

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA
FACULTAD DE ARQUITECTURA

TESIS

**ACONDICIONAMIENTO NATURAL-AMBIENTAL PARA
LA VIVIENDA-FÁBRICA PRODUCTORA DE
LADRILLO ARTESANAL. CASO: SAN DIEGO
CUACHAYOTLA.**

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE LICENCIADO EN
ARQUITECTURA

PRESENTAN:

CAMPOS RUIZ BRENDA SHARON MATRÍCULA:201118413

HERNÁNDEZ MATÍAS JOSÉ MANUEL MATRÍCULA:201133789

MEJÍA RODRÍGUEZ MARÍA FERNANDA MATRÍCULA:201128324

MINAKATA JUÁREZ ILSE GABRIELA MATRÍCULA:201107554

DIRECTORA DE TESIS:

DRA. GLORIA CAROLA SANTIAGO AZPIAZU No.100128911

ASESORES:

DRA. DORA MARÍA ARTILES LÓPEZ No.100492977

MTRO. JOSÉ LUIS MORALES HERNÁNDEZ No.100038711





Agradecimiento

Esta tesis es el resultado de los años que estuvimos estudiando en la Facultad de Arquitectura en busca de lograr nuestra realización como profesionistas y crecimiento personal. Representa cada uno de los días que nos levantamos temprano para ir a clases, los días que no dormimos ni quince minutos por las entregas, las reuniones en casa de los compañeros para ponernos de acuerdo, las interminables filas en los centros de impresión, las peleas con AutoCad y su frecuente error fatal que arruinaba y casi acababa con nuestras esperanzas.

A pesar de todo salimos adelante y fue posible gracias al apoyo incondicional de nuestras familias, amigos, compañeros y profesores. A todos ellos les debemos un agradecimiento enorme por acompañarnos en las desveladas y echarnos porras para las entregas. Gracias por esa infinita paciencia y por creer en nosotros porque esa es la principal motivación para el cumplimiento de este logro tan grande que es ser todo un profesional en Arquitectura.

Contenido

Índice de tablas.....	11
Índice de figuras.....	13
Índice de gráficas.....	15
Presentación.....	17
Introducción.....	19
Introducción ¡Error! Marcador no definido.	
Caracterización de la problemática	23
Preguntas de investigación	31
Problemática	31
Objetivos	32
Objetivo General	32
Objetivos Específicos	32
Justificación del tema	33
Delimitación espacial y temporal	33
Nivel macro	34
Nivel micro	35
Justificación de la Ubicación	36
Impacto social y ambiental	36
Social	36
Ambiental	36
Metodología a Utilizar	37
Esquema Metodológico	38

Capítulo 1. Marco teórico de referencia

.....	39
1.1 Marco conceptual	41
1.2 Confort	42
1.2.1 Medio Ambiente	42
1.2.2 Salud y Confort	42
1.3 Confort higrotérmico	49
1.3.1 Qué implica el confort higrotérmico	49
1.3.2 Parámetros y factores de Confort	49
1.3.3 Técnicas para evaluar un Ambiente Térmico .	53
1.3.4 Medidas preventivas	60
1.4 Microclima Urbano y su relación con el Confort Térmico	61
1.4.1 Sistema de variables	61
1.5 Técnicas de Acondicionamiento Natural ..	64
1.5.1 Sistemas de Climatización Natural	64
1.5.2 Sistemas de ventilación y tratamiento del aire	73
1.5.3 Masa térmica	83
Conclusión	87
Bibliografía. Capítulo 1	88

Capítulo 2. Marco legal y normativo 91

2.1 Leyes	93
2.2 Reglamentos	93
2.3 Normas	93
2.4 Programas	95

2.5 Certificaciones	97
Conclusión	98
Bibliografía. Capítulo 2	99
Capítulo 3. Análisis del sitio....	101
3.1 Antecedentes Nivel Municipal: San Pedro Cholula de Rivadavia	103
3.1.1 Historia	103
3.1.2 Población y su densidad	107
3.1.3 Industria	108
3.1.4 Vivienda	109
Conclusión	110
3.2 Antecedentes Nivel Localidad: San Diego Cuachayotla	111
3.2.1 Clima	112
3.2.2 Población	112
3.2.3 Actividades Económicas Principales	112
3.2.4 Vivienda	113
3.2.5 Organigrama de la junta auxiliar	113
3.2.6 Análisis del sitio	115
Conclusión	125
Bibliografía. Capítulo 3	126
Capítulo 4: Análisis de Información	127
4.1 Clima Exterior	129
4.1.1 Clasificación climática	129
4.1.2 Temperatura	130

4.1.3 Humedad	130
4.1.4 Precipitación	131
4.1.5 Viento	132
4.1.6 Gráfica Ombrotérmica	133
4.1.7 Diagrama Psicométrico	134
4.1.8 Tablas de Mahoney	136
4.1.9 Gráfica Solar	137
4.2 Clima Interior	139
4.2.1 Ubicación de viviendas	139
4.2.2 Temperatura	140
4.2.3 Humedad	141
4.3 Comparativa de Temperatura entre Interior y Exterior	143
Conclusión	151

Capítulo 5: Propuesta..... 153

5.1 Ubicación de la casa habitación en estudio	156
5.1.1 Familia	157
5.1.2 Datos de la edificación de Estudio	157
5.1.3 Propuesta de mejora	160
Conclusión final	166

Índice de tablas

Introducción

Tabla 1. Número de Ladrilleras en México. Diagnóstico Nacional del Sector Ladrillero 2012.	24
---	----

Capítulo 1. Marco teórico de referencia.

Tabla 2. Factores ambientales propuestos.	51
Tabla 3. Clasificación taxonómica de modelos formales del fenómeno del confort térmico.	53
Tabla 4. Sistema de variables.	61
Tabla 5. Características radiativas de diferentes superficies encontradas en el paisaje urbano.	62

Capítulo 2. Marco legal y normativo.

Tabla 6. Leyes	93
Tabla 7. Reglamentos	93
Tabla 8. Normas	93
Tabla 9. Programas	95
Tabla 10. Certificaciones	97

Capítulo 3. Análisis del sitio.

Tabla 11. Composición de la Cabecera Municipal.	105
Tabla 12. Toponimia de las localidades y su festividad.	105
Tabla 13. Población y actividad por localidad.	107
Tabla 14. Carencia de calidad y espacios en la vivienda.	109
Tabla 15. Carencia de acceso a los servicios básicos en las viviendas.	109
Tabla 16. Actividades Económicas.	112

Capítulo 4. Análisis de información.

Tabla 17.	Análisis climático mensual del exterior.	129
Tabla 18.	Tablas de Mahoney, Análisis.	136
Tabla 19.	Análisis de temperatura mensual por hora, VIV01SDC.	140
Tabla 20.	Análisis de temperatura mensual por hora, VIV02SDC.	140
Tabla 21.	Análisis de humedad mensual por hora, VIV01SDC.	141
Tabla 22.	Análisis de humedad mensual por hora, VIV02SDC.	142

Capítulo 5. Propuesta.

Tabla 23.	Análisis familiar.	157
------------------	--------------------	-----

Índice de figuras

Introducción

Figura 1. Encuesta y ficha de observación realizados en el periodo de Julio-2015.	25
Figura 2. Ámbito Regional.	34
Figura 3. Ámbito Municipal.	34
Figura 4. Juntas Auxiliares.	35
Figura 5. Junta Auxiliar San Diego Cuachayotla.	35

Capítulo 1. Marco teórico de referencia.

Figura 6. Zona de bienestar ampliada.	58
Figura 7. Diagrama Psicométrico de Zonas Características de Confort.	59
Figura 8. Captación directa por ventanas y lucernarios.	65
Figura 9. Captación semi-directa con invernadero.	66
Figura 10. Captación indirecta con muro invernadero.	68
Figura 11. Captación indirecta con muro Trombe.	69
Figura 12. Captación indirecta con cubierta de agua.	70
Figura 13. Captación indirecta con depósito de grava inferior.	71
Figura 14. Captación por sistema independiente.	72
Figura 15. Sistema de ventilación cruzada.	74
Figura 16. Sistema de extracción de aire por efecto chimenea.	75
Figura 17. Sistema de extracción de aire por efecto chimenea.	76
Figura 18. Sistema de aspiración estática.	78
Figura 19. Sistema de entrada de aire por torre de viento.	78
Figura 20. Tratamiento de aire por evaporación.	80
Figura 21. Sistema de tratamiento del aire.	81
Figura 22. Sistema evaporativo en un patio.	82
Figura 23. Sistema de ventilación con conductos subterráneos.	83

Capítulo 3. Análisis del sitio.

Figura 24.	Escudo del municipio.	103
Figura 25.	Plaza Central del Municipio.	104
Figura 26.	Ubicación Geográfica de San Pedro Cholula.	106
Figura 27.	Alfarero de San Diego Cuachayotla.	108
Figura 28.		111
Figura 29.	Junta Auxiliar San Diego Cuachayotla.	111
Figura 30.	Delimitación de la zona de Estudio.	115
Figura 31.	Vialidades.	117
Figura 32.	Uso de Suelo en delimitación de la Zona de Estudio.	119
Figura 33.	Equipamiento Urbano en delimitación de la Zona de Estudio.	121
Figura 34.	Ubicación de hornos en delimitación de la Zona de Estudio.	123

Capítulo 4. Análisis de información.

Figura 35.	Rosa de los vientos para el Municipio de San Pedro Cholula.	133
Figura 36.	Carta psicométrica de San Pedro Cholula.	134
Figura 37.	Carta psicométrica de San Pedro Cholula.	135
Figura 38.	Posición solar mensual.	137
Figura 39.	Mejor orientación solar.	138
Figura 40.	Ubicación de viviendas de análisis.	139

Capítulo 5. Propuesta

Figura 41.	Ubicación de vivienda.	156
Figura 42.	Áreas ubicadas dentro de los límites del predio.	158
Figura 43.	Planta arquitectónica de la vivienda.	159
Figura 44.	Propuesta planta baja de la vivienda.	161
Figura 45.	Propuesta planta alta de la vivienda.	163
Figura 46.	Corte transversal A-A'.	164
Figura 47.	Corte longitudinal B-B'.	164
Figura 48.	Fachada principal.	165

Índice de gráficas.

Introducción

Gráfica 1. Régimen de tenencia de las viviendas	26
Gráfica 2. El 73.33% de las viviendas encuestadas realizaron su hogar por decisión familiar.	26
Gráfica 3. El 80% de la población no recibió ningún tipo de asesoría durante la construcción de su vivienda.	27
Gráfica 4. Tipología de vivienda (según CONAVI)	27
Gráfica 5. Viviendas Unifamiliares	28
Gráfica 6. El 83.33% de las viviendas están construidas con vigueta y bovedilla y/o concreto armado, predominando la vigueta y bovedilla como sistema de losas con un 50%.	28
Gráfica 7. El 96.67% de las viviendas están construidas con ladrillos.	29
Gráfica 8. El 63.33% de las viviendas cuentan sólo con firme de concreto.	29
Gráfica 9. La tipología estructural predominante son los muros de carga con un 93.33% de las encuestas.	30
Gráfica 10. Los principales daños en la vivienda son: humedad (26.67%) y ausencia y/o caída de revestimientos (26.67%).	30

Capítulo 4. Análisis de información.

Gráfica 11. Temperatura Media Ambiente.	130
Gráfica 12. Humedad Relativa Media Observada.	131
Gráfica 13. Precipitación Pluvial Mensual.	132
Gráfica 14. Gráfica Ombrotérmica para San Pedro Cholula.	134
Gráfica 15. Registro de temperatura por hora Noviembre.	143
Gráfica 16. Registro de temperatura por hora Diciembre.	144
Gráfica 17. Registro de temperatura por hora Enero.	145
Gráfica 18. Registro de temperatura por hora Febrero.	146
Gráfica 19. Registro de temperatura por hora Marzo.	147

Gráfica 20.	Registro de temperatura por hora Abril.	148
Gráfica 21.	Registro de temperatura por hora Mayo.	149
Gráfica 22.	Registro de temperatura por hora Junio.	150

Presentación

El presente documento ha sido elaborado por alumnos de la Facultad de Arquitectura de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, siendo un trabajo complementario a la investigación antecedente "Diagnóstico Integral, Participativo, de la situación actual del hábitat a escala local. Caso de estudio: San Diego Cuachayotla" realizada por alumnos de las facultades de: Ingeniería Civil, Administración, Promoción de la Obra Urbana, Arquitectura y Urbanismo.

Al mismo tiempo, el presente trabajo se encuentra vinculado con la investigación a nivel licenciatura: "Mejora de la producción de ladrillo artesanal" llevada a cabo por los alumnos Ignacio Alberto Zamora Apac y Alejandro Méndez Rojas; y con la investigación desarrollada por el Arquitecto Carlos Urcino Pérez Montuy: "Autoproducción de viviendas con asesoría técnica" a nivel de maestría.

El caso de estudio son las viviendas erigidas bajo el modelo de autoconstrucción en la Junta Auxiliar de San Diego Cuachayotla, ubicada en el municipio San Pedro Cholula, Puebla.

Introducción

Introducción

La vivienda en México y en el mundo es uno de los principales problemas económicos y sociales. En México el 75% del uso del suelo corresponde al uso de vivienda, de ahí la gran importancia que esta tiene.

La mayor parte de la población no tiene acceso a financiamientos que les permitan adquirir una vivienda, lo que propicia que solo un sector minoritario de la población participe en ese mercado. Por otra parte, y desde el punto de vista económico, la vivienda es un motor de actividad económica, basado en la industria de la construcción y sus efectos de arrastre.

“La vivienda es un problema nacional que desgraciadamente desde la perspectiva económica no ocupa el lugar que debiera tener.” (FUENTE: CEDRUS, 2013)

El fenómeno de la vivienda ha generado que se presenten serios problemas en materia de planeación urbanística, identificados generalmente en la presencia de asentamientos irregulares en los que predomina el modelo de autoconstrucción. La autoproducción de vivienda abarca de manera general “el proceso de gestión de suelo, construcción y distribución de vivienda bajo control directo de sus usuarios de forma individual o colectiva, la cual puede desarrollarse mediante la contratación de terceros o por medio de procesos de construcción”, en contraste con la autoconstrucción de vivienda que se refiere a: “el proceso de construcción o edificación de la vivienda realizada directamente por sus propios usuarios, en forma individual, familiar o colectiva.” (FUENTE: LEY DE VIVIENDA, 2006)

La vivienda es determinante para la evaluación del nivel de desarrollo social y económico de cualquier país, por lo que la autoconstrucción de esta misma se ha vuelto un tema emergente para solventar.

Además de que la vivienda es un espacio donde el núcleo familiar se desarrolla, convive, socializa, se identifica y permite la transmisión de los valores y tradiciones, es la cuna de la cultura y la civilización. Provee de seguridad ya sea

física o legal, debe ser digna en cuanto a calidad espacial, confort climático y estéticamente aceptable.

El presente proyecto inicialmente consiste en hacer un análisis de las condiciones ambientales que presentan las viviendas autoconstruidas en San Diego Cuachayotla, este análisis se llevará a cabo mediante la colocación de dos aparatos de medición (**Illuminance UV Recorder**), que proporcionarán datos acerca de la humedad, iluminación, rayos UV y temperatura que influyen en el confort o bienestar interno, además, se realizara un análisis acerca de las condiciones climáticas externas por medio del programa **ECOTECH**, realizando una investigación únicamente cuantitativa. Los resultados permitirán determinar cuáles son las desventajas que genera la autoconstrucción de las viviendas y que propician las malas condiciones de confort.

Caracterización de la problemática

Erigir viviendas bajo el **modelo de autoconstrucción** resulta ser una **solución económica** y sencilla que predomina en la población que no cuenta con los recursos suficientes para contratar la asesoría de un profesional para la construcción de sus viviendas.

Sin embargo, el realizar casas bajo este modelo empírico y basándose únicamente en las necesidades de los habitantes en cuanto a espacios y posibilidades económicas, sin tomar en cuenta los conceptos básicos de diseño con los que un profesionalista ya cuenta, deriva en diversos problemas tales como: iluminación incorrecta de las habitaciones, ventilación inadecuada, mala distribución de espacios y colocación de instalaciones, problemas de accesibilidad y no contar con óptimas temperaturas, entre otros.

Aunado al problema anteriormente descrito, encontramos otro factor importante que modifica las condiciones de confort en las viviendas de estudio, pues cuentan en sus predios con hornos que utilizan para llevar a cabo su actividad económica principal: la producción de ladrillo artesanal.

La fabricación de ladrillo artesanal en San Diego Cuachayotla se ha convertido en un problema ambiental-ecológico debido al incremento del precio de petróleo, ya que para el encendido de los hornos que permiten la cocción de ladrillo, los habitantes emplean como combustible: leña, llantas, madera, plásticos, basura y otros materiales, los cuales al ser quemados emiten grandes cantidades de gases de efecto invernadero como: monóxido de carbono, óxido de nitrógeno, bióxido de azufre, etc. Los cuales generan ineficiencias y efectos nocivos para los habitantes, además de ser los causantes de los cambios climáticos que se experimentan en la actualidad.

Número de Ladrilleras en México					
Estado	Ladrilleras inventariadas	Capacidad promedio de los hornos ladrilleros	# de quemas al año	Peso total de ladrillos (Kg)	# de ladrillos producidos en 2006
Aguascalientes	427	15,000	6	139,500,900	112,777,968
Baja California	200	6500	12	56,628,000	19,828,048
Baja California Sur	24			19,807,244	29,986,442
Campeche	0			0	43,442,662
Coahuila	400	14,500	12	252,648,000	60,324,099
Colima	146	10,000	18	95,396,400	33,295,355
Chiapas	247	18,500	18	298,571,130	247,227,238
Chihuahua	475	12,500	12	258,637,500	185,599,969
Durango	710	8,590	18	398,502,126	86,100,384
Guanajuato	2,362	17,500	12	1,800,552,600	279,602,189
Guerrero	98	25,000	8	71,148,000	5,620,163
Hidalgo	258	9,000	8	67,430,880	20,597,238
Jalisco	2,500			2,063,254,632	387,038,452
México	650	27,500	24	1,557,270,000	431,365,567
Michoacán	769	13,760	9	345,695,645	224,257,928
Morelos	24			19,807,244	91,942,149
Nayarit	134			110,590,448	54,086,043
Nuevo León	9			7,427,717	241,813,437
Oaxaca	321	13,050	11	167,268,767	51,750,353
Puebla	4,316	30,000	18	8,460,223,200	308,154,308
Querétaro	592	11,000	18	425,494,080	92,648,857
Quintana Roo	1			825,302	67,205,606
San Luis Potosí	1,175	13,000	24	1,330,758,000	635,644,860
Sinaloa	273			225,307,406	148,448,307
Sonora	236			194,771,237	137,562,870
Tabasco	15			12,379,528	113,743,190
Tamaulipas	23		24	30,732,669	174,239,772
Tlaxcala	29			23,933,754	61,655,467

Veracruz	222	183,217,011	404,716,138
Yucatán	2	1,650,604	104,772,011
Zacatecas	315	259,970,084	77,570,775
Total	16,953	18,879,400,108	4,933,017,845

Tabla 1. Número de Ladrilleras en México. Diagnóstico Nacional del Sector Ladrillero 2012 Fuente: SERpro,S.C.

En la tabla se encuentra que el principal Estado productor de ladrillo artesanal es Puebla, que anualmente produce cerca de 8 mil 460 millones de toneladas.

De acuerdo a las encuestas elaboradas en el trabajo que se tiene como antecedente a este, se realizó un análisis para así de esta manera determinar cuál es el problema al cual se enfocara primordialmente.



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA
 FACULTAD DE ARQUITECTURA
 PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "Diagnóstico integral, participativo, de la situación actual del hábitat a escala local.
 Caso de estudio San Diego Cuachayotla, San Pedro Cholula, Puebla"

GUÍA METODOLÓGICA PARA LA INVESTIGACIÓN

TÉCNICA: ENTREVISTA INSTRUMENTO: FICHA DE OBSERVACIÓN- PARTICIPACIÓN A NIVEL VIVIENDA Y SU ENTORNO INMEDIATO MANZANA DELIMITADA POR CALLES: VENADITO, LAS FLORES Y CHOLULA

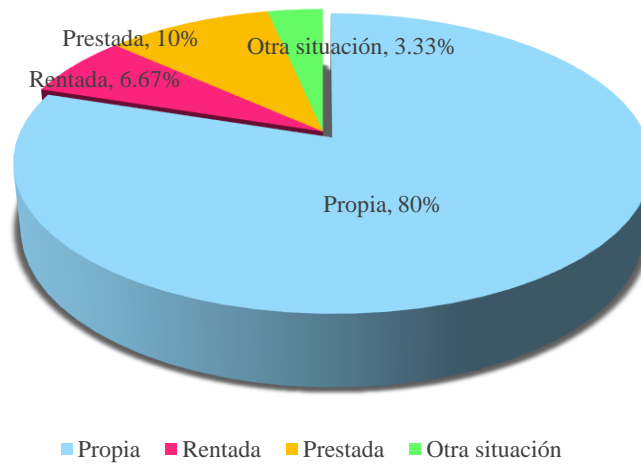
1/3.

<p>FOLIO <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> FECHA <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/></p> <p>DATOS GENERALES <input type="text"/> Calle, Número, C.P.</p> <p style="text-align: center;">GESTIÓN</p> <p>1. ¿Cuál es el régimen de tenencia de su vivienda? Propia <input type="checkbox"/> Rentada <input type="checkbox"/> Prestada <input type="checkbox"/> Otra situación <input type="checkbox"/> Especificar: _____</p> <p>2. ¿Cuál es la decisión por la que se realizó su vivienda? Propia <input type="checkbox"/> Familiar <input type="checkbox"/> Comunitaria <input type="checkbox"/> Algún programa <input type="checkbox"/> Especificar: _____</p> <p>3. ¿Cuántos años le tomo construir su vivienda? 0-2 años <input type="checkbox"/> 2-5 años <input type="checkbox"/> 5-10 años <input type="checkbox"/> más de 10 años <input type="checkbox"/></p> <p>4. ¿En cuántas etapas se construyó su vivienda? 1 Etapa y duración _____ 2 Etapas y duración _____ 3 Etapas y duración _____</p> <p>5. ¿Cuántos años tiene construida su vivienda? 0-5 años <input type="checkbox"/> 5-25 años <input type="checkbox"/> 25- 50años <input type="checkbox"/> 50 años o más <input type="checkbox"/></p> <p>6. ¿Recibió alguna asesoría por parte de alguna institución o técnico para construcción de su vivienda? SI <input type="checkbox"/> Que institución _____ NO <input type="checkbox"/> En cuanto a que: Planificación <input type="checkbox"/> Diseño <input type="checkbox"/> Construcción <input type="checkbox"/> Uso <input type="checkbox"/></p>	<p style="text-align: center;">VIVIENDA</p> <p>7. ¿Tipología de la vivienda según CONAVI*? Económica <input type="checkbox"/> Popular <input type="checkbox"/> Tradicional <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/></p> <p>8. La vivienda es: Unifamiliar: Una sola familia en el predio <input type="checkbox"/> Multifamiliar: más de dos familias en un mismo predio, un nivel y dos niveles <input type="checkbox"/></p> <p>9. ¿Cuántos integrantes habitan la vivienda? Hombres <input type="checkbox"/> Mujeres <input type="checkbox"/> Adultos <input type="checkbox"/> Niños <input type="checkbox"/> Adultos <input type="checkbox"/> Niños <input type="checkbox"/></p> <p>10. ¿Cuáles son los espacios con los que cuenta su vivienda? _____ _____ _____</p> <p>11. ¿Qué tipo de animales domésticos tiene? Gato(s) <input type="checkbox"/> Perro(s) <input type="checkbox"/> Ave(s) <input type="checkbox"/> Cerdo(s) <input type="checkbox"/> Otro(s) <input type="checkbox"/> Especificar: _____</p> <p>12. Tecnología constructiva predominante en la vivienda Techos: _____ Muros: _____ Pisos: _____ Lamina <input type="checkbox"/> Bahareque <input type="checkbox"/> Tierra <input type="checkbox"/> Concreto armado <input type="checkbox"/> Ladrillo <input type="checkbox"/> Firme <input type="checkbox"/> Vigüeta y bovedilla <input type="checkbox"/> Adobe <input type="checkbox"/> Recubrimiento <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/> Especificar: _____</p>
--	---

Figura 1. Encuesta y ficha de observación realizados en el periodo de Julio-2015. Fuente: Equipo Delfín.

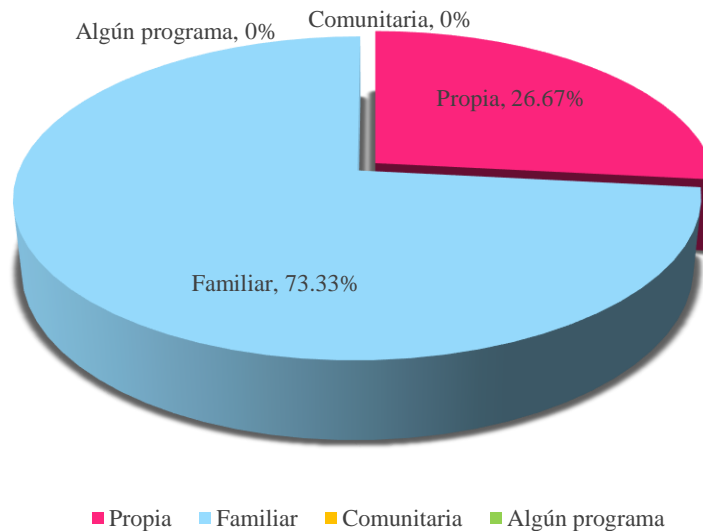
Interpretación de resultados de las preguntas:

1.- ¿Cuál es el régimen de tenencia de su vivienda?



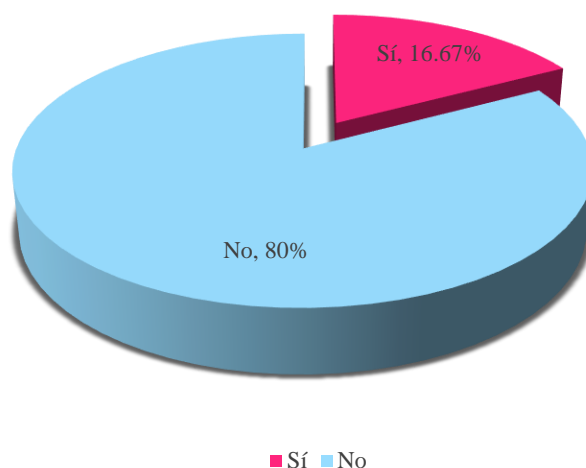
Gráfica 1. El 80 % del régimen de tenencia de las viviendas son propias; el 10 % son prestadas. Fuente: Elaboración propia en base con los datos obtenidos por el Equipo Delfín

2.- ¿Cuál es la decisión por la cual se realizó su vivienda?



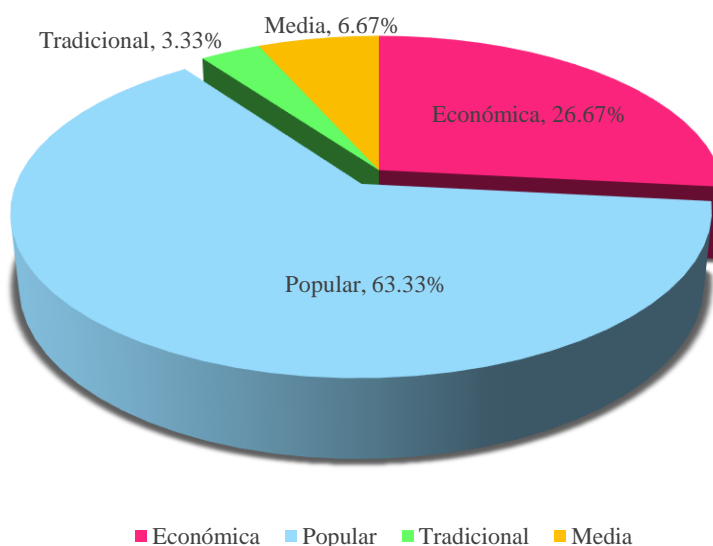
Gráfica 2. El 73.33% de las viviendas encuestadas realizaron su hogar por decisión familiar. Fuente: Elaboración propia en base con los datos obtenidos por el Equipo Delfín

6.- ¿Recibió alguna asesoría por parte de alguna institución o técnico para construcción de su vivienda?



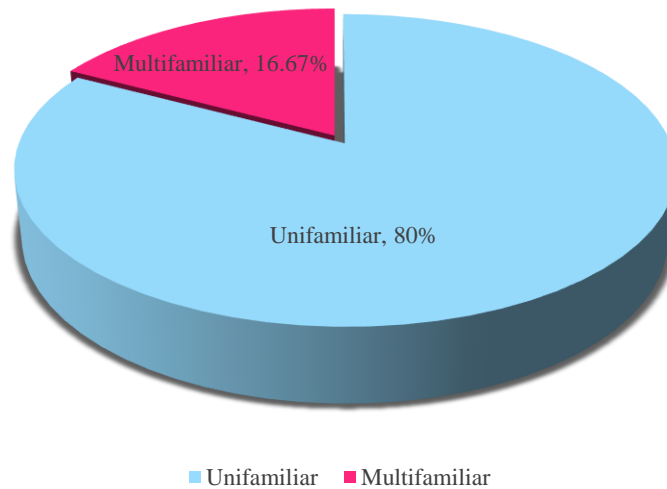
Gráfica 3. El 80% de la población no recibió ningún tipo de asesoría durante la construcción de su vivienda. Fuente: Elaboración propia en base con los datos obtenidos por el Equipo Delfín

7.- ¿Tipología de la vivienda según CONAVI?



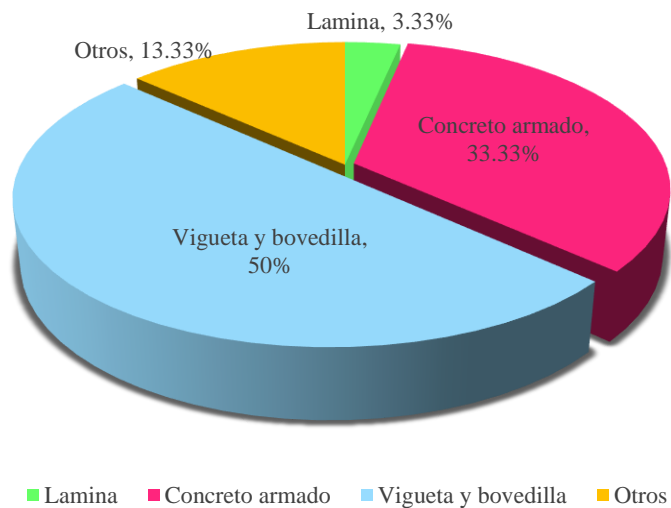
Gráfica 4. La tipología de vivienda (según CONAVI) predominante es la popular con el 63.33%, siguiendo la vivienda económica con el 26.67%. Fuente: Elaboración propia en base con los datos obtenidos por el Equipo Delfín

8.- La vivienda es:



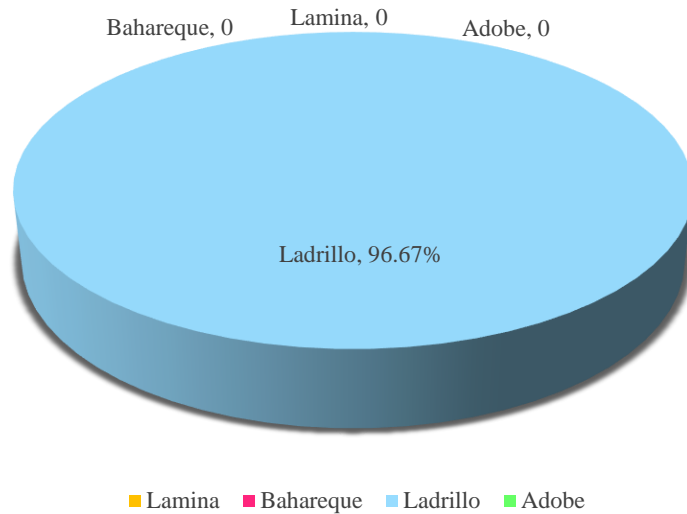
Gráfica 5. El 80% de las viviendas son Unifamiliares (con una sola familia en el predio). Fuente: Elaboración propia en base con los datos obtenidos por el Equipo Delfín

12.1 Tecnología constructiva predominante en la vivienda: Techos



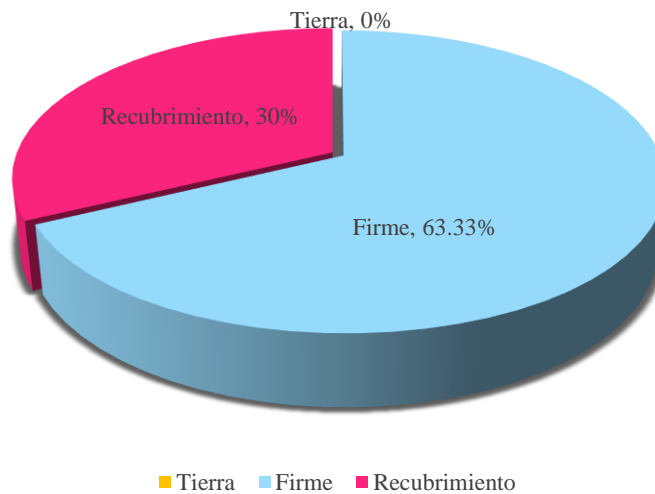
Gráfica 6. El 83.33% de las viviendas están construidas con vigüeta y bovedilla y/o concreto armado, predominando la vigüeta y bovedilla como sistema de losas con un 50%. Fuente: Elaboración propia en base con los datos obtenidos por el Equipo Delfín

12.2 Tecnología constructiva predominante en la vivienda: Muros



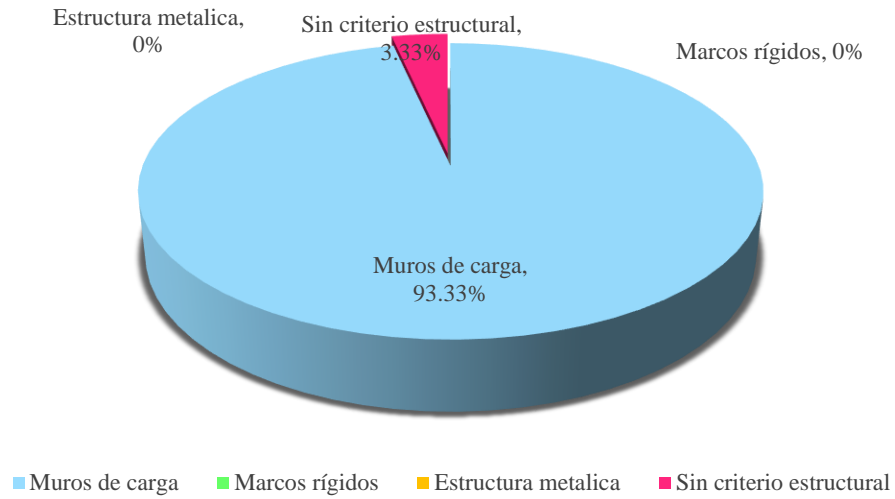
Gráfica 7. El 96.67% de las viviendas están construidas con ladrillos. Fuente: Elaboración propia en base con los datos obtenidos por el Equipo Delfín

12.3 Tecnología constructiva predominante en la vivienda: Pisos



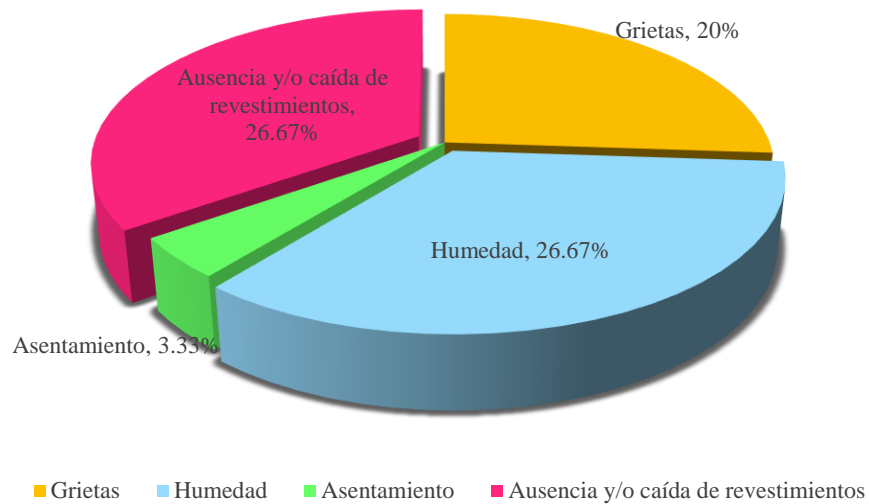
Gráfica 8. El 63.33% de las viviendas cuentan sólo con firme de concreto. Fuente: Elaboración propia en base con los datos obtenidos por el Equipo Delfín

13.- Tipología estructural



Gráfica 9. La tipología estructural predominante son los muros de carga con un 93.33% de las encuestas. Fuente: Elaboración propia en base con los datos obtenidos por el Equipo Delfín

14.- Daños en la vivienda



Gráfica 10. Los principales daños en la vivienda son: humedad (26.67%) y ausencia y/o caída de revestimientos (26.67%). Fuente: Elaboración propia en base con los datos obtenidos por el Equipo Delfín

Como se pueden dar cuenta en el análisis de las preguntas, la mayoría de la población realizó su vivienda erigida bajo el modelo de autoconstrucción, sin contar con un asesoramiento previo a la realización de esta lo que provocó daños en la edificación como asentamiento, grietas, caída de revestimientos y presencia de **humedad**.

