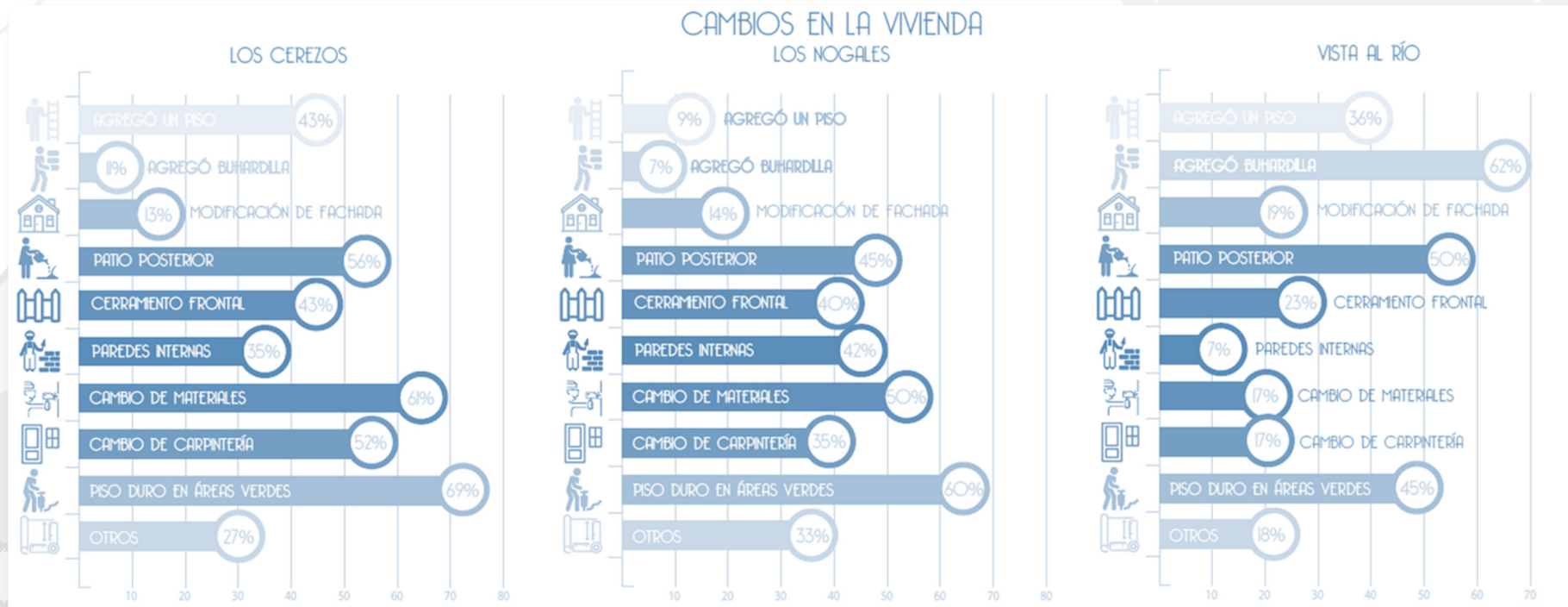


Gráfico N° 86. Cambios en la vivienda

Fuente: (Ezpinosa y Cortés, 2015)
Elab: B.X.B.N.



2.7.2.4.3. Comparación de resultados.

Al hacer el análisis de las viviendas se evidencia que la Urbanización Vista al río cuenta con una puntuación mas alta, pero es de tener en consideración que estas han sido realizadas para personas de clase media y son las que más rápido se han deteriorado por lo que esos valores entran a discusión, en cuanto al confort térmico en los tres conjuntos habitacionales a sido favorable pero también debe ser considerado ya que se han identificado problemas de humedad y filtraciones por lo que esto influye directamente sobre la temperatura interna de las viviendas. A su vez, se debe tener en

consideración los sistemas constructivos utilizados ya que hay que corregir los errores y reforzar lo que favorecen a las viviendas. (Ver Gráfico N° 87)

2.7.3. Conclusión de los casos estudiados.

Con el estudio de casos similares se tomará en cuenta los conjuntos habitacionales mejor puntuados como son Villa Nueva Esperanza de Chile. Pero del Ecuador se obviará a la Urbanización Vista al Rio ya que este conjunto fue hecho para familias de clase media, por lo que se tomara como referencia a la Urbanización Los Cerezos por estar más acorde a la tipología de vivienda mínima. A estos conjuntos habitacionales se realizará un estudio más a fondo sus características formales en cuanto a distribución de espacios y forma, así como la materialidad de sus construcciones y como influyen estos para la comodidad de sus ocupantes.

	VILLA SAN ESTEBAN	VILLA RAPA NUI	VILLA NUEVA ESPERANZA
SECCIÓN TÉRMICA 	✓	✓	✓
CALEFACCIÓN 	✗	✗	✓
DISEÑO ARQUITECTÓNICO PASIVO 	✗	✗	✓
CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS 	✗	✗	✗

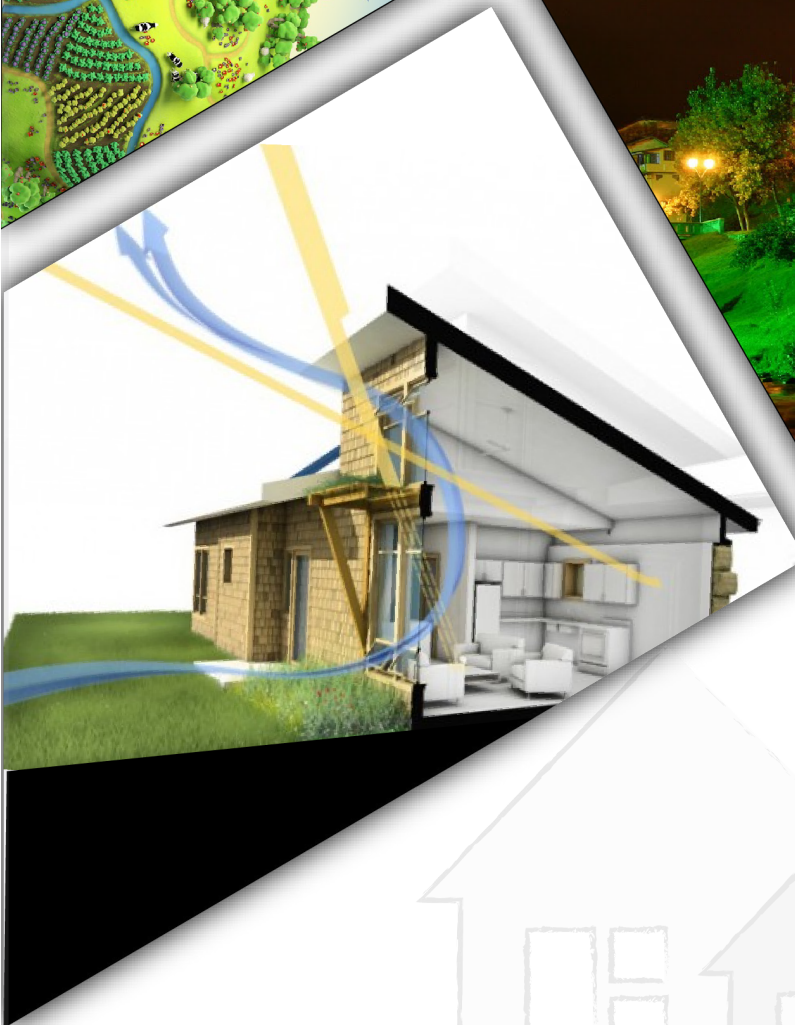
Gráfico N°87. Comparación de resultados

Fuente: (Padrón y Tello, 2016)
 Elab: B.X.B.N.



CAPÍTULO 3

ESTRATEGIAS



3.1. Introducción

En el presente capítulo se plasmarán las estrategias necesarias, para que una vivienda cumpla con el confort

Higro-térmico necesario, para las condiciones climáticas de la ciudad de Cuenca, enfocándose en cada una de las envolventes; y, así poder comenzar con la programación arquitectónica donde se plantea la lista de necesidades con su respectivo cuadro de áreas y la determinación del área de terreno necesaria, para plantear un prototipo de vivienda mínima o de interés social, a la que se le comprobará su confort mediante el uso del software de simulación climatológica Ecotect.

3.2. Estrategias de diseño

Se realizó un análisis a cada uno de los métodos pasivos para el confort térmico acordes a el piso altitudinal de la ciudad de Cuenca. Tomando en consideración de los pisos Montano Bajo, Montano y Sub-alpino. Donde los métodos que se recomienda son los de calentamiento pasivo por medio de la captación, acumulación y conservación de calor. Acoplándolos a las recomendaciones obtenidas por el Software Climate consultant.

3.2.1. Envoltente inferior.

ACUMULAR Calor	ACUMULACIÓN POR ABSORTANCIA	El calor captado a través de elementos traslúcidos es acumulado en el contrapiso, el cual debe tener la suficiente absorción para que el retardo de su posterior emisión abarque las horas críticas (cuando desciende la temperatura del ambiente).
CONSERVAR Calor	AISLAMIENTO RESISTIVO	Utilizar en el interior del elemento inferior aire como aislante, dada su alta resistencia térmica, evita la pérdida de calor hacia el exterior u otros espacios.

3.2.1.1. Acumular calor

3.2.1.1.1. Acumulación por colectores

Los materiales que componen la envoltente inferior e intermedia, deben permitir el almacenamiento de calor que accede por la radiación solar al espacio. Las sustancias más adecuadas para acumular energía térmica son los fluidos, pues distribuyen el calor de forma uniforme gracias a los procesos de convección; entre ellos, el agua se considera el fluido más adecuado por su densidad y alto calor específico. (Murillo et al, 2013)

Sin embargo, incorporar masas líquidas en los espacios puede resultar complejo, por lo tanto, la acumulación de calor tendría que hacerse sobre sólidos. En cuyo caso, es necesario que la radiación incida directamente en la superficie, o que el aire caliente la cubra fácilmente; además, es indispensable que tengan un coeficiente de absorción elevado y que su velocidad de calentamiento sea alta para aprovechar el comportamiento solar. Para esta tarea se recomienda la utilización de materiales pétreos, mármol, concreto, pizarra por



sus cualidades termo físicas. También es recomendable usar colores oscuros que absorben hasta un 85% de calor. (Murillo et al, 2013)

3.2.1.1.2. Acumulación por colectores internos y externos

Se trata de un sistema de captación remota que permite combinar la ganancia directa por aberturas con colectores líquidos o sólidos que acumulan calor en un área independiente del espacio a acondicionar, desde donde luego se distribuye.

Colectores internos.- Se aprovecha el calor filtrado por medio de aberturas en los cerramientos verticales dirigiéndolo directamente hacia un colector ubicado en el espacio interno, donde se almacena para las horas de mayor frío. (Ver Gráfico N° 88)

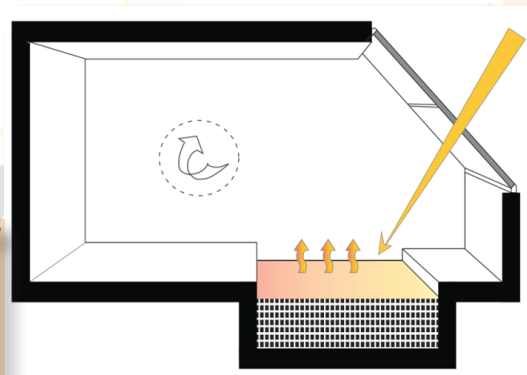


Gráfico N° 88. Colectores internos

Fuente: Fuente: (Alfaro Murillo, y otros, 2013)
Elab: B.X.B.N..

Colectores externos.- La radiación solar es absorbida por el colector y el calor es transferido al interior. A medida que el aire en el colector y la masa acumuladora se calientan, el aire se eleva y entra al espacio, ya sea a través de conductos y respiraderos, o a través de las aberturas en tabiques divisorios; el aire que se enfría, cae, retornando a ser calentado y repitiendo el proceso. (Ver Gráfico N° 89)

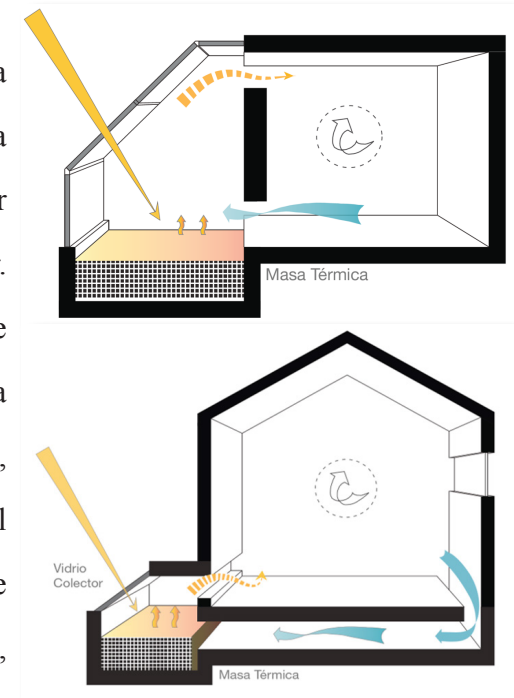


Gráfico N° 89. Colectores externos

Fuente: Fuente: (Alfaro Murillo, y otros, 2013)
Elab: B.X.B.N..

Durante todo el día el proceso mantiene el aire caliente en la habitación y toma entre 6 y 8 horas para que el calor pase completamente a través de la masa térmica, de forma que el calor radiante calienta la habitación por la noche. (Murillo et al, 2013)

3.2.1.2. Conservar calor

3.2.1.2.1. Camara de aire

El empleo de cámaras de aire en los cerramientos constructivos es adecuado para mitigar las pérdidas de calor, debido a que el aire es un material aislante con un coeficiente de conductividad térmica muy bajo siempre y cuando se encuentre estanco y en reposo, equivalente al de la fibra de vidrio. (Murillo et al, 2013)

Al crear una cámara hermética en la envolvente horizontal intermedia de aproximadamente 10 a 15 cm, sumada a los elementos constructivos propios del entepiso, como el caso de la losa de entepiso, se pretende que el coeficiente de

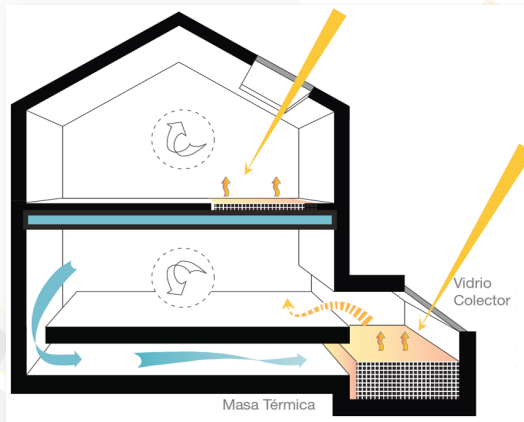


Gráfico N° 90. Camara de aire

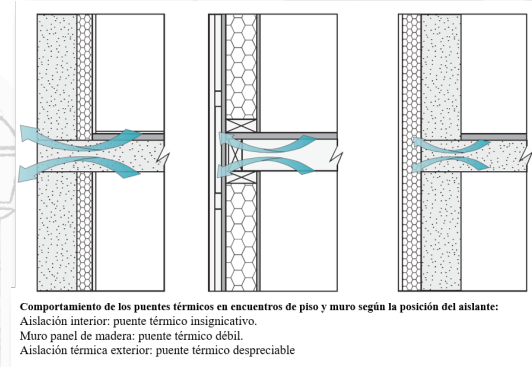
Fuente: Fuente: (Alfaro Murillo, y otros, 2013)
Elab: B.X.B.N..

aislamiento del aire se suma al esfuerzo para mantener el calor del espacio inferior contenido en el mismo, aumentando el desfase en la transmisión de calor entre los espacios verticales. De modo que cada espacio acumula su propio calor y lo distribuye en su interior, colaborando a erradicar las oscilaciones amplias de temperatura entre un nivel y otro. (Ver Gráfico N° 90)

3.2.1.2.2. Reduccion del puente termico

Un puente térmico es una zona de la envolvente donde se transmite más fácilmente el calor, por ser de diferente material, diferente conductividad, diferente espesor o transmitancia térmica.

Estos pueden ser debidos a la geometría de los elementos, fallos en la ejecución o a la reducción o ausencia de aislamiento por una resolución



Comportamiento de los puentes térmicos en encuentros de piso y muro según la posición del aislante:
Aislación interior: puente térmico insignificante.
Muro panel de madera: puente térmico débil.
Aislación térmica exterior: puente térmico despreciable

Gráfico N° 91. Puente térmico

Fuente: Fuente: (Alfaro Murillo, y otros, 2013)
Elab: B.X.B.N..



no muy correcta de los encuentros entre distintos elementos de la construcción. Para evitar la transmisión de calor se debe romper el puente térmico evitando que la cara interior y exterior tengan contacto entre sí, intercalando un mal conductor y asegurar así un aislamiento de los potenciadores de puentes térmicos como los marcos de puertas y ventanas, sellos, tornillos, placas o en encuentros de pisos y muros. (Ver Gráfico N° 91)

3.2.1.3. Consideraciones generales

- Tener muy en cuenta el porcentaje de reflectancia y absorción de los materiales a utilizar.

Tabla N° 22. Porcentaje de reflectancia y absorción

Material Receptor	Reflectancia %	Absorción %
Piedra	12	88
Agua	22	78
Concreto	35	65
Mármol	88	12

Fuente (Murillo et al, 2013) Elab: B.X.B.N

- Fragmentar las piezas de piedra u otros, facilita la circulación del aire entre ellas, éstas al ser relativamente pequeñas, entre 2 y 5 cm

de diámetro, permiten que el sólido se caliente en su totalidad y evitan la existencia de centros fríos (Alfaro Murillo, y otros, 2013)

- El entrepiso y la cámara de aire deberán construirse de forma hermética en cada parte y en sus juntas para que no haya pérdida ni ganancia calórica en ellas. El acabado del elemento intermedio, con una buena capa de pintura, contribuye al aislamiento de la cámara. Así como los materiales que se usen para la acumulación de calor. (Murillo et al, 2013)
- Algunas consecuencias de los puentes térmicos son grandes pérdidas de energía, reducción de la temperatura interior de las fachadas y por ende de confort. Así como de la eficacia aislante del resto de la fachada y formación de condensaciones internas o superficiales, que pueden afectar a los acabados y en casos extremos a la estructura del edificio. (Murillo et al, 2013)

3.2.2. Envoltente vertical

CONTROL Solar	DISPOSITIVOS PARA EL SOMBREAMIENTO DE LA ENVOLVENTE	Protección exclusiva de la radiación solar (PERS). Utilización de segundas pieles para la protección contra la radiación incidente sobre las aperturas acristaladas. Neila, 2004.
CAPTAR Calor	CAPTACIÓN POR TRANSMITANCIA	Se introduce el calor al espacio mediante la incorporación de elementos traslúcidos con alta conducción en la envoltente vertical.
	CAPTACIÓN POR ABSORTANCIA	Utilización de elementos en la envoltente vertical con propiedades que brinden alta capacidad de absorción.
ACUMULAR Calor	ACUMULACIÓN POR MASA TÉRMICA	Utilización de elementos en la envoltente vertical con propiedades que brinden alta capacidad de absorción.
CONSERVAR Calor	AISLAMIENTO RESISTIVO (Aumentar resistencia)	Utilizar en el interior del elemento vertical aire como aislante, dada su alta resistencia térmica, evita la pérdida de calor hacia el exterior u otros espacios.

3.2.2.1. Control solar.

A pesar de que se busca aprovechar el calentamiento de las viviendas al máximo, por los estudios del clima de Cuenca, es necesario brindar un control a la vivienda de la radiación solar directa cuando esta la requiera.

3.2.2.1.1. Dispositivos de sombreado fijos.

El factor más influyente en el balance térmico es la penetración de la radiación solar directa. Para evitar ganancias térmicas o insolación, a través de las aberturas deben emplearse sistemas de sombreado o protección solar, tomando en cuenta la posición, distribución y dimensión de los elementos tanto verticales como horizontales mediante cálculo previo de sombras.

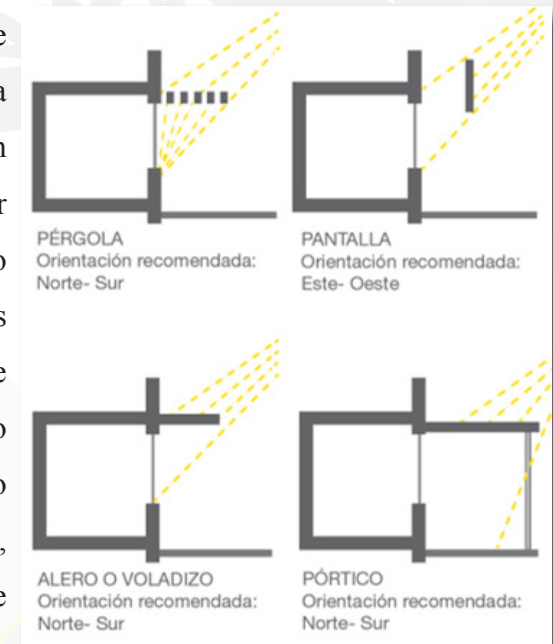


Gráfico N° 92. Sombreado

Fuente: (Murillo et al, 2013)
Elab: B.X.B.N.

Las protecciones fijas tienen la ventaja de exigir poco mantenimiento, estas estrategias de control generalmente se dan mediante sistemas opacos; verticales u horizontales, como parasoles, pérgolas, aleros, pantallas, voladizos o marquesinas. (Ver Gráfico N° 92)

3.2.2.1.2. Dispositivos de sombreado móviles o verticales.

Los apantallamientos móviles son los que permiten una mejor interceptación de la radiación solar en cualquier orientación, ya que adaptan su posición y geometría a cada situación concreta. Algunos ejemplos son las persianas horizontales y verticales, celosías, contraventanas y toldos plegables con sistema de control mecánico o manual. (Ver Gráfico N° 93)

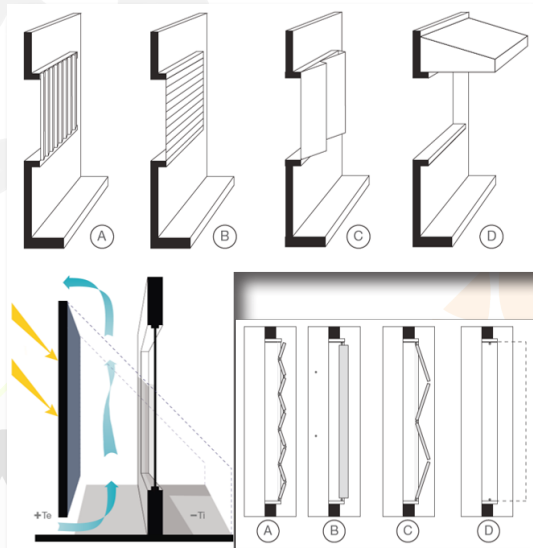


Gráfico N° 93. Sombreamiento
Fuente: Fuente: (Murillo et al, 2013)
Elab: B.X.B.N..

3.2.2.2. Captar calor por transmitancia.

3.2.2.2.1. Ganancia directa: alta transmitancia.

La transmitancia se define como la cantidad de energía que atraviesa un cuerpo en la unidad de tiempo. Los vidrios son los principales ejemplos de esta cualidad, sin embargo, es necesario tomar en cuenta que la transmitancia no coincide necesariamente con su transparencia, ya que algunos plásticos transparentes son opacos a la radiación solar. (Ver Gráfico N° 94)

Por lo tanto, debe tomarse en cuenta que las cantidades de radiación incluida y excluida de un espacio por medio de las superficies vidriadas o translucidas van a depender de las características de transmisión del material utilizado. Como se evidencia en la tabla.. donde (t) es la transmitancia, (a) absorptancia (r) reflectancia. (Ver Tabla N° 23)

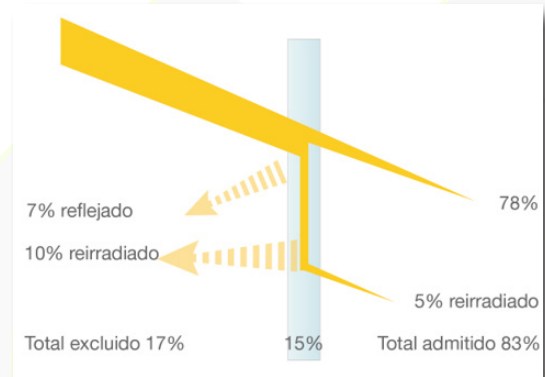


Gráfico N° 94. Ganancia solar
Fuente: Fuente: (Murillo et al, 2013)
Elab: B.X.B.N..

Tabla N° 23. Características de transmisión de los cristales			
Tipo de cristal		Admitida	Excluida
Ordinario plano de 6mm.	t= 74	74	--
	a= 18	9	9
	r= 8	--	8
Endotérmico de 6mm.	t= 42	42	--
	a= 53	26	27
	r= 5	--	5
Cristal de reflexión: doble revestimiento de níquel en la cara interior del cristal exterior.	t= 25	25	--
	a= 52	13	39
	r= 18	--	23

Fuente (Murillo et al, 2013) Elab: B.X.B.N

3.2.2.2. Invernadero adosado.

El efecto invernadero, se refiere al fenómeno en que la radiación solar de onda corta atraviesa las superficies vidriadas de la vivienda, ingresando al espacio e incidiendo sobre las superficies de los elementos como suelos y muros, que absorben parte de ella y al calentarse, remiten al espacio energía radiante de onda larga. Ésta no tiene la capacidad de atravesar nuevamente el vidrio y queda atrapada calentando el espacio por convección. (Ver Gráfico N° 95)

Para aprovechar un invernadero adosado a la vivienda se debe tener en cuenta su funcionamiento el cual esta esquematizado en el Gráfico N° 95

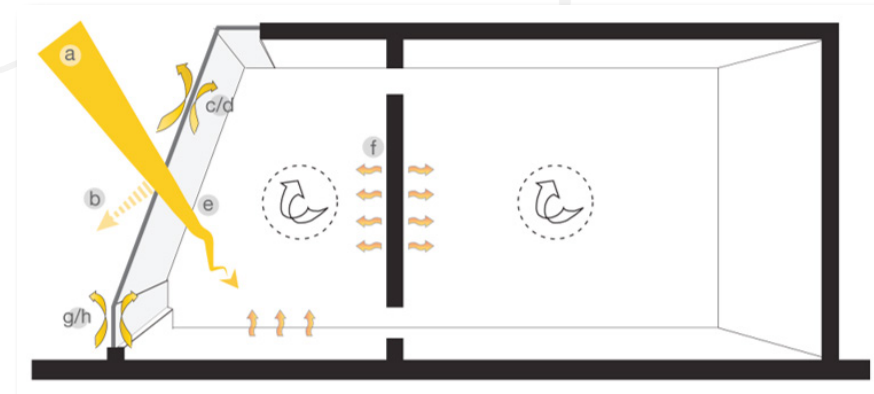


Gráfico N° 95. Invernadero adosa

con sus diferentes componentes (a). Radiación solar de onda corta incidente

Fuente: Fuente:(Murillo et al, 2013)
Elab: B.X.B.N..

100%. (b) Radiación reflejada 7%. (c)

Energía absorbida que calienta el vidrio y es posteriormente cedida al exterior 10%. (d) Energía absorbida que calienta el vidrio y es posteriormente cedida al interior 5%. (e) Radiación que entra al espacio calentando los cuerpos contra los que incide 78%. (f) Energía emitida por los cuerpos calientes para la cual el vidrio es opaco. (g/h) Energía que se pierde al calentarse el vidrio por convección debido a la onda larga emitida desde el interior.

Se recomienda utilizar superficies vidriadas en colores claros y con pocas divisiones para maximizar la eficiencia del efecto invernadero.



3.2.2.3. Captar calor por absorción

La absorción representa la fracción de radiación incidente que es absorbida por un material, con valores que van de 0 a 1, en términos de porcentaje, de 0% a 100% (Ordoñez et al, 2012), depende fundamentalmente del color y el acabado de los materiales. Este parámetro generalmente se usa para estimar la forma en que la radiación solar afecta el balance térmico de las superficies (exteriores e interiores) de los elementos constructivos. (Ver Gráfico N° 96)

Mientras que la emisividad de un material se trata de una medida de la capacidad de un material para absorber y radiar energía. Si asignamos al cuerpo negro ideal un valor de 1.0, entonces cualquier objeto real tiene una emisividad mayor a 0.0 y menor a 1.0. Además de la temperatura, la emisividad depende de factores como

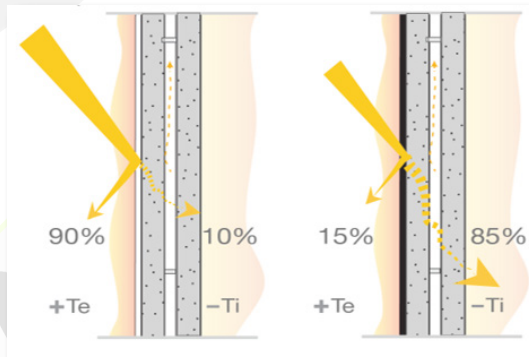


Gráfico N° 96. Captar calor
 Fuente: Fuente: (Murillo et al, 2013)
 Elab: B.X.B.N..

las condiciones de las superficies: pulidas, oxidadas, grado de rugosidad, el ángulo de emisión y la longitud de onda.

Es recomendable usar superficies de color oscuro con acabado mate y rugoso, ya que son las que ofrecen una mayor absorción superficial; mientras que las superficies claras y pulidas tienden a reflejar buena parte de la radiación que incide sobre ellas. Pueden recomendarse materiales como ladrillo, concreto y superficies con pintura negra, etc., lo que se detalla en la tabla N° 24.

