



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA
SUPERIOR
D'ARQUITECTURA

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

MÁSTER UNIVERSITARIO EN ARQUITECTURA AVANZADA, PAISAJE

URBANISMO Y DISEÑO

TRABAJO FINAL DE MÁSTER

**“ANÁLISIS HIGROTÉRMICO DE LAS TIPOLOGÍAS DE
VIVIENDAS CONTEMPORANEAS DE LA PARROQUIA DE SAN
PEDRO DE LA BENDITA, CANTÓN CATAMAYO, PROVINCIA
DE LOJA/ ECUADOR, MEDIANTE EL SOFTWARE DE DESIGN
BUILDER”**

AUTOR: DANIELA LEONOR VIVANCO ROMÁN

TUTOR: PHD. ARQ. VICENTE BLANCA GIMÉNEZ

2020-2021

DEDICATORIA

A Dios y la Virgen Santísima de El Cisne.

A mi familia que ha sido mi motor durante este proceso educativo.

AGRADECIMIENTO

A mi familia por darme su apoyo incondicional.

A mi querido docente Vicente Blanca que con paciencia y sabiduría me supo guiar para que culmine este proyecto.

A amigos y familiares que de una u otra manera me supieron ayudar a lo largo de este periodo educativo.

De manera especial a Miguel, gracias por tanto.

Índice de contenidos

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA.....	I
DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
Índice de contenidos	IV
Índice de figuras.....	VI
Índice de tablas.....	IX
RESUMEN	11
ABSTRACT	12
INTRODUCCIÓN	13
CAPÍTULO I.....	15
MARCO TEÓRICO	15
1.1. Confort en el ser humano.....	15
1.2. Confort ambiental	15
1.2.1. Confort higrotérmico	15
1.2.2. Balance térmico del cuerpo humano.....	16
1.2.3. Factores que intervienen en el diseño higrotérmico.	16
1.2.3.1. Factores que dependen del ser humano.	16
1.2.3.2. Factores que dependen del medio ambiente.	18
1.3. Modelos de confort térmico.	20
1.4. Climogramas de bienestar.....	24
1.5. Climogramas de bienestar adaptado	26
1.6. Programas de simulación	27
1.6.1. Programa de simulación seleccionado.....	28
1.7. Arquitectura vernácula.....	29
1.8. Arquitectura bioclimática.....	29
1.8.1. Sistemas bioclimáticos de diseño arquitectónico.	30
1.9. Sistemas pasivos	30
1.9.1. Sistemas de calentamiento pasivo.....	31
1.9.2. Sistemas de enfriamiento pasivo	32
1.9.2.1. Ventilación natural	32
1.9.2.2. Iluminación natural	36
1.9.2.3. Inercia térmica	36
1.10. Estrategias de diseño bioclimático.....	36
1.11. Estrategias de diseño bioclimático en el Ecuador	37

1.11.1.	Estrategias de diseño del Ecuador-clima templado	38
1.11.2.	Orientación de la Edificación.....	39
CAPÍTULO II	.....	41
ÁREA DE ESTUDIO-ANTECEDENTES	.....	41
2.1.	Contexto geográfico	41
2.1.1.	Delimitación geográfica de San Pedro de la Bendita.-Catamayo-Loja-Ecuador 41	
2.1.2.	Ubicación	41
2.2.	Contexto histórico	43
2.3.	Contexto biogeográfico ambiental	45
2.3.1.	Clima.....	45
2.3.2.	Temperatura-Precipitación	45
2.4.	Análisis físico-natural	46
2.4.1.	Topografía-relieve e hidrografía	46
2.4.1.1.	Vegetación existente	50
2.4.2.	Viabilidad	53
CAPÍTULO III	.....	54
VIVIENDA	.....	54
3.1.	Asentamiento de viviendas	54
3.2.	Criterios de selección de las viviendas.....	54
3.2.1.	Clasificación tecnológica-constructiva	55
3.2.2.	Clasificación por orientación	57
3.3.	Selección de viviendas.....	59
3.4.	Técnicas constructivas	85
3.4.1.	Tradicional	85
3.4.2.	Contemporánea	88
3.5.	Número de habitantes.....	92
3.6.	Espacios de la vivienda	92
3.7.	Uso de espacios	93
CAPÍTULO IV	.....	94
PARÁMETROS CLIMÁTICOS DEL ENTORNO	.....	94
4.1.	Datos climatológicos	94
4.1.1.	Temperatura media (Ta).....	95
4.1.2.	Humedad relativa (RH)	96
4.1.3.	Viento promedio mensual y frecuencia de vientos (FF).....	97
4.1.4.	Precipitación (RR)	100
4.2.	Vestimenta.....	102

4.3.	Propiedades térmicas de los materiales.....	103
4.4.	Resumen de datos	104
CAPÍTULO V.....		106
ANÁLISIS HIGROTÉRMICOS (SIMULACIÓN NUMÉRICA).....		106
5.1.	Datos climáticos.....	106
5.1.1.	Meteonorm.....	106
5.2.	Creación del modelo digital	107
5.2.1.	Modelado e importación.....	107
5.3.	Plantillas de datos	108
5.3.1.	Plantilla de Actividad.....	108
5.3.2.	Plantilla de cerramientos	111
5.4.	Plantilla de acristalamiento.....	119
5.4.1.	Plantilla de iluminación	120
5.4.2.	Plantilla HVAC.....	120
5.5.	Desarrollo de simulaciones	120
5.6.	Resultados.....	120
5.6.1.	Simulación Tipología Ladrillo-Teja, orientación ESTE.....	123
5.6.2.	Simulación Tipología Ladrillo-Teja, orientación OESTE.....	126
5.6.3.	Simulación Tipología Ladrillo-Zinc, orientación ESTE.....	128
5.6.4.	Simulación Tipología Ladrillo-Zinc, orientación OESTE.....	131
5.6.5.	Simulación Tipología Ladrillo-Fibroceemento, orientación ESTE.....	133
5.6.6.	Simulación Tipología Ladrillo-Fibroceemento, orientación OESTE.....	136
5.6.7.	Simulación Tipología Ladrillo-Losa, orientación ESTE.....	138
5.6.8.	Simulación Tipología Ladrillo-Losa, orientación OESTE.....	141
5.7.	Discusión de resultados.....	143
6.	CONCLUSIONES.....	147
7.	RECOMENDACIONES	148
8.	BIBLIOGRAFÍA	149

Índice de figuras

Figura 1.	.....	17
Figura 2.	.....	20
Figura 3.	.....	21
Figura 4.	.....	22
Figura 5.	.....	23
Figura 6.	.....	24
Figura 7.	.....	25
Figura 8.	.....	26
Figura 9.	.....	27

Figura 10.	30
Figura 11.	32
Figura 12.	33
Figura 13.	33
Figura 14.	34
Figura 15.	34
Figura 16.	35
Figura 17.	35
Figura 18.	35
Figura 19.	38
Figura 20.	39
Figura 21.	40
Figura 22.	41
Figura 23.	42
Figura 24.	43
Figura 25.	46
Figura 26.	48
Figura 27.	50
Figura 28.	52
Figura 29.	53
Figura 30.	56
Figura 31.	58
Figura 32.	59
Figura 33.	60
Figura 34.	61
Figura 35.	62
Figura 36.	63
Figura 37.	64
Figura 38.	65
Figura 39.	66
Figura 40.	67
Figura 41.	68
Figura 42.	69
Figura 43.	70
Figura 44.	71
Figura 45.	72
Figura 46.	73
Figura 47.	74
Figura 48.	75
Figura 49.	76
Figura 50.	77
Figura 51.	78
Figura 52.	79
Figura 53.	80
Figura 54.	81
Figura 55.	82
Figura 56.	83
Figura 57.	84
Figura 58.	86
Figura 59.	86

Figura 60.	86
Figura 61.	87
Figura 62.	87
Figura 63.	88
Figura 64.	88
Figura 65.	89
Figura 66.	90
Figura 67.	90
Figura 68.	90
Figura 69.	91
Figura 70.	91
Figura 71.	92
Figura 72.	95
Figura 73.	96
Figura 74.	96
Figura 75.	97
Figura 76.	98
Figura 77.	99
Figura 78.	100
Figura 79.	101
Figura 80.	101
Figura 81.	104
Figura 82.	106
Figura 83.	121
Figura 84.	122
Figura 85.	122
Figura 86.	123
Figura 87.	124
Figura 88.	124
Figura 89.	125
Figura 90.	125
Figura 91.	126
Figura 92.	126
Figura 93.	127
Figura 94.	127
Figura 95.	128
Figura 96.	128
Figura 97.	129
Figura 98.	129
Figura 99.	130
Figura 100.	130
Figura 101.	131
Figura 102.	131
Figura 103.	132
Figura 104.	132
Figura 105.	133
Figura 106.	133
Figura 107.	134
Figura 108.	134
Figura 109.	135

Figura 110.	135
Figura 111.	136
Figura 112.	136
Figura 113.	137
Figura 114.	137
Figura 115.	138
Figura 116.	138
Figura 117.	139
Figura 118.	139
Figura 119.	140
Figura 120.	140
Figura 121.	141
Figura 122.	141
Figura 123.	142
Figura 124.	142
Figura 125.	143
Figura 126.	145

Índice de tablas

Tabla 1.	16
Tabla 2.	18
Tabla 3.	19
Tabla 4.	28
Tabla 5.	37
Tabla 6.	42
Tabla 7.	46
Tabla 8.	47
Tabla 9.	49
Tabla 10.	50
Tabla 11.	54
Tabla 12.	55
Tabla 13.	57
Tabla 14.	95
Tabla 15.	97
Tabla 16.	98
Tabla 17.	100
Tabla 18.	102
Tabla 19.	103
Tabla 20.	104
Tabla 21.	105
Tabla 22.	107
Tabla 23.	108
Tabla 24.	109
Tabla 25.	109
Tabla 26.	109
Tabla 27.	110
Tabla 28.	110
Tabla 29.	110
Tabla 30.	111
Tabla 31.	112

Tabla 32	113
Tabla 33	114
Tabla 34	115
Tabla 35	116
Tabla 36	117
Tabla 37	118
Tabla 38	119
Tabla 39	144

RESUMEN

San Pedro de la Bendita, es una parroquia del cantón Catamayo, provincia de Loja/Ecuador, la misma que posee clima templado y que por su carácter histórico-patrimonial se encuentra formado de viviendas principalmente tradicionales de adobe y tapia, sin embargo, al pasar de los años se han presentado construcciones de carácter contemporáneo ladrillo y bloque. Dichas construcciones están siendo afectadas tanto en su sistema constructivo como en su planta arquitectónica, siendo la causa principal el desconfort en el interior de las viviendas.

Las viviendas vernáculas poseen ya principios de diseño bioclimático, presentando una ventaja con respecto a las viviendas contemporáneas realizadas en hormigón (ladrillo y bloque), es por ende que este trabajo expone el estudio de estas tipologías de viviendas, su sistema constructivo y cuál de ellas se adapta mejor al piso climático del lugar.

El estudio se realiza mediante el software DesignBuilder, utilizando la simulación energética, evaluando el confort higrotérmico con el fin de determinar porcentajes de comodidad térmica para conocer cuál de las diferentes viviendas brinda criterios de diseño bioclimático y es la más adecuada para construir en este lugar.

Palabras claves: sistema constructivo, simulación energética, confort higrotérmico, criterios de diseño bioclimático, adaptación al lugar.

ABSTRACT

San Pedro de la Bendita, is a parish of the Catamayo canton, Loja province / Ecuador, the same one that has a temperate climate and that due to its historical-patrimonial character is made up of mainly traditional adobe and brick houses, however when passing contemporary brick and block constructions have been featured over the years. These constructions are being affected both in their construction system and in their architectural plan, the main cause being the discomfort inside the houses.

Vernacular houses already have principles of bioclimatic design, presenting an advantage over contemporary houses made of concrete (brick and block), it is therefore that this work exposes the study of these types of houses, their construction system and which of them it adapts better to the climatic floor of the place.

The study is carried out using the DesignBuilder software through energy simulation, evaluating hygrothermal comfort in order to determine percentages of thermal comfort to know which of the different homes provides bioclimatic design criteria and is the most appropriate to build in this place.

Keywords: construction system, energy simulation, hygrothermic comfort, bioclimatic design criteria, adaptation to the place.

INTRODUCCIÓN

Con el pasar de los años, el calentamiento global, la contaminación y el gasto de energías, ha hecho posible que la industria de la construcción se enfoque al diseño y construcción de viviendas bioclimáticas, permitiendo que se adapten a las condiciones actuales del clima de un determinado lugar.

A pesar de Ecuador principalmente en zonas rurales, cuenta con un buen número de viviendas histórico-patrimoniales que por lo general son de adobe y de tapia en la región interandina, y de tipo palafito guadua o caña en la región litoral, en su mayoría está compuesto de viviendas contemporáneas que no se adaptan a las condiciones climáticas del lugar, causando discomfort y afectando directamente a la calidad de vida de los habitantes.

En este contexto de problemática surge el interés de este presente trabajo que pretende remarcar la propuesta de investigar, analizar y simular viviendas de tipo contemporáneo de la localidad de San Pedro de la Bendita, del cantón Catamayo, de la provincia de Loja, para obtener un estudio de información de dichas construcciones determinando si su sistema y técnicas de construcción son adecuadas y aseguran el confort térmico dentro de cada vivienda frente a la condición climatológica que presenta la zona.

Se ha previsto que, para dar cumplimiento con los objetivos planteados para este trabajo, se aplicará dos metodologías ampliamente utilizadas en proyectos de investigación y de análisis: la metodología cuantitativa, la cual permitirá realizar las observaciones, análisis y mediciones por medio de las simulaciones para la obtención de variables y patrones constantes dentro de las viviendas referente a su confort, así mismo se utilizara la metodología cualitativa de investigación, la cual permitirá a partir de los datos cuantificables obtenidos aplicar procesos interpretativos y analíticos para elaborar los resultados y las conclusiones de este trabajo.

Los resultados obtenidos de este trabajo se presentan en cinco capítulos. En el primero, se declara las definiciones del estado de confort, los factores medioambientales que intervienen en la calidad de vida del individuo para mantener una comodidad térmica estable, los modelos adecuados de confort térmico, la arquitectura bioclimática, los programas de simulación referenciales para evaluar el desempeño de las viviendas, y finalmente las estrategias de diseño bioclimáticas.

En el capítulo segundo, se describe el contexto geográfico, el contexto histórico, el biogeográfico ambiental, como también todos los aspectos climatológicos de la parroquia de San Pedro de la Bendita del cantón Catamayo, con todo su análisis físico-natural, comprendiendo su topografía, relieve e hidrografía.

En el tercer capítulo, se presenta a partir de la metodología propuesta la información referente a las viviendas, para obtener aspectos como: Asentamiento y

levantamiento de las viviendas, los criterios que se tomaron en cuenta para la selección de las viviendas, su clasificación tecnológica-constructiva, su orientación, el espacio, el número de habitantes por vivienda y culmina con las técnicas constructivas de las viviendas.

En el capítulo cuatro, se establecen los parámetros climáticos del entorno investigados, en los que destacan el principal interés en la temperatura media, la humedad relativa, la precipitación, viento, vestimenta, las propiedades térmicas de los materiales y se recaba un resumen de los datos para poder en lo posterior realizar la simulación en base a ello.

Por último, se utilizó el software DesingBuilder para poder realizar las simulaciones respectivas de las viviendas, en donde por medio de ello obtenemos una evaluación multicriterial privilegiando el cumplimiento de las variables técnicas para el confort térmico de las viviendas frente a su condición climática del lugar dando paso a las conclusiones y resultados.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Confort en el ser humano

Según (Gutiérrez, 2015), “El confort del ser humano depende principalmente de los estímulos que recibamos por medio de nuestros sentidos: estímulos higrotérmicos (Temperatura y Humedad), acústicos (sonido) , lumínicos (cantidad de luz) y olfativos (olor). Con solo que alguno de los estímulos se encuentre fuera de nuestra zona de confort, la totalidad del espacio deja de ser comfortable”.

Además de estos estímulos, debido a la diferente susceptibilidad del ser humano existen consideraciones psicológicas y sociológicas, relacionadas con aspectos culturales, niveles sociales y criterios subjetivos, siendo la combinación de todos ellos, la sensación de bienestar o inconformidad que influyen en la percepción de un espacio (Román, 2005).

Por razones de confort y salud y con la ayuda de nuevas tecnologías y diseño, el ser humano ha intentado elaborar y construir entornos en función al clima del lugar, mejorando los sistemas y técnicas constructivas basadas en factores energéticos y ambientales, garantizando así reacciones placenteras (Molina & Veas, 2012).

1.2. Confort ambiental

Se conoce como confort ambiental al conjunto de condiciones ambientales aceptadas por el ser humano para el desarrollo de sus actividades habituales, su ausencia implica un efecto de incomodidad o molestia, ya sea por frío, calor, ruido, iluminación entre otros (Espinoza & Fuentes, 2015), esto hace posible hablar de confort térmico, acústico y lumínico, como variables de confort ambiental.

Según (Arevalo Barranco, 2015), “La definición más acertada de confort ambiental es la que se define como el estado de equilibrio expresado por el balance térmico, entendido como la pérdida o ganancia de energía del cuerpo humano causada por el proceso químico del metabolismo y el proceso fisiológico de termorregulación en respuesta a los elementos externos del clima y dependiendo de lo que nos brinden nuestros espacios”, esto hace posible se cumpla la frase de Baruch Givoni “*el confort es la ausencia de irritación o malestar térmico.*”

1.2.1. Confort higrotérmico

En la actualidad los requerimientos de habitabilidad se están orientando en el confort higrotérmico, requisito indispensable para que el ser humano realice sus actividades con bienestar.

El confort higrotérmico está definido como aquel estado en que el ser humano muestra agrado con el entorno que lo rodea, determinando una serie de factores como la humedad, temperatura y ventilación de los espacios habitados y se relaciona directamente con las características de las edificaciones donde se desarrolla la vida de los habitantes de un determinado lugar (Espinoza & Fuentes, 2015)

1.2.2. Balance térmico del cuerpo humano.

Según (Calleja, 2007), el balance térmico, es el equilibrio que se establece entre el organismo y el ambiente, en donde el calor interno del cuerpo humano y el ganado del ambiente, es igual a la cantidad de calor que se trasmite al ambiente.

En efecto, el ser humano para asegurar su salud física, debe mantener la temperatura interna dentro de unos rangos bastante estrechos, entre 36.5° y 37°C, cualquier cambio ya sea alto o bajo de esta temperatura puede provocar lesiones graves, esto hace que se encuentre realizando una serie de procesos de producción de calor y mecanismos de autorregulación, como son: el metabolismo, que supone ganancias por la ingestión de alimentos y su combustión; el intercambio térmico entre el cuerpo y el ambiente que le rodea, por conducción, convección y radiación y las pérdidas por evaporación del agua de los pulmones o de la piel (sudoración) (Fernández García, 1994).

1.2.3. Factores que intervienen en el diseño higrotérmico.

Para alcanzar niveles de confort higrotérmico en el interior de una edificación se deben tomar en cuenta factores que dependen del ser humano y factores que dependen del medio ambiente, estos se relacionan entre sí, para crear el ambiente que percibimos (Gutiérrez, 2015).

1.2.3.1. Factores que dependen del ser humano.

Dentro del confort higrotérmico la actividad metabólica y el arropamiento del ser humano juega un papel muy importante en la determinación de un espacio (Gutiérrez, 2015).

Según (Maristany, 1998), en el proceso metabólico, el cuerpo produce energía a partir de los alimentos que consume. La cantidad de energía que produce está relacionada directamente con la actividad que realice el ser humano, esto sucede cuando el cuerpo realiza un trabajo, parte de la energía es utilizada por el trabajo mecánico y el resto se transforma en calor.

Tabla 1.
Producción de energía metabólica

Actividad	Wattios
Dormir	70 min.
Sentado, movimiento moderado	130 – 160
De pie, trabajo ligero en máquina o banco de trabajo	160 .- 190
Sentado con brazos y piernas en movimiento	190 – 230
De pie trabajo moderado algún paseo	220 – 290
Andando levantamientos o empujes moderados	290 – 410
Levantamientos y excavaciones pesadas pero intermitentes	440 – 580
Trabajo duro sostenido	580 – 700
Trabajo pesado máximo 30 minutos de duración	1100 máx.

(valores medios de datos publicados de diversas fuentes)

Fuente: Maristany, 1998.

Elaboración: Maristany, 1998.

El intercambio de calor entre el cuerpo y su entorno, se da por medio del ambiente y las superficies envolventes por convección y por radiación, además el calor

se disipa del cuerpo por evaporación debido a la transpiración (Maristany, 1998), siendo estos mecanismos manejables a través del diseño arquitectónico.

Según (Chauvie & Picción, 2000):

Conducción: es la transmisión de calor entre la superficie del cuerpo y los elementos de contacto, dependiendo de su conductividad térmica.

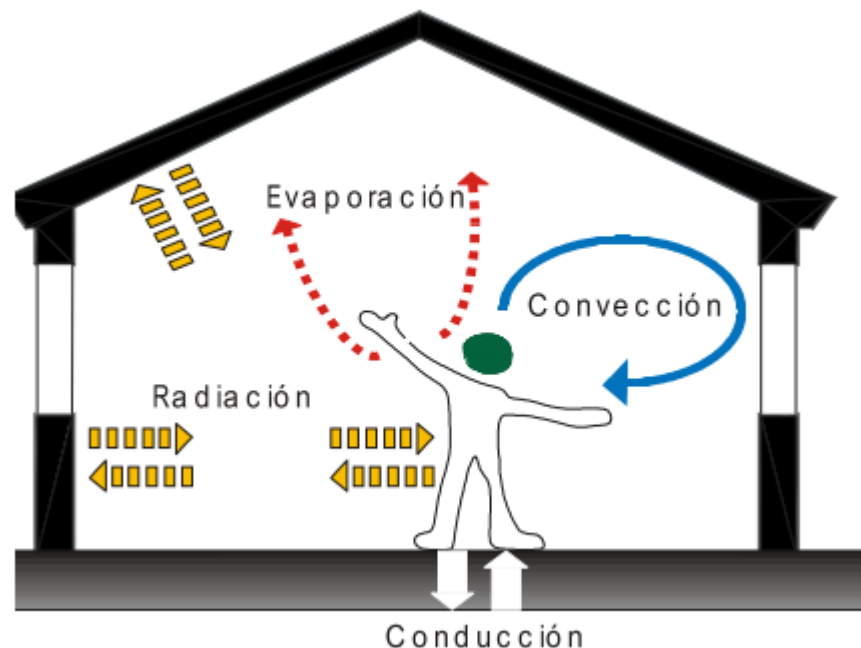
Convección: es la transmisión de calor a través de los fluidos, en este caso, el aire. Se refiere a los intercambios térmicos entre el ser humano y el aire que lo rodea.

Radiación: todos los cuerpos emiten y reciben energía radiante. La transmisión de calor por radiación se da cuando existen dos cuerpos a diferente temperatura separados por un medio transparente a las radiaciones electromagnéticas como es el aire. Si el cuerpo 1 tiene mayor temperatura que el cuerpo 2 habrá transmisión de calor del cuerpo 1 al cuerpo 2.

Evaporación: se refiere a la refrigeración producida por la evaporación del sudor de la piel. La pérdida de calor por evaporación se da de dos maneras: una pasiva a través de la respiración y a través de la piel, y otra activa por medio de la transpiración generada por las glándulas sudoríparas.

Figura 1.

Intercambio térmico entre el ser humano y el ambiente que lo rodea.



Fuente: Chauvie & Picción, 2000.

Elaboración: Chauvie & Picción, 2000.

Otro factor es el **arropamiento del ser humano** que constituye una envolvente secundaria, cuya capacidad de aislación está determinada por su resistencia térmica, evitando así la pérdida de calor, teniendo como unidad de medición el CLO (Maristany, 1998).

Según (Gutiérrez, 2015): “Un clo es una unidad arbitraria para determinar el grado de aislamiento de cada prenda. El valor de un CLO equivale al aislamiento que proporciona la ropa normal de un hombre manteniendo el confort a una temperatura exterior de 21.1 ° C sin movimiento de aire, con humedad relativa menor al 50% y sin demasiada actividad física”.

Tabla 2.
Valores de unidades CLO.

VALORES DE UNIDADES CLO (CIBS GUIDE - 1970)	
TIPO DE VESTIDO	Unidades CLO
Desnudo	0.0
Pantalones cortos	0.1
Ropa Tropical Ordinaria	0.3
Ropa ligera de verano	0.5
Traje típico de negocios	1.0
Traje grueso con chaleco y ropa interior de lana	1.5

Fuente: Maristany, 1998.

Elaboración: Maristany, 1998.

1.2.3.2. Factores que dependen del medio ambiente.

Según (Chauvie & Picción, 2000), “ El ser humano está rodeado por aire y por las superficies de la envolvente del espacio en que se encuentra. De ahí que las variables de confort que dependen del ambiente son: temperatura, humedad y velocidad del aire; y temperatura radiante de las superficies”.

El aire resume tres de las cuatro variables, que condicionan la sensación térmica:

La temperatura del aire, también llamada de bulbo seco influye en el intercambio térmico por convección entre el aire y la superficie de la piel o de la ropa, por lo cual tiene gran influencia en la sensación térmica (frío o calor) (Chauvie & Picción, 2000), además siempre está determinada por el sol.

Según (Gutiérrez, 2015): “La temperatura a su vez depende de factores geográficos: ubicación geográfica (coordenadas), latitud y altitud, y orografía. No es lo mismo una edificación en la playa que en la montaña, como a su vez no es lo mismo la temperatura del lado de una montaña con influencia directa del viento al otro lado sin influencia directa del mismo”.

El ser humano ante una actividad pasiva, como lo es estar sentado, utilizando ropa ligera, encuentra su zona de confort entre 21°C y 25°C de temperatura efectiva (Gutiérrez, 2015).

La humedad relativa indica la facilidad con que el aire evapora el agua y la transpiración a nivel de la piel y de la ropa y por lo tanto la eficacia del refrescamiento del sudor (Chauvie & Picción, 2000). Se expresa en porcentajes de 0% a 100%. El 100% significa que esa masa de aire está saturada, por lo cual a partir de ese punto deja de haber evaporación y al contrario empieza la condensación y llueve (Gutiérrez, 2015).

En temperaturas superiores a los 25°C la influencia de la humedad sobre la respuesta del organismo comienzan gradualmente a aparecer, especialmente los

efectos sobre la humedad de la piel, sobre la temperatura cutánea y a mayores temperaturas sobre el nivel de sudoración (Maristany, 1998).

El rango de aceptación de humedad del ser humano es bastante amplio, está entre el 20% y el 75%. Menor que 20% el ambiente se siente muy seco y se presentan síntomas como labios y piel seca, y más de 75% la percepción del calor aumenta fuera de los rangos de confort (Gutiérrez, 2015).

La velocidad del aire depende mucho de la temperatura y la humedad, a mayor velocidad del viento, mayor es la sensación de “refrescamiento” (Chauvie & Picción, 2000), minorando la temperatura real del ambiente, esta sensación se debe a que la velocidad del viento ayuda a la pérdida de calor por convección y a su vez acelerando el proceso de evaporación por el cual expulsamos calor hacia el ambiente por medio del sudor (Gutiérrez, 2015).

El ser humano percibe el viento de la siguiente manera:

Tabla 3.
Impacto del viento en el ser humano.

Velocidad	Impacto en el Ser Humano
Hasta 15m/min	Inadvertido
entre 15 y 30.5 m/min	Agradable
entre 30.5 y 61m/min	Generalmente agradable, pero se percibe constantemente su presencia
entre 61 y 91m/min	De poco a muy molesto
91.5m/min o +	Muy Molesto

Fuente: Gutiérrez, 2015.

Elaboración: Gutiérrez, 2015.

Según (Gutiérrez, 2015) afirma que: “Con poco movimiento de aire, menos de 0,25m/min las temperaturas ideales están entre los 23.3° C y los 26.7° C para los trópicos con una humedad relativa entre el 35% y el 65%. Bajo este rango la percepción de frío aumenta, y sobre este rango la percepción de calor aumenta.

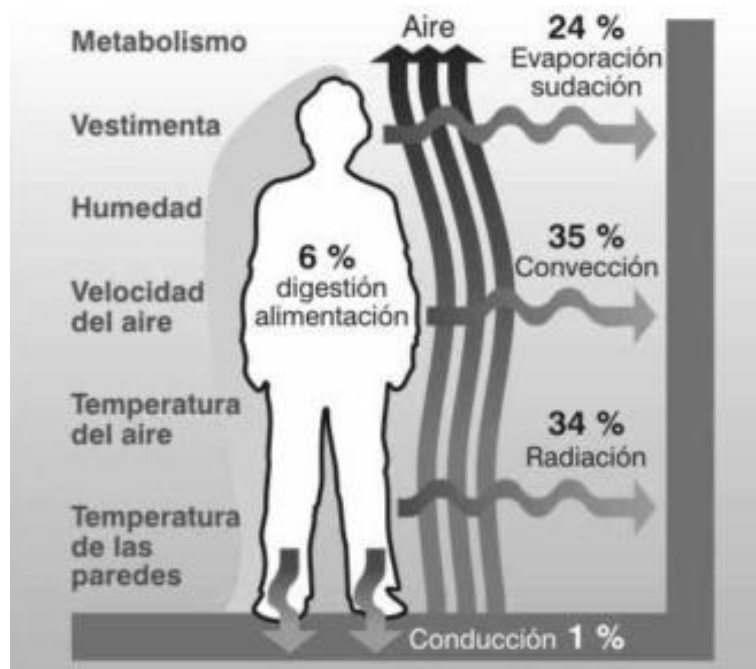
La temperatura radiante de las superficies, al igual que la radiación influye en nuestra temperatura, lo mismo hace con las superficies que envuelven los espacios en los que habitamos: pisos, paredes, cubiertas, etc. Por lo cual estos elementos irradian temperatura hacia el espacio interno. Esta se conoce como temperatura radiante (Gutiérrez, 2015).

Según (Chauvie & Picción, 2000), el 50% de los intercambios de energía entre el cuerpo y el ambiente se realizan por radiación, esto hace posible el intercambio de calor entre el individuo y estas superficies, debido a que la velocidad del aire en los ambientes

interiores por lo general es baja. Se recomienda que la diferencia entre la temperatura del aire y la temperatura de los cerramientos no sea muy grande (4°C a 6°C según la norma que se consulte).

Figura 2.

Factores que influyen en el intercambio térmico del cuerpo humano con el entorno.



Fuente: Maristany, 1998.

Elaboración: Maristany, 1998.

1.3. Modelos de confort térmico.

El confort térmico no sólo depende de factores ambientales; también de las condiciones físicas, fisiológicas y psicológicas del ser humano. Es por ello que su cuantificación resulta compleja, subjetiva y variable. En la actualidad existen dos modelos que lo predicen, cada uno con sus limitantes y potencialidades: el modelo de balance térmico cuantitativo y el modelo adaptativo. El primero de ellos, establece una temperatura de confort óptima basada en estudios de laboratorio, mientras que la teoría adaptativa, se basa en estudios de campo (Jara, 2015).

El modelo cuantitativo PMV, denominado también estándar o estático desarrollado por Fanger (1970), es un modelo predictivo para el confort térmico general o de todo el cuerpo. El modelo se obtuvo durante la segunda mitad de la década de 1960 a partir de estudios de laboratorio e investigación de cámaras climáticas (Hensen, 2013), cuyo objetivo era combinar la teoría del balance térmico con la fisiología de la termorregulación humana para determinar un rango de temperaturas, bajo el cual, los ocupantes de un edificio pudiesen considerarlo como confortable (Jara, 2015).

El modelo PMV representa el “voto medio previsto” (en la escala de sensación térmica) de un grupo de personas expuestas a cierto ambiente, incluyendo todas las variables principales que influyen en la sensación térmica y cuantifica el impacto absoluto y relativo de seis factores como la temperatura del aire, la temperatura

radiante media, la velocidad del aire y la humedad relativa, y el nivel de actividad y el aislamiento de la ropa (Serra Florensa, 2002).

El método PMV-PPD es la base de los estándares ISO 7730 y ASHRAE 55 (ISO 7730, 1994; ASHRAE 55, 1992) usados actualmente en la práctica. El estándar ASHRAE 55-92 define una escala subjetiva (voto de sensación térmica) de 7 puntos a partir de la cual se puede cuantificar el PMV (ver imagen 3) (Arballo, Kuchen, Alamino, & Alción, 2016).

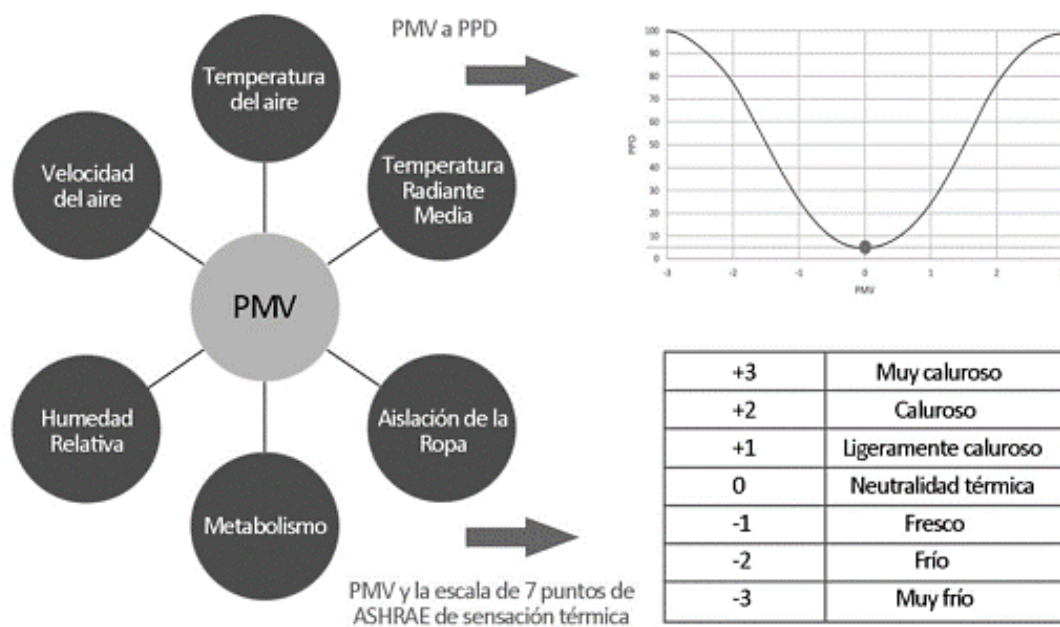
Las variables que definen el PMV permanecen constantes. El cuerpo humano no se define crítico hacia su ambiente térmico interior, y el PPD corresponde al porcentaje de población de insatisfechos.

$$PPD = \text{Predicted Percentage of Dissatisfied}; [\%]$$

$$PMV = \text{Predicted Mean Vote}; [-]$$

Figura 3.

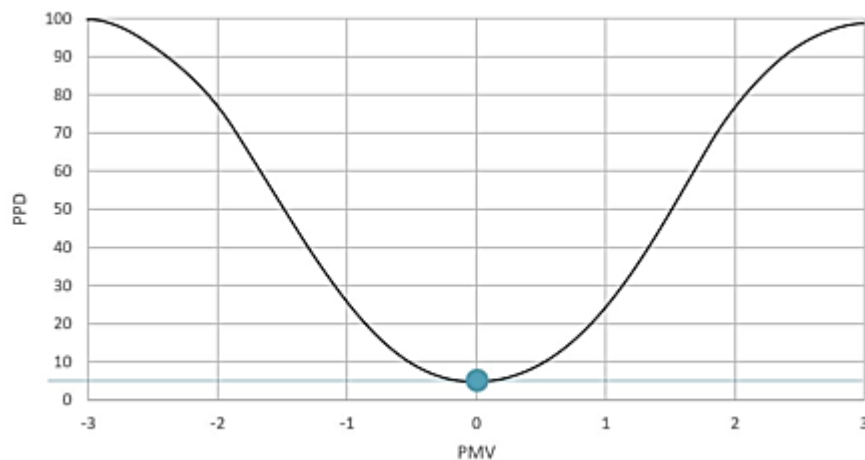
Parámetros de entrada del PMV, su relación con el PPD y su escala de 7 puntos de ASHRAE 55-92



Fuente: Arballo et al., 2016, de Van Hoof et al. 2010.

Elaboración: Arballo et al., 2016, de Van Hoof et al. 2010.

Figura 4.
Modelo Estándar PO Fanger en función a PMV y PPD.



Fuente: Arballo et al., 2016 de Fanger, 1970.

Elaboración: Arballo et al., 2016 de Fanger, 1970.

Con su trabajo, Fanger quiso encontrar el confort térmico del ser humano, presentado un método para cualquier tipo de actividad y vestimenta, y que los ingenieros de calefacción y aire acondicionado lo utilicen, para brindar ambientes confortables en espacios interiores (climatización artificial) (Hensen, 2013).

Otros autores posteriores a Fanger afirman que para que los usuarios logren mayor confort, el modelo debe considerar la capacidad de adaptabilidad de los ocupantes y estar basados en datos tomados de estudios de campo en edificios reales (Arballo et al., 2016).

Los usuarios son activos con respecto a su ambiente térmico y no pasivos (caso del PMV). El modelo adaptativo se basa en estudios de campo en edificios con ventilación natural realizados por Nicol y Humphreys 1973; Auliciems 1981; de Dear, Brager y Cooper 1997; y de Dear y Brager 1998 (Arballo et al., 2016).

El modelo adaptativo o cualitativo, encuentra su fundamento en tres aspectos interrelacionados: psicológicos (expectativa y habituación de confort en relación clima interior y exterior), de comportamiento o conductual (estrategias de restitución de la situación de confort como apertura de ventanas, uso de parasoles, ventiladores, puertas) y fisiológicos (aclimatación, ropa, ingesta alimenticia) (Arballo et al., 2016).

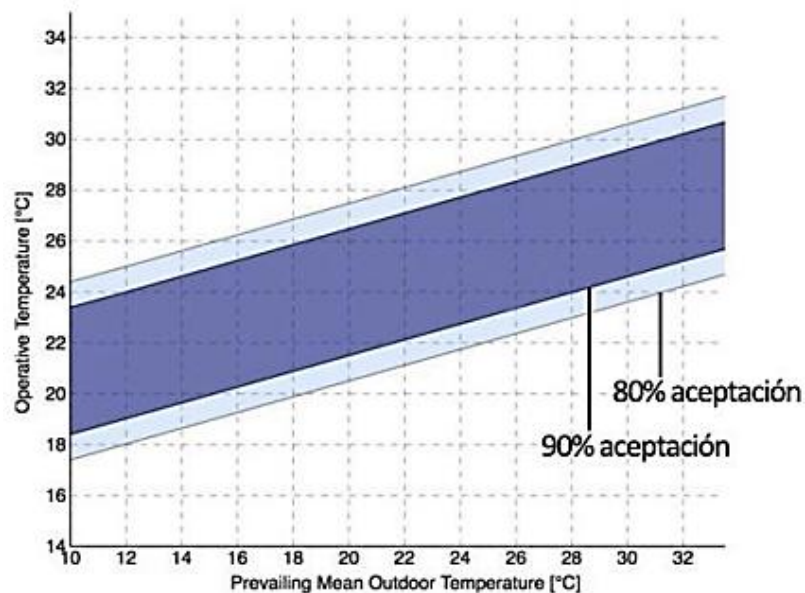
El Concepto de “Alliesthesia” definido por Cabanac y mantenido por de Dear defiende los aspectos psicológicos y conductuales del método adaptativo. Según (Arballo et al., 2016), se describe como “la capacidad del cuerpo de percibir como satisfactorio o insatisfactorio los efectos de un estímulo externo, dependientes de señales intracorporales”.

Este estudio, definió la base para el establecimiento del modelo adaptativo en los estándares internacionales como ASHRAE 55 (americano) y EN UNE 15251 (europeo) (Jara, 2015).

Según (Arballo et al., 2016), “El modelo adaptativo determina ciertos límites de rangos de aceptación térmica (ver imagen 5), por lo tanto, la temperatura óptima de

confort es adaptable en función a las condiciones interiores definidas dentro de los rangos determinados por el estándar aplicable a espacios acondicionados naturalmente”.

Figura 5.
Rangos aceptables de temperatura operativa para espacios acondicionados naturalmente.



Fuente: Arballo et al., 2016 de ANSI/ASHRAE 55, 2004.

Elaboración: Arballo et al., 2016 de ANSI/ASHRAE 55, 2004.

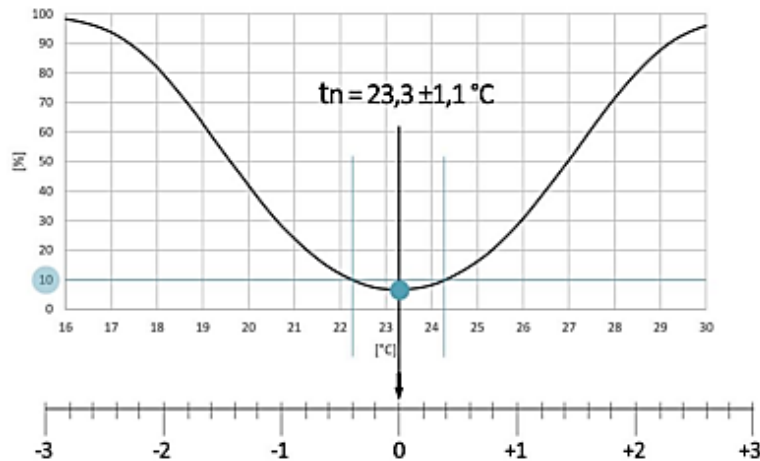
Modelo Adaptativo-Variable.

Kuchen realizó un estudio en Alemania de 30 edificios de oficinas de tres tipologías diferentes, con climatización natural o sin climatización, designados como Tipo 1 (T1), aquellos con sistemas de climatización mixtos o en inglés “mix-mode” (T2) y con climatización total (T3) (Arballo et al., 2016).

Este modelo permite que los usuarios se adapten al ambiente térmico y asegurar la reconfiguración matemática según sea necesario en función a las mediciones en tiempo real de las condiciones físicas, externas e internas del edificio (Arballo et al., 2016).

Figura 6.

Modelo variable de Kuchen. Relación entre escala de temperatura en °C y PMV (escala de 7 puntos de estándar ASHRAE 55).



Fuente: Arballo et al., 2016, de Kuchen, 2008.

Elaboración: Arballo et al., 2016, de Kuchen, 2008.

1.4. Climogramas de bienestar.

Según (Neila, 2004), “ Los climogramas son herramientas de diseño bioclimático basadas en la premisa del bienestar higrotérmico. Proporcionan información sobre las diferentes estrategias constructivas y de diseño disponibles y, al superponer sobre ellos las condiciones climáticas concretas del lugar, indican directamente cuales deben emplearse”.

Los climogramas de bienestar nos permiten conocer mediante la representación gráfica del clima del lugar, la zona de confort térmico, que por lo general se trata de un sistema cartesiano que contiene la temperatura en las ordenadas y la humedad en las abscisas, además interviene la velocidad del aire y la radiación solar, que también representan un papel muy importante según la zona de confort (Gómez, 2003).

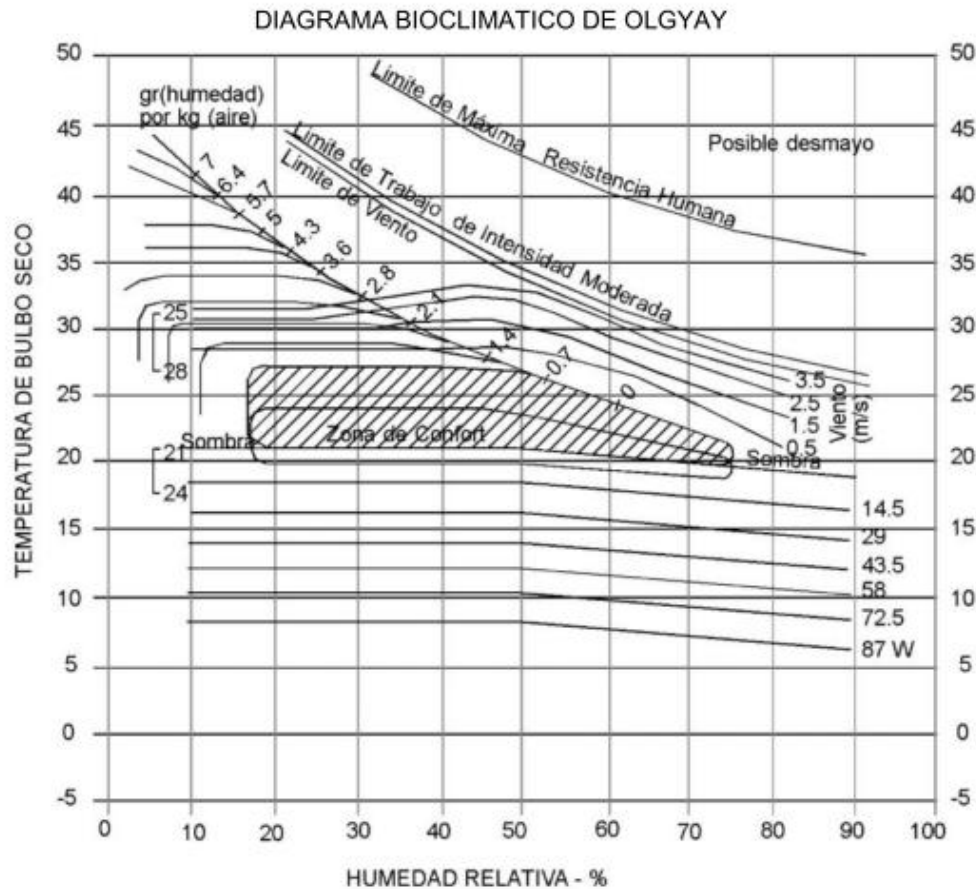
Ha habido una contribución significativa de Olgay (1963), Givoni (1976; 1998), de Schiller y Evans, 1990/91 y Szokolay (1982; 2008); ASHRAE, 2013, en el avance del diseño climático.(Upadhyay, 2016)

Uno de los primeros fue el "Cuadro bioclimático" desarrollado por Olgay (1963), que combina temperatura, humedad, radiación solar y velocidad del viento para informar el estado de las condiciones climáticas y los enfoques para lograr el confort térmico mediante la utilización del efecto del viento o la radiación solar. (Upadhyay, 2016)

El método de Olgay fue el primer intento para relacionar las viviendas con las condiciones climáticas del lugar. El procedimiento es muy limitado cuando se refiere al análisis de necesidades fisiológicas, como también, considera solo espacios exteriores y no interiores que es lo que realmente importan (Maristany, 1998).

Figura 7.

Diagrama bioclimático de Olgay.



Fuente: Maristany, 1998.

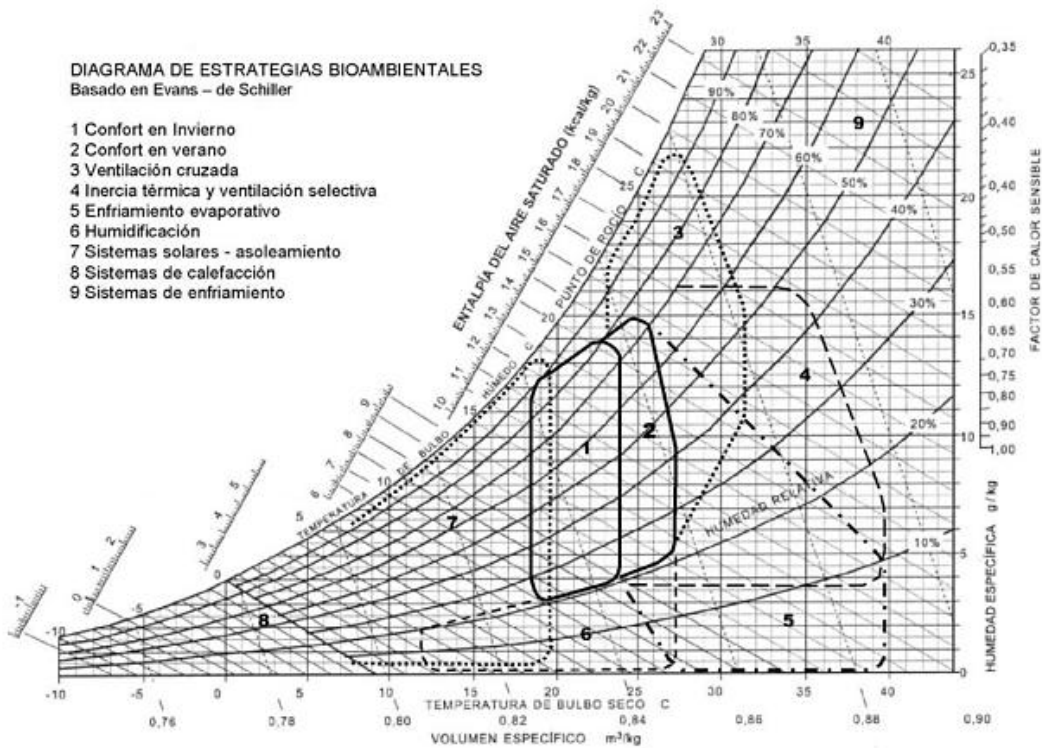
Elaboración: Maristany, 1998.

Un segundo climograma de bienestar, similar al de Olgay pero representado sobre la base de un diagrama psicrométrico, es el de B. Givoni 1963, el ITS (índice de estrés térmico) es un modelo biofísico que describe el mecanismo de intercambio de calor entre el cuerpo y el ambiente, de lo que se puede calcular el estrés total del cuerpo (Serra Florensa, 2002).

Se traza a partir de valores de temperatura y humedad del aire los límites de la zona de confort, como también áreas sobre las cuales se propone una serie de estrategias dirigidas a restablecer el confort en el interior de los edificios construidos bajo esas condiciones climáticas (Maristany, 1998).

Al ingresar al diagrama con los datos de temperatura y humedad, horaria, diaria o mensual, obtendremos una posición en el diagrama que nos permite sacar conclusiones sobre el tipo de estrategia a tomar en el diseño ambiental del edificio a fin de adaptarlo al medio climático en el que se encuentra (Maristany, 1998).

Figura 8.
 Síntesis del diagrama psicrométrico de Givoni.
DIAGRAMA SINTESIS * GIVONI



Fuente: Maristany, 1998.

Elaboración: Maristany, 1998.