Preguntas de investigación

¿De qué manera los materiales de construcción pueden afectar o modificar las condiciones de humedad y temperatura en las viviendas?

¿En qué forma la orientación influye en las condiciones de confort interno de la vivienda?

Problemática

¿Qué técnicas de acondicionamiento natural-ambiental se pueden implementar en las viviendas-fábrica productoras de ladrillo artesanal en la Junta Auxiliar de San Diego Cuachayotla, con el fin de contrarrestar las malas condiciones higrotérmicas causadas por erigir las viviendas bajo el modelo de autoconstrucción?

Objetivos

Objetivo General

Elaborar una propuesta de mejora para la vivienda-fábrica productora de ladrillo artesanal de San Diego Cuachayotla en San Pedro Cholula Puebla, a través de la implementación de técnicas de acondicionamiento ambiental-natural que optimice las condiciones de confort y la calidad de vida de sus usuarios.

Objetivos Específicos

- Realizar una investigación teórica sobre el **confort** (bienestar) y las **técnicas de acondicionamiento ambiental-natural** aplicables a la vivienda social autoconstruida.
- Realizar un **diagnóstico** de las condiciones de confort de la vivienda, mediante la aplicación de los siguientes instrumentos: Equipo de medición y encuesta.
- Analizar las condiciones exteriores mediante un **estudio climático** para determinar las estrategias ambientales que requiere el sitio de estudio.
- **Caracterizar la vivienda** social autoconstruida mediante el estudio de campo realizado por el equipo Delfín, para identificar las necesidades espaciales, los materiales de construcción y los sistemas constructivos.
- Realizar la **propuesta de mejora**, que se genera a partir del análisis de datos, las estrategias ambientales y la caracterización de la vivienda social autoproducida.

Justificación del tema

El poder contar con una vivienda digna es fundamental para la seguridad y autonomía de cualquier persona.

Este trabajo tiene la finalidad de aplicar instrumentos que permitan la medición de diversos indicadores, en cuestión a las condiciones de confort de la vivienda, los cuales arrojarán información de ayuda que será analizada y nos permitirá identificar cuáles son las condiciones actuales de la vivienda autoconstruida y así proponer soluciones mediante la aplicación de técnicas de acondicionamiento natural-ambiental que mejoren las condiciones higrotérmicas dentro de la vivienda, así como la calidad de vida de los usuarios.

Además de ser un proyecto de aprendizaje y autoayuda, será un beneficio de largo alcance, pues se podrá adaptar a diversas comunidades que cuenten con estas mismas características en las viviendas.

Delimitación espacial y temporal

El proyecto de investigación comprenderá el estudio e implementación de las técnicas de acondicionamiento natural-ambiental aplicadas a la vivienda-fábrica autoconstruida productora de ladrillo artesanal, mismo que se desarrollará en la Junta Auxiliar de San Diego Cuachayotla perteneciente al municipio de San Pedro Cholula en el Estado de Puebla.

La primera etapa del proyecto de investigación inicio en septiembre de 2015 recabando información y yendo a realizar visitas a la junta auxiliar buscando relacionarse con el sitio y sus habitantes.

La segunda etapa que consiste en la colocación de equipos de medición en las viviendas se vio afectada debido a que se encuentra a la población poco cooperativa, debido a que no se

sienten seguros con la presencia de personas ajenas a su comunidad, y por lo tanto no permiten el acceso a las viviendas.

Nivel macro



Figura 2. Ámbito Regional. Fuente: Plano D-2 del Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable de San Pedro Cholula



Figura 3. Ámbito Municipal. Fuente: Plano D-2 del Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable de San Pedro Cholula

Justificación de la Ubicación

Se escoge esta junta auxiliar, por la cercanía a la ciudad capital del Estado de Puebla y por el rezago habitacional que existe en el contexto de estudio, el cual es el detonante principal para desarrollar la investigación.

Siendo también una de las principales productoras de ladrillo, lo que da a las viviendas una característica importante ya que cada una cuenta con su horno dentro del mismo predio.

Impacto social y ambiental

Social

El crecimiento demográfico elevado ha hecho una gran demanda de la vivienda y la contaminación; tanto esto ha llegado a hacer que en las pequeñas poblaciones no exista una delimitante entre la vivienda y la industria, ya que los pobladores han hecho una fusión entre la vivienda y su trabajo.

La calidad de vida del usuario depende de las condiciones de confort con las que se cuentan en su vivienda, debido a esto se pretende mejorar estas sin afectar su principal fuente de empleo.

Ambiental

La concientización de las personas en el sentido ambiental es un trabajo titánico el cual no se ha dado por sí mismo por la falta económica, información y por el hecho de la vivienda autoconstruida.

Con las técnicas de acondicionamiento natural-ambiental se busca mejorar la expectativa de vida haciendo a las personas conscientes del beneficio a mediano plazo y difusión de sus resultados, siendo ellos los mismos transmisores y difusores de esta aplicación.

Metodología a Utilizar

Etapa 1 Información documental: Revisión y análisis de fuentes documentales y consulta de páginas web para la recaudación de información que será utilizada en el desarrollo del marco teórico.

Etapa 2 Instalación de equipos: Se colocarán los equipos (Illuminance UV Recorder) en las viviendas elegidas en la Junta Auxiliar de San Diego Cuachayotla para medir los factores de: Temperatura seca, Humedad Relativa, Niveles de iluminación y Radiaciones UV, además de Niveles de CO y Niveles de ruido.

Etapa 3 Vaciado de información de los equipos: Se realizará la recolección de datos de los equipos (Illuminance UV Recorder) mensualmente, asistiendo a las viviendas para obtener la información que se ha generado en los equipos de monitoreo.

Etapa 4 Estudio climático: Se realizara de acuerdo a las condiciones exteriores del sitio, mediante el programa ECOTECT.

Etapa 5 Elaboración de base de datos: Realización de tablas por medio del programa Excel, en las cuales se capturará la información obtenida del vaciado de los equipos Illuminance UV Recorder y del programa ECOTECT.

Etapa 6 Análisis de información: Se realizarán las gráficas correspondientes de toda la información obtenida en las bases de datos y así de esta manera hacer el análisis de toda la información.

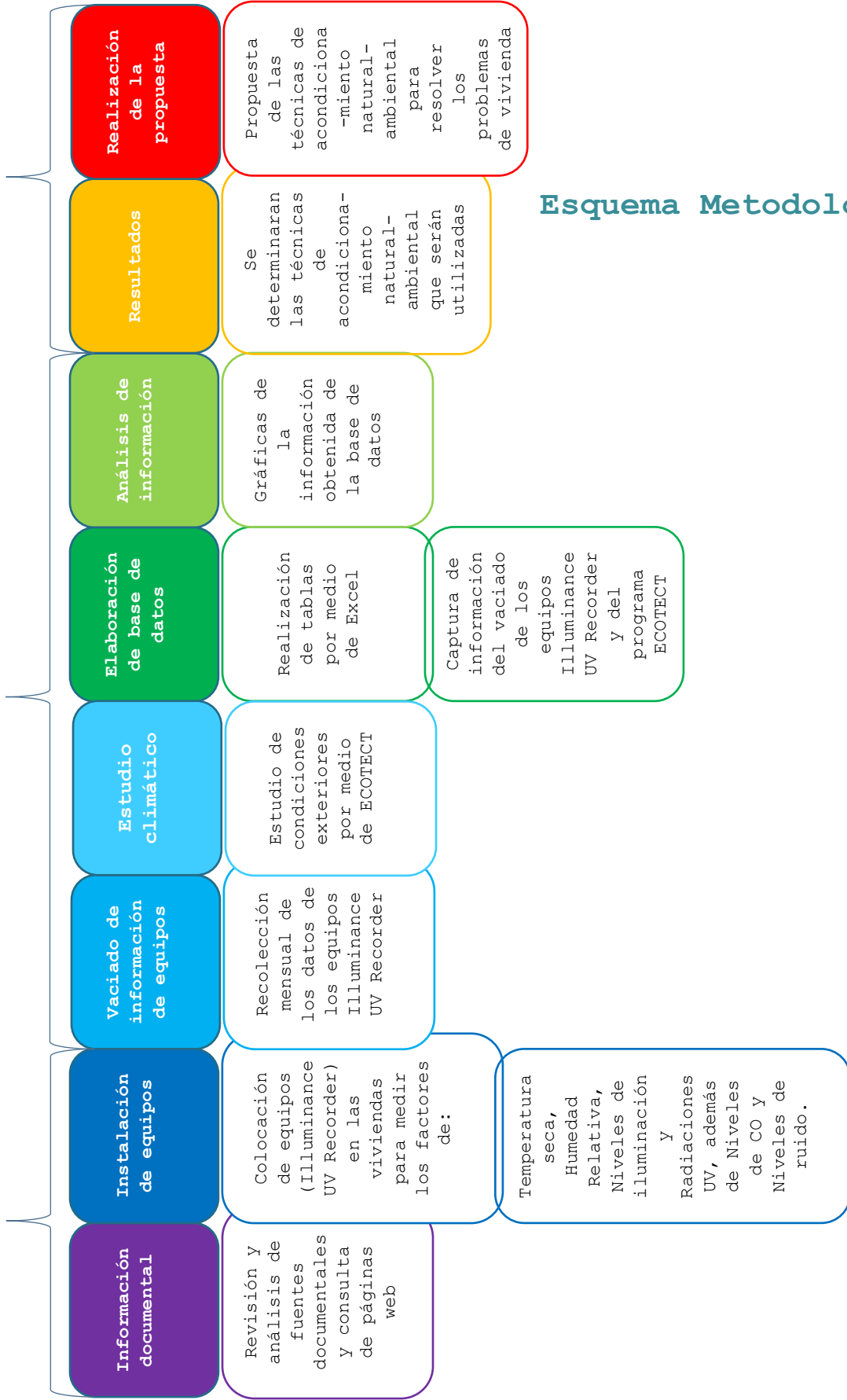
Etapa 7 Resultados: De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis en la etapa 6, se determinará que técnicas de acondicionamiento natural-ambiental serán utilizadas con la finalidad de mejorar el bienestar del usuario y la calidad de vida de este en su vivienda.

Etapa 9 Realización de la propuesta: Se propondrán las técnicas de acondicionamiento natural-ambiental para realizar los planos necesarios y determinar las mejoras que se proponen para este tipo de viviendas.

Ejecución

Análisis

Obtención e Implementación



Esquema Metodológico

Capítulo 1. Marco teórico de referencia

"La naturaleza se hace paisaje cuando el hombre la
enmarca"

-Le Corbusier

1.1 Marco conceptual

- **Confort:** Es el estado físico y mental en el cual un individuo expresa satisfacción con el medio ambiente que le rodea momentáneamente.
- **Confort ambiental:** Es el que define a los factores ambientales naturales que determinan un estado de satisfacción físico o psicológico.
- **Confort higrotérmico:** Es aquel que determina el bienestar del individuo de acuerdo a la relación existente entre el calor corporal y el medio ambiente.
- **Calidad del aire:** Se refiere esencialmente a las emisiones contaminantes que son emitidas a la atmosfera y que afectan la salud de los individuos de una ciudad.
- **Técnicas de acondicionamiento natural-ambiental:** Son aquellas técnicas (que no necesitan de sistemas mecánicos complejos) que se ocupan en el diseño de un espacio, para aprovechar el clima y las condiciones ambientales del entorno con la finalidad de crear una situación de confort en el interior del espacio a diseñar.

1.2 Confort

1.2.1 Medio Ambiente

El medio ambiente es un sistema dinámico definido por las interrelaciones tanto físicas, biológicas como culturales, las cuales pueden ser percibidas o no, entre el hombre, los seres vivientes y todos los elementos del medio circundante, ya sean naturales, transformados o creados por el hombre en un lugar y tiempo determinado.

El medio ambiente se divide en:

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

Debido a que el hombre siempre se encuentra interactuando con el medio ambiente (natural, social y artificial); este determina su comportamiento físico y psicológico y es un factor determinante de la salud, bienestar y confort del individuo.

1.2.2 Salud y Confort

La Organización Mundial de la Salud define el término de salud como "el estado de completo bienestar físico, mental y social del individuo y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades" (FUENTE: Constitución de la Organización Mundial de la Salud). Por otro lado se entiende por Confort al estado físico y mental en el cual el hombre expresa satisfacción con el medio ambiente circundante.

El confort se refiere a un estado de percepción ambiental momentáneo, el cual está determinado de cierta manera por el estado de salud del individuo, pero además intervienen muchos factores más, los cuales se pueden dividir de manera general en dos grupos:

- a) Factores internos (endógenos) que determinan el confort:
Raza, sexo, edad, características físicas y biológicas, salud física o mental, estado de ánimo, grado de actividad metabólica, etc.
- b) Factores externos (exógenos) que determinan el confort:
Grado de arropamiento, tipo y color de vestimenta, factores ambientales como temperatura del aire, temperatura radiante, humedad del aire, radiación, velocidad del viento, niveles lumínicos, niveles acústicos, calidad del aire, olores, ruidos, elementos visuales, etc.

El confort ambiental define solo a aquellos factores ambientales naturales que determinan un estado de satisfacción o bienestar físico o psicológico, con fines prácticos el confort se divide en varios tipos de acuerdo al canal de percepción sensorial que se involucra, los cuales son:

- Confort Térmico
- Confort Lumínico
- Confort Acústico
- Confort Olfativo
- Confort Psicológico

La contaminación influye directamente en la salud del individuo, en la percepción ambiental que este tiene y por lo tanto en la obtención del confort.

1.2.2.1 Confort Térmico

Se refiere a la percepción del medio ambiente circundante que se da primordialmente a través de la piel. El hombre debe mantener constante su temperatura corporal (entre 36.5 °C y 37.5 °C) bajo cualquier condición climática.

Los factores externos más importantes son el grado de arropamiento, dependiendo de este la transferencia de calor entre el cuerpo y el medio ambiente tendrá mayor o menor resistencia.

Temperatura del aire:

Es uno de los factores más importantes ya que entre mayor sea la diferencia entre la temperatura del aire y la del cuerpo, mayor será el flujo de calor. La temperatura optima en la cual

el cuerpo disipa adecuadamente el calor generado depende de varios factores entre ellos la aclimatación del individuo juega un papel importante, ya que, por ejemplo, una persona acostumbrada a vivir en un clima frío soporta temperaturas más bajas que otra que no lo está.

Esta temperatura óptima (la cual es llamada comúnmente temperatura neutra) representa un punto en la escala térmica. El rango de confort térmico ha sido definido de distinta manera por varios autores. Los estudios más actuales a este respecto son los de S. Szokolay y Auliciems.

Temperatura radiante (radiación):

Junto con la temperatura, la radiación afecta enormemente la sensación térmica del organismo.

Humedad del aire:

Tiene un papel importante en los mecanismos de intercambio térmico del cuerpo, tanto en la sudoración como en la evaporación e intercambio térmico pulmonar (evotranspiración).

Movimiento del aire:

También tiene efectos térmicos en el individuo, aun sin cambiar su temperatura, ya que a través del movimiento del aire se incrementa la disipación de calor del organismo de dos maneras: incrementando las pérdidas convectivas de calor y acelerando la evaporación. El movimiento del aire también tiene efectos no térmicos (mecánicos) en la sensación de confort.

La falta de condiciones térmicas adecuadas provoca trastornos fisiológicos, cuyos efectos pueden ir desde los temporales de poca significación hasta los graves que pueden dañar seriamente el organismo e incluso provocar la muerte.

Las principales alteraciones se presentan en el aparato circulatorio y en los demás órganos que intervienen directamente en el intercambio de calor. Bajo condiciones de alta temperatura la presión arterial aumenta, así como el ritmo cardíaco y respiratorio; los vasos sanguíneos se dilatan, se incrementa la evotranspiración, aumentando la demanda de oxígeno e ingestión de líquidos además de otros efectos secundarios.

La falta de humedad o exceso de ella provoca alteraciones en el intercambio energético normal de los pulmones, interfiere con la capacidad evaporativa de la piel y provoca cambios en la

fauna normal de la piel, lo cual aunado a la contaminación física, química y biológica del aire puede provocar enfermedades de las vías respiratorias o en la superficie cutánea o subcutánea.

1.2.2.1.1 Modelos de Confort Térmico

Es necesario considerar las relaciones que existen entre el medio ambiente térmico y las sensaciones fisiológicas y psicológicas que experimentan las personas frente las condiciones impuestas por ese ambiente.

El modelo de balance térmico involucra términos relacionados con: **Variables ambientales** como temperatura del aire, temperatura radiante media, velocidad relativa del aire, presión de vapor del agua, **Variable fisiológicas** como calor metabólico (interno), energía metabólica producida (trabajo externo), temperatura superficial de la piel, sudoración, intercambio de calor evaporativo y conectivo a través de la respiración, pérdidas de calor seco del cuerpo por radiación, convección y conducción y por último el **Arropamiento** que involucra aspectos como: grado de aislamiento de la ropa, relación entre área arropada y área superficial desnuda y temperatura superficial de la ropa.

1.2.2.1.2 Condiciones Básicas para el Confort Térmico

Son dos las condiciones que se deben cumplir para mantener el confort térmico.

1. La combinación que se da instantáneamente entre la temperatura de la piel y la temperatura del centro del cuerpo debe proporcionar una sensación de neutralidad térmica.
2. El cumplimiento del balance de energía del cuerpo: la temperatura de la piel en combinación con la temperatura del centro del cuerpo y la actividad, debe resultar en una sensación térmicamente neutra.

1.2.2.2 Confort Lumínico

Se refiere a la percepción a través del sentido de la vista. Se hace notar que el confort lumínico difiere de la visual, ya que el primero se refiere de manera preponderante a los aspectos físicos, fisiológicos y psicológicos relacionados con la luz, mientras que el segundo principalmente a los aspectos psicológicos relacionados con la percepción espacial y de los objetos que rodean al individuo.

El esfuerzo que tiene que realizar el ojo ante exposiciones prolongadas y constantes de luz artificial ocasionara deformaciones y trastornos ópticos, pero además puede haber otros impactos sobre la salud del individuo, tal como lo muestran algunos estudios realizados en el laboratorio neuroendocrino del Instituto de Tecnología de Massachusetts, donde se encontró que la luz artificial puede ocasionar disminución en la absorción del calcio en el organismo.

La pupila se ajusta automáticamente a los cambios de luz, sin embargo, cambios bruscos en los niveles de iluminación puede provocar, además de una sensación muy desagradable en ocasiones acompañada de dolor, lesiones del sentido de la vista, a veces transitoria y otras permanentes.

La eficacia visual aumenta proporcionalmente con el incremento de la iluminación, esto se da de manera más marcada con niveles bajos de iluminación y no es tan significativo con niveles altos. El tipo de luz, ya sea natural o artificial y su intensidad afectan directamente la percepción del medio ambiente y por lo tanto tiene repercusiones en el estado de ánimo y en general en muchas respuestas del individuo. A través del manejo adecuado de la luz se pueden obtener aumentos en la eficiencia y productividad, se puede estimular el apetito, se puede provocar atracción visual hacia determinados objetos o espacios, se pueden lograr sensaciones de melancolía, romanticismo, alegría, erotismo o agresividad. La luz es un factor determinante del confort humano.

1.2.2.3 Confort Acústico

Se refiere a la percepción que se da a través del sentido del oído, donde se incluyen, además de los factores acústicos, los factores del ruido.

Las fuentes sonoras están siempre presentes tanto en zonas urbanas como rurales, incluso en los lugares <<silenciosos>> como un campo abierto o una casa aislada. En sí, la existencia de sonidos es necesaria para la percepción del entorno; de hecho, la ausencia total de sonidos puede afectar seriamente la salud física y mental del individuo.

El confort acústico se refiere a las sensaciones auditivas, tanto en contar con niveles sonoros adecuados (aspectos cuantitativos), como contar con una adecuada calidad sonora (aspectos referidos al timbre, reverberación, enmascaramiento, etc.).

Cuando el sonido perturba de alguna manera al individuo, se convierte en ruido. El grado de esta perturbación depende de muchos factores, entre ellos están: el sexo, la edad, la experiencia y relación de sonidos, el estado de ánimo, etc.

El ruido tiene diversos efectos tanto fisiológicos como psicológicos, entre los más importantes se pueden mencionar los siguientes: interferencia en la comunicación, pérdida de la audición, perturbación del sueño. Estrés, efectos en el rendimiento y problemas psicológicos.

1.2.2.4 Confort Olfativo

Se refiere a la percepción a través del sentido del olfato. Aunque este tipo de confort pocas veces es considerado, es un factor importante que debe ser considerado sobre todo en lugares con índices de contaminación.

El confort olfativo tiene dos vertientes de análisis: la primera, referente a la utilización de olores agradables con el fin de producir una cierta sensación psicológica en el individuo. La segunda vertiente es el manejo que se debe dar a los olores desagradables, aspecto directamente relacionado con la contaminación ambiental.

Se refiere únicamente al manejo de los olores, pero es necesario considerar que a través de la nariz se introducen también muchas sustancias y partículas no aromáticas que no son percibidas por el sentido del olfato, pero si lo afectan disminuyendo su capacidad perceptiva, perjudicando a todo el sistema respiratorio, alterando la salud y consecuentemente el confort del individuo.

1.2.2.5 Confort Psicológico

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

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

Aunque aparentemente estos aspectos parecen bastantes subjetivos, existen parámetros que pueden ser medidos y adecuadamente valorados, para proporcionar resultados cálidos que deban ser aprovechados por el diseño arquitectónico.

La arquitectura interviene directamente en la percepción ambiental del individuo. Un espacio mal diseñado puede provocar, además de disconfort, enfermedad y disfunción del organismo; abundan las edificaciones frías, cálidas o extremosas, ruidosas, mal iluminadas, con fuerte contaminación electromagnética, desagradables, etc.

1.3 Confort higrotérmico

El confort higrotérmico es la **relación entre el calor corporal y el medio ambiente**, ya que este es fundamental para que las actividades laborales se efectúen del mejor modo y en sintonía con el bienestar del individuo.

1.3.1 Qué implica el confort higrotérmico

El confort higrotérmico implica el intercambio del calor corporal con el del medioambiente, es el estado mental de un individuo que expresa **satisfacción** o bienestar con el **medio ambiente** en el que entra en contacto.

Para poder lograrlo es necesario considerar las variables que determinen la temperatura del ambiente de trabajo más adecuada como también los distintos factores que intervienen en la regulación del calor corporal.

Aspectos que involucra el factor ambiental:

- **La temperatura:** Se trata de la que se registra y se puede medir con un termómetro. Una temperatura óptima oscila entre los 20° y los 25°.
- **La humedad:** Es el contenido de vapor de agua que se encuentra en el aire. Entre más humedad haya, menor será la transpiración; debido a esto es más agradable un calor seco que un calor húmedo. Se considera que el cuerpo se adapta sin problemas a un porcentaje entre el 30% y el 65%.
- **La velocidad del aire:** Esta interviene de forma directa en el balance térmico y en la sensación térmica, debido a que, según sea la velocidad, variará la capa de aire que nos aísla y aumentará la evaporación del sudor.

1.3.2 Parámetros y factores de Confort

Los parámetros de confort son aquellas condiciones conformes al lugar que intervienen en las sensaciones de los ocupantes. Las condiciones varían de acuerdo con el tiempo y el espacio y se clasifican en:

1. Parámetros Ambientales:

Estos pueden ser medidos y se han determinado rangos y estándares dentro de los cuales se pueden mantener ambientes de bienestar para el individuo.

- **Temperatura seca del aire:** Se refiere básicamente al estado térmico del aire a la sombra.
Se entiende por esta, la temperatura del aire, prescindiendo de la radiación calorífica de los objetos que envuelven ese ambiente concreto, y de los efectos de la humedad relativa y de los movimientos de aire.

- **Temperatura relativa:** Se obtiene como la media aritmética entre la temperatura seca del aire (TS) y la temperatura radiante media (TR) de los cerramientos del local:

$$\text{Temperatura relativa} = \frac{TS + TR}{2}$$

- **Humedad relativa:** Es la cantidad de agua que contiene el aire.
- **Velocidad media del aire:** Este parámetro produce corrientes que pueden aprovecharse para refrescar o calentar los espacios. La velocidad del aire puede ayudar a reducir la humedad y favorecer la ventilación de los espacios dentro de la vivienda, modificando la sensación térmica de los habitantes, pero estas sensaciones van a depender directamente de la relación de este parámetro con la temperatura y la humedad del lugar, así como con las condiciones de los usuarios.
- **Temperatura radiante media:** Se define como la temperatura media irradiada por las superficies que envuelven un espacio hacia su interior. La temperatura radiante de las paredes, el suelo y la cubierta de una habitación puede brindar una sensación de calor o frío a sus ocupantes independientemente de la temperatura del aire contenido en el interior de la habitación, debido a esto puede ser aprovechada esta temperatura como un principio para prever sistemas de calefacción o refrigeración que se tengan que implementar en el reacondicionamiento del espacio.

Normas propuestas para factores ambientales	
Factor ambiental	Norma propuesta
Temperatura del aire	21 °C
Temperatura radiante media	≥ 21 °C
Humedad relativa	30 - 70 %
Velocidad del aire	0,05 - 0,1 m/s
Gradiente de temperatura (de la cabeza a los pies)	$\leq 2,5$ °C

Tabla 2. Factores ambientales propuestos. Fuente: Bedford y Chrenko, 1974

2. Parámetros Arquitectónicos:

Se relacionan directamente con las características de la construcción y la adaptabilidad del espacio.

- Adaptabilidad del espacio
- Contacto visual auditivo

3. Factores Ambientales:

Son independientes de las condiciones exteriores y se relacionan con las características biológicas, fisiológicas, sociológicas o psicológicas de las personas. Se clasifican de la siguiente manera:

• Factores Personales:

- **Metabolismo o actividad metabólica (Alimentación, actividad):** Este factor está relacionado con la capacidad que el cuerpo humano tiene para producir calor de un modo semejante al de un motor.
- **La Ropa (Grado de aislamiento):** Es un factor de protección y obstaculización energética frente a la radiación solar, las bajas temperaturas y el viento, debido a esto interviene en el equilibrio térmico entre una persona y el medio circundante ante el que se encuentra. Depende de las características de las telas y de la cantidad de ropa que influyen de manera directa en el grado de aislamiento del cuerpo.
- **Porcentaje estimado de insatisfechos, PPD:** Es el valor que indica el porcentaje de un grupo de personas que se sienten insatisfechos por la sensación térmica corporal y proporciona datos sobre la incomodidad o insatisfacción térmica y se basa en la estimación del porcentaje de

personas que son susceptibles de sentir demasiado calor o demasiado frío en condiciones ambientales dadas.

- **Sexo, Edad y Peso (Constitución corporal):** Estos se consideran como factores de tolerancia, debido a que llegan a determinar el nivel de adaptación térmica de las personas y sus sensaciones térmicas. De estos factores el peso es el único empleado en el cálculo del intercambio de calor entre una persona y el medio que le rodea.
- **Aclimatación (Tiempo de permanencia):** Incide en la producción metabólica de calor durante el período en que se está expuesto ante determinadas condiciones de frío o calor.
- **Color de piel:** Este influye en la forma como se intercambia calor en forma de radiación. En medida que la piel es más oscura esta se calienta más por el sol, pero deja pasar menos radiación.
- **Salud:** Este factor se contempla debido a que las enfermedades pueden provocar un aumento en la temperatura del cuerpo humano, como es el caso de la fiebre, que incrementa la temperatura corporal de una persona de 40 - 44 °C.
- **Historial térmico, lumínico, visual y acústico Mediato e Inmediato (Situación geográfica, época del año):** Es la estancia espacial y temporal en diferentes ambientes térmicos, la cual influye en la forma que se percibe el ambiente térmico actual ante el que se encuentran.
- **Tiempo de permanencia:** Afecta la percepción del ambiente en sentido de que un organismo al exponerse a condiciones de calor o frío, tiene que realizar una labor para obtener un equilibrio térmico, ya sea para disipar el calor o evitar la pérdida de este. Mientras más extremas sean las condiciones más rápido se llegará al límite denominado Estrés Térmico.

- **Factores Socio-culturales:**

- Educación
- Expectativas para el momento y lugar considerados

1.3.3 Técnicas para evaluar un Ambiente Térmico

El estudio del confort térmico ha permitido que se desarrollen diferentes índices térmicos subjetivos y objetivos, así como también gráficas que pretenden identificar el modo de incidencia de los diferentes factores y parámetros sobre el equilibrio térmico.

Existen varios métodos para analizar y evaluar las condiciones biotérmicas existentes y para determinar los niveles de confort a los que están sujetos los usuarios dentro de un espacio.

Clasificación taxonómica de modelos formales que abordan diversos aspectos del fenómeno del confort térmico del ser humano			
Nombre del modelo	Autor (es)	Modelo formal	VARIABLES consideradas dentro del modelo
Cartas y diagramas de confort térmico			
Carta Bioclimática	Víctor Olgyay (1963)	Gráfico	Temperatura del aire, temperatura de bulbo seco, humedad relativa, análisis fisiológico acerca del rendimiento de trabajo del ser humano.
Carta Bioclimática, Psicométrica	Baruch Givoni (1976)	Gráfico	Temperatura del aire, humedad relativa, masa térmica de la edificación, tipo de ventilación, el enfriamiento evaporativo, el calor radiante, la humidificación, la des-humidificación, el calentamiento pasivo, el aire acondicionado convencional.
Triángulos de confort de Evans	John Martin Evans (2000)	Gráfico	Establece 24 diferentes rangos de confort térmico y considera variables como: 3 grupos diferentes de

			temperatura media anual, si es de día o de noche, y considera además 4 zonas climáticas determinadas por su cantidad de humedad relativa.
Índices de confort térmico			
Nomograma del Índice de Temperatura Efectiva Corregida (TEC)	C.P. Yaglou y Miller (1925)	Gráfico	Temperatura de bulbo seco, humedad relativa, movimiento de aire, radiación, tipo de vestimenta de trabajo, actividad sedentaria desarrollada por el ser humano.
Nomograma del Índice de Tensión Calórico (ITC) o Heat Stress Index	H. S. Belding y T. F. Hatch (1955)	Gráfico	Capacidad máxima de evaporación del aire (E_{max}), dada por su temperatura, su humedad relativa y su velocidad.
Índice de Tensión Térmica	Baruch Givoni (1963)	Matemático	S = Cantidad de sudoración requerida en g/h o su equivalente en watts, M = Metabolismo en watts, W = Energía metabólica transformada en trabajo mecánico, en watts; C = Intercambio de calor por convección en watts; R = Intercambio de calor por radiación en watts y es = Eficiencia de enfriamiento de la sudoración sin dimensiones.
Índice de estrés (RSI)	Lee y Henschel (1966)	Matemático	Temperatura del aire en grados centígrados, tensión del vapor en mmHg, para valores de RSI entre 0.18 y 0.25 se inicia la incomodidad, mientras que arriba de 0.3 todos experimentan estrés por calor.

Tablas de Mahoney	Carl Mahoney (1973)	Gráfico	Toma como referencia la temperatura media anual, pero considera fundamental la variable de oscilación térmica, con lo cual se reubica el rango de confort térmico.
*Variabilidad de la Zona de Confort	P. Wakely (1979)	Matemático	La zona de confort térmico determinada por la TEC, temperatura media anual como parámetro climático que representa a los efectos de aclimatación del ser humano.
Índice Humidex	Masterton J. M. y Richardson F. A.	Matemático	Temperatura de bulbo seco y humedad, dicha humedad se calcula a partir de la presión de vapor y esta a su vez a partir de la ecuación Clausius-Clapeyron, que relaciona la temperatura con la presión.
Ecuaciones para el confort térmico			
Ecuación para obtener las sensaciones térmicas	P.O. Fanger (1970)	Matemático	A partir de regresiones lineales se obtiene el voto promedio de la población estudiada para diferentes grupos de sujetos, donde se consideran como variables la temperatura ambiente, la humedad relativa, la ropa que usaban los sujetos, la producción interna de calor del cuerpo, el área del cuerpo y el peso y altura del sujeto.
Ecuación del Voto Promedio PMV-PPD	P.O. Fanger (1970)	Matemático	Acumulación térmica en el cuerpo humano conocido por medio de un balance térmico vinculado a la

			sudoración, vasoconstricción, vasodilatación y al voto de confort térmico.
Ecuación para conocer la Neutralidad Térmica	Humphreys M. A. (1975)	Matemático	Temperatura neutra la cual está dada por la temperatura media anual y coeficientes obtenidos a partir de información de campo tratada estadísticamente, de individuos en edificios con acondicionamiento natural y artificial.
Ecuación para conocer la Neutralidad Térmica	Auliciems Andris (1993)	Matemático	Temperatura media mensual y un factor que incluye otras variables de orden climático.
Ecuación para conocer la Neutralidad Térmica	Nicol F. y Roaf (1996)	Matemático	Determina la temperatura neutra a partir de la temperatura media anual y coeficientes obtenidos por métodos estadísticos de regresión lineal, sin embargo en este caso dichas regresiones lineales las transforman en exponenciales.
Developing and Adaptive Model of Thermal Comfort and Preference, ASHRAE RP-884	Richard de Dear, Gail Brager, Donna Cooper (1997)	Matemático	Incluye parámetros climáticos, así mismo mide respuestas de adaptación del sujeto que habita los espacios, como son: ropa, ventana, ventiladores (ajustes de comportamiento), aclimatación (ajustes fisiológicos) y expectativas (ajustes psicológicos).
Zona Variable de Confort Térmico	F. J. Chávez del Valle (2002)	Matemático	Retoma el modelo de Nicol y le hace un ajuste a la expresión matemática al agregar varios factores del fenómeno térmico.

Modelo Holístico para analizar el confort térmico	Mayorga Cervantes J. Raymundo (2005)	Matemático	A partir de regresiones lineales múltiples se determina una ecuación empírica que permite conocer la neutralidad térmica a partir de 23 variables que forman parte del ambiente natural, construido y social así como de la parte biológica, psicológica y social del ser humano.
---	--------------------------------------	------------	---

Tabla 3. Clasificación taxonómica de modelos formales del fenómeno del confort térmico. Fuente: Arquitectura y Confort Térmico, Teoría, Cálculo y Ejercicios. Juan Raymundo Mayorga Cervantes. 2012

Las que se emplearán en el estudio son:

- **Carta psicométrica (de estrategias de diseño) de Baruch Givoni.**

“Carta que muestra las condiciones necesarias para establecer las condiciones de confort de los espacios arquitectónicos. Estas son: restringir el flujo conductivo de calor y la infiltración, y promover la ganancia de calor y la ventilación natural; por otro lado, restringir la ganancia de calor y promover el enfriamiento evaporativo radiante”. (Fuente: Izard, Jean-Louis y Guyot, Alain. (1980). Arquitectura Bioclimática. Barcelona: Gustavo Gili.)

El diagrama de Givoni es una carta que permite determinar la estrategia bioclimática a adoptar en función de las condiciones higrotérmicas del edificio en una determinada época del año. En el diagrama se distinguen unas zonas asociadas a sus respectivas técnicas bioclimáticas que permiten alcanzar la zona de bienestar.

La carta se construye sobre un diagrama psicométrico y en ella se distinguen una serie de zonas características:

- Una **zona de bienestar térmico** delimitada a partir de la temperatura del termómetro seco y la humedad relativa, sin tener en cuenta otros factores.

- **Zona de bienestar ampliada** por la acción de otros factores adicionales:

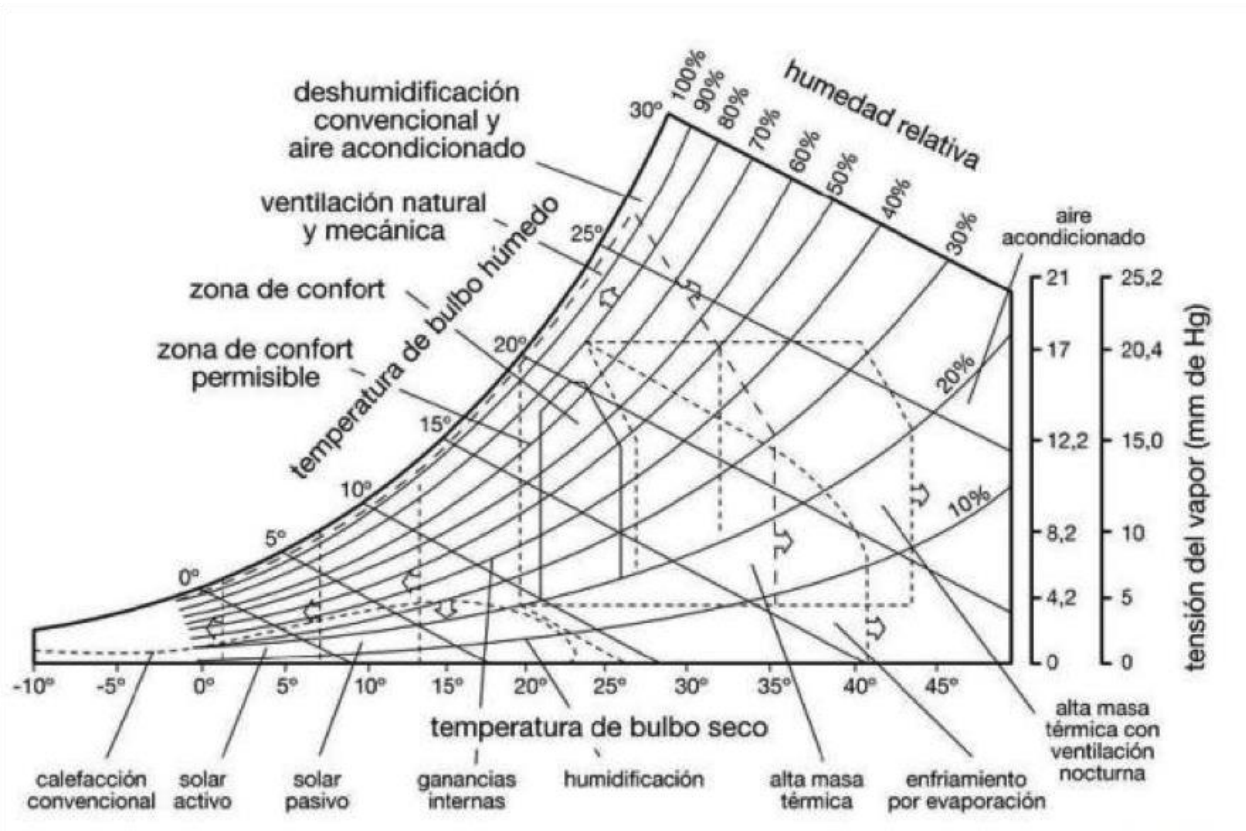


Figura 6. Zona de bienestar ampliada. Fuente: Arquitectura Bioclimática 1980

Hacia la derecha la zona de bienestar puede ampliar en función de la masa térmica del edificio, representada por los tipos de materiales de la construcción; el enfriamiento evaporativo, que se produce cuando una corriente de aire seco y cálido pasa sobre una superficie de agua, parte de la cual se evapora produciendo un doble efecto positivo: descenso de la temperatura por la energía utilizada en el proceso de evaporación y aumento de la humedad ambiental. Fuera de estos límites y hacia la derecha del gráfico, solo se pueden conseguir las condiciones adecuadas con sistemas mecánicos de ventilación y deshumidificación.

