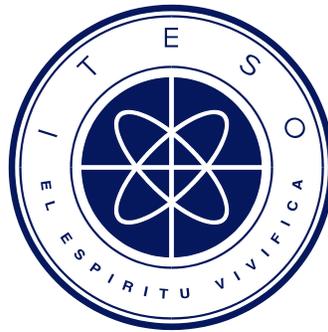


INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE

Reconocimiento de validez oficial de estudios de nivel superior según acuerdo secretarial 15018,
publicado en el Diario Oficial de la Federación el 29 de noviembre de 1976.

Departamento del Hábitat y Desarrollo Urbano

MAESTRÍA EN PROYECTOS Y EDIFICACIÓN SUSTENTABLES



ADECUACIÓN BIOCLIMÁTICA Y EFICIENCIA HÍDRICA SUSTENTABLE PARA EDIFICIOS DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR, EN TEPIC, NAYARIT.

Trabajo recepcional que para obtener el grado de

MAESTRA EN PROYECTOS Y EDIFICACIÓN SUSTENTABLES

Presenta: Arq. Danyra Esmeralda Cayeros Robles

Tutor: Mtro. Francisco Álvarez Partida

San Pedro Tlaquepaque, Jalisco. Mayo 2016.

Agradecimientos

Primeramente, doy gracias a Dios por permitirme cumplir un sueño realidad y por ser el motor de mi vida. A mis padres por darme la vida, su amor y por forjarme a crecer en un hogar de valores; y a mi hermano por su cariño. A mi amor, por su comprensión, espera y por creer siempre en mí. A mis amigos por su lealtad, incluyendo al Ing. Adán Márquez por su apoyo y consejos, a mis profesores y a mi tutor por todos sus conocimientos. Al ITESO y al CONACYT por aceptarme y abrirme sus puertas. Gracias a la vida.

ÍNDICE DEL CONTENIDO

Resumen	1
1. PLANTEAMIENTO DEL TEMA	2
1.1 Delimitación del objeto de desarrollo e innovación	2
1.2 Descripción de la situación-problema.....	7
1.3 Importancia del proyecto	9
2. MARCO CONTEXTUAL	11
2.1 Antecedentes empíricos del tema	11
2.2 Referencias conceptuales del tema.....	23
3. DISEÑO METODOLÓGICO	32
3.1 Pregunta generadora	32
3.2 Hipótesis	32
3.3 Objetivos	32
3.4 Postura epistémica	34
3.5 Elección metodológica	34
3.6 Selección de técnicas y diseño de instrumentos	42
4. ADECUACIÓN BIOCLIMÁTICA. ANÁLISIS, DESARROLLO DE LA PROPUESTA Y RESULTADOS	47
4.1 Síntesis interpretativa de los datos analizados	47
4.1.1 ANÁLISIS DEL SITIO Y DEL ENTORNO	47
Localización geográfica	47
Medio natural	48

Medio artificial	48
El medio socio-cultural	50
4.1.2 CLIMATOLOGÍA DE LA CIUDAD DE TEPIC	52
Meso clima	52
Agrupación bioclimática.....	54
Síntesis climática mensual	65
Análisis geometría solar	73
4.1.3 ANÁLISIS BIOCLIMÁTICO	80
Análisis mensual y anual.....	80
Caracterización climática mensual	98
Caracterización climática anual	102
Estrategias de climatización	104
Comparación de Especificaciones de Diseño para Bioclima templado-húmedo: Código de Edificación de Vivienda <i>versus</i> Análisis Bioclimático de Tepic	106
Mejor orientación para fachadas en Tepic, Nayarit.....	110
4.1.4 ANÁLISIS DEL USUARIO	111
4.2 Diagnóstico del edificio y diseño aplicativo de la solución.....	115
4.2.1 ANÁLISIS DEL EDIFICIO	115
Estado de conservación de la vivienda.....	115
Distribución de la vivienda.....	115
Materiales y sistemas constructivos	119
ADECUACIÓN BIOCLIMÁTICA Y EFICIENCIA HÍDRICA SUSTENTABLE PARA EDIFICIOS DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR, EN TEPIC NAYARIT	

4.2.2 DIAGNÓSTICO Y SOLUCIÓN: COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE LA VIVIENDA.....	120
Monitoreo de viviendas.....	121
Comportamiento térmico de la envolvente.....	128
Diseño aplicativo de la solución: Aislamientos térmicos	149
4.2.3 DIAGNÓSTICO Y SOLUCIÓN: CONTROL SOLAR	165
Diagnóstico de asoleamiento.....	165
Diseño aplicativo de la solución: protección y captación solar	173
4.2.4 DIAGNÓSTICO Y SOLUCIÓN: VENTILACIÓN	180
Diagnóstico de ventilación y diseño aplicativo de la solución.	180
4.3 Factibilidad y validación	190
4.3.1 EVALUACIÓN DE SUSTENTABILIDAD	190
Diseño metodológico.....	191
4.3.2 ESCENARIOS.....	212
Comportamiento térmico de la envolvente con escenarios futuros en vivienda multifamiliar	213
4.4 Conclusiones parciales: Adecuaciones bioclimáticas	219
5. PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO PARA LOGRAR LA EFICIENCIA HÍDRICA	223
5.1 Introducción	223
5.2 Estudio de caso	223

5.3 Objetivos	224
5.4 Desarrollo metodológico.....	225
5.4.1 CALIDAD	225
Calidad del agua	225
Redes de distribución y alcantarillado	225
5.4.2 CANTIDAD.....	229
Abastecimiento y datos de proyecto	229
Monitoreo del consumo real de agua en la vivienda	232
Propuesta de dispositivos ahorradores de agua	235
5.4.3 PRESIÓN	237
5.4.4 SERVICIO CONTINUO.....	239
5.5 Resultados	240
5.5.1 CALIDAD	240
5.5.2 CANTIDAD.....	240
5.5.3 PRESIÓN	241
5.5.4 SERVICIO CONTINUO.....	244
5.6 Conclusiones y recomendaciones parciales: Eficiencia hídrica sustentable ...	245
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES.....	249
7. ANEXOS	254
7.1 Anexos A – Formato de técnicas e instrumentos.....	254
7.1.1 OBSERVACIÓN DIRECTA	254
7.1.2 ENCUESTA.....	255
7.1.3 ENTREVISTA.....	258

7.1.4 DINÁMICA PARTICIPATIVA	265
8. FUENTES CONSULTADAS	266
8.1 Referencias hemero-bibliográficas.....	266
8.2 Referencias telemáticas	271

INDICE DE ESQUEMAS, MAPAS, TABLAS, GRÁFICAS, IMÁGENES Y PLANOS

Esquemas

Esquema 00. Metodología para Adecuaciones Bioclimáticas Sustentables.....	35
Esquema 01. Planteamiento Metodológico para lograr Eficiencia Hídrica Sustentable.....	39
Esquema 02. Agrupación climática.	55
Esquema 03. Contenido Metodología SAT.....	190
Esquema 04. Gastos de diseño comparado con gastos de pozos de extracción.....	240
Esquema 05. Ahorro de agua con dispositivos ahorradores.....	247
Esquema 06. Eficiencia hídrica sustentable.	248

Mapas

Mapa 00. Ubicación macro y micro zona de estudio.	47
Mapa 01. Corrientes y cuerpos de agua en Tepic.....	48
Mapa 02. Topografía de la zona de estudio.....	49
Mapa 03. Ubicación de parques y plazas de zona de estudio.....	50
Mapa 04. Clasificación climática de Tepic, según Köopen García.....	52

Tablas

Tabla 00. Población zona de estudio.....	51
--	----

Tabla 01. Clasificación del clima según el sistema modificado Köppen- García.....	53
Tabla 02. Temperaturas periodo 1951-2010 de Tepic, Nayarit.....	56
Tabla 03. Humedad, periodo 1951-2010 de Tepic, Nayarit.....	58
Tabla 04. Precipitación, periodo 1951-2010 de Tepic, Nayarit.....	59
Tabla 05. Radiación e insolación Tepic, Nayarit.....	61
Tabla 06. Radiación solar total (RSg) horaria.....	63
Tabla 07. Radiación directa (RSb) horarias.....	64
Tabla 08. Temperaturas horarias anuales de la Ciudad de Tepic, Nayarit.....	73
Tabla 09. Humedades relativas horarias anuales de la Ciudad de Tepic, Nayarit.....	76
Tabla 09.1 Parámetros e indicadores de Mahoney.....	84
Tabla 10. Recomendaciones de Mahoney.	85
Tabla 11. Porcentaje de estrategias de diseño de Carta Bioclimática.....	88
Tabla 12. Parámetros de confort en la ciudad de Tepic.....	90
Tabla 13. Estrategias de diseño Carta Bioclimática.....	90
Tabla 14. Estrategias de diseño Carta Psicométrica.....	94
Tabla 15. Ciclos estacionales.....	103
Tabla 16. Matriz de climatización.....	105
Tabla 17. Especificaciones CEV y comparativa con análisis bioclimático.	106
Tabla 18. Materiales y sistema constructivo.....	119
Tabla 19. Porciones de la envolvente.....	129
Tabla 20. Propuesta 1 protección solar.....	177
Tabla 21. Propuesta 2 protección solar.....	178
Tabla 22. Propuesta 3 protección solar.....	179
Tabla 23. Propuesta de ventana cocina.....	182
Tabla 24. Propuesta de ventana de recámara 1.....	183
Tabla 25. Propuesta de ventana de recámara principal y alcoba.....	185
Tabla 26. Propuesta de ventana sala-comedor.....	186

Tabla 27. Velocidades del viento.....	187
Tabla 28. Sistemas constructivos de aislantes y su cumplimiento con leyes y normas...	193
Tabla 29. Ponderación criterio A-1.....	195
Tabla 30. Ponderación criterio A-2.....	196
Tabla 31. Ponderación criterio A-3.....	196
Tabla 32. Ponderación criterio A-4.....	197
Tabla 33. Ponderación criterio A-5.....	198
Tabla 34. Ponderación criterio S-1.....	198
Tabla 35. Tarifas CFE para vivienda.....	199
Tabla 36. Ponderación criterio S-2.....	199
Tabla 37. Ponderación criterio S-3.....	200
Tabla 38. Ponderación criterio S-4.....	201
Tabla 39. Ponderación criterio S-5.....	202
Tabla 40. Ponderación criterio E-1.....	203
Tabla 41. Ponderación criterio E-2.....	204
Tabla 42. Ponderación criterio E-3.....	204
Tabla 43. Ponderación criterio E-4.....	205
Tabla 44. Costo m2 de materiales aislantes.....	206
Tabla 45. Ponderación criterio E-5.....	206
Tabla 46. Evaluación de Nivel Operacional.....	207
Tabla 47. Temperatura equivalente.....	213
Tabla 48. Relación de clase socioeconómica y tipo de vivienda.....	230
Tabla 49. Consumo doméstico per cápita.	230
Tabla 50. Clasificación de climas por temperatura.	230
Tabla 51. Hábitos de consumo de agua.....	233
Tabla 52. Sistema DUAL para W.C.	236
Tabla 53. Mezcladora para fregadero.	236

Tabla 54. Regadera ecológica.	237
Tabla 55. Gastos y presiones de muebles.....	243
Tabla 56. Presión apropiada por nivel.....	244
Tabla 57. Tarifas por servicio doméstico.	245

Gráficas

Gráfica 00. Temperaturas y umbral de confort térmico.....	56
Gráfica 01. Oscilación Térmica anual de Tepic, Nayarit.....	57
Gráfica 02. Humedad relativa.....	58
Gráfica 03. Precipitación y evaporación.....	60
Gráfica 04. Radiación solar Tepic.....	61
Gráfica 05. Insolación anual Tepic.....	65
Gráfica 06. Días-Grado anual.....	66
Gráfica 07. Velocidad y frecuencia de viento en Tepic.....	68
Gráfica 08. Dirección del viento de los meses Enero-Junio de Tepic, Nayarit.....	69
Gráfica 09. Dirección del viento de los meses Julio-Diciembre de Tepic, Nayarit.....	71
Gráfica 10. Representación en gráfica de las temperaturas horarias de los meses Enero-Junio de la Ciudad de Tepic, Nayarit.....	73 y 165
Gráfica 11. Representación en gráfica de las temperaturas horarias de los meses Julio-Diciembre de la Ciudad de Tepic, Nayarit.....	75
Gráfica 12. Representación en gráfica de la humedad relativa horaria de los meses Enero-Junio de la Ciudad de Tepic, Nayarit.....	77 y 165
Gráfica 13. Representación en gráfica de la humedad relativa horaria de los meses Julio-Diciembre de la Ciudad de Tepic, Nayarit.....	78
Gráfica 14. Triángulos de Confort mensual para la Ciudad de Tepic, Nayarit.....	80
Gráfica 15. Estrategias bioclimáticas mensuales en relación con las condiciones de confort del triángulo de Evans para la Ciudad de Tepic, Nayarit.....	81
Gráfica 16. Datos anuales del índice ombrotérmico de la Ciudad de Tepic, Nayarit.....	83

Gráfica 17. Carta Bioclimática.....	86
Gráfica 18. Estrategias de diseño de Carta Bioclimática.....	89
Gráfica 19. Carta Psicométrica de Tepic.....	91
Gráfica 20. Estrategias de diseño de Carta Psicométrica.....	95
Gráfica 21. Diagrama de Fanger.....	96
Gráfica 22. Personas con vivienda propia.....	111
Gráfica 23. Habitantes por vivienda.....	111
Gráfica 24. Áreas con problemas de calor. Nor-oeste.....	112
Gráfica 25. Áreas con problemas de calor. Sur-este.....	112
Gráfica 26. Áreas más ventiladas. Nor-oeste.....	113
Gráfica 27. Áreas más ventiladas. Sur-este.....	113
Gráfica 28. Consumo eléctrico	113
Gráfica 29. Inversión anual.....	114
Gráfica 30. Edificio 1. Vivienda PB.....	122
Gráfica 31. Edificio 1. Vivienda 1N.....	123
Gráfica 32. Edificio 1. Vivienda 2N.....	124
Gráfica 33. Edificio 2. Vivienda PB.....	125
Gráfica 34. Edificio 2. Vivienda 1N.....	126
Gráfica 35. Edificio 2. Vivienda 2N.....	127
Gráfica 36. Ahorro energético de sistemas aislantes.....	164
Gráfica 37. Temperatura anual Tepic.....	166
Gráfica 38. Mascarilla de sombras.....	167
Gráfica 39. Ventana cocina.....	168
Gráfica 40. Ventana recámara 1.....	169
Gráfica 41. Ventana alcoba.....	170
Gráfica 42. Ventana recámara principal.....	171
Gráfica 43. Ventana sala-comedor.....	172

Gráfica 44. Ventana sala-comedor con mascarilla de sombras.....	174
Gráfica 45. Criterios ambientales.....	208
Gráfica 46. Criterios sociales.....	209
Gráfica 47. Criterios económicos.....	210
Gráfica 48. Evaluación sustentable de sistemas aislantes.....	211
Gráfica 49. Gasto de agua en relación con la temperatura.....	234
Gráfica 50 Registro de presión de agua en la vivienda.....	239
Gráfica 51. Gasto de agua real con dispositivos ahorradores en relación con la temperatura.....	247

Imágenes

Imagen 00. Mejor orientación para fachadas en Tepic.....	110
Imagen 01. Programa “Pintemos México”	115
Imagen 02. Modificación de vivienda.....	115
Imagen 03. Fachada principal edificio.....	116
Imagen 04. Corte longitudinal.....	118
Imagen 05. Corte transversal.....	118
Imagen 06. Fachada norte.....	129
Imagen 07. Fachada sur.....	129
Imagen 08. Fachada oeste.....	130
Imagen 09. Fachada este.....	130
Imagen 10. Techos.....	130
Imagen 11. Tipos de losas en la vivienda.....	147
Imagen 12. Detalle de losa de azotea inclinada.....	148
Imagen 13. Detalle de losa de azotea plana.	148
Imagen 14. Detalle de losa de azotea inclinada con Sistema Bio Reflection.....	150
Imagen 15. Detalle de losa de azotea plana con Sistema Bio Reflection.....	151

Imagen 16. Detalle de losa de azotea inclinada con Sistema de Celulosa.....	152
Imagen 17. Detalle de losa de azotea plana con Sistema de Celulosa.....	152
Imagen 18. Detalle de losa de azotea inclinada con Sistema de Lana de oveja.....	154
Imagen 19. Detalle de losa de azotea plana con Sistema de Lana de oveja.....	154
Imagen 20. Detalle de losa de azotea inclinada con Sistema de Lino.....	156
Imagen 21. Detalle de losa de azotea plana con Sistema de Lino.....	156
Imagen 22. Detalle de losa de azotea inclinada con Sistema Corcho.....	158
Imagen 23. Detalle de losa de azotea plana con Sistema de Corcho.....	158
Imagen 24. Detalle de losa de azotea inclinada con Sistema Lana mineral.....	160
Imagen 25. Detalle de losa de azotea plana con Sistema de Lana mineral.....	160
Imagen 26. Detalle de losa de azotea inclinada con Sistema de Poliestireno.....	162
Imagen 27. Detalle de losa de azotea plana con Sistema de Poliestireno.....	162
Imagen 28. Sistema constructivo aislamiento térmicos con plafón.....	163
Imagen 29. Ventilación Edificio INFONAVIT.....	180
Imagen 30. Estado actual de velocidad del viento en vivienda.....	188
Imagen 31. Propuesta de velocidad del viento en vivienda.....	188
Imagen 32. Estado actual dirección y velocidad del viento en vivienda.....	189
Imagen 33. Dirección y velocidad del viento en vivienda aplicando propuestas (puertas y ventanas abiertas.....	189
Imagen 34. Escenarios futuros en Nayarit.....	212
Imagen 35. Conjunto habitacional IFONAVIT “Los Fresnos”.....	224
Imagen 36. Ubicación de vivienda seleccionada para realizar monitoreo.....	233
Imagen 37. Medidor instalado.	234
Imagen 38. Registro de presión de red municipal.....	238
Imagen 39. Altura total del edificio.....	242

Planos

Plano 00. Planta arquitectónica del edificio.....116

Plano 01. Planta arquitectónica de la vivienda o departamento.117

Plano 02. Ubicación de edificios monitoreados.120

Plano 03. Ubicación de datalogger en viviendas.121

Plano 04. Ubicación de ventanas.....167 y 180

Plano 05. Ubicación área de protección solar..... 173

Plano 06. Red de agua potable en la zona de estudio.....227

Plano 07. Alcantarillado de la zona de estudio.....228

Plano 08. Alcantarillado pluvial de la zona de estudio.....229

“Adecuación bioclimática y eficiencia hídrica sustentable para edificios de vivienda multifamiliar en Tepic, Nayarit”

(Resumen)

El presente escrito es un Trabajo de Obtención de Grado por la modalidad de Proyecto profesionalizante de desarrollo o innovación, perteneciente a la maestría de Proyectos y Edificación Sustentables, titulándose como “Adecuación bioclimática y eficiencia hídrica sustentable para edificios de vivienda multifamiliar en Tepic, Nayarit”. Su problematización parte bajo una construcción sistematizada de conjuntos habitacionales del INFONAVIT para abastecer la creciente urbanización, sin considerar las necesidades de los habitantes y condiciones climáticas del sitio. Resultando problemas de habitabilidad en confort térmico, ventilación y falta de conciencia sobre el consumo de agua. Este trabajo se fundamenta en la Sustentabilidad, mediante la adecuación bioclimática y la eficiencia hídrica. Se utilizará una metodología mixta, pues involucrará instrumentos cuantitativos del medio natural y sociocultural, así como cualitativos para conocer percepciones, opiniones y necesidades del usuario. De acuerdo al grado de profundidad del proyecto, se llegará a una investigación aplicada hasta la etapa de propuesta.

Palabras clave: Sustentabilidad, adecuación bioclimática, eficiencia hídrica, vivienda multifamiliar de interés social y confort bioclimático.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DELIMITACIÓN DEL OBJETO DE DESARROLLO O INNOVACIÓN UBICACIÓN EN CAMPOS DISCIPLINARES.

El trabajo que se presenta a continuación, constituye un ejemplo de un **proyecto de adecuación sustentable**, ya que no sólo implica el progreso económico y material, sino que trata de plantear un equilibrio con el bienestar social y el aprovechamiento responsable de los recursos naturales; y de esta manera solucione un problema humano el cual disminuya el daño ambiental que ocasiona.

Está enfocado a dar solución al problema que presentan los **edificios de vivienda multifamiliar** en Tepic Nayarit, debido a que su construcción no consideró las condiciones climáticas de la región por satisfacer la creciente demanda de la población. Estos edificios son caracterizados por tener tres niveles y seis departamentos de interés social, donde se comparten muros, losas y techos, definido por características propias, espaciales, socioculturales y dotados de instalaciones básicas. Está compuesto de dos recámaras, un baño, cocina, sala-comedor y patio de servicio.

La adecuación bioclimática es otra área que se enfocará este trabajo, pues se aplicará de tal manera que se disminuya los altos consumos de energía por climatización, que mejore el confort térmico de las viviendas a través de estrategias bioclimáticas de manera rentable, utilice a favor los recursos naturales, proteja el medio ambiente y eleve la calidad de vida de los habitantes. Según el autor Moreno Peña, J. (2007), menciona que la adecuación bioclimática fue la primera alternativa tendiente a la climatización natural de las edificaciones, y que a su vez que permite la conservación de las energías no renovables y el aprovechamiento del sol y el viento.

Por último, **la eficiencia hídrica** buscará garantizar el abastecimiento de agua, preservar los mantos acuíferos de la ciudad y reducir sus altos consumos gracias a la utilización de tecnologías de medidas de ahorro. Según Bazant, J., (2012), menciona que con el manejo más eficiente del agua conducirá a un mayor control de agua, desde su explotación, canalización, potabilización y distribución, lo cual tenderá a reducir la sobreexplotación de mantos acuíferos y los impactos negativos hacia el medio ambiente. Todo ello encaminado a preservar la disponibilidad de este recurso.

Este proyecto, pretende entender las necesidades de la población involucrada para proponer adecuadas soluciones, las cuáles implicarán una concientización y participación por parte de la ciudadanía para ser debidamente apropiadas, con el objetivo más importante que es elevar la calidad de vida, protección y aprovechamiento adecuado de los recursos naturales.

Tema

El tema de este proyecto está compuesto desde la perspectiva teórica por dos conceptos ordenadores y un referente empírico. Como conceptos ordenadores se encuentran la adecuación bioclimática y la eficiencia hídrica sustentable; como referente empírico se presenta el edificio de vivienda multifamiliar. Por lo tanto, el tema es: Adecuación bioclimática y eficiencia hídrica sustentable para un edificio de vivienda multifamiliar. El presente trabajo de investigación se titula como:

“Adecuación bioclimática y eficiencia hídrica sustentable para edificios de vivienda multifamiliar, en Tepic Nayarit”.

Estructuración del título de investigación

El título está estructurado por tres variables: La primera está representando la dimensión conceptual del proyecto, que es la adecuación bioclimática y eficiencia hídrica sustentable. Esta variable está compuesta por dos unidades de análisis, la primera como adecuación bioclimática, y la segunda como eficiencia hídrica sustentable.

La segunda variable representa la dimensión empírica, que es el edificio de vivienda multifamiliar. Para esta variable, solo cuenta con una unidad de análisis, siendo también el edificio de vivienda multifamiliar.

Por último, la tercera variable como dimensión espacial, le corresponde a Tepic, Nayarit, 2014-2016. Esta variable cuenta con dos unidades de análisis, la primera es Tepic, Nayarit; y la segunda es durante el periodo 2014-2016.

Caracterización del estudio

El proyecto se ubica teóricamente dentro del paradigma de la sustentabilidad, en la dimensión ambiental; tiene como propósito fundamental disminuir el impacto negativo hacia el medio ambiente que emite la vivienda de interés social a través de los edificios de vivienda multifamiliar del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT), que incluye el desgaste de los recursos naturales como el agua y los altos consumos de energía por climatización. También parte de la dimensión social, porque busca mejorar las condiciones de habitabilidad y elevar la calidad de vida de las personas, así como la dimensión económica, pues se está buscando que las propuestas brinden la solución más adecuada entre un balance general de lo sustentable, entre costos ambientales y sociales. Esto también involucra que su implementación no incremente el gasto familiar destinado a la vivienda.

El alcance espacial del estudio es micro, ya que se enfoca a edificios de vivienda multifamiliar ubicados en Tepic Nayarit. Este trabajo se ubica durante un periodo de tiempo sincrónico, perteneciente al año 2014-2016.

De acuerdo al grado de profundidad de este proyecto, se llegará hasta una investigación aplicada, pues se desarrollará una propuesta la cuál llegará a la etapa de proyección o pronóstico; de esta manera para conocer su comportamiento a diferencia del estado actual.

Unidades de análisis

El presente trabajo está compuesto por cinco unidades de análisis, las cuáles servirán para establecer que observables se van a obtener de cada una. Éstas se describen a continuación:

- Unidad de análisis 1: Adecuación Bioclimática

Análisis del sitio o medio natural. Los observables para esta categoría se dividen en cuatro, y son relacionadas al medio natural. El primero de ellos, son los datos del *sitio*, como son: la vegetación, la topografía, datos geográficos (altitud, latitud y longitud) y orientación. El segundo de los observables, son los datos de *climatología*, como: temperatura, radiación solar (directa, difusa y total), insolación, presión, precipitación,

humedad, evaporación y viento. El tercero es el *análisis de la geometría solar*, que dependerá de los datos de radiación solar, gráficas solares y tablas horarias.

Análisis bioclimático. Para esta categoría, los observables pertenecientes son realizar un *análisis bioclimático* del edificio, donde se estudiará el comportamiento físico del edificio comparado con el requerimiento biológico de los seres humanos que ahí habitan. El siguiente es analizar el *bienestar y confort del usuario* a través del Triángulo de Evans, Índice ombrotérmico, Tablas de Mahoney, la Carta bioclimática, el Diagrama psicométrico, Método de Fanger y por temperaturas horarias en gráfica solar. La cuarta categoría es el *análisis del usuario*, que comprende: la aplicación de técnicas como encuestas, entrevistas y dinámicas participativas. Por último, se encuentra la categoría de *necesidades y requerimientos*, que solicitará: tablas de índices de confort en relación con el programa arquitectónico, horarios y usos del espacio, así como tablas de confort relacionadas con datos climáticos horarios.

- Unidad de análisis 2: Eficiencia hídrica.

Para esta unidad de análisis, se tienen tres categorías de observables.

Análisis del contexto inmediato. Para esta categoría, se estudiará el estado actual de instalaciones y del suministro de agua en cuanto a cantidad, calidad, presión y servicio continuo; así como su relación con los pozos de extracción que abastecen a la zona de estudio

Análisis del usuario. Comprenderá la aplicación de técnicas como encuestas, entrevistas y dinámicas participativas.

Análisis del consumo de agua Dependerá para determinar el consumo actual de agua (gasto medio, gasto máximo diario y gasto máximo horario) análisis de instalaciones hidráulicas, número de integrantes por familia y población total a beneficiar.

- Unidad de análisis 3: Edificio de vivienda multifamiliar (INFONAVIT “Los Fresnos”)

Como observables del edificio, se tienen cuatro categorías fundamentales.

Medio socio-cultural. Se requerirá: descripción y número de la población y de viviendas a ser beneficiadas. También incluye una investigación cualitativa para conocer hábitos para lograr el bienestar climático y consumo de agua.

Análisis del edificio existente. Se necesitará observaciones directas edificio y toma de fotografías, levantamiento y mediciones del edificio en estudio. Por último, determinar las características del sistema constructivo, estructural, y materiales.

Diagnósticos de comportamiento térmico, asoleamiento y ventilación del edificio. Esto incluirá un monitoreo de temperatura interior y exterior, aplicación de la Norma Oficial Mexicana, Eficiencia energética en edificaciones. Envoltente de edificios para uso habitacional (NOM-020-ENER-2011), análisis de asoleamiento y de ventilación.

La cuarta unidad de análisis le pertenece a los observables de Tepic Nayarit, mencionados en la primera y en la segunda unidad de análisis. Y por quinta unidad, le corresponde al periodo 2014-2016, es decir la duración del proyecto.

El alcance de este proyecto será nomotético, ya que se pretende que pueda ser aplicable a otros casos de estudio. Estos, tienen que coincidir con la misma tipología arquitectónica y sistema constructivo, así como similitud en datos climatológicos, del sitio y entorno.

Para fines de esta investigación, el tipo de estudio será multidisciplinar. Tiene como eje principal la Sustentabilidad, priorizando a la Sustentabilidad ambiental; sin embargo también se estudiará sus partes correspondientes económica y social.

Epistemología

- **Formas en que se caracteriza el sujeto y la realidad investigada.**

Los sujetos que participan en este proyecto se caracterizan por tener poca escolaridad, carecen de participación social y algunos residen en viviendas deterioradas con inadecuadas condiciones de habitabilidad. Presentan un nivel socioeconómico de clase media baja, donde el perfil de jefe de familia de estos hogares cuenta con un nivel educativo de secundaria o primaria completa. Estos hogares en su mayoría son propios,

aunque algunas personas rentan el inmueble de vivienda de interés social. También participan sujetos de clase baja, donde el jefe de familia cuenta con nivel educativo de primaria en promedio, sus viviendas pueden ser propias o rentadas. Ambos sujetos carecen de hábitos de consumo responsable, como agua y energía, así como de conciencia ambiental. Este punto se comprobará con las encuestas.

- **Formas de caracterizarse como sujeto de investigación.**

Arquitecta con interés en el diseño bioclimático, con participación en proyectos de restauración, remodelación y rescate de espacios públicos; elaboración de plan de mejoramiento de imagen urbana e infraestructura de parques de Tepic. Experiencia de asistente técnico dentro del área de construcción y de planeación de proyectos, asistencia de cursos de gestión de patrimonio cultural, arquitectura con bambú, diseño de jardines y arquitectura bioclimática. Pasión por la sustentabilidad, naturaleza y arquitectura.

- **Formas de relacionarse con la realidad de investigación.**

Este proyecto de investigación, pretende ser relacionado con la realidad a través de una perspectiva de visibilización. Esto significa que se pondrá en práctica habilidades profesionales en el ámbito de la arquitectura, aportando una propuesta de diseño bioclimático y de eficiencia hídrica propicio para la vivienda multifamiliar de INFONAVIT. Esta propuesta tomará en cuenta las características, necesidades de confort y requerimientos de consumo de agua de los usuarios que participan en este proyecto, donde el propósito principal sea elevar su calidad de vida.

1.2 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN PROBLEMA

“El hombre contemporáneo actúa sin conciencia en los impactos que puede ocasionar al frágil sistema terrestre que lo sustenta, (aunque muchas veces actúa con conocimiento de causa), y mucho menos con la conciencia de que está afectándose a sí mismo, y a un planeta vivo del cual él es una parte...”. (Fuentes Freixanet, 2004: 14).

Ante la creciente etapa de urbanización que nace en los años 70's, una de las estrategias que surgen para satisfacer la demanda de población, fueron los conjuntos habitacionales de interés social, los cuáles se cobraron por préstamos de instituciones como el

INFONAVIT. Después surge una preocupación por hacer el mayor número de casas en poco tiempo, con un sistema constructivo sistemático, al menor costo de los marcos jurídicos, de medidas repetitivas, reduciendo los gastos de mantenimiento y saturando terrenos para dar un máximo rendimiento a la inversión, según Deffis Caso, A. (2000). Por lo que para principios del s. XX, se dieron las medidas de carácter financiero permitiendo a los trabajadores un acceso a la vivienda de interés social. Estas viviendas fueron construidas sin la planeación adecuada; en su diseño no se consideraron las condiciones climáticas de la región, meteorológicas y necesidades de confort de los habitantes.

Como resultado, las viviendas no fueron aptas para satisfacer las necesidades reales, pues no cumplen con los requerimientos de habitabilidad para una familia. Esto ha desencadenado una sociedad que carece de orientación hacia hábitos de consumo y una adecuada protección de los recursos naturales; resultando un deterioro de lo edificado, la convivencia entre usuarios y el medio ambiente. Todo ello, resulta debido a los elevados consumos energéticos en el interior de las viviendas, carencia de confort, desgaste de los recursos naturales, escasez de reservas hídricas municipales por abastecer la creciente demanda de la población y el manejo inadecuado del agua. Palacios Blanco (2012), dice que “En México se extrae cada vez más agua de la que se infiltra”.

Hoy en día, la vivienda de interés social aún no ha sido suficientemente planteada en los conjuntos habitacionales ya construidos, dentro de un esquema de desarrollo sustentable y con grado de autosuficiencia.

“...el tener una buena calidad de vida no es poseer mucho dinero, ni tener muchos bienes u objetos, sino el tener nuestras necesidades básicas resueltas”. (Fuentes Freixanet, 2004: 16).

Dentro del ámbito de la construcción, para satisfacer la creciente demanda de población y vivienda de los trabajadores, surgen los conjuntos habitacionales de INFONAVIT, un ejemplo de ello: “Los Fresnos” en Tepic Nayarit. Estas viviendas multifamiliares fueron construidas a base módulos de edificios verticales, con un sistema constructivo sistemático y medidas repetitivas; en donde no se consideraron las necesidades de confort de los habitantes, la orientación y las condiciones climáticas del sitio por la

acelerada urbanización. A consecuencia de ello, se han presentado inadecuadas condiciones de habitabilidad en relación al confort térmico dentro de la vivienda, desencadenando elevados consumos de energía, que propician el cambio climático en la ciudad de Tepic. Además, se presenta escasez de agua en cierta temporada, no existe un adecuado manejo del agua ni conciencia de su uso, contando con una sociedad sin orientación hacia hábitos de consumo responsable.

1.3 IMPORTANCIA DEL PROYECTO

Este proyecto, intenta resolver un problema social, económico y ambiental de la vivienda multifamiliar, que enfrenta la Unidad Habitacional INFONAVIT “Los Fresnos”. A partir de estos resultados, se pretende que el producto sea replicado en otros edificios que tengan la misma tipología y características climáticas, así también para lograr un mayor impacto positivo del medio ambiente. Por último, generar una base fundamentada para el diseño sustentable de unidades habitacionales en Tepic y una propuesta concreta que sirva como ejemplo de su uso.

- **Justificación social**

Se pretende que los beneficiarios directos sean los habitantes de la unidad habitacional INFONAVIT “Los Fresnos”, así también para aquellas familias que vivan en este tipo de viviendas contando con la misma tipología arquitectónica, sistema constructivo y condiciones climatológicas, del sitio y entono; donde el fin principal sea elevar la calidad de vida de los usuarios y mejorar sus condiciones de habitabilidad. Este proyecto, también beneficia la población en general, pues contribuirá a generar lo menos posible el impacto negativo de la vivienda, manejar y preservar adecuadamente los recursos naturales, obtener ahorros económicos del gasto familiar y promover la participación de los usuarios en el cuidado del medio ambiente. Según INFONAVIT (2013), esta unidad habitacional cuenta con 2046 viviendas, con un aproximado de 6305 habitantes como usuarios de las mismas, según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2010), los cuales podrán ser beneficiados. Partiendo a un escenario mayor, con este proyecto podrán ser beneficiadas 3550 viviendas multifamiliares de interés social en la ciudad de Tepic, según INEGI (2010), INFONAVIT (2013) y Vallarta Tejo, J. (2016)¹, así

¹ Vallarta Tejo, J. (2016). Delegado del Fondo para la Vivienda del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (FOVISSSTE) Nayarit.

como para otras viviendas de unidades habitacionales de la República Mexicana, siempre y cuando cuenten con las mismas características ya mencionadas, multiplicando por los beneficios en viviendas y familias. De esta manera lograr un impacto más grande y positivo del medio ambiente.

- **Justificación de campo**

Esta investigación es pertinente en el ámbito de la arquitectura, tomando como referencia el eje de la Sustentabilidad, desde la perspectiva ambiental, social, económica, donde se logre un desarrollo equilibrado vinculando aspectos económicos y de justicia social, ayudando a la preservación del medio ambiente, el cuidado y fortalecimiento de los valores éticos y promoviendo la convivencia social. La sustentabilidad es un concepto muy amplio que puede ser aplicado en la vivienda desde distintos ámbitos orientados al ahorro de agua y de energía, accesibilidad, control de residuos y facilidad de reciclaje, energías renovables, integración con el tejido social, seguridad, favoreciendo al desarrollo económico y social de la población. Este trabajo, se centró por interés propio en los primeros dos ámbitos: ahorro de agua y energía (a través de la arquitectura bioclimática).

De esta manera, la vivienda de interés social en conjuntos habitacionales de INFONAVIT acompañado con la arquitectura bioclimática, solucionará parte de su problemática que enfrenta en cuestión de habitabilidad, para mejorar la calidad de vida como el confort térmico, obtener beneficios económicos, y lograr beneficios ecológicos con el adecuado aprovechamiento de los recursos naturales como el agua.

Así mismo, este proyecto pretende alentar a cualquier tipo de profesionista preocupado por resolver estos problemas que aquejan a nuestra sociedad en éste ámbito y que estas soluciones puedan ser replicables en otros proyectos.

- **Justificación institucional**

El Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (ITESO) como universidad de alto prestigio y desempeño educativo, a través de la maestría en Proyectos y Edificación Sustentables; forjará maestrantes de alto desempeño donde promoverá la investigación científica a través de proyectos basados sobre la línea de la Sustentabilidad. Dichos proyectos se distinguen por ser innovadores y por tener un enfoque integral y humano, planteando soluciones reales en su dimensión ambiental, social y económica. Es por ello, que este trabajo pretende tener calidad educativa y

compromiso social con enfoque sustentable; y ser un aporte que ayude a elevar la calidad de vida de las personas.

- **Justificación personal**

Considero que este proyecto ha fortalecido en el crecimiento personal y profesional. Ha dado la experiencia en el tema de la Sustentabilidad, así como en su dimensión ambiental, social, económica; siendo más sensible sobre los problemas reales, relacionados con el aprovechamiento inadecuado de los recursos naturales como el agua, sol, suelo, viento y energía. Además, forja para ser especialista en la problemática de habitabilidad que presenta la vivienda de interés social y de sus posibles soluciones reales adecuadas al entorno natural. Con este trabajo se pretende hacer una aportación al ámbito de la arquitectura bioclimática, donde se ha desarrollado una visión de análisis y elección de estrategias de diseño para que la vivienda interaccione con su medio natural, y encontrar la manera de elevar el bienestar y la calidad de vida de las personas, de acuerdo a sus necesidades.

2. MARCO CONTEXTUAL

2.1 ANTECEDENTES EMPÍRICOS DEL TEMA

Este trabajo ha sido fundamentado a través de diferentes estudios, proyectos y acciones acerca de la arquitectura bioclimática y la eficiencia del uso del agua, de manera particular en viviendas multifamiliares de interés social. A continuación, se exponen cinco categorías ordenadas de acuerdo al orden de importancia de la investigación.

I. Impacto Ambiental de la vivienda.

La vivienda constituye un elemento primordial para el bienestar de una familia, ya que proporciona seguridad, pertenencia e identidad, de la cual todos los seres humanos tenemos derecho. Sin embargo, muchas de las viviendas que son habitadas no cumplen con la calidad que deberían tener, lo cual desencadena problemas económicos, ambientales y sociales. Un ejemplo de ello es la vivienda de interés social. Esta categoría de antecedentes empíricos, será base para justificar la pertinencia del trabajo de investigación.

Debido al crecimiento elevado de la población en México, ha desarrollado diversas consecuencias sobre el desarrollo del país. Una de estas consecuencias es abastecer de viviendas, ya que es una necesidad primordial de la población y es la causa principal de la expansión de la mancha urbana. Por esta razón, desde la década de los 70's, empiezan a surgir créditos de financiamiento como INFONAVIT para poder obtener una vivienda. Muchos de estos desarrolladores de vivienda, no han evaluado la calidad de los materiales, no toman en cuenta las condiciones climáticas de la región ni las aptas condiciones de habitabilidad que una familia requiere. Es por ello, que muchas de las viviendas de interés social presentan un rezago habitacional.

Por consiguiente, según Deffis Caso, A. (2000), surgen los conjuntos habitacionales de interés social por la preocupación de instituciones para hacer el mayor número de casas con un sistema constructivo sistemático, al menor costo, medidas repetitivas, reduciendo los gastos de mantenimiento y saturando los terrenos para dar máximo rendimiento a la inversión. La vivienda de interés social es la que más se desarrolla bajo los mismos esquemas en cualquier parte de México y genera impactos energéticos y ambientales a causa de la ganancia de calor en la envolvente de la vivienda, según el trabajo de Andrade Vallejo, A. (2007).

El inapropiado diseño de estas viviendas es el producto por su mala planeación, por excesivos consumos de energía eléctrica, gas o diésel para propósitos de climatización ambiental, que resultan inhabitables por su comportamiento de exceso de calor o frío durante el año, según Del Toro Gaytán, M. y Palacios Blanco, J. (2008). También menciona que la sociedad, es la responsable de solucionar estos problemas, creando cultura ambiental en la familia hasta a la formación profesional frente al consumismo. Costa Durán, S. (2010) afirma, que la construcción moderna se lanzó a la productividad sin valorar la gran cantidad de venenos ambientales, materiales cancerígenos, espacios sin ventilación y derrochadores de energía. Incluso menciona que no solo basta con tener cobijo en una vivienda, sino que debe ser saludable y confortable para el ser humano.

Por mencionar algunos datos pertinentes, Farrás Pérez, L. (2012) afirma que la vivienda es responsable de generar del 20% de las emisiones de carbono anuales y representa el 15% del total del consumo energético, y que esto es responsabilidad de todos frenar el consumismo, como se había mencionado anteriormente.

El cambio de hábitos, comportamientos y uso de equipos de menor consumo energético, mejorarán las condiciones ambientales, que deberá comenzar un crear una nueva cultura, comenzando por uno mismo y desde el hogar, según Moreno Coronado, T. et al (2012).

II. Eficiencia energética en la vivienda.

Uno de los propósitos de este trabajo, es promover la disminución del consumo de energía en la vivienda de interés social. Será pertinente para aumentar el confort de sus habitantes y ayudar a disminuir los impactos ambientales generados en el interior de la vivienda, gracias a los altos consumos de energía. Es por ello la importancia de la categoría de eficiencia energética, pues aporta ideas de diversos trabajos para ahorrar energía, sobretodo de climatización.

Moreno Coronado, T. et al (2012) hace una referencia al pasado, donde el ser humano desde sus inicios usó la energía para protegerse del frío, cocinar, alumbrarse, defenderse, transportarse, domesticar animales y utilizar energías del sol viento y agua. Después, con la aparición Revolución Industrial y la máquina de vapor, aumentó el consumo energético dando lugar a una sociedad moderna y desencadenando el desmesurado crecimiento de la población. Esto originó nuevos desarrollos urbanos con un nuevo estilo de confort, altos consumos de energía y problemas ambientales.

Hoy en día, el tema de la vivienda toma un papel muy importante para mejorar las condiciones ambientales y de confort del usuario, donde demuestre un uso eficiente de la energía. A continuación se presentan algunos de los trabajos realizados respecto al tema abordado.

Andrade Vallejo, A. (2007) en su tesis utiliza una metodología basada en el cálculo de la ganancia de calor a través de la envolvente de la vivienda en México, comparada con la carga térmica de una vivienda de referencia, para determinar el excedente de calor, y relacionarla con la energía eléctrica que utilizarían los equipos de aire acondicionado y el CO2 emitido. Todo ello para realizar una evaluación del comportamiento térmico de la envolvente. Para fines de este trabajo, se hará el mismo cálculo de ganancia de calor (NOM-020-ENER-2011) para edificios de uso habitacional, sin embargo no se relacionará con el CO2 emitido ni por la electricidad que consumen los aires acondicionados.

Se elaboró un trabajo por Low Carbon architecture. (2011), desarrollando una metodología que analiza el sitio, describe la envolvente (sistemas constructivos y materiales), análisis de condiciones energéticas actuales y propone medidas de mejoramiento dependiendo de la zona climática en las diferentes regiones bioclimáticas que propone la Código de edificación de vivienda: Comisión Nacional de vivienda (CONAVI) junto con una simulación térmica por el programa EnergyPlus. Por último hace resumen de las emisiones anuales de CO₂ y se realiza un cálculo simple del retorno de la inversión. El presente proyecto tendrá cierta similitud al mencionado, la diferencia será que la simulación será en apoyo del software Ecotect Analysis y aplicando la NOM-020-ENER-2011 y no se hará resumen de emisiones de CO₂.

Rengifo Espinosa, C. (2012) plantea una investigación acorde a la problemática de habitabilidad y eficiencia energética que enfrentan los conjuntos habitacionales de vivienda de interés social en Barranquilla Colombia a causa del desempeño de los materiales utilizados en su construcción. Hace un análisis del clima, del conjunto abordado y su construcción, así como del usuario a través de encuestas en relación a su expectativa de vida, a la sensación térmica en el interior de los espacios y gastos de energía. Para fines del proyecto, estas etapas de la investigación serán aplicadas, sólo que aun nivel de profundidad más amplio y de mayor análisis, donde surgirán propuestas bioclimáticas para mejorar el confort térmico en el interior de la vivienda.

La ONU-HABITAT (2012), propone planear y optimizar la orientación de los edificios residenciales en muros y losas, mejorar el aislamiento y ventilación. Plantea instalar aplicaciones de eficiencia energética para calentar, enfriar, cocinar, ventilar e iluminar; mejorar el equipamiento para reducir el consumo eléctrico y crear conciencia de la importancia de la energía. Este trabajo, promoverá algunos de estos principios que propone la Organización de las Naciones Unidas en cuestión de mejorar la ventilación, sensación térmica en el interior de los espacios y en hacer conciencia del uso adecuado de la energía y recursos naturales. Según Farrás Pérez, L. (2012), para mejorar la sensación térmica en el interior, menciona que el aislamiento es la principal defensa climática de una construcción, “Una de las mejores inversiones que se pueden hacer en la vivienda para ahorrar energía en climatización es aislar bien las paredes y techos”.

Para finalizar esta categoría, los urbanistas y desarrolladores de vivienda tienen el deber de pensar en las necesidades de los usuarios y del medio ambiente. Tal es el caso de los autores Del Toro Gaytán, M. y Palacios Blanco, J. (2008) abordan el tema de ahorro y

eficiencia de la energía, orientan y exhortan a profesionistas a desarrollar viviendas ecológicas autosuficientes, y éstas pueden financiadas por fideicomisos locales con cargos a impuestos como la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y el Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE) para programas de ahorro de energía.

III. Arquitectura Bioclimática

Esta categoría es base fundamental para este proyecto, porque busca lograr el mayor confort posible en el interior de un edificio, en este caso es en la vivienda de interés social. Además aprovecha al máximo las condiciones climáticas del sitio y entorno para reducir los gastos de energía, siendo ésta una solución simple y sana para el ser humano. A continuación, se mencionan algunos autores que han trabajado acerca de este tema, los cuáles serán útiles para esta investigación.

Olgay, V. (1998) trabaja un método para lograr que una vivienda esté climáticamente equilibrada. Comienza en conocer los datos climáticos de la región, una evaluación biológica de sensaciones humanas, propone soluciones tecnológicas y equilibrio de la temperatura interior. Por último hace la aplicación arquitectónica a base del equilibrio climático. Para casos ya construidos y proyectos, elabora un cálculo de comportamiento térmico y análisis detallado de problemas de orientación, forma, movimientos de aire y planificación heliotérmica. También propone un diagrama bioclimático que utiliza valores de temperatura y humedad relativa para proponer estrategias de diseño y lograr el confort en el interior de un espacio. Este autor será pieza clave para esta investigación, pues se hará un trabajo similar al método que utiliza aplicado a una vivienda construida, incluso se analizará la carta bioclimática utilizando los datos climáticos de Tepic, para obtener estrategias de diseño.

Otro autor que habla de lograr el confort en el interior de los espacios, es Serra, R., (2004). Menciona que existen parámetros ambientales para el diseño ambiental que pueden ser estudiados sin la intervención del usuario. Sin embargo también existen factores de confort correspondientes a los usuarios del espacio, como biológico-fisiológicos, sociológicos y psicológicos, que se verán relacionados con los parámetros ambientales para lograr un mejor diseño arquitectónico acorde al bienestar de los habitantes y del entorno. También propone soluciones arquitectónicas de acuerdo a los

diferentes climas (tanto para invierno y verano), considerando la humedad del aire, radiación, viento, sistemas de aislamientos en la envolvente y del sonido. Este trabajo pretende analizar los mismos datos climatológicos que menciona el autor y las condiciones del usuario de una manera similar, pero se llegará a un nivel de mayor profundidad, y por consiguiente poder establecer estrategias de diseño acordes a lo antes analizado.

Por otro lado, el trabajo que presentan Griego, D., Krarti, M., y Hernández-Guerrero, A. (2012) consiste en una metodología basada en hacer una descripción de las características del hogar típico en Salamanca Gto., una simulación energética y térmica a través del software EnergyPlus. Se utiliza el Modelo de confort Fanger para estimar combinaciones de medidas de eficiencia energética adecuadas para proyectos nuevos y existentes. Además se apoya en el Código de Edificación de Vivienda (CEV) en cuanto a recomendaciones de construcción sostenibles, estudios de consumos energéticos de aparatos climatizadores, y se toma en cuenta las actividades el usuario en los espacios y su vestimenta para el modelado. Para este trabajo, también se hará un estudio de las características de las viviendas multifamiliares, una simulación energética en el software Ecotect Analysis, se utilizará el modelo de Fanger junto con más diagramas bioclimáticos, se tomará en cuenta la vestimenta y necesidades el usuario. Por último también se utilizarán las consideraciones que establece el CEV comparadas con el análisis bioclimático.

Fuentes Freixanet, V. (2004) propone una metodología para hacer un análisis climatológico en la arquitectura, basado en propuestas de investigadores clásicos como Olgay, Givoni y Szokolay. Consiste en hacer un análisis del sitio y climatología, medio sociocultural, del usuario (empleo de tablas y gráficas horarias, así como diagramas bioclimáticos), definir estrategias de diseño y una evaluar del anteproyecto. Esta misma metodología será empleada para el presente trabajo, ya que explica de manera clara y concisa cada paso del análisis, e incluso presenta un caso de aplicación en la ciudad de México. Para un mejor complemento del proyecto, se añadirá a esta metodología un análisis del edificio y del comportamiento térmico (que incluya monitoreo de temperaturas, simulación por software y aplicación de la NOM-020-ENER-2011), así como una evaluación a través de una Técnica de Análisis Multicriterial.

Carrasco, C. y Morillón, D. (2004) realizaron un trabajo donde implementaron adecuaciones bioclimáticas en una vivienda de interés social del noroeste de México con **ADECUACIÓN BIOCLIMÁTICA Y EFICIENCIA HÍDRICA SUSTENTABLE PARA EDIFICIOS DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR, EN TEPIC NAYARIT**

base en la vivienda vernácula de la región; donde ambas fueron simuladas térmicamente por un software. El estudio consistió en un estudio del sitio, un análisis bioclimático, identificación de elementos bioclimáticos de la arquitectura vernácula, simulación por el software, adecuaciones bioclimáticas, y resultados de la simulación. Para el presente proyecto, se considerarán adecuaciones bioclimáticas que se puedan implementar dependiendo del clima de la ciudad de Tepic y simulaciones con las adecuaciones, sin embargo se proyectará en vivienda ya construida.

IV. Eficiencia del uso del agua

La eficiencia hídrica es otro de los temas importantes a tratar en este trabajo de investigación, aplicado a la vivienda multifamiliar de interés social. Actualmente, el tema del cuidado y ahorro del agua carece de importancia, conciencia e interés por las consecuencias de las generaciones venideras. Resolver el problema del agua es un desafío que la humanidad enfrenta día a día, sin embargo tiene que saber que el cambio de empieza por uno mismo, desde sus propios valores y de su hogar.

Hoy en día, la crisis del agua es uno de los diversos desafíos que enfrenta la humanidad, que exige una solución de problemas, ya que en ella se encuentra nuestra supervivencia y del planeta. Para ello, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO-WWAP) (2003), propone un informe como iniciativa del Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos [World Water Assessment Programme (WWAP)], menciona las dos conferencias pioneras que colocaron el agua en el centro del debate del desarrollo sustentable: la Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente de Dublín y La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD) (ambas en 1992). La primera propuso cuatro principios que hasta la fecha siguen siendo válidos:

“Principio N.º 1, «El agua dulce es un recurso finito y vulnerable, esencial para sostener la vida, el desarrollo y el medio ambiente»; Principio N.º 2, «El aprovechamiento y la gestión del agua debe inspirarse en un planteamiento basado en la participación de los usuarios, los planificadores y los responsables de las decisiones a todos los niveles»; Principio N.º 3, «La mujer desempeña un papel fundamental en el abastecimiento, la gestión y la protección del agua»; Principio N.º 4, «El agua tiene un valor económico en todos sus

diversos usos en competencia a los que se destina y debería reconocérsele como un bien económico»”. (p. 5).

La segunda conferencia contribuyó a movilizar las poblaciones en favor del cambio climático y en la gestión del agua. En este informe, también menciona que el consumo de agua per cápita ha aumentado por la mejora del nivel de vida de la población, y que entre más crezca, el porcentaje de agua como objeto de apropiación se elevará. Tanto el crecimiento demográfico como el desarrollo económico, plantean retos a la falta de agua y su contaminación. Si se sumaran los demás problemas, la cantidad de agua de agua existente está comenzando a escasear llevándonos a una crisis del agua. El cambio climático será responsable del 20% de la escasez mundial del agua, según las estimaciones. También Bazant S., J. (2012), menciona que el suministro de agua se ha visto afectado a lo largo del tiempo por el crecimiento demográfico y la modernización, que trajo hábitos de higiene personal que elevaron el consumo de agua per cápita; ocasionando desmedida perforación de pozos y obras de infraestructura hidráulica.

Por otro lado, la Comisión Nacional de Fomento a la Vivienda (CONAFOVI), (2005) actualmente CONAVI, menciona que las grandes concentraciones urbanas, el crecimiento del sector vivienda y amenazas del cambio climático han provocado una acelerada explotación de agua dulce, que se vuelve más escasa, distante y comprometida. Como el agua ha sido considerada como un recurso de “propiedad común”, donde sus precios son bajos porque es abundante y accesible. Sin embargo, esto determina sus patrones de uso, consumo y derroche. Dice que: *“Si bien es cierto que las autoridades gubernamentales tienen mucho por hacer, nada podrá lograrse sin la participación y la convicción de la población de que el agua es un recurso limitado; aun pagando su costo real, debe imperar la conciencia de su uso racional”*. (p. 47). Además, fomenta el uso racional del agua en desarrollos habitacionales y el uso de ecotecnologías a través de guías, en colaboración con Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), CONAVI, Organismos Nacionales de Vivienda (ONAVIS), FIDE, Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), Comisión Nacional del Agua (CNA), (Cámara Nacional de la industria Desarrollo y Promoción de Vivienda (CANADEVI) y Cámara de la Industria de la Construcción (CMIC).

La Gestión Integral de los Recursos Hídricos (GIRH), es denominado el desarrollo sustentable aplicado al agua, según Gleason Espíndola, J. (2014), que contempla

acciones relacionadas al desarrollo de fuentes alternativas de suministro e implementación de nuevas tecnologías en relación a los sistemas hidrosanitarios. Está basado en los cuatro principios de ya mencionados de la Conferencia Internacional en Agua y Medio Ambiente en 1992. Por otra parte, existe la Gestión Urbana Sustentable del Agua (GUSA), que pretende satisfacer a largo plazo las necesidades de agua, manteniendo los servicios ecológicos y beneficios económicos, ya sea a nivel urbano y a nivel vivienda (tecnologías de uso eficiente del agua). Menciona, que el ahorro de agua en la vivienda se puede promover mediante el uso de dispositivos, que permiten ahorrar hasta un 40% de agua que se consume, sin restar la comodidad de usuario. Reparar (eliminación de problemas de fuga), readaptar (modificaciones para mejorar el funcionamiento y distribución de agua) y reducir (cambio de dispositivos de ahorro), son las principales actividades para ahorrar agua.

La ONU-HABITAT (2012) mencionan propuestas para edificios residenciales como: minimizar pérdidas de agua, cosechar el agua de lluvia por diferentes sistemas, reúso de agua, instalaciones hidráulicas eficientes, instalación de medidores de agua y sistemas para incentivar el ahorro de agua. Según Costa Durán, S. (2010) menciona que los dispositivos para reducir el consumo de agua como griferías monomando, teleduchas, reductor volumétrico, grifos de llenado y aereadores que pueden reducir hasta un 50% de agua.

Se presenta un estudio realizado por Castillo Ávalos, Y. y Rovira Pinto, A. (2013), donde comparan el ahorro potencial de agua en la vivienda producido mediante la implementación de medidas y sistemas que reducen, optimizan y recirculan el consumo de agua en la vivienda, *versus* ninguna medida (estimaciones). Tratan de demostrar que se pueden satisfacer las mismas necesidades, pero utilizando menos agua. Para fines de este trabajo se utilizará el mismo método de comparación utilizando ahorradores de agua, pero previamente se monitoreará el consumo real de agua por semana sin ahorradores, así como la presión a través de un nanómetro.

Morillón Gálvez, D., Rincón Mejía, E. y Bautista Codines, T. (2007) elaboraron una guía para el uso de tecnologías para ahorrar energía y agua en el sector vivienda en México definidos por la hipoteca verde, donde presentan beneficios energéticos, económicos y ambientales. Presentan especificaciones y recomendaciones técnicas de dichas tecnologías, así como información relevante para desarrolladores y usuarios de vivienda. Para este proyecto, también se pretende utilizar dispositivos que son propuestos por la

Hipoteca Verde y sus normativas, así como presentar el ahorro económico y ambiental de dicho recurso.

Por otro lado, Arrojo Agudo, P. (s/f) menciona que deberíamos distinguir cuatro categorías éticas de gestión del agua tal como lo propone la Declaración Europea. Uno de ellos es “El agua-vida”, donde el agua tiene que ser reconocida y tener prioridad en función básica de la supervivencia de los seres humanos y demás seres vivos, garantizando la sostenibilidad de ecosistemas y el acceso de todos a cuotas de aguas de calidad como derecho humano. Otro de ellos es “El agua-ciudadanía”, relacionado con los derechos de la sociedad, garantizando salud y cohesión social en cuestión de servicios urbanos de agua y saneamiento. “El agua-crecimiento”, en relación a funciones económicas de carácter productivo con el derecho de cada cual a mejorar su calidad de vida; aquí se derivan problemas de escasez y contaminación. Por último, “El agua-delito” en cuestión del uso ilegítimo del agua que dañan el interés de la sociedad (vertidos contaminantes, extracciones abusivas, etc.).

Pedro Arrojo dice también que debe incluirse el agua necesaria en cantidad y calidad, y garantizar la sostenibilidad de los ecosistemas. Según la ONU, establece que una persona necesita como mínimo de 30 a 40 litros para una vida digna, sin embargo existen 1,200 millones de personas que no tienen acceso al agua potable. Dice que un hogar promedio gasta de 120-140 litros por persona al día, siendo el agua un derecho universal accesible a ricos y pobres. Por otro lado, las instituciones públicas deben establecer los correspondientes deberes a los ciudadanos con adecuados modelos tarifarios si quieren garantizar servicios domésticos de agua y saneamiento de calidad.

De acuerdo a lo previsto anteriormente, el agua es el recurso natural más importante para que exista vida, y es deber de todos cuidarla y aprovecharla de la mejor manera posible. En la publicación de la Institución «Fernando el Católico» (2006), nuevamente Pedro Arrojo menciona que preservar los patrimonios ambientales es opción ética, pues la dominación de la naturaleza ha entrado en crisis y es necesario conocer los ciclos y funciones que rigen el equilibrio de la biósfera para integrar nuestro desarrollo. Hoy en día, el agua se considera un factor para el desarrollo económico y se ha degradado pasando a facturas sobre la salud, calidad de vida y sostenibilidad de recursos.

V. Vinculación con programas y normas del sector vivienda en materia de eficiencia energética, arquitectura bioclimática y eficiencia hídrica en México y en el mundo.

En México se han desarrollado un conjunto de normatividades, obligatorias y no obligatorias, así como programas para promover la vivienda sustentable, que son emitidos por diversas instituciones y contribuyen a aprovechar de la mejor manera, los recursos naturales como el agua y la energía. Muchas de ellas serán servirán de base para el desarrollo del presente trabajo.

Un ejemplo de ello, es la CONAVI. (2010) en su *Código de Edificación de Vivienda*. Dentro del capítulo 27, promueve la sustentabilidad en la vivienda en México, menciona especificaciones bioclimáticas para el diseño urbano y propone el uso racional de agua en el interior de la vivienda. La Ley de Vivienda (2015), brinda instrumentos para que las familias de México puedan disfrutar de una vivienda digna y decorosa y mejoren la calidad de sus viviendas. Uno de sus medidas es adecuar la vivienda al clima con criterios de sustentabilidad, eficiencia energética, uso de ecotecnologías aplicables a la vivienda de acuerdo a las regiones bioclimáticas utilizando equipos normalizados.

Del Toro Gaytán, M. y Palacios Blanco, J. (2008) mencionan organismos relacionados al ahorro energético y de agua; Greenpeace, presenta un decálogo con temas de ahorro energético a base de aislamientos, aprovechamiento de luz solar, ventilación y ahorro de agua. La Certificación Energética en Europa obliga a incorporar criterios bioclimáticos en construcción de viviendas, así como el Código Técnico de la Edificación que contiene criterios para el ahorro energético.

Por otro lado, existen certificaciones de sustentabilidad para edificios según Moreno Coronado, T. et al (2012), como World Green Building Council y el Leadership in Energy and Environmental Design (LEED), desarrollado por el consejo de Edificación Verde de Estados Unidos. En México, respecto a la eficiencia energética, la Secretaria de Energía a través de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) emite Normas Oficiales Mexicanas de Eficiencia Energética elaboradas por el Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos (CCNNPURRE). Una de estas normas utilizadas para este trabajo, es la Norma de eficiencia energética en edificaciones, realizada con el fin de mejorar el

diseño térmico de las edificaciones que se encuentren dentro del ámbito residencial, limitando la ganancia de calor a través de la envolvente (NOM-020-ENER-2011).

Algunos de los programas en México que promueven la eficiencia energética, es la Fundación para la Implementación, Diseño, Evaluación y Análisis de Políticas Públicas (Fundación IDEA), (2014), donde INFONAVIT, con asesoría de Fundación IDEA y GIZ está en un proceso de calificación de eficiencia energética y ambiental en viviendas nuevas y existentes, así como el programa Hipoteca Verde para financiar ecotecnologías en la vivienda. FIDE ofrece financiamientos de tecnologías por sector, las Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas (NAMA), ayudan a incorporar tecnologías cuyos costos están fuera del alcance de los usuarios.

De acuerdo al uso eficiente del sector hídrico en el país, según menciona Gleason Espíndola, J. (2014), existen las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) del Sector Agua expedidas por la CNA que ejercen atribuciones de la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento. Promueven el adecuado aprovechamiento y protección de este recurso, así mismo para que los productos y servicios, ofertado a organismo operadores preserven cantidad, calidad y el uso eficiente del agua.

También existe la Norma Oficial Mexicana de la Secretaria de Salud (1994), que consisten en garantizar el abastecimiento de agua para uso y consumo humano con adecuada calidad, para prevenir enfermedades gastrointestinales y otras. Son elaboradas por la Secretaria de Salud (SSA), junto con la CNA. Por último, se encuentran las Normas de Producto (NMX) de carácter no obligatorio en materia de agua, y una lista de proveedores confiables.

Para efectos de este proyecto, de acuerdo al panorama de estas categorías, considero que el tema de este proyecto es bastante amplio y se ha demostrado el trabajo los últimos años en cuanto **a eficiencia energética, arquitectura bioclimática y eficiencia hídrica** en la vivienda de interés social; ya sea como propuesta y en algunos casos ya construido. Sin embargo aún falta por trabajar en intervenciones sobretodo en conjuntos habitacionales de Interés social dentro de un esquema de desarrollo sustentable y con grado de autosuficiencia; en los que se desarrollen propuestas de adecuaciones bioclimáticas, así como alternativas que ahorren el consumo de agua a través de

dispositivos, con su respectivo costo-beneficio, incluyendo la manera de hacer cambiar a los usuarios por una cultura ambiental. Es por ello, que se aportará un nuevo proyecto que abarque los aspectos ya mencionados para dar solución a un problema que se vive en el Conjunto Habitacional INFONAVIT Los Fresnos en la Ciudad de Tepic Nayarit, y que a su vez sea replicable en otros con semejanza arquitectónica y de clima.

2.2 REFERENCIAS CONCEPTUALES DEL TEMA

El presente trabajo tiene como eje principal la **Sustentabilidad** y es fundamentado a base de los siguientes autores, los cuáles sirven de base para la construcción de una definición propia de Sustentabilidad.

La Asamblea General de las Naciones Unidas (1987) menciona que *“Convencidos de que el desarrollo sostenible, implica la satisfacción de las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades, debe convertirse en un principio rector central de los Estados Naciones, los gobiernos y las instituciones privadas, organizaciones y empresas...”*

Existe una diferencia entre desarrollo sustentable y sustentabilidad. Según el autor Edwards, B. (2010). El desarrollo sustentable es una meta de un producto que involucra criterios ambientales, económicos y sociales, y la sustentabilidad es el proceso de un sistema que involucra criterios ecológicos, económicos, sociales y culturales.

La autora Lacomba, R., (2009), aborda el concepto de sustentabilidad como *“Hacia una arquitectura sustentable...disminuir la contaminación que produce el uso de fuentes convencionales de energía y el desperdicio del agua en las edificaciones, sin afectar la comodidad de las personas”*. (p.7)

Por otro lado, Bazant, J., (2012) dice que *“La sustentabilidad comprende un desarrollo económico a largo plazo, opuesto a la noción actual de crecimiento económico a corto plazo para maximizar ganancias sin importar las repercusiones ambientales”*. (p.59)

Según Farrás, L., (2012) nos dice que *“No debemos olvidar, sin embargo, que además de los valores ambientales, la sostenibilidad descansa en otras patas, tan importantes como lo ambiental. Los factores sociales y los económicos constituyen los pilares de la sostenibilidad. A estos tres clásicos vectores hace falta añadir una cuarta pata que*

estabilice la metódica silla: la pata cultura. El factor cultural que origina nuestros hábitos y formas de vida es el que nos permite ligar los tres componentes que podríamos llamar primarios”. (p.7)

Del Toro Gaytán, M. y Palacios Blanco, J., (2008) mencionan que “Arquitectura sostenible: Esta arquitectura reflexiona sobre el impacto ambiental de todos los procesos implicados en una vivienda, desde los materiales de fabricación (obtención que no produzca desechos tóxicos y no consuma mucha energía), las técnicas de construcción (que supongan un mínimo de deterioro ambiental), la ubicación de la vivienda y su impacto en el entorno, el consumo energético de la misma y su impacto, y el reciclado de materiales...Es, por tanto un término muy genérico dentro del cual se puede encuadrar la arquitectura bioclimática como medio para reducir el impacto del consumo energético de la vivienda”. (p.87)

Por último, Deffis Caso, A., (2000) dice que “...Desarrollo sustentable como un concepto que propone alcanzar mejores niveles de vida para todos los que ahora tenemos al medio ambiente de este planeta en calidad de préstamo, usando cuidadosamente los recursos naturales para que puedan ser explotados por las futuras generaciones” (p.91)

En función de los autores mencionados, la Sustentabilidad se entiende en crear un equilibrio entre el ser humano y su relación con el medio ambiente mejorando su calidad de vida, integrando el aspecto social, ambiental, económico y cultural que origina nuestros hábitos, en donde exista un uso eficiente de los recursos naturales, y preservándolos para satisfacer las necesidades a largo plazo.

Vivienda sustentable

Según ONU-HABITAT (2012) define a una vivienda sustentable de la siguiente manera:

"Las casas sustentables son aquellas que son diseñadas, construidas y manejadas como:

- Saludables, duraderas, seguras y protegidas,
- Accesibles para todo tipo de ingresos,
- Utilizan bajo consumo energético y materiales de construcción y tecnología accesible,
- Resilientes para sostener potenciales desastres naturales e impactos climáticos,
- Conectadas para tener decente, segura y accesible energía, agua, saneamiento y facilidades de reciclaje,

- Uso de energía y agua de manera más eficiente y equipadas con capacidades de cierta generación de energía renovable en el lugar y reciclaje de agua,
- No contaminan el medio ambiente y son protegidas de contaminaciones externas,
- Buena comunicación con lugares de trabajo, tiendas, con la salud y el cuidado de niños, la educación y otros servicios,
- Correctamente integradas y mejoraran el tejido social, cultural y económica del barrio y las zonas urbanas más amplias,
- Correctamente dirigidas y mantenidas, oportunamente renovadas y reequipadas”.

La adecuación bioclimática es un tema que parte de la Sustentabilidad y es abordado en gran parte de este trabajo, y es considerado como un objeto de estudio conceptual. A continuación se presenta una serie de conceptos que se derivan de este tema

Objeto de Estudio Conceptual 1: Adecuación Bioclimática sustentable

Moreno Peña, J. (2007), menciona que la adecuación bioclimática fue la primera alternativa tendiente a la climatización natural de las edificaciones, y que a su vez que permite la conservación de las energías no renovables y el aprovechamiento del sol y el viento. (p.27)

Por otro lado, Aguillón Robles, J. (s/f), señala que “La Envolvente Arquitectónica se ve afectada por los elementos del clima de diferentes formas, ya que ésta ha sido pensada para la protección del hombre del medio, pero en esta protección de algunos elementos climáticos, no es posible aislarnos de todos estos elementos del clima, ya que como una adecuación del medio el hombre ha tenido que considerar las características climáticas y ha aprovechado para obtener el confort, pero en la selección de los materiales para la envolvente arquitectónica, la influencia de los elementos climáticos es importante, tanto para lo arquitectónico como para lo urbano”

Con base en los autores citados, una adecuación bioclimática consiste en la adaptación del diseño bioclimático a las necesidades del usuario para obtener el confort, tomando en cuenta el medio ambiente y el uso eficiente de los recursos naturales (como sol y el viento), así como beneficios ambientales, sociales y económicos producidos por su implementación.

Arquitectura Bioclimática

Los autores Del Toro Gaytán, M. y Palacios Blanco, J. (2008) mencionan que “El objetivo de la misma es cubrir las necesidades de sus habitantes con el menor gasto energético respetando la biología del interior, interdependientemente de la temperatura exterior, para lo cual se diseña la edificación con el doble fin de ganar todo el calor posible (cuando se desea en invierno) y lograr perdidas de calor (por ejemplo en verano)”. (p.86). Este concepto tendrá fundamento en este proyecto porque se analizará el gasto energético del interior de la vivienda, así también para lograr pérdidas y ganancias de calor cuando se requiera.

Otros autores, como Núñez, R., Aramburu F. y Botrán, C. (2012) mencionan que “La arquitectura bioclimática es aquella que estudia e intenta minimizar al máximo la alteración que provoca en la Naturaleza, y que, para ello, intenta sacar el máximo partido de los recursos naturales disponibles (radiación solar, vientos, precipitaciones, vegetación, materiales, etc.) adaptándose al medio en el que se ubica”. (p.60). La información será útil de este concepto en la realización de un análisis con las condiciones climáticas del lugar ya mencionadas.

Confort térmico

Ruano, M., (2010) dice que “El confort térmico puede definirse como una sensación de bienestar en lo que se refiere a la temperatura. Se basa en conseguir el equilibrio entre el calor producido por el cuerpo y su disipación en el ambiente”. (p.38). Este concepto será utilizado en el proyecto porque uno de sus propósitos es lograr el confort térmico en el usuario que requerirá un estudio de las temperaturas interiores.

Sistemas pasivos

En el libro de Lacomba, R. (2009), Morillón Gálvez dice que “Los sistemas pasivos se caracterizan por formar parte de la estructura misma de la edificación, que como parte de la cubierta arquitectónica (muros, techos, ventanas, entre otros), dan ventajas térmicas al funcionamiento eficiente del edificio y lo mantienen dentro de un rango de temperaturas confortables para el cuerpo humano”. (p.7). El proyecto tiene fundamentos de esta cita pues se analizará la envolvente de la vivienda y se analizará que sistema pasivo se adecuará de la mejor manera.

Los autores Del Toro Gaytán, M. y Palacios Blanco, J. (2008) mencionan que “Arquitectura solar pasiva: Hace referencia al diseño de la casa para el uso eficiente de la

energía solar. Puesto que no utiliza sistemas mecánicos...no solo juega con la energía solar, sino con otros elementos climáticos”. (p.87). Para fines de este proyecto, no se pretende utilizar sistemas mecánicos, más bien pasivos para uso eficiente de la energía solar.

Control solar

Este concepto será aplicado como sistema pasivo para resolver la incidencia del sol sobre los espacios interiores, Los autores Según Rodriguez Viqueira, M., et al (2005), dicen que el “El primero concepto de control solar es la propia forma, así como la configuración espacial y la orientación del proyecto. Dependiendo de la ubicación geográfica, condiciones climáticas y ambientales se definirán diferentes estrategias de diseño”

Ventilación

Según Rodriguez Viqueira, M., et al (2005), mencionan que “La ventilación es la principal estrategia a tomar en cuenta en los climas cálidos, tanto secos como húmedos. Pero también en los climas fríos lo es, ya que es necesario protegerse del viento y controlar las infiltraciones”. El estudio y el aprovechamiento del viento será un tema importante para establecer propuestas como sistemas pasivos.

Eficiencia Energética

De acuerdo a los autores Moreno Coronado, T. et al, (2012), mencionan en su libro Eficiencia Energética, que “...la eficiencia energética es la reducción del consumo de energía manteniendo los mismos servicios energéticos, sin disminuir nuestro confort y calidad de vida; esto es protegiendo al medio ambiente; asegurando el abastecimiento y fomentando un comportamiento sostenible en su uso”. (p.8)

La Secretaria de Energía (2014) nos dice que “Eficiencia energética: Todas las acciones que conlleven a una reducción económicamente viable de la cantidad de energía necesaria para satisfacer las necesidades energéticas de los servicios y bienes que requiere la sociedad, asegurando un nivel de calidad igual o superior y una disminución de los impactos ambientales negativos derivados de la generación, distribución y consumo de energía”. (p.59)

A partir de los autores mencionados, se entiende como eficiencia energética como el aprovechamiento y uso óptimo de la energía con el objetivo producir beneficios económicos y disminución de los impactos ambientales negativos derivados del consumo energético; logrando la comodidad y calidad de vida de los habitantes, utilizando a favor los recursos naturales renovable.

Por otro lado, el trabajo contempla otro tema titulado como Eficiencia Hídrica Sustentable, como segundo estudio conceptual. A continuación se exponen los diversos conceptos que son mencionados en el desarrollo del proyecto.

Objeto de Estudio Conceptual 2: Eficiencia Hídrica.

El concepto de Eficiencia Hídrica será fundamentado por los siguientes tres autores, que serán la base para construir el concepto propio más adecuado al proyecto de investigación.

Según el autor Bazant, J., (2012), nos menciona que “Todo esto, junto con un manejo financiero más “eficiente”, conducirá hacia un mayor control del agua, desde su explotación, canalización, potabilización y distribución, hasta la llave del consumidor, todo lo cual tendería a reducir la sobreexplotación y los impactos negativos sobre el medio ambiente, pues tendría que haber una contabilidad y un control más detallados del recurso y sus procesos”. (p.67)

De otra manera, el autor Ruano, M. 2010 nos dice que “...reducir a mínimos el consumo de agua y el impacto ambiental de los asentamientos nuevos y existentes utilizando tecnologías otras medidas de ahorro”. (p. 55)

Y por último, en su ponencia en el Congreso Internacional De Agua y Medio Ambiente, Paris, M., (s.f) menciona que “Las estrategias de protección de acuíferos...promueven el uso eficiente del agua para garantizar su disponibilidad para abastecimiento de agua segura y producción de alimentos, mejoren las condiciones de saneamiento e higiene, a la vez abordar el desarrollo socio económico y garantizar la sustentabilidad ambiental” (p.1)

En función de los autores mencionados, se entiende como eficiencia hídrica sustentable como el uso adecuado y controlado de agua para garantizar su disponibilidad de abastecimiento, proteger y preservar los mantos acuíferos existentes y reducir los

impactos negativos sobre el medio ambiente, utilizando tecnologías de medidas de ahorro y conciencia ambiental.

La mayoría de los siguientes conceptos son obtenidos de la Comisión Nacional del Agua, estipulados en los Manuales de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (MAPAS).

Red de distribución de agua potable

Según la CNA (2007), dentro del MAPAS de Redes de distribución, señala que "...es el conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde tanques de servicio o de distribución hasta las tomas domiciliarias o hidrantes públicos. Su finalidad es proporcionar agua a los usuarios para consumo doméstico, público, comercial, industrial y para condiciones extraordinarias como el extinguir incendios. (p.3). También menciona que "La operación de la red se refiere a todas aquellas actividades que se realizan para que la red brinde un servicio eficiente (calidad requerida, cantidad suficiente y presión adecuada) y continuo a los usuarios, durante la vida útil del sistema". (p.185) Como parte de este proyecto, se analizarán estos cuatro aspectos en el sistema de distribución de agua potable en el Conjunto habitacional "Los Fresnos", y será la base metodológica del tema de eficiencia hídrica.

Consumo doméstico

Por otra parte, el consumo doméstico es importante porque se requiere conocer el gasto de agua en función de usos, clima de la región y la clase socioeconómica, así para establecer ahorros. De acuerdo al MAPAS de Datos Básicos, estipulado por la CNA (2007), "Se refiere al agua usada en las viviendas. Este consumo depende principalmente del clima y de la clase socioeconómica de los usuarios". (p.8)

Dotación

De igual manera, el MAPAS de Datos Básicos menciona que "Es la cantidad de agua asignada a cada habitante, considerando todos los consumos de los servicios y las pérdidas físicas en el sistema, en un día medio anual; sus unidades están dadas en l/hab/día". (p.13). Este concepto será implementado en el presente trabajo para conocer la dotación diaria estipulada por autoridades municipales y la Comisión Nacional del Agua.

Calidad

Es un aspecto fundamental que debe cumplir el agua en las redes de distribución, y es considerado parte de la metodología del trabajo. Según la Secretaría de Salud (2000) estipulado en la NOM-127-SSA1, dice acerca de la calidad que “El abastecimiento de agua para uso y consumo humano con calidad adecuada es fundamental para prevenir y evitar la transmisión de enfermedades gastrointestinales y otras, para lo cual se requiere establecer límites permisibles en cuanto a sus características bacteriológicas, físicas, organolépticas, químicas y radiactivas”.