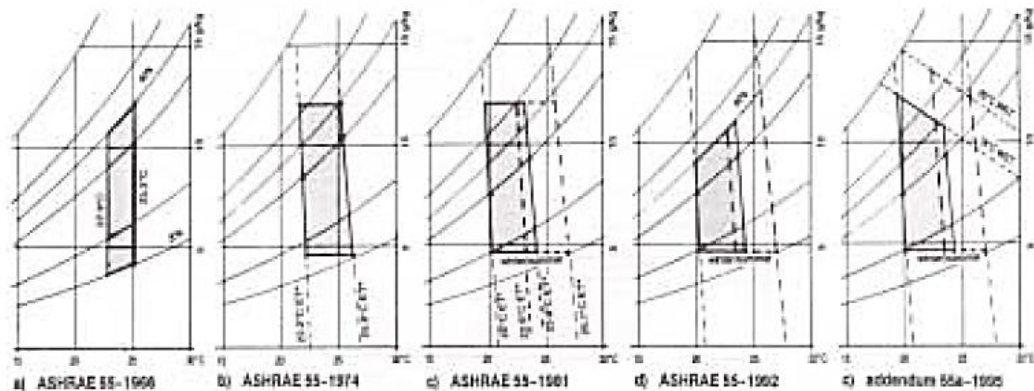
De Schiller y Evans (1990/91; 1996), sugirieron presentar la información climática en un formato gráfico claro, que los profesionales de la construcción puedan entender fácilmente y que se pueda incorporar fácilmente en la etapa inicial del proceso de diseño. Se requiere información climática detallada específica de la ubicación, como la temperatura del aire, la humedad, la exposición solar, las condiciones del cielo y los patrones del viento (Upadhyay, 2016).

1.5. Climogramas de bienestar adaptado

El Climograma de Bienestar Adaptado (CBA) se basa en la estructura empleada por Olgay en su gráfico, con las incorporaciones de las estrategias bioambientales empleadas en el climograma de Givoni, y con los avances de la teoría de bienestar mostrados recientemente por ASHRAE (Neila, 2004).

La zona de confort de la ASHRAE, esta dibujada sobre un diagrama psicrométrico convencional, especificando unos límites de temperatura del aire y humedad del clima interior para personas con actividad sedentaria, que tienen que ser mantenidos por el sistema mecánico de acondicionamiento. Ésta fue hecha principalmente para ser usada en edificios de oficinas con acondicionamiento de aire, pero es también usada para evaluar el clima interior en edificios residenciales. Esta zona de confort se usa también como base para cartas bioclimáticas (Serra Florensa, 2002).

Figura 9.
Desarrollo histórico de la zona de confort del ASHRAE.



Fuente: Serra Florensa, 2002.

Elaboración: Serra Florensa, 2002.

1.6. Programas de simulación

Existen muchos programas que realizan simulaciones energéticas de un modo exhaustivo, dando valores absolutos de demandas, de consumos y de emisiones de CO₂, en su mayoría capacitadas para modelar de forma más completa, e incluso más fácil a nivel geométrico el edificio, además ayudan a arquitectos en la toma de decisiones con el fin de mejorar las calificaciones energéticas de los edificios que proyectan (Cuerdo, 2013).

El objetivo principal es conseguir mediante soluciones constructivas determinadas, los mejores resultados de envolventes térmicas para conseguir una Arquitectura Eficiente, Sostenible y respetuosa con el Medioambiente, garantizando asimismo condiciones de habitabilidad y confort para el hombre (Cuerdo, 2013).

Según la Energy Efficiency and Renewable Energy (EERE) del US Department of Energy, existen 135 programas que analizan el edificio a través de simulación energética; Olmos, 2013 presenta una tabla de los programas de simulación más conocidos.

Tabla 4.

Tabla de programas de simulación energética en la edificación.

TABLA DE PROGRAMAS DE SIMULACIÓN ENERGÉTICA EN LA EDIFICACIÓN	
Herramienta	Aplicaciones
<u>BSim</u>	simulación del edificio, energía, luz de día, análisis térmico y de humedad, clima interior
<u>DesignBuilder</u>	simulación energética del edificio, visualización, emisiones de CO2, pantalla solar, ventilación natural, luz de día, estudios de confort, CFD, simulación de climatización, pre-diseño, primeras etapas de diseño, verificación energética del cumplimiento del código de la construcción, interfaz de OpenGL EnergyPlus, construcción de modelos de valores, datos del tiempo horario, tamaño de calefacción y refrigeración
<u>DeST</u>	simulación edificios, diseño de procesos, cálculo, propiedades térmicas del edificio, temperatura natural, interfaces gráficas, método "state space", carga máxima
<u>DOE-2</u>	rendimiento energético, diseño, rehabilitación, investigación, edificios comerciales y residenciales
<u>ECOTECH</u>	diseño ambiental, análisis ambiental, diseño conceptual, validación, control solar, sombra, diseño térmico y análisis, cargas de calefacción y refrigeración, vientos dominantes, iluminación natural y artificial, evaluación del ciclo de vida, costo del ciclo de vida, planificación, análisis acústico geométrica y estadística
<u>ENER-WIN</u>	eficiencia energética, cálculo de cargas, simulación energética, edificios comerciales, costo del ciclo de vida, luz de día
<u>Energy-10</u>	diseño conceptual, edificios residenciales, edificios comerciales pequeños
<u>EnergyPlus</u>	simulación energética, cálculo de cargas, rendimiento del edificio, simulación, rendimiento energético, equilibrio térmico, balance de masa
<u>eQUEST</u>	eficiencia energética, simulación, análisis de uso de la energía, análisis del rendimiento del diseño conceptual, LEED, análisis para créditos de energía y atmósfera, Título 24, análisis de cumplimiento, costo del ciclo de vida, DOE 2, PowerDOE, asistente de diseño de edificios, asistente para medir eficiencia energética, EEM
<u>ESP-r</u>	simulación energética, rendimiento medioambiental, edificios comerciales, edificios residenciales, visualización, edificios y sistemas complejos
<u>HAP</u>	eficiencia energética, cálculo de cargas, simulación energética, tamaño de equipos de aire acondicionado
<u>HEED</u>	simulación de todo el edificio, diseño energéticamente eficiente, diseño de respuesta climática, costos de la energía, temperatura del aire interior
<u>IDA Indoor Climate and Energy</u>	diseño, eficiencia energética, confort térmico, calidad del aire interior, edificios comerciales
<u>SUNREL</u>	diseño, adaptación, investigación, edificios residenciales, edificios de oficinas pequeños, simulación energética, energía solar pasiva
<u>TAS</u>	simulación térmica dinámica del edificio, simulación del edificio, confort, CFD, análisis térmico, simulación energética
<u>TRACE 700</u>	eficiencia energética, cálculo de cargas, dimensionamiento de equipos de aire acondicionado, simulación energética, edificios comerciales
<u>TRNSYS</u>	simulación energética, cálculo de cargas, rendimiento del edificio, simulación, investigación, eficiencia energética, energías renovables, tecnologías emergentes

Fuente: Olmos, 2013.

Elaboración: Olmos, 2013.

1.6.1. Programa de simulación seleccionado

Se aplicó algunos criterios para la selección de los programas:

- Fácil acceso, aunque sea por un período de prueba, además se puede ver tutoriales por medio de YouTube.
- Compatibilidad con el programa Archicad de autodesk, permitiendo exportar el 3D modelado en un programa de dibujo arquitectónico al programa de simulación energética.
- Información entregada de calidad con posibilidades de comparación con otros programas.

Exponiendo estos criterios, se selecciona para el estudio el siguiente programa de simulación energética: DesignBuilder, con motor de cálculo EnergyPlus, Autodesk®.

DesignBuilder con motor de cálculo EnergyPlus: Es un programa informático de modelado rápido y simulación de energía dinámica. Entorno de trabajo fácil de usar, proporciona una amplia gama de datos, tales como: el consumo de energía, los datos confort interior y el tamaño de los componentes de HVAC (heating, ventilation and air

conditioning). EnergyPlus ha sido validado mediante pruebas en IEA BESTest Building y en pruebas de HVAC. Se puede importar modelos en 3D desde AutoCAD, ArchiCAD, Microstation, Revit BIM y cualquier software que soporte el estándar gbXML. (Olmos, 2013)

Según (Cuerdo, 2013) su método de cálculo:

- Cuantifica energéticamente
- Incluye todas las especificidades (uso y ocupación)
- Evalúa cualquier tipo de modificación de las variables

Si la herramienta cuenta con potencia de cálculo y fiabilidad tanto intrínseca como extrínseca, da gran exactitud y un análisis pormenorizado de cualquier situación.

1.7. Arquitectura vernácula

A lo largo de la historia la arquitectura vernácula ha sido el ejemplo de técnicas constructivas apropiadas a un sector o región determinado, utilizando materiales y recursos cercanos y de fácil acceso con la única finalidad de obtener un confort en la vivienda o edificación. El manejo de sombras, del viento, del calor, ventilación, de manera natural y tomando en cuenta el clima, hacen que este tipo de edificaciones, en su mayoría viviendas, reduzcan al máximo el consumo de energía proveniente de fuentes artificiales para proveer al edificio luz o climatización (Yepez, 2012).

Según (Landa & Segura, 2017) presenta un concepto muy claro de la arquitectura vernácula, en la que la define como: “El proceso de creación arquitectónica por parte de un individuo, donde no interviene el arquitecto; un proceso instintivo y pragmático, cuya principal característica es la de ser una construcción sustentable, puesto que responde favorablemente a un equilibrio económico y social, uso de materiales y técnicas de autoconstrucción y, además, se adapta naturalmente al hábitat donde es construida generando un menor impacto en el medio ambiente”.

Según (González, 2010): “La arquitectura tradicional se caracteriza por el alto nivel de entendimiento y adaptación al medio. La topografía, el clima y la disponibilidad de materiales para la construcción, condicionan las formas de emplazamiento, creando paisajes únicos, otorgando ingentes valores de identidad para cada comunidad”.

Otro concepto que nos presenta (Jiménez & Cirera, 2014) es: “ La arquitectura vernácula es el testimonio material construido vinculado a un lugar, un pueblo y una tradición, que pretende definir la identidad de un territorio y sus factores de diferenciación cultural. Puede verse como un resultado de la interacción del ser humano con su propia naturaleza, con sus aspiraciones, su organización social, su visión del mundo, las necesidades sociales, la personalidad, las modas, las necesidades físicas, además de los aspectos relacionados con el clima, el lugar o los materiales”.

1.8. Arquitectura bioclimática

Según (Gómez, 2003), “ La arquitectura bioclimática es el arte de proyectar y construir edificios teniendo en cuenta el clima, la vida y el entorno donde se levanta el edificio”, el mismo que debe tener la capacidad de ganar y perder energía garantizando

el confort, en donde el ser humano requiera un gasto de energía mínimo para adaptarse en su ambiente interior.

La arquitectura bioclimática se basa en criterios de sostenibilidad, ecológicos y de ecoconstrucción, simboliza la óptima gestión energética de los edificios de alta tecnología, mediante la captación, acumulación y distribución de energías renovables pasivas y activas, utilizando materiales del lugar y la integración al paisaje, pensando en las futuras generaciones (Neila, 2004).

1.8.1. Sistemas bioclimáticos de diseño arquitectónico.

Los sistemas de control climático aplicados en la arquitectura pueden ser pasivos o activos, aunque es cada vez más usual encontrar edificios en donde se haya utilizado una combinación de ambos sistemas (D'Amico, 2000).

Los **sistemas pasivos** se fundamentan en el control de las variables climáticas en el interior de las edificaciones mediante el uso racional de las formas y de los materiales utilizados en arquitectura, incidiendo fundamentalmente en la radiación solar, facilitando o limitando su incidencia y utilizando los aislamientos y la inercia térmica de los materiales como sistemas de control y amortiguamiento térmico. La elección de los vidrios y del material de construcción de los forjados, cerramientos, tabiquería y estructuras se supedita a la obtención de los resultados prefijados, (D'Amico, 2000), o producir refrescamiento pasivo a partir de ventilación cruzada, selectiva (nocturna) o extracción de aire por medio de chimeneas solares (San Juan, 2013).

Los **sistemas activos**, por el contrario, aplican directamente las nuevas tecnologías de aprovechamiento de las energías renovables, como la solar (para producción de agua caliente sanitaria, calefacción o energía fotovoltaica), la energía eólica o biomasa, como también otros sistemas de control ambiental que necesitan un gasto inicial de energía para su correcto funcionamiento: sistemas móviles de parasoles, domótica, sistemas variables de iluminación, etc...(D'Amico, 2000).

Figura 10.

Sistemas bioclimáticos de diseño arquitectónico.



Fuente: D'Amico, 2000.

Elaboración: D'Amico, 2000.

1.9. Sistemas pasivos

El aprovechamiento pasivo de los recursos que da la naturaleza ha estado siempre presente en el comportamiento, tanto de los seres humanos, como de los animales. Desde las actitudes más elementales, como la recogida de alimentos o la búsqueda de protección, hasta las formas más evolucionadas de empleo de los materiales autóctonos

para la construcción o de las energías naturales, tales como el viento para la navegación, los cursos de agua para los molinos, etc. De entre éstas, las actividades constructivas simples dieron lugar, gracias a la experiencia transmitida de generación en generación, a lo que, partiendo de la arquitectura popular, llegaría a ser la arquitectura popular evolucionada o arquitectura bioclimática (Neila, 2004).

1.9.1.Sistemas de calentamiento pasivo

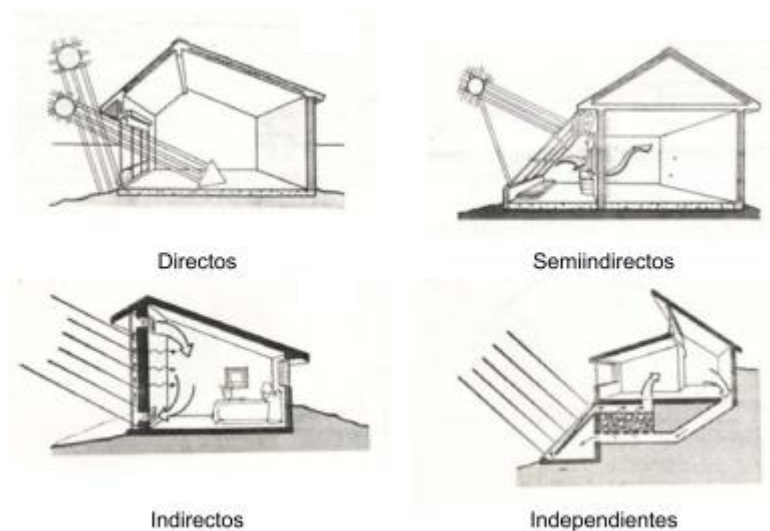
Según (Czajkowski & Gómez, 2002), los sistemas solares pasivos son responsables de las economías de energía que se pueden realizar durante el período frío. Esta temperatura depende de las siguientes variables.

- El clima exterior (temperatura, sol y viento).
- La inercia térmica interna del edificio.
- La dimensión de los vanos y su protección térmica nocturna.

Según (San Juan, 2013), los sistemas de climatización pasiva pueden clasificarse en:

- **Directo**, en donde la energía solar penetra por aberturas al interior del edificio, la misma que es absorbida por la masa edilicia interior donde se transforma en calor útil para calefaccionar en invierno.
- **Semi-indirecto** alude a la energía generada en un ambiente anexo como por ejemplo un invernadero, una galería o circulación y luego es entregada al local contiguo en forma flexible o selectiva, como radiación directa o aprovechando el movimiento natural del aire.
- **Indirecto** se refiere cuando la energía solar es captada y acumulada en un elemento perimetral al ambiente, cediendo el calor por convección o radiación con un cierto retraso térmico, en función de la masa del elemento interpuesto.
- **Independientes**, la energía solar se capta y almacena en elementos independientes o ajenos al ambiente, luego esta energía es transportada, por ejemplo, por la propia circulación del aire caliente.

Figura 11.
Sistemas de calentamiento pasivo.



Fuente: D'Amico, 2000.
Elaboración: D'Amico, 2000.

1.9.2. Sistemas de enfriamiento pasivo

El enfriamiento pasivo lo podemos entender bajo dos aspectos diferenciados tendientes ambos a acercar al usuario a unas condiciones ambientales de bienestar. El primero por medio de evitar o disminuir el aporte térmico producido por la implantación de los distintos sistemas de captación solar pasiva; tal es el caso, por ejemplo, de la supresión de los efectos invernadero en las galenas acristaladas, o bien la producción de sombras que eviten la radiación directa. El segundo aspecto a contemplar son los posibles métodos utilizados para el enfriamiento interior de las viviendas, provocados por el propio diseño arquitectónico u otros mediante la acción del propio utilizador (Sáiz, 2018).

En verano no hay una clara aportación de energía frigorífica, sino una simple eliminación del exceso de calor interior, el sobrecalentamiento, y, a lo sumo, una introducción del frescor exterior mediante la ventilación; para ello, en general, los edificios suelen estar muy abiertos para facilitar la ventilación (Neila, 2004).

1.9.2.1. Ventilación natural

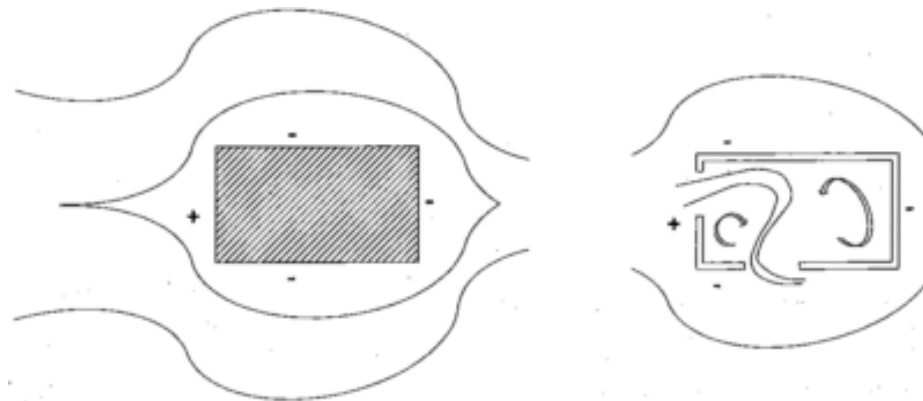
Según (Neila, 2004), "La ventilación natural es aquella que se obtiene mediante técnicas naturales, sin necesidad de emplear ningún dispositivo mecánico. La diferencia de temperatura, la diferencia de densidad, que ésta provoca, y la velocidad y presión del viento son los mecanismos que se emplean solos o combinados para mover el aire". Las técnicas de ventilación natural se clasifican, en:

Ventilación natural pura

- **Directa:** renovación de aire a través de las ventanas abiertas durante un período de tiempo al día, equilibrando presiones de aire en las fachadas (Neila, 2004).

Figura 12.

Los efectos del viento, presiones y depresiones, sobre el exterior del edificio en planta.



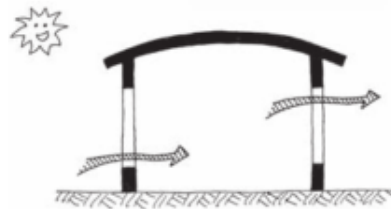
Fuente: Neila, 2004.

Elaboración: Neila, 2004.

- **Cruzada:** es la ventilación más adecuada, las aberturas deben situarse en fachadas distintas que comuniquen con espacios exteriores en condiciones de radiación o de exposición al viento (Serra, 2000).

Figura 13.

Ventilación cruzada.



Fuente: Serra, 2000.

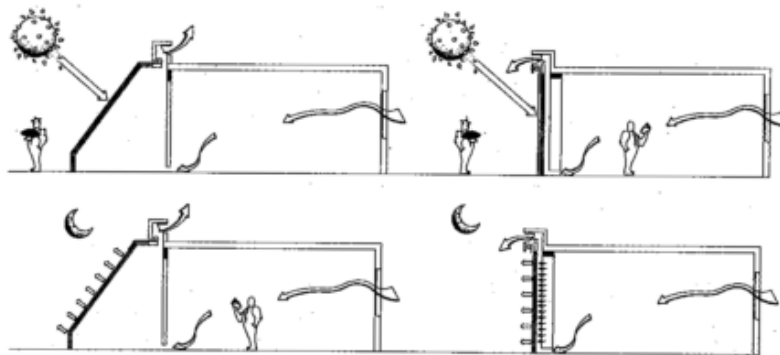
Elaboración: Serra, 2000.

Ventilación forzada natural

- **Recalentamiento en fachada:** Cuando el sol incide sobre una fachada se produce un recalentamiento de su superficie y del aire que se encuentre en contacto con ella, el muro trombe o las distintas formas de los invernaderos, pueden convertirse en auténticas trampas de calor durante el verano, si no se protegen y se evacua el calor generado. Si estos dispositivos se utilizan correctamente no solamente servirán para el calentamiento en invierno sino que, al actuar como recalentadores de aire en verano, incrementarán su velocidad forzando de manera natural la ventilación (Neila, 2004).

Figura 14.

El invernadero y el muro trombe funcionó como estrategias de ventilación.



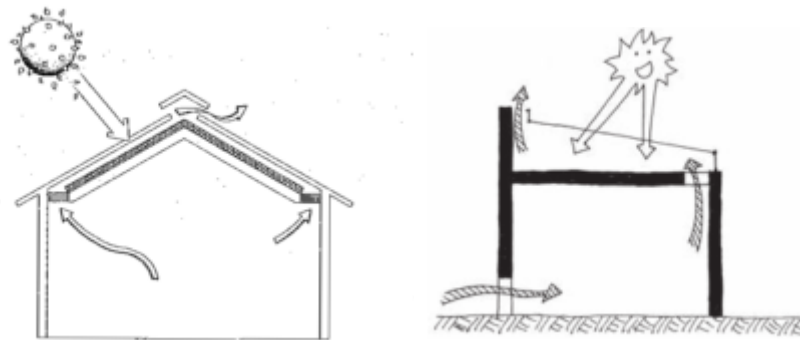
Fuente: Neila, 2004.

Elaboración: Neila, 2004.

- **Recalentamiento en cubierta:** Su funcionamiento generalmente no está vinculado a un uso operativo en invierno ya que el aire caliente generado en la cubierta no bajará espontáneamente para distribuirse por el local (Neila, 2004).

Figura 15.

Ventilación forzada mediante el recalentamiento de la cubierta.

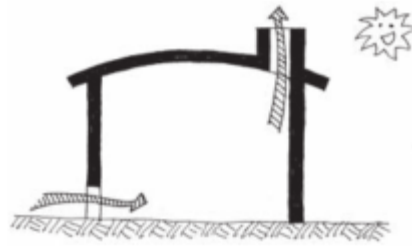


Fuente: Neila, 2004.

Elaboración: Neila, 2004.

- **Chimenea solar:** el efecto chimenea, se produce al crear una salida de aire con huecos situados en la parte superior del espacio, conectadas si es posible a un conducto de extracción vertical. La propia diferencia de densidad del aire, en función de la temperatura, hace que el aire caliente salga por estas aberturas superiores (Serra, 2000).

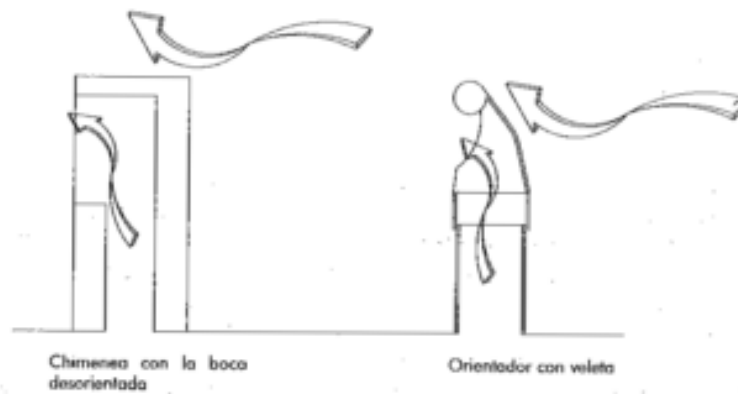
Figura 16.
Efecto chimenea.



Fuente: Serra, 2000.
Elaboración: Serra, 2000.

- **Extracción por el viento:** se consigue colocando la boca de la chimenea en dirección contraria a los vientos dominantes, de ese modo se puede evitar, en la mayoría de las situaciones, la inducción de aire en lugar de su salida (Neila, 2004).

Figura 17.
Chimeneas de succión con desorientación fija y desorientada automáticamente con veleta.



Fuente: Neila, 2004.
Elaboración: Neila, 2004.

Ventilación natural inducida

- **Chimenea de viento de una boca o múltiples bocas:** se produce una entrada o más de aire en lugar de una extracción. Para que resulten efectivas deben tener suficiente altura y situar la boca hacia los vientos dominantes (Neila, 2004).

Figura 18.
Chimenea de viento de una boca



Fuente: Serra, 2000.
Elaboración: Serra, 2000.

1.9.2.2. Iluminación natural

Entre las diferentes fuentes de luz que dispone el ser humano, la natural o del sol es la que ofrece uno de los más elevados rendimientos lumínicos (Serra, 2000).

Los beneficios que se pueden obtener gracias al uso perfeccionado de la luz natural son muchos, por un lado, se ahorrarían grandes cantidades de energía eléctrica utilizada para proporcionar iluminación artificial, como también se reduciría la carga del acondicionamiento del aire, además, al permitirse que la luz natural llegue a la mayor área posible se mejoraría enormemente la calidad del entorno (Alberich, 2003).

1.9.2.3. Inercia térmica

El confort térmico interior puede ser mantenido únicamente gracias a la inercia térmica del edificio. La inercia térmica asegura también las temperaturas interiores más elevadas durante las horas nocturnas, debido al almacenamiento de calor durante el día y su posterior devolución durante la noche cuando las temperaturas exteriores disminuyen (Czajkowski & Gómez, 2002), cuando más soleado es el clima, más inercia térmica debe poseer el edificio, más captación solar diurna y protección nocturna debemos disponer.

Según (Serra, 2000), “La inercia amortigua en el tiempo los efectos de los cambios en la temperatura, dando lugar a flujos de energía más regulares de lo que se produciría en un cerramiento sin inercia y reduciendo la oscilación de temperaturas en la cara interior respecto a la que actúa sobre la cara exterior de la pared”.

Se han desarrollado métodos para estimar las cantidades de calor que se pierden en un edificio por unidad de tiempo, a través de los materiales de muros, pisos, cubierta, ventanas, etc., en donde la sumatoria es el resultado de la pérdida de calor de todo el edificio (Czajkowski & Gómez, 2002).

1.10. Estrategias de diseño bioclimático

Las condiciones exteriores varían en el tiempo de un lugar a otro. En consecuencia, en términos generales un “edificio bioclimático ideal” en invierno, debe poder reaccionar a esas condiciones absorbiendo la máxima cantidad de energía solar durante el día, y transmitir la mayor cantidad de calor posible en la noche. Por otro lado, en verano, el mismo edificio debe rechazar la radiación solar y a su vez dispersar la máxima cantidad posible de calor (Alberich, 2003).

Este comportamiento ideal se puede intentar alcanzar utilizando una serie de medidas y mecanismos, ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS.

Las estrategias de diseño descritas a continuación se basan en el artículo Arquitectura Bioclimática en un entorno sostenible: buenas prácticas edificatorias elaborado por el doctor Javier Neila (2014); el autor establece tres grandes grupos: aspectos energéticos, calidad del ambiente interior, contaminación y medio ambiente, resumidos en trece estrategias. La inclusión de dichas estrategias cumplen un rol importante dentro de la planeación inicial del diseño y su determinación dentro de los objetivos de sostenibilidad (Alvear, José, Tapia, & Ordoñez, 2016).

Tabla 5.
Estrategias de diseño bioclimático.

ESTRATEGIA	DESCRIPCIÓN
	Captación solar: la captación solar consiste en optimizar las propiedades de captación de elementos estructurales y constructivos. Para ello, es importante la orientación y las características de los materiales (Neila, 2014).
	Protección de la lluvia: por medio de cubiertas que permitan la rápida evacuación de las aguas (Javier, 2013).
	Protección del viento: estrategia utilizada para impedir y controlar el ingreso del viento en los espacios habitables de la vivienda. Esta puede ser por la forma propia de la edificación o el entorno (Neila González, 2015).
	Ventilación cruzada: se utilizan ventanas colocadas en fachadas opuestas; éstas deben estar expuestas a condiciones opuestas de presión (Neila González, s. f.-a).
	Auto ventilación: se da por la presencia de materiales permeables que permiten el paso del aire, propicia una ventilación copiosa sin dejar ingresar la radiación solar (Neila González, s. f.-a).
	Ventilación inducida: impulsa el ingreso de aire dentro de un local. Esta estrategia es utilizada en conjunto con otras; un ejemplo son las chimeneas de viento (Neila González, s. f.-a).
	Aislamiento térmico: se basa en la utilización de materiales que proporcionan aislamiento entre las condiciones externas o de la envolvente y el espacio interior (Neila González, 2015).
	Inercia térmica: la capacidad de los materiales de almacenar energía para ser restituída en la noche o en su defecto de no almacenar energía (Dong, Soebarto, & Griffith, 2014).
	Materiales autóctonos: materiales provenientes del entorno inmediato en donde se encuentra la vivienda.
	Forma adaptada a condicionantes (social, económica y cultural): describe la situación económica, la conformación de las comunidades, sus aspectos culturales determinantes y su forma de vida (Javier, 2013).
	Forma adaptada al terreno: se protege de las inclemencias del clima y se aísla de las fluctuaciones de temperatura; además, aprovecha la inercia térmica que lo rodea. Se orienta según la topografía (Neila González, s. f.-b).
	Elevado del terreno: el diseño elevado permite el movimiento del aire para conseguir así enfriamiento de los espacios (Javier, 2013).
	Orientación: la edificación se ubica hacia donde exista prevalencia del factor ambiental que desea captar, ya sea energía solar o viento (Neila, 2014).

Fuente: Alvear et al., 2016.

Elaboración: Alvear et al., 2016.

1.11. Estrategias de diseño bioclimático en el Ecuador

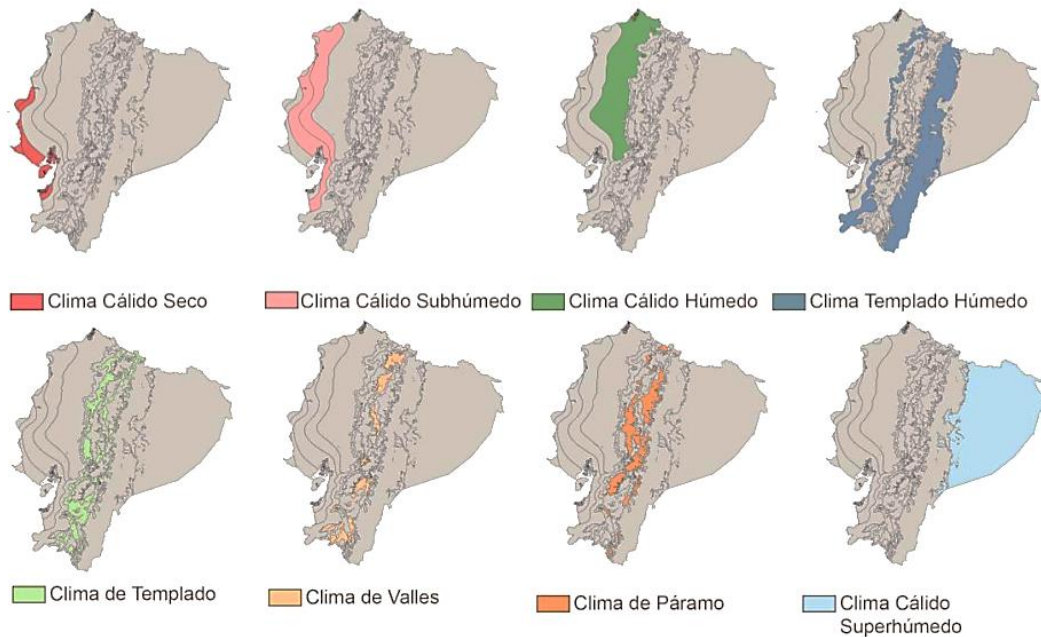
Para diseñar correctamente los edificios de forma que interaccionen acertadamente con el medioambiente es necesario un conocimiento preciso de las características climáticas del lugar (tales como la temperatura del aire, la humedad relativa, los vientos y la radiación solar) (Alberich, 2003).

Como consecuencia de ello, tenemos las distintas estaciones y las distintas duraciones del día, según la latitud y los períodos del año. El sol sigue un movimiento de este a oeste respecto a la tierra.

En los últimos años, se han dado una serie de investigaciones de los pisos climáticos en el Ecuador, cuya investigación pretende establecer criterios para la Evaluación de la Sostenibilidad de los Edificios en Países Emergentes: exponiendo el mapeo de los pisos

climáticos definidos a través de un sistema de información geográfica (GIS), de diferentes climas como: cálido-Seco, cálido- subhúmedo, cálido húmedo, cálido súper húmedo, templado húmedo, templado, valle y clima del páramo (Alvear et al., 2016).

Figura 19.
Pisos climáticos en el Ecuador.



Fuente: Serra, 2000.

Elaboración: Serra, 2000.

1.11.1. Estrategias de diseño del Ecuador-clima templado

Una temperatura media mensual de 14°C a 17 °C, corresponde a lugares cuya altitud varía de los 2000 hasta los 3000 msnm. Se caracteriza por tener lluvias abundantes, granizadas frecuentes y por ser el más poblado. Su humedad relativa media está entre 59 y 66%. A este piso corresponde parte de las provincias de Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar, Chimborazo, Cañar, Azuay y la ciudad de Loja que es la que corresponde en nuestro estudio (Alvear et al., 2016).

Para un diseño de un modelo arquitectónico sostenible en este piso climático es necesario la incorporación de las siguientes estrategias bioclimáticas: orientación, captación solar, protección contra la lluvia, ventilación cruzada, aislamiento térmico, inercia térmica, materiales autóctonos, forma de materiales a condiciones. La auto-ventilación y la vivienda elevada del terreno no se consideran necesarios por la materialidad de la edificación y por las condiciones climáticas, respectivamente (Alvear et al., 2016).

Figura 20.

Estrategias de diseño del Ecuador-clima templado.



Fuente: Serra, 2000.

Elaboración: Serra, 2000.

1.11.2. Orientación de la Edificación

La orientación geográfica determina la exposición a la radiación solar y al viento, que afectan a la temperatura y humedad de los ambientes habitables de la edificación (NEC-11, 2011).

Según la Norma Técnica Ecuatoriana de la edificación (NEC-11, 2011), de la Eficiencia Energética en la Construcción en el Ecuador, en los parámetros de diseño de la Orientación de la edificación: Se orientará la edificación según la las zonas térmicas, considerando para la provincia de Loja la ZT4 con rango de temperaturas de 18-22 °C según datos del INHAM.

Se recomienda las orientaciones de las fachadas de la vivienda en dirección Norte y Sur ya que evitan exposición directa solar en la mañana y en la tarde y son susceptibles de manera fácil de ser protegidas de la insolación de mediodía.

CAPÍTULO II

ÁREA DE ESTUDIO-ANTECEDENTES

2.1. Contexto geográfico

2.1.1. Delimitación geográfica de San Pedro de la Bendita.-Catamayo-Loja-Ecuador

La parroquia de San Pedro de la Bendita pertenece al cantón Catamayo, provincia de Loja-Ecuador. Al momento la parroquia no cuenta con una división política legalmente constituida, ni una delimitación sectorial o barrial claramente definida, pero se reconoce distintos 7 sectores, recintos o barrios dentro de la circunscripción parroquial, como son: Togueros, La Bendita, El Sauce (San Vicente), El Tingo, Shaguindo-Puyungo-La Concha, Illaca y El Limo.

Figura 22.

Delimitación geográfica de San Pedro de la Bendita-Catamayo-Loja-Ecuador.



Fuente: GAD Catamayo, 2012.

Elaboración: Autor.

2.1.2. Ubicación

Según el (Equipo PDYOT, 2019) limita con:

Al norte con la parroquia El Cisne sirviendo como límite natural la quebrada de Naranjillo y con la parroquia Zambí sirviendo de límite natural la Quebrada Duranda y la vía Panamericana que conduce a la Costa.

Al Sur con la parroquia Nambacola sirviendo como límite natural el Río Catamayo.

Al Este con la parroquia urbana y cabecera cantonal de Catamayo sirviendo como límite natural el río Guayabal.

Y al Oeste: con la parroquia Zambí y con Catacocha.

Tabla 6.

Ubicación geográfica de San Pedro de la Bendita.

UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE SAN PEDRO DE LA BENDITA

LATITUD	3°56'51,93"
LONGITUD	79°26'7,89"
ALTITUD	700-2800 m

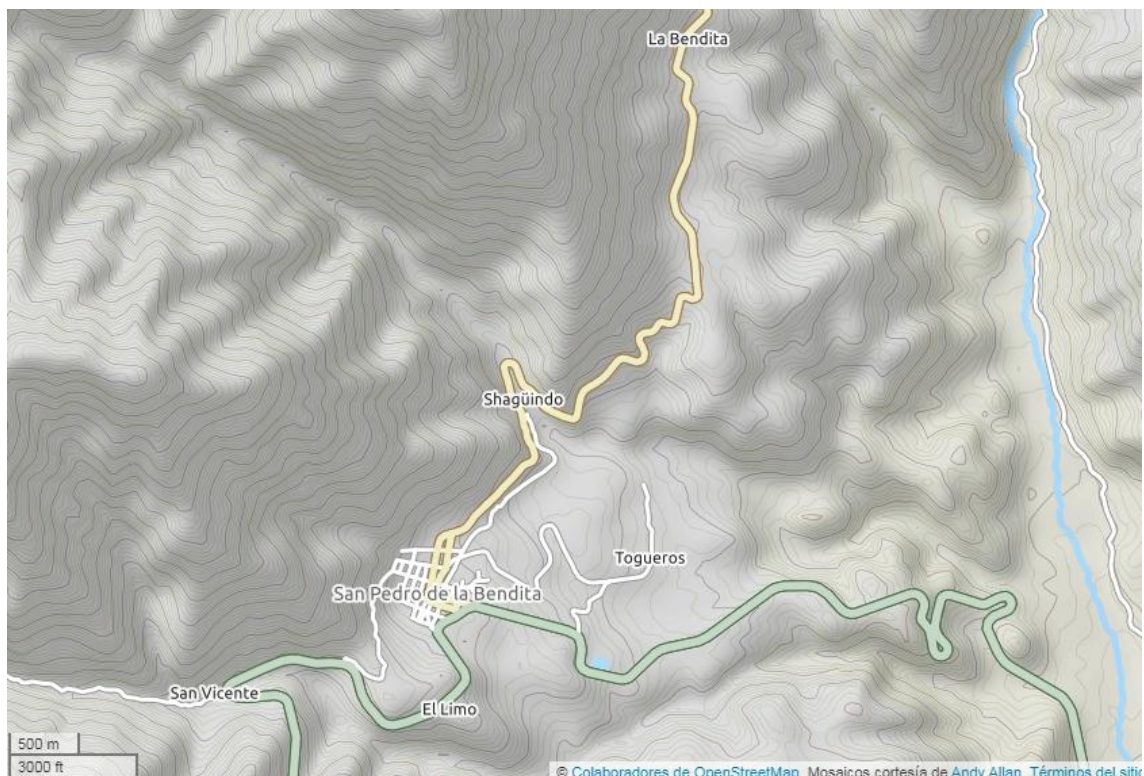
Fuente: (Equipo PDYOT, 2019) .

Elaboración: Autor.

Las coordenadas UTM de la parroquia San Pedro de la Bendita son las siguientes: X= 674030.299; Y= 9563900.601. La extensión territorial aproximada de la parroquia es de 147,71 Km².

Figura 23.

Ubicación geográfica de San Pedro de la Bendita.



Fuente: OpenStreetmap, 2020.

Elaboración: OpenStreetmap, 2020.

2.2. Contexto histórico

Figura 24.

Parroquia de San Pedro de la Bendita.



Fuente: Autor.

Elaboración: Autor.

San Pedro de la Bendita, pueblo fértil y pintoresco que se asienta en las faldas del importante URCUPUNTA; pequeño en lo material, pero grande en la generosidad de sus sentimientos, acogedor y magnífico por su clima maravilloso y hospitalario, por la hidalguía de la gente. La falta de documentos veraces no permite precisar fechas exactas, pero si históricamente conocemos que la población actual se debe a tres corrientes étnicas: La indígena, la Blanca y la mestiza.

Sobre los primeros descendientes de los paltas que se asentaron en las inmediaciones de las semiplanicies, ubicados sobre los cerros de URCUPUNTA y ACHUPALLAS y la actual cordillera de Las Chinchas, fundaron el pueblo de Zayazayo integrado por los indígenas de apellidos Yauri, Tenezaca, Saraguro, Tuza, Curipoma, incrementándose posteriormente con los Lima, Lapo, Chuquimarca, Lituma, entre otros.

Esta población indígena, soporto por varias décadas las inclemencias del tiempo, viéndose obligados a abandonar sus terruños por los rigores de la naturaleza de aquel entonces, tales como abundantes lluvias, fuertes e insoportables vientos, tempestades eléctricas, etc. En la búsqueda de un clima más benigno se trasladaron donde actualmente radica nuestra población, abandonando así, ZAYAZAYO sitio que en la actualidad se lo conoce con el nombre de: Pueblo Viejo”, donde aún existen sus ruinas, en medio de la leyenda de encantadas lagunas, cubiertas de policromos flora, el sacerdote que se lo llevo el viento, las campanas que sonaban en el cabuyal, todo esto

quedó sepultado en el recuerdo, junto con la tradición y el mito de sus pobladores al abandonar el lugar.

Estos pobladores indígenas, cuyos apellidos en su mayoría existen en la actualidad, en tiempos de la colonia formaron la agrupación denominada Comunidad.

La cual era dirigida por un Gobernador y un alcalde, que regentaba una vasta extensión de terreno baldío, donde la riqueza del suelo fue propicia para desarrollar una magnífica producción agropecuaria, posteriormente esta agrupación forma la comuna de San Pedro de la Bendita, cuyos derechos están de acuerdo con las leyes vigentes, las obtuvieron en el año de 1942.

La otra corriente étnica, formada por los denominados blancos y mestizos. Coincidieron en llegar a este sitio por las mismas razones que las anteriores, ya sea por la inclemencia de la naturaleza en los lugares donde vivían, según datos son las actuales poblaciones de Paltas, Catamayo, Chaguarpamba, sus apellidos correspondían a las familias Arias, Jaramillo, Córdova, quienes encontraron el clima ideal y exuberancia de sus suelos, por lo que fijaron su residencia.

Se cree que los fundadores de San Pedro de la Bendita Virgen María llegaron a estas tierras por la cordillera Occidental de los Andes, entre los años de 1540-1550.

Se crea la Parroquia eclesiástica de San Pedro en el año de 1779, por el arzobispo de Cuenca, en el año de 1906, pasa a hacer una Parroquia Civil, siendo el primer Teniente Político el señor Carlos Isaac Luzuriaga, abarcando una vasta extensión territorial que comprendía casi todo el Cantón Catamayo, que actualmente lo forman las jurisdicciones de las Parroquias: Catamayo, San Pedro de la Bendita, Guayquichuma y Zambí.

Por el clima templado y seco, se justifican las razones que tuvieron los moradores para seleccionar este pueblo; ya sea por la salud humana, criterio que lo confirman y recomiendan varios científicos estadounidenses e Ingleses, por su preocupación por el bienestar de la especie humana.

ORIGEN DEL NOMBRE DE SAN PEDRO DE LA BENDITA

Se originó de acuerdo con dos versiones:

Primera versión:

Lleva el nombre de San Pedro, en honor al Apóstol Pedro y Bendita por devoción a la Virgen Bendita de las Nieves, patrona del lugar y en cuyo honor se celebra una fiesta los días 3,4 y 5 de agosto.

Segunda versión:

El nombre de San Pedro, según personas ancianas de la localidad, es por el apóstol san Pedro y Bendita porque muchos años atrás existía una hacienda, la cual era muy grande y producía toda clase de productos, esta hacienda comprendía un extenso territorio que abarca: Ambocas, Chiguango, se extendió hasta el Cisne, Chuquiribamba inclusive Catacocha, el dueño de esta hacienda era el señor Carlos Riofrío, con el tiempo la dividieron en cuatro partes para darles a sus hijos como parte de la herencia, después

fue donada a los pobladores de Zayazayo (hoy Pueblo Viejo) por el mal tiempo que azotaba ese lugar.

Por la versión de algunas personas, cuando vinieron los pobladores de Zayazayo, solo encontraron la capilla que consistía en unos grandes adobes colocados uno sobre otros (GAD San Pedro de la Bendita, 2021).

2.3. Contexto biogeográfico ambiental

2.3.1. Clima

La Parroquia San Pedro de la Bendita cuenta con 2 tipos de clima entre los cuales tenemos:

- ECUATORIAL MESOTERMICO SECO. - con un 6475.3 hectáreas que representa el 43.8%, en los sectores de la Concha, el Sauce, el Limo, San Sebastián, las Chinchas, en los barrios Togueros y la Cabecera Parroquial.
- ECUATORIAL MESOTERMICO SEMI-HUMEDO.- con 8295.7 hectáreas que representa el 56.2%, en los sectores de Santiago, Cabra Corral, el Breo y el barrio el Tingo (Equipo PDYOT, 2019).

2.3.2. Temperatura-Precipitación

La parroquia San Pedro de la Bendita cuenta con 5 tipos de clases de intervalos de Temperatura (Isotermas) entre los cuales tenemos: (Equipo PDYOT, 2019)

- MUY BAJA. - con un rango de 14-16°C, con un área de 42.2 hectáreas que representan al 0.3%.
- BAJA. - con un rango de 16-18°C, con un área de 3480.7 hectáreas que representan al 23.6%, en el sector la Concha y el barrio Togueros.
- MEDIA. - con un rango de 18-20°C, con un área de 3261.7 hectáreas que representa al 22.1%, en los sectores del Sauce, el Limo, las Chinchas y la Cabecera Parroquial.
- ALTA. - con un rango de 20-22°C, con un área de 6343.3 hectáreas que representa al 42.9%, en los sectores de San Sebastián, Cabra Corral y Santiago.
- MUY ALTA. - con un rango de 22-24°C, con un área de 1643.1 hectáreas que representa al 11.1%, en el sector el Breo y el barrio el Tingo.

Según (Equipo PDYOT, 2019), la parroquia San Pedro de la Bendita cuenta con 3 tipos de clases de intervalos de Precipitación (Isoyetas) entre los cuales tenemos:

- BAJA. - con un rango de 500-750 mm, con un área de 8117.38 hectáreas que representan al 54.9%.
- MEDIA. - con un rango de 750-1000 mm, con un área de 6264.17 hectáreas que representa al 42.4%. en los sectores de la Concha, el Sauce, el Limo, las Chinchas, en los barrios de Togueros y la Cabecera Parroquial.
- ALTA. - con un rango de 1000 - 1250 mm, con un área de 389.44 hectáreas que representa al 2.6%, en los sectores de San Sebastián, Cabra Corral, Santiago, el Breo y el barrio el Tingo.

2.3.3. Vientos

Según el (GAD Catamayo, 2012), las corrientes que se recibe en la región sur y en el cantón Catamayo son corrientes de vientos alisios que ingresan y varían entre:

Tabla 7.

Velocidad del viento del Cantón Catamayo.

Velocidad del Viento	Valor
Velocidad media Anual	9 KT (KT = 1 nudo)
Velocidad Media máxima anual	35KT
Valor	47KT

Fuente: Datos recopilados en la estación meteorológica Catamayo, Año 1985 - 2008.

Elaboración: GAD Catamayo, 2012.

Según el nudo KT: es una unidad de velocidad que no pertenece al SI, igual a una milla náutica (1,852 km) por hora o 0,514 m/s. El nudo se acepta para su uso con el Sistema Internacional de Unidades (SI). En todo el mundo, el nudo se utiliza en meteorología, navegación náutica y aviación (Wikipedia, 2021).

Los vientos en el cantón Catamayo tiene promedios de velocidad mensual de 13.7 km/h, los vientos son fuertes en los meses de agosto y septiembre.

2.4. Análisis físico-natural

2.4.1. Topografía-relieve e hidrografía

Figura 25.

Relieve de San Pedro de la Bendita.



Fuente: Autor

Elaboración: Autor

Considerando la irregularidad del relieve que presenta la parroquia y las condicionantes topográficas observadas, se identificó que existen cinco tipos de pendientes, donde la zona con pendientes abruptas, montañoso se presenta en mayor porcentaje, mientras que las zonas con pendientes débil, plano o casi plano se presentan en menor porcentaje (Equipo PDYOT, 2019).

Según SEMPLADES 2014, la parroquia San Pedro de la Bendita, posee un área total de 14770,99 hectáreas de las cuales: El 3.1% (460.9 ha) posee un rango de pendiente que va de 0 – 5% cuya pendiente es DEBIL, PLANO O CASI PLANO, el 6.7% (993.03 ha) posee un rango de pendiente que va de 12 - 25% cuya pendiente es IRREGULAR, ONDULACION MODERADA, el 7.5% (1105.7 ha) posee un rango de pendiente que va de 25 - 50% cuya pendiente es FUERTES, COLINADO, el 18.5% (2727.7 ha) posee un rango de pendiente que va de 50 - 70% cuya pendiente es MUY FUERTES,

ESCARPADO, el 64.2% (9483.7 ha) posee un rango de pendiente que va de >70% cuya pendiente es ABRUPTAS, MONTAÑOSO.

Tabla 8.