Hacia la izquierda del gráfico la zona de confort se extiende siempre que se produzca calentamiento, que puede ser calentamiento pasivo, es decir, utilizando la radiación solar directa, durante el día, o el calor almacenado en acumuladores,

durante la noche y calentamiento mecánico, mediante el uso de sistemas convencionales de calefacción.

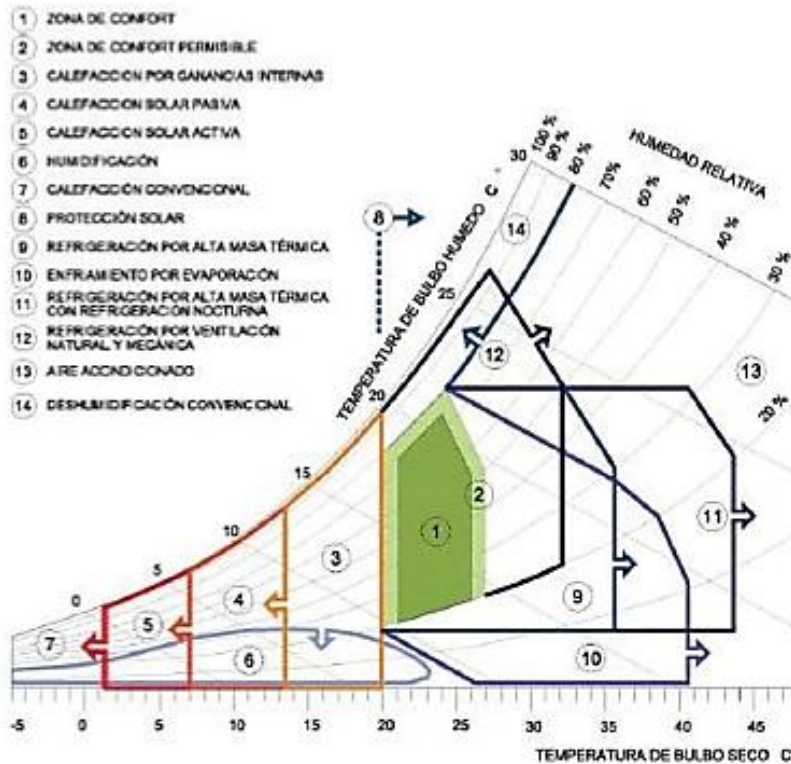


Figura 7. Diagrama Psicrométrico de Zonas Características de Confort. Fuente: Diagrama Bioclimático de Givoni.

Esta herramienta nos permite tener soluciones a nivel cualitativo y es muy importante el diseño de obras arquitectónicas que procuran el confort térmico del ser humano.

- **Tablas de Mahoney**

Son tablas en las cuales se definen estrategias generales de diseño arquitectónico bioclimático, las cuales funciona en relación a los parámetros climáticos siguientes:

Temperatura, humedad (relativa máxima y relativa mínima), precipitación pluvial media en mm de Hg y la oscilación térmica.

1.3.4 Medidas preventivas

La cuestión de la edificación influye en el confort térmico y permite adoptar diseños y construcciones que impliquen un vínculo responsable en el medioambiente, se pueden considerar los siguientes puntos relacionados a contribuir a un confort térmico:

- Aumentar el aislamiento de las edificaciones, ya que esto permite la libre transpiración de los mismos.
- Establecer ventilación cruzada y la posibilidad de que todas las ventanas se puedan abrir de forma manual.
- Disponer aproximadamente del 60% de los vidrios al sur, el 20% al este, el 10% al norte y el 10% al oeste. (Esto va depender directamente de la localización)
- Disponer de protecciones solares al este y al oeste de tal modo que solo se permita la entrada de la luz indirecta. Al sur de tal manera que en verano no entren rayos solares al interior de la edificación y que si puedan entrar en el periodo de invierno.
- Aumentar la inercia térmica de las edificaciones, elevando considerablemente su masa (cubiertas, jardineras, muros) y favorecer la construcción con muros de carga.

1.4 Microclima Urbano y su relación con el Confort Térmico

Los factores geográficos como la ubicación, topografía e hidrografía establecen el clima para un lugar determinado. La morfología urbana, las propiedades térmicas de los materiales de edificación, la falta de vegetación y las actividades humanas, tienen un impacto en el clima urbano.

1.4.1 Sistema de variables

Dimensión	Variable	Indicador	Definición	Unidad
Morfológica	urbana	Dimensiones promedio de calle/plaza	Largo, ancho y superficie promedio	M, m ²
		Distancia promedio construcción-calle/plaza	Largo promedio entre construcción-eje de calle/centro de plaza	M
		Perfil de límites arquitectónicos	Altura promedio de construcciones	m
Medioambiental	Natural	Cantidad de árboles	Número de árboles/superficie total	Número/m ²
		Tasa de cuerpos de agua	Superficie de agua/superficie total	%
		Tasa de espacio verde	Superficie vegetal/superficie	%
		Tasa de sombra por vegetación	Superficie bajo la sombra de árboles/superficie total	%

Tabla 4. Sistema de variables. Fuente: Elaboración propia con base a CUADERNOS DE VIVIENDA Y URBANISMO. Vol 2, No.4, 2009.

Las condiciones **microclimáticas** son resultados de la existencia de incidentes geográficos locales, como lo son los siguientes:

- La pendiente del terreno, que sirve para determinar una orientación predominante de la vivienda.
- La existencia cercana de elevaciones, pueden influir como barreras frente al viento o a la radiación solar.
- La existencia de masas de agua cercanas, reducen las variaciones bruscas de temperatura y sirven para incrementar la humedad existente en el ambiente.
- La existencia de vegetación densa cercana.
- La existencia de edificios.

Suelos: El suelo tiene mucha inercia térmica, lo que amortigua y retarda las variaciones de temperatura, entre el día y la noche, e incluso entre estaciones. La amortiguación que se produce en la temperatura depende de la profundidad y del tipo de suelo.

Vegetación: La presencia de vegetación, altera el balance energético del clima a una escala local, provocando variaciones en la radiación solar que obtiene la superficie, en la velocidad y dirección del viento, en la temperatura ambiente y en la humedad del aire.

Estos efectos, en gran medida contribuyen, a mejorar la sensación de confort en los espacios exteriores urbanos, así como a amortiguar el impacto de los elementos climáticos sobre los edificios.

1.4.1.1 Variación en la incidencia de radiación solar

Características radiativas de diferentes superficies		
Tipo de superficie	Albedo %	Emisividad %
Suelos	5-95	90-98
Húmedo oscuro cultivado	5-15	
Húmedo gris	10-20	
Seco arenoso	25-35	84-91
Húmedo arenoso	20-30	
Dunas de arena seca	30-75	
Vegetación	5-30	90-99
Césped	20-30	90-95
Campos verdes	3-15	

Campos de trigo	15-25	
Pradera	10-30	
Chaparral	15-20	
Pastizal	25-40	
Bosque mixto	5-20	
Caducifolias sin hojas	15	97
Caducifolias con hojas	20	98
Coníferas	5-16	97-98
Bosque pantanoso	12	97-99
Agua	5-95	92-97
Altura solar alta	5	92-97
Altura solar baja	95	92-97
Nieve fresca y limpia	70-95	99
Nieve vieja	40-70	82
Superficies urbanas		
Asfalto	5-15	95
Hormigón	10-50	71-90
Ladrillo	20-50	90-92
Piedra	20-35	85-95
Pintura blanca	50-90	85-95
Pintura roja, verde, café	20-35	85-95
Pintura negra	2-15	90-98

Tabla 5. Características radiativas de diferentes superficies encontradas en el paisaje urbano. Fuente: Impacto de la Vegetación en el microclima urbano.

1.5 Técnicas de Acondicionamiento Natural

1.5.1 Sistemas de Climatización Natural

Son conjuntos de componentes de un edificio que tienen como función principal mejorar su comportamiento climático. Actúan sobre los fenómenos radiantes, térmicos y de movimiento del aire que se producen naturalmente en arquitectura.

También se les llama sistemas pasivos por el hecho de no utilizar ninguna fuente de energía artificial para su funcionamiento. Para poder hacer un análisis conjunto de estos sistemas, los clasificaremos según su función en sistemas captadores de la radiación solar, sistemas que aprovechan el efecto de la inercia térmica, sistemas que mejoran las condiciones a partir de la ventilación y del tratamiento del aire del ambiente interior y sistemas que protectores de la arquitectura contra excesos de radiación solar.

1.5.1.1 Sistemas captadores

Son aquellos conjuntos de componentes de un edificio que tienen como función captar la energía de la radiación solar y transferirla al interior en forma de calor. Se llaman normalmente "sistemas pasivos de energía solar".

Los sistemas captadores se caracterizan por su rendimiento a la captación y por su factor de retardo. El rendimiento a la captación (r) es la relación entre la energía que penetra en el ambiente interior y la energía radiante incidente, mientras que el factor de retardo (f) expresa la uniformidad en el tiempo de la penetración de la energía en el ciclo de 24 h, como relación entre la energía que entra en horas sin radiación (noche) y la que entra como media diaria de las 24 h del ciclo.

Los sistemas captadores de la radiación solar se pueden clasificar en:

- a) Sistemas captadores directos

- b) Sistemas captadores semi-directos
- c) Sistemas captadores indirectos
- d) Sistemas captadores independientes.

a) Sistemas captadores directos

Son aquellos sistemas de climatización natural donde la energía radiante penetra directamente en el ambiente interior que se quiere acondicionar.

La radiación solar atraviesa superficies transparentes a la radiación de onda corta, como es el caso del **vidrio de ventanas o lucernarios**. Una vez ha penetrado es absorbida por las superficies interiores y las calienta. La energía térmica acumulada se cede al ambiente con retardo y amortiguación, por convección y radiación de onda larga, siendo esta radiación del tipo que no atraviesa el vidrio. La masa térmica en contacto con las superficies del interior sirve para reducir las oscilaciones de la temperatura del aire.

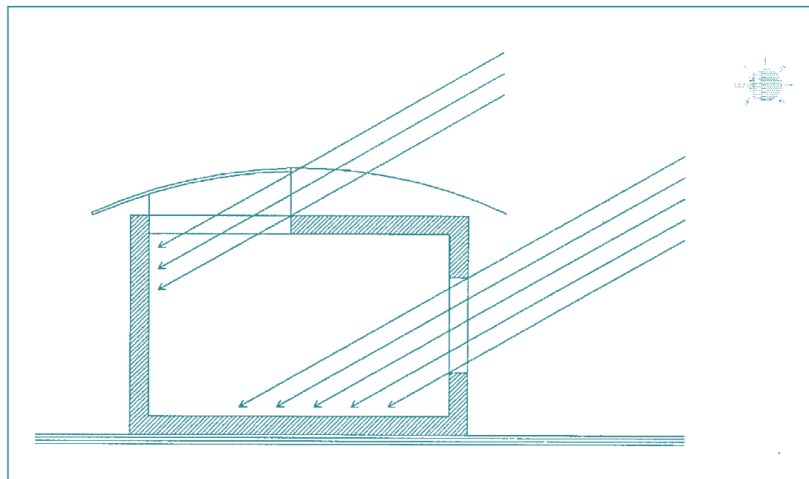


Figura 8. Captación directa por ventanas y lucernarios. Fuente: Arquitectura y energía natural. 1991

En los sistemas directos se recomienda el uso de aislamiento móvil en las aberturas, para mejorar el aislamiento nocturno del edificio, que es en general demasiado bajo si existen grandes superficies de vidrio. Los sistemas directos tienen unos rendimientos a la captación (r) variables entre 0,4 y 0,7, según el tipo de vidrio, las carpinterías y el grado de limpieza. El

factor de retardo (f) es prácticamente nulo. Los valores típicos son: $r = 0,55$ y $f = 0$.

b) Sistemas captadores semi-directos

Son aquellos donde, entre el ambiente interior y el exterior, se interpone un espacio que capta la energía solar. Este **espacio intermedio o invernadero** tiene una alta capacidad para captar radiación y por lo tanto, unas condiciones térmicas medias mayores que las del exterior, con una oscilación de temperaturas muy acentuada. La radiación que penetra en el invernadero es absorbida dentro del mismo, se convierte en calor y se puede ceder al ambiente interior por conducción o por convección.

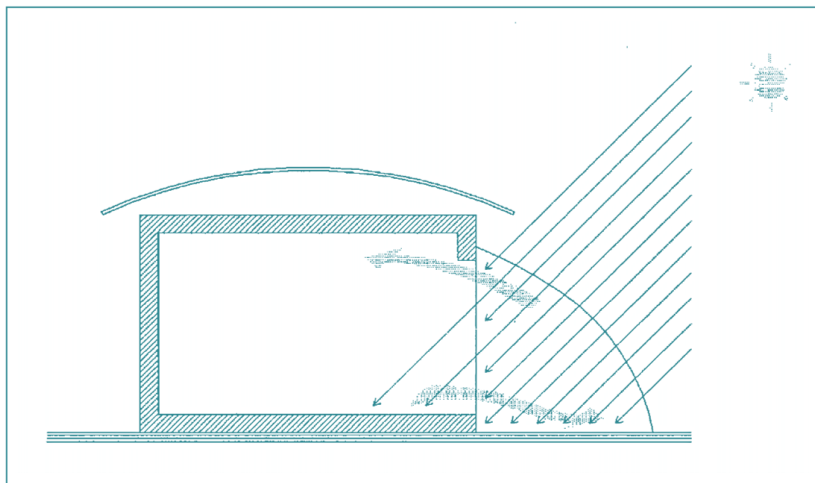


Figura 9. Captación semi-directa con invernadero. Fuente: Arquitectura y energía natural. 1991

La gran variación temporal de las temperaturas de este espacio intermedio permite que, en ciertos momentos, su nivel energético sea más alto que el interior y se pueda realizar voluntariamente la transferencia por convección mediante aberturas. Además, los valores medios de las temperaturas pueden ser suficientemente altos como para permitir la transferencia amortiguada a través de un muro separador. El espacio intermedio o invernadero puede ser temporalmente habitable y actuar como una prolongación del espacio interior. Estos sistemas semi-directos tienen rendimientos (r) variables entre 0,12 y 0,30,

dependiendo básicamente de su forma (conveniente que sea lo más compacta posible) y del sistema de comunicación con el interior (mejor rendimiento si es con aislamiento móvil). Su factor de retardo (f) es bajo, alrededor de 0,3, si la comunicación con el interior básicamente es por convección y más alto, cercano a 1 si la transferencia se hace a través de muros separadores poco perforados y con inercia. Los valores típicos a considerar son: $r = 0,18$ y $f = 0,4$.

c) Sistemas captadores indirectos

Son aquellos en los que la captación se hace mediante un elemento acumulador que almacena energía, para ceder posteriormente el calor al ambiente interior. La radiación, después de atravesar un vidrio, es absorbida y se acumula como calor en un elemento opaco de gran capacidad térmica. Desde este elemento se cede al ambiente interior como radiación de onda larga y por convección superficial y en el proceso se produce un retardo y una amortiguación de la oscilación de temperaturas. La pérdida de energía del sistema hacia el exterior puede reducirse con aislamientos móviles y vidrios dobles.

Los sistemas indirectos tienen, en general, rendimientos (r) entre 0,15 y 0,28, mientras que los factores de retardo (f) más habituales están situados entre 0,7 y 1,1.

Podemos clasificarlos en **sistemas indirectos por fachadas, por cubierta o por suelo**, según la situación del elemento de acumulación de calor.

El **muro invernadero** o de inercia es un sistema indirecto por fachada, que tiene un elemento de acumulación vertical, protegido por un cristal y acabado con una superficie selectiva cálida o de color oscuro.

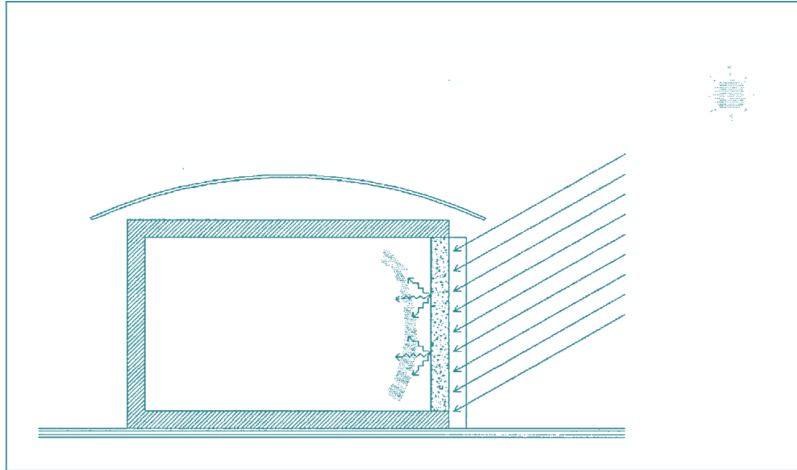


Figura 10. Captación indirecta con muro invernadero. Fuente: Arquitectura y energía natural. 1991

Este elemento puede ser un muro construido de obra de fábrica de ladrillo, hormigón o piedra, con gruesos de 30 a 40 cm. Esta gran masa retarda unas 12 h el máximo aporte de energía térmica al interior del edificio. Los valores típicos en este sistema son: $r = 0,18$ y $f = 1,05$.

El **muro Trombe** es un caso particular del anterior, donde se añaden unas perforaciones en la parte superior e inferior del muro para comunicar la cámara de aire que hay entre el vidrio y el muro con el ambiente interior.

Con esto se aumenta la cesión de calor, por termocirculación en el circuito de aire resultante, que además puede controlarse. Se puede evitar la termocirculación invertida de noche, colocando postigos manuales o automáticos en los orificios del muro. Esta circulación invertida también se puede evitar prolongando la cámara exterior por debajo del nivel del pavimento interior y haciendo los orificios en este nivel, ya que con ello se produce el efecto sifón. Los valores típicos son: $r = 0,27$ y $f = 0,8$.

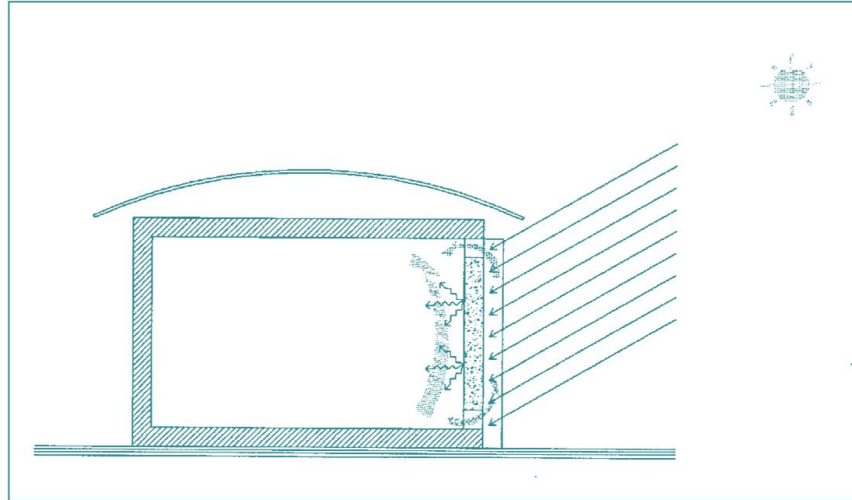


Figura 11. Captación indirecta con muro Trombe. Fuente: Arquitectura y energía natural. 1991

El muro de agua es un tipo de muro invernadero con la pared formada por contenedores de agua, que almacenan la energía que entra y la ceden por radiación y convección, prácticamente sin retardo, pero con una fuerte amortiguación de su oscilación temporal. Si además existen huecos entre los depósitos que forman el muro, también existe termo-circulación de aire caliente que aumenta el rendimiento y reduce el amortiguamiento. Se utilizan unos 200 litros de agua por metro cuadrado de captación. Los valores típicos son: $r = 0,22$ y $f = 0,7$.

Los **sistemas indirectos por techo** son los que tienen un elemento de acumulación horizontal en la cubierta, que capta la radiación y la cede al interior. El caso más habitual es la **cubierta de agua o cubierta estanque**, que está realizada con bidones o sacos de plástico transparente llenos de agua, sobre un forjado pintado de color oscuro y buen conductor del calor. La masa de agua se utiliza como almacén de calor, captando en invierno la radiación solar para reemitirla hacia el ambiente interior. En verano el sistema puede refrigerar, enfriándose durante la noche por emisión de radiación hacia el cielo.

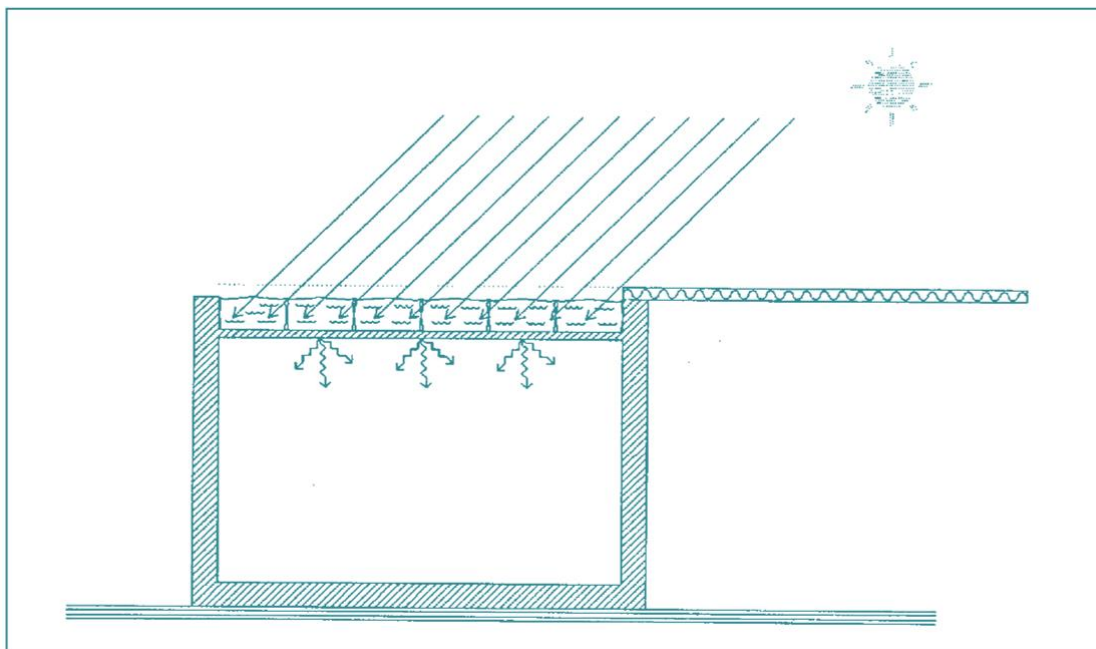


Figura 12. Captación indirecta con cubierta de agua. Fuente: Arquitectura y energía natural. 1991

Son sistemas con bajo rendimiento a la captación de la radiación de invierno, que llega con un ángulo desfavorable. Por este motivo son aconsejables en regiones de baja latitud, donde mejora el ángulo de incidencia y además puede ser interesante usarlos también en verano. Como variante en latitudes altas pueden usarse aberturas inclinadas o verticales en una sobrecubierta que protege la acumulación. En todo caso es interesante utilizar aislamiento móvil, de noche en invierno y de día en verano.

La energía acumulada en la cubierta pasa al interior por conducción atravesando el forjado, con retardo y reducción de oscilación. Del forjado al ambiente la cesión es únicamente por radiación, de forma que se reduce el rendimiento del sistema en funcionamiento invernal. Los valores típicos son: $r = 0,12$ y $f = 1$.

Los **sistemas indirectos por suelo** son aquellos que tienen un elemento captador y acumulador de la energía solar, que está situado bajo el suelo del ambiente interior que se pretende acondicionar.

Este elemento captador y acumulador acostumbra a ser un **depósito de piedras o agua**, con una alta masa térmica,

cuidadosamente aislado y que capta la energía radiante por una superficie orientada hacia el Sur.

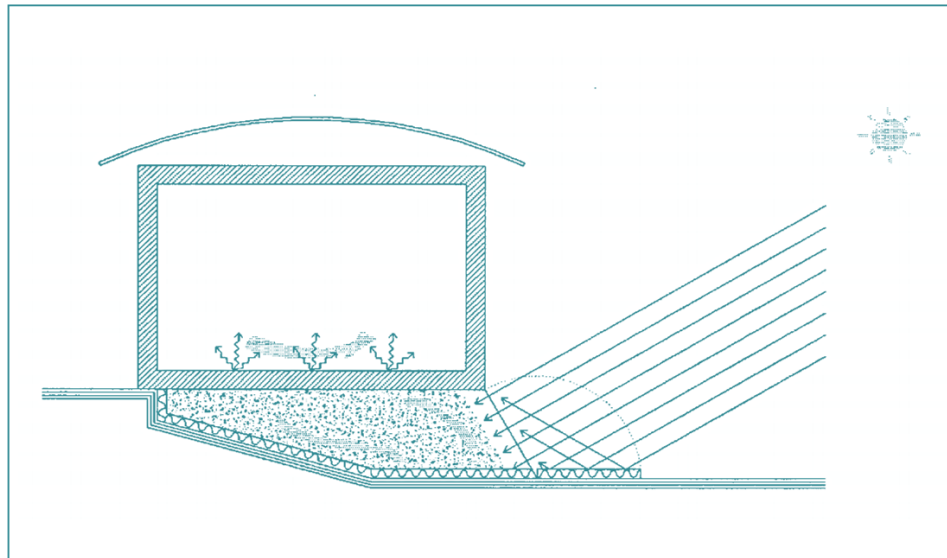


Figura 13. Captación indirecta con depósito de grava inferior. Fuente: Arquitectura y energía natural. 1991

La energía solar pasa desde la superficie de captación al interior del depósito por convección natural del aire o del agua. La cesión de energía al ambiente interior en el caso más directo se hace desde el suelo, por convección superficial y radiación de onda larga y se produce un cierto retardo y amortiguación de la oscilación.

También se puede mejorar el rendimiento y el control mediante un circuito de convección directa, haciendo pasar el aire del interior por el acumulador térmico, donde se calienta y se cede al ambiente mediante aberturas regulables. Los valores típicos son: $r = 0,22$ y $f = 0,95$.

d) Sistemas captadores independientes

Son sistemas de climatización natural donde la captación de la energía radiante, su acumulación y su cesión al ambiente interior que se quiere acondicionar, se hacen mediante componentes que son independientes entre ellos.

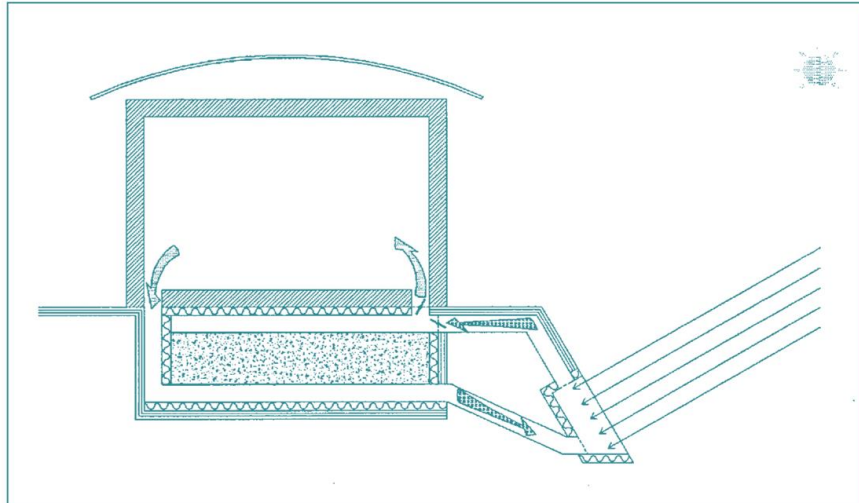


Figura 14. Captación por sistema independiente. Fuente: Arquitectura y energía natural. 1991

La transferencia de calor entre componentes se hace por **flujos naturales de aire o agua**, que circulan por conductos que conectan entre ellos los diferentes elementos. Se pueden incorporar dispositivos de control o regulación a lo largo de estos conductos.

Puede incrementarse el rendimiento del sistema y reducirse las secciones de los conductos utilizando equipos mecánicos para hacer circular los fluidos. Pero esto representa una dependencia del suministro de energía externa y por lo tanto se trata de un sistema que puede ser considerado híbrido o activo y como tal siempre dependiente de dicho suministro exterior de energía.

Los sistemas independientes pasivos tienen rendimientos r diversos según la disposición de elementos, los tipos constructivos y su aislamiento, con valores normales de 0,2 a 0,55. El factor de retardo f es bueno, a causa de que el control puede ser voluntario, con un valor ponderado de 1,5.

1.5.2 Sistemas de ventilación y tratamiento del aire

Son componentes o conjuntos de componentes de un edificio que tienen como misión, por un lado, favorecer el paso del aire por su interior, lo que supone la renovación del aire de dicho interior. Además, también puede tratarse el aire de ventilación para mejorar las condiciones de temperatura y de humedad.

Favorecer el paso del aire por el interior de los edificios, comporta un aumento de la renovación del mismo y con ello se puede cambiar las condiciones del interior, ya que podemos introducir un aire más puro, más fresco, etc. Por otro lado, el propio movimiento del aire también puede producir un efecto de refrigeración, por acción de su velocidad relativa al cuerpo humano, ello que significa que en condiciones de calor se incrementa positivamente el efecto de refrigeración para los ocupantes del espacio.

Como también podemos tratar el aire antes de introducirlo al interior de los edificios y mejorar las condiciones, las posibilidades de los sistemas de ventilación se multiplican. Se puede conseguir precalentar el aire de renovación en invierno, humedecerlo en climas muy secos enfriándolo en climas cálidos-secos, etc.

Los sistemas de ventilación y tratamiento del aire se caracterizan, tanto por el caudal de aire que son capaces de mover, como por el cambio en las condiciones del aire que son capaces de producir.

Aunque se analicen como sistemas individuales, en muchos casos dos o más sistemas diferentes pueden trabajar conjuntamente y favorecer mutuamente sus efectos. Esto es lo que normalmente pasa en los casos reales, pero para poderlos analizar los clasificaremos en:

- o Sistemas generadores de movimiento de aire
- o Sistemas de tratamiento del aire

- Sistemas generadores de movimiento de aire

Son componentes de un edificio que fuerzan el paso del aire y por lo tanto su movimiento por el interior del edificio, mediante el efecto de depresiones o sobrepresiones que se generan. Estos sistemas de ventilación se caracterizan por el caudal de aire que hacen entrar o salir de un edificio, que renueva el aire interior y puede refrigerar a los ocupantes con el movimiento de aire que genera. Sus efectos se valoran a partir de las renovaciones horarias del aire (rh) que se fuerzan, estas rh significan una velocidad del aire interior (v), que se mide en metros por segundo. Las renovaciones horarias se calculan en metros cúbicos por hora y por metro cúbico de volumen habitable.

El primero y más sencillo de los sistemas para mover el aire es la **ventilación cruzada**, que consiste en favorecer el movimiento de aire de un espacio o de una sucesión de espacios asociados, mediante la colocación de aberturas que abren hacia dos fachadas opuestas.

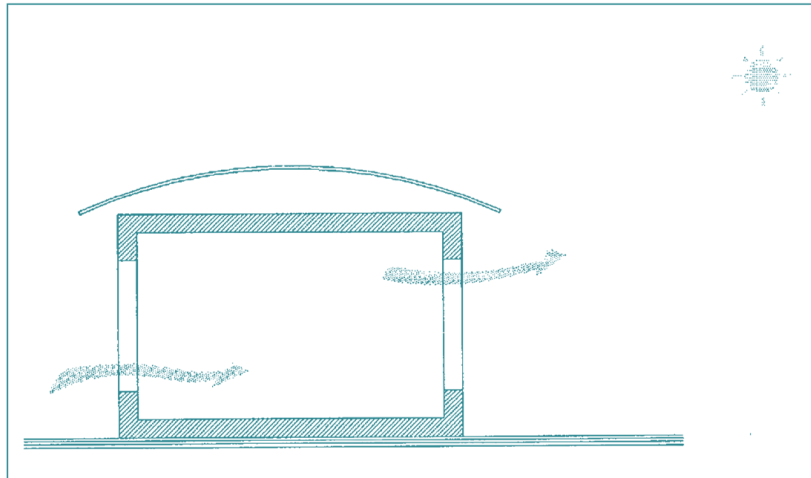


Figura 15. Sistema de ventilación cruzada. Fuente: Arquitectura y energía natural. 1991

Es aconsejable en climas cálidos húmedos y también en climas templados en verano. Las aberturas se deben situar en fachadas que estén en comunicación con espacios exteriores con condiciones de radiación o de exposición al viento que sean muy diferentes. Los valores típicos generados por una ventilación transversal

son de 8 a 20 renovaciones horarias (rh), en presencia de un viento débil en el exterior.

Otro sistema que genera un movimiento de aire interior es el **efecto chimenea**, que se produce al crear una extracción de aire por unas aberturas que hay en la parte superior del espacio, conectadas a un conducto de extracción vertical. La propia diferencia de densidad del aire, en función de la temperatura hace que el aire caliente menos denso salga por estas aberturas superiores.

Este sistema siempre se ha de completar con la presencia de aberturas inferiores para la entrada de aire más frío, de mayor densidad, para poder asegurar su buen funcionamiento.

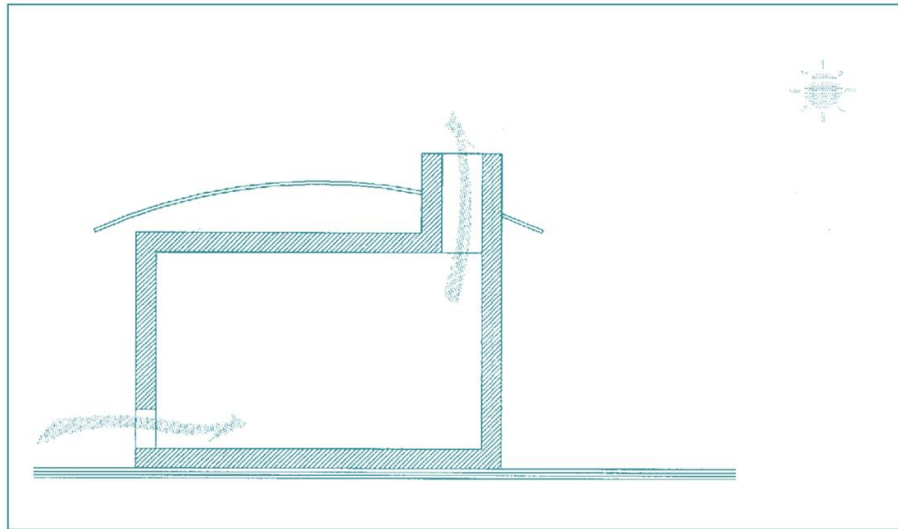


Figura 16. Sistema de extracción de aire por efecto chimenea. Fuente: Arquitectura y energía natural. 1991

La ventilación que genera este sistema no es muy alta, ya que las renovaciones horarias (rh) a la que se puede llegar no acostumbran a superar valores de 4 a 6. Es un sistema útil para evitar la estratificación del aire caliente en la parte superior de los ambientes interiores. En espacios con gran conexión vertical es muy fácil que se produzca esta molesta estratificación, que puede evitarse si se han previsto las salidas de extracción. Sin embargo, si no se han previsto desde el inicio, el aire caliente queda acumulado en la parte superior del espacio habitable y ello representa un problema de solución difícil. Si la temperatura en el exterior es alta, no se genera una buena extracción por efecto chimenea. Para que funcione

correctamente debe existir una diferencia de temperatura entre el aire caliente que está en la parte más alta del espacio habitable y el aire exterior.