Cantidad

La cantidad es también parte fundamental del planteamiento metodológico, que toma en cuenta el abastecimiento, datos de proyecto, dotación, gastos y monitoreo de consumos reales de agua. Nuevamente la CNA (2007), en el MAPAS de Redes de distribución, indica que “El objetivo principal de una red de distribución es dotar de agua al consumidor en cantidad, calidad y presión suficiente; pero durante un tiempo de vida útil del sistema”. (p.184). Por otro lado, también menciona que “La operación de la red se refiere a todas aquellas actividades que se realizan para que la red brinde un servicio eficiente (calidad requerida, cantidad suficiente y presión adecuada) y continuo a los usuarios, durante la vida útil del sistema”. (p.185)

Presión

En el mismo MAPAS de Redes de distribución, indica que “Las presiones o cargas disponibles de operación, que se han de obtener en el diseño de la red para la red primaria, deberán ser suficientes para suministrar una cantidad de agua razonable en los pisos más altos de las casas, fábricas y edificios comerciales de no más de 6 pisos. Deberán ser comprendidas entre 1.5 a 4.0 kg/cm² (15 a 40 metros de columna de agua)”. (p.136). Este concepto también es pieza fundamental de la metodología empleada, que servirá para conocer qué tan eficiente es el suministro de agua en los tres niveles del edificio.

Como último concepto, se presenta el objeto de estudio empírico, que será el componente base del del proyecto.

Objeto de Estudio Empírico: Edificio de INFONAVIT

Para este proyecto, se estudiarán los edificios de vivienda multifamiliar del conjunto habitacional INFONAVIT “Los Fresnos” en Tepic Nayarit, a partir de dos edificios. Uno de ellos es edificio #56, ubicado en sobre el Andador Colomo, y el #66 ubicado sobre la calle Cora, en la Unidad Habitacional INFONAVIT Los Fresnos, en Tepic Nayarit. Para fines de este proyecto, se presentan los siguientes conceptos que definirán el objeto de estudio empírico.

La CONAVI (2010) dentro del *Código de Edificación de Vivienda*, nos dice que “Condominio Vertical. La modalidad en la cual cada condómino es propietario exclusivo de un departamento, vivienda o local de un edificio, compartiendo muros, losas y techos y además es propietario en parte proporcional de sus elementos estructurales o partes comunes, así como del terreno e instalaciones de uso general” (p.23)

Basándose en el autor mencionado y en lo que respecta a las características de las viviendas multifamiliares del conjunto habitacional de este proyecto, se entiende como edificio de interés social como un módulo vertical a base de tres niveles y seis departamentos de interés social, donde se comparten muros, losas y techos, definido por características propias, espaciales y socioculturales, dotado de instalaciones básicas. Está compuesto de dos recámaras, un baño, cocina, sala-comedor alcoba y patio de servicio.

3. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 PREGUNTA GENERADORA

¿Cuáles serían las adecuaciones bioclimáticas y de eficiencia hídrica sustentable, y para qué beneficiarían a las viviendas multifamiliares de los edificios del conjunto habitacional INFONAVIT Los Fresnos, en Tepic Nayarit?

3.2 HIPÓTESIS

1. Las adecuaciones bioclimáticas para viviendas multifamiliares de los edificios de INFONAVIT implican a) análisis de protección y captación solar; b) ventilación natural y c) aislamiento térmico. Con la selección más adecuada de estas tecnologías en cuestión de sustentabilidad, mejorarán las condiciones de habitabilidad, confort térmico y disminuirá los consumos de energía por climatización.

2. La eficiencia hídrica en los edificios de INFONAVIT se logrará a través de un estudio del funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable y por el análisis del consumo de agua dentro del edificio, sobre los cuáles se harán recomendaciones que mejorarán el sistema de agua potable y generarán ahorros en el consumo de agua, ayudar a preservar y reducir la sobreexplotación de mantos acuíferos de la ciudad.

3.3 OBJETIVOS

El presente trabajo consta de dos objetivos generales con sus respectivos objetivos particulares, ya que se estudian dos temas y pretenden ambos fines diferentes.

Objetivo general 1

Diseñar una propuesta de adecuación bioclimática apropiada a los edificios de vivienda multifamiliar, dentro del conjunto habitacional “Los Fresnos” en Tepic, Nay; que sirva para mejorar la sustentabilidad y condiciones de habitabilidad de dichas viviendas.

Objetivos particulares

1. Describir las características de Tepic Nayarit, que permitan entender el contexto del proyecto, como el sitio natural, datos climatológicos y rasgos de geometría solar.
2. Identificar las causas y consecuencias que determinan los problemas de habitabilidad en cuestión de confort térmico, Incluirá un análisis bioclimático de la ciudad de Tepic, un estudio del edificio, y un análisis del comportamiento y opiniones del usuario.
3. Diseñar estrategias bioclimáticas para protección y captación solar, ventilación y aislamiento térmico.
4. Analizar el comportamiento térmico y ventilación del edificio para diseñar estrategias bioclimáticas.
5. Realizar una Técnica de Análisis Multicriterial para adecuaciones bioclimáticas.

Objetivo general 2

Diseñar un planteamiento metodológico para lograr eficiencia hídrica sustentable apropiada al conjunto habitacional “Los Fresnos” en Tepic, Nayarit; con el propósito de mejorar el abastecimiento continuo de agua y fomentar el cuidado del agua a través de la implementación de dispositivos ahorradores.

Objetivos particulares

1. Describir las características contextuales de Tepic Nayarit, así como del conjunto habitacional INFONAVIT Los Fresnos, que permitan entender la problemática que enfrenta.
2. Analizar el sistema de agua potable de la zona, en cuestión de calidad, cantidad, presión y servicio continuo
3. Análisis del consumo real de agua en la vivienda, en comparación con la implementación de dispositivos ahorradores de agua
4. Establecer recomendaciones y conclusiones para mejorar la eficiencia hídrica.

3.4 POSTURA EPISTÉMICA

Esta investigación será basada en una postura positivista, donde se estudiará el mundo físico-natural bajo principios que el ser humano no puede intervenir ni modificar predeterminadas por la naturaleza, a base de cálculos y mediciones. Para fines de este proyecto, se requerirá datos numéricos para conocer el sitio natural, datos climatológicos, de geometría solar, encuestas, datos de población y vivienda, cálculos a través de fórmulas e interpretación de resultados. También se llevará a cabo una Técnica de Análisis Multicriterial balanceada para las adecuaciones bioclimáticas.

Ésta a su vez será complementada por la postura hermenéutica porque hay opiniones de sujetos sociales y aspectos intangibles como opiniones, actividades, puntos de vista, si el proyecto responderá a sus necesidades, es decir, desde una lógica cualitativa se va a intervenir en los usuarios en su modo de vivir. Este trabajo pretende conocer la problemática y el uso actual que se le da a los edificios de vivienda multifamiliar de INFONAVIT. Se llevará a cabo mediante la observación directa de características físicas de la zona, aplicación de entrevistas y dinámica participativa para conocer las percepciones, necesidades, requerimientos y opiniones subjetivas del usuario respecto a sensación térmica, ventilación, consumo, abastecimiento y calidad del servicio de agua de los habitantes. También las entrevistas aplicadas al representante vecinal y de INFONAVIT y conclusiones del trabajo

3.5 ELECCIÓN METODOLÓGICA

Para este trabajo, la metodología que se utilizará será mixta, en la medida que involucra instrumentos de la metodología cuantitativa y cualitativa. Cuantitativa, porque el proyecto requerirá datos numéricos para conocer datos del sitio natural, de clima, geometría solar, encuestas, cálculos a través de fórmulas, interpretación de resultados y una Técnica de Análisis Multicriterial. Será también cualitativa porque se pretende conocer la problemática y el uso actual que se le da a los edificios de INFONAVIT ante la observación directa de las características físicas de la zona, aplicación de entrevistas para conocer las percepciones de los habitantes, necesidades, requerimientos y opiniones subjetivas de sensaciones de bienestar térmico, del consumo, abastecimiento y calidad del servicio de agua.

Planteamiento Metodológico para Adecuaciones Bioclimáticas Sustentables

El presente trabajo empleará dos metodologías aplicables para lograr los objetivos propuestos. Para realizar un análisis bioclimático y elegir el mejor sistema de aislamiento térmico.

La metodología de Fuentes Freixanet, V. (2004) es aplicada para elaborar un análisis bioclimático, basado en propuestas de investigadores clásicos como: Olgyay, Givoni y Szokolay, adaptada a los requerimientos que el autor lleva a cabo en el Laboratorio de Diseño Bioclimático de la Universidad Autónoma Metropolitana. También fue adaptada por los requerimientos del Mtro. Francisco Álvarez Partida implementando otras referencias, programas de cálculo, manejo de redundancia para comparar resultados para tener más certeza en la selección de estrategias; y en caso de obtener discrepancias, optar por la más sólida. A continuación, se presentan los temas más importantes a tratar, véase esquema 00.

Esquema 00. Metodología para Adecuaciones Bioclimáticas Sustentables.



Fuente: Elaboración propia.

1. Análisis del Sitio y Entorno. Tendrá como objetivo conocer, analizar y evaluar las variables ambientales, naturales y artificiales, así como socioculturales para lograr una adecuada integración arquitectónica. Incluirá un estudio de datos geográficos y localización macro y micro, el medio natural y medio artificial de la zona de estudio.

2. Estudio de climatología de la ciudad de Tepic. El clima es un factor muy importante para la vida y para las condicionantes de la arquitectura. Esta parte de la metodología comprenderá un análisis detallado del clima, comprendiendo un estudio del meso clima, agrupación climática, registros climáticos, síntesis climática mensual y por último un análisis de geometría solar.

3. Análisis bioclimático. Comprenderá un estudio de la influencia de los factores climáticos sobre el desarrollo de los ocupantes relacionado con la ciudad de Tepic Nayarit. Esta etapa del trabajo comprenderá un análisis bioclimático mensual, requerimientos de climatización, y por último establecer estrategias de climatización acorde al análisis bioclimático.

Por otro lado, se estudiará al usuario de manera integral, en el sentido físico, psicológico y socio-cultural. Comprenderá un análisis de las condiciones de bienestar y confort del usuario, en relación al confort higrotérmico. Para este tipo de confort, se analizarán diversas herramientas de análisis como el Triángulo de Evans, Índice ombro térmico, Tablas de Mahoney, Carta Bioclimática, Diagrama Psicométrico y Confort Térmico Pronosticado Fanger. Por otro lado, se analizará las necesidades y requerimientos de confort en relación con los requerimientos funcionales y espaciales del proyecto, resumiendo en una elaboración de una matriz de confort.

4. Diagnóstico del edificio. Esta etapa consiste en un estudio detallado de la vivienda multifamiliar de acuerdo a su estado de conservación, distribución, materiales y tipo de sistema constructivo. Por otro lado, se analizará el comportamiento térmico de la vivienda, asoleamiento y ventilación, tal como se describe a continuación:

- ✓ **Comportamiento térmico de la vivienda.** Esta etapa del diagnóstico se divide en tres partes: Monitoreo de temperatura y comportamiento térmico de la envolvente de la vivienda. El monitoreo consiste en registrar los valores de temperatura por dispositivos

llamados *dataloggers* por una semana, y son colocados en el interior de las viviendas y en el exterior.

Por otro lado, se estudiará el comportamiento térmico de la envolvente, que consiste en la aplicación de la NOM-020-ENER-2011, para conocer el desempeño térmico de la vivienda y de esta manera disminuir los consumos de energía y mejorar el confort en el usuario.

- ✓ **Diagnóstico de asoleamiento.** Consiste en analizar la entrada del sol a través de los ambientes interiores donde se requiera mejorar el confort higrotérmico. Para ello se requiere previamente un estudio de la geometría solar para conocer las horas de iluminación y cuáles no, así también en qué tiempo se permite la entrada del sol en las ventanas o superficies no opacas; y de esta manera diseñar una adecuada protección solar. Se realizarán modelos gráficos utilizando el Software Ecotect Analysis sobre cada una de las ventanas de la vivienda, para posteriormente diseñar estrategias que protejan el asoleamiento. Para este punto, se solicitaron asesorías impartidas por el Mtro. Hugo Testolini, como experto en el tema y en el programa.

- ✓ **Diagnóstico de ventilación.** Comprende un análisis de la circulación del viento en relación a la velocidad (m/s) en los espacios interiores y su efecto en los usuarios, tomando en cuenta los vientos dominantes de la región y orientación de la vivienda en estudio. De esta manera se puedan establecer estrategias de ventilación para que mejore la calidad del aire interior. Este estudio será simulado a través del software Ecotect a través de un plugin de ventilación, incluyendo nuevamente de asesorías por el Mtro. Hugo Testolini.

5. Diseño aplicativo de la solución. En esta etapa se definirán las estrategias de diseño bioclimático conforme a los requerimientos de confort por climatización estudiados anteriormente. Las estrategias bioclimáticas empleadas para este trabajo serán las siguientes:

- ✓ **Protección y captación solar.** Elaborando una simulación nuevamente por el Software Ecotect Analysis sobre cada una de las ventanas con sus respectivas propuestas.

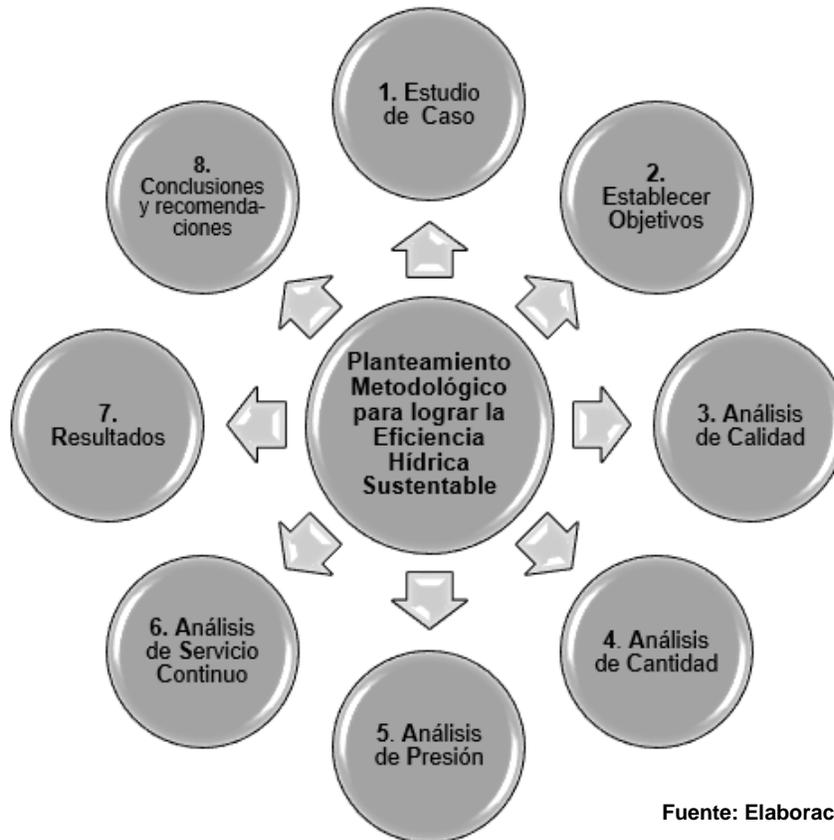
- ✓ **Ventilación natural.** Este estudio será simulado por Ecotect Analysis, utilizando un plugin llamado WindAir, sobre las propuestas en cada una de las ventanas.
- ✓ **Aislamiento térmico.** Se utilizará la Norma Oficial Mexicana NOM-020-ENER-2011, Eficiencia energética en edificaciones- Envoltente de edificios para uso habitacional, para comprobar la disminución del gasto de energía implementando aislantes térmicos.

6. Evaluación de las propuestas. En esta última etapa consiste en evaluar las estrategias bioclimáticas aplicando la Metodología Sustainable Assessment of Technology (SAT), Evaluación Sustentable para Tecnologías. Esta técnica solo evaluará aislantes térmicos en cuestión de las características de los materiales, considerando criterios económicos, sociales y ambientales para poder determinar la propuesta más sustentable. Por último se determinarán algunos escenarios futuros de acuerdo al aumento de temperatura que se pronostica a un largo plazo, implementando la NOM-020-ENER-2011 en aislantes térmicos.

Planteamiento Metodológico para lograr la Eficiencia Hídrica Sustentable.

Un sistema de agua potable y su respectiva operación, debe proporcionar cantidad suficiente, calidad requerida, presión adecuada y servicio continuo, tal como lo estipula la Comisión Nacional de agua (2007), en el Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, dentro del apartado de Redes de Distribución. Para el caso de este proyecto, se analizaron estos cuatro aspectos importantes dentro de la unidad habitacional, para poder crear escenarios y recomendaciones y conclusiones para lograr un sistema más eficiente de agua (véase esquema 01). También fue complementada por requerimientos del Mtro. Carlos Vicente Aguirre Patzka, especialista en Hidráulica.

Esquema 01. Planteamiento Metodológico para lograr Eficiencia Hídrica Sustentable.



Fuente: Elaboración propia

1. Introducción. En esta primera parte del trabajo, se describirá el contexto general de la ciudad de Tepic, incluyendo el punto de partida de la problemática de agua que enfrenta

2. Estudio de caso. Se hará una descripción más específica de la unidad habitacional, incluyendo número de viviendas y habitantes, año de construcción, así como la problemática que presenta el sistema de red de agua potable

3. Objetivos. Aquí se describirá los propósitos y la importancia de realizar un planteamiento metodológico para mejorar la eficiencia hídrica tanto de la red de agua potable como de las mismas viviendas de la unidad habitacional INFONAVIT Los Fresnos, considerando el tema de la sustentabilidad.

4. Desarrollo Metodológico. El desarrollo de esta metodología será basado en los cuatro principios que establece la Comisión Nacional del Agua, los cuáles debe cumplir la red de agua potable. Para este trabajo, será un estudio acerca de la unidad habitacional INFONAVIT “Los Fresnos”.

4.1 Calidad

- ✓ **Calidad del agua.** Este punto será analizado con la información obtenida por medio de funcionarios del Sistema Intermunicipal de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado (SIAPA-Tepic), en relación a las características de los pozos de abastecimiento de agua en la zona habitacional y de acuerdo con el cumplimiento de la NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.
- ✓ **Redes de distribución y alcantarillado.** En esta parte del trabajo se analizará el estado actual de las instalaciones de agua potable, alcantarillado sanitario y pluvial de la zona, incluyendo las ventajas y desventajas de los materiales en las tuberías.

4.2 Cantidad

- ✓ **Abastecimiento y datos de proyecto.** Servirá de base para conocer la dotación diaria por habitante al día, según la Comisión Nacional de Agua según la clase socioeconómica y el clima del lugar. Por otro lado, también se analizará la dotación propuesta por el H. Ayuntamiento Constitucional de Tepic.

- ✓ **Cálculo de Gastos de Diseño**, según los Datos Básicos del Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento que estipula la Comisión Nacional del Agua (2007). Esta parte del trabajo servirá para analizar el volumen de agua que produce el pozo de abastecimiento en una unidad de tiempo, tomando en cuenta al total de habitantes de la zona habitacional.
- ✓ **Monitoreo del consumo real de agua en la vivienda**. Esta etapa del proyecto será indispensable para determinar el gasto real de una vivienda, y de esta manera determinar si cumple con lo estipulado por la CNA y el Ayuntamiento de Tepic. La dotación diaria se relacionará con la temperatura registrada cada día.
- ✓ **Propuesta de dispositivos ahorradores de agua**. Para este trabajo, se proponen distintos dispositivos ahorradores de agua de acuerdo a los requerimientos de la vivienda y de las necesidades de los habitantes. Que serán instalados en la vivienda para poner determinar el ahorro de agua *versus* sin ningún dispositivo.

4.3 Presión. Se analizará la presión desde los pozos de abastecimiento de la unidad habitacional para conocer las condiciones del sistema hasta la presión que llega a los edificios de viviendas multifamiliares considerando sus tres niveles. Incluirá un monitoreo utilizando un manómetro para comprobar los datos dentro del edificio.

4.4 Servicio continuo. Se analizarán las condiciones actuales del abasto continuo de agua dentro de la unidad habitacional, considerando opiniones del usuario y por tarifas domésticas en ausencia de medidor estipuladas por medio del SIAPA-Tepic.

5. Resultados. Los resultados tendrán relación con la calidad, cantidad, presión y servicio continuo de la zona en estudio una vez analizado los puntos anteriores, para posteriormente hacer recomendaciones y escenarios.

6. Conclusiones y recomendaciones. Este apartado servirá para hacer un análisis de los resultados, acompañado de algunas recomendaciones para mejorar la eficiencia en el sistema de agua potable. Así mismo para fomentar el ahorro de agua en los habitantes de esta unidad habitacional y en general, y de la importancia que implica hacer cambios

en el sistema. Por último, en esta etapa se describirá de qué manera se debe cumplir la eficiencia hídrica, considerando lo estipulado en la Comisión Nacional de Agua, por observaciones y conclusiones propias.

3.6 SELECCIÓN DE TÉCNICAS Y DISEÑO DE INSTRUMENTOS

- **Revisión documental**

Esta técnica consiste en obtener información secundaria mediante la consulta de materiales escritos, gráficos o visuales de los cuales se puedan obtener datos sobre un tema determinado. Esta información se considera archivística, pues se ha obtenido de distintas bases de datos.

Se visitó el portal web del Servicio Meteorológico Nacional. (2010), dentro de las Normales climatológicas de Tepic Nayarit (1951-2010), para obtener los datos climáticos como temperatura, insolación, precipitación, humedad, evaporación y viento. En este punto también se visitó al *Servicio Meteorológico de Tepic*, para obtener datos actualizados de clima que no se contaban en el portal web.

Después se visitó la página de INEGI. (2010), dentro del Compendio de Información Geográfica Municipal. Tepic, Nayarit, para obtener los datos del medio natural: vegetación, topografía, altitud, latitud y longitud. También se obtuvieron datos de población de este conjunto habitacional dentro del *Inventario Nacional de Vivienda*.

Por otro lado, se realizó una visita al SIAPA-Tepic, para obtener información por medio de servidores públicos acerca de instalaciones de agua potable, alcantarillado y pluvial para hacer un estudio relacionado al suministro de agua de la zona, información sobre los pozos de agua que abastecen a este lugar, ya sea como sus respectivas especificaciones y aforo. Esta información servirá para establecer un diagnóstico la zona de estudio, y para establecer estrategias que puedan minimizar el consumo de agua dentro de la vivienda de interés social, y al mismo tiempo promover la conciencia de la importancia del vital recurso.

Por último se visitó a INFONAVIT delegación Nayarit, donde se obtuvo el número total de viviendas de esta colonia.

Esta información fue interpretada a base de gráficas y tablas elaboradas en el programa Excel, para ayudar a interpretar mejor la información, así como la redacción de cada tema y su importancia al proyecto.

- **Observación directa**

Es aquel instrumento de recolección de información primaria que se obtiene directamente de la realidad o lugar de los hechos, para registrar y comprender percepciones, descripciones, características, dinámicas entre la población y opiniones acerca de algo que queremos comprobar.

Esta actividad se llevó a cabo los días 19, 20 y 22 de junio de 2015, aproximadamente entre 5:00 y 7:30 p.m., dentro del conjunto habitacional INFONAVIT “Los Fresnos”. Los focos de atención que se observaron en esta actividad, son las formas del edificio, materiales de construcción, estado de conservación, levantamiento arquitectónico del edificio, actividades sociales que se realizan en el lugar, modificaciones físicas, condición del medio físico natural, componentes físicos del estado construido y características sociales de los habitantes. Todo ello servirá para la obtención de datos de lo que realmente está presente y sucede en la zona de estudio.

El material que se utilizó fue un cuaderno, hojas blancas, lápiz, borrador, pluma, cámara fotográfica y cinta métrica. Véase Anexo A- Formato de técnicas e instrumentos, p.254.

- **Encuesta**

Esta técnica también de nombre *Cuestionario*, la cual permite obtener información con las mismas preguntas y opciones de respuesta, que mediante su repetición permitirá comprobar la veracidad de los resultados. Generalmente se aplica a una muestra representativa de la población.

Para llevar a cabo esta técnica, se estableció una muestra de 50 viviendas, de un universo muestral de 2046 viviendas según INFONAVIT (2013). El diseño de las preguntas varía de acuerdo a diferentes temáticas, como preguntas filtro, sensación de calor, consumo de agua y consumo de energía. Contiene preguntas tipo directas, de escala numérica, múltiple, abiertas, de escala de valoración, única y diatómica.

Las encuestas se aplicaron desde el 18 hasta el 24 de junio de 2015. Se visitaron diversas viviendas de orientaciones noroeste y sureste, inmersas en esta colonia. Su función en este trabajo es establecer un diagnóstico de la problemática de habitabilidad

en cuestión de confort térmico (sensación de calor), ventilación, consumo de agua, consumo de energía así como de los intereses económicos de las personas por mejorar su vivienda. Se obtuvieron opiniones favorables al proyecto, que posteriormente se tabularon para poder interpretar de una mejor manera los resultados. Véase Anexo A- Formato de técnicas e instrumentos, p.255.

- **Entrevista**

La entrevista es una técnica que consiste en establecer un intercambio de información cara a cara y de manera oral sobre un tema determinado, a base de preguntas abiertas o cerradas. Para este trabajo, se utilizó una entrevista estructurada, ya que previamente se diseñó una serie de preguntas específicas y se sujetó a esta estructura.

Se realizó una entrevista a la Sra. María Rosenda Montes Barqueño, ama de casa, para conocer las condiciones de confort, calor, ventilación y uso del agua dentro de su vivienda, así como de la importancia que le da al cuidado del medio ambiente. Por otro lado, se entrevistó al Arq. Javier Rodríguez Navarrete, representante del Área técnica y ecotecnologías del INFONAVIT en Nayarit, tomando lugar en su oficina. Esta actividad se llevó a cabo para conocer los créditos que ofrece el INFONAVIT en cuestión de promover la sustentabilidad en la vivienda y conjuntos habitacionales, del cual está involucrado “Los Fresnos”. Por último, se entrevistó a la representante vecinal con principal objetivo de conocer las condiciones actuales de las viviendas en cuestión de confort, de la problemática de agua que ha enfrentado los habitantes y su manera de sobrellevarla, así como opiniones de poder promover este proyecto. Véase Anexo A- Formato de técnicas e instrumentos, p.258.

- **Dinámica participativa**

Una dinámica participativa es una técnica que requiere de integración grupal para obtener ideas e información profunda y sensible sobre un tema determinado. Para este trabajo, se llevó a cabo la dinámica “Lluvia de ideas”, que consiste en realizar un ejercicio colectivo para obtener aportaciones de puntos de vista y percepciones de temas como confort térmico, sensación de calor, ventilación, consumo de energía y de agua en la vivienda de los edificios de INFONAVIT “Los Fresnos”. Donde un grupo de vecinas de amas de casa participaron en la dinámica.

Esta actividad se llevó a cabo dentro de una vivienda, ubicada Andador Colomo #60 Dpto. 3 dentro de esta colonia, el día 29 de junio de 2015. Consistió en reunir a un grupo pequeño de amas de casa interesadas en participar, donde se les explicó el objetivo de la dinámica, se les entregó unos *post it* para que escribieran comentarios positivos, negativos y soluciones para mejorar la sensación de calor, ventilación y consumo de agua en el interior de la vivienda. A través de estas ideas acordes a las necesidades de estas personas, se obtuvieron opiniones importantes para dar solución a la problemática que enfrentan las viviendas en cuestión de confort y de uso del agua. Véase Anexo A-Formato de técnicas e instrumentos, p.265.

- **Monitoreo de temperatura**

Un monitoreo de temperatura consiste en registrar los valores de temperatura de acuerdo a una fecha y hora determinada, a través de dispositivos llamados *data loggers*. Estos dispositivos se colocan en el interior de un espacio determinado así como en el exterior, programados para registrar la temperatura a cierto tiempo.

Se realizó un monitoreo de temperatura para conocer los cambios de temperatura que se producen en el interior de las viviendas de dos departamentos en estudio, de orientación noroeste y sureste. Este registro se llevó a cabo colocando un dispositivo llamado *data logger* dentro de tres viviendas de diferente nivel por edificio. Esta actividad se llevó a cabo en el edificio #56 con orientación sureste, y en el edificio #63 con orientación noroeste, durante una semana que comprendió desde el 19 al 27 de junio de 2015. Estos dispositivos registraron información de fecha, hora y temperatura, que posteriormente se muestran unas gráficas para diagnosticar su comportamiento de temperatura a lo largo de cada día.

A través del software HOBOWare Lite, los *data loggers* fueron programados previamente al monitoreo para registrar la temperatura cada 10 minutos durante una semana, que comprendía desde el 19 al 27 de junio. Véase tema 4.2.2. Diagnóstico y solución: comportamiento térmico de la vivienda, p. 121.

- **Monitoreo de consumo de agua**

Un monitoreo del consumo de agua consiste en registrar los valores de agua utilizados durante un determinado periodo de tiempo.

Para este trabajo, se realizaron dos monitores, cada uno con una duración de un mes. Esta actividad consistió en instalar un medidor de agua directamente en la red municipal de una vivienda de la unidad habitacional. Esta actividad es importante

El primer monitoreo se llevó a cabo durante todo el mes de diciembre para conocer el gasto real de agua por una familia compuesta de cuatro integrantes, y poder determinar el consumo de litros por habitante al día. Posteriormente, se realizó el segundo monitoreo, donde se instalaron en la vivienda dispositivos ahorradores de agua, y de esta manera se pudiera hacer una comparativa entre ambos monitoreos.

El registro de información fue realizado diariamente con apoyo de un integrante del hogar, proporcionando la información en hojas blancas. Esta información fue tabulada en Excel para poder hacer relaciones con los días de la semana, fecha y con datos de temperatura media registrada por día. Véase tema 5.4.2. Cantidad, p. 232.

- **Monitoreo de presión**

Un monitoreo presión de agua consiste en registrar los valores presión utilizando un manómetro de glicerina, colocándolo directamente en la llave nariz de la red municipal, vivienda de planta baja, primer y segundo nivel. Esta actividad tiene el propósito de conocer que tan efectivo el abasto continuo de agua en los edificios, y de ésta manera se pueda realizar un análisis y recomendaciones de solución para mejorar el sistema.

Esta actividad se realizó el día 8 de enero del año 2016, y el registro se llevó a cabo en papel y fotografías tomadas por una cámara fotográfica que demostrara la evidencia. Véase tema 5.4.3 Presión, p. 237.

4. ADECUACIÓN BIOCLIMÁTICA. ANÁLISIS, DESARROLLO DE LA PROPUESTA Y RESULTADOS

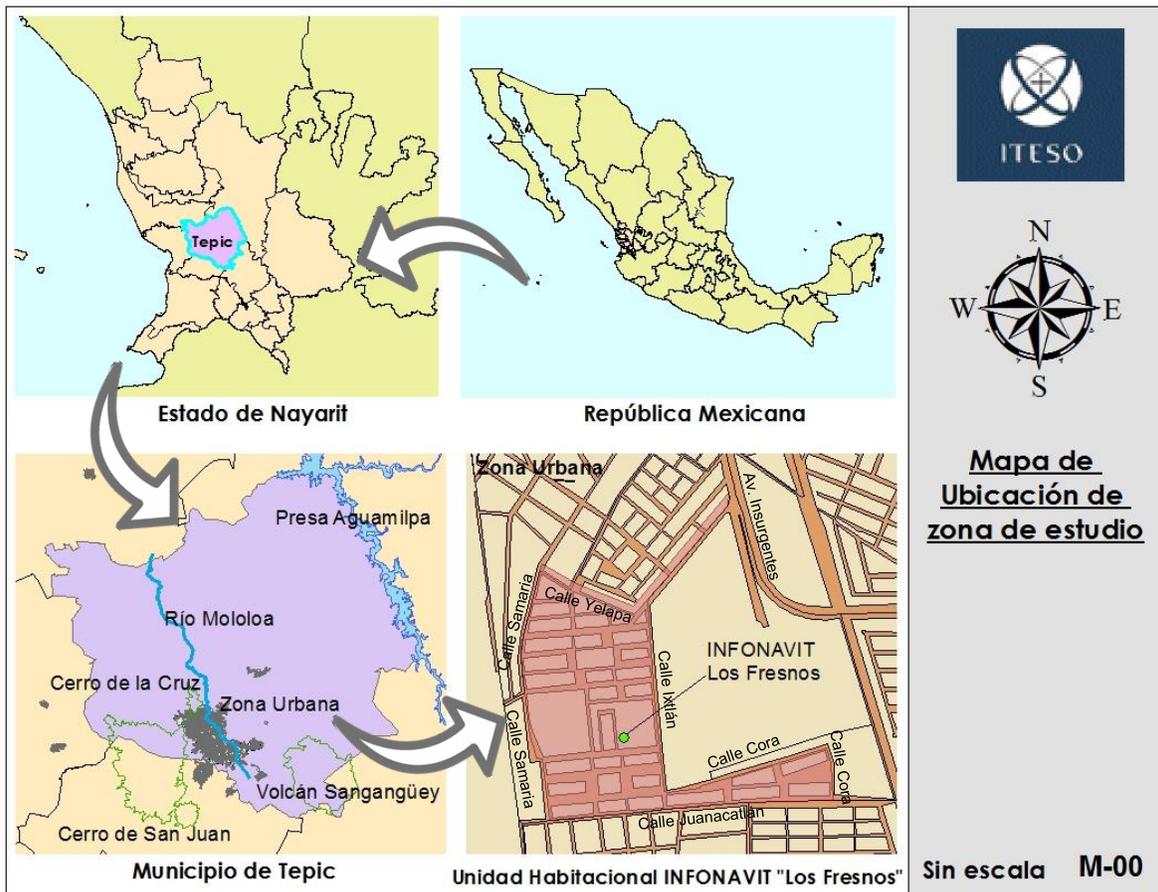
4.1 SÍNTESIS INTERPRETATIVA DE LOS DATOS ANALIZADOS

4.1.1 Análisis del sitio y del entorno

Localización geográfica

La Unidad Habitacional INFONAVIT “Los Fresnos”, se localiza al sureste de la zona urbana de Tepic. Cuenta con una latitud de 21°28’27.46” N y una longitud de 104°52’41.88” O. Tiene una elevación de 938 metros sobre el nivel del mar. Esta unidad se caracteriza por edificios multifamiliares de interés social, con una densidad habitacional H4 y según INEGI (2010), este conjunto se encuentra inmerso dentro del AGEB 1801700010760. Tiene aproximadamente 30 años de ser construido. Su ingreso principal es por Av. Insurgentes, y está delimitada por la calle Ixtlán como vialidad principal; así como las calles El Cora, Juanacatlán, Samaria y Yepantla como vialidades secundarias (véase mapa 00).

Mapa 00. Ubicación macro y micro zona de estudio.

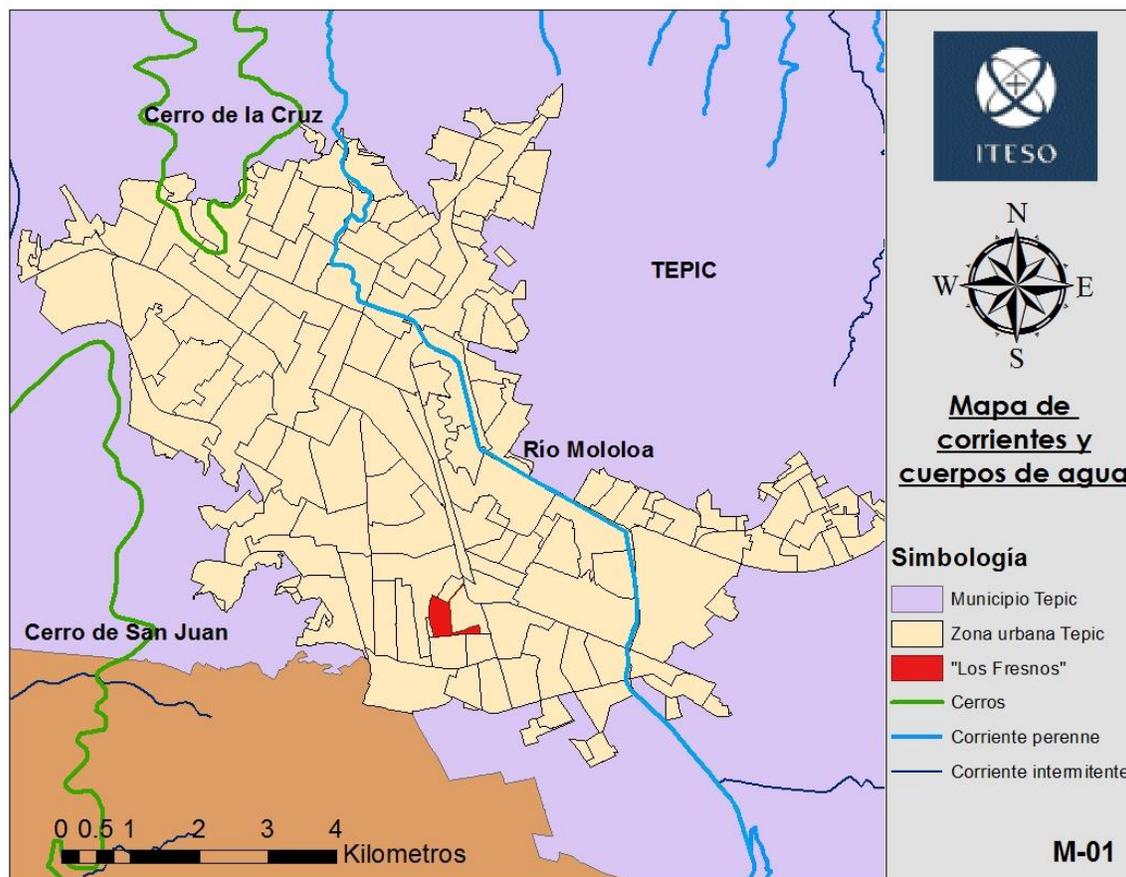


Fuente: Elaboración propia e INEGI (2015).

Medio natural

“Los Fresnos” no cuenta con cuerpos ni corrientes de agua aledaños que puedan influir en el desarrollo del proyecto, tal como lo muestra el mapa 01. El cuerpo de agua más próximo es el río Mololoa, que atraviesa la ciudad de Tepic y se localiza a 2.22 km aproximadamente de la zona habitacional.

Mapa 01. Corrientes y cuerpos de agua en Tepic



Fuente: Elaboración propia e INEGI, Recursos naturales (2015).

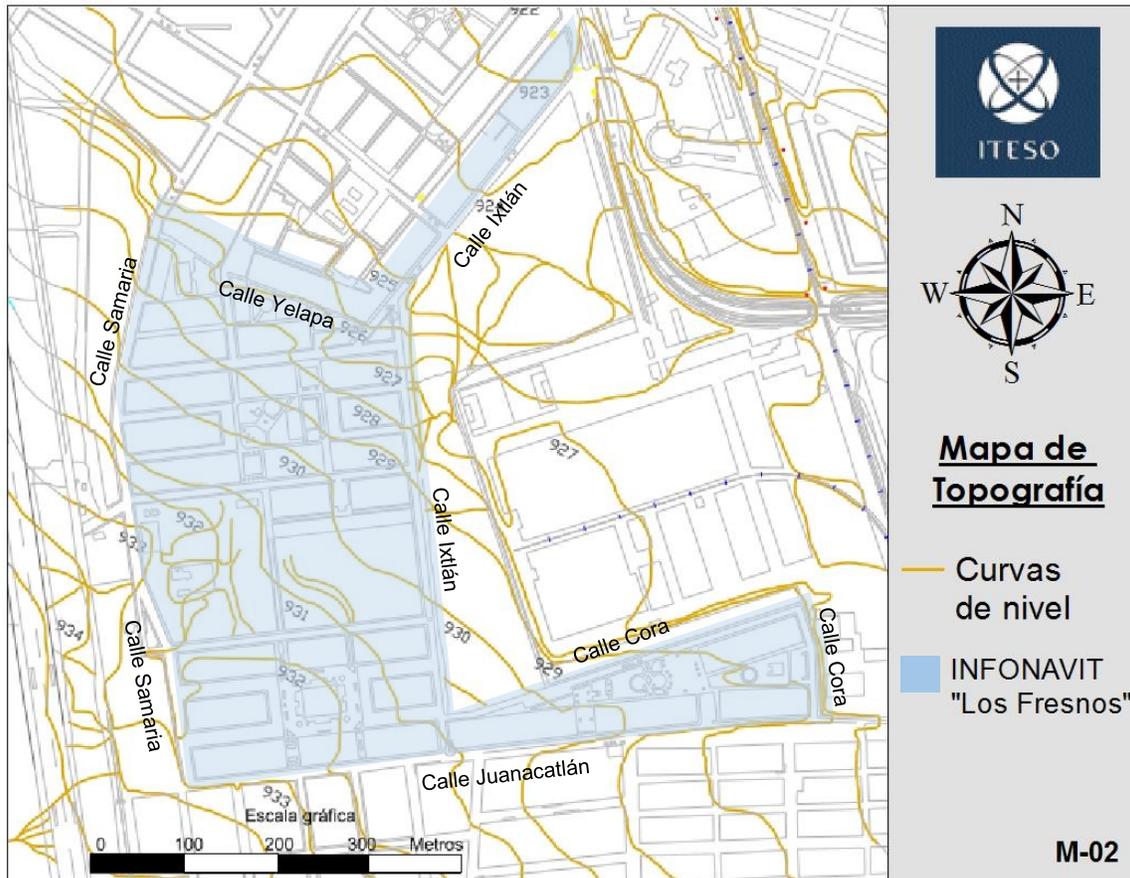
De acuerdo a la topografía de la zona de estudio, no presenta pendientes pronunciadas. Las curvas de nivel de la unidad habitacional están separadas aproximadamente 70 metros y descienden un metro entre cada una de ellas de sur a norte, véase el mapa 02. Estas pendientes no afectan al presente proyecto ni a las propuestas a implementar.

Medio artificial

La unidad habitacional cuenta con calles pavimentadas, banquetas, andadores peatonales y vehiculares, teléfonos públicos, energía eléctrica, agua entubada, drenaje, ADECUACIÓN BIOCLIMÁTICA Y EFICIENCIA HÍDRICA SUSTENTABLE PARA EDIFICIOS DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR, EN TEPIC NAYARIT

servicio de recolección de basura. Además cuenta con cuatro plazas o parques, canchas deportivas, área de culto religioso, salón de usos múltiples y una casa de la mujer, áreas de estacionamientos, camellones y su propio pozo de agua.

Mapa 02. Topografía de la zona de estudio



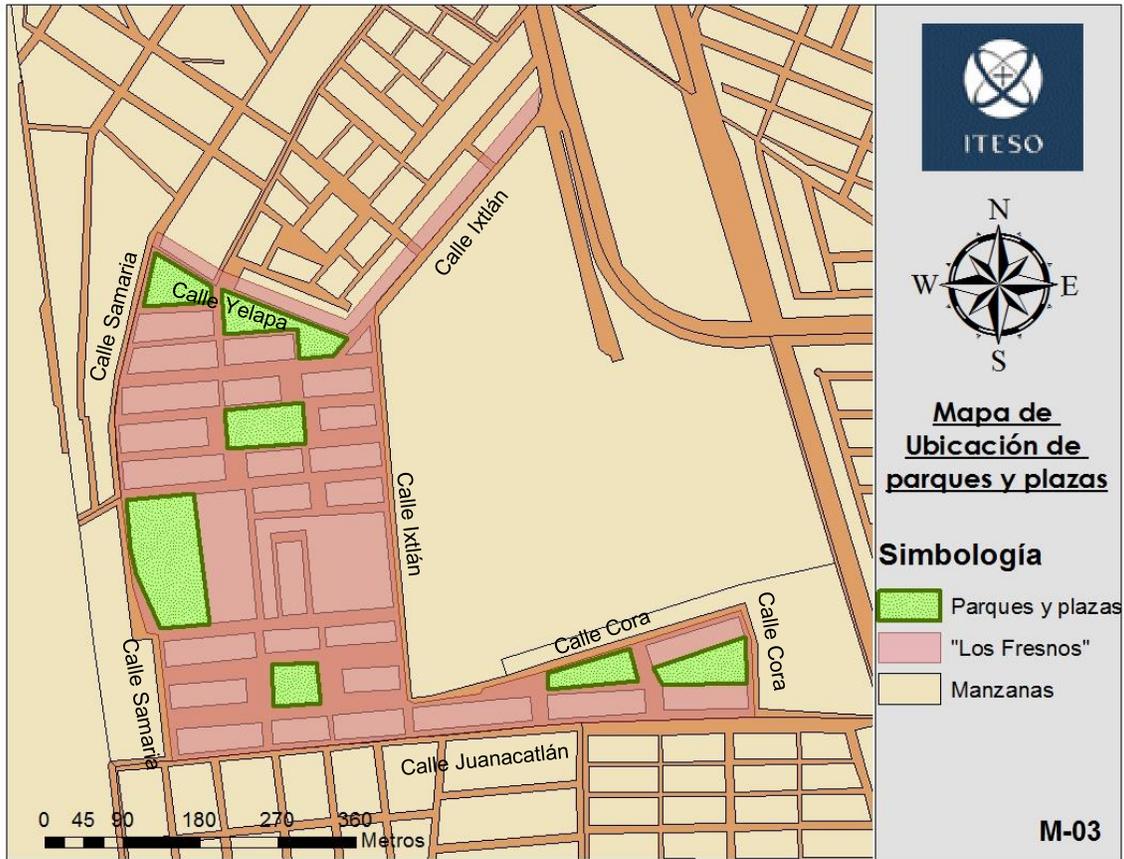
Fuente: Elaboración propia y Ocegueda Armenta, A. (2015) Director de operación SIAPA-Tepic.

La unidad habitacional presenta diversos parques vecinales y plazas distribuidas en zonas estratégicas a lo largo de la zona, y ubicadas sobre andadores peatonales (véase mapa 03). Estas áreas representan el 18% del área total de la colonia.

Las áreas verdes favorecen a las viviendas, ya que aportan oxígeno, favorecen al microclima del lugar, circulación del aire y humedad. Por otro lado, son una zona de reunión social y recreativa, que favorecen a la convivencia familiar, vecinal y cultural.

Entre las especies de flora más representativas de esta zona, son los árboles ficus benjamina y palmas real cubana.

Mapa 03. Ubicación de parques y plazas de zona de estudio.



Fuente: Elaboración propia e INEGI (2015).

El medio socio-cultural

Población

La unidad habitacional "Los Fresnos", cuenta con una población de 5904 habitantes según el último censo de INEGI (2010). La mayor cantidad de habitantes predominan entre los 30 y 59 años, siendo un 36.2% del total, siguiendo los jóvenes entre 15 y 29 años, representando el 35.8%. En tercer lugar predominan de 0 a 14 años con un 23.8%, y por último, el 4.20% representa población de 60 años y más, véase tabla 00.

Tabla 00. Población zona de estudio.

Población	
De 0 a 14 años	1408
De 15 a 29 años	2113
De 30 a 59 años	2135
De 60 y más años	248
Con discapacidad	117

Fuente: INEGI (2010).

Características sociales de los habitantes

En esta unidad habitacional, viven personas de todas las edades, prevalecen en gran medida matrimonios jóvenes que rentan la vivienda y tienen poco iniciando un hogar contando con un niño pequeño, así también matrimonios que tienen más de 20 años donde algunos ya son abuelos jóvenes y cuentan con vivienda propia.

Existe un gran número de amas de casa, donde el esposo es el jefe de familia, así también donde ambos trabajan en horario matutino. Los vecinos suelen conocerse muy bien y se ayudan entre ellos, sin embargo también existen vecinos que no les gusta convivir. Además están al pendiente de las personas desconocidas que puedan acercarse a las viviendas de sus conocidos.

Sus niveles de ingresos no son altos, mucha gente vive al día con lo que ganan de su trabajo, muchas personas no cuentan con vehículo propio y utilizan el transporte público, por otro lado existen personas con ingresos más altos y cuentan con vehículo.

Las ocupaciones de los habitantes suelen ser dedicados al hogar, a oficios, trabajos de gobierno y profesionistas (algunos). La gran mayoría de niños y jóvenes acuden a la escuela.

Vivienda

INFONAVIT “Los Fresnos” cuenta con 2046 viviendas según INFONAVIT (2013), es decir, 341 módulos de edificios multifamiliares de interés social, con una densidad habitacional H4. La gran mayoría de estas viviendas son particulares habitadas, y algunas son rentadas, la minoría se encuentran deshabitadas siendo particulares.

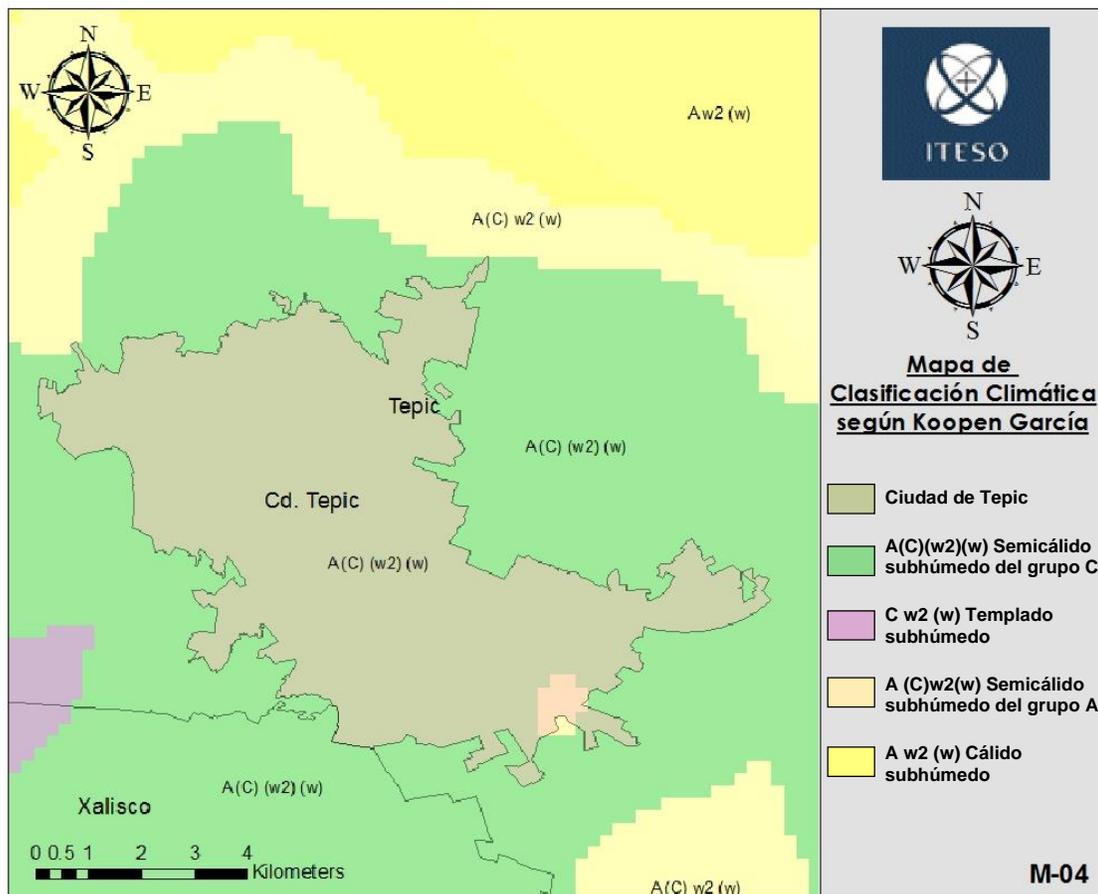
4.1.2 Climatología de la ciudad de Tepic

Meso clima

La ciudad de Tepic Nayarit, presenta un clima semicálido subhúmedo del grupo C. **(A)Cw2(w) (e)**. El verano es cálido con régimen de lluvia, mientras en invierno las lluvias son escasas; se muestra oscilación extremosa anual y el clima no es tipo Ganges. La clasificación climática se determinó por los datos de las normales climatológicas de la ciudad de Tepic y la clasificación de Köppen-García según Fuentes Fraixanet, V. (2004). Estos datos coinciden con la clasificación climatológica del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI 2010).

En cuanto a su agrupación bioclimática, se considera **templado húmedo**, ya que la temperatura media anual es mayor a 18°C y la precipitación pluvial anual es mayo a 1000 mm. Estos datos se obtuvieron de la herramienta Bioclimatic Analysis Tool y son corroboradas con el Código de Edificación de Vivienda 2010. Véase mapa 04 y tabla 01.

Mapa 04. Clasificación climática de Tepic, según Koopen García.



Fuente: Elaboración propia e INEGI, Recursos naturales (2015).

Tabla 01. Clasificación del clima según el sistema modificado Köppen- García.

II	Datos climáticos mensuales y anuales	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Anual	
	Temperatura (° C)	16.3	16.6	17.6	19.4	21.4	23.3		
	Precipitación mm	29.5	10.1	7.4	9.1	8.9	169.7		
		Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre		
	Temperatura (° C)	23.4	23.3	23.3	21.9	19.3	17.5		20.3
	Precipitación mm	378.6	285.6	221.5	72.9	17.5	29.1		1239.9
III	Gráficas								
	Véase gráfica de temperatura y precipitación.								
IV	Cuestionario:								
	1	Temperatura media anual						20.3	
2	Temperatura del mes más frío						16.3		
	Mes más frío						Enero		
3	Temperatura del mes más cálido						23.3		
	Mes más cálido						Julio		
4	Precipitación total anual						1239.9		
5	Precipitación del mes más seco						7.4		
	Mes más seco						Marzo		
6	Precipitación mes más lluvioso						378.6		
	Mes más lluvioso						Julio		
7	Porcentaje de lluvia invernal						3.80%		
	Época de lluvia						Verano		
8	Determinar el régimen de lluvias						De verano		
9	Fórmulas r_h y r_s correspondientes al % de lluvia invernal								
	Fórmulas r_h						-		
	Fórmulas r_s						-		
10	Determinar si el clima es húmedo, subhúmedo o seco						Subhúmedo		
	Determinar si el clima es seco (BS) o muy seco (BW)						No		
11	Anotar grupo y subgrupo del clima								
	Grupo						C		
	Subgrupo						(A)C		
12	Determinar el tipo de clima (A o C), húmedo o subhúmedo						Subhúmedo		
	Tipo de clima A						-		
	Tipo de clima C								
13	Determinar el subtipo climático según el grado de humedad								

	Cociente P/T	61.2
	Determinar símbolo de acuerdo al cociente P/T Y % de lluvia invernal	w2/w
	Determinar presencia de canícula	No hay canícula
	Número de meses con temperatura mayor a 10° C	12
14	Describir condiciones de temperatura en base a la temperatura anual y la de los meses más fríos y más calientes	con verano cálido
15	Determinar oscilación térmica anual	7
16	Anotar el símbolo correspondiente a la oscilación	e
17	Marcha anual de temperatura, determina si la temperatura máxima se presenta antes o después del solsticio de verano; y anota la clave correspondiente	No es tipo Ganges
18	Estación por marcha anual en zona intertropical o extra-tropical	
19	Escribir el tipo de clima con todas las letras anotadas	C(A)Caw2(w) (e)
20	Clima semicálido subhúmedo del grupo C (templado). Presenta oscilación extremosa, no es tipo Ganges y no hay canícula.	

Elaboración propia. Fuente: Fuentes Freixanet (2004).

Agrupación bioclimática

Según Fuentes Freixanet, V. (2004), el sistema de agrupación climática de las ciudades tiene como objetivo agrupar de manera simplificada a las localidades de acuerdo a sus requerimientos arquitectónicos y bioclimáticos. Esta agrupación no sustituye a la clasificación de Koppen - García, si no que complementa en el diseño de estrategias de diseño arquitectónico.

Para establecer esta agrupación, se necesitan los parámetros de temperatura y precipitación pluvial. Desde el punto de vista bioclimático, es más significativa la humedad relativa que la precipitación, sin embargo es un dato complicado de obtener, ya que solo lo tienen los observatorios meteorológicos. Véase esquema 02.

Temperatura. Los rangos de la agrupación desde el punto de vista térmico son:

- Temperatura menor de 21°C para requerimientos de calentamiento.
- Temperatura entre 21°C y 26°C para zona de confort térmico.
- Temperatura mayor a 26°C para requerimientos de enfriamiento.

Precipitación pluvial. La precipitación pluvial total anual se utiliza para determinar los requisitos de humidificación o deshumidificación. Los rangos son establecidos como:

- Menor a 650 mm de precipitación para requerimientos de humedad.
- Entre 650 y 1000 mm para confort hídrico.
- Mayor a 1000 mm para requerimientos de deshumidificación.

Esquema 02. Agrupación climática.

	Cálido Seco	Cálido	Cálido Húmedo
26 °C			
	Templado Seco	Templado	Templado Húmedo
21 °C			
	Semi-Frío Seco	Semi-Frío	Semi-Frío Húmedo
Precipitación pluvial anual	650	1000	

Elaboración propia. Fuente: Fuentes Freixanet (2004).

Síntesis climática mensual

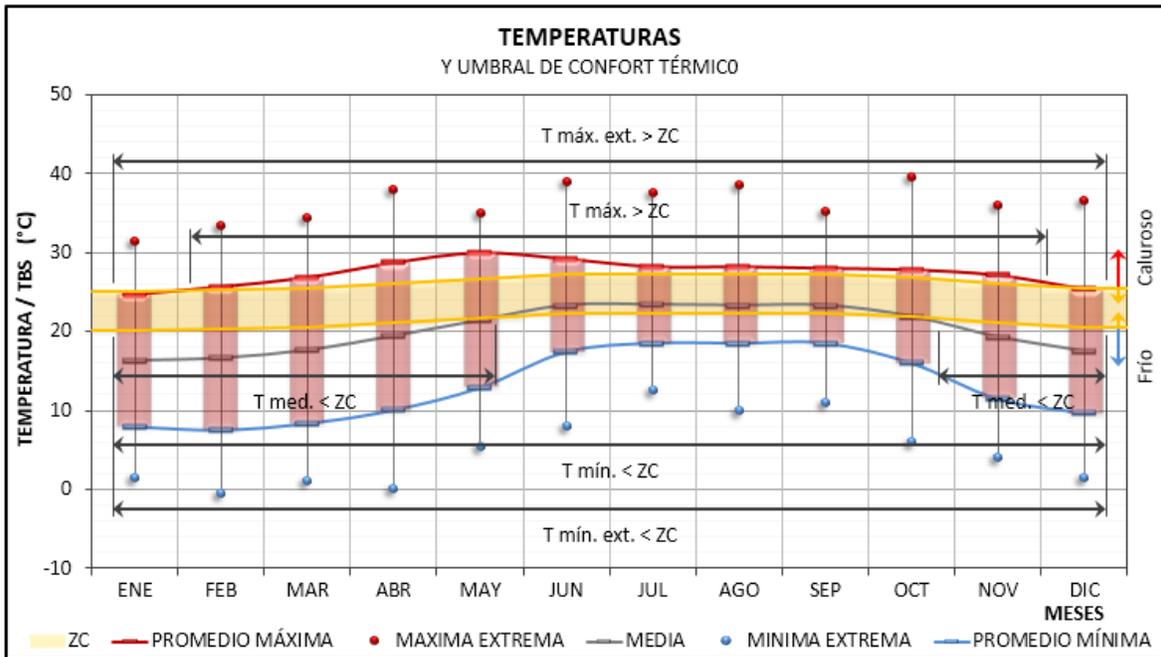
TEMPERATURA

Tabla 02. Temperaturas periodo 1951-2010 de Tepic, Nayarit.

VARIABLES CLIMATOLÓGICAS	UNIDAD	AÑOS	MESES												ANUAL	
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC		
TEMPERATURA	MAXIMA EXTREMA	°C	35	31.5	33.5	34.5	38.0	35.0	39.0	37.5	38.5	35.2	39.5	36.0	36.5	39.5
	FECHA	dd/aaaa	n/d	24/2010	27/2003	12/2006	17/2001	28/2001	10/2001	30/2009	16/2009	18/2006	04/2009	14/2008	07/2007	4-oct.-2009
	PROMEDIO MÁXIMA	°C	35	24.6	25.6	26.8	28.7	30.0	29.2	28.2	28.2	28.0	27.8	27.1	25.3	27.5
	MEDIA	°C	35	16.3	16.6	17.6	19.4	21.4	23.3	23.4	23.3	23.3	21.9	19.3	17.5	20.3
	PROMEDIO MÍNIMA	°C	35	8.0	7.6	8.4	10.1	12.9	17.4	18.5	18.5	18.5	16.0	11.5	9.7	13.1
	MINIMA EXTREMA	°C	35	1.5	-0.4	1.0	0.0	5.5	8.0	12.5	10.0	11.0	6.0	4.0	1.5	-0.4
	FECHA	dd/aaaa	n/d	03/2008	18/2004	05/2007	01/2003	22/2002	01/2007	28/2005	21/2006	30/2008	25/2007	23/2001	20/2003	18-feb.-2004
	MIN. INTEMPERIE	°C	16	10.6	-13.0	-8.4	-2.6	0.4	-2.4	2.0	0.0	-6.8	5.4	-13.8	-10.4	-13.8
	FECHA	dd/aaaa	n/d													NOV
	OSCILACIÓN	°C	35	16.6	18.0	18.4	18.6	17.1	11.8	9.7	9.7	9.5	11.8	15.6	15.6	14.4

Fuente: SMN (2010).

Gráfica 00. Temperaturas y umbral de confort térmico.



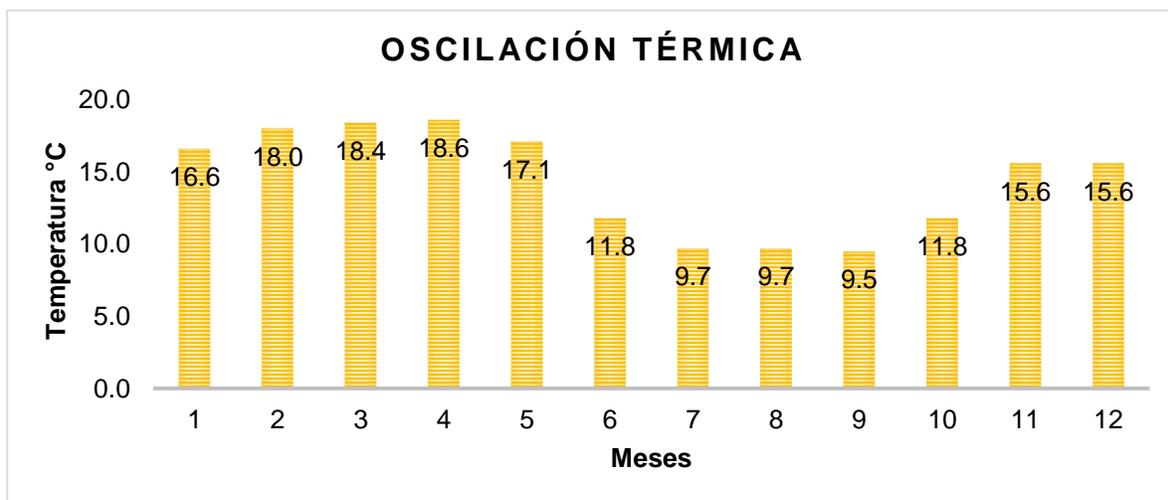
Fuente: Elaboración propia utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool

Durante todo el año, las **temperaturas mínimas** se localizan por debajo de la zona de confort mensual, y casi todo el año las temperaturas medias, excepto los meses de junio a septiembre. De acuerdo a las temperaturas máximas, enero y diciembre son los únicos meses que se localizan dentro de la zona de confort, los demás sobrepasan ligeramente y otros por mucho esta zona. Véase tabla 02 y gráfica 00.

La temperatura media más elevada, se presenta en el mes de julio (23.4°C), sin embargo **la mayor temperatura máxima** se presenta durante el mes de mayo con 30°C, siendo el límite de confort máximo para este mes de 26.7°C, esto representa que la temperatura sobrepasa un poco más de tres grados centígrados. También es necesario considerar que se han alcanzado temperaturas máximas extremas hasta de 39.5°C en octubre y mínimas extremas hasta de -0.4°C en febrero.

Las oscilaciones térmicas más elevadas se presentan durante la época más seca y calurosa del año, mientras que disminuyen en la época más húmeda. La oscilación máxima se presenta en el mes de abril con 18.6°C, mientras que la mínima se presenta con 9.5°C en septiembre. El clima de Tepic Nayarit, cuenta con una oscilación media anual de 14.4°C. Véase gráfica 01.

Gráfica 01. Oscilación Térmica anual de Tepic, Nayarit.



Fuente: Elaboración propia utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

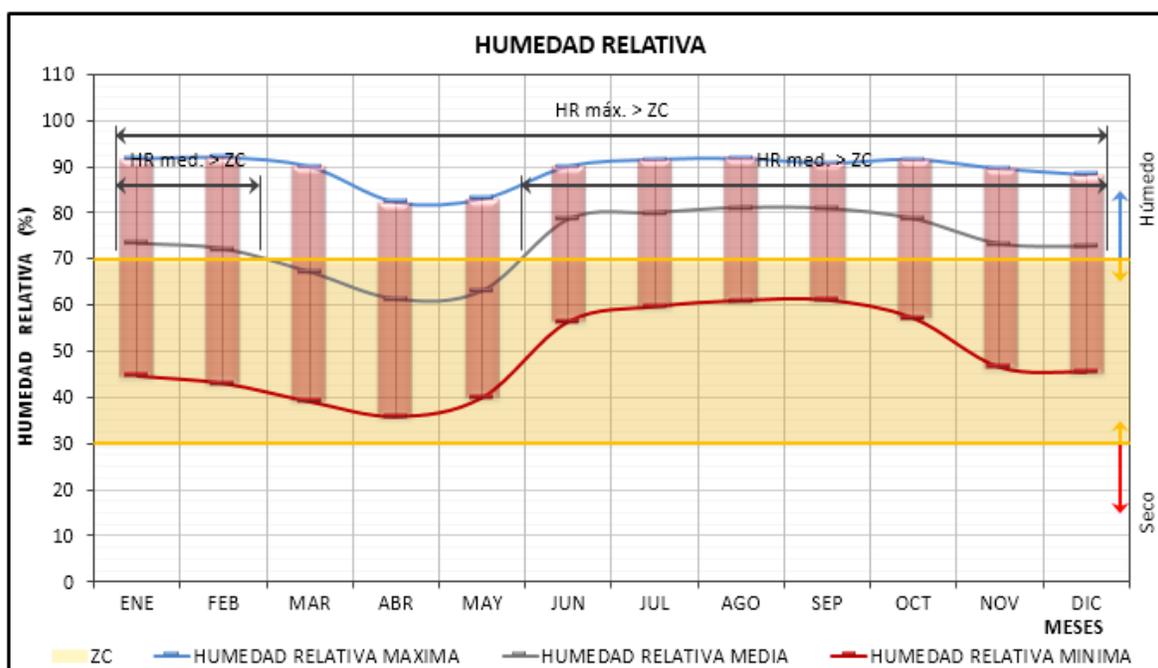
HUMEDAD

Tabla 03. Humedad, periodo 1951-2010 de Tepic, Nayarit.

VARIABLES CLIMATOLÓGICAS	UNIDAD	AÑOS	MESES												ANUAL
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
TENSION MEDIA DE VA	mb	20	15.2	15.2	15.3	15.5	18.6	22.8	23.6	22.8	23.9	22.2	17.8	15.1	19.0
RELATIVA MAXIMA	%	20	91.6	91.9	89.9	82.3	83.0	90.0	91.5	91.7	90.7	91.5	89.5	88.2	89.3
RELATIVA MEDIA	%	20	73.3	72.1	67.1	61.3	63.1	78.5	79.9	81.0	80.8	78.6	73.2	72.6	73.5
RELATIVA MINIMA	%	20	44.7	43.1	39.2	36.0	40.1	56.4	59.6	60.9	61.0	57.1	46.6	45.5	49.2
EVAPORACIÓN TOTAL	mm	21	101.5	123.0	174.4	205.0	228.8	193.8	164.1	155.5	131.2	127.5	108.0	94.7	1,807.5
TEMP. DE BULBO HÚM	°C	20	12.9	13.1	13.1	13.4	15.0	19.7	20.1	20.4	20.3	18.5	15.4	13.0	16.2

Fuente SMN (2010).

Gráfica 02. Humedad relativa.



Fuente: Elaboración propia utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

Durante todo el año se presenta humedades relativas máximas por encima del confort higrotérmico, donde los meses de abril y mayo muestran los datos menores de 82.3 y 83% respectivamente. Véase tabla 03 y gráfica 02.

La humedad relativa media es encontrada por encima de la zona de confort la mayor parte del año, excepto los meses de marzo, abril y mayo que sí están en esta zona (67.1%, 61.3% y 63.1% respectivamente). Los meses que presentan mayor porcentaje de humedad son de junio a octubre coincidiendo con los meses de mayor precipitación anual,

presentándose la máxima en agosto con 81%, es decir por 11% arriba del límite máximo de confort.

La **humedad relativa mínima** es la única que se presenta en la zona de confort todo el año, presentándose el dato mínimo en abril con 36%, y el dato máximo en septiembre con 61%.

En este caso, la humedad relativa presenta un comportamiento inverso al de **oscilación térmica**, es decir, que los meses que presentan mayor humedad relativa y precipitación anual, son los mismos que presentan una oscilación térmica menor (meses más húmedos y calurosos), y los meses con menor humedad relativa presentan un mayor grado de oscilación térmica (meses más secos).

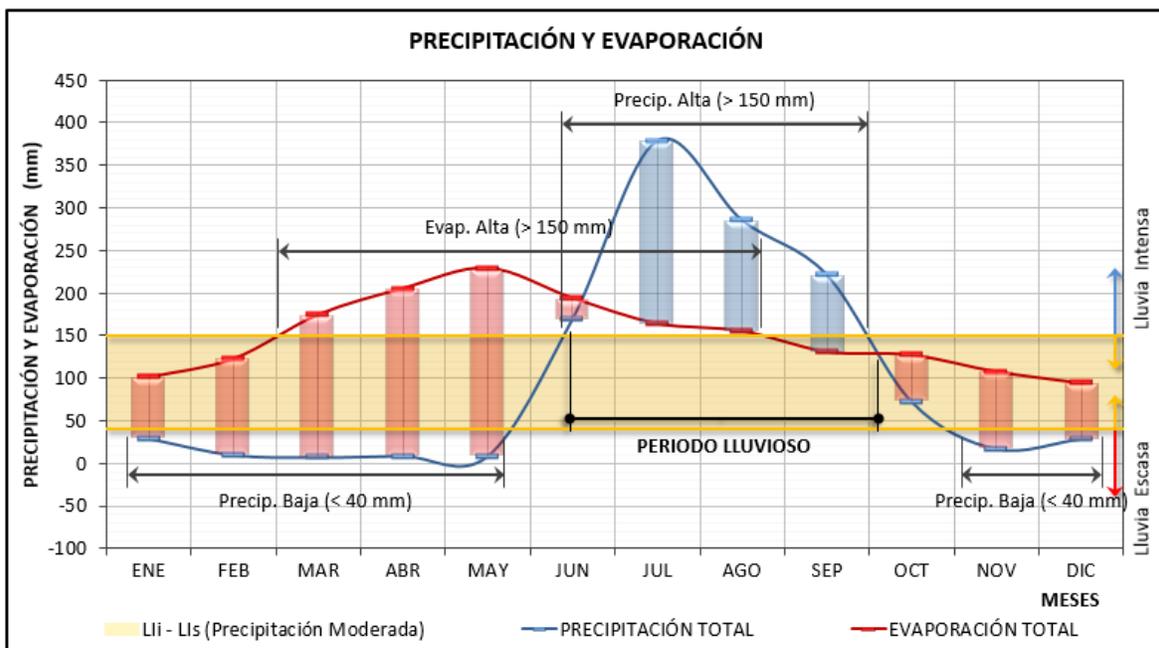
PRECIPITACIÓN Y EVAPORACIÓN

Tabla 04. Precipitación, periodo 1951-2010 de Tepic, Nayarit.

VARIABLES CLIMATOLÓGICAS		UNIDAD	AÑOS	MESES												ANUAL
				ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
PRECIPITACIÓN	TOTAL	mm	35	29.5	10.1	7.4	9.1	8.9	169.7	378.6	285.6	221.5	72.9	17.5	29.1	1,239.9
	MAXIMA	mm	35	181.2	76.4	177.1	241.6	81.1	364.2	534.3	487.8	381.0	189.9	140.8	138.5	534.3
	FECHA	aaaa	n/d	1987	1970	1968	1959	1956	1974	1988	1980	1967	1958	1976	1960	JUL-1988
	MAXIMA EN 24 h	mm	35	103.9	46.9	95.1	69.5	49.0	145.8	146.5	105.0	113.1	103.5	67.5	56.5	146.5
	FECHA	dd/aaaa	n/d	12/1987	11/1978	04/1968	13/1959	19/1958	20/1974	05/1983	12/1983	17/1986	05/1955	25/1982	25/1982	5-jul.-1983

Fuente SMN (2010).

Gráfica 03. Precipitación y evaporación.



Fuente: Elaboración propia utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

En la gráfica tabla 04 y gráfica 03 se puede visualizar el comportamiento de precipitación y evaporación de Tepic, durante todos los meses del año.

La precipitación en Tepic se presenta en forma de lluvia (gotas de agua en estado líquido) y sólo como fenómenos especiales en granizo (forma sólida de cristales de hielo). Como se puede apreciar en el diagrama, se presentan dos periodos de acuerdo a la precipitación. La época de precipitación alta inicia a mediados del mes de junio y termina en los primeros días de octubre. Es considerado también como *período lluvioso*, con precipitaciones de 200mm hasta 380mm. Mientras que el *período de secas* o precipitación baja, empieza a partir del mes de octubre y finaliza en el mes de mayo, siendo alrededor de 8 meses.

La relación entre precipitación y evaporación es contrastante, sin embargo, es lógica; ya que durante el período octubre-mayo se presentan los valores de evaporación más altos, es decir, con menor humedad. Reconociendo marzo, abril y mayo como los meses más secos, cuando la cantidad de lluvia es nula o casi nula. En cambio, a mediados del mes de mayo hasta finales del mes septiembre son los más húmedos, debido a la alta precipitación.

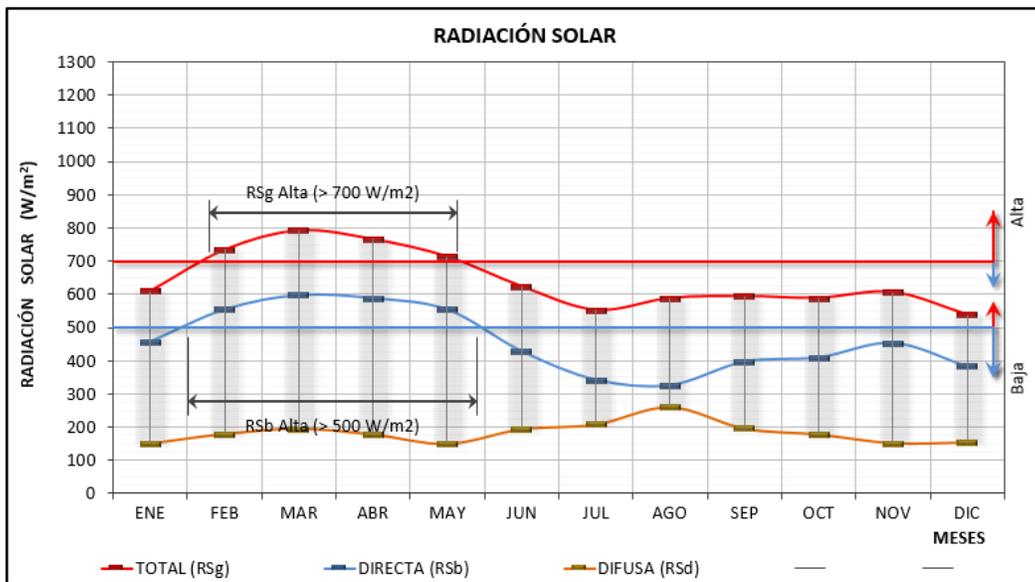
RADIACIÓN SOLAR

Tabla 05. Radiación e insolación Tepic, Nayarit.

VARIABLES CLIMATOLÓGICAS	UNIDAD	AÑOS	MESES												ANUAL	
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC		
RADIACIÓN SOLAR	INSOLACIÓN TOTAL	h	20	249.0	249.0	303.0	293.0	316.0	222.0	181.0	183.0	156.0	234.0	241.0	221.0	2,848.0
	TOTAL (Global)	W/m ²	1	609.5	735.0	793.4	766.6	714.0	623.4	551.8	588.0	594.0	588.6	606.3	538.0	642.4
	DIRECTA	W/m ²	1	458.1	554.7	597.4	588.1	553.9	429.0	343.2	326.8	397.6	410.1	453.9	383.3	458.0
	DIFUSA	W/m ²	1	151.4	180.3	195.9	178.6	150.1	194.5	208.7	261.2	196.5	178.5	152.5	154.7	183.6

Fuente: Fernández Zayas, J. (s/f)

Gráfica 04. Radiación solar Tepic.



Fuente: Elaboración propia utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

El rango de *radiación total* alta se presenta en los primeros días de febrero hasta mediados de mayo, con datos de 700W/m2 hasta 800W/m2. En cambio, a partir de junio a enero se reduce y se mantiene alrededor de los 600W/m2. De igual manera, el comportamiento de la *radiación directa* durante el período febrero-mayo se suscitan los valores más altos. Véase gráfica tabla 05 y gráfica 04.

En los meses junio, julio y agosto la radiación desciende considerablemente, debido principalmente a la alta nubosidad. La radiación también es baja de noviembre a enero, debido a la declinación solar en invierno (1°57').

En cuanto a la *radiación difusa*, oscila entre los 150 y 200W/m2, con un desfase en el mes de agosto.

RADIACIÓN HORARIA

El análisis de radiación solar tiene como objetivo determinar las horas teóricas de insolación máximas posibles con radiación directa mayor a 120 W/m^2 . Los meses de enero a junio se presentan 11 horas de radiación total. Teniendo en los meses de febrero a mayo radiación alta ($>700 \text{ W/m}^2$). El resto del año son 9 horas las que sobrepasan los 120 W/m^2 . La radiación solar directa, se presenta en 9 horas al día en todos los meses a excepción de agosto con 7 horas. Los meses de febrero a mayo presentan radiación media (500 a 700 W/m^2). Véase tabla 06 y 07.