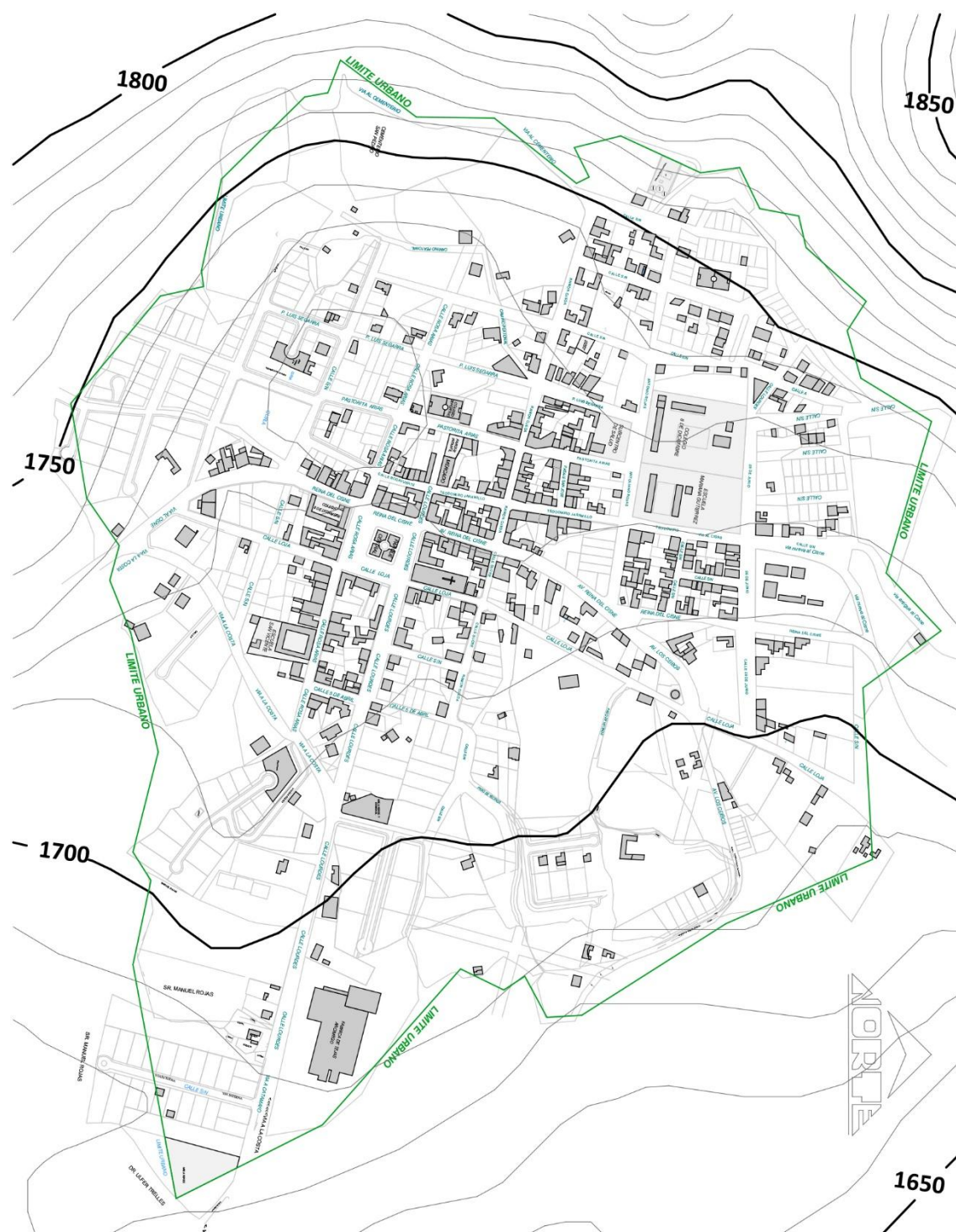
Pendientes de la parroquia San Pedro de la Bendita.

PENDIENTE	LOCALIZACIÓN	PENDIENTE %	ACTIVIDADES
Débil, plano o casi plano	Orillas del río Guayabal	3.1%	Uso agrícola
Irregular, ondulación moderada	Cabecera Parroquial; Togueros; El Limo	6.7%	Zona Urbana
Fuertes, colinado	El Breo; Cabra Corra	7.5%	Pastoreo caprino
Muy fuertes, escarpado	La Concha	18.5%	Agrícola y pastoreo bovino
Abruptas, montañoso	El Sauce; Las Chinchas; San Sebastián; Santiago	64.2%	Pastoreo bovino

Fuente: SENPLADES, 2014.

Elaboración: Equipo PDYOT, 2019.

Figura 26.
Mapa Topográfico y Relieve Urbano de San Pedro de la Bendita.



Fuente: GAD CATAMAYO, 2016.

Elaboración: Autor.

La zona urbana de la parroquia no posee hidrografía, sin embargo, el origen hidrográfico de sus alrededores lo constituye los Ríos el Guayabal y Catamayo que sirven de fuente de abastecimiento para irrigar los terrenos ubicados en la parte baja de la parroquia.

Las vertientes de sus alrededores desembocan en el río Guayabal, como son la quebrada el Sauce, la Concha y la vertiente de Tuares, las mismas que sirven como

fuentes de abastecimiento para el sistema de riego para las tierras que circundan en la cabecera parroquial (Equipo PDYOT, 2019).

Tabla 9.
Redes hídricas de la parroquia San Pedro de la Bendita.

Nombre	Descripción	Extensión
Q. El Sauce	Nace en el sector Mataperro - Agua fría y desemboca en el Río Guayabal, sirve para riego	9,11 Km
Q. de La Concha	Nace en el sector El pedregal-Pueblo Viejo-Duranda y desemboca en el Río Guayabal, está quebrada sirve de afluente para la captación de agua para la cabecera parroquial de San Pedro de la Bendita, y para riego del sector Togueros-Nomara.	11,2 Km
Q. Guacacocha	Nace en el sector de las Chinchas y desemboca en el Río Catamayo, sirve para riego	6,04 Km
Q. San Sebastián	Nace en el sector de San Sebastián y desemboca en el Río Catamayo, sirve para riego	6,5 Km
Q. El Naranjillo	Nace en el sector de Naranjillo y desemboca en el Guayabal	5,8 Km
R. Guayabal	Nace en la parte alta del El Cisne y desemboca en el Río Catamayo, sirve para riego	9,12 Km (Dentro de sus límites)
R. Catamayo	Nace en la parte Sur – Oriental de la Provincia de Loja, se alimenta de los ríos Yangana, Malacatos, Guayabal, desemboca en la represa de Poechos (Perú), sirve para riego y consumo humano	13,3Km (Dentro de sus límites)

Fuente: SENPLADES, 2014.

Elaboración: Equipo PDYOT, 2019.

2.4.1.1. Vegetación existente

Figura 27.

Vegetación existente en San Pedro de la Bendita.



Fuente: Autor.

Elaboración: Autor.

Según SENPLADES 2014, la parroquia de San Pedro de la Bendita cuenta con el siguiente sistema de cobertura vegetal: el 29.9% (4430.2 has) de área erosionada, el 5.03% (742.6 has) de 70% bosque intervenido / 30% pasto natural, el 0.8% (116.7 has) de cultivos de ciclo corto, el 3.3% (490.9 has) de 70% cultivos de ciclo corto / 30% pasto natural, el 2.3% (338.3 has) de caña de azúcar, el 1.7% (244.5 has) de pasto cultivado en áreas en proceso de erosión, el 36.4% (5373.2 has) de 70% pasto natural / 30% vegetación arbustiva, el 0.6% (90.4 has) de vegetación arbustiva en áreas con fuertes procesos erosivos, el 3.5% (517.02 has) de vegetación arbustiva en áreas en proceso de erosión, el 16.4% (2427.2 has) de 70% vegetación arbustiva / 30% pasto natural.

Tabla 10.

Cobertura vegetal de la Parroquia San Pedro de la Bendita.

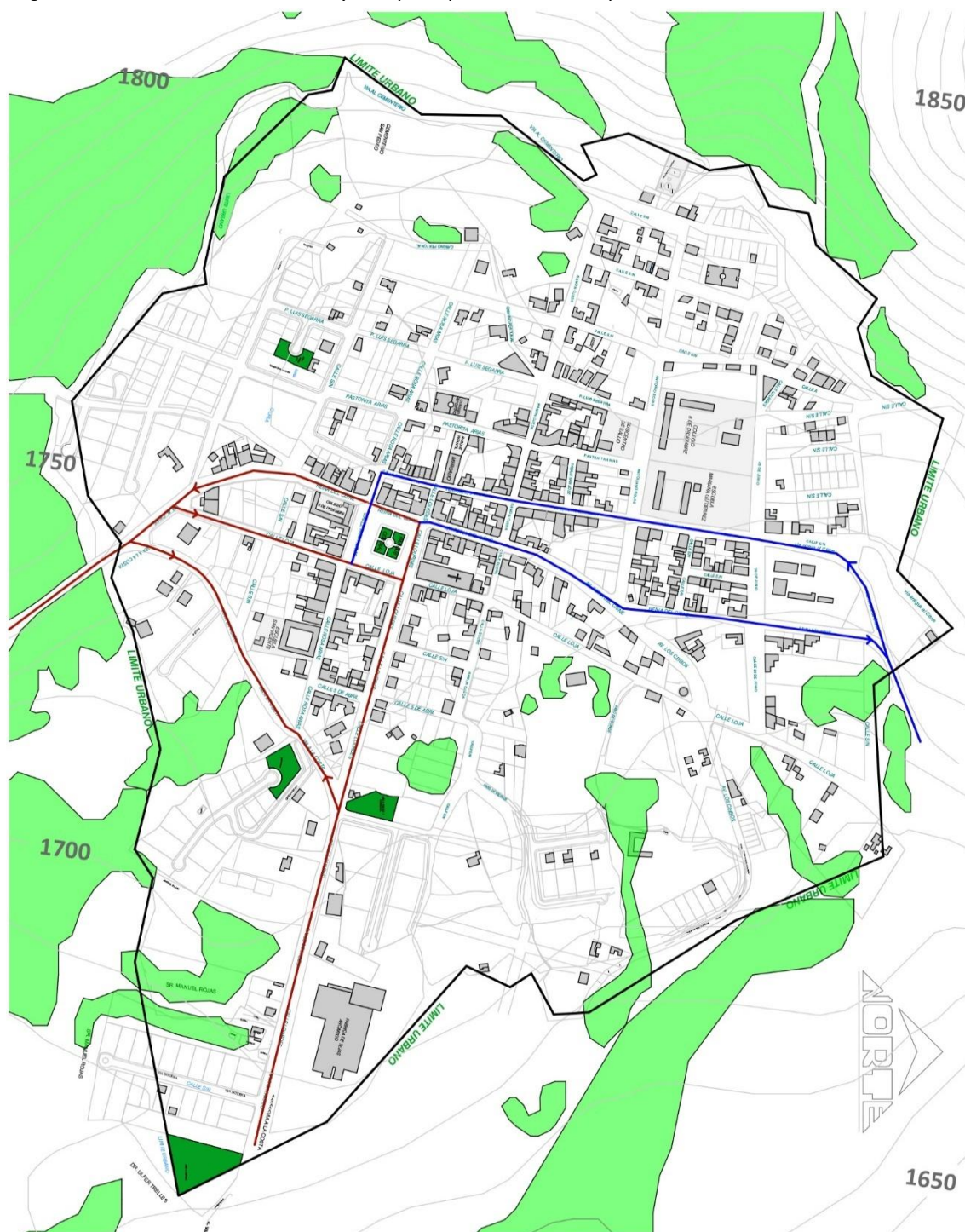
Cobertura	Principales usos	Porcentaje
Área erosionada	Tierras improductivas	29.9%
70% bosque intervenido / 30% pasto natural	Conservación y protección	5.03%
Cultivos de ciclo corto	Agrícola	0.8%
70% cultivos de ciclo corto / 30% pasto natural	Agropecuaria mixta	3.3%
Caña de azúcar	Agrícola	2.3%
Pasto cultivado en áreas en proceso de erosión	Pecuaria	1.7%
70% pasto natural / 30% vegetación arbustiva	Conservación y protección	36.4%

Vegetación arbustiva en áreas con fuertes procesos erosivos	Conservación y protección	0.6%
Vegetación arbustiva en áreas en proceso de erosión	Conservación y protección	3.5%
70% vegetación arbustiva / 30% pasto natural	Conservación y protección	16.4%

Fuente: SENPLADES, 2014.

Elaboración: (Equipo PDYOT, 2019).

Figura 28.
Vegetación existente, huella urbana y vías principales de la Parroquia San Pedro de la Bendita.



LEYENDA

- Vegetación existente
- Áreas verdes municipales
- Vía a la Costa (Calle Lourdes)
- Vía al Cisne (Av. Reina del Cisne)

Fuente: GAD CATAMAYO, 2016.

Elaboración: Autor

2.4.2. Viabilidad

La parroquia San Pedro de la Bendita se encuentra atravesada por la “Troncal de la Sierra y la Transversal Sur E35/E50 vía de primer orden, de pavimento rígido (hormigón) en el tramo Guayabal – San Pedro. A partir de la cabecera parroquial hasta el sector Las Chinchas posee asfalto hasta Macara, como también vía hacia EL Cisne.

La vialidad que comunica a la cabecera parroquial con el Cantón se encuentra en buen estado. En el caso de la vialidad interna de rodadura de tierra que conecta a la zona Urbana con Togueros y Shagüindo y hacia los sectores como El Tingo, Jirón, Chambellan, Alamala, Urushapa, El Guato, Mataperro, Tarapo, El Trigo, Santiago, Illaca tienen una conexión desde la carretera principal primaria por medio vías de tercer orden carrozables de tierra, sin embargo estas vías se deterioran en época invernal (Equipo PDYOT, 2019).

Figura 29.

Vías principales de la parroquia de San Pedro de la Bendita.



Fuente: OpenStreetmap, 2020.

Elaboración: Autor.

CAPÍTULO III

VIVIENDA

3.1. Asentamiento de viviendas

Según el catastro realizado por el Municipio de la ciudad de Catamayo del año 2016 de la parroquia San Pedro de la Bendita., la mayoría de las viviendas son de carácter unifamiliar, se emplazan principalmente en la zona centro, poseen un retiro ya sea frontal o posterior, el mismo que sirve como garaje o jardín e incluso algunas no poseen ningún tipo de vegetación.

En la mancha urbana realizada, se registran un total de 425 viviendas aproximadamente, las mismas que se diferencian por color según su tipología constructiva, siendo la más representativa la construcción contemporánea, mientras que el porcentaje restante corresponde a la construcción tradicional.

Las viviendas tradicionales se encuentran en menor número y están construidas en adobe (la mayoría), tapia y bahareque, ubicadas a pie de vereda, es decir sin ningún retiro de la calle, pero si con patios posteriores.

Las viviendas contemporáneas se encuentran en mayor número, construidas en hormigón y ladrillo con cubiertas de materiales actuales como zinc y fibrocemento, emplazándose a pie de calle y algunas con retiros tanto frontales como posteriores.

3.2. Criterios de selección de las viviendas

Para realizar el estudio de investigación se tomará en cuenta las viviendas con tipologías contemporáneas, previamente ya diferenciadas por color.

La selección dependerá de la clasificación tecnológica constructiva, diferenciada por la materialidad (variación entre la envolvente y la techumbre), y la clasificación por orientación como un factor muy importante, que determina el confort de una edificación, con estas clasificaciones se realizaran las simulaciones y las comparaciones entre los resultados obtenidos.

En lo que respecta a las viviendas contemporáneas, existen 303, las mismas que se distribuyen en: 121 de ladrillo-teja, 68 de ladrillo-zinc, 57 de ladrillo-losa, 51 de ladrillo-fibrocemento, 3 de bloque-fibrocemento y 3 de bloque-zinc.

Tabla 11.

Tipología constructiva de las viviendas contemporáneas de la Parroquia San Pedro de la Bendita.

TIPOLOGÍA CONSTRUCTIVA	# CANTIDAD	%PORCENTAJE
Ladrillo-Teja	121	39%
Ladrillo-Zinc	68	22%
Ladrillo-losa	57	20%
Ladrillo-Fibrocemento	51	17%
Bloque-Fibrocemento	3	1%
Bloque-Zinc	3	1%

Fuente: Autor.

Elaboración: Autor.

3.2.1. Clasificación tecnológica-constructiva

La clasificación tecnológica-constructiva se ha diferenciado por color a manera de mosaico urbano, según las variantes de la materialidad como es la envolvente y la cubierta, identificando así envolventes como: ladrillo y bloque; y cubiertas de: teja, zinc, fibrocemento y losa.

Se identificaron 7 variables tecnológicas constructivas como son: Ladrillo-Teja, Ladrillo-Zinc, Ladrillo-Losa, Ladrillo-Fibrocemento, Bloque-Fibrocemento y Bloque-Zinc, cuya cantidad se muestra en la tabla 12.

Tabla 12.

Materialidad de las viviendas contemporáneas de la Parroquia San Pedro de la Bendita.

ENVOLVENTE	CUBIERTA	#VIVIENDAS
Ladrillo	Teja	121
Ladrillo	Zinc	68
Ladrillo	Losa	57
Ladrillo	Fibrocemento	51
Bloque	Fibrocemento	3
Bloque	Zinc	3
TOTAL		303

Fuente: Autor.

Elaboración: Autor.

Figura 30.

Tipología constructiva de viviendas contemporáneas de la Parroquia San Pedro de la Bendita.



Construcción contemporánea

- Ladrillo-Teja
- Ladrillo-Zinc
- Ladrillo-Losa
- Ladrillo-Fibrocemento
- Bloque-Fibrocemento
- Bloque-Zinc

Construcción tradicional

- Tapia-Teja
- Tapia-Zinc
- Adobe-Teja
- Adobe-Zinc
- Bahareque-Teja

Fuente: GAD CATAMAYO, 2016.

Elaboración: Autor.

3.2.2. Clasificación por orientación

Para clasificar las viviendas según su orientación se utilizó la estrategia de mosaico urbano diferenciándolas por color. Para clasificar la orientación se consideró la fachada de la vivienda que da en su mayoría hacia la calle, es decir se adaptan a las vías trazadas.

Del total de 303 viviendas contemporáneas que existen en la parroquia, 60 están orientadas hacia el Noreste, 87 al Sureste, 93 al Noroeste, y 61 al Suroeste, tal como se muestran en el mapa. La dirección del viento principalmente se da al Noreste y Sureste, con una velocidad promedio de 13.7 Km/h.

Existen 4 tipos de orientación, pues las viviendas se adaptan a los ejes viales, en donde la mayoría se orientan en dirección NOROESTE, cubriéndose de los vientos del noreste y sureste, como también las viviendas que se ubican al SURESTE. Las viviendas que se ubican en dirección SURESTE están expuestas a los vientos predominantes al igual que las que se ubican al NORESTE, afectado probablemente la comodidad térmica de la vivienda, por ello la importancia de identificarlas.

Tabla 13.

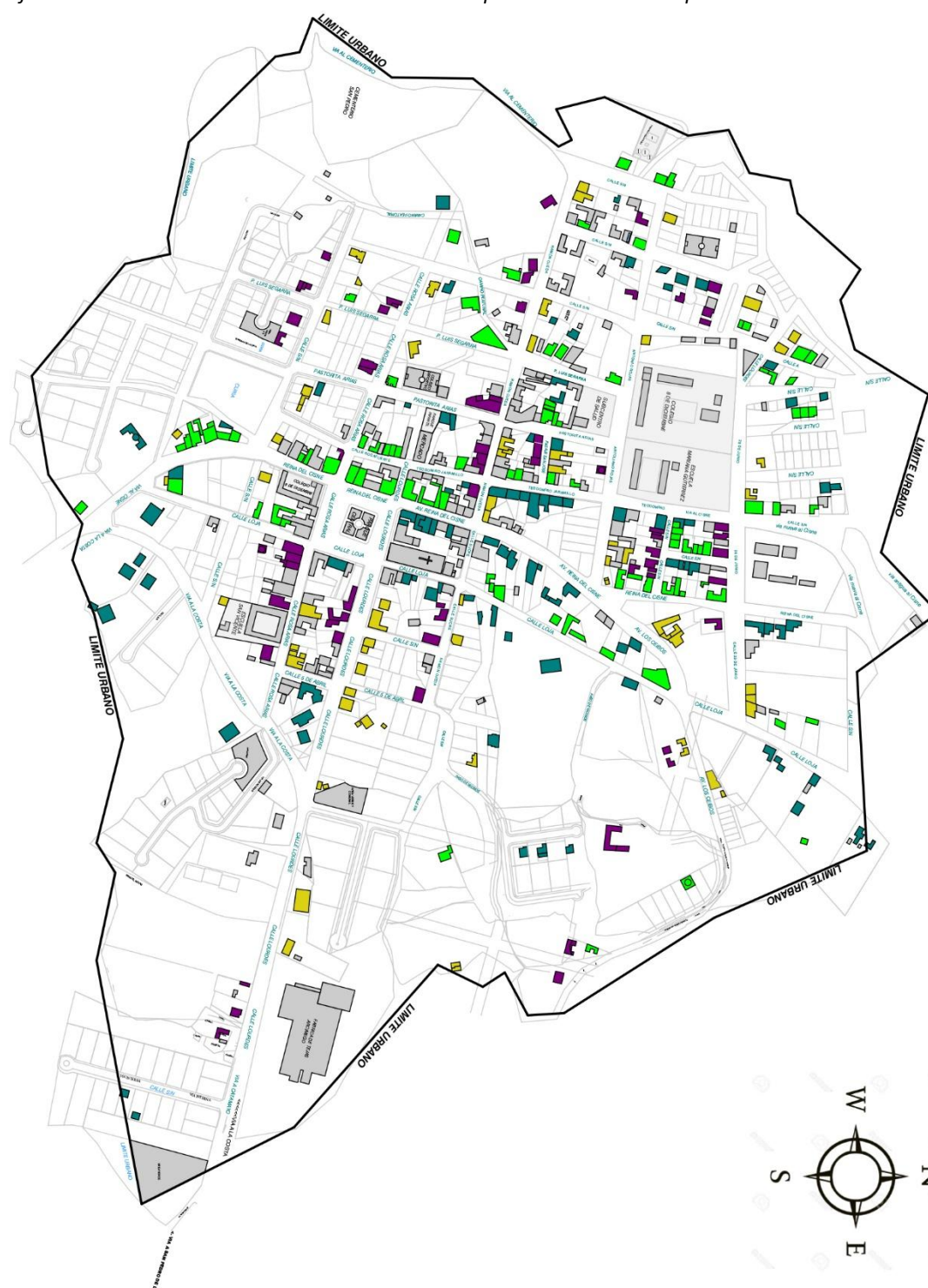
Clasificación de la orientación de las viviendas contemporáneas de la Parroquia San Pedro de la Bendita.

ORIENTACIÓN	#VIVIENDAS
NORTE	60
SUR	61
ESTE	89
OESTE	93
TOTAL	303

Fuente: Autor.

Elaboración: Autor.

Figura 31.
Clasificación de la orientación de las viviendas contemporáneas de la Parroquia San Pedro de la Bendita.



LEYENDA

- NORTE
- SUR
- ESTE
- OESTE

Fuente: GAD CATAMAYO, 2016.

Elaboración: Autor.

3.3. Selección de viviendas

Debido a la cantidad de las viviendas existentes en la parroquia, las dos clasificaciones tanto la tecnológica- constructiva que son 7, como la orientación de las viviendas que son 4, se ha considerado necesario para hacer la simulación, escoger plantas arquitectónicas similares de un piso para que los resultados sean más coherentes.

A demás, según la Norma Técnica Ecuatoriana de la edificación (NEC-11, 2011), la orientación de las fachadas de las viviendas recomendada en esta parte de la ciudad de Loja es dirección NORTE y SUR, ya que evitan exposición directa solar en la mañana y en la tarde y son susceptibles de manera fácil de ser protegidas de la insolación de medio día. Es por ello que se considera que las viviendas orientadas a esta dirección poseen mejor confort térmico y por ende no se las utilizará en las simulaciones.

Entonces para el estudio de las simulaciones de las viviendas se considerará las orientaciones de las fachadas ESTE y OESTE, con planta arquitectónica similar, debido a que es una orientación que no es óptima para este tipo de clima y conocer que tipología tecnológica-constructiva se adapta mejor en el comportamiento del confort en el interior de la vivienda.

Se tomará en cuenta 4 tipologías de tecnológica-constructiva como son: Ladrillo-teja, Ladrillo-Zinc, Ladrillo-Losa, y Ladrillo-fibrocemento. Las tipologías de viviendas construidas en Bloque- Fibrocemento que son 3 y Bloque-Zinc que son 3, no se las tomará en cuenta debido a que solo existe una vivienda de un piso ubicada en la orientación a estudiar, y además solo existen viviendas de dos pisos, en donde solo el segundo piso es de bloque y el primero de ladrillo, variando en la cubierta tanto de fibrocemento como zinc.

Figura 32.

Tipología de Vivienda de Bloque-Zinc, segundo piso



Fuente: Autor.

Elaboración: Autor.

Figura 33.

Única tipología de Vivienda de Bloque-fibroceemento.


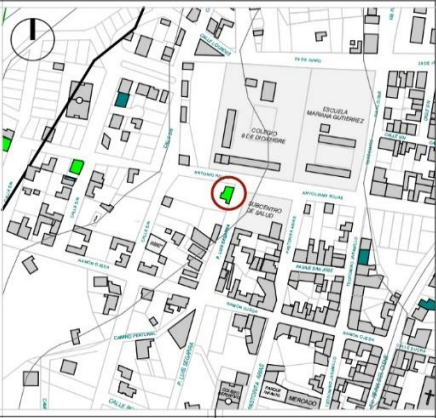

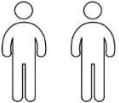

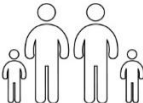











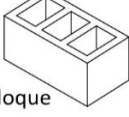

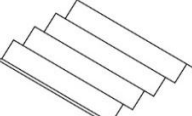

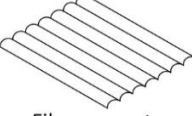
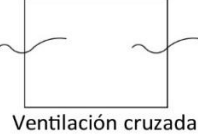



Fuente: Autor.

Elaboración: Autor.

Para el estudio de las viviendas seleccionadas, se realizó un análisis individual mediante una ficha de caracterización en la que consta la ubicación, el número de personas que habitan en ella, la forma de implantación, sistema constructivo, y si la vivienda cuenta con algún sistema de aprovechamiento pasivo, para poder recopilar toda la información necesaria para entender el comportamiento de la vivienda con el ambiente que le rodea.

Figura 34.
Ficha característica vivienda, tipología #1.

TIPOLOGÍA 1			UBICACIÓN	
				
NÚMERO DE HABITANTES	FORMA DE IMPLANTACIÓN	ORIENTACIÓN	SISTEMA CONSTRUCTIVO	APROVECHAMIENTO PASIVO
      	 A nivel  Bajo nivel  Sobre nivel	  Fachada Este   Fachada Oeste	ENVOLVENTE  Ladrillo  Bloque CUBIERTA  Teja  Zinc  Losa  Fibrocemento	 Ventilación cruzada  Patio térmico

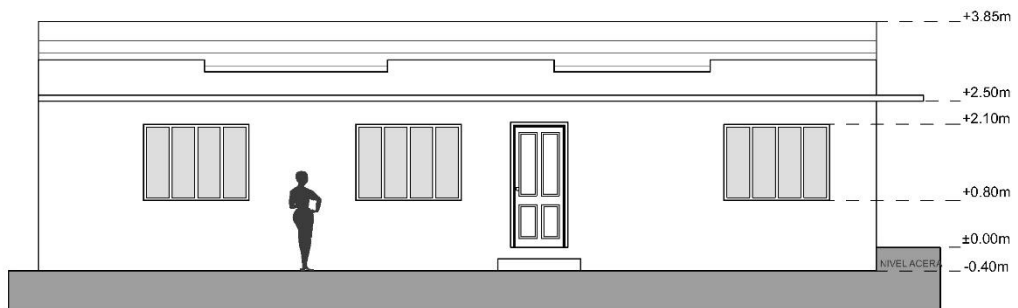
Fuente: Autor.
 Elaboración: Autor.

Figura 35.
Plano de la vivienda lámina 1.



PLANTA ÚNICA

ESC. 1:100

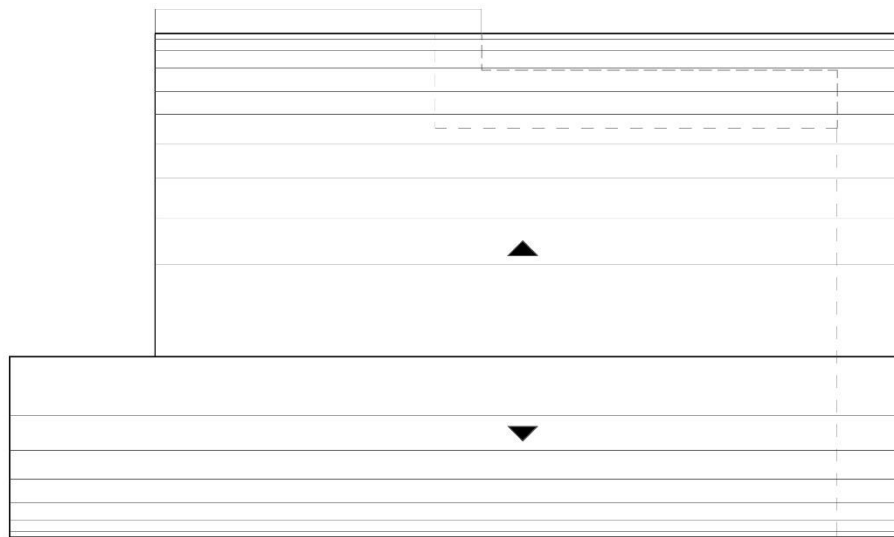


FACHADA FRONTAL

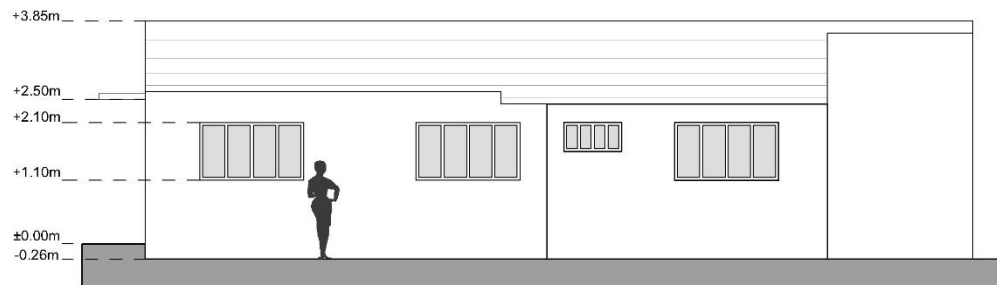
ESC. 1:100

Fuente: Autor.
Elaboración: Autor.

Figura 36.
Plano de la vivienda lámina 2.







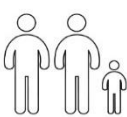

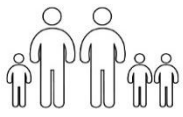









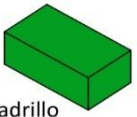
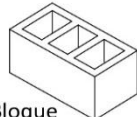

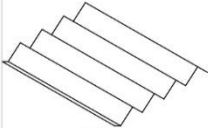
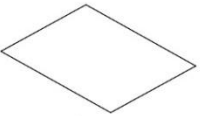
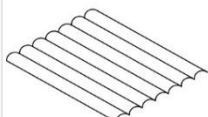
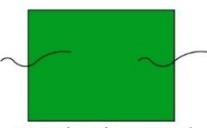

PLANTA CUBIERTA TEJA
ESC. 1:100



FACHADA POSTERIOR
ESC. 1:100

Fuente: Autor.
Elaboración: Autor.

Figura 37.
 Ficha característica vivienda, tipología #2.

TIPOLOGÍA 2			UBICACIÓN	
				
NÚMERO DE HABITANTES	FORMA DE IMPLANTACIÓN	ORIENTACIÓN	SISTEMA CONSTRUCTIVO	APROVECHAMIENTO PASIVO
      	 A nivel  Bajo nivel  Sobre nivel	  Fachada Este   Fachada Oeste	ENVOLVENTE  Ladrillo  Bloque CUBIERTA  Teja  Zinc  Losa  Fibrocemento	 Ventilación cruzada  Patio térmico

Fuente: Autor.
 Elaboración: Autor.

Figura 38.
Plano de la vivienda lámina 1.



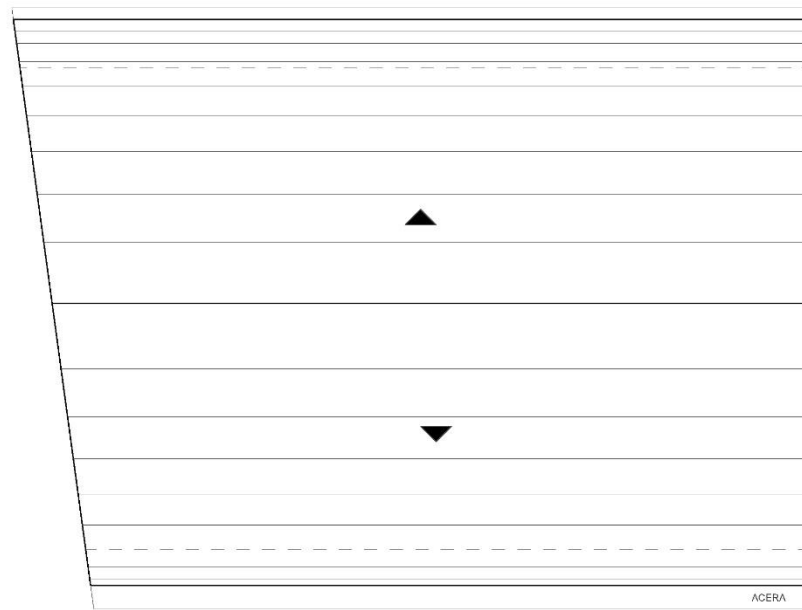
PLANTA ÚNICA
ESC. 1:100



FACHADA FRONTAL
ESC. 1:100

Fuente: Autor.
Elaboración: Autor.

Figura 39.
Plano de la vivienda lámina 2.






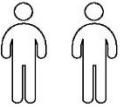
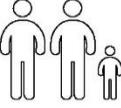













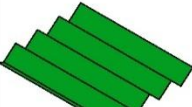
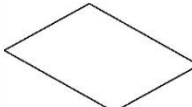
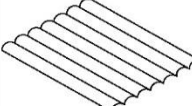


PLANTA CUBIERTA TEJA
ESC. 1:100



FACHADA POSTERIOR
ESC. 1:100

Fuente: Autor.
Elaboración: Autor.

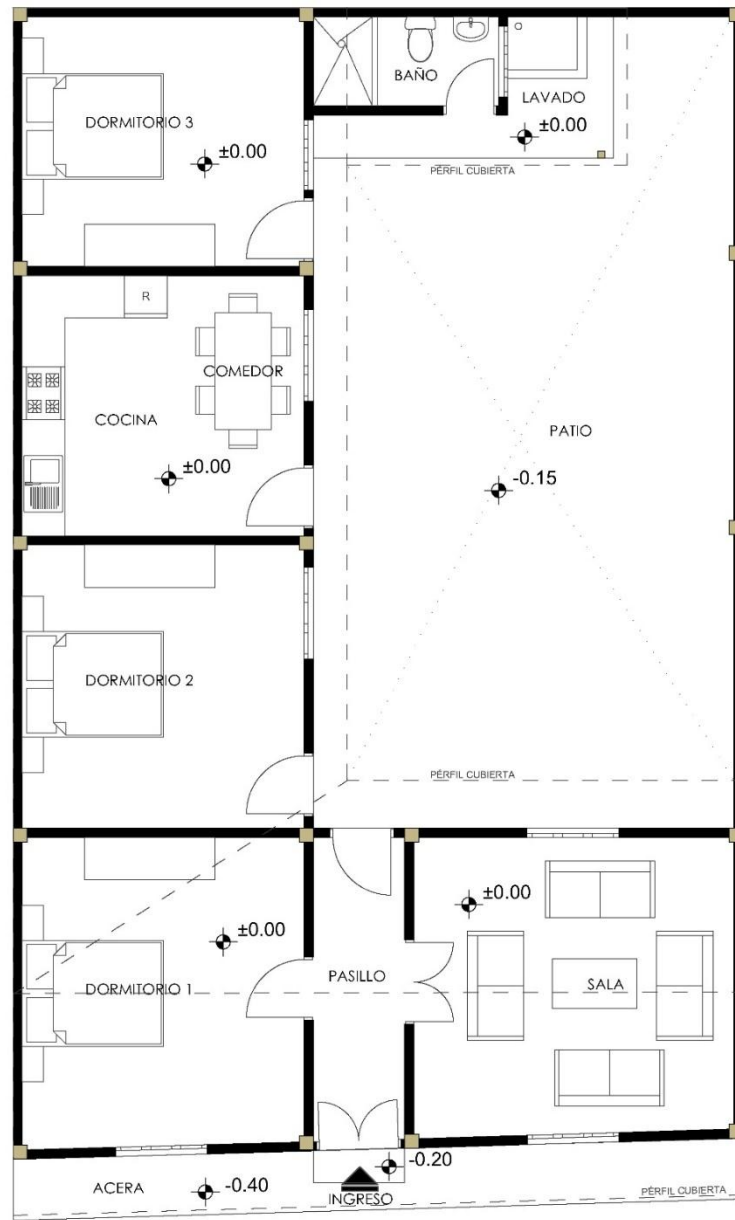
Figura 40.
 Ficha característica vivienda, tipología #3.

TIPOLOGÍA 3			UBICACIÓN	
				
NÚMERO DE HABITANTES	FORMA DE IMPLANTACIÓN	ORIENTACIÓN	SISTEMA CONSTRUCTIVO	APROVECHAMIENTO PASIVO
     	 A nivel  Bajo nivel  Sobre nivel	  Fachada Este   Fachada Oeste	ENVOLVENTE  Ladrillo  Bloque CUBIERTA  Teja  Zinc  Losa  Fibrocemento	 Ventilación cruzada  Patio térmico

Fuente: Autor.

Elaboración: Autor.

Figura 41.
Plano de la vivienda lámina 1.



PLANTA ÚNICA

ESC. 1:100

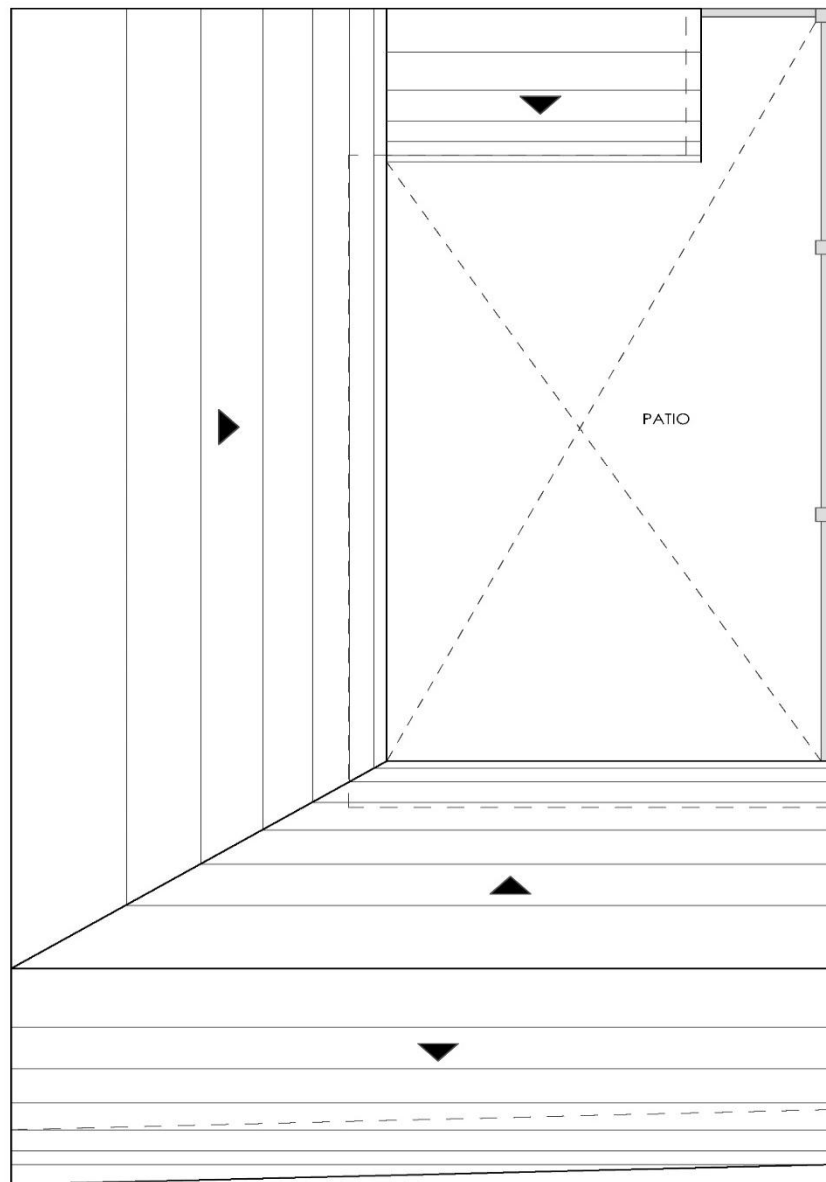


FACHADA FRONTAL

ESC. 1:100

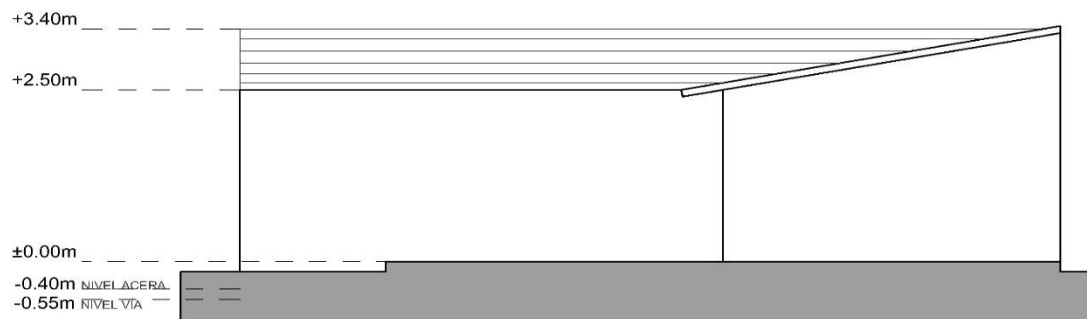
Fuente: Autor.
Elaboración: Autor.

Figura 42.
Plano de la vivienda lámina 2.



PLANTA CUBIERTA ZINC

ESC. 1:100


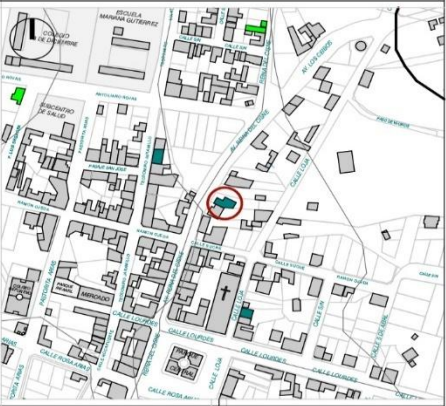

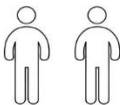












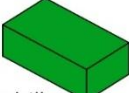
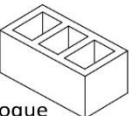

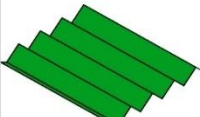
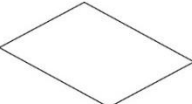
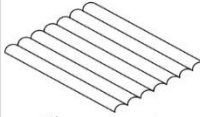
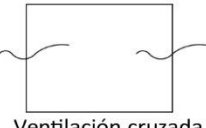
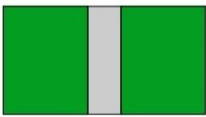


FACHADA POSTERIOR

ESC. 1:100

Fuente: Autor.
Elaboración: Autor.

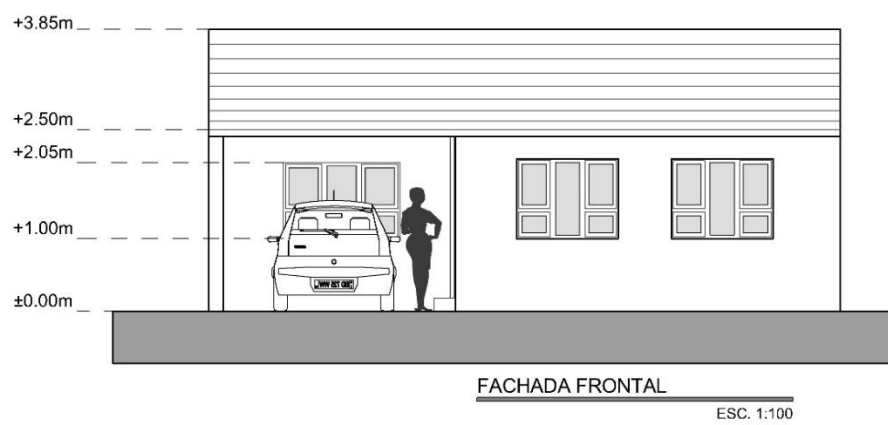
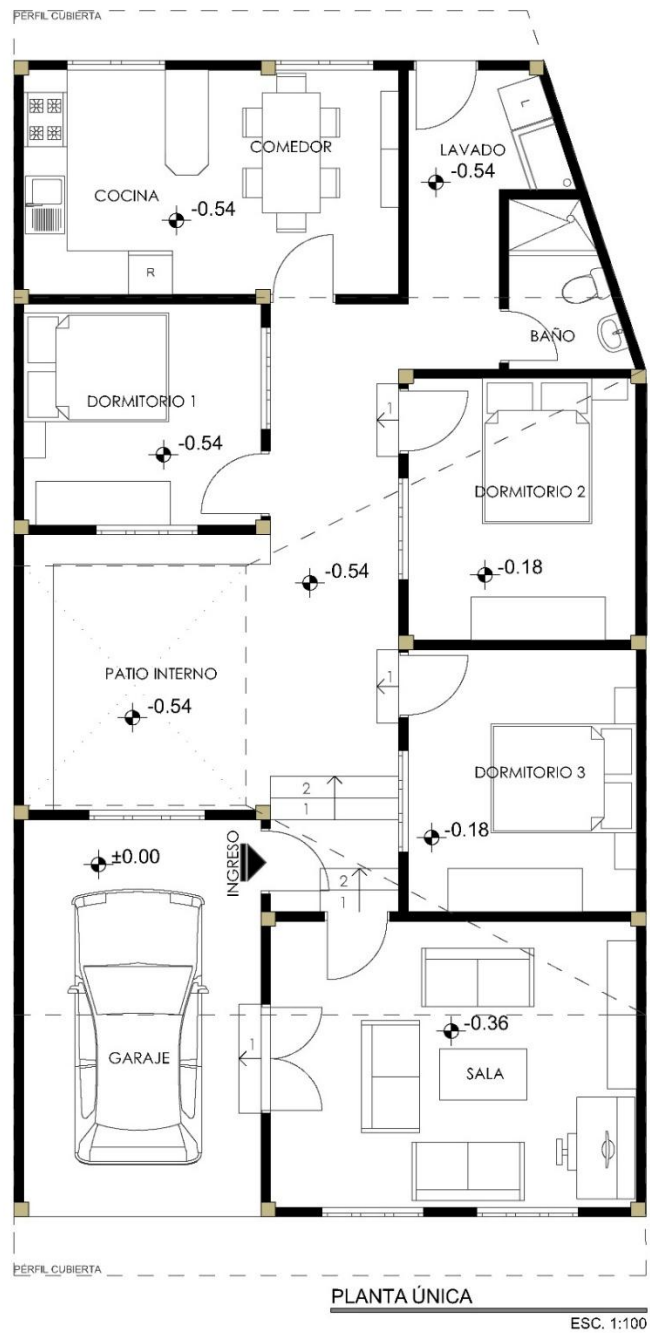
Figura 43.
 Ficha característica vivienda, tipología #4.

TIPOLOGÍA 4			UBICACIÓN	
				
NÚMERO DE HABITANTES	FORMA DE IMPLANTACIÓN	ORIENTACIÓN	SISTEMA CONSTRUCTIVO	APROVECHAMIENTO PASIVO
      	 A nivel  Bajo nivel  Sobre nivel	  Fachada Este   Fachada Oeste	ENVOLVENTE  Ladrillo  Bloque CUBIERTA  Teja  Zinc  Losa  Fibrocemento	 Ventilación cruzada  Patio térmico

Fuente: Autor.

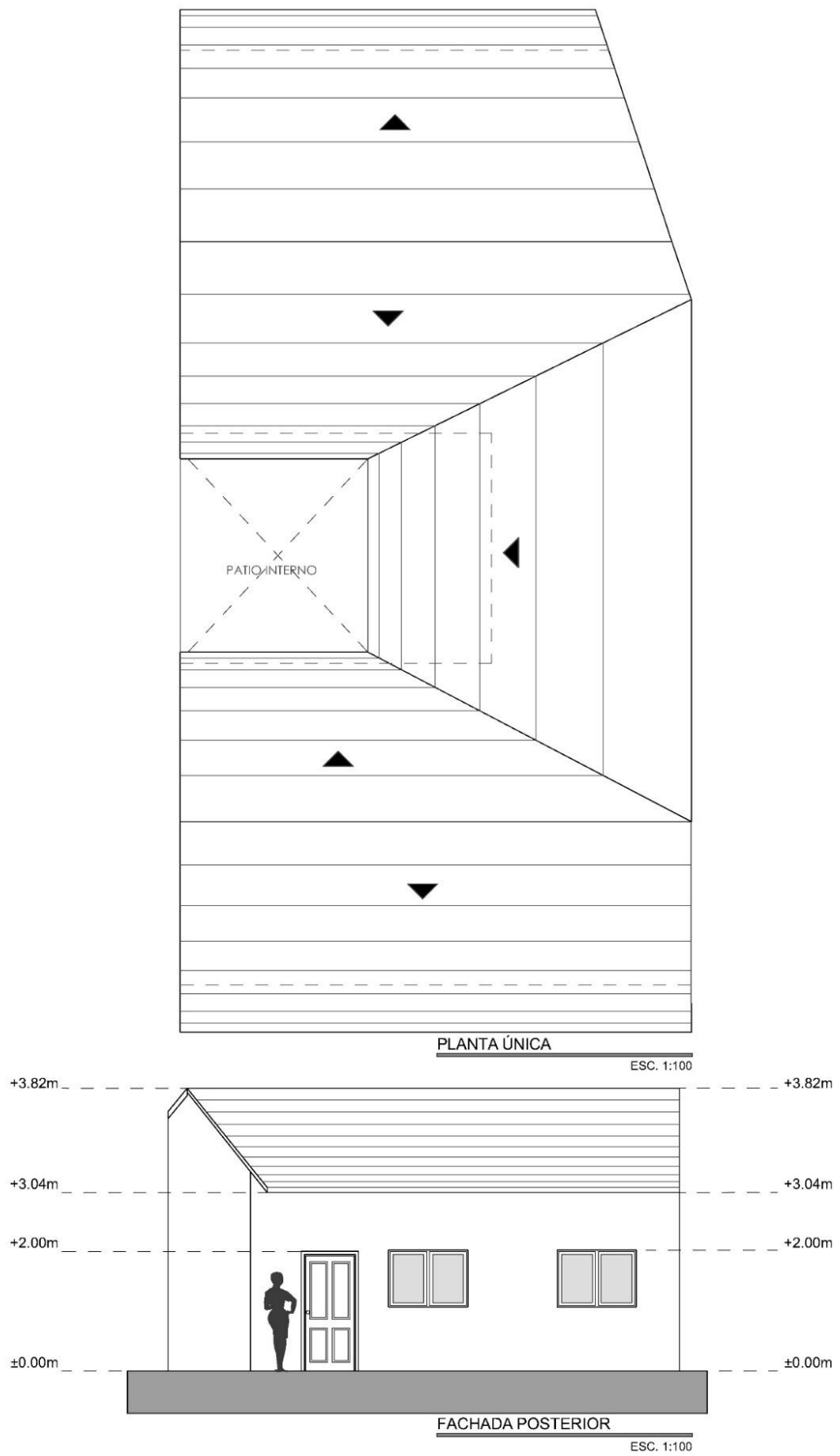
Elaboración: Autor.