Un sistema que favorece el movimiento del aire interior por el efecto de una extracción forzada por medio de la radiación solar es la **cámara solar o chimenea solar**.

El funcionamiento de este sistema consiste en calentar el aire que hay dentro de una cámara con un captador de color oscuro protegido por una cubierta de cristal. Al calentarse el aire y disminuir su densidad, se produce un efecto de succión en las aberturas inferiores que están en contacto con el ambiente interior y por lo tanto una extracción del aire interior hacia el exterior.

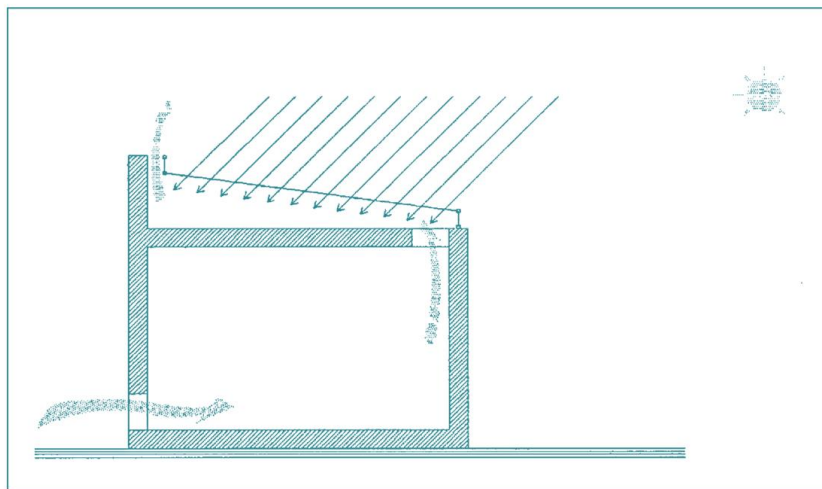


Figura 17. Sistema de extracción de aire por efecto chimenea. Fuente: Arquitectura y energía natural. 1991

Las cámaras solares se orientan siempre hacia la máxima intensidad de la radiación solar. Según la latitud puede ser aconsejable tanto la orientación al Sur, como hacia arriba, como la Este y Oeste combinados, de acuerdo también con el horario de utilización previsto.

Algunos sistemas captadores, como el muro Trombe, pueden utilizarse en verano para generar ventilación, si se invierte el sentido del flujo de aire. Esto se consigue abriendo hacia el ambiente exterior las aberturas que hay en la parte alta de la cámara y hacia el interior las aberturas inferiores.

Estos sistemas solares no crean una ventilación demasiado alta, ya que acostumbra a dar unos valores de renovaciones horarias (rh) entre 5 y 10 volúmenes por hora. Pero tienen otras ventajas importantes, como el hecho de que pueden combinarse fácilmente con los sistemas de tratamiento de aire, o que el rendimiento del sistema aumenta con la intensidad de la radiación y por lo tanto es más efectivo cuanto más calor hace y más necesario es.

Otros sistemas para generar movimiento de aire en el interior son los **aspiradores estáticos**, que también fuerzan una extracción de aire del ambiente interior que, juntamente con una entrada de aire de renovación, crean este movimiento. Estos aspiradores producen una depresión en el aire interior de un edificio debido a la succión producida por un dispositivo estático situado en la cubierta, donde al pasar el viento se produce un efecto Venturi, que es el que crea la aspiración.

Como todos estos sistemas que, de una manera u otra, favorecen o fuerzan la salida de aire interior, esta extracción se completará con una entrada de aire, situada en la parte inferior del circuito, para asegurar el funcionamiento correcto.

Existe una gran variedad de tipos de aspiradores estáticos, tanto por lo que respecta a su tamaño, que permite adaptarlos a muchas cubiertas, como por lo que respecta a las formas en las que se fabrican.

Son sistemas de ventilación que pueden utilizarse en climas templados y cálidos, para favorecer la refrigeración, pero deben ser zonas con vientos constantes si queremos que tengan utilidad real.

Los caudales de extracción son muy variables, ya que dependen tanto de los tipos de dispositivos escogidos como de la intensidad del viento. En presencia de vientos de una cierta intensidad es fácil generar renovaciones horarias (rh) superiores a 10 volúmenes por hora.

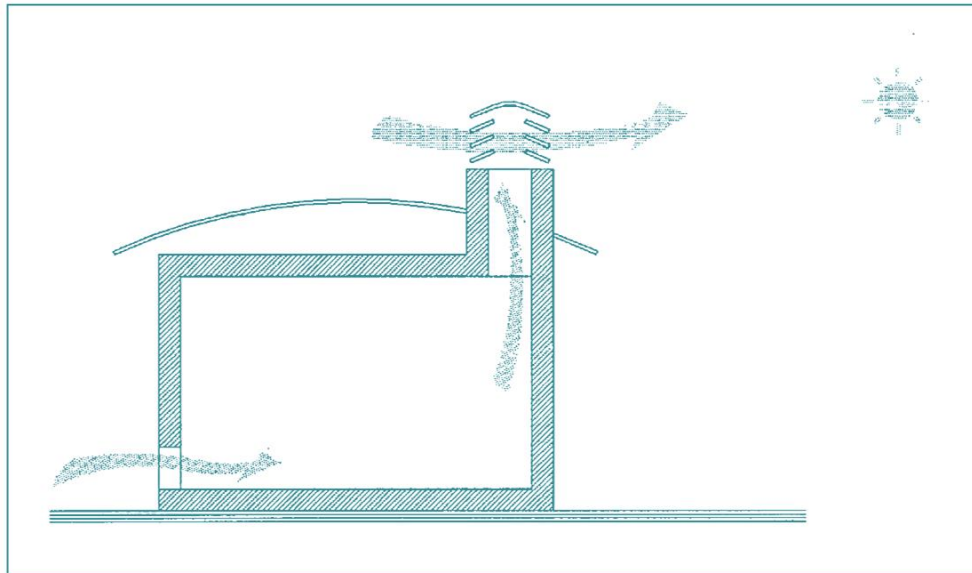


Figura 18. Sistema de aspiración estática. Fuente: Arquitectura y energía natural. 1991

También se puede crear movimiento de aire hacia el interior del edificio, en sentido contrario a los sistemas tratados hasta ahora, como es el caso de las **torres de viento**.

Esta introducción de aire exterior al ambiente se hace mediante una torre que se eleva hasta una altura suficiente por encima de la cubierta del edificio y recoge el viento donde es más intenso. El aire así captado se conduce hasta la parte baja de los locales mediante conductos.

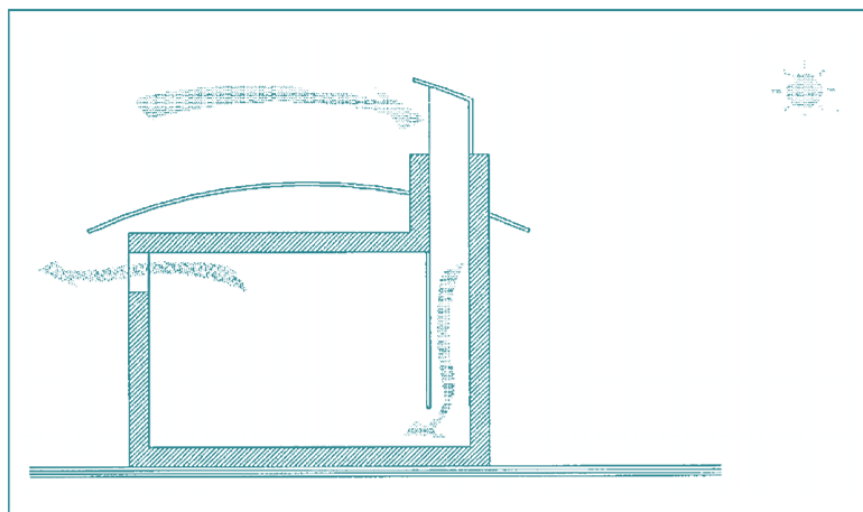


Figura 19. Sistema de entrada de aire por torre de viento. Fuente: Arquitectura y energía natural. 1991

En zonas donde la dirección del viento es constante, la abertura es única y está orientada hacia esta dirección, mientras que en otros lugares donde existen diferentes direcciones predominantes se combinan diversas entradas de aire en la parte superior de la torre. En general es un sistema válido para climas cálidos con vientos frecuentes e intensos, ya que depende básicamente de esta característica climática.

La ventilación que genera no es muy grande y sólo empieza a ser notable si los vientos son intensos. Se pueden generar renovaciones horarias (rh) de entre 3 y 6 volúmenes por hora.

Estas torres de introducción de aire tienen la ventaja de poderse combinar con diferentes sistemas de tratamiento de aire y también con los sistemas de extracción.

- **Sistemas de tratamiento del aire**

Son componentes de un edificio que permiten que un determinado caudal de aire de ventilación se ponga en contacto con superficies con unas condiciones más favorables y como resultado que, el aire resultante mejore sus condiciones iniciales.

Estos sistemas se caracterizan por el cambio que producen en las condiciones del aire que entra al ambiente interior, normalmente la temperatura o la humedad del mismo.

Los más habituales son los que favorecen la **evaporación** del agua en la corriente de aire. Este efecto de refrigeración evaporativa se basa en el principio de que un líquido cualquiera, al evaporarse y por lo tanto pasar de estado líquido a gas, roba energía del aire con el que está en contacto. Esta evaporación del agua de la superficie comporta también que el aire aumente su contenido de vapor de agua. En el caso de un ambiente muy húmedo, el aire tiene poca capacidad de aumento de su contenido de agua y por lo tanto la evaporación es más pequeña.

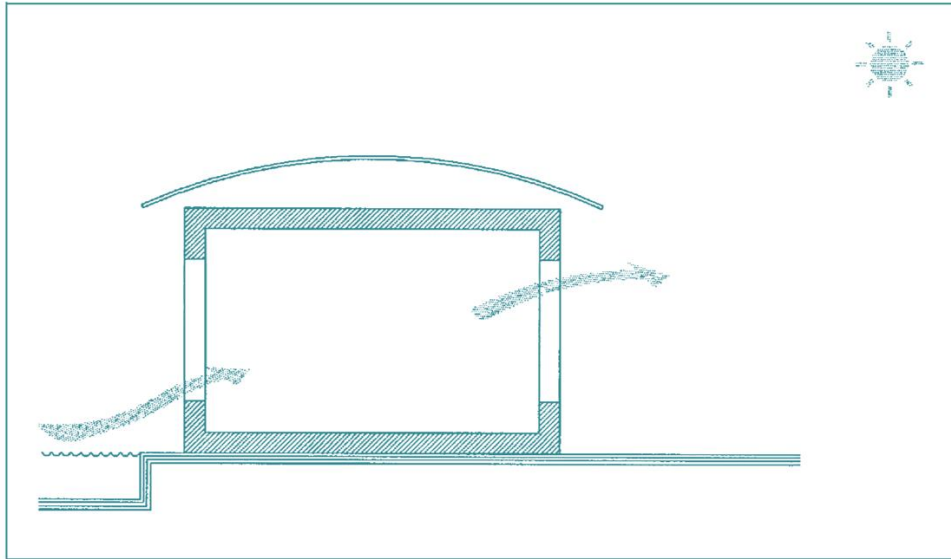


Figura 20. Tratamiento de aire por evaporación. Fuente: Arquitectura y energía natural. 1991

Son sistemas apropiados para climas cálidos secos y su buen funcionamiento depende básicamente de la relación existente entre la superficie de agua y el volumen de aire tratado. En climas extremados será interesante combinar este sistema con otras formas de tratamiento, como el aprovechamiento de la inercia del terreno en sistemas subterráneos que trabajan conjuntamente con los evaporativos.

Otro sistema de tratamiento del aire son las **torres evaporativas** que, además, producen una cierta impulsión hacia el interior.

El aire que penetra por la parte superior de una torre se enfría por la evaporación del agua que humedece las paredes de su interior. Este aire enfriado y por lo tanto más pesado, tiende a caer y entra en el ambiente acondicionado desde la parte baja de la torre.

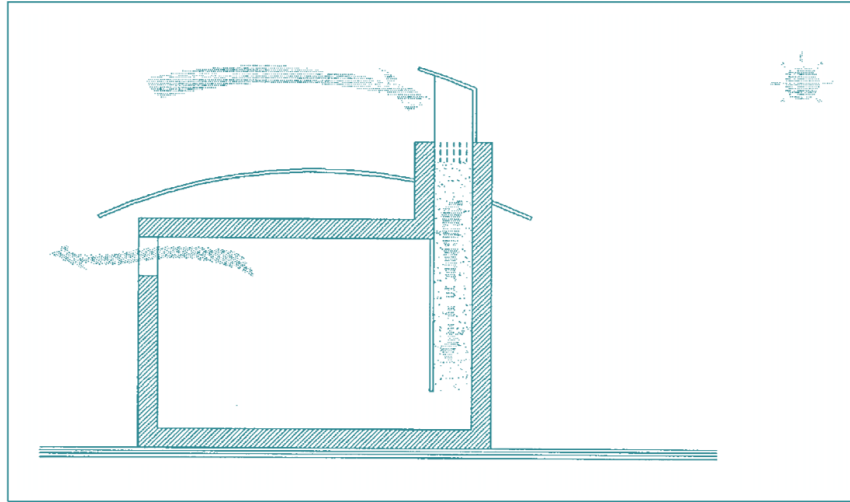


Figura 21. Sistema de tratamiento del aire con torre evaporativa. Fuente: Arquitectura y energía natural. 1991

El efecto de impulsión hacia el interior es muy reducido y por lo tanto este sistema sólo será útil en conjunto con otros sistemas de extracción que fuercen el paso del aire por las paredes de la torre. Si la torre ya está diseñada como torre de viento para captar la entrada de aire, también se verá favorecido el paso del mismo.

Es un sistema útil para tratar pequeños espacios ya que en otro caso la relación entre la superficie húmeda de contacto y el volumen de aire a tratar sería demasiado pequeña y por lo tanto su efecto en el ambiente interior no sería apreciable.

Como todos los sistemas que se basan en el enfriamiento evaporativo, sólo son recomendables para climas cálidos secos, que son los que tienen aire con gran capacidad para aumentar su contenido de humedad.

El **patio** es una solución aparentemente muy sencilla, que resulta compleja por el hecho de que actúan en el mismo muchos fenómenos simultáneos, que hacen difícil aislar el efecto de cada uno del conjunto. El efecto ambiental de un patio consiste en crear un espacio abierto dentro del volumen de un edificio, que genera un microclima específico relativamente controlado y actúa como filtro entre las condiciones exteriores y las interiores. Como otros espacios intermedios el patio no actúa sólo sobre las condiciones térmicas, sino que también tiene efectos lumínicos y acústicos. Como sistema de tratamiento del aire, que es el caso que analizamos aquí, actúa sobre su temperatura y humedad. Puede actuar sobre la temperatura del aire por efecto evaporativo, en

los casos en que exista una fuente o un estanque dentro de este microclima. También puede actuar de otras formas, como es protegiendo este ámbito de la radiación directa del sol, para mantener más baja la temperatura del aire dentro del espacio sombreado. Por el mismo efecto evaporativo también actúa sobre la humedad del aire del patio y la posible existencia de vegetación también es una posible aportación de humedad.

Con esta complejidad el patio se adapta a climas muy diversos, pero en general su actuación, basada en acondicionar el aire por efecto evaporativo, es recomendable en climas cálidos secos. La posibilidad que tienen los patios de favorecer la ventilación del edificio, junto con la de protegerse contra la radiación solar (vegetación, toldos, etc.), lo hacen también adecuado en climas templados.

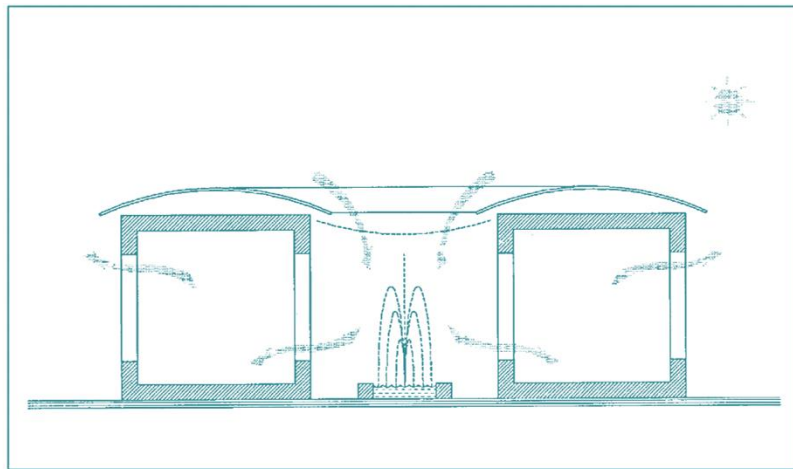


Figura 22. Sistema evaporativo en un patio. Fuente: Arquitectura y energía natural. 1991

La **ventilación subterránea** es un sistema de tratamiento del aire que consiste en favorecer la entrada de aire que proviene de un conjunto de conductos enterrados.

En la mayoría de los casos este sistema aprovecha la inercia del terreno para suministrar aire frío en tiempo cálido, mediante el contacto del aire de ventilación con el terreno dentro del sistema de conductos subterráneos. Es un sistema adecuado en climas que tengan grandes oscilaciones térmicas.

Los conductos situados a gran profundidad (entre 6 y 12 metros según el tipo de terreno), pueden llegar a encontrar una masa térmica que está a temperatura prácticamente constante durante todo el año.

En este caso la temperatura del terreno siempre tendrá unas condiciones favorables, ya que en verano el terreno estará más frío que el aire exterior y en invierno pasará lo contrario.

Como la transmisión de calor del aire a la tierra es muy lenta, se deben utilizar conductos con unos recorridos subterráneos muy largos para obtener un efecto apreciable. Por este motivo también es mejor utilizar el sistema en edificios de uso discontinuo.

Si el aire que tratamos es seco, el rendimiento del sistema puede mejorar si el terreno está mojado, ya que aumenta su transmisión térmica y a la vez puede enfriarse el aire evaporativamente.

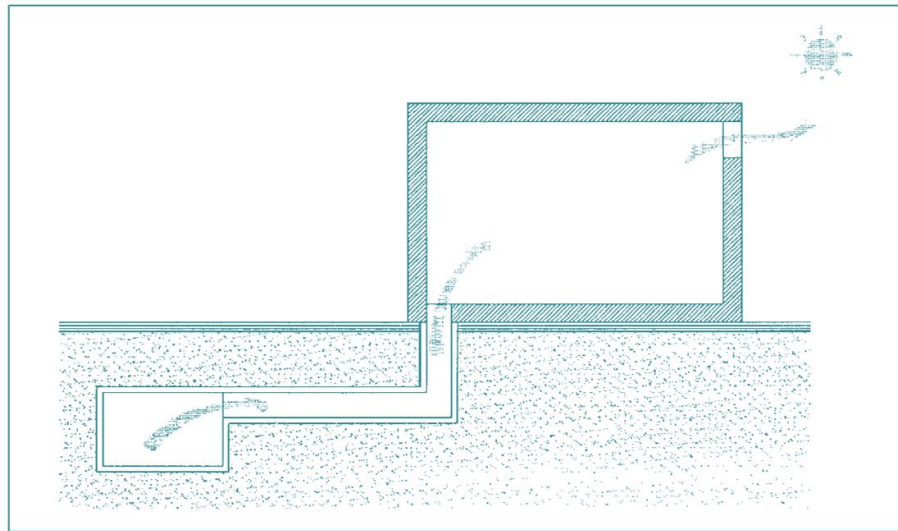


Figura 23. Sistema de ventilación con conductos subterráneos. Fuente: Arquitectura y energía natural. 1991

1.5.3 Masa térmica

La **masa térmica** describe la capacidad de un material para absorber, almacenar y liberar energía calórica. La masa térmica puede utilizarse para nivelar las variaciones en las condiciones internas y externas, la absorción de calor cuando las temperaturas suben y liberándolo a medida que caen. En el diseño del edificio, esto puede ser útil para la tarde y retrasan los extremos en las condiciones térmicas, la estabilización del

entorno interno y por lo tanto la reducción de la demanda de sistemas de servicios.

La masa térmica se puede utilizar para almacenar altas cargas térmicas mediante la **absorción de calor** introducido por las condiciones externas, como la radiación solar o por fuentes internas tales como electrodomésticos, iluminación, etc., que se activarán cuando las condiciones son más frías. Esto puede ser beneficioso tanto durante el verano y el invierno.

Los materiales que tienen una elevada capacidad térmica, es decir, un espesor considerable y un gran calor específico volumétrico, así como una conductividad moderada, digamos entre 0.5 y 2.0 W/m°C, generan lo que se conoce como efecto de masa térmica. Entre ellos podemos incluir el **adobe, el ladrillo, la piedra, el concreto y el agua.**

Estos materiales pesados tienen la cualidad de absorber la energía calórica y distribuirla gradualmente en su estructura interna. Dado que requieren una gran cantidad de energía para aumentar su temperatura, los procesos de transmisión de calor por conducción a través de ellos propician un efecto de "almacenamiento" de calor, lo cual provoca fenómenos bastante peculiares.

La **inercia térmica** depende de las características del material de dicho elemento:

- Su calor específico (c) o capacidad para almacenar calor ($c = \text{J/Kg.K}$).
- Su masa (Kg): la capacidad calorífica (C), mide la relación entre la energía o el calor transmitido a un cuerpo y la variación de temperatura que experimenta ($C = \text{J/K}$). Cuanto mayor es la capacidad calorífica de un cuerpo, mayor energía hay que transmitirle para que aumente su temperatura en un grado; y cuanto mayor es su masa ($C = c \times \text{masa (Kg)}$), mayor es la capacidad calorífica, y por tanto su inercia térmica.
- Su densidad (Kg/m^3). Relaciona el volumen y la masa del elemento. A mayor densidad, mayor inercia térmica.
- Su coeficiente de conductividad térmica (λ) o capacidad para conducir calor (W/mK). Los materiales que sean buenos conductores colaboran en el aumento de la inercia térmica interior.

- **ADOBE**

El adobe tiene la propiedad de absorber energía solar durante el día la cual es transferida como calor al interior de la vivienda en un lapso de tiempo que coincide con las necesidades de calentamiento por las noches, por lo que mantiene fresca la vivienda en el día.

El adobe es un material por sus características termo físicas, resulta idóneo como elemento regulador de las temperaturas interiores de espacios habitables en climas semifríos, templados y extremos en invierno y verano. No se recomienda el uso del adobe en climas cálidos-húmedos o cálidos subhúmedos.

- **LADRILLO**

El ladrillo macizo es el material constructivo más utilizado que puede ser fabricado mecánica y manualmente, se considera al ladrillo como un buen regulador térmico, sin embargo, cambian sus características debido a la diversidad de técnicas y procesos que se realizan para su fabricación, desde la mezcla de sus componentes hasta la cocción del mismo.

- **PIEDRA**

La piedra, al igual que los materiales de concreto, ladrillo y similares, tiene una masa térmica elevada. Absorbe el calor durante el transcurso del día, sobre todo cuando se expone a la luz solar directa. A diferencia del metal y el vidrio, la piedra se calienta y se enfría muy lentamente. Los usuarios pueden utilizar la piedra en la construcción para amortiguar los efectos de los cambios bruscos de temperatura. La colocación de muros de piedra en el lado de la casa que le da el sol, les permite absorber el calor cuando las temperaturas son cálidas y liberarlo cuando el clima se enfría. Esto mantiene un hogar más cálido cuando hace frío y fresco cuando las temperaturas son altas.

- **CONCRETO**

El concreto cuenta con su elevada masa térmica que conduce a la estabilidad térmica. Ésta ahorra energía y proporciona un mejor ambiente interior para los usuarios del edificio. La inercia térmica del concreto en edificios optimiza las ventajas de la aportación solar reduciendo la necesidad de calefacción.

El concreto actúa como acumulador. Durante las estaciones del año en las que es preciso el uso de la calefacción, almacena la energía procedente de los incrementos de calor producidos por la acción solar o por la actividad de los ocupantes del edificio, y la libera más tarde a lo largo del día. Por otro lado, la capacidad del concreto de enfriarse durante la noche, y aportar posteriormente este enfriamiento al interior del edificio durante el día, es otra forma de contribuir al confort térmico interior durante el verano.

La masa térmica del concreto depende de su composición y técnica de fraguado. Concretos con piedra tienen una conductividad térmica mayor que otros realizados con cenizas, perlita, fibras u otros aislantes agregados.

- **AGUA**

El agua tiene una capacidad para almacenar energía mucho mayor que casi todos los materiales comunes. Una cantidad de agua relativamente pequeña absorbe una gran cantidad de calor que produce un aumento de temperatura de poca magnitud. Por esta razón el agua es un agente refrigerante muy útil, además de que tarda mucho tiempo en enfriarse también. Por tal motivo es un elemento muy utilizado en la construcción para efectos de masa térmica por medio de muros de agua, por ejemplo.

Conclusión

En el marco teórico de esta investigación se recopila la información obtenida de diversas fuentes consultadas con el propósito de sustentar este trabajo a través del análisis de teorías de diversos autores, investigaciones y antecedentes.

Después de leer detenidamente la información que conforma el marco teórico, y tomando en cuenta que los equipos de medición (Illuminance UV Recorder) instalados en las viviendas de la junta auxiliar de San Diego Cuachayotla miden los niveles de radiación UV, temperatura, niveles de humedad y de iluminación, los cuales únicamente son factores internos, para analizar las cuestiones externas se utilizarán los siguientes métodos:

Carta Bioclimática, Psicométrica de Baruch Givoni, la cual determina una zona de confort, **Las Tablas de Mahoney** que muestran indicadores establecidos por cada mes del año y que serán base para la propuesta de mejora de la vivienda y por último se utilizará la **Ecuación de Auliciems**, para conocer la neutralidad térmica.

En base a los resultados obtenidos de la aplicación de los modelos anteriores, se hará la propuesta de las técnicas de acondicionamiento natural-ambiental antes mencionadas que se pueden implementar para mejorar las condiciones higrotérmicas y así obtener un nivel adecuado de confort.

Bibliografía. Capítulo 1

1. González, R. V. (2007). *La ecología en el diseño arquitectónico. Datos prácticos sobre diseño bioclimático y ecotecnias*. México: Trillas. Acceso el 31 de agosto de 2015
2. Izard, Jean-Louis y Guyot, Alain. (1980). *Arquitectura Bioclimática*. Barcelona: Gustavo Gili. Acceso el 07 de septiembre de 2015.
3. **Confort Ambiental**. Acceso el 06 de octubre de 2015 de: <http://eadic.com/wp-content/uploads/2013/09/Tema-3-Confort-Ambiental.pdf>
4. Fuentes Freixanet Víctor. (2007). *Estudios de Arquitectura Bioclimática*. UAM. México, D.F. 2007. Editorial: Limusa. Acceso el 06 de octubre de 2015.
5. **Confort Higrotérmico y Cuidado Ambiental**. Acceso el 08 de octubre de 2015 de: <http://www.fiso-web.org/Content/files/articulos-profesionales/CONFORT-HIGROT%C3%89RMICO-Y-CUIDADO-AMBIENTAL.pdf>
6. **Manual para la evaluación y prevención de riesgos ergonómicos y psicosociales en la PYME (2005)** INSHT. Acceso el 15 de octubre de 2015.
7. Recuero M. (1992). *Acústica arquitectónica*. Editorial Paraninfo. Acceso el 19 de octubre de 2015.
8. **ISO/R -1996 (1971)** Acoustics- Assessments of noise with respect to community response. Acceso el 19 de octubre de 2015.
9. Serra Florensa, R. and Coch Roura, H. (2001). *Arquitectura y energía natural*. Barcelona. UPC. Acceso el 20 de octubre de 2015.
10. Vér L. István, Beranek Leo L. (2006) *Noise and vibration control engineering. Principles and applications*. Editorial Wiley & Sons, Inc. Acceso el 26 de octubre de 2015.
11. Gómez-Cano Hernández, M. (1994) *Aspectos ergonómicos del ruido. Salud y Trabajo* 102, 33-40. Acceso el 03 de noviembre de 2015.
12. Ruíz Ripollés M. (1987) *Ergonomía. El ambiente sonoro. Mapfre Seguridad* 27, 3-9. Acceso el 03 de noviembre de 2015.
13. **Manual de Higiene Industrial (1996)**. Fundación Mapfre. Editorial Mapfre. Acceso el 10 de noviembre de 2015.

14. Farrer F., Minaya G., Niño J., Ruíz M. (1994) **Manual de Ergonomía**. Fundación Mapfre. Editorial Mapfre. Acceso el 10 de noviembre de 2015.
15. Mayorga Cervantes, R. (2012). **Arquitectura y Confort Térmico. Teoría, cálculo y ejercicios**. Editorial P y V. Acceso el 25 de enero de 2016.
16. Perico Agudelo, D. (2009). **El espacio público de la ciudad: una aproximación desde el estudio de sus características microclimáticas**. Acceso el 15 de abril de 2016 de CUADERNOS DE VIVIENDA Y URBANISMO: http://www.javeriana.edu.co/viviendayurbanismo/pdfs/CVU_V2_N4-05.pdf
17. **Impacto de la Vegetación en el microclima urbano**. Acceso el 15 de abril de 2016 de: <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6124/03JMot03de12.pdf?sequence=3>
18. ECOHABITAR. (2014). **Conceptos y técnicas de la arquitectura bioclimática**. ECOHABITAR. Acceso el 15 de abril de 2016 de: <http://www.ecohabitar.org/conceptos-y-tecnicas-de-la-arquitectura-bioclimatica-2/>
19. Ordoñez, A. (2016). **Materiales de elevada masa térmica**. [online] Sol-arq.com. Disponible: <http://www.sol-arq.com/index.php/caracteristicas-materiales/masa-termica> Acceso 11 abril 2016
20. Diaz, A. (2016). **Ladrillos de Adobe**. [online] Eudomus.com. Disponible: <http://www.eudomus.com/ladrillos-adobe/> Acceso 23 abril 2016.
21. eHow en español. (2016). **Características de retención del calor de las piedras naturales**. Disponible: http://www.ehowenespanol.com/caracteristicas-retencion-del-calor-piedras-naturales-info_274514/ Acceso 23 abril 2016.
22. **Eficiencia Energética**. (2008). 1st ed. España: CH. Disponible: https://www.ieca.es/show_doc.asp?id_doc=13 Acceso 23 abril 2016.
23. Cervantes Espinosa, L. (2016). **CAPACIDAD TÉRMICA ESPECÍFICA Y CAPACIDAD TÉRMICA**. 1st ed. México: UNAM. Disponible: http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/MATERIALDIDACTICO/CAPACIDADTERMICA_15350.pdf. Acceso 23 abril 2016.

Capítulo 2. Marco legal y normativo

"Si tienes total libertad, estas en problemas. Es mucho mejor cuando tienes algunas obligaciones, disciplina, reglas. Cuando no tienes reglas, comienzas a construir tus propias reglas."

-Renzo Piano.

2.1 Leyes

Leyes	Descripción
Ley de protección del ambiente natural y el desarrollo sustentable del estado de Puebla.	La vivienda que se construya en los asentamientos humanos deberá incorporar criterios de protección del ambiente, tanto en sus diseños como en las tecnologías aplicadas, para mejorar la calidad de vida de la población.
Ley de Vivienda (CONAVI)	Establece el sistema de distribución de competencias en materia de vivienda, así como los instrumentos más importantes a ser incluidos en las políticas sectoriales. Además, define algunos criterios básicos para imprimir una dimensión de sustentabilidad en el desarrollo de la vivienda promovida por entidades de gobierno.

Tabla 6. Elaboración propia

2.2 Reglamentos

Reglamento	Descripción
	En México no existe un reglamento o código nacional que provea dentro de un marco legal prescripciones para el desarrollo de edificación sustentable.

Tabla 7. Elaboración propia

2.3 Normas

Norma	Descripción	Objetivo
NOM-008-ENER-2001	Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios residenciales.	Limita la ganancia de calor de las edificaciones a través de la envolvente con el objetivo de racionalizar el uso de la energía en los sistemas de enfriamiento.

<p>NOM-015-STPS-2001</p>	<p>Condiciones térmicas elevadas abatidas- Condiciones seguridad e higiene.</p>	<p>Establecer las condiciones de seguridad e higiene, los niveles y tiempos máximos permisibles de exposición a condiciones térmicas extremas, que por sus características, tipo de actividades, nivel, tiempo y frecuencia de exposición sean capaces de alterar la salud del usuario.</p>
<p>NOM-020-ENER-2011</p>	<p>Eficiencia energética en edificaciones- Envoltura de edificios para uso habitacional.</p>	<p>Limita la ganancia de calor de los edificios para uso habitacional a través de su envolvente, con el objetivo de racional el uso de la energía en los sistemas de enfriamiento.</p>
<p>NMX-AA-164-SCFI-2013</p>	<p>Edificación sustentable- Criterios y requerimientos ambientales mínimos.</p>	<p>Especifica los criterios y requerimientos ambientales mínimos de una edificación sustentable para contribuir en la mitigación de impactos ambientales y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, sin descuidar los aspectos socioeconómicos que aseguran su viabilidad, habitabilidad e integración al entorno urbano y natural.</p>
<p>Normas y especificaciones para estudios, proyectos, construcciones e instalaciones.</p>	<p>Volumen 3 Habitabilidad y funcionamiento. Tomo 1 Diseño Arquitectónico.</p>	<p>3. Proyecto Arquitectónico. 3.2 Proyecto definitivo. 3.2.9.4 Confort Térmico Establece las temperaturas secas recomendables para una humidificación relativa del aire del 50% y movimiento de 0-0.2m/s</p>
<p>NMX-C-460-ONNCCE-2009</p>	<p>Industria de la construcción- aislamiento térmico</p>	<p>Establece las especificaciones de resistencia térmica total (valor R) que deben cumplir</p>

las viviendas a través de su envolvente para mejorar las condiciones de habitabilidad y para disminuir la demanda de energía utilizada para acondicionar térmicamente su interior, de acuerdo con la zona térmica del país en que se ubique.

Tabla 8. Elaboración propia

2.4 Programas

Programa	Descripción
Nacional de Vivienda (2014-2018)	V. Vivienda sustentable. Es necesario que la edificación de la vivienda cumpla parámetros estrictos para frenar la expansión desmedida y con ello frenar la devastación de las reservas ecológicas.
Hipoteca Verde (INFONAVIT)	Promover medidas sustentables dentro de la vivienda implementando eco-tecnologías.
Vivienda sustentable: Vida integral INFONAVIT	Certifica las viviendas que cuentan con las características que le permitan a sus derechohabientes conservar el valor de su vivienda con el

	<p>tiempo y le garanticen una mejor calidad de vida.</p>
<p>NAMA (Acciones de mitigación Nacionalmente Apropriadas)</p>	<p>Mitigar emisiones de gases de efecto invernadero e incrementar el confort dentro de las viviendas.</p>
<p>Proyecto de Vivienda Cero Energía (CONAVI)</p>	<p>Desarrollar una cultura de Eficiencia Energética.</p> <p>Integrar al diseño de la construcción el uso de la envolvente térmica en las edificaciones.</p> <p>Mitigar el cambio climático.</p>
<p>Programa de Ecocasas</p>	<p>Impulsar la construcción de viviendas con menor impacto ambiental en México.</p>
<p>Sí Se Vive, del Infonavit</p>	<p>Tiene como objetivo medir la eficiencia de las viviendas mediante el uso de dispositivos ahorradores.</p>
<p>Programa específico para el desarrollo habitacional sustentable ante el cambio climático</p> <p>(CONAVI)</p>	<p>Fomentar el desarrollo y utilización de nuevas tecnologías de eficiencia energética y de minimización de impactos ambientales.</p> <p>Plantear lineamientos que favorezcan la sustentabilidad del desarrollo habitacional.</p>

<p>Criterios e indicadores para desarrollos habitacionales sustentables</p> <p>(CONAVI)</p>	<p>El objetivo es que las prácticas que estos criterios delinear sean un ejemplo para lograr una mayor presencia de los Desarrollos Habitacionales Sustentables en México y contribuir a reducir los impactos al medio ambiente con comunidades saludables y prósperas.</p>

Tabla 9. Elaboración propia

2.5 Certificaciones

Certificación	Descripción
<p>LEED (Liderazgo en energía y diseño ambiental)</p>	<p>Hacer accesibles los edificios verdes a todas las personas dentro de una generación</p>
<p>PCES (Programa de certificación de edificios sustentables)</p>	<p>Establecer estándar para clasificar edificios</p>

Tabla 10. Elaboración propia

Conclusión

En base al marco normativo y legal, no existe un reglamento o código nacional que provea prescripciones para el desarrollo de edificación sustentable. Pero existen ciertas leyes y normas mexicanas que prevén la protección al medio ambiente y que aumentan la calidad de vida, en ellas encontramos el favorecimiento en convivencia con la naturaleza dando como beneficio el bienestar del hábitat y la salud.

Para el desarrollo del presente trabajo se pretenderá cumplir con la siguiente ley para así de esta manera brindar un proyecto de calidad a los usuarios de la vivienda:

Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla, la cual en el artículo 30 habla acerca del programa sectorial de vivienda del estado y las acciones que al respecto ejecute o financie el gobierno estatal, cumpliendo con nuestro proyecto los apéndices: II. El empleo de dispositivos de sistemas de ahorro de agua potable, así como de captación, almacenamiento y utilización de aguas pluviales. V. El aprovechamiento óptimo de la energía solar. VI. El diseño que facilite la ventilación natural; y VII. El uso de materiales de construcción apropiados para el medio ambiente y a las tradiciones regionales.