Escala Cromática

>	700	Radiación Alta	
500	700	Radiación Media	
0	500	Radiación Baja	
=	0	Radiación Nula	

Tabla 06. Radiación solar total (RSg) horaria

MÁXIMA (12:00h)	MESES																									Más de 120 W/m2 (h)	Radiación Total Diaria	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24			
609.5	ENE							120.4	265.3	402.1	512.9	584.7	609.5	584.7	512.9	402.1	265.3	120.4									11	4380.2
735.0	FEB							145.2	319.9	484.9	618.5	705.0	735.0	705.0	618.5	484.9	319.9	145.2									11	5282.1
793.4	MAR							156.7	345.3	523.4	667.6	761.1	793.4	761.1	667.6	523.4	345.3	156.7									11	5701.8
766.6	ABR							151.4	333.7	505.8	645.1	735.4	766.6	735.4	645.1	505.8	333.7	151.4									11	5509.2
714.0	MAY							141.0	310.8	471.1	600.8	684.9	714.0	684.9	600.8	471.1	310.8	141.0									11	5131.2
623.4	JUN							123.1	271.4	411.3	524.6	598.0	623.4	598.0	524.6	411.3	271.4	123.1									11	4480.1
551.8	JUL							109.0	240.2	364.1	464.3	529.3	551.8	529.3	464.3	364.1	240.2	109.0									9	3965.5
588.0	AGO							116.1	255.9	387.9	494.8	564.0	588.0	564.0	494.8	387.9	255.9	116.1									9	4225.7
594.0	SEP							117.3	258.6	391.9	499.8	569.8	594.0	569.8	499.8	391.9	258.6	117.3									9	4268.8
588.6	OCT							116.3	256.2	388.3	495.3	564.6	588.6	564.6	495.3	388.3	256.2	116.3									9	4230.0
606.3	NOV							109.8	263.9	400.0	510.2	581.6	606.3	581.6	510.2	400.0	263.9	109.8									9	4357.2
538.0	DIC							106.3	234.2	354.9	452.7	516.1	538.0	516.1	452.7	354.9	234.2	106.3									9	3866.3
642.4	ANUAL							126.9	279.6	423.8	540.5	616.2	642.4	616.2	540.5	423.8	279.6	126.9									11	4616.5

Fuente: Elaboración propia utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool.

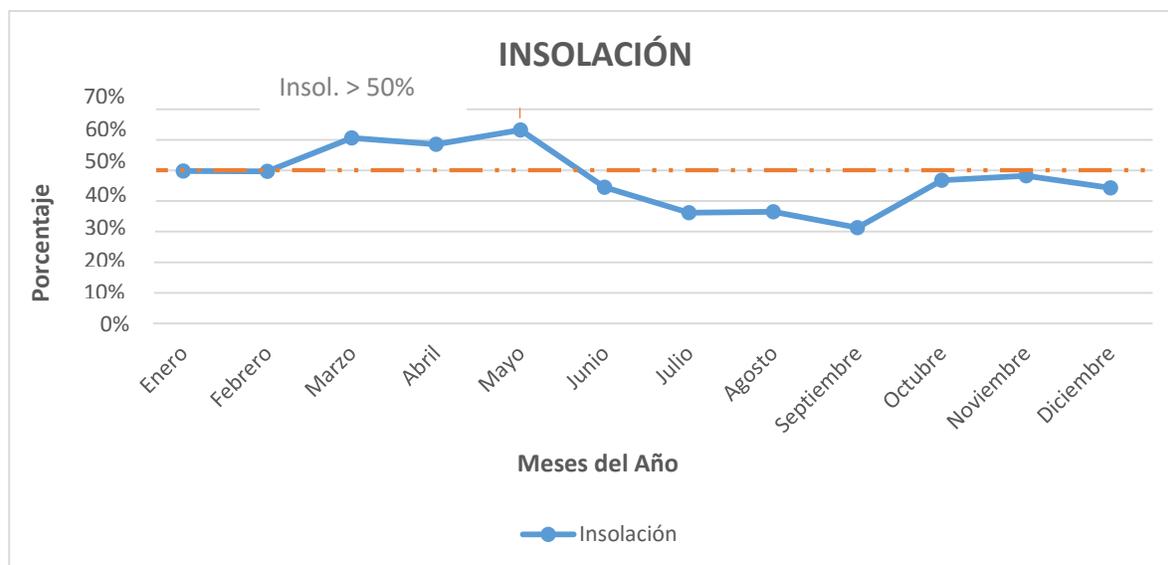
Tabla 07. Radiación directa (RSb) horarias.

MÁXIMA (12:00h)	MESES																									Más de 120 W/m2 (h)	Radiación Total Diaria	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24			
458.1	ENE						60.3	162.0	272.4	369.2	434.9	458.1	434.9	369.2	272.4	162.0	60.3										9	3055.6
554.7	FEB				ORTO		73.0	196.1	329.8	447.0	526.6	554.7	526.6	447.0	329.8	196.1	73.0		OCASO								9	3699.9
597.4	MAR						78.7	211.2	355.2	481.5	567.1	597.4	567.1	481.5	355.2	211.2	78.7										9	3984.8
588.1	ABR						77.4	207.9	349.7	474.0	558.3	588.1	558.3	474.0	349.7	207.9	77.4										9	3922.7
553.9	MAY						72.9	195.8	329.4	446.4	525.8	553.9	525.8	446.4	329.4	195.8	72.9										9	3694.6
429.0	JUN						56.5	151.7	255.1	345.7	407.3	429.0	407.3	345.7	255.1	151.7	56.5										9	2861.5
343.2	JUL				NOCHE		45.2	121.3	204.1	276.6	325.8	DÍA	325.8	276.6	204.1	121.3	45.2										9	2289.2
326.8	AGO						43.0	115.5	194.3	263.4	310.2	326.8	310.2	263.4	194.3	115.5	43.0										7	2179.8
397.6	SEP						52.4	140.6	236.4	320.4	377.5	397.6	377.5	320.4	236.4	140.6	52.4										9	2652.1
410.1	OCT						54.0	145.0	243.8	330.5	389.3	410.1	389.3	330.5	243.8	145.0	54.0										9	2735.4
453.9	NOV						59.8	160.5	269.9	365.8	430.9	453.9	430.9	365.8	269.9	160.5	59.8										9	3027.6
383.3	DIC				AMANECE		50.5	135.5	227.9	308.9	363.9	383.3	363.9	308.9	227.9	135.5	50.5		ANOCHECER								9	2556.7
458.0	ANUAL						60.3	161.9	272.3	369.1	434.8	458.0	434.8	369.1	272.3	161.9	60.3										9	3055.0

Fuente: Elaboración propia utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool

INSOLACIÓN

Gráfica 05. Insolación anual Tepic.



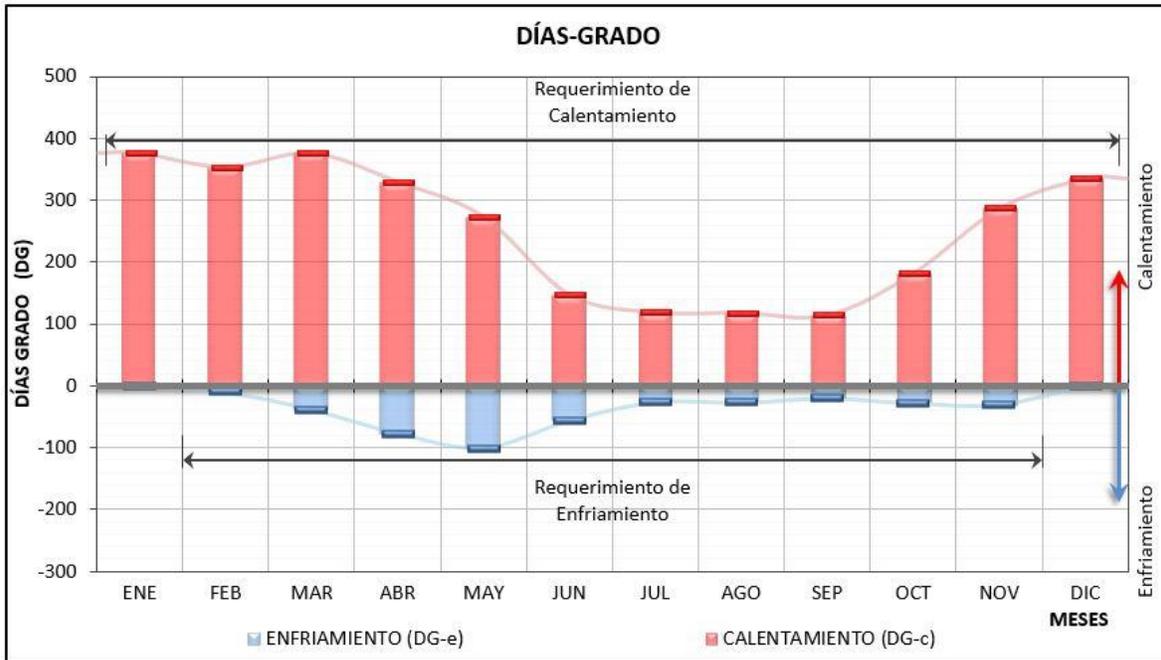
Fuente: Elaboración propia utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool

La insolación es la cantidad de energía en forma de radiación solar que llega a un lugar de la tierra en un día concreto o en un año. En la gráfica 05, la insolación está presentada como porcentaje de las horas de sol directo con respecto a la duración del día. Aunque también puede representarse por el porcentaje de las horas de sol directo con el número de horas con radiación solar mayor a 120 W/m², es decir con respecto a la insolación máxima posible registrada.

Para este caso se tomó como límite de la insolación el 50%. Es decir, cuando por lo menos la mitad de las horas del día se cuenta con radiación solar directa. De acuerdo al diagrama, se cuenta con una buena insolación en los meses de enero, febrero, marzo, abril y mayo. El resto de los meses, junio, julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre, cuentan con una insolación menor al 50%. Destacándose mayo como el mes con mayor insolación y septiembre como el mes con menor insolación al año, en la ciudad de Tepic, Nayarit.

DÍAS GRADO

Gráfica 06. Días-Grado anual



Fuente: Elaboración propia utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool

Los días grado son un parámetro importante a considerar para la definición de las estrategias de diseño o los requerimientos de climatización (natural o artificial) y, por lo tanto, la demanda de energía de una edificación. Los días grado se pueden definir como los requerimientos de calentamiento o enfriamiento (en grados centígrados o Kelvin), necesarios para alcanzar la zona de confort, acumulados en un cierto período de tiempo.

En la gráfica 06, los días grado representan los meses de todo el año en la Ciudad de Tepic, Nayarit. Cuando el valor es positivo, se requiere calentamiento y cuando es negativo se requiere enfriamiento. Cuando el valor es cero, las condiciones son confortables.

De acuerdo a la tabla de Temperaturas de la Ciudad de Tepic, Nayarit, y a la gráfica de los días grado (gráfica 06), los meses de enero y diciembre, no requieren de enfriamiento, ya que no presentan temperaturas de sobrecalentamiento, ningún día del mes. El mes que requiere enfriamiento a mayor escala, es mayo, (en un horario de 14:00 a 17:00 horas), seguido por los meses de marzo, abril y junio, al presentar los mayores índices de sobrecalentamiento, en todo el año; posteriormente, los meses de julio, agosto, septiembre,

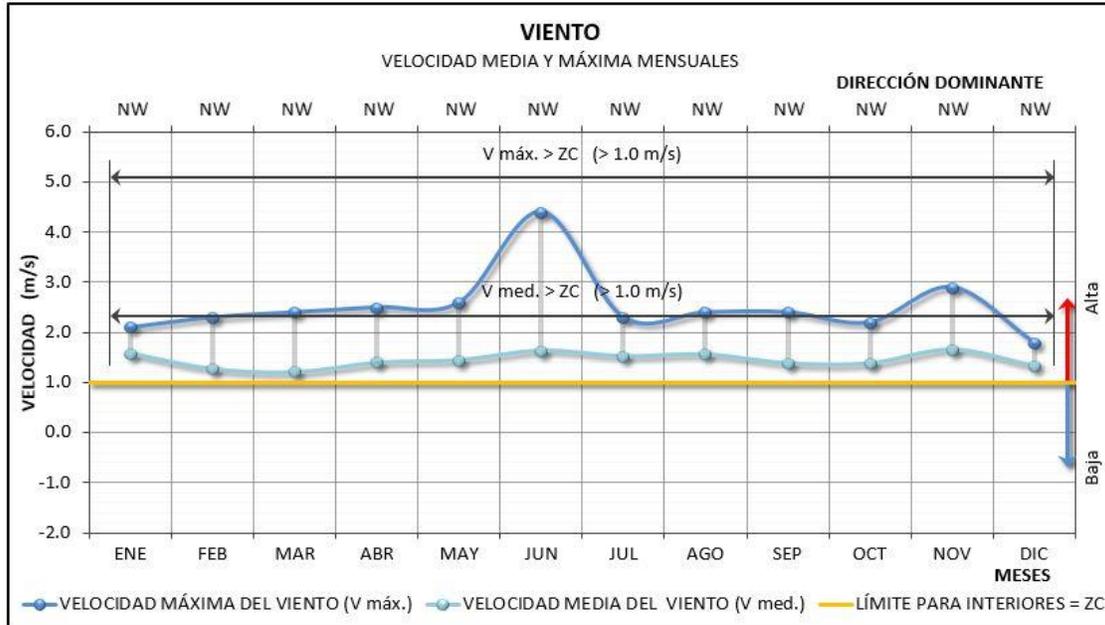
octubre y noviembre, también requieren de las estrategias para el enfriamiento, pero a una menor escala.

Los requerimientos de calentamiento, son necesarios durante todo el año, pero solo a ciertas horas del día, sobre todo en la madrugada. Estos requerimientos son muy bajos en los meses de junio, julio, agosto y septiembre. El mes de octubre, requiere de calentamiento a partir de las 3:00 hasta las 8:00 de la mañana, con un rango de 5 horas al día. En noviembre, el rango de horas que necesita de calentamiento, comienza a ampliarse, teniendo un horario de 0:00 hasta las 9:00 de la mañana, aumentando 4 horas más que el mes de octubre.

Los meses que requieren de mayor calentamiento, son diciembre y enero, al no presentar sobrecalentamiento en ningún día del mes; el horario necesario de calentamiento, comienza a partir de las 23:00 horas y termina hasta las 10:00 de la mañana. Posteriormente, en los meses de febrero y marzo, también es necesario el calentamiento, pero en un rango menor de tiempo, ya que en estos meses comienzan las horas de sobrecalentamiento en el año; el horario necesario de calentamiento, comienza a partir de las 0:00 horas y termina hasta las 10:00 de la mañana. Los meses de abril y mayo, son los meses con mayor sobrecalentamiento en todo el año, pero de acuerdo a la tabla de temperaturas, necesitan de un ligero calentamiento, en un horario a partir de la 1:00 hasta las 9:00 de la mañana.

VIENTO

Gráfica 07. Velocidad y frecuencia de viento en Tepic.



Fuente: Elaboración propia utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

Las velocidades medias del viento en la ciudad de Tepic, Nayarit (gráfica 07), en todo el año son constantes, son consideradas como altas. Se encuentran por arriba de la velocidad de viento óptima para interiores (1.0 m/s), con una velocidad promedio de 1.5 m/s. Ningún mes presenta velocidad menor al 1.0 m/s, todos los meses del año se mantienen superior a este rango.

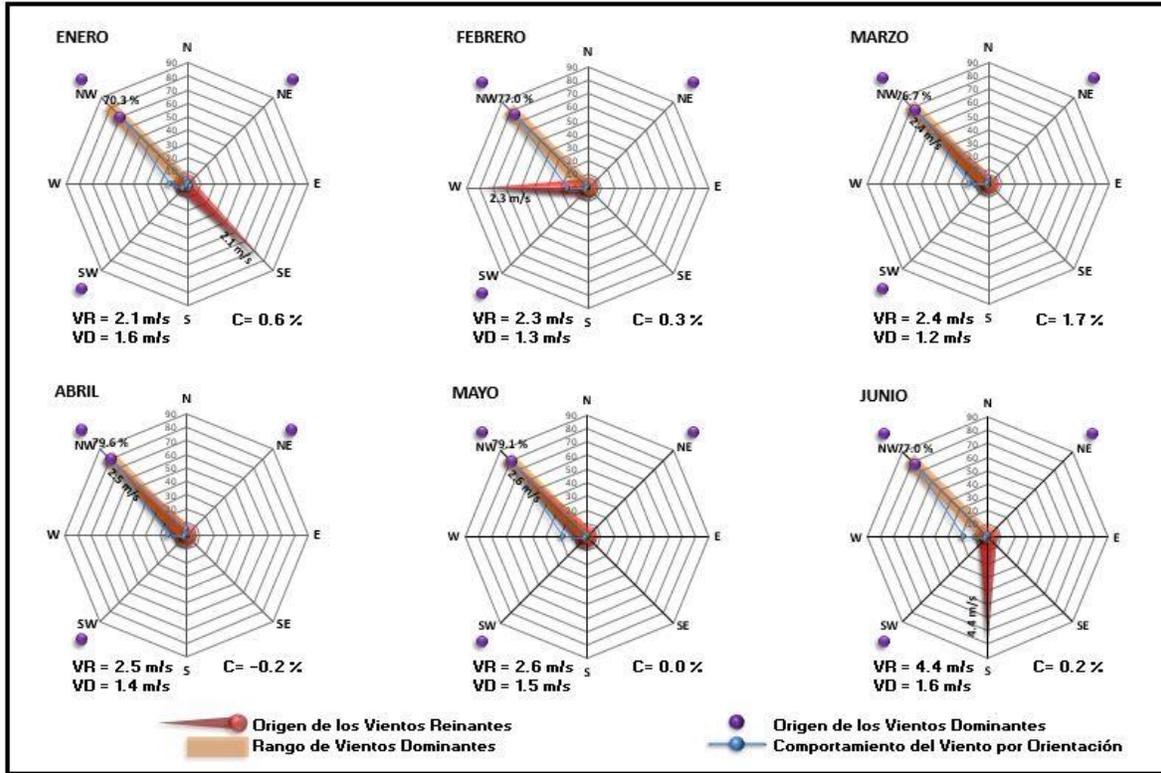
Las velocidades máximas (gráfica 7), en todo el año, también son consideradas como altas. Se encuentran por arriba de la velocidad de viento óptima para interiores (1.0 m/s), con una velocidad promedio de los 2.5 m/s. El mes de diciembre, se encuentra por debajo de los 2.0 m/s, siendo el mes con menor velocidad de viento, en todo el año. Cabe destacar que el viento adquiere su mayor fuerza en el mes de Junio, con una velocidad superior a los 4.0 m/s, seguido por Noviembre, con una velocidad de poco menos de los 3.0 m/s. Los demás meses, enero, febrero, marzo, abril, mayo, julio, agosto, septiembre y octubre, superan la velocidad de los 2.0 m/s.

Para la frecuencia anual en la ciudad de Tepic, Nayarit, la gráfica demuestra, que la predominancia del viento, se da en la dirección Noroeste (NW), en todos los meses del

año. Se recomienda proteger las ventanas en la temporada de lluvias de los vientos que vienen del Noroeste (NW), especialmente en el mes de junio, julio y agosto.

Dirección o Predominancia Mensual

Gráfica 08. Dirección del viento de los meses Enero-Junio de Tepic, Nay.



Fuente: Elaboración propia utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT) y S.A.R.H. (1976) Atlas del Agua de la República Mexicana.

En las rosas mensuales (gráfica 08 y 09) se observan distintos comportamientos del viento a lo largo del año, en la ciudad de Tepic, Nayarit. Divididos en semestres, los meses de enero a junio y julio a diciembre, son descritos a continuación.

Enero. En el mes de enero, el rango de vientos dominantes surge en el Noroeste (NW), y ahí se mantiene todo el mes. El origen de los vientos dominantes se encuentra en la misma dirección Noroeste (NW), con una velocidad de 1.6 m/s y frecuencia del 70.3%. El origen de los vientos reinantes, se localiza en la dirección Sureste (SE), con una velocidad de 2.1 m/s. El promedio de calmas en el mes de enero es del 0.6%.

Febrero. El rango predominante en el mes de febrero, es el Noroeste (NW). El origen de los vientos dominantes se encuentra en la dirección Noroeste (NW), con una velocidad de 1.3 m/s y frecuencia del 77.0%. El origen de los vientos reinantes, se localiza en la dirección Oeste (W), con una velocidad de 2.3 m/s. El promedio de calmas en el mes de febrero es del 0.3%.

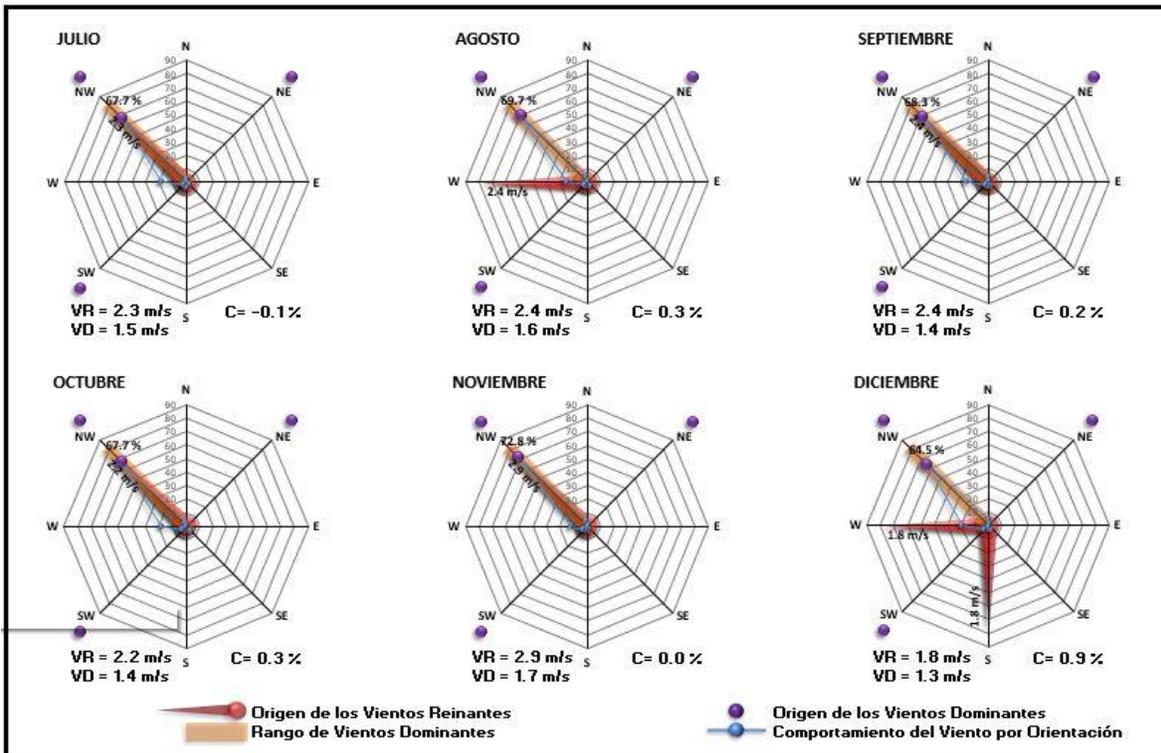
Marzo. En marzo, el rango de vientos dominantes se localiza en el Noroeste (NW), manteniéndose donde mismo en todo el mes. El origen de los vientos dominantes, tiene una velocidad de 1.2 m/s y frecuencia del 76.7%. El origen de los vientos reinantes surge en la misma dirección que la de los dominantes, y trae consigo una velocidad de 2.4 m/s. El promedio de calmas en el mes de marzo es del 1.7%.

Abril. En el mes de abril el rango de dirección del viento se encuentra en el Noroeste (NW). El origen de los vientos dominantes está localizado en la misma dirección Noroeste (NW), con una velocidad de 1.4 m/s y frecuencia del 79.6%. En los vientos reinantes, el origen surge en la dirección Noroeste (NW), con una velocidad de 2.5 m/s. El promedio de calmas en el mes de abril es del -0.2%.

Mayo. En este mes, la dirección del viento se estabiliza dentro del rango Noroeste (NW). El origen de los vientos dominantes está localizado en la misma dirección Noroeste (NW), con una velocidad de 1.5 m/s y frecuencia del 79.1%. En los vientos reinantes, el origen se encuentra en la dirección Noroeste (NW), con una velocidad de 2.6 m/s. El promedio de calmas en el mes de mayo es del 0.00%.

Junio. En el mes de junio, la dirección del viento sigue estabilizada en el rango Noroeste (NW). El origen de los vientos dominantes se mantiene en la misma dirección, con una velocidad de 1.6 m/s y frecuencia del 77.0%. El origen de los vientos reinantes se localiza en el Sur (S) con una velocidad de 4.4 m/s. El promedio de calmas en el mes de junio es del 0.2%.

Gráfica 09. Dirección del viento de los meses Julio-Diciembre de Tepic, Nay.



Fuente: Elaboración propia utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT). y S.A.R.H. (1976) Atlas del Agua de la República Mexicana.

Julio. En este mes el viento se localiza en el rango del Noroeste (NW). El origen de los vientos dominantes se encuentra en la misma dirección Noroeste (NW), con una velocidad de 1.5 m/s y frecuencia del 67.7%. El origen de los vientos reinantes, se localiza en la misma dirección que la de los vientos dominantes, a diferencia de la velocidad, el promedio es de 2.3 m/s. Las calmas del mes son del -0.1%.

Agosto. En este mes, el viento sigue inclinado en la dirección del Noroeste (NW). El origen de los vientos dominantes se encuentra en la misma dirección Noroeste (NW), con una velocidad de 1.6 m/s y frecuencia del 69.7%. El origen de los vientos reinantes se localiza en el Oeste (W) con una velocidad de 2.4 m/s. El promedio de calmas en el mes de agosto es del 0.3%.

Septiembre. En el mes de septiembre, el viento se mantiene en la dirección del Noroeste (NW). El origen de los vientos dominantes se encuentra en la misma dirección Noroeste (NW), con una velocidad de 1.4 m/s y frecuencia del 68.3%. El origen de los vientos

reinantes no varía, y se localiza también, en el Noroeste (NW) con una velocidad de 2.4 m/s. El promedio de calmas en el mes de septiembre es del 0.2%.

Octubre. El mes de octubre, sigue en la dirección del Noroeste (NW). El origen de los vientos dominantes se encuentra en la misma dirección Noroeste (NW), con una velocidad de 1.4 m/s y frecuencia del 67.7%. Los vientos reinantes se localizan también en el Noroeste (NW), pero con una velocidad de 2.2 m/s. El promedio de calmas en el mes de octubre junio es del 0.3%.

Noviembre. En este mes, el viento también se localiza en el rango del Noroeste (NW). El origen de los vientos dominantes se encuentra en la misma dirección Noroeste (NW), con una velocidad de 1.7 m/s y frecuencia del 72.8%. El origen de los vientos reinantes se localiza también en el Noroeste (NW) con una velocidad de 2.9 m/s. El promedio de calmas en el mes de noviembre es del 0.00%.

Diciembre. La dirección de este mes se vuelve variable, localizándose en el rango de los vientos dominantes, el Noroeste (NW). Teniendo como origen de los vientos dominantes la misma dirección Noroeste (NW), con una velocidad de 1.3 m/s y frecuencia del 64.5%, pero con un origen de los vientos reinantes entre el Sur (S) y el Oeste (W), con una velocidad de 1.8 m/s. El promedio de calmas en el mes de diciembre es del 0.9%.

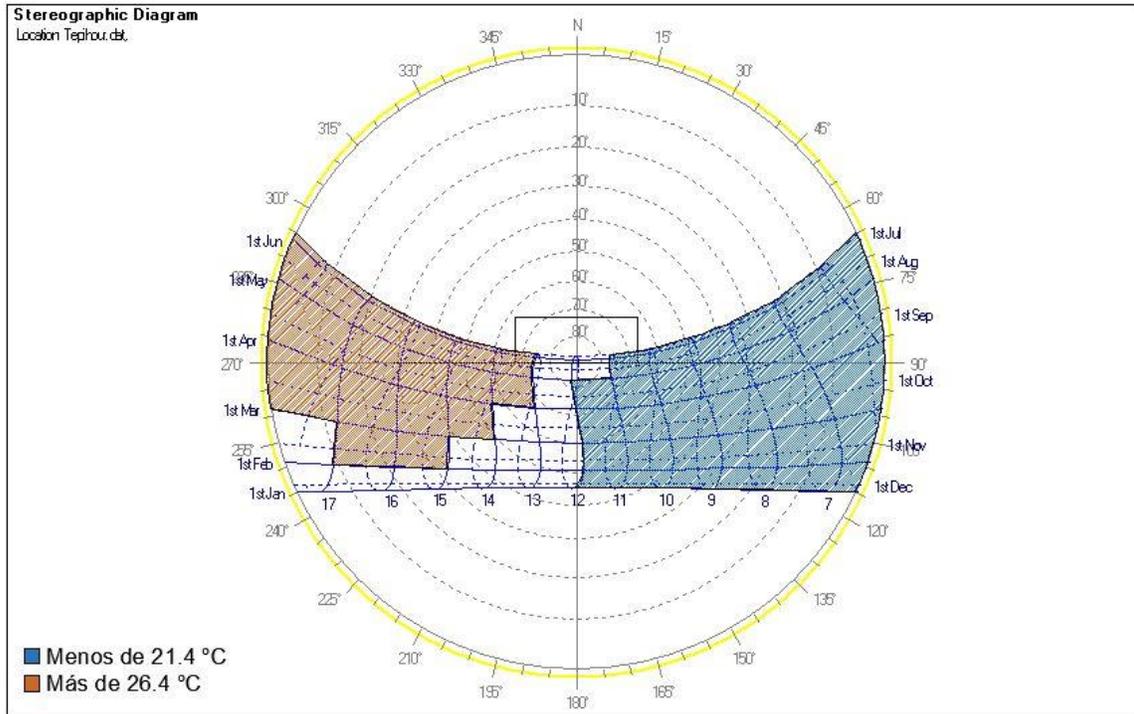
Análisis geometría solar y temperaturas horarias

Tabla 08. Temperaturas horarias anuales de la Ciudad de Tepic, Nayarit.

PROM. TEMP.		TEMPERATURAS HORARIAS																								BC	CF	SC	
Min.	Max.	HORA	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	%	%	%
8.0	24.6	ENE	8.2	8.0	8.5	9.9	12.2	14.9	17.7	20.5	22.7	24.1	24.6	24.4	23.9	23.0	21.9	20.5	18.9	17.2	15.4	13.7	12.2	10.7	9.6	8.7	62.5	37.5	0.0
7.6	25.6	FEB	7.8	7.6	8.1	9.7	12.1	15.0	18.2	21.1	23.5	25.1	25.6	25.4	24.8	23.9	22.6	21.1	19.4	17.5	15.7	13.8	12.1	10.6	9.3	8.4	62.5	29.2	8.3
8.4	26.8	MAR	8.6	8.4	9.0	10.6	13.0	16.0	19.2	22.2	24.6	26.2	26.8	26.6	26.0	25.0	23.8	22.2	20.4	18.6	16.6	14.8	13.0	11.4	10.2	9.2	62.5	20.8	16.7
10.1	28.7	ABR	10.3	10.1	10.7	12.3	14.8	17.8	21.0	24.1	26.5	28.1	28.7	28.5	27.9	26.9	25.6	24.1	22.3	20.4	18.4	16.5	14.8	13.2	11.9	10.9	58.3	16.7	25.0
12.9	30.0	MAY	13.1	12.9	13.4	14.9	17.2	20.0	22.9	25.7	28.0	29.5	30.0	29.8	29.3	28.4	27.2	25.7	24.1	22.3	20.6	18.8	17.2	15.7	14.5	13.6	50.0	20.8	29.2
17.4	29.2	JUN	17.5	17.4	17.8	18.8	20.4	22.3	24.3	26.3	27.8	28.8	29.2	29.1	28.7	28.1	27.2	26.3	25.1	23.9	22.7	21.5	20.4	19.4	18.5	17.9	45.8	29.2	25.0
18.5	28.2	JUL	18.6	18.5	18.8	19.6	20.9	22.5	24.2	25.8	27.1	27.9	28.2	28.1	27.8	27.3	26.6	25.8	24.8	23.9	22.8	21.9	20.9	20.1	19.4	18.9	41.7	41.7	16.7
18.5	28.2	AGO	18.6	18.5	18.8	19.6	20.9	22.5	24.2	25.8	27.1	27.9	28.2	28.1	27.8	27.3	26.6	25.8	24.8	23.9	22.8	21.9	20.9	20.1	19.4	18.9	41.7	41.7	16.7
18.5	28.0	SEP	18.6	18.5	18.8	19.6	20.9	22.4	24.1	25.6	26.9	27.7	28.0	27.9	27.6	27.1	26.4	25.6	24.7	23.7	22.8	21.8	20.9	20.1	19.4	18.9	41.7	41.7	16.7
16.0	27.8	OCT	16.1	16.0	16.4	17.4	19.0	20.9	22.9	24.9	26.4	27.4	27.8	27.7	27.3	26.7	25.8	24.9	23.7	22.5	21.3	20.1	19.0	18.0	17.1	16.5	50.0	33.3	16.7
11.5	27.1	NOV	11.7	11.5	12.0	13.3	15.4	17.9	20.7	23.2	25.3	26.6	27.1	26.9	26.4	25.6	24.5	23.2	21.7	20.1	18.5	16.9	15.4	14.1	13.0	12.2	58.3	25.0	16.7
9.7	25.3	DIC	9.9	9.7	10.2	11.5	13.6	16.1	18.9	21.4	23.5	24.8	25.3	25.1	24.6	23.8	22.7	21.4	19.9	18.3	16.7	15.1	13.6	12.3	11.2	10.4	62.5	37.5	0.0
13.1	27.5	ANUAL	13.2	13.1	13.5	14.8	16.7	19.0	21.5	23.9	25.8	27.0	27.5	27.3	26.8	26.1	25.1	23.9	22.5	21.0	19.5	18.1	16.7	15.5	14.5	13.7	53.1	31.3	15.6

Fuente: Elaboración propia utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

Gráfica 10. Representación en gráfica de las temperaturas horarias de los meses Enero-Junio de la Ciudad de Tepic, Nayarit.



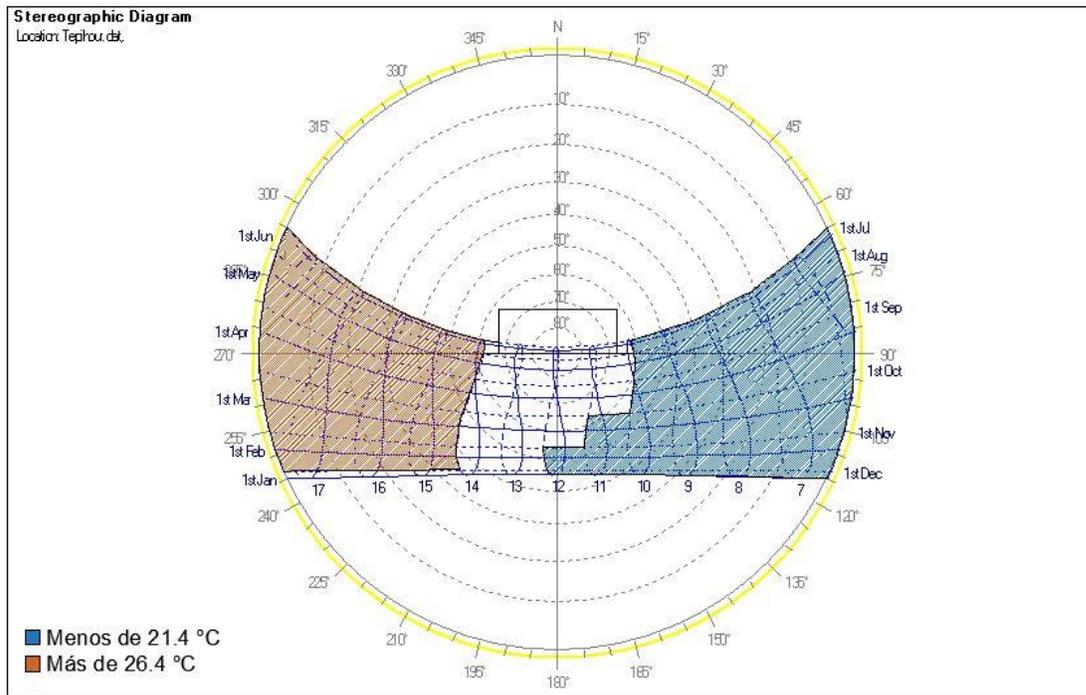
Fuente: Elaboración propia utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT), Ecotect Analysis y AutoCAD.

Las temperaturas en la gráfica solar se dividieron por semestres y gráficas con líneas, correspondientes al día primero de cada mes. El primero (Gráfica 10), los meses de Enero-Junio, y el segundo (Gráfica 11) los meses de Julio-Diciembre. Se muestran sin color el mes y el horario cuando se encuentra en confort, el color cálido (anaranjado) el mes y el

horario cuando presenta temperaturas altas, más de 26.4 °C y el color frío (azul) el mes y el horario cuando presentan temperaturas bajas, menos de 21.4 °C.

Para el primer semestre (Gráfica 10), se observa que en el mes de *enero*, se presenta el bajo calentamiento hasta las 11 de la mañana, teniendo una zona de confort de 12 a 20 horas, sin sobrecalentamiento; teniendo entonces, el mayor horario de confort, junto con diciembre, en todo el semestre. En el mes de *febrero*, los resultados son similares al mes anterior, ya que también existe un bajo calentamiento hasta las 11 de la mañana, disminuyendo la hora de confort, comenzando a partir de las 12 y terminando en las 14 horas, posteriormente con un sobrecalentamiento de 15 a 16 horas. En el mes de *marzo*, se tiene el mismo bajo calentamiento que enero y febrero, con un horario de zona confort de 12 a 13 horas, posteriormente con un sobrecalentamiento de 14 a 17 horas. En el mes de *abril*, disminuyen las horas de bajo calentamiento presentándose hasta las 11 de la mañana, disminuyendo una hora en la zona de confort, teniendo solo una hora, las 12 horas. A partir de las 13 hasta las 18 horas se percibe el sobrecalentamiento. En el mes de *mayo*, siguen disminuyendo horas de bajo calentamiento, hasta las 10 de la mañana, teniendo la zona de confort entre las 11 y las 12 horas; el sobrecalentamiento del mes sigue aumentando, con un horario de 13 a 19 horas, siendo el mes con mayor sobrecalentamiento en todo el año. En el mes de *junio*, los resultados del bajo calentamiento son similares al mes de mayo, manteniéndose en el mismo horario. La zona de confort se encuentra entre las 11 y las 12 horas, con un horario de sobrecalentamiento de 13 a 18 horas.

Gráfica 11. Representación en gráfica de las temperaturas horarias de los meses Julio-Diciembre de la Ciudad de Tepic, Nayarit.



Fuente: Elaboración propia utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT), Ecotect Analysis y AutoCAD.

Para el segundo semestre (Gráfica 11), se observa que en el mes de *julio, agosto y septiembre*, existe un bajo calentamiento hasta las 9 de la mañana, entrando a la zona de confort, a partir de las 10 horas y terminándose a las 13 horas. El sobrecalentamiento comienza después del confort a partir de las 14 horas hasta las 17 horas. En el mes de *Octubre*, aumenta el bajo calentamiento, presentándose hasta las 10 de la mañana, posteriormente sigue disminuyendo la zona de confort, con un horario de 11 a 13 horas. El sobrecalentamiento se mantiene a partir de las 14 horas hasta las 17 horas. En el mes de *noviembre*, sigue aumentando el bajo calentamiento, hasta las 11 de la mañana, y un horario de zona de confort, de 12 a 13 horas; el sobrecalentamiento se localiza de las 14 horas hasta las 17 horas. En el mes de *diciembre*, se mantiene el bajo calentamiento hasta las 11 de la mañana, y un horario de zona de confort, de 12 hasta las 20 horas, sin sobrecalentamiento.

Se concluye con base a éste análisis, que la orientación óptima en la Ciudad de Tepic, Nayarit, es aquella que no permita la entrada de rayos solares directos, utilizando dispositivos de control solar que boqueen el paso del sol en las horas de sobrecalentamiento incluso aquellas que se encuentran en confort. Para no elevar las

ADECUACIÓN BIOCLIMÁTICA Y EFICIENCIA HÍDRICA SUSTENTABLE PARA EDIFICIOS DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR, EN TEPIC NAYARIT

temperaturas en la zona de confort, se recomienda el sombreado en las zonas bajas de esta zona, ya que de permitir la penetración solar, las temperaturas podrían elevarse e incrementar el sobrecalentamiento, esto, sobre todo en los meses de abril, mayo y junio.

Las recomendaciones desde el punto de vista térmico, deben contrastarse en función del viento. Para la Ciudad de Tepic, en la mayoría de los casos el viento prevaleciente se encuentra comprendido entre el Noroeste, de tal forma que los dispositivos de ventilación deben diseñarse de tal manera que permitan la ventilación en primavera y restringirla en invierno.

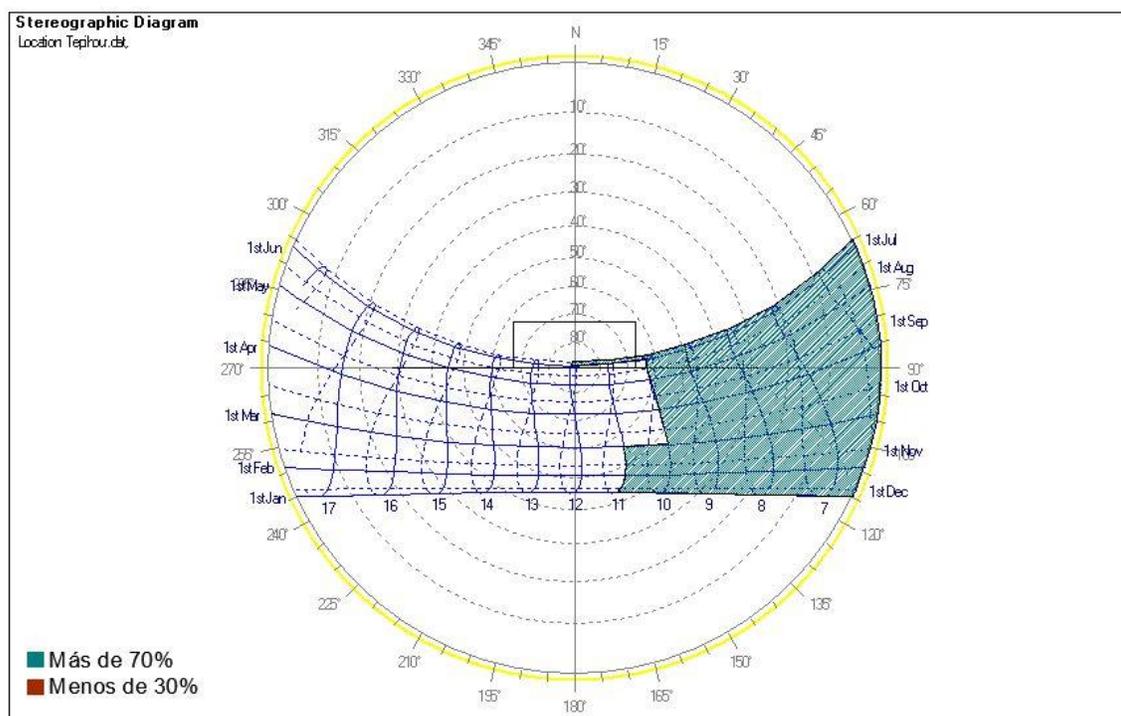
Tabla 09. Humedades relativas horarias anuales de la Ciudad de Tepic, Nayarit.

PROM. HUM.		HUMEDADES RELATIVAS HORARIAS																								HB	CF	HA	
Min.	Max.	HORA	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	%	%	%
44.7	91.6	ENE	91.1	91.6	90.2	86.1	79.9	72.2	64.1	56.4	50.2	46.1	44.7	45.2	46.7	49.2	52.5	56.4	60.9	65.7	70.6	75.4	79.9	83.8	87.1	89.6	0.0	50.0	50.0
43.1	91.9	FEB	91.4	91.9	90.4	86.2	79.7	71.7	63.3	55.3	48.8	44.6	43.1	43.6	45.2	47.8	51.2	55.3	60.0	64.9	70.1	75.0	79.7	83.8	87.2	89.8	0.0	50.0	50.0
39.2	89.9	MAR	89.3	89.9	88.4	84.0	77.2	69.0	60.1	51.9	45.1	40.7	39.2	39.8	41.4	44.0	47.6	51.9	56.7	61.9	67.2	72.4	77.2	81.5	85.1	87.7	0.0	58.3	41.7
36.0	82.3	ABR	81.8	82.3	80.9	76.9	70.7	63.2	55.1	47.6	41.4	37.4	36.0	36.5	38.0	40.4	43.7	47.6	52.0	56.7	61.6	66.3	70.7	74.6	77.9	80.3	0.0	62.5	37.5
40.1	83.0	MAY	82.5	83.0	81.7	78.0	72.3	65.3	57.8	50.8	45.1	41.4	40.1	40.6	42.0	44.2	47.2	50.8	54.9	59.3	63.8	68.2	72.3	75.9	78.9	81.1	0.0	62.5	37.5
56.4	90.0	JUN	89.6	90.0	89.0	86.1	81.6	76.1	70.3	64.8	60.3	57.4	56.4	56.8	57.9	59.6	62.0	64.8	68.0	71.4	75.0	78.4	81.6	84.4	86.8	88.5	0.0	41.7	58.3
59.6	91.5	JUL	91.2	91.5	90.5	87.8	83.5	78.3	72.8	67.6	63.3	60.6	59.6	59.9	61.0	62.6	64.9	67.6	70.6	73.9	77.2	80.5	83.5	86.2	88.5	90.1	0.0	37.5	62.5
60.9	91.7	AGO	91.4	91.7	90.8	88.1	84.0	79.0	73.6	68.6	64.5	61.8	60.9	61.2	62.2	63.8	66.0	68.6	71.5	74.7	77.9	81.1	84.0	86.6	88.8	90.4	0.0	37.5	62.5
61.0	90.7	SEP	90.4	90.7	89.8	87.2	83.3	78.4	73.3	68.4	64.5	61.9	61.0	61.3	62.3	63.6	65.9	68.4	71.3	74.3	77.4	80.4	83.3	85.8	87.9	89.4	0.0	37.5	62.5
57.1	91.5	OCT	91.1	91.5	90.5	87.5	82.9	77.3	71.3	65.7	61.1	58.1	57.1	57.5	58.6	60.4	62.8	65.7	69.0	72.5	76.1	79.6	82.9	85.8	88.2	90.0	0.0	41.7	58.3
46.6	89.5	NOV	89.0	89.5	88.2	84.5	78.8	71.8	64.3	57.3	51.6	47.9	46.6	47.1	48.5	50.7	53.7	57.3	61.4	65.8	70.3	74.7	78.8	82.4	85.4	87.6	0.0	50.0	50.0
45.5	88.2	DIC	87.7	88.2	86.9	83.2	77.5	70.6	63.1	56.2	50.5	46.8	45.5	46.0	47.9	49.6	52.6	56.2	60.3	64.6	69.1	73.4	77.5	81.1	84.1	86.4	0.0	54.2	45.8
49.2	89.3	ANUAL	88.9	89.3	88.1	84.6	79.3	72.7	65.8	59.2	53.9	50.4	49.2	49.6	50.9	53.0	55.8	59.2	63.0	67.2	71.3	75.5	79.3	82.7	85.5	87.6	0.0	48.6	51.4

Fuente: Elaboración propia utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

Los resultados de las tablas horarias de humedad relativa para la Ciudad de Tepic, Nayarit, obtenidos del programa Bioclimatic Analysis Tool (BAT), son representados en la gráfica solar divididos por semestres. El primero (gráfica 12), los meses de Enero-Junio, y el segundo (gráfica 13) los meses de Julio-Diciembre. El color cálido (anaranjado) representa la humedad con menos del 30%, y el color frío (azul) representa la humedad con más del 70%.

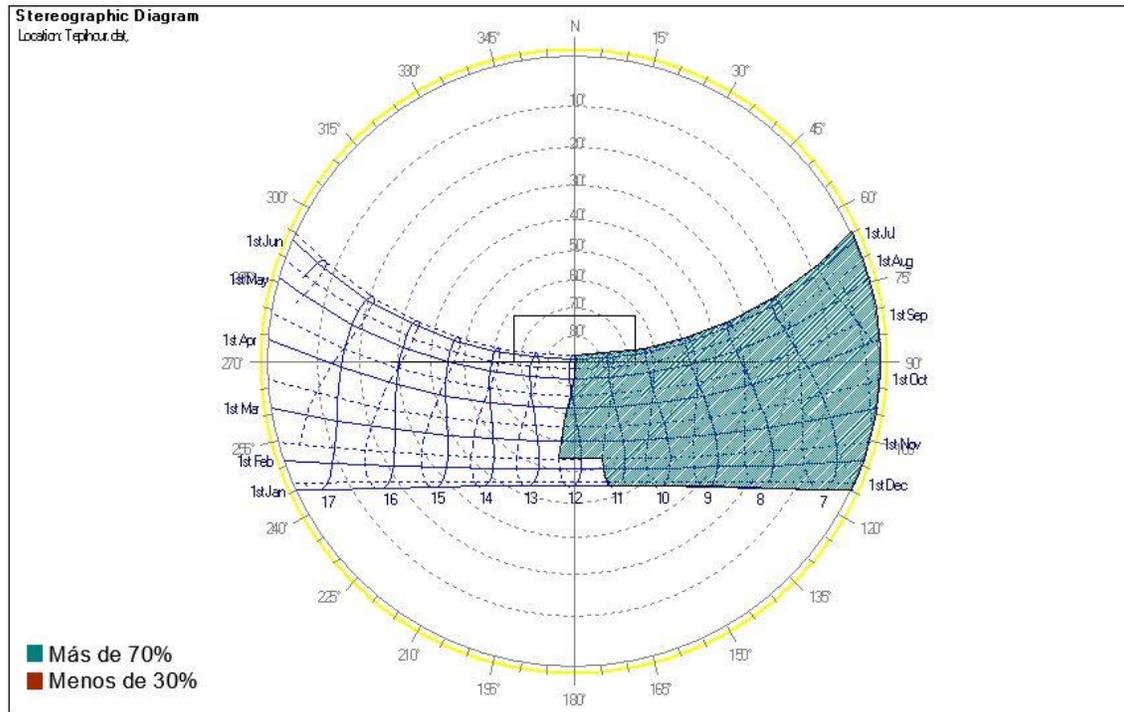
Gráfica 12. Representación en gráfica de la humedad relativa horaria de los meses Enero-Junio de la Ciudad de Tepic, Nayarit.



Fuente: Elaboración propia utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT), Ecotect Analysis y AutoCAD.

En el primer semestre (gráfica 12), para los meses de *enero* y *febrero*, la humedad se presenta hasta las 10 de la mañana, comenzando a partir de las 11 hasta las 22 horas la zona de confort. En el mes de *marzo*, la humedad se presenta hasta las 9 de la mañana, comenzando a partir de las 10 hasta las 23 horas la zona de confort. Los meses de *abril* y *mayo*, presentan humedad hasta las 9 de la mañana, comenzando a partir de las 10 hasta las 0:00 horas la zona de confort. En el mes de *junio*, se presenta la humedad hasta las 11 de la mañana, comenzando el área de confort a partir de las 12 hasta las 21 horas (tabla 09).

Gráfica 13. Representación en gráfica de la humedad relativa horaria de los meses Julio-Diciembre de la Ciudad de Tepic, Nayarit.



Fuente: Elaboración propia utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT), Ecotect Analysis y AutoCAD.

En el segundo semestre (gráfica 13), los meses de *julio*, *agosto* y *septiembre*, son los meses con mayor humedad en el año, presentando un rango menor de confort, iniciando desde las 12 del mediodía hasta las 20 horas. En el mes de *octubre*, termina la humedad a la misma hora que los meses pasados, iniciando el rango de confort desde el mediodía pero terminando hasta las 21 horas. Ya en el mes de *noviembre*, se sigue ampliando el rango de confort, terminando la humedad por la mañana hasta las 10, y posteriormente comenzando el confort de las 11 hasta las 22 horas. En el mes de *diciembre*, se sigue reduciendo la humedad, ampliándose la zona de confort, comenzando a partir de las 11 de la mañana y terminando hasta las 23 horas.

Se concluye con base a éste análisis, que el semestre con mayor humedad es el segundo, de Julio a Diciembre; teniendo los tres meses (julio, agosto y septiembre) con mayor humedad en todo el año, y al mismo tiempo presentando menor rango de confort que en el primer semestre, los meses de Enero a Junio. En los meses de Julio a Diciembre, se reduce el rango de horas dentro del confort, al tener los meses con mayor lluvias en el año,

por lo cual, se deberían considerar estrategias de deshumidificación en verano. La ciudad de Tepic, Nayarit, presenta humedades altas en todo el año a partir del 70%, como se muestra en la tabla 13, (provocadas no solo por la lluvia, sino por la cercanía con el nivel del mar), siendo uno de los estados con mayor humedad anual.

4.1.3 Análisis bioclimático

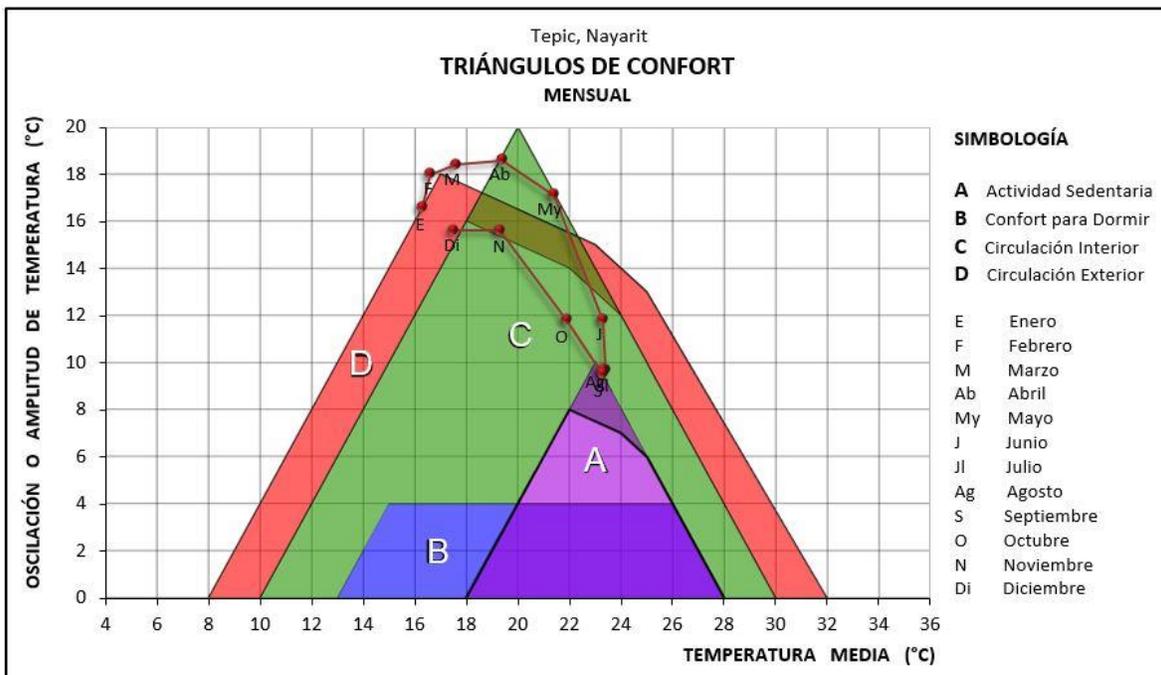
Análisis mensual y anual

TRIÁNGULO DE EVANS-TEMPERATURA Y OSCILACIÓN

Es una técnica gráfica de diseño bioclimático que tiene énfasis en la oscilación térmica. Los triángulos permiten visualizar la relación entre condiciones climáticas y condiciones deseables de confort, seleccionar estrategias de diseño bioclimático, así como verificar el funcionamiento de edificios existentes a través de la amplitud térmica y su modificación al aplicar estrategias bioclimáticas.

La oscilación térmica y temperatura media mensual son datos necesarios para la utilización de este método, las cuales son graficadas en los dos diferentes grupos de triángulos; el primero, triángulos de confort, define el tipo de confort (Actividad sedentaria, confort para dormir, circulación interior y circulación exterior), el segundo, estrategias de diseño, muestra el recurso bioclimático a utilizar entre las que se encuentran la ventilación cruzada, ventilación selectiva, inercia térmica, ganancias internas y ganancias solares.

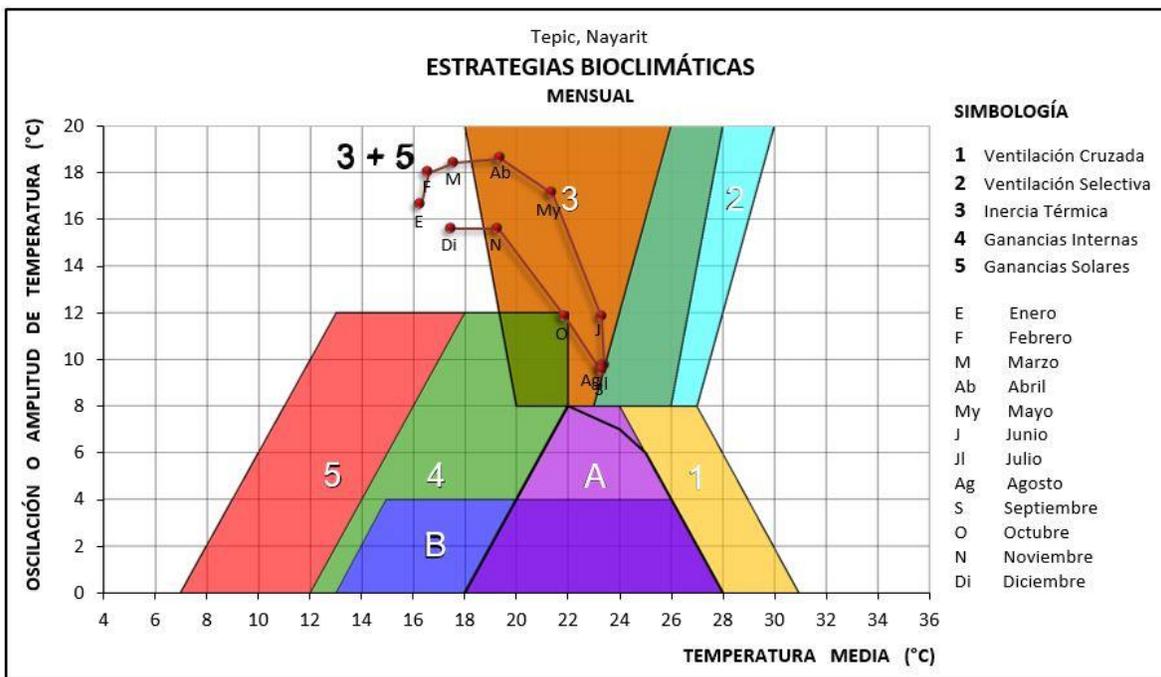
Gráfica 14. Triángulos de Confort mensual para la Ciudad de Tepic, Nayarit.



Fuente: Elaboración propia utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

De acuerdo a los resultados obtenidos en el programa de análisis bioclimático, Bioclimatic Analysis Tool (BAT), creado y facilitado por los autores, el Dr. Arq. Víctor Fuentes y el Dr. D. Julio Rincón, la interpretación de los triángulos de confort mensual de EVANS, es presentada a continuación. En el mes de febrero y marzo, las condiciones de temperatura y oscilación están fuera del confort. Enero y diciembre, se encuentran dentro del confort de exteriores, y los meses de abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre y noviembre, las condiciones son adecuadas para circulaciones interiores. Ningún mes presenta condiciones de confort para actividades nocturnas, tampoco presentan condiciones adecuadas de confort para las actividades sedentarias, esto, dentro de los resultados del triángulo de confort (gráfica 14).

Gráfica 15. Estrategias bioclimáticas mensuales en relación con las condiciones de confort del triángulo de Evans para la Ciudad de Tepic, Nayarit.



Fuente: Elaboración propia utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

Con el objeto de obtener las estrategias de diseño bioclimático utilizando los parámetros de temperatura media y oscilación, se utilizaron los triángulos propuestos por John Martin Evans en el 2000. Con respecto a los triángulos de estrategias bioclimáticas (gráfica 15), para los meses de enero, febrero, marzo y diciembre, la combinación de la inercia térmica de los materiales y la ganancia solar directa e indirecta, son las principales estrategias a

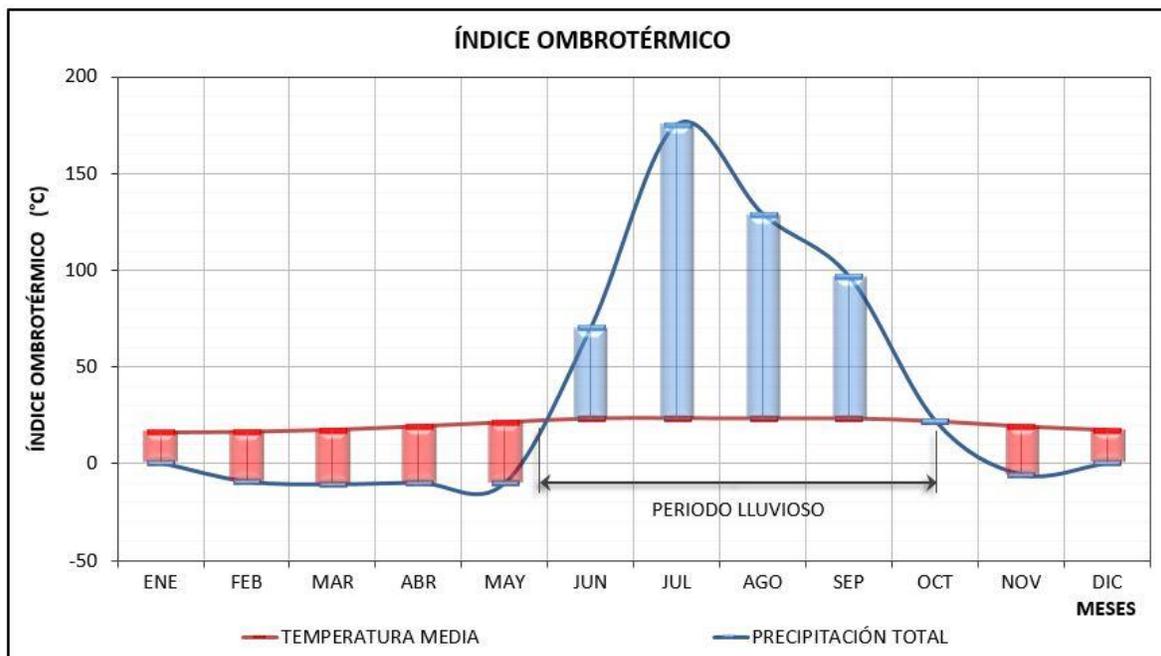
considerar. Para los meses de Abril, Mayo, Junio, Julio, Agosto, Septiembre, Octubre y Noviembre, la inercia térmica es la principal estrategia a seguir; todo esto para lograr el confort adecuado dentro del edificio o la vivienda en la ciudad de Tepic, Nayarit. Es importante mencionar, que ningún mes requiere, en este caso, la ventilación cruzada ni la ventilación selectiva; las ganancias internas, están muy por debajo de las principales necesidades dentro de la Ciudad.

Definición de las principales estrategias bioclimáticas obtenidas

3. **Inercia Térmica:** Estrechamente relacionada con los puntos anteriores se encuentra la masividad de las estructuras o inercia térmica como la principal estrategia de diseño recomendable en el año, ya que ayudará a reducir las oscilaciones de temperatura y a controlar las variaciones de humedad.
4. **Ganancia solar:** La Ganancia solar resulta ser una medida del calor obtenido por un cuerpo a resultas de ser expuesto a la radiación solar.
 - a. **Ganancia solar directa:** La ganancia solar directa implica la utilización de ventanas, claraboyas y persianas para controlar la cantidad de radiación solar directa que llega al interior de una vivienda. Tradicionalmente, estos sistemas de ganancia solar directa no han sido bien considerados, sobre todo por el elevado coste que tenían los cristales bien aislados térmicamente, con valores-R comparables al aislamiento de los muros.
 - b. **Ganancia solar indirecta:** La ganancia solar indirecta es la que se obtiene a través de la piel del edificio, que ha sido diseñada con una masa térmica (como un tanque de agua o un muro sólido recubiertos por un cristal). El calor acumulado por esta masa es cedido al interior del edificio indirectamente por conducción o convección. Ejemplos de esta técnica son: el muro trombe, paredes de agua, o la instalación de pequeños estanques sobre un tejado. La cubierta ajardinada también es un ejemplo representativo.

ÍNDICE OMBROTÉRMICO-TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN

Gráfica 16. Datos anuales del índice ombrotérmico de la Ciudad de Tepic, Nayarit.



Fuente: Elaboración propia utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

El diagrama de índice ombrotérmico consiste, esencialmente, en dibujar a lo largo del año, la curva de temperaturas medias mensuales y las lluvias medias mensuales, en una correspondencia de escalas tal que a 0° C de temperatura correspondan 29 mm de lluvia, en la ciudad de Tepic, Nayarit.

La gráfica 16, destaca un clima con régimen de lluvias en verano, en los meses de junio, julio, agosto septiembre y mediados de octubre. Julio es el mes con mayor lluvia al año, teniendo un promedio de 378.6 mm de precipitación total. Le sigue el mes de agosto, con un promedio de 285.6 mm de precipitación total. Septiembre es el tercer mes más lluvioso al año, con una precipitación total de 221.5 mm. Junio es el cuarto mes lluvioso del año, teniendo una precipitación mayor a los 169 mm. El mes de octubre, a comparación de los demás meses, no llega a superar los 100 mm de precipitación total, pero es considerado uno de los meses con mayor lluvia al año. De tal forma que la época húmeda del año está comprendida entre principios de junio y a mediados de octubre. El resto del año existe déficit de precipitación y por lo tanto se clasifica como época seca. Estos meses son noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril y mayo.

TABLAS DE MAHONEY

De acuerdo a los criterios definidos por Carl Mahoney, se identificaron dos distintos grados de humedad: marzo, abril y mayo tienen un grado de humedad media alta del 50%-70%. Los meses restantes tienen un alto grado de humedad la cual es mayor al 70%. Durante los meses de abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre y noviembre son necesarios requerimientos térmicos diurnos. Los meses restantes no necesitan dichos requerimientos en el día, ya que se encuentran en confort. Todos los meses del año, a excepción de junio, julio, agosto y septiembre, demandan requerimientos térmicos nocturnos, véase tabla 9.1.

Tabla 9.1 Parámetros e indicadores de Mahoney.

Fte.	PARAMETROS	U	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
A	Grupo de Humedad		4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4
	Confort diurno														
A	Rango superior	° C	27	27	28	28	28	27	27	27	27	27	27	27	27.25
A	Rango inferior	° C	22	22	23	23	23	22	22	22	22	22	22	22	22.25
	Confort nocturno														
A	Rango superior	° C	21	21	23	23	23	21	21	21	21	21	21	21	21.5
A	Rango inferior	° C	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
	Estrés Térmico*														
A	Requerimiento Térmico diurno		0	0	0	C	C	C	C	C	C	C	C	0	C
A	Requerimiento Térmico nocturno		F	F	F	F	F	0	0	0	0	F	F	F	F

*Estrés térmico. Por arriba del confort (cálido)=C, dentro del confort = 0, por abajo del confort (Frío) = F.

Indicadores de Mahoney

A	Ventilación esencial	H1						1	1	1	1	1	1		6
A	Ventilación deseable	H2	1	1										1	3
A	Protección contra lluvia	H3						1	1	1	1				4
A	Inercia Térmica	A1			1	1	1								3
A	Espacios exteriores nocturnos	A2													0
A	Protección contra el frío	A3													0

Fuente: Elaboración propia utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

De acuerdo a los indicadores, Carl Mahoney, plantean las siguientes recomendaciones de diseño para lograr espacios más confortables, véase tabla 10.

La orientación idónea de las edificaciones, debe ser Norte- Sur, eje largo Este Oeste. El espaciamiento debe de ser igual a 3 pero con protección de vientos. Los locales de una galería deben de tener ventilación constante. Los tamaños de las aberturas deben de ser

medianas de 30% a 50% con respecto al muro. La ventilación cruzada debe de ser de Norte a Sur a la altura de los ocupantes. Las aberturas deben de tener un sombreado total y permanente, además de protección contra la lluvia. Se deben utilizar materiales constructivos en muros y techumbres que ofrezcan un retardo térmico mayor a 8 horas. Es importante la incorporación de grandes drenajes pluviales, debido a los altos niveles de precipitación.

Tabla 10. Recomendaciones de Mahoney.

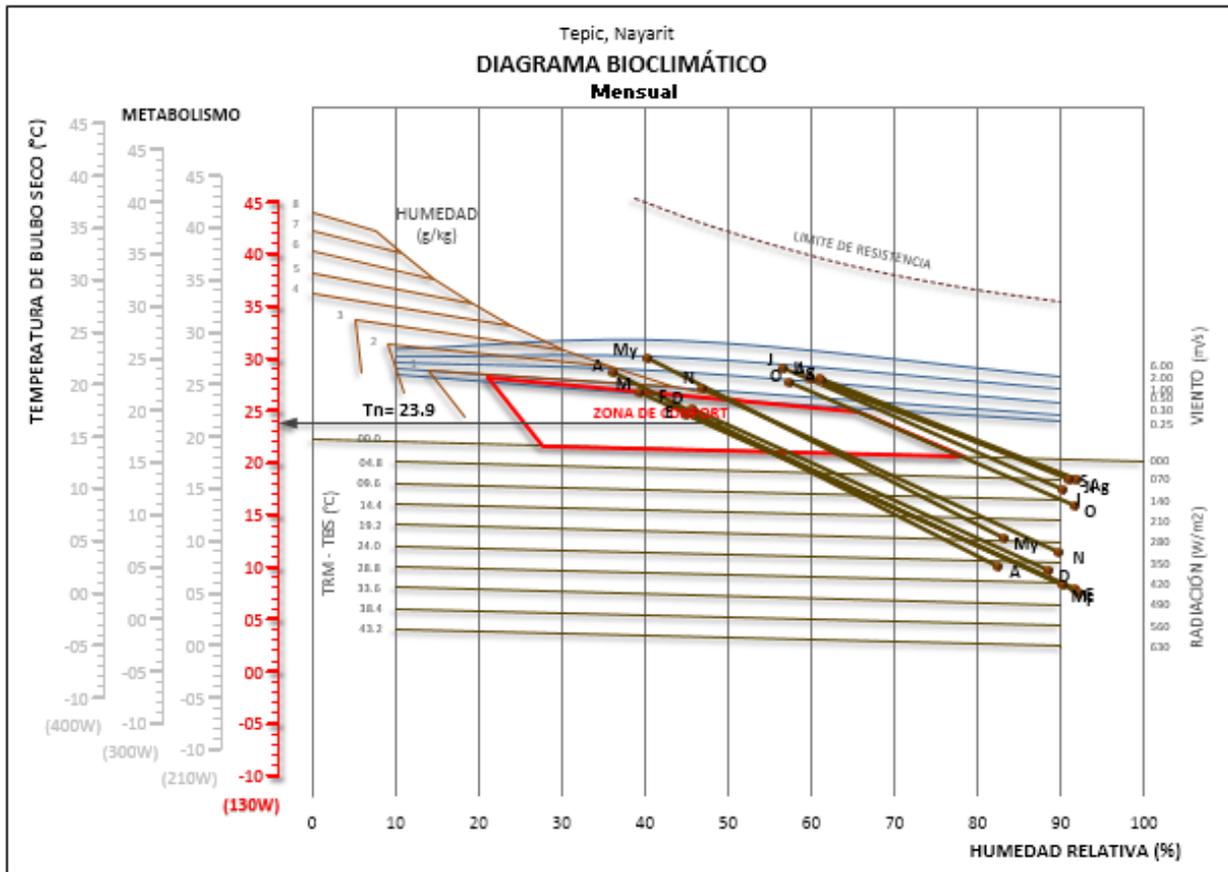
	1	2	3	4	5	6		no.	Recomendaciones
	6	3	4	3	0	0			
Distribución				1			1	1	Orientación Norte-Sur (eje largo E-O)
						1		2	
Espaciamiento								3	
	1						1	4	igual a 3, pero con protección de vientos
								5	
Ventilación	1						1	6	Habitación de una galería -Ventilación constante -
				1				7	
		1						8	
Tamaño de las Aberturas						1		9	
				1			1	10	Medianas 30 - 50 %
						1		11	
							1	12	
Posición de las Aberturas	1						1	14	En muros N y S. a la altura de los ocupantes en barlovento
		1						15	
Protección de las Aberturas						1	1	16	Sombreado total y permanente
			1				1	17	Protección contra la lluvia
Muros y Pisos								18	
				1			1	19	Masivos -Arriba de 8 h de retardo térmico
Techumbre								20	

			1		1	21	Ligeros, bien aislados
	1		1			22	
Espacios nocturnos exteriores						23	
		1			1	24	Grandes drenajes pluviales

Fuente: Elaboración propia utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

CARTA BIOCLIMÁTICA

Gráfica 17. Carta Bioclimática.



Fuente: Elaboración propia utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

Para definir una zona de confort con fines arquitectónicos, Victor Olgyay fué el primero en hacerlo a partir de una gráfica de temperaturas y humedades. Después ésta fue ajustada por Arens, y por último por Szokolay, con ajustes a la temperatura neutra.

La carta bioclimática contempla cuatro estrategias de diseño para establecerla zona de confort (véase gráfica 17), que son: calentamiento, control solar o sombreado, ventilación

natural y humidificación. Está hecha para un arropamiento de 1 clo. Se puede utilizar para distintos grados de metabolismo (130, 210, 300 y 400W). Consiste en graficar a partir de líneas, los meses con sus temperaturas y humedades máximas y mínimas, para definir porcentajes correspondientes a las estrategias, según Fuentes Freixanet (2004).

Confort

La estrategia bioclimática para la ciudad de Tepic Nayarit consiste en que los meses de diciembre, enero, febrero, marzo y abril son los meses que prevalecen en la zona de confort durante sus temperaturas máximas (entre 2 y 5 de la tarde). Sin embargo, los meses que tienen un periodo más largo de confort a lo largo del día son junio, octubre y diciembre

Calentamiento

Los meses de diciembre, enero, febrero, marzo y abril requieren medidas correctivas de radiación solar entre 350 y 420 W/m² por la mañana y por la noche (a partir de las 8:00 am hasta las 12:00 pm, y de 7:00 pm y lo que resta de la noche), presentando el valor máximo en marzo con 420 W/m². Los meses de junio a septiembre, de acuerdo a sus temperaturas mínimas presentan los menores requerimientos de radiación solar (entre 0.70 y 140 W/m²) ya que son los meses más calurosos de año.

Sombreado

Todos los meses del año requieren sombreado durante el día, unos más y unos menos. Junio, julio, agosto y septiembre, son los meses que necesitan más protección del sol iniciando desde las 11:00 am hasta la noche, y coinciden con el periodo de verano. Abril, mayo y octubre requieren menor sombreado que los meses anteriores. Diciembre, enero y febrero casi no requieren sombreado.

Ventilación natural

Casi todos los meses requieren medidas correctivas de ventilación con requerimientos entre 0.50 a 2 m/s, excepto diciembre, enero y febrero porque sus temperaturas máximas se localizan en la zona de confort. Julio, agosto y septiembre son los meses que más requieren ventilación por más tiempo hasta alcanzar los 0.50 m/s, entre las 11:00 am hasta las 10:00 pm

Mayo y junio, requieren los valores máximos de ventilación pues son los que contienen las temperaturas más altas del año.

Humidificación/Deshumidificación

Los únicos meses que requieren humidificación son marzo y abril, ya que presenta valores de casi los 2 g/kg de aire (entre 2:00 y 5:00 pm aproximadamente) según la carta bioclimática, así como de medidas de ventilación de casi 0.50 m/s.

Los meses que requieren deshumidificación según la carta bioclimática y las humedades relativas horarias, son de mayo a noviembre, sobretodo junio, julio, agosto, septiembre y octubre (entre las 9:00 pm hasta las 11:00 am), pues son los que presentan mayor humedad durante el año, y algunos de ellos contienen los más altos valores de precipitación. El resto de los meses mencionados, necesitan a partir de la media noche hasta las 10:00 am aproximadamente.

La gráfica 17 demuestra, que mientras más altas sean las temperaturas de los meses, existe una humedad menor en comparación con las temperaturas más bajas que resulta ser más elevada.

Carta Bioclimática - Estrategias de Diseño -

Tabla 11. Porcentaje de estrategias de diseño de Carta Bioclimática.

		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Confort	%	30	32	30	29	30	37	0	0	0	39	32	34	24
Calentamiento	%	70	68	64	57	48	35	32	31	32	42	58	66	50
Ventilación	%	0	0	6	14	22	28	68	69	68	19	10	0	25
Humidificación	%	0	0	6	14	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Sombreado	%	30	32	36	57	52	65	68	69	68	58	42	34	51

Fuente: Elaboración propia utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

Gráfica 18. Estrategias de diseño de Carta Bioclimática.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12. Parámetros de confort en la ciudad de Tepic.