Tabla N° 24. Absortancia y emisividad de superficies		
Superficie	Absortancia para Radiación solar.	Absortancia y emisividad 10- 40°C
Negra no metálica	0.85-0.98	0.90-0.98
Ladrillo rojo, piedra, teja	0.65-0.80	0.85-0.95
Ladrillo amarillo, piedra	0.50-0.70	0.85-0.95
Ladrillo, piedra, teja clara	0.30-0.50	0.40-0.60
Cristal de ventana	Transparente	0.90-0.95
Aluminio, bronce brillante	0.30-0.50	0.40-0.6
Aluminio mate	0.40-0.65	0.20-0.30
Acero galvanizado	0.30-0.50	0.02-0.05
Cobre pulido	0.30-0.50	0.02-0.05
Aluminio, cromo pulido	0.10-0.40	0.02-0.04

Fuente (Murillo et al, 2013) Elab: B.X.B.N

3.2.2.4. Acumular calor.

3.2.2.4.1. Muro de precalentamiento.

El dispositivo se compone de un muro con un espesor de 15 a 40cm, construido con un material de elevada masa térmica, tierra, ladrillo, concreto, u otros, y, en su parte exterior se suele usar una superficie metálica delgada, como lámina corrugada con acabado negro mate.

En este caso, la radiación solar no atraviesa la superficie expuesta, ya que ésta es opaca, sino que provoca su calentamiento directo; al elevar considerablemente su temperatura, la lámina emite calor radiante hacia la cámara y provoca el aumento de la temperatura del aire contenido en ella, que a su vez, por convección se traslada a la pared interna, donde se acumula y se libera posteriormente al interior. (Ver Gráfico N° 97)

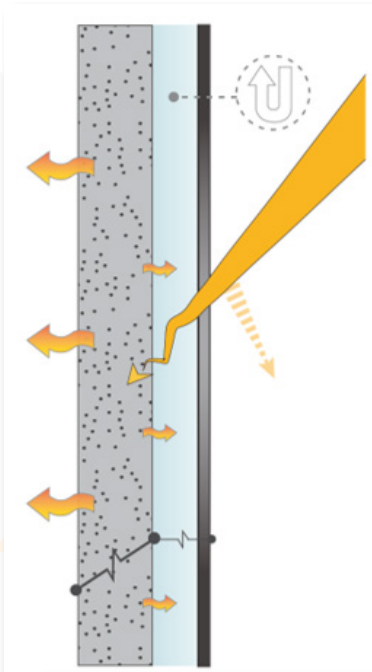


Gráfico N° 97. Muro de precalentamiento

Fuente: Fuente: (Murillo et al, 2013)
Elab: B.X.B.N..

3.2.2.4.2. Muro acumulador en espacio interno.

El modo bioclimático de acumulación de energía óptimo es la utilización de la propia masa de la vivienda, optimizando las inversiones constructivas. La masa térmica en el interior del espacio será, por lo tanto, el destino de la acumulación interna.

Se debe utilizar elementos que permiten la calefacción de los espacios adyacentes a él, transmitiendo el calor acumulado por convección.

De esta forma, se aprovecha el calor filtrado por medio de aberturas en los cerramientos vertical y superior dirigiéndolo directamente hacia un elemento vertical en el espacio interno, para que las divisiones internas trabajen como elementos de intercambio: reciben, guardan y por último liberan calor por la noche, cuando la temperatura exterior

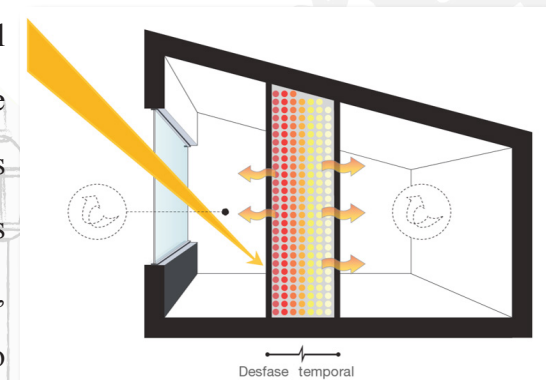


Gráfico N° 98. Muro de acumulador

Fuente: Fuente: (Murillo et al, 2013)
Elab: B.X.B.N..



baja y el espacio interno se enfría, el flujo de calor en las masas de almacenamiento se invierte y el calor se direcciona hacia los espacios con el fin de alcanzar el equilibrio. Es indispensable que los materiales a utilizar tengan un coeficiente de absorción elevado y que su velocidad de calentamiento sea alta para aprovechar el comportamiento solar. (Ver Gráfico N° 98)

3.2.2.5. Conservar calor.

3.2.2.5.1. Cámara de aire.

Corresponde a un espacio de aire aislado dentro de una estructura vertical, sus dimensiones máximas oscilan entre los 10-15 cm y usualmente son complementarias a paredes de espesor amplio.

La envolvente deberá construirse de forma hermética en cada parte y en

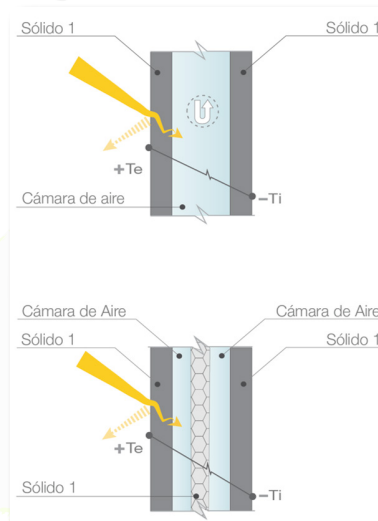


Gráfico N° 99. Cámara de aire

Fuente: Fuente: (Murillo et al, 2013)
Elab: B.X.B.N..

sus juntas para que no haya pérdida ni ganancia calórica dentro de ellas. Su efecto puede maximizarse utilizando un aislante térmico, este, idealmente debe tener baja capacidad calórica y alta resistencia térmica, por ejemplo, polietileno, aislante de burbuja doble, aluminio reflectivo o yeso laminado. De igual manera se puede potenciar el efecto mediante la sobre posición de estructuras livianas tamizadas a la estructura primaria. Como complemento, el acabado de la envolvente, con una buena capa de pintura, contribuye al aislamiento de la cámara. (Ver Gráfico N° 99)

3.2.2.5.2. Reducción de infiltraciones y exfiltraciones.

Para mitigar las infiltraciones y exfiltraciones se debe tener en cuenta la reducción del puente térmico tratado en el punto (3.2.1.2.2.), ya que la Infiltración se refiere al aire exterior que penetra en el interior de un local a través de grietas y aberturas que no han sido colocadas intencionadamente en la envolvente del local. Mientras que la exfiltración es el aire interior del espacio que se fuga hacia el exterior.

Las infiltraciones y exfiltraciones por paredes representan entre el 18% y el 50% del total de las fugas de aire que se producen a través de la envolvente. (Ordoñez, 2010) Se localizan básicamente en las uniones de los cerramientos, enchufes eléctricos y paso de tuberías; para las cuales se recomienda prestar especial atención a los aislamientos existentes: enchufes con cerramientos controlables, materiales aislantes especializados y otros.

En el caso de las puertas y ventanas, éstas representan entre el 6% y el 25% del total de fugas de aire (Ordoñez, 2010), y dependen primordialmente del tipo de elemento que se utilice, por lo que recomiendan aquellos con mayor capacidad de hermeticidad; por ejemplo, las ventanas textiles o plásticas en su canto, muestran una capacidad superior para impedir el paso del aire. (Ver Gráfico N° 100)

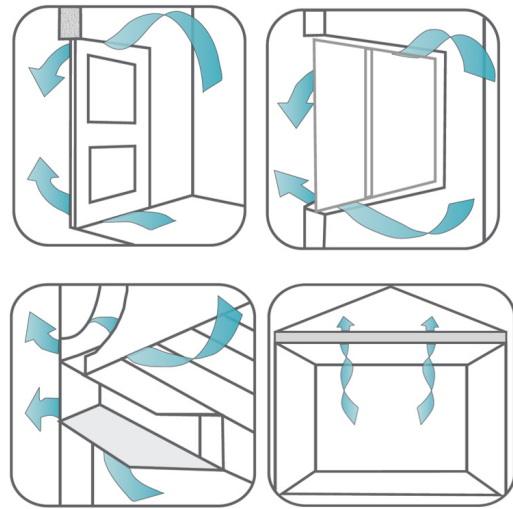


Gráfico N° 100. Reducción de infiltraciones y exfiltraciones

Fuente: Fuente: (Murillo et al, 2013)
Elab: B.X.B.N..

3.2.2.5.3. Cerramientos temporales.

En climas con bajas temperaturas a lo largo del año, es necesario conservar la mayor cantidad de calor en el interior de los espacios para las horas de la noche, evitando las pérdidas de calor por sus superficies vidriadas.

Para evitar este fenómeno, se deben utilizar protecciones por donde se transmite calor, éstas se desarrollan en paralelo al vidrio, y a poca distancia para para crear una cámara de aire entre ambos que aporte su resistencia térmica; se trata de elementos internos o externos como cortinas livianas y pesadas, persianas, contraventanas, pantallas móviles y otros, que dan la posibilidad de cerrarse durante la noche y aislar el espacio interno. (Ver Gráfico N° 101)

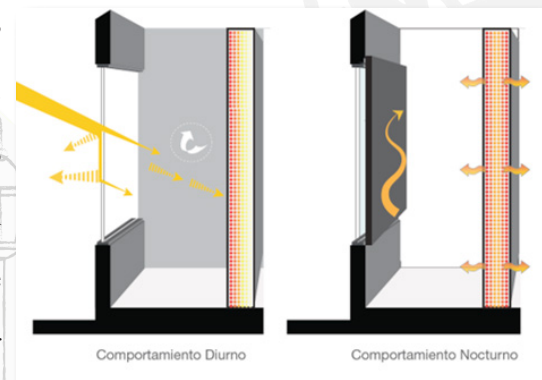


Gráfico N° 101. Cerramientos temporales

Fuente: Fuente: (Murillo et al, 2013)
Elab: B.X.B.N..



3.2.3. Envoltente superior

CAPTAR Calor	CAPTACIÓN POR TRANSMITANCIA	Se introduce el calor al espacio mediante la incorporación de elementos traslúcidos con alta conducción en la cubierta.
	CAPTACIÓN POR ABSORTANCIA	Se incorporan elementos con alta capacidad de absorción en la cubierta para almacenar y posteriormente emitir el calor.
CONSERVAR Calor	AISLAMIENTO RESISTIVO (Aumentar resistencia)	Utilizar en el interior del elemento superior aire como aislante, dada su alta resistencia térmica, evita la pérdida de calor hacia el exterior.

un aumento de la temperatura en horas de radiación, cuando esta desaparece, las temperaturas pueden bajar considerablemente, por lo tanto la captación directa se deben de realizar con un diseño preciso que asegure la posibilidad de cerrarlas en horas de la noche con elementos aislantes, en caso contrario, el calor captado podría perderse por convección a través de los elementos vidriados. Así también para aprovechar la radiación y conservar el calor al interior de la vivienda sería recomendable usar muros acumuladores como los tratados en el punto (3.2.2.4.2). (Ver Gráfico N° 102)

3.2.3.1 Captar calor por transmitancia.

Para captar el calor por medio de la cubierta se pueden aplicar los principios estudiados en el punto (3.2.2.2.1.) en cuanto a transmitancia directa, generando así un efecto invernadero como el tratado en el punto (3.2.2.2.2). Si bien el efecto invernadero asegura

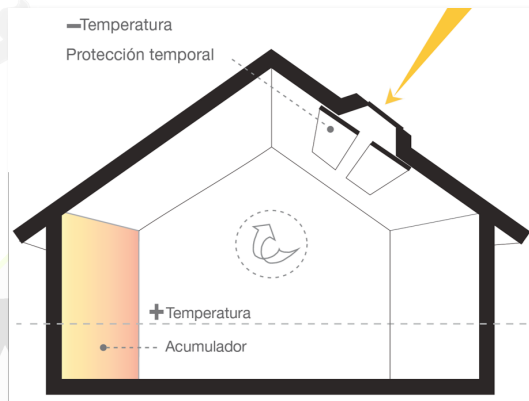


Gráfico N° 102. Transmitancia

Fuente: Fuente: (Murillo et al, 2013)
Elab: B.X.B.N..

3.2.3.2 Captar calor por absorción.

Para la cubierta de la vivienda se aplican los mismos principios de envoltente vertical al captar calor por absorción tratados en el punto (3.2.2.3). por

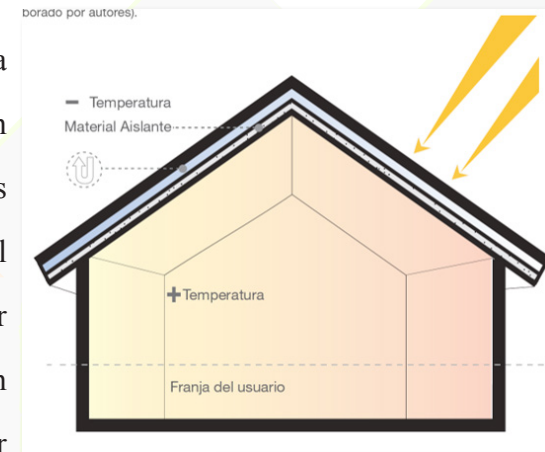


Gráfico N° 103. Absortancia

Fuente: Fuente: (Murillo et al, 2013)
Elab: B.X.B.N..

lo que se debe tener en consideración el tipo de material que se va a utilizar. Ya que la temperatura y emisividad depende de factores como las condiciones de superficies (pulidas, oxidadas, grado de rugosidad), el ángulo de inclinación de la cubierta y el área que esta abarca. (Ver Gráfico N° 103) (Ver Tabla N° 25)

Tabla N° 25. Absortancia y emisividad de superficies		
Superficie	Absortancia para Radiación solar.	emisividad 10- 40°C
Hoja de aluminio brillante	0.05-0.10	0.05-0.10
Lámina de aluminio con pátina de oxidación	0.30-0.50	0.20-0.50
Pintura de aluminio	0.40-0.55	0.40-0.55
Hierro galvanizado con pátina normal	0.30-0.50	0.20-0.40
Madera	0.40	0.90
Teja, piedra	0.70	0.90
Concreto aparente	0.45-0.60	0.90
Pintura de aceite blanca	0.20	0.90
Pintura verde o gris clara	0.40	0.90
Pintura verde o gris oscura	0.70	0.90
Pintura negra, asfalto	0.85	0.90

Fuente (Murillo et al, 2013) Elab: B.X.B.N

3.2.3.3 Conservar calor.

3.2.3.3.1. Cubiertas no ventiladas.

En climas donde los niveles de temperaturas son bajos a lo largo del día y aún más en horas de la noche, es necesario que la cubierta funcione como un aislante del calor captado por las estrategias de las envolventes vertical y horizontal inferior y media, más que como un captador en sí mismo.

Por lo tanto, se deberá diseñar la cubierta como un aislante hermético que permita que el aire caliente del interior, al subir por su baja densidad, no tenga forma de escape. Esto se puede realizar mediante cámaras de aire o haciendo una doble cubierta hermética.

Cámaras de aire. - Al crear un cielo falso debajo de la cubierta se genera un espacio cerrado llamado Cámara de Aire, que requiere entre 10-15cm para funcionar. Éste debe ser hermético, con la finalidad de que funcione como barrera, aumentando la resistencia térmica de la envolvente y colaborando a mantener el calor del espacio interno. La capacidad térmica de la cámara puede aumentar considerablemente instalando un material aislante entre la lámina inferior de la cubierta y el espacio cerrado. Idealmente el material aislante debe tener baja capacidad calórica y alta resistencia térmica (por ejemplo,



polietileno, aislante de burbuja doble). Similar a lo tratado en el punto (3.2.1.2.1.)

La creación de espacios habitables cercanos a la cubierta pueden resultar sumamente convenientes, esto por cuanto el aire caliente que sube por pérdida de densidad mantendrá el volumen de aire superior caliente de forma constante. Elementos como dormitorios son ideales debido a sus requerimientos de calor durante horas de la noche; además, pueden funcionar como espacios amortiguadores al limitar el volumen de aire en los sitios inferiores, creando zonas diferenciadas con temperaturas controladas. (Ver Gráfico N° 104)

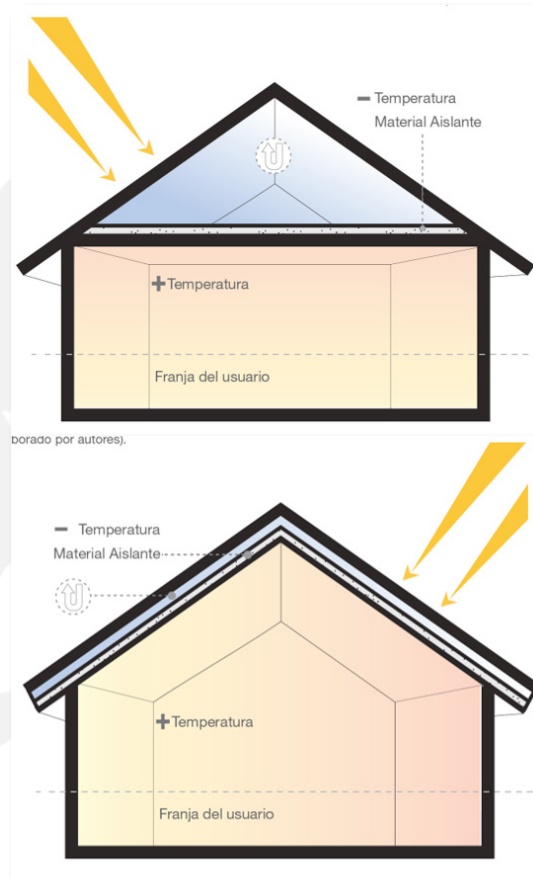


Gráfico N° 104. Camaras de aire

Fuente: Fuente: (Murillo et al, 2013)
Elab: B.X.B.N..

3.2.3.3.2. Materiales resistivos.

En espacios de uso diurno y nocturno, como viviendas, son aconsejables elementos con alta inercia térmica que acumulen calor en el día y lo liberen con varias horas de desfase, de modo que la onda de calor se traslade a las horas de la tarde o de la noche cuando se produce la mayor ocupación de los espacios, y las temperaturas externas son más bajas.

Cuando se utilizan materiales aislantes en la cubierta, se pueden reducir sustancialmente las pérdidas de calor a través de ella. El aislante puede ser instalado como cielo raso incrementando de esta forma la inercia del local y brindando por ende mayor protección, o en el material del techo por el lado interior. Es igualmente válida la combinación de ambas técnicas. (Ver Gráfico N° 105)

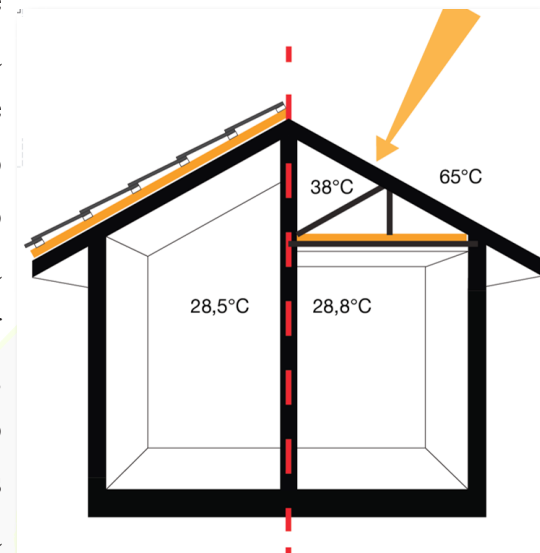


Gráfico N° 105. Materiales resistivos

Fuente: Fuente: (Murillo et al, 2013)
Elab: B.X.B.N..

3.2.4 TABLA RESUMEN

ENVOLVENTE INFERIOR		
METODO	ESTRATEGIA	OBJETIVO
ACUMULAR Calor	ACUMULACIÓN POR ABSORTANCIA	Recolectar energía solar con la ayuda de colectores internos y externos para calentar la superficie expuesta.
CONSERVAR Calor	AISLAMIENTO RESISTIVO	implementar cámaras de aire en los suelos de la vivienda para evitar que el calor se escape. Reducir el puente térmico que existe entre los diferentes componentes de la vivienda.
ENVOLVENTE VERTICAL		
CONTROL Solar	DISPOSITIVOS PARA EL SOMBREAMIENTO DE LA ENVOLVENTE	Incorporar dispositivos de sombreado fijos a la vivienda para no recibir radiación directa. Implementar de dispositivos de sombreado móviles o verticales para los ventanales.
CAPTAR Calor	CAPTACIÓN POR TRANSMITANCIA	<ul style="list-style-type: none"> Incorporar elementos con alta transmitancia para una ganancia solar directa. Diseñar un invernadero adosado a la vivienda para la captación y acumulación de calor.
	CAPTACIÓN POR ABSORTANCIA	<ul style="list-style-type: none"> Incluir materiales con un alto índice de absortancia para aprovechar al máximo la radiación solar.
ACUMULAR Calor	ACUMULACIÓN POR MASA TÉRMICA	<ul style="list-style-type: none"> Implementar muros con sistemas de precalentamiento para aprovechar la radiación solar. Implementar muros acumuladores de calor al interior de la vivienda para que este sea aprovechado en horas críticas,

CONSERVAR Calor	AISLAMIENTO RESISTIVO (Aumentar resistencia)	<ul style="list-style-type: none"> implementar cámaras de aire en las paredes de la vivienda para evitar que el calor se escape. Reducir las infiltraciones y exfiltraciones en las uniones de las diferentes aberturas de la envolvente. Usar cerramientos temporales para los espacios que permitan la entrada de calor, pero no la dejen salir
	ENVOLVENTE SUPERIOR	
CAPTAR Calor	CAPTACIÓN POR TRANSMITANCIA	<ul style="list-style-type: none"> Incluir en la cubierta materiales con un alto índice de transmitancia para aprovechar al máximo la radiación solar. Incluir muros o elementos acumuladores para que absorban la radiación solar
	CAPTACIÓN POR ABSORTANCIA	<ul style="list-style-type: none"> Incluir materiales con un alto índice de absortancia para aprovechar al máximo la radiación solar.
CONSERVAR Calor	AISLAMIENTO RESISTIVO (Aumentar resistencia)	<ul style="list-style-type: none"> Hacer cubiertas herméticas para evitar la ventilación al interior de las mismas. Usar materiales resistentes aislantes en la cubierta para reducir sustancialmente las pérdidas de calor.



3.4. Programación arquitectónica

3.4.1. Introducción al proyecto

En el anexo 11, capítulo 2, Art. 66. De la ordenanza que sanciona el plan de ordenamiento territorial de Cuenca dice que: se considerará como unidad de vivienda a la que conste de por lo menos una sala de estar, un dormitorio, cocina, cuarto de baño completo y área de servicio. Y en el artículo 67. Reza sobre las dimensiones mínimas de los ambientes que a esta le corresponden.

Mientras que a nivel nacional rige el acuerdo ministerial número 220 (reglamento que establece las condiciones técnicas para viviendas de interés social o mínimas) emitidas por el MIDUVI. Donde divide a las viviendas de interés social en 4 tipologías: (Ver Tabla N° 26)

Y todas estas deben estar regidas a las especificaciones técnicas establecidas en el anexo 11 del mismo artículo.

Tabla N° 26. Tipos de vivienda social			
VIVIENDAS TIPO 1			
Área mínima m ² .	Área recomendable m ² .	Precio hasta	Requerimientos
40	42	15000	Dos dormitorios, área social (sala, comedor), cocina y baño completo. Cumpliendo con las áreas mínimas establecidas por la municipalidad.
VIVIENDAS TIPO 2			
Área mínima m ² .	Área recomendable m ² .	Precio hasta	Requerimientos
42,01	54	20000	Dos dormitorios, área social (sala, comedor), cocina y baño completo. Cumpliendo con las áreas mínimas establecidas por la municipalidad.
VIVIENDAS TIPO 3			
Área mínima m ² .	Área recomendable m ² .	Precio hasta	Requerimientos
54,01	67	25000	Tres dormitorios, área social (sala, comedor), cocina y baño completo. Cumpliendo con las áreas mínimas establecidas por la municipalidad.
VIVIENDAS TIPO 4			
Área mínima m ² .	Área recomendable m ² .	Precio hasta	Requerimientos
67,01	78	30000	Tres dormitorios, área social (sala, comedor), cocina y baño completo. Cumpliendo con las áreas mínimas establecidas por la municipalidad.
Fuente (MIDUVI, Acuerdo ministerial 220, 2013)			Elab: B.X.B.N

3.4.2. Lista de necesidades.

Para hacer un enfoque de vivienda mínima o de interés social se tomará como referencia las especificaciones expuestas por el MIDUVI. Teniendo en cuenta que la vivienda va a ser dirigida para un grupo familiar de 3 a 4 personas sería necesario como mínimo 2 habitaciones, una sala de estar, comedor, cocina, área de servicio, y un baño completo. (Ver Gráfico N° 106)

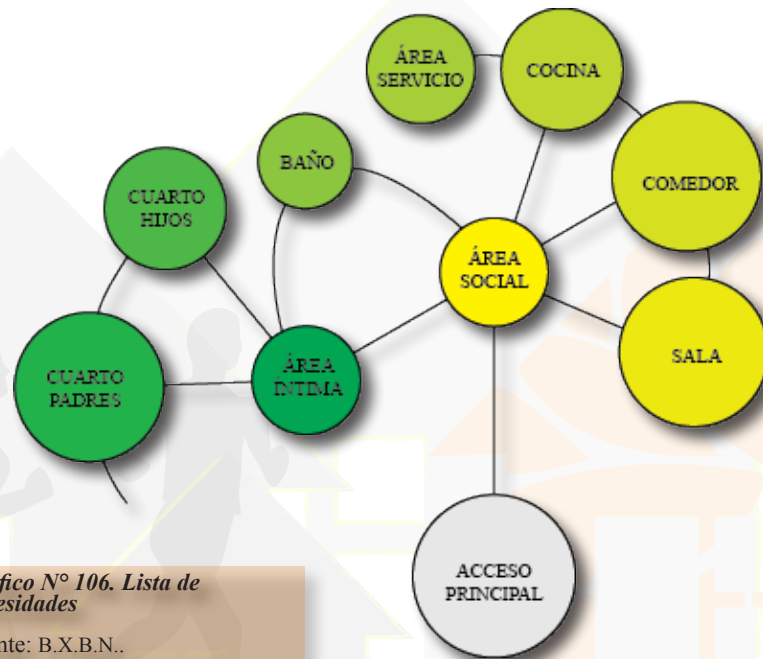


Gráfico N° 106. Lista de necesidades

Fuente: B.X.B.N..
Elab: B.X.B.N..

3.4.3. Cuadro de áreas.

Para delimitar el cuadro de áreas de la vivienda a planificarse se tomará en cuenta el anexo 11, capítulo 2, Art. 67. De la ordenanza que sanciona el plan de ordenamiento territorial de Cuenca. donde se trata específicamente de las áreas mínimas de los ambientes interiores de las viviendas. También se registrá al Art. 69 que trata de departamentos de un solo ambiente. (Ver Tabla N° 27)

Tabla N° 27. Cuadro de áreas			
Zona	Ambientes	Área libre	Especificaciones
Área social	Sala	7,30 m ²	Ninguna de las dimensiones laterales será menor a 2,70 m.
	Comedor	7,30 m ²	Ninguna de las dimensiones laterales será menor a 2,70 m.
	Ambiente unificado (sala y comedor)	12 m ²	Un local destinado a la habitación, que reúna todas las condiciones del local habitable con el máximo de mobiliario incorporado, que incluya closet, según la norma del literal b, del Artículo 66. Ninguna de cuyas dimensiones laterales será de 2,7 m.
	Cocina	4,50 m ²	Ninguna de cuyas dimensiones laterales será menor a 1,50m., dentro de la que deberá incluirse obligatoriamente un mesón de trabajo en un ancho no menor a 0.60m.

Área social	Área de servicio	2,25 m ²	ninguna de cuyas dimensiones será menor a 1,50 m. libres, pudiendo anexarse espacialmente al área de cocina y dividida de esta, por medio de un muro o tabiquería de 1,50 m. de altura.
	Área de secado	3 m ²	Ninguna de cuyas dimensiones laterales será menor a 1,50m.
Área íntima	baño	2.50 m ²	Las dimensiones mínimas de baños serán de 1,20 m. el lado menor
	Cuarto de hijos	6 m ²	ninguna de cuyas dimensiones laterales será menor a 2 metros libres.
	Closet	0,54 m ²	Cuyo ancho no será menor a 0.60m. libre caso contrario incrementará su área mínima en 0,72 m ² .
	Cuarto de padres	8,10 m ²	Ninguna de cuyas dimensiones laterales será menor a 2,70m. libres,
	Closet	0,72 m ²	Cuyo ancho no será menor a 0,60 metros.
Área de ambientes	41,96 m ²		
Circulaciones y paredes 15%	6,30 m ²		
Área neta	48,25 m ²		
Fuente (GAD municipal de Cuenca, 2002) Elab: B.X.B.N			

Con el análisis del cuadro de áreas se evidencia que la vivienda que se busca realizar entra en la categoría de VIVIENDAS DE TIPO 2 según el MIDUVI ya que está dentro del rango de 42 m². como mínimo y 54 m² como recomendable. Por lo tanto, para el proyecto se tomará como referencia el área mínima de 48,25 m². Dando la opción de incrementar el área de algún ambiente solo si es estrictamente necesario, siempre y cuando este incremento no exceda los 5,75 m².