Así como también se pretende cumplir con las siguientes normas:

NMX-C-460-0NNCCE-2009; Nos permite establecer las características y métodos de prueba que deben cumplir los materiales, productos, componentes y elementos termoaislantes, para techos, plafones y muros de las edificaciones.

NOM 020; la cual establece una metodología para calcular la ganancia de calor de la envolvente (material en muros, techos, pisos, ventanas, marcos, etc.). Y a su vez limita la ganancia de calor de la construcción estableciendo condiciones mínimas para su envolvente, y por lo tanto contribuir a la disminución de la demanda energética. Se elige cumplir con esta norma debido a que aplica tanto para edificios de uso habitacional nuevos, como para las implementaciones de los edificios existentes.

Bibliografía. Capítulo 2

1. **Revisión de prácticas nacionales e internacionales.** Acceso el 17 de octubre de 2015, de Eficiencia Energética y Ambiental en el Sector Vivienda, FIdea: http://fundacionidea.org.mx/assets/files/FIdea_libro%20eficiencia%20energetica%20final.pdf
2. **NOM-020-ENER-2011.** Acceso el 17 de octubre de 2015, de Diario Oficial de la Federación: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5203931&fecha=09/08/2011
3. **Normas y Especificaciones para Estudios, Proyectos, Construcción e Instalaciones 2014.** Acceso el 19 de octubre de 2015, de Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa: http://www.inifed.gob.mx/doc/normateca/tec/2015/Vol3/Tomol_Dise%C3%B1o%20arquitect%C3%B3nico.pdf
4. **Norma Mexicana NMX-C-460-ONNCCE-2009.** Acceso el 28 de octubre de 2015, de Taller para el Aislamiento Térmico en Vivienda: http://sied.conalep.edu.mx/bv3/Biblioteca/Area/Carrera/Modulo/Recurso/621/2_BibliografiaModulo2_PdE/NMX-C-460-ONNCCE-2009.pdf
5. **Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla 2002.** Acceso el 3 de noviembre de 2015, de Instituto de Investigaciones Jurídicas: <http://info4.juridicas.unam.mx/adprojus/leg/22/924/32.htm?s=>
6. **Casas Zero Energía: Una Solución al Cambio Climático para América Latina 2012.** Acceso el 16 de noviembre de 2015, de Asociación de Empresas para el Ahorro de la Energía en la Edificación, A.C.: <http://www.coolrooftoolkit.org/wp-content/uploads/2012/04/Arturo-Echeverria-Febrero-2012-ZEH-Espan%CC%83ol-copia.pdf>
7. **Certificación para Edificaciones Verdes 2014.** Acceso el 11 de enero de 2016, de LEED for Homes; LEED para Viviendas: <https://nuevatiterravenezuela.wordpress.com/tag/leed-for-homes-leed-para-viviendas/>

Capítulo 3. Análisis del sitio

"La arquitectura debe pertenecer al entorno donde va a situarse y adornar el paisaje en vez de desgraciarlo"

-Frank Lloyd Wright

3.1 Antecedentes Nivel Municipal: San Pedro Cholula de Rivadavia



San Pedro Cholula: Proviene de las raíces náhuatl: "atl", agua y "choloa", gotear; significa "agua que gotea".

Figura 24. Escudo del municipio. Fuente: Plan de Desarrollo Municipal de San Pedro Cholula, Puebla 2014 - 2018

3.1.1 Historia

La pirámide de Cholula denominada Tlachihualtepetl, que significa "cerro hecho a mano" fue dedicada al Dios Quetzalcóatl, en el año 700 A.C. la pirámide está cubierta con enormes volúmenes de adobe, quizá buscando darle la apariencia de un cerro natural.

Cuando llegaron los españoles en 1519, últimos invasores de esta ciudad sagrada, aportaron a la arquitectura de la pirámide su sello colonizador, construyendo en la cima un templo Católico Santuario dedicado a la Santísima Virgen de los Remedios patrona de la región Cholteca que hasta la fecha se sigue venerando. Es un sitio único donde un Santuario Católico se edificó sobre un templo prehispánico sin ser destruido.

La población fue fundada 600 años a. de J.C. Se han constituido edificios piramidales, desde principios de esta era hasta el siglo XVI. Cada grupo étnico imprimió sus características arquitectónicas. Fue Centro Ceremonial del

Anáhuac. Hernán Cortés, en los días que cometió el genocidio (18-X-1519) observó la ciudad y dijo haber visto "2,000 casas hermosas, torreadas y hay tantos templos como días en el año". Por Cédula del Príncipe Felipe II de España y otorgada por el emperador Carlos V, el 27 de Octubre de 1535, se concedió a Cholula el título de ciudad.

El 19 de Junio de 1540, el emperador Carlos V y su madre doña Juana, concedieron escudo de armas, poniendo a la gran ciudad bajo la advocación de San Pedro. Llegaron a construirse, en la época colonial, 47 iglesias en la localidad.

Se denominó **Distrito Cholula de Rivadavia** el 12 de febrero de 1895, por decreto del XIII Congreso Constitucional del Estado y en honor del ciudadano argentino, Bernardino de Rivadavia, en compensación o intercambio político cultural a Buenos Aires, Argentina, por el hecho de llevar el nombre de Benito Juárez en una de sus principales avenidas.



Figura 25. Plaza Central del Municipio. Fuente: Corazondepuebla.com.mx.

Los peregrinos y los comerciantes no abandonaron la ciudad sagrada. Sus rituales cambiaron con la introducción del nuevo culto y sus tradiciones se modificaron con el tiempo, pero la combinación de lo sagrado y lo profano sigue vigente en Cholula.

Esto se puede ver el día 8 de septiembre en el milenario Trueque que aún prevalece y es esperado por los peregrinos que llegan a venerar a la Virgen de los Remedios.

Barrios que componen la Cabecera Municipal	
Nombre	Toponimia
San Miguel Tianguisnáhuatl	Lugar de vendimia
Jesús Tlatempa	Lugar donde comienza el mundo
Santiago Mixquitla	Lugar de mezquites, tierra pantanosa
San Juan Calvario Texpolco	Lugar de piedra caliza
Santa María Xixitla	Lugar de ombligos o lugar de muchos hoyos
La Magdalena Coapa	Nido de víboras
San Pedro Mexicaltzingo	Lugar donde habitan los mexicanos distinguidos
San Pablo Tecamac	En la boca de piedra

Tabla 11. Composición de la Cabecera Municipal por Barrios. Fuente: Plan de Desarrollo Municipal de San Pedro Cholula, Puebla 2014 - 2018

El Municipio se integra por su cabecera municipal Cholula de Rivadavia, y 13 Localidades gobernadas por una Junta Auxiliar electa en el mes de abril cada 3 años.

Localidad	Toponimia	Festividad
Cholula de Rivadavia	"Agua que cae" ó "lugar de huida"	8 de septiembre
Santiago Momoxpan*	Tierra con osamentas o ídolos	25 de julio
San Matías Cocoyotla* ¹	Lugar de coyotes	24 de febrero
San Cristóbal Tepontla* ¹	Lugar de caminantes	25 de julio
San Diego Cuachayotla*	Lugar de plantas de chayote	13 de noviembre
Santa Bárbara Almoloya	Lugar donde mana la fuente de agua	4 de diciembre
San Gregorio Zacapechpan*	Lugar donde el zacate se dobla	12 de marzo
Santa María Acuexcomac	En el depósito de agua	15 de agosto
San Francisco Cuapan*	Sobre el bosque o en la arboleda	4 de octubre
San Juan Tlautla*	Tierra junto al Camino/Arcilla	24 de junio
Rafael Ávila Camacho	No aplica	Sin festividad Patronal

San Agustín Calvario*	Esta localidad se llamó Texcahuacan Ixcamatitla "donde ofrecen comida"	28 de agosto
San Sebastián Tepalcatepec*	Cerro donde hay Tepalcates	20 de enero
San Cosme Tezintla*	Lugar donde hay muchas piedritas	26 de septiembre
<p>* La celebración se recorre al domingo siguiente</p> <p>¹ Estas dos localidades son considerados Barrios formando parte de la circular junto con los ocho Barrios de la cabecera</p>		

Tabla 12. Toponimia de las localidades y su festividad. Fuente: INEGI 21, Unidad de Planeación 2014.

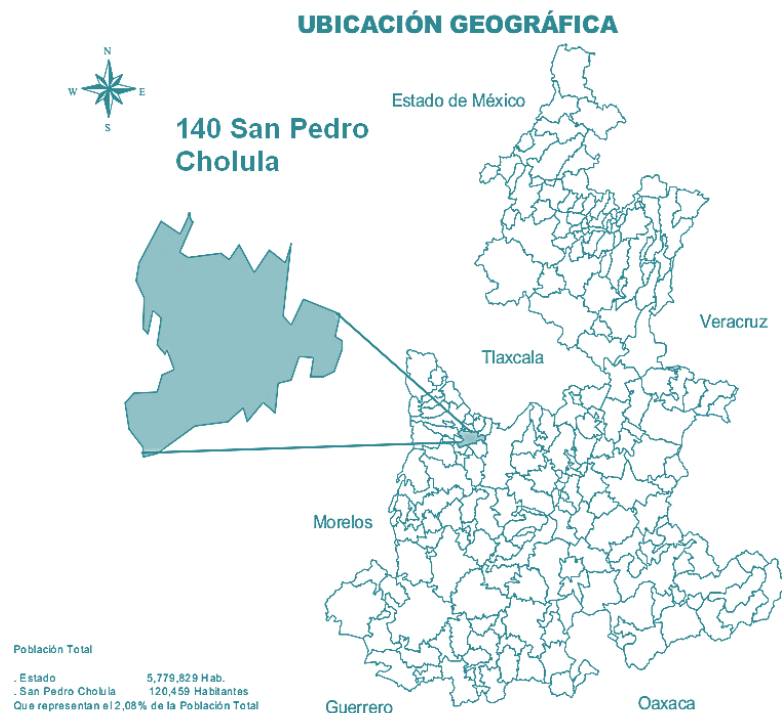


Figura 26. Ubicación Geográfica de San Pedro Cholula. Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda, 2010.

San Pedro Cholula forma parte de la zona metropolitana Puebla-Tlaxcala, considerada una de las zonas más pobladas del País.

El **clima** predominante en el municipio es **templado-subhúmedo**, la temperatura media anual varía entre los 12°C y los 18°C, la temperatura del mes más frío va de los -3°C a los 18°C y la temperatura del mes más caliente oscila entre los 22°C.

San Pedro Cholula cuenta con un **Área Natural Protegida el "Cerro Zapotecas"**, el cual fue denominado como tal el 26 de noviembre del año 2008 con carácter de jurisdicción estatal.

3.1.2 Población y su densidad

La población total del municipio en 2010 fue de 120,459 personas, esta cifra ubica al Municipio en el quinto lugar del Estado con mayor población a nivel estatal, en mujeres corresponde a 62,881 (52.20%) y en hombres: 57,578 (47.80%). El Índice de Feminidad en el 2010 fue de 109 Mujeres por cada 100 hombres, dicho índice es igual al del Estado de Puebla.

La densidad de población es de 755 en Hombres y 824 en Mujeres por kilómetro cuadrado.

Población y principal actividad económica por localidades de San Pedro Cholula		
Localidad	Población	Principal actividad económica
Cholula de Rivadavia	64,699	Turismo, servicios, floricultura y comercio
Santa Bárbara Almoloya	3,323	Agricultura
San Cosme Tezintla	1,500	Elaboración de ladrillo
Santa María Acuexcomac	3,773	Agricultura y elaboración de productos alimenticios derivados del cerdo
San Cristóbal Tepontla	1,118	Elaboración de ladrillo, pirotecnia y actividades relacionadas a la música
San Agustín Calvario	2,634	Agricultura
San Gregorio Zacapecpan	4,928	Agricultura
San Matías Cocoyotla	7,110	Elaboración de ladrillo y teja

San Diego Cuachayotla	5,068	Elaboración de ladrillo
San Francisco Cuapan	4,026	Agricultura y elaboración de ladrillo
Santiago Momoxpan	13,197	Comercio, industria, prestadores de servicio
Rafael Ávila Camacho	3,951	Industria y comercio
San Sebastián Tepalcaltepec	1,787	Agricultura y elaboración de ladrillo
San Juan Tlautla	3,345	Agricultura y elaboración de ladrillo
TOTAL	120,459	
NOTA: De acuerdo a información de SEDESOL ninguna de las localidades se encuentra como zonas de alta prioridad, ni de cobertura (PDZP).		

Tabla 13. Población y actividad por localidad. FUENTE: INEGI 2010, Unidad de Planeación 2014.

3.1.3 Industria

Dentro de las actividades industriales más importantes del municipio están:

- La elaboración de sidra y productos alimenticios lácteos.
- La fabricación de tabiques, ladrillos y tejas de barro que se realiza en el 50 % de las localidades. Cabe destacar que muchos talleres realizan su producción bajo sistemas rudimentarios con más de un siglo de antigüedad.



Figura 27. Alfarero de San Diego Cuachayotla. Fuente: Fotografía tomada por el equipo Delfín.

3.1.4 Vivienda

Según censo del INEGI en el año 2010 había en el Municipio 28,961 hogares (2.1% del total de hogares en la entidad), de los cuales 7,274 estaban encabezados por jefas de familia (2.1% del total de la Entidad).

El tamaño promedio de los hogares en el municipio fue de 4.1 integrantes, mientras que en el estado el promedio fue de 4.2 integrantes. El porcentaje de personas que reportó habitar en viviendas sin disponibilidad de servicios básicos fue de 37%, lo que significa que las condiciones de vivienda no son las adecuadas para 33,077 personas.

El porcentaje de individuos que reportó habitar en viviendas con mala calidad de materiales y espacio insuficiente fue de 9.4% (8,403 personas).

Carencia de calidad y espacios de vivienda			
	Nacional	Estatad	Municipal
Viviendas particulares habitadas	28,138,556	1,373,171	28,946
Viviendas con piso de tierra	1,731,414	129,923	1,065
Viviendas con techos endeblés	7,039,011	80,695	2998
Viviendas con muros endeblés	1,907,670	100,044	170
Viviendas con algún nivel de hacinamiento	10,231,622	609,745	9,879

Tabla 14. Carencia de calidad y espacios en la vivienda. Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010.

Carencia de acceso a los servicios básicos en las viviendas particulares habitadas 2010 (Absolutos)			
	Nacional	Estatad	Municipal
Viviendas sin luz eléctrica	513,482	25,569	143
Viviendas sin agua entubada	3,174,979	222,079	837
Viviendas sin drenaje	2,523,821	169,104	1,444
Viviendas que usan leña y carbón para cocinar	4,145,847	349,975	2,532
Viviendas sin sanitario	1,311,207	63,206	1,184

Tabla 15. Carencia de acceso a los servicios básicos en las viviendas. Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010.

Conclusión

San Pedro Cholula forma parte de la zona metropolitana Puebla-Tlaxcala.

Las ruinas arqueológicas de Cholula son conocidas por haber sido un **centro ceremonial histórico de las culturas prehispánicas**, siendo este el principal atractivo turístico del municipio. Fue denominado **Pueblo Mágico** en el 2012.

El municipio está integrado por su cabecera municipal Cholula de Rivadavia, 13 localidades gobernadas por una Junta Auxiliar y además cuenta con un **Área Natural protegida el "Cerro Zapotecas"**.

Dentro de las actividades industriales más importantes se encuentra; la fabricación de tabiques, ladrillos y tejas de barro que se realiza en el 50% de las localidades siendo estas: San Cosme Tezintla, San Cristóbal Tepontla, San Matías Cocoyotla, San Diego Cuachayotla, San Francisco Cuapan, San Sebastián Tepalcaltepec y San Juan Tlautla.

Debido a las carencias con las que cuentan las **viviendas** en materia de infraestructura, materiales de construcción y diseño arquitectónico se elige para la elaboración del presente proyecto la localidad de **San Diego Cuachayotla**, siendo su principal actividad económica la **elaboración de ladrillo** y contando con una población de 5,068 habitantes.

3.2 Antecedentes

Nivel Localidad: San Diego Cuachayotla

Cuachayotla: Cuauh-chayo-tla: abundancia mexicana del nombre cuauhchayotli, compuesto de cuahuitl, árbol, y chayotli o chayutli, planta de frutos comestibles.

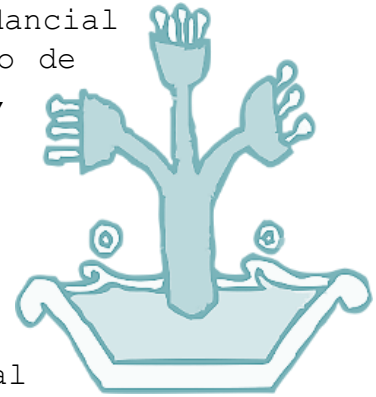


Figura 28.

La localidad de San Diego Cuachayotla se encuentra al Noroeste del Municipio de San Pedro Cholula. Colinda al norte con San Cosme Texintla, al sur con San Cristóbal Tepontla, al este con San Matías Cocoyotla y al Oeste con San Sebastián Tepalcatepec.

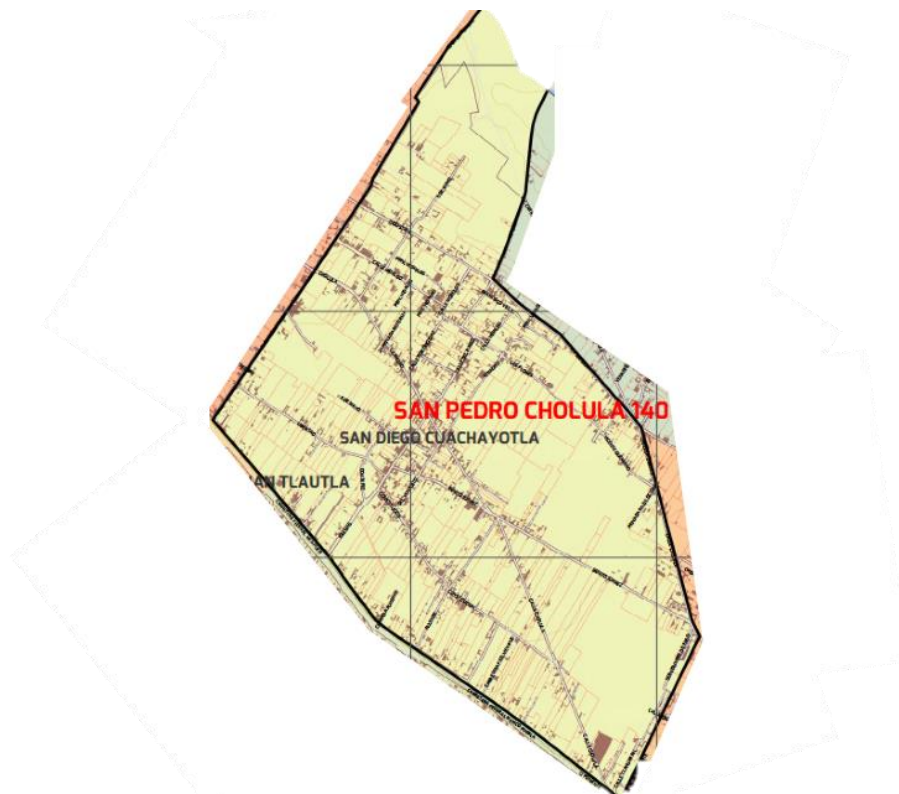


Figura 29. Junta Auxiliar San Diego Cuachayotla. Fuente: Proyección UTM Zona 14. Departamento de Catastro Municipal U. Desarrollo Urbano

3.2.1 Clima

El clima predominante en la localidad es templado, subhúmedo, la temperatura media anual varía entre 12°C y 18°C, la temperatura del mes más frío va de los -3°C a los 18°C y la temperatura más caliente oscila entre los 22°C.

Regularmente la temporada de lluvias comienza en el mes de mayo finalizando en el mes de octubre. Con un rango de precipitación de 800 - 1000 mm.

3.2.2 Población

La población total de la localidad en el 2010 fue de 5,068 personas, esta cifra la ubica en el 4° lugar del Municipio.

Según las proyecciones de la población para el 2013 serán de 5313 personas con un crecimiento del 4.834% y para el 2020 con un crecimiento de 11.7749% será de 5939 personas.

3.2.3 Actividades Económicas Principales

San Diego Cuachayotla	5313 habitantes (2013)
1	Elaboración del ladrillo
2	Agricultura (Maíz)
3	Ganadería (vacuno, porcino)
4	Comercio (micro)
5	Talleres Mecánicos
6	Transporte Pesado
7	Obreros
8	Actividades relacionadas con la Música
9	Renta de Maquinaria
10	Carnicerías

Tabla 16. Actividades Económicas. Fuente: Elaboración realizada por equipo Delfín

3.2.4 Vivienda

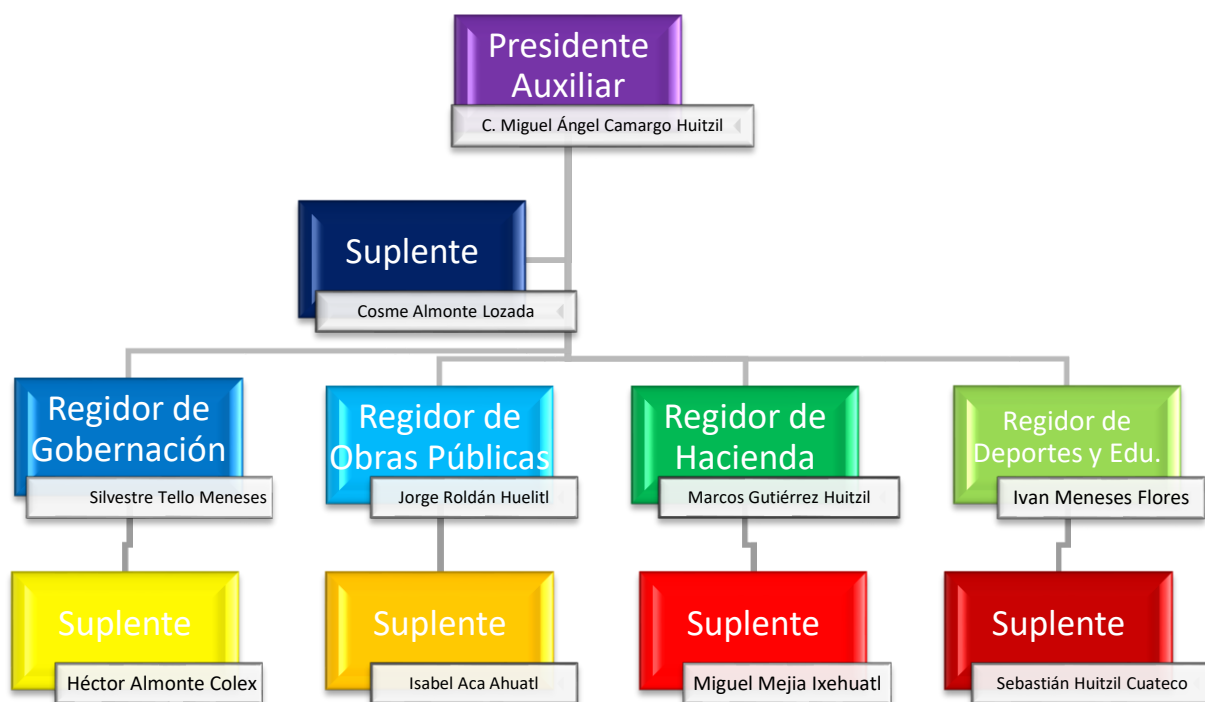
Según censo realizado por el equipo Delfín en el periodo de verano del año 2015, el 80% del régimen de tenencia de las viviendas es propia y la tipología de vivienda (según CONAVI) predominante es la popular, contando con el 63.33%.

El sistema estructural utilizado en las viviendas es el siguiente:

- **Techos:** el 83.33% de las viviendas están construidas con vigueta y bovedilla y/o concreto armado, predominando la vigueta y bovedilla como sistema de losa con un 50%.
- **Muros:** el 96.67% de las viviendas están construidas con ladrillos.
- **Pisos:** El 63.33% de las viviendas cuentan solo con firme de concreto.

La tipología estructural predominante son los muros de carga.

3.2.5 Organigrama de la junta auxiliar



3.2.6.1 Zona de Estudio.

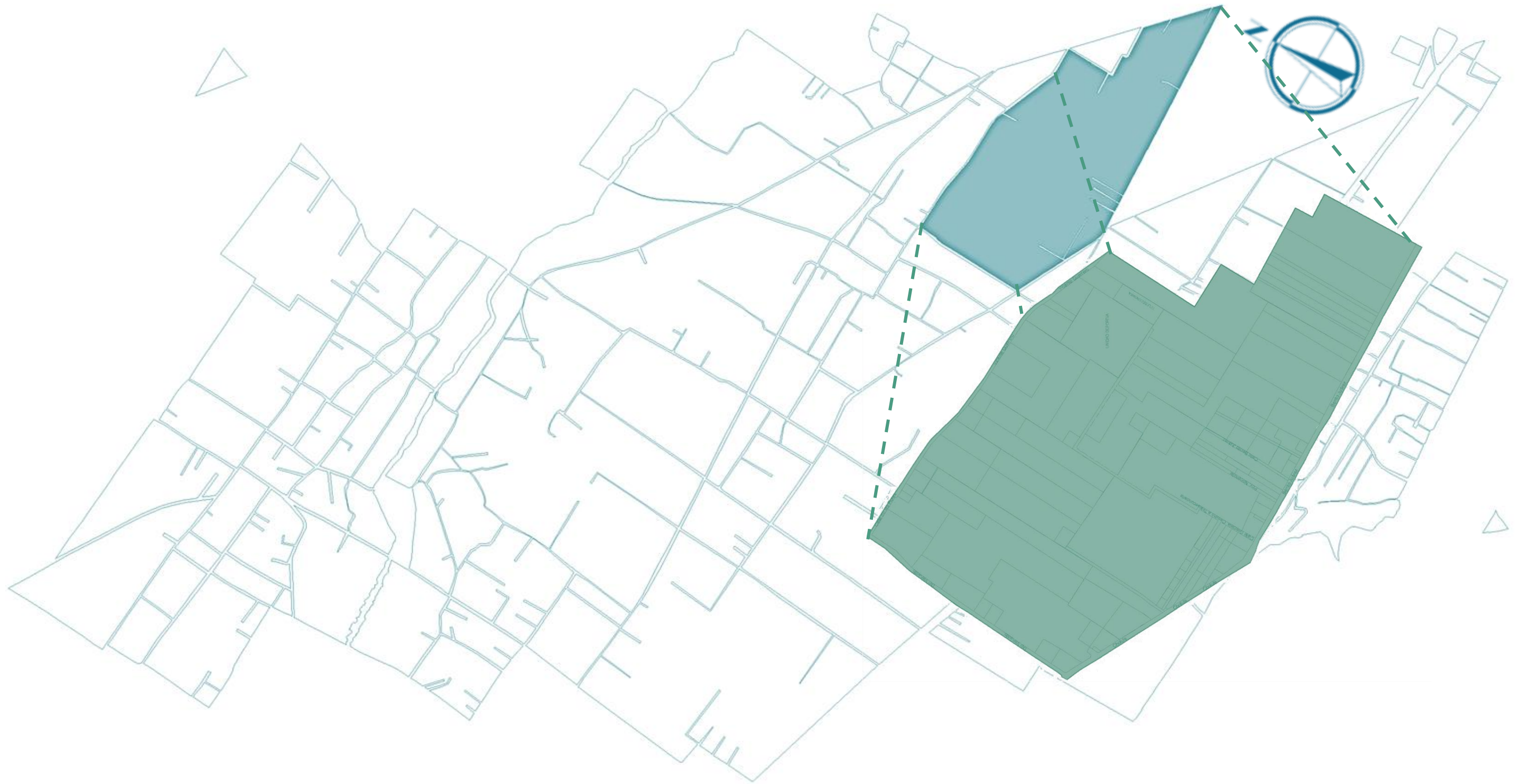


Figura 30. Delimitación de la zona de Estudio. Fuente: Elaboración propia con base a los planos proporcionados por Catastro.

3.2.6.2 Vialidades



Figura 31. Vialidades. Fuente: Elaboración propia con base a los planos proporcionados por catastro

3.2.6.3 Uso de Suelo

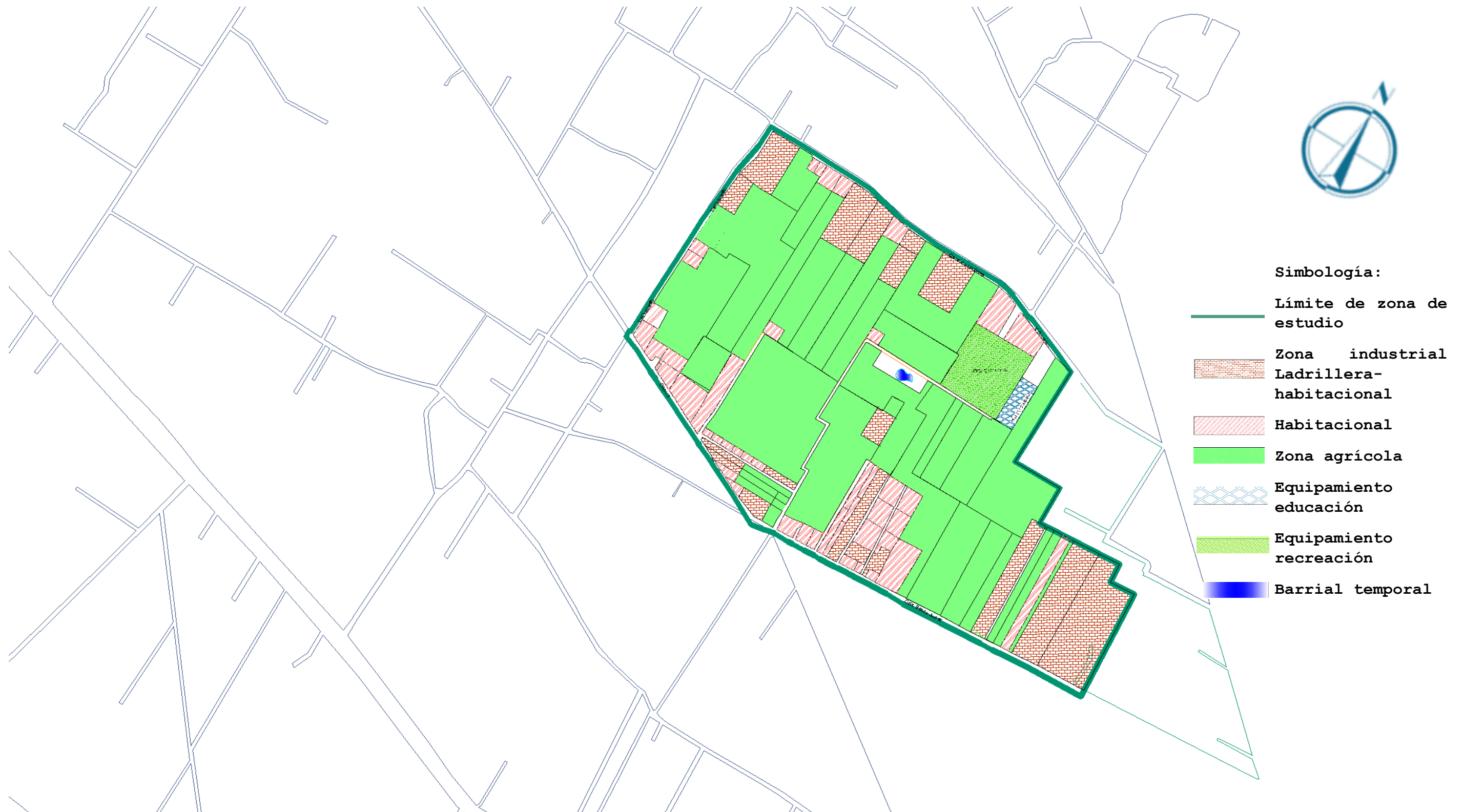


Figura 32. Uso de Suelo en delimitación de la Zona de Estudio. Fuente: Elaboración propia con base a los planos proporcionados por catastro.

3.2.6.4 Equipamiento Urbano

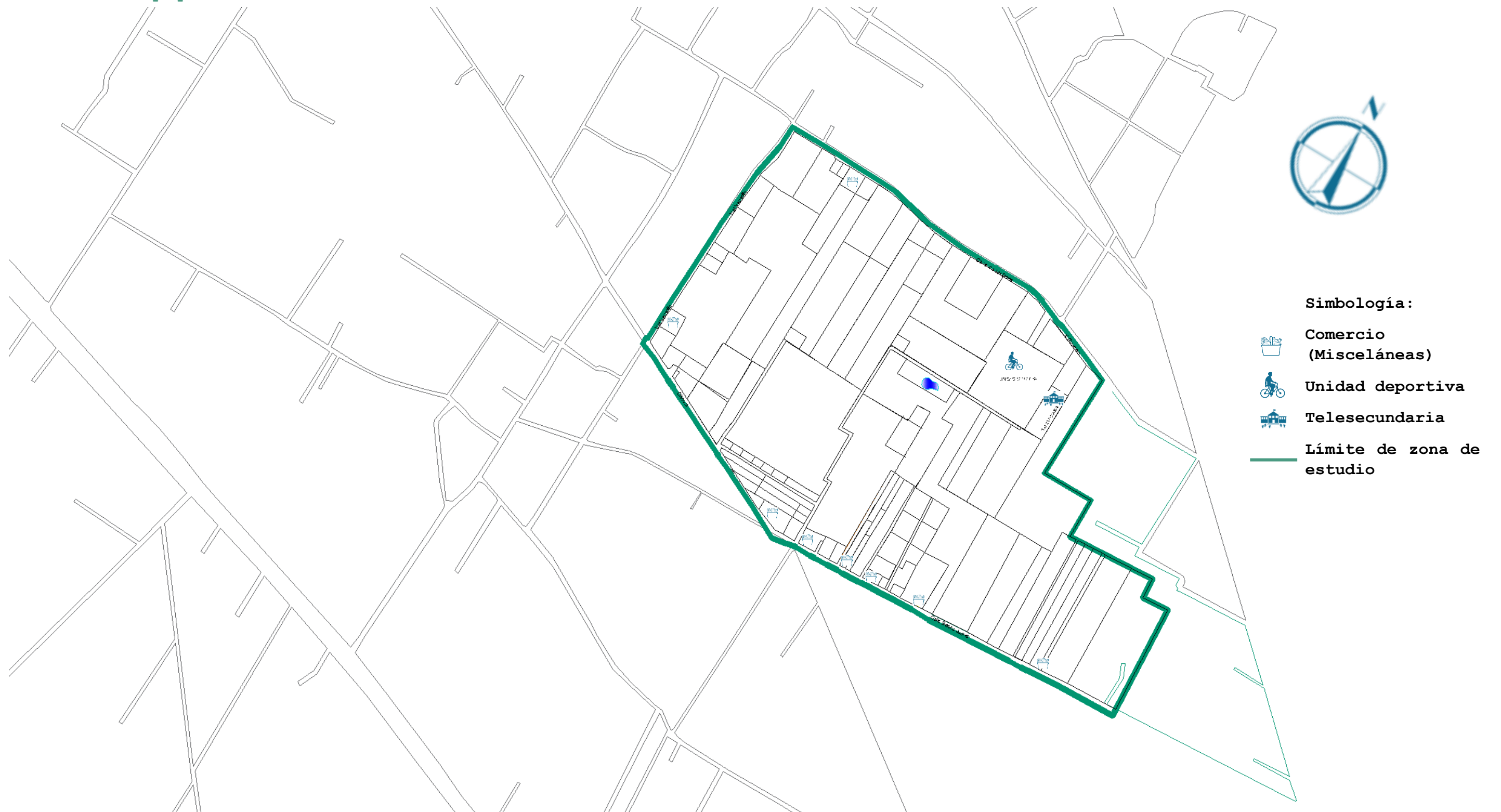


Figura 33. Equipamiento Urbano en delimitación de la Zona de Estudio. Fuente: Elaboración propia con base a los planos proporcionados por catastro.