PARÁMETROS	UNIDAD	AÑOS	MESES												ANUAL
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
LÍMITE SUPERIOR DE LA ZC (ZCs)			25.2	25.2	25.6	26.1	26.7	27.3	27.4	27.3	27.3	26.9	26.1	25.5	26.4
TEMPERATURA NEUTRA (Tn)	°C		22.7	22.7	23.1	23.6	24.2	24.8	24.9	24.8	24.8	24.4	23.6	23.0	23.9
LÍMITE INFERIOR DE LA ZC (ZCi)	°C		20.2	20.2	20.6	21.1	21.7	22.3	22.4	22.3	22.3	21.9	21.1	20.5	21.4

Fuente: Herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

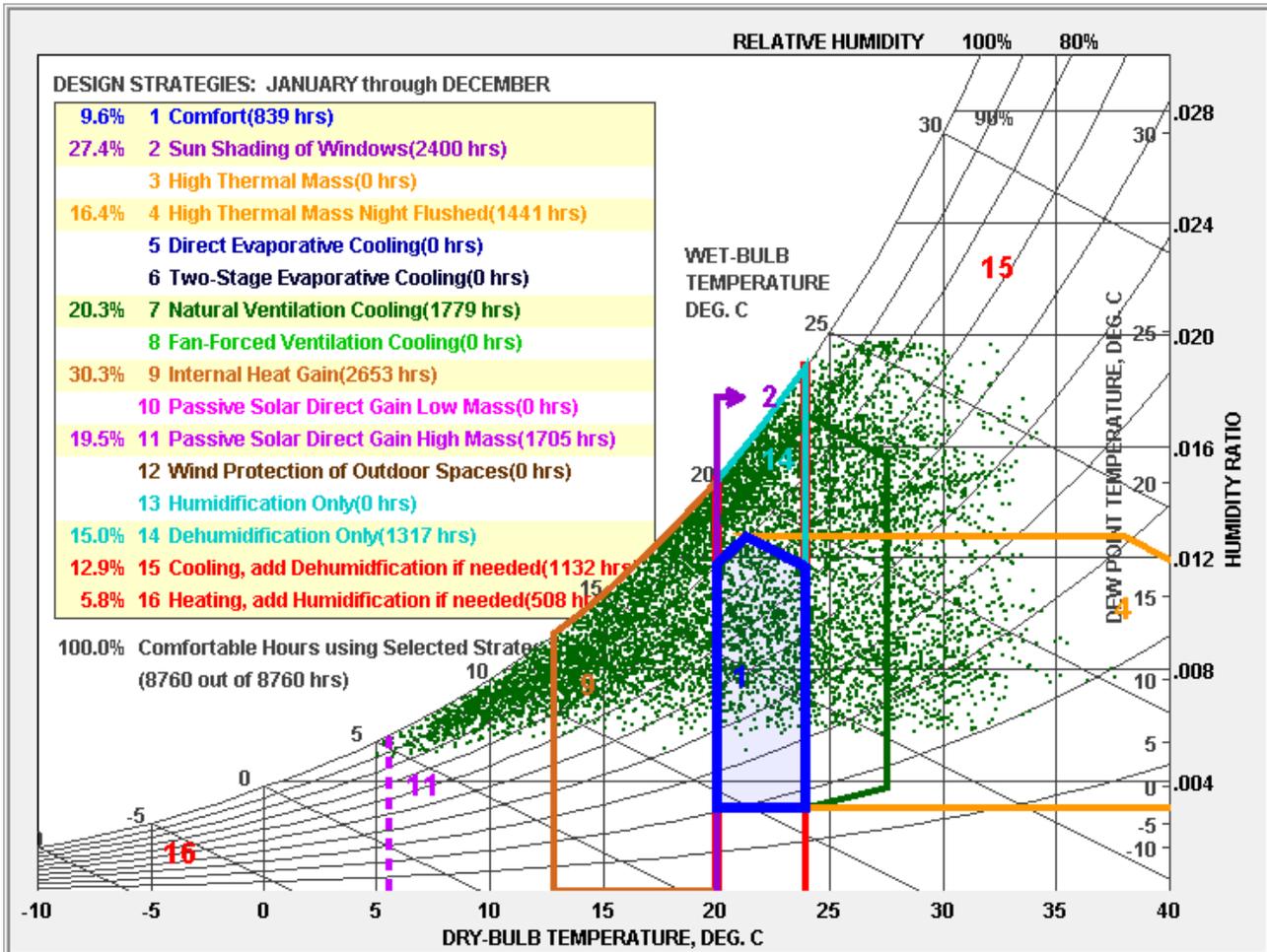
Tabla 13. Estrategias de diseño Carta Bioclimática.

ESTRATEGIA DE DISEÑO														
Confort	Tmax	C	C	C	C	C	C				C	C	C	C
	Tmed													
	Tmin													
Radiación (W/m2)	Tmax													
	Tmed	385	420	385	350	280	140	105	105	105	175	315	350	
	Tmin	350-420	420	350-420	350	280	140	70-140	70-140	70-140	140-210	280-350	350	350-420
Sombreado	Tmax	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
	Tmed													
	Tmin													
Ventilación	Tmax			V	V	V	V	V	V	V	V	V		V
	Tmed													
	Tmin													
Humidificación	Tmax			H	H									
	Tmed													
	Tmin													

Fuente: Elaboración propia utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

DIAGRAMA PSICOMÉTRICO (SEGÚN SZOKOLAY)

Gráfica 19. Carta Psicométrica de Tepic.



Fuente: Software Climate Consultant 6.0 con datos climáticos de Tepic, Nayarit

La carta psicométrica fue utilizada por primera vez por Baruch Givoni para definir una zona de confort con fines arquitectónicos, así también para proponer distintas estrategias de diseño, como: *calentamiento, ventilación, humidificación, enfriamiento evaporativo, masa térmica con ventilación nocturna y sistemas activos o convencionales de acondicionamiento del aire*. La Psicometría se encarga de medir el contenido de humedad del aire.

Tiene la función principal de definir y relacionar parámetros psicométricos del aire húmedo, ya sea como la temperatura del bulbo seco y bulbo húmedo, presión de vapor de agua y humedad absoluta, humedad relativa, volumen específico y la entalpía, según Fuentes Freixanet (2012).

La presente carta psicométrica (gráfica 19) fue realizada con base en el Software *Climate Consultant 6.0* con los datos climáticos de la ciudad de Tepic Nayarit, estableciendo 16 estrategias de diseño las cuáles algunas de ellas fueron requeridas por el clima de la ciudad.

Confort. Los meses que presentan mayor grado de confort según la carta psicométrica, se localizan desde noviembre hasta mayo, incluyendo el periodo de invierno y primavera. Los meses que presentan valores de confort más altos, son diciembre y febrero. Los meses más inconfortables son junio, julio, agosto y septiembre, y coinciden con las temperaturas y humedades medias más altas anuales.

Sombreado de ventanas. Durante todo el año se requiere el sombreado de ventanas, sin embargo los meses de marzo a agosto presentan los mayores requerimientos, ya que en estos meses existe el mayor grado de radiación solar y de insolación durante el año. Los meses que menos requieren sombreado, es diciembre, enero y febrero (invierno).

Alta masa térmica. Casi no es presentado este requerimiento durante el año, excepto el mes de enero porque muestra las temperaturas más bajas, así con muy pocos requerimientos en junio.

Alta masa térmica nocturna. La mayor parte del año requiere alta masa térmica nocturna, excepto de junio a septiembre (verano). Los meses que presentan los valores más altos son marzo, abril y mayo, pues contienen mayor grado de radiación solar.

Enfriamiento por ventilación natural. Los meses como febrero, abril, mayo, junio, noviembre y diciembre, presentan requerimientos de enfriamiento por ventilación natural, coinciden con la temporada de invierno, primavera e inicio del verano.

Enfriamiento de ventilación forzado. Los requerimientos de enfriamiento de ventilación forzada son presentados durante los meses de julio a octubre, que contienen las temperaturas más elevadas durante el año (con mayor intensidad entre las 2:00 y 5:00 pm), así como de mayor humedad.

Ganancia de calor interno. Estos requerimientos se solicitan durante todo el año, pero con mayor intensidad durante los meses de noviembre hasta abril, que coincide con los meses más fríos del año (temperaturas más bajas anuales).

Ganancia solar pasiva directa de alta masa. La gran parte del año se requiere ganancia solar pasiva de alta masa, sobre todo durante los meses de marzo y abril porque contienen los valores de radiación más altos anuales. Los meses que casi no requieren se encuentran de junio a octubre, ya que tienen menor radiación solar y mayor humedad anual.

Únicamente deshumidificación. La mitad del año requiere deshumidificación, presentándose en los meses de mayor precipitación y humedad, es decir, desde junio a noviembre (aproximadamente desde las 9:00 pm hasta las 11:00 am).

Refrigeración, añadir deshumidificación si es necesario (1132 horas). Casi la mitad del año requiere refrigeración (entre la 1:00 pm y las 6:00 pm aproximadamente), coincidiendo con los del punto anterior agregando mayo, meses que tienen altas temperaturas anuales y más húmedos. Incluir deshumidificación desde las 9:00 pm hasta las 9:00 am y 11 am).

Calefacción, añadir humidificación si es necesario (508 horas). Este requerimiento se necesita muy poco durante el año, sin embargo los meses de invierno (diciembre a febrero) presentan los valores más altos anuales (desde las 9.00 pm hasta las 11:00 pm) y no requiere humidificación.

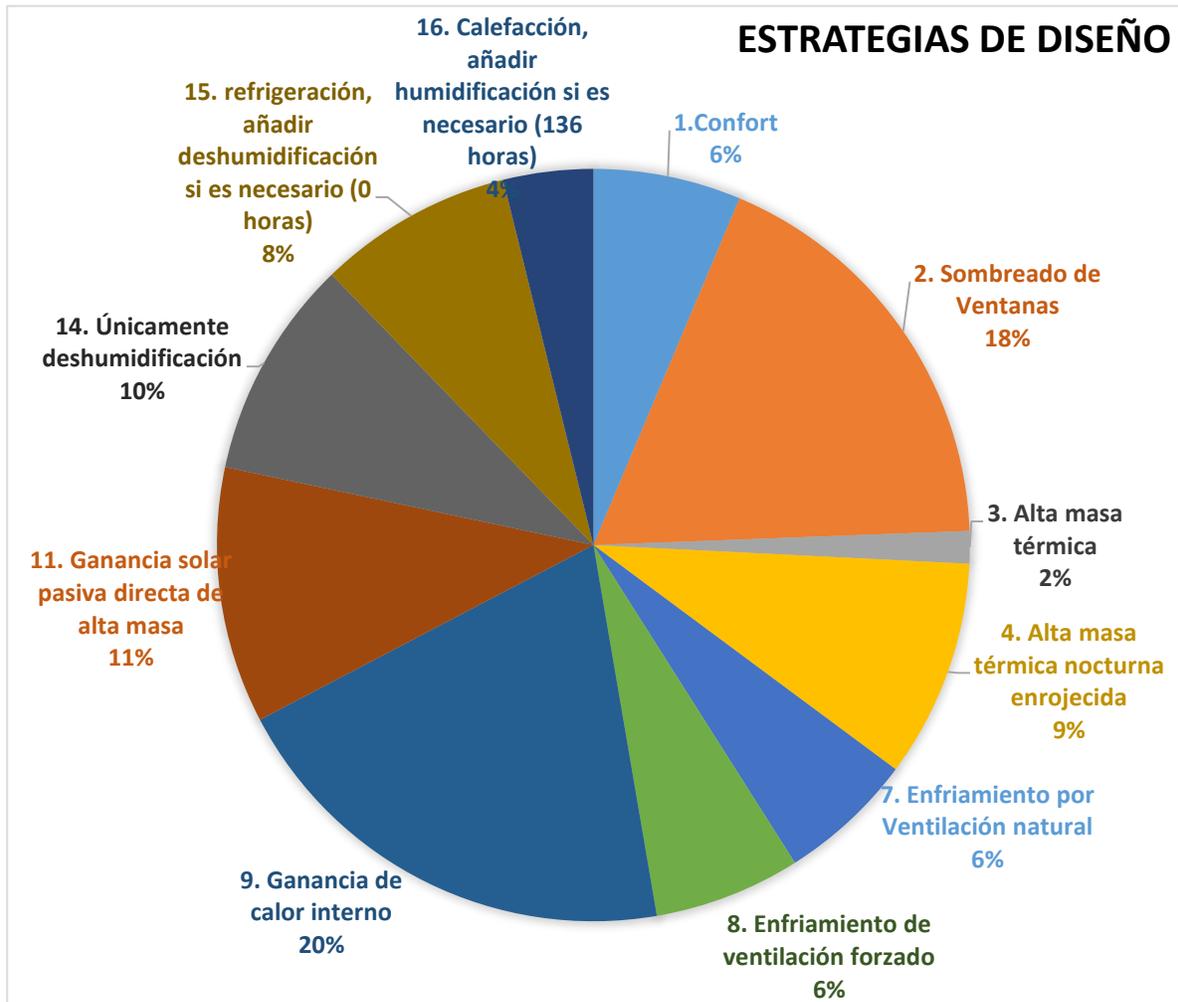
Estrategias de diseño según la carta psicométrica realizada por el software *Climate Consultant*

Tabla 14. Estrategias de diseño Carta Psicométrica.

ESTRATEGIAS DE DISEÑO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
1. Confort	15.90%	16.70%	15.50%	14.40%	15.60%	1.70%	0.10%	0.90%	0.30%	3.90%	13.80%	16.70%	9.63%
2. Sombreado de Ventanas	21.80%	22.30%	28.50%	30%	32.50%	31%	30.20%	29.40%	27.60%	27.20%	26.10%	21.80%	27.37%
3. Alta masa térmica	21.10%	0	0	0	0	4.20%	0	0	0	0	0	0	2.11%
4. Alta masa térmica nocturna	0	20.20%	27.40%	29.70%	39.10%	0	0	0	0	9.40%	22.40%	22.30%	14.21%
5. Enfriamiento por evaporación directa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
6. Dos etapas de enfriamiento evaporativo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
7. Enfriamiento por Ventilación natural	0	11.20%	0	16.10%	20%	26.70%	0	0	0	0	21.30%	11%	8.86%
8. Enfriamiento de ventilación forzado	0	0	0	0	0	0	29.80%	25%	26.80%	32.90%	0	0	9.54%
9. Ganancia de calor interno	35.20%	36.90%	36.80%	35.60%	32.90%	23.60%	17.10%	16.90%	18.50%	28.60%	41.70%	40.20%	30.33%
10. Ganancia solar pasiva directa de baja masa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
11. Ganancia solar pasiva directa de alta masa	25.70%	24.90%	31.50%	30%	19.80%	0	9.10%	0	7.40%	0	26.50%	25.40%	16.69%
12. Protección contra el viento de espacios al aire libre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
13. Únicamente humidificación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
14. Únicamente deshumidificación	0	0	0	0	0	28.50%	35.20%	34.40%	38.20%	27.70%	7.80%	0	14.32%
15. refrigeración, añadir deshumidificación si es necesario (1132 horas)	0	0	0	0	0.30%	28.80%	34.50%	34.90%	31.30%	20.40%	2.20%	0	12.70%
16. Calefacción, añadir humidificación si es necesario (508 horas)	18.30%	15.90%	7.50%	6.90%	4.00%	0.80%	0	0.40%	0.10%	0.30%	5.10%	10.80%	5.84%

Fuente: Elaboración propia utilizando Software *Climate Consultant 6.0* con datos climáticos de Tepic, Nayarit.

Gráfica 20. Estrategias de diseño de Carta Psicométrica.

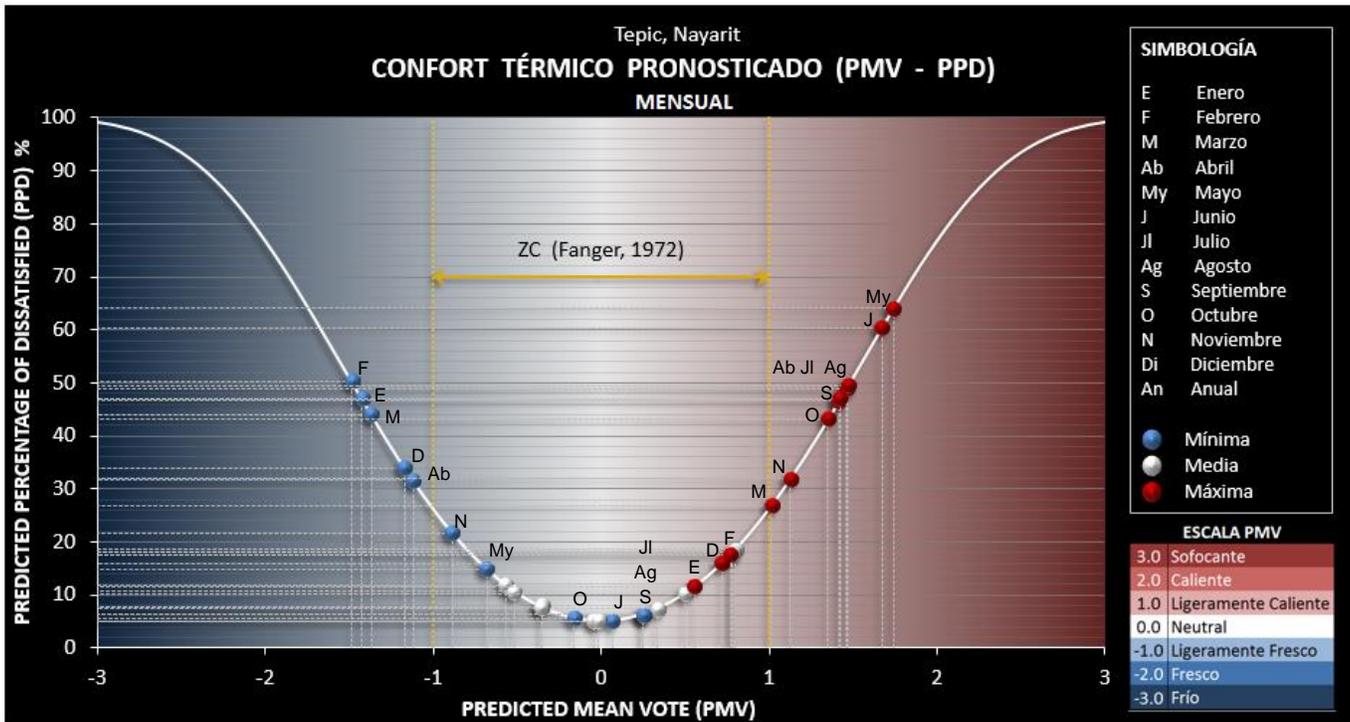


Fuente: Elaboración propia utilizando Software Climate Consultant 6.0 con datos climáticos de Tepic, Nayarit.

CONFORT TÉRMICO PRONOSTICADO (PVM-PPD) FANGER

El método de Fanger estima el confort térmico a partir de la información relativa de: vestimenta, tasa metabólica, temperatura (mínima, media y máxima), la velocidad del aire y la humedad relativa. De esta manera, calcula dos índices denominados: voto medio estimado (PMV-predicted mean vote) que da la escala de frío hasta sofocante; y porcentaje de personas insatisfechas (PPD-predicted percentage dissatisfied).

Gráfica 21. Diagrama de Fanger.



Fuente: Elaboración propia utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

Según la gráfica 21, contrastan los meses que se encuentran en la zona de confort, porque al mismo tiempo están ubicados a los extremos, es decir, en disconfort. Lo que sucede es que al presentarse las temperaturas más altas en la época de invierno, favorecen para alcanzar confort térmico; mientras que en los meses más cálidos, el porcentaje de disconfort aumenta. Esta misma situación sucede con los valores de temperatura mínima. Por ejemplo, temperaturas de 17°C en el mes de junio está excelente en cuanto a sensación térmica, sin embargo, ese es el promedio de temperatura mínima que podría presentarse en el mes. Por tanto, es más importante estar atentos a las temperaturas máximas que nos van a llevar a un estado disconfort térmico durante los meses más cálidos

y de mayor humedad. De esta forma, durante los meses más fríos el foco de atención son los índices mínimos, ahí es donde se encontrará el porcentaje predominante de insatisfacción térmica en esta época.

De esta manera, es posible generar estrategias de diseño que cubran las situaciones extremas que pudieran presentarse en los períodos más cálidos y fríos del año, con el objeto de aproximarse o estar dentro de la zona de confort en todos los

Caracterización climática mensual

Enero. De acuerdo a los datos analizados del clima, el mes de enero presenta una temperatura media de 16.3°C, siendo uno de los dos meses con mayor frío en todo el año; presentando mínimas extremas de 1.5°C. Es conveniente la combinación de la inercia térmica de los materiales para la regulación de las oscilaciones de temperatura y la ganancia solar directa e indirecta, como estrategia de climatización. Por ser uno de los meses de mayor frío, al ser un mes invernal, se requiere de estrategias de calentamiento en la mayor parte del día.

Los vientos dominantes en enero surgen en el noroeste y ahí se mantienen todo el mes. La ventilación según los resultados del análisis climático es deseable y casi no requiere de sombreado. La precipitación es baja, la humedad relativa es media y el índice ombrotérmico lo cataloga como seco, presentando una elevada amplitud de oscilación de temperatura diaria.

Febrero. Febrero es el segundo mes más frío de todo el año, presentando una temperatura media de 16.6°C; pero a diferencia de enero, este mes presenta temperaturas mínimas extremas aún más bajas llegando hasta los -0.4°C. Para este mes se recomienda la combinación de la inercia térmica de los materiales para la regulación de las oscilaciones térmicas y la ganancia solar directa e indirecta, como estrategia de climatización.

La radiación se incrementa ligeramente, pero las estrategias de calentamiento se siguen requiriendo sobre todos en las horas iniciales y finales del día. Los vientos conservan la misma dirección dominante, el noroeste. La humedad relativa disminuye ligeramente junto con la probabilidad de precipitación, por lo tanto el índice ombrotérmico es aún más seco en el mes de febrero.

Marzo. En el mes de marzo termina el invierno y comienza la primavera. La temperatura sigue en aumento, y la humedad relativa disminuye ligeramente. Al ser el mes con la mayor radiación solar, y el segundo en el parámetro de mayor insolación, la necesidad de las estrategias de sombreado son a mayor escala. La posibilidad de precipitación sigue en aumento, pero continúa en el rango de meses con escasa probabilidad de lluvia, por lo tanto el índice ombrotérmico sigue siendo seco. La oscilación térmica sigue aumentando y la dirección de los vientos se sigue manteniendo en el noroeste.

Al aumentar las temperaturas, marzo es el primer mes de año en requerir estrategias de enfriamiento, esto en las horas centrales del día. Sigue dentro del rango de estrategias que requieren la inercia térmica de los materiales y estrategias de ganancia solar directa e indirecta. Los requerimientos de calentamiento disminuyen, pero sigue requiriendo medidas correctivas de radiación solar, en horas iniciales y finales del día.

Abril. El mes de abril es donde se presenta la transición entre las temperaturas más frías del año y las cálidas. Caracterizándose por una temperatura templada. El horario de desconfort por altas temperaturas se sitúa a partir de la 1pm hasta las 6pm, debido a que abril es uno de los meses con mayor radiación solar e índices de humedad más bajos durante el día. Considerando además, que las probabilidades de precipitación son bajas durante esta temporada. Sin embargo las temperaturas durante la noche llegan a bajar hasta los 10°C.

En relación con los vientos dominantes, se dirigen del Noroeste.

Bajo estas características climáticas, es preciso enfocar las estrategias bioclimáticas principalmente en la inercia térmica de los materiales, humidificación y protección solar.

Mayo. Aquí inicia la época más cálida, donde se alcanzan temperaturas hasta de 30°C después de mediodía. La humedad durante el día continúa siendo baja, al igual que los valores de precipitación.

La radiación solar, presenta valores altos que van descendiendo al final del mes. Sin embargo, el porcentaje de insolación es el más alto de todo el año. Es decir, durante este mes la cantidad de horas de sol directo con respecto a la duración del día son mayores.

Los vientos conservan su dirección dominante dentro del rango del Noroeste.

Con la interpretación de estos valores climáticos, se definen las estrategias de diseño bioclimático que se necesitan para lograr confort higrotérmico. Éstas son: inercia térmica, ventilación (aprovechar los vientos dominantes) y sombreado (protección solar).

Junio. Se sitúa como el segundo mes más cálido, definiendo su zona de desconfort a partir de las 13hrs hasta las 18hrs, con rangos de temperatura de 27°C a 29°C. A diferencia de los meses anteriores, la humedad es relevante, con presencia en las mañanas y durante las noches. A partir de junio, se considera el periodo de lluvias, con precipitaciones altas. Por ello, la radiación solar e insolación baja considerablemente.

La dirección de los vientos cambia, y se reciben del Noroeste-Sur. Para ello, es necesario la aplicación de soluciones bioclimáticas como: ventilación, sombreado, protección contra la lluvia e inercia térmica de los materiales.

Julio. En este mes las temperaturas siguen siendo altas, alcanzando los 28° C. Se perciben altos índices de humedad por la noche y mañana oscilando entre el 60% y 90%. Julio es el mes con mayor precipitación en todo el año. La radiación e insolación solar disminuye por la nubosidad.

Debido a las condiciones anteriores, se recomiendan estrategias de enfriamiento para mejor el confort térmico. 1) Minimizar la ganancia de calor por medio de protecciones solares; 2) Minimizar el flujo conductivo, utilizando materiales aislantes; 3) Promover el amortiguamiento por medio de materiales con inercia térmica; 4) Promover la ventilación natural, inducida o forzada. 5) Promover la protección contra la lluvia; Este mes presenta requerimientos mínimos de calentamiento por la noche.

Agosto. Este mes es muy parecido al mes de julio, ya que las temperaturas siguen estando elevadas. Sin embargo es el mes que presenta mayor porcentaje de humedad relativa. La radiación solar se considera media, mientras la insolación es baja. Los vientos dominantes al noroeste tienden a moverse ligeramente al oeste. La precipitación en este mes es alta por debajo del mes anterior.

La principal estrategia que se debe de utilizar es el enfriamiento y la deshumidificación. Esta técnica se puede lograr a través del sombreado (protección solar); Promoviendo la ventilación natural (vientos dominantes) o ventilación inducida; Utilizando materiales aislantes y de alta inercia térmica.

Septiembre. Las condiciones climáticas de este mes son similares al mes anterior, sin embargo la humedad relativa desciende ligeramente. Este es el último mes que presenta alta precipitación llegando a los 221mm.

Debido a las condiciones anteriores, se recomienda utilizar estrategias de enfriamiento y deshumidificación las cuales consisten en: Promover el sombreado (protección solar), utilizar materiales de alta inercia térmica o aislante y generar ventilación cruzada o inducida.

Octubre. En este mes, la temperatura disminuye 1.4° C en comparación con el mes anterior, mostrando también reducción en la humedad. El valor de la insolación incrementó notoriamente en relación a septiembre, sin embargo la radiación solar permanece similar. Según el índice ombrotérmico, este mes indica el fin de la temporada lluviosa. Por último, los vientos bajan su frecuencia y velocidad. Las estrategias requeridas para este mes según el análisis bioclimático, son:

Para promover calentamiento, se requiere promover parcialmente las ganancias internas durante la noche. El enfriamiento, es otra estrategia que se necesita parcialmente durante el día para minimizar la ganancia solar; promover la ventilación cruzada durante el día, minimizar el flujo conductivo de calor por aislamiento, amortiguamiento a través de inercia térmica y en casos extremos la ventilación forzada.

Noviembre. La temperatura y la humedad descienden a comparación con el mes anterior. De acuerdo a la insolación, noviembre aumentó 7 horas, al mismo tiempo que la radiación total. La precipitación disminuye considerablemente y los vientos que provienen generalmente del noroeste incrementan su frecuencia y velocidad a diferencia de octubre. Las estrategias bioclimáticas requeridas para este mes, son las siguientes:

En noviembre se requiere promover el calentamiento a través de ganancias internas durante la noche, así como el enfriamiento a través de la ventilación natural o cruzada, así como deshumidificar parcialmente a través de la ventilación natural o inducida.

Diciembre. Las temperaturas de este mes descienden casi 2°C a comparación de noviembre, donde también presenta una disminución de humedad. De acuerdo a la insolación, se presenta una disminución en comparación con el mes anterior, presentando el mismo caso para la radiación total. La precipitación es más elevada que en noviembre y se mantiene parecida hasta enero. Los vientos disminuyen su frecuencia y su velocidad, presentando el viento dominante por el noroeste. Las estrategias de diseño de este mes son:

Se necesita promover el calentamiento a través de la ganancia solar directa durante el día, al mismo tiempo por ganancias internas por la noche y ganancia solar indirecta a través de inercia térmica durante todo el día.

Caracterización climática anual

La ciudad de Tepic, Nayarit, presenta un clima semicálido subhúmedo del grupo C. El verano es cálido con régimen de lluvia, mientras en invierno las lluvias son escasas. Para ello, se elaboró una caracterización climática mensual que se describe a continuación, véase tabla 15.

El período más cálido del año es de mayo a septiembre, alcanzando temperaturas promedio máximas hasta 30°C. Debido a esto, se identifica una zona de desconfort de las 13:00hrs y las 18:00hrs. Sin embargo, se pueden alcanzar los niveles de confort a través de estrategias bioclimáticas de enfriamiento como: sombreado, ventilación (cruzada o inducida) y amortiguamiento térmico.

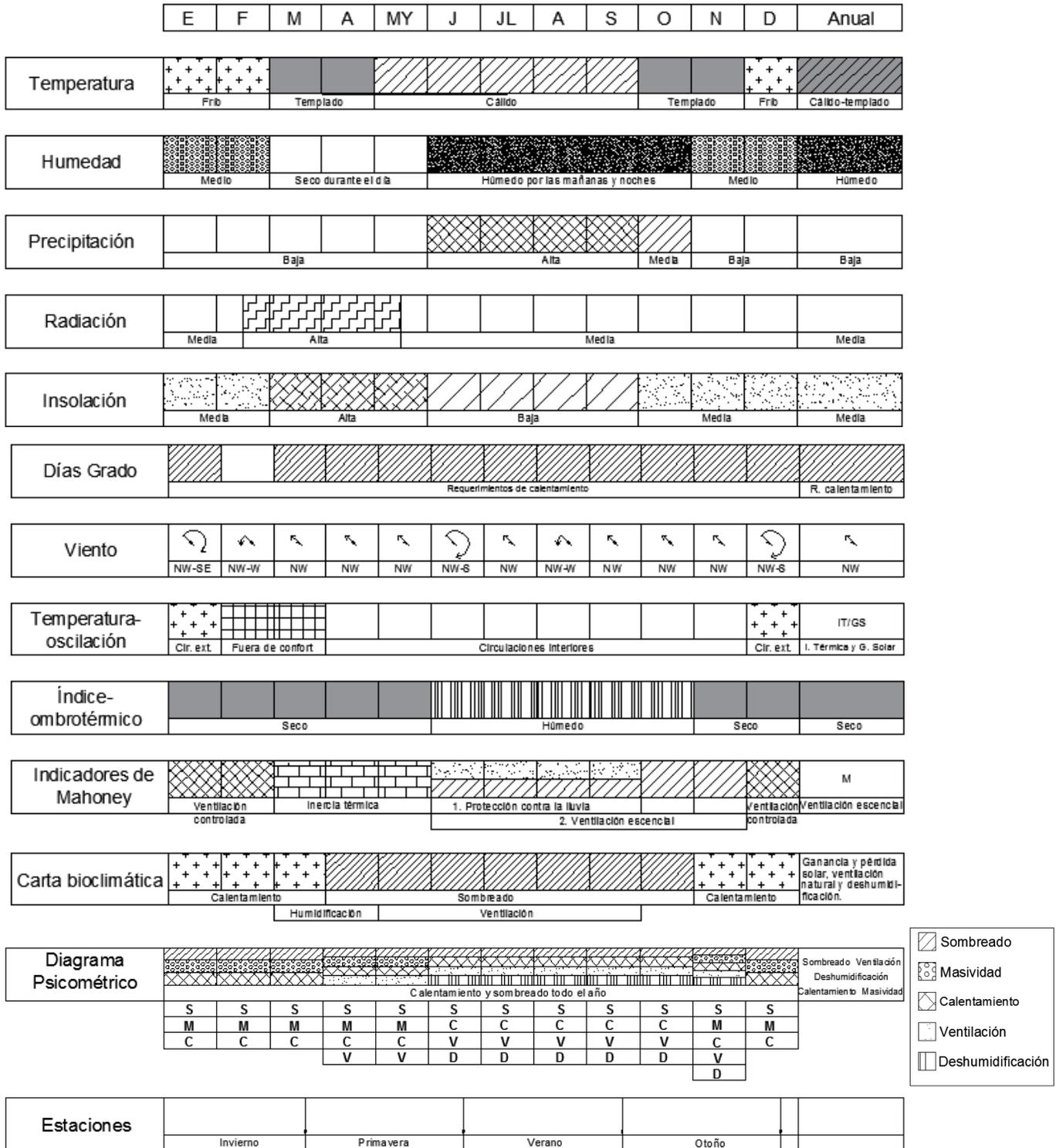
Para optimizar la estrategia de ventilación, es preciso considerar que los vientos dominantes en la ciudad de Tepic provienen del Noroeste, con variación al Noroeste-Sur.

En torno a lo estrategia de sombreado (protección solar), es importante considerar los meses con mayor radiación solar, siendo abril y mayo el período con índices más altos. Teniendo en cuenta que la inclinación del Sol se acerca más al Norte.

Mientras que durante los meses más fríos (diciembre, enero y febrero) el Sol está inclinado hacia el Sur. En esta época las temperaturas ya han descendido hasta 8°C como promedio mínima durante la noche, y durante el día oscilan entre los 10°C y 24°C. Por ello, es conveniente la combinación de inercia térmica de los materiales y la ganancia solar directa e indirecta durante el día, como estrategias de climatización.

El período de precipitación alta inicia en el mes de junio y finaliza en los primeros días de octubre. Reconociendo este ciclo como el más húmedo, debido a las lluvias y por consiguiente la evaporación. Las estrategias que se necesitan implementar en esta época son: deshumidificación y protección contra la lluvia.

Tabla 15. Ciclos estacionales.



Fuente: Elaboración propia.

Estrategias de climatización

La matriz de clima es presentada como un diagrama de resumen donde se definen estrategias y elementos de regulación, en función del análisis climático y de los mecanismos de transferencia de calor. El llenado es adecuado a las características del proyecto y del análisis climático

La ciudad de Tepic Nayarit, presenta en gran parte requerimientos bioclimáticos de enfriamiento directa e indirectamente, seguido de deshumidificación indirecta y de calentamiento directo e indirecto. Para lograr el enfriamiento directo, se requiere Minimizar la ganancia solar, la ventilación natural y en poca medida el enfriamiento evaporativo; para ello se proponen dispositivos de control solar volados, aleros, partesoles, pérgolas, celosías, lonas, vegetación, etc. También Ventilación cruzada, fuentes y estanques. Estas estrategias no deberán ser empleadas durante la temporada de invierno, acentuarlas más en los meses de radiación solar alta (marzo y abril) así como los meses de verano.

Para lograr el enfriamiento indirecto, se requiere minimizar el flujo conductivo de calor, amortiguamiento térmico y promover la ventilación forzada o pre-tratada. Para el primero, será muy necesario el uso de materiales aislantes, para el segundo utilizar la inercia térmica de los materiales, (de preferencia para todo el año) y para el tercero implementar turbina o extractores de aire, torres eólicas, muro trombe, colectores de aires, etc. (solo para julio, agosto, septiembre y octubre). La deshumidificación indirecta para la ciudad de Tepic, se puede lograr promoviendo la ventilación natural o inducida, a través de ventilación natural, captadores eólicos, colectores de aire, muro trombe, invernaderos secos, etc. Sera parcialmente necesario para los meses de marzo, abril, octubre y noviembre, y muy necesario para los meses de mayo hasta septiembre.

La estrategia para promover el calentamiento directo del edificio, es promover la ganancia solar directa a través de elementos acristalados, ventanas, tragaluces, lucernarios, etc., iniciando desde el mes de diciembre hasta abril durante el día. Para promover el calentamiento directo se quiere promover la ganancia solar indirecta, tanto en el día como en la noche los meses ya mencionados, por lo que será necesario implementar Inercia térmica, radiación reflejada, muro trombe, invernaderos, sistemas aislados, etc.

A continuación se muestra en resumen la matriz de climatización con todas las estrategias de diseño que se requieren para la ciudad de Tepic Nayarit. Véase tabla 16.

Tabla 16. Matriz de climatización.

CONDICIONANTE CLIMÁTICA								MATRÍZ DE CLIMATIZACIÓN																Simbología			
								SISTEMAS PASIVOS				OPCIONES DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO												CIUDAD: TEPIC, NAYARIT.			
												INVIERNO			PRIMAVERA			VERANO			OTOÑO			LATITUD: 21°30'00" N			
												ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	LONGITUD: -104°52'58" W			
								ESTRATEGIAS		SISTEMA		MECANISMO TANS		ESTRATEGIA		ELEMENTOS REGULADORES			OBSERVACIONES								
CÁLIDO SECO	CÁLIDO	CÁLIDO HÚMEDO	TEMPLADO SECO	TEMPLADO	TEMPLADO HÚMEDO	SEMI-FRÍO SECO	SEMI-FRÍO	SEMI-FRÍO HÚMEDO									ALTITUD: 935 msnm										
					●				CALENTAMIENTO	Directa	R	Promover la ganancia solar directa	Día	■	■	■	■							■	Elementos acristalados, ventanas, tragaluces, lucernarios, etc.	Con base en los meses frios del año, comparados con el calentamiento que requiere la carta bioclimática y triángulo de Evans.	
Promover las ganancias internas	Noche	▲	▲	▲	▲	▲	▲	■				■	■	■	▲	▲	Personas, lámparas, equipos, chimeneas, etc.	Con base en los requerimientos de la carta psicométrica.									
Promover la ganancia solar indirecta	Día	■	■	■	■											■	Inercia térmica, radiación reflejada, muro trombe, invernaderos, sistemas aislados, etc.	Con base en los meses frios del año, comparados con el calentamiento que requiere la carta bioclimática y triángulo de Evans.									
	Noche	■	■	■	■										■												
Minimizar el flujo conductivo de calor	Día																				Materiales aislantes, contraventanas, etc.						
	Noche																										
Minimizar el flujo de aire externo	Día																				Protección contra el viento (barreras vegetales o arquitectónicas), esclusas o hermeticidad.						
	Noche																										
Minimizar la infiltración	Día																				Esclusas térmicas, hermeticidad.						
	Noche																										
					●				ENFRIAMIENTO	Directo	R	Minimizar la ganancia solar	Día			▲	▲	■	■	■	■	■	■		Dispositivos de control solar volados, aleros, partesoles, pérgolas, celosías, lonas, vegetación, etc.	Con base en meses de radiación solar y temperatura más elevada, así con los requerimientos de la carta bioclimática, carta psicométrica y tablas de Mahoney.	
					●						Cv	Promover la ventilación natural	Día	✕	✕	■	■	■	▲	▲	▲	▲	■	■	✕	Ventilación cruzada	Con base en los meses de radiación solar más elevada, así también con los requerimientos de la carta bioclimática, psicométrica y tablas de Mahoney
					●						E	Promover el enfriamiento evapotativo	Día			■	■										Vegetación, fuentes, estanques, etc.

Fuente: Elaboración propia.

Comparación de Especificaciones de Diseño para Bioclima templado- húmedo: Código de Edificación de Vivienda versus Análisis Bioclimático de Tepic.

Según el Código de Edificación de Vivienda (2010), establece una serie de **especificaciones de diseño para el bioclima Templado- húmedo**, correspondiente a la ciudad de Tepic. Dichas especificaciones son comparadas con los requerimientos obtenidos del **análisis bioclimático** y con las aproximaciones de las condiciones climáticas de Tepic según la vivencia propia, véase tabla 17. A continuación se muestran los distintos diagramas utilizados en el análisis bioclimático en este trabajo, que servirán para la comparación.

- Temperaturas horarias en Gráfica Solar
- Triángulo de Evans
- Índice ombrotérmico
- Tablas de Mahoney
- Carta Bioclimática
- Diagrama Psicométrico
- Confort Térmico Pronosticado (Fanger)

Tabla 17. Especificaciones CEV y comparativa con análisis bioclimático.

SEGÚN CÓDIGO DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDA (2010)		SEGÚN ANÁLISIS BIOCLIMÁTICO	MAYOR APROXIMACION CONDICIONES CLIMÁTICAS DE TEPIC
ESPECIFICACIONES PARA EL PROYECTO ARQUITECTÓNICO			
Ubicación en el lote	Separada de las colindancias		
Configuración	Abierta, máxima exposición a los vientos		
Orientación de la fachada más larga	Sur-este	Orientación Norte-Sur (eje largo E-O), según tablas de Mahoney	El análisis bioclimático es más acertado
Localización de las actividades	Sala, comedor, recámara al sur-este. Guardarropa, cocina y circulaciones al nor-oeste		
Tipo de techo	Inclinado, cubierta con fuerte pendiente	Las techumbres deberán ser ligeras y bien aisladas, según tablas de Mahoney	Coincide más con el análisis bioclimático en que deban ser ligeras y aisladas, pero pueden ser inclinadas o planas
Altura de piso a techo	Máxima posible 2.70 metros		

SEGÚN CÓDIGO DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDA (2010)		SEGÚN ANÁLISIS BIOCLIMÁTICO	MAYOR APROXIMACION CONDICIONES CLIMÁTICAS DE TEPIC
ESPECIFICACIONES PARA VENTILACIÓN			
Unilateral	A cualquier orientación	La disposición de las ventanas se recomienda en muros norte y sur, a la altura de los ocupantes.	Ambos coinciden en que la disposición de las ventanas se recomienda a cualquier orientación, siempre y cuando tengan protección solar.
Cruzada	Con ventanas a los vientos dominantes, operables a ambos lados	Aprovechamiento de los vientos dominantes por el nor-oeste con protección solar.	El CEV y el análisis bioclimático coinciden en que la mejor disposición de las ventanas debe de ser hacia los vientos dominantes, que en este caso es hacia noroeste.
Otras		La ventilación de las ventanas debe ser constante. Promover ventilación inducida en primavera y verano.	
ESPECIFICACIONES PARA LAS VENTANAS			
Ubicación en fachadas según dimensión	Máxima de donde viene el viento	Aberturas medianas, entre 30 y 50% de la proporción del muro.	Las especificaciones del CEV y del análisis bioclimático son factibles para la ciudad de Tepic.
	Operables		
	De la mayor dimensión posible		
	El área de la ventana de salida 25% de entrada		
	Mínima en fachadas nor-oeste, oeste y sur-oeste		
Ubicación según nivel de piso interior	En la parte media baja del muro	Las ventanas deben tener una altura al nivel de los ocupantes	El CEV y el análisis bioclimático coinciden en que la posición de las ventanas debe de estar al nivel de los ocupantes.
	Que el aire pase al nivel de los ocupantes		
Formas de abrir	Abatibles, corredizas, de proyección, persianas	Podrán ser abatibles, corredizas, de proyección, etc.	
Protección	Mostiqueros	Ventanas con protección de lluvia	Ambas recomendaciones, son factibles para la ciudad de Tepic.
ESPECIFICACIONES PARA MATERIALES Y ACABADOS			
Techumbre	Masivos con aislamiento térmico en la cara exterior	Ligeros con aislamiento exterior	Ambos coinciden
Muros exteriores	Masivos	Deberán de ser masivos arriba de 8 hrs de retardo térmico	Ambos coinciden
Muros interiores y entrepisos	Masivos	Deberán de ser masivos arriba de 8 hrs de retardo térmico	Ambos coinciden
Pisos exteriores	Antiderrapante con buena pendiente		
	Cerámicos, pétreos		
Color y textura de acabado	No hay requerimientos especiales		

SEGÚN CÓDIGO DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDA (2010)		SEGÚN ANÁLISIS BIOCLIMÁTICO	MAYOR APROXIMACION CONDICIONES CLIMÁTICAS DE TEPIC
ESPECIFICACIONES PARA EL CONTROL SOLAR			
Remetimientos y saliente en fachadas	Evitarlos		
Patios interiores	No se requiere		
Aleros	En todas las fachadas para proteger del sol y la lluvia	Se pretende proteger del sol y de la lluvia, según tablas de Mahoney. Se recomienda proteger las ventanas en la temporada de lluvias de los vientos que vienen del Noroeste (NW), especialmente en el mes de junio, julio y agosto, según la caracterización climática mensual y datos del Atlas de Agua de la República Mexicana.	Coincide en ambos, siempre y cuando se requiera proteger
	Fachada sur para protección solar en primavera y verano	Fachada sur y sur-oeste protección en primavera y otoño, según la tabla de temperaturas horarias y gráfica solar.	Coinciden ambos en protección de fachada sur en primavera. En las demás fachadas se acerca más al análisis bioclimático.
	Fachada norte control solar de 9 a 15 hrs. dejando pasar vientos	Protección de fachada nor-oeste en verano a partir de las 13 hrs., según la tabla de temperaturas horarias y gráfica solar.	Ambos coinciden en proteger a medio día, sin embargo concuerda más con el análisis bioclimático.
	Al sur-oeste, oeste, nor-oeste completar con árboles de hoja perenne	Proteger al oeste: orientación con mayor radiación solar, según la tabla de temperaturas horarias y gráfica solar.	Ambos concuerdan
Pórticos, balcones, vestíbulos	Se recomienda en accesos		
	Pórticos en fachadas donde da el viento		
Tragaluces	Orientados al norte con protección solar en verano		
	Evitar los horizontales		
Parteluces	Cuidando de no obstruir vientos		
Vegetación	Árboles de hoja caduca para sombrear en verano y asolear en invierno, de hoja perenne al sur-oeste, oeste y nor-oeste.	Se requiere utilizar vegetación para promover el enfriamiento evaporativo, en marzo y abril por ser los meses con mayor radiación solar. Se recomienda ubicarlos al sur-oeste, oeste y nor-oeste, según diagrama psicrométrico y matriz de climatización.	Ambos concuerdan en protección solar y enfriamiento evaporativo a través de vegetación.
	Arbustos para protección solar		
	No bloquear vientos		

Fuente: Elaboración propia y CEV 2010.

Especificaciones para proyecto arquitectónico

Según el Código de Edificación de vivienda comparado con el análisis bioclimático de la ciudad de Tepic, no coincide en varios aspectos como la ubicación del lote, la orientación de la fachada más larga ni con los requerimientos del tipo de techo.

Especificaciones para el control solar

En este rubro, existen diversas coincidencias con los requerimientos de diseño del CEV y en análisis bioclimático. Para los aleros, en ambos se recomienda proteger todas las fachadas del sol y la lluvia, así como la protección con vegetación u otros elementos al sur-oeste, oeste y nor-oeste. No coincide la orientación en fachada para proteger en verano.

La orientación de tragaluces especificados en el CEV no coincide con el análisis bioclimático ya que se comparó con los ángulos de incidencia solar tanto en verano como en invierno.

Las especificaciones de parteluces coinciden. Se propone no obstruir los vientos, pero a su vez promover su uso después del medio día desde marzo a octubre, con orientación sur-oeste, oeste y nor-oeste.

De acuerdo a la vegetación, se coincide en la ubicación al sur-oeste, oeste y nor-oeste para su localización.

Especificaciones para ventilación

En ambas referencias, se promueve la ventilación cruzada aprovechando los vientos dominantes del nor-oeste. No coinciden en la disposición de las ventanas.

Especificaciones para las ventanas

No se coincide en la proporción de las aberturas con respecto al muro, sin embargo ambas especificaciones están de acuerdo en la altura al nivel de los ocupantes y en el tipo de ventana (formas de abrir).

Especificaciones para materiales y acabados

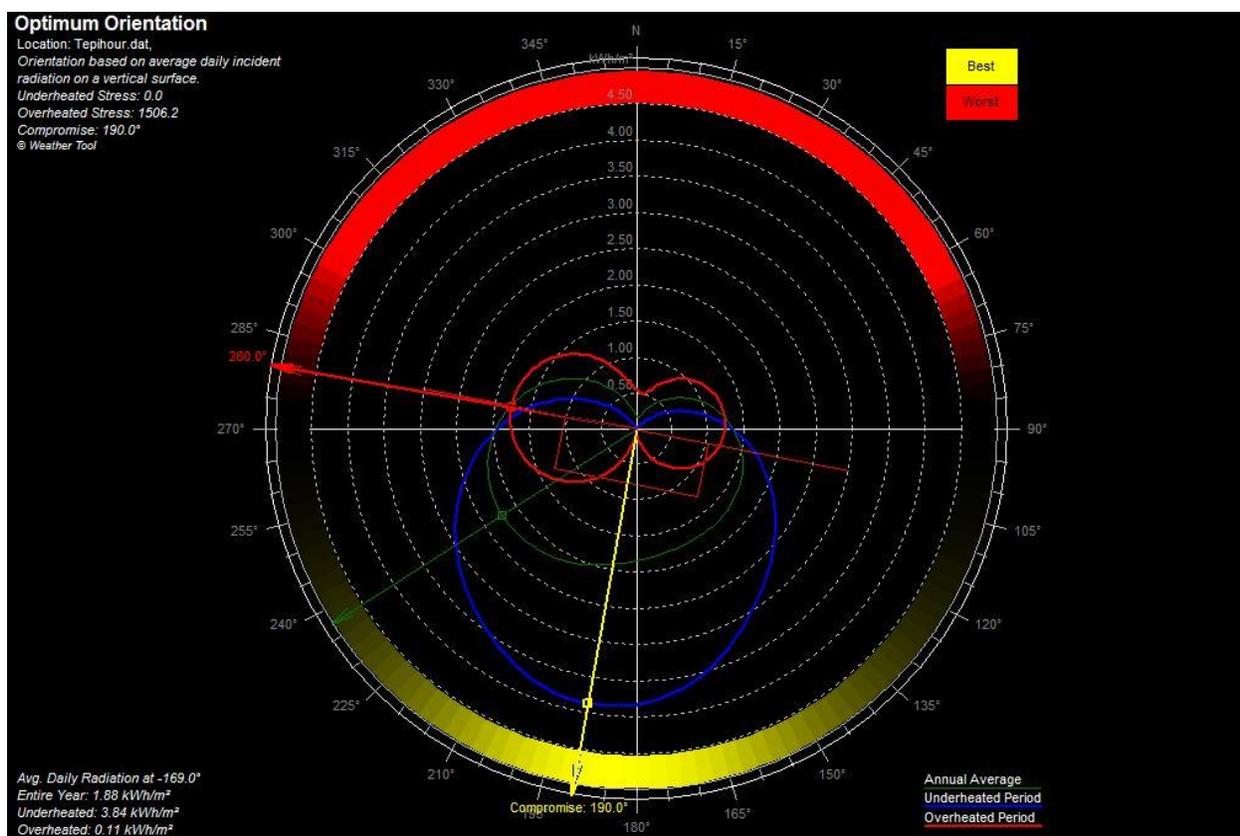
Ambos coinciden en techumbres con aislamiento exterior y muros exteriores e interiores masivos

Mejor orientación para fachadas en Tepic, Nayarit.

La orientación de muros y ventanas de un edificio influye en gran medida en el ahorro de energía en calefacción y enfriamiento.

Contando con una latitud de 21° 30' 0" Norte y una longitud de 104° 52' 58" Oeste, la mejor orientación de las fachadas para ciudad de Tepic es al Sur con 10° al Oeste, según el software Ecotect Analysis, véase imagen 00. Sin embargo, no se debe dejar de lado proteger la incidencia solar cuando se requiera.

Imagen 00. Mejor orientación para fachadas en Tepic.



Fuente: Ecotect Analysis.

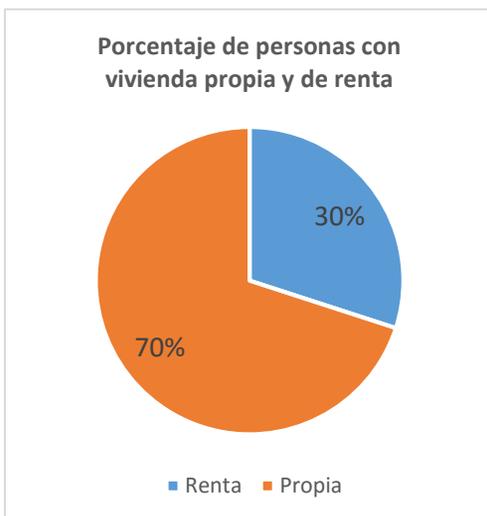
4.1.4 Análisis del Usuario.

Para este tema, resultó pertinente la aplicación de encuestas a los habitantes del Conjunto Habitacional “Los Fresnos”. Esta técnica permitió conocer y comprender las necesidades de confort de los usuarios, así como las características de habitabilidad los edificios de INFONAVIT. Se abarcaron temas generales sobre la vivienda, sensación de confort (calor y ventilación), consumos de energía y sobre inversión.

El tiempo que tienen viviendo los habitantes en la unidad habitacional es muy variado, sin embargo predomina con un mayor porcentaje las personas que habitan entre 1 mes y 4 años, ya que son familias jóvenes con niños pequeños. En segundo lugar predominaron las familias que tienen más de 20 años, y generalmente son personas maduras con hijos grandes, y en tercer lugar de 11 a 19 años.

Por otro lado, la mayoría de los habitantes cuentan con vivienda propia (ver gráfica 22), esto favorece al proyecto, ya que mientras las personas que rentan no estarían interesadas por el proyecto. Cuatro son las personas que habitan por vivienda en promedio, según la muestra realizada, esto quiere decir que todos los espacios de la vivienda tienen uso específico, véase gráfica 23.

Gráfica 22. Personas con vivienda propia



Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 23. Habitantes por vivienda.



Fuente: Elaboración propia.

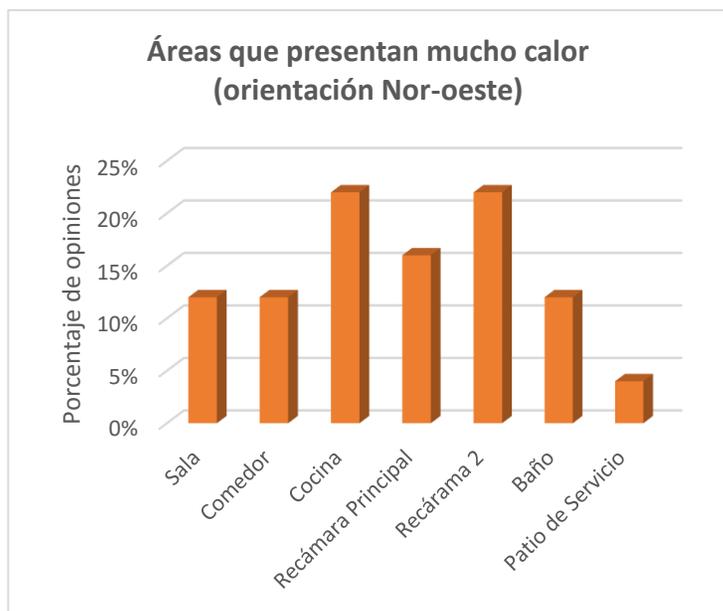
Sensación confort y calor en la vivienda.

El área de la vivienda que los usuarios más disfrutaron es la sala. Esto se debe a que la sala es área más amplia, iluminada, fresca, hay televisión, y favorece a la convivencia familiar. Mencionaron les agrada ver pasar a las personas, les gusta poner música y es el área más divertida. Consideran que las recámaras, es el segundo espacio más importante de la casa, pues la utilizan para descansar y aislarse los ruidos.

Se les preguntó a los habitantes cual era la parte del día en la que percibían calor con mayor intensidad, por lo que la mayoría respondió mediodía, seguido de la tarde y por último en la noche y madrugada. Esto indica que toda la ganancia de calor por la vivienda es absorbida durante el día, y liberada por las noches.

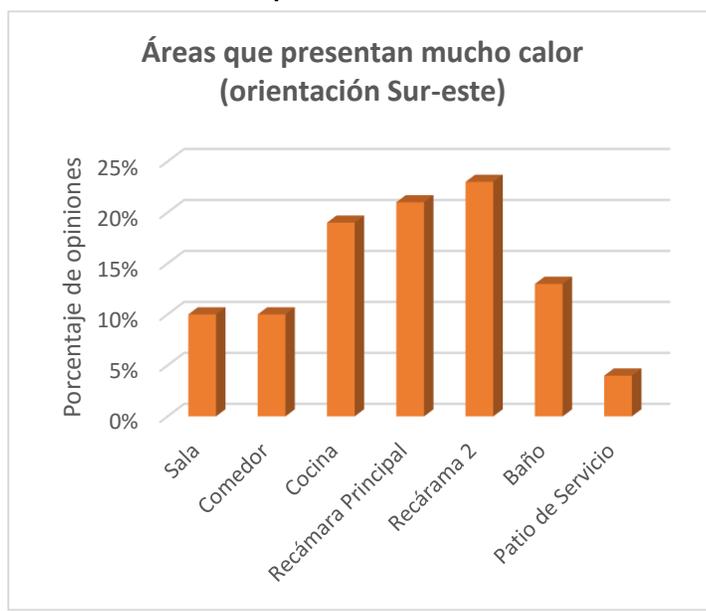
Referente al confort térmico en el interior de las viviendas y nivel de arropamiento, cuando los usuarios sienten mucho calor suelen usar short con camisa (caso de hombres, y ropa ligera, e algodón y colores claros (caso mujeres), mismo que se considera en la carta bioclimática. Para el caso de las viviendas ubicadas al nor-oeste, los habitantes comentaron que las áreas con mayores problemas de calor, es la cocina y la recámara 2, seguido de la recámara principal. De acuerdo a las viviendas con orientación sur-este, predominó de igual manera, las recámaras como las áreas ser más calientes y la cocina. Véase gráfica 24 y 25.

Gráfica 24. Áreas con problemas de calor. Nor-oeste



Fuente: Elaboración propia

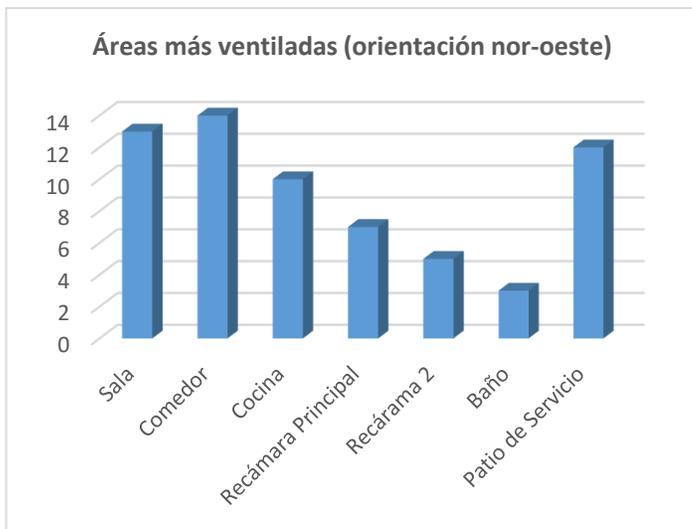
Gráfica 25. Áreas con problemas de calor. Sur-este.



Fuente: Elaboración propia

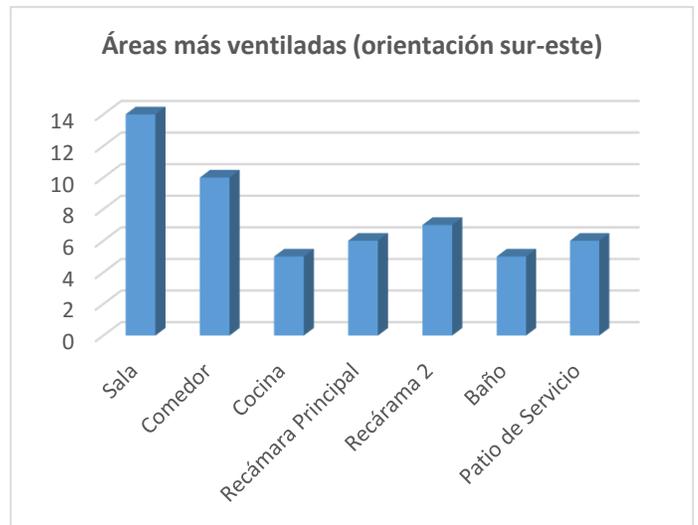
La ventilación es otro tema fundamental para este trabajo, pues se requiere saber el estado actual de cada una de las áreas de la vivienda, para posteriormente establecer estrategias de ventilación. De acuerdo a las viviendas con orientación nor-oeste, las áreas más ventiladas resultaron ser la sala, el patio de servicio y el baño, mientras las que más sufren de ventilación son las recámaras. Por otro lado, las viviendas con orientación sur-oeste, la sala y el comedor son las áreas más ventiladas, mientras que las recámaras y la cocina presentan problemas de ventilación. Véase gráficas 26 y 27.

Gráfica 26. Áreas más ventiladas. Nor-oeste



Fuente: Elaboración propia

Gráfica 27. Áreas más ventiladas. Sur-este.

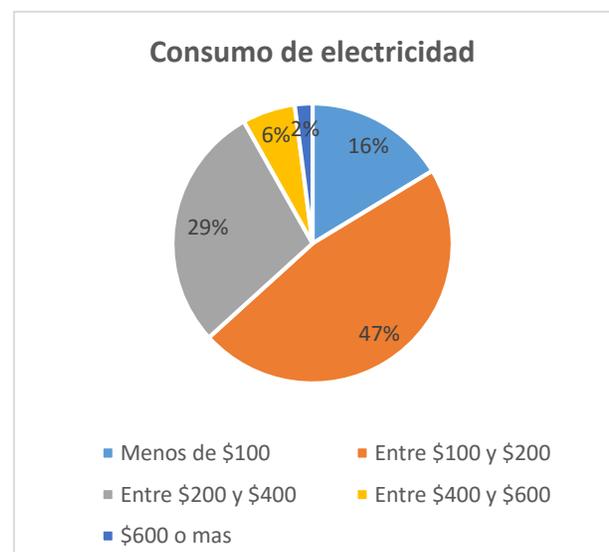


Fuente: Elaboración propia

Consumo de energía.

El consumo de energía es importante para este proyecto, porque se pretende disminuir los consumos de energía por climatización implementando adecuaciones bioclimáticas. Es por ello que se preguntó sobre los consumos de energía eléctrica, resultando la tarifa más común entre \$100.00 y \$200.00, y en segundo lugar entre \$200.00 y \$400.00. La mayoría de los usuarios utilizan ventilador de hélice para climatizar el interior, sobre todo durante la noche. Véase gráfica 28. Véase gráfica 28.

Gráfica 28. Consumo eléctrico.



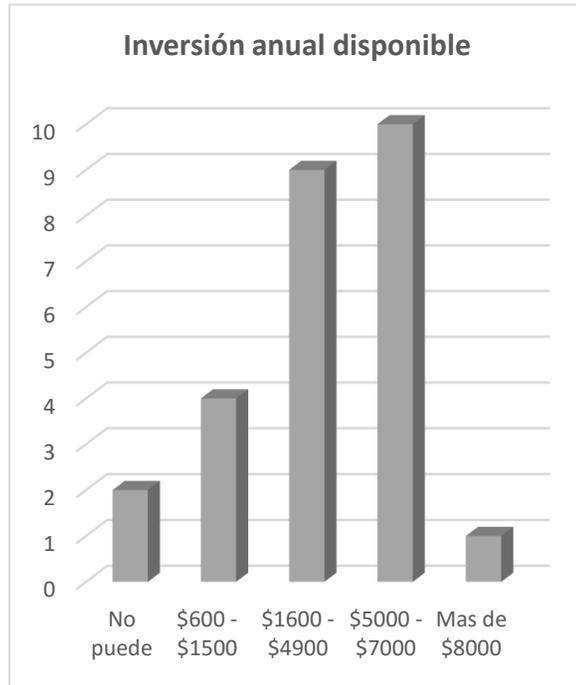
Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, 2 de 50 hogares encuestados ya implementaron el sistema de aire acondicionado.

Por último, la mayoría de los usuarios encuestados estarían dispuestos a invertir en propuestas que disminuyan el consumo de energía siempre y cuando no afecte al gasto familiar. Pocas personas que no estuvieron de acuerdo, argumentaron que la vivienda no es propia y otras porque prefirieron ampliar o remodelar su vivienda.

A dichos usuarios, se les preguntó qué monto anual estarían dispuestos a pagar por adecuaciones bioclimáticas, la mayoría sugirió pagar como un servicio extra al mes. La gráfica 29 muestra que la gente pudiera pagar entre \$5000.00 y \$7000.00 anual como máximo y aceptando un financiamiento para su implementación.

Gráfica 29. Inversión anual



Fuente: Elaboración propia

4.2 DIAGNÓSTICO DEL EDIFICIO Y DISEÑO APLICATIVO DE LA SOLUCIÓN

4.2.1 Análisis del edificio

Estado de conservación de la vivienda

Esta unidad habitacional cuenta 30 años de ser construida, desde 1986. Actualmente los edificios están pintados por un programa de INFONAVIT llamado “Pintemos México”, con murales en ciertos edificios (véase imagen 01). Sin embargo, diversos elementos de la arquitectura de estos edificios carecen de mantenimiento, como las azoteas, el área de tendederos, las jardineras, banquetas, escaleras de acceso a las viviendas y áreas verdes.

Por otro lado, gran parte de los habitantes han modificado su vivienda para ampliarla, generalmente los que viven en planta baja porque tienen más espacio para extenderse, sin embargo también hay modificaciones en el primer y segundo nivel, véase imagen 02.

Imagen 01. Programa “Pintemos México”



Fuente: Propia.

Imagen 02. Modificación de vivienda.



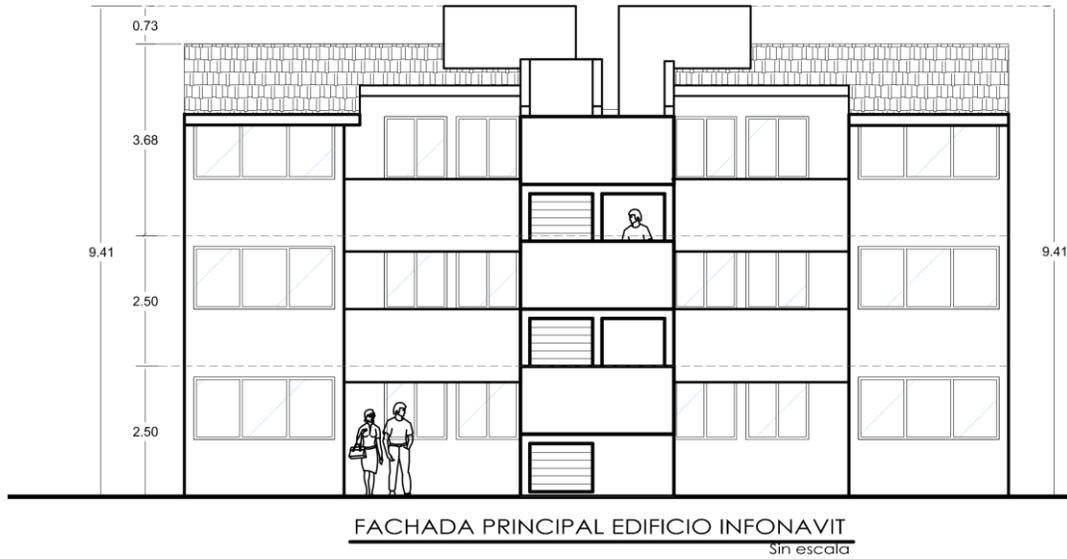
Fuente: Propia.

Distribución de la vivienda.

Los módulos de edificios de INFONAVIT “Los Fresnos”, están compuestos por seis viviendas de interés social, cada una cuenta con un área 70.77 m² de construcción. Cada módulo cuenta con escaleras exteriores de acceso a las viviendas, con un área de tendederos en la azotea, así como cuatro cajones de estacionamiento siempre y cuando estén ubicados sobre vialidad vehicular.

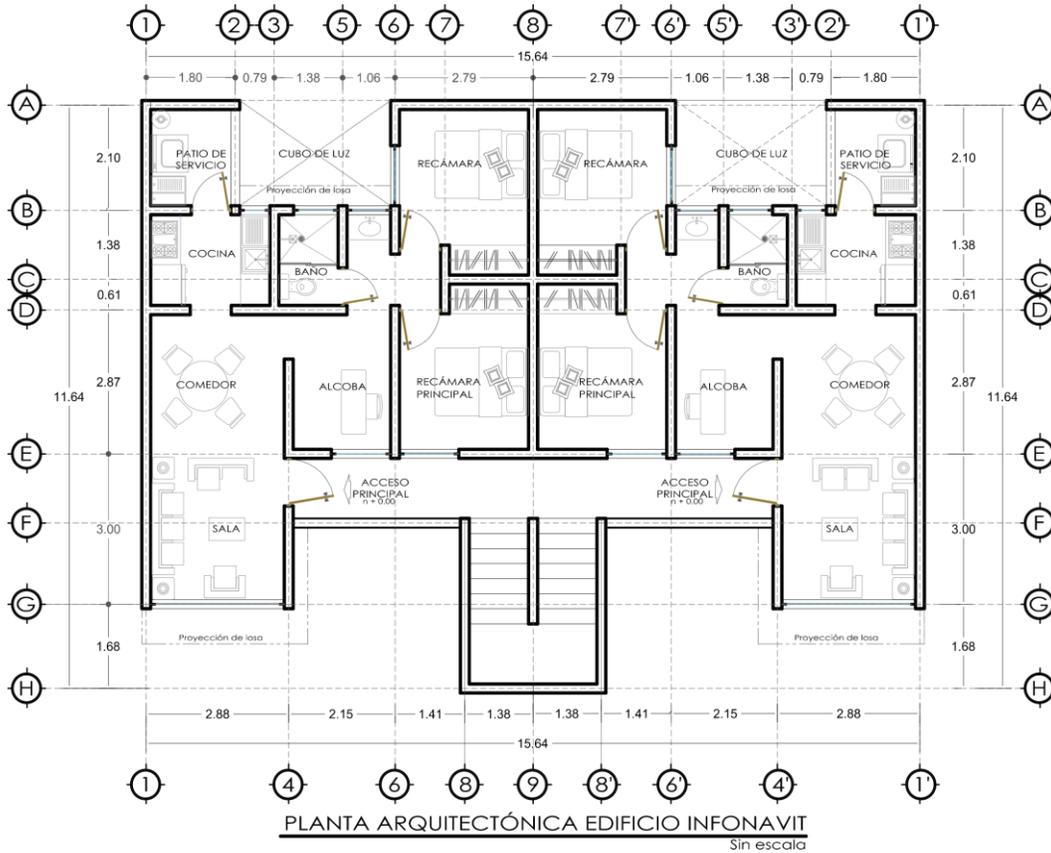
Estas viviendas están distribuidas por un pasillo de acceso, sala-comedor, cocina, una alcoba (que suelen utilizarse como recámara o estudio), dos recámaras, un baño y un patio de servicio, véase imagen 03, 04, 05 y plano 00 y 01.

Imagen 03. Fachada principal edificio.



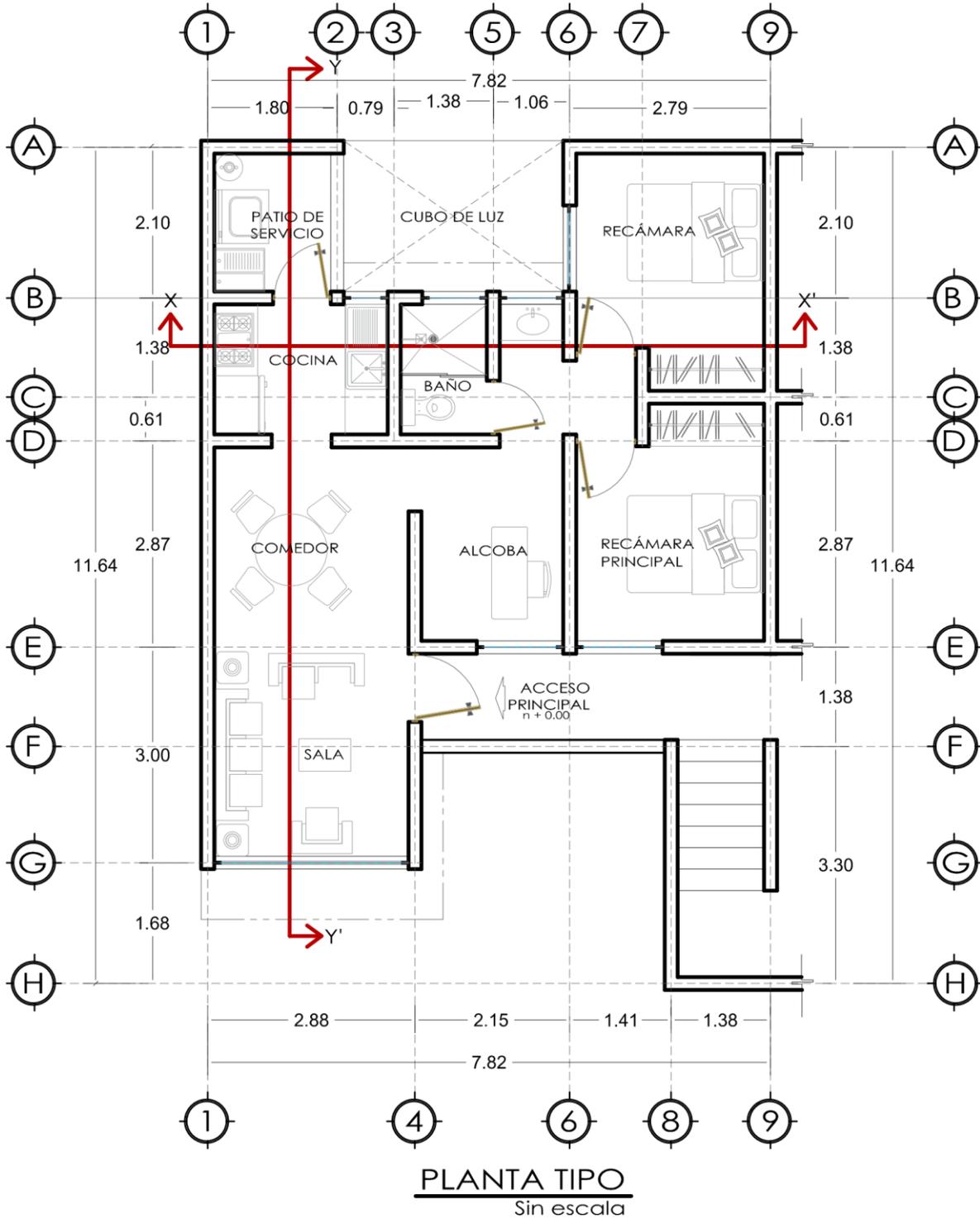
Fuente: Elaboración propia.

Plano 00. Planta arquitectónica del edificio



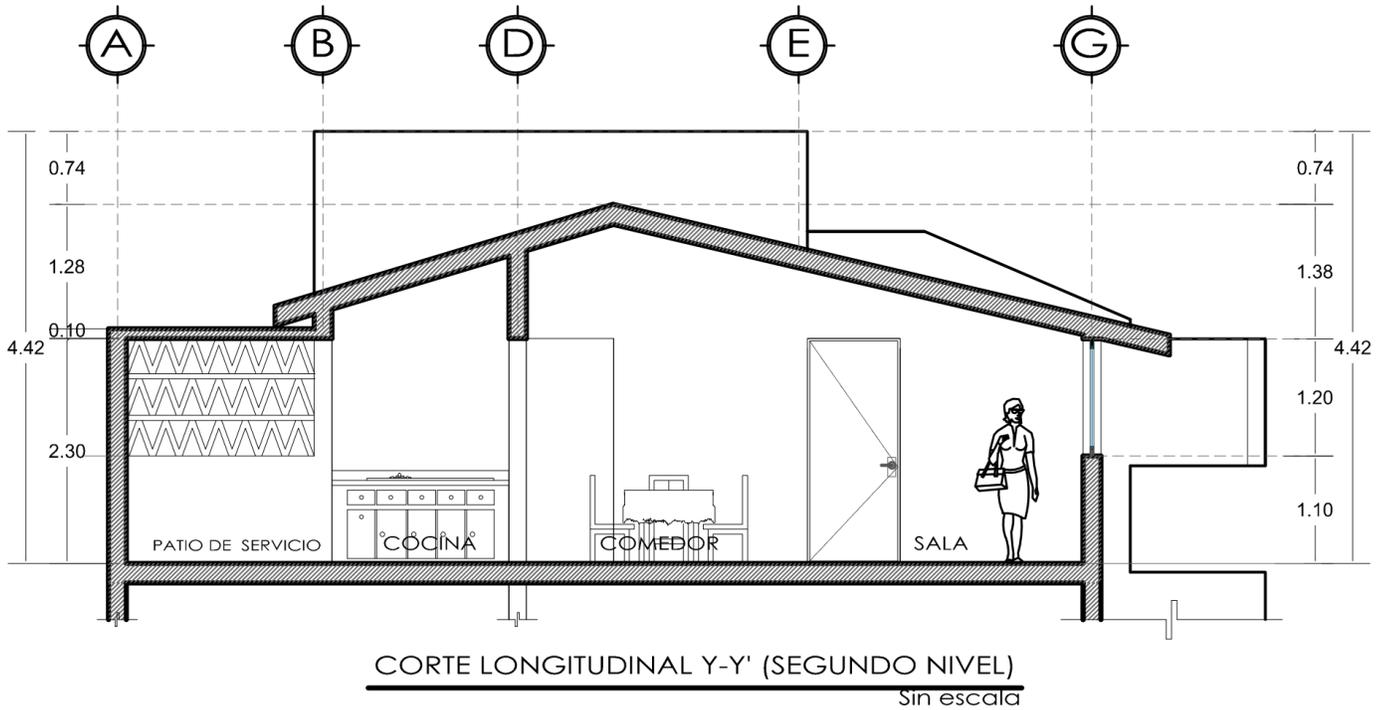
Fuente: Elaboración propia.

Plano 01. Planta arquitectónica de la vivienda o departamento.