3.4.4. Área de terreno.

El área de terreno dependerá del frente mínimo que rija en las diferentes zonas de planeamiento del plan de ordenamiento territorial de Cuenca. Donde se revisó el ANEXO 10 para analizar las características de ocupación de suelo y sus determinantes. Mediante un estudio de cada uno de los sectores de planeamiento, se revisaron los frentes mínimos entre 6 y 7 metros obteniendo los siguientes datos. (Ver Gráfico N° 28)

Tabla N° 28. Características de ocupación de suelo para los sectores de planeamiento de Cuenca.			
Frente mínimo	Sectores de planeamiento que permiten esa medida.	Número de pisos permitido	Tipo de implantación
6 metros	Norte: N-16, N16A, N18, N19	1 o 2 pisos	Varía entre cada sector. Donde se regirá al Art. 31 del plan de ordenamiento territorial de Cuenca. Literal C. donde dice: En frentes de lotes menores a 9 metros será obligatoria la edificación continua con o sin retiro frontal.
	Este: E-6, E12		
7 metros	Norte: N-3, N-8, N-8A, N-8C, N-11, N-13, N-18A, N-19B		
	Sur: S-6, S-20, S-21, S-22, S-33		
	Este: E-3, E-7, E-8, E-10, E-13, E-21		
	Oeste: O-1, O-15, O-18F		
En el plan de ordenamiento territorial de Cuenca. Capítulo V (Usos de suelo y características de ocupación para las cabeceras parroquiales Art. 54. Se establece que las edificaciones en predios adyacentes a la plaza central su frente mínimo será de 7 metros			
Fuente (GAD municipal de Cuenca, 2002)		Elab: B.X.B.N	

Por lo que el frente mínimo que se elegirá es de 7 metros ya que tiene mayor cantidad de sectores en donde se puede implantar la vivienda.

Lo siguiente es calcular el fondo mínimo del lote donde se tomará como referencia el Art. 29 del plan de ordenamiento de Cuenca.

Donde se establece que: A fin de que los lotes resultantes de la subdivisión del suelo guarden condiciones geométricas que posibiliten su óptimo aprovechamiento, ellos deberán mantener una relación frente/fondo comprendida entre 0,25 y 1.

3.4.4.1. Cálculo del fondo con relación al frente mínimo.

Se evidencia que los 48,25 m² no cubren el mínimo necesario para cumplir con la relación de frente/fondo ya que al realizar la ecuación el coeficiente obtenido es mayor que 1.

Área
48,25 m²

X

Área

$$A = b * h$$

$$48 = 7 * x$$

$$x = 48 / 7$$

$$x = 6,89 \text{ m.}$$

Relación

frente/fondo ≤ 1

$$7/6,89 \leq 1$$

$1,015 \leq 1$



3.4.4.2. Cálculo del fondo mínimo y máximo.

Utilizando la relación frente / fondo y el coeficiente que debe estar entre 0,25 y 1. Se pudo evidenciar que el fondo mínimo permisible es 7 m. y el máximo admisible es 28 m. ($7 \leq x \leq 28$).

Fondo máximo

$$\text{Frente/fondo} \leq 0,25$$

$$7 / x \leq 0,25$$

$$7 / 0,25 \leq x$$

$$28 \geq x$$

Fondo mínimo

$$\text{Frente/fondo} \leq 1$$

$$7 / x \leq 1$$

$$7 / 1 \leq x$$

$$7 \leq x$$

3.4.4.3. Cálculo del área del terreno.

Usando el frente y fondo mínimos obtenemos un área mínima en el cual se puede emplazar el proyecto de 49 m². a la que se le incrementará un 6% más para acoplar a espacios reducidos obteniendo así un área de 52 m². útiles para construir la vivienda. A la que se tiene que agregar el retiro frontal y posterior según corresponda a el sector de planeamiento, pero se tomara como referencia el retiro mínimo de 3 metros. (Ver Gráfico N° 107)

Por lo tanto, las dimensiones del terreno que se utilizara para el emplazamiento del proyecto serán las siguientes: 7 metros de frente por 13,5 metros de fondo. Obteniendo así un área del terreno de 94 metros cuadrados. (Ver Tabla N° 29)

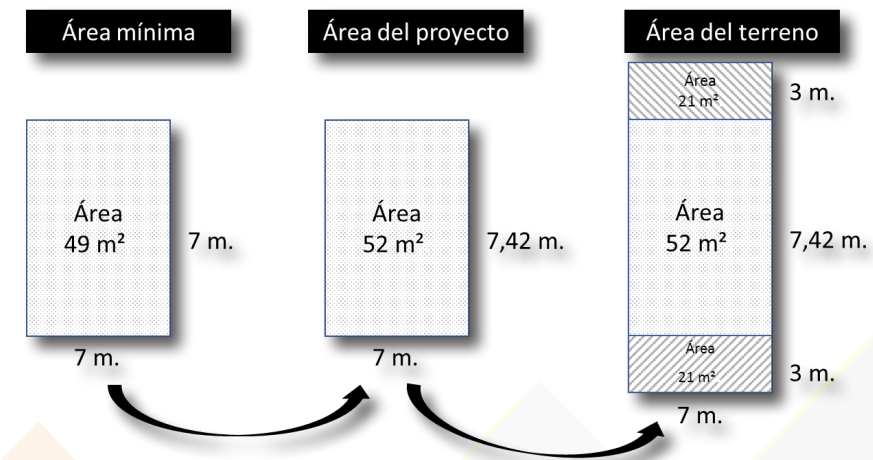


Gráfico N° 107. Cálculo del terreno

Fuente: B.X.B.N.
Elab: B.X.B.N.

3.4.4.4. Cuadro resumen

Tabla N° 29. Especificaciones del terreno	
Tipología de la vivienda social.	Vivienda tipo 2
Frente mínimo.	7 metros
Área de construcción	52 metros cuadrados
Área del terreno.	94 metros cuadrados
Fuente: B.X.B.N. Elab: B.X.B.N	

3.5. Lineamientos y propuesta

3.5.1. Zonificación

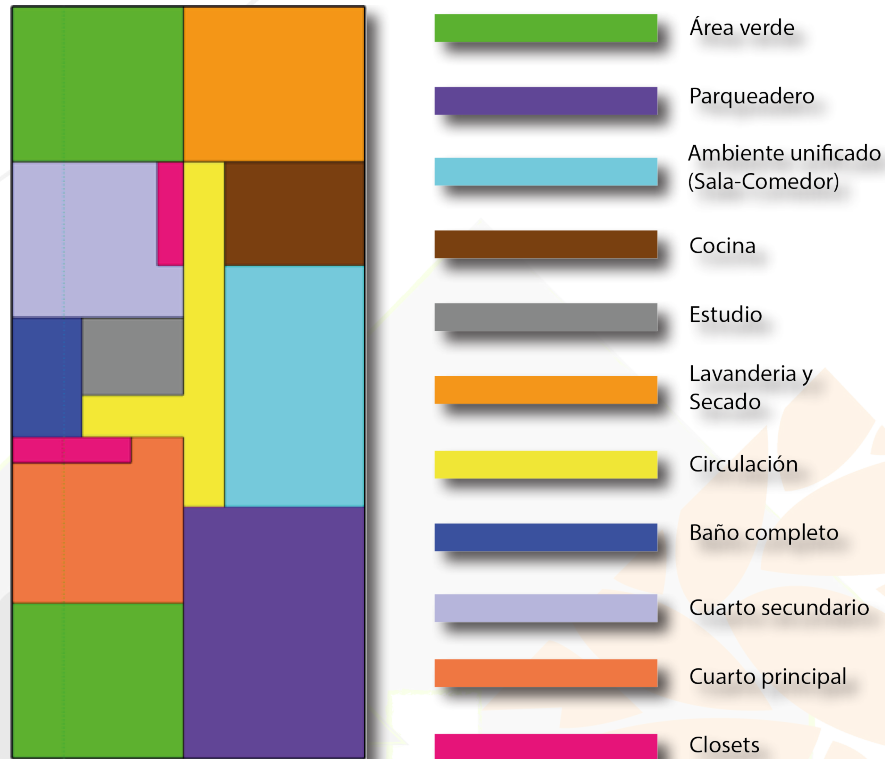


Gráfico N° 109. Zonificación

Fuente: B.X.B.N..
Elab: B.X.B.N..

3.5.2. Planta de cimentación

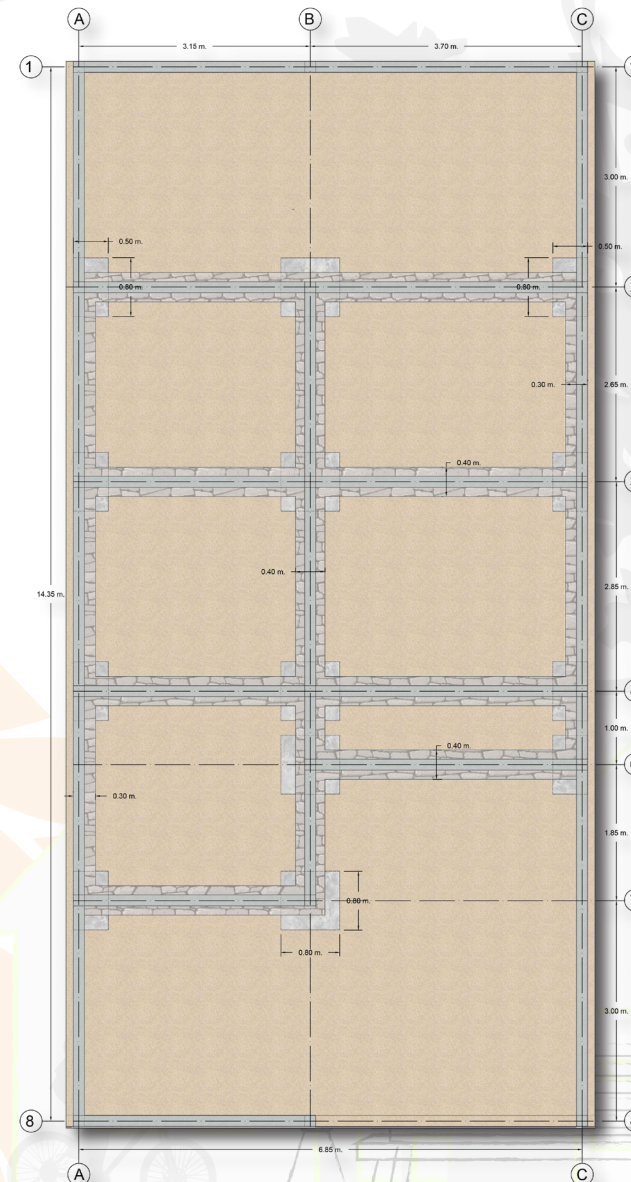


Gráfico N° 110. Planta de cimentación.

VER ANEXO 1
Fuente: B.X.B.N..
Elab: B.X.B.N..

3.5.3. Planta de cubiertas y emplazamiento

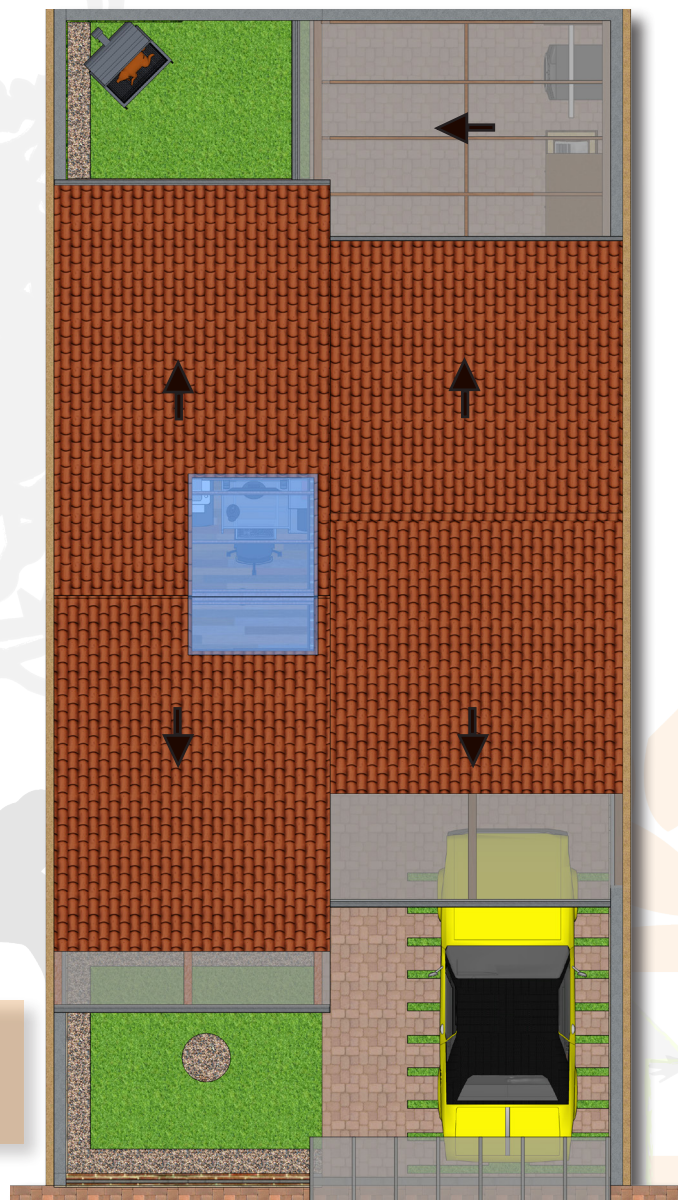


Gráfico N° 111. Planta de cubiertas y emplazamiento

VER ANEXO 1

Fuente: B.X.B.N..

Elab: B.X.B.N..

3.5.4. Planta General



Gráfico N° 112. Planta general

VER ANEXO 1

Fuente: B.X.B.N..

Elab: B.X.B.N..

3.5.5. Elevación frontal



3.5.6. Elevación posterior



Gráfico N° 113. Elevación frontal

VER ANEXO 1
Fuente: B.X.B.N..
Elab: B.X.B.N..

Gráfico N° 114. Elevación posterior

VER ANEXO 1
Fuente: B.X.B.N..
Elab: B.X.B.N..



3.5.7. Planta de cortes



Gráfico N° 115. Planta de cortes
 VER ANEXO 1
 Fuente: B.X.B.N..
 Elab: B.X.B.N..

3.5.8. Corte A-A

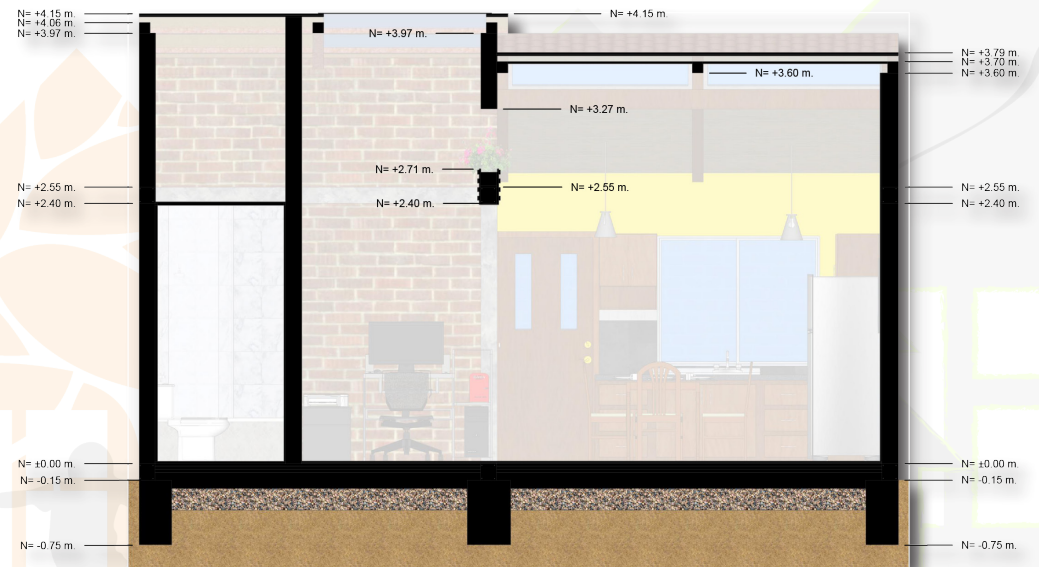


Gráfico N° 116. Corte A-A

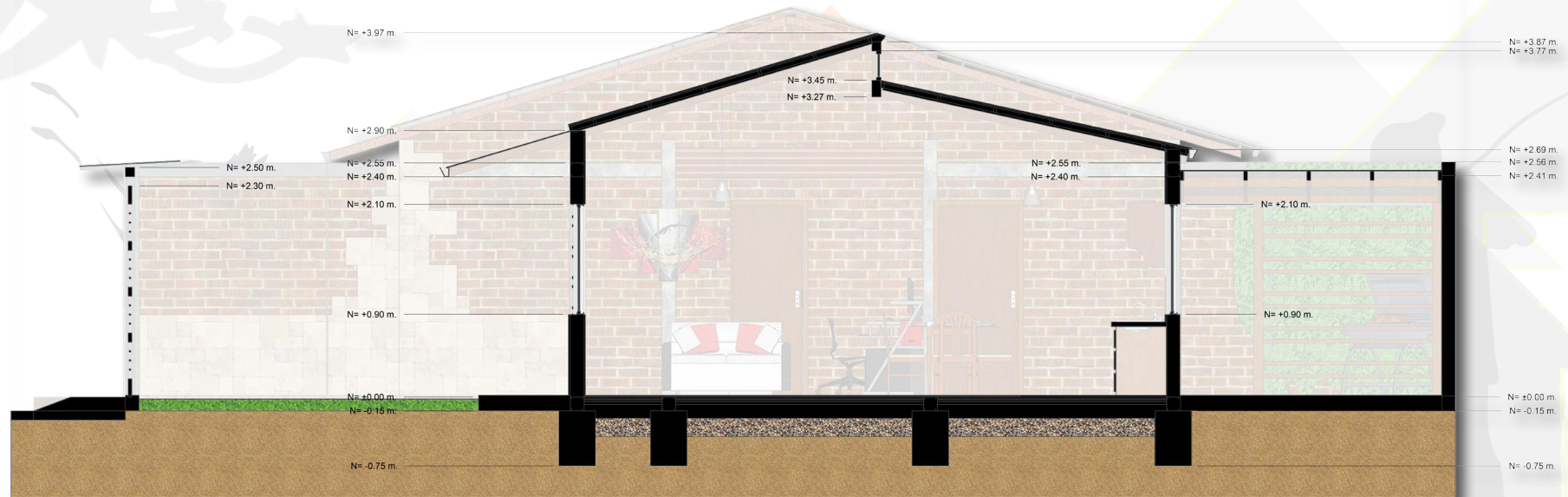
VER ANEXO 1
 Fuente: B.X.B.N. Elab: B.X.B.N..

3.5.10. Corte C-C



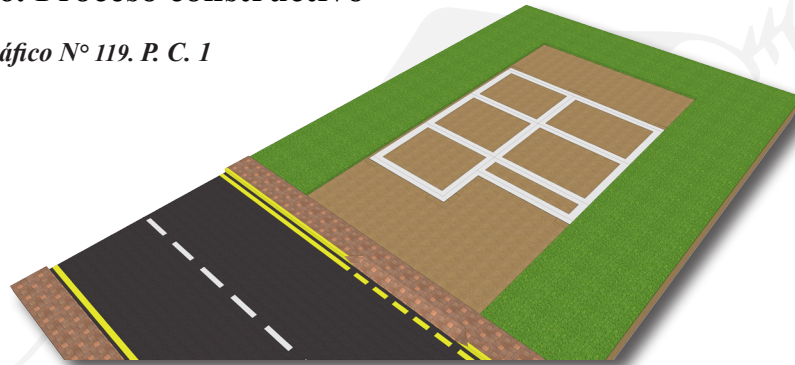
Gráfico N° 118. Corte C-C

VER ANEXO 1
Fuente: B.X.B.N.,
Elab: B.X.B.N.,



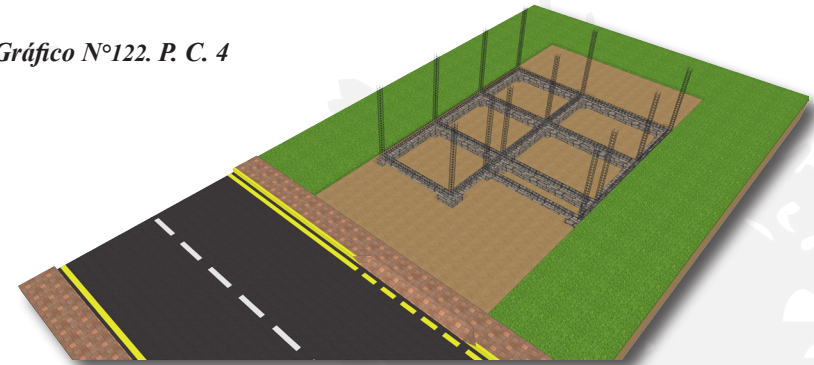
3.6. Proceso constructivo

Gráfico N° 119. P. C. 1



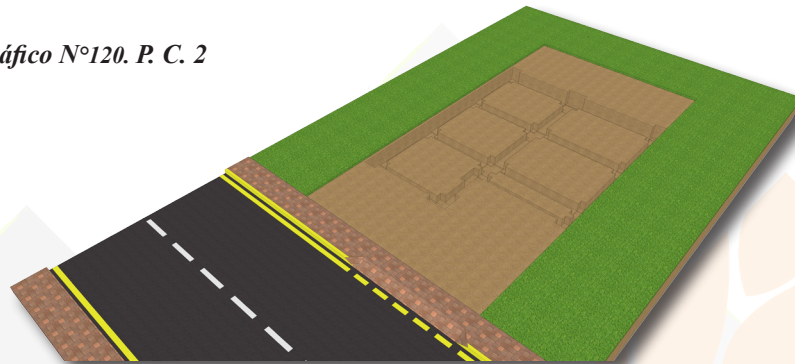
- Replanteo en el terreno.

Gráfico N°122. P. C. 4



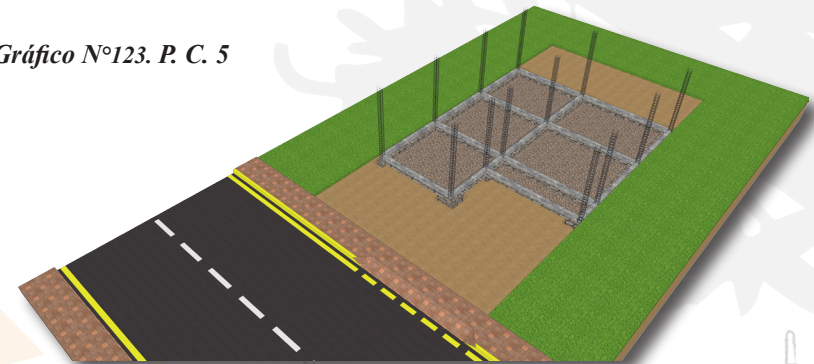
- Cimentación con hormigón ciclopeo y amarrado de cadena.

Gráfico N°120. P. C. 2



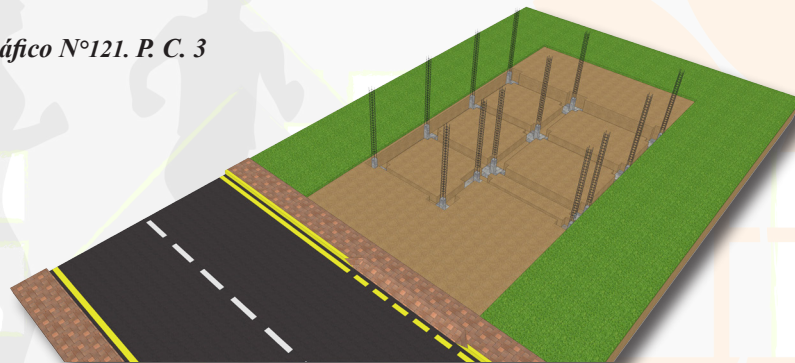
- Excavación.

Gráfico N°123. P. C. 5



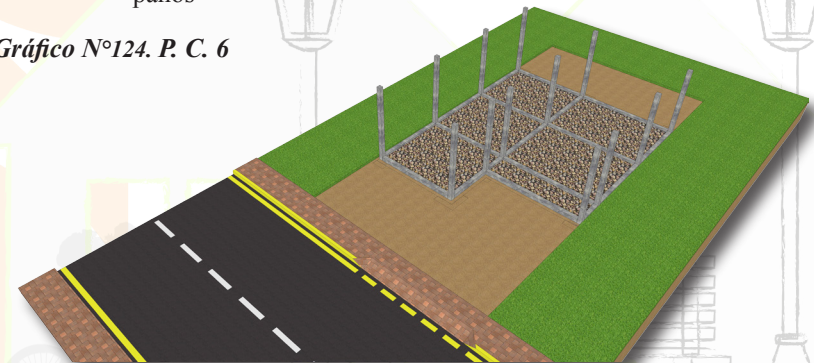
- Fundición de cadena inferior y compactación de terreno en los paños

Gráfico N°121. P. C. 3



- Sembrado de columnas

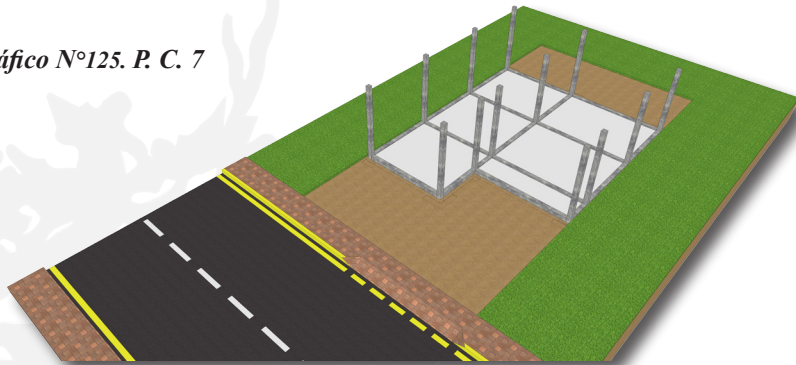
Gráfico N°124. P. C. 6



- Colocación de replantillo de piedra y fundición de cadenas

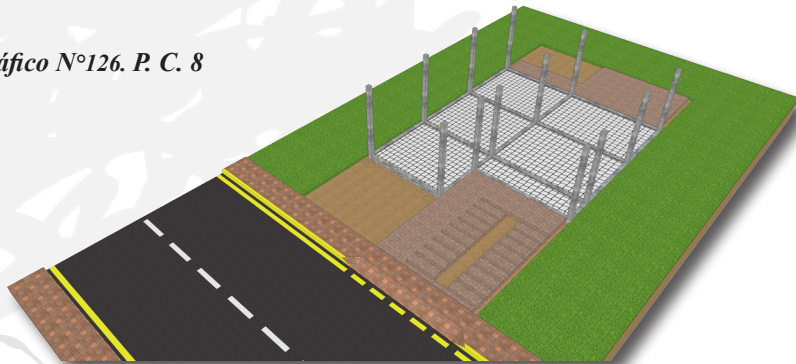


Gráfico N°125. P. C. 7



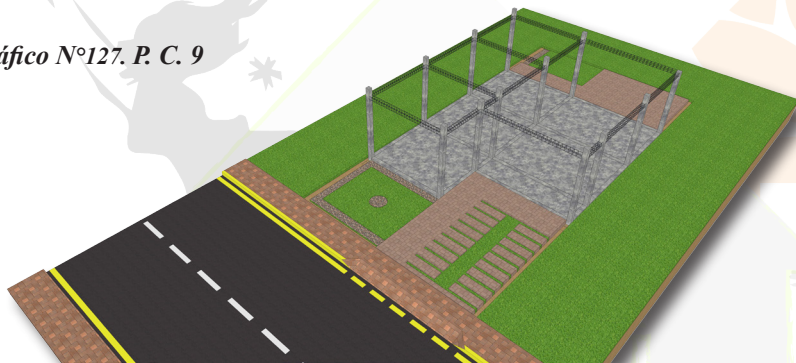
- Colocacion de Plastico y poliestileno impermeable

Gráfico N°126. P. C. 8



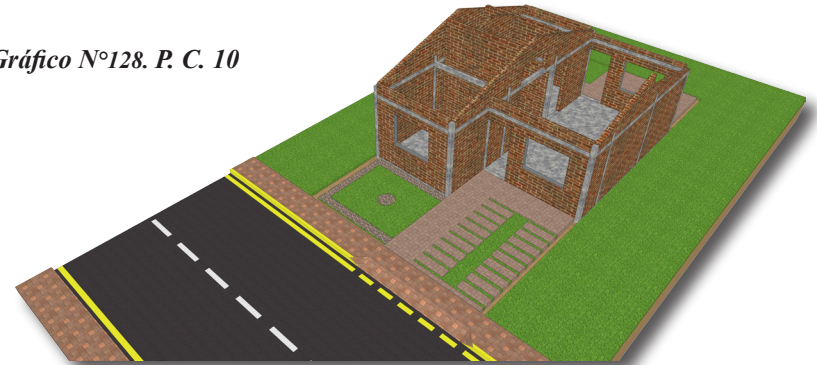
- Colocación de la malla electrosoldada y piso exterior