Figura 44.
Plano de la vivienda lámina 1.






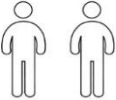

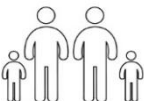





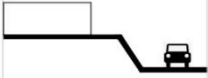




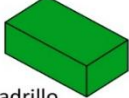
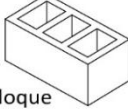

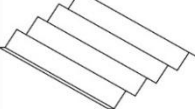
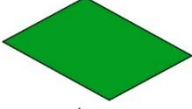
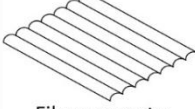
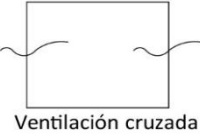
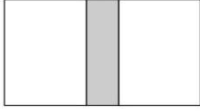
Fuente: Autor.
Elaboración: Autor.

Figura 45.
Plano de la vivienda lámina 2.



Fuente: Autor.
Elaboración: Autor.

Figura 46.
Ficha característica vivienda, tipología #5.

TIPOLOGÍA 5			UBICACIÓN	
				
NÚMERO DE HABITANTES	FORMA DE IMPLANTACIÓN	ORIENTACIÓN	SISTEMA CONSTRUCTIVO	APROVECHAMIENTO PASIVO
      	 <p>A nivel</p>  <p>Bajo nivel</p>  <p>Sobre nivel</p>	  <p>Fachada Este</p>   <p>Fachada Oeste</p>	<p>ENVOLVENTE</p>  <p>Ladrillo</p>  <p>Bloque</p> <p>CUBIERTA</p>  <p>Teja</p>  <p>Zinc</p>  <p>Losa</p>  <p>Fibrocemento</p>	 <p>Ventilación cruzada</p>  <p>Patio térmico</p>

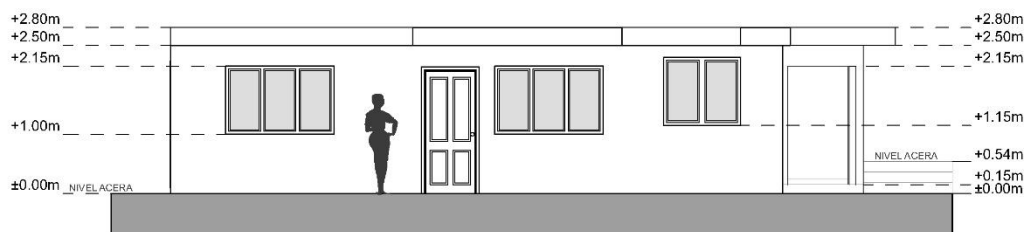
Fuente: Autor.
 Elaboración: Autor.

Figura 47.
Plano de la vivienda lámina 1.



PLANTA ÚNICA

ESC. 1:100

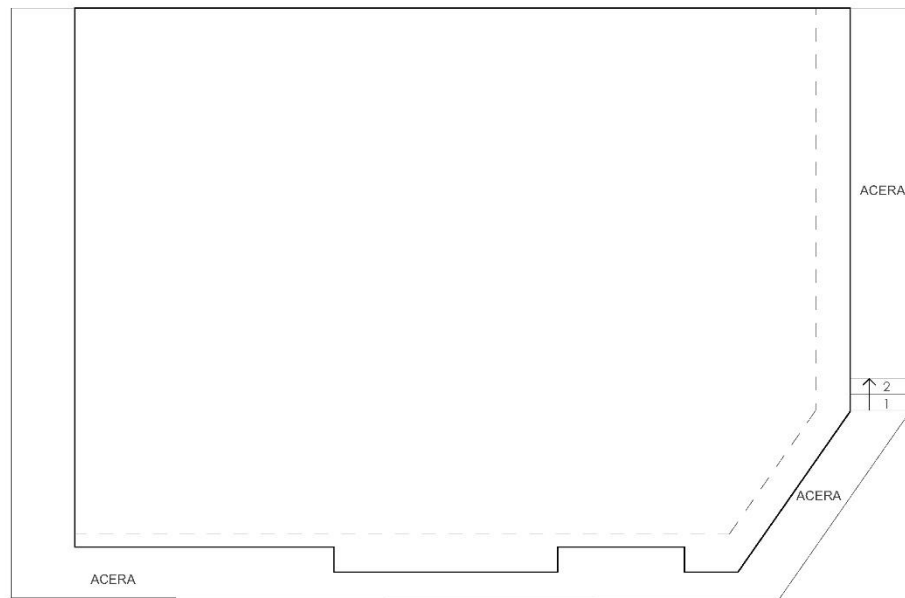


FACHADA FRONTAL

ESC. 1:100

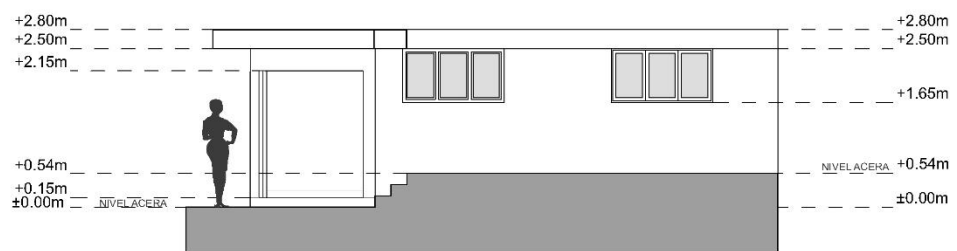
Fuente: Autor.
Elaboración: Autor.

Figura 48.
Plano de la vivienda lámina 2.



PLANTA CUBIERTA LOSA

ESC. 1:100




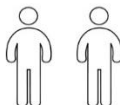

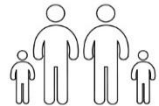







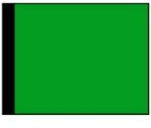
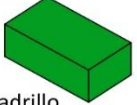
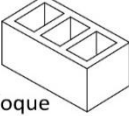

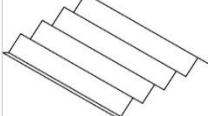

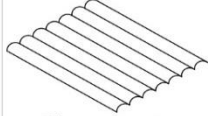




FACHADA LATERAL DERECHA

ESC. 1:100

Fuente: Autor.
Elaboración: Autor.

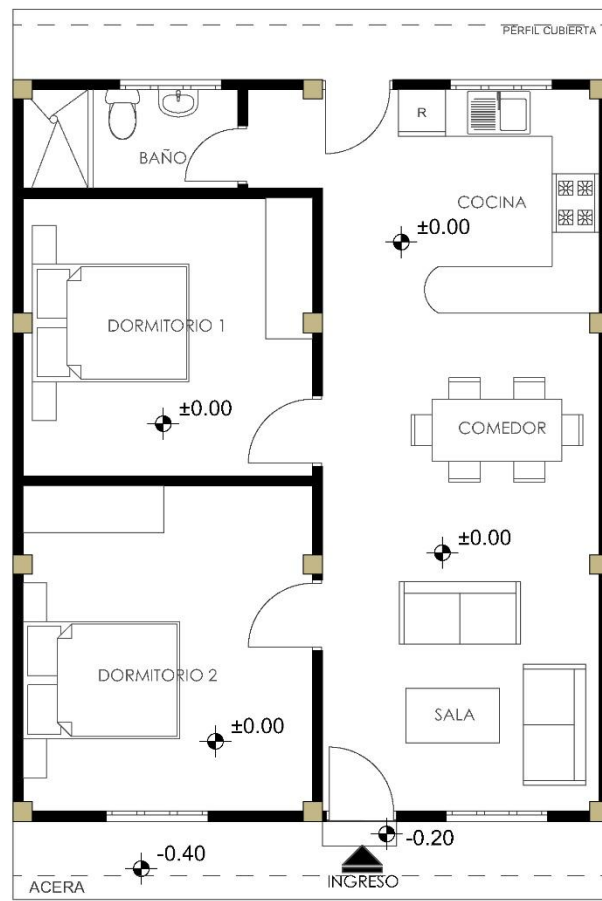
Figura 49.
 Ficha característica vivienda, tipología #6.

TIPOLOGÍA 6			UBICACIÓN	
				
NÚMERO DE HABITANTES	FORMA DE IMPLANTACIÓN	ORIENTACIÓN	SISTEMA CONSTRUCTIVO	APROVECHAMIENTO PASIVO
      	 A nivel  Bajo nivel  Sobre nivel	 Fachada Este  Fachada Oeste	ENVOLVENTE  Ladrillo  Bloque CUBIERTA  Teja  Zinc  Losa  Fibrocemento	 Ventilación cruzada  Patio térmico

Fuente: Autor.

Elaboración: Autor.

Figura 50.
Plano de la vivienda lámina 1.



PLANTA ÚNICA

ESC. 1:100

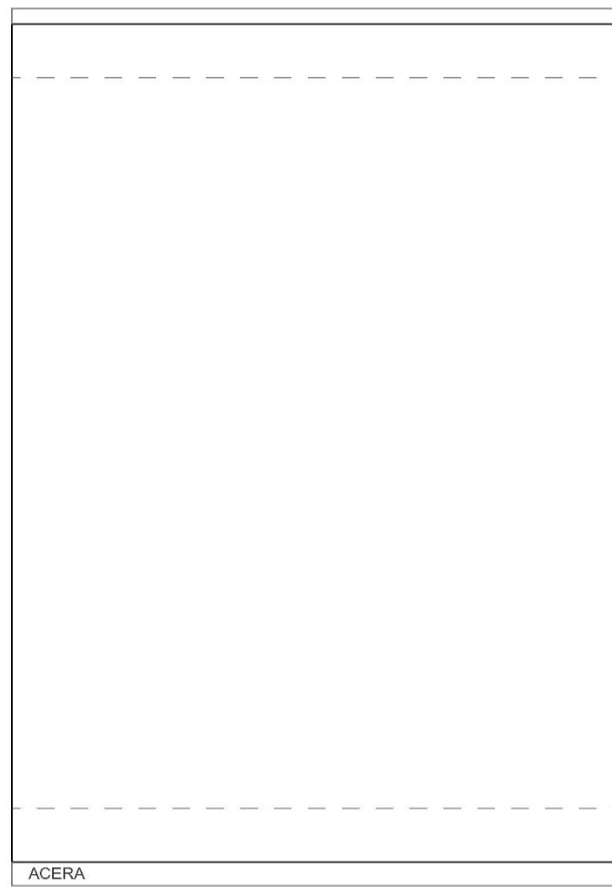


FACHADA FRONTAL

ESC. 1:100

Fuente: Autor.
Elaboración: Autor.

Figura 51.
Plano de la vivienda lámina 2.



PLANTA CUBIERTA LOSA

ESC. 1:100


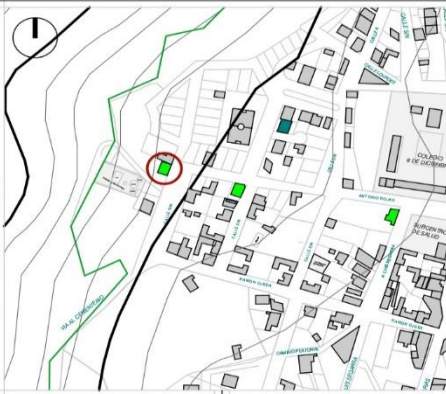

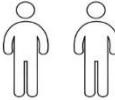
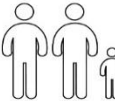




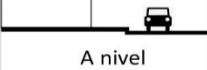






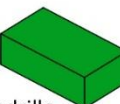


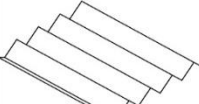
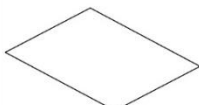
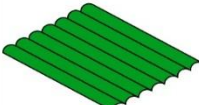




FACHADA POSTERIOR

ESC. 1:100

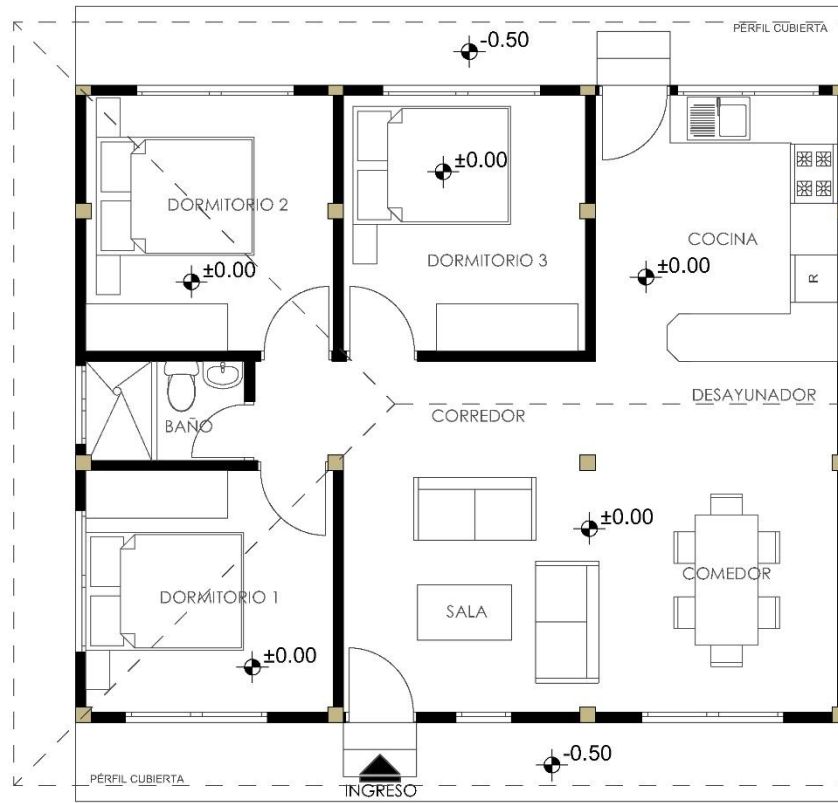
Fuente: Autor.
Elaboración: Autor.

Figura 52.
Ficha característica vivienda, tipología #7.

TIPOLOGÍA 7			UBICACIÓN	
				
NÚMERO DE HABITANTES	FORMA DE IMPLANTACIÓN	ORIENTACIÓN	SISTEMA CONSTRUCTIVO	APROVECHAMIENTO PASIVO
      	 A nivel  Bajo nivel  Sobre nivel	  Fachada Este   Fachada Oeste	ENVOLVENTE  Ladrillo  Bloque CUBIERTA  Teja  Zinc  Losa  Fibrocemento	 Ventilación cruzada  Patio térmico

Fuente: Autor.
 Elaboración: Autor.

Figura 53.
Plano de la vivienda lámina 1.



PLANTA ÚNICA

ESC. 1:100

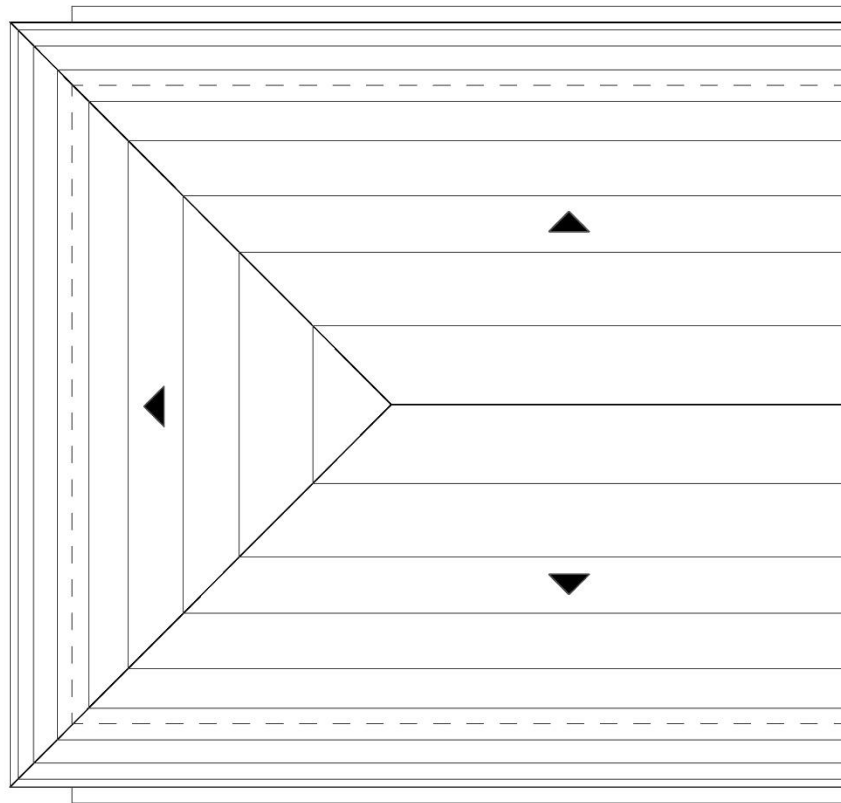


FACHADA FRONTAL

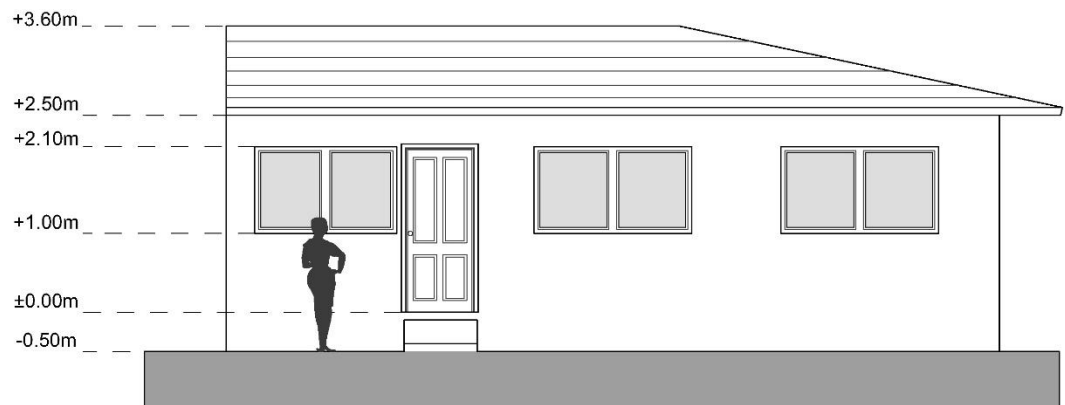
ESC. 1:100

Fuente: Autor.
Elaboración: Autor.

Figura 54.
Plano de la vivienda lámina 2.



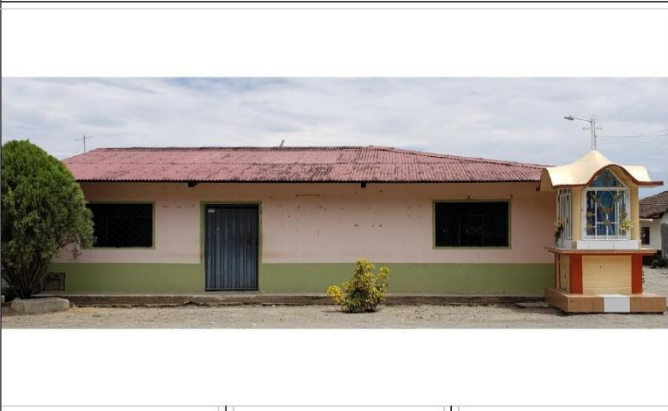
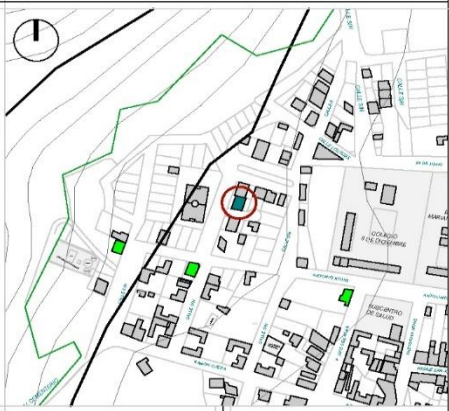

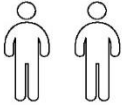
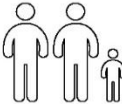

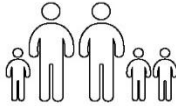










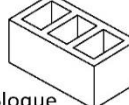

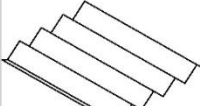
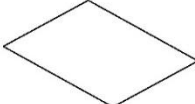
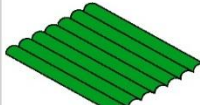
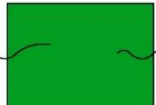
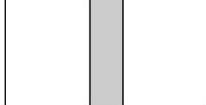
PLANTA CUBIERTA FIBROCEMENTO
ESC. 1:100



FACHADA POSTERIOR
ESC. 1:100

Fuente: Autor.
Elaboración: Autor.

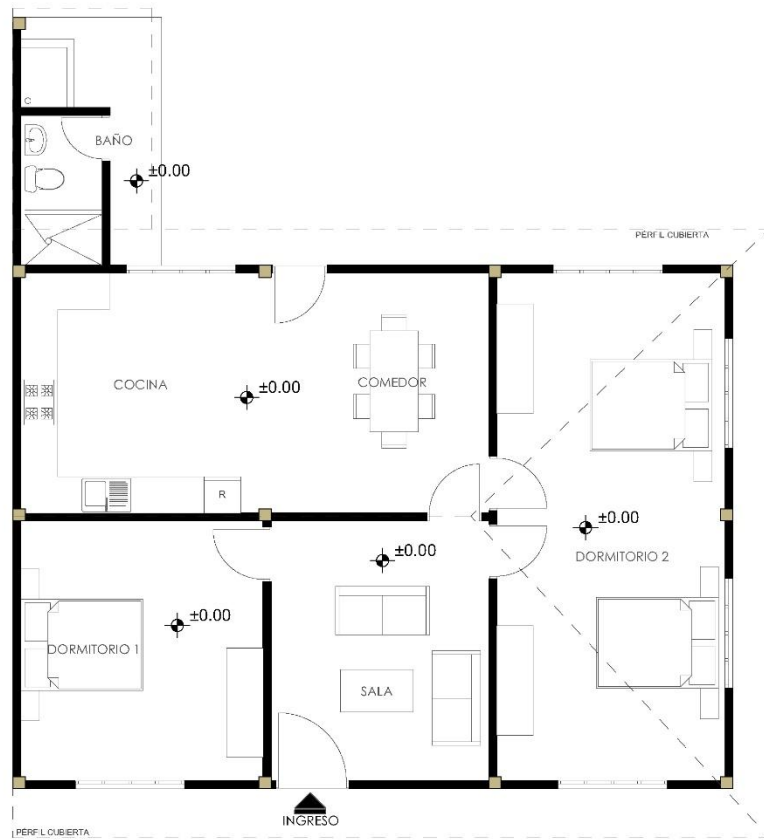
Figura 55.
Ficha característica vivienda, tipología #8.

TIPOLOGÍA 8			UBICACIÓN	
				
NÚMERO DE HABITANTES	FORMA DE IMPLANTACIÓN	ORIENTACIÓN	SISTEMA CONSTRUCTIVO	APROVECHAMIENTO PASIVO
      	 <p>A nivel</p>  <p>Bajo nivel</p>  <p>Sobre nivel</p>	  <p>Fachada Este</p>   <p>Fachada Oeste</p>	<p>ENVOLVENTE</p>  <p>Ladrillo</p>  <p>Bloque</p> <p>CUBIERTA</p>  <p>Teja</p>  <p>Zinc</p>  <p>Losa</p>  <p>Fibrocemento</p>	 <p>Ventilación cruzada</p>  <p>Patio térmico</p>

Fuente: Autor.

Elaboración: Autor.

Figura 56.
Plano de la vivienda lámina 1.



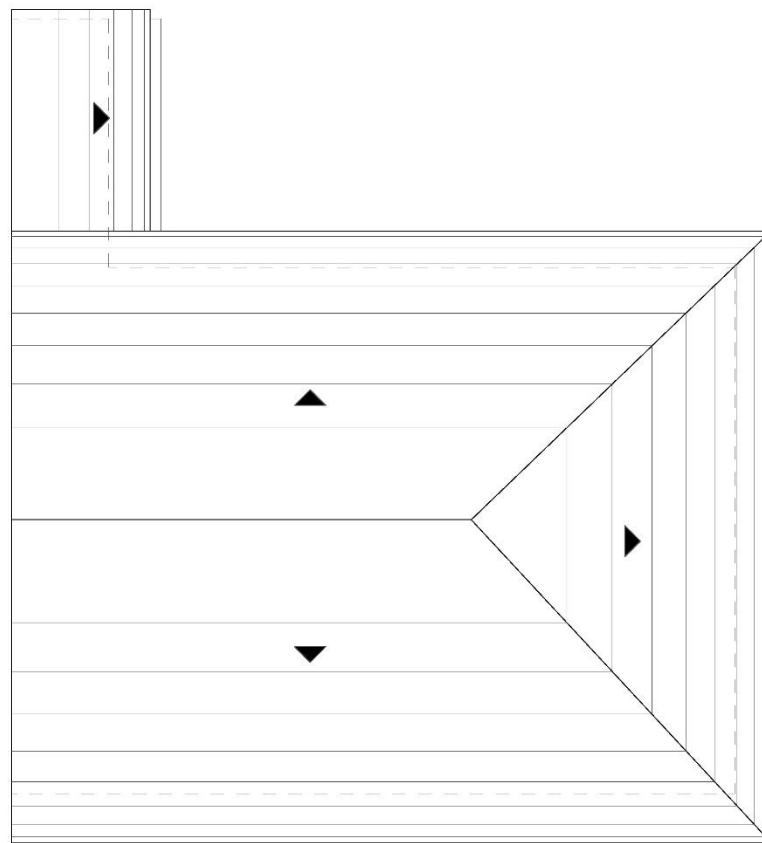
PLANTA ÚNICA
ESC. 1:100



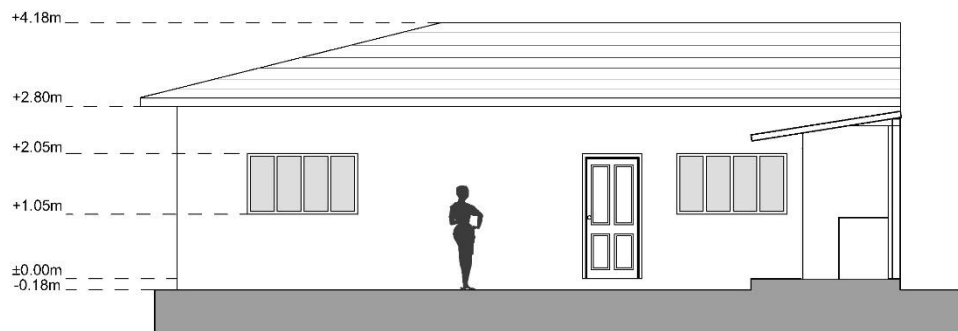
FACHADA FRONTAL
ESC. 1:100

Fuente: Autor.
Elaboración: Autor.

Figura 57.
Plano de la vivienda lámina 1.



PLANTA CUBIERTA FIBROCEMENTO
ESC. 1:100



FACHADA POSTERIOR
ESC. 1:100

Fuente: Autor.
Elaboración: Autor.

3.4. Técnicas constructivas

Debido a las diferentes tipologías de viviendas, es necesario conocer su sistema constructivo tanto de las viviendas tradicionales como son de adobe, tapia y bahareque que son prácticamente construcciones de tierra y madera, como también el de las contemporáneas que son realizadas en hormigón, ladrillo y bloque las que vamos a simular.

3.4.1. Tradicional

Se caracteriza por una gran economía de medios, volumen y obra, sus constructores por lo general son habitantes del lugar con conocimientos empíricos que buscan el ahorro de trabajo y materiales, los mismos que son del medio y se emplean con técnicas sencillas cuyo origen se remonta a épocas anteriores que se han transmitido de generación en generación (Samaniego, 2011).

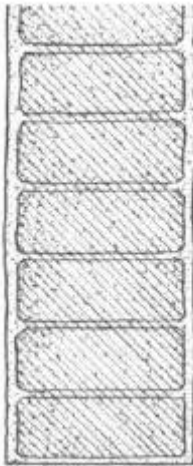
Según (Samaniego, 2011), “Las viviendas tienen formas muy elementales, los módulos se repiten en toda la vivienda y tiene espacios mínimos en donde cada familia se adapta de acuerdo a sus necesidades. Las familias por lo general subsisten de las actividades agrícolas propias de casa sector”.

Este tipo de sistema constructivo utiliza como materia prima el barro en sus diferentes aplicaciones, a través de una amplia gama de tecnologías tradicionales.

Según (Murillo, 2018), “El barro es uno de los materiales más antiguo de la humanidad, es abundante, económico y reciclable, excelente para regular el control de las variaciones de la temperatura ambiental en una habitación. Mezclado con fibra provee aislamiento acústico y térmico, absorbe olores y no es atacado por el fuego. Y constituye un factor de estímulo a la creatividad, la estética y la flexibilidad de la obra arquitectónica”.

Por decenas de siglos, el hombre ha mezclado arena y arcilla con paja para moldear ladrillos que deja secar al sol, y que se conocen en muchos países como “adobes”. En aquellos sitios de clima lluvioso, donde el secado tradicional del barro utilizando el calor del sol es problemático el uso del barro deriva hacia la tierra apisonada para la construcción de muros y paredes, denominada “tapial”; En las áreas tropicales se utilizaba hasta hace relativamente poco tiempo la tecnología de barro aplicado en paredes sobre una estructura de caña, denominado “bahareque” (Murillo, 2018), cuyas técnicas constructivas se exponen a continuación.

Adobe:



Esta técnica consiste en la fabricación de ladrillos con tierra arenosa y arcillosa, con ayuda de moldes sencillos de madera, en los que se coloca el mortero de tierra que se apisona ligeramente con la mano, este bloque macizo de tierra sin cocer es secado al sol; el cual puede contener paja, arcilla u otro material que mejore su estabilidad frente a agentes externos (Samaniego, 2011).

Figura 58.

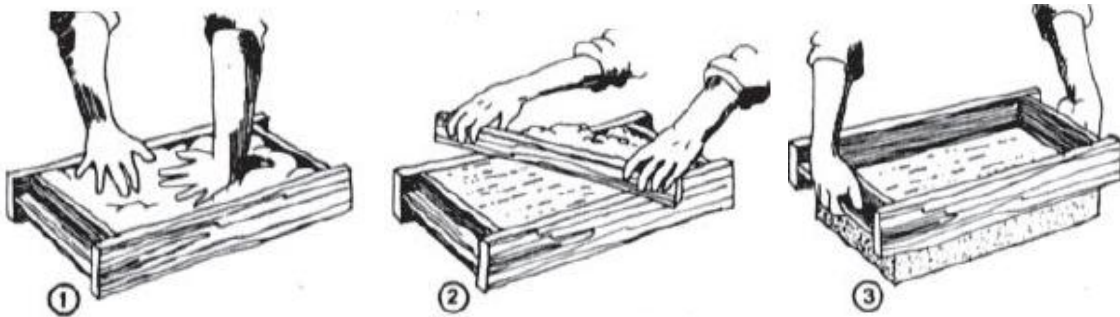
Ejemplo muro de tapia.

Fuente: Samaniego, 2011.

Elaboración: Samaniego, 2011.

Figura 59.

Manufactura del adobe.



Fuente: Samaniego, 2011.

Elaboración: Samaniego, 2011.

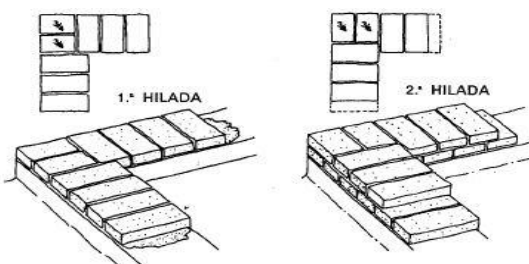
Una vez secados los bloques al sol, estos se apilan protegiéndolos de la lluvia y se procede a realizar la construcción:

La cimentación es realizada mediante zanjas para luego colocar el hormigón ciclópeo, realizando un sobre cimiento de concreto para proteger las primeras filas de adobes de la erosión, los mismos que se adhieren con el mismo lodo de su misma elaboración.

Al encuentro de los muros, se los debe traslapar y colocar refuerzos de madera o carrizo, con la finalidad de que actúen como una sola pieza; con lo que se respecta a los vanos como puertas y ventanas se colocan dinteles de madera; y para la cubierta se utilizan vigas soleras y correas de madera y por lo general teja artesanal.

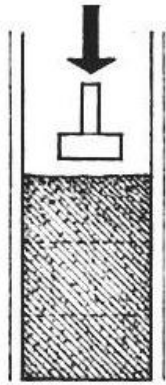
Figura 60.

Encuentro de muro en L con juntas alternadas.



Fuente: Samaniego, 2011.

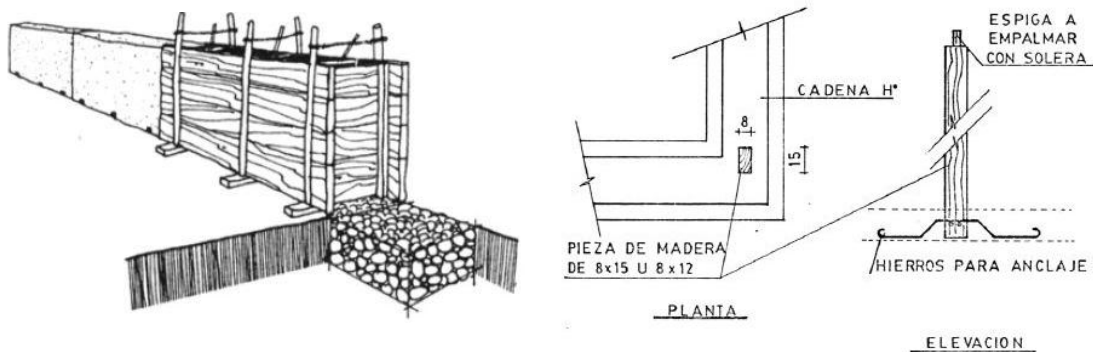
Elaboración: Samaniego, 2011.

Figura 61.*Ejemplo muro de tapia.*

Tapial: El método consiste básicamente en APISONAR la tierra capa por capa en medio de dos tablones de encofrado con el espesor normal de los muros de piedra. Se utiliza una tierra preparada que luego de ser apisonada se ligue, tome consistencia y forme una masa homogénea que puede ser elevada hasta una altura considerable (Samaniego, 2011), se utiliza algún aditivo como paja o crin de caballo para estabilizarlo, o también puede ser la colocación de pequeñas piedras para conseguir un resultado más resistente.

*Fuente: Samaniego, 2011.**Elaboración: Samaniego, 2011.*

La cimentación es realizada también mediante zanjas rellenas de mortero ciclópeo, con un sobrecimiento para evitar que la humedad suba por capilaridad. Se coloca el encofrado sobre el sobrecimiento y se vierte el mortero de tierra y se apisona capa por capa hasta llenar el cofre, y se retira el encofrado para empezar con la siguiente pared, no es necesario esperar a que este seco porque la pieza soporta perfectamente. Si al retirar el encofrado la tapia se desborda es porque la mezcla esta demasiada aguada y si se quiebra esta demasiada seca, es por ello que también se necesita colocar refuerzos verticales y horizontales de madera.

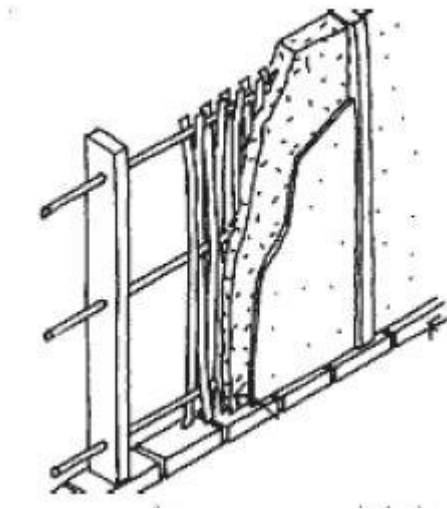
Figura 62.*Ejemplo de armado de muros.**Fuente: Samaniego, 2011.**Elaboración: Samaniego, 2011.*

Los dinteles se colocan al mismo tiempo que se realiza el apisonado y la cubierta al igual que el sistema de adobe se coloca una viga solera, con viguetas y correas de madera, con tejas artesanales (Samaniego, 2011).

Bahareque: El bahareque comprende una tecnología constructiva compuesta, por un entramado de cañas sobre el cual se ha extendido manualmente una gruesa capa de barro.

Figura 63.

Estructura de un paramento de bahareque



La cimentación es corrida, se basa en excavaciones para las basas (cubos de piedra), es decir bloques de piedra que van a soportar las columnas o pilares.

Luego se procede a realizar el sobrecimiento y las soleras y vigas de piso que desempeñan la función de cadena de cimiento.

Los pilares y parantes son de madera; la estructura y entechado de la cubierta tiene el sistema rústico-tradicional y se coloca luego las vigas para la cubierta los horcones.

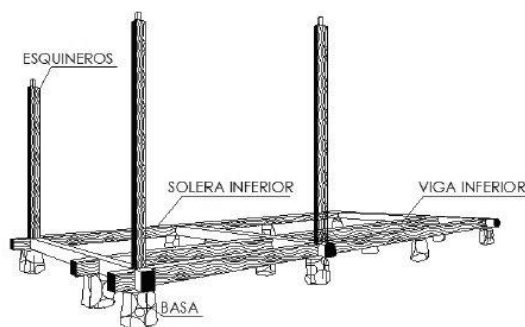
Fuente: Samaniego, 2011.

Elaboración: Samaniego, 2011.

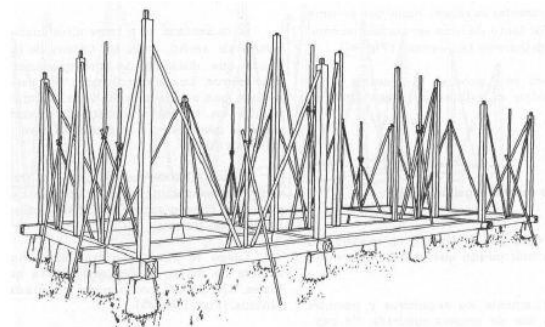
Luego se embute las paredes con piedras entremetidas y se embarra con el mortero de tierra de manera manual (Samaniego, 2011).

Figura 64.

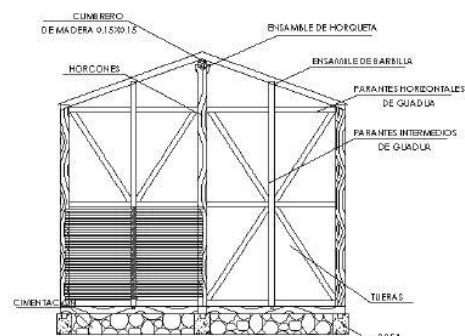
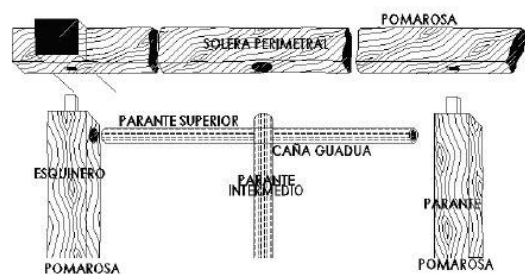
Estructura de bahareque.



Colocación de esquineros.



Colocación de parantes.



Fuente: Samaniego, 2011.

Elaboración: Samaniego, 2011.

3.4.2. Contemporánea

Este tipo de sistema constructivo también se denomina "in situ", siendo utilizadas en las estructuras, instalaciones, terminaciones superficiales de una obra y

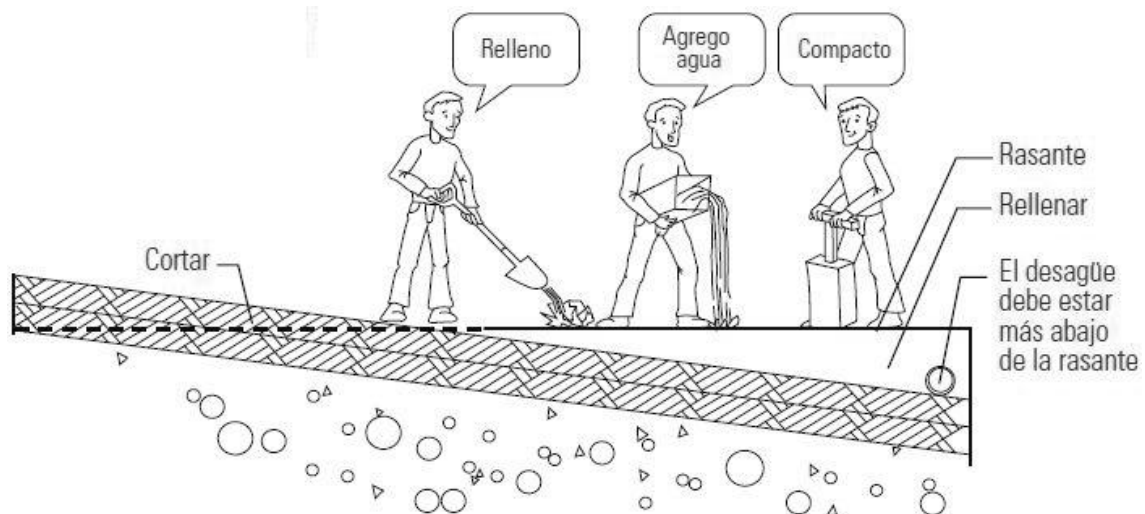
cerramientos del mismo, utilizando materiales en estado primario y diseño estructural de forma manual, es así que es necesario la mano de obra calificada para este proceso, como también de un profesional en la arquitectura para un correcto diseño (Salvatierra & Villavicencio, 2017).

El hormigón tiene el rol protagonista en las construcciones de los últimos años que junto con el acero hacen posible la estructura del edificio, cuya envolvente más usada es el ladrillo de arcilla cocido y el bloque. Cuyo sistema constructivo es el siguiente:

Primeramente, antes de empezar a construir, es limpiar el terreno de materia orgánica, raíces, hierbas, basura, piedras grandes, etc.

Después de la preparación del terreno, es nivelarlo identificando los desniveles se conoce la pendiente o pendientes que tiene el terreno, facilitando de este modo el corte y relleno de este.

Figura 65.
Nivelación del terreno previo a construir.

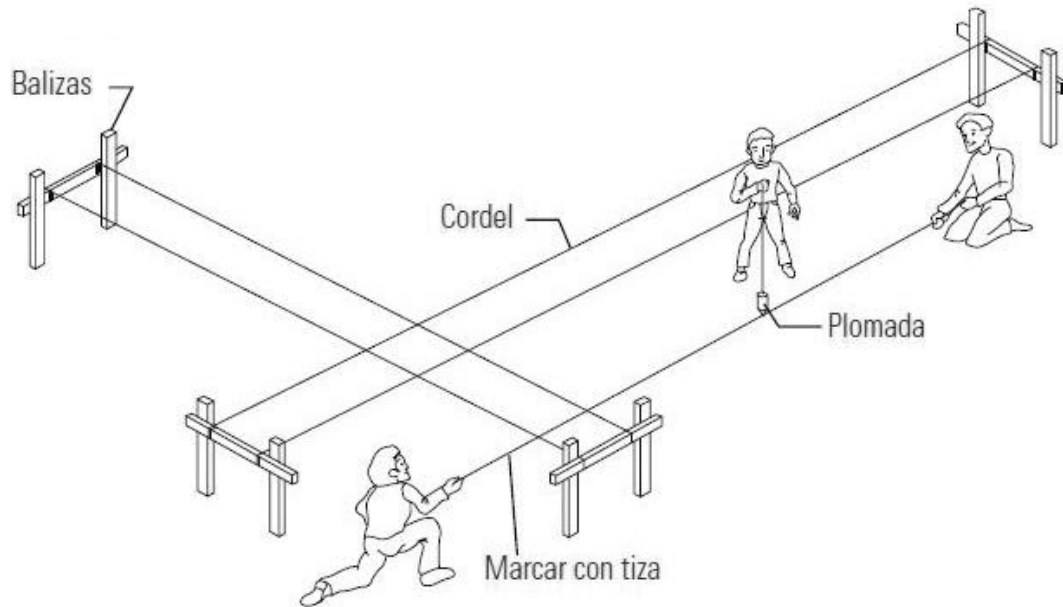


Fuente: Lores, 2012.

Elaboración: Lores, 2012.

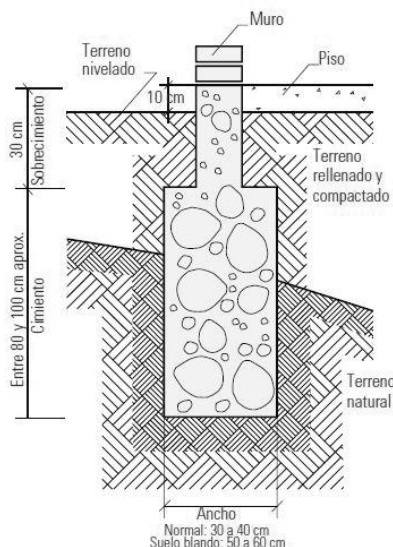
Para trazar las dimensiones de la vivienda en el terreno se utiliza estacas, cordel y tiza, una vez replanteada la vivienda se procede a hacer los cimientos que son zapatas que se construyen con cemento, hormigón y piedra, colocados sobre suelo firme, junto con las vigas de cimentación y columnas armadas de hierro utilizando encofrado de madera hierro o puede ser de estructura metálica.

Figura 66.
Replanteo de la vivienda en el terreno.



Fuente: Lores, 2012.
Elaboración: Lores, 2012.

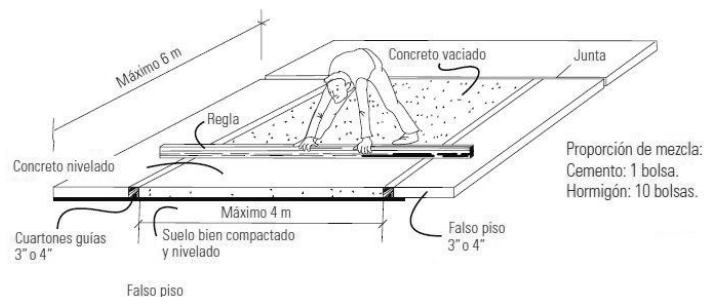
Figura 67.
Cimentación de hormigón armado.



Fuente: Lores, 2012.
Elaboración: Lores, 2012.

El falso piso es realizado en hormigón armado con piedra y cemento para luego colocar el contrapiso el mismo que puede ser de parquet, vinílico, alfombra, cerámica, otros.

Figura 68.
Construcción de contrapiso

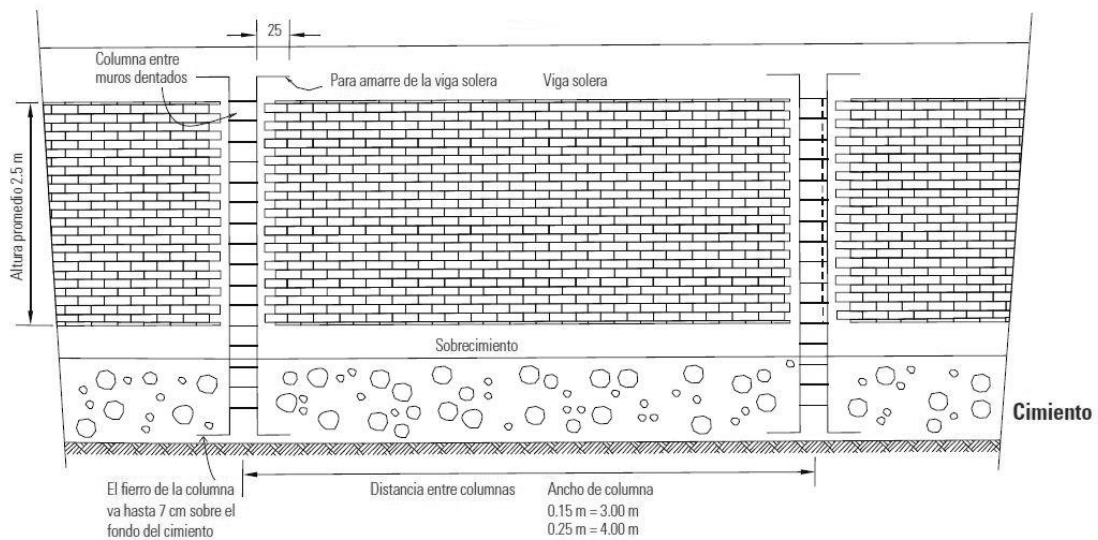


Fuente: Lores, 2012.
Elaboración: Lores, 2012.

Por lo general la envolvente del edificio es de ladrillo de arcilla cocido o de cemento, bloque, entre otros.

Los muros de ladrillo al igual que el bloque se colocan sobre las vigas de cimentación adheridos y revestidos con mortero de cemento, previamente se empotran las instalaciones.

Figura 69.
Sistema constructivo de hormigón armado más envolvente de ladrillo.