3.2.6.5 Ubicación de Hornos

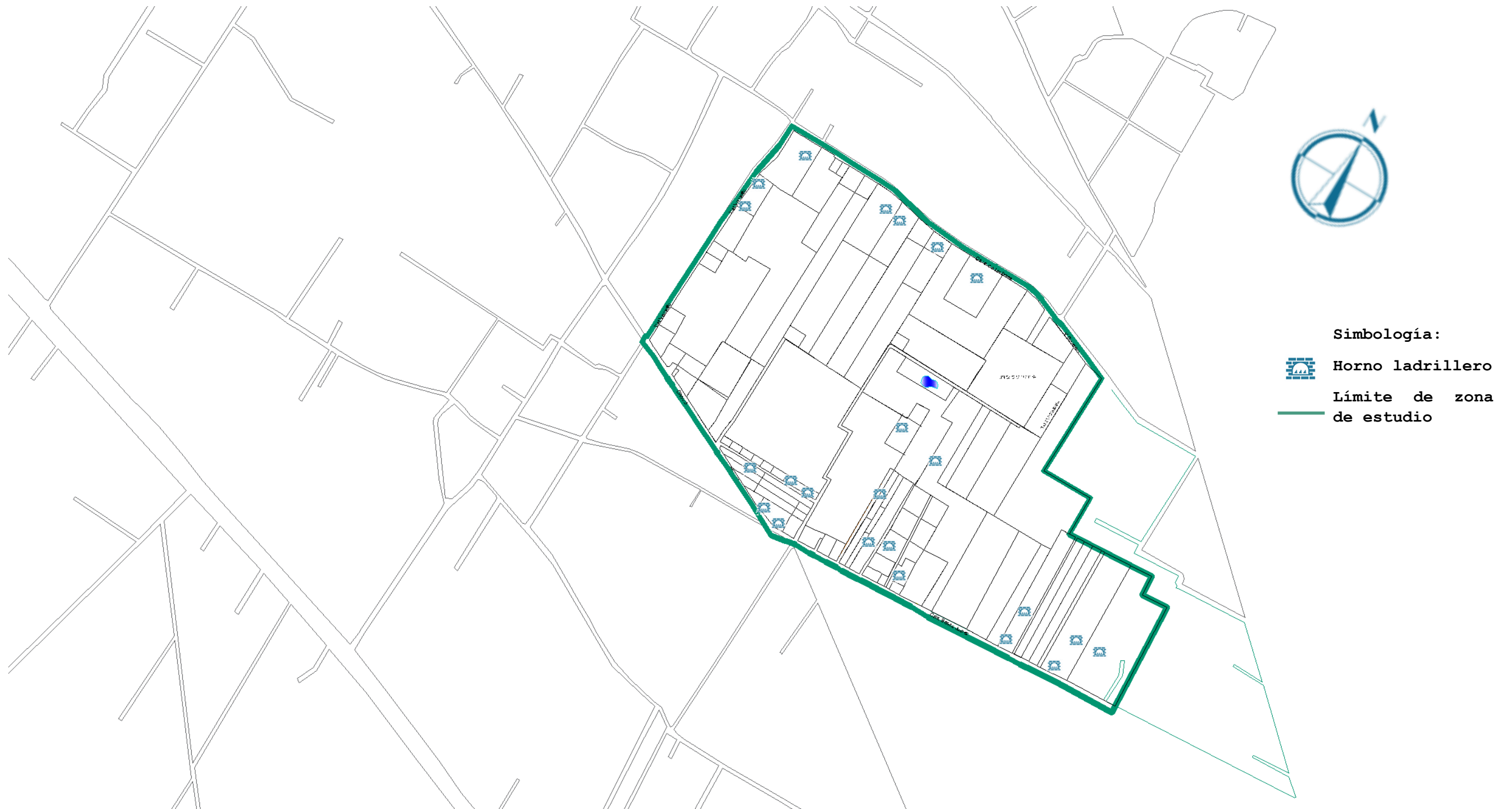


Figura 34. Ubicación de hornos en delimitación de la Zona de Estudio. Fuente: Elaboración propia con base a los planos proporcionados por catastro.

Conclusión

San Diego Cuachayotla es una localidad cuya principal actividad económica es la **producción de ladrillo artesanal**, esto genera que los habitantes, al no tener los recursos para solicitar asesoría técnica, construyan sus viviendas con sus propios materiales, bajo sus criterios de diseño y un **sistema constructivo tradicional**.

Con el antecedente de que el equipo Delfín realizó el análisis de la junta auxiliar en la manzana ubicada entre las calles: **Las Flores, Cholula y Venadito**, decidimos continuar con el estudio de ésta para el proyecto.

Cabe señalar que la población concentrada dentro de la manzana se caracteriza por ser humilde y trabajadora ya que inician sus jornadas laborales desde la madrugada todos los días.

Bibliografía. Capítulo 3

1. **Diagnóstico Integral, Participativo, de la Situación actual del hábitat a escala, Caso de Estudio: San Diego Cuachayotla.** Obtenido el 04 de septiembre de 2015 de: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Arquitectura.
2. **Plan de Desarrollo Municipal de San Pedro Cholula, Puebla (2014-2018).** Obtenido el 07 de septiembre de 2015 de:
3. **INEGI. (2010). CONURBACIONES Y FUSIONES DE LOCALIDADES. MARZO 2010.** Obtenido el 31 de agosto de 2015 de INEGI: http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/doc/conur_fusion.pdf
4. **INEGI. (2010). FICHAS MUNICIPALES MUNICIPIO DE SAN PEDRO CHOLULA. 2010.** Obtenido el 31 de agosto de 2015 de COMITE ESTATAL DE INFORMACION ESTADISTICA Y GEOGRAFICA DEL ESTADO DE PUEBLA : <http://www.coteigep.puebla.gob.mx/est231.php?muni=21140>

Capítulo 4: Análisis de Información

"El computador sólo puede calcular lo que ya está conceptualmente dentro de él; en los computadores sólo encuentras lo que buscas. Sin embargo, con la experimentación libre se puede encontrar lo que no se ha buscado"

-Frei Paul Otto

4.1 Clima Exterior

4.1.1 Clasificación climática

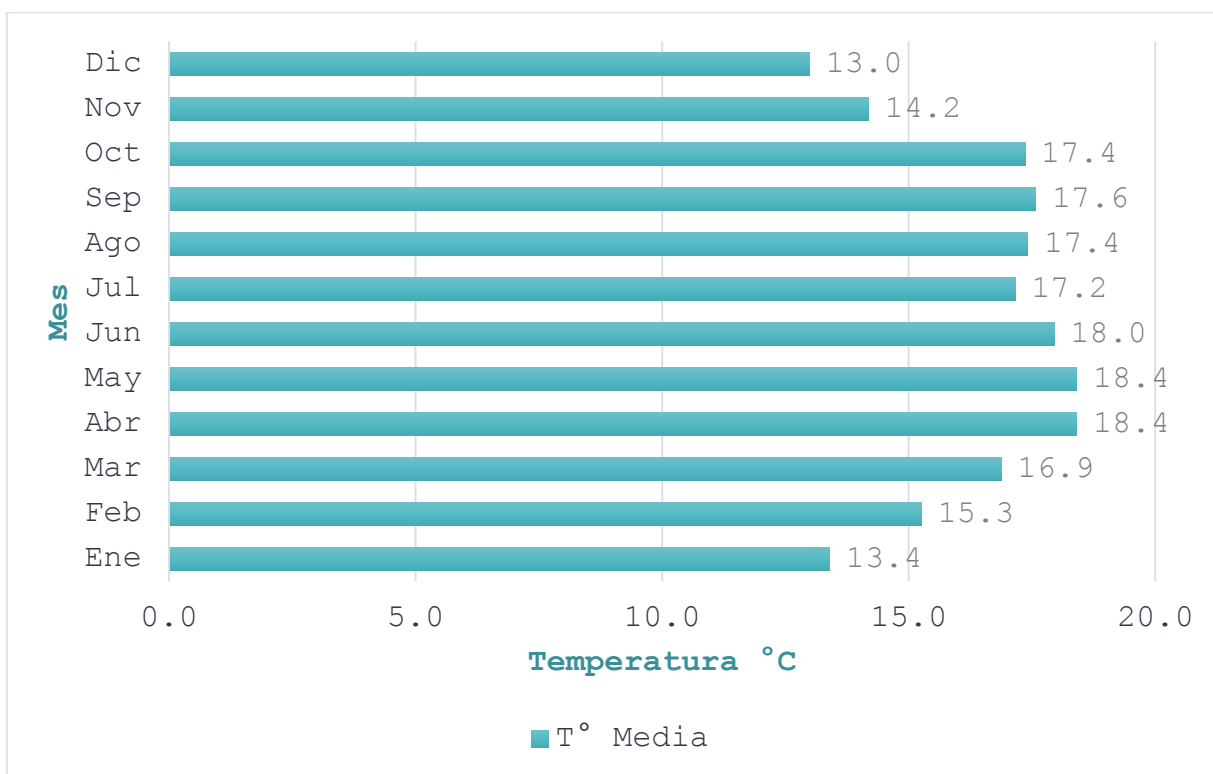
De los datos proporcionados por el Dr. Erick encargado de la estación meteorológica de la UDLA, ubicada en la ciudad de Puebla, se realizó un análisis mediante el programa ECOTECT y se obtuvo la siguiente información para el municipio de San Pedro Cholula.

Clasificación climática					
Latitud: 19.0°		Longitud: -98.3°		Altitud: 2140.0m	
Entidad: Puebla		Municipio: San Pedro Cholula		Junta Auxiliar: San Diego Cuachayotla	
Mes	Temperatura °C			Precipitación mm	Humedad Relativa %
	Máxima	Media	Mínima		
Enero	23.0	13.4	5.0	8.7	44
Febrero	24.5	15.3	6.6	7.8	43
Marzo	25.8	16.9	7.9	9.5	42
Abril	26.2	18.4	10.7	22.0	46
Mayo	25.5	18.4	12.2	60.0	58
Junio	24.5	18.0	12.4	146.30	63
Julio	23.6	17.2	12.3	164.0	70
Agosto	24.1	17.4	12.6	165.3	71
Septiembre	23.8	17.6	13.0	159	73
Octubre	24.0	17.4	12.1	70	67
Noviembre	22.0	14.2	8.4	16	62
Diciembre	21.5	13.0	5.3	6	55
Anual	24.0	16.4	9.9	834.9	58

Tabla 17. Análisis climático mensual del exterior. Fuente: Elaboración propia.

4.1.2 Temperatura

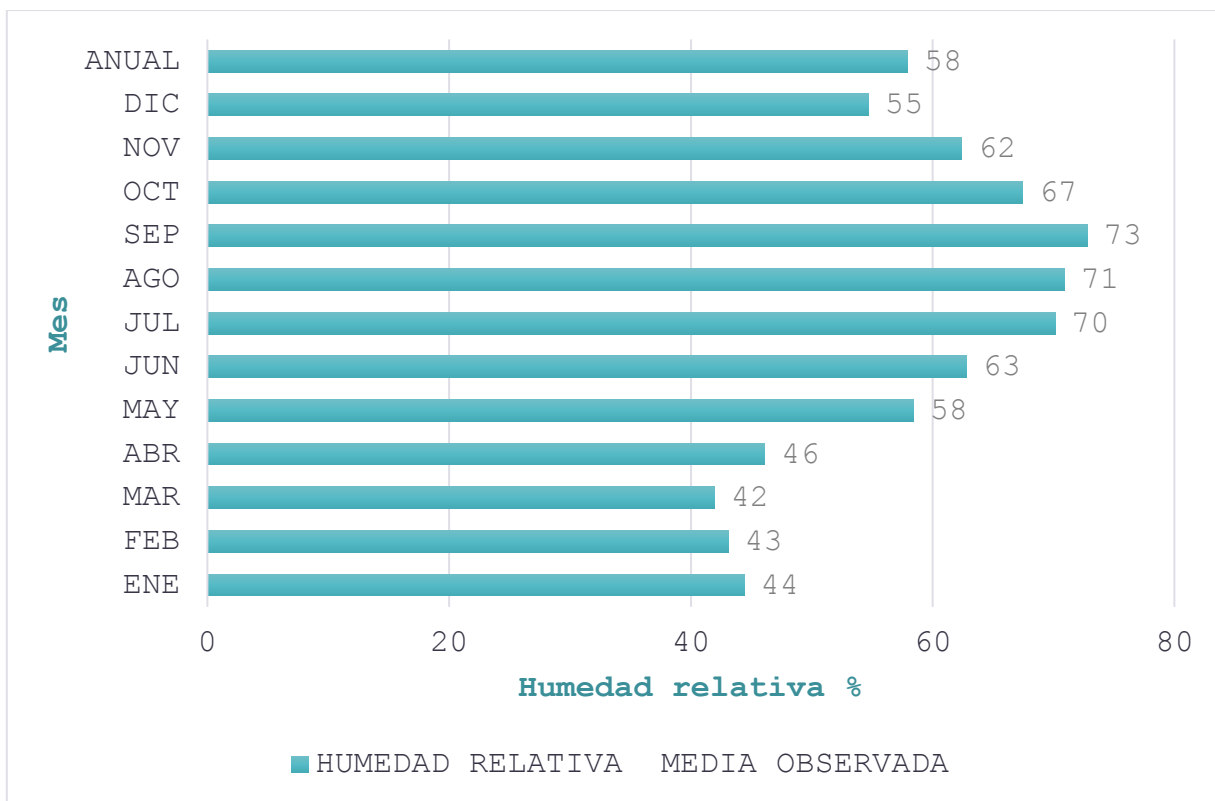
La temperatura media anual para el Municipio de San Pedro Cholula es de 16.4°C, siendo los meses de abril, mayo, junio y septiembre los más calurosos ya que rebasan los 17.5°C y los meses correspondientes de enero y diciembre los más fríos al permanecer dentro de los 13.4°C y 13.0°C respectivamente.



Gráfica 11. Temperatura Media Ambiente. Fuente: Elaboración propia.

4.1.3 Humedad

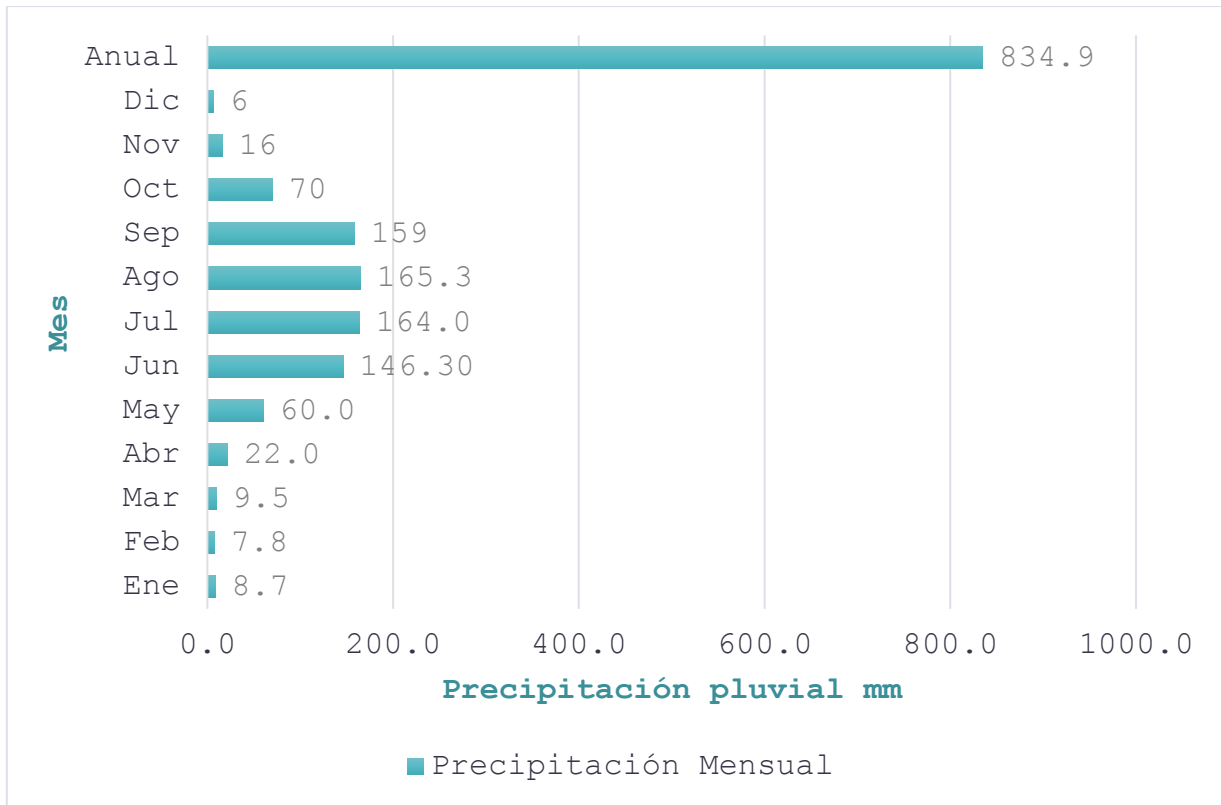
La humedad relativa anual para el Municipio de San Pedro Cholula es del 58%, siendo los meses más húmedos julio, agosto y septiembre contando con una humedad de 70%, 71% y 73% y siendo los menos húmedos enero, febrero y marzo con 44%, 43% y 42% de humedad respectivamente.



Gráfica 12. Humedad Relativa Media Observada. Fuente: Elaboración propia.

4.1.4 Precipitación

La precipitación anual para el Municipio de San Pedro Cholula es de 834.9mm y se presenta en todos los meses, siendo junio, julio, agosto y septiembre en los que se ubican las mayores precipitaciones siendo de 146.30mm, 164.0mm, 165.3mm y 159.0mm respectivamente. Notándose siempre la presencia de lluvia en la temporada de verano.



Gráfica 13. Precipitación Pluvial Mensual. Fuente: Elaboración propia.

4.1.5 Viento

De acuerdo a los datos de la rosa de los vientos, obtenida del análisis realizado al Municipio de San Pedro Cholula bajo el programa ECOTECT, tenemos que las corrientes de los vientos anualmente se presentan en el sentido NNE y NNW y con una velocidad aproximada de 35 km/h respectivamente.

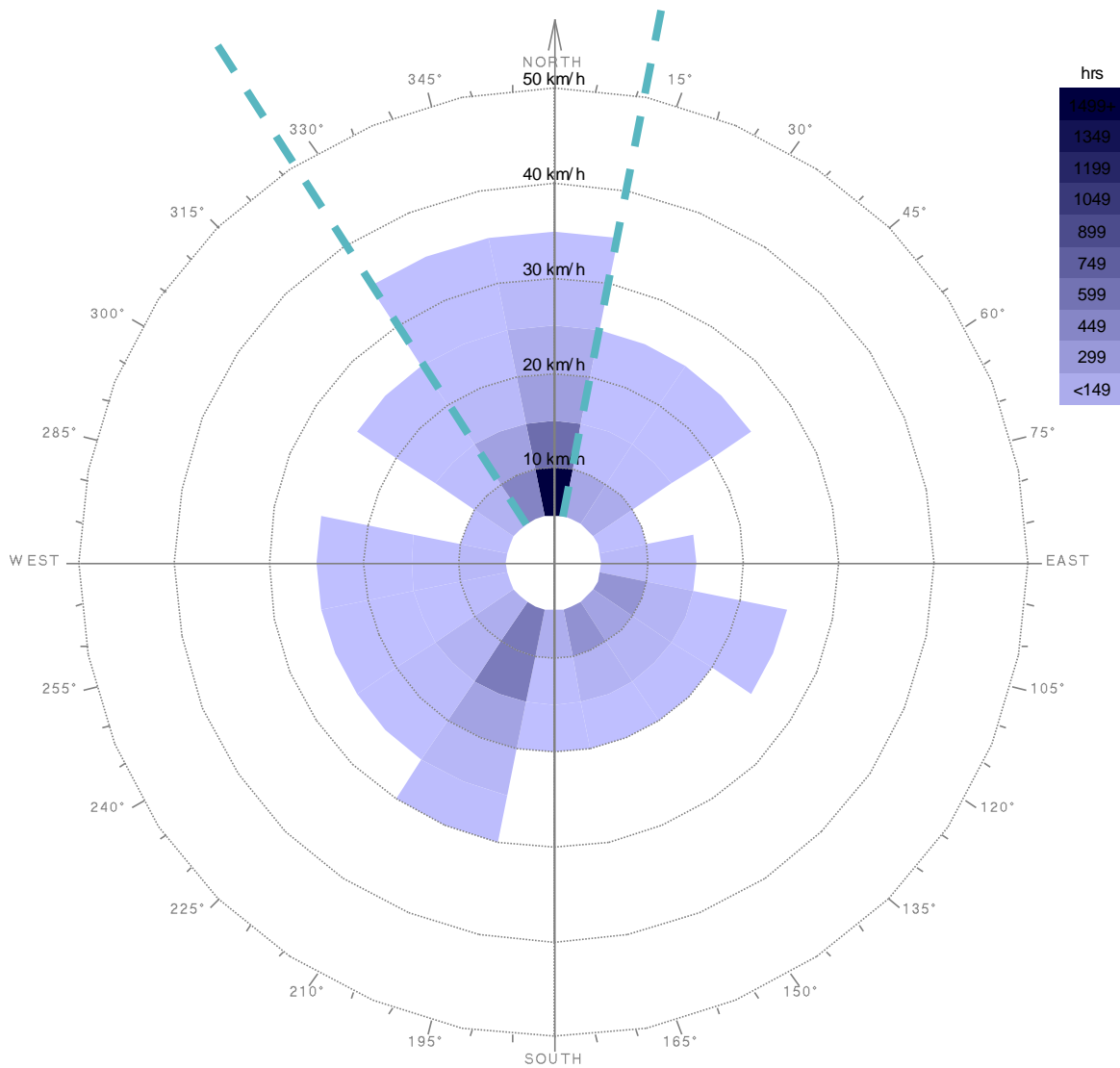
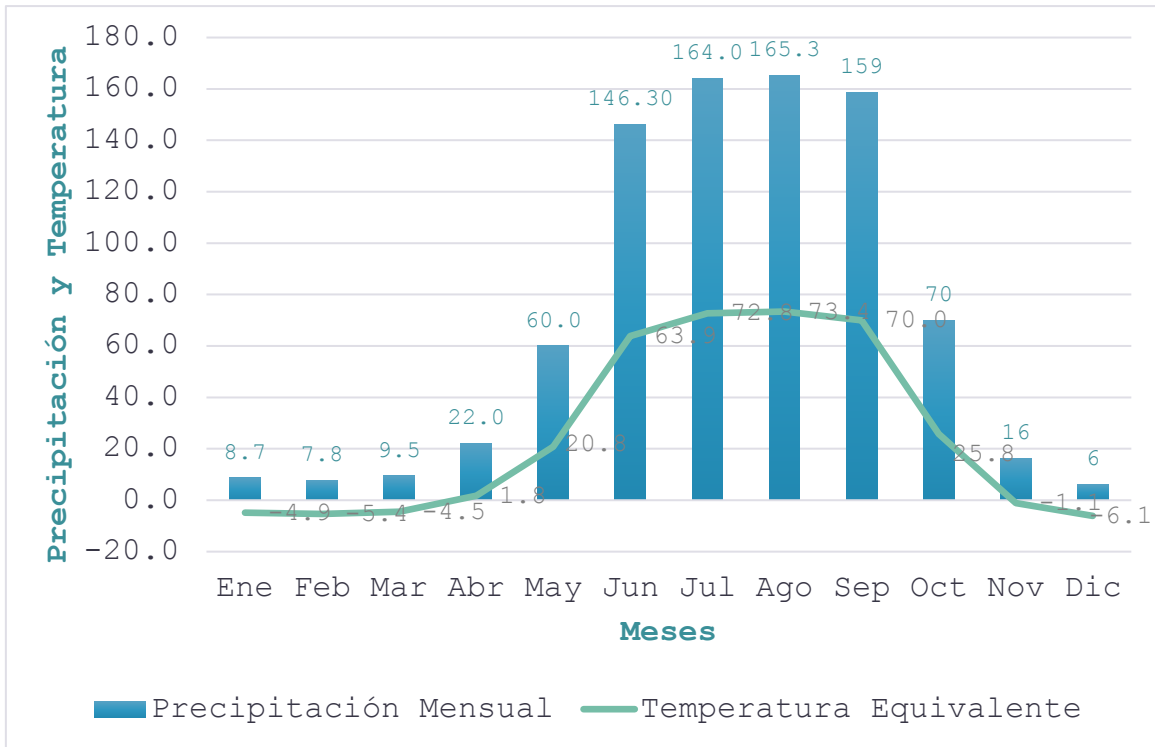


Figura 35. Rosa de los vientos para el Municipio de San Pedro Cholula. Fuente: Programa ECOTECT.

4.1.6 Gráfica Ombrotérmica

Este tipo de gráfica nos permite analizar la relación que existe entre la precipitación y temperatura, partiendo de la manera en que estas interactúan podemos notar que meses son considerados como época húmeda y cuales como seca. De tal manera que todo el año es considerado húmedo en el caso de este municipio.



Gráfica 14. Gráfica Ombrotérmica para el Municipio de San Pedro Cholula. Fuente: Elaboración propia.

4.1.7 Diagrama Psicométrico

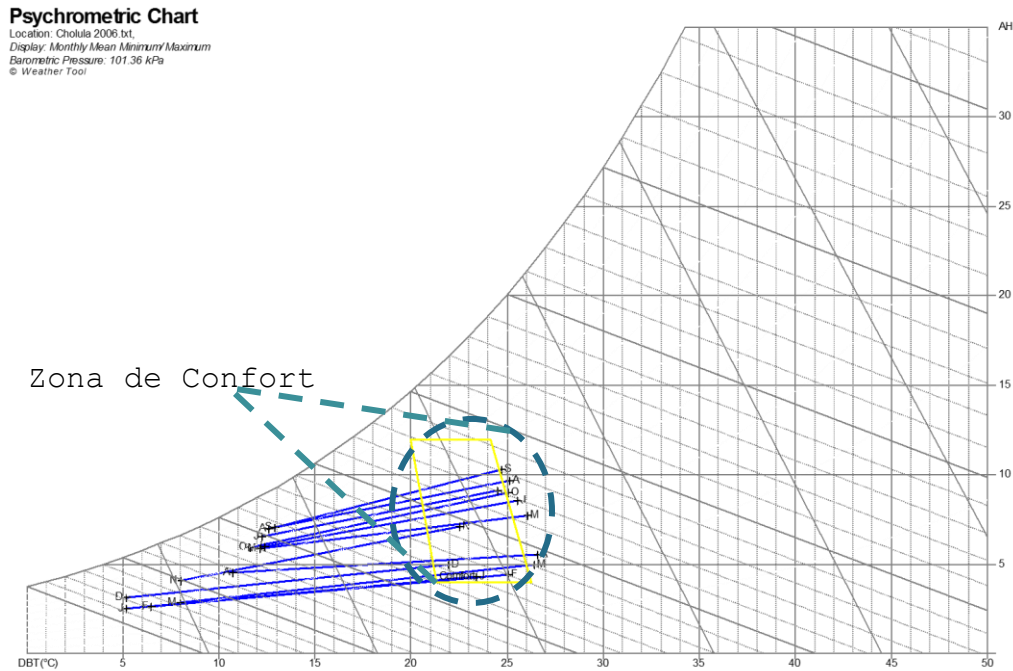


Figura 36. Carta psicrométrica de San Pedro Cholula. Fuente: Elaboración propia bajo el programa ECOTECT.

4.1.8 Tablas de Mahoney

INTRODUCCIÓN DE DATOS												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Media de las temperaturas máximas	23.0	24.5	25.8	26.2	25.5	24.5	23.6	24.1	23.8	24.0	22.0	21.5
Media de las temperaturas mínimas	5	6.6	7.9	10.7	12.2	12.4	12.3	12.6	13	12.1	8.4	5.3
Humedad relativa máxima	64%	64%	62%	70%	80%	81%	87%	87%	88%	83%	80%	75%
Humedad relativa mínima	22%	22%	21%	24%	35%	39%	45%	44%	45%	44%	36%	29%
Lluvia (mm Hg)	8.7	7.8	9.5	22	60	146.3	164	165.3	159	70	16	6
ESTRÉS TÉRMICO												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
DÍA	Confort											
NOCHE	Frío											
INDICADORES												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
H1 Ventilación esencial (calor y humedad)												
H2 Ventilación deseable (calor y humedad)												
H3 Protección contra la lluvia												
A1 Inercia térmica	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
A2 Dormir fuera												
A3 Problemas con el frío												
RECOMENDACIONES ARQUITECTURALES												
PLAN MASA: Planos compactos con patios interiores												
ESPACIO ENTRE EDIFICIOS: Planos compactos												
CIRCULACIÓN DEL AIRE: Circulación del aire inútil												
DIMENSIONES DE LAS ABERTURAS: Pequeñas, 15 a 25% de la superficie de los muros												
PROTECCIÓN DE LAS ABERTURAS (*): Protección contra la radiación solar directa												
MUROS: Construcción pesada para fuerte inercia térmica; desfase horario superior a 8 horas												
TEJADO: Construcción pesada para fuerte inercia térmica; desfase horario superior a 8 horas												

Tabla 18. Tablas de Mahoney, Análisis. Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los indicadores de Mahoney, únicamente se requiere la utilización de **inercia térmica** para obtener **confort en el edificio**, siendo este el único indicador en todos los meses.

4.1.9 Gráfica Solar

Esta información se requiere para calcular la aportación solar con la que se va contar y para saber la localización óptima que se debe tener en la orientación de los edificios, espacios exteriores, saber cuál sería la mejor distribución de los espacios internos y de las ventanas y puertas.

Stereographic Diagram

Location: Cholula 2006.txt

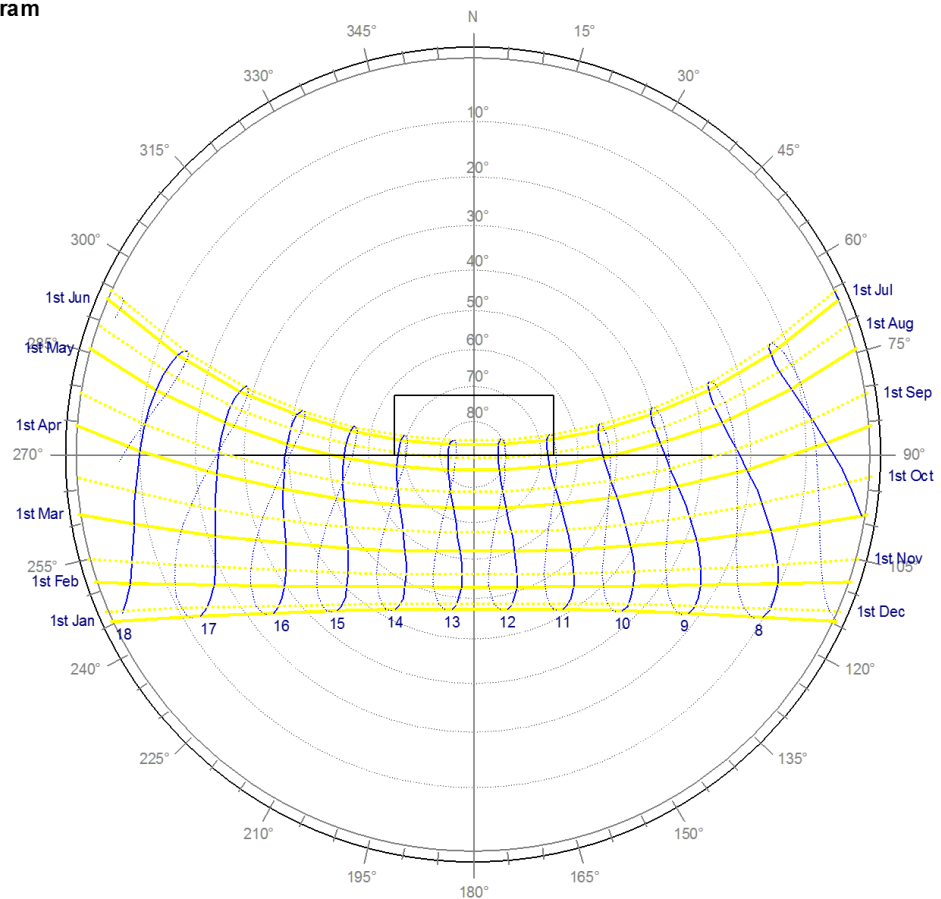


Figura 38. Posición solar mensual. Fuente: Elaboración propia bajo el programa ECOTECT.

Optimum Orientation

Location: Cholula 2006.txt,
Orientation based on average daily incident radiation on a vertical surface.
Underheated Stress: 0.0
Overheated Stress: 173.6
Compromise: 190.0°
© Weather Tool

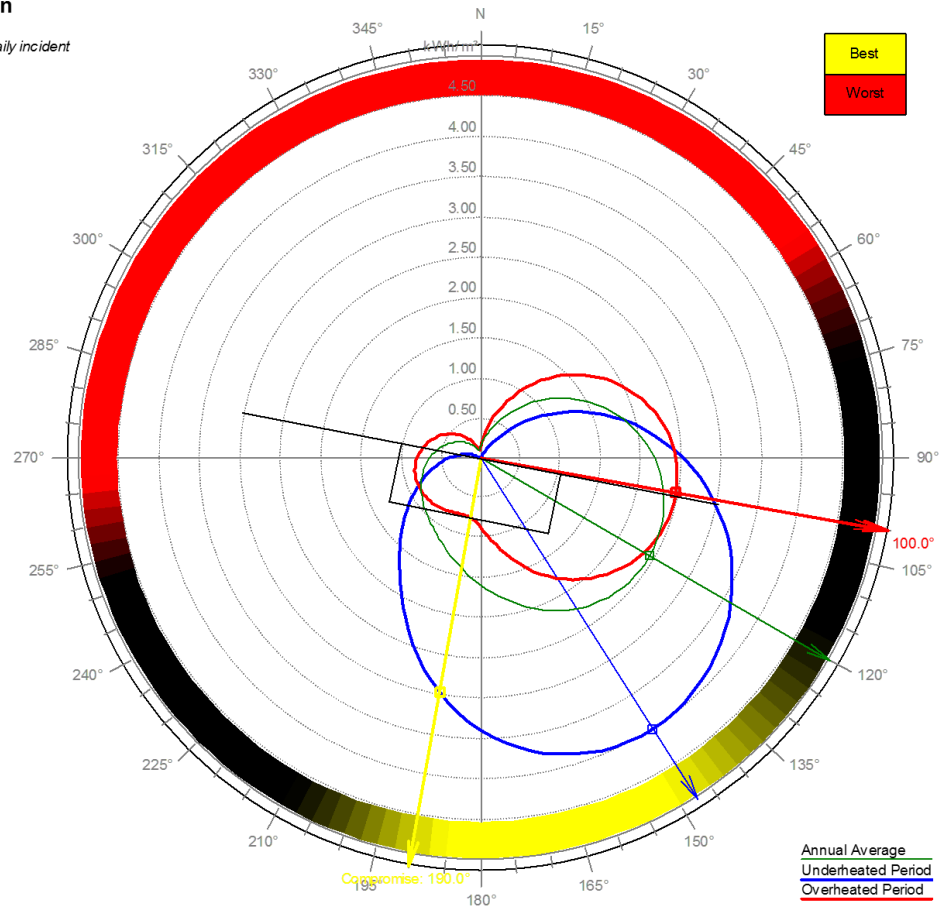


Figura 39. Mejor orientación solar. Fuente: Elaboración propia bajo el programa ECOTECH.

De acuerdo a lo observado en la figura 49, podemos observar que la **mejor orientación** en el caso de San Pedro Cholula es aquella que se encuentra hacia el **Sur**, contando con un eje de composición cargado hacia el SSW, contando con un **ángulo de inclinación de 100°**.

4.2 Clima Interior

4.2.1 Ubicación de viviendas

El clima interior de la vivienda se realizó por medio de la instalación de un equipo llamado: Illuminance Uv Recorder, el cual se instaló dentro de 2 viviendas y realizó un análisis mensual durante un periodo de 8 meses en el caso de una vivienda y de 7 para la otra vivienda.

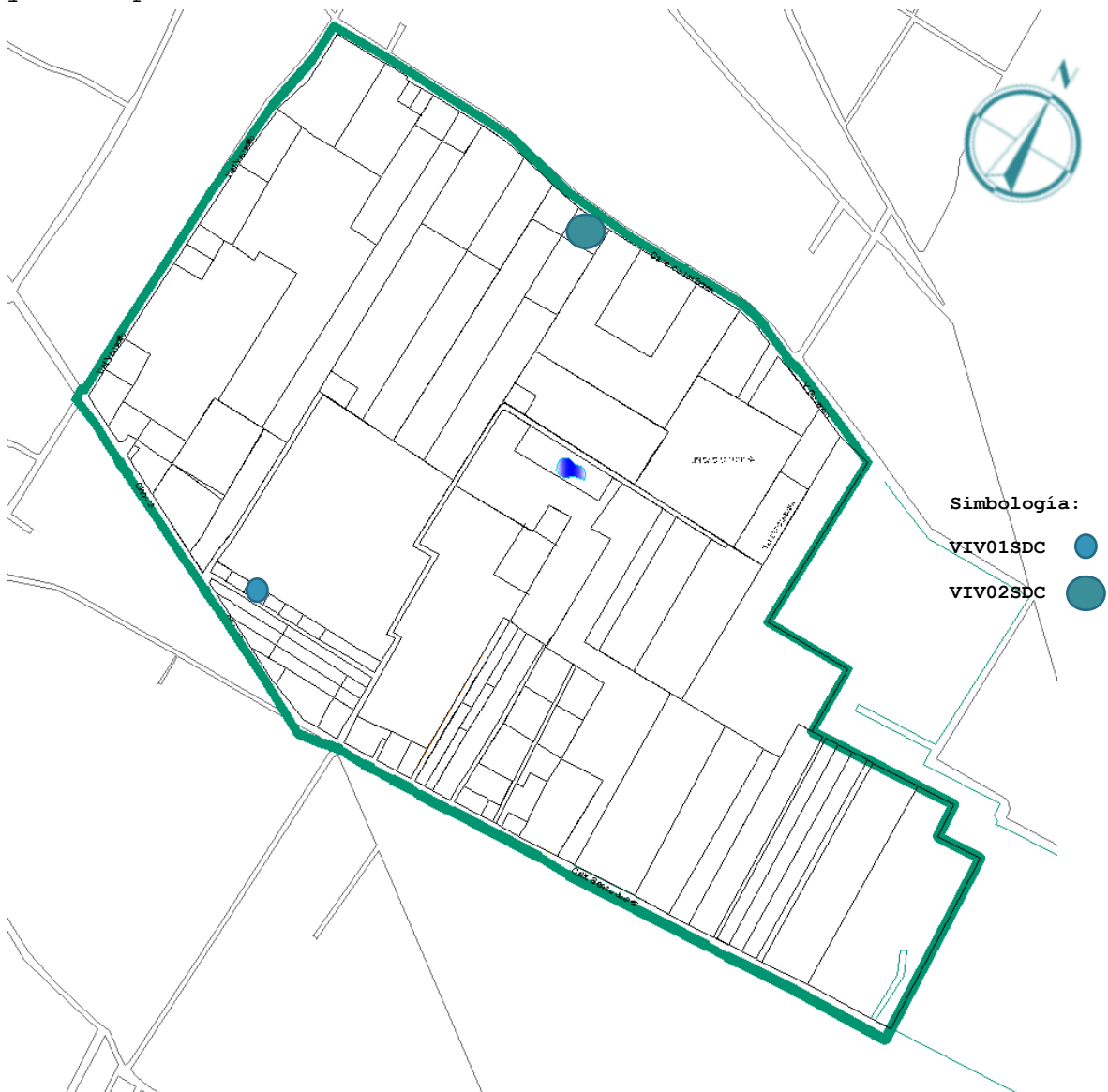


Figura 40. Ubicación de viviendas de análisis. Fuente: Elaboración propia.