Gráfico N°127. P. C. 9



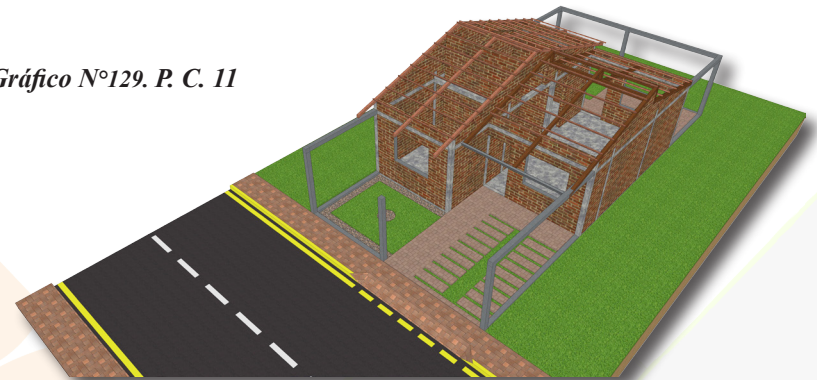
- Fundición de la chapa de compresión y amarrado de vigas superiores

Gráfico N°128. P. C. 10



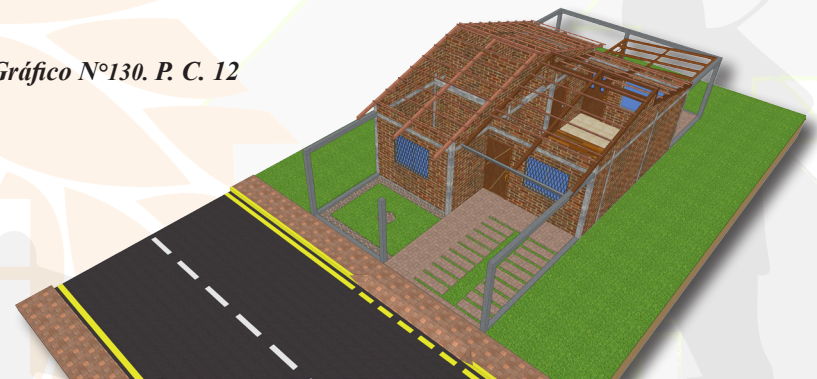
- Alzado de paredes

Gráfico N°129. P. C. 11



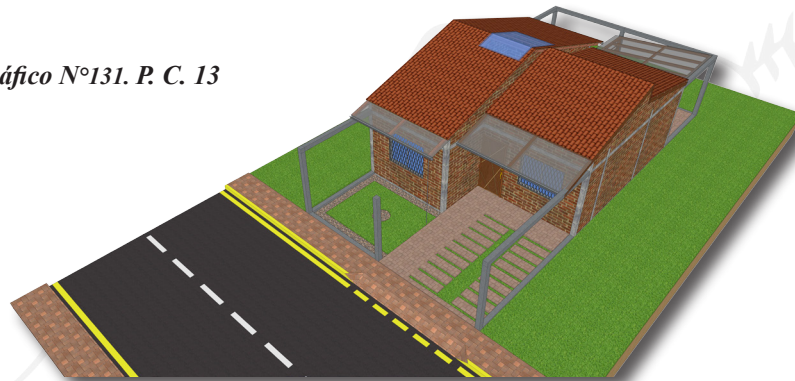
- colocación de la estructura de cubierta y de paredes exteriores

Gráfico N°130. P. C. 12



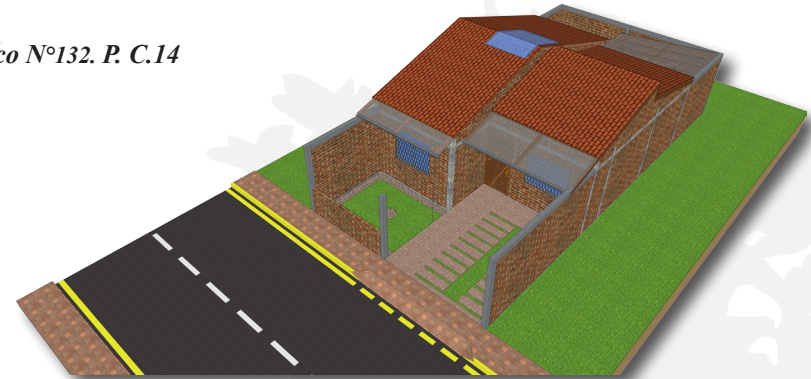
- Colocación de Puertas, Ventanas y Acabado de Pisos

Gráfico N°131. P. C. 13



- Colocacion de la cubierta

Gráfico N°132. P. C.14



- Alzado de paredes exteriores del cerramiento

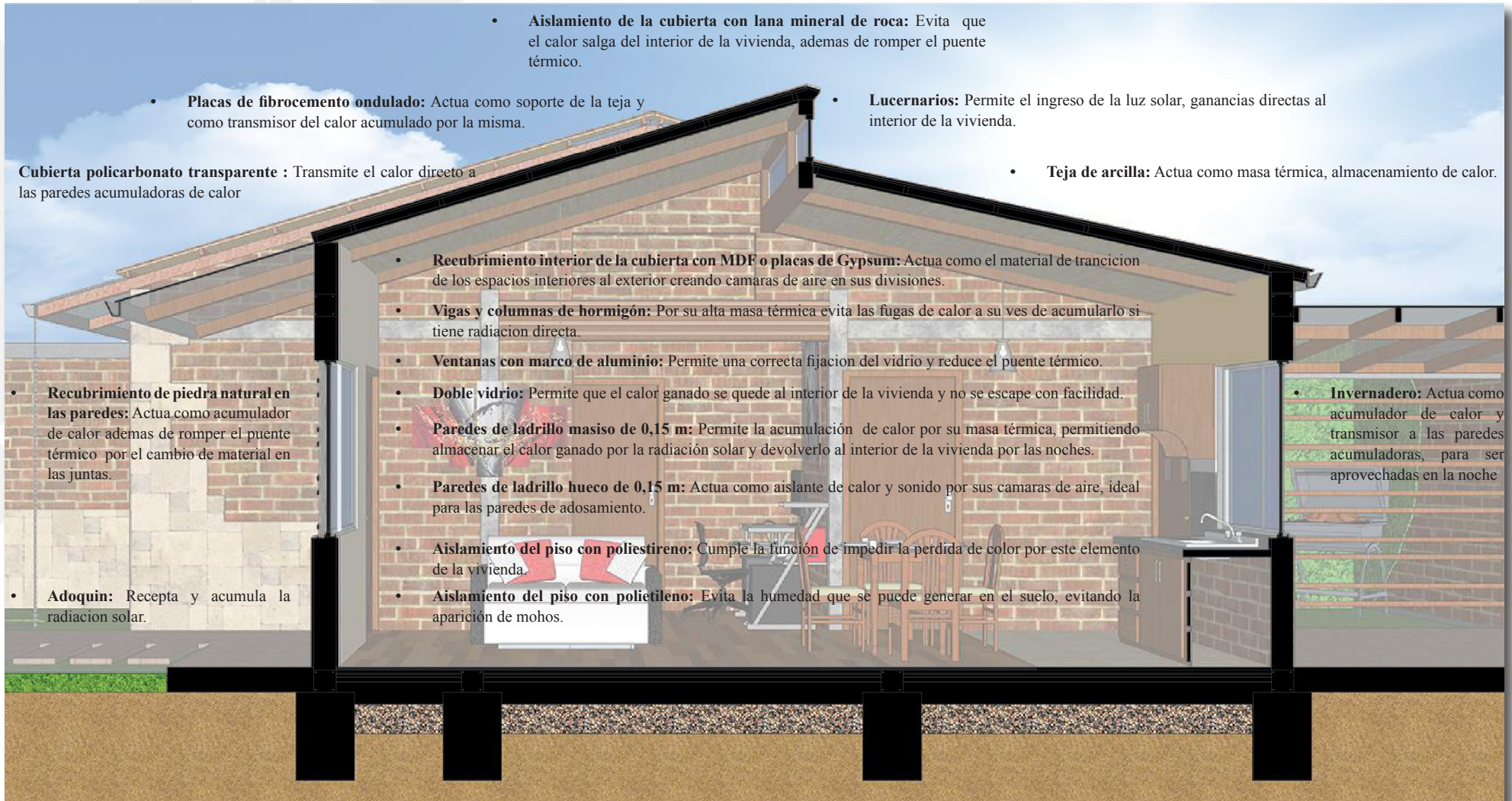
Gráfico N°133. P. C. 15



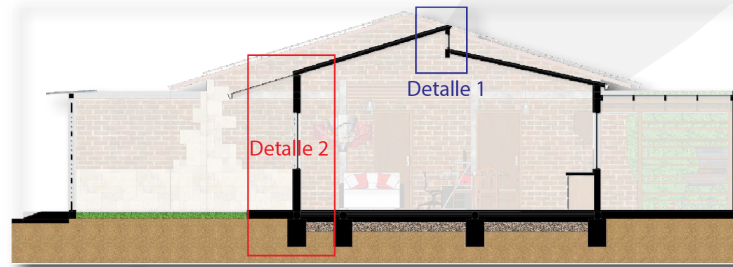
- Colocación de cerramientos y recubrimiento de paredes con materiales aislantes y absorbentes de calor.



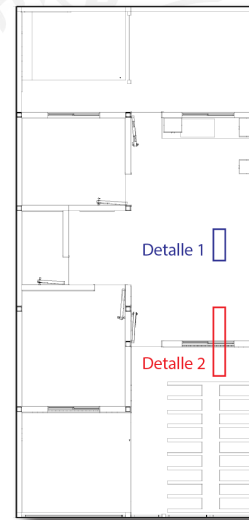
3.7 Detalle de la propuesta



3.8 Detalles constructivos



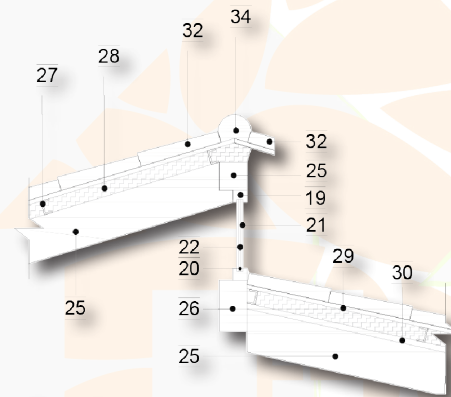
Elevación
Esc__ 1:150



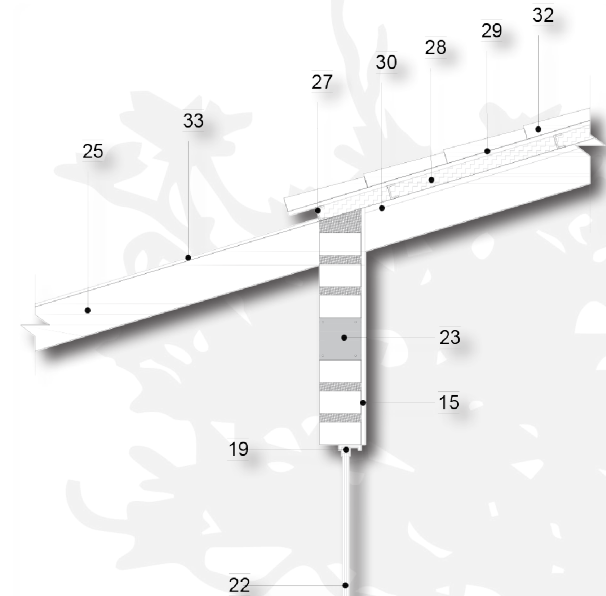
Planta
Esc__ 1:200

LISTA DE MATERIALES.

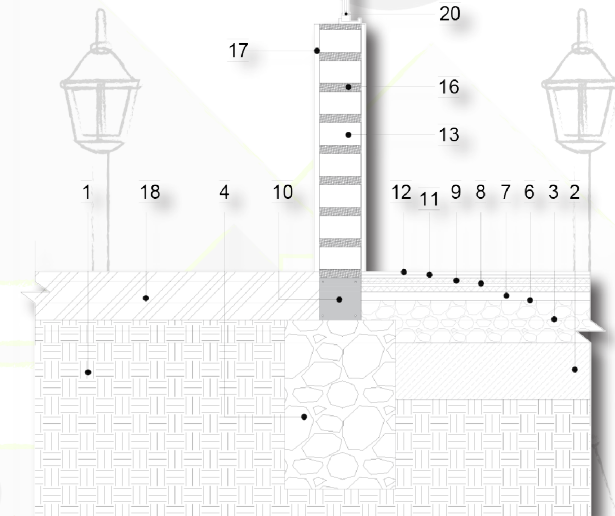
- 1- Terreno natural.
- 2- 20 cm. Mejoramiento compactado.
- 3- Replanteo de piedra 15 cm. de diámetro.
- 4- Cimiento de hormigón ciclópeo.
- 5- Zapatas de 80x80 cm. de hormigón armado.
- 6- Polietileno 0.5 mm.
- 7- Poliestireno 20 mm.
- 8- Malla electrosoldada r-84.
- 9- Chapa de compresión.
- 10- Viga de cimentación V6.
- 11- Espuma de poliuretano
- 12- Piso flotante
- 13- Ladrillo macizo de 12x26x8 cm.
- 14- Ladrillo hueco de 12x26x8 cm.
- 15- Enlucido de mortero 1:3
- 16- Junta mortero 1:3
- 17- Piedra natural 2cm.
- 18- Adoquín de bajo tráfico.
- 19- Marco con perfilera de aluminio.
- 20- Tamiz molecular absorbente de humedad.
- 21- Vidrio e= 6 mm.
- 22- Cámara de aire e= 12 mm.
- 23- Viga de superior V6.
- 24- Columnas V6
- 25- Caja metálica G(150x75x15 mm. e=3 mm.)
- 26- Caja metálica G(200x75x15 mm. e=3 mm.)
- 27- Perfil G(80x40x15x0.15 mm.)
- 28- Lana de roca.
- 29- Plancha de fibrocemento ondulado
- 30- MDF 12 mm.
- 31- Gypsum
- 32- Teja cerámica
- 33- Policarbonato transparente.



Detalle 1
Esc__ 1:30



Detalle 2
Esc__ 1:30



3.9 Análisis constructivo



Gráfico N°134. Análisis del corte A-A



Gráfico N°135. Zona 1



Gráfico N°136. Zona 2



Gráfico N°137. Zona 3



Gráfico N°138. Zona 4

Tabla N°30. Análisis del corte A-A	
Zona 1	En ésta zona se forma una camara de aire al estar encerrada por las 3 paredes de ladrillo masiso 1 de ladrillo hueco, a su vez de la cubierta en la parte superior y un cielo razo hermetico de yeso en la parte inferior. como los casos vistos en los puntos 3.2.1.2.1 y 3.2.2.5.1
Zona 2	Es necesario aprovechar el mayor soleamiento posible para ganar calor al interior de la vivienda, captando el mismo por tramitancia. como se ha tratado en los puntos 3.2.2.2 y 3.2.3.1
Zona 3	En la zona 3 se diferencian los muros acumuladores que al estar expuestos directamente a la radiación solar, captando el calor por absortancia siendo estos ladrillos masisos, escogidos por sus cualidades tecnicas como los vistos en el punto 3.2.2.3 y 3.2.3.2
Zona 4	en las paredes laterales de la vivienda se ha utilizado lladrillo hueco de cualquier tipo ya que estos tienen la propiedad de ser aislates de calor y acusticos, pero por lo mismo no son acumuladores de calor, por lo que es lo mas óptimo si la casa va a ser de tipologia adosada
Fuente: B.X.B.N. Elab: B.X.B.N	



Gráfico N°139. Análisis del corte B-B



Gráfico N°143. Zona 4



Gráfico N°140. Zona 1



Gráfico N°141. Zona 2



Gráfico N°142. Zona 3

Tabla N°31. Análisis del corte B-B	
Zona 1	se manejan los mismos criterios de la zona 1 del corte A-A
Zona 2	Uso de lucernarios o tragaluces para ganar la mayor cantidad de iluminación y calor al interior de la vivienda.
Zona 3	Para ver los materiales de los muros acumuladores serán escogidos por sus cualidades técnicas como los vistos en el punto 3.2.2.3 y 3.2.3.2
Zona 4	Se reducirá la pérdida de calor por infiltraciones o exfiltraciones sellando puertas y ventanas con vidrios dobles o utilizando al igual una puerta con una cámara de aire, optimizando el confort al interior de la vivienda
Fuente: B.X.B.N. Elab: B.X.B.N	



Gráfico N°144. Análisis del corte C-C



Gráfico N°145. Zona 1

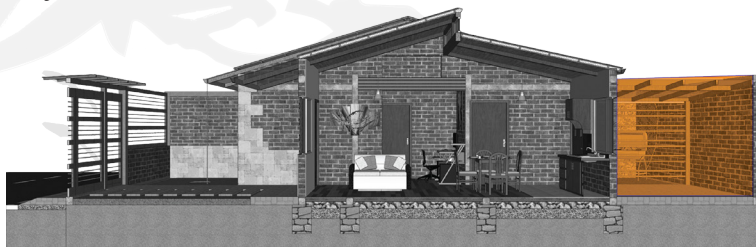


Gráfico N°146. Zona 2

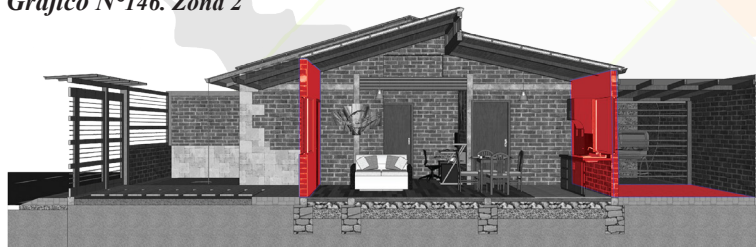


Gráfico N°147. Zona 3

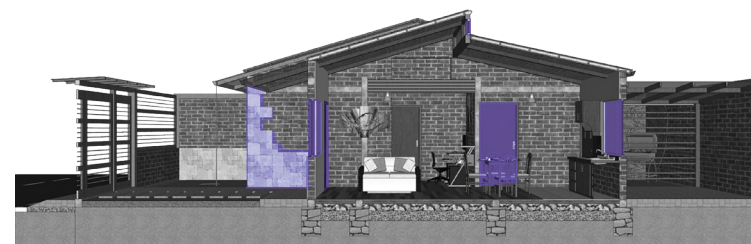


Gráfico N°148. Zona 4

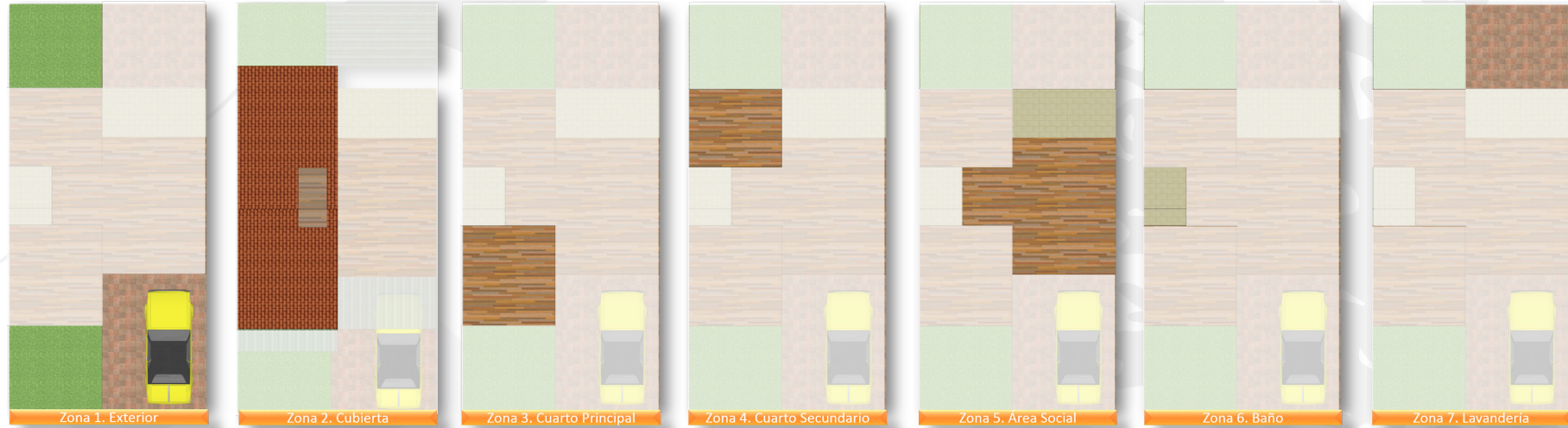
Tabla N°32. Análisis del corte C-C

Zona 1	Se utilizarán aislantes en la cubierta y en el piso, y a su vez se usará materiales para captar calor por absorción como es la teja y cuyas cualidades están en el punto 3.2.2.3 y 3.2.3.2
Zona 2	Al crear un cuarto cerrado con cubierta traslúcida en la parte posterior daría la función de un invernadero y ayudaría a la captación de calor por acumuladores, como los vistos en el punto 3.2.1.1.2 y 3.2.2.2.2
Zona 3	Los muros y pisos, al estar directamente influenciados por los rayos solares se convierten en acumuladores.
Zona 4	Se reducirá la pérdida de calor por infiltraciones o exfiltraciones sellando puertas y ventanas con vidrios dobles o utilizando al igual una puerta con una cámara de aire, optimizando el confort al interior de la vivienda.

Fuente: B.X.B.N. Elab: B.X.B.N

3.10. Análisis Digital según la orientación de la fachada

3.10.1. División de zonas para el estudio del confort higro-térmico



3.10.2. Gráfica para el estudio de soleamientos

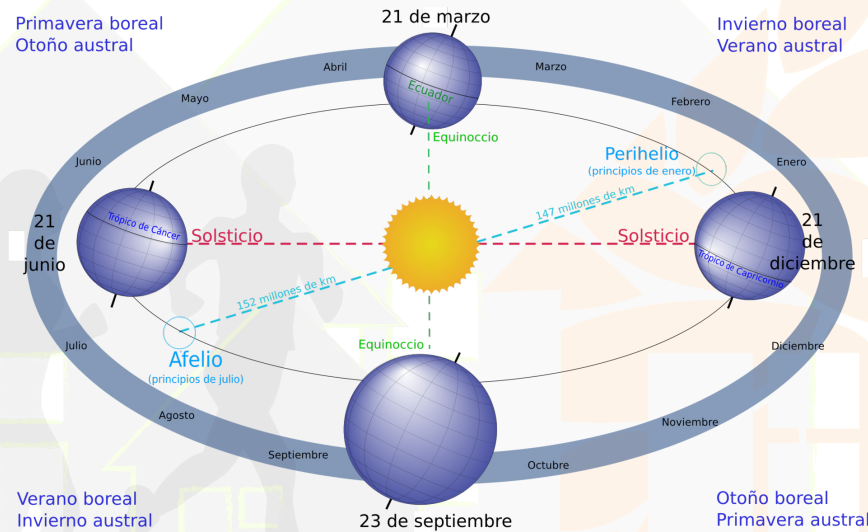


Gráfico N° 150. Gráfica para el estudio de soleamientos

Fuente: <https://masonerialibertaria.com/2016/03/18/equinoccio-de-primavera/> Elab: B.X.B.N..

Gráfico N° 149. Zonas de estudio para el confort higro-térmico

Fuente: <https://masonerialibertaria.com/2016/03/18/equinoccio-de-primavera/> Elab: B.X.B.N..

3.10.3. Análisis según la orientación de la vivienda.

Para el estudio de la orientación de la vivienda se tomará como punto de partida a la fachada en dirección al sur y a partir de allí se girará 45 grados por cada caso de estudio, por ejemplo a los 90 grados la fachada apuntará hacia el Este, a los 180 La fachada estará en dirección hacia el norte y a los 270 grados la dirección estar hacia el oeste.



3.10.3.1 Confort Higro-termico según los ambientes de la vivienda (análisis de Ecotect a 0 grados)

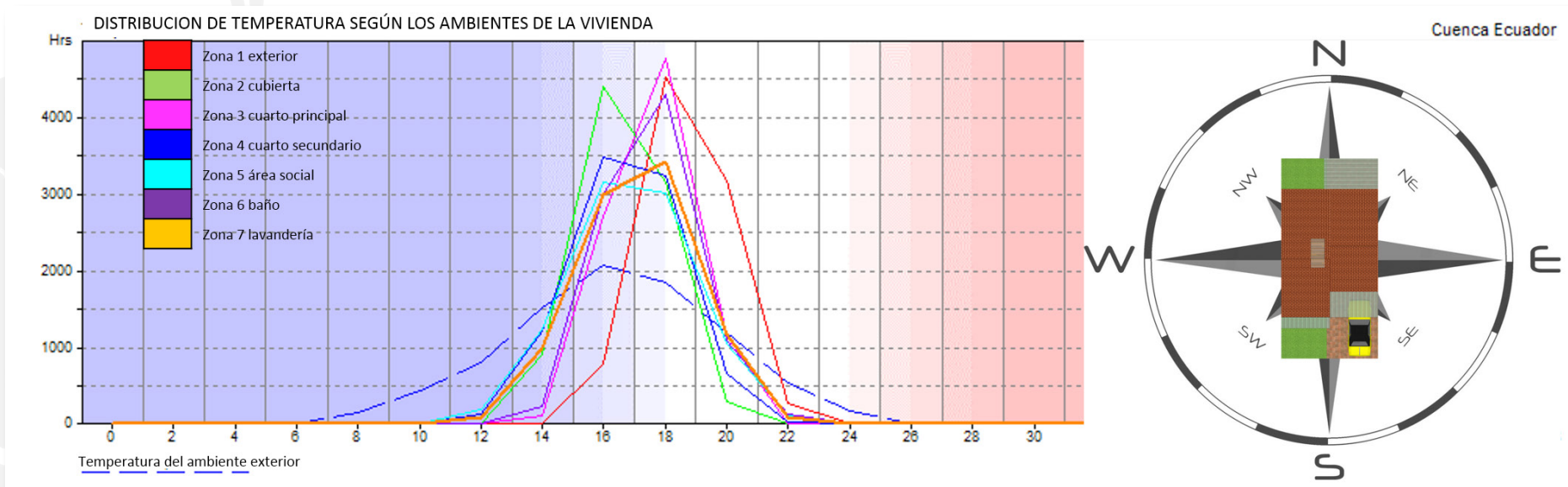


Gráfico N° 151. Análisis Ecotect a 0 grados

Fuente: B.X.B.N. Elab: B.X.B.N..

Tabla N°33. Porcentaje anual de confort higro-térmico según las zonas de la vivienda (0 grados)

Temperatura °C	Zona 1 exterior		Zona 2 cubierta		Zona 3 Cuarto principal		Zona 4 Cuarto secundario		Zona 5 Área social		Zona 6 Baño		Zona 7 Lavandería		Confort general de la vivienda	
	Horas	%	Horas	%	Horas	%	Horas	%	Horas	%	Horas	%	Horas	%	Horas	%
12	0	0.0	11	0.1	0	0.0	132	1.5	196	2.2	0	0.0	91	1.0	4619,66	52,72
14	0	0.0	911	10.4	121	1.4	1216	13.9	1232	14.1	225	2.6	998	11.4		
16	791	9.0	4389	50.1	2712	31.0	3484	39.8	3154	36.0	2987	34.1	2983	34.1		
18	4523	51.6	3152	36.0	4757	54.3	3228	36.8	3018	34.5	4306	49.2	3422	39.1		
20	3172	36.2	289	3.3	1157	13.2	669	7.6	1048	12.0	1097	12.5	1176	13.4		
22	272	3.1	8	0.1	13	0.1	31	0.4	112	1.3	129	1.5	90	1.0		
24	2	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	16	0.2	0	0.0		
CONFORT	3446	39.3	3449	39.4	5927	67.7	3928	44.8	4178	47.7	5548	63.3	4688	53.5		

Fuente: Ecotect

Elab: B.X.B.N.