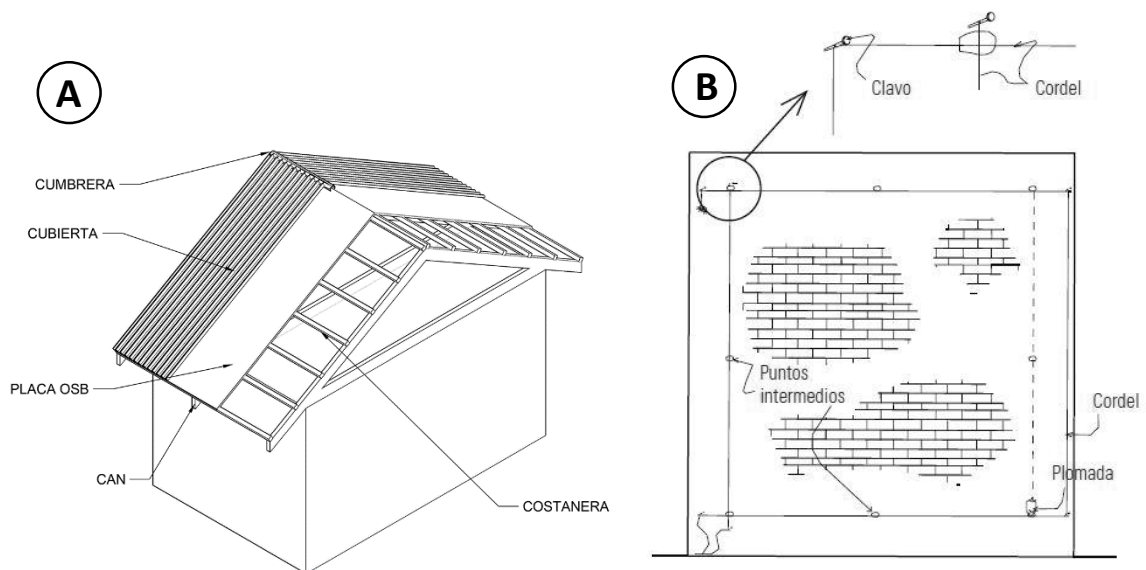
Fuente: Lores, 2012.

Elaboración: Lores, 2012.

La cubierta puede ser de losa de hormigón armado, losa macisa, como también de estructura metálica con teja zinc, fibrocemento, entre otros (Lores, 2012).

Figura 70.

A. Cubierta de estructura metálica más zinc- B. Revestimiento de muro de ladrillo.

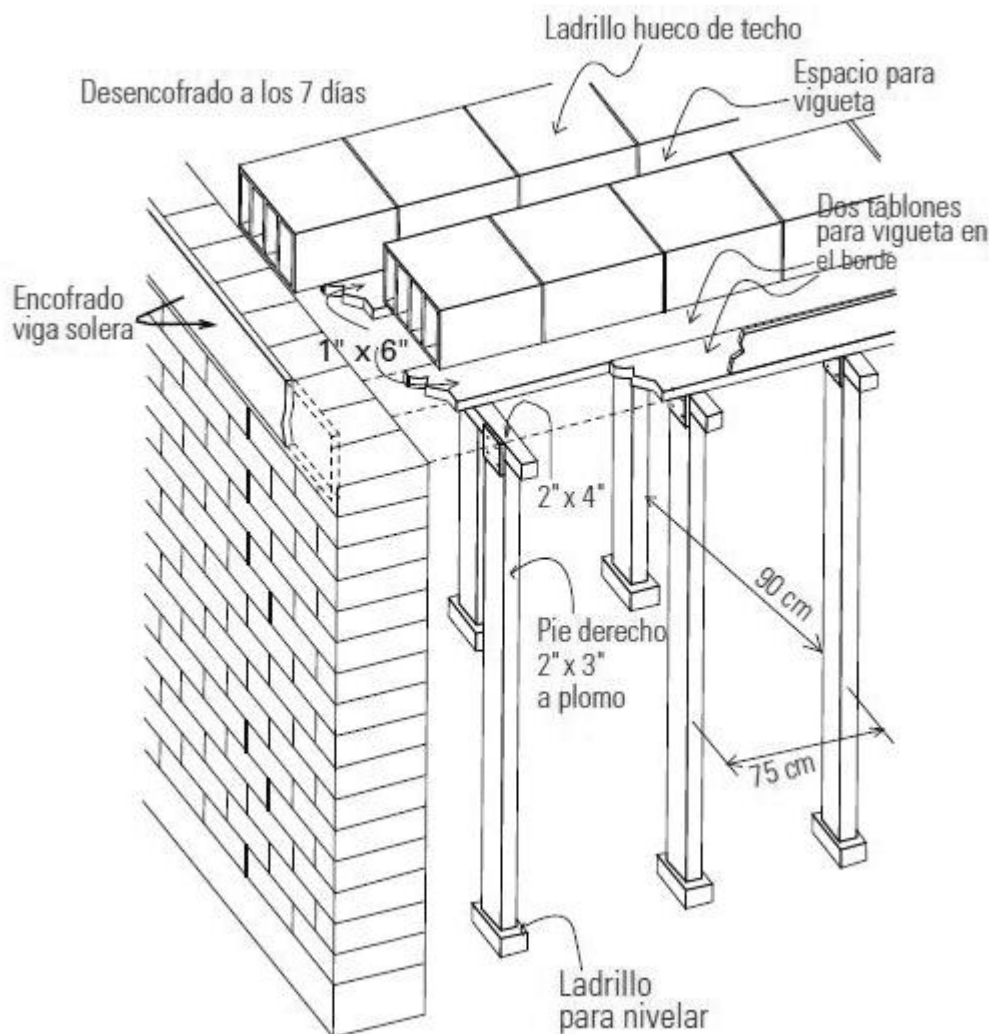


Fuente: Lores, 2012.

Elaboración: Lores, 2012.

Figura 71.

A. Cubierta de losa alivianada de hormigón armado.



Fuente: Lores, 2012.

Elaboración: Lores, 2012.

3.5. Número de habitantes

El número de habitantes que ocupan una vivienda en la parroquia de San Pedro de la Bendita es aproximadamente de 5 integrantes, que por lo general son dos adultos y tres niños o jóvenes, como también existen viviendas que son ocupadas por dos habitantes que en la mayoría son adultos mayores.

3.6. Espacios de la vivienda

La composición de los hogares no es uniforme, ni en la vida de un ser humano en particular, ni en el conjunto de la sociedad, los espacios son modificados y adecuados según los modos de vida de las personas que lo habitan.

Según (Montaner & Martínez, 2010): "Espacial y funcionalmente la vivienda queda definida como un conjunto de ámbitos especializados, no especializados y complementarios, cuyas prestaciones estarán definidas en función de la cantidad y características de los habitantes previstos", definiéndolos como:

Los ámbitos especializados son aquellos que necesitan de infraestructuras e instalaciones específicas para su funcionamiento, como agua, desagüe, gas, salidas de humo, etc., espacios como cocina, baterías sanitarias, espacios de lavado, etc.

Los ámbitos no especializados son aquellos que no necesitan infraestructura o instalaciones diferenciadas, sino que han de cumplir con parámetros de confort adecuados para la habitabilidad; por lo tanto, su función quedará determinada por los usuarios. Son los espacios preparados para la estancia, la actividad y el descanso social e individual, denominados convencionalmente salón o estar, comedor y dormitorio.

Los *ambientes complementarios* o comodines se encuentran asociados a otros espacios, existiendo tres tipos de espacios: espacios exteriores propios, espacios de guardado y espacios de apoyo, en lo que vendrían a ser patios de la vivienda, bodegas y espacios para planchado u otros respectivamente.

3.7. Uso de espacios

Por lo general, las viviendas en el barrio presentan espacios que se adecuan a las costumbres de los habitantes, asegurando siempre los mínimos de habitabilidad.

Los mínimos de habitabilidad garantizarán la apropiación de los espacios según los usos y funciones preestablecidos y aceptados de las viviendas como salón, comedor, cocina, dormitorio, baño y lavadero, sin condicionarlos, ni por la superficie, ni por la accesibilidad, ni por una única posibilidad de distribución y utilización (Montaner & Martínez, 2010).

CAPÍTULO IV

PARÁMETROS CLIMÁTICOS DEL ENTORNO

4.1. Datos climatológicos

Para poder realizar la simulación de las viviendas se utilizaron los datos climatológicos de la página de internet <https://www.meteoblue.com/>, debido a que, el lugar no cuenta con una estación meteorológica cercana que nos brinde los datos que necesitamos, la más cercana se encuentra en la ciudad de Loja, La Argelia M033 y pues los datos de esta estación no nos servirían para el estudio a realizar.

La página de meteoblue.com nos permite obtener diagramas climáticos que basan en 30 años de simulaciones de modelos meteorológicos por hora y están disponibles para cualquier lugar de la Tierra, dan una buena indicación de los patrones climáticos típicos y condiciones previstas (temperatura, precipitación, radiación solar y viento), además poseen alta precisión, se puede descargar los datos ilimitados por un año 100% completos sin lagunas y en varios formatos. Los datos meteorológicos simulados tienen una resolución espacial de unos 30 km y pueden no reproducir todos los efectos del clima local, como las tormentas, vientos locales o tornados.

Para la simulación de las viviendas se tomará los datos climatológicos de manera mensual de las medias de temperatura, precipitación, radiación solar y viento de los últimos 30 años que nos ofrece en resumen la fuente meteorológica.

DATOS SEGÚN FUENTE METEREOLÓGICA:

Fuente meteorológica: www.meteoblue.com

Provincia: Loja

Cantón: Catamayo

Parroquia: San Pedro de la Bendita.

Latitud: 3°56'51,93"

Longitud: 79°26'7,89"

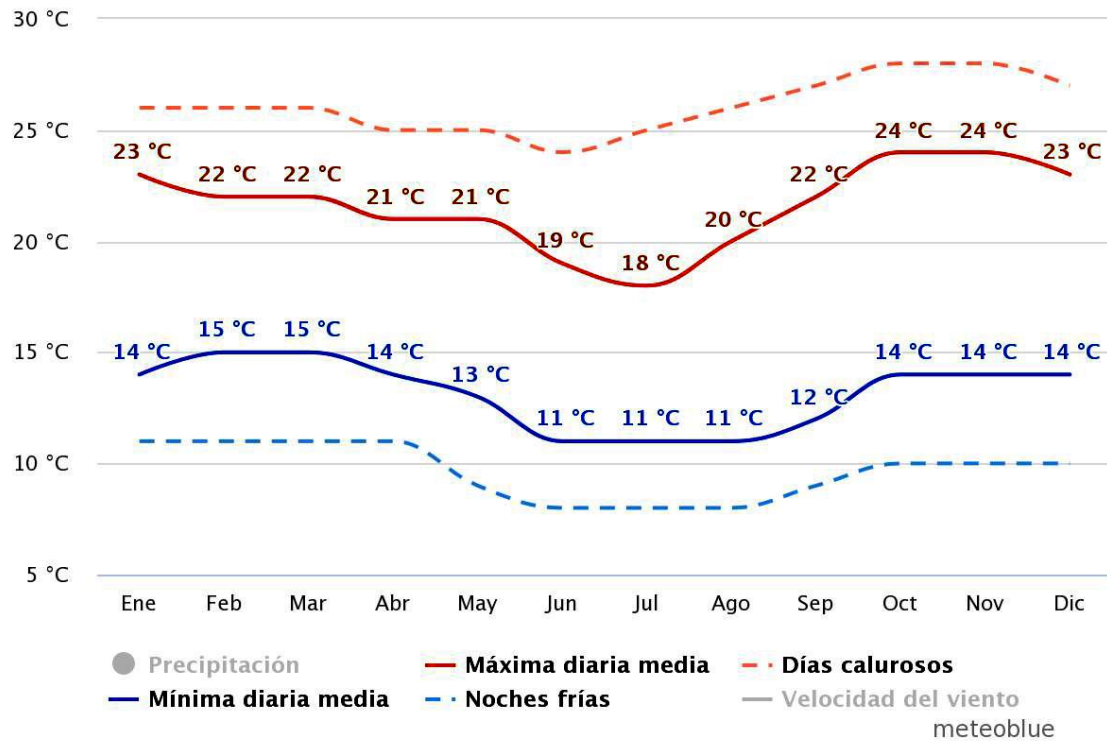
Altura: 1731m s.n.m.

Rango Años: últimos 30 años (1990-2020)

4.1.1. Temperatura media (Ta)

Figura 72.

Temperatura diaria media máxima y mínima calculada desde 1990 hasta el 2020



Fuente: Meteoblue, 2021.

Elaboración: Meteoblue, 2021.

La temperatura "máxima diaria media" (línea roja continua) muestra la media de la temperatura máxima de un día por cada mes de San Pedro de la Bendita, siendo los meses de octubre y noviembre con la temperatura más alta de 24°C y con 28°C los días más calurosos (línea roja discontinua). Del mismo modo, la temperatura "mínima diaria media" (línea azul continua) muestra la media de la temperatura mínima, siendo 11°C que corresponden a los meses de junio, julio y agosto, y con 8°C las noches más frías (línea azul discontinua).

Tabla 14.

Promedio de la temperatura diaria media máxima y mínima calculada desde 1990 hasta el 2020.

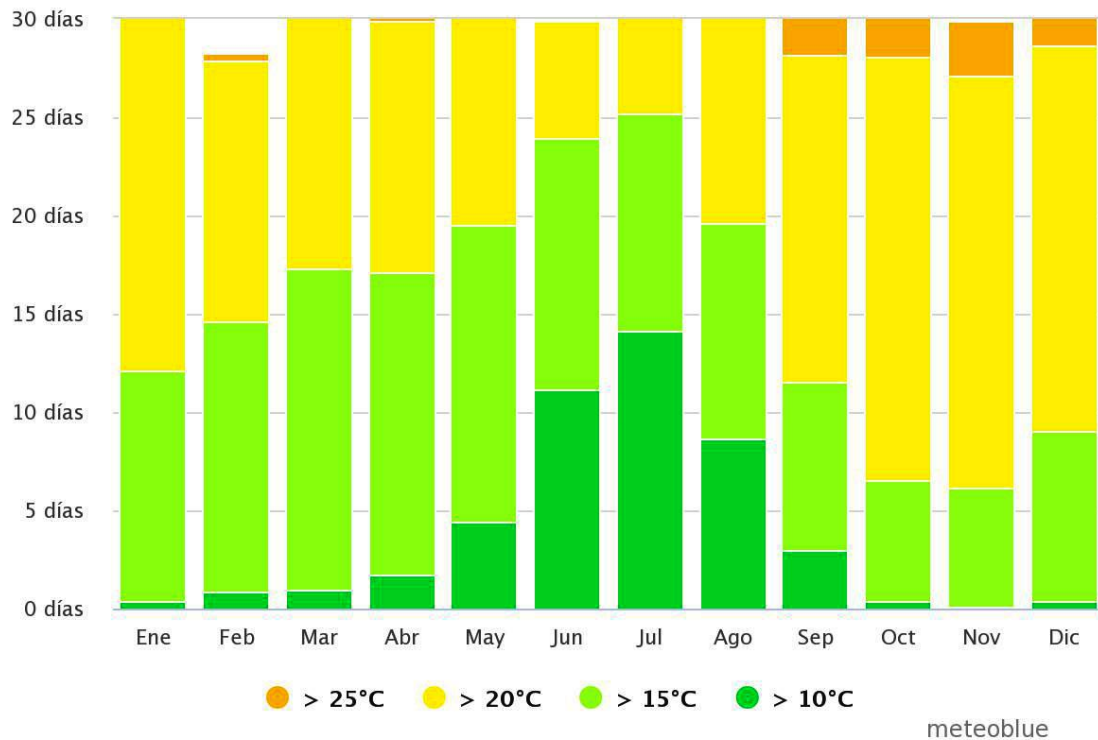
TEMPERATURA MEDIA (°C)														
AÑOS		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	PROMEDIO
1990-	Max	23	22	22	21	21	19	18	20	22	24	24	23	21,6
2020	Min	14	15	15	14	13	11	11	11	12	14	14	14	13,2

Fuente: Meteoblue, 2021.

Elaboración: Autor.

La tabla 14, nos muestra el promedio total de los doce meses de 30 años atrás: media diaria máxima 21,6 °C y la media diaria mínima 13,2°C.

Figura 73.
Diagrama de temperatura máxima en San Pedro.

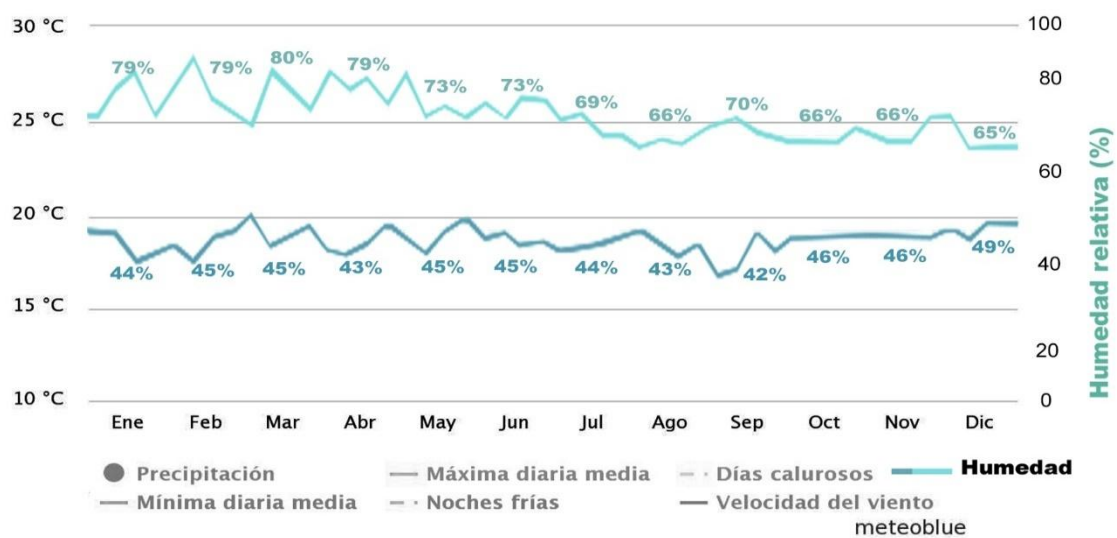


Fuente: Meteoblue, 2021.
Elaboración: Meteoblue, 2021.

El diagrama de la temperatura máxima en San Pedro de la Bendita muestra cuántos días al mes llegan a ciertas temperaturas, siendo los meses con días más calurosos octubre y noviembre, con temperaturas mayores a 25°C y con noches más frías los meses de junio hasta agosto con temperaturas menores a 10°C.

4.1.2. Humedad relativa (RH)

Figura 74.
Humedad relativa diaria media máxima y mínima calculada desde 1990 hasta el 2020.



Fuente: Meteoblue, 2021.
Elaboración: Autor.

La humedad relativa "máxima diaria media" (línea azul clara continua) muestra la media de la humedad máxima de un día por cada mes de San Pedro de la Bendita, siendo los meses de enero, febrero, marzo y abril con la humedad más alta de 79-80%. Del mismo modo, la humedad "mínima diaria media" (línea azul continua) muestra la media de la humedad mínima, siendo 42% que corresponden al mes de septiembre.

Tabla 15.

Promedio de la humedad relativa diaria media máxima y mínima calculada desde 1990 hasta el 2020.

		HUMEDAD RELATIVA MEDIA (%)												
AÑOS		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	PROMEDIO
1990-	Max	79	79	80	79	73	73	69	66	70	66	66	65	72
2020	Min	44	45	45	43	45	45	44	43	42	46	46	49	45

Fuente: Meteoblue, 2021.

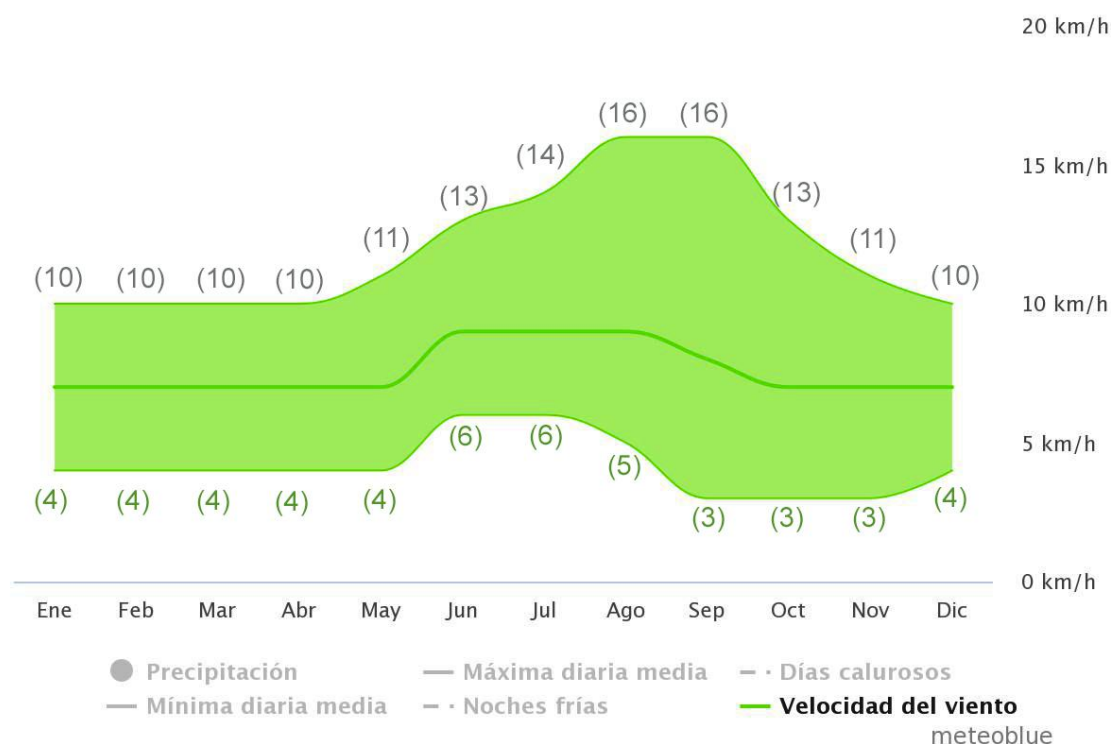
Elaboración: Autor.

La tabla 15, nos muestra el promedio total de la humedad relativa de los doce meses de 30 años atrás: media diaria máxima 72% y la media diaria mínima 45%.

4.1.3. Viento promedio mensual y frecuencia de vientos (FF)

Figura 75.

Vientos máximos y mínimos calculados desde 1990 hasta el 2020.



Fuente: Meteoblue, 2021.

Elaboración: Meteoblue, 2021.

El diagrama de velocidad de viento de San Pedro de la Bendita muestra vientos regulares de diciembre a mayo y vientos un poco más fuertes de junio a noviembre, evidenciándose claramente que los vientos con velocidad máxima se dan en los meses de agosto y septiembre con 16 Km/h y los mínimos de 3 Km/h en los meses de septiembre a noviembre.

Tabla 16.

Promedio de vientos diarios media máxima y mínima calculada desde 1990 hasta el 2020.

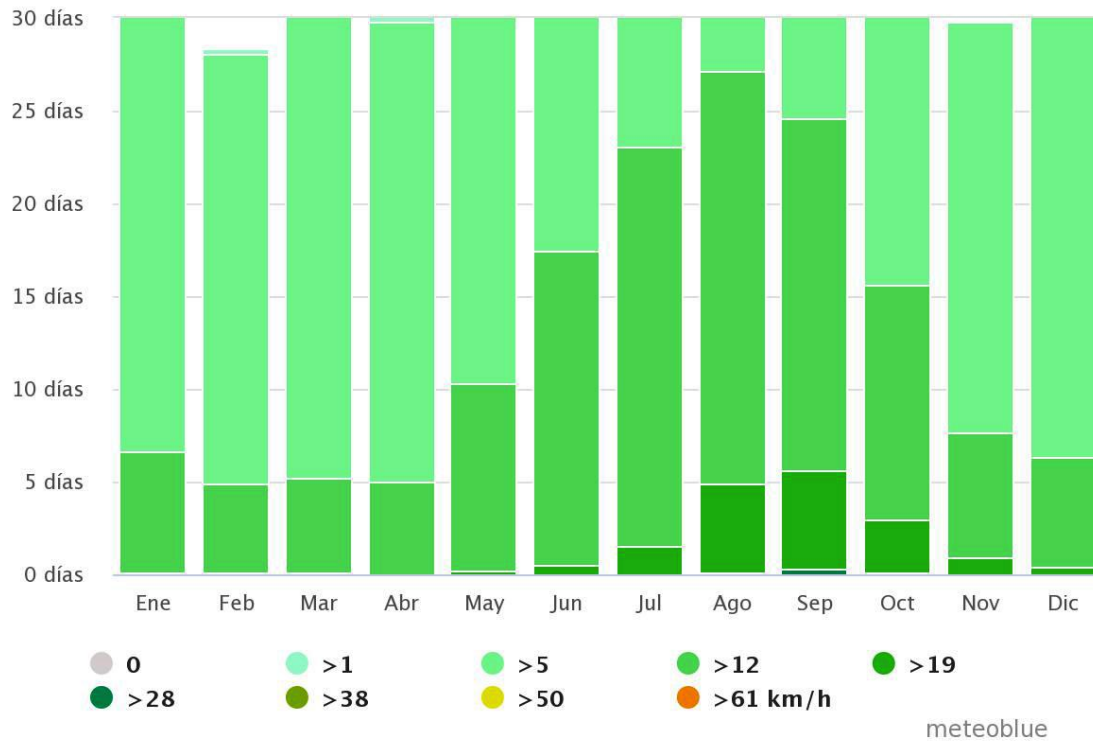
		VELOCIDAD DE VIENTOS (Km/h)												
AÑOS		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	PROMEDIO
1990-	Max	10	10	10	10	11	13	14	16	16	13	11	10	12
2020	Min	4	4	4	4	4	6	6	5	3	3	3	4	4,2

Fuente: Meteoblue, 2021.

Elaboración: Autor.

Figura 76.

Vientos máximos y mínimos de días por mes calculados desde 1990 hasta el 2020.



Fuente: Meteoblue, 2021.

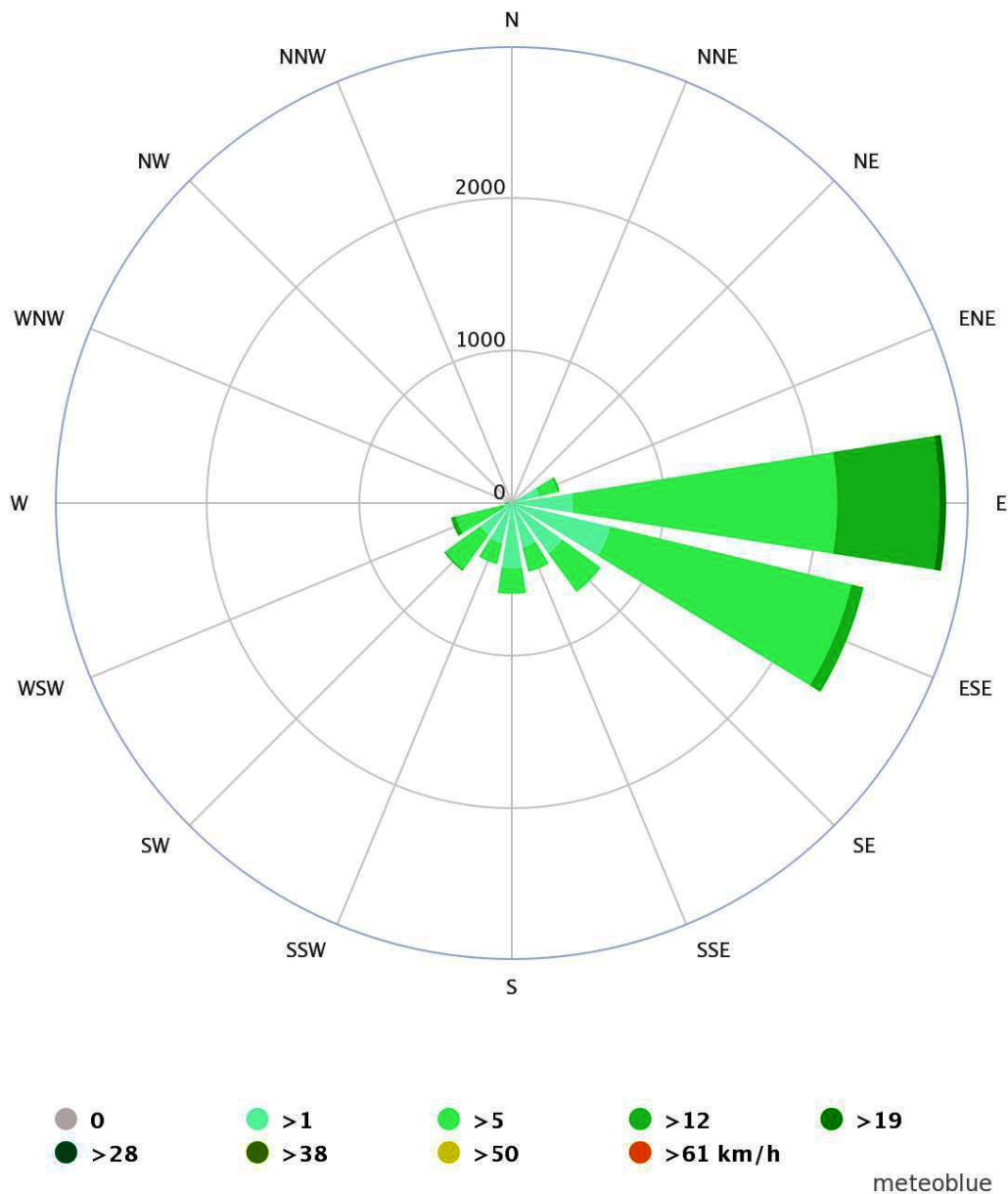
Elaboración: Meteoblue, 2021.

El diagrama de velocidad de viento de San Pedro de la Bendita muestra los días por mes, durante los cuales el viento alcanza una cierta velocidad, en donde los vientos más fuertes por número de días ocurren en los meses de agosto y septiembre.

Frecuencia de Vientos.

Figura 77.

Vientos máximos y mínimos de días por mes calculados desde 1990 hasta el 2020.



Fuente: Meteoblue, 2021.

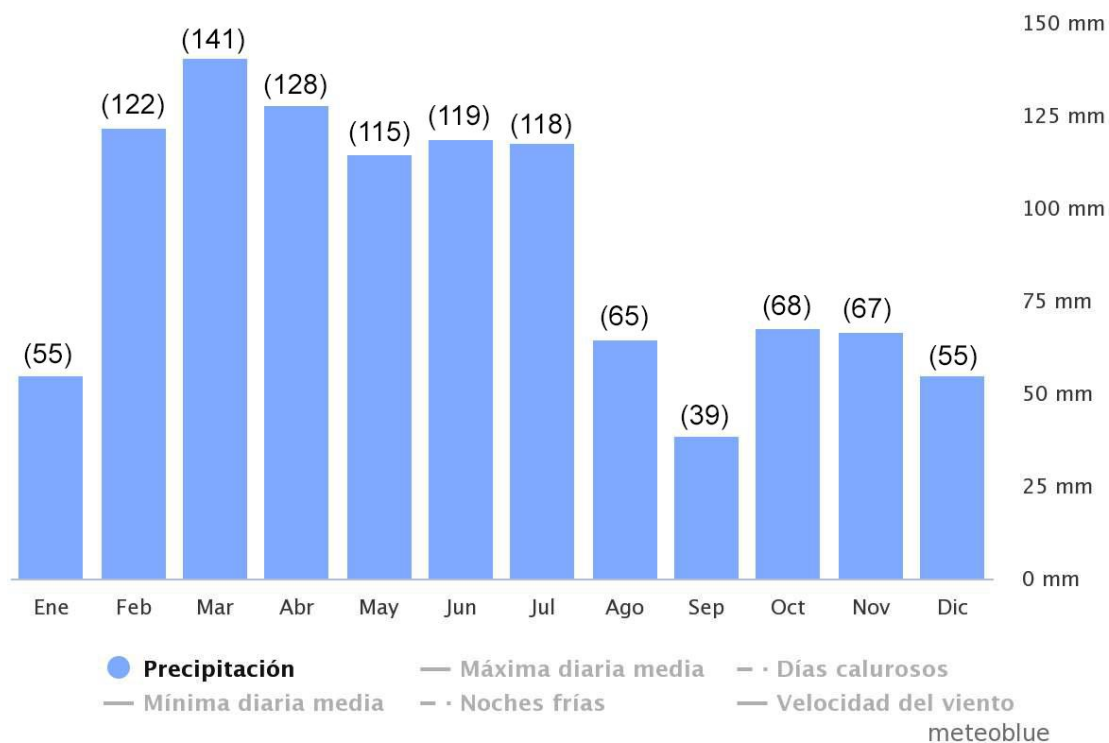
Elaboración: Meteoblue, 2021.

La Rosa de los Vientos para San Pedro de la Bendita muestra el número de horas al año que el viento sopla en la dirección indicada, siendo la dirección ESTE (E) y SURESTE (SE) con la mayor frecuencia de viento que van hacia al NOROESTE (NW), seguida de la del SUROESTE (SW) que van hacia el Noreste (NE).

4.1.4. Precipitación (RR)

Figura 78.

Precipitaciones de días por mes calculados desde 1990 hasta el 2020.



Fuente: Meteoblue, 2021.

Elaboración: Meteoblue, 2021.

El diagrama de precipitación de San Pedro de la Bendita muestra las precipitaciones mensuales por encima de 150 milímetros son en su mayoría húmedas, por debajo de 30 milímetros en la mayor parte son secas, siendo los meses de febrero, marzo y abril con mayores precipitaciones de hasta 141 mm y el mes de septiembre con menor precipitación de 39mm.

Tabla 17.

Diagrama de precipitaciones de San Pedro de la Bendita.

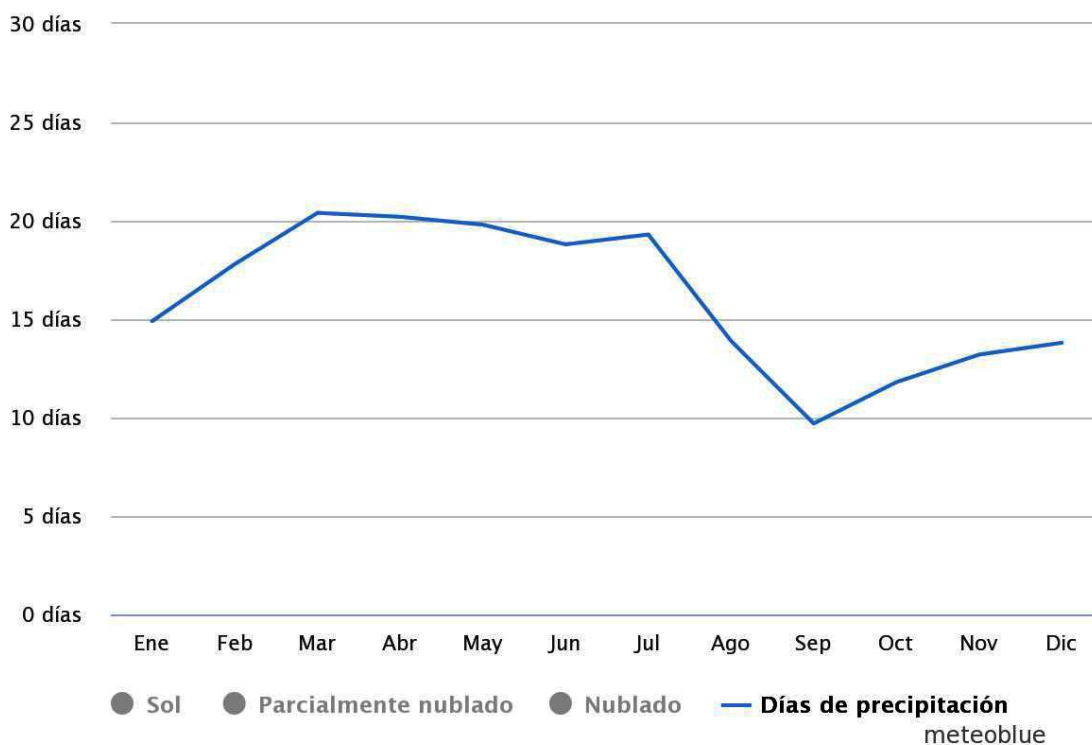
AÑOS	PRECIPITACIÓN (mm)												PROMEDIO
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
1990-2020	55	122	141	128	115	119	118	65	39	68	67	55	91

Fuente: Autor.

Elaboración: Autor.

Figura 79.

Número de días de precipitaciones por mes calculados desde 1990 hasta el 2020.



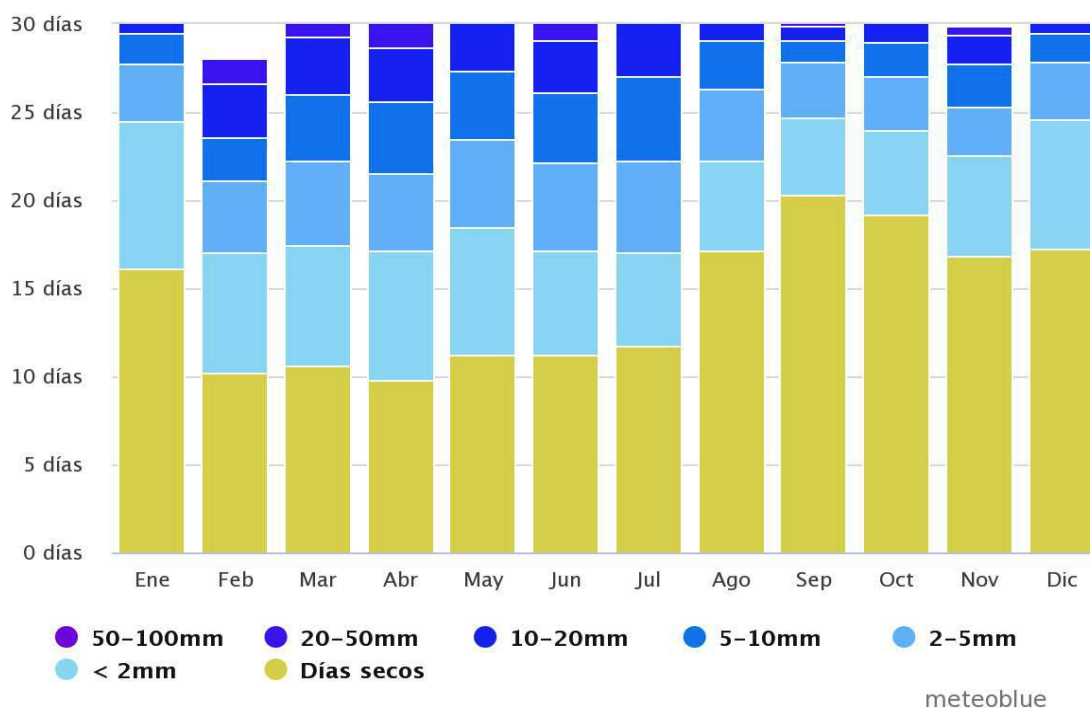
Fuente: Meteoblue, 2021.

Elaboración: Meteoblue, 2021.

El diagrama (Imagen 54) muestra que el mayor número de días con precipitaciones se dan en los meses de febrero, marzo y abril de hasta 21 días y el mes de septiembre con menor precipitación de 9 días.

Figura 80.

Número de días de precipitaciones por mes calculados desde 1990 hasta el 2020.



Fuente: Meteoblue, 2021.

Elaboración: Meteoblue, 2021.

El diagrama de precipitación para San Pedro de la Bendita (Imagen 55), muestra cuántos días al mes, se alcanzan ciertas cantidades de precipitación, siendo los meses febrero, marzo y abril con más días de precipitaciones de 50-100mm y el mes de septiembre con días más secos.

4.2. Vestimenta

Según (Gutiérrez, 2015), la vestimenta influye directamente en la percepción de frío y calor, es por esto que existe una escala que mide el efecto térmico de la ropa en el cuerpo humano, cuya unidad de medición el CLO, la misma que depende de la costumbre de vestir en el lugar y se encuentra relacionada directamente con el clima.

Los habitantes de San Pedro de la Bendita utilizan vestimenta igual a la de la ciudad, por lo general, los hombres utilizan pantalones de tela, jean o algodón, camiseta, suéter de algodón, con zapatos deportivos o de vestir y en la mayoría de las veces utilizan pantaloneta debido al clima del lugar.

Las mujeres visten pantalones de tela, jean o algodón, blusa y suéter de algodón, con zapatos deportivos, de vestir o zapatillas, también usan short, pantalón corto o falda.

A continuación, la tabla 18 muestra el aislamiento térmico de la ropa. El valor total de aislamiento se puede calcular de manera exacta sumando los valores CLO de cada prenda, sin embargo se recomienda multiplicar la sumatoria por un factor de 0.82 (Gutiérrez, 2015).

Tabla 18.

Aislamiento térmico de la ropa.

PRENDAS DE VESTIR	CLO
ROPA INTERIOR	
Calcetines	0.02
Calzoncillos	0.04
Bragas y sujetador	0.05
Camiseta sin mangas	0.06
ROPA INFERIOR	
Camiseta o blusa manga corta	0.09
Pantalones ligeros	0.20
Pantalones cortos	0.06
Falda ligera	0.10
Suéter fino	0.20
Zapatos	0.05
Zapatillas	0.01

Fuente: Gutiérrez, 2015.

Elaboración: Autor.

Debido a la variedad de combinaciones que pueden utilizar los distintos usuarios en un espacio, se utilizará un valor promedio tomando como base la vestimenta estándar

de la mayoría de los usuarios, de 0.5 y 1.0 Clo para verano e invierno respectivamente (Gutiérrez, 2015).

Tabla 19.

Valores de aislamiento de algunas combinaciones de ropa.

VALORES DE AISLAMIENTO DE ALGUNAS COMBINACIONES DE ROPA

COMBINACIÓN DE ROPA	CLO
Ropa interior corta, pantalones ligeros de algodón, camisa de manga corta, cuello abierto	0.5 Clo
Ropa interior corta, traje común de oficina con chaleco	1.0 Clo
Ropa interior larga, traje con chaleco de lana, calcetines de lana	1.5 Clo
El vestido ártico más pesado	4.5 Clo

Fuente: (Gutiérrez, 2015)

Elaboración: Autor

4.3. Propiedades térmicas de los materiales.

Los materiales de construcción poseen algunas propiedades físicas y térmicas, que les permiten comportarse según el clima del lugar en el que fueron utilizados, ya sea para favorecer o no el confort en la vivienda.

Algunas de las propiedades de los materiales se exponen a continuación:

La **densidad aparente** es la masa volumétrica de un material, se define entre la cantidad de masa (Kg) que caracteriza el material y el volumen unitario (m^3). Su valor se mide en Kg/m^3 .

La **conductividad térmica** es una propiedad de los materiales que mide la capacidad de conducción de calor, los mismos que pueden permitir su entrada hacia el interior de la vivienda. Es por tanto el cociente de la densidad del flujo térmico y el gradiente de temperatura (W/mK) (Gutiérrez, 2015).

Tabla 20.

Propiedades térmicas de los materiales.

PROPIEDADES TÉRMICAS DE LOS MATERIALES

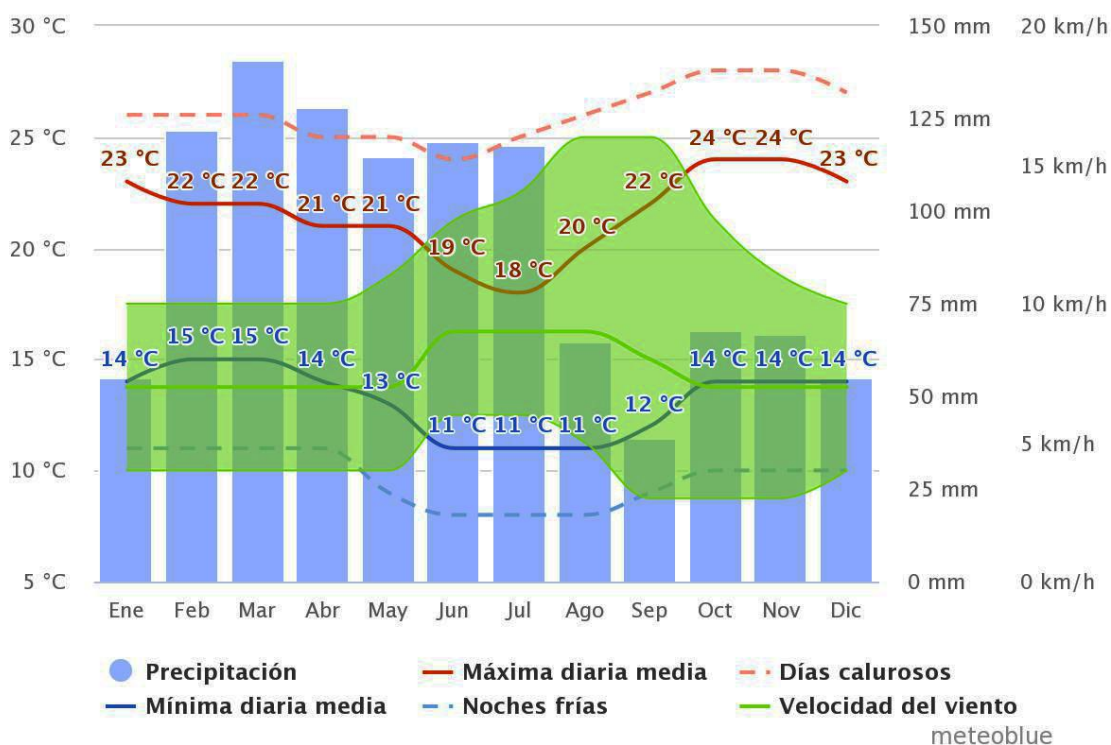
MATERIAL	DENSIDAD APARENTE (Kg/m ³)	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA APARENTE (W/mK).
Piedra caliza	2000-2500	2,500
	2600-3000	3,488
Roca porosa en general	1700-2500	2,330
Mortero de cemento	1800	0,900
	1900	1,000
	2000	1,400
Hormigón armado	2400	1,630
Hormigón normal	1800	0,870
	2000	1,047
Bloques huecos de hormigón	1000	0,440
	1200	0,490
	1400	0,560
Teja	1900	0,900
Fibro cemento	2000	0,930
	1600	0,640
	1400	0,720
Zinc	6860	110,00

Fuente: Neila, 2004.

Elaboración: Autor

4.4. Resumen de datos**Figura 81.**

Resumen de datos climáticos de San Pedro de la Bendita desde 1990 hasta el 2020



Fuente: Meteoblue, 2021.

Elaboración: Meteoblue, 2021.

Tabla 21.
Resumen de datos.

RESUMEN DE DATOS			
PARROQUIA DE SAN PEDRO DE LA BENDITA, CATAMAYO, LOJA-ECUADOR	LATITUD: 3°56'51,93"	LONGITUD: 79°26'7,89"	ALTURA: 1731m s.n.m.
	MESES	MÁXIMA	MÍNIMA
TEMPERATURA	Octubre-Noviembre	24°C	14°C
	Julio	18°C	11°C
HUMEDAD RELATIVA	Enero-Abril	80%	45%
	Agosto-Diciembre	66%	42%
VELOCIDAD DEL VIENTO	Agosto-Septiembre	16 Km/h	3 Km/h
	Diciembre-Abril	10 Km/h	4 Km/h
FRECUENCIA DE VIENTOS	ESTE-SURESTE	16 Km/h	3 Km/h
	SUROESTE	10 Km/h	4 Km/h
PRECIPITACIÓN DÍAS	Febrero-Abril /21 días	141 mm	
	Septiembre /9 días	39 mm	
OTROS DATOS			
NÚMERO DE PERSONAS/VIVIENDA	5 personas		
ÍNDICE DE ARROPAMIENTO	0.5 CLO (VERANO)		
	1.0 CLO (INVIERNO)		

Fuente: Autor.

Elaboración: Autor.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS HIGROTÉRMICOS (SIMULACIÓN NUMÉRICA)

5.1. Datos climáticos

5.1.1. Meteonorm

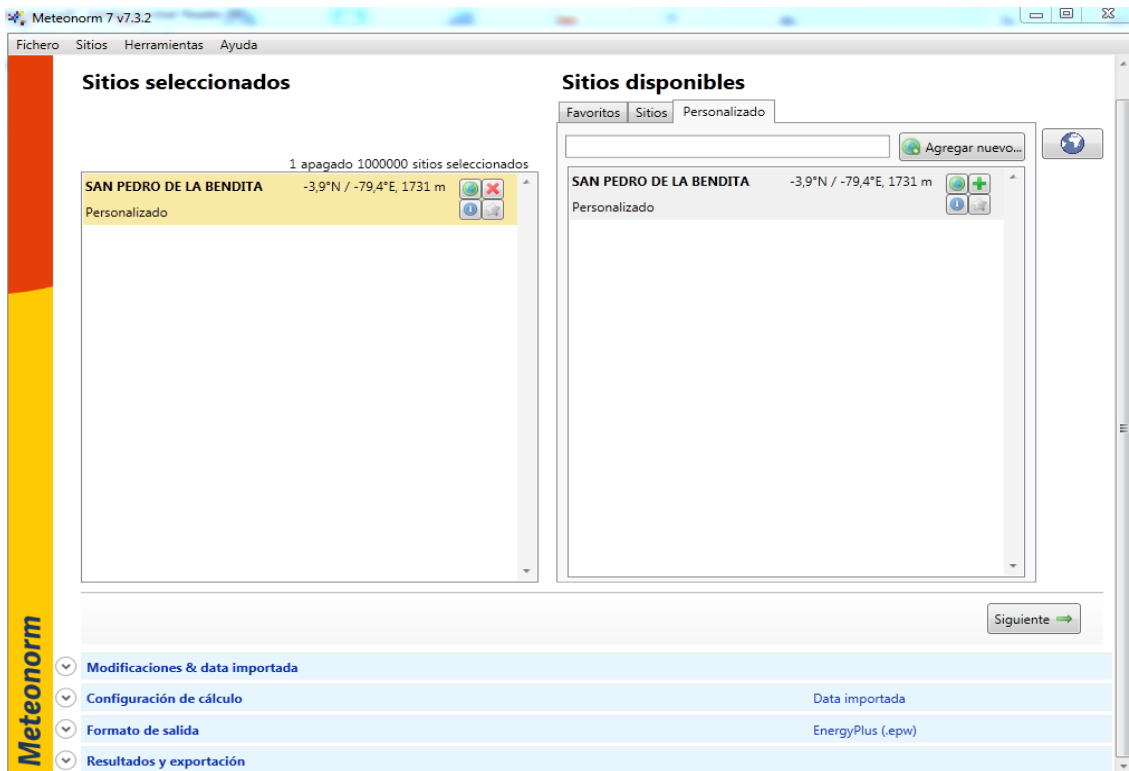
Meteonorm es una base de datos climatológica completa de todos los lugares del mundo para aplicaciones de energía solar. Los resultados son típicos generados a partir de medias mensuales interpoladas de largo plazo. Representan un año promedio del período de tiempo climatológico seleccionado según la configuración del usuario. Como tal, los resultados no representan un año histórico real, sino un año hipotético que representa estadísticamente un año típico en la ubicación seleccionada, además, sirve como referencia meteorológica para la investigación ambiental, agricultura y silvicultura (Ramón, 2003).