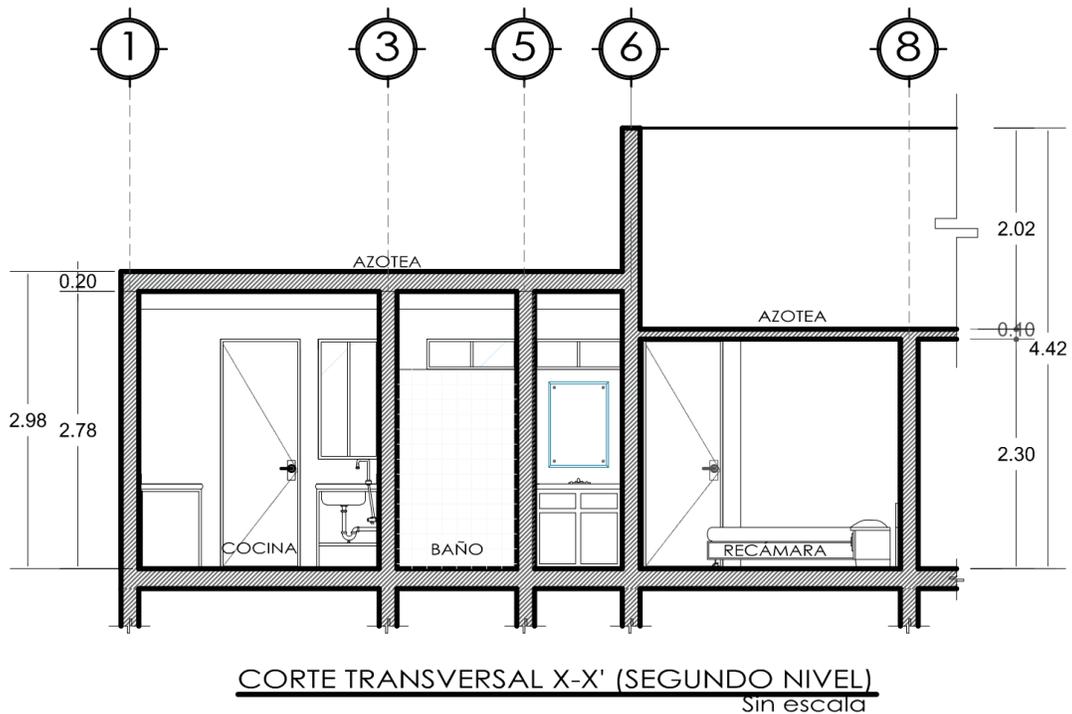
Fuente: Elaboración propia.

Imagen 04. Corte longitudinal.



Fuente: Elaboración propia.

Imagen 05. Corte transversal.



Fuente: Elaboración propia.

Materiales y sistemas constructivos

Para tener un mejor conocimiento del comportamiento térmico de la vivienda del conjunto habitacional “Los Fresnos”, es necesario comprender el sistema constructivo y materiales de la vivienda. Por ello, la tabla 18 muestra un listado por partidas y conceptos de los materiales empleados en la construcción de la vivienda.

Tabla 18. Materiales y sistema constructivo.

Materiales y sistema constructivo		
Partida	Concepto	Descripción
Cimentación	Losa de cimentación	Losa de cimentación de 30 cms de espesor, a base de concreto armado f'c: 200 kg/cm2.
Albañilería	Muro	Muro de block de jal de 11x14x28 cm de 14 cms de espesor, asentado con mortero cemento arena, de diversas alturas.
	Aplanado	Aplanado en muros con mortero cemento-arena de 2 cms. de espesor a dos caras.
Estructura	Castillos, dalas y trabes	Castillos de concreto armado f'c: 200 kg/cm2., dalas de desplante y cerramiento de concreto armado f'c: 150 kg/cm2 y trabes de concreto armado f'c: 250 kg/cm2, con dimensiones variables.
	Losa de entrepiso	Losa de entrepiso de 20 cms de espesor, nervada y aligerada de block de jal hueco de 15x20x40 cms, con capa de compresión de 5 cms. de espesor de concreto armado f'c: 200 kg/cm2.
	Losa de azotea 1	Losa de azotea de 20 cms de espesor a dos aguas, nervada y aligerada de block de jal hueco de 15x20x40 cms, con capa de compresión de 5 cms. de espesor de concreto armado f'c: 200 kg/cm2.
	Losa de azotea 2	Losa de azotea de 10 cms de espesor a base de concreto armado f'c: 250 kg/cm2.
Cancelería y Herrería	Ventanearía	Cancelería de aluminio con cristal de 6 mm. de espesor para ventanas
	Puerta principal (pasillo)	Puerta de acceso de 1.20x2.10 m. de aluminio color blanco.
	Puerta principal vivienda	Puerta de acceso de 0.95x2.30 de multipanel color chocolate.
	Puerta interior	Puerta interior con medidas variables de bastidor de madera de pino forrado con triplay de caobilla y acabado laca color blanco.

Fuente: Elaboración propia, trabajo de campo

4.2.2 Diagnóstico y solución: Comportamiento térmico de la vivienda

Monitoreo de temperaturas en viviendas.

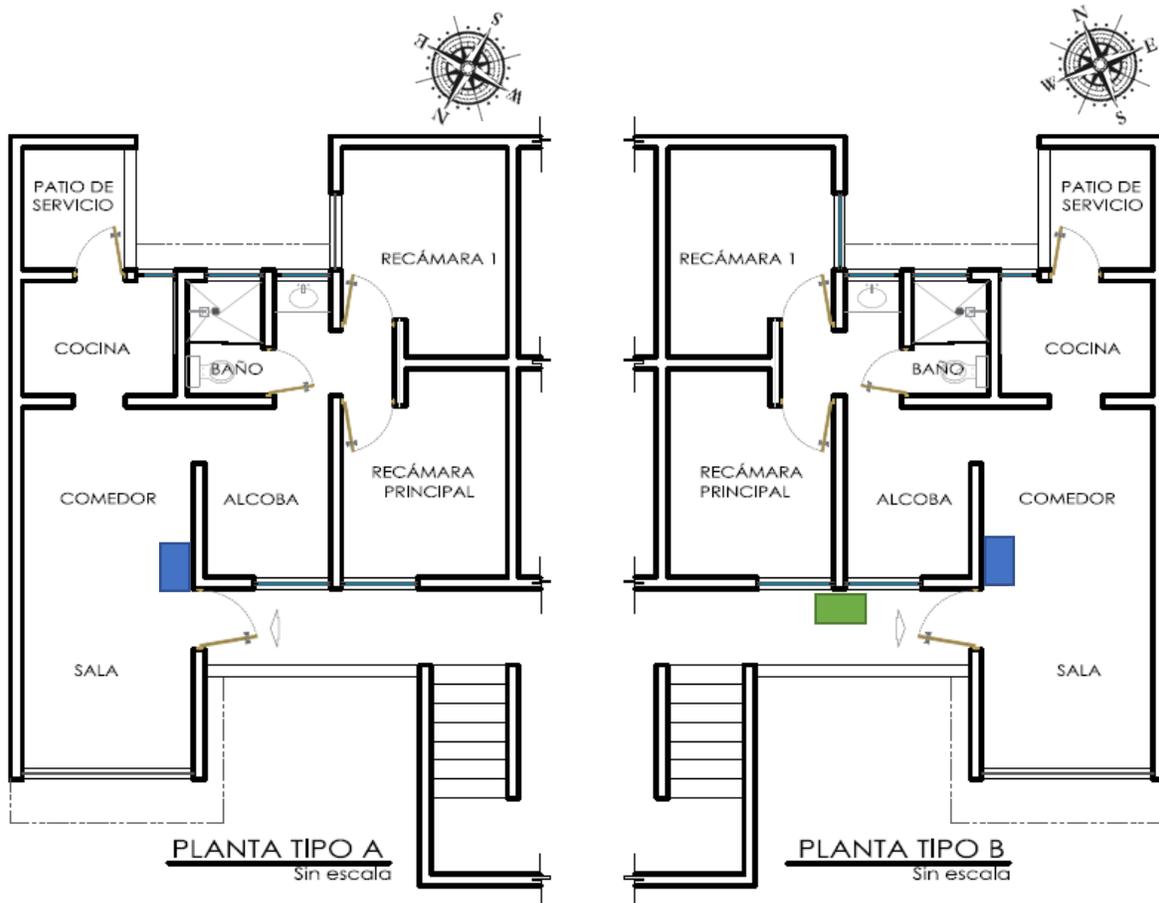
Se realizó un monitoreo de temperatura para conocer el comportamiento térmico producido en el interior de las viviendas de dos edificios en estudio, de orientación nor-oeste y sur-este (véase plano 02). Un monitoreo se llevó a cabo en el edificio #63 con orientación nor-oeste y otro en el edificio #56 con orientación sur-este durante una semana, comprendiendo desde el 19 al 27 de junio de 2015. Para poder realizar esta actividad, se utilizó un equipo de medición de la familia HOBO data logger marca ONSET, para medir y registrar las temperatura de tres viviendas de cada nivel por edificio y uno en el exterior para monitorear la temperatura ambiente. Estos dispositivos se ubicaron en las áreas más comunes de estas viviendas, siendo la sala-comedor para poder comparar las temperaturas en un mismo área, así también se ubicó un dispositivo en el exterior para compáralo con los registros de temperatura interior (véase plano 03). Estos dispositivos registraron datos de fecha, hora y temperatura, donde posteriormente se muestran unas gráficas para diagnosticar el comportamiento térmico de cada vivienda a lo largo de cada día. Esto servirá para elegir la vivienda con mayores problemas térmicos, y de ésta manera se diseñen estrategias bioclimáticas para que mejorar el confort interior.

Plano 02. Ubicación de edificios monitoreados.



Fuente: Elaboración propia.

Plano 03. Ubicación de datalogger en viviendas.



Fuente: Elaboración propia.

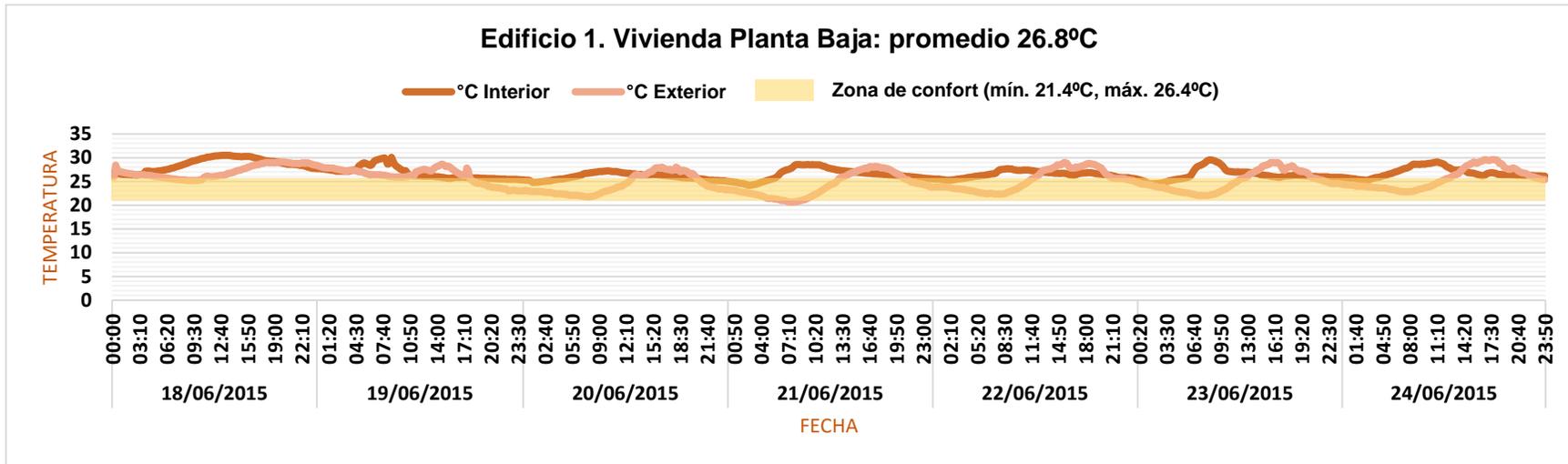
SIMBOLOGÍA	
	Data logger interior
	Data logger exterior

- Gráficas de monitoreo de temperatura

Edificio 1. Vivienda Planta Baja

La vivienda registró una temperatura promedio interior de 26.8°C a lo largo de la semana, mientras que la exterior presentó 25.1°C promedio. Durante las madrugadas se presentó confort interior excepto en el inicio de la semana. En las mañanas, se registraron las temperaturas más altas del día, alcanzando los 31°C hasta las 11:00 a.m., cuando la temperatura exterior presentó registros más bajos. De mediodía hasta la noche, las temperaturas bajaron lentamente hasta permanecer en confort nuevamente, sin embargo la temperatura exterior permaneció más alta por las tardes, véase gráfica 30.

Gráfica 30. Edificio 1. Vivienda PB.

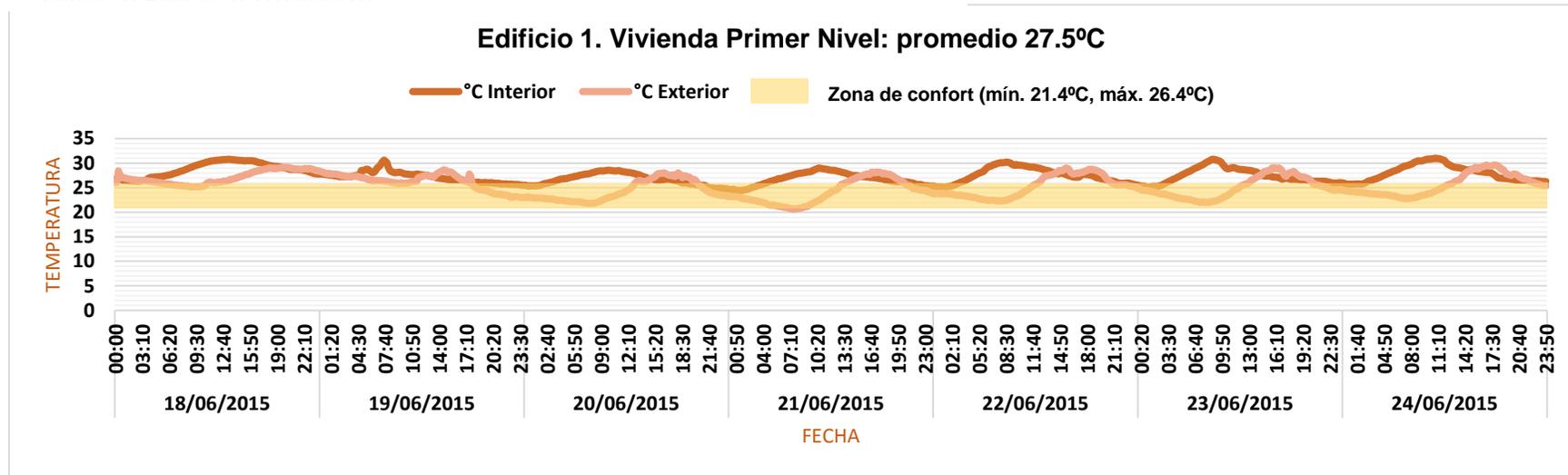


Fuente: Elaboración propia.

Edificio 1. Vivienda Primer Nivel: promedio 27.5°C

Se registró una temperatura promedio interior de 27.5°C, es decir 2.4° por encima de la exterior. Los días comenzaron con temperaturas por encima de la temperatura de confort, aumentando hasta medio día alcanzando un máximo de 30°C; a diferencia de la temperatura exterior que presentó registros más bajos. Aproximadamente desde medio día hasta el resto de la tarde y noche, las temperaturas disminuyeron paulatinamente alcanzando los 25°C, mientras que la temperatura exterior estuvo por encima de la interior solo por las tardes, véase gráfica 31.

Gráfica 31. Edificio 1. Vivienda 1N

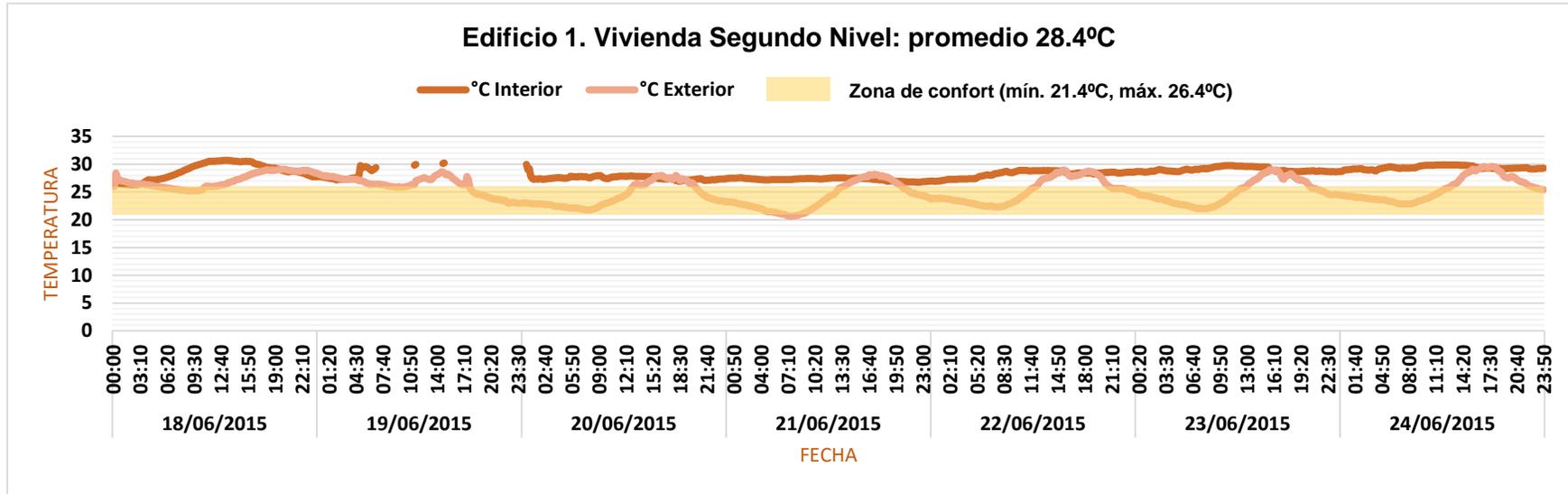


Fuente: Elaboración propia.

Edificio 1. Vivienda Segundo Nivel: promedio 28.4°C

Esta vivienda presentó una temperatura promedio interior de 28.4°C, 3.3° por encima de la exterior. Las madrugadas, mañanas y medios días permanecieron con registros altos de temperatura durante toda la semana, mientras que los registros exteriores permanecieron por debajo, hasta 7° de diferencia. Durante el resto del día, se presentaron altas temperaturas casi constantes en relación con las mañanas, alcanzando una máxima de 31°C y una mínima de 26°C. Durante las tardes, la temperatura exterior se emparejó con la interior, sin embargo para el resto de la tarde, noche y madrugada, la exterior permaneció por debajo de la interior. Este dispositivo presentó una falla el día 19 y no registró ciertas temperaturas, por lo que no fue posible obtener esa información. Véase gráfica 32.

Gráfica 32. Edificio 1. Vivienda 2N

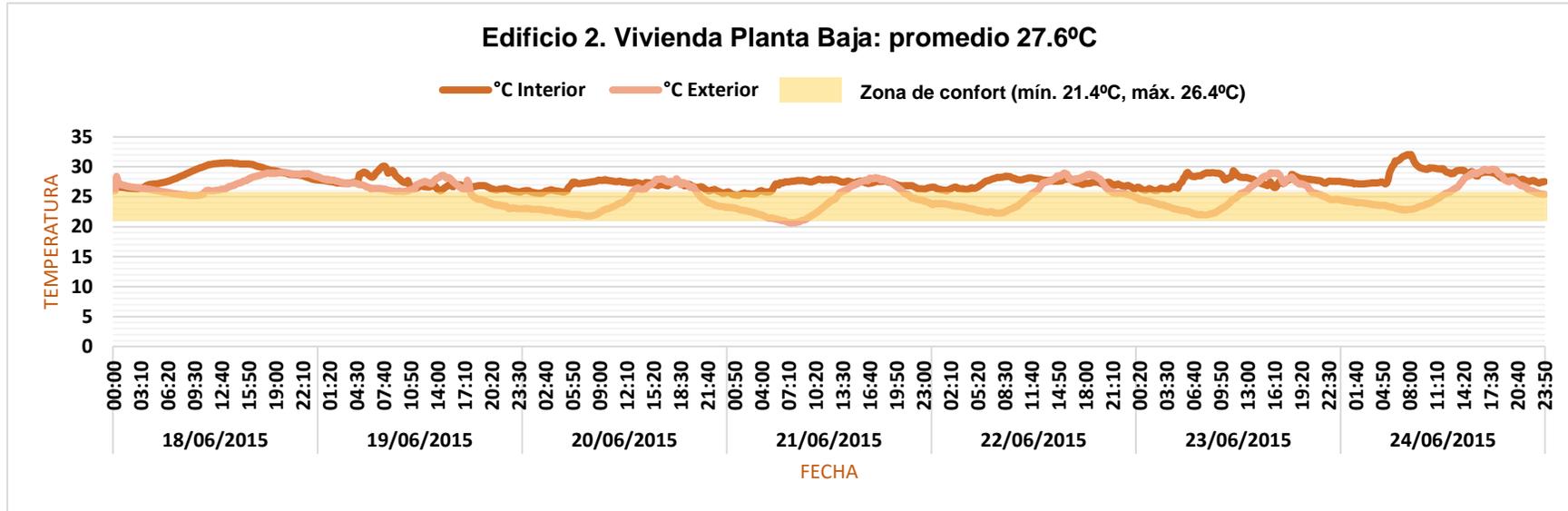


Fuente: Elaboración propia.

Edificio 2. Vivienda Planta Baja: promedio 27.6°C

Para esta vivienda, se presentó un promedio de temperatura interior de 27.6°C, 2.4 por encima de la temperatura exterior. Las madrugadas y las mañanas fueron las partes del día que registraron los más altos índices de temperatura, alcanzando los 31°C, mientras que la temperatura exterior permaneció por debajo, aproximadamente 6°C. Las tardes permanecieron más frescas y las temperaturas interiores descendieron un poco hasta llegar la noche, mientras que las temperaturas exteriores permanecieron parecidas solo por las tardes, Véase gráfica 33.

Gráfica 33. Edificio 2. Vivienda PB.

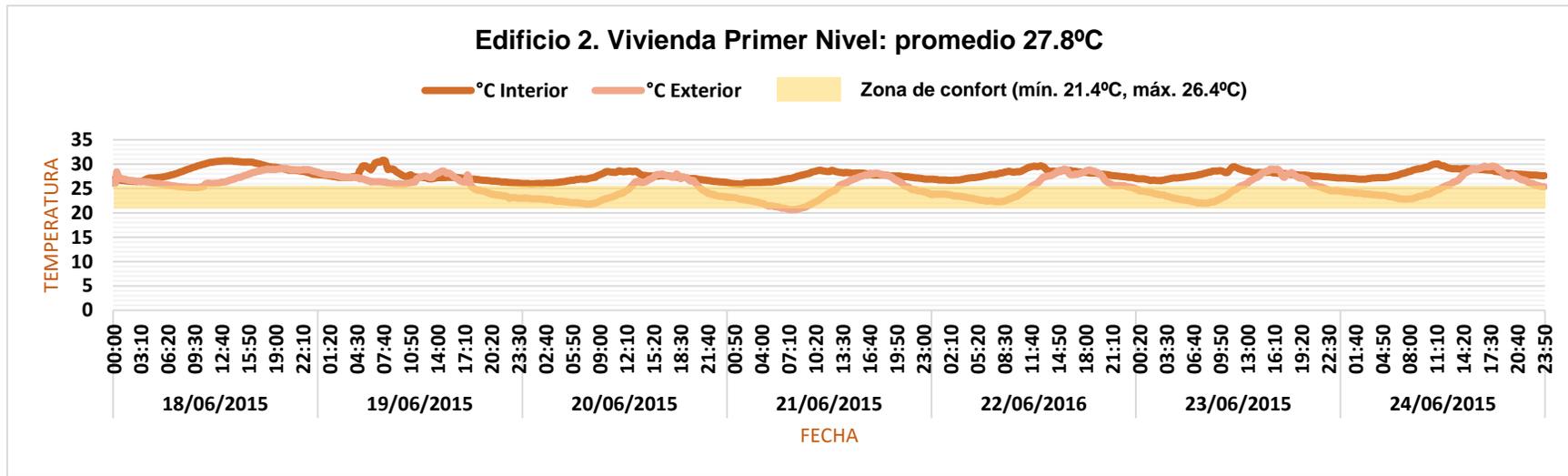


Fuente: Elaboración propia.

Edificio 2. Vivienda Primer Nivel: promedio 27.8°C

Se registró un promedio de temperatura interior de 27.8°C, mientras que la temperatura exterior registró 2.7° menos. Esta vivienda presentó las temperaturas más altas del día durante las madrugadas y las mañanas, alcanzando una máxima de 31°C, a diferencia de las temperaturas exteriores que resultaron 5° más bajas aproximadamente. Las temperaturas exteriores se emparejaron con las interiores entre las 2:00 y las 6:00 p.m., sin embargo al llegar la noche, las interiores permanecieron más altas, véase gráfica 34.

Gráfica 34. Edificio 2. Vivienda 1N.

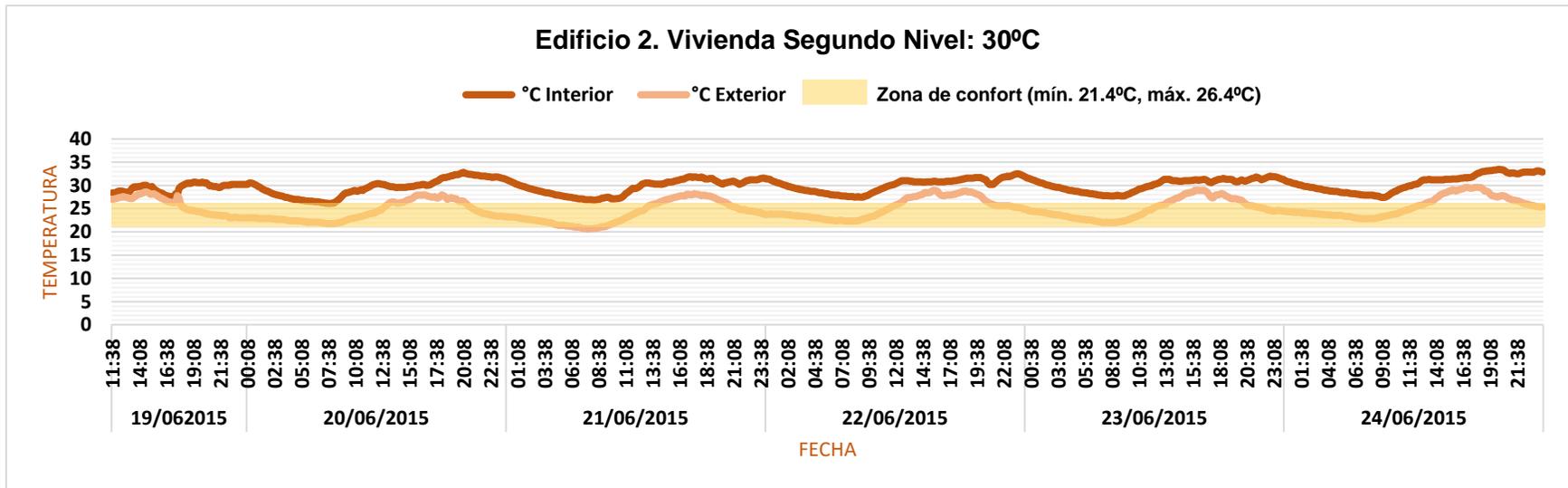


Fuente: Elaboración propia.

Edificio 2. Vivienda Segundo Nivel: 30°C

Por último, esta vivienda resultó ser la más calurosa de todas, ya que presentó un promedio de 30°C de temperatura interior, es decir 4.9° por encima de la exterior. No existen empates de registros de temperatura interior con la exterior. Las tardes y las noches resultaron ser las partes más calurosas de estos días, presentando una máxima de 34°C. Las mañanas presentaron temperaturas más bajas, con una mínima de 26°C. Véase gráfica 35.

Gráfica 35. Edificio 2. Vivienda 2N.



Fuente: Elaboración propia.

Como conclusión de esta actividad, la vivienda ubicada en el segundo nivel del edificio 2, es la seleccionada para aplicar la NOM-020-ENER-2011 (Eficiencia energética en edificaciones. Envoltorio de edificios para uso habitacional), así también para proponer estrategias bioclimáticas (de protección y captación solar, ventilación natural y aislamiento térmico) debido a los problemas de confort térmico que presenta en el interior, descritos anteriormente por el monitoreo de temperatura.

Comportamiento térmico de la envolvente: Aplicación NOM-020-ENER-2011. Eficiencia energética en edificaciones. Envolvente de edificios para uso habitacional

Esta norma tiene el objetivo de mejorar el diseño térmico de la envolvente de los edificios para uso habitacional, de tal manera que mejore las condiciones de confort de los ocupantes utilizando los mínimos consumos de energía, sobretodo en equipos de climatización.

Según el Diario Oficial - Secretaría de Energía (2011), menciona que en México, el acondicionamiento térmico de este tipo de edificaciones repercute en gran medida en la demanda pico del sistema eléctrico, con un mayor impacto en las zonas norte y costeras del país (clima cálido), donde se utilizan más los equipos de enfriamiento

El método que maneja esta norma consiste en un cálculo para la ganancia de calor a través de la envolvente del edificio proyectado y el de referencia, se determina el coeficiente global de transferencia de calor (K) de las porciones de la envolvente, barreras de vapor y la orientación, exigiendo un informe de resultados. El propósito es que la ganancia de calor del edificio proyectado sea menor o igual a la ganancia de calor de la envolvente del edificio de referencia, es decir:

$$G_{cp} \leq G_{cr}$$

G_{cp}: Ganancia de calor del edificio proyectado

G_{cr}: Ganancia de calor del edificio de referencia.

Según la norma, el edificio proyectado es aquel que se quiere construir (para este trabajo es la vivienda construida), y el edificio de referencia es aquel que conservando la misma orientación, condiciones de colindancia y dimensiones del edificio proyectado, se utiliza para determinar el presupuesto energético máximo. Las ganancias de calor mencionadas para el edificio proyectado y para el edificio de referencia, toma en cuenta las ganancias de calor por conducción en partes opacas (muros y techo) y transparentes (ventanas), y también las ganancias de calor por radiación en partes transparentes.

Para elaborar el siguiente cálculo, se tomó como referencia la “Guía rápida para el cálculo de la NOM-020-ENER-2011” elaborado por la Secretaría de Energía (2014) en colaboración con la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE). Por otro lado, se contó con la asesoría del Mtro. Luis Andrade Maciel para aclarar dudas sobre la norma.

Datos generales de la vivienda

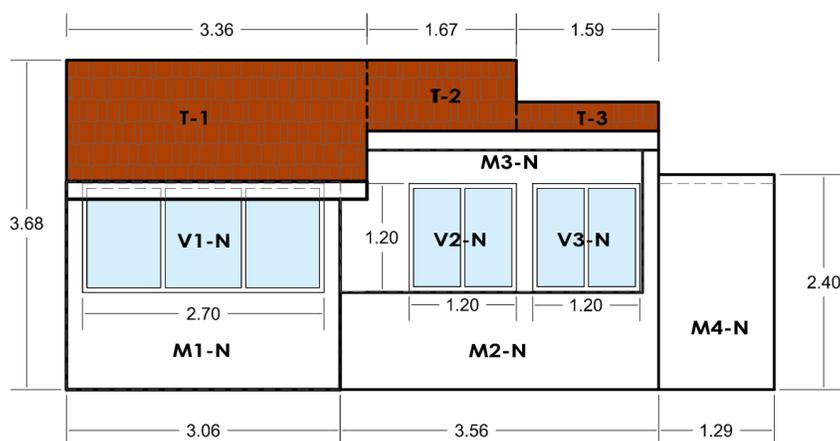
La vivienda a analizar se localiza en el segundo nivel del edificio multifamiliar INFONAVIT “Los Fresnos”, misma que fue elegida por tener los índices más altos de temperatura obtenidos del monitoreo ya mencionado.

- **Ubicación:** Unidad Habitacional IINFONAVIT “Los Fresnos”, Tepic Nayarit. Calle Cora, edificio no. 63, departamento 5.
- **Latitud:** 21°30’ N
- **Longitud:** 104° W

Tabla 19. Porciones de la envolvente.

PORCIONES QUE COMPONEN LA FACHADA NORTE		
Nº	Porción	Área (m2)
1	M1-N, M2-N, M3-N y M4-N. Muro de block de jal Mortero cemento arena interior Block de jal Mortero cemento arena exterior	13.71
5	V1-N, V2-N y V3-N Ventanas Cristal transparente 6 mm.	6.15
Área total:		19.86

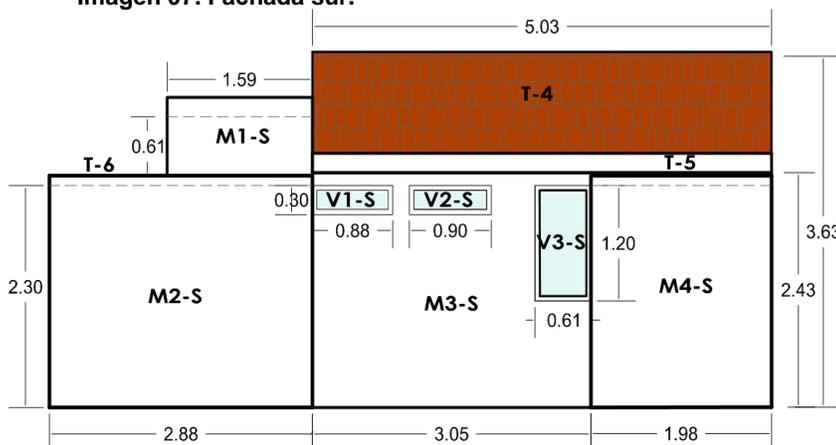
Imagen 06. Fachada norte.



Fuente: Elaboración propia.

PORCIONES QUE COMPONEN LA FACHADA SUR		
Nº	Porción	Área (m2)
1	M1-S, M2-S, M3-S y M4-S. Muro de block de jal Mortero cemento arena interior Block de jal Mortero cemento arena exterior	19.2
5	V1-S, V2-S y V3-S Ventanas Cristal transparente 6 mm.	1.26
Área total:		20.46

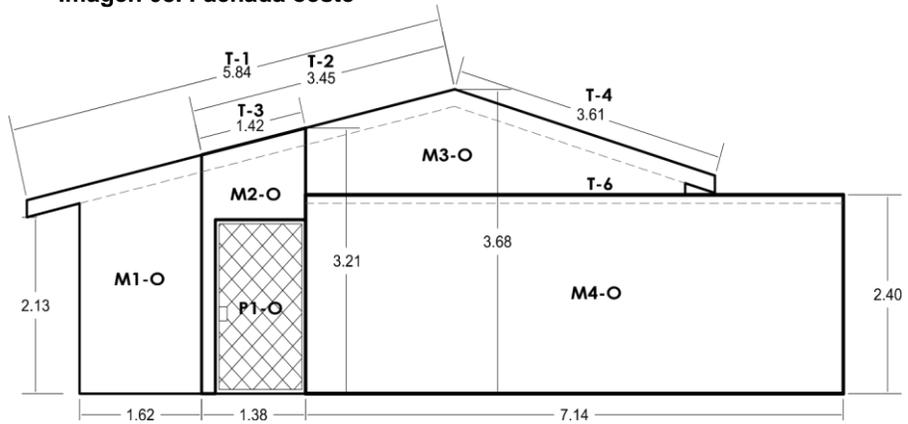
Imagen 07. Fachada sur.



Fuente: Elaboración propia.

PORCIONES QUE COMPONEN LA FACHADA OESTE		
Nº	Porción	Área (m2)
1	M1-N, M2-N, M3-N y M4-N. Muro de block de jal Mortero cemento arena interior Block de jal Mortero cemento arena exterior	28.18
2	P1-O Puerta Puerta de aluminio	2.52
Área total:		30.7

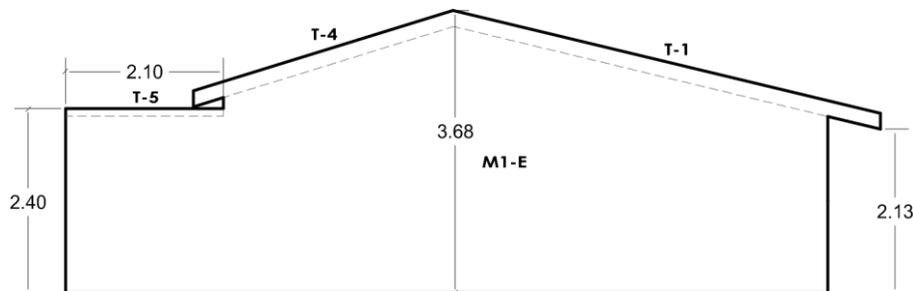
Imagen 08. Fachada oeste



Fuente: Elaboración propia.

PORCIONES QUE COMPONEN LA FACHADA ESTE		
Nº	Porción	Área (m2)
1	M1-E Muro de block de jal Mortero cemento arena interior Block de jal Mortero cemento arena exterior	30.32
Área total:		30.32

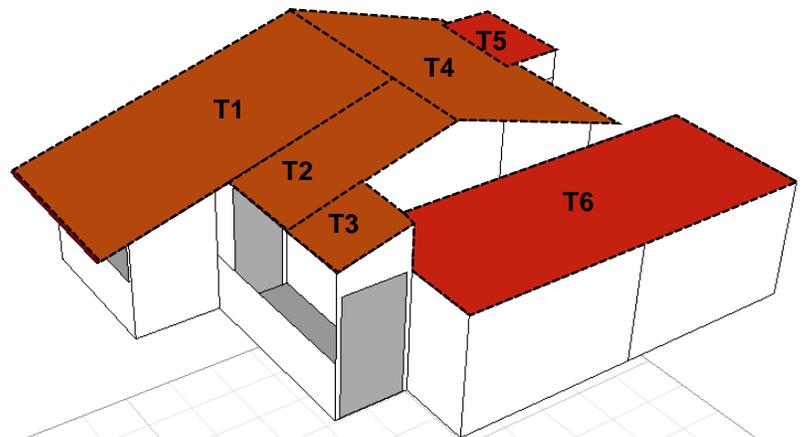
Imagen 09. Fachada este.



Fuente: Elaboración propia.

PORCIONES QUE COMPONEN EL TECHO		
Nº	Porción	Área (m2)
3	T1, T2, T3 y T4 Losa de azotea inclinada Teja de barro Impermeabilizante Concreto armado Block de jal hueco (15x20x40 cm) Aplanado de yeso	46.32
4	T5 y T6 Losa de azotea plana Impermeabilizante Loseta de barro Hormigón Concreto armado Aplanado de yeso	24.72
Área total:		71.04

Imagen 10. Techos.



Fuente: Elaboración propia.

Fuente: Elaboración propia.

INFORME DE CÁLCULO NOM-020-ENER-2011

1.- Datos generales**1.1.- Propietario**

Nombre	Ramón Herrera Ceballos
Dirección	Calle Cora, Edificio no. 63, Int. 5
Colonia	Unidad Habitacional INFONAVIT Los Fresnos
Ciudad	Tepic
Estado	Nayarit
Código Postal	63197
Teléfono	311-142-13-22

1.2.- Ubicación de la Obra

Nombre	Ramón Herrera Ceballos
Dirección	Calle Cora, Edificio no. 63, Int. 5
Colonia	Unidad Habitacional INFONAVIT Los Fresnos
Ciudad	Tepic
Estado	Nayarit
Código Postal	63197
Teléfono	311-142-13-22

1.3 Unidad de Verificación

Nombre	Danyra Esmeralda Cayeros Robles
Dirección	Calzada de los Fresnos 6867
Colonia	Ciudad Granja
Ciudad	Guadalajara
Estado	Jalisco

2. Valores para el cálculo de la Ganancia de Calor a través de la Envolvente (*)

2.1 Ciudad Tepic, Nayarit

Latitud 21° 30.00 N"

2.2 Temperatura equivalente promedio "te" (°C)

a).- Techo	39°	b).- Superficie inferior	27°
c).- Muros		d).- Partes transparentes	
	Masivo	Ligero	Según NOM no existe Tragaluz y domo
Norte	26	31°	Norte 23°
Este	29	35°	Este 24°
Sur	27	34°	Sur 25°
Oeste	27	34°	Oeste 25°

2.3 Coeficiente de transferencia de calor "K" del edificio de referencia (W/m²K)

Techo	0.714	Muro	0.714
Tragaluz y domo	5,952	Ventana	5,319

2.4 Factor de ganancia de calor solar "FG" (W/m²)

Tragaluz y domo	274 w/m²
Norte	91 w/m²
Este	137 w/m²
Sur	118 w/m²
Oeste	146 w/m²

2.5 Barrera de vapor

Si No

2.6 Factor de corrección de sombreado exterior (SE)

Número (**)	1	2	2	2	2	2
Tipo de sombreado (***)	Volado simple	Volado extendido				
L/W, L/H, O P/E	0.58	1.15	1.15	1.67	1.67	0.33
W/H O W/E	2.23					
Norte	0.91	0.73	0.73			
Este/oeste						
Sur				0.74	0.74	0.9

* Los valores se obtienen de la Tabla 1 para los incisos 2.2 a 2.5, y la tablas 2,3, 4 y 5 para el inciso 2.6

** Si las ventanas tienen algún tipo de sombreado se deberá usar una columna para cada tipo.

*** Indicar el tipo de sombreado: 1 volado simple, 2 volado extendido, 3 ventana remetida y 4 partesoles

3.- Cálculo del Coeficiente Global de Transferencia de Calor de las porciones del envolvente

3 Descripción de la porción:	Muro de block de jal	Número (*) :	1
Componente de la envolvente:		Techo:	Pared:
			X
Material (**)	Espesor (m)	Conductividad térmica (w/mK) h o l (***)	M Aislamiento térmico (m² K/W) [1/(h o l)]
	1		
<u>Convección exterior (****)</u>	<u>1</u>	<u>13</u>	<u>0.076923077</u>
<u>Mortero cemento arena</u>	<u>0.02</u>	<u>0.63</u>	<u>0.031746032</u>
<u>Block de jal</u>	<u>0.14</u>	<u>0.46</u>	<u>0.304347826</u>
<u>Mortero cemento arena</u>	<u>0.02</u>	<u>0.63</u>	<u>0.031746032</u>
		-	-
		-	-
		-	-
<u>Convección interior (****)</u>	<u>1</u>	<u>8.10</u>	<u>0.12345679</u>
Para obtener el aislamiento térmico total, sumar la M de todos materiales más la convección exterior e interior [Fórmula $M = \sum M$]		M	0.568219757 m ² K/W
Coefficiente global de transferencia e calor de la porción (k) [Fórmula $K = 1/M$]		K	1.75988249 W/m ² K

* Dar un número consecutivo (1,2, ...N) el cual será indicado en el inciso 4.3

** Anotar los materiales que forman la porción, por ejemplo, si se desea calcular un muro de tabique con repellado en la superficie exterior y yeso en la superficie interior, se deben anotar los tres materiales

*** Para los materiales se utilizan los valores λ del apéndice "D", o los proporcionados por los fabricantes

**** Para la convección exterior e interior se utilizan los valores de h , calculados de acuerdo al apéndice "B"

3.- Cálculo del Coeficiente Global de Transferencia de Calor de las porciones del envolvente

3.1 Descripción de la porción:	Puerta exterior		Número (*) :	2
Componente de la envolvente:	Techo:		Pared:	X
Material (**)	Espesor (m) 1	Conductividad térmica (w/mK) h o l (***)	M Aislamiento térmico (m ² K/W) [1/(h o l)]	
<u>Convección exterior</u> (****)	<u>1</u>	<u>13</u>	<u>0.076923077</u>	
<u>Aluminio</u>	<u>0.025</u>	<u>204</u>	<u>0.000122549</u>	
		-	-	
		-	-	
		-	-	
		-	-	
<u>Convección interior</u> (****)	<u>1</u>	<u>8.10</u>	<u>0.12345679</u>	
Para obtener el aislamiento térmico total, sumar la M de todos materiales más la convección exterior e interior [Fórmula M= Σ M]			M	0.200502416 m ² K/W
Coeficiente global de transferencia e calor de la porción (k) [Fórmula K= 1/M]			K	4.987471072 W/m ² K

* Dar un número consecutivo (1,2, ...N) el cual será indicado en el inciso 4.3

** Anotar los materiales que forman la porción, por ejemplo, si se desea calcular un muro de tabique con repellado en la superficie exterior y yeso en la superficie interior, se deben anotar los tres materiales

*** Para los materiales se utilizan los valores l del apéndice "D", o los proporcionados por los fabricantes

**** Para la convección exterior e interior se utilizan los valores de l , calculados de acuerdo al apéndice "B"

3.- Cálculo del Coeficiente Global de Transferencia de Calor de las porciones del envolvente

3.1 Descripción de la porción: Ventana Número (*) : 5

Componente de la envolvente:

Techo: Pared: X

Material	(**)	Espesor (m) 1	Conductividad térmica (w/mK) h o l (***)	M Aislamiento térmico (m ² K/W) [1/(h o l)]
<u>Convección exterior (****)</u>		<u>1</u>	<u>13</u>	<u>0.076923077</u>
<u>Vidrio claro 6mm</u>		<u>0.006</u>	<u>0.93</u>	<u>0.006451613</u>
			-	-
			-	-
			-	-
			-	-
<u>Convección interior (****)</u>		<u>1</u>	<u>8.10</u>	<u>0.12345679</u>

Para obtener el aislamiento térmico total, sumar la M de todos materiales más la convección exterior e interior [Fórmula $M = \sum M$]

M 0.20683148 m² K/W

Coeficiente global de transferencia e calor de la porción (k) [Fórmula $K = 1/M$]

K 4.834853961 W/m²K

* Dar un número consecutivo (1,2, ...N) el cual será indicado en el inciso 4.3

** Anotar los materiales que forman la porción, por ejemplo, si se desea calcular un muro de tabique con repellado en la superficie exterior y yeso en la superficie interior, se deben anotar los tres materiales

*** Para los materiales se utilizan los valores λ del apéndice "D", o los proporcionados por los fabricantes

**** Para la convección exterior e interior se utilizan los valores de h , calculados de acuerdo al apéndice "B"

3.- Cálculo del Coeficiente Global de Transferencia de Calor de las porciones del envolvente

3.1	Descripción de la porción:	Losa plana de concreto	Número (*) :	4
Componente de la envolvente:				
		Techo: X	Pared:	
	Material (**)	Espesor (m) 1	Conductividad térmica (w/mK) h o λ (***)	M Aislamiento térmico (m ² K/W) [1/(h o l)]
	<u>Convección exterior (****)</u>	<u>1</u>	<u>13</u>	<u>0.076923077</u>
	<u>Impermeabilizante</u>	<u>0.002</u>	<u>0.170</u>	<u>0.011764706</u>
	<u>Loseta de barro</u>	<u>0.01</u>	<u>0.76</u>	<u>0.013157895</u>
	<u>Hormigón</u>	<u>0.07</u>	<u>1.500</u>	<u>0.046666667</u>
	<u>Concreto armado</u>	<u>0.05</u>	<u>1.74</u>	<u>0.028735632</u>
	<u>Aplanado de yeso</u>	<u>0.015</u>	<u>0.372</u>	<u>0.040322581</u>
	<u>Convección interior (****)</u>	<u>1</u>	<u>6.60</u>	<u>0.151515152</u>
	Para obtener el aislamiento térmico total, sumar la M de todos materiales más la convección exterior e interior [Fórmula M= Σ M]		M	0.369085709 m ² KW
	Coeficiente global de transferencia e calor de la porción (k) [Fórmula K= 1/M]		K	2.709397782 W/m ² K

* Dar un número consecutivo (1,2, ...N) el cual será indicado en el inciso 4.3

** Anotar los materiales que forman la porción, por ejemplo, si se desea calcular un muro de tabique con repellado en la superficie exterior y yeso en la superficie interior, se deben anotar los tres materiales

*** Para los materiales se utilizan los valores λ del apéndice "D", o los proporcionados por los fabricantes

**** Para la convección exterior e interior se utilizan los valores de h , calculados de acuerdo al apéndice "B"

3.- Cálculo del Coeficiente Global de Transferencia de Calor de las porciones del envolvente. (*)

3.1	Descripción de la porción NO homogénea^(a):	Losas inclinadas aligeradas block de jal	Número (**):	3
Componente de la envolvente:		Techo:	<input type="checkbox"/> X	Pared:
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Área de la componente en m2 (A):		<input type="text" value="0.2"/>	=	<input type="text" value="0.2"/> Alto X <input type="text" value="1.00"/> Ancho
Área que ocupa la componente no homogénea 1:		<input type="text" value="0.0182"/>		
Fracción de la combinación (F1) ^(b):		<input type="text" value="0.09579"/>		
Área que ocupa la componente no homogénea 2:		<input type="text" value="0.0318"/>		
Fracción de la combinación (F2):		<input type="text" value="0.16737"/>		
Área que ocupa la componente no homogénea 3:		<input type="text" value="0.112"/>		
Fracción de la combinación (F3) ^(c):		<input type="text" value="0.58947"/>		
Área que ocupa la componente no homogénea 4:		<input type="text" value="0.028"/>		
Fracción de la combinación (F4) ^(d):		<input type="text" value="0.14737"/>		

3.2 Aislamiento térmico parcial.

Material	(**)	Espesor (m) 1	Conductividad térmica (w/mK) h o λ (***)	M Aislamiento térmico (m ² K/W) [1/(h o l)]		
Convección exterior (****)		1	13	0.076923077		
Impermeabilizante		0.002	0.17	0.011764706		
Concreto armado		0.05	1.740	0.028735632		
Aplanado de yeso		0.015	0.372	0.040322581		
Convección interior (****)		1	6.60	0.151515152		
Para obtener el aislamiento térmico total, sumar la M de todos los materiales más la convección exterior e interior [Fórmula M= Σ M]				M_{parcial}	0.309261147	m ² K/W

* Estos valores se obtienen del apéndice D

** Dar un número consecutivo (1,2, ...N) el cual será indicado en el inciso 4.3

*** Anotar los materiales que forman la porción homogénea. Por ejemplo un muro estructurado formado por: madera con triplay y mortero en la superficie exterior, tablero de yeso en la superficie interior y entre ambos una estructura de madera con polines verticales y aislante térmico. Sólo se debe poner los que forman la superficie exterior e interior, que es la porción homogénea. Véase apéndice B, inciso B.2 de la norma.

**** Para los materiales se utilizan los valores λ del apéndice "D", o los proporcionados por los fabricantes

***** Para la convección exterior e interior se utilizan los valores de λ , calculados de acuerdo al apéndice "B"

3.- Cálculo del Coeficiente Global de Transferencia de Calor de las porciones del envolvente. (*)

3.2 Aislamiento térmico parcial. ($M_{parcial}$)

0.309261147

Fracción (**)	Material (***)	Grueso (m) g (****)	Conductividad térmica (w/mK) h o λ (****)	(g o λ)
F1.- 0.091	Teja de barro	0.05	0.76	0.07
			$\sum [g/\lambda \text{ 1}]$	0.07
			$\sum = \frac{F_1}{M_{parcial} + g \frac{\lambda}{m}} =$	0.24
F2.- 0.159	Aire	0.05	0.024	2.08
			$\sum [g/\lambda \text{ 1}]$	2.08
			$\sum = \frac{F_2}{M_{parcial} + g \frac{\lambda}{m}} =$	0.07
F3.- 0.194	Block de jal	0.15	0.46	0.33
			$\sum [g/\lambda \text{ 1}]$	0.33
			$\sum = \frac{F_3}{M_{parcial} + g \frac{\lambda}{m}} =$	0.30
F4.- 0.406	Aire block de jal	0.13	0.46	0.28
			$\sum [g/\lambda \text{ 1}]$	0.28
			$\sum = \frac{F_4}{M_{parcial} + g \frac{\lambda}{m}} =$	0.69

F5.-	0.15	Nervadura	0.15	1.740	0.09
				$\Sigma [g/\lambda \cdot 1]$	0.09

$$\Sigma n \cdot m = \frac{F_l}{M_{parcial} + g \frac{\lambda}{m}} =$$

1.68

$$\Sigma = \frac{F_5}{M_{parcial} + g \frac{\lambda}{m}} = 0.38$$

$$M = 1 / \left(\frac{F_1}{M_{parcial} + g \frac{\lambda}{1}} + \frac{F_2}{M_{parcial} + g \frac{\lambda}{2}} + \frac{F_n}{M_{parcial} + g \frac{\lambda}{3}} \right) =$$

0.5959 m²K/W

Coeficiente global de transferencia de calor de la porción (K)

[Fórmula K = 1 / M]

K= 1.6783 W / m² K

4.-Cálculo compartido de la Ganancia de Calor (continuación)

4.1 Datos generales

Temperatura interior 25°C

4.2 Edificio de Referencia

4.2.1.- Ganancia por conducción (partes opacas y transparentes)

Tipo y orientación de la porción de la envolvente	Coeficiente Global de transferencia de Calor (W/m2K) [k]	Área del edificio proyectado (m2) [A]	Fracción de la componente [F]	Temperatura Equivalente (°C)[te]	Temperatura Interior (°C)[t]	Ganancia por Conducción $\Phi_{pc}^{(****)}$ [KxAxFx(te-t)]
					Subtotal[1]	
					Subtotal[2]	
					Subtotal[3]	
Muro Norte	0.7140	20.09	0.9	26	24	26
Ventana Norte	5.3190		0.1	24	24	0
Muro Este	0.7140	28.39	1	29	24	101
Muro Sur	0.7140	19.81	0.9	27	24	38
Ventana Sur	5.3190		0.1	25	24	11

Muro Oeste	0.7140	25.6400	1	27	24	55
Techo	0.7140	70.72	1	39	24	757
Tragaluz y domo	5.9520		0	23	24	0
					Subtotal(****) [988.23
]	
Total(Suma todas las Φpc)						988.23

* Abreviar considerando tipo: 1 techo, 2 tragaluz, 3 domo, 4 muro y 5 ventana; y como orientación:1 techo. 2 norte, 3este, 4sur, 5 oeste y 6 superficie inferior. Por ejemplo "4.2" corresponde a un muro en la orientación norte.

**Numero consecutivo asignado en el inciso 3.1

***Valor obtenido en el inciso 3.1

****Si valores son negativos significan una bonificación, por lo que deben sumar algebraicamente

*****Cuando el número de porciones de la envolvente sea mayor a las permitidas en una hoja, utilice el subtotal 1 para la primer hoja, y así sucesivamente

4.2.2.- Ganancia por radiación (partes transparentes)

$$\phi_{rsi} = \sum_{j=1}^m [A_{ri} \times CS_{ri} \times FG_i]$$

Tipo y orientación de la porción de la envolvente	Coefficiente de Sombreado (CS)	Área del edificio proyectado (m2) [A]	Fracción de la componente [F]	Ganancia de calor (W/m2) [FG]	Ganancia por Radiación ϕ_{rsi} (*) [CS x A x F x GF]
Tragaluz y domo	1	70.72	0	274	0
Ventana norte	1.0	20.09	0.1	91	182.819
Ventana este	1.0	28.39	0.1	137	388.943
Ventana sur	1.0	19.81	0.1	118	233.758
Ventana oeste	1.0	25.64	0.1	146	374.344
				Total	1179.86

4.-Calculo compartido de la Ganancia de Calor (continuación)

4.3 Edificio Proyectado

4.3.1.- Ganancia por conducción (partes opacas y transparentes)

Tipo y orientación de la porción de la envolvente	Coeficiente Global de Transferencia de Calor (k)		Área (m ²) [A]	Temperatura Equivalente (°C)[te]	Ganancia por Conducción $\Phi_{pc}^{(****)}$ [KxAx(te-t)]
	Número de la porción (**)	Valor de cálculo(W/m ² K)(***)			
				Subtotal[1]	
				Subtotal[2]	
				Subtotal[3]	
M1-N Muro Norte	1	1.76135336	4.34	26	15
M2-N Muro Norte	1	1.76135336	4.15	26	15
M3-N Muro Norte	1	1.76135336	2.48	26	9
M4-N Muro Norte	1	1.76135336	2.97	26	10
V1-N Ventana Norte	1	4.83485396	3.27	24	0

V2-N Ventana Norte	1	4.83485396	1.44	24	0
V3-N Ventana Norte	1	4.83485396	1.44	24	0
M1-S Muro Sur	1	1.7199	0.97	27	5
M2-S Muro Sur	1	1.7199	6.62	27	34
M3-S Muro Sur	1	1.7199	6.21	27	32
M4-S Muro Sur	1	1.7199	4.75	27	25
V1-S Ventana Sur	1	4.83485396	0.26	25	1
V2-S Ventana Sur	1	4.83485396	0.27	25	1
V3-S Ventana Sur	1	4.83485396	0.73	25	4
M1-E Muro Este	1	1.7199	28.39	29	244
M1-O Muro Oeste	1	1.7199	4.03	27	21
M2-O Muro Oeste	1	1.7199	1.68	27	9
M3-O Muro Oeste	1	1.7199	3.51	27	18

M4-O Muro Oeste	1	1.7199	16.42	27	85
P1-O Puerta Oeste	1	4.98747107	2.52	34	126
T1 Techo (losa inclinada)	3	1.6783	46.32	39	1153
T2. Techo (losa plana)	4	2.70939778	24.72	39	1,005
				Subtotal(*****) []	2,128.82
				Total(Suma todas las Φ pc)	2,810.67

* Abreviar considerando tipo: 1 techo, 2 tragaluz, 3 domo, 4 muro y 5 ventana; y como orientación: 1 techo. 2 norte, 3este, 4sur, 5 oeste y 6 superficie inferior. Por ejemplo "4.2" corresponde a un muro en la orientación norte.

**Numero consecutivo asignado en el inciso 3.1

***Valor obtenido en el inciso 3.1

****Si valores son negativos significan una bonificación, por lo que deben sumar algebraicamente

*****Cuando el número de porciones de la envolvente sea mayor a las permitidas en una hoja, utilice el subtotal 1 para la primer hoja, y así sucesivamente

4.2.2.- Ganancia por radiación (partes transparentes)

$$\phi_{rsi} = \sum_{j=1}^m [K_j \times A_{ij} \times (t_e - t)]$$

Tipo y orientación de la porción de la de la envolvente (*)	Material (**)	Coeficiente de sombreado [CS] (***)	Área del edificio proyectado (m ²) [A]	Ganancia de calor (W/m ²) [FG]	Fracción sombreado exterior [SE] (****)		Ganancia por Radiación ϕ_{rsi} (*) [CS x A x F x FG]
					Numero	Valor	
V1-S Ventana Norte	Vidrio claro 6mm	0.95	3.27	91	1	0.91	257.249265
V2-S Ventana Norte	Vidrio claro 6mm	0.95	1.44	91	2	0.73	90.87624
V3-S Ventana Norte	Vidrio claro 6mm	0.95	1.44	91	2	0.73	90.87624
V1-S Ventana Sur	Vidrio claro 6mm	0.95	0.26	118	2	0.74	21.56804
V2-S Ventana Sur	Vidrio claro 6mm	0.95	0.27	118	2	0.74	22.39758
V3-S Ventana Sur	Vidrio claro 6mm	0.95	0.73	118	2	0.9	73.6497
Total							556.62

5.-Resumen de Cálculo

5.1 Presupuesto energético

		Ganancia por Conducción (W)	Ganancia por Radiación (W)	Ganancia Total $\Phi_r = \Phi_{rc} + \Phi_{rs}$ $\Phi_p = \Phi_{pc} + \Phi_{ps}$ (W)
Referencia	(Φ_{rc})	988.23	(Φ_{rs}) 1179.86	(Φ_r) 2168.09
Proyectado	(Φ_{pc})	2,810.67	(Φ_{ps}) 556.62 pmt 10	(Φ_p) 3367.29

5.2 Cumplimiento

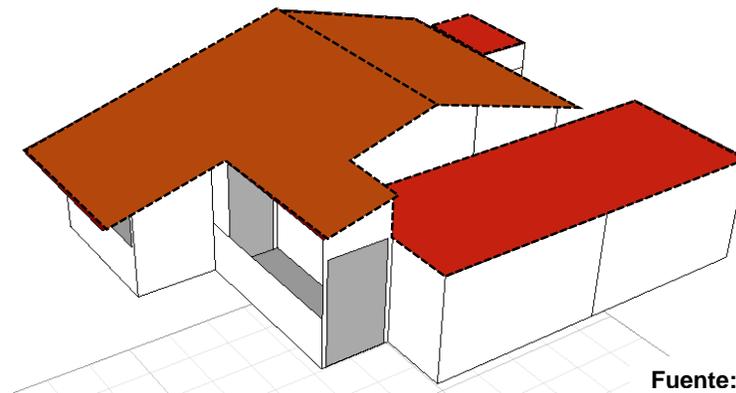
Si ($\Phi_r > \Phi_p$) No ($\Phi_r < \Phi_p$)

Resultados

Para que la Norma pueda cumplir, requiere que la ganancia total del edificio de referencia, sea mayor que la ganancia total del edificio proyectado.

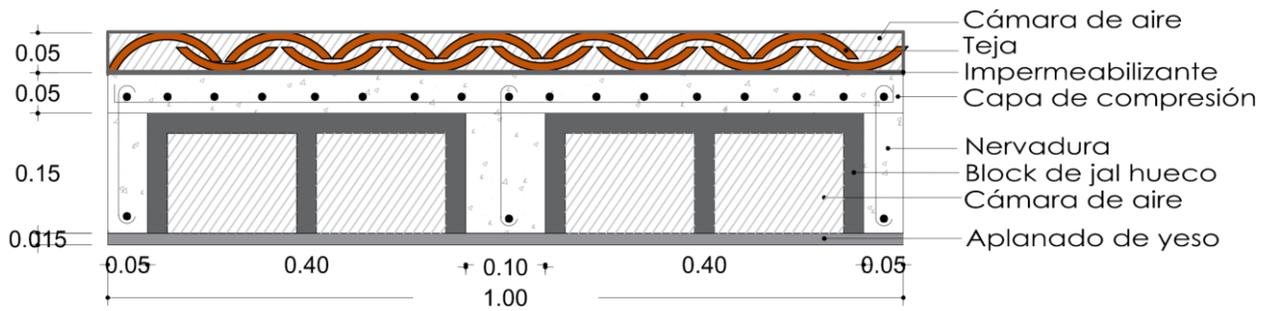
A través del cálculo realizado, se puede observar que no se cumple con la Norma, pues la ganancia total del edificio proyectado es mayor que la ganancia total del edificio de referencia, con una diferencia de 1199.20 W, es decir 55.3% más de energía. Dicho cálculo representa el estado actual de la vivienda, y se comprobó que las losas son la parte de la envolvente con mayores ganancias de calor, considerando el sistema constructivo que a continuación se presenta:

Imagen 11. Tipos de losas en la vivienda.



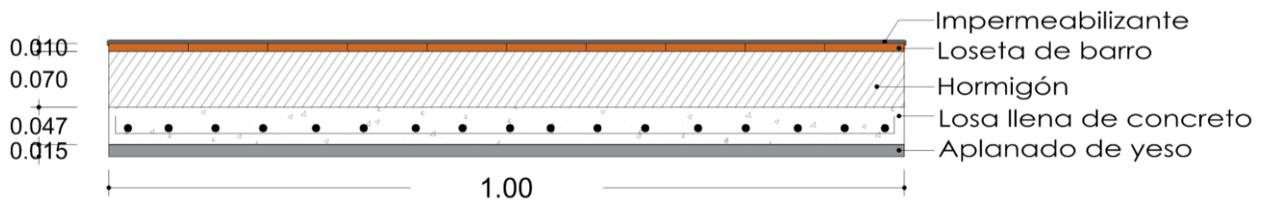
Fuente: Elaboración propia.

Imagen 12. Detalle de losa de azotea inclinada.



Fuente: Elaboración propia.

Imagen 13. Detalle de losa de azotea plana.



Fuente: Elaboración propia.

Diseño aplicativo de la solución: Aislamientos térmicos

Para dar solución al cumplimiento a la NOM-020-ENER-2011, se proponen distintos aislantes térmicos sobre la losa de la vivienda en estudio, pues se comprobó en el punto anterior que los techos son la parte de la envolvente con mayores ganancias de calor por conducción.

Se entiende como aislante térmico al material caracterizado por su alta resistencia térmica o aquel que tiene una conductividad muy baja. Los materiales aislantes suponen una barrera al paso del calor entre dos medios con distintas temperaturas, según Núñez Carrasco, R, Aramburu Gaviola, F. y Botlán Rodríguez-Rey, C. (2012). Un adecuado aislamiento térmico en la vivienda, puede reducir el consumo de energía, así como la necesidad de utilizar aire acondicionado y calefacción.

A continuación se presentan distintos aislantes térmicos con un menor impacto medioambiental, la mayoría por ser opciones naturales y reciclados.

1) SISTEMA DE AISLANTE TÉRMICO BIO REFLECTION FOTOSENSIBLE

Se propone el aislante térmico Bio Reflection Fotosensible, marca Thermotek, a base de resina acrílica con aditivos especiales, que reduce el calor en las superficies donde se aplica, y puede utilizarse como un sistema integral de impermeabilización. Tiene las ventajas de no requerir tela de refuerzo, resistencia a la intemperie, larga vida útil (20 años), tiene aditivos resistentes a la degradación de rayos ultravioleta del sol, se adhiere con firmeza al concreto, es formulado con base agua y buena protección térmica, según el fabricante Grupo Thermotek.

- **Costo por cubeta de 26 lts:** \$1550.00 M/N. Fuente: Home Depot
- **Costo por área total de losa:** \$6200.00 M/N

1.1 Aplicación de la NOM-020-ENER-2011

Resumen de cálculo

Presupuesto energético

		Ganancia por Conducción (W)	Ganancia por Radiación (W)	Ganancia Total $\Phi_r = \Phi_{rc} + \Phi_{rs}$ $\Phi_p = \Phi_{pc} + \Phi_{ps}$ (W)
Referencia	(Φ_{rc})	988.23	(Φ_{rs}) 1179.86	(Φ_r) 2168.09
Proyectado	(Φ_{pc})	2,714.89	(Φ_{ps}) 556.62 pmt 10	(Φ_p) 3271.51

Cumplimiento

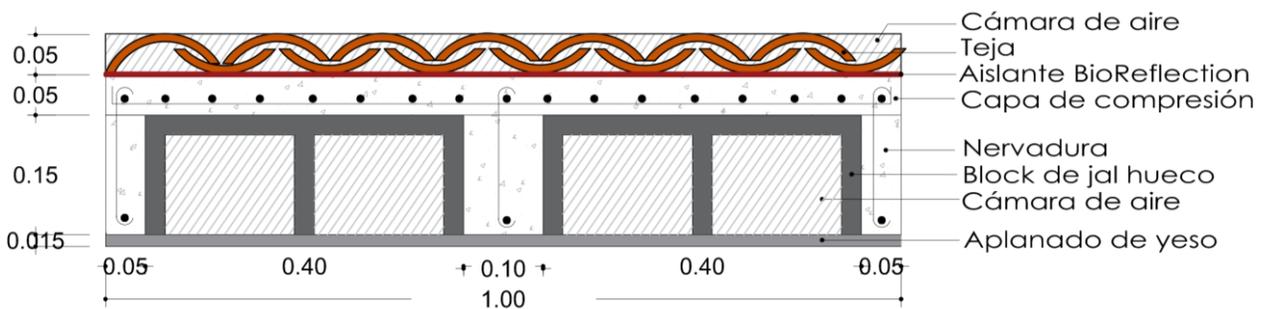
Si ($\Phi_r > \Phi_p$) No ($\Phi_r < \Phi_p$)

1.2 Resultados

Según el cálculo realizado por la NOM-020-ENER-2011, demuestra que no cumple con la Norma, ya que la ganancia total del edificio proyectado supera por 1102.4 W a la ganancia total del edificio de referencia, es decir, 50.8 % más de energía a la vivienda actual.

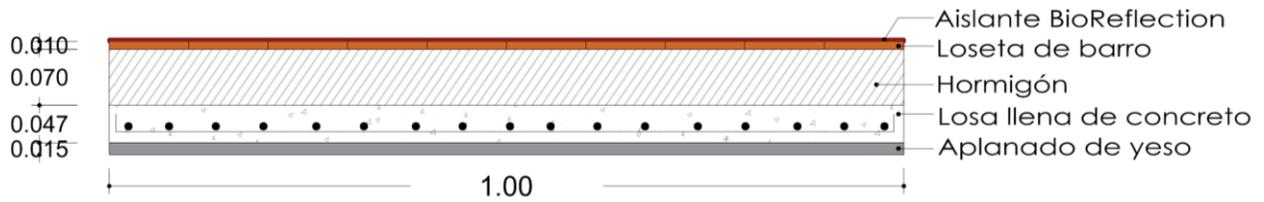
1.3 Sistema constructivo de losa de azotea inclinada con aislamiento

Imagen 14. Detalle de losa de azotea inclinada con Sistema Bio Reflection



Fuente: Elaboración propia.

Imagen 15. Detalle de losa de azotea plana con Sistema Bio Reflection



Fuente: Elaboración propia.

2) SISTEMA DE AISLANTE TÉRMICO DE CELULOSA

El aislamiento de celulosa se trata de papel periódico reciclado y tratado con sales de bórax, el cual tiene un coeficiente de conductividad muy bajo que trata de no transmitir calor y almacenar energía. Este material tiene la ventaja de evitar humedades y del viento, buen aislamiento acústico, no propaga las llamas, rápida instalación, puede ahorrar energía dentro de la vivienda y tiene una durabilidad de por vida, según fabricante Logrotex. Se puede aplicar debajo de la cubierta.

- **Costo por m2:** \$480.00 M/N. Fuente: Proveedor en internet.
- **Costo por área total de losa:** \$21,297.00 M/N (Considerando 44.37 m2 de aislamiento debajo de losa).

2.1 Aplicación de la NOM-020-ENER-2011

Resumen de cálculo

Presupuesto energético

	Ganancia por Conducción (W)	Ganancia por Radiación (W)	Ganancia Total $\Phi_r = \Phi_{rc} + \Phi_{rs}$ $\Phi_p = \Phi_{pc} + \Phi_{ps}$ (W)
Referencia	(Φ_{rc}) 988.23	(Φ_{rs}) 1179.86	(Φ_r) 2168.09
Proyectado	(Φ_{pc}) 1106.07	(Φ_{ps}) 556.62	(Φ_p) 1662.69

pmt 10

Cumplimiento

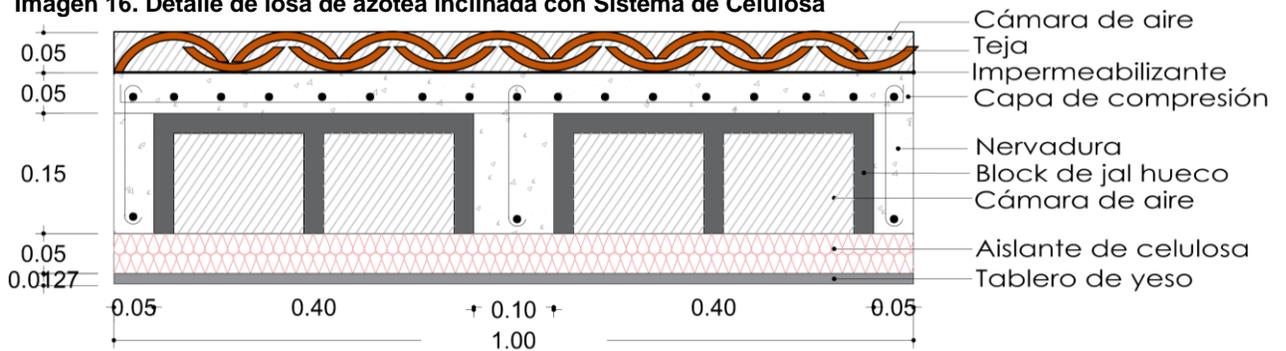
Si ($\Phi_r > \Phi_p$) No ($\Phi_r < \Phi_p$)

2.2 Resultados

El aislamiento térmico a base de celulosa cumple con la Norma, ya que la ganancia total del edificio proyectado es menor por 505.40 W de la ganancia total del edificio de referencia, es decir 23.31% menos energía. Además este material contempla un bajo impacto ambiental por estar hecho a base de papel reciclado y tiene la ventaja de bloquear gran parte del calor obtenido por la losa.

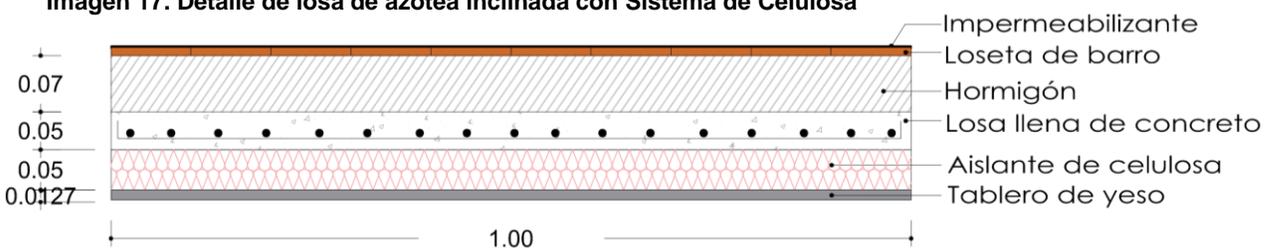
2.3 Sistema constructivo de losa con aislamiento

Imagen 16. Detalle de losa de azotea inclinada con Sistema de Celulosa



Fuente: Elaboración propia.

Imagen 17. Detalle de losa de azotea inclinada con Sistema de Celulosa



Fuente: Elaboración propia.

3) SISTEMA DE AISLANTE TÉRMICO DE LANA DE OVEJA

El aislante térmico de lana caracteriza por ser un aislante natural que tiene origen animal y tiene las ventajas de tener una durabilidad ilimitada, absorbe la humedad, reduce el consumo energético y emisiones a la atmósfera. Además es un material elástico, tiene buenas propiedades acústicas, y como residuo es totalmente biodegradable, según fabricante Logrotex. Es un aislante que no se produce en la República Mexicana.

- **Costo por m2:** 16 €, \$316.00 M/N. Fuente: Proveedor en internet. (Sin considerar gastos de envío por exportación)
- **Costo por área total de losa:** \$14,056.42 M/N (Considerando 44.37 m2 de aislamiento debajo de losa y sin gastos de envío).

3.1 Aplicación de la NOM-020-ENER-2011

Resumen de cálculo

Presupuesto energético

	Ganancia por Conducción (W)	Ganancia por Radiación (W)	Ganancia Total $\Phi_r = \Phi_{rc} + \Phi_{rs}$ $\Phi_p = \Phi_{pc} + \Phi_{ps}$ (W)
Referencia	(Φ_{rc}) 988.23	(Φ_{rs}) 1179.86	(Φ_r) 2168.09
Proyectado	(Φ_{pc}) 1179.13	(Φ_{ps}) 556.62 pmt 10	(Φ_p) 1735.75

Cumplimiento

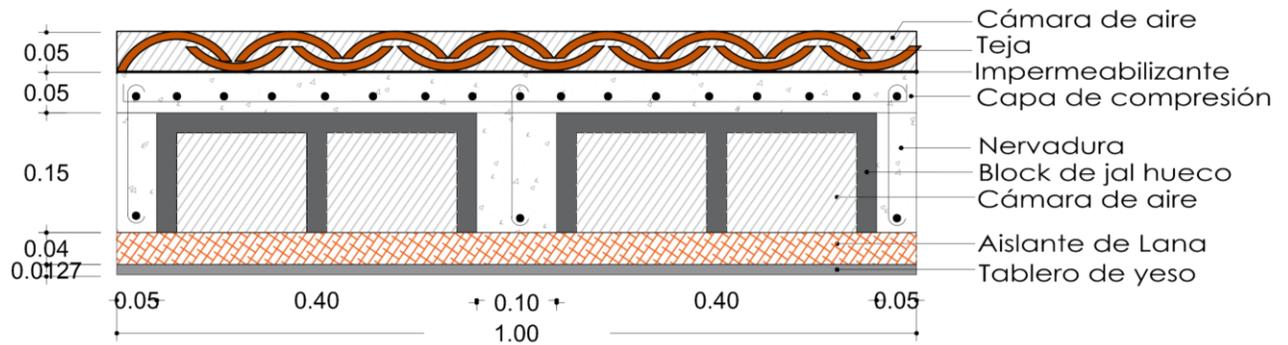
Si ($\Phi_r > \Phi_p$) No ($\Phi_r < \Phi_p$)

3.2 Resultados

El aislamiento térmico de lana aplicado en la losa si cumple con la Norma, ya que la ganancia total del edificio proyectado es 432.34 W menor que el de referencia, es decir, consume 20% menos energía. Tiene la ventaja de ser un material natural y biodegradable que no produce impactos dañinos al medio ambiente, sin embargo la lana de oveja no se produce en México y es muy utilizada en Europa, por lo que podría ocasionar altos costos de envío y mano de obra.

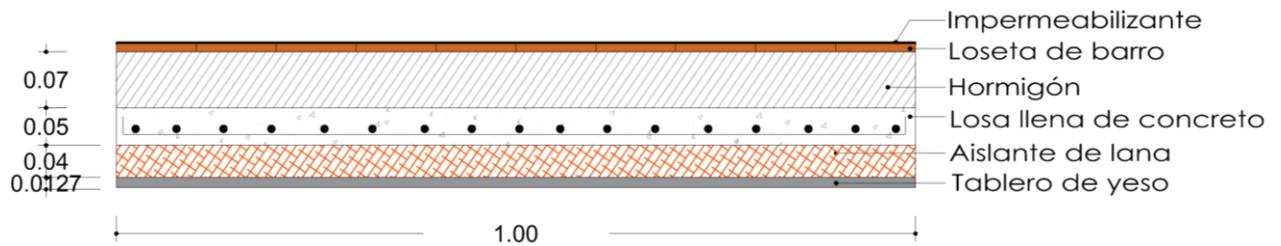
3.3 Sistema constructivo de losa con aislamiento

Imagen 18. Detalle de losa de azotea inclinada con Sistema de Lana de oveja



Fuente: Elaboración propia.

Imagen 19. Detalle de losa de azotea plana con Sistema de Lana de oveja



Fuente: Elaboración propia.

4) SISTEMA DE AISLANTE TÉRMICO DE LINO

Se caracteriza por ser un material reciclable hecho a base de fibras naturales. Tiene la ventaja de ser un regulador natural de la humedad, posee buenas propiedades de aislante térmico y acústico, alta durabilidad, puede ser versátil (amplia variedad de aplicaciones) y flexible. Por otro lado, se caracteriza por ser un material durable y resistente a la putrefacción y mohos, según fabricante Logrotex. Este material no se produce en la República Mexicana.

- **Costo por m2:** 15 €, \$297.00 M/N. Fuente: Proveedor en internet. (Sin considerar gastos de envío por exportación)
- **Costo por área total de losa:** \$13,177.89 M/N (Considerando 44.37 m2 de aislamiento debajo de losa y sin gastos de envío).