3.10.3.1.1 Análisis de soleamientos (Fachada hacia el sur)

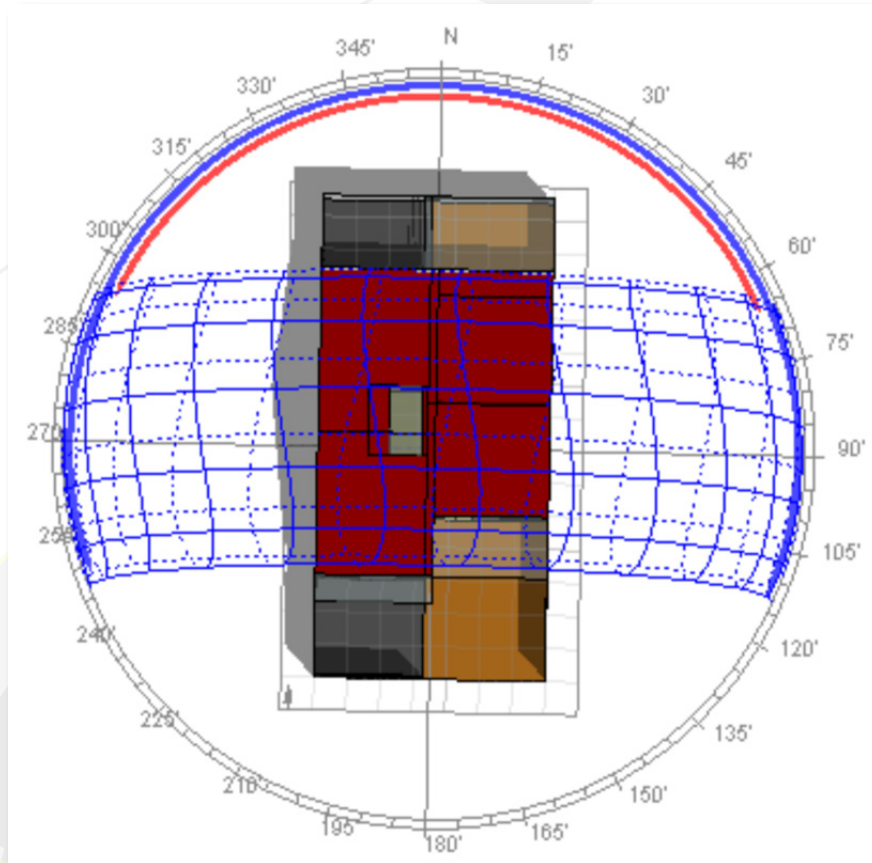
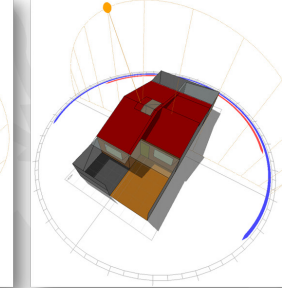
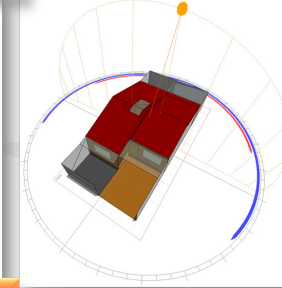
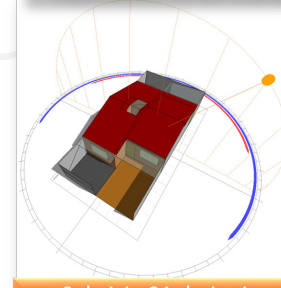
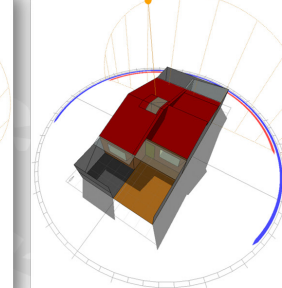
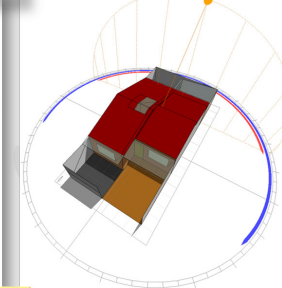
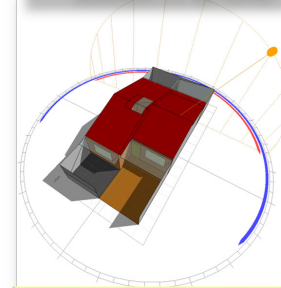


Gráfico N° 152. Análisis de soleamientos (Fachada hacia el sur) Fuente: B.X.B.N. Elab: B.X.B.N..

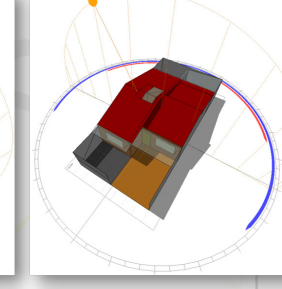
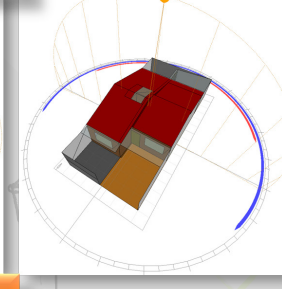
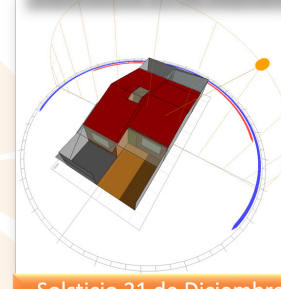
Equinoccio 21 de Marzo



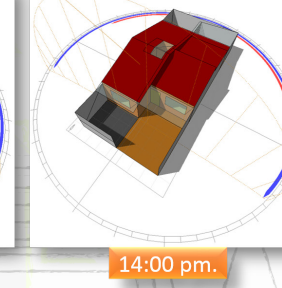
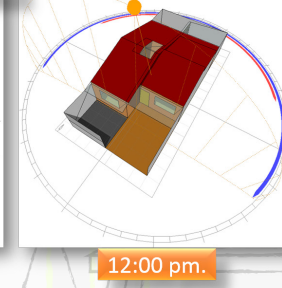
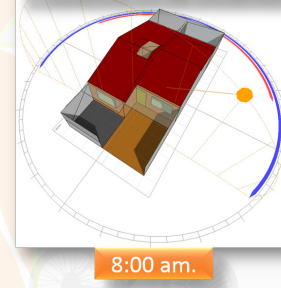
Solsticio 21 de Junio



Equinoccio 23 de Septiembre



Solsticio 21 de Diciembre



8:00 am.

12:00 pm.

14:00 pm.



3.10.3.2 Confort Higro-termico según los ambientes de la vivienda (análisis de Ecotect a 45 grados)

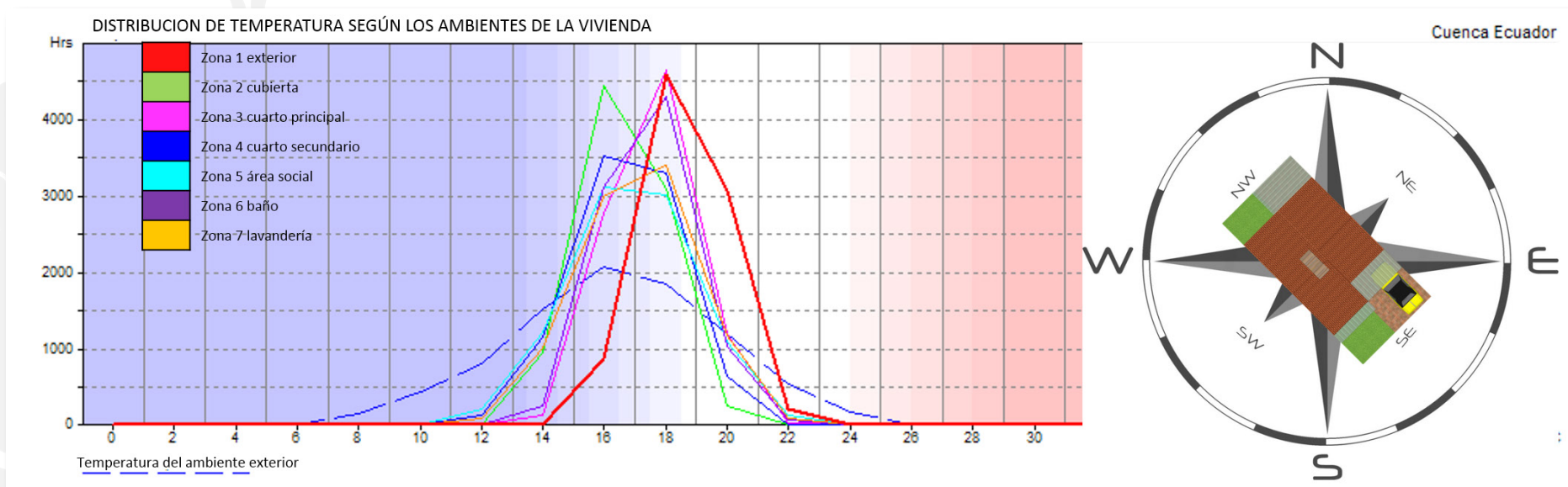


Gráfico N° 153. Análisis Ecotect a 45 grados

Fuente: B.X.B.N. Elab: B.X.B.N..

Tabla N°34. Porcentaje anual de confort higro-térmico según las zonas de la vivienda (45 grados)

Temperatura °C	Zona 1 exterior		Zona 2 cubierta		Zona 3 Cuarto principal		Zona 4 Cuarto secundario		Zona 5 Área social		Zona 6 Baño		Zona 7 Lavandería		Confort general de la vivienda	
	Horas	%	Horas	%	Horas	%	Horas	%	Horas	%	Horas	%	Horas	%	Horas	%
12	0	0.0%	13	0.1%	0	0.0%	126	1.4%	208	2.4%	0	0.0%	94	1.1%	4575	52,21
14	0	0.0%	956	10.9%	129	1.5%	1162	13.3%	1205	13.8%	255	2.9%	1015	11.6%		
16	870	9.9%	4445	50.7%	2771	31.6%	3511	40.1%	3121	35.6%	3114	35.5%	2985	34.1%		
18	4591	52.4%	3099	35.4%	4633	52.9%	3303	37.7%	3004	34.3%	4296	49.0%	3395	38.8%		
20	3080	35.2%	245	2.8%	1197	13.7%	639	7.3%	1095	12.5%	1023	11.7%	1180	13.5%		
22	217	2.5%	2	0.0%	30	0.3%	19	0.2%	127	1.4%	68	0.8%	91	1.0%		
24	2	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	4	0.0%	0	0.0%		
CONFORT	3299	37.7%	3346	38.2%	5860	66.9%	3961	45.2%	4226	48.2%	5391	61.5%	4666	53.3%		

Fuente: Ecotect

Elab: B.X.B.N.

3.10.3.2.1 Análisis de soleamientos (Fachada hacia el sureste)

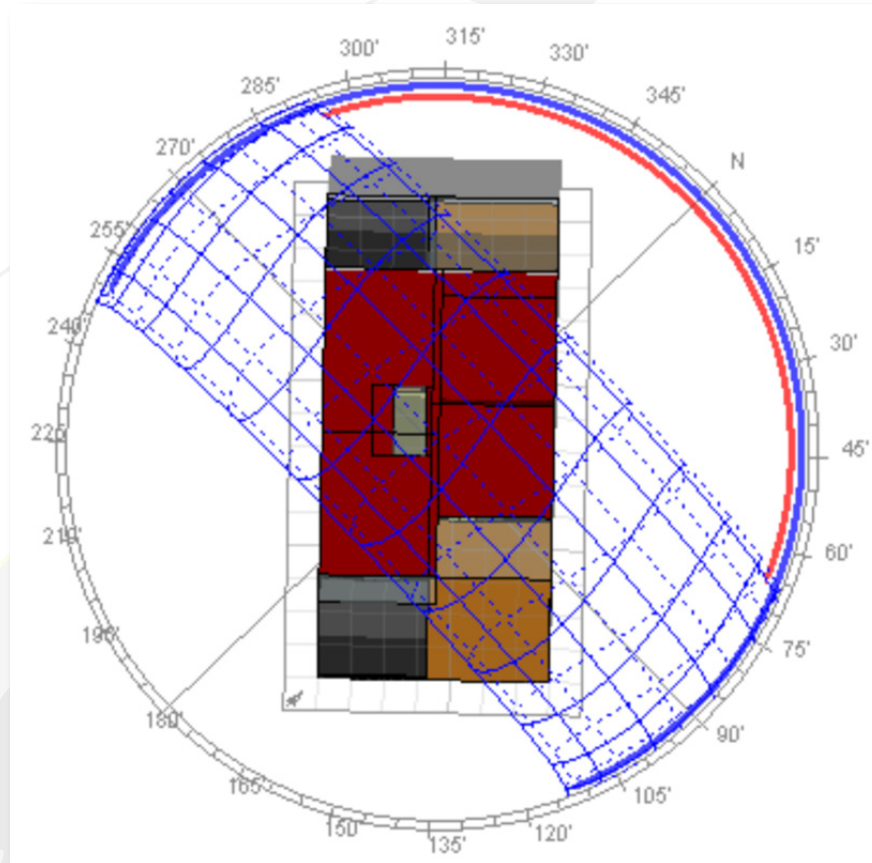
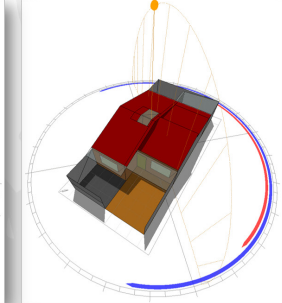
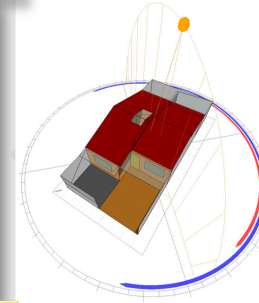
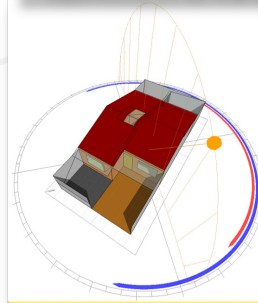
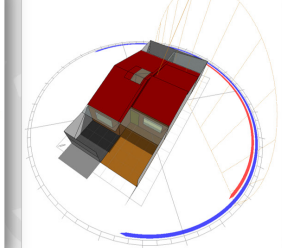
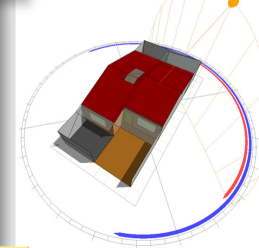
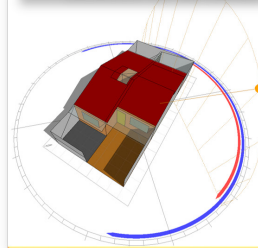


Gráfico N° 154. Análisis de soleamientos (Fachada hacia el sureste) Fuente: B.X.B.N. Elab: B.X.B.N.

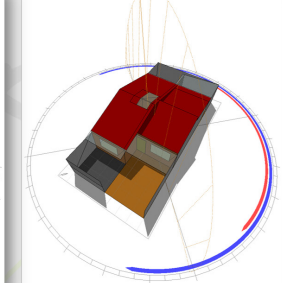
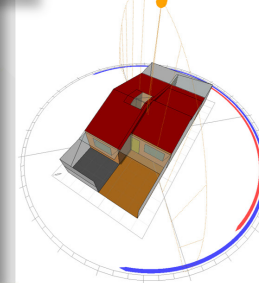
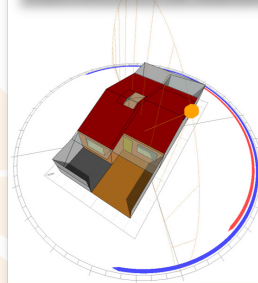
Equinoccio 21 de Marzo



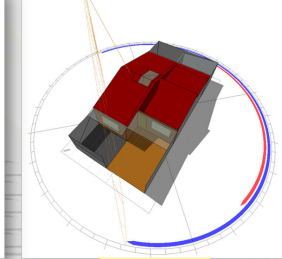
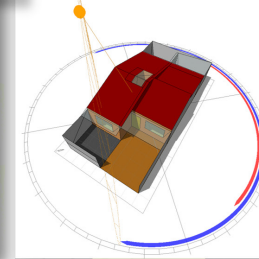
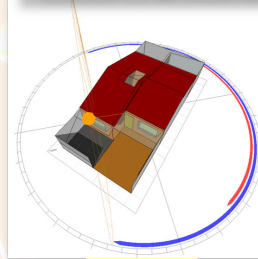
Solsticio 21 de Junio



Equinoccio 23 de Septiembre



Solsticio 21 de Diciembre



8:00 am.

12:00 pm.

14:00 pm.



3.10.3.3 Confort Higro-termico según los ambientes de la vivienda (análisis de Ecotect a 90 grados)

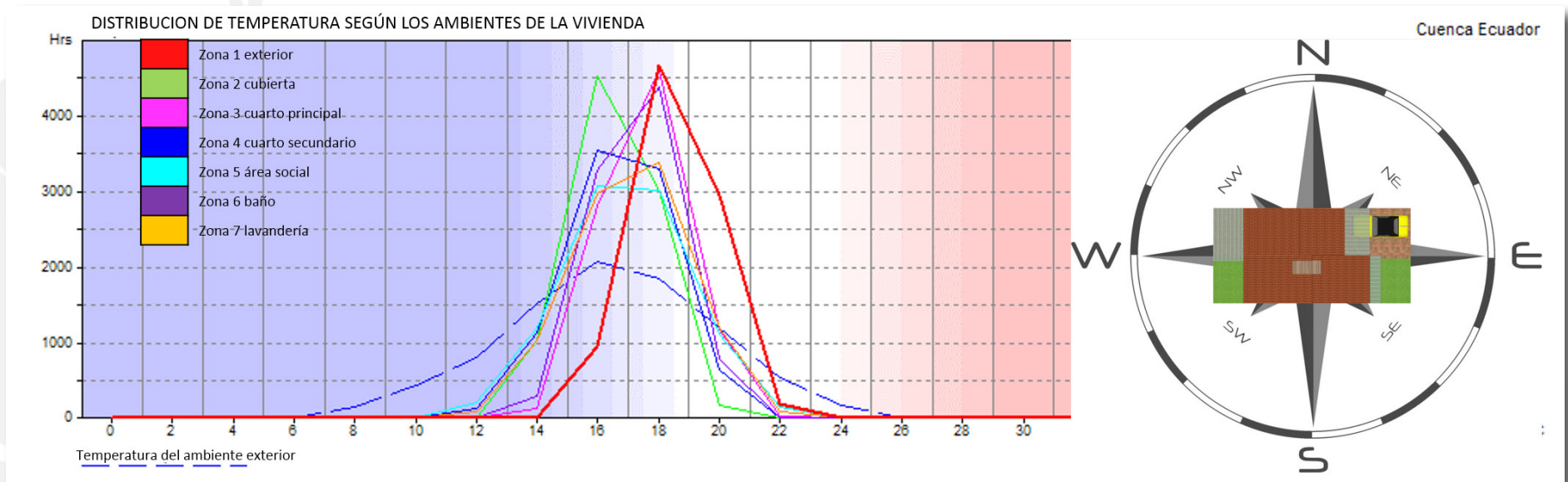


Gráfico N° 155. Análisis Ecotect a 90 grados

Fuente: B.X.B.N. Elab: B.X.B.N..

Tabla N°35. Porcentaje anual de confort higro-térmico según las zonas de la vivienda (90 grados)

Temperatura °C	Zona 1 exterior		Zona 2 cubierta		Zona 3 Cuarto principal		Zona 4 Cuarto secundario		Zona 5 Área social		Zona 6 Baño		Zona 7 Lavandería		Confort general de la vivienda	
	Horas	%	Horas	%	Horas	%	Horas	%	Horas	%	Horas	%	Horas	%	Horas	%
12	0	0.0%	13	0.1%	0	0.0%	134	1.5%	220	2.5%	0	0.0%	94	1.1%	4515,66	51,54
14	0	0.0%	1028	11.7%	137	1.6%	1123	12.8%	1185	13.5%	298	3.4%	1028	11.7%		
16	954	10.9%	4529	51.7%	2812	32.1%	3550	40.5%	3080	35.2%	3268	37.3%	2966	33.9%		
18	4662	53.2%	3007	34.3%	4601	52.5%	3305	37.7%	3016	34.4%	4381	50.0%	3387	38.7%		
20	2951	33.7%	183	2.1%	1179	13.5%	637	7.3%	1106	12.6%	795	9.1%	1187	13.6%		
22	190	2.2%	0	0.0%	31	0.4%	11	0.1%	147	1.7%	18	0.2%	98	1.1%		
24	3	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	5	0.1%	0	0.0%	0	0.0%		
CONFORT	3144	35.9%	3190	36.4%	5811	66.3%	3953	45.1%	4274	48.8%	5194	59.3%	4672	53.3%		

Fuente: Ecotect

Elab: B.X.B.N.

3.10.3.3.1 Análisis de soleamientos (Fachada hacia el este)

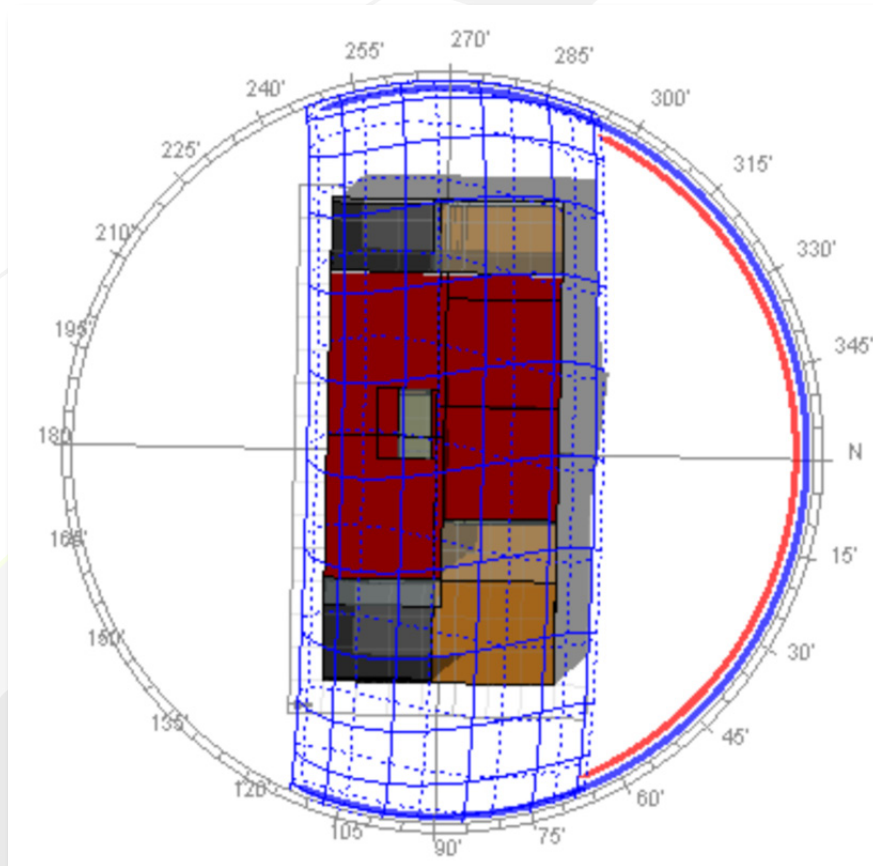
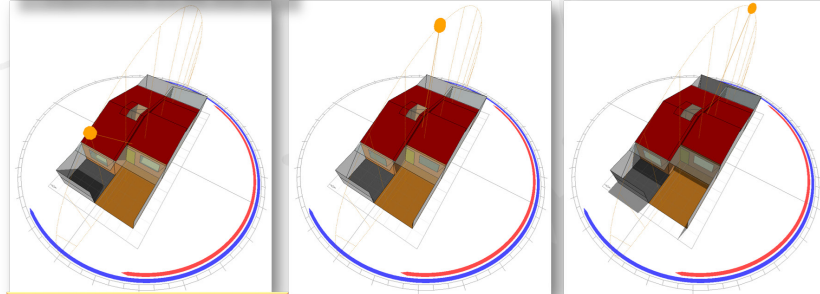
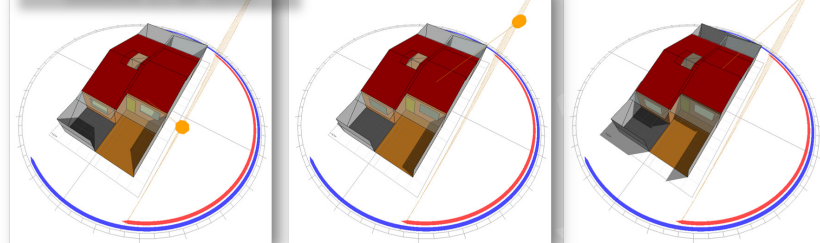


Gráfico N° 156. Análisis de soleamientos Fuente: B.X.B.N. Elab: B.X.B.N., (Fachada hacia el este)

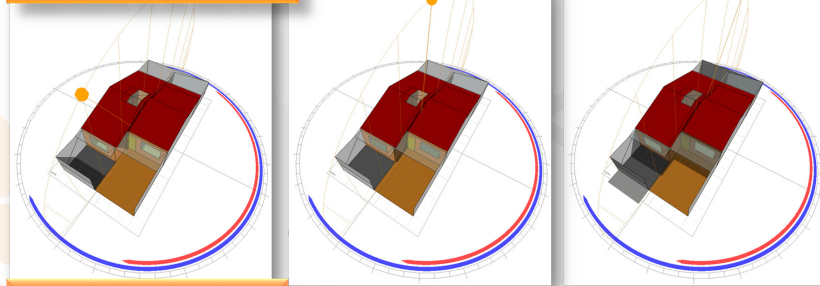
Equinoccio 21 de Marzo



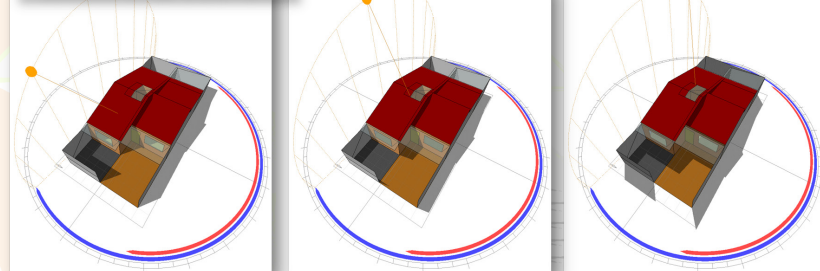
Solsticio 21 de Junio



Equinoccio 23 de Septiembre



Solsticio 21 de Diciembre



8:00 am.

12:00 pm.

14:00 pm.



3.10.3.4 Confort Higro-termico según los ambientes de la vivienda (análisis de Ecotect a 135 grados)

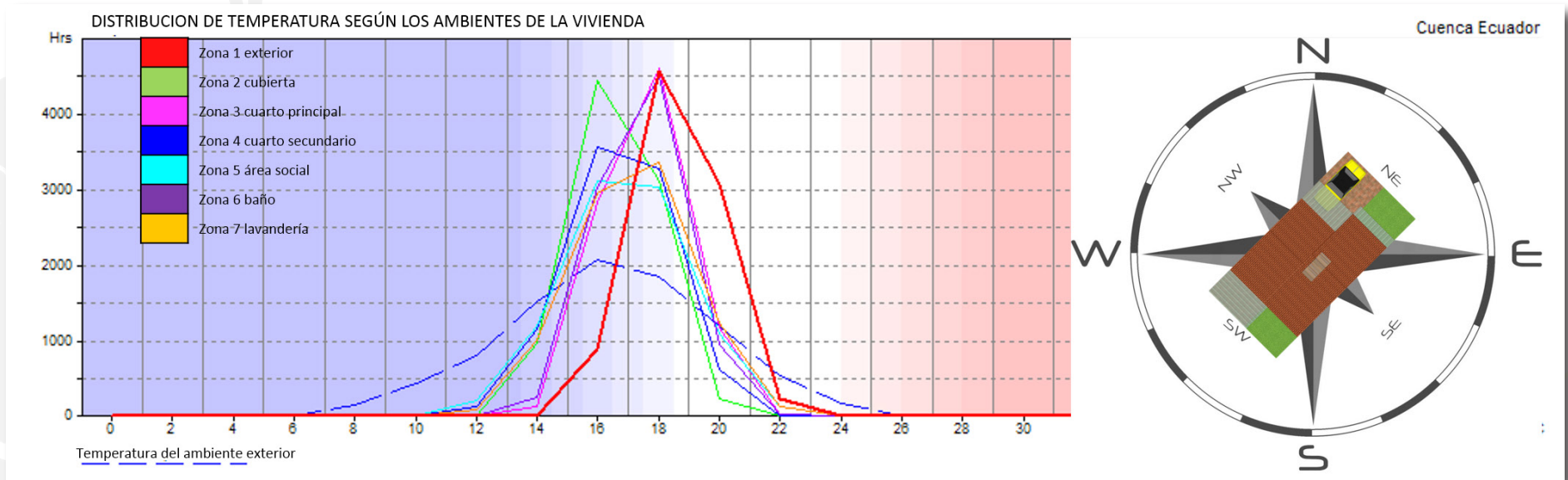


Gráfico N° 157. Análisis Ecotect a 135 grados Fuente: B.X.B.N. Elab: B.X.B.N..

Tabla N°36. Porcentaje anual de confort higro-térmico según las zonas de la vivienda (135 grados)

Temperatura °C	Zona 1 exterior		Zona 2 cubierta		Zona 3 Cuarto principal		Zona 4 Cuarto secundario		Zona 5 Área social		Zona 6 Baño		Zona 7 Lavandería		Confort general de la vivienda	
	Horas	%	Horas	%	Horas	%	Horas	%	Horas	%	Horas	%	Horas	%	Horas	%
12	0	0.0%	12	0.1%	0	0.0%	137	1.6%	207	2.4%	0	0.0%	86	1.0%	4585,83	52,34
14	0	0.0%	961	11.0%	142	1.6%	1157	13.2%	1190	13.6%	253	2.9%	1012	11.6%		
16	888	10.1%	4435	50.6%	2821	32.2%	3552	40.5%	3109	35.5%	3022	34.5%	2949	33.7%		
18	4564	52.1%	3103	35.4%	4592	52.4%	3281	37.5%	3025	34.5%	4494	51.3%	3348	38.2%		
20	3063	35.0%	241	2.8%	1172	13.4%	621	7.1%	1087	12.4%	956	10.9%	1239	14.1%		
22	240	2.7%	8	0.1%	33	0.4%	12	0.1%	134	1.5%	35	0.4%	125	1.4%		
24	5	0.1%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	8	0.1%	0	0.0%	1	0.0%		
CONFORT	3308	37.8%	3352	38.3%	5797	66.2%	3914	44.7%	4254	48.6%	5485	62.6%	4713	53.8%		

Fuente: Ecotect

Elab: B.X.B.N.