Los datos climatológicos se obtienen en 5 pasos, los cuales son:

1. Selección de ubicaciones: seleccionar el lugar para el cual se requiere los cálculos.
2. Formulario de modificación e importación de datos: se introduce los datos de la localización.
3. Formulario de configuración de cálculo: se deja tal como está.
4. Formato de salida: se calcula y se exportan los resultados según el formato que se desee.

Figura 82.

Pantalla de meteonorm 7.3.2 con los cinco pasos a seguir para la obtención de los datos.



Fuente: meteonorm 7.3.2.

Elaboración: meteonorm 7.3.2.

Como se tiene los datos climatológicos del lugar, se utilizó los valores más extremos como son la temperatura máxima y el viento mínimo, para que el software nos ayude a su interpolación con las estaciones más cercanas a este lugar con las que tiene acceso, permitiendo obtener datos aproximados a la situación real.

Una vez generado el cálculo, el software nos permite guardar los resultados en una gran cantidad de formatos como es el EnergyPlus (.epw), que es un formato compatible con el programa de DisingBuilder, obteniendo la tabla 21 con los siguientes resultados.

Tabla 22.

Resultado de datos arrojados por Meteonorm.

MES	Gh kWh/ m ²	Dh kWh/ m ²	Bn kWh/ m ²	Ta °C	Td °C	FF m/s
Enero	175	77	149	23	13,2	4
Febrero	166	73	138	22	13,1	4
Marzo	190	73	167	22	13,5	4
Abril	183	60	183	21	13,4	4
Mayo	170	62	172	21	12,9	4
Junio	159	57	168	19	12,2	6
Julio	150	66	134	18	11,5	6
Agosto	174	65	162	20	11,2	5
Septiembre	188	63	181	22	11,1	3
Octubre	201	64	198	24	11,5	3
Noviembre	185	59	192	24	11,6	3
Diciembre	187	69	173	23	12,4	4
Año	2131	786	2016	21,6	12,3	4,2

Fuente: Autor

Elaboración: Autor

5.2. Creación del modelo digital

5.2.1. Modelado e importación

DesignBuilder proporciona interoperabilidad con modelos BIM a través del formato gbXML. Esto le permite importar modelos arquitectónicos 3D creados en Revit, ArchiCAD, Microstation y otros sistemas CAD 3D, que soporten el intercambio de datos gbXML para optimizar los flujos de trabajo y definir la geometría del modelo de la manera más eficiente posible (Ordoñez, 2014).

A pesar de que se realizó el modelado 3D en ArchiCAD de todas las viviendas, para importarlas en el software DesignBuilder, no se pudo importar los modelos debido a que el formato no era compatible con el software, por ello se procedió a modelar cada una de las viviendas en el programa.

Para poder crear el modelo digital se realiza los siguientes pasos:

1. Crear un **nuevo archivo**.
2. Aparece una pantalla con un **nuevo proyecto**, donde se cambiará el título (SAN PEDRO DE LA BENDITA) y sitio (ECUADOR/QUITO).
3. En la nueva pantalla, en **modelo** se realiza la geometría de la vivienda, añadiendo edificio y dividiéndolo en zonas térmicas.

4. En los **datos del Sitio**, se rellena la plantilla con todos los datos del lugar y se sube el archivo dado por Meteonorm en la opción **Datos climáticos para la simulación**.
5. Una vez modelado el edificio se rellenan los datos referentes a actividad, cerramiento, abertura, etc., ya sea de cada zona o de todo el edificio.
6. Ya con todos los datos del modelo, se procede a la simulación anual, mensual, diaria u horaria según se requiera para ver su confort térmico.

5.3. Plantillas de datos

Una vez importado el modelo, se debe especificar las Plantillas de datos que serán cargados inicialmente en el modelo, los mismos que están relacionados con el uso de las zonas (ocupación, confort y equipos).

5.3.1. Plantilla de Actividad

En esta plantilla se especifica el uso y ocupación de la vivienda, la misma que puede ser de tipo residencial, industrial, oficina, etc., y determinar si la zona se encuentra ocupada, desocupada o intermedia, como también los siguientes puntos:

Perfiles de ocupación: en esta sección se coloca el número de personas que se encuentran ocupando la vivienda, así como los tiempos que permanecen en cada zona.

Como se obtuvo el promedio de 5 personas por vivienda, se determinó sus periodos de ocupación en cada una de las zonas de acuerdo con la actividad que se realiza, presentándose las siguientes tablas de cada tipología de vivienda a simular, orientadas en los puntos cardinales ESTE Y OESTE.

Tabla 23

Perfil de ocupación de la tipología de ladrillo-teja, orientación ESTE.

TIPOLOGÍA	ZONA INTERIOR	#PERSONAS (P)	ÁREA (m ²)	DENSIDAD (P/ m ²)	PERIODO DE OCUPACIÓN
LADRILLO Y TEJA	Sala-comedor-cocina	3	50,02	0,06	05h00 a 21h00
	Dormitorio 1	2	12,99	0,15	21h00 a 05h00
	Dormitorio 2	1	11,18	0,09	20h00 a 7h00
	Dormitorio 3	1	11,20	0,09	20h00 a 7h00

Fuente: Autor

Elaboración: Autor

Tabla 24.

Perfil de ocupación de la tipología de ladrillo-teja, orientación OESTE.

TIPOLOGÍA	ZONA INTERIOR	#PERSONAS (P)	ÁREA (m ²)	DENSIDAD (P/ m ²)	PERIODO DE OCUPACIÓN
LADRILLO Y TEJA	Cocina-comedor	2	16,30	0,06	06h00 a 18h00
	Sala	2	25,00	0,08	09h00 a 20h00
	Dormitorio 1	2	9,94	0,15	21h00 a 06h00
	Dormitorio 2	1	9,95	0,09	20h00 a 7h00
	Garaje	1	27,09	0,09	20h00 a 21h00

Fuente: Autor

Elaboración: Autor

Tabla 25.

Perfil de ocupación de la tipología de ladrillo-zinc, orientación ESTE.

TIPOLOGÍA	ZONA INTERIOR	#PERSONAS (P)	ÁREA (m ²)	DENSIDAD (P/ m ²)	PERIODO DE OCUPACIÓN
LADRILLO Y ZINC	Sala	3	21,46	0,09	06h00 a 21h00
	Cocina-comedor	3	15,70	0,19	06h00 a 18h00
	Dormitorio 1	2	17,49	0,11	21h00 a 06h00
	Dormitorio 2	2	16,04	0,12	21h00 a 7h00
	Dormitorio 3	1	14,13	0,07	22h00 a 7h00

Fuente: Autor

Elaboración: Autor

Tabla 26.

Perfil de ocupación de la tipología de ladrillo-zinc, orientación OESTE.

TIPOLOGÍA	ZONA INTERIOR	#PERSONAS (P)	ÁREA (m ²)	DENSIDAD (P/ m ²)	PERIODO DE OCUPACIÓN
LADRILLO Y ZINC	Cocina-comedor	3	18,19	0,16	07h00 a 18h00
	Sala	2	22,26	0,09	08h00 a 20h00
	Dormitorio 1	1	9,97	0,10	21h00 a 08h00
	Dormitorio 2	2	11,36	0,17	22h00 a 6h00
	Dormitorio 3	1	11,34	0,09	21h00 a 8h00

Fuente: Autor

Elaboración: Autor

Tabla 27.

Perfil de ocupación de la tipología de ladrillo-fibroceemento, orientación ESTE.

TIPOLOGÍA	ZONA INTERIOR	#PERSONAS (P)	ÁREA (m ²)	DENSIDAD (P/ m ²)	PERIODO DE OCUPACIÓN
LADRILLO Y FIBROCEMENTO	Sala-comedor-cocina	4	38,35	0,10	06h00 a 22h00
	Dormitorio 1	2	9,64	0,20	21h00 a 06h00
	Dormitorio 2	2	10,19	0,19	21h00 a 6h00
	Dormitorio 3	2	9,97	0,20	22h00 a 7h00

Fuente: Autor

Elaboración: Autor

Tabla 28.

Perfil de ocupación de la tipología de ladrillo-fibroceemento, orientación OESTE.

TIPOLOGÍA	ZONA INTERIOR	#PERSONAS (P)	ÁREA (m ²)	DENSIDAD (P/ m ²)	PERIODO DE OCUPACIÓN
LADRILLO Y FIBROCEMENTO	Cocina-comedor	3	33,41	0,09	06h00 a 18h00
	Sala	3	15,72	0,19	14h00 a 21h00
	Dormitorio 1	2	16,97	0,12	21h00 a 06h00
	Dormitorio 2	3	31,26	0,10	22h00 a 6h00

Fuente: Autor

Elaboración: Autor

Tabla 29.

Perfil de ocupación de la tipología de ladrillo-losa, orientación ESTE.

TIPOLOGÍA	ZONA INTERIOR	#PERSONAS (P)	ÁREA (m ²)	DENSIDAD (P/ m ²)	PERIODO DE OCUPACIÓN
LADRILLO Y LOSA	Sala-comedor-cocina	2	40,42	0,05	06h00 a 22h00
	Dormitorio 1	2	10,74	0,19	22h00 a 06h00
	Dormitorio 2	1	10,99	0,09	21h00 a 8h00
	Local comercial	1	13,00	0,08	07h00 a 21h00

Fuente: Autor

Elaboración: Autor

Tabla 30.

Perfil de ocupación de la tipología de ladrillo-losa, orientación OESTE.

TIPOLOGÍA	ZONA INTERIOR	#PERSONAS (P)	ÁREA (m ²)	DENSIDAD (P/ m ²)	PERIODO DE OCUPACIÓN
LADRILLO Y LOSA	Sala-comedor-cocina	2	32,73	0,06	06h00 a 22h00
	Dormitorio 1	1	13,16	0,08	22h00 a 08h00
	Dormitorio 2	2	15,44	0,13	22h00 a 7h00

Fuente: Autor

Elaboración: Autor

Condiciones metabólicas: la tasa metabólica está relacionada con la intensidad de la actividad que se realiza en cada zona, el factor metabólico y los valores de vestimenta en verano e invierno.

Según (Ordoñez, 2014), para el factor metabólico se debe considerar personas con diferente constitución física, especificando valores como 1.00 para hombres, 0.85 para mujeres, 0.75 para niños. Se puede ingresar valores intermedios si se trata de grupos mixtos de 0.90.

Vestimenta: se utilizó el promedio de nivel de arropamiento de 1.0 clo para invierno y 0.5 para verano, tanto para hombres como mujeres como base de la vestimenta estándar de la mayoría de los usuarios de las viviendas a simular.

Ganancias adicionales: se refiere a todos los equipos que aporten calor a la vivienda, como son computadoras, equipos de oficina, cocina, etc. Para el análisis de las viviendas se utilizará la opción cocina y computadora según se utilice en la vivienda.

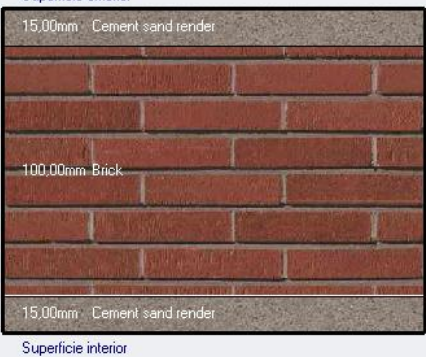


5.3.2. Plantilla de cerramientos

En esta plantilla se encuentran todas las características de los materiales, lo cual permiten editar: muros, cubiertas y suelos que son modificables a manera de capas.

Todas las viviendas simuladas poseen en su cerramiento 3 capas, el recubrimiento interior, la mampostería de ladrillo y el recubrimiento exterior. A continuación, se muestran los datos del cerramiento de cada tipología de vivienda simulada.

Tabla 31.

Datos de cerramiento de la tipología ladrillo-teja, orientación ESTE.

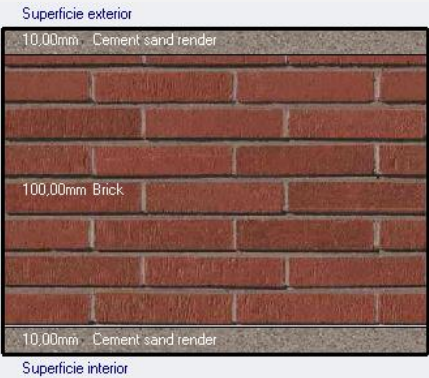
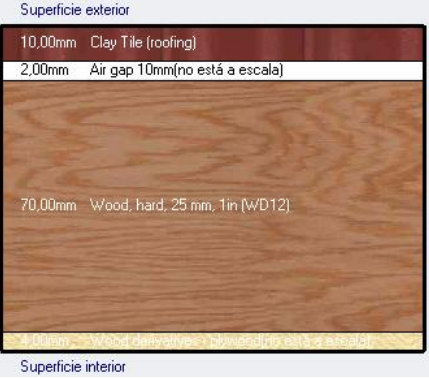

CERRAMIENT O	DESCRIPCIÓN	ILUSTRACIÓN	DETALLE (espesor)
<p>Paredes externas y divisorias</p>	<p>Paredes de mampostería de ladrillo artesanal con revestimiento interior y exterior</p>		<p>Tres capas de 130mm -15mm de revestimiento interior y exterior -100mm del ladrillo</p>
<p>Cubierta</p>	<p>Teja artesanal</p>		<p>Capa externa de 10mm: teja artesanal. Capa intermedia de 2mm: espacio de aire. Capa interna de 60mm de listones de madera. Cielo raso de pleibo de 4mm.</p>
<p>Suelo interior</p>	<p>Hormigón armado</p>		<p>Capa única de 200mm de hormigón, piedra y acero.</p>

Fuente: Autor

Elaboración: Autor

Tabla 32.

Datos de cerramiento de la tipología ladrillo-teja, orientación OESTE.

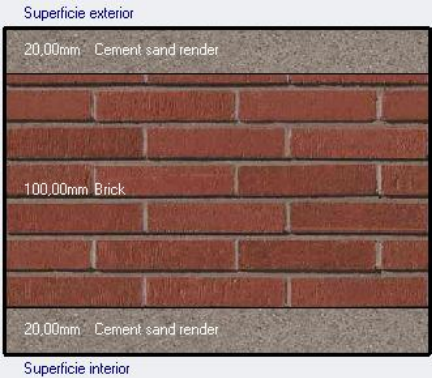
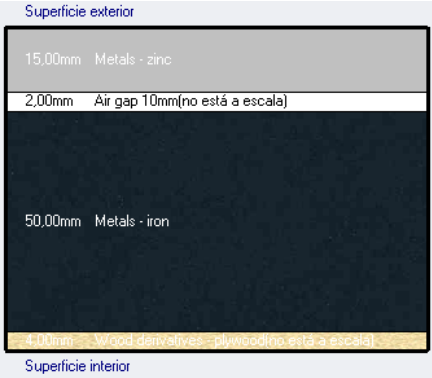

CERRAMIENTO	DESCRIPCIÓN	ILUSTRACIÓN	DETALLE (espesor)
Paredes externas y divisorias	Paredes de mampostería de ladrillo artesanal con revestimiento interior y exterior	 <p>Superficie exterior 10,00mm - Cement sand render 100,00mm Brick 10,00mm - Cement sand render Superficie interior</p>	Tres capas de 120mm -10mm de revestimiento interior y exterior -100mm del ladrillo
Cubierta	Teja artesanal	 <p>Superficie exterior 10,00mm Clay Tile (roofing) 2,00mm Air gap 10mm(no está a escala) 70,00mm Wood, hard, 25 mm, 1in (WD12) 4,00mm Wood alternatives: 13/25/125/125/125/125/125 Superficie interior</p>	Capa externa de 10mm: teja artesanal. Capa intermedia de 2mm: espacio de aire. Capa interna de 70mm de listones de madera. Cielo raso de pleibo de 4mm.
Suelo interior	Hormigón armado	 <p>Superficie interior 180,00mm Aerated Concrete Slab 15,00mm Ceramic/clay tiles - ceramic tiles Dry Superficie exterior</p>	Capa única de 180mm de hormigón, piedra y acero + cerámica de 15mm.

Fuente: Autor

Elaboración: Autor

Tabla 33.

Datos de cerramiento de la tipología ladrillo-zinc, orientación ESTE.

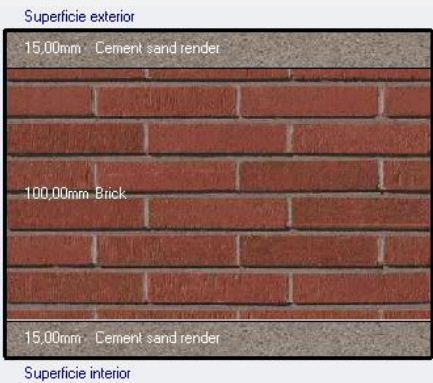
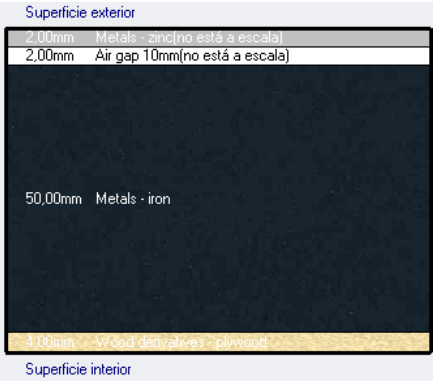
CERRAMIENTO	DESCRIPCIÓN	ILUSTRACIÓN	DETALLE (espesor)
Paredes externas y divisorias	Paredes de mampostería de ladrillo artesanal con revestimiento interior y exterior	 <p>Superficie exterior 20.00mm - Cement sand render 100.00mm Brick 20.00mm - Cement sand render Superficie interior</p>	Tres capas de 140mm -2mm de revestimiento interior y exterior -100mm del ladrillo.
Cubierta	Zinc	 <p>Superficie exterior 15.00mm Metals - zinc 2.00mm Air gap 10mm (no está a escala) 50.00mm Metals - iron 4.00mm Wood derivatives - plywood (no está a escala) Superficie interior</p>	Capa externa de 15mm: lámina de zinc. Capa intermedia de 2mm: espacio de aire. Capa interna de 50mm de correas de metal. Cielo raso de pleibo de 4mm.
Suelo interior	Hormigón armado	 <p>Superficie interior 200.00mm Cast Concrete 15.00mm Ceramic/clay tiles - ceramic floor tiles Dry Superficie exterior</p>	Capa de 200mm de hormigón, piedra y acero + cerámica de 15mm.

Fuente: Autor

Elaboración: Autor

Tabla 34.

Datos de cerramiento de la tipología ladrillo-zinc, orientación OESTE.

CERRAMIENTO	DESCRIPCIÓN	ILUSTRACIÓN	DETALLE (espesor)
Paredes externas y divisorias	Paredes de mampostería de ladrillo artesanal con revestimiento interior y exterior		Tres capas de 130mm -15mm de revestimiento interior y exterior -100mm del ladrillo.
Cubierta	Zinc		Capa externa de 2mm: lámina de zinc. Capa intermedia de 2mm: espacio de aire. Capa interna de 50mm de correas de metal. Cielo raso de pleibo de 4mm.
Suelo interior	Hormigón armado		Capa de 180mm de hormigón, piedra y acero + cerámica de 15mm.

Fuente: Autor

Elaboración: Autor

Tabla 35.

Datos de cerramiento de la tipología ladrillo-fibro cemento, orientación ESTE.

CERRAMIENTO	DESCRIPCIÓN	ILUSTRACIÓN	DETALLE (espesor)
Paredes externas y divisorias	Paredes de mampostería de ladrillo artesanal con revestimiento interior y exterior		Tres capas de 140mm -20mm de revestimiento interior y exterior -100mm del ladrillo.
Cubierta	Fibro cemento		Capa externa de 6mm: lámina de fibrocemento. Capa intermedia de 2mm: espacio de aire. Capa interna de 50mm de correas de metal.
Suelo interior	Hormigón armado		Capa de 150mm de hormigón armado + cerámica de 15mm.

Fuente: Autor

Elaboración: Autor

Tabla 36.

Datos de cerramiento de la tipología ladrillo-fibro cemento, orientación OESTE.

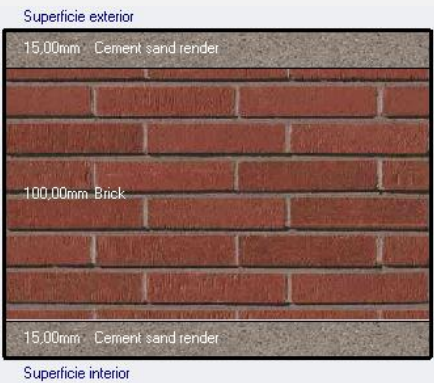


CERRAMIENTO	DESCRIPCIÓN	ILUSTRACIÓN	DETALLE (espesor)
Paredes externas y divisorias	Paredes de mampostería de ladrillo artesanal con revestimiento interior y exterior	 <p>Superficie exterior</p> <p>20,00mm - Cement sand render</p> <p>100,00mm Brick</p> <p>20,00mm - Cement sand render</p> <p>Superficie interior</p>	Tres capas de 140mm -20mm de revestimiento interior y exterior -100mm del ladrillo.
Cubierta	Fibro cemento	 <p>Superficie exterior</p> <p>6,00mm Asbestos-related materials - asbestos cement building</p> <p>2,00mm Air gap 10mm(no está a escala)</p> <p>60,00mm Metals - iron</p> <p>Superficie interior</p>	Capa externa de 6mm: lámina de fibrocemento. Capa intermedia de 2mm: espacio de aire. Capa interna de 60mm de correas de metal.
Suelo interior	Hormigón armado	 <p>Superficie interior</p> <p>18,00mm Cast Concrete</p> <p>Superficie exterior</p>	Capa de 180mm de hormigón, piedra y acero.

Fuente: Autor

Elaboración: Autor

Tabla 37.

Datos de cerramiento de la tipología ladrillo-losa, orientación ESTE.

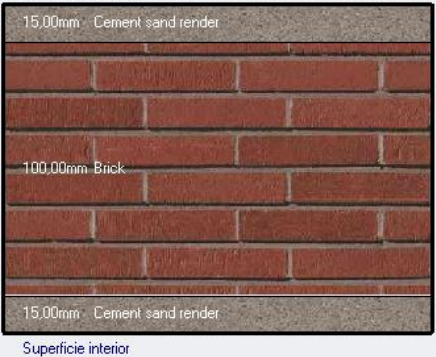


CERRAMIENTO	DESCRIPCIÓN	ILUSTRACIÓN	DETALLE (espesor)
Paredes externas y divisorias	Paredes de mampostería de ladrillo artesanal con revestimiento interior y exterior	 <p>Superficie exterior 15,00mm - Cement sand render 100,00mm Brick 15,00mm - Cement sand render Superficie interior</p>	Tres capas de 130mm -15mm de revestimiento interior y exterior -100mm del ladrillo.
Cubierta	Losa de hormigón armado	 <p>Superficie interior 300,00mm Cast Concrete (Dense) Superficie exterior</p>	Capa única de hormigón armado de 300mm.
Suelo interior	Hormigón armado	 <p>Superficie interior 180,00mm Cast Concrete 15,00mm Ceramic/clay tiles - ceramic floor tiles Dry Superficie exterior</p>	Capa de 180mm de hormigón, piedra y acero + cerámica de 15mm.

Fuente: Autor

Elaboración: Autor

Tabla 38.

Datos de cerramiento de la tipología ladrillo-losa, orientación OESTE.

CERRAMIENTO	DESCRIPCIÓN	ILUSTRACIÓN	DETALLE (espesor)
Paredes externas y divisorias	Paredes de mampostería de ladrillo artesanal con revestimiento interior y exterior	 <p>Superficie exterior 15,00mm - Cement sand render 100,00mm - Brick 15,00mm - Cement sand render Superficie interior</p>	Tres capas de 130mm -15mm de revestimiento interior y exterior -100mm del ladrillo.
Cubierta	Losa de hormigón armado	 <p>Superficie interior 200,00mm - Cast Concrete (Dense) Superficie exterior</p>	Capa única de hormigón armado de 200mm.
Suelo interior	Hormigón armado	 <p>Superficie interior 200,00mm - Cast Concrete 15,00mm - Ceramic/clay tiles - ceramic floor tiles Dry Superficie exterior</p>	Capa de 200mm de hormigón, piedra y acero + cerámica de 15mm.

Fuente: Autor

Elaboración: Autor

5.4. Plantilla de acristalamiento

DesignBuilder posee también plantillas que cargan características de vidrios y marcos de ventanas y puertas previamente diseñadas en la cual se podrá poner la sección y tipo de material de cada componente de abertura presente en la vivienda a simular. En los datos de abertura se muestra especificaciones para cualquier tipo de abertura como son ventanas, subsuperficies, huecos, puertas o rejillas.

5.4.1. Plantilla de iluminación

En este apartado el software nos permite ingresar cualquier clase de iluminación artificial para la vivienda y con la simulación conocer su consumo energético.

5.4.2. Plantilla HVAC

Esta pestaña nos permite ingresar datos de climatización, como refrigeración y ventilación mecánica que cuenta la vivienda para llegar a una temperatura deseada en su interior. Estos sistemas activos o combinados no son utilizados en las viviendas a simular debido al clima que posee el lugar.

5.5. Desarrollo de simulaciones

Se realizará las simulaciones de las 4 tipologías constructivas existentes en la parroquia de San Pedro de la Bendita, orientadas tanto al ESTE como al OESTE, para así conocer el confort térmico que experimentan estas viviendas frente a las temperaturas más críticas.

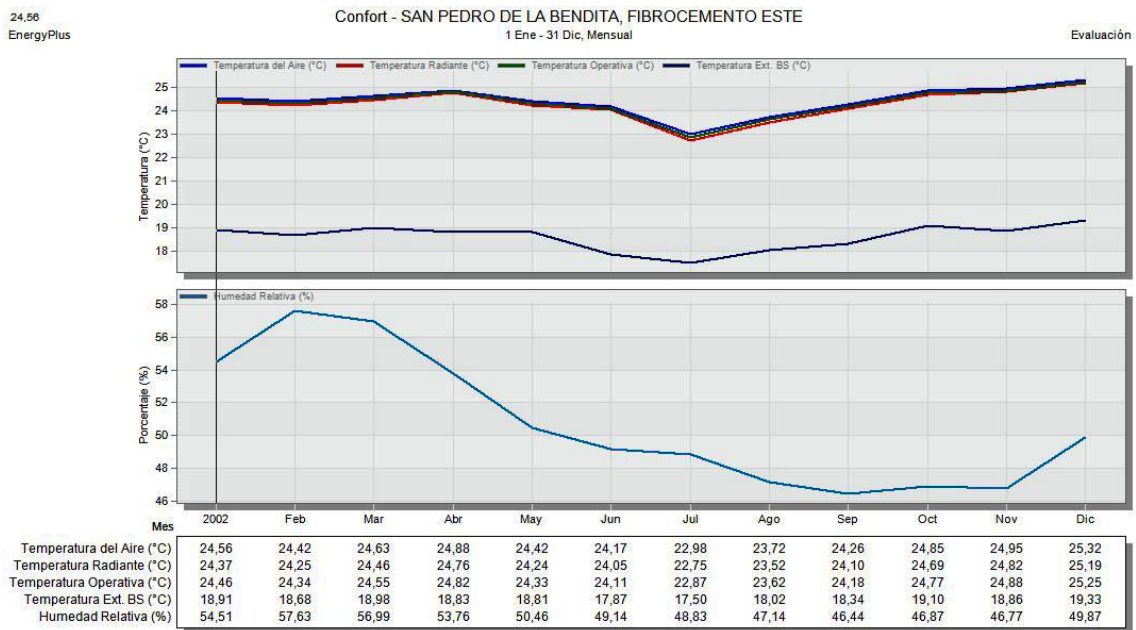
Es por esto por lo que, se simulo cada vivienda en el día más crítico con temperaturas extremas y para conocer esos días críticos se experimentó en un modelo durante un año típico, con la finalidad de obtener los meses, semanas y días con mayores y menores temperaturas.

La página www.meteoblue.com, nos permitió obtener los meses más críticos (Ver Tabla 20), siendo octubre y noviembre con **temperaturas más altas** y Julio con las **temperaturas más bajas**, por lo que se buscó que el programa Design Builder interpole datos y nos arroje resultados de los días más relevantes para poder hacer las simulaciones.

5.6. Resultados

Los resultados obtenidos mediante el software Design Builder nos permiten conocer que el mes de **junio posee las temperaturas más bajas**, mientras que el mes de **octubre posee las temperaturas más altas** (Ver Imagen58). A pesar de que los datos climatológicos del sitio nos describen al mes de octubre y noviembre como los meses con temperaturas más altas, y al mes de julio con las temperaturas más bajas, se tomaron como correctos los resultados de Design Builder debido a la interpolación de datos que se realizó en el software Meteonorm como es la radiación, esto permitió obtener estos resultados que a más de considerarse correctos son también aproximados a los datos que teníamos.

Figura 83.
Simulación térmica anual tipología ladrillo-fibrocemento.



Fuente: Autor

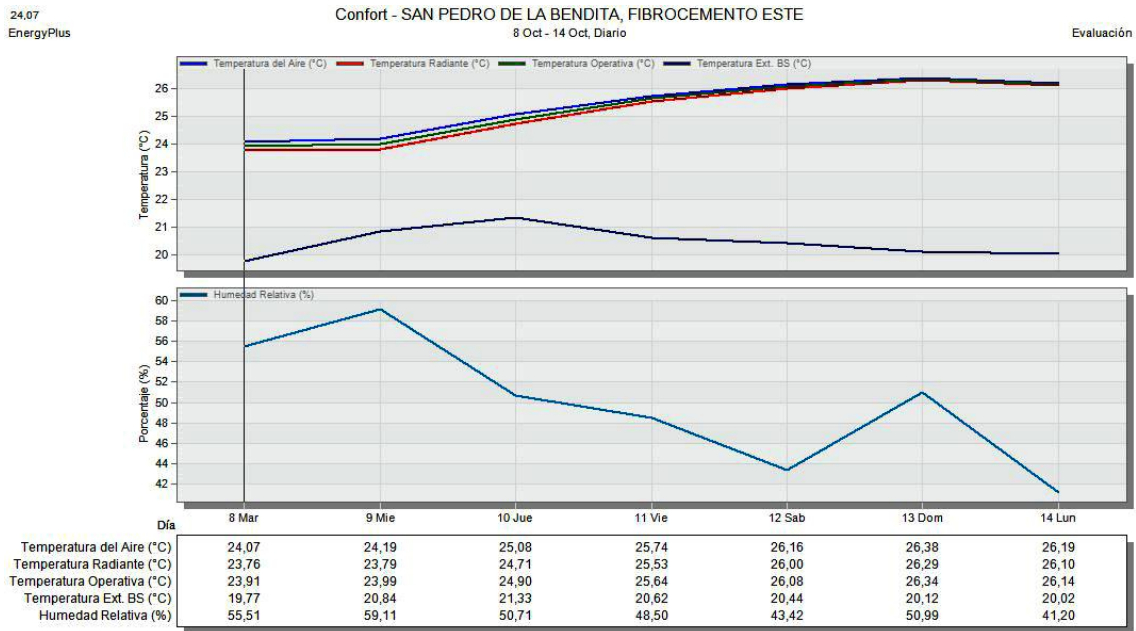
Elaboración: Autor

Una vez obtenida la información de los meses con temperaturas más extremas, es necesario conocer los días más críticos para realizar las simulaciones y así poder conocer su comportamiento para realizar mejoras a nivel constructivo.

El software nos muestra los resultados de la semana extrema de verano, que es la del 8 al 14 de octubre, siendo el 10 de octubre el día más crítico (Ver Imagen59), mientras que la imagen 60 nos muestra los resultados de la semana extrema de invierno, que es la del 3 al 9 de junio, siendo el día más crítico el 7 de junio.

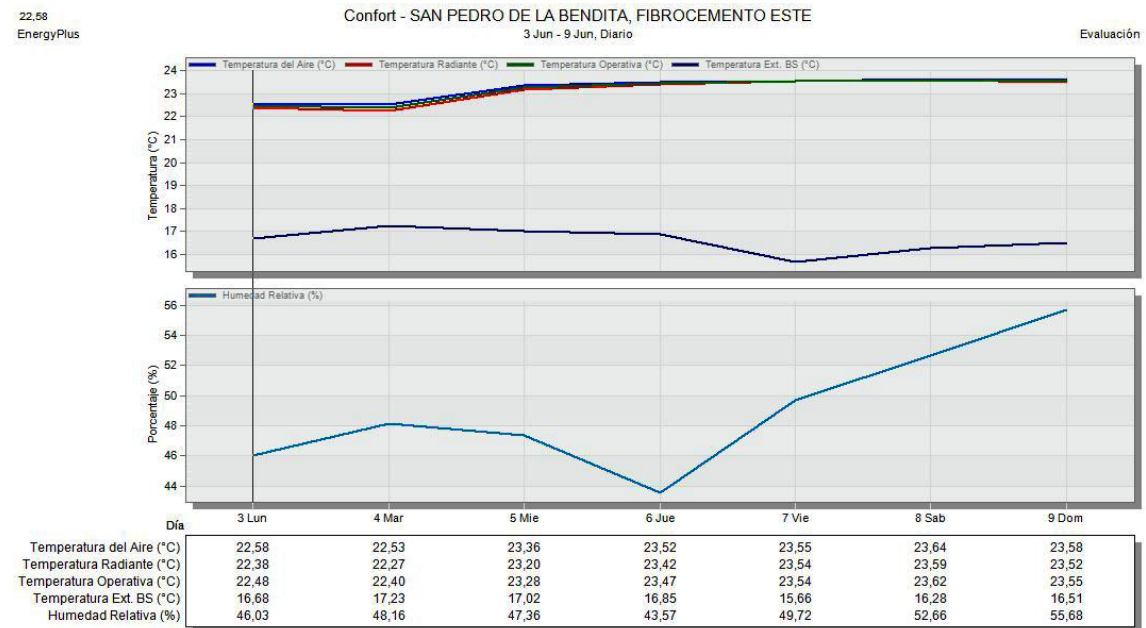
Para realizar las simulaciones de las viviendas se utilizó los dos días con las temperaturas más extremas: **el 10 de octubre como el día con la temperatura más alta** y **el 7 de junio como el día con la temperatura más baja** del año.

Figura 84.
Simulación térmica de la semana extrema de invierno tipología ladrillo-fibrocemento.



Fuente: Autor
 Elaboración: Autor

Figura 85.
Simulación térmica de la semana extrema de verano tipología ladrillo-fibrocemento.



Fuente: Autor
 Elaboración: Autor

Para explicar los resultados obtenidos de las simulaciones, se tomará en cuenta la temperatura operativa, que es la temperatura interior de la vivienda, la temperatura del aire, temperatura radiante, la humedad relativa, como también las horas de desconfort, debido a que, la temperatura del exterior es la misma, tanto para la orientación ESTE y OESTE.

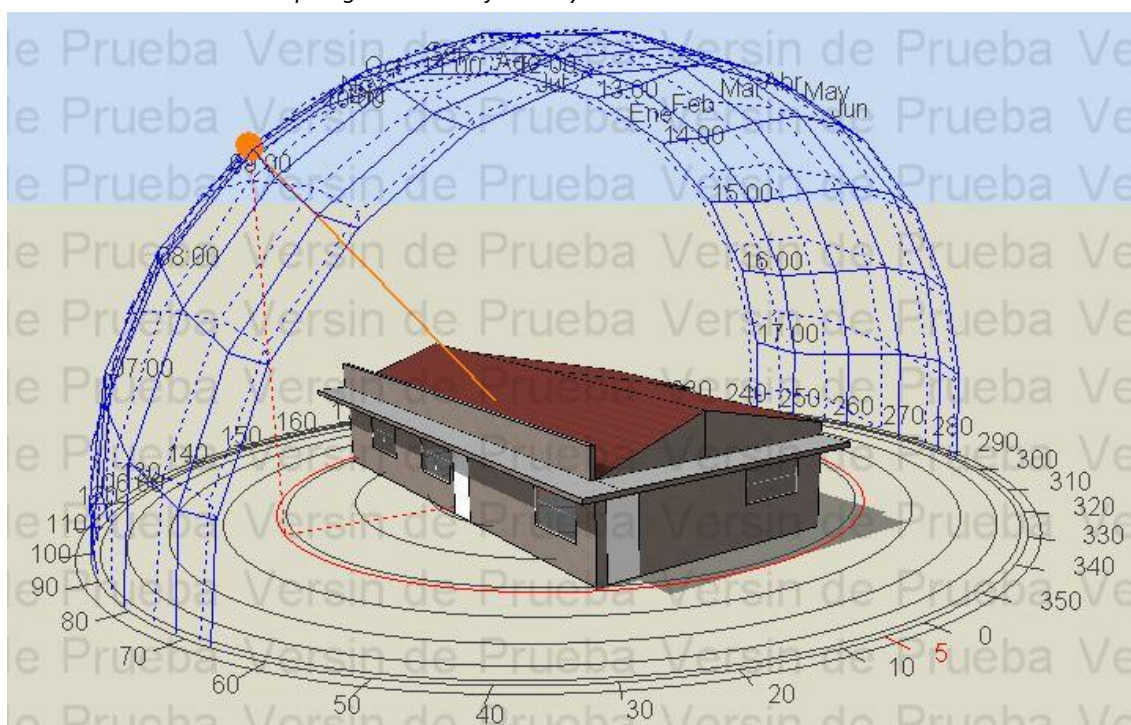
La temperatura exterior de la vivienda tanto para la orientación ESTE y OESTE son las mismas, en el día más extremo de verano, que es el 10 de octubre oscila entre los 16,67°C a 25,98°C, siendo la más baja a las 6AM y la más alta a las 3PM, para luego descender, mientras que, en el día más extremo de invierno, que es el 7 de junio, oscila entre los 12,40°C a 19,27°C, en donde la más baja se da a las 7AM y la más alta a las 3PM.

Se explicará cada valor de las simulaciones de las viviendas en un cuadro de resumen, en la parte de los resultados, para poder identificar que vivienda se encuentra dentro de la zona de confort, que es de 21°C a 25°C.

5.6.1. Simulación Tipología Ladrillo-Teja, orientación ESTE.

Figura 86.

Visualización del modelo tipología ladrillo-teja ESTE y recorrido del sol 10 de octubre a las 9AM.



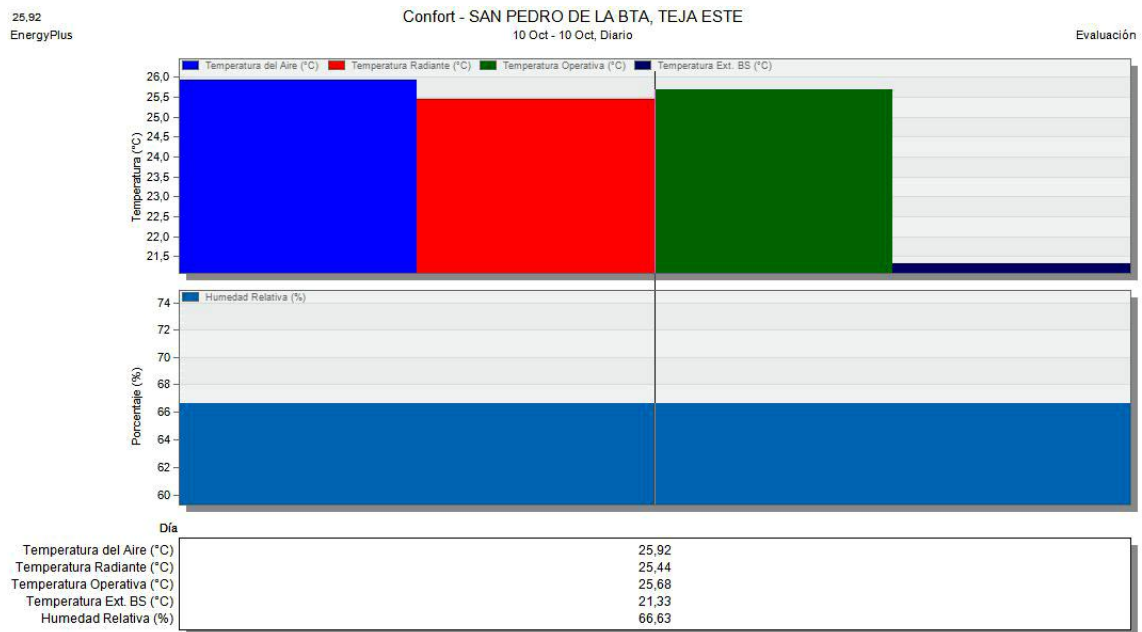
Fuente: Autor

Elaboración: Autor

En el día más extremo de verano que es el 10 de octubre, la temperatura del aire llega hasta los 25,92°C. La temperatura exterior de la vivienda oscila entre los 16,67°C a 25,98°C, siendo la más baja a las 6AM y la más alta a las 3PM, para luego descender. La temperatura operativa, es decir la interna de la vivienda oscila entre los 23,05°C a 25,68°C, sin horas de desconfort, con una temperatura radiante de 25,44°C y una humedad relativa del 66,63%.

Figura 87.

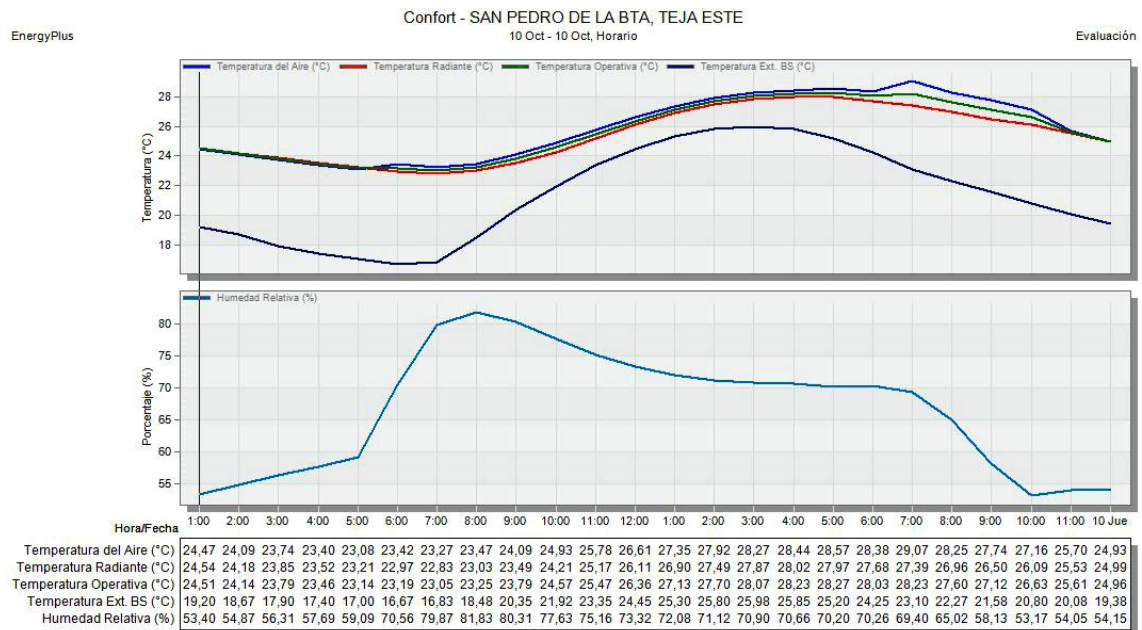
Resultados de la simulación térmica tipología ladrillo-teja ESTE, día más extremo de verano.



Fuente: Autor
Elaboración: Autor

Figura 88.

Resultados de la simulación térmica tipología ladrillo-teja ESTE, día más extremo de verano por horas.

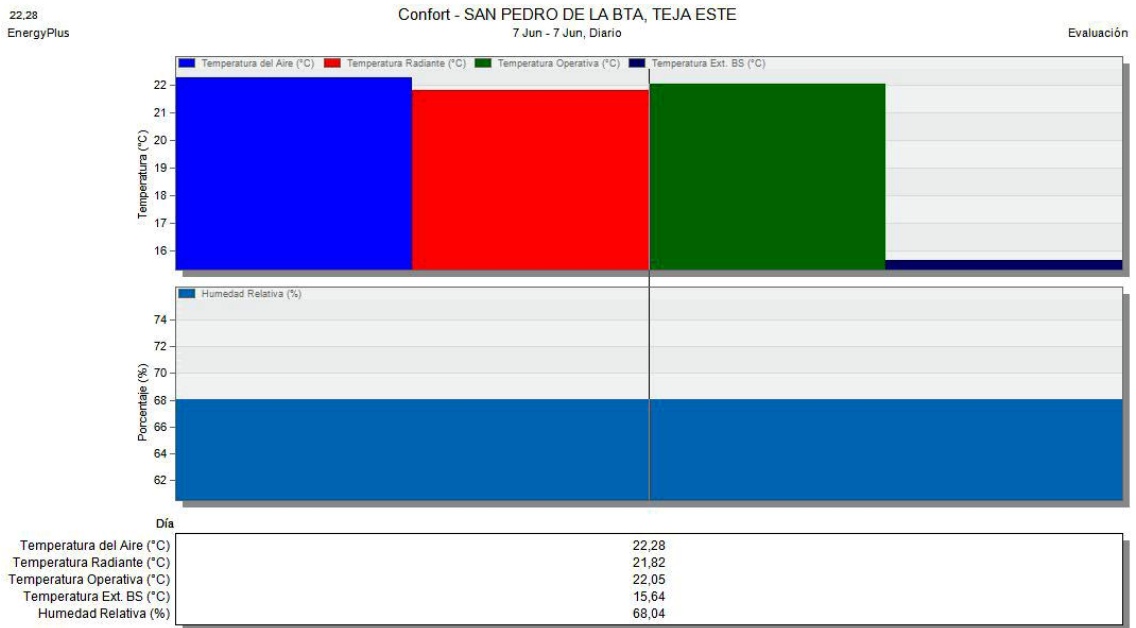


Fuente: Autor
Elaboración: Autor

En cambio, en el día más extremo de invierno que es el 7 de junio, la temperatura del aire llega hasta los 22,28°C, la temperatura exterior de la vivienda oscila entre los 12,40°C a 19,27°C, en donde la más baja se da a las 7AM y la más alta a las 3PM. La temperatura interior de la vivienda oscila entre los 19,63°C a 22,05°C, sin horas de disconfort, con una temperatura radiante de 21,82°C y una humedad relativa del 68,04%.

Figura 89.

Resultados de la simulación térmica tipología ladrillo-teja ESTE, día más extremo de invierno.

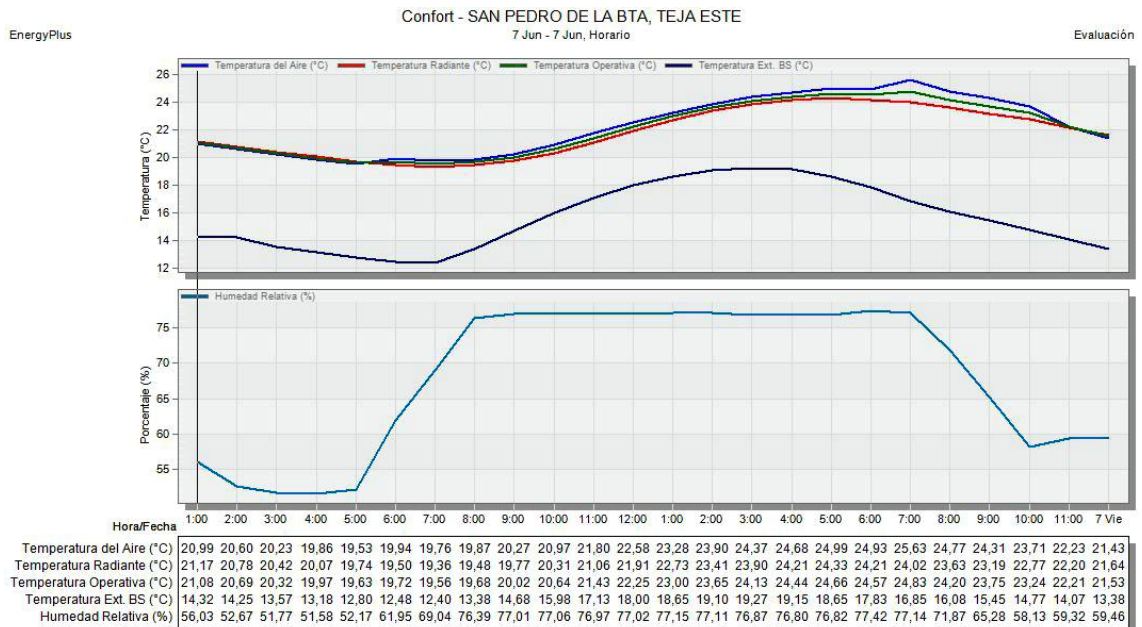


Fuente: Autor

Elaboración: Autor

Figura 90.

Resultados de la simulación térmica tipología ladrillo-teja ESTE, día más extremo de invierno, por horas.



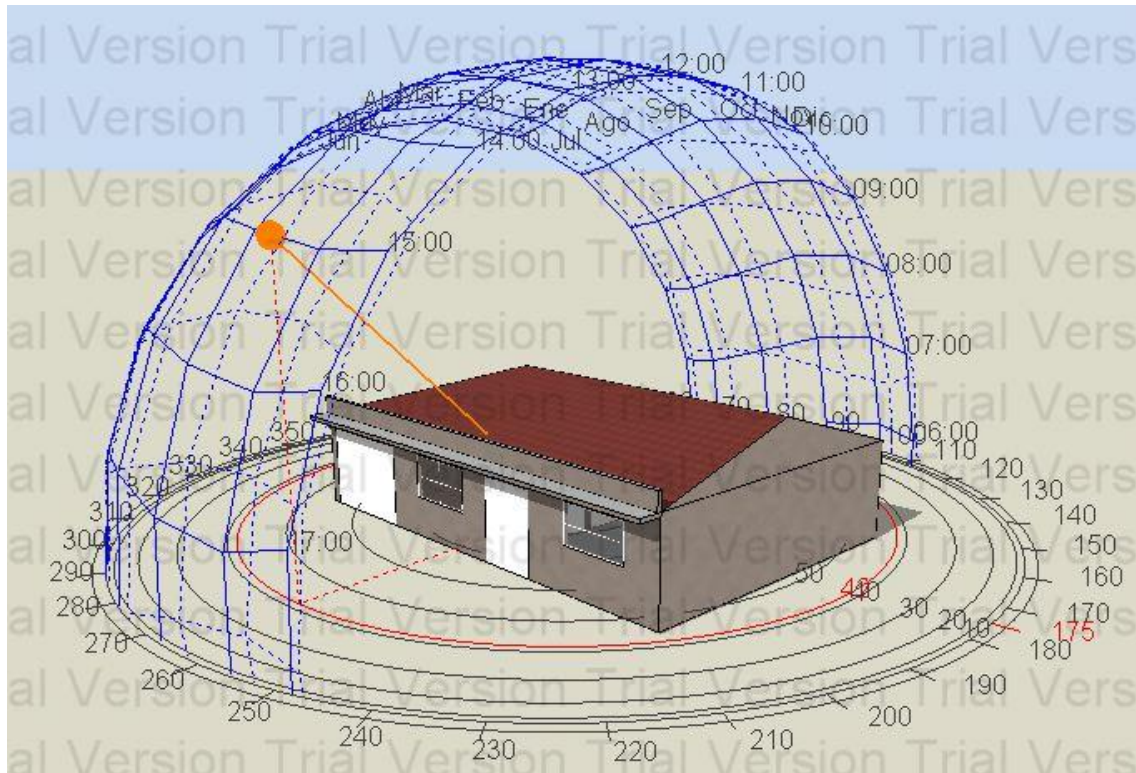
Fuente: Autor

Elaboración: Autor

5.6.2. Simulación Tipología Ladrillo-Teja, orientación OESTE.

Figura 91.