4.1 Aplicación de la NOM-020-ENER-2011

Resumen de cálculo

Presupuesto energético

	Ganancia por Conducción (W)	Ganancia por Radiación (W)	Ganancia Total $\Phi_r = \Phi_{rc} + \Phi_{rs}$ $\Phi_p = \Phi_{pc} + \Phi_{ps}$ (W)
Referencia	(Φ_{rc}) 988.23	(Φ_{rs}) 1179.86	(Φ_r) 2168.09
Proyectado	(Φ_{pc}) 1158.18	(Φ_{ps}) 556.62 pmt 10	(Φ_p) 1714.80

Cumplimiento

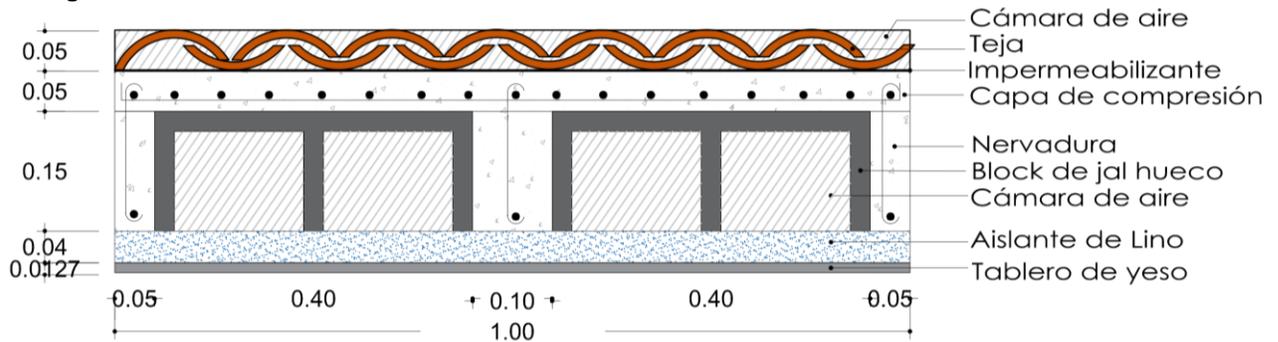
Si ($\Phi_r > \Phi_p$) No ($\Phi_r < \Phi_p$)

4.2 Resultados

Al aplicar la Norma tomando en cuenta el aislamiento térmico a base de lino, se llegó a la conclusión que si se cumple, ya que la ganancia total de edificio proyectado es 423.29 W menor que las ganancias del edificio de referencia. Esto quiere decir, que se logró reducir un 21% de energía aplicando este aislante en losa. Este material puede ser funcional para la vivienda, sin embargo tiene la desventaja que no se produce en México y puede resultar altos costos de envío y mano de obra.

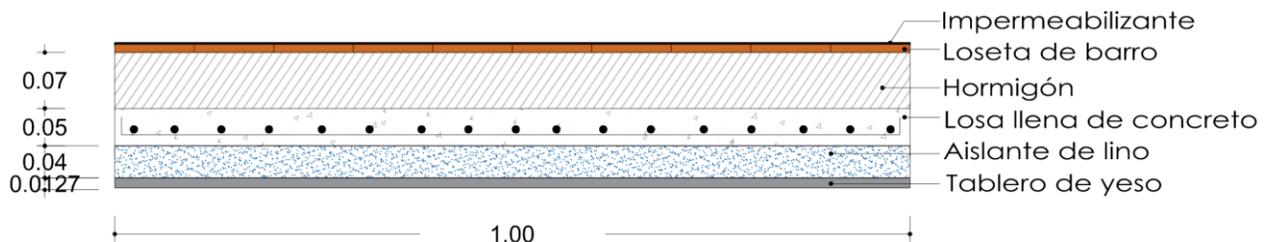
4.3 Sistema constructivo de losa

Imagen 20. Detalle de losa de azotea inclinada con Sistema de Lino



Fuente: Elaboración propia.

Imagen 21. Detalle de losa de azotea inclinada con Sistema de Lino



Fuente: Elaboración propia.

5) SISTEMA DE AISLANTE TÉRMICO DE CORCHO

Este aislante se obtiene la corteza de algunos árboles, es un recurso natural renovable y tiene una durabilidad ilimitada. Tiene la ventaja de ser resistente a agentes químicos, puede convertirse en un residuo biodegradable, posee una baja conductividad térmica por lo que resulta ser un buen aislante térmico y es elástico. Tiene un alto grado de impermeabilidad del aire y agua, según Eco Habitar.

- **Costo por m2:** \$286.00 M/N. Fuente: Home Depot
- **Costo por área total de losa:** \$12,689.82 M/N (Considerando 44.37 m2 de aislamiento debajo de losa).

5.1 Aplicación de la NOM-020-ENER-2011

Resumen de cálculo

Presupuesto energético

	Ganancia por Conducción (W)	Ganancia por Radiación (W)	Ganancia Total $\Phi_r = \Phi_{rc} + \Phi_{rs}$ $\Phi_p = \Phi_{pc} + \Phi_{ps}$ (W)
Referencia	(Φ_{rc}) 988.23	(Φ_{rs}) 1179.86	(Φ_r) 2168.09
Proyectado	(Φ_{pc}) 1,373.41	(Φ_{ps}) 556.62 pmt 10	(Φ_p) 1930.06

5.2 Cumplimiento

Si ($\Phi_r > \Phi_p$) X

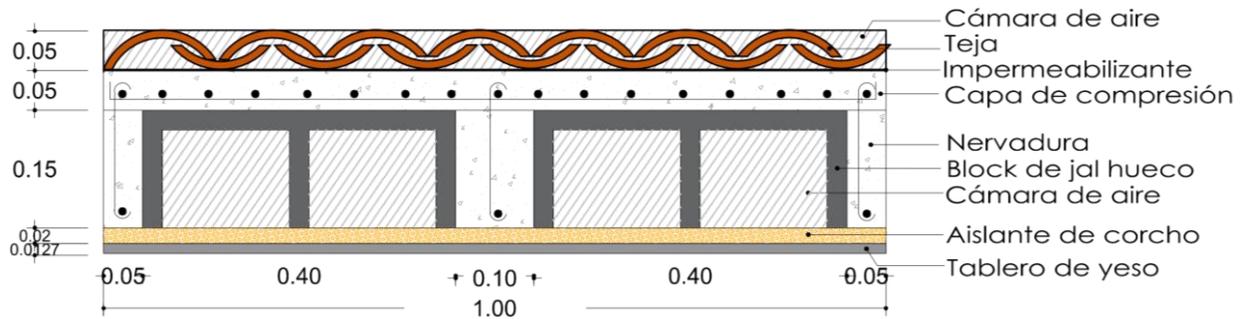
No ($\Phi_r < \Phi_p$)

4.2 Resultados

El resumen de cálculo demuestra que al aplicar el aislamiento de corcho la Norma si cumple, es decir, que la ganancia total del edificio proyectado tiene 238.06 W por debajo de la ganancia total del edificio de referencia. Esto demuestra que se obtuvo una disminución del 11% de energía. Este aislamiento tiene la ventaja de colocarse de una manera sencilla, reduce el consumo energético en la vivienda y se puede obtener en la ciudad de Tepic y en distintas partes de México. El inconveniente es que un material que presenta un costo elevado en el mercado.

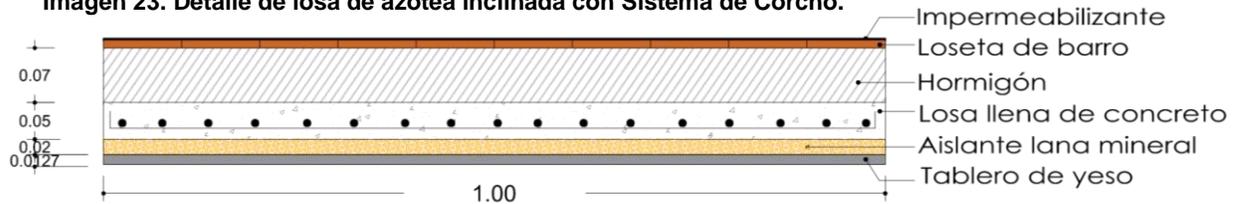
4.3 Sistema constructivo de losa con aislamiento.

Imagen 22. Detalle de losa de azotea inclinada con Sistema de Corcho.



Fuente: Elaboración propia.

Imagen 23. Detalle de losa de azotea inclinada con Sistema de Corcho.



Fuente: Elaboración propia.

6) SISTEMA DE AISLANTE TÉRMICO DE LANA MINERAL

Este producto es de origen mineral y asegura una alta estabilidad a altas temperaturas y resistente a agentes externos. Tiene la ventaja de ser resistente a la humedad y no se exige precauciones especiales para su uso. Además protege contra incendios, brinda un alto rendimiento en cuestión térmica y acústica, protege contra la corrosión y su uso promueve el ahorro de energía, según la empresa fabricante RATSA. Se puede comprar en la ciudad de Guadalajara.

- **Costo por m2:** \$202.00 M/N. Fuente: Proveedor en internet
- **Costo por área total de losa:** \$8,962.74 M/N (Considerando 44.37 m2 de aislamiento debajo de losa).

7.1 Aplicación de la NOM-020-ENER-2011

Resumen de cálculo

Presupuesto energético

	Ganancia por Conducción (W)	Ganancia por Radiación (W)	Ganancia Total $\Phi_r = \Phi_{rc} + \Phi_{rs}$ $\Phi_p = \Phi_{pc} + \Phi_{ps}$ (W)
Referencia	(Φ_{rc}) 988.23	(Φ_{rs}) 1179.86	(Φ_r) 2168.09
Proyectado	(Φ_{pc}) 1045.71	(Φ_{ps}) 556.62 pmt 10	(Φ_p) 1602.33

Cumplimiento

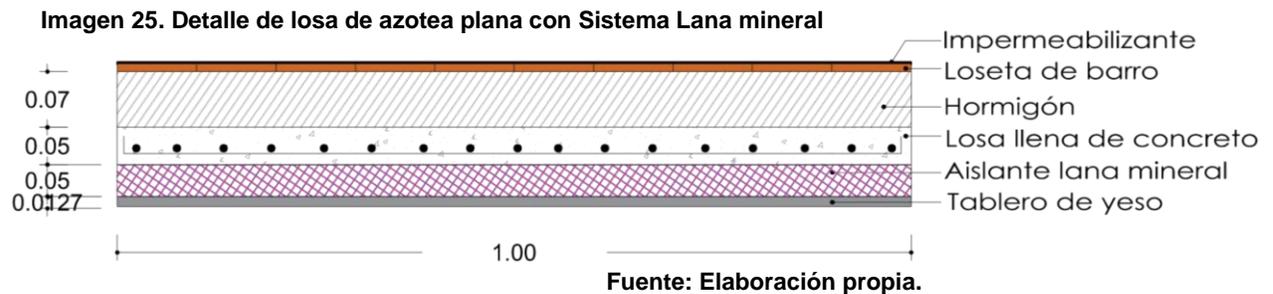
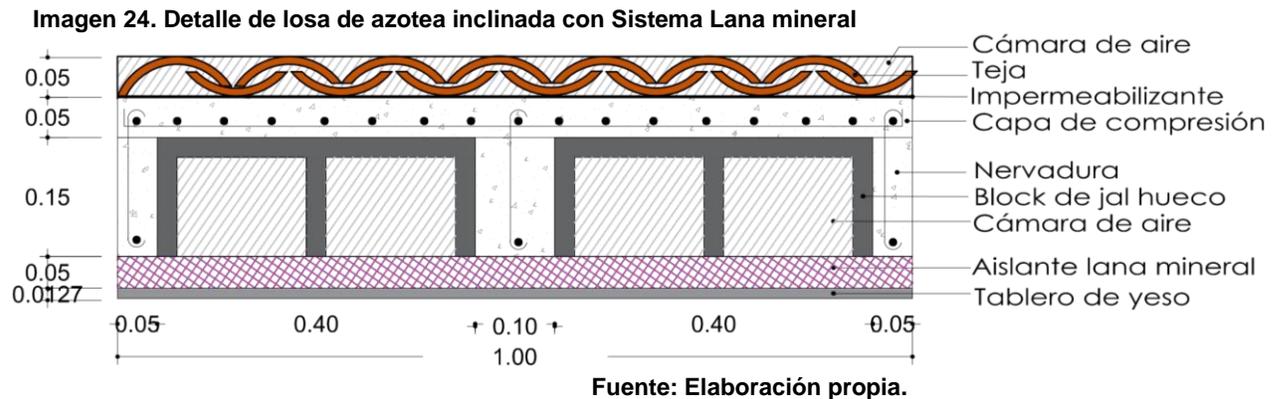
Si ($\Phi_r > \Phi_p$)

No ($\Phi_r < \Phi_p$)

7.2 Resultados

El resumen de cálculo demuestra que al aplicar la Norma a la vivienda con la propuesta de aislamiento de lana mineral si cumple, es decir, que la ganancia total del edificio proyectado tiene 565.76 W por debajo de la ganancia total del edificio de referencia. Esto demuestra que se obtuvo una disminución del 26.1% de energía. Este aislamiento tiene la ventaja de colocarse de una manera sencilla, reduce el consumo energético en la vivienda y su comercialización más cercana es la ciudad de Guadalajara.

7.3 Detalle de losa con sistema aislante.



7) SISTEMA DE AISLANTE TÉRMICO DE POLIESTIRENO

El poliestireno expandido, es un producto de la familia de los plásticos que tiene la función principal de aislante térmico y acústico. Está compuesto a partir de un material plástico y rígido fabricado a partir del modelo de perlas preexpandidas de poliestireno, con una estructura celular cerrada y rellena de aire. Tiene la ventaja de proteger de organismos vivos y no ataca al medio ambiente durante su funcionamiento, según el fabricante C y M San Pascual S.A. Construcción y Montaje.

- **Costo por m2:** \$56.00 M/N. Fuente: Mercado libre
- **Costo por área total de losa:** \$2,484.72 M/N (Considerando 44.37 m2 de aislamiento debajo de losa).

8.1 Aplicación de la NOM-020-ENER-2011

Resumen de cálculo

Presupuesto energético

	Ganancia por Conducción (W)	Ganancia por Radiación (W)	Ganancia Total $\Phi_r = \Phi_{rc} + \Phi_{rs}$ $\Phi_p = \Phi_{pc} + \Phi_{ps}$ (W)
Referencia	(Φ_{rc}) 988.23	(Φ_{rs}) 1179.86	(Φ_r) 2168.09
Proyectado	(Φ_{pc}) 1119.54	(Φ_{ps}) 556.62 pmt 10	(Φ_p) 1676.16

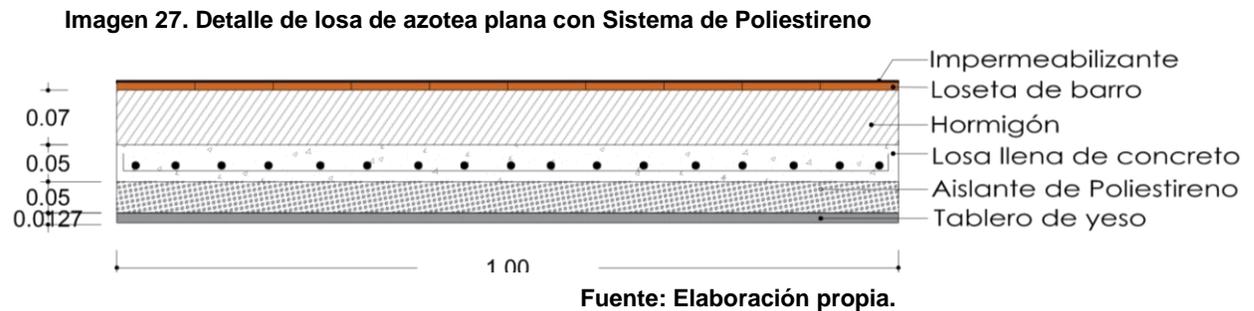
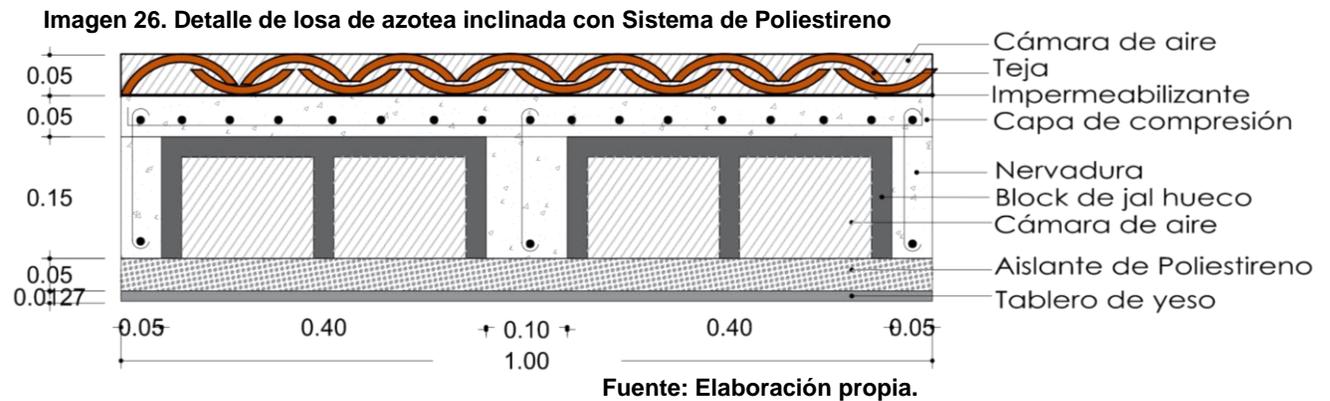
Cumplimiento

Si ($\Phi_r > \Phi_p$) No ($\Phi_r < \Phi_p$)

8.2 Resultados

Al aplicar la Norma tomando en cuenta el aislamiento térmico a base de poliestireno, se llegó a la conclusión que si se cumple, ya que la ganancia total de edificio proyectado es 491.93 W menor que las ganancias del edificio de referencia. Esto quiere decir, que se logró reducir un 22.70% de energía aplicando este aislante en losa. Este material puede ser funcional para la vivienda, se puede comercializar en Tepic, y su costo es muy económico. Tiene la desventaja de ser el aislante que más tarda en descomponerse, ya que no es natural.

8.3 Detalle de losa con sistema aislante.

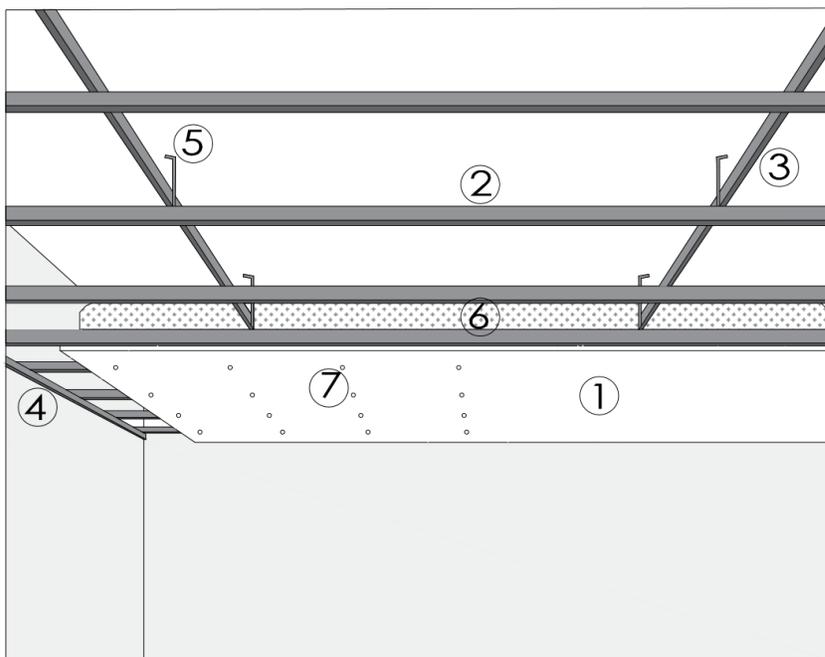


• **Sistema constructivo de aislantes térmicos**

El sistema constructivo de los sistemas de aislamientos térmicos mencionados anteriormente, consiste en un falso plafón bajo la losa para alojar el material aislante, con perfiles metálicos y una cubierta inferior de panel de yeso. La imagen 28 muestra a detalle los materiales empleados en la instalación. La instalación consiste en los siguientes pasos según USG México S.A. de C.V./Yeso Panamericano (s/f):

- I. La instalación de panel de hace sobre un bastidor metálico que consiste en canales listón colocados a cada 61 cm. Máximo, amarrados con alambre galvanizado a canaletas de carga a cada 1.20 mt. como máximo. Estos últimos se colgatan de la estructura del techo.
- II. Una vez que el bastidor está fijo y nivelado, se colocan los módulos del material aislante entre las canaletas.
- III. Se fija el panel de yeso atornillándolo transversalmente a los canales listón por medio de tornillos de 26.4 mm. a cada 30 cm. de separación máxima. Todas las juntas de extremos se deben cuatrapear por lo menos 61 cm.
- IV. Después se cubrir toda la superficie con el panel de yeso, se termina con el tratamiento de juntas.

Imagen 28. Sistema constructivo aislamiento térmicos con plafón.



MATERIALES:

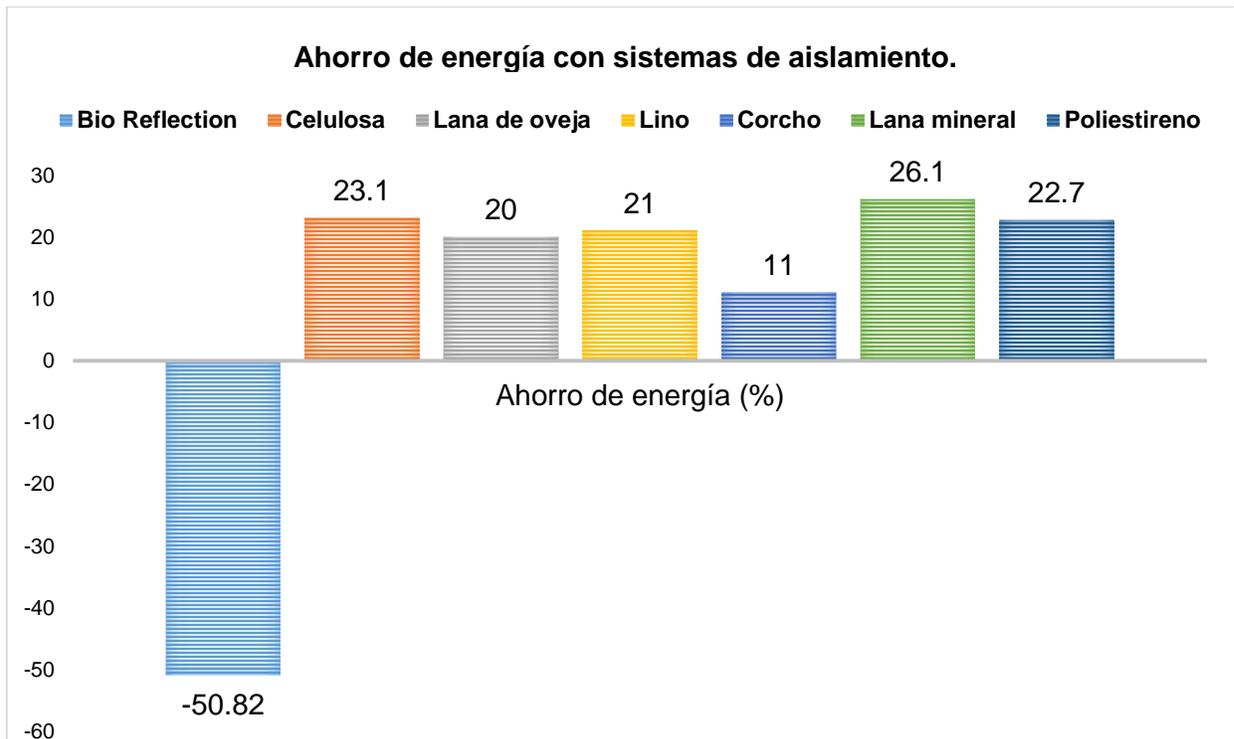
- ① Panel de yeso 1/2"
- ② Canal listón cal. 26
- ③ Canaleta de carga 4.10 cal. 22
- ④ Ángulo de amarre 1x1"
- ⑤ Ángulo de 90° premontado
- ⑥ Material asilante
- ⑦ Tornillo cuerda sencilla 6x1"

Fuente: panelrey.com

Para concluir este tema, la gráfica 36, demuestra que la lana mineral es el aislante más efectivo en la reducción de la ganancia de calor de la envolvente con un porcentaje del 26.1, seguido de la celulosa con un porcentaje de 23.1, y en tercer lugar resultó ser el poliestireno con un porcentaje del 22.7.

Por otro lado, el aislante térmico Bioreflexion fué el menos efectivo para bajar la ganancia de calor en la vivienda, seguido del sistema aislante a base de corcho.

Gráfica 36. Ahorro energético de sistemas aislantes.



Fuente: Elaboración propia.

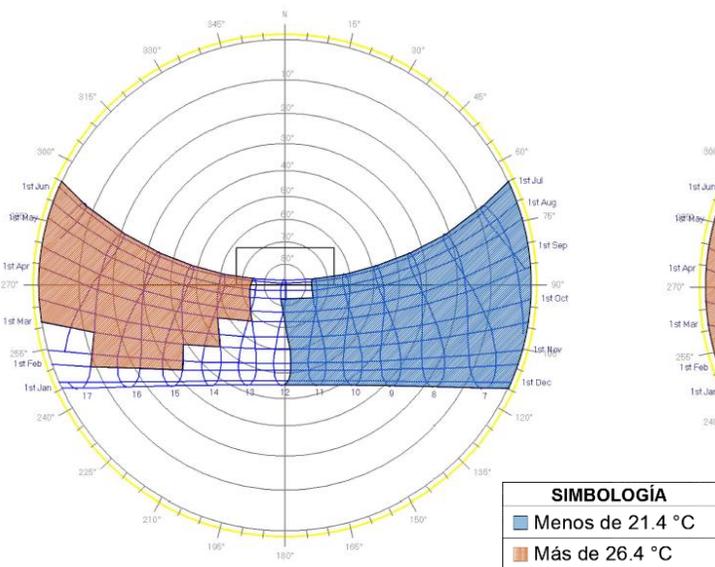
4.2.3 Diagnóstico y Solución: Control Solar

Diagnóstico de asoleamiento

El asoleamiento se refiere al estudio del movimiento aparente del sol observado en un lugar determinado. Para ello, requiere de dos requisitos importantes para poder determinarlo:

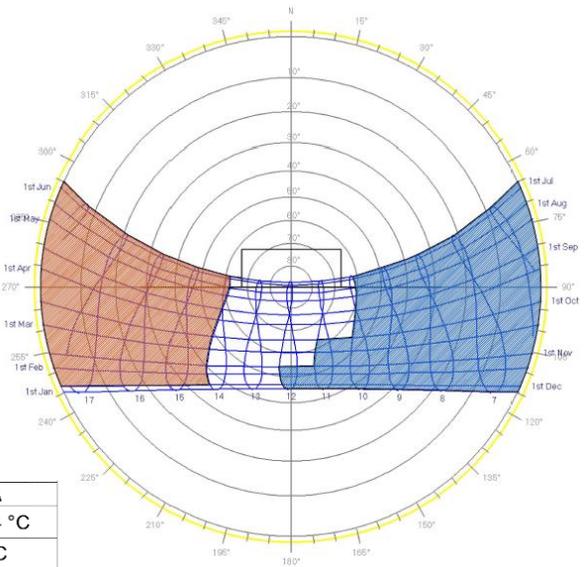
- ✓ **Datos horarios de temperatura ambiente.** Son un instrumento de diagnóstico de confort, que permite evaluar las condiciones de comodidad térmica, y está conformado por las temperaturas horarias suministradas por del Servicio Meteorológico Nacional.
- ✓ **Gráficas solar anual.** Es una herramienta para el diseño de aleros y parasoles, que muestra para cada latitud, la posición del sol sobre la bóveda celeste, tanto en altura como en azimut. Los círculos concéntricos espaciados a cada 10° representan la altura solar. Las líneas radiales partiendo del centro de la gráfica espaciadas también a cada 10°, representan el acimut solar, según Mesa, Néstor y Morillón, D. (2005).

Gráfica 10. Representación en gráfica de las temperaturas horarias de los meses Enero-Junio de la Ciudad de Tepic, Nayarit.



Fuente: Elaboración propia utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT), Ecotect Analysis y AutoCAD.

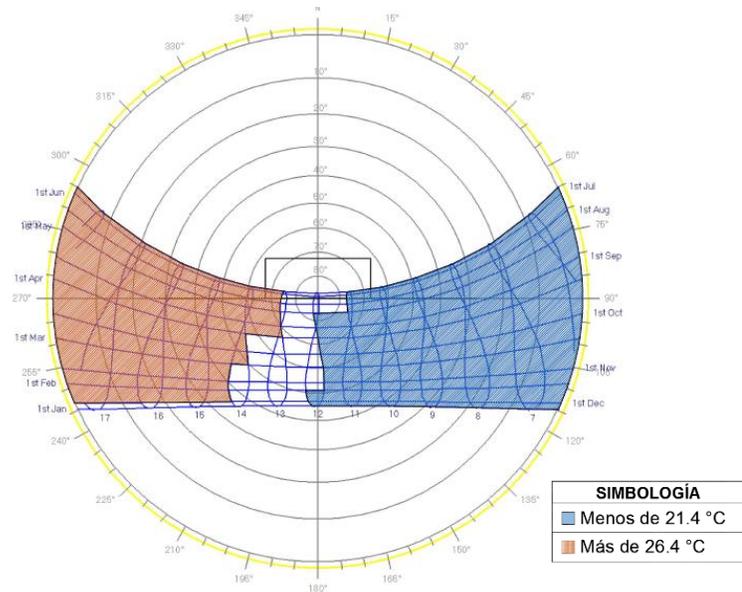
Gráfica 11. Representación en gráfica de las temperaturas horarias de los meses Julio-Diciembre de la Ciudad de Tepic, Nayarit.



Fuente: Elaboración propia utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT), Ecotect Analysis y AutoCAD.

Para fines de este proyecto, las gráficas solares de los dos semestres (véase gráfica 10 y 11) se juntarán para formar una sola gráfica que demuestre el comportamiento anual de sobrecalentamiento, confort y enfriamiento de la ciudad de Tepic (véase gráfica 37). Esta misma será utilizada para realizar un diagnóstico de asoleamiento por cada ventana de las distintas áreas de la vivienda en estudio.

Gráfica 37. Temperatura anual Tepic.

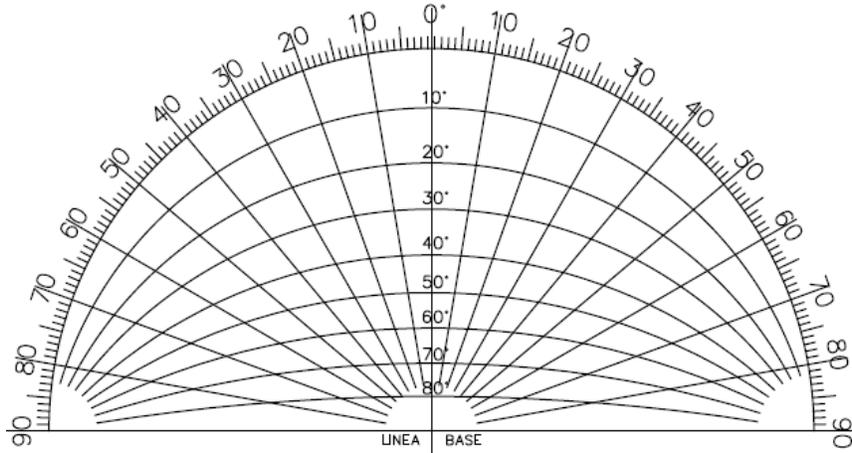


Fuente: Elaboración Propia, con datos del SMN y utilizando herramienta BAT y Ecotect Analysis.

Como tercer requisito para determinar el asoleamiento, se requiere una gráfica de sombreado por cada ventana. Esta gráfica será determinada por el software Ecotect Analysis, para poder determinar si dicha ventana requiere protección solar o no, en relación a los datos de temperatura y a la gráfica solar anual. Por último, para poder diseñar dispositivos de control solar, se requiere una tercera herramienta muy importante:

- ✓ **Mascarilla de sombras.** Es una manera práctica de representar la protección que ofrecen los aleros y parasoles, donde las elipses determinan el tamaño de la marquesina (proyección horizontal), y las líneas diagonales determinan los parasoles (proyección vertical), véase gráfica 38. Dicha mascarilla no se requiere para determinar el diagnóstico de asoleamiento de cada ventana, sino hasta el diseño de protección solar.

Gráfica 38. Mascarilla de sombras.



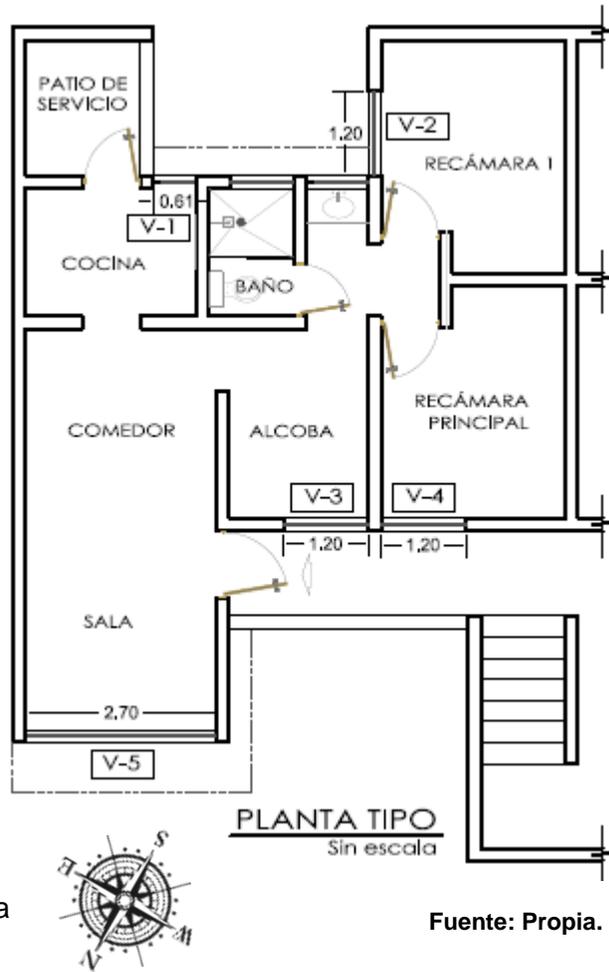
Fuente: Mesa, Néstor y Morillón, D. (2005).

Los rangos de confort de la gráfica solar relacionados con los horarios de uso del espacio definirán una mejor orientación y ubicación de los espacios en función de los requerimientos de asoleamiento y térmicos, por ganancias directas o indirectas. Posteriormente servirán para diseñar estrategias de control solar, según Fuentes Freixanet (2004).

Para la ciudad de Tepic, se requiere proteger de la incidencia solar de acuerdo a la orientación sur-oeste y nor-oeste, entre el horario comprendido de 1:00 a 7:00 p.m. (véase gráfica 37).

Para fines de este proyecto, conforme al monitoreo de temperatura realizado anteriormente, se eligió la vivienda ubicada en el edificio II del segundo nivel, ya que registró la temperatura media interior más elevada (30°C).

Plano 04. Ubicación de ventanas.

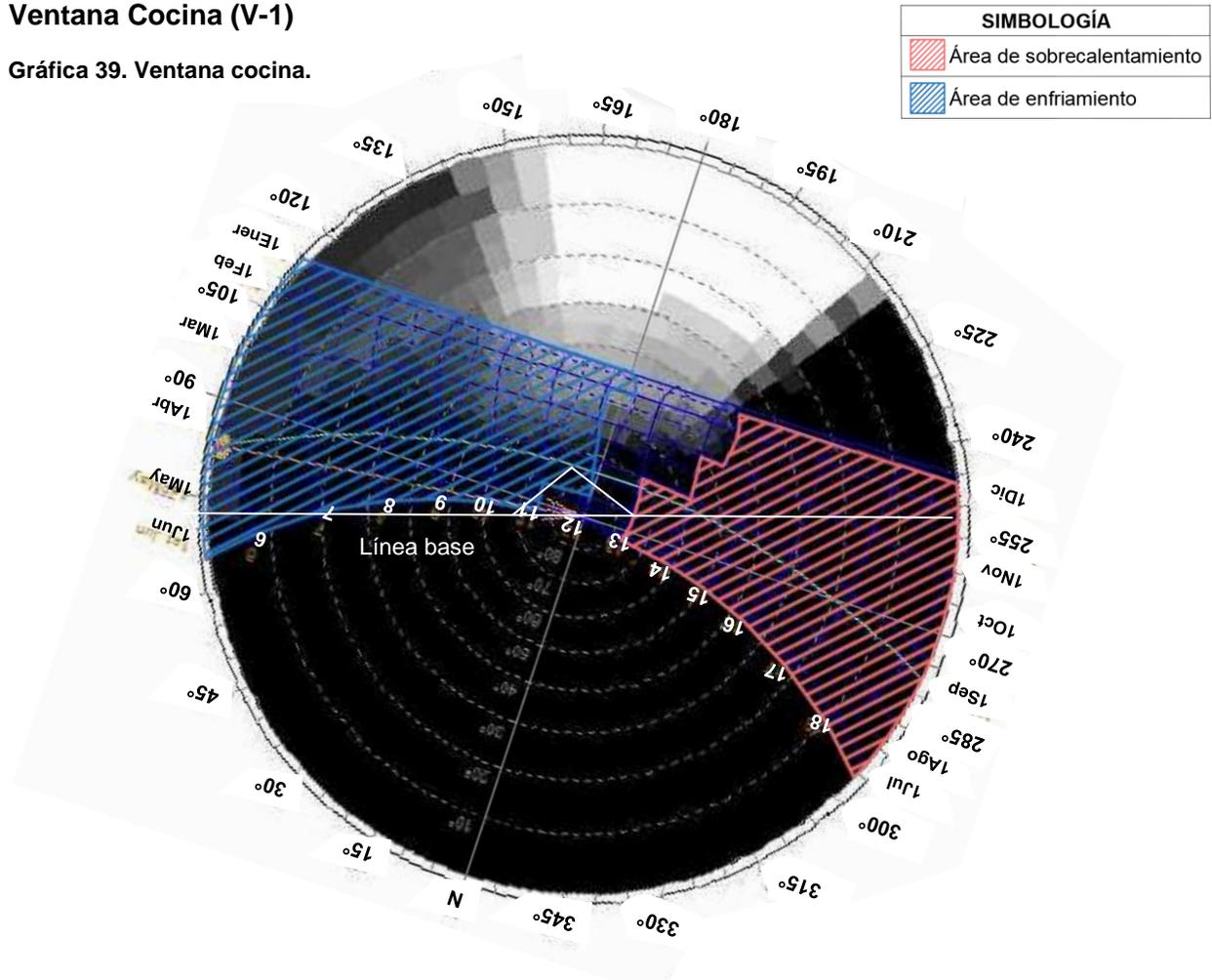


Fuente: Propia.

Esta vivienda será referencia del estudio del asoleamiento de cada ventana para posteriormente realizar las estrategias de protección solar adecuadas. Se estudiarán las áreas más representativas y de mayor uso del espacio, tanto para asoleamiento así como para ventilación.

Ventana Cocina (V-1)

Gráfica 39. Ventana cocina.

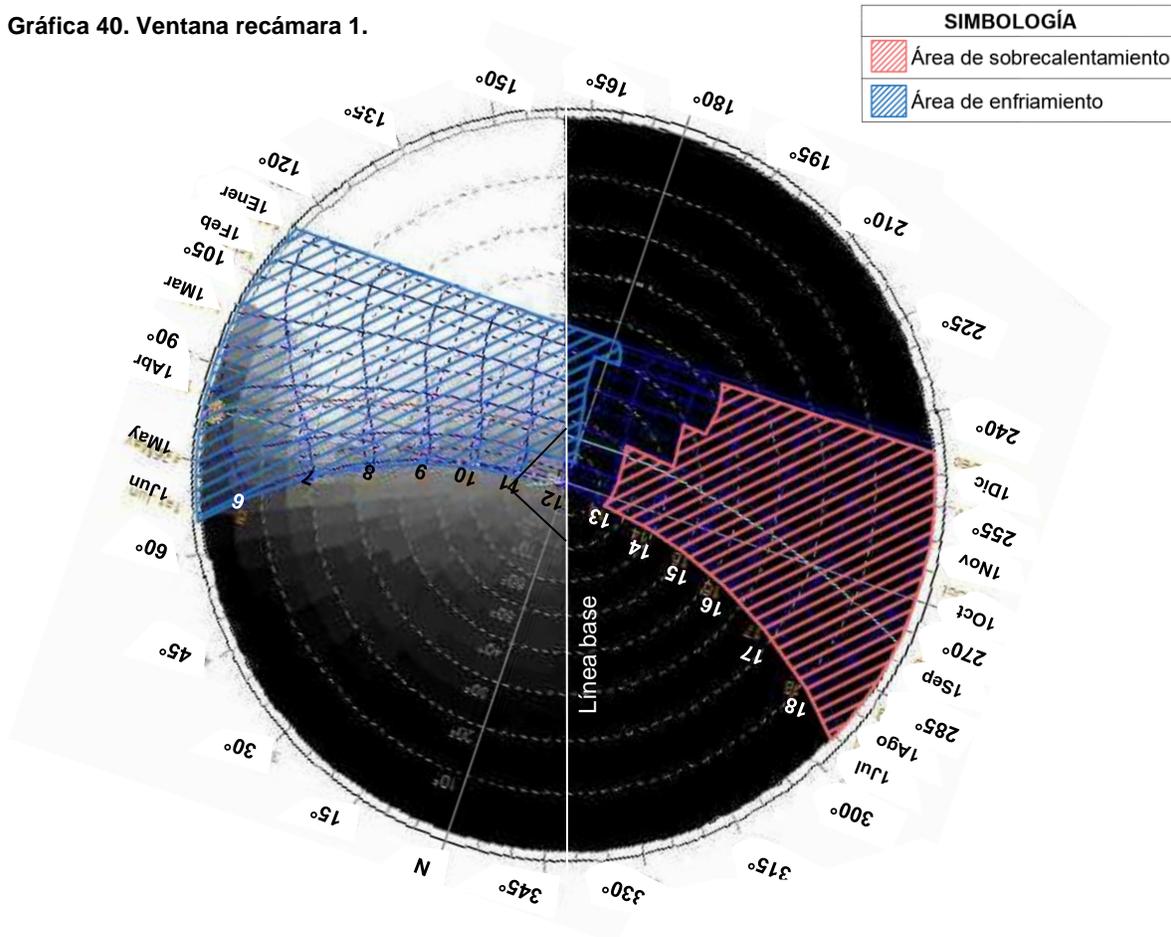


Fuente: Elaboración propia, utilizando Ecotect Analysis y AutoCAD.

La gráfica 39, muestra la ventana de la cocina con orientación al sur-este, donde no necesita protección solar, ya que el área de sobrecalentamiento comprendida entre la 1:00 y 6:00 p.m. aproximadamente, está cubierta de sombra. Esta sombra es influida gracias a la proyección de la losa a dos aguas de la vivienda, así también de los muros del patio de servicio y de la recámara I.

Ventana Recámara 1 (V-2)

Gráfica 40. Ventana recámara 1.

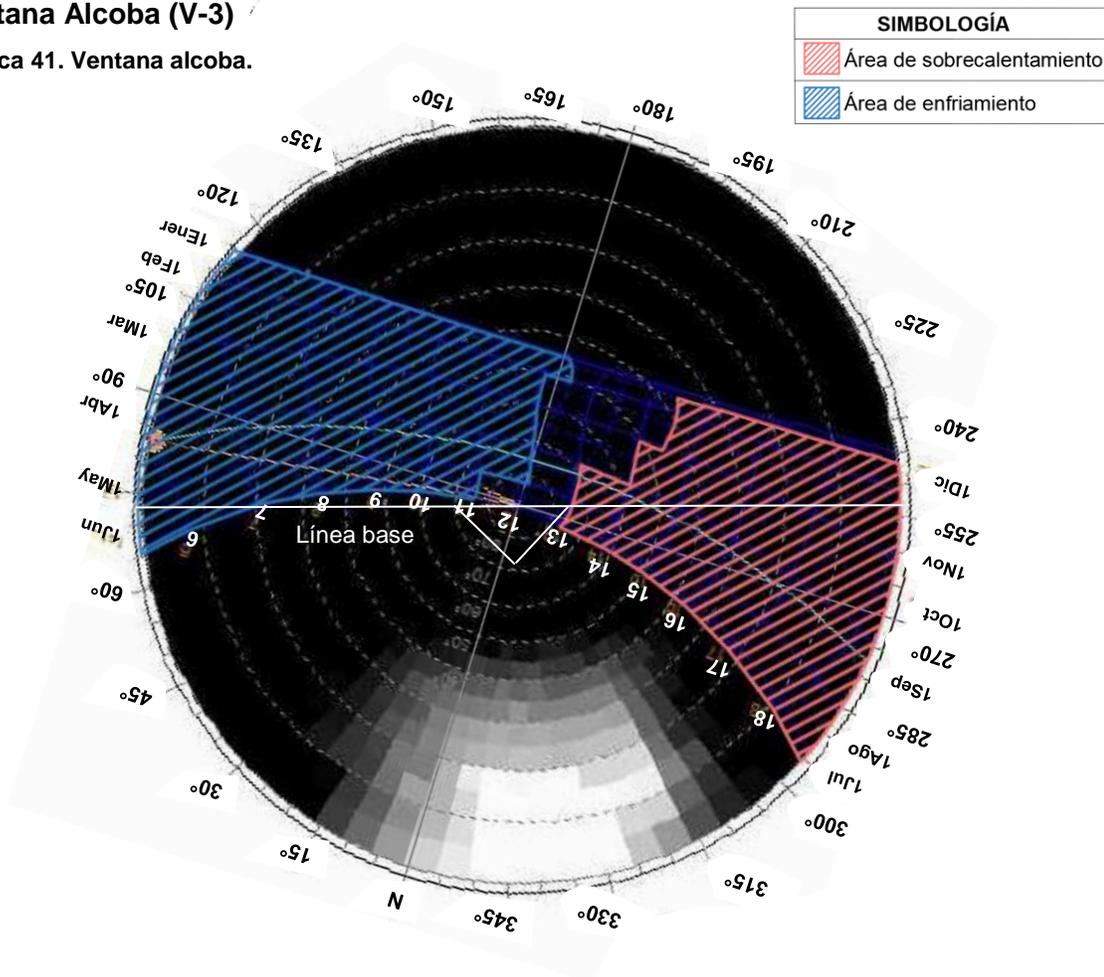


Fuente: Elaboración propia, utilizando Ecotect Analysis y AutoCAD.

Según la gráfica 40, muestra una ventana orientada al nor-este en la recámara 1. Esta ventana no requiere protección solar en el área de sobrecalentamiento pues está cubierta de sombra. El sol entra a la recámara durante la mañana en los meses de julio a diciembre permitiendo calentar las horas de enfriamiento de esta porción del día.

Ventana Alcoba (V-3)

Gráfica 41. Ventana alcoba.

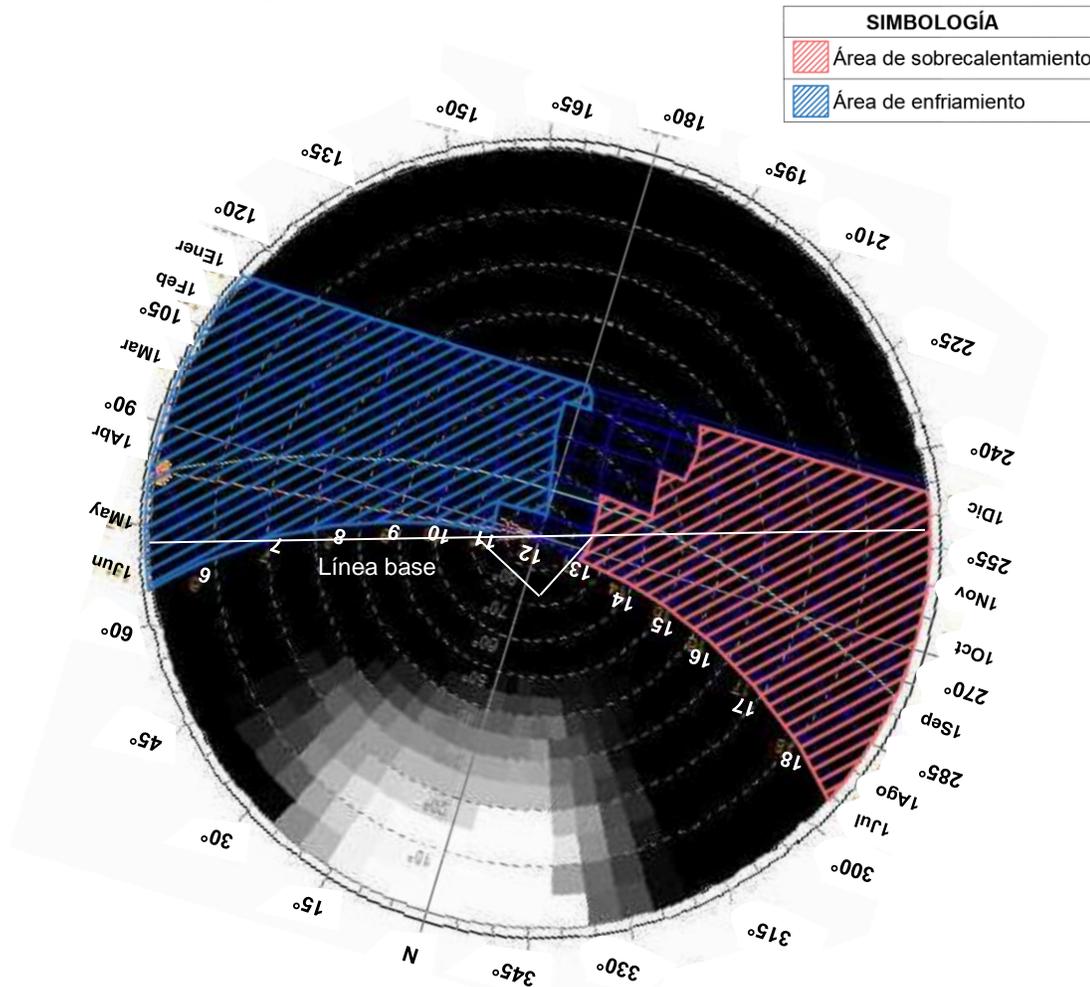


Gráfica 00. Ventana alcoba. Fuente: Elaboración propia, utilizando Ecotect Analysis y AutoCAD.

La ventana ubicada en la alcoba, tal como lo muestra la gráfica 41 se encuentra orientada al nor-oeste. No necesita protección solar, debido a que la sombra en la parte de sobrecalentamiento y la sombra existente después del muro son provocadas por la proyección de la losa ubicada sobre el pasillo y por las puertas de acceso tanto al pasillo como de la sala.

Ventana Recámara Principal (V-4)

Gráfica 42. Ventana recámara principal.



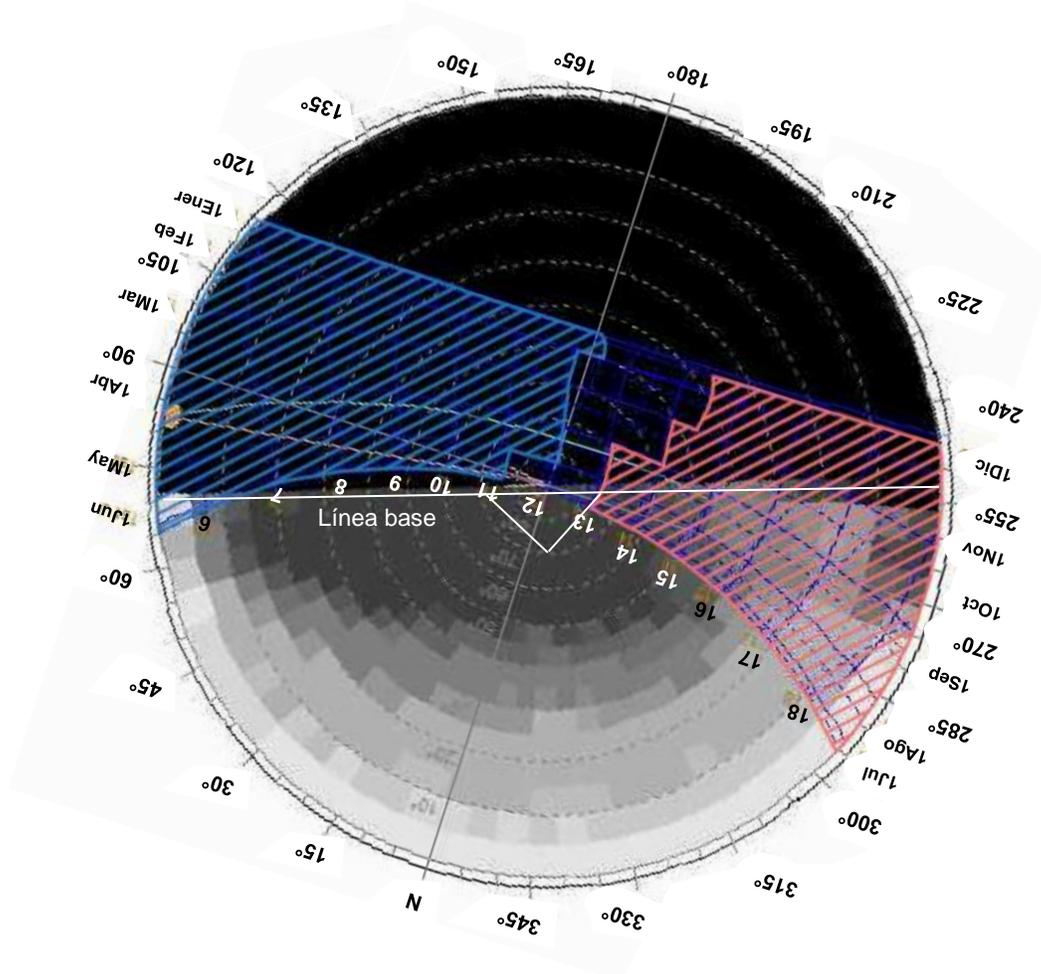
Fuente: Elaboración propia, utilizando Ecotect Analysis y AutoCAD.

La gráfica 42, muestra que la ventana se encuentra orientada al nor-oeste y ubicada en la recámara principal. Esta ventana no requiere protección solar, debido a que la parte de sobrecalentamiento está cubierta de sombra, gracias a la proyección de la losa del pasillo, por la puerta de entrada y la sombra del muro de las escaleras.

Ventana Sala-comedor (V-5)

Gráfica 43. Ventana sala-comedor.

SIMBOLOGÍA	
	Área de sobrecalentamiento
	Área de enfriamiento



Fuente: Elaboración propia, utilizando Ecotect Analysis y AutoCAD.

La ventana ubicada en la sala, como se muestra en la gráfica 43, está orientada al noroeste. Presenta un ligero sombreado que sobresale del muro, y representa la proyección de la losa a dos aguas de la vivienda la cual no es suficiente para sombrear completamente la parte de sobrecalentamiento. Esta ventana necesita protección solar a partir de las 3:30 hasta las 7:00 p.m., durante los meses de julio a noviembre.

Diseño aplicativo de la solución: Protección y captación solar

Para poder determinar una dimensión precisa de dispositivos de protección solar, ya sea aleros o parasoles de acuerdo a la orientación de las ventanas, se requiere las siguientes herramientas, según Mesa, Néstor y Morillón, D. (2005):

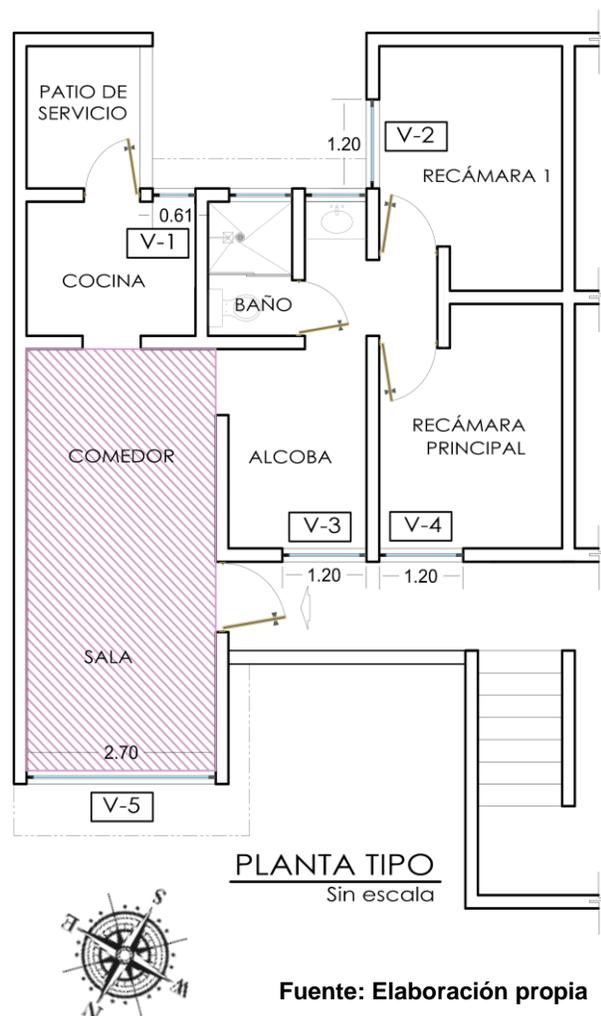
- ✓ **Datos horarios de temperatura ambiente**
- ✓ **Gráficas solares**
- ✓ **Mascarilla de sombreado**

Plano 05. Ubicación área de protección solar.

Los datos horarios de temperatura y las gráficas solares fueron conceptos descritos en el punto anterior, porque se requerían ambos para explicar el diagnóstico de confort por cada ventana de la vivienda, sin embargo para el diseño de la protección solar se requiere utilizar la mascarilla de sombreado.

Para este trabajo, la única ventana que requiere protección solar se encuentra ubicada en la sala-comedor y está orientada al nor-oeste (véase plano 05).

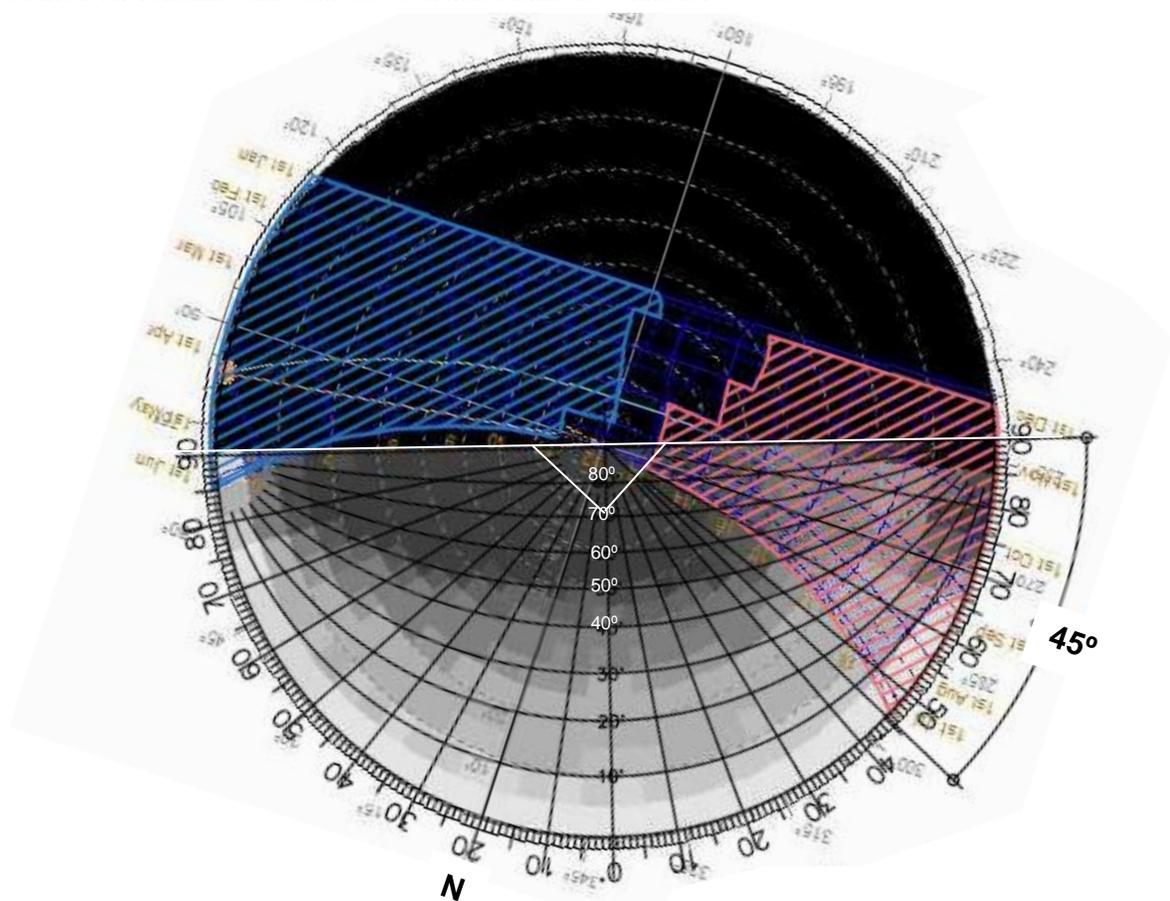
La protección solar que actualmente presenta no es suficiente para sombrear desde las 3:30 hasta las 7:00 p.m., durante los meses de julio a noviembre.



Diseño de partesoles (protección vertical). En la gráfica solar 44 que se presenta a continuación, al intersectar los datos horarios con la mascarilla de sombras se forma un ángulo de 45° . Este ángulo es determinado en relación con el muro de la ventana (línea base) y la parte que hace falta cubrir de sobrecalentamiento.

Diseño de aleros (protección horizontal). Dado que no es suficiente la obstrucción solar presentada en esta ventana por la proyección de losa, se propone el diseño de aleros o persianas horizontales. De acuerdo a la gráfica 44, se determina a través de las líneas concéntricas comenzando del 0 hasta los 90° , para poder cubrir la parte de sobrecalentamiento.

Gráfica 44. Ventana sala-comedor con mascarilla de sombras.



Fuente: Elaboración propia, utilizando Ecotect Analysis y AutoCAD.

A continuación se presentan tres propuestas bioclimáticas de protección y captación solar para la ventana sala-comedor, evitando la incidencia solar durante cierto periodo de la tarde. Véase las tablas 20, 21 y 22.

Propuesta 1: Partesoles verticales fijos

Descripción. Protección bioclimática para exteriores sobre ventana orientada al nor-oeste, a base de partesoles verticales fijos a 0° en plano paralelo a la fachada. Permite el paso de ventilación y de la luz hacia el interior, sobresale de la fachada y están fijas sobre testeros en marco fijo horizontal. Se proponen de material de aluminio, madera tratada y madera sintética. Véase tabla 20.

- Costo partesoles de aluminio: \$2943.00* (incluye material y mano de obra)

Propuesta 2: Aleros o persianas horizontales

Descripción. Protección bioclimática para exteriores sobre ventana orientada al nor-oeste, a base de persianas horizontales movibles en su eje horizontal sobre paño de ventana. Sobresale de la fachada, permite el paso del viento y de la luz natural, bloquea los rayos solares y están montadas sobre marcos fijos verticales. Véase tabla 21.

- Costo persianas de aluminio: \$2943.00* (incluye material y mano de obra)

Propuesta 3: Partesoles verticales móviles

Descripción. Protección bioclimática para ventana orientada al nor-oeste, a base de partesoles verticales movibles en su eje vertical sobre paño de ventana. Sobresale de la fachada, permite el paso del viento y de la luz natural, bloquea los rayos solares y están montados sobre marcos fijos horizontales. Véase tabla 22.

- Costo partesoles de aluminio: \$2943.00* (incluye material y mano de obra)

*Los costos fueron determinados por fabricantes de herrería en Tepic Nayarit.

Propuesta de materiales

- Aluminio.

Los partesoles de aluminio tienen la ventaja de fácil mantenimiento y no requieren de mucho cuidado, además sus cuidados lacados no atraen la suciedad. Impiden la corrosión a la intemperie, son resistentes a la humedad y al sol, no son inflamables, son estéticos, su instalación es rápida, su peso es liviano y es adaptable a todo tipo de clima. Por otro lado, al convertirse en residuo puede ser reciclable. En cuanto a su costo, suele ser menor a comparación de la madera tratada y sintética debido a su bajo mantenimiento y durabilidad del material y existe personal calificado para elaborar protecciones solares en la ciudad del Tepic.

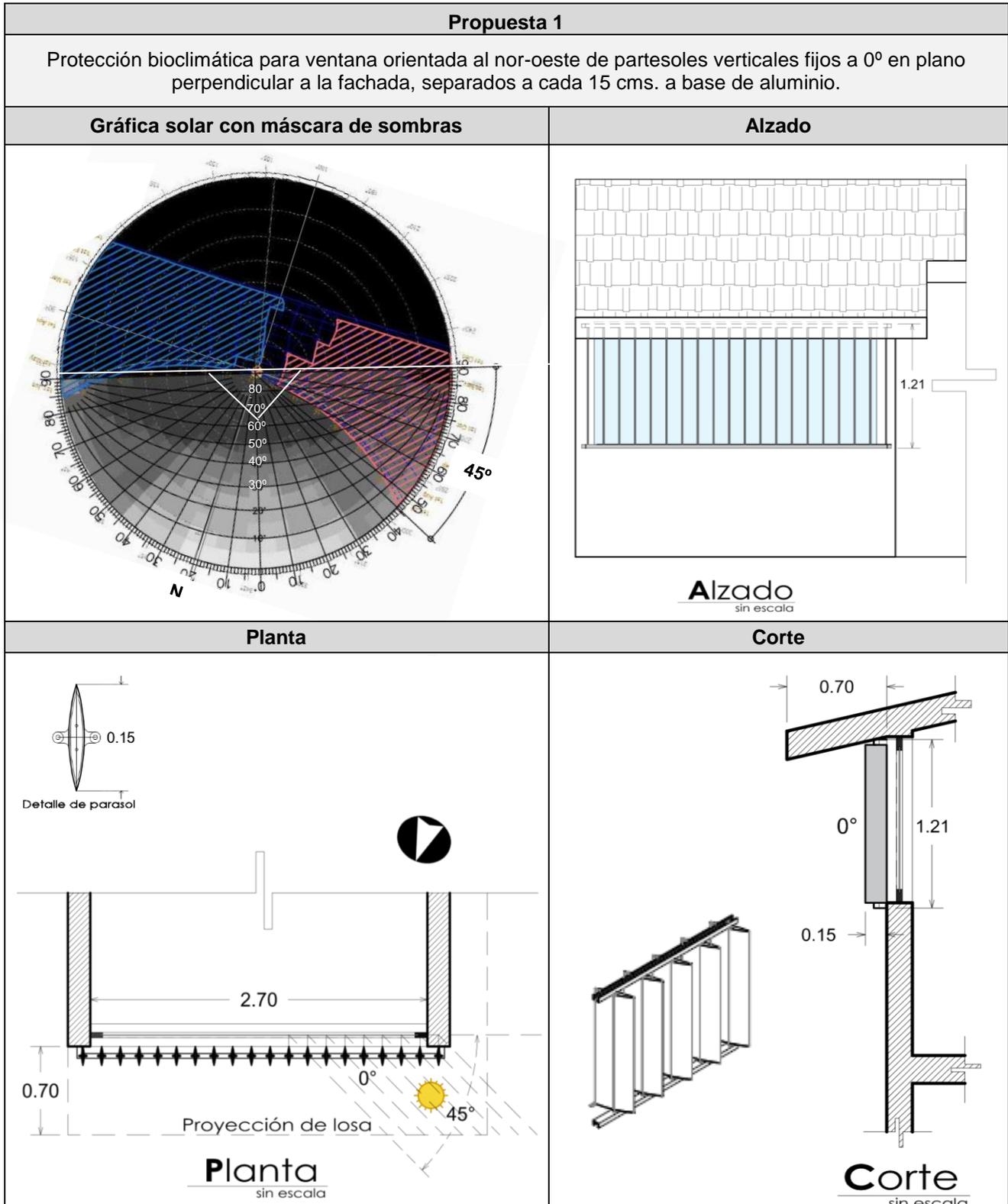
- Madera

La madera es un material natural y renovable el cual requiere menos energía al trabajarla. Es resistente, pero requiere protección a la intemperie para que tenga una mayor durabilidad, ya que es sensible a los cambios de temperatura y humedad. Requiere un control de calidad por parte de fabricantes o proveedores y su costo suele ser alto por su tratamiento. Existe personal calificado en la ciudad de Tepic para su fabricación.

- Madera sintética

Las protecciones solares pueden ser de madera sintética, porque este material porque es diseñado para soportar el medio ambiente exterior, es estético, moderno, durable y está fabricado a partir de la mezcla de madera y plásticos reciclados. No se astilla ni se agrieta, es resistente a la acción del sol y a la humedad, requieren solo mantenimiento de limpieza. Es más resistente a la intemperie y más pesado que la madera tratada, por lo que es un buen material para exteriores. Son fáciles de instalar. Este material no se vende en la ciudad de Tepic, pero se puede encargar sobre pedido, y su costo es más elevado que la madera tratada.

Tabla 20. Propuesta 1 protección solar.



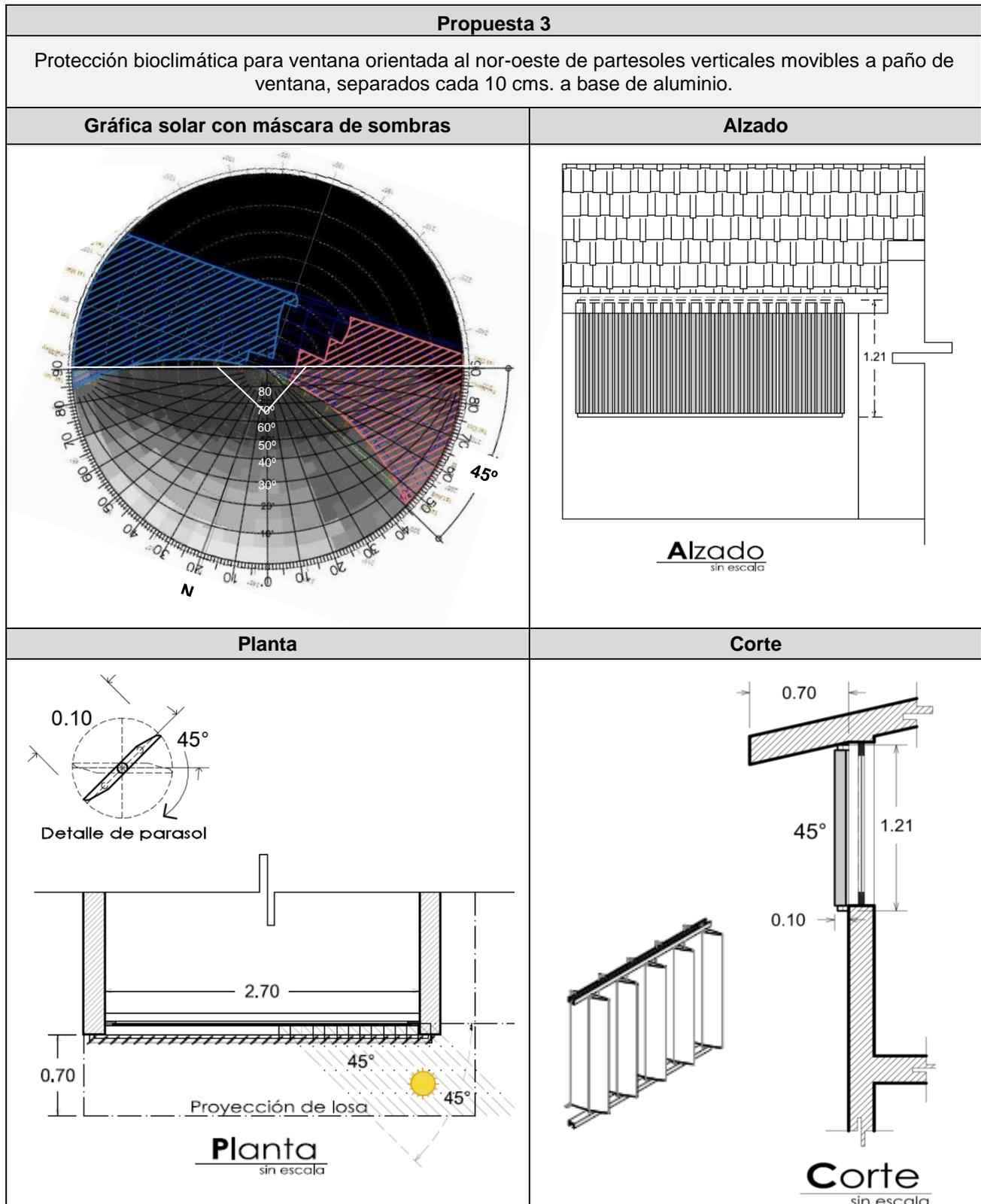
Fuente: Elaboración propia, utilizando Ecotect Analysis y AutoCAD.

Tabla 21. Propuesta 2 protección solar.

Propuesta 2	
Protección bioclimática para ventana orientada al nor-oeste de persianas horizontales movibles sobre paño de ventana, separadas a cada 10 cms. a base de aluminio	
Gráfica solar con máscara de sombras	Alzado
	<p style="text-align: center;">Alzado sin escala</p>
Planta	Corte
<p style="text-align: center;">Planta sin escala</p>	<p style="text-align: center;">Corte sin escala</p>

Fuente: Elaboración propia, utilizando Ecotect Analysis y AutoCAD.

Tabla 22. Propuesta 3 protección solar.



Fuente: Elaboración propia, utilizando Ecotect Analysis y AutoCAD.

4.2.4 Diagnóstico y solución: Ventilación.

Diagnóstico de ventilación y diseño aplicativo de la solución.

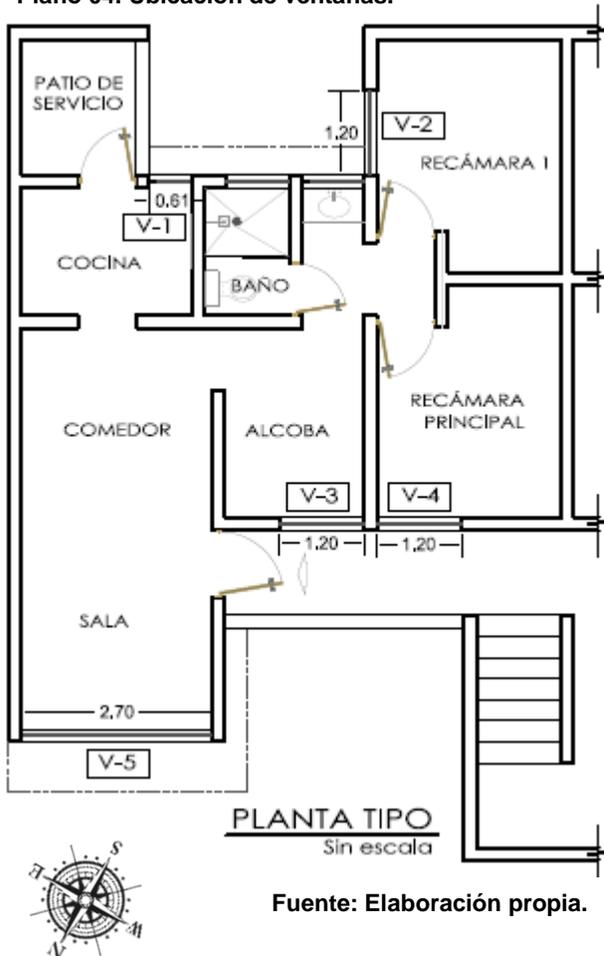
El uso adecuado del viento puede provocar sensaciones agradables en los espacios y sentirlos habitables. Es por eso que es un parámetro muy importante para el diseño en la arquitectura, sobre todo para climas cálidos y húmedos que es la principal forma de climatización, según Rodriguez Viqueira, M., et al (2005).

Para poder estudiar el viento, se requiere conocer y visualizar la velocidad del viento sobre los diferentes espacios.



Fuente: Elaboración propia, utilizando Ecotect Analysis.

Plano 04. Ubicación de ventanas.



Fuente: Elaboración propia.

La velocidad del tiempo es la es la razón del movimiento del viento en unidad de distancia por unidad de tiempo, según Fuentes Freixanet, (2004), y se mide en m/seg.

El diagnóstico de ventilación para este trabajo, sigue una metodología basada en el análisis de la velocidad del viento y del comportamiento del viendo en el interior de cada área de la vivienda, utilizando como herramienta de simulación el software *Ecotect Analysis* junto con el plug in *WindAir*.

A continuación se presenta el siguiente estudio en relación los espacios de mayor uso de la vivienda, tal como lo muestra el plano 04.

- **V-1 Cocina**

Estado actual. Es el área más ventilada de la vivienda, presenta velocidades entre 0.20 y 2 m/seg., donde la dirección del viento es dirigida a lo largo del espacio y hacia la sala-comedor generalmente de 1 m/s, según la imagen 30 y 32. Esto indica que siempre hay movimiento de aire excepto a bajas temperaturas, incluso es aceptable en condiciones muy cálida húmedas, según la tabla 27.

Propuesta general. Según la simulación realizada por el software Ecotect Analysis, esta área no necesita propuesta de ventilación ya que es suficiente el viento que entra por la ventana, y lo ideal es que se mantuviera cerrada al cocinar. Sin embargo, si se modifica la ventana con cristales más abiertos como lo muestra la tabla 23 y manteniendo la puerta abierta del patio, el viento puede favorecer al área del comedor obteniendo un ambiente más agradable, véase imagen 31 y 33.