3.10.3.4.1. Análisis de soleamientos (Fachada hacia el noreste)

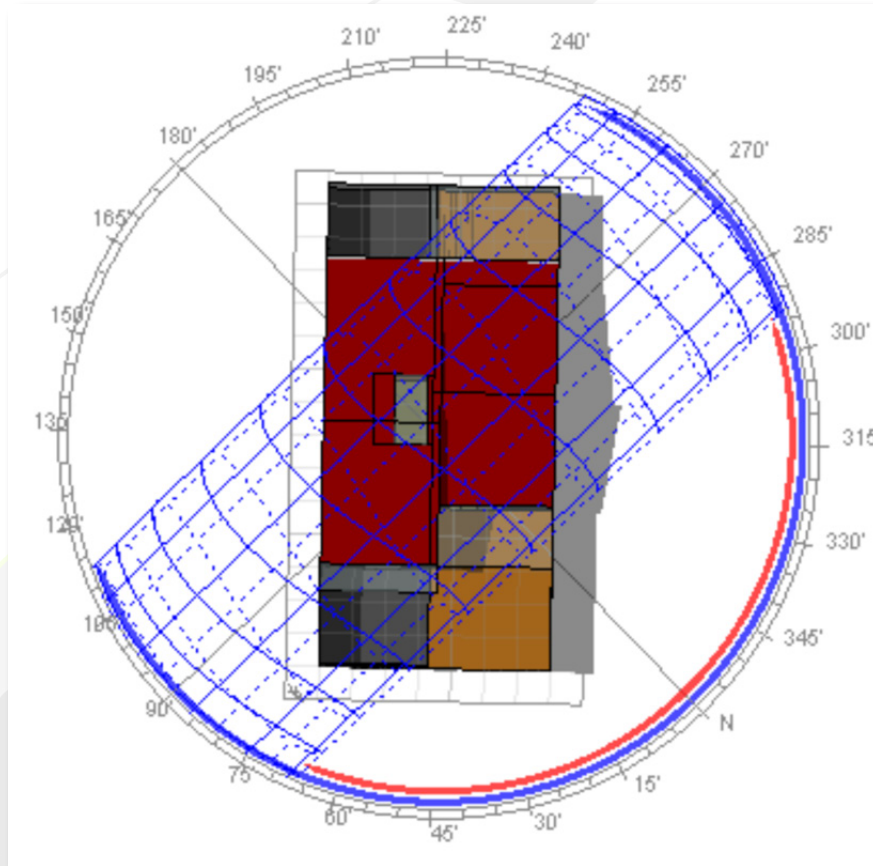
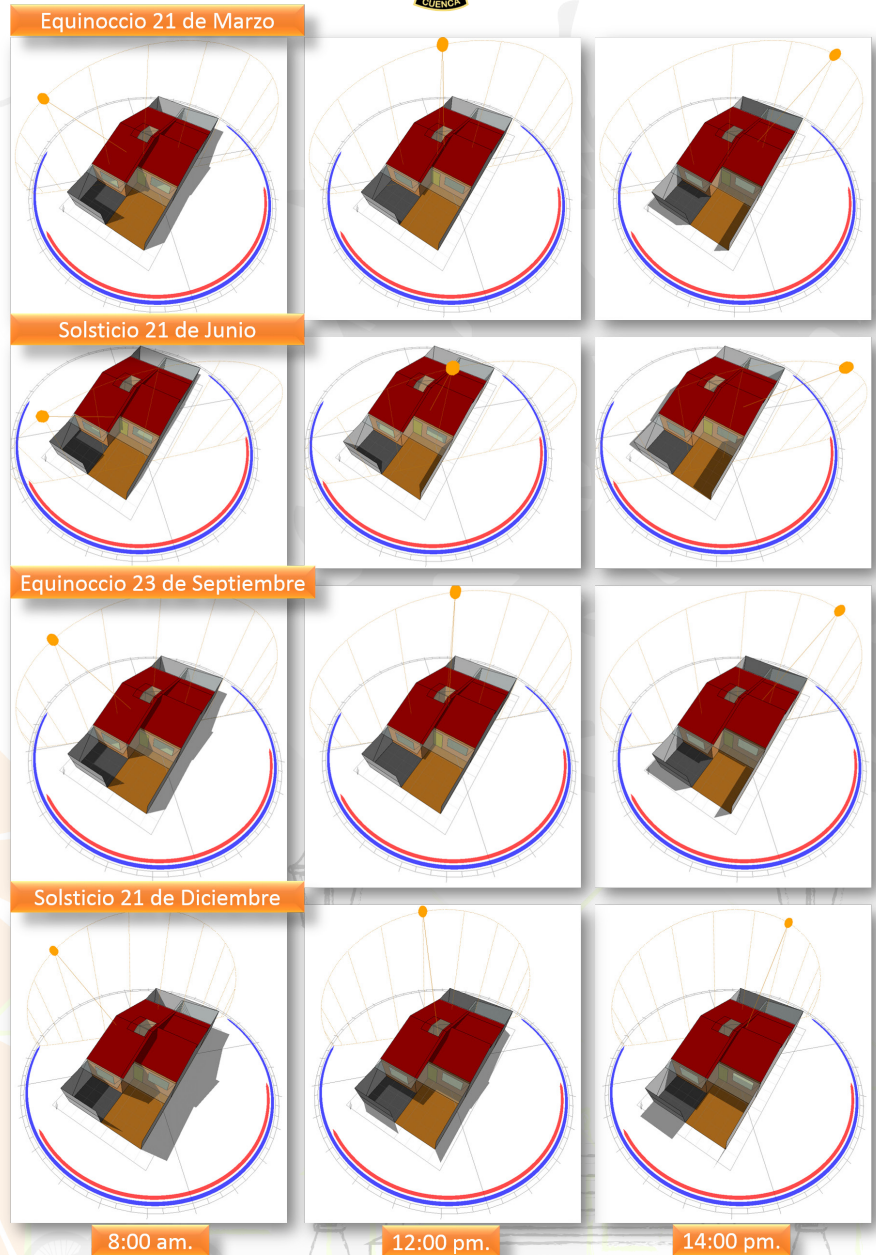


Gráfico N° 158. Análisis de soleamientos (Fachada hacia el noreste) Fuente: B.X.B.N. Elab: B.X.B.N.,



8:00 am.

12:00 pm.

14:00 pm.



3.10.3.5 Confort Higro-termico según los ambientes de la vivienda (análisis de Ecotect a 180 grados)

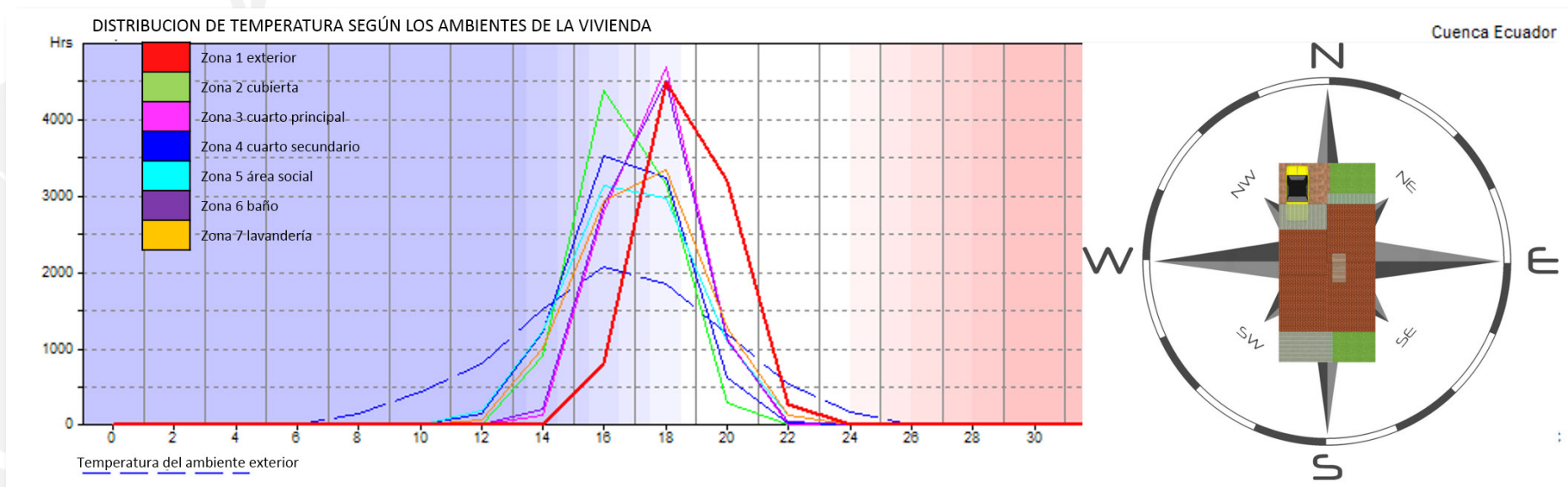


Gráfico N° 159. Análisis Ecotect a 180 grados Fuente: B.X.B.N. Elab: B.X.B.N..

Tabla N°37. Porcentaje anual de confort higro-térmico según las zonas de la vivienda (180 grados)

Temperatura °C	Zona 1 exterior		Zona 2 cubierta		Zona 3 Cuarto principal		Zona 4 Cuarto secundario		Zona 5 Área social		Zona 6 Baño		Zona 7 Lavandería		Confort general de la vivienda	
	Horas	%	Horas	%	Horas	%	Horas	%	Horas	%	Horas	%	Horas	%	Horas	%
12	0	0.0%	11	0.1%	0	0.0%	146	1.7%	191	2.2%	0	0.0%	77	0.9%	4630,16	52,85
14	0	0.0%	909	10.4%	139	1.6%	1208	13.8%	1239	14.1%	217	2.5%	1004	11.5%		
16	806	9.2%	4385	50.1%	2785	31.8%	3529	40.3%	3131	35.7%	2874	32.8%	2934	33.5%		
18	4478	51.1%	3154	36.0%	4675	53.4%	3228	36.8%	2965	33.8%	4501	51.4%	3346	38.2%		
20	3184	36.3%	295	3.4%	1141	13.0%	628	7.2%	1100	12.6%	1112	12.7%	1270	14.5%		
22	284	3.2%	6	0.1%	20	0.2%	21	0.2%	134	1.5%	56	0.6%	129	1.5%		
24	8	0.1%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%		
CONFORT	3476	39.7%	3455	39.4%	5836	66.6%	3877	44.3%	4199	47.9%	5669	64.7%	4745	54.2%		

Fuente: Ecotect Elab: B.X.B.N.

3.10.3.5.1. Análisis de soleamientos (Fachada hacia el norte)

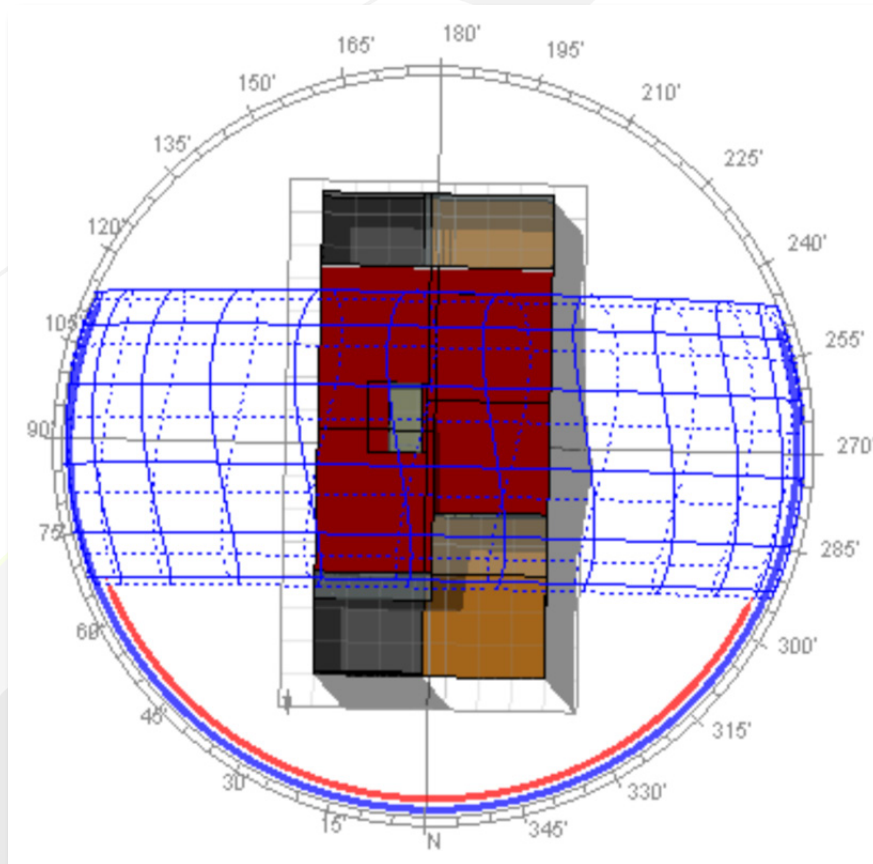
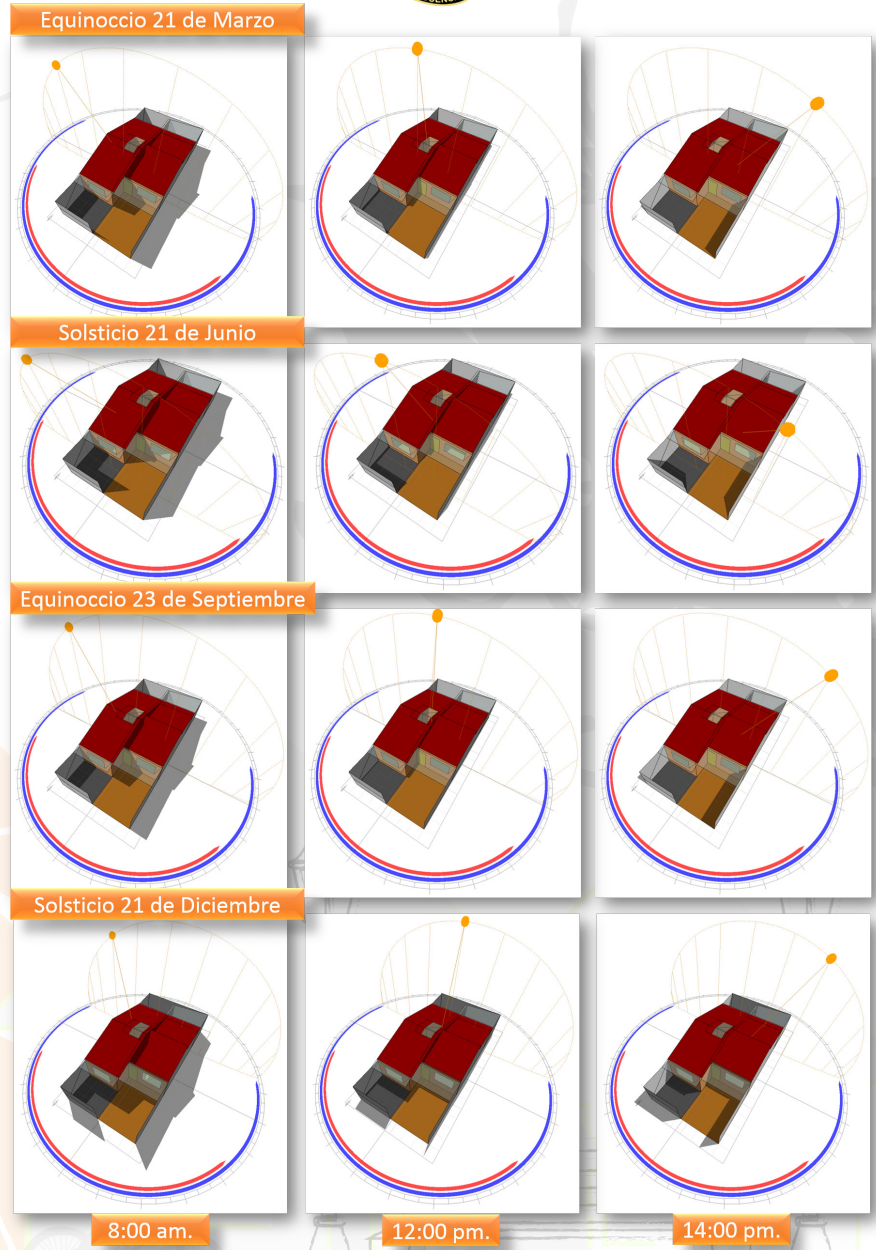


Gráfico N° 160. Análisis de soleamientos (Fachada hacia el norte) Fuente: B.X.B.N. Elab: B.X.B.N.,



8:00 am.

12:00 pm.

14:00 pm.



3.10.3.6 Confort Higro-termico según los ambientes de la vivienda (análisis de Ecotect a 225 grados)

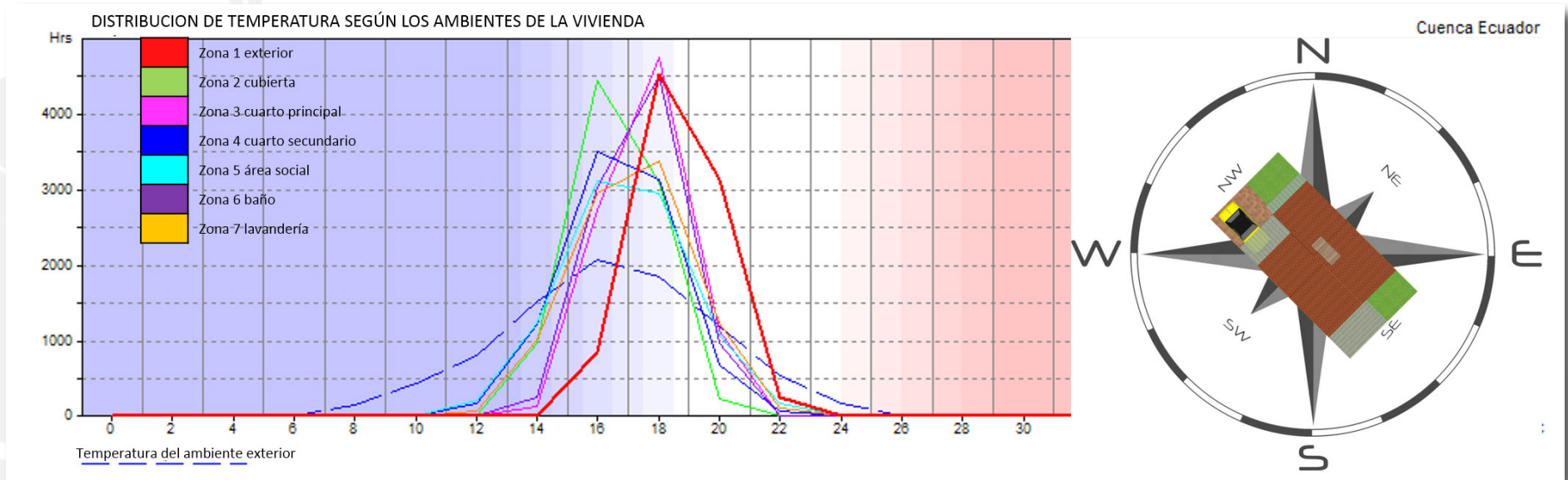


Gráfico N° 161. Análisis Ecotect a 225 grados

Fuente: B.X.B.N. Elab: B.X.B.N..

Tabla N°38. Porcentaje anual de confort higro-térmico según las zonas de la vivienda (225 grados)

Temperatura °C	Zona 1 exterior		Zona 2 cubierta		Zona 3 Cuarto principal		Zona 4 Cuarto secundario		Zona 5 Área social		Zona 6 Baño		Zona 7 Lavandería		Confort general de la vivienda	
	Horas	%	Horas	%	Horas	%	Horas	%	Horas	%	Horas	%	Horas	%	Horas	%
12	0	0.0%	13	0.1%	0	0.0%	167	1.9%	209	2.4%	0	0.0%	80	0.9%	4586,66	52,35
14	0	0.0%	970	11.1%	139	1.6%	1214	13.9%	1238	14.1%	252	2.9%	1009	11.5%		
16	838	9.6%	4435	50.6%	2717	31.0%	3494	39.9%	3118	35.6%	3037	34.7%	2948	33.7%		
18	4528	51.7%	3101	35.4%	4748	54.2%	3128	35.7%	2940	33.6%	4490	51.3%	3379	38.6%		
20	3136	35.8%	239	2.7%	1136	13.0%	690	7.9%	1077	12.3%	964	11.0%	1234	14.1%		
22	255	2.9%	2	0.0%	20	0.2%	67	0.8%	167	1.9%	17	0.2%	110	1.3%		
24	3	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	11	0.1%	0	0.0%	0	0.0%		
CONFORT	3394	38.7%	3342	38.2%	5904	67.4%	3885	44.3%	4195	47.9%	5471	62.5%	4723	53.9%		

Fuente: Ecotect

Elab: B.X.B.N.

3.10.3.6.1 Análisis de soleamientos (Fachada hacia el noroeste)

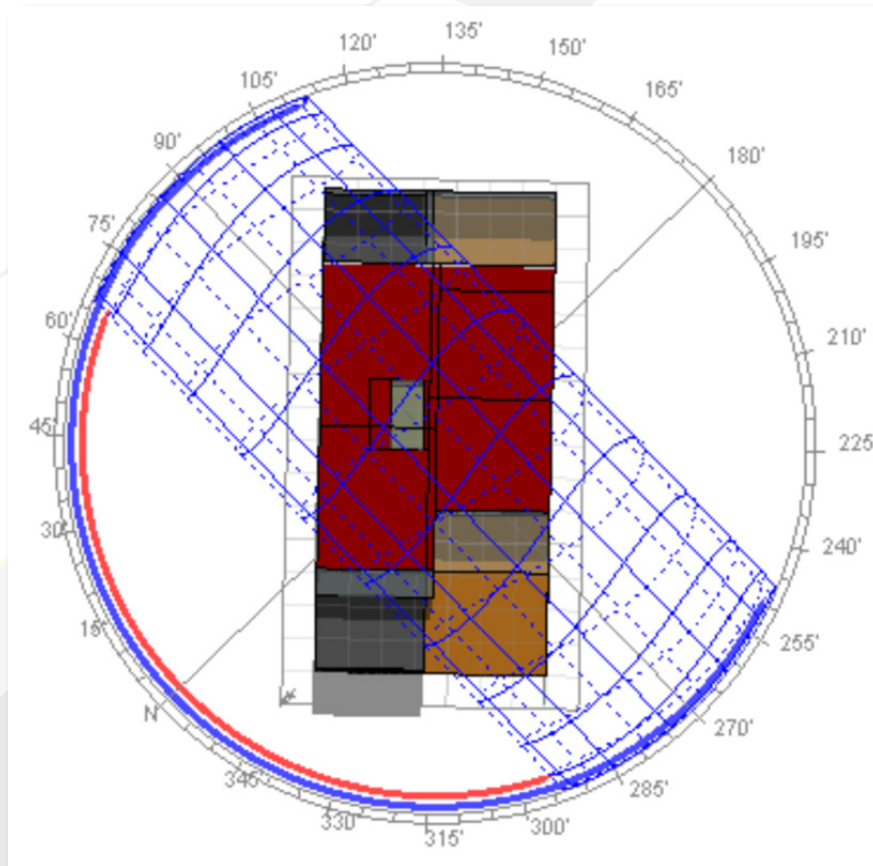
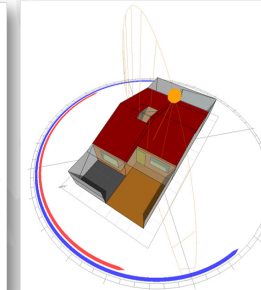
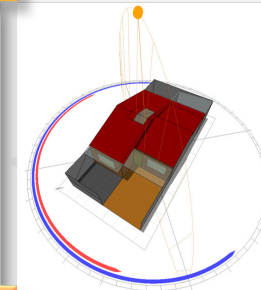
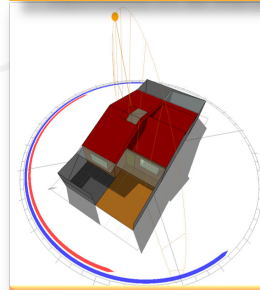
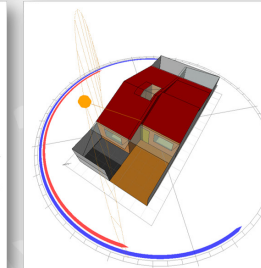
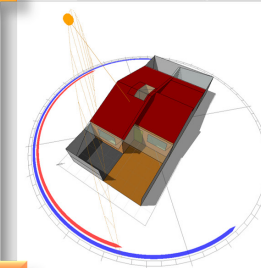
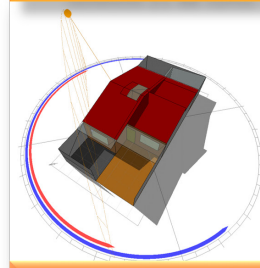


Gráfico N° 162 Análisis de soleamientos (Fachada hacia el noroeste) Fuente: B.X.B.N. Elab: B.X.B.N.

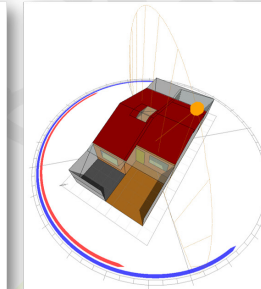
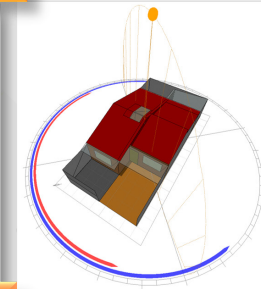
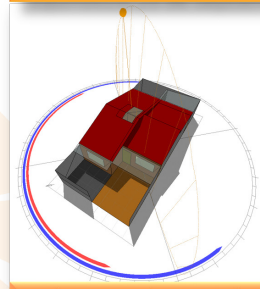
Equinoccio 21 de Marzo



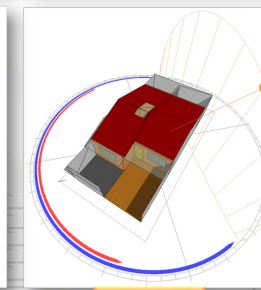
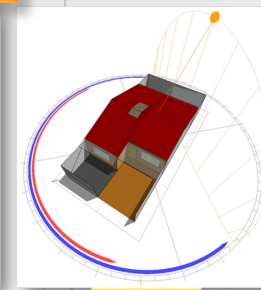
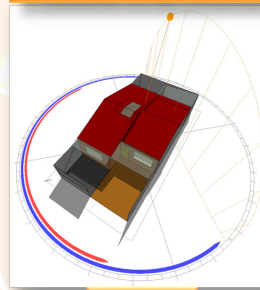
Solsticio 21 de Junio



Equinoccio 23 de Septiembre



Solsticio 21 de Diciembre



8:00 am.

12:00 pm.

14:00 pm.



3.10.3.7 Confort Higro-termico según los ambientes de la vivienda (análisis de Ecotect a 270 grados)

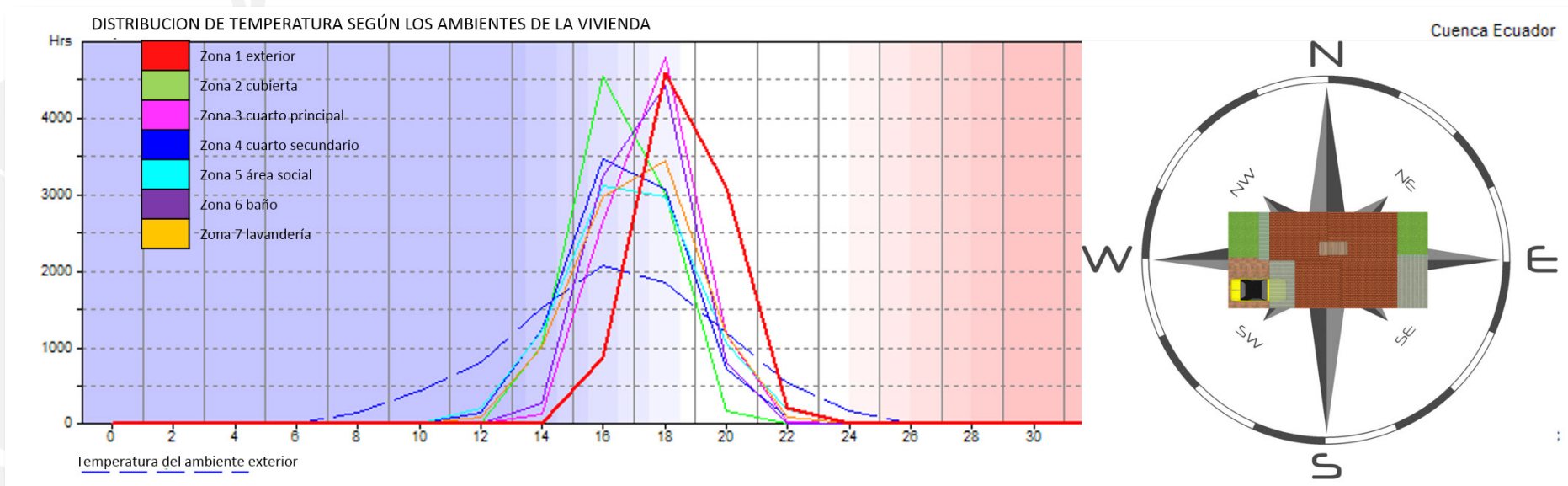


Gráfico N° 163. Análisis Ecotect a 270 grados Fuente: B.X.B.N. Elab: B.X.B.N..