Visualización del modelo tipología ladrillo-teja OESTE y recorrido del sol 10 de octubre a las 3PM.



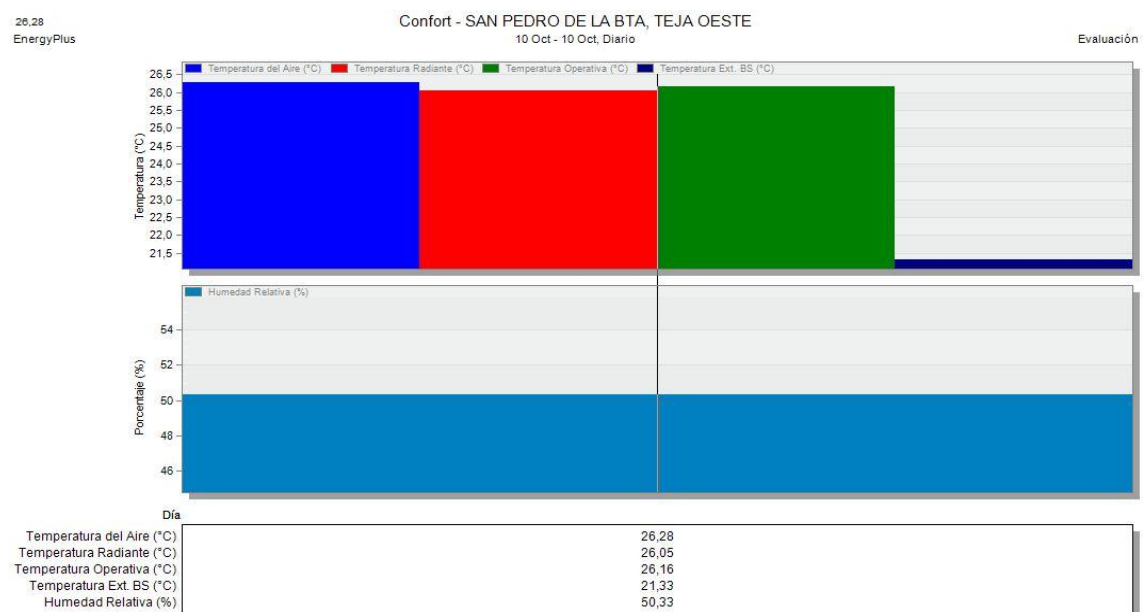
Fuente: Autor

Elaboración: Autor

En el día más crítico de verano, que es el 10 de octubre, la temperatura del aire llega hasta 26,28°C, la temperatura interior de la vivienda oscila entre los 23,78°C a 26,16°C, sin horas de desconfort, con temperatura radiante de 26,05°C y una humedad relativa de 50,33%.

Figura 92.

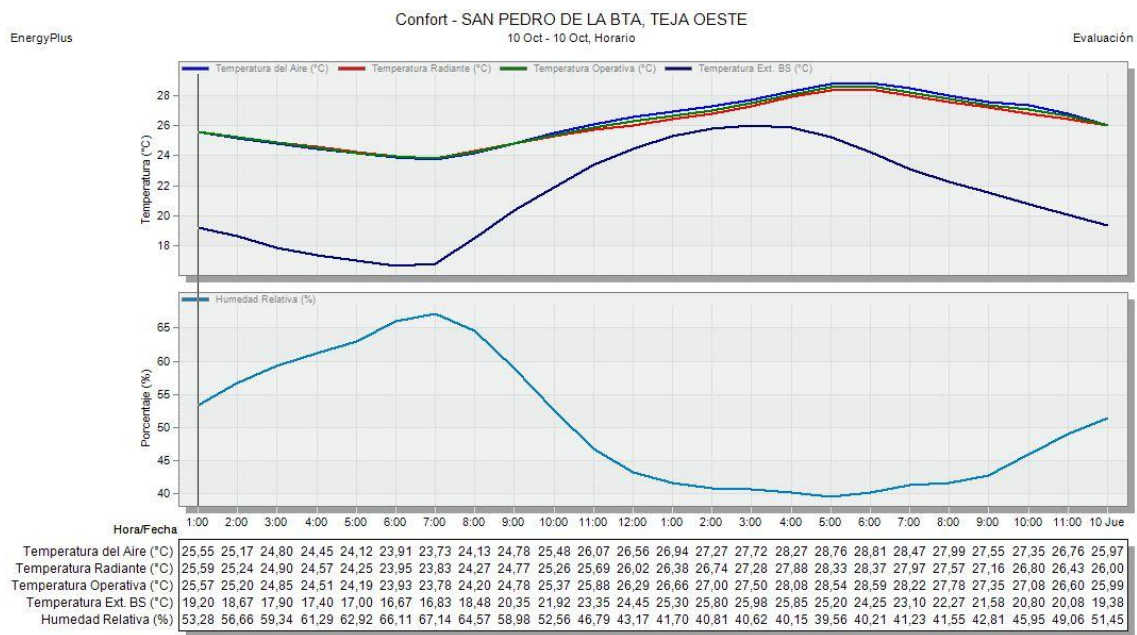
Resultados de la simulación térmica tipología ladrillo-teja OESTE, día más extremo de verano.



Fuente: Autor.

Elaboración: Autor.

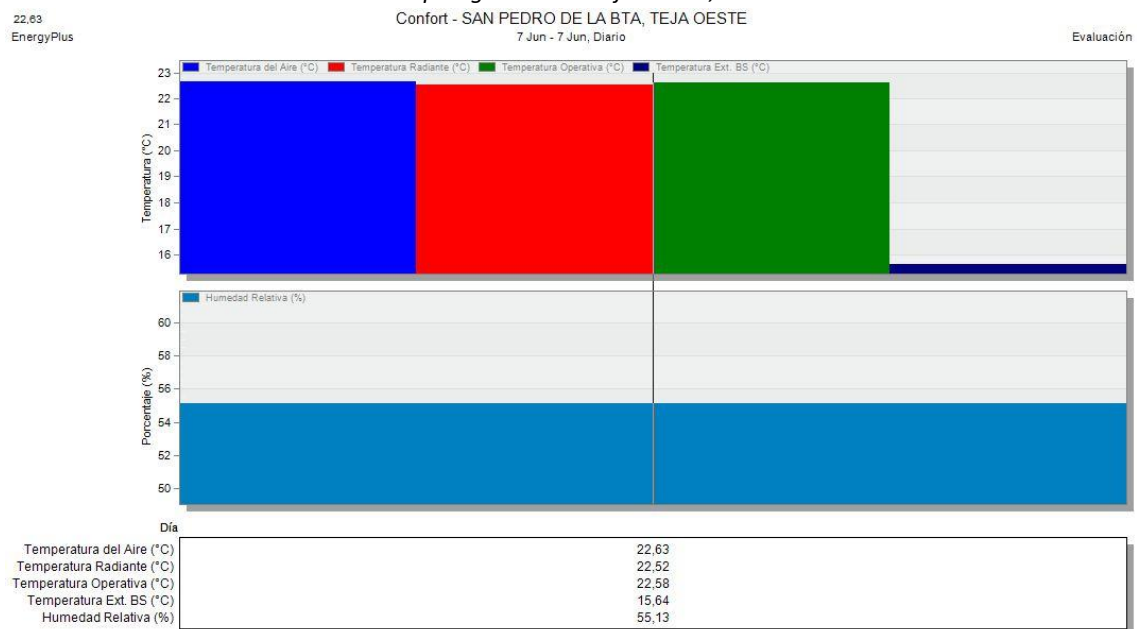
Figura 93.
Resultados de la simulación térmica tipología ladrillo-teja OESTE, día más extremo de verano, por horas.



Fuente: Autor
Elaboración: Autor

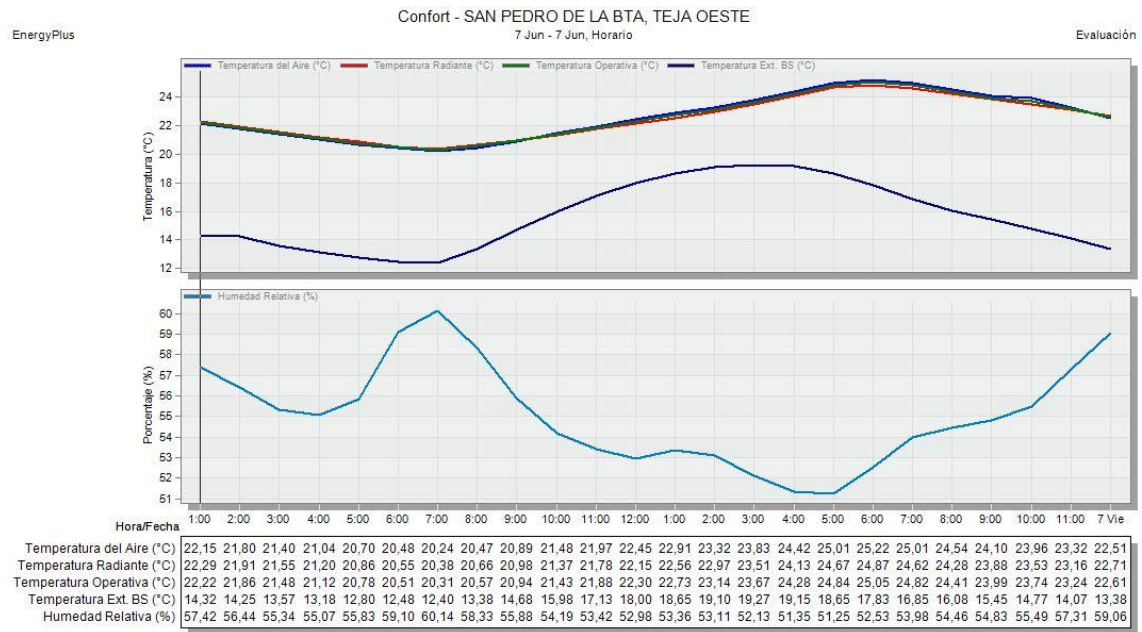
En cambio, en el día más crítico de invierno, que es el 7 de junio, la temperatura del aire llega a 22,63°C, la temperatura exterior oscila entre los 12,40°C a 19,27°C, que va desde las 7AM a 3PM, para luego descender. La temperatura interior de la vivienda oscila entre los 20,31°C a 22,58°C, sin horas de desconfort, con una temperatura radiante de 22,52°C y una humedad relativa de 55,13%.

Figura 94.
Resultados de la simulación térmica tipología ladrillo-teja OESTE, día más extremo de invierno.



Fuente: Autor
Elaboración: Autor

Figura 95.
Resultados de la simulación térmica tipología ladrillo-teja OESTE, día más extremo de invierno, por horas.



Fuente: Autor
Elaboración: Autor

5.6.3. Simulación Tipología Ladrillo-Zinc, orientación ESTE.

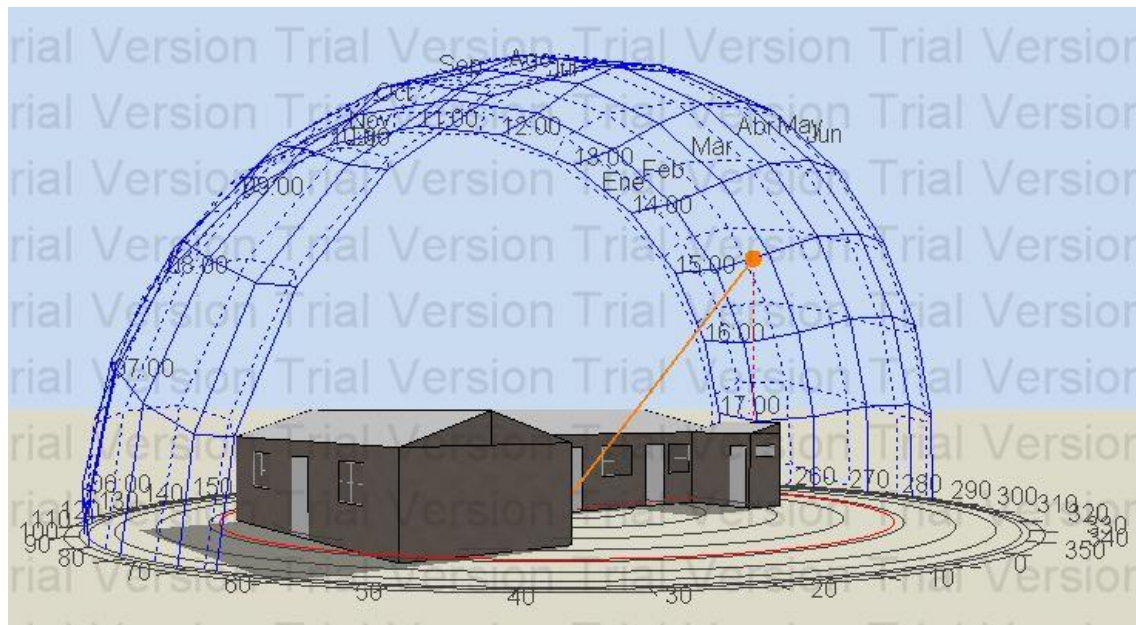


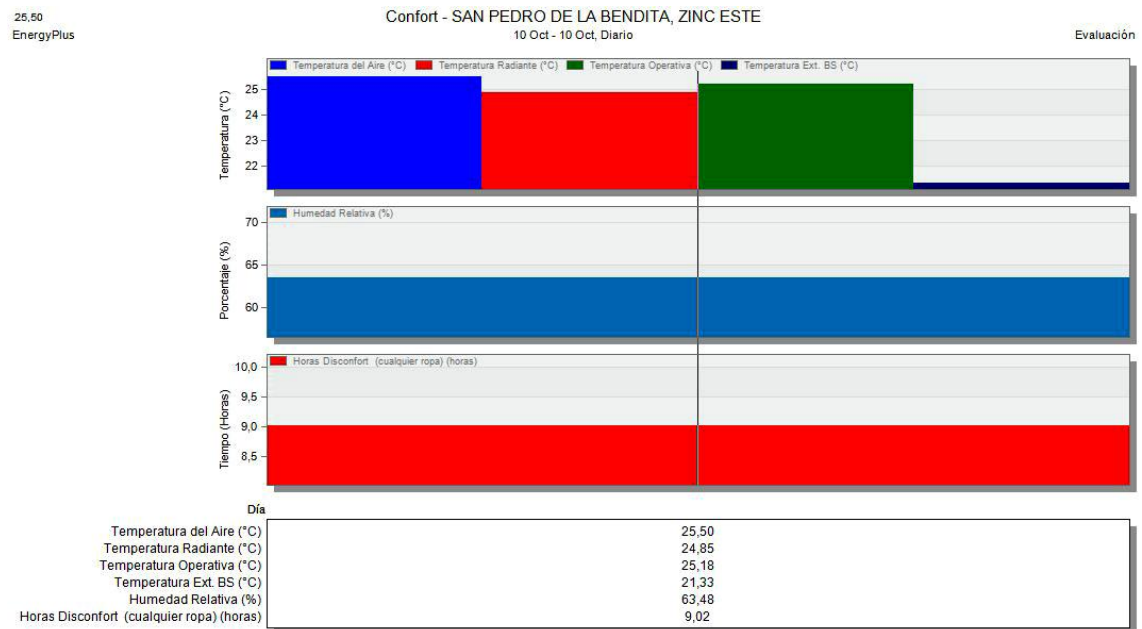
Figura 96.
Visualización del modelo tipología ladrillo-zinc ESTE y recorrido del sol 10 de octubre a las 3PM.

Fuente: Autor
Elaboración: Autor

La temperatura del aire más alta de esta tipología en el día más crítico que es el 10 de octubre puede llegar a 25,50°C, la temperatura interna de la vivienda oscila entre los 22,92°C hasta los 25,18°C, con 9,02 horas de desconfort, siendo de 8 a 10AM las horas

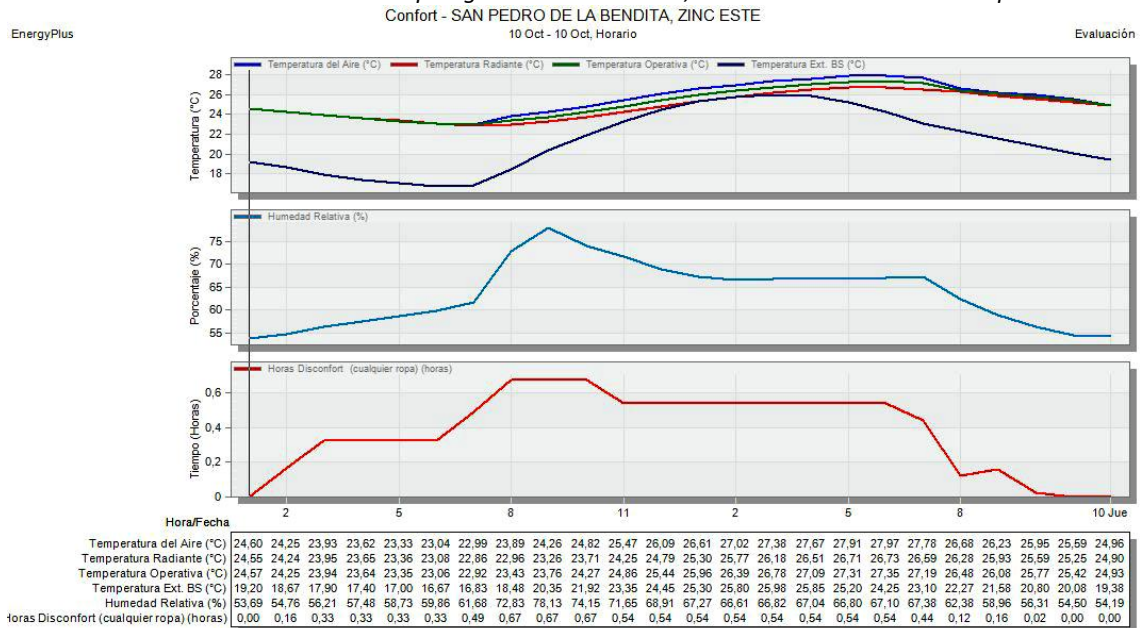
con menos confort, con una temperatura radiante de 24,85°C y una humedad relativa del 63,48%.

Figura 97.
Resultados de la simulación térmica tipología ladrillo-zinc ESTE, día más extremo de verano.



Fuente: Autor
Elaboración: Autor

Figura 98.
Resultados de la simulación térmica tipología ladrillo-zinc ESTE, día más extremo de verano por horas.

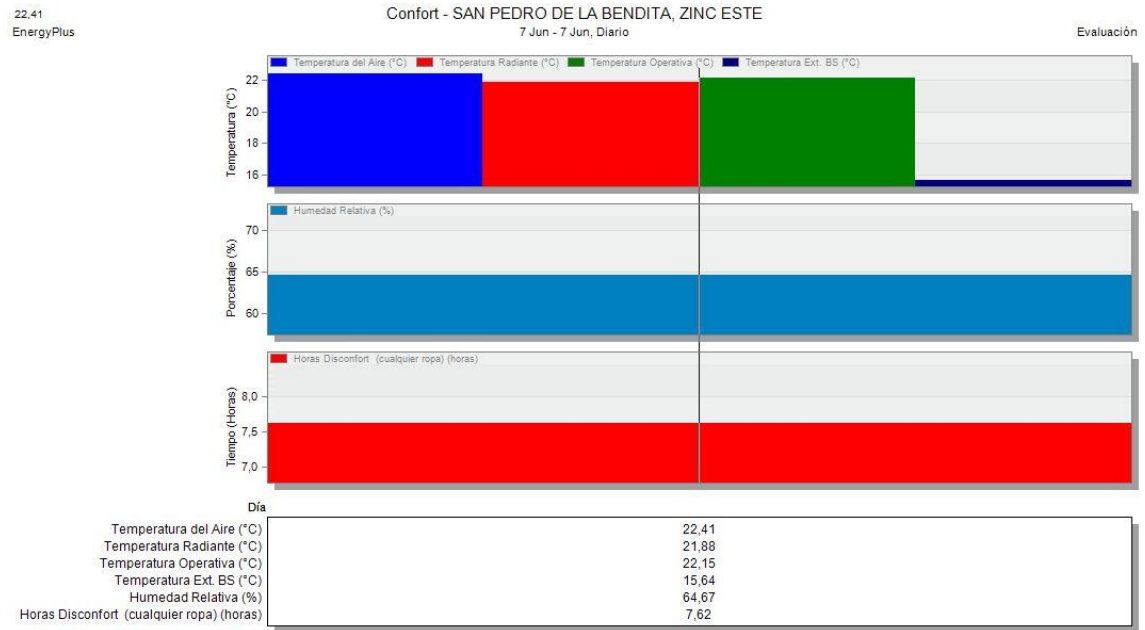


Fuente: Autor
Elaboración: Autor

Mientras que en el día más extremo de invierno que es el 7 de junio, la temperatura del aire es de 22,41°C, la temperatura interna de la vivienda oscila entre 19°C a 22,15°C, con 7,62 horas de disconfort, con una temperatura radiante de 21,88°C y una humedad relativa del 64,67%.

Figura 99.

Resultados de la simulación térmica tipología ladrillo-zinc ESTE, día más extremo de invierno.

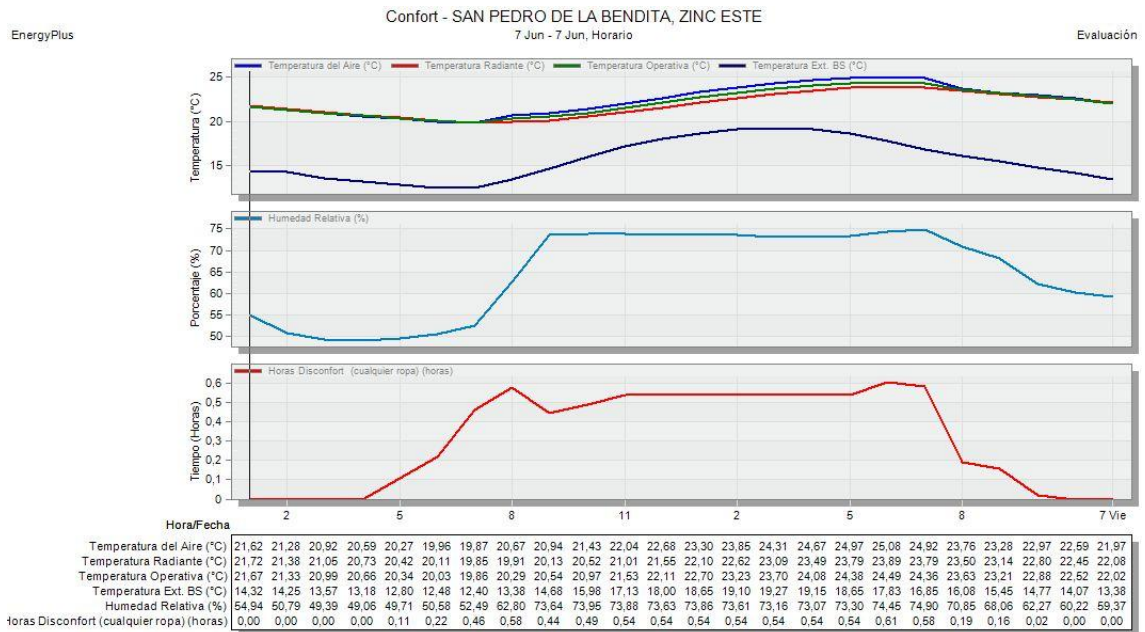


Fuente: Autor

Elaboración: Autor

Figura 100.

Resultados de la simulación térmica tipología ladrillo-zinc ESTE, día más extremo de invierno, por horas.



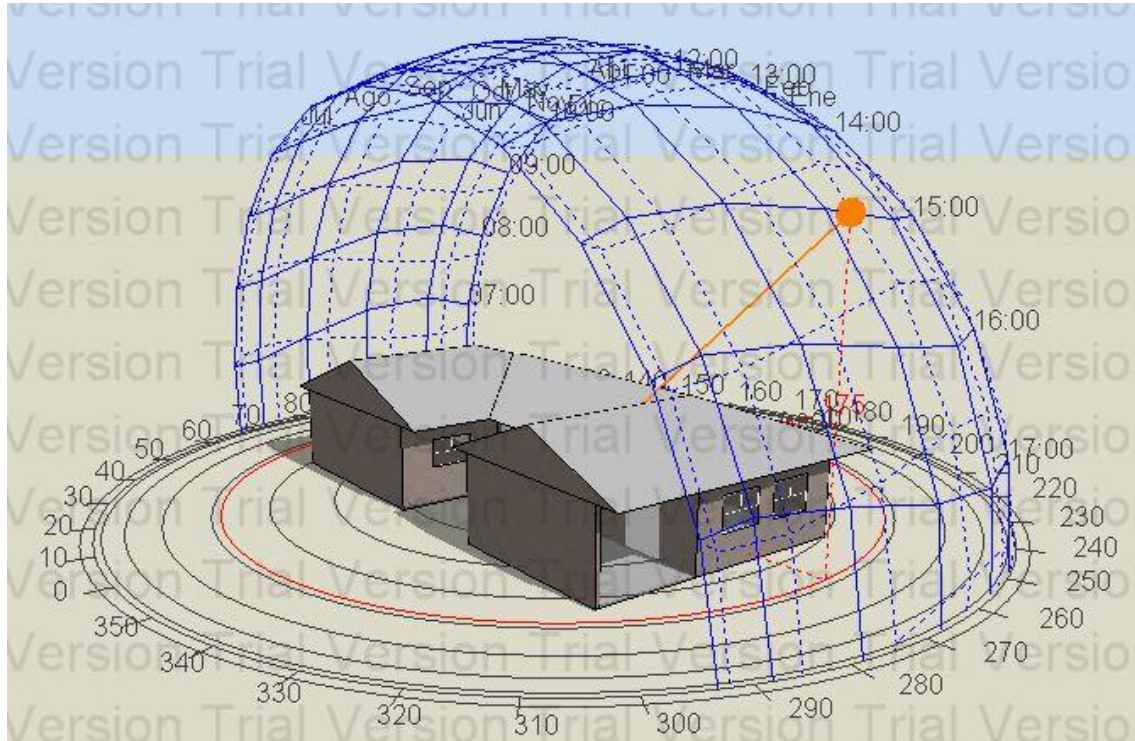
Fuente: Autor

Elaboración: Autor

5.6.4. Simulación Tipología Ladrillo-Zinc, orientación OESTE.

Figura 101.

Visualización del modelo tipología ladrillo-zinc OESTE y recorrido del sol 10 de octubre a las 3PM.

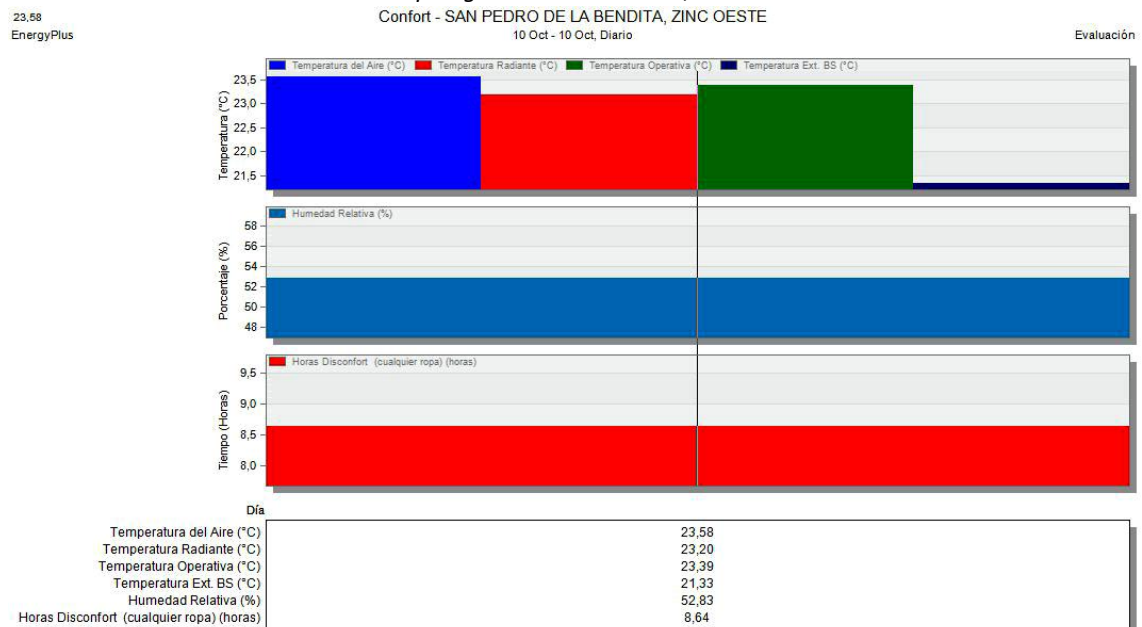


Fuente: Autor
Elaboración: Autor

La temperatura del aire más alta en el día más crítico, que es el 10 de octubre, es de 23,58°C, la temperatura interna de la vivienda oscila entre los 21,39°C a 23,39°C, con 8,64 horas de desconfort, siendo las horas más representativas de 5AM a 8 AM, con una temperatura radiante de 23,20°C y una humedad relativa del 52,83%.

Figura 102.

Resultados de la simulación térmica tipología ladrillo-zinc ESTE, día más extremo de verano.

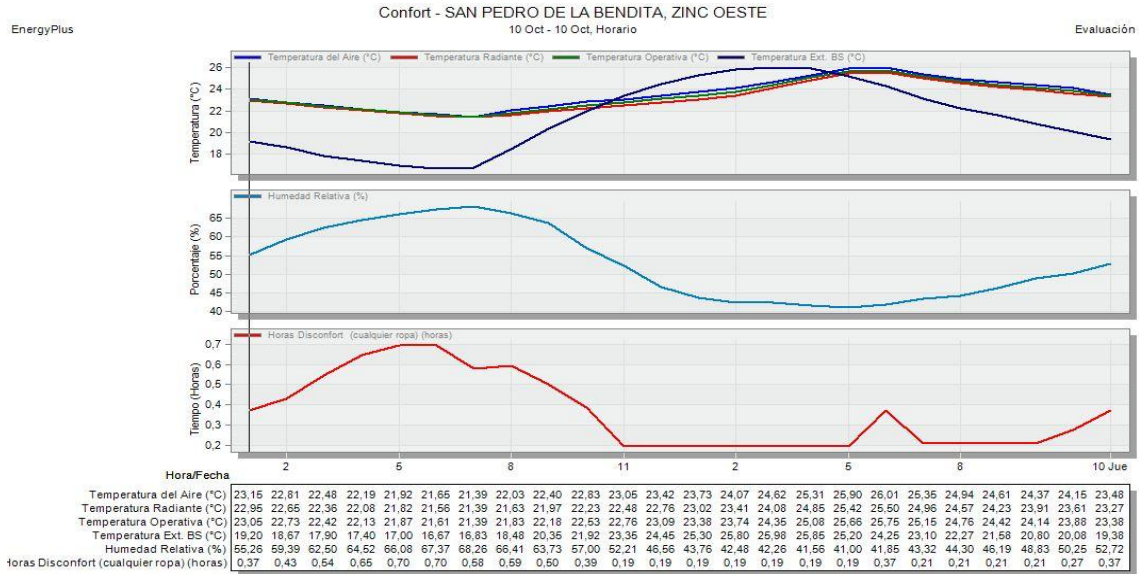


Fuente: Autor

Elaboración: Autor

Figura 103.

Resultados de la simulación térmica tipología ladrillo-zinc OESTE, día más extremo de verano, por horas.



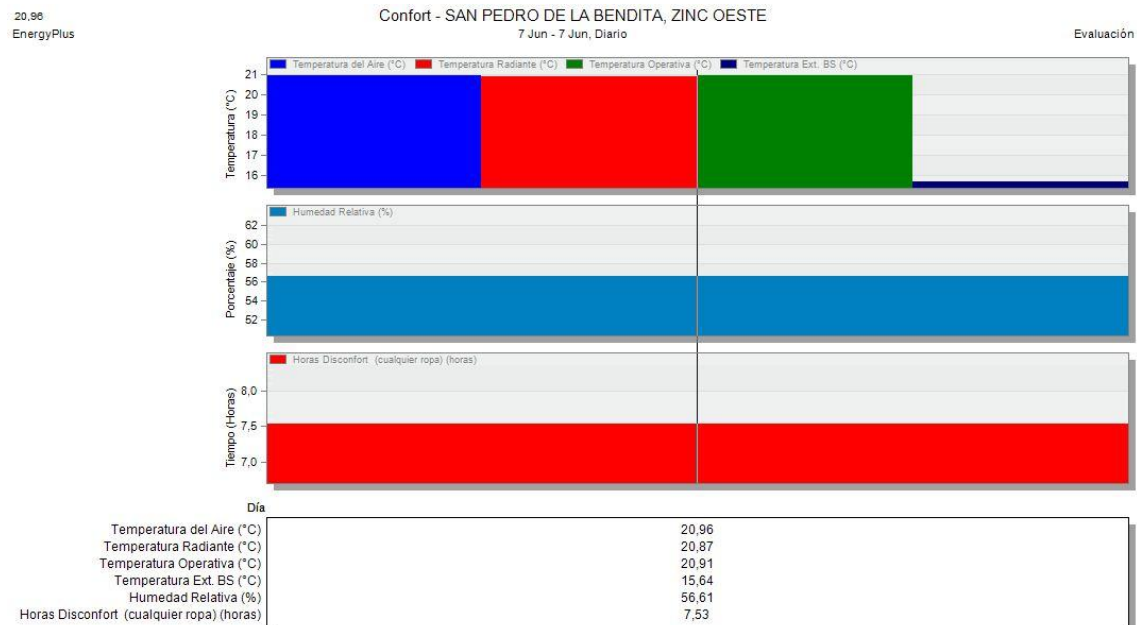
Fuente: Autor

Elaboración: Autor

En el día más crítico de invierno, que es el 7 de junio, la temperatura del aire llega a 20,96°C, la temperatura interna de la vivienda oscila entre los 19,23°C a 20,91°C, con 7,53 horas de disconfort, siendo las horas más representativas de 5AM a 10AM, con una temperatura radiante de 20,87°C y una humedad relativa del 56,61%.

Figura 104.

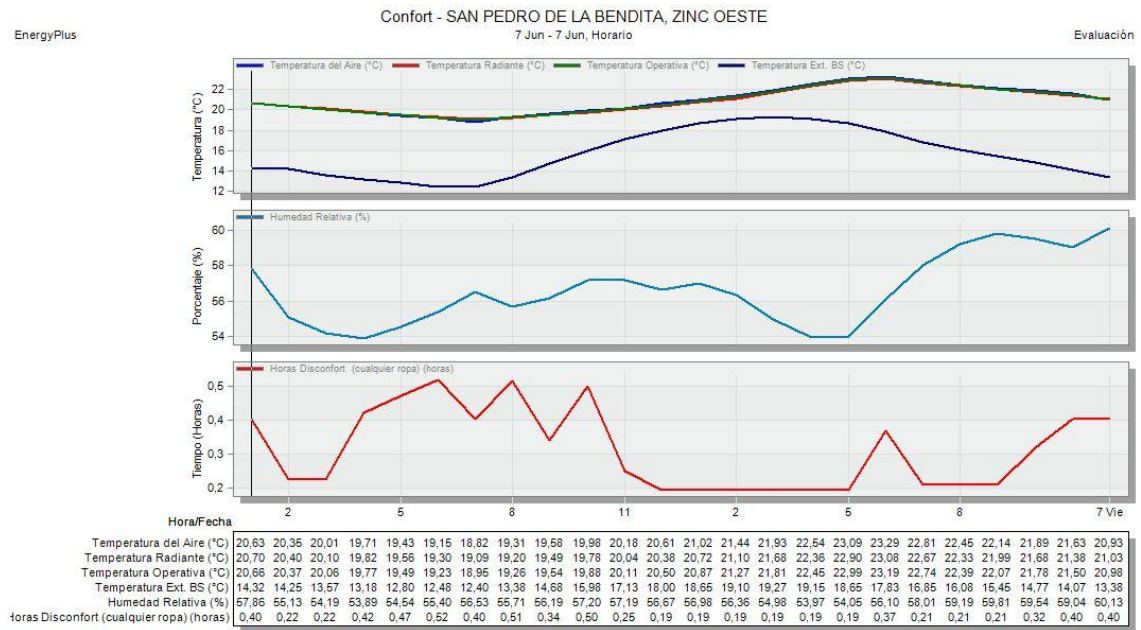
Resultados de la simulación térmica tipología ladrillo-zinc OESTE, día más extremo de invierno.



Fuente: Autor

Elaboración: Autor

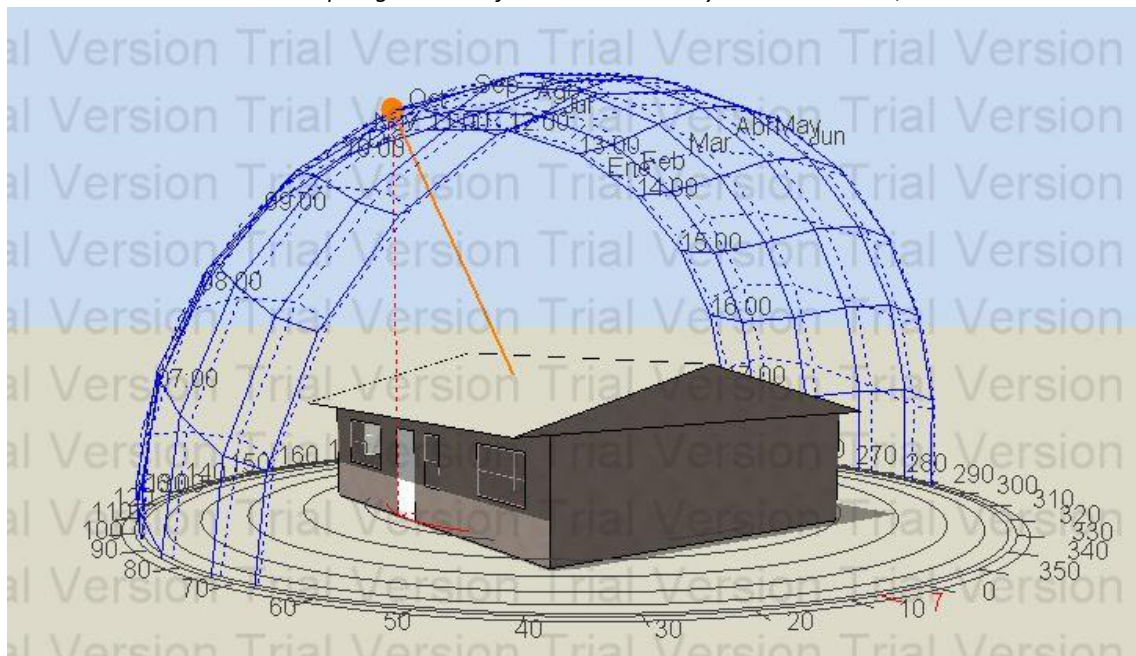
Figura 105.
Resultados de la simulación térmica tipología ladrillo-zinc OESTE, día más extremo de invierno, por horas.



Fuente: Autor
Elaboración: Autor

5.6.5. Simulación Tipología Ladrillo-Fibrocemento, orientación ESTE.

Figura 106.
Visualización del modelo de tipología ladrillo-fibrocemento ESTE y recorrido del sol, 10 de octubre a las 10AM.



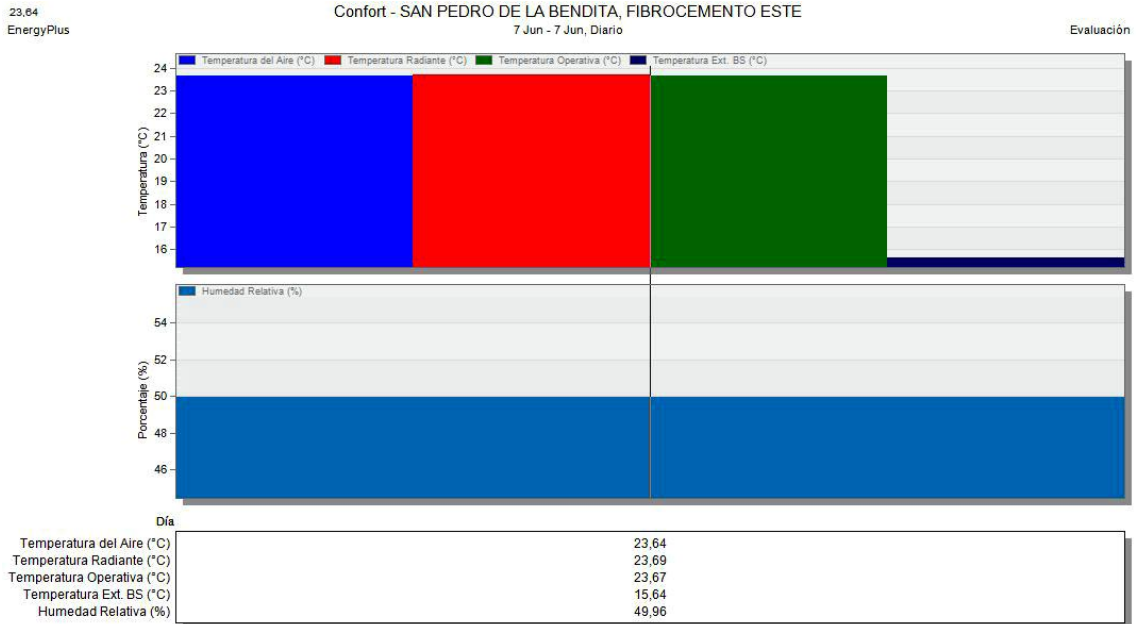
10AM.
Fuente: Autor
Elaboración: Autor

En el día más crítico, siendo este el día 10 de octubre, la temperatura del aire más alta puede llegar a 27,05°C, la temperatura interna de la vivienda oscila entre los

de desconfort, con una temperatura radiante de 23,69°C y una humedad relativa del 49,96%.

Figura 109.

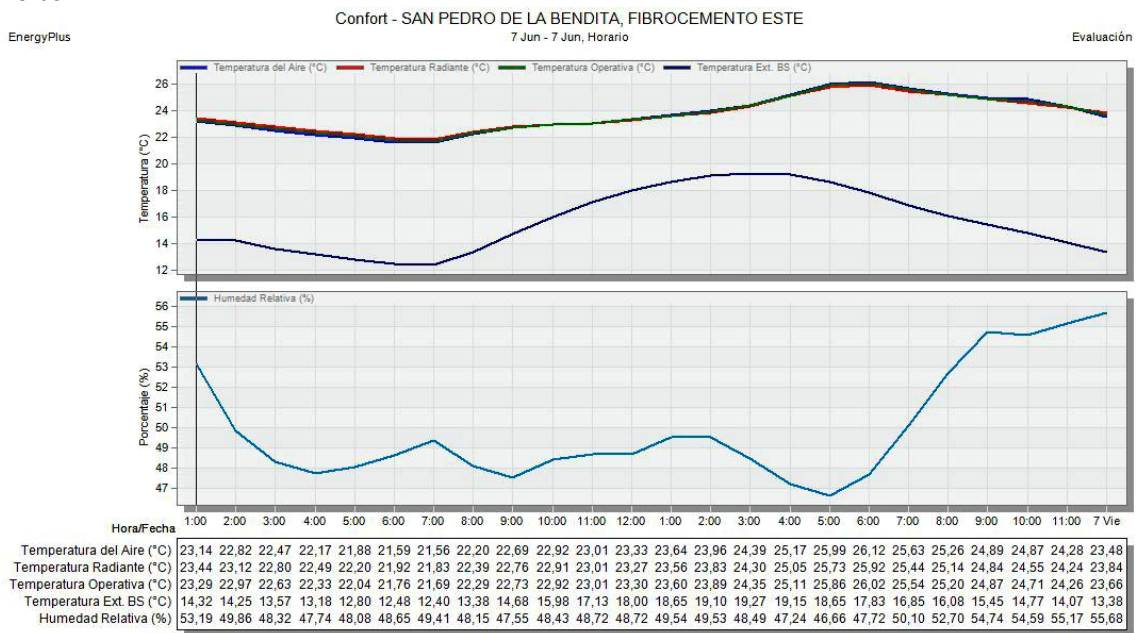
Resultados de la simulación térmica tipología ladrillo-fibrocemento ESTE, día más extremo de invierno.



Fuente: Autor
Elaboración: Autor

Figura 110.

Resultados de la simulación térmica tipología ladrillo-fibrocemento, día más extremo de invierno por horas.

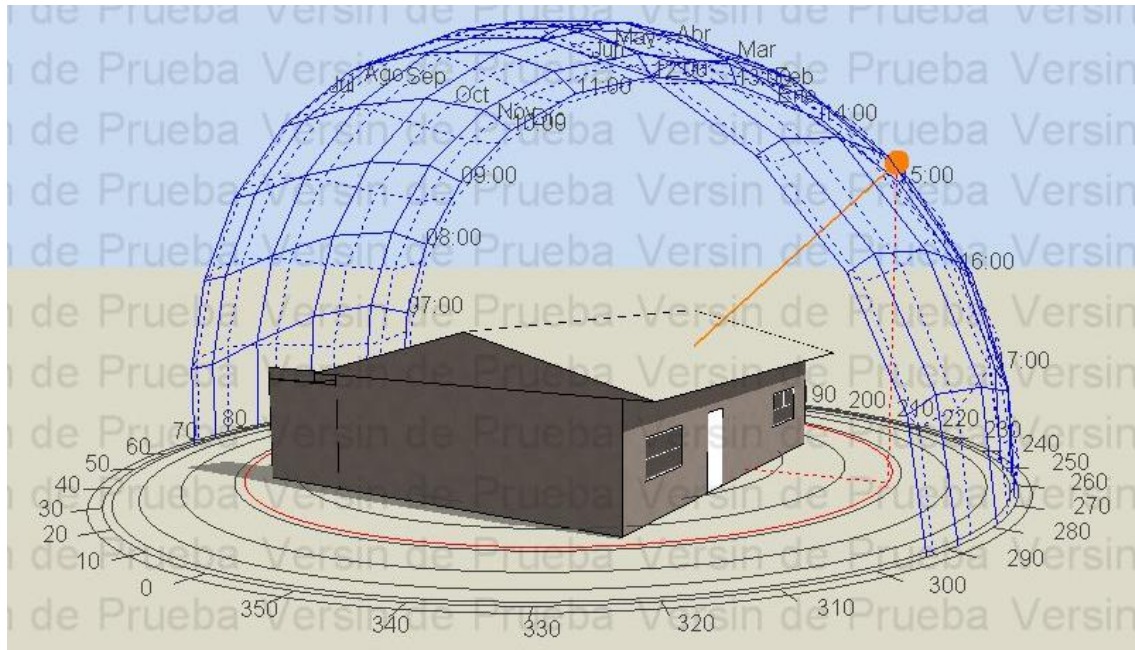


Fuente: Autor
Elaboración: Autor

5.6.6. Simulación Tipología Ladrillo-Fibrocemento, orientación OESTE.

Figura 111.

Visualización del modelo tipología ladrillo-fibrocemento OESTE y recorrido del sol 10 de octubre a las 3PM.



Fuente: Autor

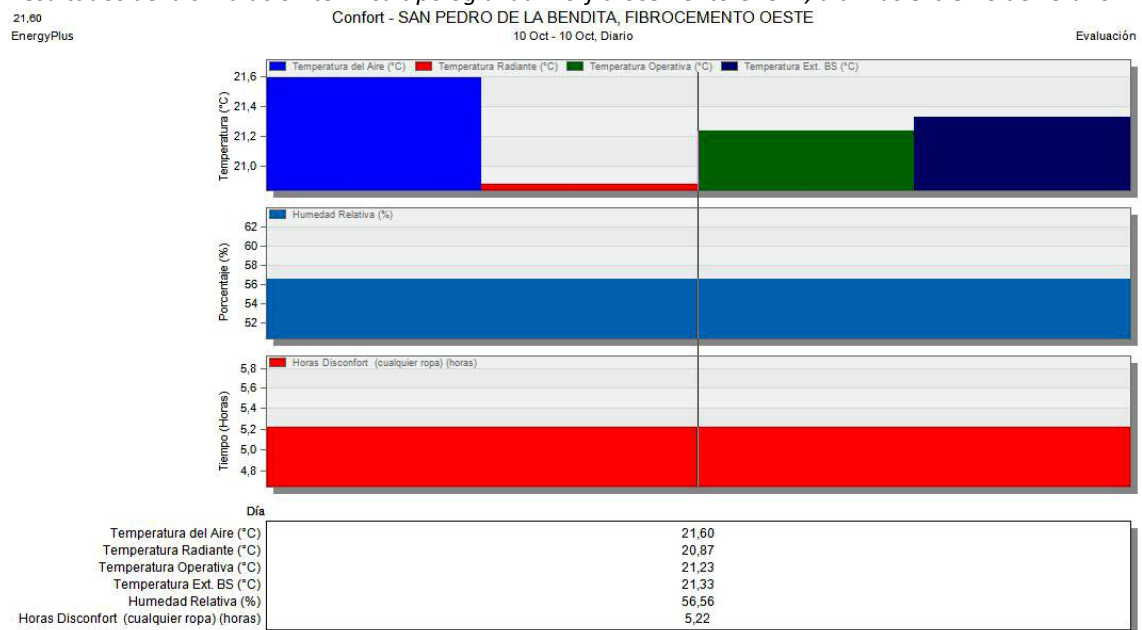
Elaboración: Autor

En el día más crítico que es el 10 de octubre, la temperatura del aire más alta en esta tipología puede llegar a 21,60°C.