- **Ventanearía.**

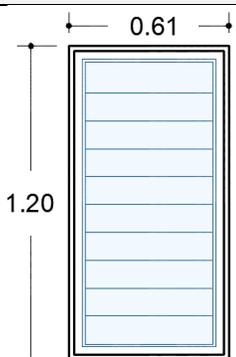
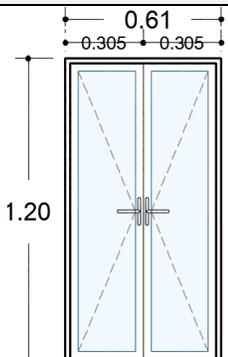
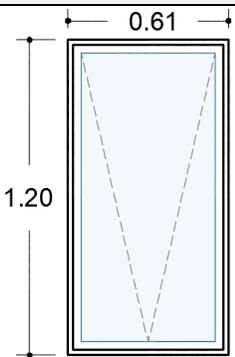
Propuesta 1: ventana tipo abatible. Esta ventana presenta una apertura total que facilita la ventilación en el espacio, mejorando la circulación de aire del exterior hacia el interior. Cuenta con cierre hermético que favorece el aislamiento térmico y acústico. Se recomienda que las hojas abran al exterior para no afectar la funcionalidad del usuario en el espacio, y que esta apertura sea regulada cuando se preparen los alimentos. Véase tabla 23.

Costo: \$2350.00 (incluye mano de obra y material)

Propuesta 2: ventana de proyección. Esta propuesta tiene una óptima resistencia térmica y acústica, apropiada para espacios pequeños (en este caso la cocina), permitiendo una buena ventilación. Presenta una menor apertura y entrada de aire que la propuesta anterior. Véase tabla 23

Costo: \$1700.00 (incluye mano de obra y material)

Tabla 23. Propuesta de ventana cocina.

Propuesta de ventana: Cocina		
Estado actual	Propuesta 1	Propuesta 2
		
Descripción	Descripción	Descripción
Ventana de celosía de cristal de 6mm. con perfil de aluminio	Ventana de aluminio tipo abatible, de 2 hojas que abre al exterior y cristal de 6 mm.	Ventana de proyección de aluminio, con cristal de 6 mm y abre al exterior.

Fuente: Elaboración propia.

○ **V-2 Recámara I**

Estado actual. Ésta área generalmente presenta una velocidad del viento entre los 0.40 y 1 m/s, presentando mayor velocidad máxima de 1.8 m/s en el inicio de la ventana, según la imagen 30. Por otro lado, cuando el aire ingresa a esta área es distribuido a lo largo del espacio a una misma dirección y no presenta sofocación, véase imagen 32. La tabla 27, muestra que para esta área se puede sentir fresco a temperaturas confortables, pero incómodas a bajas temperaturas, incluso puede presentar un nivel máximo aceptable de confort nocturno así como para realizar actividades interiores.

Propuesta general. Esta recámara no presenta problemas de sofocación ya que casi alcanza los índices de confort. Si el usuario requiriera mayor ventilación, la propuesta sería instalar ventanas abatibles o corredizas, convirtiéndose en un espacio aceptable para condiciones cálidas húmedas sin ningún elemento de climatización pero controlando el flujo de aire para evitar alguna molestia, véase imagen 31 y 33. Incluso, si se mantiene la puerta abierta, el aire saliente saldría por ella.

○ **Ventanearía**

Propuesta 1: ventana tipo abatible. Este tipo de ventana presenta una apertura total que facilita la ventilación en el espacio, mejorando la circulación de aire del exterior hacia el interior de la recámara. Cuenta con cierre hermético que favorece el aislamiento térmico y acústico. Se recomienda que las hojas abran al exterior para no afectar la funcionalidad del usuario en el espacio. Véase tabla 24.

Costo: \$1300.00 (incluye mano de obra y material)

Propuesta 2: ventana tipo corrediza. Es una buena opción de fuente aire y luz, que permite controlar la ventilación por sus dos hojas abatibles. Es funcional para el usuario ya que no necesita espacio adicional porque sus hojas están una sobre otra. La desventaja es que no son herméticas y podría entrar el polvo, agua, frío o calor. Véase tabla 24.

Costo: \$2100.00 (incluye mano de obra y material)

Tabla 24. Propuesta de ventana de recámara 1

Propuesta de ventana: Recámara 1		
Estado actual	Propuesta 1	Propuesta 2
Descripción	Descripción	Descripción
Ventana de cristal fijo y celosía de cristal de 6mm. con perfil de aluminio	Ventana de aluminio tipo abatible, de 2 hojas que abre al interior y cristal de 6 mm.	Ventana tipo corrediza de aluminio de dos hojas, con cristal de 6 mm.

Fuente: Elaboración propia.

○ **V-3 Alcoba**

Estado actual. Presenta una velocidad del aire entre 0 y 1.80 m/s (este último valor localizado en la ventana), que no es distribuido uniformemente a lo largo del espacio, tal como lo muestra la imagen 30 y 32. Esta área puede provocar desde sofocación en el

usuario a altas temperaturas, hasta presentar el límite máximo de confort para realizar actividades interiores.

Propuesta general. La propuesta para mejorar la circulación de viento de esta área, es mantener las puertas y ventanas propuestas abiertas de preferencia la cocina o sala-comedor, para que se logre una ventilación cruzada y se expulsase el aire caliente por las ventanas. De esta manera favorecería a una velocidad de viento más uniforme, véase imagen 31 y 33.

- **V-4 Recámara principal**

Estado actual. Cuenta con una velocidad del aire entre 0 y un máximo de 1.40 m/s (este último valor localizado sobre la ventana) que no es distribuido adecuadamente a lo largo del espacio, tal como lo muestra a imagen 30. El viento al ingresar al espacio provoca un remolino indicando ausencia de circulación de aire con una velocidad menor, véase imagen 31. Esto indica que el usuario puede sentir un ambiente sofocado en altas temperaturas, fresco a temperaturas confortables pero incómodo a bajas temperaturas, incluso puede presentar el máximo nivel de confort solo por las noches, (ver tabla 27).

Propuesta general. A esta área le favorecería mantener la puerta abierta para que exista una mayor circulación de viento y se expulse el aire caliente por las propuestas de ventanas, véase imagen 32, considerando las propuestas de la tabla 25.

- **Ventanearía para alcoba y recámara principal**

Propuesta 1: ventana tipo corrugable. Esta propuesta permite liberar el vano casi por completo, lo cual favorece a una mayor circulación del viento a lo largo del espacio por su mayor abertura. Es fácil de manejar y cuenta con aislamiento térmico, acústico y cierre hermético. Lo recomendable para este tipo de ventana es que sus hojas sean desplazadas hacia el lado del muro en el interior del espacio, para que pueda ser funcional para el usuario. Véase tabla 25.

Costo: \$3200.00 (incluye mano de obra y material)

Propuesta 2: ventana tipo corrediza. Es una buena opción de fuente aire y luz, que permite controlar la ventilación por sus dos hojas abatibles. Es funcional para el usuario ya que no necesita espacio adicional porque sus hojas están una sobre otra. La desventaja es que no son herméticas y podría entrar el polvo, agua, frío o calor. Véase tabla 25.

Costo: \$2100.00 (incluye mano de obra y material)

Tabla 25. Propuesta de ventana de recámara principal y alcoba.

Propuesta de ventana: Recámara ppal. y alcoba		
Estado actual	Propuesta 1	Propuesta 2
<p>Diagrama de la ventana actual: una ventana de 1.20 m de altura y 1.20 m de ancho, dividida en una celosía de 0.60 m y un cristal fijo de 0.60 m.</p>	<p>Diagrama de la Propuesta 1: una ventana de 1.20 m de altura y 1.20 m de ancho, tipo aluminio corrugable con 3 hojas que abren hacia el interior.</p>	<p>Diagrama de la Propuesta 2: una ventana de 1.20 m de altura y 1.20 m de ancho, tipo corrediza de aluminio con 2 hojas.</p>
Descripción	Descripción	Descripción
Ventana de cristal fijo y celosía de cristal de 6mm. con perfil de aluminio	Ventana de aluminio tipo corrugable, de 3 hojas que abre al interior y cristal de 6 mm.	Ventana tipo corrediza de aluminio de dos hojas, con cristal de 6 mm.

Fuente: Elaboración propia.

○ **V-5 Sala comedor**

Estado actual. Este espacio presenta una velocidad del aire entre los 0 y 1 m/seg., misma que no es distribuida de la misma intensidad a lo largo del espacio contando con la ventana más grande la vivienda (véase imagen 30). Por otro lado, recibe ventilación por la cocina alcanzando a distribuir viento a lo largo del espacio (véase imagen 32). Estas velocidades indican que puede sentirse sofocado hasta agradable cuando el clima es confortable o caliente causando sensación de movimiento. Por otro lado puede mostrar el máximo nivel aceptable de confort nocturno, (véase tabla 27).

Propuesta general. Como propuesta a esta área, sería conveniente mantener abierta la puerta y ventana de este espacio así como de la cocina, lo cual favorecería a una mejor

circulación del viento y para mantener uniforme la velocidad del mismo, véase imagen 31 y 33. Por otro lado favorecería la entrada y salida de aire con las propuestas de la tabla 27.

o **Ventanearía para alcoba y recámara principal**

Propuesta 1. Ventana corrediza de 3 hojas (dos abatibles y una fija). Es una buena opción de fuente aire y luz, que permite controlar la ventilación por sus dos hojas abatibles. Es funcional para el usuario ya que puede colocar cortinas o mobiliario, ya que no necesita espacio adicional porque sus hojas están una sobre otra. La desventaja es que no es hermética y que un cristal es fijo, sin embargo la marquesina que sobresale en esta área puede protegerla de la lluvia. Véase tabla 26.

Costo: \$3600.00 (incluye mano de obra y material)

Propuesta 2. Ventana corrediza de 4 hojas. Presenta las mismas ventajas que la propuesta anterior, la diferencia es que permitiría una mayor circulación de aire debido a que las cuatro hojas son corredizas. Por lo tanto, el vano de la ventana tendría más apertura. Véase tabla 26.

Costo: \$3600.00 (incluye mano de obra y material)

Tabla 26. Propuesta de ventana sala-comedor

Propuesta de ventana: Sala-comedor		
Estado actual	Propuesta 1	Propuesta 2
Descripción	Descripción	Descripción
Ventana de cristal fijo y dos hojas de celosía de cristal de 6mm. con perfil de aluminio	Ventana de aluminio tipo corrediza de 2 hojas y una hoja fija, con cristal de 6 mm.	Ventana tipo corrediza de aluminio de cuatro hojas, con cristal de 6 mm.

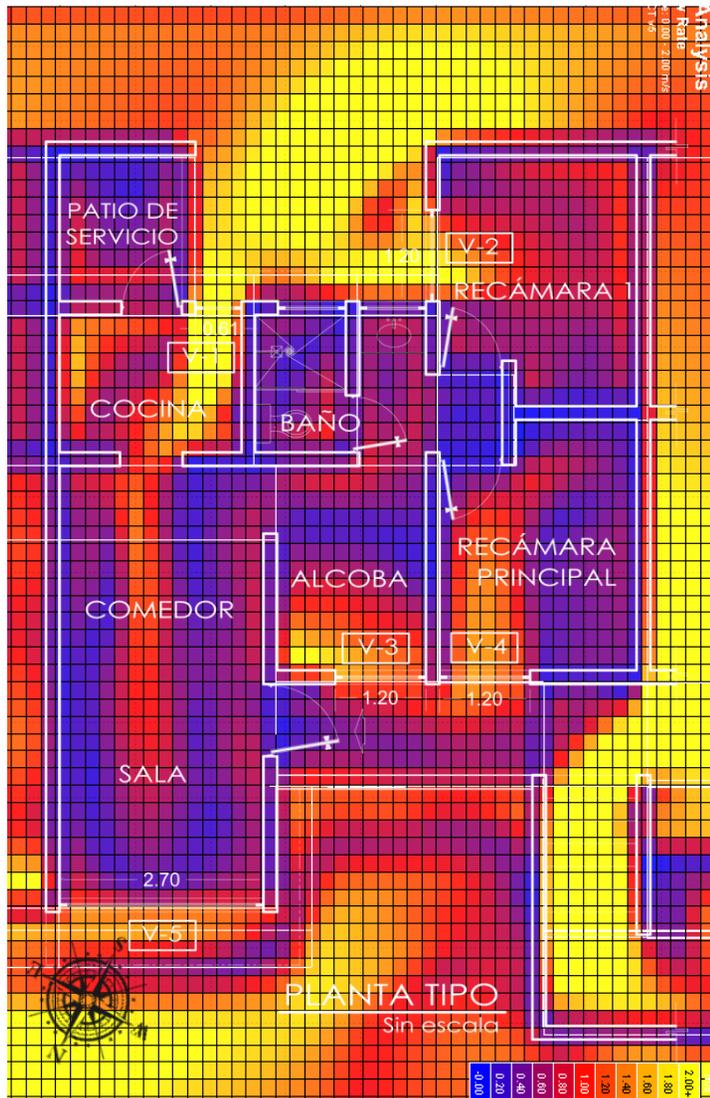
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27. Velocidades del viento.

Velocidades del viento en espacios interiores y su efecto en los usuarios							
Velocidad (m/s)	Efecto mecánico	Efecto en el usuario	Efecto de enfriamiento TBS °C				
			piel seca				piel húmeda
			15°	20°	25°	30°	30°
0.1	Mínimo a nivel doméstico	Se puede sentir sofocación	0	0	0	0	0
0.25	El humo del cigarro indica el movimiento	Hay movimiento imperceptible excepto a bajas temperaturas del aire	2	1.3	0.8	0.5	0.7
0.5	Flamear de una vela	Se siente fresco a temperaturas confortables pero incómodas a bajas temperaturas	4	2.7	1.7	1	1.2
1	Los papeles sueltos pueden moverse, lo que equivale a la velocidad al caminar	Agradable generalmente cuando el clima es confortable o caliente, pero causa sensación de movimiento patente. Nivel máximo aceptable de confort nocturno	6.7	4.5	2.8	1.7	2.2
1.5	Demasiado rápido para trabajos de oficina. Se vuelan los papeles	Incómodo a temperaturas confortables. Límite máximo de confort para actividades interiores	8.5	5.7	3.5	2	3.3
2	Equivale a la velocidad al caminar rápido	Aceptable solo en condiciones muy cálidas húmedas, cuando ningún otro alivio ambiental está disponible	10	6.7	4	2.3	4.2

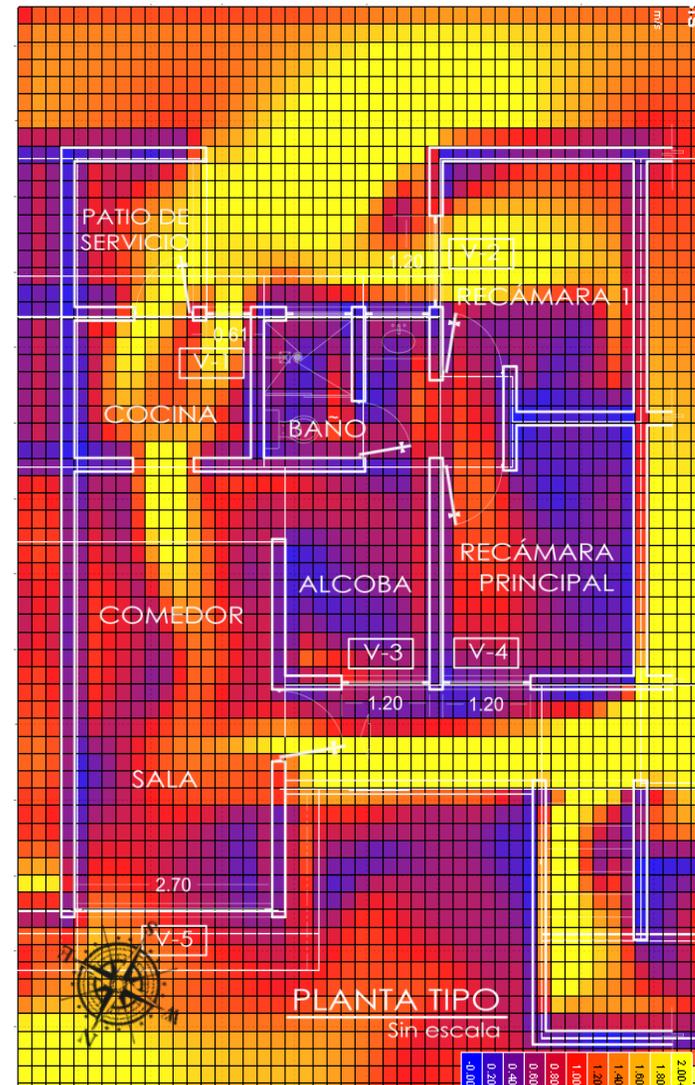
Fuente: B.H. Evans, 1957, citado en Fuentes Freixanet, (2004).

Imagen 30. Estado actual de velocidad del viento en vivienda.



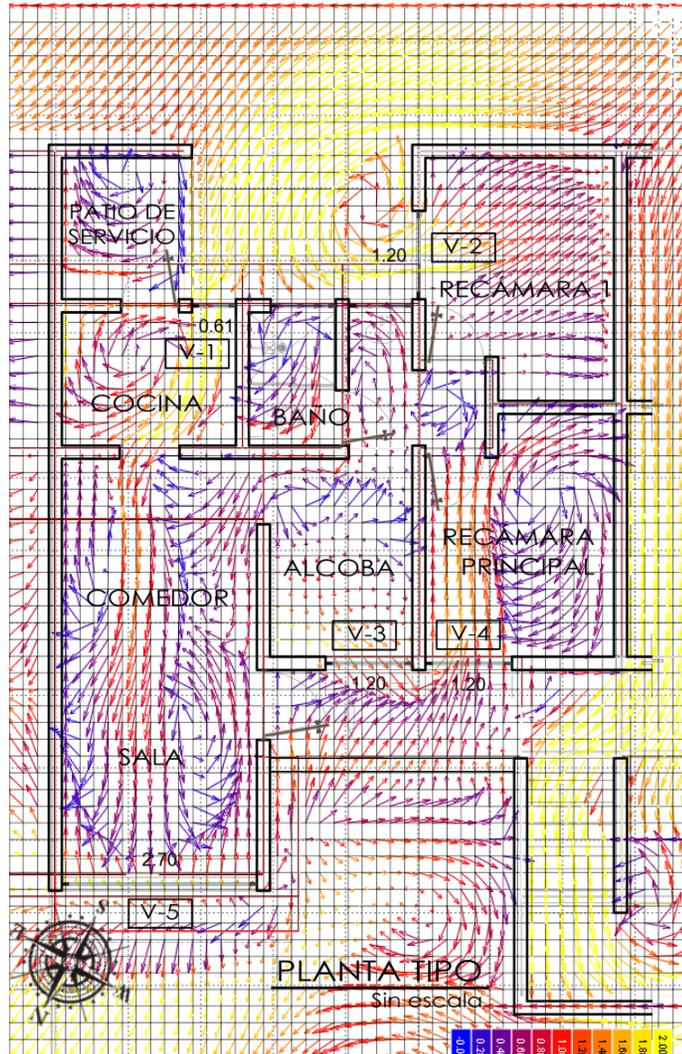
Fuente: Elaboración propia, utilizando Ecotect Analysis y AutoCAD.

Imagen 31. Propuesta de velocidad del viento en vivienda aplicando propuestas (puertas y ventanas abiertas).



Fuente: Elaboración propia, utilizando Ecotect Analysis y AutoCAD.

Imagen 32. Estado actual dirección y velocidad del viento en vivienda.



Fuente: Elaboración propia, utilizando Ecotect Analysis y AutoCAD.

Imagen 33. Dirección y velocidad del viento en vivienda aplicando propuestas (puertas y ventanas abiertas).



Fuente: Elaboración propia, utilizando Ecotect Analysis y AutoCAD.

4.3 FACTIBILIDAD Y VALIDACIÓN

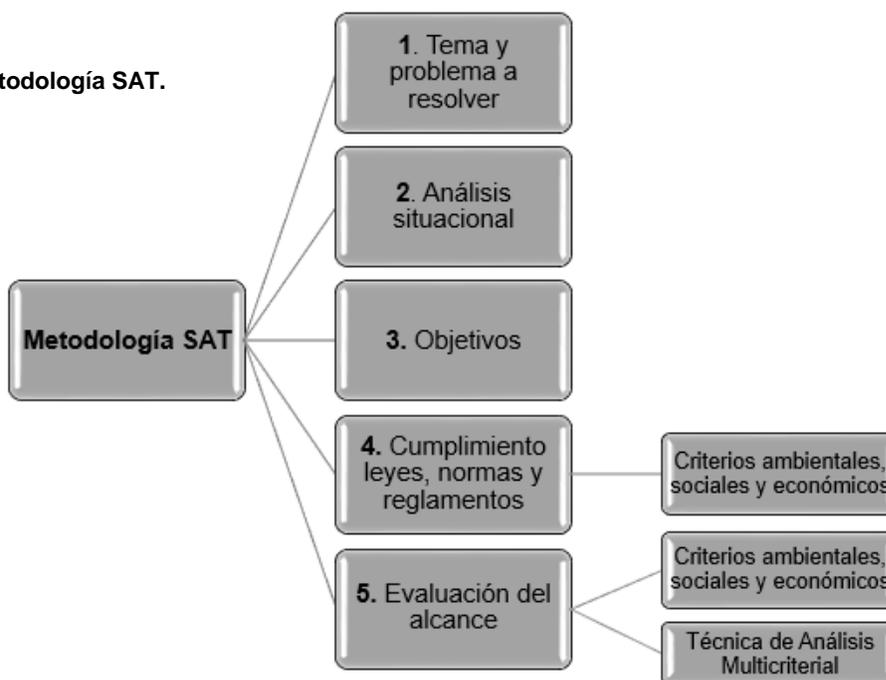
4.3.1 Evaluación de Sustentabilidad

Para poder determinar qué tan factible es una tecnología en la actualidad, se requiere una evaluación que integre criterios de sustentabilidad, es decir consideraciones económicas, sociales y ambientales.

Para fines de este trabajo, se aplicó la Técnica de Análisis Multicriterial basada en la metodología “*Sustainable Assessment of Technology (SAT)*”, que se traduce como Evaluación Sustentable de Tecnología. Según la UNEP (2011), es un procedimiento cuantitativo que permite la evaluación objetiva, un análisis de sensibilidad así como la incorporación de escenarios. Además puede ser adaptado a distintos parámetros y limitaciones de cada país y ayudará en la toma de decisiones para determinar cuál es la tecnología más adecuada aplicando la sustentabilidad. Dicha metodología se modificó y se adaptó por el Mtro. Francisco Álvarez Partida, y no ha sido utilizada antes para evaluar tecnologías para la vivienda sustentable.

La Metodología SAT en este proyecto es aplicada solo para aislamientos térmicos debido al tiempo y contenido del trabajo. El esquema 03 presenta el contenido general de la Metodología SAT que se explicará a continuación.

Esquema 03.
Contenido Metodología SAT.



Fuente: Elaboración propia.

Desarrollo metodológico

1. Tema y problema a resolver

Dentro del diseño bioclimático, el confort térmico es una de las variables más importantes que se debe tomar en cuenta, y se refiere a las condiciones de bienestar en el individuo desde el punto de vista higrotérmico (equilibrio con las condiciones de temperatura y humedad) de un lugar determinado. Este trabajo profundiza el tema de aislamiento térmico, es decir la relación de materiales de la construcción con características térmicas para regular la temperatura. Trata de resolver los altos consumos de ganancia de calor en la envolvente de la vivienda para evitar el uso de sistemas mecánicos de acondicionamiento. Dichos aislamientos deberán cumplir con los principios de sustentabilidad: ambiental, social y económico.

2. Análisis situacional

Debido a la etapa de urbanización en los años 70's, surge la necesidad de satisfacer de vivienda a la creciente población. Una de las estrategias fue construir el mayor número de casas en poco tiempo, con un sistema constructivo sistemático, al menor costo de los marcos jurídicos, de medidas repetitivas y reduciendo los gastos de mantenimiento como los conjuntos habitacionales de interés social. Muchas de estas viviendas fueron construidas sin planeación, no se consideraron las condiciones climáticas del lugar ni las necesidades de confort de los habitantes.

Estos problemas, han desencadenado elevados consumos energéticos y carencia de confort en el interior de las viviendas, considerando que la mayor parte de las viviendas y desarrollos habitacionales que se construyen en México siguen sin considerar acciones mínimas de sustentabilidad. Hoy en día, ya no se deben considerar proyectos de vivienda ajeno a situaciones ambientales, económicas y sociales que afecten a la calidad de vida de la población.

3. Objetivos

- Crear satisfacción en los usuarios a través de la edificación sustentable.
- Mejorar condiciones de habitabilidad implementando estrategias para lograr el confort higro-térmico.
- Aprovechar más eficiente los recursos naturales y condiciones climáticas del lugar.
- Promover valores y comportamientos sustentables en los usuarios.

- Reducir riesgos fisiológicos provocados por la humedad, exceso de calor y frío.
- Aceptación social en términos de sustentabilidad.
- Emplear tecnologías de bajo costo, pequeña escala, fácil de usar, que utilice recursos y materiales locales, y que fomente la autoconstrucción.
- Disminuir el consumo energético en la vivienda.
- Fomentar la participación social.

4. Cumplimiento de leyes, normas y reglamentos

A continuación se muestra una comparativa entre diversas leyes, normas y reglamentos con el sistema constructivo de diversos aislamientos térmicos que pueden ser implementados en la vivienda de interés social (véase tabla 28). También se deben de considerar la Norma Oficial Mexicana NOM-020ENER-2001, Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios para uso habitacional y la Norma Oficial Mexicana NOM-018-ENER-2011, Aislantes térmicos para edificaciones, características y métodos de prueba; que por limitantes de tiempo no se pudieron evaluar.

Referencias de fuentes de tabla:

- A. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
- B. NORMA MEXICANA NMX-AA-164-SCF1-2013. Edificación sustentable-criterios y requerimientos ambientales mínimos.
- C. Créditos e Hipoteca Verde de INFONAVIT
- D. Ley de vivienda.
- E. Código de Edificación de vivienda. CONAVI 2010.
- F. Norma Oficial Mexicana NOM-020-SSA1-1993, Salud Ambiental. Criterios para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al ozono (O_3). valores normados para la concentración de ozono (O_3) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población, para quedar como norma oficial mexicana NOM-020-SSA1-1993, salud ambiental. criterio para evaluar el valor límite permisible para la concentración de ozono (O_3) de la calidad del aire ambiente. criterio para evaluar la calidad del aire.

Tabla 28. Sistemas constructivos de aislantes y su cumplimiento con leyes y normas.

SISTEMA CONSTRUCTIVO	CUMPLIMIENTO CON NORMAS, LEYES O REGLAMENTOS					
	A	B	C	D	E	F
<p> AISLAMIENTO A BASE DE CELULOSA </p> <p>Requiere de mano de obra especializada</p> <p>El procedimiento de proyección de celulosa es idóneo para obra nueva, se aplica humedeciendo los copos de celulosa y se puede reforzar diluyendo un pegamento durante la proyección. Se puede aplicar como aislamiento interior en las cámaras de ventilación o sobre muros macizos de piedra, hormigón, ladrillo y sobre tabiquería de madera o de cartón yeso. Tiene la gran ventaja de ser un sistema de aislamiento que cubre todos los espacios, pudiendo eliminar los puentes térmicos y quedando libre de juntas. Para su recubrimiento, se recomienda panel de yeso, durock o triplay.</p>	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE
<p> AISLAMIENTO A BASE DE LINO </p> <p>No requiere instalación especializada.</p> <p>Para su procedimiento de instalación, requiere colocar una guía con perfiles de madera, situados a cada 50 cm. Después se debe situar el aislante de lino en cada sección. Por consiguiente hay que cortar el panel de lino con amoladora de disco o con un cuchillo de dientes finos. Por último se debe sujetar con grapas sobre el armazón de manera. Para su recubrimiento, se recomienda panel de yeso, durok o triplay.</p>	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE
<p> AISLAMIENTO A BASE DE CORCHO </p> <p>No requiere instalación especializada.</p> <p>Para su instalación, se requiere limpiar el área, quedando libre de polvo y residuos. Después hay que aplicar adhesivo para fijar el aislante. Por último se debe colocar el rollo o lámina de corcho y presionar. Para su recubrimiento, solo hay que colocar un barniz especial para proteger con la humedad.</p>	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE

Fuente: Elaboración propia.

SISTEMA CONSTRUCTIVO	CUMPLIMIENTO CON NORMAS, LEYES O REGLAMENTOS					
	A	B	C	D	E	F
<p> AISLAMIENTO A BASE DE LANA </p> <p> No requiere instalación especializada. </p> <p>De acuerdo a su instalación, se requiere ubicar una guía con perfiles de madera, situados a cada 50 cm. Aprox. Después se debe extender cuidadosamente el rollo de lana en cada sección. Por último, se debe dejar una separación de 1/4" en ambos lados para permitir la expansión a lo largo del año. Para su recubrimiento, se recomienda panel de yeso, durock o triplay.</p>	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE
<p> AISLAMIENTO A BASE DE POLIESTIRENO </p> <p> Requiere de mano de obra especializada </p> <p>Se recomienda fijarlo al muro con un adhesivo para construcción a base de agua, utilizando clavos, y tornillos. Después de colocar el poliestireno, se coloca una malla de refuerzo, sujetadores mecánicos, una base para anclarlos, el acabado final (que puede ser una capa de mortero y un refuerzo con una malla metálica o panel de yeso o cartón, también se le puede dar un acabado texturizado)</p>	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 28, muestra que el sistema de aislamiento por celulosa, lino, corcho y lana, son los que cumplen con los requerimientos de las leyes y normas mencionadas anteriormente. Es por ello, que serán evaluadas a través de los siguientes criterios para sustentar su aplicación en la vivienda con enfoque sustentable.

5. Evaluación detallada del alcance

5.1 Criterios ambientales

Esta dimensión tiene el objetivo de promover la salud en las edificaciones, en el entorno ambiental y en la población. Consiste en reducir la huella ambiental en cuanto a energía y producción de gases de efecto invernadero, así como el uso adecuado de los materiales y

de los desechos. Considera reducir la contaminación, reforzar la resiliencia, prevenir riesgos y el reverdecimiento de las construcciones

A continuación se muestran los criterios ambientales que serán evaluados para cada sistema de aislamiento térmico.

5.1.1 Utilizar materiales disponibles y de origen local (A-1)

Este criterio tiene como objetivo utilizar materiales de origen y disponibilidad local. Aunque algunos materiales aislantes sean de origen natural con un menor impacto ambiental, puede que su implementación no sea factible porque son comercializados en otro país (como el lino y el corcho de origen europeo), y su transporte puede impactar negativamente al medio ambiente. Véase tabla 29.

Tabla 29. Ponderación criterio A-1.

Ponderación de sistemas de aislamiento														
LUGAR DE ORIGEN	Ponderación relativa sustentable		Celulosa		Lino		Corcho		Lana de oveja		Lana mineral		Poliestireno	
	Local/Municipal	10	50.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%	
Estatad	8	40.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%
Estados colindantes	6	30.00%	6.00	30.00%		0.00%	6.00	30.00%		0.00%		0.00%	6.00	30.00%
País	4	20.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%	4.00	20.00%		0.00%
Otro país	2	10.00%		0.00%	2.00	10.00%		0.00%	2.00	10.00%		0.00%		0.00%
Subtotal	30			30.00%		10.00%		30.00%		10.00%		20.00%		30.00%
DISPONIBILIDAD LOCAL	Ponderación relativa sustentable		Celulosa		Lino		Corcho		Lana de oveja		Lana mineral		Poliestireno	
	Local/Municipal	10	50.00%		0.00%		0.00%	10.00	50.00%		0.00%		0.00%	10.00
Estatad	8	40.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%
Estados colindantes	6	30.00%	6.00	30.00%		0.00%		0.00%		0.00%	6.00	30.00%		0.00%
País	4	20.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%
Otro país	2	10.00%		0.00%	2.00	10.00%		0.00%	2.00	10.00%		0.00%		0.00%
Subtotal	30			30.00%		10.00%		50.00%		10.00%		30.00%		50.00%
TOTAL		PUNTOS 1-10		6.00		2.00		8.00		2.00		5.00		8.00

Fuente: Elaboración propia.

5.1.2 Mejorar el desempeño medioambiental de los edificios residenciales: eficiencia energética con calidad interior de aire, para lograr confort higrotérmico (A-2)

Los sistemas de aislamiento térmico tienen la función de controlar la ganancia de calor que proviene del exterior, para reducir los consumos de energía en el interior de la vivienda. Este criterio tiene el objetivo de demostrar a través de los coeficientes de conductividad

térmica, que material es el que transmite más o menos calor, para evitar los consumos de energía por climatización. Véase tabla 30.

Tabla 30. Ponderación criterio A-2

Ponderación de sistemas de aislamiento														
CONTROL DE TEMPERATURA (Conductividad térmica)	Ponderación relativa sustentable		Celulosa		Lino		Corcho		Lana		Lana mineral		Poliestireno	
≤ 0.040 K(w/mk)	10	100.00%		0.00%	10.00	100.00%		0.00%	10.00	100.00%	10.00	100.00%	10.00	100.00%
0.041-0.045 K(w/mk)	7	70.00%	7.00	70.00%		0.00%	7.00	70.00%		0.00%		0.00%		0.00%
> 0.045 K(w/mk)	3	30.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%
TOTAL				70.00%		100.00%		70.00%		100.00%		100.00%		100.00%
		PUNTOS 1-10		7.00		10.00		7.00		10.00		10.00		10.00

Fuente: Elaboración propia.

5.1.3 Promover el uso de materiales naturales biodegradables, reciclables y reciclados (A-3)

Entre más natural sea un material, tardará menos tiempo en descomponerse para reintegrarse con la naturaleza y evitar la contaminación. Por otro lado, existen materiales que pueden ser producto de otros desechos o tener otro uso. Este criterio evaluará a los sistemas aislantes de acuerdo a estos datos ecológicos, tomando en cuenta que los materiales biodegradables son los que menos dañan al medio ambiente, y tienen una puntuación más elevada, véase tabla 31

Tabla 31. Ponderación criterio A-3.

Ponderación de sistemas de aislamiento														
DATO ECOLÓGICO	Ponderación relativa sustentable		Celulosa		Lino		Corcho		Lana de oveja		Lana mineral		Poliestireno	
Biodegradable, reciclado y reciclable	10	100.00%	10.00	100.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%
Biodegradable y reciclable	7	70.00%		0.00%	7.00	70.00%	7.00	70.00%	7.00	70.00%		0.00%		0.00%
Reciclable	3	30.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%	3.00	30.00%
TOTAL				100.00%		70.00%		70.00%		70.00%		0.00%		30.00%
		PUNTOS 1-10		10.00		7.00		7.00		7.00		0.00		3.00

Fuente: Elaboración propia.

5.1.4 Implementar aislamiento de los elementos estructurales, muros y techos, permitiendo mantener las viviendas calientes en periodos fríos y frías en periodos cálidos (A-4)

El presente criterio tiene el objetivo evaluar la implementación y funcionalidad de los sistemas aislantes en distintas partes de la envolvente de la vivienda, como la estructura, muros y techos. Para determinarlo, se investigaron características, fichas técnicas y e información por parte proveedores de cada material, y de ésta manera poder considerar su aplicación. Véase tabla 32.

Tabla 32. Ponderación criterio A-4.

Ponderación de sistemas de aislamiento															
MUROS			Ponderación relativa sustentable	Celulosa		Lino		Corcho		Lana		Lana mineral		Poliestireno	
Adecuado	10	100.00%	100.00%	10.00	33.33%	10.00	33.33%	10.00	33.33%	10.00	33.33%	10.00	33.33%	10.00	33.33%
No adecuado	0	0.00%	0.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%
Sub total	10	100.00%	33.33%		33.33%		33.33%		33.33%		33.33%		33.33%		33.33%
TECHO															
Adecuado	10	100.00%	100.00%	10.00	33.33%	10.00	33.33%	10.00	33.33%	10.00	33.33%	10.00	33.33%	10.00	33.33%
No adecuado	0	0.00%	0.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%
Sub total	10	100.00%	33.33%		33.33%		33.33%		33.33%		33.33%		33.33%		33.33%
ESTRUCTURA															
Adecuado	10	100.00%	100.00%	10.00	33.33%	10.00	33.33%	10.00	33.33%	10.00	33.33%	10.00	33.33%	10.00	33.33%
No adecuado	0	0.00%	0.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%
Sub total	10	100.00%	33.33%		33.33%		33.33%		33.33%		33.33%		33.33%		33.33%
TOTAL					100.00%		100.00%		100.00%		100.00%		100.00%		100.00%
			PUNTOS 1-10		10.00		10.00		10.00		10.00		10.00		10.00

Fuente: Elaboración propia.

5.1.5 Reducir las emisiones a la atmósfera por el uso de energía residencial (A-5)

Este criterio tiene el objetivo de evaluar qué sistema de aislamiento térmico es más eficiente en la disminución de energía en la envolvente, que puede ser traducido en ahorros económicos y mayor protección al medio ambiente, véase tabla 33. Su evaluación consiste en aplicar la NOM-020-ENER-2011 (realizada en el punto 4.2.1), así como en la reducción de emisiones a la atmósfera, considerando que según FIDE (2016) menciona que 0.5 Kg de emisiones de CO2, equivale a 1 kWh de electricidad consumida.

Tabla 33. Ponderación criterio A-5

Ponderación de sistemas de aislamiento														
AHORRO ENERGÉTICO CALCULADO POR LA NOM-020-ENER-2011	Ponderación relativa sustentable		Celulosa		Lino		Corcho		Lana de oveja		Lana mineral		Poliestireno	
	0 - 12%	3	15.00%		0.00%		0.00%	3.00	15.00%		0.00%		0.00%	
12 - 24%	7	35.00%	7.00	35.00%	7.00	35.00%		0.00%	7.00	35.00%		0.00%	7.00	35.00%
24% en adelante	10	50.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%	10.00	50.00%		0.00%
Sub total				35.00%		35.00%		15.00%		35.00%		50.00%		35.00%
REDUCCIÓN DE EMISIONES DE CO2														
1-15 kg	3	15.00%		0.00%		0.00%	3.00	15.00%		0.00%		0.00%		0.00%
15-30 kg	7	35.00%	7.00	35.00%	7.00	35.00%		0.00%	7.00	35.00%		0.00%	7.00	35.00%
30-40 kg	10	50.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%	10.00	50.00%		0.00%
Sub total				35.00%		35.00%		15.00%		35.00%		50.00%		35.00%
TOTAL				70.00%		70.00%		30.00%		70.00%		100.00%		70.00%
		PUNTOS 1-10		7.00		7.00		3.00		7.00		10.00		7.00

Fuente: Elaboración propia.

5.2 Criterios sociales

Esta dimensión tiene el objetivo de promover la calidad de vida, seguridad y la salud del usuario y la sociedad en general. También toma en cuenta la dimensión cultural, pues en ella se desarrollan valores, normas, tradiciones, estilos de vida y comportamiento de los ocupantes. Muchos aspectos de esta evaluación son subjetivos, sin embargo se evaluaron con parámetros sustentables que ayuden a determinar la eficiencia del sistema aislante para su futura aplicación.

5.2.1 Evaluar el confort higrotérmico obtenido por una tecnología específica. (S-1)

El confort es aquello que provoca bienestar y comodidad en el usuario. Este criterio tiene el objetivo de evaluar el comportamiento térmico de la vivienda a través de la NOM-020-ENER-2011 (realizada en el punto 4.2.1) traducido en ahorro energético, implementando todos los sistemas de aislamiento. Este ahorro tiene que ver con los materiales, temperatura interior y exterior, orientación y forma de la vivienda. Véase tabla 34.

Tabla 34. Ponderación criterio S-1.

Ponderación de sistemas de aislamiento														
AHORRO ENERGÉTICO CALCULADO POR LA NOM-020-ENER-2011	Ponderación relativa sustentable		Celulosa		Lino		Corcho		Lana de oveja		Lana mineral		Poliestireno	
	0-250 watts	3	30.00%		0.00%		0.00%	3.00	30.00%		0.00%		0.00%	
250-500 watts	7	70.00%		0.00%	7.00	70.00%		0.00%	7.00	70.00%		0.00%	7.00	70.00%
500 watts en adelante	10	100.00%	10.00	100.00%		0.00%		0.00%		0.00%	10.00	100.00%		0.00%
TOTAL				100.00%		70.00%		30.00%		70.00%		100.00%		70.00%
		PUNTO S 1-10		10.00		7.00		3.00		7.00		10.00		7.00

Fuente: Elaboración propia.

5.2.2 Crear satisfacción en los usuarios, a través de la implementación de mejoras en la vivienda (S-2).

Para poder crear satisfacción en los usuarios y poder mejorar su calidad de vida, se requiere un mejor comportamiento térmico del edificio, así como ahorros significativos en la factura de electricidad. Uno de los puntos que evalúa este criterio son los ahorros energéticos en porcentaje sobre las ganancias de calor por la NOM-020-ENER-2011 (realizada en el punto 4.2.1), véase tabla 36. Por otro lado, se evalúa el ahorro económico sobre estos porcentajes, siguiendo la metodología de cálculo de Gallego Maraña (2013), para determinar los kWh y traducirlos a pesos. Para ello, se tomó como referencia la tabla 35, que indica la tarifa de la Comisión Federal de Electricidad por cada kWh.

Tabla 35. Tarifas CFE para vivienda.

RANGO DE CONSUMO	DIC./2015	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	May.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
Básico 1-75	0.809	0.793	0.793	0.793	0.793	0.793	0.793	0.793	0.793	0.793	0.793	0.793	0.793
Intermedio 76-140	0.976	0.956	0.956	0.956	0.956	0.956	0.956	0.956	0.956	0.956	0.956	0.956	0.956
Excedente	2.859	2.802	2.802	2.802	2.802	2.802	2.802	2.802	2.802	2.802	2.802	2.802	2.802

Fuente: CFE

Tabla 36. Ponderación criterio S-2.

Ponderación de sistemas de aislamiento														
AHORRO ENERGÉTICO CALCULADO POR LA NOM-020-ENER-2011	Ponderación relativa sustentable		Celulosa		Lino		Corcho		Lana de oveja		Lana mineral		Poliestireno	
0 - 12%	3	15.00%		0.00%		0.00%	3.00	15.00%		0.00%		0.00%		0.00%
12 - 24%	7	35.00%	7.00	35.00%	7.00	35.00%		0.00%	7.00	35.00%		0.00%	7.00	35.00%
24% en adelante	10	50.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%	10.00	50.00%		0.00%
Sub total				35.00%		35.00%		15.00%		35.00%		50.00%		35.00%
AHORRO ECONOMICO MENSUAL (MESES MÁS CRITICOS DE CALOR)														
0-20 pesos	3	15.00%		0.00%		0.00%	3.00	15.00%		0.00%		0.00%		0.00%
20-40 pesos	7	35.00%		0.00%	7.00	35.00%		0.00%	7.00	35.00%		0.00%		0.00%
40 pesos en adelante	10	50.00%	10.00	50.00%		0.00%		0.00%		0.00%	10.00	50.00%	10.00	50.00%
Sub total				50.00%		35.00%		15.00%		35.00%		50.00%		50.00%
TOTAL				85.00%		70.00%		30.00%		70.00%		100.00%		85.00%
		PUNTOS 1-10		8.50		7.00		3.00		7.00		10.00		8.50

Fuente: Elaboración propia.

5.2.3 Apoyar valores, comportamientos y tecnologías sustentables, difundiendo sus beneficios ambientales, sociales y económicos. (en relación con el ahorro de energía, utilizar materiales reciclados, comprensión de los beneficios de tecnología verde, etc.)

Los sistemas de aislamiento térmico brindan beneficios económicos, sociales y ambientales que se deben promover en las edificaciones. Difundirlos puede aumentar comportamientos sustentables en la sociedad, así como un mejor posicionamiento de los materiales en el mercado. El presente criterio evalúa aspectos que resumen estos beneficios. Véase tabla 37.

Tabla 37. Ponderación criterio S-3.

Ponderación de sistemas de aislamiento														
AHORRO ENERGÉTICO CALCULADO POR LA NOM-020-ENER-2011	Ponderación relativa sustentable	Celulosa		Lino		Corcho		Lana de oveja		Lana mineral		Poliestireno		
		0 - 12%	3	7.50%		0.00%		0.00%	3.00	7.50%		0.00%		0.00%
12 - 24%	7	17.50%	7.00	17.50%	7.00	17.50%		0.00%	7.00	17.50%		0.00%	7.00	17.50%
24% en adelante	10	25.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%	10.00	25.00%		0.00%
Sub total				25.00%		17.50%		7.50%		17.50%		25.00%		17.50%
REDUCCIÓN DE EMISIONES DE CO2														
0 - 12 kg	3	7.50%		0.00%		0.00%	3.00	7.50%		0.00%		0.00%		0.00%
12 - 24 kg	7	17.50%	7.00	17.50%	7.00	17.50%		0.00%	7.00	17.50%		0.00%	7.00	17.50%
24 kg en adelante	10	25.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%	10.00	25.00%		0.00%
Sub total				17.50%		17.50%		7.50%		17.50%		25.00%		17.50%
DATO ECOLÓGICO														
			Celulosa		Lino		Corcho		Lana de oveja		Lana mineral		Poliestireno	
Biodegradable, reciclado y reciclable	10	25.00%	10.00	25.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%
Biodegradable y reciclable	7	17.50%		0.00%	7.00	17.50%	7.00	17.50%	7.00	17.50%		0.00%		0.00%
Reciclable	3	7.50%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%	3.00	7.50%
Subtotal				25.00%		17.50%		17.50%		17.50%		0.00%		7.50%
ENERGÍA INCORPORADA A LOS MATERIALES														
0-400 Wh/kg	10	25.00%	10.00	25.00%	10.00	25.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%
400-800 Wh/kg	7	17.50%		0.00%		0.00%		0.00%	7.00	17.50%	7.00	17.50%		0.00%
800 Wh/kg	3	7.50%		0.00%		0.00%	3.00	7.50%		0.00%		0.00%	3.00	7.50%
Sub total				25.00%		25.00%		7.50%		17.50%		17.50%		7.50%
TOTAL				92.50%		77.50%		40.00%		70.00%		67.50%		50.00%
		PUNTOS 1-10		9.25		7.75		4.00		7.00		6.75		5.00

Fuente: Elaboración propia.

5.2.4 Evaluar la aceptación social en términos de sustentabilidad. Consumo sustentable (ISO 26000). S-4

Este criterio permite evaluar los sistemas aislantes considerando la aceptación social en las tres dimensiones de la sustentabilidad (social, económico y ambiental). Se toma en cuenta aspectos de ahorros económicos, empleando la metodología de cálculo de Gallego, Maraña I. (2013), reducción de gases contaminantes, datos ecológicos, ahorro de energía,

contaminación del material, así como protección a la humedad y moho. De esta manera se pueda obtener una aceptación por la sociedad gracias a sus múltiples beneficios. Véase tabla 38.

Tabla 38. Ponderación criterio S-4.

Ponderación de sistemas de aislamiento															
Económico	AHORRO ECONÓMICO ANUAL (HORAS MÁS)	Ponderación relativa sustentable	Celulosa		Lino		Corcho		Lana de oveja		Lana mineral		Poliestireno		
	0 - \$100	3	5.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%	0.00%	
	\$100 - \$200	7	11.66%	7.00	11.66%	7.00	11.66%	7.00	8.16%	7.00	11.66%		0.00%	0.00%	
	\$200 en adelante	10	16.66%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%	10.00	16.66%	10.00	16.66%
	Sub total				11.66%		11.66%		8.16%		11.66%		16.66%		16.66%
Ambiental	REDUCCIÓN DE EMISIONES DE CO2														
	0 - 12 kg	3	5.00%		0.00%		0.00%	3.00	5.00%		0.00%		0.00%	0.00%	
	12 - 24 kg	7	11.66%	7.00	11.66%	7.00	11.66%		0.00%	7.00	11.66%		0.00%	7.00	11.66%
	24 kg en adelante	10	16.66%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%	10.00	16.66%		0.00%
	Sub total				11.66%		11.66%		5.00%		11.66%		16.66%		11.66%
	DATO ECOLÓGICO	Ponderación relativa sustentable	Celulosa		Lino		Corcho		Lana de oveja		Lana mineral		Poliestireno		
	Biodegradable, reciclado y reciclable	10	16.66%	10.00	16.66%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%	0.00%	
	Biodegradable y reciclable	7	11.66%		0.00%	7.00	11.66%	7.00	11.66%	7.00	11.66%		0.00%	0.00%	
	Reciclable	3	5.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%	3.00	5.00%
	Sub total				16.66%		11.66%		11.66%		11.66%		0.00%		5.00%
	AHORRO ENERGÉTICO CALCULADO POR LA NOM-020-ENER-2011	Ponderación relativa sustentable	Celulosa		Lino		Corcho		Lana de oveja		Lana mineral		Poliestireno		
	0 - 12%	3	5.00%		0.00%		0.00%	3.00	5.00%		0.00%		0.00%	0.00%	
	12 - 24%	7	11.66%	7.00	11.66%	7.00	11.66%		0.00%	7.00	11.66%		0.00%	7.00	11.66%
	24% en adelante	10	16.66%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%	10.00	16.66%		0.00%
	Sub total				11.66%		11.66%		5.00%		11.66%		16.66%		11.66%
CONTAMINACIÓN DEL MATERIAL	Ponderación relativa sustentable	Celulosa		Lino		Corcho		Lana de oveja		Lana mineral		Poliestireno			
No contaminante	10	16.66%		0.00%	10.00	16.66%	10.00	16.66%	10.00	16.66%		0.00%	0.00%		
Poco contaminante	7	11.66%	7.00	11.66%		0.00%		0.00%		0.00%	7.00	11.66%	0.00%		
Muy contaminante	3	5.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%	3.00	5.00%	
Sub total				11.66%		16.66%		16.66%		16.66%		11.66%		5.00%	
PROTECCIÓN CONTRA HUMEDAD Y MOHO	Ponderación relativa sustentable	Celulosa		Lino		Corcho		Lana de oveja		Lana mineral		Poliestireno			
Adecuada protección	10	16.66%	10.00	16.66%	10.00	16.66%	10.00	16.66%	10.00	16.66%	10.00	16.66%	10.00	16.66%	
Inadecuada protección	0	0.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%	
Sub total				16.66%		16.66%		16.66%		16.66%		16.66%		16.66%	
		TOTAL		79.97%		79.97%		63.14%		79.97%		78.30%		66.64%	
		PUNTOS 1-10		8.00		8.00		6.31		8.00		7.80		6.66	

Fuente: Elaboración propia.

5.2.5 Reducir riesgos fisiológicos: humedad y moho; exceso de frío o calor, materiales contaminantes o que emitan radiación dañina.

La evaluación que presenta este criterio involucra la salud de los usuarios, así como del edificio. Los materiales que son empleados en los sistemas aislantes deben mejorar la calidad de vida de los habitantes, estando libres de contaminantes y mejorando las condiciones de confort al interior; esto ayudará a reducir enfermedades respiratorias, dolores de cabeza por altas temperaturas, estrés, etc. Involucra aspectos de contaminación del material, protección a la humedad y conductividad térmica. Véase tabla 39.

Tabla 39. Ponderación criterio S-5.

Ponderación de sistemas de aislamiento														
CONTAMINACIÓN DEL MATERIAL	Ponderación relativa sustentable		Celulosa		Lino		Corcho		Lana de oveja		Lana mineral		Poliestireno	
No contaminante	10	33.33%		0.00%	10.00	33.33%	10.00	33.33%	10.00	33.33%		0.00%		0.00%
Poco contaminante	7	23.33%	7.00	23.33%		0.00%		0.00%		0.00%	7.00	23.33%		0.00%
Muy contaminante	3	10.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%	3.00	10.00%
Sub total				23.33%		33.33%		33.33%		33.33%		23.33%		10.00%
PROTECCIÓN CONTRA HUMEDAD Y MOHO														
Adecuada protección	10	33.33%	10.00	33.33%	10.00	33.33%	10.00	33.33%	10.00	33.33%	10.00	33.33%	10.00	33.33%
Inadecuada protección	0	0.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%
Sub total				33.33%		33.33%		33.33%		33.33%		33.33%		33.33%
CONTROL DE TEMPERATURA (Conductividad térmica)														
≤ 0.040 K(w/mk)	10	33.33%		0.00%	10.00	33.33%		0.00%	10.00	33.33%	10.00	33.33%	10.00	33.33%
0.041-0.045 K(w/mk)	7	23.33%	7.00	23.33%		0.00%	7.00	23.33%		0.00%		0.00%		0.00%
> 0.045 K(w/mk)	3	10.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%
Sub total				23.33%		33.33%		23.33%		33.33%		33.33%		33.33%
				79.99%		99.99%		89.99%		99.99%		89.99%		76.66%
		PUNTOS 1-10		8.00		10.00		9.00		10.00		9.00		8.00

Fuente: Elaboración propia.

5.3 Criterios económicos

Estos criterios consisten en implementar prácticas económicamente rentables y justas, regidas también por criterios de responsabilidad social y ambiental. Promueven el uso racional de los recursos económicos para que brinden un bienestar a la población en general, que permita mejorar su nivel de vida tomando en cuenta sus necesidades.

5.3.1 Aprovechar fuentes de financiamiento existente para la vivienda (E-1)

El criterio consiste en evaluar las diferentes alternativas para poder implementar los diferentes sistemas de aislamiento, ya sea por subsidios o financiamiento, véase tabla 40. Para fines de este trabajo, se proponen dos tipos de créditos de financiamiento que pueden ser obtenidos por el usuario:

- INFONAVIT. El crédito consisten en mejorar la vivienda sin afectación estructural y con o sin garantía hipotecaria. Se puede modificar las características y el aspecto la vivienda, siempre y cuando la mejora no afecte elementos estructurales, ni construyas muros, columnas, trabes o losas.
- NAMA: Acciones de mitigación y paquetes financieros. Financiamiento para mejorar la eficiencia energética y disminuir el consumo de energía, a través de eco-tecnologías, mejoras en el diseño arquitectónico y la utilización de materiales constructivos eficientes.

Tabla 40. Ponderación criterio E-1.

Ponderación de sistemas de aislamiento														
FUENTE DE FINANCIAMIENTO PARA VIVIENDA	Ponderación relativa sustentable		Celulosa		Lino		Corcho		Lana		Lana mineral		Poliestireno	
Subsidio más financiamiento	10	100.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%
Subsidio	7	70.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%
Financiamiento	3	30.00%	3	30.00%	3	30.00%	3	30.00%	3	30.00%	3	30.00%	3	30.00%
Ninguna	0	0.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%
TOTAL		100.00%		30.00%		30.00%		30.00%		30.00%		30.00%		30.00%
		PUNTOS 1-10		3		3		3		3		3		3

Fuente: Elaboración propia.

5.3.2 Contribuir positivamente con el medio ambiente mediante la utilización de materiales de la región, promoviendo el desarrollo económico local y la participación de los usuarios durante la planeación y construcción. (Wallbaum 2012), P. 355-357 (E-2)

Consiste en evaluar la ubicación geográfica donde son producidos los materiales de aislamiento térmico, es decir, mientras más retirados se encuentren de la zona, serán más costosos por los gastos de envío y producirá emisiones a la atmósfera su transporte. Por otro lado, se considera el tipo de mano de obra para su instalación, mientras más sencilla sea, es menos costosa y requerirá menos energía. Véase tabla 41.

Tabla 41. Ponderación criterio E-2.

Ponderación de sistemas de aislamiento													
LUGAR DE ORIGEN	Ponderación relativa sustentable		Celulosa		Lino		Corcho		Lana de oveja		Lana mineral		Poliestireno
Local/Municipal	10	50.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%	0.00%
Estatad	8	40.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%	0.00%
Estados colindantes	6	30.00%	6.00	30.00%		0.00%	6.00	30.00%		0.00%		0.00%	6.00
País	4	20.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%	4.00	20.00%	0.00%
Otro país	2	10.00%		0.00%	2.00	10.00%		0.00%	2.00	10.00%		0.00%	0.00%
Sub total	30	100.00%		30.00%		10.00%		30.00%		10.00%		20.00%	30.00%
INSTALACIÓN													
Sencilla	10	50.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%	0.00%
Moderada	7	35.00%		0.00%	7.00	35.00%	7.00	35.00%	7.00	35.00%	7.00	35.00%	7.00
Especializada	3	15.00%	3.00	15.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%	0.00%
Sub total	20	100.00%		15.00%		35.00%		35.00%		35.00%		35.00%	35.00%
		PUNTOS 1-10		4.50		4.50		6.50		4.50		5.50	6.50

Fuente: Elaboración propia.

5.3.3 Duración promedio de la vida del producto. (E13).

El criterio tiene como objeto evaluar solamente la durabilidad del material. Mientras el material tenga más durabilidad, los gastos económicos serán menores, véase tabla 42.

Tabla 42. Ponderación criterio E-3.

Ponderación de sistemas de aislamiento													
DURACIÓN PROMEDIO DE LA VIDA DEL PRODUCTO	Ponderación relativa sustentable		Celulosa		Lino		Corcho		Lana de oveja		Lana mineral		Poliestireno
más de 50 años	10	100.00%		0.00%	10.00	100.00%		0.00%	10.00	100.00%	10.00	100.00%	10.00
50 años	7	70.00%	7.00	70.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%	0.00%
45-50 años	3	3.00%		0.00%		0.00%	3.00	30.00%		0.00%		0.00%	0.00%
TOTAL				70.00%		100.00%		30.00%		100.00%		100.00%	100.00%
		PUNTOS 1-10		7.00		7.00		3.00		10.00		10.00	10.00

Fuente: Elaboración propia.

5.3.4 Ahorro de energía y reducción de emisiones de CO2, por implementación de aislantes térmicos

Este criterio tiene la función de evaluar el ahorro de energía implementando aislantes térmicos, y su valor dependerá del tipo de aislante seleccionado. Para ello, se tomará en cuenta el ahorro energético calculado por la NOM-020-ENER-2011, en la reducción de emisiones de CO2 y en el ahorro económico mensual de acuerdo a los meses más críticos de calor, empleando la metodología de cálculo de Gallego Maraña, L. (2013). Véase tabla 43.

Tabla 43. Ponderación criterio E-4.

Ponderación de sistemas de aislamiento														
AHORRO ENERGÉTICO CALCULADO POR LA NOM-020-ENER-2011	Ponderación relativa sustentable		Celulosa		Lino		Corcho		Lana de oveja		Lana mineral		Poliestireno	
	0 - 12%	3	10.00%		0.00%		0.00%	3.00	10.00%		0.00%		0.00%	
12 - 24%	7	23.33%	7.00	23.33%	7.00	23.33%		0.00%	7.00	23.33%		0.00%	7.00	23.33%
24% en adelante	10	33.33%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%	10.00	33.33%		0.00%
Sub total				23.33%		23.33%		10.00%		23.33%		33.33%		23.33%
REDUCCIÓN DE EMISIONES DE CO2														
0 - 12 kg	3	10.00%		0.00%		0.00%	3.00	10.00%		0.00%		0.00%		0.00%
12 - 24 kg	7	23.33%	7.00	23.33%	7.00	23.33%		0.00%	7.00	23.33%		0.00%	7.00	23.33%
24 kg en adelante	10	33.33%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%	10.00	33.33%		0.00%
Sub total				23.33%		23.33%		10.00%		23.33%		33.33%		23.33%
AHORRO ECONOMICO MENSUAL (MESES MÁS CRÍTICOS DE CALOR)														
0-20 pesos	3	10.00%		0.00%		0.00%	3.00	10.00%		0.00%		0.00%		0.00%
20-40 pesos	7	23.33%		0.00%	7.00	23.33%		0.00%	7.00	23.33%		0.00%		0.00%
40 pesos en adelante	10	33.33%	10.00	33.33%		0.00%		0.00%		0.00%	10.00	33.33%	10.00	33.33%
Sub total				33.33%		23.33%		10.00%		23.33%		33.33%		33.33%
Total				79.99%		69.99%		30.00%		69.99%		99.99%		79.99%
		PUNTOS 1-10		8.00		7.00		3.00		7.00		10.00		8.00

Fuente: Elaboración propia.

5.3.5 Inversión en material de aislamiento térmico

Por último, este criterio toma en cuenta la cantidad monetaria que estaría dispuestos a invertir los habitantes para mejorar el confort interior de su vivienda. Dicha cantidad es entre \$5,000 y \$7,000.00 pesos anuales. El criterio evaluará como puntuación más alta, los sistemas de aislamiento más económicos, véase tabla 45.

A continuación se muestra la tabla 45, que indica el costo por m2 de cada material aislante, considerando 58.31 m2 de área de aislante por encima de losa (sin considerar área de patio de servicio y pasillo), y 44.37 m2 de área de aislante debajo de losa (considerando áreas de mayor uso por el usuario: sala-comedor, cocina, recámaras y alcoba).

Tabla 44. Costo m2 de materiales aislantes.

Costo m2 de materiales aislantes			
Material	Costo m2	m2	Total
Corcho	\$ 286.00	44.37	\$ 12,689.82
Celulosa	\$ 480.00	44.37	\$ 21,297.60
Lana de oveja **	\$ 316.80	44.37	\$ 14,056.42
Lino **	\$ 297.00	44.37	\$ 13,177.89
Lana mineral	\$ 202.00	44.37	\$ 8,962.74
Poliestireno	\$ 56.00	44.37	\$ 2,484.72

Fuente: Elaboración propia e información obtenida de Aisla y ahorra, Mercado libre y empresas de proveedores.

** Materiales aislantes producidos en Europa, no incluye los gastos de envío.

Tabla 45. Ponderación criterio E-5.

Ponderación de sistemas de aislamiento														
INVERSIÓN MÍNIMA EN MATERIAL	Ponderación relativa sustentable		Celulosa		Lino		Corcho		Lana de oveja		Lana mineral		Poliestireno	
	0 - \$5000.00	10	100.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%	10.00
\$5000.00 - \$10,000	7	70.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%	7.00	70.00%		0.00%
Más de \$10,000	3	3.00%	3.00	30.00%	3.00	30.00%	3.00	30.00%	3.00	30.00%		0.00%		0.00%
TOTAL				30.00%		30.00%		30.00%		30.00%		70.00%		100.00%
		PUNTOS 1-10		3.00		3.00		3.00		3.00		7.00		10.00

Fuente: Elaboración propia.

5.4 Evaluación de Nivel Operacional: Técnica de Análisis Multicriterial

Tabla 46. Evaluación de Nivel Operacional.

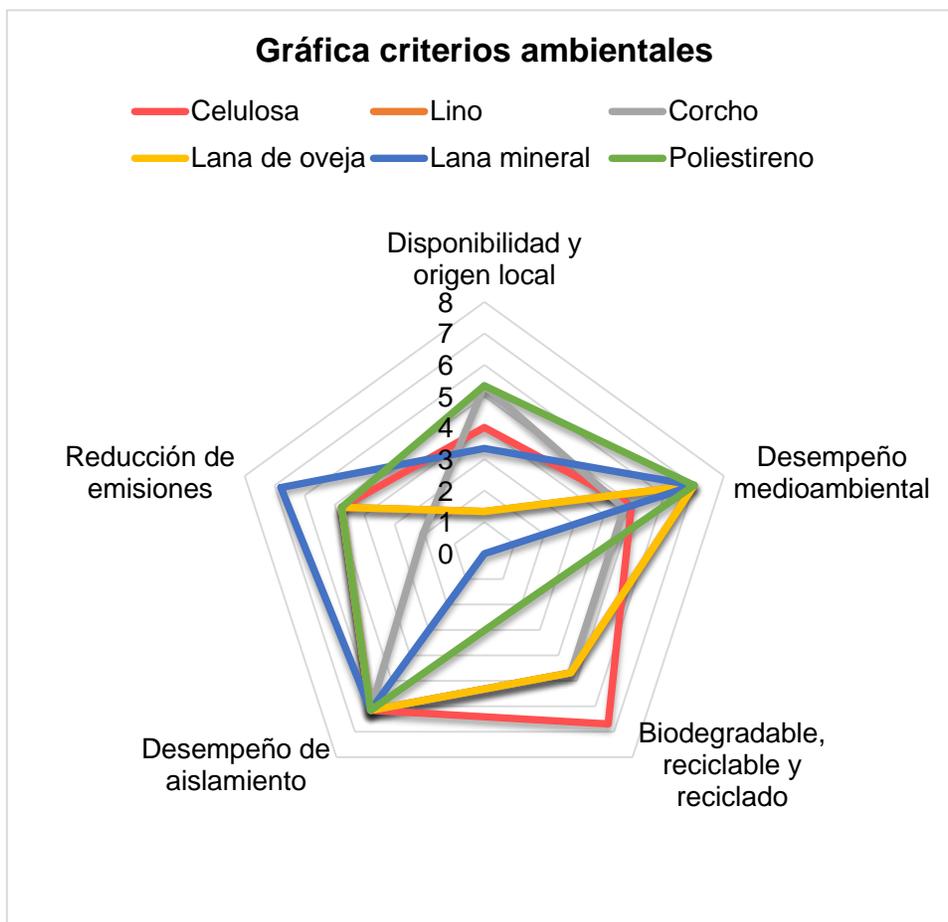
	Evaluador 1		Evaluador 2		Evaluador 3		Evaluador 4		Evaluador 5		Evaluador 6		Evaluador 7		Promedio Aritmético	Ponderación relativa sustentabl	Sistema 1	Sistema 1 Pnd	Sistema 2	Sistema 2 Pond	Sistema 3	Sistema 3 Pond	Sistema 4	Sistema 4 Pond	Sistema 5	Sistema 5 Pond	Sistema 6	Sistema 6 Pond
	Danyra	Verania	Lucero	Laura	Usuario	Constructora	Regidor Mpal.	Celulosa	Lino	Corcho	Lana de oveja	Lana mineral	Poliestireno															
1. Utilizar materiales disponibles y de origen local	10	21.28%	9	20.00%	9	19.57%	8	17.78%	10	22.22%	8	19.05%	10	20.41%	20.04%	6.68%	6	4.01	2	1.34	8	5.34	2	1.34	5	3.34	8	5.34
2. Mejorar el desempeño medioambiental de los edificios residenciales: eficiencia energética con calidad interior de aire, para lograr confort higrotérmico.	10	21.28%	10	22.22%	10	21.74%	9	20.00%	8	17.78%	10	23.81%	10	20.41%	21.03%	7.01%	7	4.91	10	7.01	7	4.67	10	7.01	10	7.01	10	7.01
3. Promover el uso de materiales naturales biodegradables, reciclables y reciclados.	10	21.28%	9	20.00%	10	21.74%	10	22.22%	8	17.78%	8	19.05%	9	18.37%	20.06%	6.69%	10	6.69	7	4.68	7	4.68	7	4.68	0	0.00	3	2.01
4. Implementar aislamiento de los elementos estructurales, muros y techos permitiendo mantener las viviendas más calientes en periodos fríos y frías en periodos cálidos. (Pág. 17) (UN-Hab12)	8	17.02%	8	17.78%	9	19.57%	8	17.78%	9	20.00%	7	16.67%	10	20.41%	18.46%	6.15%	10	6.15	10	6.15	10	6.15	10	6.15	10	6.15	10	6.15
5. Reducir las emisiones a la atmósfera por el uso de energía residencial. (A55)	9	19.15%	9	20.00%	8	17.39%	10	22.22%	10	22.22%	9	21.43%	10	20.41%	20.40%	6.80%	7	4.76	7	4.76	3	2.04	7	4.76	10	6.80	7	4.76
Sub total	47	100.00%	45	100.00%	46	100.00%	45	100.00%	45	100.00%	42	100.00%	49	100.00%	100.00%	33.33%		26.52		23.94		22.89		23.94		23.31		25.28
DIMENSIÓN SOCIAL																												
1. Evaluar el confort higrotérmico obtenido por una tecnología específica.	9	19.15%	9	21.95%	10	22.22%	9	20.45%	8	21.62%	8	17.02%	10	20.00%	20.35%	6.78%	10	6.78	7	4.75	3	2.03	7	4.75	10	6.78	7	4.75
2. Crear satisfacción con los usuarios, a través de la implementación de mejoras en la vivienda.	10	21.28%	8	19.51%	10	22.22%	9	20.45%	10	27.03%	10	21.28%	10	20.00%	21.68%	7.23%	9	6.14	7	4.82	3	2.17	7	4.82	10	7.23	9	6.14
3. Apoyar valores, comportamientos y tecnologías sustentables, a través, de la difusión de sus beneficios tanto ambientales, sociales y económicos. (En relación con el ahorro de energía, utilizar materiales reciclados, comprensión de los beneficios de la tecnología verde, etc.).	10	21.28%	8	19.51%	8	17.78%	9	20.45%	10	27.03%	9	19.15%	10	20.00%	20.74%	6.91%	9	6.40	8	5.36	4	2.77	7	4.84	7	4.67	6	3.98
4. Evaluar la aceptación social en términos de sustentabilidad. (S6)Consumo sustentable (ISO 26000)	8	17.02%	8	19.51%	8	17.78%	8	18.18%	7	18.92%	10	21.28%	10	20.00%	18.96%	6.32%	9	5.84	8	4.90	4	2.53	7	4.42	7	4.26	5	3.16
5. Reducir riesgos fisiológicos: Humedad y moho; exceso de frío o calor; materiales contaminantes o que emitan radiación dañina. (S22)	10	21.28%	8	19.51%	9	20.00%	9	20.45%	10	27.03%	10	21.28%	10	20.00%	21.36%	7.12%	8	5.70	10	7.12	9	6.41	10	7.12	9	6.41	8	5.46
Sub total	47	100.00%	41	100.00%	45	100.00%	44	100.00%	37	100.00%	47	100.00%	50	100.00%	100.00%	33.33%		30.86		27		15.90		26		29.35		23
DIMENSIÓN ECONÓMICA																												
1. Aprovechar fuentes de financiamiento existente para la viviendas.	10	21.28%	10	21.28%	9	20.00%	8	17.78%	10	21.74%	10	21.28%	10	20.00%	20.48%	6.83%	3	2.27	3	2.27	3	2.27	3	2.27	3	2.27	3	2.27
2. Contribuir positivamente con medio ambiente mediante la utilización de materiales de la región, promoviendo el desarrollo económico local y la participación de los usuarios durante la planeación y construcción. (Wallbaum 2012), P. 355-357 (E44)	9	19.15%	9	19.15%	10	22.22%	9	20.00%	8	17.39%	10	21.28%	10	20.00%	19.88%	6.63%	4.5	3.0	4.5	3.0	6.5	4.3	4.5	3.0	5.5	3.6	6.5	4.3
3. Duración promedio de la vida del producto. (E13)	10	21.28%	10	21.28%	9	20.00%	10	22.22%	10	21.74%	9	19.15%	10	20.00%	20.81%	6.94%	7	4.62	7	4.62	3	2.31	10	6.94	10	6.94	10	6.94
4. Ahorro de energía y reducción de emisiones de CO2, por implementación de aislantes térmicos.	8	17.02%	8	17.02%	7	15.56%	8	17.78%	10	21.74%	8	17.02%	10	20.00%	18.02%	6.01%	8	4.81	7	4.20	3	1.80	7	4.20	10	6.01	8	4.81
5. Inversión en material de aislante térmico.	10	21.28%	10	21.28%	10	22.22%	10	22.22%	8	17.39%	10	21.28%	10	20.00%	20.81%	6.94%	3	2.08	3	2	3	2.08	3	2.08	7	4.86	10	6.94
Sub total	47	100.00%	47	100.00%	45	100.00%	45	100.00%	46	100.00%	47	100.00%	50	100.00%	100.00%	33.33%		16.76		16		13		18		24		25
TOTAL																	74.14		67.05		51.57		68.37		76.37		74.02	

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 46 Evaluación de Nivel Operacional, contempla la evaluación de cuatro alumnas de la maestría, la opinión del usuario, de una empresa constructora y de un representante del ayuntamiento de Tepic, que servirá como un análisis cualitativo y cuantitativo de cada criterio sustentable.

5.5 Conclusiones de Evaluación de Sistemas de Aislamientos Térmicos

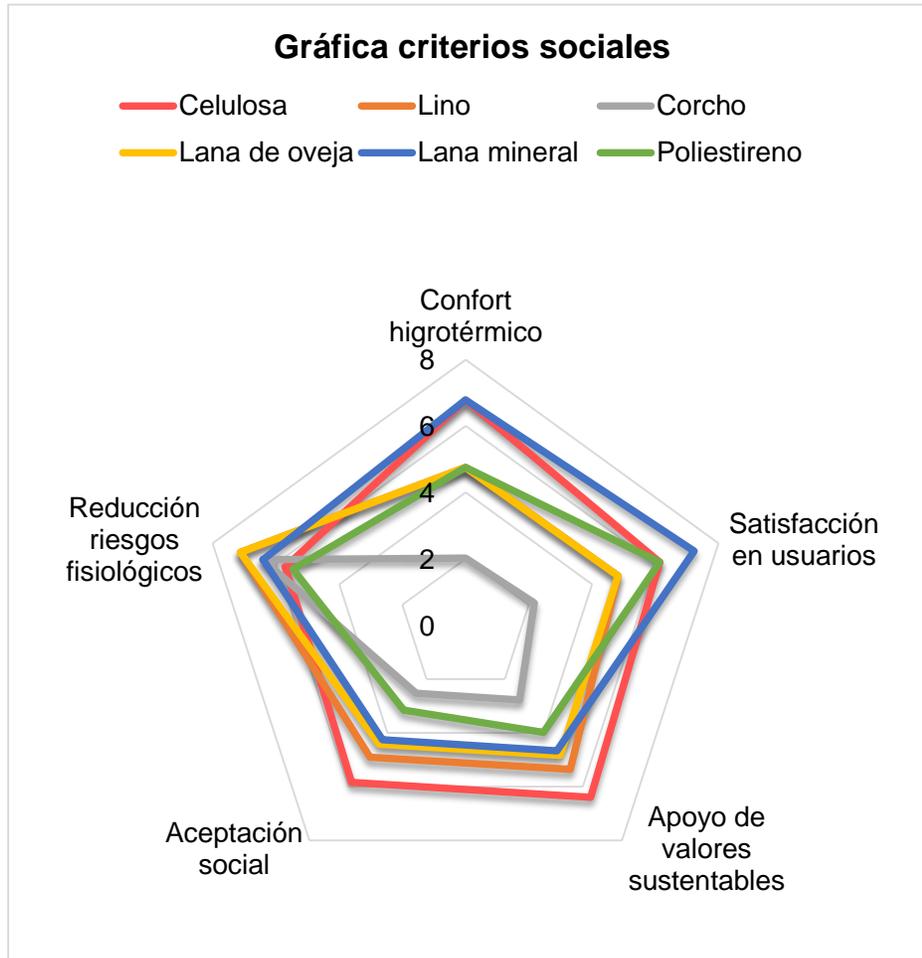
Gráfica 45. Criterios ambientales.



Fuente: Elaboración propia.

En la gráfica 45, se muestran los resultados de acuerdo a los criterios que forman parte de la **dimensión ambiental**. En el criterio 1, demuestra que el corcho y el poliestireno son más factibles de utilizar en la ciudad de Tepic por su disponibilidad y origen. En el criterio 2 señala que los seis sistemas de aislamiento son adecuados desempeñándose ambientalmente. De acuerdo al criterio 3, la celulosa resultó ser el material más ecológico de todos por ser biodegradable, siguiendo de la lana de oveja, lino, corcho, y como menos ecológico la lana mineral al no poderse reciclar. El criterio 4 señala que todos los sistemas tienen un buen desempeño de aislamiento en elementos estructurales, muros y losas. Por último, en el criterio 5 demuestra que la lana mineral es el sistema que más reduce emisiones de CO₂ al medio ambiente, con un rendimiento menor el sistema a base corcho.

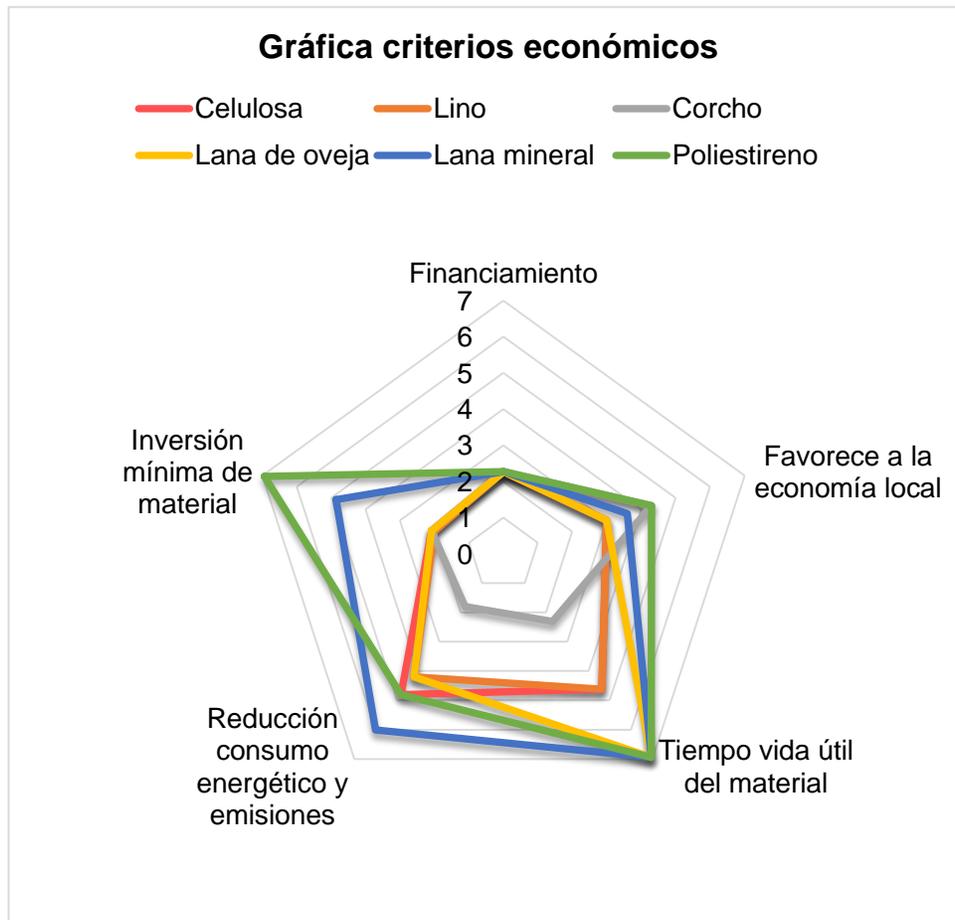
Gráfica 46. Criterios sociales.



Fuente: Elaboración propia.