Tabla N°39. Porcentaje anual de confort higro-térmico según las zonas de la vivienda (270 grados)

Temperatura °C	Zona 1 exterior		Zona 2 cubierta		Zona 3 Cuarto principal		Zona 4 Cuarto secundario		Zona 5 Área social		Zona 6 Baño		Zona 7 Lavandería		Confort general de la vivienda	
	Horas	%	Horas	%	Horas	%	Horas	%	Horas	%	Horas	%	Horas	%	Horas	%
12	0	0.0%	12	0.1%	0	0.0%	161	1.8%	222	2.5%	0	0.0%	87	1.0%	4536,83	51,79
14	0	0.0%	1028	11.7%	136	1.6%	1225	14.0%	1205	13.8%	274	3.1%	1017	11.6%		
16	868	9.9%	4535	51.8%	2642	30.2%	3468	39.6%	3113	35.5%	3243	37.0%	2971	33.9%		
18	4587	52.4%	3002	34.3%	4791	54.7%	3081	35.2%	2967	33.9%	4421	50.5%	3430	39.2%		
20	3090	35.3%	183	2.1%	1169	13.3%	719	8.2%	1050	12.0%	810	9.2%	1172	13.4%		
22	215	2.5%	0	0.0%	22	0.3%	98	1.1%	184	2.1%	12	0.1%	83	0.9%		
24	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	8	0.1%	19	0.2%	0	0.0%	0	0.0%		
CONFORT	3305	37.7%	3185	36.4%	5982	68.3%	3906	44.6%	4220	48.2%	5243	59.9%	4685	53.5%		

Fuente: Ecotect

Elab: B.X.B.N.

3.10.3.7.1 Análisis de soleamientos (Fachada hacia el oeste)

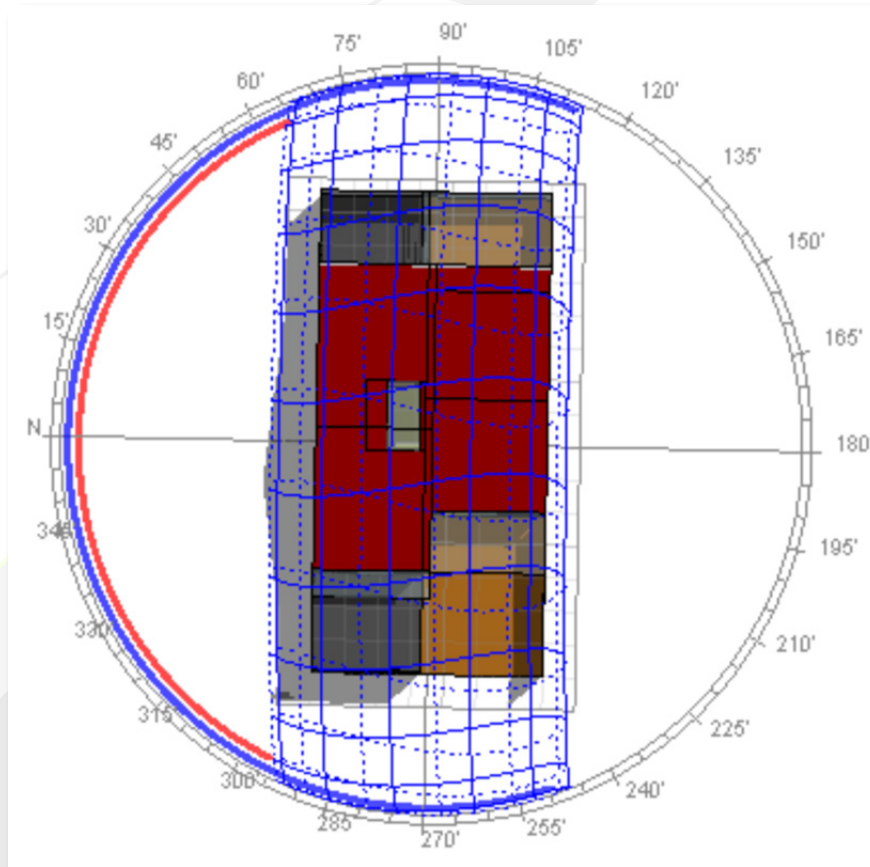
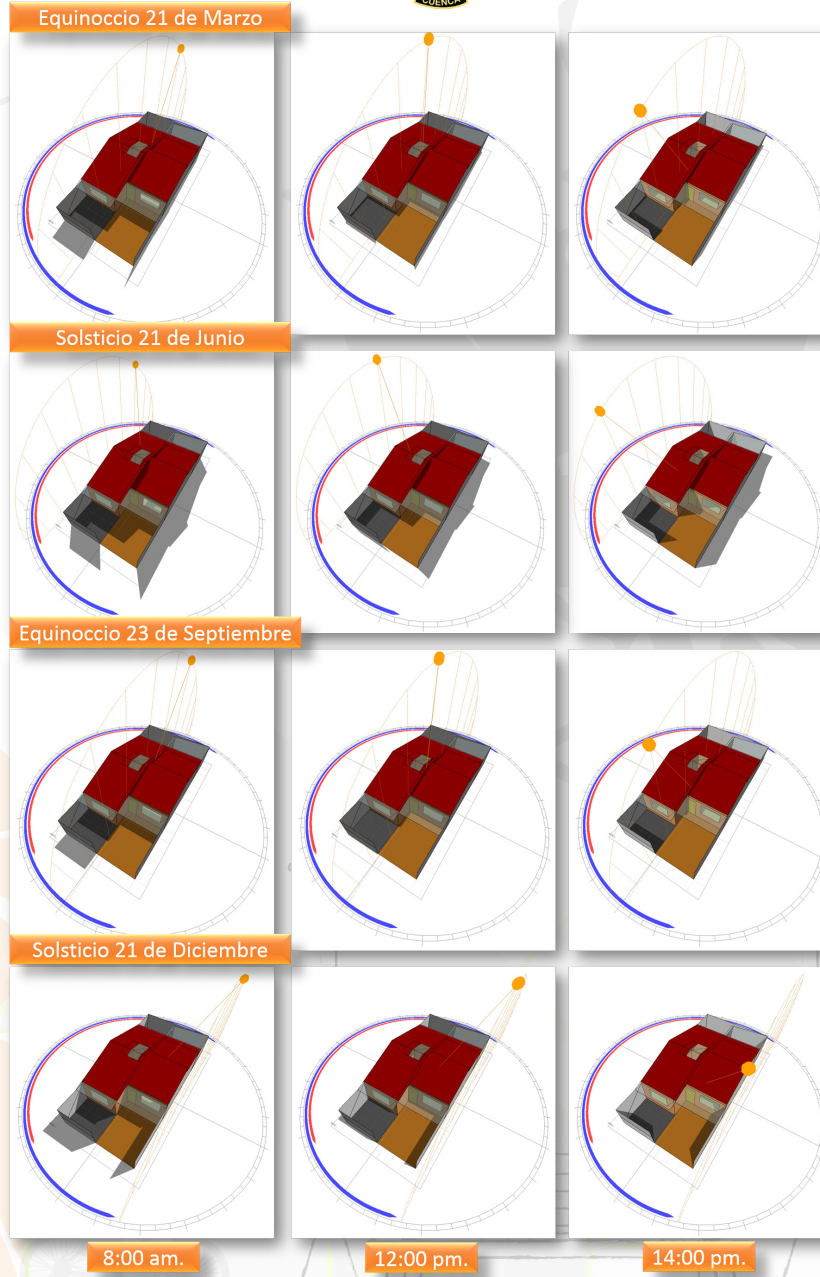


Gráfico N° 164 Análisis de soleamientos (Fachada hacia el oeste) Fuente: B.X.B.N. Elab: B.X.B.N.,



3.10.3.8 Confort Higro-termico según los ambientes de la vivienda (análisis de Ecotect a 315 grados)

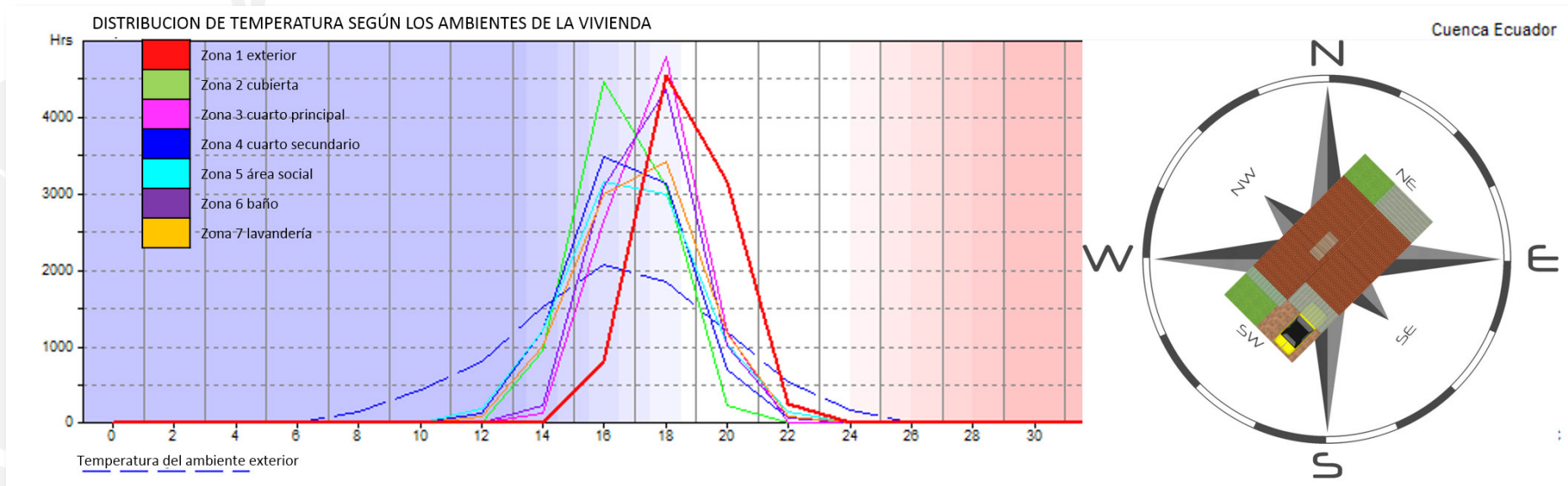


Gráfico N° 165. Análisis Ecotect a 315 grados Fuente: B.X.B.N. Elab: B.X.B.N..

Tabla N°40. Porcentaje anual de confort higro-térmico según las zonas de la vivienda (315 grados)

Temperatura °C	Zona 1 exterior		Zona 2 cubierta		Zona 3 Cuarto principal		Zona 4 Cuarto secundario		Zona 5 Área social		Zona 6 Baño		Zona 7 Lavandería		Confort general de la vivienda	
	Horas	%	Horas	%	Horas	%	Horas	%	Horas	%	Horas	%	Horas	%	Horas	%
12	0	0.0%	12	0.1%	0	0.0%	139	1.6%	202	2.3%	0	0.0%	92	1.1%	4590,16	52,39
14	0	0.0%	957	10.9%	125	1.4%	1219	13.9%	1212	13.8%	239	2.7%	1001	11.4%		
16	809	9.2%	4455	50.9%	2644	30.2%	3479	39.7%	3155	36.0%	3093	35.3%	2995	34.2%		
18	4535	51.8%	3090	35.3%	4790	54.7%	3131	35.7%	2988	34.1%	4349	49.6%	3419	39.0%		
20	3156	36.0%	241	2.8%	1188	13.6%	708	8.1%	1035	11.8%	1012	11.6%	1169	13.3%		
22	260	3.0%	5	0.1%	13	0.1%	78	0.9%	156	1.8%	67	0.8%	84	1.0%		
24	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	6	0.1%	12	0.1%	0	0.0%	0	0.0%		
CONFORT	3416	39.0%	3336	38.1%	5991	68.4%	3923	44.8%	4191	47.8%	5428	62.0%	4672	53.3%		

Fuente: Ecotect Elab: B.X.B.N.

3.10.3.8.1 Análisis de soleamientos (Fachada hacia el suroeste)

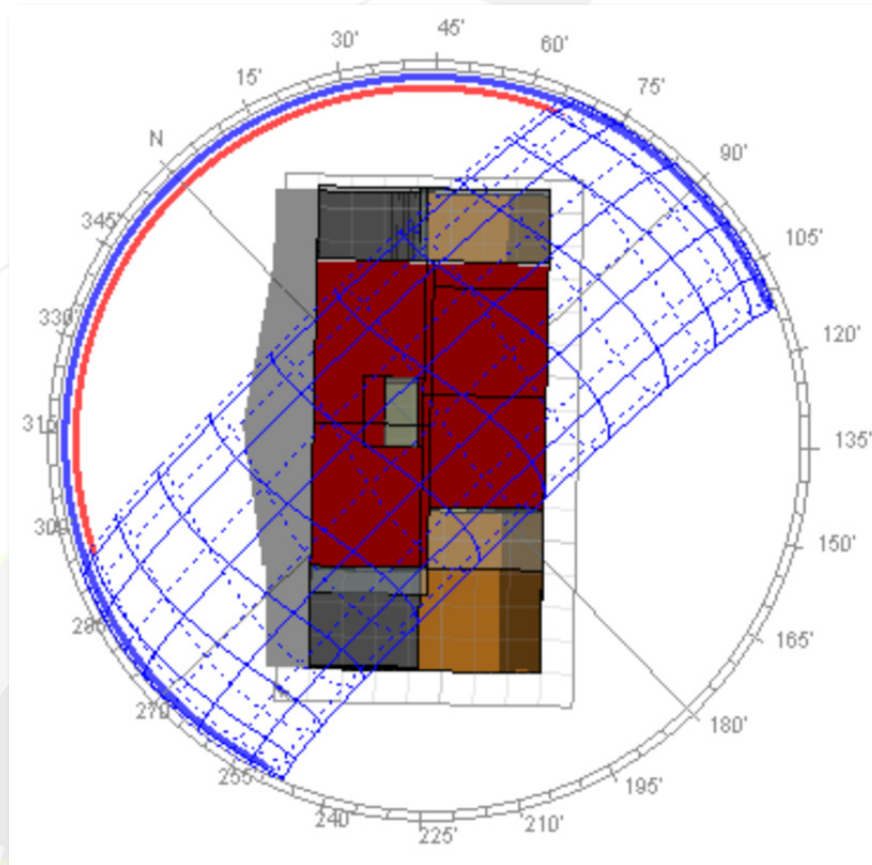
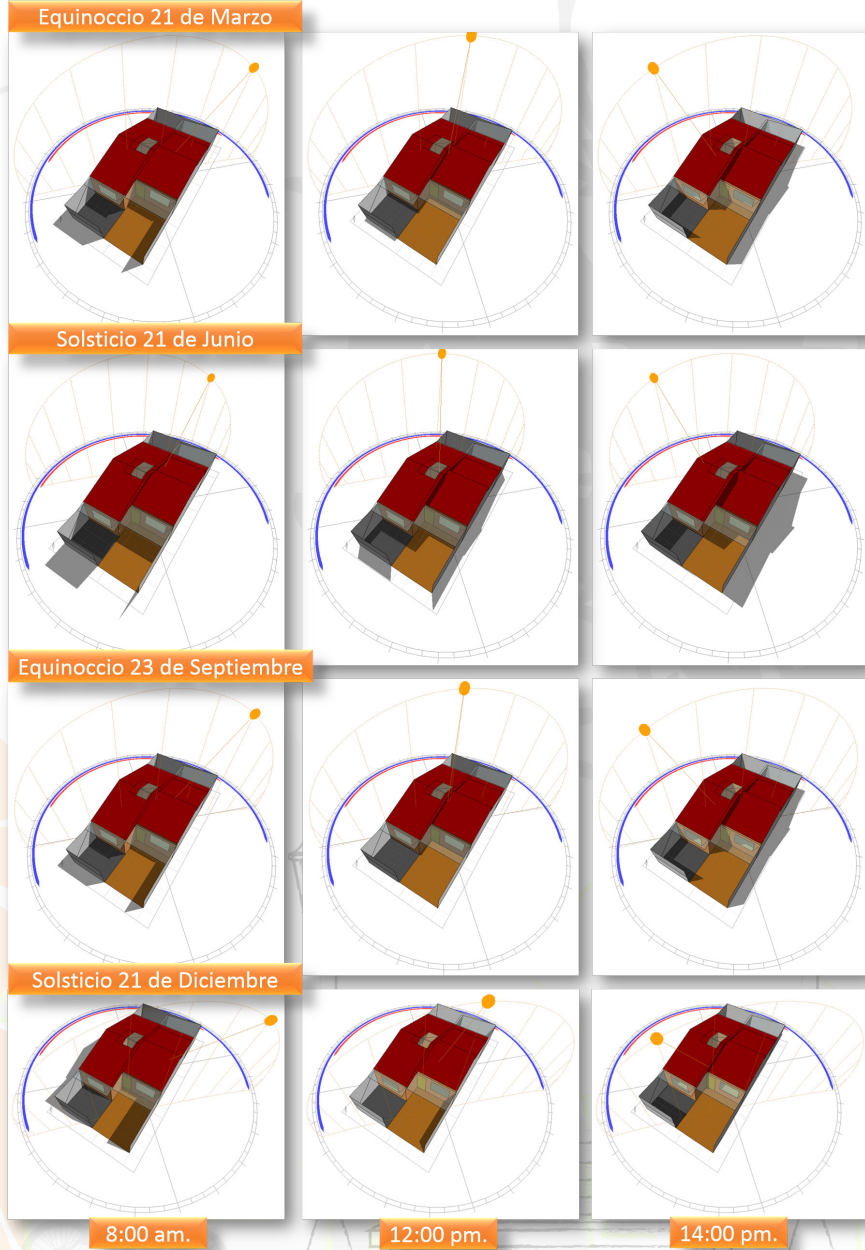


Gráfico N° 166 Análisis de soleamientos (Fachada hacia el suroeste) Fuente: B.X.B.N. Elab: B.X.B.N..



3.4.	Polietileno 0.2 mm. (plástico)	m ²	1,48	45,15	66,822
3.5.	Poliestireno 0.03 m. (espuma flex)	m ²	2,99	45,15	134,9985
3.6.	malla electrosoldada 15x15x4mm.	U	26,83	6	160,98
3.7.	Chapa de compresión incluido Y hormigón simple 210 kg/cm ²	m ³	220,64	2,25	496,44
3.8.	Vigas y cadenas	m ³	346	2,687	752,36
3.9.	Columnas	m ³	385	2,27	612,9
4. Mampostería y cubierta					
4.1.	Mampostería de ladrillo artesanal cerámico macizo con mortero 1:3	m ²	13,64	118,94	
4.2.	Mampostería de ladrillo cerámico hueco con mortero 1:3	m ²	20,51	47,88	982,0188
4.3.	Paneles de cemento reforzado con fibras, con aislamiento incorporado, para montaje de cobertura de tejas cerámicas.	m ²	59,72	71,53	1540,776
4.4.	Estructura metálica de cubierta	m ²	59,72	78,37	
5. Acabados					
5.1.	Puerta principal	U	242,57	1	242,57
5.2.	Puertas interiores	U	153,51	4	614,04

5.3.	Ventanas doble vidrio con marco de aluminio	m ²	36,88	1,8	66,384	
5.4.	Piso flotante	m ²	13,63	34,43	469,2809	
5.5.	Porcelanato 60x60	m ²	13,53	38,2	516,846	
5.6.	Baño completo	U	350	1	350	
5.7.	Mobiliario de cocina	U	980	1	650	
5.8.	Cielo raso gypsum	m ²	14.5	22	319	
5.9.	Enlucido y recubrimiento de paredes	m ²	11,35	108,16	1227,616	
5.10.	Pintura para interiores y exteriores	m ²	6,69	65	434,85	
5.11.	Estructura lavandería	u	650	1	450	
5.12.	Cerramiento de vivienda	u	720	1	600	
					Total	16118,88
					Imprevistos 10%	1611,88
					Precio inicial	17730,76
					Iva 12%	2127,69
					TOTAL	19858,45
Fuente: http://www.ecuador.generadordeprecios.info Elab: B.X.B.N.						



3.12 Renders



Gráfico N° 167. Perspectiva 1

Fuente: B.X.B.N. Elab: B.X.B.N..



Gráfico N° 168. Perspectiva 2

Fuente: B.X.B.N. Elab: B.X.B.N..



Gráfico N° 169. Perspectiva 3

Fuente: B.X.B.N. Elab: B.X.B.N..



Gráfico N° 170. Perspectiva 4

Fuente: B.X.B.N. Elab: B.X.B.N..



Gráfico N° 171. Vista frontal

Fuente: B.X.B.N. Elab: B.X.B.N..



Gráfico N° 172. Parqueadero

Fuente: B.X.B.N. Elab: B.X.B.N..

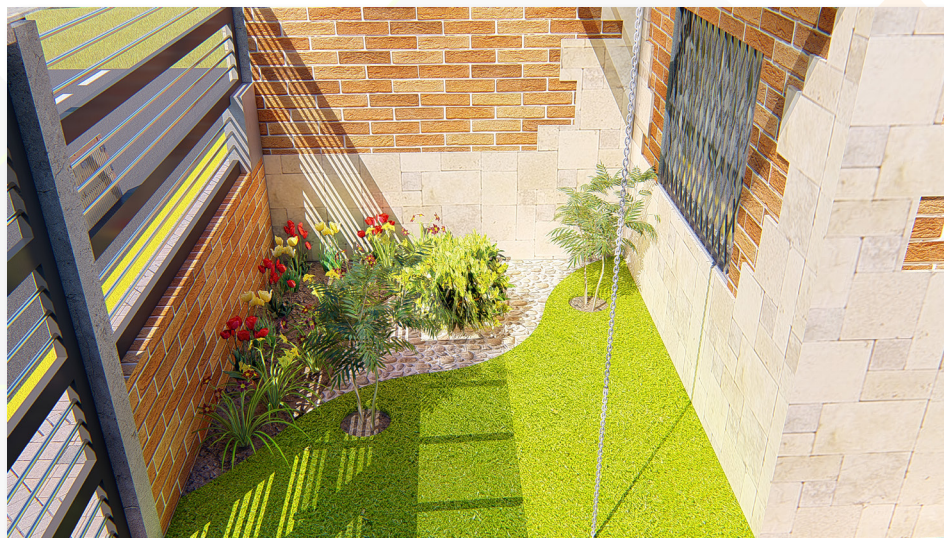


Gráfico N° 173. Area verde frontal

Fuente: B.X.B.N. Elab: B.X.B.N..



Gráfico N° 174. Sala 1

Fuente: B.X.B.N. Elab: B.X.B.N..





Gráfico N° 175. Sala 2

Fuente: B.X.B.N. Elab: B.X.B.N..



Gráfico N° 176. Comedor

Fuente: B.X.B.N. Elab: B.X.B.N..



Gráfico N° 177. Cocina

Fuente: B.X.B.N. Elab: B.X.B.N..



Gráfico N° 178. Estudio

Fuente: B.X.B.N. Elab: B.X.B.N..



Gráfico N° 179. Dormitorio pequeño 1

Fuente: B.X.B.N. Elab: B.X.B.N..



Gráfico N° 180. Dormitorio pequeño 2

Fuente: B.X.B.N. Elab: B.X.B.N..



Gráfico N° 181. dormitorio principal 1

Fuente: B.X.B.N. Elab: B.X.B.N..



Gráfico N° 182. Dormitorio principal 2

Fuente: B.X.B.N. Elab: B.X.B.N..





Gráfico N° 183. Lavandería 1

Fuente: B.X.B.N. Elab: B.X.B.N..



Gráfico N° 184. Lavandería 2

Fuente: B.X.B.N. Elab: B.X.B.N..



Gráfico N° 185. Lavandería 3

Fuente: B.X.B.N. Elab: B.X.B.N..

3.13 Links de descarga del proyecto y recorrido virtual

- <https://www.bbarq8.webnode.es>
- <https://www.youtube.com/user/chinitobm1>
- <https://www.facebook.com/Byronbacuilima>

3.14 Resultados

Con el análisis de los antecedentes y la utilización de softwares de diseño se obtubieron los siguientes resultados.

Se identificó los factores y parámetros que influyen sobre las viviendas en la ciudad de Cuenca.

Se analizaron proyectos similares, y material que puede ser utilizado para el diseño de estrategias pasivas de una vivienda.

Se realizó una recopilación y selección de las estrategias óptimas para el diseño del proyecto.

Se realizó la programación arquitectónica para el diseño de la vivienda

Se analizaron los diferentes espacios de la vivienda para tener datos de confort higro-térmico al interior de la vivienda.

Se demostró que puede realizarse una vivienda que cumpla con los rangos de confort y con las restricciones de una vivienda mínima para la ciudad de Cuenca.



3.15 Conclusiones

Con el estudio de la presente tesis se ha podido demostrar que:

Con la aplicación correcta de estrategias de diseño pasivo, se puede llegar a obtener un gran porcentaje de confort al interior de la vivienda, pues así lo han demostrado los diferentes análisis realizados por los softwares utilizados.

El primer análisis realizado con el software Climate Consultant, para el clima de Cuenca se obtuvo que solo un 14 % de las horas del año, el clima está dentro del rango de confort mientras el resto del año era necesario plantear estrategias de diseño pasivo y activo.

Utilizando las estrategias y materiales analizados, se diseñó una vivienda mínima o de interés social que está, dentro de los rangos de confort, ya que al hacer el análisis del de confort higro-térmico al interior de la misma se ha obtenido porcentajes mas/menos el cincuenta por ciento, solo utilizando estrategias de diseño pasivo y con restricción de materiales para estar dentro del presupuesto de vivienda mínima. Valores que pueden subir al analizar con datos del numero de personas que van a vivir, los electrodomésticos, y artefactos de calefacción activa o a su vez podría disminuir si se construye en un lugar bajo sombra o con alta densidad de vegetación.

Con el análisis constructivo, de soleamiento y de las zonas de la vivienda se pudo evidenciar que el modelo propuesto puede ser implantado en cualquier lugar de la ciudad de Cuenca. Ya que al hacer el análisis de orientación por zonas de la vivienda, se obtienen valores de confort por encima del 50 % de horas de todo el año.

Por lo tanto, es un proyecto que puede ser utilizado por cualquier tipo de persona en la ciudad de Cuenca, ya que un buen diseño no implica que tenga que ser caro y no pueda ser costado por las clases bajas o medias de la ciudad, demostrando así que se puede dar un buen ambiente para vivir con los recursos utilizados en viviendas. que ha quedado demostrado que no son del agrado de sus ocupantes.

3.16 Bibliografía

Alfaro Murillo, A. L., Aymerich Uhienhaut, N., Blanco Laurito, G., Bolaños Alvarez, L., Campos Monteros, A., & Matarrita Ortiz, R. (2013). *Guia de diseño bioclimatico segun clasificacion de zonas de vida de Holdridge*. (Tesis de Licenciatura) Universidad de Costa Rica. Costa Rica.

American Society of Heating, R. A.-C. (2010). ASHRAE STANDARD. Atlanta: 1791 Tulie Circle.

Balarezo Carrion, M. J. (2016). *Diseño interior multifuncional para el mejoramiento de la vivienda social de la EMUVI*. (Tesis de Grado) Universidad del Azuay. Cuenca, Ecuador.

Bustamante Avilés, S., & Idrovo Feijó, A. (2015). *Desarrollo de un sistema constructivo para su ampliación en vivienda social en sectores marginales de la ciudad de Cuenca*. (Tesis de Grado) Universidad de cuenca. Cuenca, Ecuador.

Castejón Vilella, E. (29 de 10 de 2017). *Instituto nacional de seguridad, salud y bienestar en el trabajo. ESPAÑA*. Obtenido de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/001a100/ntp_074.pdf

Chávez del Valle, F. J. (2002). *Zona variable de Confort Térmico*. (Tesis Doctoral) Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona.

Concejo cantonal de Cuenca. (2000). *Ordenanza que regula la planificacion y ejecucion de proyectos habitacionales de interes social en la modalidad de urbanizacion de vivienda progresivas*.

Concejo metropolitano de Quito. (2003). *Ordenanza No. 3445 que contiene las normas de arquitectura y urbanismo*.

Constitucion de la Republica del Ecuador. (2008).



COOTAD. (2010). Código orgánico de organización territorial, anatomía y descentralización. Ministerio de coordinación de la política.

cuyabenolodge. (1 de 11 de 2017). Obtenido de <http://www.cuyabenolodge.com/turismo-amazonas/clima-de-cuenca.htm>

EMUVI-EP. (13 de 12 de 2017). Obtenido de <http://www.emuvi.gob.ec/content/que-hacemos>

Ezpinosa Cancino, C. F., & Cortés Fuentes, A. (2015). Confort higro-termico en vivienda social y la percepción del habitante. invi.

FENERCOM. (16 de 12 de 2017). Obtenido de <https://www.fenercom.com/pages/publicaciones/publicacion.php?id=187>

Fuentes Freixanet, V. A. (s.f). Arquitectura Bioclimática. Azcapotzelco.

GAD municipal de Cuenca. (2002). En Reforma, actualización, complementación y codificación de la ordenanza que sanciona el Plan de Ordenamiento Territorial de Cuenca.

García Lasanta, M. D. (28 de 10 de 2017). Blogger. Obtenido de <http://abioclimatica.blogspot.com/>

Goffin, L. (1984). Problematique de l'environnement. Bruselas: F.U.L.

Hernandez, P. (7 de 12 de 2017). Obtenido de <https://pedrojhernandez.com/2014/03/08/radiacion-directa-difusa-y-reflejada/>

INNOVA. (29 de 10 de 2017). Obtenido de http://www.labee.ufsc.br/antigo/arquivos/publicacoes/Thermal_Booklet.pdf

MIDUVI. (2013). Acuerdo ministerial 220. En Reglamento que establece las condiciones técnicas para la calificación de proyectos inmobiliarios de una vivienda social que apliquen al bono de vivienda entregado por el MIDUVI y/o a la línea de crédito al promotor canalizada por el banco del estado.



MIDUVI. (2013). Acuerdo ministerial No 177. *En Reglamento Operativo del sistema de apoyos económicos para el programa nacional de vivienda SAV.*

MIDUVI. (13 de 12 de 2017). Obtenido de <http://www.habitatyvivienda.gob.ec/ley-de-suelo-habitat-y-vivienda/>

OMS. (2006). *Constitucion de la organizacion mundial de la salud.*

Padrón Saeteros, M. V., & Tello Tello, M. d. (2016). *Estudio de los proyectos arquitectónicos realizados por el EMUVI.* (Tesis de Grado) Universidad de Cuenca. Cuenca, Ecuador.