La temperatura interior de la vivienda oscila entre los 19,69°C hasta los 21,23°C, con 5,22 horas de disconfort, siendo desde las 4AM hasta las 6 AM las horas con mayor disconfort en el día, con una temperatura radiante de 20,87°C y una humedad relativa del 56,56%.

Figura 112.

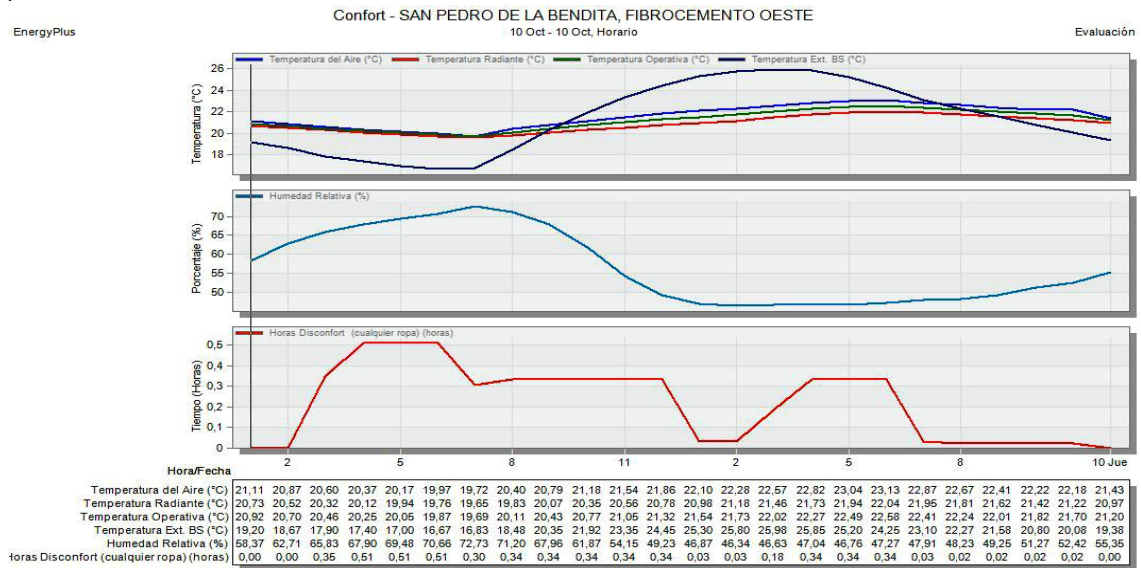
Resultados de la simulación térmica tipología ladrillo-fibrocemento OESTE, día más extremo de verano.



Fuente: Autor

Elaboración: Autor

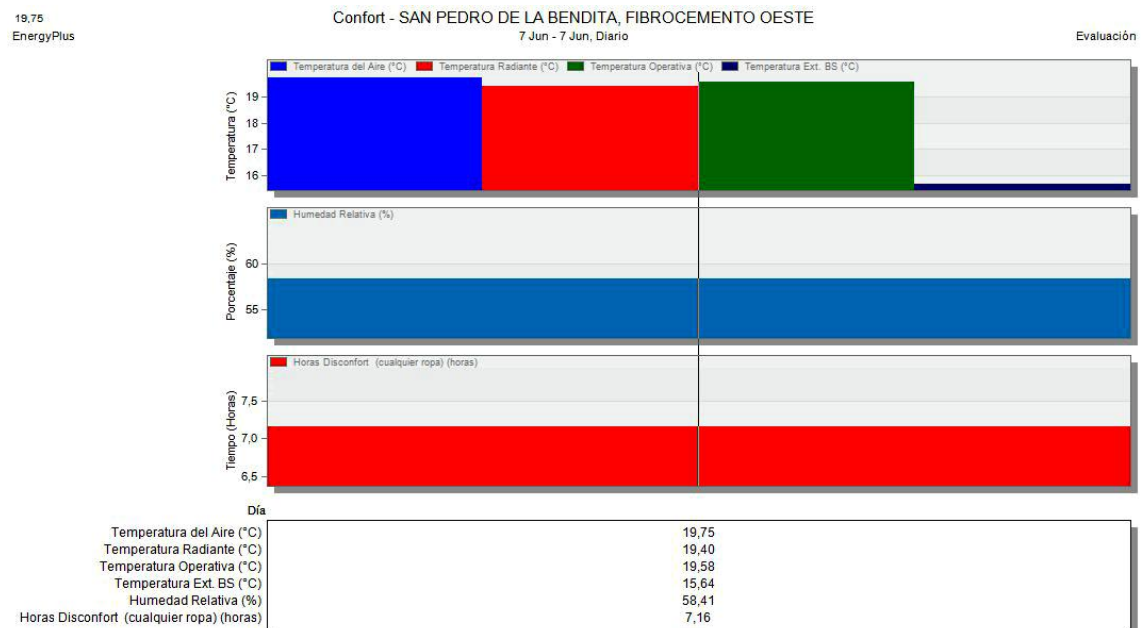
Figura 113.
Resultados de la simulación térmica tipología ladrillo-fibrocemento OESTE, día más extremo de verano por horas.



Fuente: Autor
Elaboración: Autor

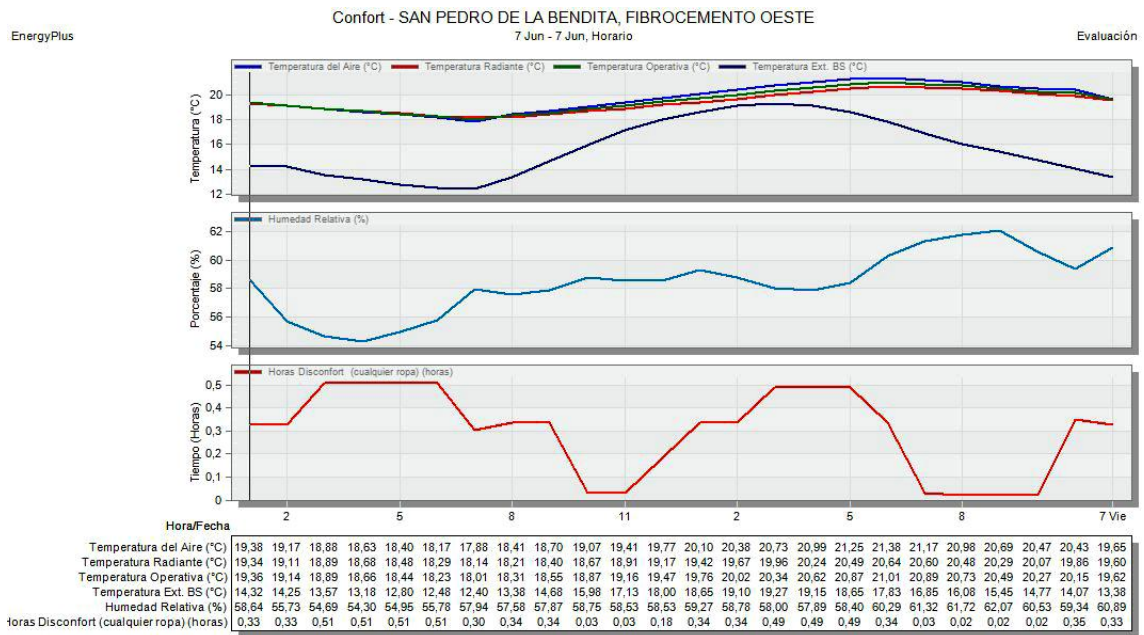
La temperatura del aire más alta en el día más crítico, que es el 7 de junio, puede llegar a 19,75°C, la temperatura interna de la vivienda oscila entre los 18,01°C a 19,58°C, con 7,16 horas de disconfort, en donde desde las 3AM a 6AM se muestra el mayor grado de disconfort, con una temperatura radiante de 19,40°C y una humedad relativa del 58,41%.

Figura 114.
Resultados de la simulación térmica tipología ladrillo-fibrocemento OESTE, día más extremo de invierno.



Fuente: Autor
Elaboración: Autor

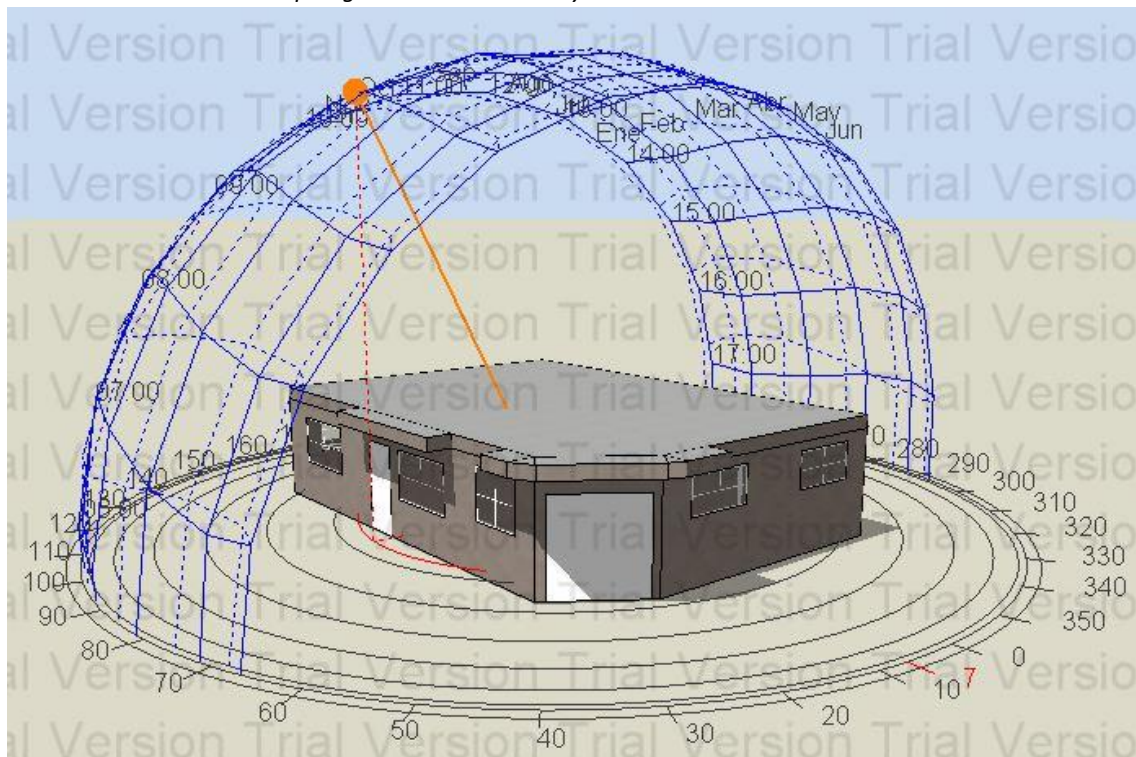
Figura 115.
Resultados de la simulación térmica tipología ladrillo-fibrocemento OESTE, día más extremo de invierno por horas.



Fuente: Autor
Elaboración: Autor.

5.6.7. Simulación Tipología Ladrillo-Losa, orientación ESTE.

Figura 116.
Visualización del modelo tipología ladrillo-losa ESTE y recorrido del sol 10 de octubre a las 10AM.

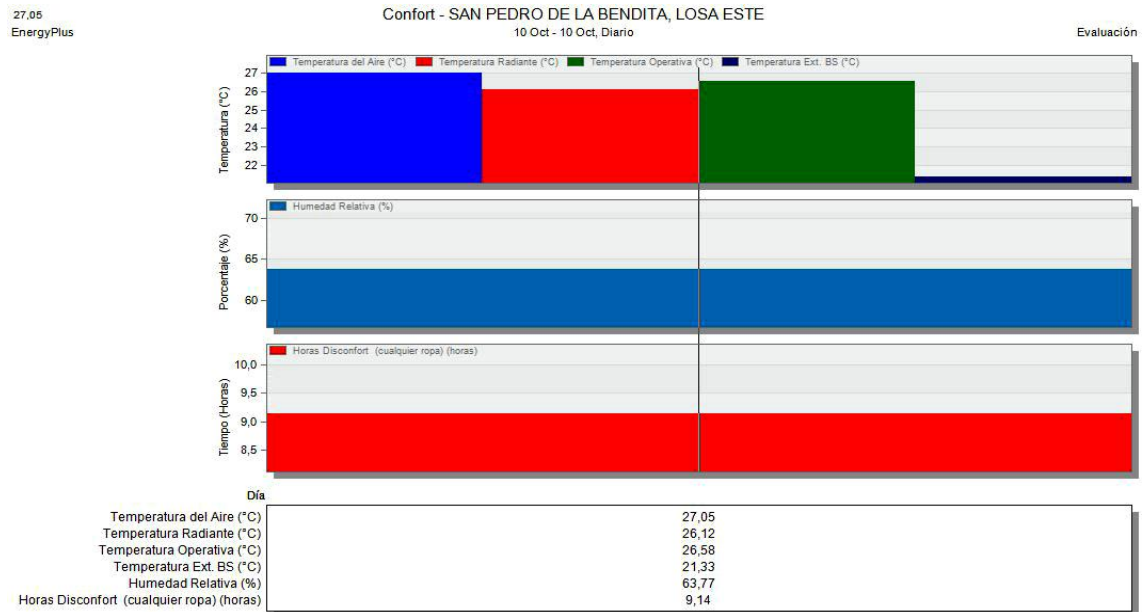


Fuente: Autor
Elaboración: Autor.

En el día más crítico, que es el 10 de octubre, la temperatura del aire más alta alcanza los 27,05°C, la temperatura interna de la vivienda oscila entre los 24,48°C a 26,58°C, con 9, 14 horas de desconfort, siendo de 8 a 10AM el período de tiempo con más problemas de confort en la vivienda, con una temperatura radiante de 26,12°C y una humedad relativa del 63,77%.

Figura 117.

Resultados de la simulación térmica tipología ladrillo-losa ESTE, día más extremo de verano.

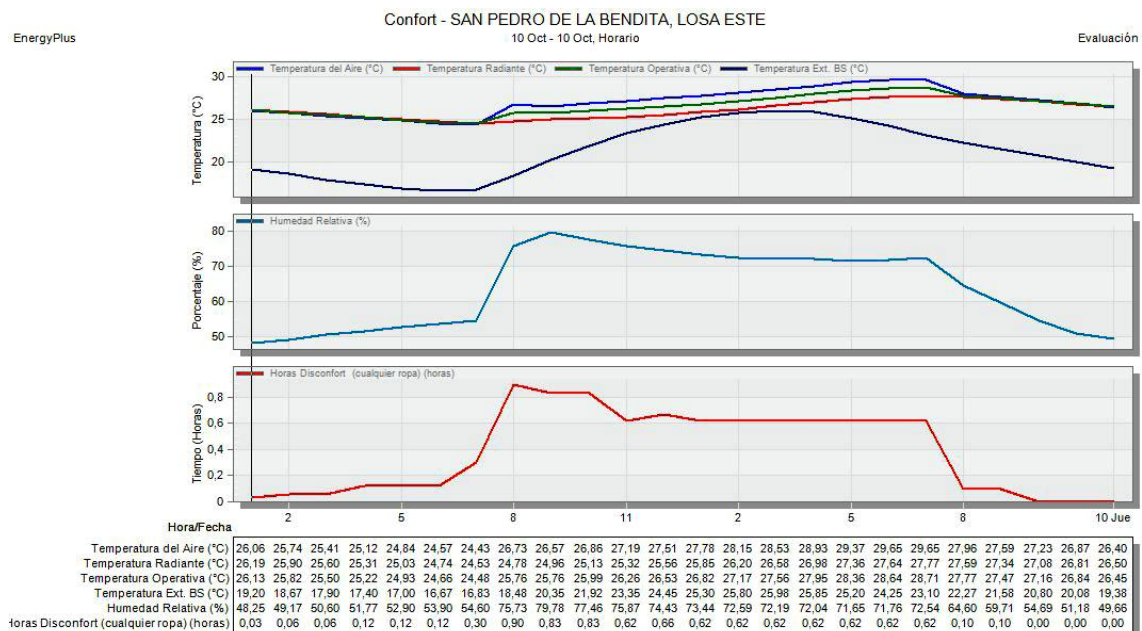


Fuente: Autor

Elaboración: Autor

Figura 118.

Resultados de la simulación térmica tipología ladrillo-losa ESTE, día más extremo de verano por horas.

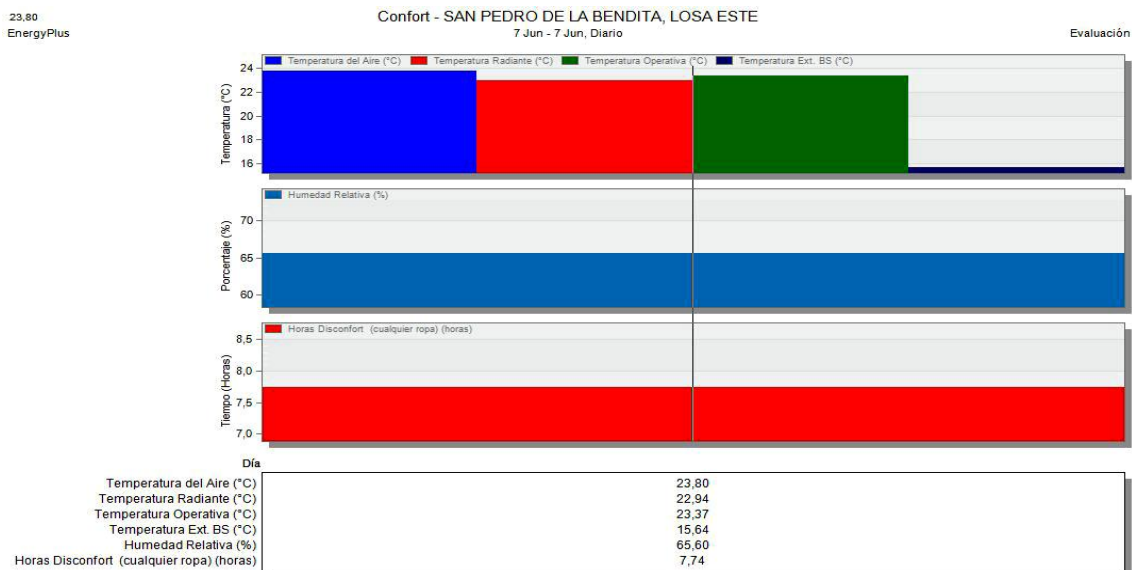


Fuente: Autor

Elaboración: Autor

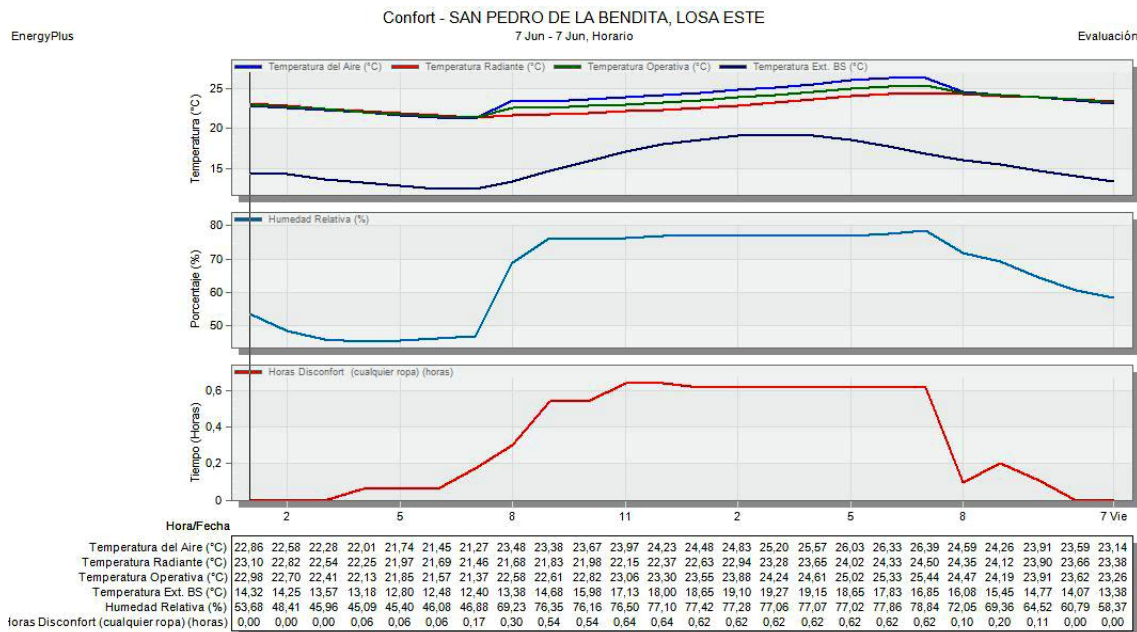
En el día más extremo de invierno que es el 7 de junio, la temperatura del aire llega a 23,80°C, la temperatura interna de la vivienda oscila entre 21,37°C a 23,37°C, con 7,74 horas de desconfort, siendo de 11AM a 7PM las horas con menor confort que tiene la vivienda, con una temperatura radiante de 22,94°C y una humedad relativa del 65,60%.

Figura 119.
Resultados de la simulación térmica tipología ladrillo-losa ESTE, día más extremo de invierno.



Fuente: Autor
Elaboración: Autor

Figura 120.
Resultados de la simulación térmica tipología ladrillo-losa ESTE, día más extremo de invierno por horas.

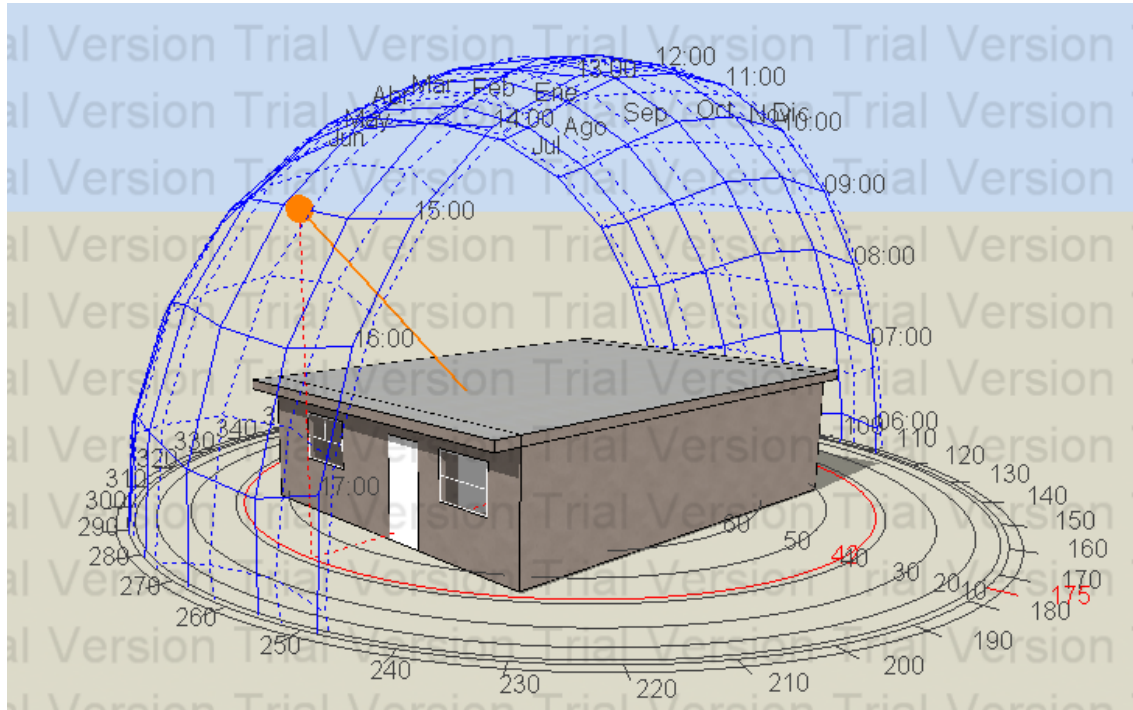


Fuente: Autor
Elaboración: Autor.

5.6.8. Simulación Tipología Ladrillo-Losa, orientación OESTE.

Figura 121.

Visualización del modelo tipología ladrillo-losa OESTE y recorrido del sol 10 de octubre a las 3PM.



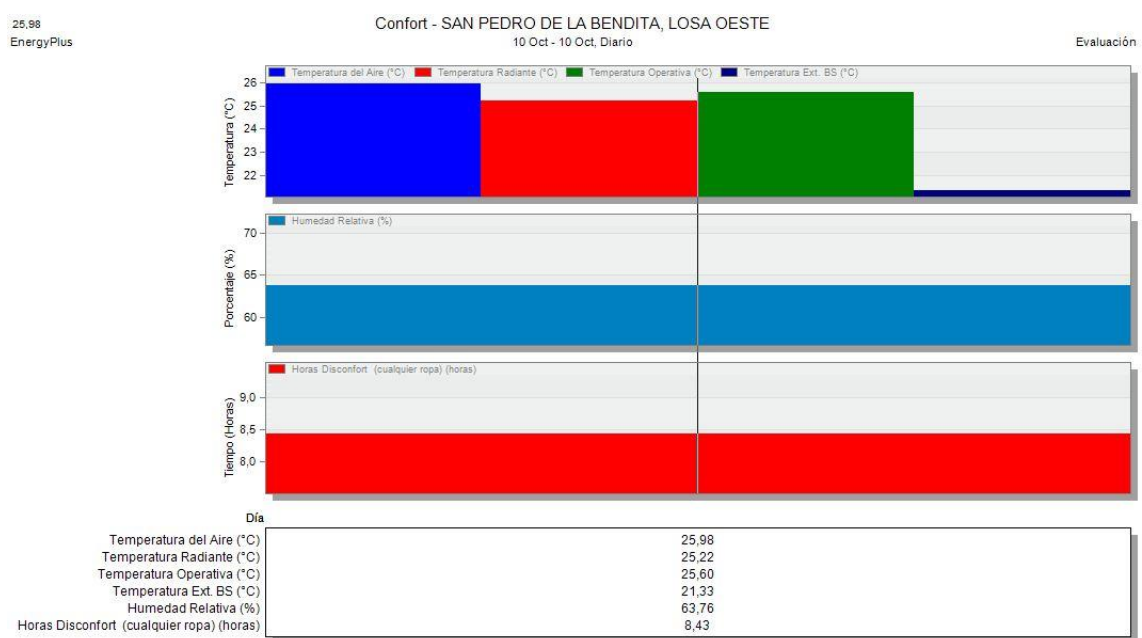
Fuente: Autor

Elaboración: Autor

En el día 10 de octubre que es el día más extremo de verano, la temperatura del aire llega hasta los 25,98°C, la temperatura interna de la vivienda oscila entre los 22,99°C a 25,60°C, con 8,43 horas de disconfort, siendo de 8AM a 11AM el período de tiempo con más problemas de confort en la vivienda, con una temperatura radiante de 25,22°C y una humedad relativa de 63,76%.

Figura 122.

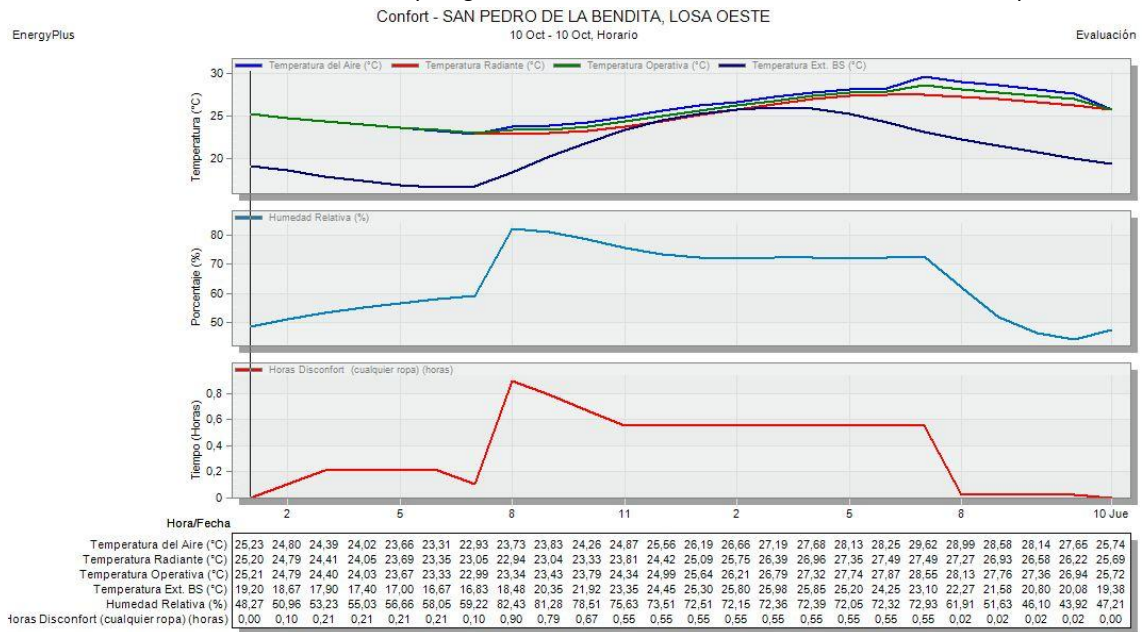
Resultados de la simulación térmica tipología ladrillo-losa OESTE, día más extremo de verano



Fuente: Autor

Elaboración: Autor

Figura 123.
Resultados de la simulación térmica tipología ladrillo-losa OESTE, día más extremo de verano por horas.



Fuente: Autor
Elaboración: Autor

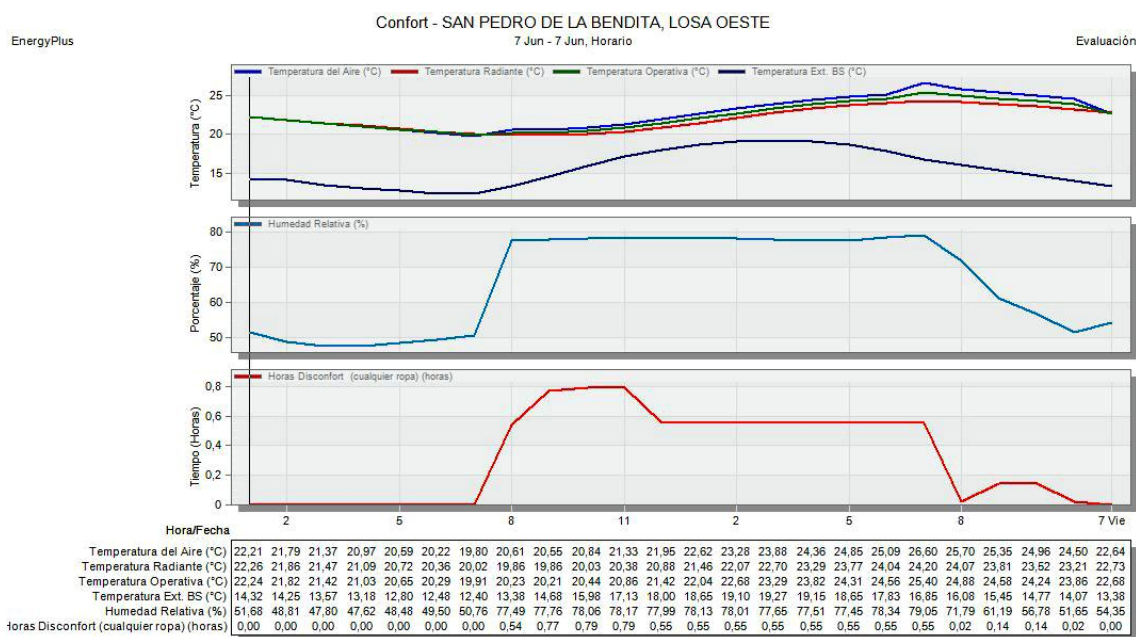
En el día más extremo de invierno, que es el 7 de junio, esta tipología cuenta con una temperatura del aire que llega hasta los 22,75°C, la temperatura interna de la vivienda oscila entre 19,91°C a 22,37°C, con 7,62 horas de disconfort, siendo de 9AM a 11AM las horas con menor confort que tiene la vivienda, con una temperatura radiante de 21,99°C y una humedad relativa del 65,67%.

Figura 124.
Resultados de la simulación térmica tipología ladrillo-losa OESTE, día más extremo de invierno.



Fuente: Autor.
Elaboración: Autor.

Figura 125.
Resultados de la simulación térmica tipología ladrillo-losa OESTE, día más extremo de invierno por horas.



Fuente: Autor
Elaboración: Autor.

5.7. Discusión de resultados

A pesar de que todas las viviendas poseen ladrillo cocido como material de envolvente, diferenciándose únicamente el recubrimiento que va desde los 15mm a 20mm, el material de la cubierta es un factor muy importante para determinar el grado de confort térmico, como también la orientación.

El ladrillo al ser un material que posee inercia térmica permite que el calor o frío se vaya introduciendo lentamente al interior de la vivienda sin provocar cambios violentos de temperatura.

Al tratarse de las horas de disconfort que posee una vivienda, estas tienden mucho a variar debido a la permanencia de las personas en determinado ambiente, ya sea por su ubicación hacia la fachada frontal o posterior, orientada al ESTE o al OESTE. Por ejemplo, si en verano, una persona o más, pasan más tiempo en la sala que le da el sol de la mañana en donde la temperatura es más fuerte, la misma que empieza a subir desde las 6AM hasta las 3PM, tendrá más horas de disconfort producto del calor ocasionado.

Para ello se muestra un resumen a continuación de todos los datos principales obtenidos de las simulaciones (Ver tabla), y así realizar una escala de las viviendas de mayor a menor confort, según los grados de temperatura operativa o interna y horas de disconfort.

Tabla 39.

Resumen de datos de las simulaciones de las viviendas orientadas al ESTE y al OESTE.

TEMPERATURA EXTERIOR 16,67 °C a 25,98°C 12,40 °C a 19,27°C
6AM a 3PM 7AM a 3PM

TIPOLOGÍA	ORIENTACIÓN	DÍA MÁS CRÍTICO DE VERANO 10 DE OCTUBRE					DÍA MÁS CRÍTICO DE INVIERNO 7 DE JUNIO				
		TEMP. AIRE (°C)	TEMP. RADIANTE (°C)	TEMP. OPERATIVA (°C)	HORAS DISCONFORT (h)	HUMEDAD (%)	TEMP. AIRE (°C)	TEMP. RADIANTE (°C)	TEMP. OPERATIVA (°C)	HORAS DISCONFORT (h)	HUMEDAD (%)
LADRILLO-TEJA	ESTE	25,92	25,44	23,05-25,68	Sin horas	66,63	22,28	21,82	19,63-22,05	Sin horas	68,04
LADRILLO-TEJA	OESTE	26,28	26,05	23,78-26,16	Sin horas	50,33	22,63	22,52	20,31-22,58	Sin horas	55,13
LADRILLO-ZINC	ESTE	25,50	24,85	22,92-25,18	9,02	63,48	22,41	21,88	19,86-22,15	7,62	64,67
LADRILLO-ZINC	OESTE	23,58	23,20	21,39-23,39	8,64	52,83	20,96	20,87	19,23-20,91	7,53	56,61
LADRILLO-FIBROCEMENTO	ESTE	27,05	26,99	24,97-27,02	Sin horas	46,84	23,64	23,69	21,69-23,67	Sin horas	49,96
LADRILLO-FIBROCEMENTO	OESTE	21,60	20,87	19,69-21,23	5,22	56,56	19,75	19,40	18,01-19,58	7,16	58,41
LADRILLO-LOSA	ESTE	27,05	26,12	24,48-26,58	9,14	63,77	23,80	22,94	21,37-23,37	7,74	65,60
LADRILLO-LOSA	OESTE	25,98	25,22	22,99-25,60	8,43	63,76	22,75	21,99	19,91-22,37	7,62	65,67

Fuente: Autor.

Elaboración: Autor.

Tabla 40.

Porcentaje de horas de disconfort de las tipologías simuladas orientadas al ESTE y OESTE.

NIVEL	TIPOLOGÍA	HORAS DE DISCONFORT							
		ESTE				OESTE			
		MÁS DE 25 °C		MENOS DE 21 °C		MÁS DE 25 °C		MENOS DE 21 °C	
		TEMP.ALTA	%	TEMP.BAJA	%	TEMP.ALTA	%	TEMP.BAJA	%
1	LADRILLO-TEJA	NO HAY	0	NO HAY	0	NO HAY	0	NO HAY	0
2	LADRILLO-FIBROCEMENTO	NO HAY	0	NO HAY	0	5,22	22	7,16	30
3	LADRILLO-ZINC	9,02	37	7,62	32	8,64	36	7,53	31
4	LADRILLO-LOSA	9,14	38	7,74	32	8,43	35	7,62	32

Fuente: Autor.

Elaboración: Autor.

Figura 126.

Porcentaje de horas de disconfort de las tipologías simuladas orientadas al ESTE y OESTE.



Fuente: Autor.

Elaboración: Autor.

- En el **día extremo de verano que es el 10 de octubre** la TIPOLOGÍA DE LADRILLO-TEJA, orientación ESTE, posee una temperatura interna, que oscila entre los 23,05°C a 25,68°C, sin datos resultantes de disconfort, mientras que la orientada al OESTE, oscila los 23,78°C a 26,16°C, sin datos resultantes de disconfort. **En el día extremo de invierno que es el 7 de junio**, la vivienda orientada al ESTE, la temperatura interna oscila entre los 19,63°C a 22,05°C, sin datos resultantes de disconfort, mientras que la orientada al OESTE oscila entre los 20,31°C a 22,58°C, sin datos resultantes de disconfort.

Es posible que el programa Design Builder no nos presente horas de disconfort en ninguna de las dos orientaciones, debido al material de que esta hecho la cubierta que en este caso es teja de arcilla, este material posee baja conductividad térmica, por lo que hace posible que la temperatura del exterior no ingrese directamente al interior de la vivienda.

Como se puede ver, en verano la orientación ESTE, posee una temperatura menor que la orientación OESTE, entrando en la zona de confort que es de 21°C a 25°C, mientras que, en invierno, la orientación ESTE posee una temperatura interna también menor que la orientación OESTE, saliendo de la zona de confort.

- En el **día extremo de verano que es el 10 de octubre** la TIPOLOGÍA DE LADRILLO-ZINC, orientación ESTE, posee una temperatura interna, que oscila entre los

22,92°C a 25,18°C, con 9,02 horas de discomfort, mientras que la orientada al OESTE, oscila entre 21,39°C a 23,39°C, con 8,64 horas de discomfort. **En el día extremo de invierno que es el 7 de junio**, la vivienda orientada al ESTE, la temperatura interna oscila entre 19,86°C a 22,15°C, con 7,62 horas de discomfort, mientras que la orientada al OESTE oscila entre 19,23°C a 20,91°C, con 7,53 horas de discomfort.

Esta tipología posee de cubierta el zinc, que es un material de alta conductividad térmica, el mismo que puede calentarse y enfriarse de manera rápida según la temperatura exterior.

En el día más extremo de verano la orientación ESTE, muestra una temperatura interior mayor que la orientación OESTE, debido a que la mayor parte de horas con sol se da en su fachada frontal en la mañana hasta las tres de la tarde, esto hace posible que tenga mayores horas de discomfort, y en el día más crítico de invierno la temperatura interior de la vivienda orientada al ESTE también es mayor que la orientada al Oeste, a pesar de que tenga mayor horas de discomfort.

- En el **día extremo de verano que es el 10 de octubre** la TIPOLOGÍA DE LADRILLO-FIBROCEMENTO, orientación ESTE, posee una temperatura interna, que oscila entre los 24,97°C a 27,02°C, sin datos resultantes de discomfort, mientras que la orientada al OESTE que va desde los 19,69°C hasta los 21,23°C, posee 5,22 horas de discomfort en el día. **En el día extremo de invierno que es el 7 de junio**, la vivienda orientada al ESTE, la temperatura interna oscila entre 21,69°C a 23,67°C, sin datos resultantes de discomfort, mientras que la orientada al OESTE, oscila entre 18,01°C a 19,58°C, con 7,16 horas de discomfort en el día.

La cubierta de fibrocemento que posee esta tipología, posee una conductividad térmica media, esto hace posible también que los resultados que nos brinde el software Disign Builder, en la orientación ESTE no presente horas de discomfort.

En el día más extremo de verano, la vivienda orientada al ESTE presenta una temperatura interior mayor en relación a la orientada al OESTE, en la cual los resultados expuestos por simulación presentan que la vivienda no posee discomfort, mientras que en el día más extremo de invierno, la orientación ESTE tiene una temperatura interior mayor en relación con la orientada al OESTE, siendo la orientada al OESTE la que tiene horas de discomfort.

- En el **día extremo de verano que es el 10 de octubre** la TIPOLOGÍA DE LADRILLO-LOSA, orientación ESTE, posee una temperatura interna, que oscila entre 24,48°C a 26,58°C, con 9, 14 horas de discomfort, mientras que la orientada al OESTE que va desde 22,99°C a 25,60°C, posee 8,43 horas en el día. **En el día extremo de invierno que es el 7 de junio**, la vivienda orientada al ESTE, la temperatura interna oscila entre 21,37°C a 23,37°C, con 7,74 horas de discomfort, mientras que la orientada al OESTE, oscila entre los 19,91°C a 22,37°C, con 7,62 horas de discomfort.

Esta tipología cuenta con una losa como cubierta, la misma que posee una conductividad térmica media, permitiendo que la temperatura exterior ingrese de

manera directa a la vivienda, esto hace posible que en verano exista más calor dentro de la vivienda y que la temperatura disminuya exponencialmente en invierno.

En el día más extremo de verano esta tipología, en la orientación ESTE posee una temperatura interior mayor a la orientada al OESTE, con mayores horas de discomfort, como también, en el día más extremo de invierno, la vivienda orientada al ESTE tiene su temperatura interna mayor en relación a la OESTE, con mayores horas de discomfort.

En las viviendas orientadas al ESTE, según los resultados dados por el software Design Builder, la que más se adapta al día más extremo de verano es la tipología de ladrillo-Zinc por que posee una temperatura menor que el resto de viviendas que es de 22,92 °C -25,18°C, sin embargo posee 9,02 horas de discomfort, al ver estos resultados, basándonos ya en el análisis de los materiales en que están construidas las viviendas y en las horas de discomfort, tenemos que; al ESTE existe una tipología de ladrillo-teja que no posee horas de discomfort, con un rango adecuado de temperatura operativa de acuerdo a las simulaciones.

En las viviendas orientadas al ESTE, según los resultados dados por el software Design Builder, la que más se adapta al día más extremo de invierno es la tipología de ladrillo-fibroceso, porque posee una temperatura mayor que el resto de las viviendas que es de 21,69 °C -23,67°C, la misma que no posee horas de discomfort, sin embargo, la que posee menos horas de discomfort es la tipología ladrillo-teja.

En las viviendas orientadas al OESTE, según los resultados dados por el software Design Builder, la que más se adapta al día más extremo de verano es la tipología de ladrillo-fibroceso con una temperatura de 19,69°C -21,23°C menor que el resto de las viviendas, con la menor cantidad de horas de discomfort, 5,22 horas. Sin embargo, existe la tipología de ladrillo-teja, que no presenta horas de discomfort en esta orientación.

En las viviendas orientadas al OESTE, según los resultados dados por el software Design Builder, la que más se adapta al día más extremo de invierno es la tipología de ladrillo-teja con una temperatura de 20,31°C -22,58°C mayor al resto de viviendas, presentando el caso de ser una vivienda sin horas de discomfort, sin embargo, existe otra vivienda que es de tipología-fibroceso posee el menor rango de horas de discomfort.

6. CONCLUSIONES

Como resultado de este proyecto, se generó el análisis higrotérmico de las tipologías de las viviendas contemporáneas de la parroquia de San Pedro de la Bendita, del cantón Catamayo correspondiente a la provincia de Loja de Ecuador mediante el software DesingBuilder. Se estableció que, dentro de las viviendas orientadas al ESTE, la tipología de ladrillo-teja evaluando sus condiciones, es la vivienda que posee un mayor confort térmico tanto en verano como en invierno, mejorando la calidad de vida de los habitantes. Dentro de las viviendas orientadas al OESTE, la tipología de ladrillo-teja

presenta el mejor confort térmico para una vivienda tanto en verano como en invierno. Así mismo se identificó que la vivienda de tipología ladrillo-teja, es la vivienda que más se adapta a las condiciones climáticas de San Pedro de la Bendita, seguida de la tipología ladrillo-fibroceemento que presenta la menor cantidad de horas de discomfort. Se identificó que las tipologías de ladrillo-zinc y de ladrillo-losa son las que menos se adaptan a las condiciones climáticas del lugar en ambas orientaciones. Se demostró que las tipologías de vivienda tipo ladrillo-teja de aspecto contemporáneo son el mejor modelo de vivienda en confort para las condiciones climatológicas de la parroquia de San Pedro de la Bendita.

7. RECOMENDACIONES

Se recomienda revisar el formato de exportación de archivos de programas de modelado 3D externos a Design Builder, ya que programas como ArchiCad no lo permite. Se recomienda que dentro del software Meteonorm se ingrese los datos manuales, ya que el programa no detecta directamente los datos automáticos del sitio para la interpolación de datos climáticos.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Alberich, M. L. de A. (2003). Estrategias Bioclimáticas en la Arquitectura.
- Alvear, A., José, H., Tapia, E., & Ordoñez, G. (2016). Declaraciones consensuadas del Seminario-Taller: “Arquitectura Sostenible” Un enfoque sobre estrategias de diseño bioclimático : Caso Ecuador, 5(9), 133–149.
<https://doi.org/10.18537/est.v005.n009.11>
- Arballo, B., Kuchen, E., Alamino, Y., & Alción, A. (2016). Evaluación de modelos de confort térmico para interiores, (October).
- Arevalo Barranco, O. (2015). LA ARQUITECTURA BIOCLIMATICA, (14), 31–40.
- Calleja, A. H. (2007). Bienestar térmico : criterios de diseño para ambientes térmicos confortables.
- Chauvie, V., & Picción, A. (2000). Patologías de condensación, diseño y uso del edificio, 1–69.
- Cuerdo, M. T. (2013). La simulación energética como herramienta de predicción , normativa y de investigación en proyectos de arquitectura eficientes.
- Czajkowski, J. D., & Gómez, A. F. (2002). *DISEÑO BIOCLIMÁTICO Y ECONOMÍA*.
- D’Amico, F. C. (2000). Arquitectura bioclimática , conceptos básicos y panorama actual.
- Equipo PDYOT, 2014. (2019). PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL SAN PEDRO DE LA BENDITA, 289.
- Espinoza, C., & Fuentes, A. (2015). Confort higo-térmico en vivienda social y la percepción del Hygrothermal comfort within the context of social housing and the perceptions of dwellers 1 Resumen, (November 2015), 227–242.
- Fernández García, F. (1994). CLIMA Y CONFORTABILIDAD HUMANA . ASPECTOS METODOLÓGICOS, 4, 109–125.
- GAD Catamayo, 2012. (2012). Plan de Desarrollo y Ordenamiento territorial 2012-2022.
- GAD San Pedro de la Bendita, P. (2021). GAD Parroquial San Pedro de la Bendita, 2569180, 1–4.
- Gómez, M. P. (2003). Arquitectura bioclimática, 259–265.
- González, J. T. (2010). LA ARQUITECTURA SIN ARQUITECTOS , ALGUNAS REFLEXIONES SOBRE ARQUITECTURA VERNÁCULA, 10–13. <https://doi.org/10.4206/aus.201>
- Gutiérrez, L. C. M. (2015). Envoltentes [Confort & Movimiento] “Envoltentes móviles para el confort higrótérmico de los usuarios.”
- Hensen, J. (2013). Thermal comfort : Research and practice, (January 2010).
<https://doi.org/10.2741/3645>
- Jara, P. (2015). Confort térmico, su importancia para el diseño arquitectónico y la calidad ambiental.
- Jiménez, M., & Cirera, A. (2014). Arquitectura vernácula : entre lo local y lo global,

120–122.

- Landa, V., & Segura, G. (2017). Algunas reflexiones sobre la " Arquitectura Vernácula " Some thoughts on the " Architecture Vernacular " Keywords ;, 67–71.
- Lores, J. C. (2012). *Manual de construcción*.
- Maristany, A. (1998). Confort, Bienestar Térmico y Metabolismo, 1–10.
- Meteoblue. (2021). Clima San Pedro de la Bendita, 1–6.
- Molina, C., & Veas, L. (2012). Evaluación del confort térmico en recintos de 10 edificios públicos de Chile en invierno, 27–38.
- Montaner, J. M., & Martínez, Z. M. (2010). Reflexiones para proyectar viviendas del siglo XXI. *Dearq*, (6), 82–99. <https://doi.org/10.18389/dearq6.2010.09>
- Murillo, D. F. A. (2018). Materiales y Sistemas Constructivos Aplicados a Espacios Interiores de Viviendas Unifamiliares en la ciudad de Cuenca.
- NEC-11. (2011). NEC-11 EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA CONSTRUCCIÓN EN ECUADOR.
- Neila, J. G. (2004). *Arquitectura Bioclimática en un Entorno Sostenible*.
- Olmos, D. V. (2013). "programas de simulación: análisis comparativo de 3 software de simulación energética aplicados a un proyecto construido y monitorizado," (septiembre).
- Ordoñez, A. G. (2014). Manual de ayuda DesignBuilder en español.
- Ramón, J. D. (2003). IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES EN UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE AMONIACO, 104–106.
- Román, A. A. (2005). ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LAS CONDICIONES DE CONFORT RELACIONADAS CON PARÁMETROS HIGROTÉRMICOS Y CALIDAD DEL AIRE.
- Sáiz, J. L. E. (2018). LA ARQUITECTURA POPULAR COMO BASE DE UNA ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA. APLICACIÓN AL ENFRIAMIENTO PASIVO.
- Salvatierra, A. E., & Villavicencio, J. M. (2017). Sistemas constructivos ventajas y desventajas.
- Samaniego, M. G. (2011). Parador Turístico Valle de Malacatos.
- San Juan, G. A. (2013). *Diseño bioclimático como aporte al proyecto arquitectónico*.
- Serra Florensa, R. (2002). Zona Variable de Confort Térmico: Modelos existentes de confort térmico. Capítulo3., 37–49.
- Serra, R. (2000). *Arquitectura y climas*.
- Upadhyay, A. (2016). Simplified climate information for building designers, (December).
- Wipedia. (2021). Nudo (unidad de viento), 2–3.
- Yepez, D. (2012). Análisis de la arquitectura vernácula del Ecuador : Propuestas de una arquitectura contemporánea sustentable .