4.2.2 Temperatura

Los registros obtenidos fueron los siguientes:

VIV01SDC: Temperatura °C								
	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
12:00a.m	21.32	19.40	19.73	19.48	20.86	24.71	25.18	22.95
01:00a.m	20.89	18.94	19.35	18.97	20.44	24.24	24.70	22.53
02:00a.m	20.46	18.49	19.02	18.46	19.22	23.73	24.23	22.13
03:00a.m	20.02	18.02	18.65	17.95	19.53	23.20	23.75	21.73
04:00a.m	19.58	17.59	18.30	17.42	19.04	22.68	23.28	21.34
05:00a.m	19.14	17.16	17.93	16.91	18.58	22.14	22.81	20.98
06:00a.m	18.66	16.72	17.55	16.36	18.05	21.46	22.34	20.60
07:00a.m	18.09	16.24	17.11	15.72	17.46	20.84	21.70	20.07
08:00a.m	17.78	15.89	17.02	15.22	17.03	20.32	21.21	19.76
09:00a.m	17.70	15.79	17.39	15.01	16.95	19.84	20.98	19.59
10:00a.m	17.79	16.06	18.48	15.12	16.99	19.96	21.01	19.61
11:00a.m	18.39	16.46	19.57	15.48	17.46	20.13	21.27	19.81
12:00p.m	19.38	17.14	20.58	16.19	18.05	20.59	21.79	20.28
01:00p.m	20.38	18.10	21.73	17.20	18.87	21.30	22.57	20.97
02:00p.m	21.41	19.09	22.72	18.39	19.82	22.20	23.44	21.64
03:00p.m	22.27	20.09	23.60	19.58	20.82	23.18	24.35	22.42
04:00p.m	22.98	20.76	24.03	20.49	21.70	24.17	25.23	23.19
05:00p.m	23.14	21.12	24.15	20.97	22.34	25.03	25.97	23.83
06:00p.m	23.18	21.17	23.76	21.05	22.70	25.67	26.47	24.34
07:00p.m	23.06	21.10	23.05	21.07	22.83	26.01	26.71	24.63
08:00p.m	22.80	20.94	22.36	20.97	22.72	26.10	26.64	24.42
09:00p.m	22.49	20.64	21.85	20.65	22.44	25.85	26.24	23.96
10:00p.m	22.13	20.23	21.08	20.21	22.06	25.43	25.78	23.69
11:00p.m	21.75	19.83	20.22	19.79	21.66	25.14	25.47	23.29

Tabla 19. Análisis de temperatura mensual por hora, VIV01SDC. Fuente: Elaboración propia.

VIV02SDC: Temperatura °C							
	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
12:00a.m	18.45	20.17	19.63	19.84	24.38	24.65	21.83
01:00a.m	17.69	19.40	18.76	19.06	23.40	23.81	21.10
02:00a.m	16.99	18.69	17.98	18.31	21.75	23.05	20.44
03:00a.m	16.35	18.04	17.23	17.62	21.61	22.34	19.85
04:00a.m	15.76	17.44	16.54	16.96	20.78	21.68	19.34
05:00a.m	15.21	16.88	15.92	16.35	20.00	21.04	18.88
06:00a.m	14.70	16.36	15.33	15.77	19.28	20.56	18.56
07:00a.m	14.24	15.87	14.84	15.41	18.61	20.15	18.36

08:00a.m	14.02	15.68	14.58	15.50	18.36	20.03	18.51
09:00a.m	14.15	15.79	14.72	15.98	18.35	20.17	18.72
10:00a.m	14.79	16.48	15.45	16.44	18.85	20.76	19.21
11:00a.m	15.79	17.47	16.49	17.45	19.89	21.56	19.82
12:00p.m	16.87	18.66	17.63	18.49	21.00	22.68	20.53
01:00p.m	18.02	19.92	18.61	19.50	22.16	23.76	21.50
02:00p.m	19.08	20.97	19.67	20.44	23.27	24.78	22.22
03:00p.m	20.01	21.99	20.74	21.38	24.37	25.82	23.08
04:00p.m	20.83	22.66	21.75	22.31	25.52	26.88	23.95
05:00p.m	21.45	23.31	22.52	23.06	26.61	27.74	24.69
06:00p.m	21.75	23.60	23.07	23.46	27.45	28.20	25.18
07:00p.m	21.65	23.48	23.07	23.44	27.83	28.16	25.25
08:00p.m	21.29	23.16	22.62	23.03	27.71	27.68	24.90
09:00p.m	20.88	22.70	22.13	22.48	27.11	26.96	24.24
10:00p.m	20.15	21.96	21.42	21.75	26.33	26.18	23.49
11:00p.m	19.29	21.02	20.53	20.85	25.46	25.37	22.73

Tabla 20. Análisis de temperatura mensual por hora, VIV02SDC. Fuente: Elaboración propia.

4.2.3 Humedad

VIV01SDC: Humedad %								
	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
12:00a.m	54.79	54.96	56.22	46.11	50.93	40.48	48.93	63.93
01:00a.m	55.42	55.08	56.60	46.68	51.85	41.67	49.68	64.52
02:00a.m	56.27	55.78	57.24	47.11	51.21	42.77	50.58	65.18
03:00a.m	57.26	56.26	58.04	47.58	53.11	43.47	51.44	66.20
04:00a.m	58.23	57.32	58.72	47.73	53.59	43.90	51.94	67.20
05:00a.m	59.02	58.11	59.38	48.36	54.07	44.44	52.38	67.62
06:00a.m	58.59	58.53	59.59	48.72	53.98	43.97	52.70	67.92
07:00a.m	57.87	58.09	59.08	48.53	53.32	44.42	52.27	67.02
08:00a.m	60.03	59.78	59.23	49.20	55.60	45.44	52.90	68.82
09:00a.m	62.09	61.46	60.62	50.33	57.48	46.65	54.10	69.94
10:00a.m	62.91	63.65	62.29	51.63	58.24	48.33	54.81	71.02
11:00a.m	59.98	61.08	62.65	50.78	58.35	49.12	55.48	70.91
12:00p.m	56.06	57.61	61.23	47.40	56.50	48.77	55.24	71.41
01:00p.m	53.94	54.51	58.75	46.48	54.19	47.68	54.94	73.38
02:00p.m	53.04	52.90	56.88	45.83	51.60	45.85	54.06	73.43
03:00p.m	53.67	53.06	55.64	44.06	49.37	43.61	52.90	72.54
04:00p.m	54.94	52.63	55.95	42.81	47.69	41.52	51.33	70.64
05:00p.m	54.99	52.74	54.64	42.92	47.01	40.10	50.45	69.14
06:00p.m	55.30	53.63	54.73	43.90	47.78	39.44	49.90	67.98

07:00p.m	55.30	54.29	55.78	45.43	49.50	40.25	49.19	66.27
08:00p.m	54.74	55.13	56.85	46.89	49.29	40.45	48.40	61.84
09:00p.m	55.08	55.57	57.01	47.60	48.76	38.52	47.06	61.66
10:00p.m	55.23	55.33	55.87	47.26	48.40	38.08	47.24	62.30
11:00p.m	54.77	54.98	55.94	47.04	49.31	40.10	48.68	63.38

Tabla 21. Análisis de humedad mensual por hora, VIV01SDC. Fuente: Elaboración propia.

VIV02SDC: Humedad %							
	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
12:00a.m	63.70	62.59	54.43	55.99	41.42	50.98	73.98
01:00a.m	65.68	64.17	57.00	58.01	43.31	53.35	75.82
02:00a.m	67.03	65.62	59.71	60.77	43.94	55.52	77.31
03:00a.m	68.02	66.51	61.09	63.10	48.15	57.31	78.28
04:00a.m	68.92	67.43	62.55	64.24	50.37	58.98	79.12
05:00a.m	69.74	68.24	63.55	65.57	52.15	60.02	79.83
06:00a.m	70.44	69.48	64.46	66.35	53.27	60.19	80.54
07:00a.m	71.11	69.72	65.58	66.07	53.48	59.69	80.74
08:00a.m	72.18	72.19	65.89	66.20	53.09	59.94	78.88
09:00a.m	71.58	71.33	65.13	66.32	51.86	59.84	78.46
10:00a.m	70.73	71.13	64.71	64.69	51.82	59.80	76.08
11:00a.m	67.47	66.54	61.44	64.35	52.35	58.60	75.88
12:00p.m	64.89	63.43	58.98	62.57	51.07	57.20	75.58
01:00p.m	62.97	61.38	53.33	58.96	48.57	54.52	75.18
02:00p.m	59.86	57.43	50.84	56.84	45.40	52.48	74.70
03:00p.m	58.30	57.05	49.85	55.73	43.19	50.94	74.21
04:00p.m	58.53	55.29	50.82	53.53	40.83	48.68	72.32
05:00p.m	57.54	55.81	49.52	49.73	36.97	44.10	65.86
06:00p.m	55.85	54.57	47.90	47.44	33.97	41.55	62.49
07:00p.m	55.63	53.70	46.63	46.47	31.81	41.34	60.94
08:00p.m	56.89	54.47	47.05	46.27	31.77	42.72	62.44
09:00p.m	58.89	56.98	49.03	48.02	33.04	44.82	64.66
10:00p.m	59.93	58.71	51.43	51.16	35.41	47.62	68.29
11:00p.m	61.31	60.33	52.67	53.67	38.44	49.82	71.41

Tabla 22. Análisis de humedad mensual por hora, VIV02SDC. Fuente: Elaboración propia.

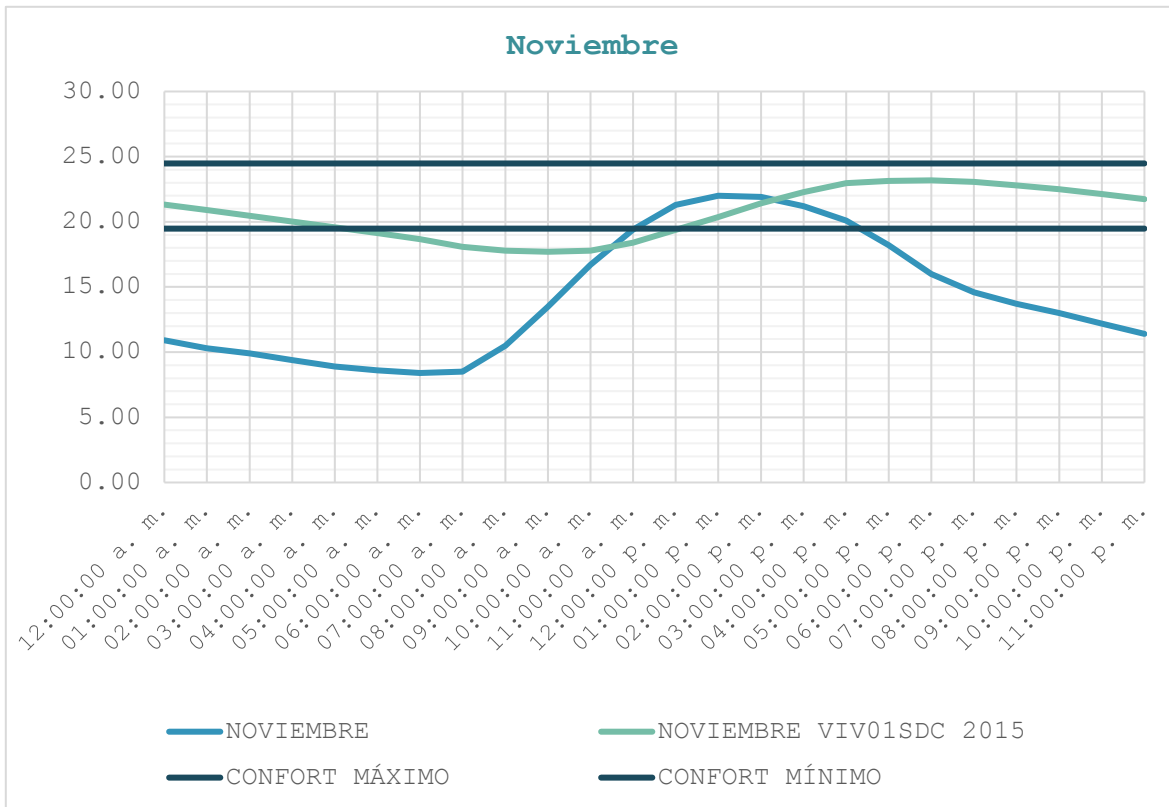
4.3 Comparativa de Temperatura entre Interior y Exterior

Se realizó la comparativa correspondiente a cada mes del análisis entre la temperatura de cada una de las viviendas, con respecto a la temperatura exterior para ver si se encontraban dentro del límite de la zona de confort la cual se estableció por medio de la fórmula de Auliciems:

$$T.Neutra = 17.6 + 0.31 * T.media$$

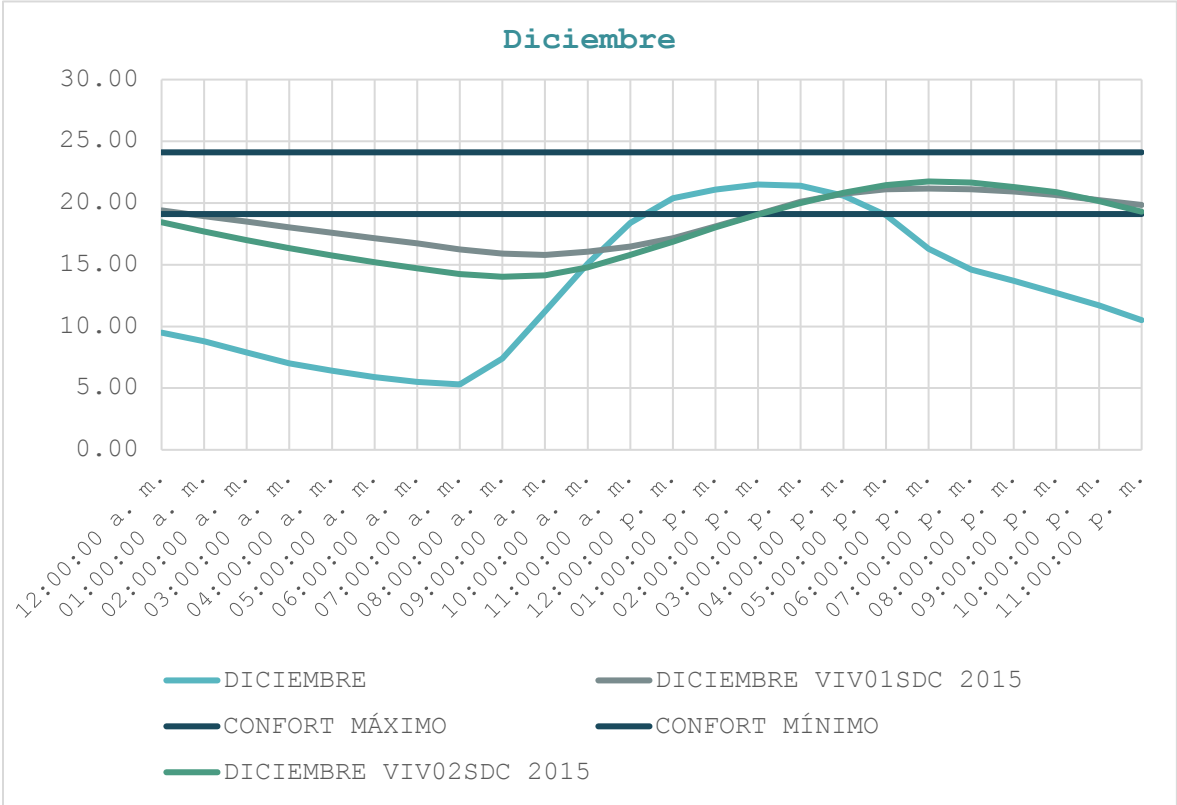
$$Zona\ de\ confort\ máx = T.Neutra + 2.5$$

$$Zona\ de\ confort\ mín = T.Neutra - 2.5$$



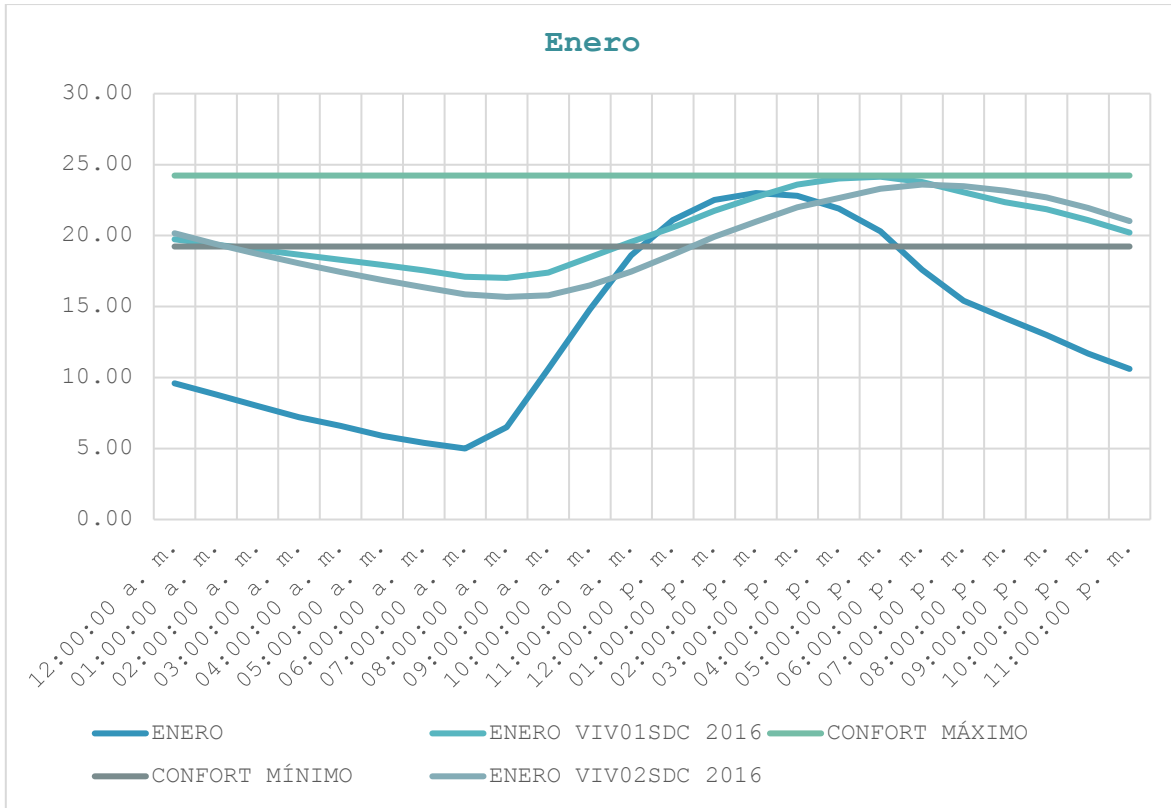
Gráfica 15. Registro de temperatura por hora correspondiente al mes de noviembre. Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la gráfica de temperatura correspondiente al mes de Noviembre, la VIV01SDC se encuentra fuera de la zona de confort en un periodo de las **4:30am a las 12:00pm** el cual se presenta por debajo del límite de confort lo cual nos indica que entes periodo de tiempo se requiere calentamiento.



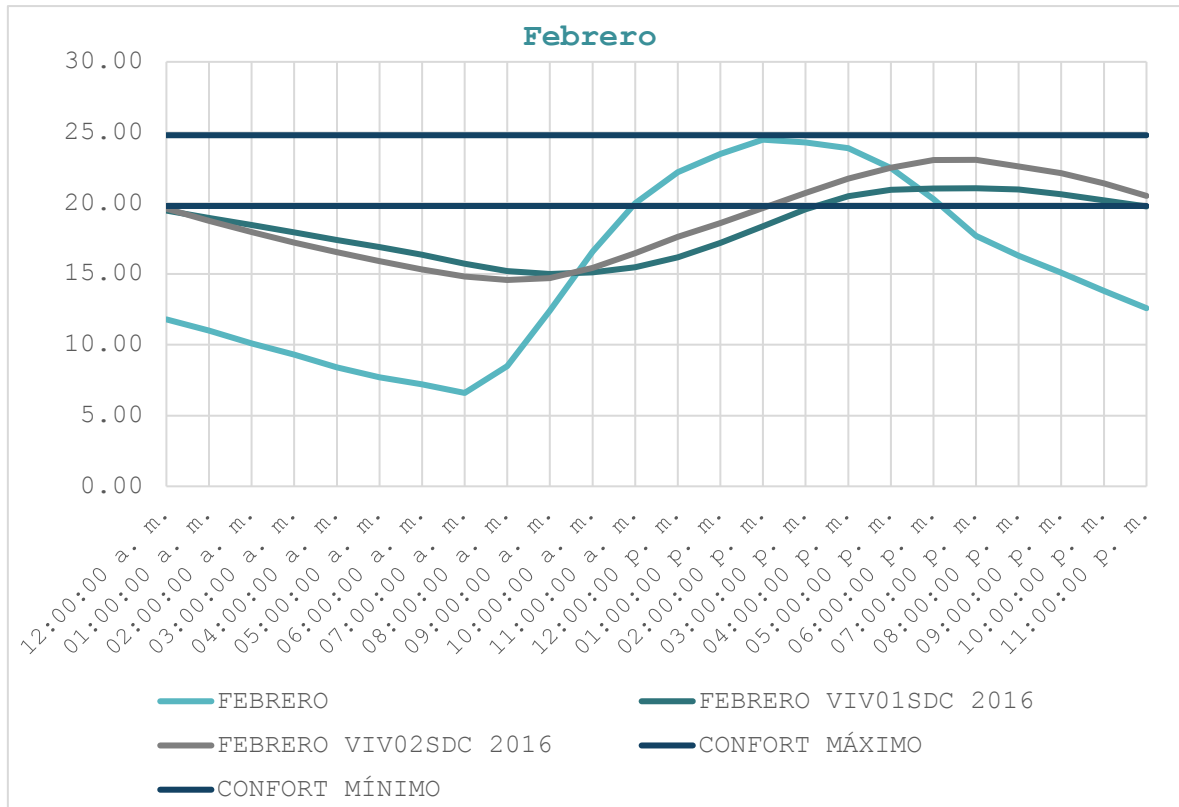
Gráfica 16. Registro de temperatura por hora correspondiente al mes de Diciembre. Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la gráfica, tenemos que para el mes de Diciembre la VIV01SDC se encuentra fuera de la zona de confort en un horario comprendido de la **1:00am a las 2:00pm**, mientras que para la VIV02SDC es de las **12:00am hasta las 2:00pm**, esto nos indica que la temperatura que se presenta en ambas viviendas en esos periodos de tiempo se encuentran por debajo del límite de confort, por lo que se requiere calentamiento.



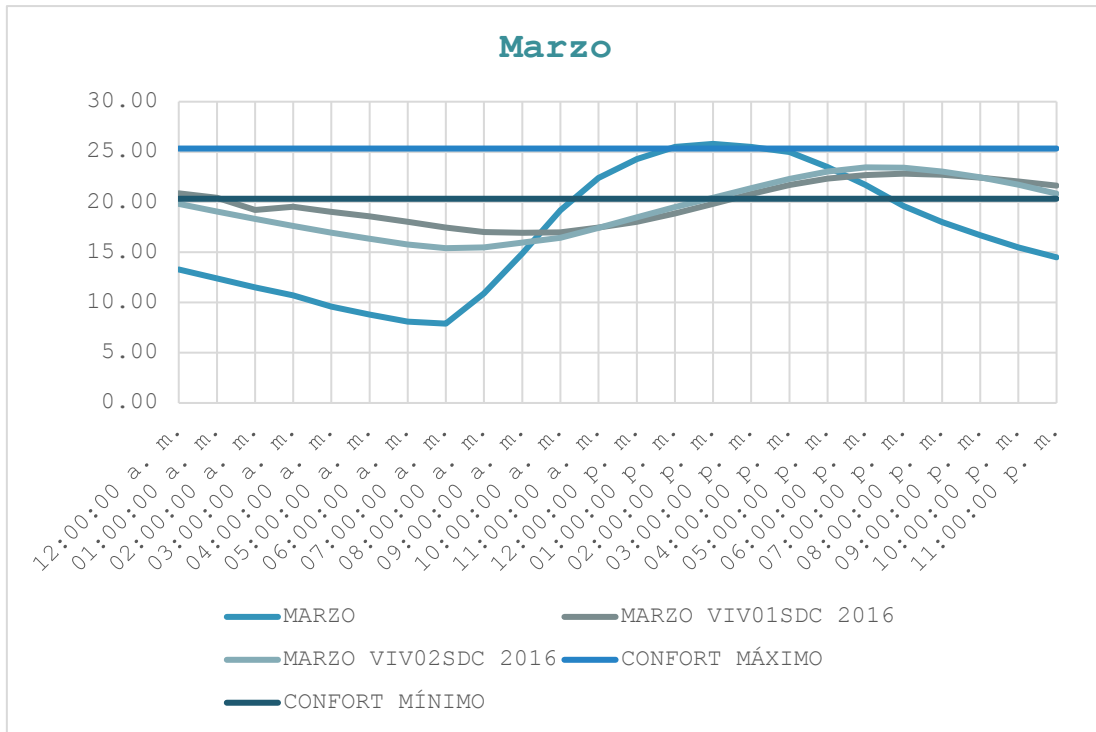
Gráfica 17. Registro de temperatura por hora correspondiente al mes de Enero.
Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la gráfica tenemos que para el mes de Enero, la VIV01SDC se encuentra fuera de la zona de confort a partir de la **1:00am hasta las 10:30 am**, lo cual indica que en este periodo de tiempo se requiere de calentamiento, mientras que en la VIV02SDC es a partir de la **1:00am hasta las 12:30pm**, esto nos indica que la temperatura que se presenta en ambas viviendas en esos periodos de tiempo se encuentran por debajo del límite de confort, por lo que se requiere calentamiento.



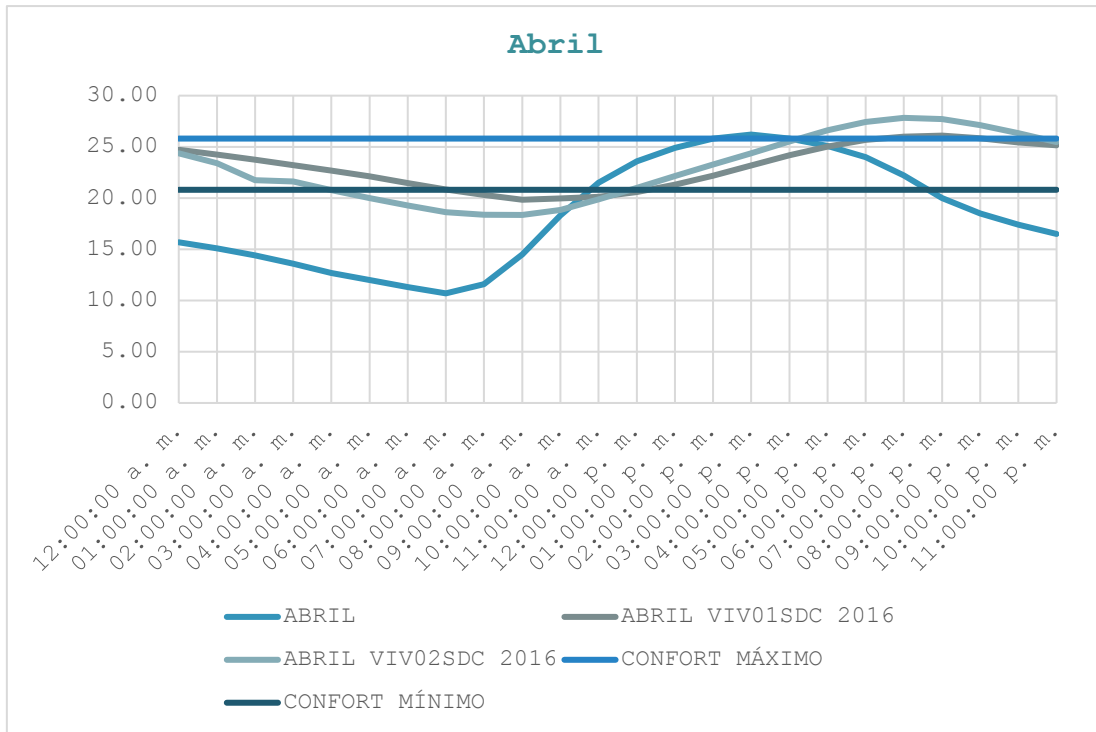
Gráfica 18. Registro de temperatura por hora correspondiente al mes de Febrero. Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la gráfica correspondiente al mes de Febrero, la VIV01SDC se encuentra fuera de la zona de confort dentro de un periodo comprendido de las **12:00am hasta las 3:30pm**, mientras que la VIV02SDC de las **12:00am hasta las 2:00pm**, esto nos indica que la temperatura que se presenta en ambas viviendas en esos periodos de tiempo se encuentran por debajo del límite de confort, por lo que se requiere calentamiento.



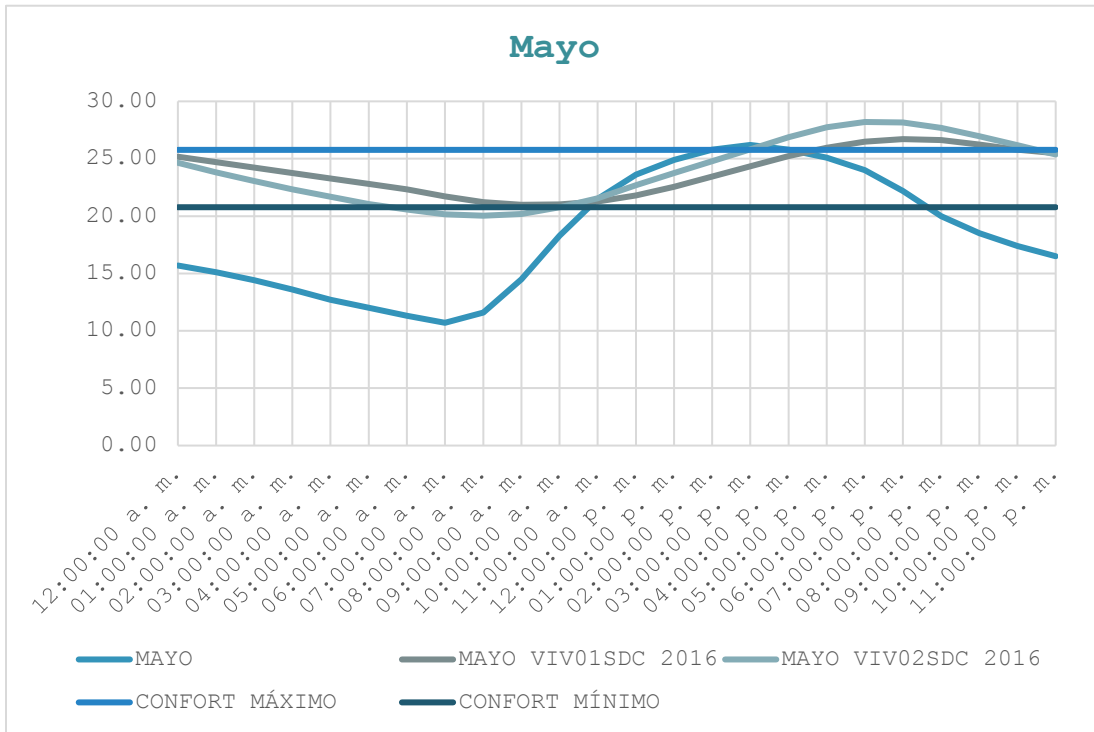
Gráfica 19. Registro de temperatura por hora correspondiente al mes de Marzo.
Fuente: Elaboración propia.

Como se muestra en la gráfica correspondiente al mes de Marzo, la VIV01SDC se encuentra fuera de la zona de confort en un periodo comprendido de la **1:00am hasta las 2:30pm**, mientras que la VIV02SDC a partir de las **12:00am hasta las 2:00pm**, esto nos indica que la temperatura que se presenta en ambas viviendas en esos periodos de tiempo se encuentran por debajo del límite de confort, por lo que se requiere calentamiento.



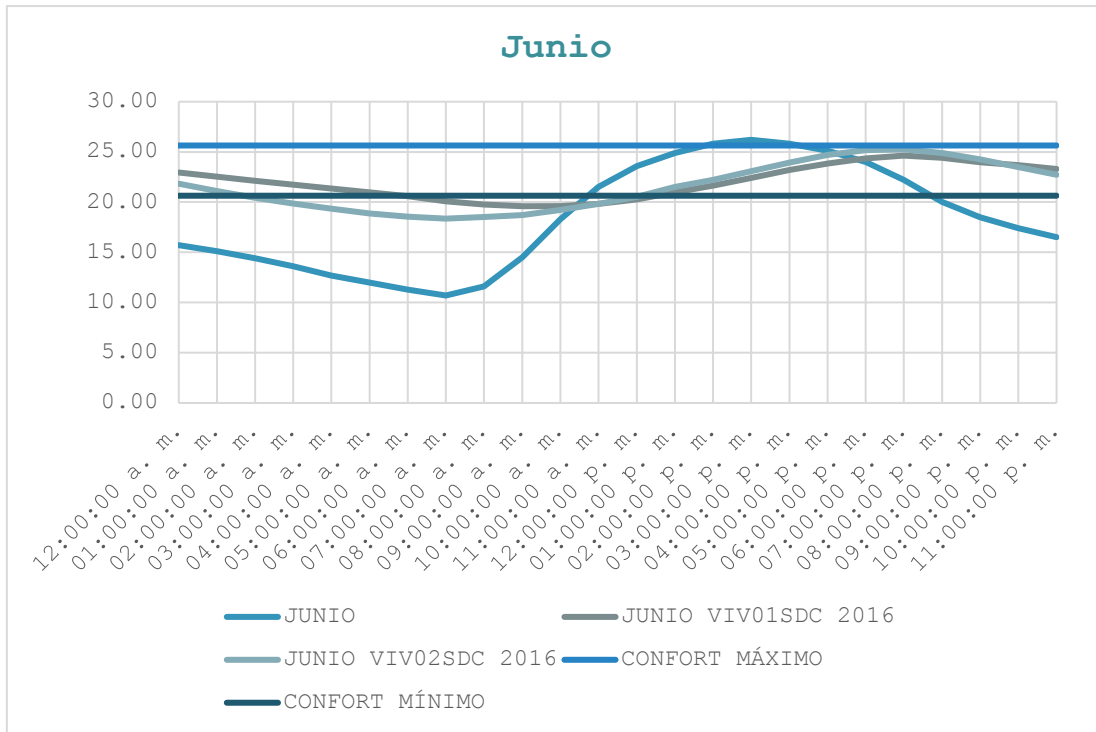
Gráfica 20. Registro de temperatura por hora correspondiente al mes de Abril.
Fuente: Elaboración propia.

Como se muestra en la gráfica correspondiente al mes de Abril, la VIV01SDC se encuentra fuera de la zona de confort en un periodo comprendido de la **7:30am hasta las 12:30pm**, el cual está por debajo del límite de confort indicando que se requiere calentamiento en este periodo de tiempo y de las **6:30pm hasta las 9:00pm**, está un poco arriba del límite de confort indicando que se requiere enfriamiento pero realmente no presenta un gran problema, mientras que la VIV02SDC a partir de las **4:00am hasta las 12:00pm** se encuentra por debajo del límite de confort indicando que se requiere de calentamiento y de las **4:30pm hasta las 10:30 pm** como se puede observar se encuentra arriba del límite de confort indicando que se requiere enfriamiento, mostrándose en este caso de la vivienda que el aumento de la temperatura es mucho mayor comparado con el de la otra vivienda.



Gráfica 21. Registro de temperatura por hora correspondiente al mes de Mayo.
Fuente: Elaboración propia.

Como se muestra en la gráfica correspondiente al mes de Mayo, la VIV01SDC se encuentra fuera de la zona de confort en un periodo comprendido de las **5:00pm hasta las 10:00pm** el cual se encuentra por encima del límite de confort indicando que se requiere de enfriamiento para este periodo de tiempo, mientras que la VIV02SDC a partir de las **5:30am hasta las 10:00am** se encuentra por debajo del límite de confort indicando que se requiere de calentamiento, pero el cual no es muy necesario debido a que se encuentra como un grado por debajo del límite y de las **3:00pm hasta las 10:30 pm** se encuentra por encima del límite de confort indicando que para este periodo de tiempo se requiere enfriamiento.