Pesantes Moyano, M. P. (2012). *Confort Térmico en el área social de una vivienda unifamiliar en Cuenca - Ecuador.* (Tesis de Grado) Universidad de Cuenca. Cuenca, Ecuador.

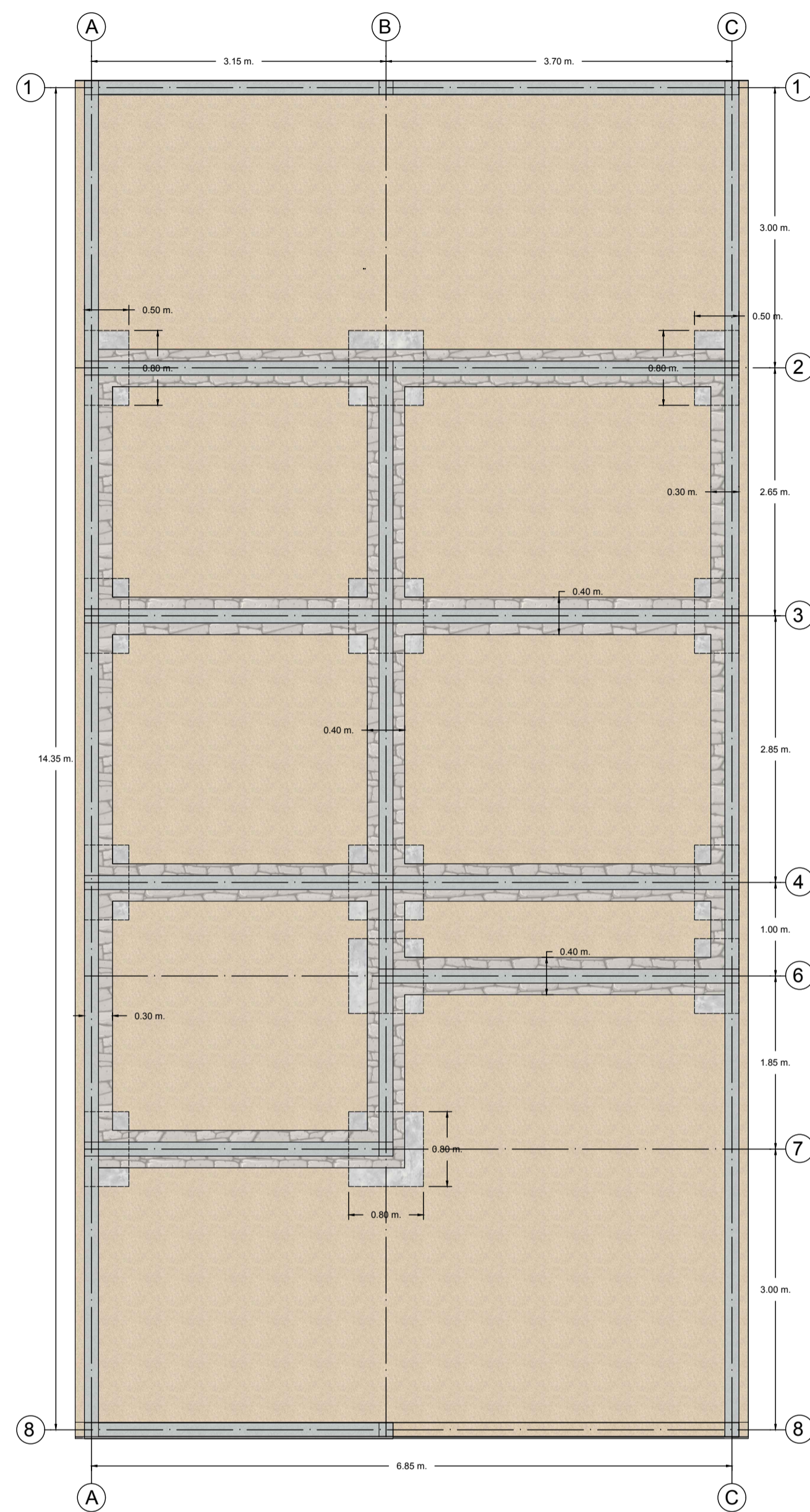
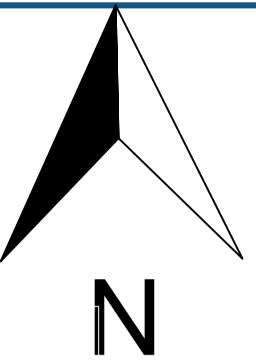
Salas Piedra, J. A. (2017). *Propuesta de diseño arquitectónico con criterios bioclimáticos para el mejoramiento del confort térmico en la vivienda de interes social financiada por el MIDUVI en el sector de Ricaurte.* (Tesis de Grado) Universidad Católica de Cuenca. Cuenca, Ecuador.

Serra Florensa, R., & Coch Roura, H. (1995). *Arquitectura y energia natural.* Barcelona: Edicions UPC, 1995.

Tesis Doctorales en Red. (7 de 12 de 2010). Obtenido de http://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/6113/13PARTE4_2.pdf?sequence=16

Vera Ponce, J. (2014). *Vivienda minima modular de caña guadua como prototipo sustentable y sostenible para los proyectos del MIDUVI en el cantón Rocafuerte, Manabí para un clima seco tropical costero.* (Tesis de Grado) Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador.

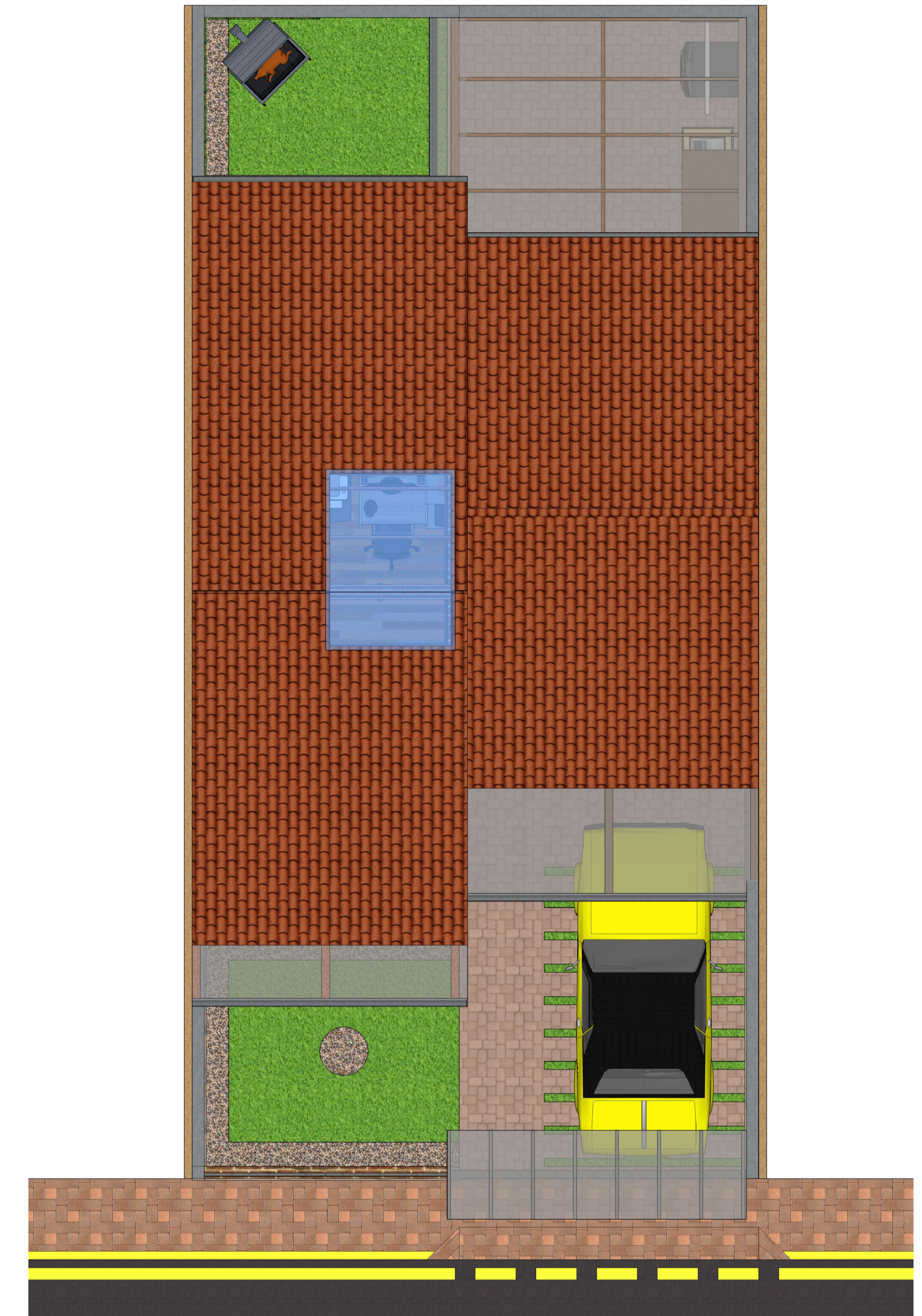




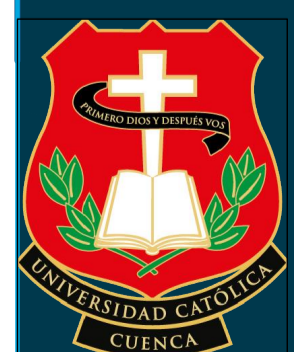
PLANTA DE CIMENTACIÓN
Escala 1:50

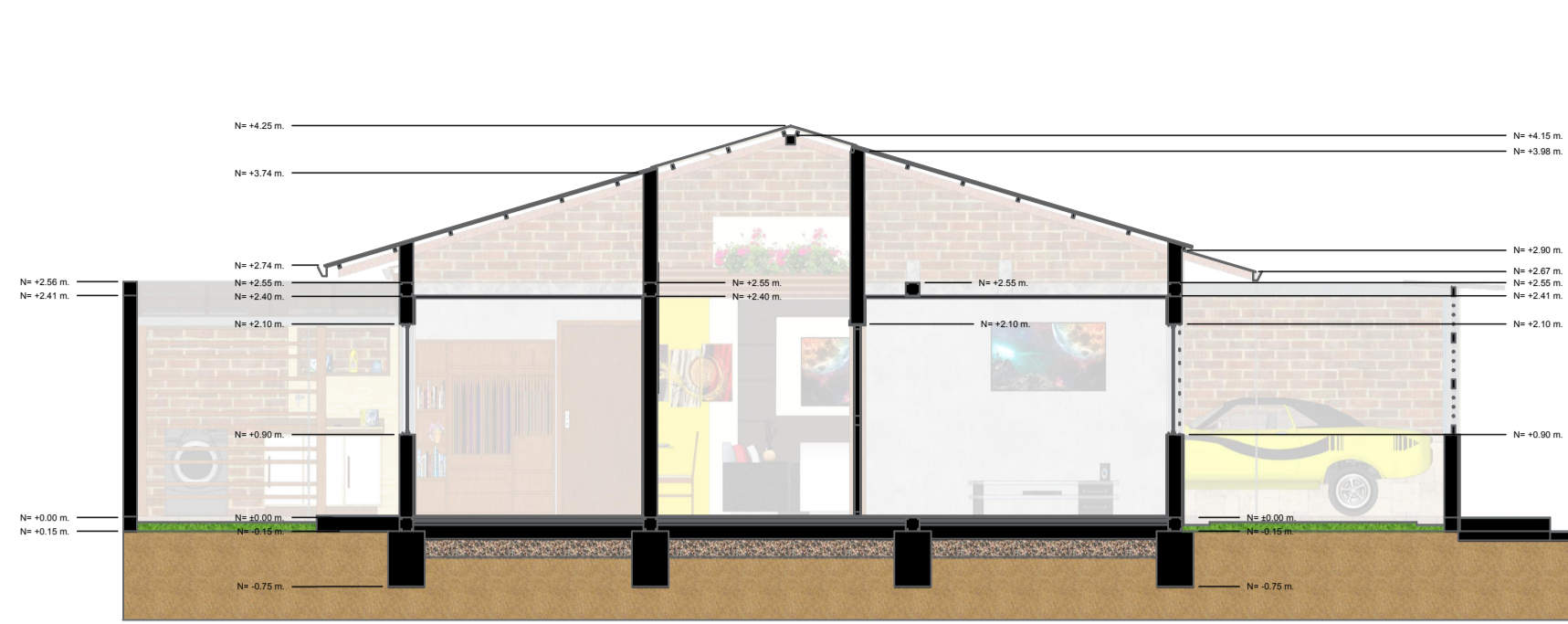


PLANTA GENERAL
Escala 1:50

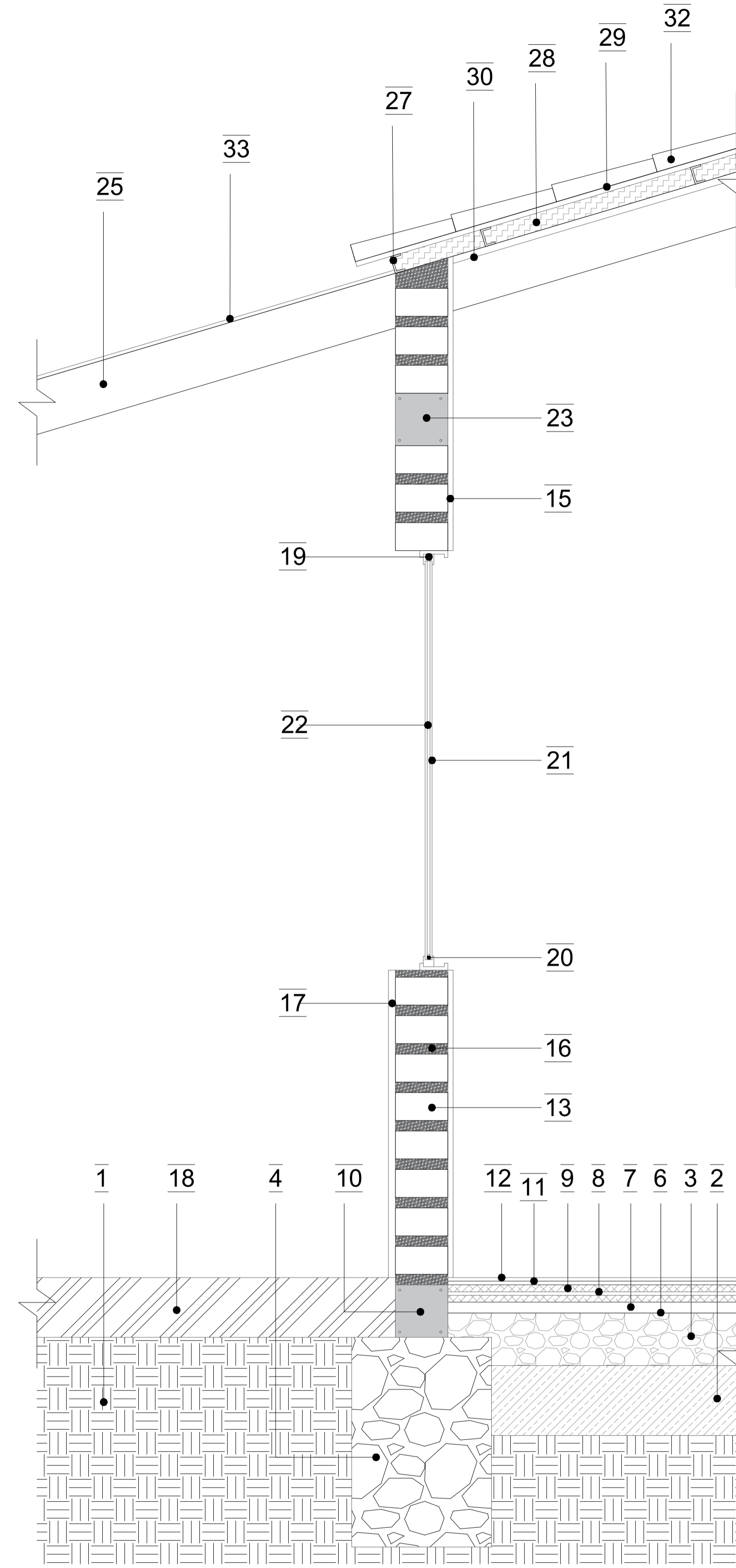


EMPLAZAMIENTO
Escala 1:50

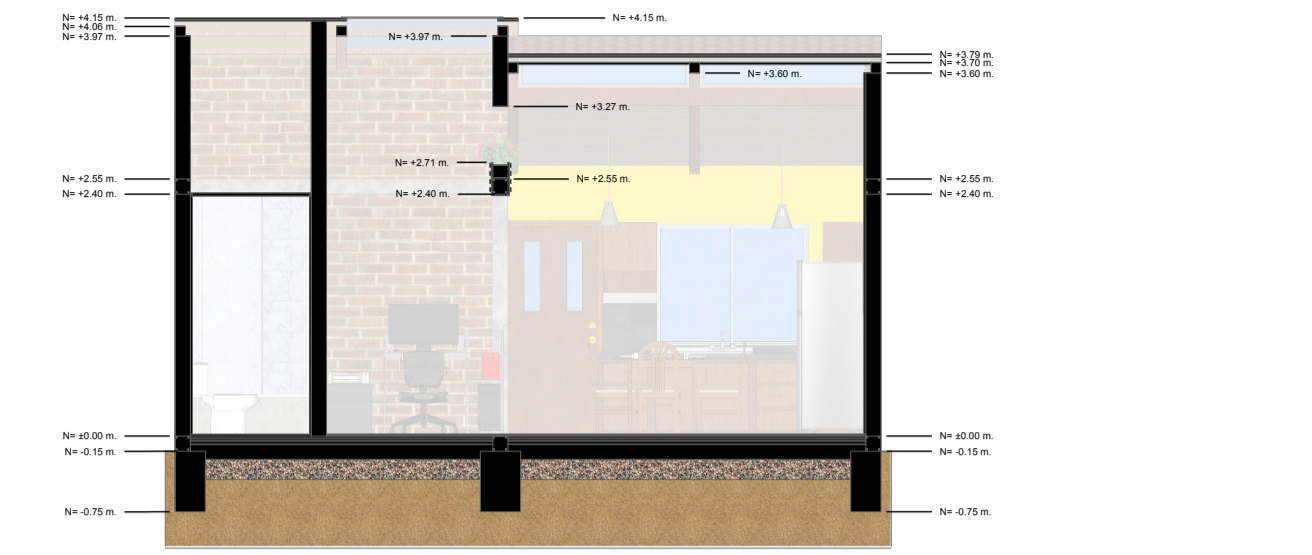




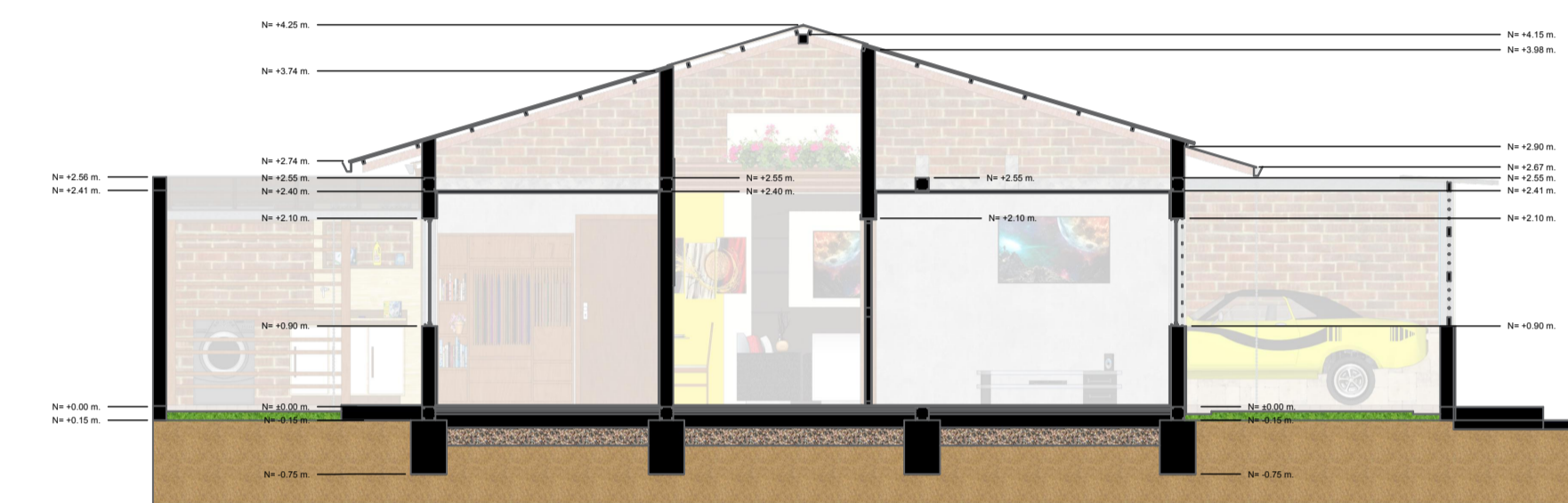
ELEVACIÓN
Escala 1:75



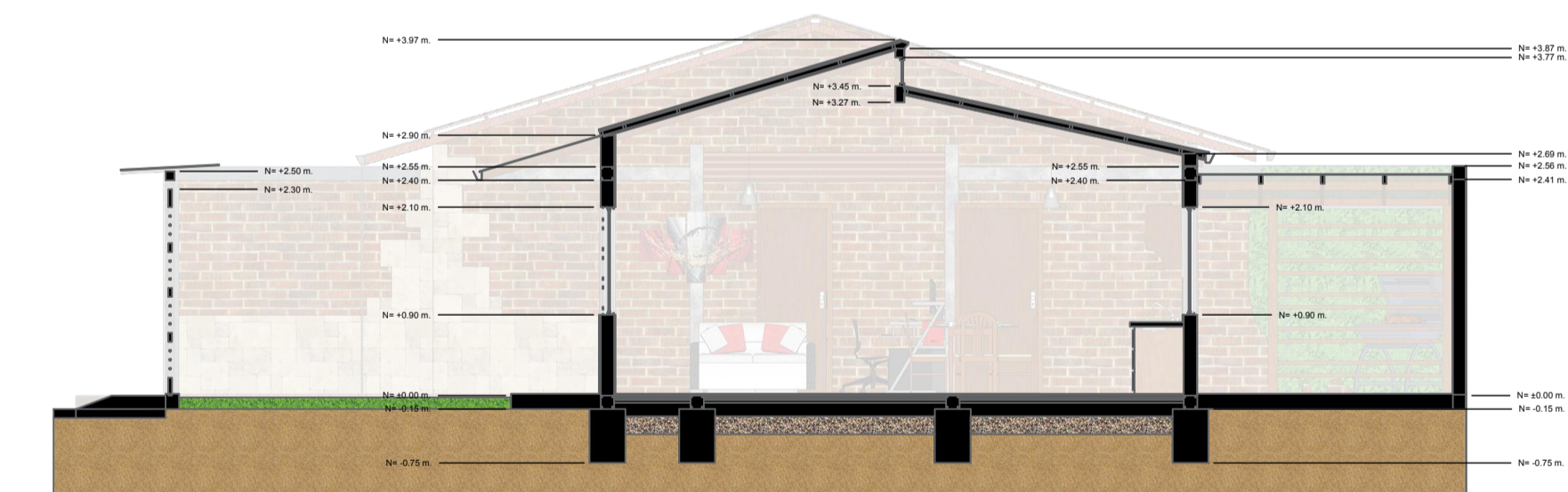
DETALLE 1
Escala 1:10



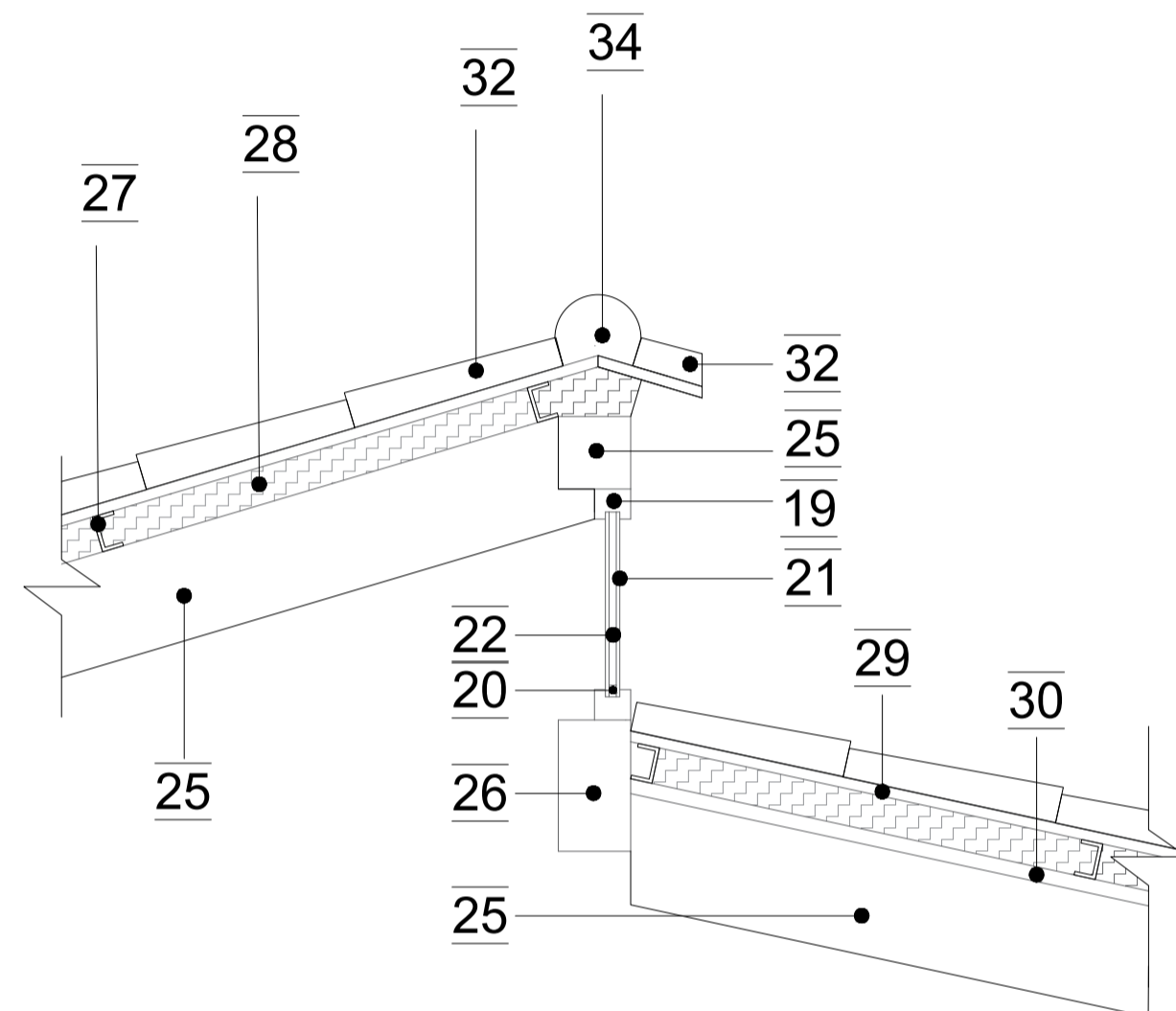
CORTE A-A
Escala 1:75



CORTE B-B
Escala 1:75



CORTE C-C
Escala 1:75



DETALLE 2
Escala 1:10

TABLA DE ESPECIFICACIONES

1- Terreno natural.	18- Adoquín de bajo tráfico.
2- 20 cm. Mejoramiento compactado.	19- Marco con perfilera de aluminio.
3- Replanteo de piedra 15 cm. de diámetro.	20- Tamiz molecular absorbente de humedad.
4- Cimiento de hormigón ciclópeo.	21- Vidrio e= 6 mm.
5- Zapatas de 80x80 cm. de hormigón armado.	22- Cámara de aire e= 12 mm.
6- Polietileno 0.5 mm.	23- Viga de superior V6.
7- Poliestireno 20 mm.	24- Columnas V6
8- Malla electrosoldada r-84.	25- Caja metálica G(150x75x15 mm. e=3 mm.)
9- Chapa de compresión.	26- Caja metálica G(200x75x15 mm. e=3 mm.)
10- Viga de cimentación V6.	27- Perfil G(80x40x15x0.15 mm.)
11- Espuma de poliuretano	28- Lana de roca.
12- Piso flotante	29- Plancha de fibrocemento ondulado
13- Ladrillo macizo de 12x26x8 cm.	30- MDF 12 mm.
14- Ladrillo hueco de 12x26x8 cm.	31- Gypsum
15- Enlucido de mortero 1:3	32- Teja cerámica
16- Junta mortero 1:3	33- Policarbonato transparente.
17- Piedra natural 2cm.	

CONTIENE:

ELEVACIÓN
DETALLE 1
DETALLE 2
CORTE A-A
CORTE B-B
CORTE C-C

DIBUJO Y DISEÑO:

BYRON XAVIER BACULIMA NAVAS

REVISIÓN:

MSC. ARQ. PEDRO ANGUMBA AGUILAR

LÁMINA:

2



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

ESTRATEGIAS DE DISEÑO PASIVO PARA BRINDAR CONFORT
HIGRO-TÉRMICO EN UN MODELO DE VIVIENDA MÍNIMA DE LA CIUDAD DE
CUENCA