Gráfica 22. Registro de temperatura por hora correspondiente al mes de Junio.
Fuente: Elaboración propia.

Como se muestra en la gráfica correspondiente al mes de Junio, la VIV01SDC se encuentra fuera de la zona de confort en un periodo comprendido de las **6:00am hasta las 12:30pm**, mientras que la VIV02SDC a partir de la **1:30am hasta las 12:00pm** y como se puede observar ambas viviendas se encuentran por debajo del límite de confort indicando que en estos periodos de tiempo se requiere de calentamiento.

Conclusión

Dentro del presente capítulo se encuentra el análisis realizado de la información obtenida de los equipos de medición de condiciones interiores: Illuminance UV Recorder instalados en las viviendas seleccionadas para el estudio.

Además, se incluye el análisis generado por el programa ECOTECH, que nos indica las **características climatológicas** externas de la zona.

La comparativa térmica de las condiciones internas y externas dan como resultado que las viviendas se encuentren fuera de la **zona de confort**, establecida mediante la fórmula de Auliciems.

La realización de la propuesta se va enfocar en el análisis del mes más problemático para el caso del periodo de Invierno y a su vez del de Primavera, dando como resultado que para el periodo de **Invierno** se enfoque en la gráfica 16 que corresponde al mes de **Diciembre** que es el mes más frío de acuerdo a los registros obtenidos, en los cuales se puede apreciar que se requiere de calentamiento, mientras que para **Primavera** se va realizar el enfoque en la gráfica 21 correspondiente al mes de **Mayo** el cual representa el mes más caluroso de acuerdo a las lecturas registradas y que determina que se requiere de enfriamiento para encontrarse dentro de los límites de confort.

Por lo que se requiere implementar **técnicas de acondicionamiento natural-ambiental** que permitan la **ganancia de calor** y así los horarios en los que se encuentran fuera de la zona de confort las viviendas entren dentro de los límites.

Capítulo 5: Propuesta

"Casa es donde se vive, un plástico bajo el que vive una familia. Los arquitectos lo usan para describir un edificio y eso ha distorsionado lo que es una vivienda. Lo que hay que hacer es tomar ese lugar al que da sentido una familia y tratar de ver con ellos cómo mejorarlo. De ahí arrancamos. Partimos del hecho humano, del grupo. A esos es a los que hay que apoyar para que lleguen a tener una vivienda mejor."

- Joan MacDonald

Dadas las condiciones de precariedad de esta vivienda-fábrica, ubicada en la localidad de San Diego Cuachayotla, misma que presenta algunos problemas como lo son el diseño, ya que el interior de la vivienda no cumple con las condiciones de confort y funcionamiento óptimas, la pérdida de temperatura en el interior ya que es un lugar muy oscuro y frío, asimismo presenta poca iluminación.

Además, debido a que los habitantes se dedican a la producción de ladrillo artesanal, se encuentra situado del lado izquierdo de la vivienda un muro de éstos apilados, los cuales actúan como una barrera que impide el paso de la luz solar hacia el interior de la vivienda en el área del vestíbulo y escaleras.

Considerando los problemas antes planteados y las necesidades de los usuarios que se presentan así como el aspecto económico de los mismos se plantea una vivienda progresiva.

La vivienda elegida para la realización de propuesta de mejora empleando las técnicas de acondicionamiento natural-ambiental, luego de ser estudiada y analizada por medio del programa ECOTECT, nos muestra que no cuenta con las condiciones suficientes para lograr un estado de confort óptimo.

Como solución a los problemas que se presentan se hará una propuesta que provea al interior de la vivienda ganancia solar, la cual se logrará por medio de sistemas de calentamiento solar pasivo y efectos de masa térmica.

Aunado a lo anterior, se realizó la propuesta de ampliación a una planta alta misma que permitirá la creación de nuevas habitaciones satisfaciendo las necesidades espaciales y de confort de los habitantes.

5.1 Ubicación de la casa habitación en estudio

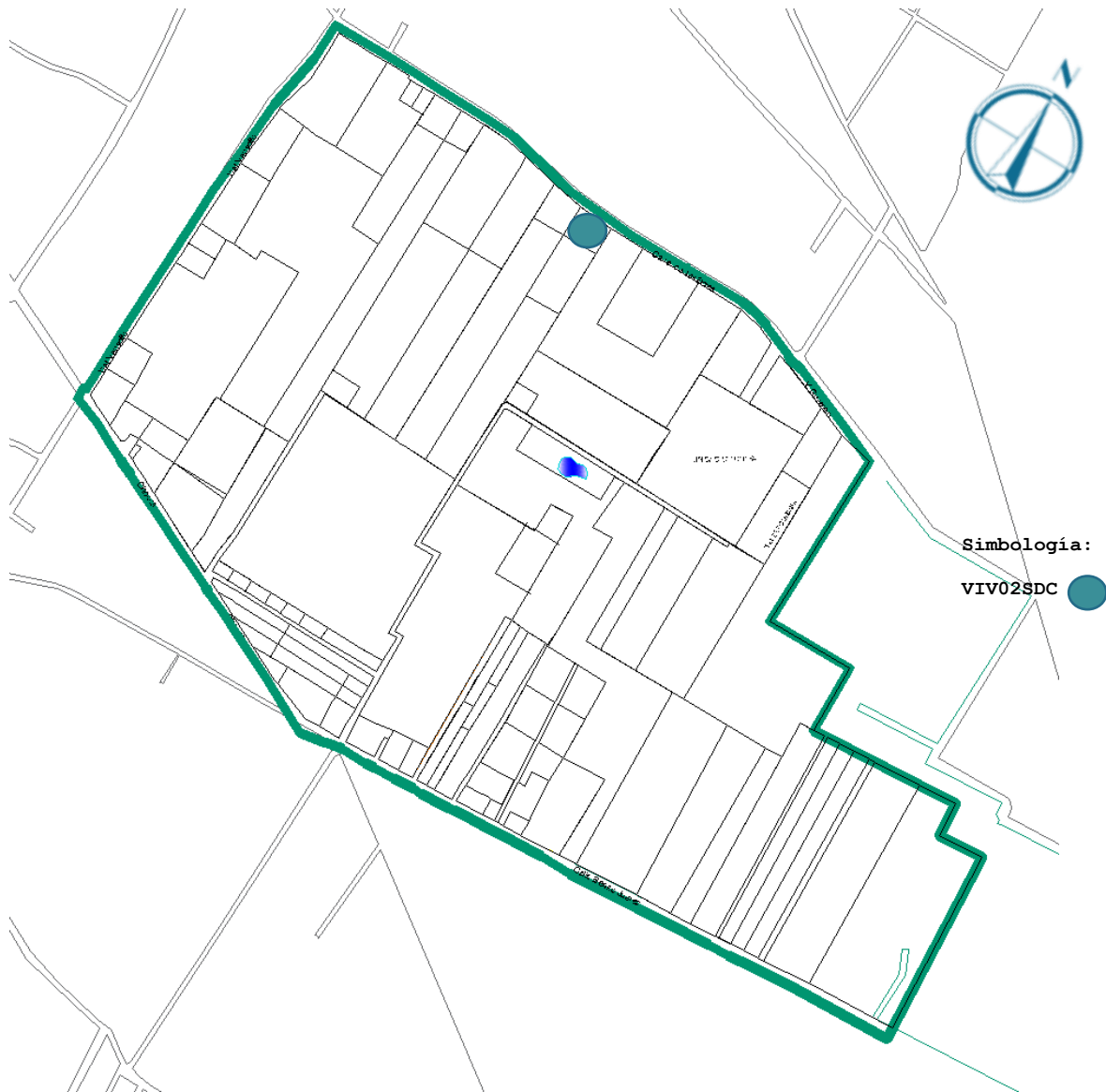


Figura 41. Ubicación de vivienda. Fuente: Elaboración propia.

5.1.1 Familia

Integrantes de la familia de la vivienda-fábrica de estudio ubicada en la calle Las Flores, en la localidad de San Diego Cuachayotla, San Pedro Cholula, Puebla.

Análisis Familiar				
Características	Género	Edad	Nivel Educativo	Color de piel
Usuario 1	Hombre	44		Morena
Usuario 2	Mujer	42		Morena
Usuario 3	Mujer	25	Licenciatura	Morena
Usuario 4	Hombre	23	Licenciatura	Morena
Usuario 5	Mujer	20	Licenciatura	Morena
Usuario 6	Mujer	17	Bachiller	Morena
Usuario 7	Hombre	8 meses	Ninguno	Morena

Tabla 23. Análisis familiar. Fuente: Elaboración propia.

5.1.2 Datos de la edificación de Estudio

Esta vivienda-fábrica tiene 64.48m² de construcción y está ubicada en la calle Las Flores, en la localidad de San Diego Cuachayotla, San Pedro Cholula, Puebla; consta de un solo nivel que está conformado por: un vestíbulo, sala-comedor, 1 y ½ baños, 2 recámaras, patio de servicio y frontal.

Sus orientaciones principales son: el vestíbulo, sala-comedor y las escaleras están orientadas hacia el norte por lo que la recepción de calor es casi nula, se percibe frío y oscuridad en estos espacios; las dos recámaras están ubicadas hacia el sur, pero cuentan con muros en la parte de atrás que conforman un establo que impide el asoleamiento adecuado, la recámara principal que se conecta al patio de servicio es el único lugar que se percibe con el confort adecuado.

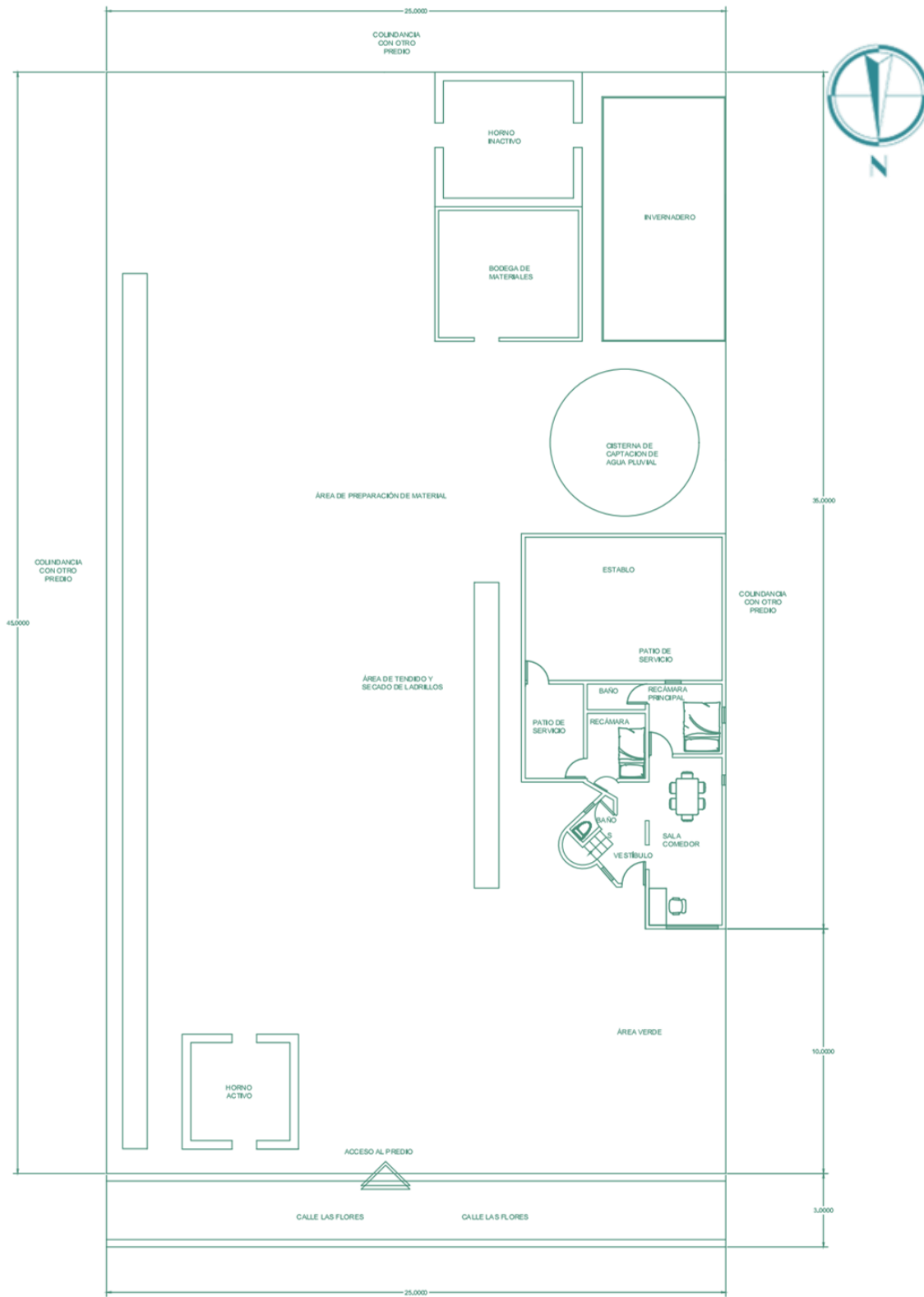


Figura 42. Áreas ubicadas dentro de los límites del predio. Fuente: Elaboración propia.

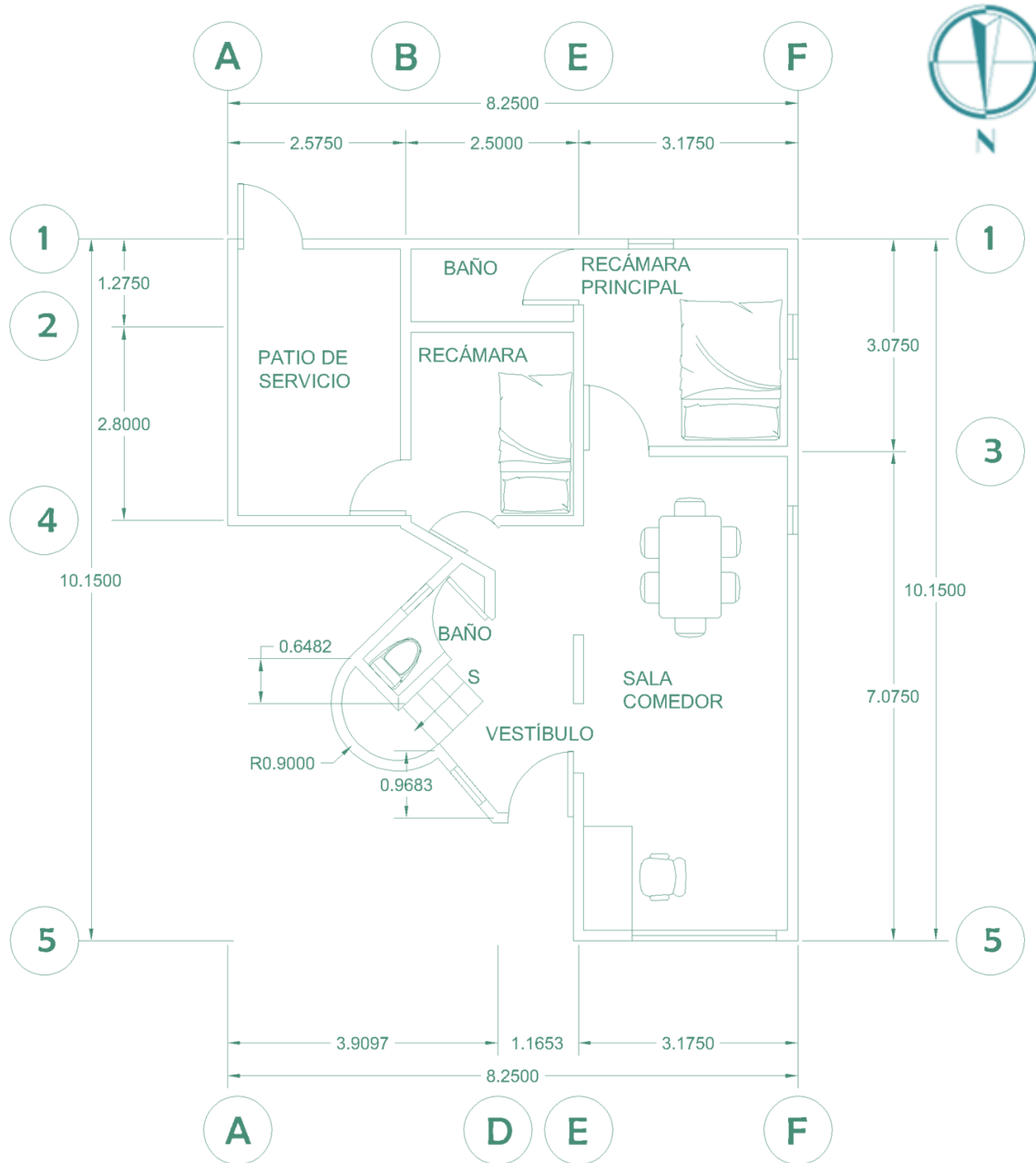


Figura 43. Planta arquitectónica de la vivienda. Fuente: Elaboración propia.

5.1.3 Propuesta de mejora

5.1.3.1 Planta baja

En la planta baja se realizó la modificación de los baños existentes para la conformación de un baño completo (regadera, WC y lavabo) dentro de la recámara principal con la apertura de una ventana orientada al Este para su ventilación; y un medio baño (WC y lavabo) debajo de las escaleras. Recordando que en la vivienda actualmente sólo cuentan con un medio baño que tiene únicamente el WC y el otro sólo con la regadera dentro de la recámara principal.

Se acondicionó la recámara principal con el mobiliario adecuado y necesario para proporcionar comodidad a los usuarios además de mejorar su funcionamiento, se amplió la abertura de la ventana la cual permitirá la absorción de la luz solar durante todo el día gracias a su orientación hacia el Sur, de esta forma el calor captado se liberará paulatinamente durante la noche evitando así las bajas temperaturas que aquejan el espacio.

El área destinada a la cocina, que en la vivienda se utiliza como recámara, se mantiene en las mismas dimensiones y se propone la ocupación del espacio con el equipo básico: estufa, tarja y refrigerador para su correcto funcionamiento. Se plantea la abertura de una ventana orientada al Este con vista al patio de servicio para permitir la ventilación e iluminación óptimas para su función: preparación de alimentos.

En la sala comedor, se propone la ampliación de las diminutas ventanas existentes a sólo una con mayores dimensiones que permita que después de las 17:00 horas se ilumine y absorba el calor producido por el atardecer, dando a toda esa área un ligero aumento de temperatura que en el mes más frío ayudará a tener la sensación térmica adecuada.

Además de las modificaciones antes mencionadas, se hace la propuesta del recubrimiento de los muros de ladrillo con un mortero de cemento de 2 cm de espesor que permita conducir y liberar de forma gradual el calor que se acumula en ellos hacia el interior de la vivienda.

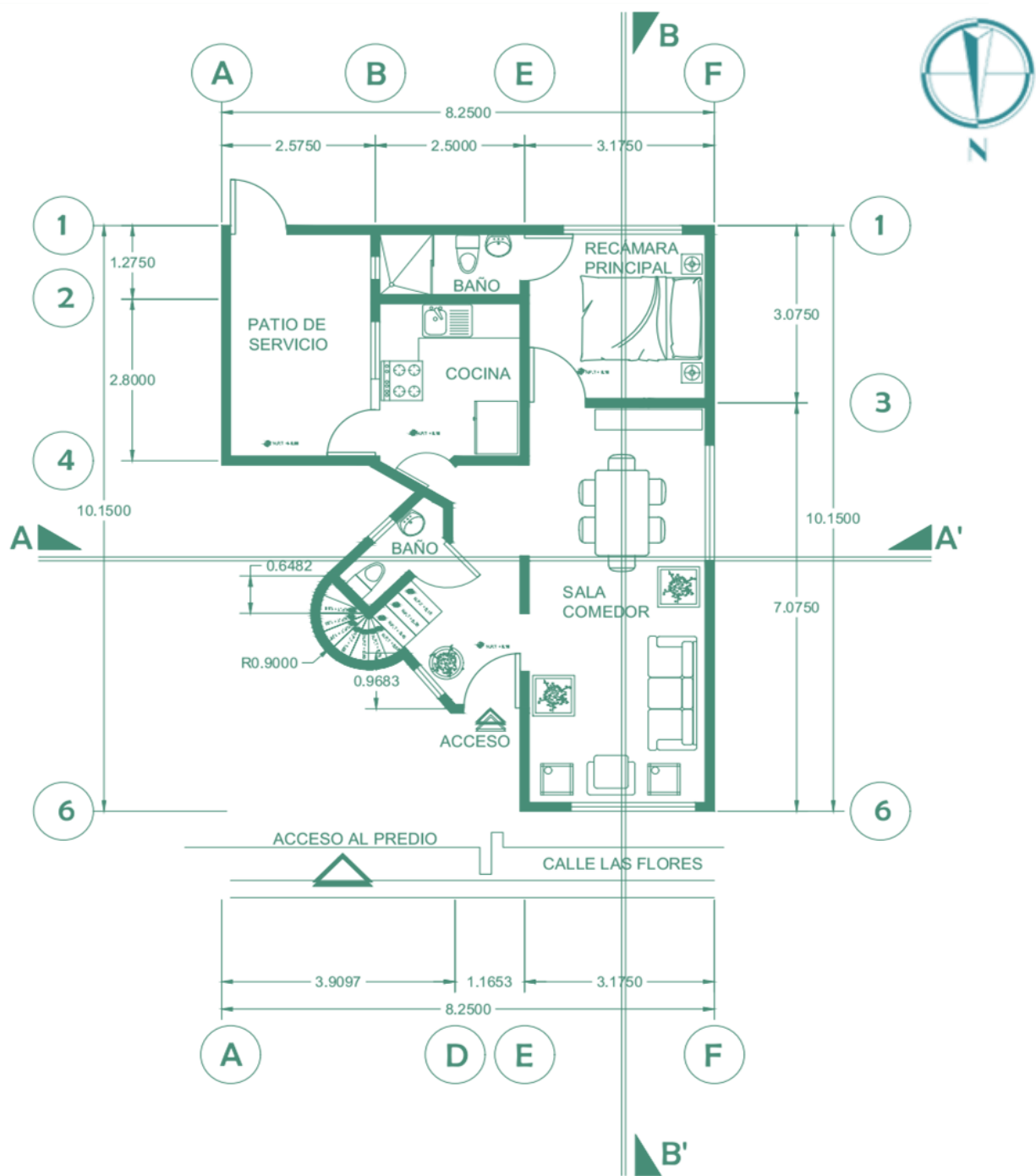


Figura 44. Propuesta planta baja de la vivienda. Fuente: Elaboración propia.

5.1.3.2 Planta alta

En la propuesta de mejora de la planta alta se añaden dos recámaras que se encuentran ubicadas sobre la recámara principal y la cocina de la planta baja. Se corrieron las instalaciones del baño de la recamara principal para proporcionar un baño completo más a la vivienda. La recámara localizada sobre la principal de la planta baja mantiene las mismas dimensiones y condiciones, se conserva la misma apertura de la ventana, la misma adaptación del baño completo y la propuesta de mobiliario.

Por otro lado, a la recámara ubicada sobre la cocina se le realizó la apertura de una ventana orientada al Este obteniendo el calor producido durante la mañana; y la propuesta de mobiliario básico ya que el espacio es reducido pero funcional.

Se implementó un espacio destinado a una sala de televisión que cuenta con una apertura del lado Oeste, lo que permite un área con iluminación y temperatura cálida para mantener un ambiente de confort en el atardecer. Además, este espacio tiene una conexión directa con la terraza propuesta ubicada en el lado Norte de la vivienda; lo que le brindará mayor iluminación indirecta así como la opción de que los habitantes puedan controlar la ventilación de acuerdo a las sensaciones térmicas que se perciban; también este espacio está pensado para ser un lugar que propicie el confort visual y condiciones de relajación para los usuarios, eliminando la sensación de oscuridad y encierro que se percibe actualmente.

En este nivel se ubicó el espacio destinado para el estudio, se propone colocar un escritorio orientado al Norte de la vivienda para uso de los habitantes que actualmente se encuentran en la universidad. Este espacio se encuentra frente a una abertura que permite la correcta iluminación indirecta, además de marcar la separación entre el vestíbulo subiendo la escalera y la sala de televisión.

El proponer la ampliación de una planta alta, además de ayudar a la creación de espacios para satisfacer los requerimientos de la familia, ayuda a eliminar el hueco existente en la escalera que se encuentra cubierto con una lámina de asbesto la cual está generando la entrada de aire bajando la temperatura del interior de la vivienda volviéndola fría durante las noches y la mañana.

La creación de tantas aperturas en la vivienda, tanto en la planta baja como la planta alta ayuda a la absorción de calor durante el día y su liberación durante la noche. Además, así se le permite al usuario poder regular a su percepción la temperatura según sus necesidades, ya que actualmente no tienen control sobre sus ventanas porque se encuentran selladas y son muy pequeñas.

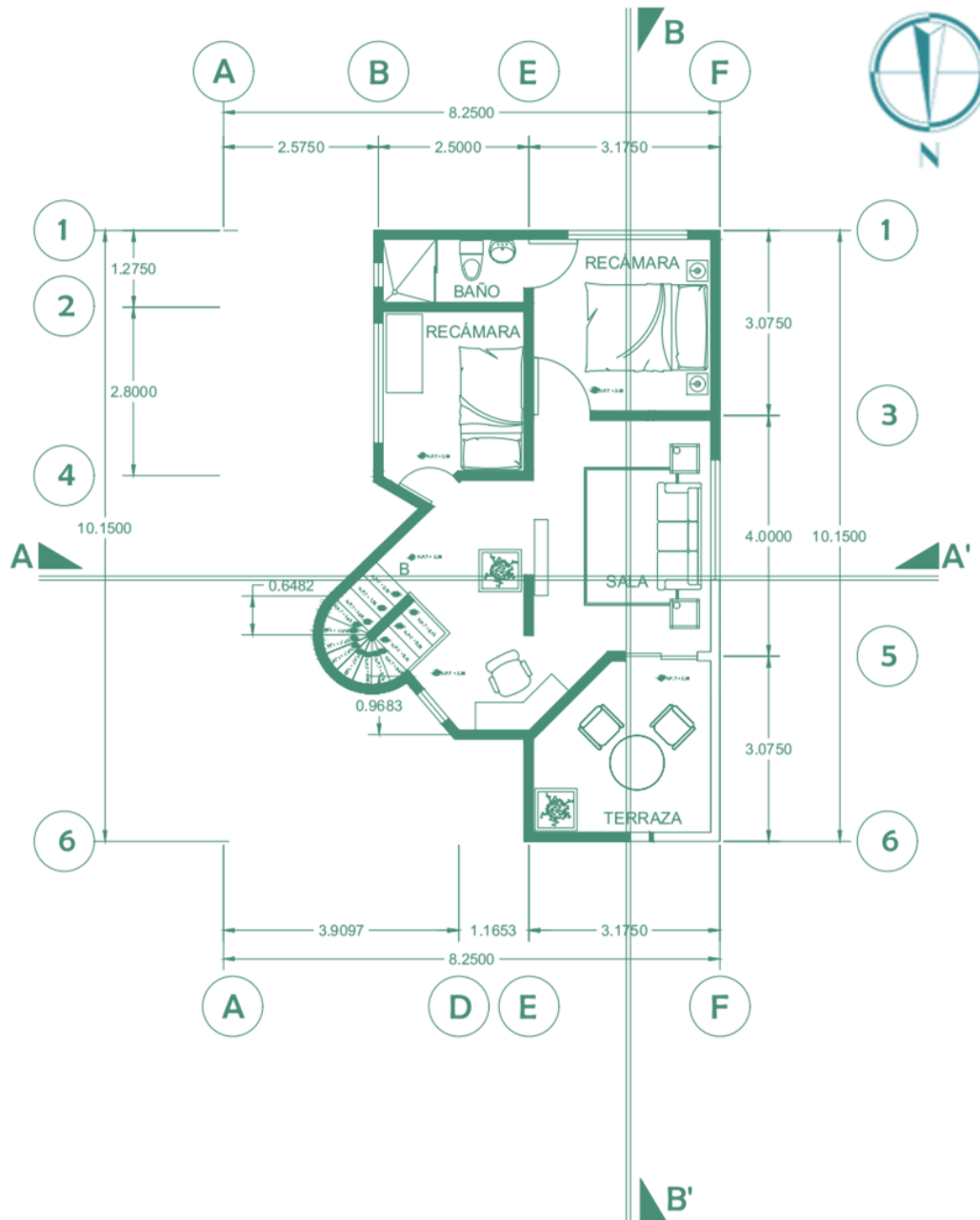


Figura 45. Propuesta planta alta de la vivienda. Fuente: Elaboración propia.

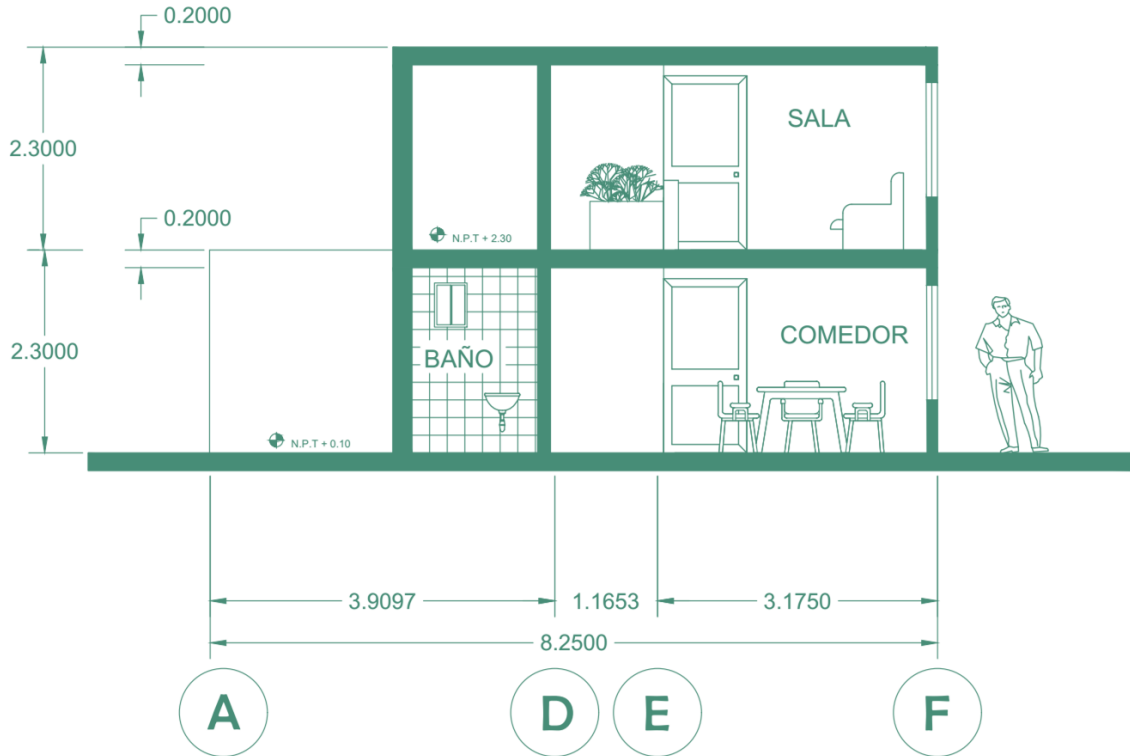


Figura 46. Corte transversal A-A'. Fuente: Elaboración propia.

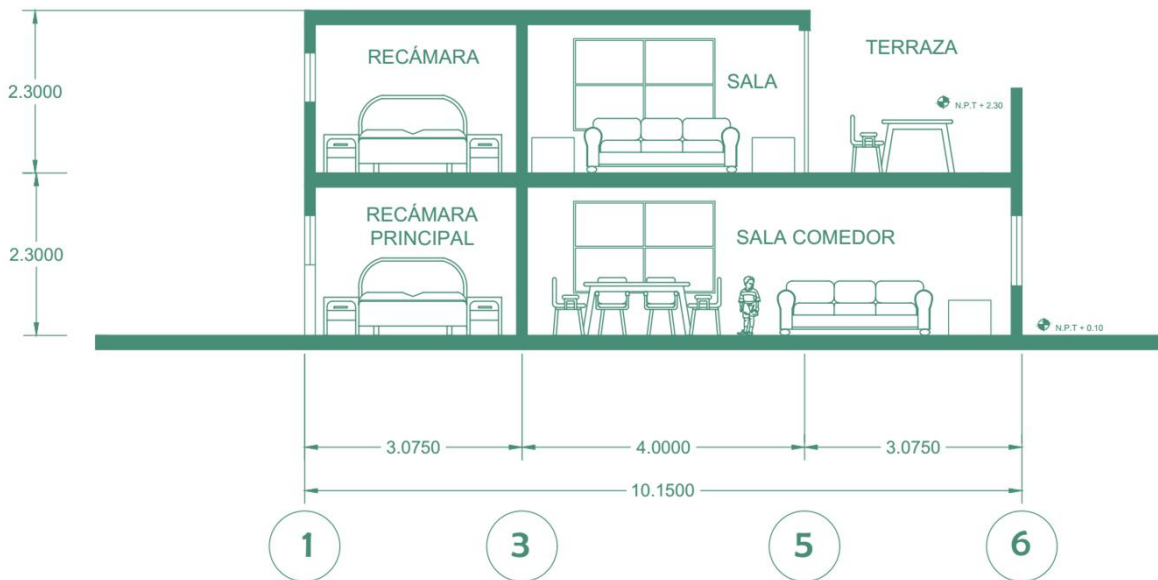


Figura 47. Corte longitudinal B-B'. Fuente: Elaboración propia.

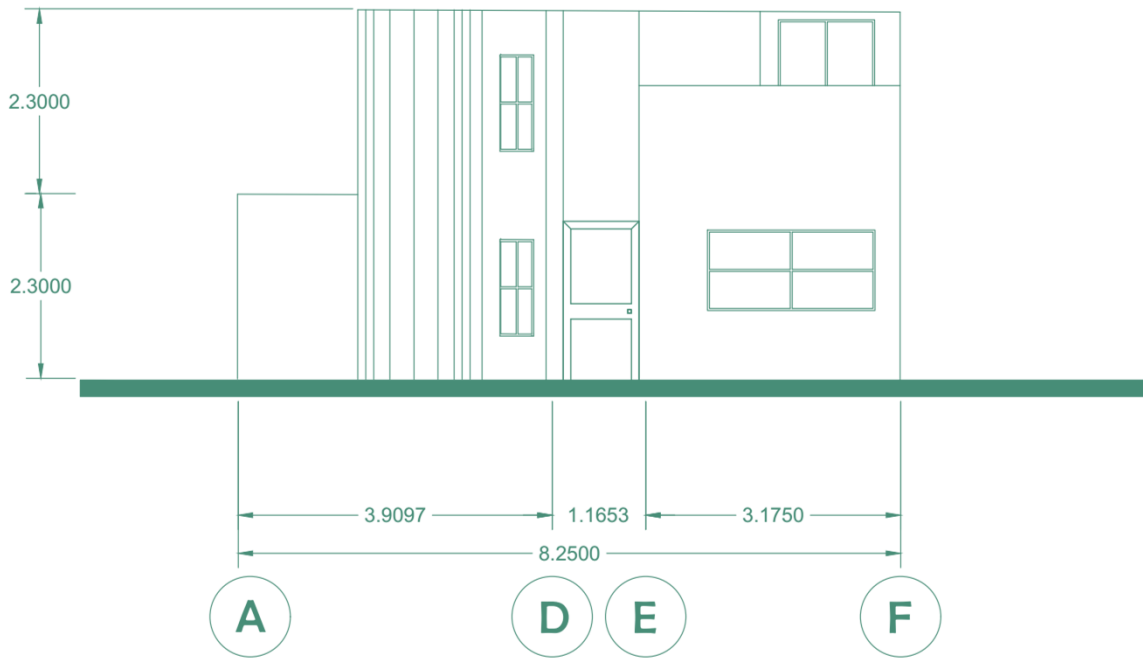


Figura 48. Fachada principal. Fuente: Elaboración propia.

Conclusión final

A lo largo del presente trabajo realizado y basándonos en la información obtenida de diversas fuentes consultadas con el propósito de sustentar el mismo, a través del análisis de teorías de diversos autores, investigaciones y antecedentes, apoyándonos en los resultados obtenidos de la aplicación de estos, se elaboró la parte de la propuesta de las técnicas de acondicionamiento natural-ambiental que se implementaron en la esta propuesta de mejora para la vivienda seleccionada.

Además se toma en cuenta el marco normativo y legal, encontrándose que no existe un reglamento o código nacional que provea prescripciones para el desarrollo de edificación sustentable, pero existen ciertas leyes y normas mexicanas para la protección del desarrollo ambiental dando como beneficio el bienestar del hábitat y la salud, como lo fueron la **Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla**, siguiendo los apéndices establecidos en el artículo 30, también en las normas: **NMX-C-460-0NNCCE-2009 y la NOM 020**.

Para el desarrollo de la propuesta se tomaron como referencias los meses del año más problemáticos, **Diciembre** el mes más frío para el periodo de **Invierno**, y **Mayo** el mes más caluroso para el periodo de **Primavera**, gracias a esto el análisis se realizó con base en las condiciones más extremas, logrando de esta forma situar la vivienda dentro de los límites de confort establecidos.

Tomando en cuenta todo lo anterior es como se pudo hacer la propuesta donde se implementan las **técnicas de acondicionamiento natural-ambiental** que permitieron dar solución a los problemas de la vivienda y las necesidades de los usuarios, a través de la **ganancia de calor**.