La gráfica 46, muestra los resultados de acuerdo a los criterios que forman parte de la **dimensión social**. En el criterio 1, referente al confort higrotérmico, los resultados demuestran que es la lana mineral y la celulosa son los sistemas con mayor puntaje y con un mínimo el corcho. De acuerdo al criterio 2, la lana mineral resultó ser el sistema con mayor satisfacción en los usuarios, y el de menor satisfacción el sistema de corcho. Por otro lado, según el criterio 3 la celulosa demostró ser el material con más apoyo de valores sustentables debido a sus beneficios ambientales, y como en última instancia el corcho. En el criterio 4, la celulosa nuevamente fue el sistema más aceptado socialmente de acuerdo a sus características ecológicas. Por último, el criterio 5 indica que la lana de oveja y el lino, son los materiales con la menor reducción de riesgos fisiológicos por ser de origen animal; y el poliestireno con un puntaje mínimo, por ser el material más sintético.

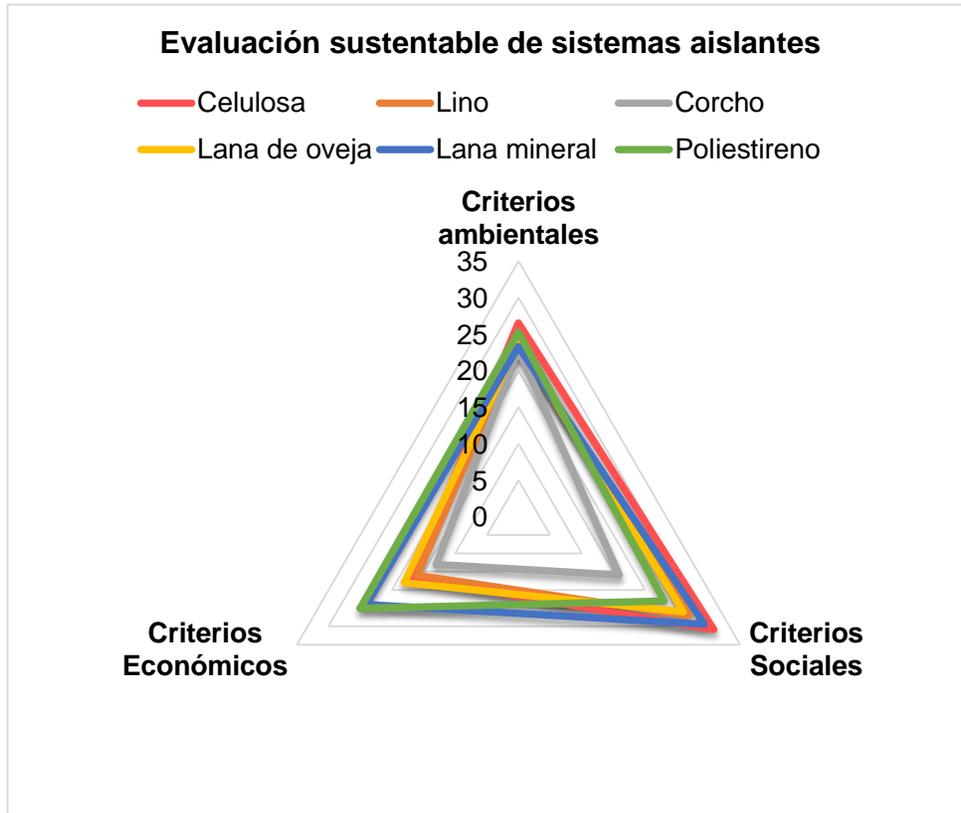
Gráfica 47 Criterios económicos



Fuente: Elaboración propia.

En la gráfica 47, se muestran los resultados de acuerdo a los criterios que forman parte de la **dimensión económica**. El criterio 1, demuestra que los seis sistemas de aislante térmico pueden obtenerse por medio de un financiamiento. De acuerdo al criterio 2, el poliestireno y el corcho, son los sistemas que más favorecerían a la economía local (ciudad de Tepic), y el sistema de lana y lino serían los que menos favorecerían porque son producidos en otro país. Por otro lado, el criterio 3, demuestra que la lana de oveja, lana mineral y el poliestireno son los sistemas con mayor duración, es decir, más de 50 años; con una menor puntuación se encuentra el corcho. En el criterio 4, la lana mineral es el sistema que muestra una mayor reducción del consumo energético y emisiones de CO₂ al medio ambiente, mostrando un menor puntaje el corcho. Por último, el poliestireno resultó ser el sistema más económico de todos, mientras que el corcho, la lana de oveja, el lino y la celulosa resultaron tener los costos más elevados (la lana y el lino son producidos en Europa, no se comercializan en México).

Gráfica 48. Evaluación sustentable de sistemas aislantes.



Fuente: Elaboración propia.

Los resultados para la obtención de la evaluación de la sustentabilidad de las tres dimensiones se muestran en la gráfica 48. En cuanto a la **dimensión ambiental**, el sistema con mayor puntaje es el sistema de celulosa, por contar con los mejores beneficios ambientales, y en último lugar el corcho. En la **dimensión social**, el sistema con mayor puntaje es la celulosa y la lana mineral; y el menor puntaje es el corcho. De acuerdo a la **dimensión económica**, el poliestireno y la lana mineral resultaron ser los sistemas aislantes más económicos a diferencia de los demás, y los más elevados respecto al costo resultaron ser la lana de oveja y el lino por ser sistemas implementados en otro país.

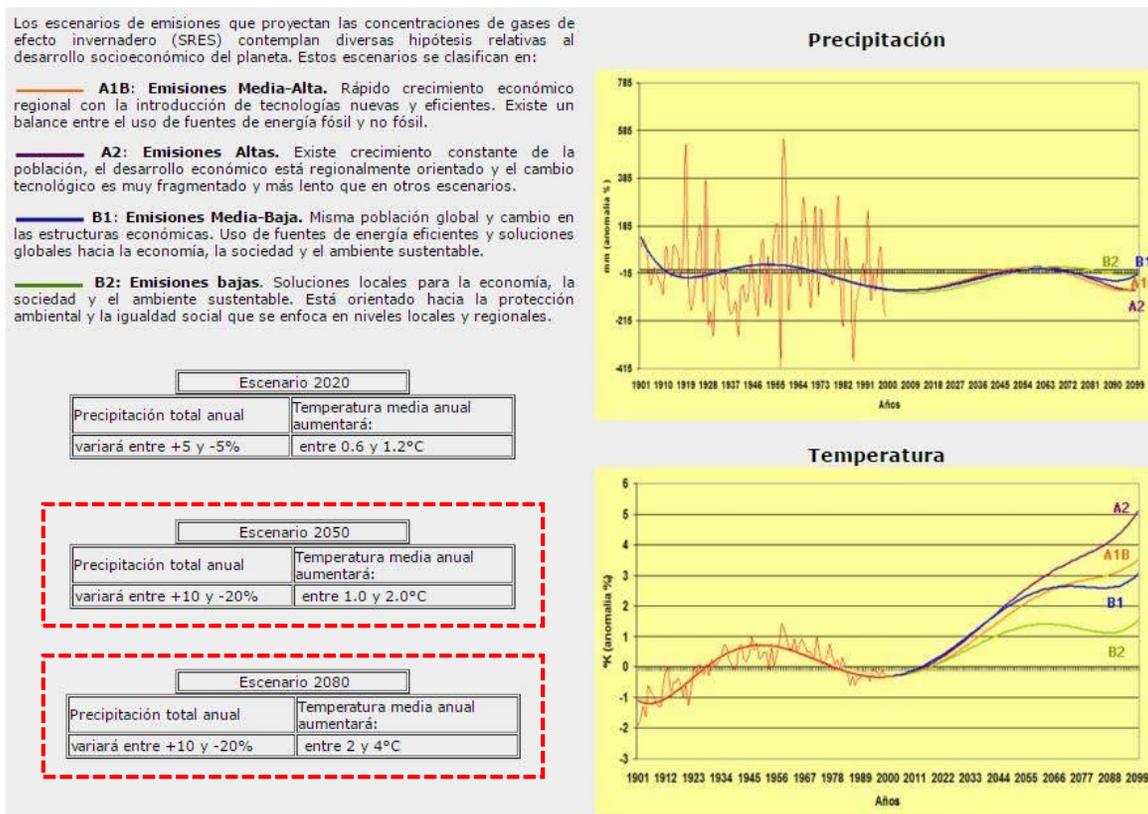
Finalmente, el sistema de aislamiento térmico que resultó ser el más sustentable gracias a este trabajo partir de la suma de las tres dimensiones (ambiental, social y económica) descritas anteriormente, es la lana mineral con una ponderación de 76.37.

4.3.2. ESCENARIOS

Elaborar escenarios es una actividad necesaria ante la crisis del actual modelo de crecimiento. Son útiles para hacer predicciones acerca de situaciones futuras así como para evaluar estrategias de diferentes contextos, en estos casos ambientales, sociales y económicos. Es por ello que son una herramienta base de planeación de un nuevo rumbo hacia el desarrollo.

El Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), en colaboración con el Instituto Nacional de Ecología y la Secretaría de medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), presentan información en línea sobre el cambio climático de diversos estados, en este caso de Nayarit. Incluye proyecciones de riesgo climático, lo que resulta importante que la sociedad le dé la importancia de hacer frente a este gran problema. Para fines de este trabajo, se tomará en cuenta dos escenarios relacionados con el aumento de temperatura. El primero, será el escenario 2050 con un aumento entre 1 y 2°C (se considerará 2°C), y el segundo escenario 2080 con un aumento entre 2 y 4°C (se considerará 3°C). Véase imagen 34.

Imagen 34. Escenarios futuros en Nayarit.



Para poder contrarrestar las emisiones generadas por el aumento de energía en la viviendas multifamiliar, se considerarán los escenarios ya mencionados en la NOM-020-ENER-2011 (véase tabla 47), considerando los respectivos aumentos de temperatura en cada sistema de aislamiento térmico.

Tabla 47. Temperatura equivalente.

Temperatura equivalente de cada porción de la envolvente (°C)									
Techo	Muros				Ventanas				Puerta (muro ligero según norma)
	Norte	Sur	Este	Oeste	Norte	Sur	Este	Oeste	Oeste
39	26	27	29	27	24	25	25	25	34
Temperatura equivalente para cada porción de la envolvente, para escenario 2050 (+ 2°C)									
Techo	Muros				Ventanas				Puerta (muro ligero según norma)
	Norte	Sur	Este	Oeste	Norte	Sur	Este	Oeste	Oeste
41	28	29	31	29	26	27	27	27	36
Temperatura equivalente para cada porción de la envolvente, para escenario 2080 (+ 3°C)									
Techo	Muros				Ventanas				Puerta (muro ligero según norma)
	Norte	Sur	Este	Oeste	Norte	Sur	Este	Oeste	Oeste
42	29	30	32	30	27	28	28	28	37

Elaboración propia. Fuente: SENER (2011).

Comportamiento térmico de la envolvente con escenarios futuros en vivienda multifamiliar

1. Escenario 2050 con Sistema de Aislamiento Térmico de Celulosa

Resumen de Cálculo			
Presupuesto energético			
	Ganancia por Conducción (W)	Ganancia por Radiación (W)	Ganancia Total $\Phi_r = \Phi_{rc} + \Phi_{rs}$ $\Phi_p = \Phi_{pc} + \Phi_{ps}$ (W)
Referencia	(Φ_{rc}) 988.23	(Φ_{rs}) 1179.86	(Φ_r) 2168.09
Proyectado	(Φ_{pc}) 1,584.80	(Φ_{ps}) 556.62	(Φ_p) 2,141.42
		pmt 10	
Cumplimiento			
Si ($\Phi_r > \Phi_p$)	X	No ($\Phi_r < \Phi_p$)	

Resultado. Este sistema de aislamiento cumple la NOM-020-ENER-2011 de acuerdo al escenario 2050, con una disminución de energía de 26.67 watts, es decir un ahorro de 1.23%.

2. Escenario 2050 con Sistema de Aislamiento Térmico de Lana de oveja

Resumen de Cálculo			
Presupuesto energético			
	Ganancia por Conducción (W)	Ganancia por Radiación (W)	Ganancia Total $\Phi_r = \Phi_{rc} + \Phi_{rs}$ $\Phi_p = \Phi_{pc} + \Phi_{ps}$ (W)
Referencia	(Φ_{rc}) 988.23	(Φ_{rs}) 1179.86	(Φ_r) 2168.09
Proyectado	(Φ_{pc}) 1,667.61	(Φ_{ps}) 556.62	(Φ_p) 2,224.23
pmt 10			
Cumplimiento			
Si ($\Phi_r > \Phi_p$)	<input type="checkbox"/>	No ($\Phi_r < \Phi_p$)	<input checked="" type="checkbox"/> X

Resultado. Este sistema de aislamiento no cumple la NOM-020-ENER-2011 de acuerdo al escenario 2050, con un aumento de energía de 56.14 watts, es decir un incremento de ganancia de calor del 2.6%.

3. Escenario 2050 con Sistema de Aislamiento Térmico de Lino

Resumen de Cálculo			
Presupuesto energético			
	Ganancia por Conducción (W)	Ganancia por Radiación (W)	Ganancia Total $\Phi_r = \Phi_{rc} + \Phi_{rs}$ $\Phi_p = \Phi_{pc} + \Phi_{ps}$ (W)
Referencia	(Φ_{rc}) 988.23	(Φ_{rs}) 1179.86	(Φ_r) 2168.09
Proyectado	(Φ_{pc}) 1,643.86	(Φ_{ps}) 556.62	(Φ_p) 2,200.48
pmt 10			
Cumplimiento			
Si ($\Phi_r > \Phi_p$)	<input type="checkbox"/>	No ($\Phi_r < \Phi_p$)	<input checked="" type="checkbox"/> X

Resultado. El sistema de aislamiento no cumple la NOM-020-ENER-2011 de acuerdo al escenario 2050, con un aumento de energía de 32.39 watts, es decir un incremento de ganancia de calor de 1.50%.

4. Escenario 2050 con Sistema de Aislamiento Térmico de Corcho

Resumen de Cálculo			
Presupuesto energético			
	Ganancia por Conducción (W)	Ganancia por Radiación (W)	Ganancia Total $\Phi_r = \Phi_{rc} + \Phi_{rs}$ $\Phi_p = \Phi_{pc} + \Phi_{ps}$ (W)
Referencia	(Φ_{rc}) 988.23	(Φ_{rs}) 1179.86	(Φ_r) 2168.09
Proyectado	(Φ_{pc}) 1,887.79	(Φ_{ps}) 556.62	(Φ_p) 2,444.41
		pmt 10	
Cumplimiento			
Si ($\Phi_r > \Phi_p$)	<input type="checkbox"/>	No ($\Phi_r < \Phi_p$)	<input checked="" type="checkbox"/> X

Resultado. El sistema de aislamiento no cumple la NOM-020-ENER-2011 de acuerdo al escenario 2050, con un aumento de energía de 276.32 watts, es decir un incremento de ganancia de calor del 12.75%.

5. Escenario 2050 con Sistema de Aislamiento Térmico de Lana mineral

Resumen de Cálculo			
Presupuesto energético			
	Ganancia por Conducción (W)	Ganancia por Radiación (W)	Ganancia Total $\Phi_r = \Phi_{rc} + \Phi_{rs}$ $\Phi_p = \Phi_{pc} + \Phi_{ps}$ (W)
Referencia	(Φ_{rc}) 988.23	(Φ_{rs}) 1179.86	(Φ_r) 2168.09
Proyectado	(Φ_{pc}) 1,516.40	(Φ_{ps}) 556.62	(Φ_p) 2,073.02
		pmt 10	
Cumplimiento			
Si ($\Phi_r > \Phi_p$)	<input checked="" type="checkbox"/> X	No ($\Phi_r < \Phi_p$)	<input type="checkbox"/>

Resultado. Este sistema de aislamiento cumple la NOM-020-ENER-2011 de acuerdo al escenario 2050, con una disminución de energía de 95.07 watts, es decir un ahorro de la ganancia de calor de 4.39%.

6. Escenario 2050 con Sistema de Aislamiento Térmico de Poliestireno

Resumen de Cálculo			
Presupuesto energético			
	Ganancia por Conducción (W)	Ganancia por Radiación (W)	Ganancia Total $\Phi_r = \Phi_{rc} + \Phi_{rs}$ $\Phi_p = \Phi_{pc} + \Phi_{ps}$ (W)
Referencia	(Φ_{rc}) 988.23	(Φ_{rs}) 1179.86	(Φ_r) 2168.09
Proyectado	(Φ_{pc}) 1,600.07	(Φ_{ps}) 556.62	(Φ_p) 2,156.69
pmt 10			
Cumplimiento			
Si ($\Phi_r > \Phi_p$)	X	No ($\Phi_r < \Phi_p$)	

Resultado. Este sistema de aislamiento cumple la NOM-020-ENER-2011 de acuerdo al escenario 2050, con una disminución de energía de 11.40 watts, es decir un ahorro de ganancia de calor de 0.53%.

Con base en los cálculos realizados sobre el escenario 2050, el sistema de aislamiento de celulosa, de lana mineral y de poliestireno son los que cumplen satisfactoriamente con la NOM-020-ENER-2011. Estos mismos sistemas serán calculados por la norma sobre el escenario 2080, es decir, con un aumento de 3°C en la temperatura exterior para determinar si son factibles su implementación o no para este año y serán presentados a continuación:

1. Escenario 2080 con Sistema de Aislamiento Térmico de Celulosa

Resumen de Cálculo			
Presupuesto energético			
	Ganancia por Conducción (W)	Ganancia por Radiación (W)	Ganancia Total $\Phi_r = \Phi_{rc} + \Phi_{rs}$ $\Phi_p = \Phi_{pc} + \Phi_{ps}$ (W)
Referencia	(Φ_{rc}) 988.23	(Φ_{rs}) 1179.86	(Φ_r) 2168.09
Proyectado	(Φ_{pc}) 1,790.01	(Φ_{ps}) 556.62	(Φ_p) 2,346.63
pmt 10			
Cumplimiento			
Si ($\Phi_r > \Phi_p$)	<input type="checkbox"/>	No ($\Phi_r < \Phi_p$)	<input checked="" type="checkbox"/> X

Resultado. Este sistema de aislamiento no cumple la NOM-020-ENER-2011 de acuerdo al escenario 2080, pues presenta un aumento de energía de 178.54 watts, es decir un incremento en la ganancia de calor de la envolvente de 8.23%.

2. Escenario 2080 con Sistema de Aislamiento Térmico de Lana mineral

Resumen de Cálculo			
Presupuesto energético			
	Ganancia por Conducción (W)	Ganancia por Radiación (W)	Ganancia Total $\Phi_r = \Phi_{rc} + \Phi_{rs}$ $\Phi_p = \Phi_{pc} + \Phi_{ps}$ (W)
Referencia	(Φ_{rc}) 988.23	(Φ_{rs}) 1179.86	(Φ_r) 2168.09
Proyectado	(Φ_{pc}) 1,717.59	(Φ_{ps}) 556.62	(Φ_p) 2,274.21
pmt 10			
Cumplimiento			
Si ($\Phi_r > \Phi_p$)	<input type="checkbox"/>	No ($\Phi_r < \Phi_p$)	<input checked="" type="checkbox"/> X

Resultado. Este sistema de aislamiento no cumple la NOM-020-ENER-2011 de acuerdo al escenario 2080, ya que presenta un aumento de energía de 106.12 watts, es decir un incremento en la ganancia de calor de la envolvente de 4.9%.

3. Escenario 2080 con Sistema de Aislamiento Térmico de Poliestireno

Resumen de Cálculo			
Presupuesto energético			
	Ganancia por Conducción (W)	Ganancia por Radiación (W)	Ganancia Total $\Phi_r = \Phi_{rc} + \Phi_{rs}$ $\Phi_p = \Phi_{pc} + \Phi_{ps}$ (W)
Referencia	(Φ_{rc}) 988.23	(Φ_{rs}) 1179.86	(Φ_r) 2168.09
Proyectado	(Φ_{pc}) 1,806.18	(Φ_{ps}) 556.62	(Φ_p) 2,362.80
		pmt 10	
Cumplimiento			
Si ($\Phi_r > \Phi_p$)	<input type="checkbox"/>	No ($\Phi_r < \Phi_p$)	<input checked="" type="checkbox"/> X

Resultado. Este sistema de aislamiento no cumple la NOM-020-ENER-2011 de acuerdo al escenario 2080, ya que presenta un aumento de energía de 194.71 watts, es decir un incremento en la ganancia de calor de la envolvente de 9%.

Para concluir este tema, los sistemas de aislamiento térmico que no logran cumplir con el escenario 2050 con un aumento de 2°C exterior, son los mismos que presentaron los menores ahorros energéticos aplicando la NOM-020-ENER-2011 sobre las propuestas para mejorar el comportamiento térmico de la vivienda. Estos sistemas son la lana de oveja, el lino y el corcho.

Mientras tanto, los sistemas a base de celulosa, lana minera y poliestireno son los más eficientes para las viviendas multifamiliares ubicadas dentro del conjunto habitacional “Los Fresnos”, contando con una eficiencia hasta el año 2050, considerando un aumento de 2°C de la temperatura exterior.

4.4 Conclusiones parciales: Adecuaciones bioclimáticas.

El estudio de la vivienda de interés social en cuestión de sustentabilidad, es un tema amplio que se ha trabajado bastante los últimos años, ya sea en vivienda nueva y en algunos casos construida. Sin embargo aún falta por trabajar en intervenciones de conjuntos habitacionales de interés social ya construidos dentro de un esquema de sustentabilidad, que promueva el diseño bioclimático y una cultura ambiental preocupada por mejorar el lugar donde habita. Este proyecto es un nuevo aporte que toma en cuenta el clima y el sitio del lugar, así como las necesidades de los habitantes en cuestión de confort y condiciones de habitabilidad; solucionando un problema de vivienda multifamiliar construida.

El Conjunto Habitacional “Los Fresnos” en Tepic Nayarit presenta viviendas multifamiliares de interés social que no cumplen con los requerimientos de confort, ventilación y habitabilidad; sin embargo muchas de las adecuaciones por las cuáles invierten los habitantes son remodelar y ampliar su vivienda, dejando a un lado el confort interior de los espacios.

El trabajo comprende de un análisis bioclimático que permitió entender las características climáticas de Tepic, a partir de datos de temperatura, humedad, radiación solar y vientos para relacionarlos con el confort del usuario, permitiendo establecer las estrategias bioclimáticas adecuadas al caso de estudio. Se determinaron los límites de confort, siendo el inferior de 21.4°C y el superior de 26.4°C. El análisis bioclimático fue comparado con las especificaciones para proyecto arquitectónico estipulado por el Código de Edificación de Vivienda, donde la mayoría de los requerimientos concordaron.

Se realizó un comportamiento térmico, donde se presentan dos orientaciones de dos edificios del conjunto habitacional, nor-oeste y sur-este. En un principio se pensaba que las viviendas pertenecientes al edificio con orientación al sur-este serían más calientes, pero al realizar el monitoreo de temperatura en las viviendas, resultaron ser las viviendas del edificio orientado al nor-oeste. Es por ello, que se eligió la vivienda más crítica por contar con una temperatura interior de 30°C. Para conocer el comportamiento térmico de la vivienda seleccionada, se investigaron diferentes programas, pero el más práctico fue el cálculo de la NOM-020-ENER-2011. Por otro lado, resultó complicado conocer el sistema constructivo de la vivienda, pues fueron construidas por INFONAVIT y no cuentan con planos arquitectónicos ni constructivos. La información fue obtenida por los mismos habitantes de los edificios y por copias de planos a mano de los departamentos.

De acuerdo al cálculo de la NOM-020-ENER-2011 en la vivienda en estudio, la losa resultó ser la porción de la envolvente con mayores ganancias de calor por conducción, es por ello que se propuso diversos sistemas de aislamiento térmico para reducir los consumos de energía. Las ganancias de calor fueron mayores para la losa plana por ser de concreto, y más bajas en la losa inclinada hecha de block de jal hueco. Este cálculo también permitió observar que la vivienda no cumple la norma, pues la ganancia total del edificio proyectado se encuentra por encima de un 55% sobre la ganancia total del edificio de referencia.

La hipótesis se logra cumplir a través de adecuaciones bioclimáticas eficientes para mejorar las condiciones de habitabilidad y confort en la vivienda multifamiliar; como los sistemas de aislamiento térmico, ventilación natural y protección solar, requeridos por el análisis bioclimático.

Sistemas de aislamiento térmico.

Los sistemas de aislamiento térmico es una opción muy eficiente para disminuir las ganancias de calor en la envolvente de la vivienda. El sistema de poliestireno y de lana mineral (que son los menos naturales) son más factibles de implementar debido a su menor costo y disponibilidad en el mercado. Destacando que el sistema de lana mineral es el más efectivo para disminuir la ganancia de calor, pues según la NOM-020-ENER-2011 presentó un ahorro del 26.1% de ganancia de calor sobre el edificio de referencia. Los sistemas aislantes de corcho y celulosa, siendo naturales, también son eficientes pero su implementación representa un costo más elevado. Por otro lado, los aislantes de lino y de lana de oveja, definitivamente no se podrían implementar ya que son producidos en Europa.

Se comprobó que no todos los sistemas aislantes naturales tienen la misma efectividad para disminuir las ganancias de calor en la vivienda. Además si se colocan por encima de la losa, suelen ser más costosos que los que se implementan debajo de la losa, ya que no considera el ancho de muros y marquesinas. Además, los aislamientos que no son 100% naturales resultaron ser más efectivos para disminuir las ganancias de energía en la vivienda, como la lana mineral y el poliestireno, mientras que el sistema más efectivo de procedencia natural fue la celulosa.

Adecuaciones para promover la ventilación natural

Promover al máximo la circulación del viento en los espacios interiores alcanzando el confort en el usuario, es el propósito principal de las propuestas mencionadas en este

trabajo. También es uno de los requerimientos más importantes del análisis bioclimático debido al clima cálido sub-húmedo de Tepic. Implica el reemplazo de nuevos tipos de ventana solo en los espacios requeridos (sala-comedor, recámaras, cocina y alcoba), resultando velocidades del viento confortable y mayor circulación del viento, según la simulación realizada con el software Ecotect Analysis. Su implementación en todos los espacios sobrepasa el presupuesto que los usuarios pudieran pagar, sin embargo pueden implementarlo conforme a las áreas que más les interese mejorar la circulación del viento.

Se definió que el confort de ventilación para interiores debe ser de 1m/s, y que los vientos dominantes para la ciudad de Tepic, provienen del nor-oeste todos los meses del año.

Protección solar.

Las propuestas de protecciones solares como partesoles y persianas horizontales de este trabajo cumplen con la obstrucción del sol sobre la sala-comedor, siendo éste espacio como el único que necesita debido a la insuficiencia de sombreado de la marquesina. Los demás espacios no requieren protecciones porque las marquesinas existentes cubren su parte de sobrecalentamiento. Su implementación no es muy costosa, pero solucionaría el problema del confort solo de un espacio.

Se evidenció que las protecciones solares deben diseñarse de tal manera que solo cubra la parte de sobrecalentamiento, pues si se hace lo contrario es gasto innecesario. Se proponen que sean de aluminio por la efectividad del material.

Gracias al cálculo de la NOM-020-ENER-2011 sobre los sistemas de aislantes térmicos, al diseño de protecciones solares y estrategias de ventilación, se comprobó que es más importante resolver los problemas de ganancia de calor y ventilación de vivienda, que de protección solar.

Por otro lado, la evaluación sustentable sobre los sistemas aislantes demostró que ambientalmente, la celulosa cuenta con los mejores beneficios. Socialmente, el sistema con mayor puntaje es la celulosa y la lana mineral. Económicamente, el poliestireno y la lana mineral resultaron ser los sistemas aislantes más económicos a diferencia de los demás. Los más costosos son la lana de oveja y el lino por ser implementados en otro país. Finalmente, el sistema de aislamiento térmico más sustentable gracias a la suma de las tres

dimensiones (ambiental, social y económica) fue la lana mineral con una ponderación de 76.37 sobre 100.

Para concluir, se realizaron dos escenarios propuestos por el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático para el estado de Nayarit, donde se pusieron a prueba los sistemas de aislamiento sobre la vivienda aplicando la norma. La lana de oveja, el lino y el corcho, fueron los aislantes que no lograron cumplir con el escenario 2050 (aumento de 2°C en la temperatura exterior). Estos mismos presentaron los menores ahorros energéticos sobre las propuestas para mejorar el comportamiento térmico de la vivienda. Mientras tanto, los sistemas de celulosa, lana mineral y poliestireno son los más eficientes para las viviendas multifamiliares del Conjunto Habitacional “Los Fresnos”, presentando una eficiencia para el año 2050.

5. PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO PARA LOGRAR LA EFICIENCIA HÍDRICA SUSTENTABLE

5.1 Introducción

El crecimiento urbano y de población de la ciudad de Tepic, es el punto de partida de la problemática del agua, desencadenando una desmedida perforación de pozos para abastecer a la demanda actual. Por otro lado, se presenta contaminación de ríos y arroyos, ausencia de control de agua por parte de autoridades municipales a falta de implementación de medidores de agua, manejando la misma tarifa de agua para las viviendas sin importar el consumo de agua. Por tal motivo, también existen nuevos hábitos de higiene personas que aumentan el consumo de agua per cápita, así como modos y costumbres de la población. Todo ello ha provocado desequilibrios en el sistema de abastecimiento de agua. El objetivo es elaborar un planteamiento metodológico para lograr una eficiencia hídrica sustentable.

La ciudad de Tepic cuenta con una población total de 380,249 habitantes, y un total de 98,690 de viviendas particulares habitadas que disponen de agua de la red pública según el último censo de INEGI 2010 (véase mapa 00, Ubicación macro y micro zona de estudio, p. 47). Ocupa el 5.82% de la superficie del estado de Nayarit.

Como se mencionó en el tema 4.1.2 Climatología de la ciudad de Tepic, se cuenta con un rango de temperatura que oscila entre los 16-28°C, mismo dato que será determinante para conocer la dotación diaria según la Comisión Nacional del Agua.

Estudio de caso

Se seleccionó la unidad habitacional “INFONAVIT Los Fresnos” (véase imagen 35), porque presenta problemas de abastecimiento de agua, el SIAPA-Tepic “tandea” la distribución de agua, haciendo cortes de agua a partir de las 8:00 p.m. y restaurando el servicio hasta las 5:00 a.m., lo cual provoca inconvenientes en los habitantes por la falta del suministro de agua por las noches.

Imagen 35. Conjunto habitacional IFONAVIT “Los Fresnos”



Elaboración propia. Fuente: Google.

5.3 Objetivos

Objetivo general

Diseñar un planteamiento metodológico para lograr eficiencia hídrica sustentable apropiada al conjunto habitacional “Los Fresnos” en Tepic, Nayarit; con el propósito de mejorar el abastecimiento continuo de agua y fomentar el cuidado del agua a través de la implementación de dispositivos ahorradores.

Objetivos particulares:

1. Describir las características contextuales de Tepic Nayarit, así como del conjunto habitacional INFONAVIT Los Fresnos, que permitan entender la problemática que enfrenta.
2. Analizar el sistema de agua potable de la zona, en cuestión de calidad, cantidad, presión y servicio continuo

3. Análisis del consumo real de agua en la vivienda, en comparación con la implementación de dispositivos ahorradores de agua
4. Establecer escenarios, análisis y recomendaciones para mejorar la eficiencia hídrica.

5.4 Desarrollo Metodológico

Un sistema de agua potable y su respectiva operación, debe cumplir con lo estipulado por Comisión Nacional de agua (2007), en el Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, dentro del apartado de Redes de Distribución. Dicho sistema establece que debe ser de calidad, en cantidad suficiente, presión adecuada y servicio continuo durante su vida útil. Además, el sistema debe operar en números negros. Para el caso de este proyecto, se analizaron estos cuatro aspectos importantes para poder crear escenarios y recomendaciones para lograr un sistema más eficiente de agua en la zona habitacional. Se hizo un estudio del estado actual de los pozos de abastecimiento, de las redes de distribución y alcantarillado (sanitario y pluvial), y del consumo de agua de los habitantes incluyendo encuestas, entrevistas y dinámicas participativas.

5.4.1 Calidad

Calidad del agua

El abastecimiento se realiza mediante dos pozos de agua que tienen las siguientes características, según Navarro Campos, J. (2015)², el pozo de agua propio del conjunto habitacional que tiene un aforo de 23 lts/s y un nivel dinámico de 39 mts; y un pozo externo denominado 26 de septiembre II, del cual se extraen 38.86 lts/s, y su nivel dinámico se encuentra a 68 mts. Ambos pozos cumplen la NOM-127-SSA1-1994, correspondiente a los límites permisibles de calidad de agua, según funcionarios de SIAPA-Tepic.

Redes de distribución y alcantarillado

Para un servicio satisfactorio y económico, la durabilidad del material en las redes de distribución es un requisito muy importante, pues implica una larga vida útil y hermeticidad. Por otro lado, es importante la resistencia a la corrosión para resistir suelos y aguas

² Navarro Campos, J. (2015). Coordinador de proyectos de saneamiento SIAPA-Tepic.

agresivos, la capacidad de conducción que depende de la lisura en el interior de la tubería.

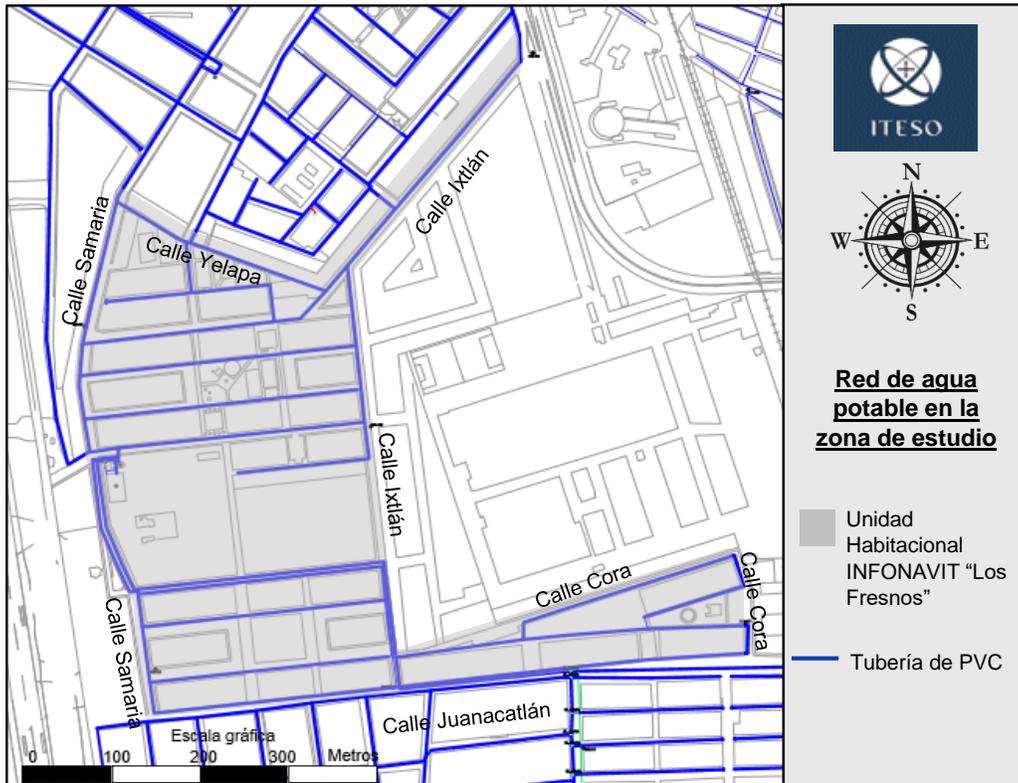
La economía de la tubería, costo de la instalación, tipo de unión o sistema de juntas para enlazar a los tubos, así como mantener la calidad del agua sin añadir sabores, olores o sustancias químicas al agua transportada, son requisitos para que la red de distribución sea adecuada en la conducción del agua. Todo ello lo estipula la CNA (2007), en el apartado de Redes de distribución del Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento.

La unidad habitacional “Los Fresnos”, presenta instalaciones hidráulicas con material de PVC, y tienen una antigüedad de 30 años; es decir desde la construcción de estas viviendas. Solo se le ha dado mantenimiento en cuanto a reparación de fugas. (Véase plano 06 redes de agua potable).

El material de PVC tiene la ventaja de ser hermético, su pared interior es lisa, tiene resistencia a la corrosión, resistencia química, es un material ligero, flexible, fácil de instalar y no altera la calidad del agua. Sin embargo, es prohibido por muchos países, generalmente europeos, ya que es considerado como un material tóxico y peligroso para la salud y para el medio ambiente, según Greenpeace (2001). Entre otras desventajas, es que su resistencia puede ser susceptible a daños durante su manejo, a temperaturas menores a 0°C reduce su resistencia al impacto y a mayores de 25°C reduce la presión de trabajo. Por último, la exposición prolongada a los rayos solares reduce su resistencia mecánica.

Para el caso de esta zona habitacional, se han presentado a lo largo del tiempo fugas en el sistema de agua potable, y esto provoca el desperdicio de agua sobre calles así como pérdidas de electricidad directamente de la bomba del pozo de extracción.

Plano 06. Red de agua potable en la zona de estudio.



Elaboración propia. Fuente: Ocegueda Armenta, A. (2015). Director de operación SIAPA-Tebic.

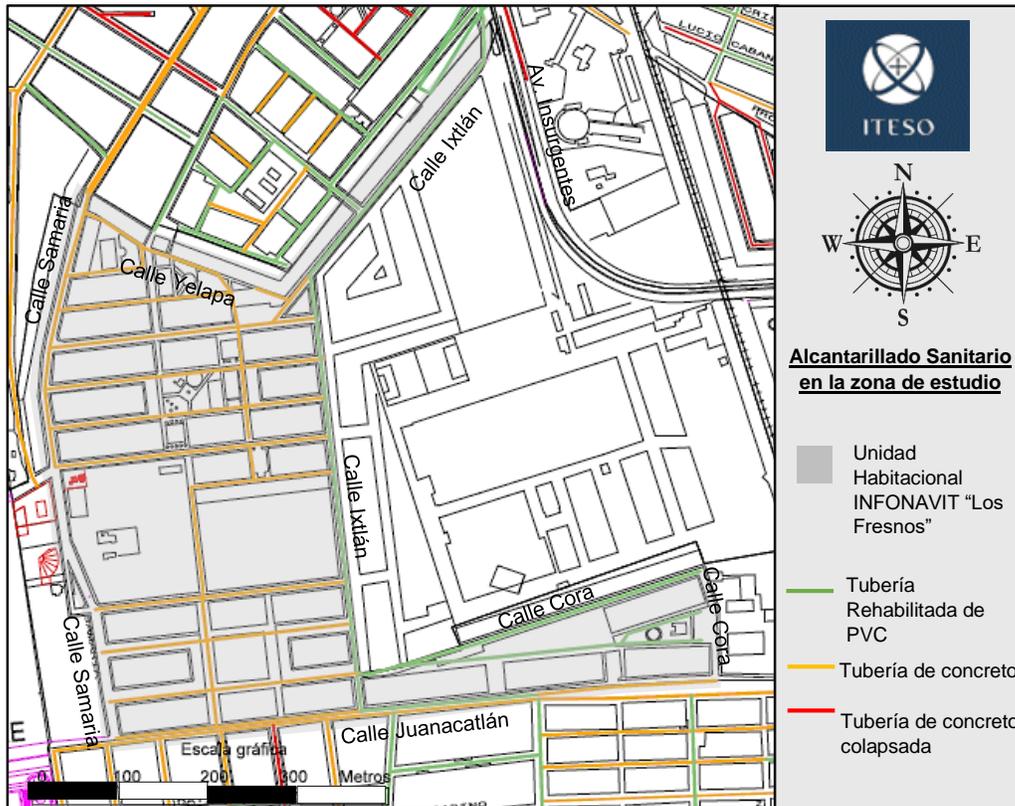
Alcantarillado sanitario y pluvial

El alcantarillado sanitario de la zona está compuesto por tubería de concreto desde su construcción (30 años), pero se han realizado cambios de tubería de PVC en ciertos tramos de calles. (Véase plano 07 de instalación sanitaria).

Estas tuberías tienen las desventajas de ser difíciles de reparar en caso de sufrir daños, pueden presentar posibles corrosiones cuando se encuentran en condiciones ácidas o alcalinas, y pueden resultar complicado realizar conexiones, aunque se usan con piezas y procedimientos especiales para realizar tales derivaciones. Son apropiadas para velocidades donde el agua no supera los 3.5 m/s, ya que si se supera puede erosionar el perímetro mojado de la sección de la tubería. Sin embargo, las aguas residuales no son agresivas químicamente pero si contienen sulfatos producto de la putrefacción de materias fecales, según la CNA (2007). Esto provoca que estas tuberías tengan que ser protegidas

por cemento Portland y pinturas bituminosas en el interior de los tubos, pero presentará riesgo de desgaste por rozamiento. Para este caso, muchas de las tuberías de concreto ya son viejas, por lo que pueden en cualquier momento colapsar. Este colapso conlleva a fugas que pueden provocar la filtración de agua contaminada hacia los mantos freáticos.

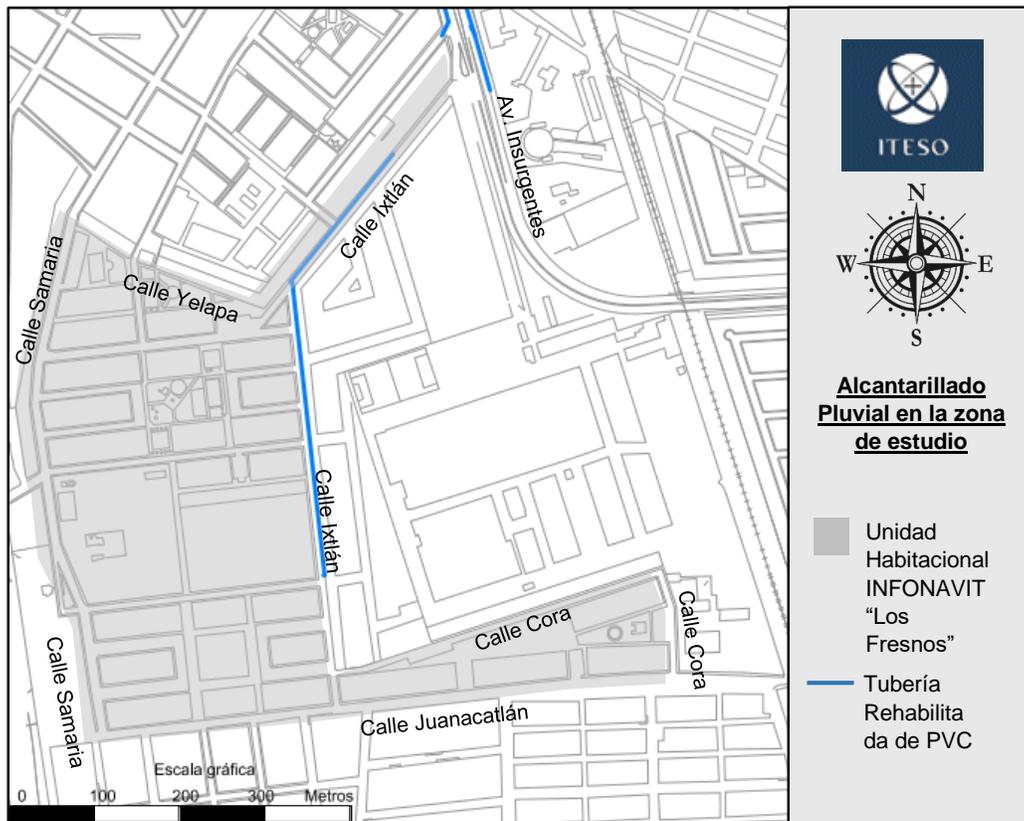
Plano 07. Alcantarillado de la zona d estudio.



Elaboración propia. Fuente: Ocegueda Armenta, A. (2015). Director de operación SIAPA-Tepic.

Por otro lado, las tuberías de PVC empleadas en el alcantarillado sanitario y pluvial, tienen las ventajas de ser herméticas, paredes lisas al interior, resistentes a la corrosión y al ataque químico en suelos y aguas conducidas agresivas, ligeras, flexibles y no alteran a la calidad del agua. Tienen las mismas desventajas ya mencionadas en el tema anterior. El actual alcantarillado pluvial de la zona de estudio ha sido reparado recientemente por PVC, y es localizada sobre la calle Ixtlán, es decir, desemboca en la avenida Insurgentes. (Véase plano 08 de instalación pluvial).

Plano 08. Alcantarillado pluvial de la zona de estudio.



Elaboración propia. Fuente: Ocegueda Armenta, A. (2015). Director de operación SIAPA-Tepic.

5.4.2 Cantidad

Abastecimiento y Datos de proyecto.

La unidad habitacional cuenta con un total de 5928 habitantes según INEGI (2010) y 2046 viviendas según INFONAVIT (2013), con un promedio de 4 hab. /vivienda.

La dotación es la cantidad de agua asignada a cada habitante, donde se consideran todas las pérdidas físicas y los consumos de los servicios en el sistema en un día medio anual. Para determinar la dotación de litros por habitante al día, de acuerdo al consumo doméstico, el Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de la Comisión Nacional del Agua (CNA) dentro de los Datos Básicos, menciona los tipos de consumo según la clase económica y el tipo de vivienda. Para fines de este proyecto, se considera consumo tipo doméstico popular, tal como lo muestra la tabla 48.

Tabla 48. Relación de clase socioeconómica y tipo de vivienda.

Clase económica	Descripción del tipo de vivienda
Residencial	Casas solas o departamentos de lujo, que cuentan con dos o más baños, jardín de 50 m ² p más, cisterna, lavadora.
Media	Casas y departamentos, que cuentan con uno o dos baños, jardín de 15 a 35 m ² y tinaco.
Popular	Vecindades y casas habitadas por una o varias familia, que cuentan con un jardín de 2 a 8 m ² , con un baño o compartiéndolo.

Fuente: Manual CNA (2007).

Por otro lado, la dotación toma en cuenta la temperatura y el clima de la localidad. Para este trabajo, los rangos de temperatura de Tepic corresponden de 18 a 22°C, es decir para un tipo de clima semicálido (véase tabla 49). De acuerdo al tipo de vivienda del conjunto habitacional, se considera popular o interés social, correspondiente a 130 litros por habitante al día (véase tabla 50).

Tabla 49. Consumo doméstico per cápita.

Consumos domésticos per cápita			
Clima	Consumo por clase socioeconómica (l/hab/día)		
	Residencias	Media	Popular
Cálido	400	230	185
Semicálido	300	205	130
Templado	250	195	100

Fuente: Manual CNA (2007).

Tabla 50. Clasificación de climas por temperatura.

Clasificación de climas por su temperatura	
Temperatura media anual: (°C)	Tipo de clima
Mayor que 22	Cálido
De 18 a 22	Semicálido
De 12 a 17.9	templado
De 5 11.9	Semifrío
Menor que 5	Frío

Fuente: Manual CNA (2007).

Por otro lado, la dotación mínima que propone el Reglamento de construcciones y seguridad estructural para el municipio de Tepic, Nayarit (H. Ayuntamiento Constitucional de Tepic, 2002), es de 150 lts/hab/día para vivienda. Sin embargo, para este proyecto se considerará la dotación propuesta por la Comisión Nacional del Agua, considerándose por norma la adecuada.

Según SIAPA-Tepic, se “tandea” el abastecimiento de agua porque tienen que suministrar agua a otras colonias aledañas, interrumpiéndolo a partir de las 8:00 p.m. y la restaurándolo a las 5:00 a.m.

Cálculo de Gastos de Diseño, según los Datos Básicos del Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento que estipula la Comisión Nacional del Agua (2007).

El gasto se refiere al volumen de agua que produce un pozo en una determinada unidad de tiempo, y se expresa en litros por segundo.

Gasto medio

El gasto medio es la cantidad de agua requerida, para satisfacer las necesidades de una población en un día de consumo promedio.

$$Q_{med} = P \times D / 86400$$

$$Q_{med} = 130 \times 5928 / 86400 = 8.92 \text{ lts/seg.}$$

Donde:

Q_{med} Gasto medio diario en lts. / seg.

P Número de habitantes

D Dotación en lts / hab / día

86400 segundos / día

Gasto máximo diario

Es el caudal que debe de proporcionar la fuente de abastecimiento y, se utiliza para diseñar:

- La obra de captación
- Los equipos de bombeo
- La línea de conducción antes del tanque de regularización
- El tanque de regularización y almacenamiento

$$Q_{md} = CV_d \times Q_{med}$$

$$Q_{md} = 1.40 \times 8.92 = 12.49 \text{ lts/seg.}$$

Donde:

Q_{md} Gasto máximo diario en lts / seg.

CV_d Coeficiente de variación diaria (de 1.2 a 1.5) La CEA acepta 1.2

Q_{med} Gasto medio diario en lts. / seg.

Gasto máximo horario

El gasto máximo horario, es el requerido para satisfacer las necesidades de la población en el día y a la hora de máximo consumo. Se utiliza para diseñar:

- La línea de alimentación a la red (después del tanque de regularización)
- Las redes de distribución

$$Q_{mh} = CV_h \times Q_{md}$$

$$Q_{mh} = 1.55 \times 12.49 = 19.36 \text{ lts/seg.}$$

Donde:

Q_{mh} Gasto máximo horario en lts / seg.

CV_h Coeficiente de variación horaria (de 1.5 a 2.0) La CEA acepta 1.5

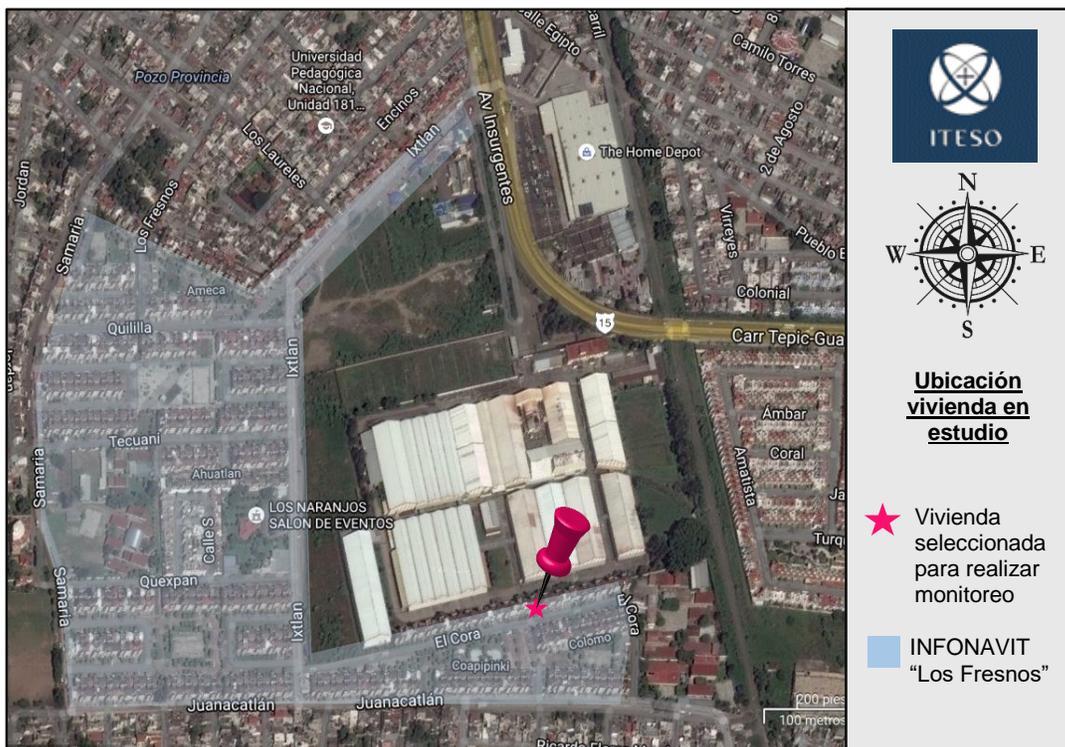
Q_{md} Gasto máximo diario en lts. / seg.

Los parámetros que usa la Comisión Nacional del Agua (2007), están en función de la dotación, que es la estimación de agua que consume un habitante por un día. El gasto de agua, también está en función del tipo de clima de la región, así como del uso doméstico, la manera de ser, modos y costumbres de la población.

Monitoreo del consumo real de agua en la vivienda

Para fines de esta actividad, se eligió una vivienda que estuviera ubicada en planta baja dentro de la unidad habitacional, para poder monitorear con mayor facilidad el consumo real de agua. La vivienda elegida se localiza sobre la calle Cora, edificio #66, interior 1 (véase imagen 36). En ella, habita una familia compuesta por cuatro integrantes, tres adultos y un menor de edad.

Imagen 36. Ubicación de vivienda seleccionada para realizar monitoreo.



Elaboración propia. Fuente: Google.

Los hábitos de consumo de agua se pueden observar en la tabla 51 y se obtuvieron de acuerdo al trabajo de campo realizado. No se cuenta con el sistema de bomba y tinaco, pues el abastecimiento de agua es directo de la red municipal.

Tabla 51. Hábitos de consumo de agua.

Actividad	Hábito de consumo
Bañarse	1 vez al día (por persona)
Ir al baño	3 a 5 veces al día (por persona)
Lavar la ropa	2 a 3 veces por semana
Riego	2 a 3 veces por semana
Lavado de trastes	Diario
Aseo (en general)	Diario
Cocinar	Diario

Elaboración propia. Fuente: Trabajo de campo.

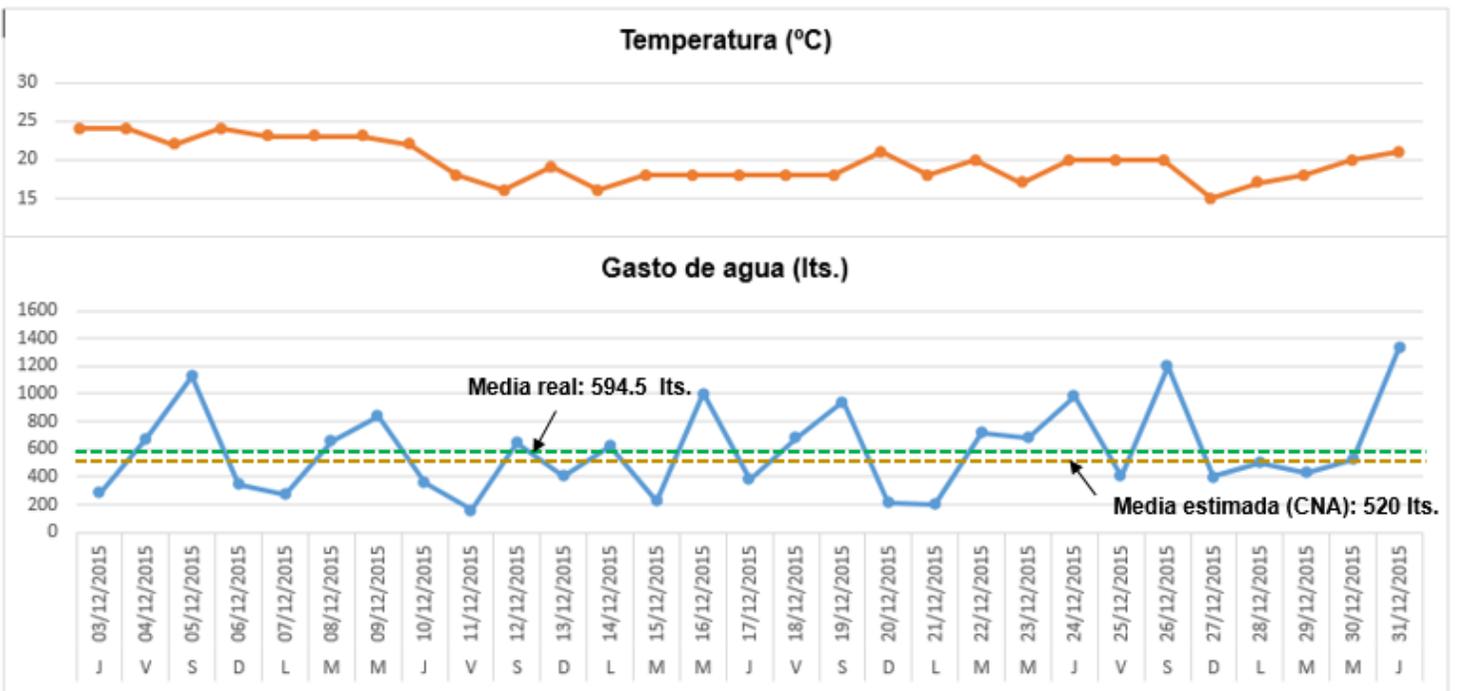
Imagen 37. Medidor instalado.

El monitoreo de consumo de agua consistió en la instalación de un medidor de agua directamente en la toma de la red municipal de la vivienda (véase imagen 37). Esta actividad consistió en registrar durante todo el mes de diciembre, los consumos de agua en esta vivienda y la temperatura exterior, tal como lo muestra la gráfica 49.



Fuente: propia.

Gráfica 49. Gasto de agua en relación con la temperatura.



Fuente: Elaboración propia.

Se observó un mayor consumo de agua los miércoles (por ser mitad de semana) y los sábados, obteniendo el registro más alto de 1340 litros el día 31 de diciembre.

El menor consumo se registró los domingos y lunes, posiblemente por ser un día de descanso y por las actividades que se atravesasen de inicio de semana, con un gasto mínimo de 160 litros el día 11 de diciembre. También está relacionado con los días de descanso en donde se consume más agua, ya que entre semana el trabajo y las demás ocupaciones impiden realizar la limpieza del hogar y de la ropa. Sin embargo, las amas de casa suelen utilizar diariamente más agua por el constante aseo de la casa.

Por otro lado, se obtuvo un gasto medio real de agua de 593 litros diarios, es decir de 148.25 l/hab/día. Esto quiere decir que se rebasa la dotación diaria por habitante establecida por la CNA según el clima de Tepic (130 l/hab/día), siendo la ideal de 520 litros por los cuatro habitantes al día. Los hábitos de consumo de agua, modos y costumbres de cada persona y de cada familia varían, y afectan directamente al gasto de agua.

Esta misma gráfica muestra la relación del gasto de agua con la temperatura donde los datos climáticos fueron obtenidos de la página web Weather Underground. En dicha gráfica no existe una correlación de temperatura con el gasto de agua, si no con los hábitos de consumo. Para poder comprobar esta correlación, se necesitaría un monitoreo anual.

Propuesta de dispositivos ahorradores de agua.

De acuerdo a las necesidades de la familia y de los requerimientos de la vivienda en estudio mencionada anteriormente, se investigó sobre dispositivos de ahorro de agua que estuvieran al alcance del usuario, así como precios accesibles. A continuación, se mencionan algunas tecnologías que son incluidas dentro del crédito de la Hipoteca Verde que promueve el INFONAVIT, así mismo cumplen con Normas Mexicanas y Normas Oficiales Mexicanas de la Comisión Nacional de Agua (véase tablas 52, 53 y 54).

Estos mismos dispositivos fueron instalados en la vivienda ya mencionada, y posteriormente se realizó nuevamente otro monitoreo para poder comprobar el ahorro real de agua.

Nota: No se consideró manerales para lavabo, ya que la vivienda en estudio no lo tenía en uso.

Tabla 52. Sistema DUAL para W.C.

Tecnología para ahorro de agua 1		
Descripción	Fotografía del producto	Producto instalado
<p>Sistema DUO de doble descarga para W.C. modelo VM-256, marca FOSET. Incluye 1 válvula de doble descarga, 1 válvula de admisión, 1 botón de doble descarga, 2 tornillos plásticos, un soporte y una manguera para su instalación.</p>		
Cumplimiento con Normas	Costo del producto	Cumplimiento con crédito
<p>NOM-008-CONAGUA-1998 y autorizado por el Centro de Normalización y Certificación de Productos.</p>	<p>\$215.00 (Adquirido en Ferretería y Tlapalería "La Mexicana")</p>	<p>No está incluido en la Hipoteca Verde</p>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 53. Mezcladora para fregadero.

Tecnología para ahorro de agua 2		
Descripción	Fotografía del producto	Producto instalado
<p>Mezcladora para fregadero, a baja y media presión, marca RUGO, familia integrada por los modelos 8-IE, país de origen México.</p>		
Cumplimiento con Normas	Costo del producto	Cumplimiento con crédito
<p>NMX-C-415-ONNCCE-2013. "Industria de la construcción - Válvulas y grifos para agua - Especificaciones y métodos de ensayo" y los procedimientos establecidos por el Organismo de Certificación de Producto del CNCP (Certificación de Producto con Sistema de Gestión de Calidad).</p>	<p>\$275.00 (Adquirido en Home Depot)</p>	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 54. Regadera ecológica.

Tecnología para ahorro de agua 3		
Descripción	Fotografía del producto	Producto instalado
Regadera ecológica, utiliza un gasto mínimo de agua, a presión baja, marca GLACIER BAY, modelo 58008-0001, país de origen China.		
Cumplimiento con Normas	Costo del producto	Cumplimiento con crédito
NOM-008-CONAGUA-1998 "Regaderas empleadas en el aseo corporal - Especificaciones y métodos de prueba" y los procedimientos establecidos por el Organismo de Certificación de Producto del CNCP (Certificación de Producto con Sistema de Gestión de Calidad).	\$295.00 (Adquirido en Home Depot)	

Fuente: Elaboración propia.

5.4.3 Presión

Los pozos que abastecen a esta zona tienen una presión de 3.2 y 4 kg/cm² en el punto de bombeo, lo cual es suficiente para el sistema funcione adecuadamente, sin embargo, la presión que llega a los edificios de viviendas multifamiliares no cumple satisfactoriamente según las encuestas realizadas a los usuarios.

La presión de agua es importante para que el agua llegue adecuadamente a los electrodomésticos y objetos del hogar como lavaplatos, lavadoras, inodoros, duchas y suavizadores de agua para que funcionen eficientemente. Cuando una presión es adecuada, los dispositivos se pueden usar de manera efectiva y hay mayor expulsión de agua.

Para este caso, las viviendas de la unidad habitacional “Los Fresnos” no cuentan con bomba y son suministradas de agua directamente de la red municipal, esto provoca que el agua no llegue adecuadamente para abastecer a los tres niveles de los edificios.

El monitoreo de presión de agua consistió en verificar la presión existente en un edificio del conjunto habitacional de 9.41 mts. de altura, conformando las tres viviendas de planta baja, primer y segundo nivel Para ello, se requirió un manómetro marca Altamira glicerina de 0-100 psi y acero inoxidable, instalado en cada llave nariz del lavadero de cada vivienda (en planta baja, primer nivel y segundo nivel) así como en la red municipal.

Red Municipal. Primeramente, se registró la presión en la red municipal de 1 kg/cm², esto es equivalente a que el agua puede ser impulsada verticalmente hasta 10 mts. (Véase imagen 38).

Imagen 38. Registro de presión de red municipal.



Fuente: propia.

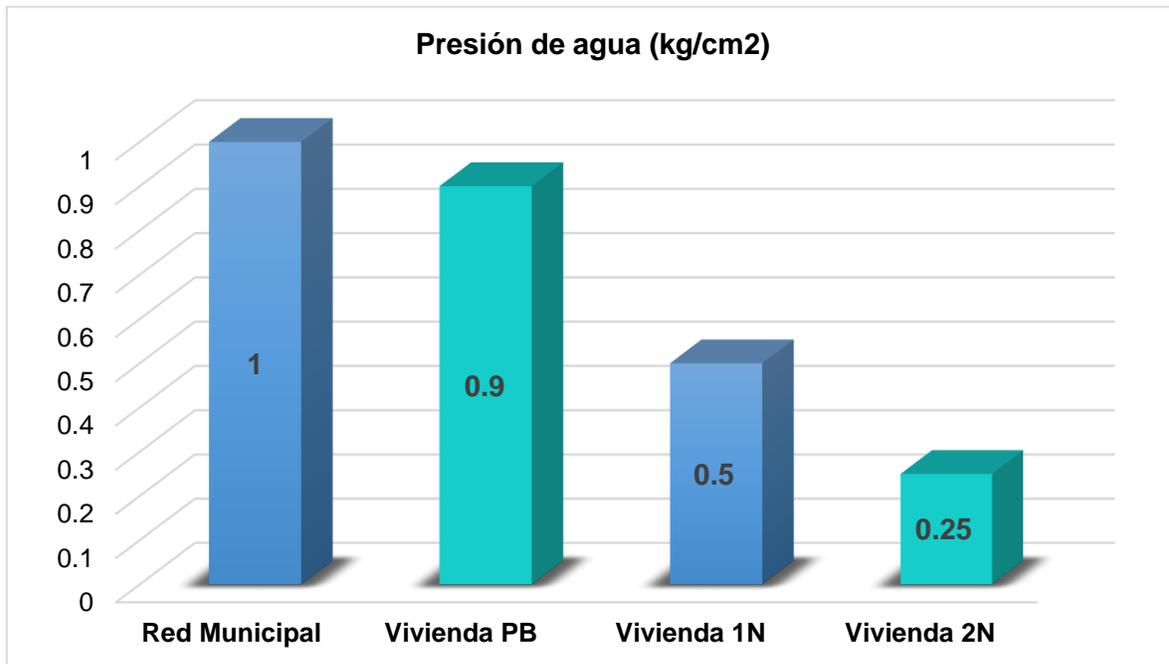
Vivienda planta baja. Posteriormente, se realizó el registro para la vivienda de planta baja, donde el valor de la presión disminuyó a 0.9 kg/cm², esto es equivalente a impulsar el agua 9 mts.

Vivienda primer nivel. Para esta vivienda, el manómetro registró 0.5 kg/cm², esto es equivalente a 5 mts. de agua impulsada. Esto indica que la presión no es muy buena y el suministro de agua es más lento que el anterior.

Vivienda segundo nivel. Por último, se monitoreó la vivienda del último nivel del edificio, mostrando los valores de 0.25 kg/cm², esto es equivalente a impulsar 2.5 mts. Este registro muestra que las viviendas del segundo nivel de esta unidad habitacional presentan problemas de presión de agua y es más escasa a diferencia de las viviendas ubicadas en planta baja.

Según la gráfica 50 muestra claramente que en esta zona, existe una mayor presión a nivel de piso, y una menor presión mientras más altura tenga el edificio.

Gráfica 50. Registro de presión de agua en la vivienda.



Elaboración propia. Fuente: Trabajo de campo.

5.4.4 Servicio continuo

Por medio de investigación de campo y de encuestas con los habitantes, se observó que cortan el abastecimiento por las noches. Sin embargo antes esta situación era más incómoda porque se quedaban varios días sin agua. Por otro lado, actualmente llenan baldes durante el día para poder usarla en la noche, ya sea para bañarse, ir al baño, lavarse las manos y dientes, etc. Muchas personas ya han optado por instalar bomba y tinaco para contrarrestar estos problemas.

5.5 Resultados

5.5.1 Calidad

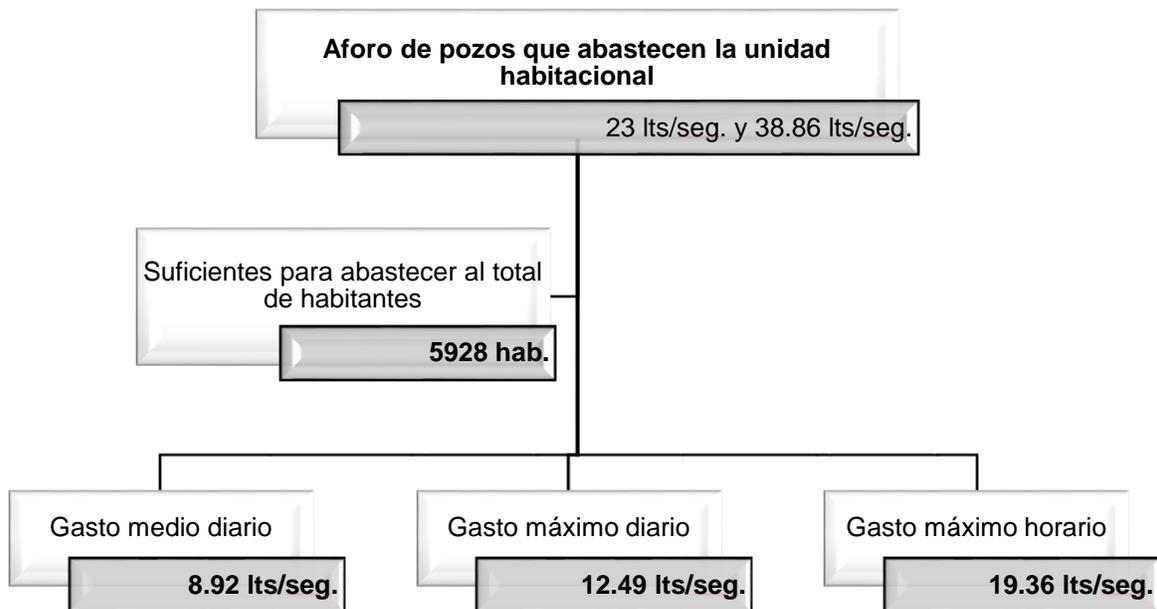
La calidad del agua suministrada por ambos pozos cumplen con la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994: Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización, según funcionarios de SIAPA-Tepic, pero no se realizó una prueba para comprobarlo.

Por otro lado, el hecho de que exista diferenciación entre el alcantarillado sanitario y pluvial hace factible la infiltración de agua pluvial, para recargar los mantos freáticos, con el debido tratamiento, según como lo estipula la NOM-015-CONAGUA-2007, Infiltración artificial de agua a los acuíferos.- Características y especificaciones de las obras y del agua.

5.5.2 Cantidad

En cuanto a la cantidad suministrada, según los cálculos realizados con el aforo del pozo propio de la unidad habitacional de 23 lts/s. deberían ser suficiente para abastecer a todos los habitantes (véase esquema 04), esto hace suponer la presencia de fugas tanto en la red de agua potable como en las viviendas, de acuerdo a la dotación establecida del municipio.

Esquema 04. Gastos de diseño comparado con gastos de pozos de extracción.



Fuente: Elaboración propia.

5.5.3 Presión

Según la CNA (2007), estipula que el valor mínimo de presión recomendado que debe existir en la red de agua potable es de 10 metros de columna de agua (mca), equivalente a 1 kg/cm². Considerando el monitoreo realizado anteriormente, la toma de la red municipal es de 1 kg/cm² a pesar de que sus respectivos pozos de abastecimiento cuentan con una elevada presión, por lo que se considera baja. Por otro lado, los edificios de este conjunto habitacional, considerando una altura de 9.41 mts, las pérdidas de presión de las tuberías y las unidades mueble de cada vivienda, la presión es una característica que no cumple satisfactoriamente el abastecimiento de agua potable de esta zona.

Esto explica que estos edificios, por su altura y por los requerimientos de cada vivienda, requieren más de 1 kg/cm² para que funcione adecuadamente. Una baja presión del agua, puede provocar problemas en dispositivos de agua por la mala regulación del sistema, ya sea por cierre de válvulas, pérdidas considerables en la red o problemas en las fuentes de producción. También puede ser causa por defectos en las instalaciones domiciliarias.

Método de Hunter para cuantificar el gasto y presión apropiada

Existen algunos métodos para la estimación de caudales máximos probables en instalaciones hidráulicas, que permiten diseñar las redes de suministro de agua en las edificaciones.

El Método de Hunter desarrollado por Roy B. Hunter, según Castro Ladino, N., Garzón Garzón, J. y Ortiz Mosquera, R. (2006), pretende evaluar el caudal máximo probable, de todos los aparatos que están conectados al sistema, para que entren en operación en un instante dado. El efecto de cada aparato que forma parte de un grupo numeroso de elementos depende de:

- Caudal del aparato: flujo que deja pasar el servicio
- Frecuencia de uso: tiempo entre usos sucesivos
- Duración de uso: tiempo que el agua fluye en atender la demanda del aparato.

Según Hunter, el funcionamiento es satisfactorio cuando todas las tuberías están correctamente proporcionadas para suministrar la carga de demanda para el total de aparatos del edificio. Este trabajo lleva a cabo este cálculo para estimar los gastos en

tramos y de esta manera se pueda abastecer a las unidades mueble para obtener las pérdidas por tuberías. Una unidad mueble, es la cantidad de agua consumida por un mueble sanitario durante su propio uso

Procedimiento para el cálculo

El cálculo sigue una metodología que permite estimar con la mayor certeza posible los consumos reales para racionalizar el agua, disminuir los costos y hacer que las instalaciones hidráulicas sean más eficientes así como los respectivos equipos de bombeo.

1. Definir en plano e isométrico las instalaciones hidráulicas, así como los respectivos materiales y diámetros de tuberías.

2. Acotar tramos de tuberías separados por cada unidad mueble y numerarlos.

3. Cálculo pérdidas. En las instalaciones hidráulicas, se describen cálculo de las pérdidas de energía en tuberías de agua potable y accesorios. El cálculo es basado en la fórmula de Robert Manning, aplicando directamente al tipo de material de la tubería. Este cálculo será realizado para los tres niveles del edificio, considerando las viviendas de planta baja, primer y segundo nivel, (véase imagen 39) a través de la siguiente fórmula:

$$hf = K * L * Q^2 * 10^{-2}$$

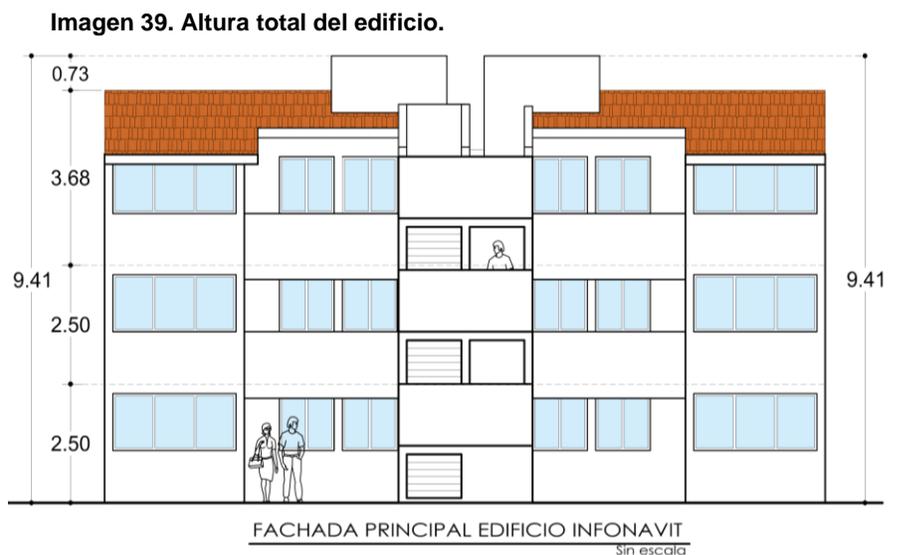
Donde:

hf = Pérdida de energía, en metros columna de agua (m.c.a.)

L= Longitud de la tubería, en m.

Q= Gasto en lts/seg.

K= Constante que depende del tipo de material y diámetro interior



Fuente: Elaboración propia.

Para este cálculo, se considera tubería de cobre (tipo “M”) en la instalación hidráulica de los edificios “Los Fresnos” donde:

$$K= 543 \text{ para diámetros de } \frac{1}{2}''$$

$$K= 85 \text{ para diámetros de } \frac{3}{4}''$$

$$Q= 0.24 \text{ lt/seg para diámetros de } \frac{1}{2}''$$

$$Q= 0.63 \text{ lt/seg para diámetros de } \frac{3}{4}''$$

1. Definir el ramal principal y ubicar el mueble más alejado de la toma de la red municipal, para después relacionarlo con la tabla 55, que indica la presión en metros de cada uno. De acuerdo a las instalaciones de estas viviendas multifamiliares, el lavabo es el mueble más alejado de la red municipal.

Tabla 55. Gastos y presiones de muebles.

Gastos y presiones medias para el funcionamiento de muebles		
Mueble	Presión (m)	Gasto, LPS
Excusado fluxómetro	7 a 14	1 a 2.5
Excusado tanque	10.5	0.19
Urinario Fluxómetro	10.5	0.95
Regadera	8.5	0.32
Tina	3.5	0.38
Lavabo/vertedero	3.5	0.28
Llave de agua	5.6	0.19
Manguera de 15 m.	21	0.32

Fuente: Pérez, Morales, G. (p.50)

2. Resumen de presión adecuada por nivel. Consiste en la suma de todos los hf calculados en el punto 3, ubicados sobre el ramal principal, y posteriormente sumar el dato de la presión (m) del mueble más alejado, determinado en el punto anterior. A continuación, la tabla 56, muestra el resumen del cálculo de presión por cada nivel.

Tabla 56. Presión apropiada por nivel.

Presión apropiada por nivel		
Vivienda	Metros columna de agua (m.c.a)	Presión (kg/cm ²)
Planta Baja	9.28	0.928
Primer Nivel	10.3	1.03
Segundo Nivel	11.15	1.115
Total	30.73	3.073

Fuente: Elaboración propia.

- ✓ Es importante mencionar que 10 m.c.a. equivale a 1 kg/cm²

Esto quiere decir, que por los tres niveles que cuenta cada edificio del conjunto habitacional “Los Fresnos”, requiere 3.073 kg/cm², para una presión apropiada a su altura. Sin embargo, el monitoreo realizado anteriormente, demostró que la presión que llega a la red es de 1 kg/cm² para abastecer a los tres niveles, es decir, requiere el triple de presión para que las tuberías puedan funcionar adecuadamente y servir a cada mueble de agua.

5.5.4 Servicio continuo

Se comprobó que existe una deficiencia en el servicio continuo por la opinión de los usuarios, ya que existen periodos de tandeo a partir de las 8:00 pm hasta las 5:00 am. Esto se debe a que existe una deficiencia en la parte operativa del sistema, que supone ser la consecuencia por el abasto de agua a otras colonias aledañas.

5.6 Conclusiones y recomendaciones parciales: Eficiencia hídrica sustentable.

Se percibe un círculo vicioso que es necesario romper, por un lado el sistema de agua potable no está siendo eficiente tanto en la parte operativa y administrativa. La prueba es porque se tandeo el agua, no se suministra con la presión requerida y se necesitan cambios en la infraestructura. Por otro lado, se requieren hábitos de consumo de agua más conscientes por parte del usuario.

Eficiencia en el sistema parte administrativa

Actualmente, la tarifa que pagan mensualmente los habitantes de “Los Fresnos” es de \$110.00, estipulado por el Órgano del Gobierno del Estado de Nayarit (2012) y autorizada por SIAPA-Tepic (véase tabla 57), correspondiente la tarifa doméstica baja en ausencia de medidor. Una mejor eficiencia en el sistema implica pasar de la cuota mensual del suministro de agua potable por el servicio medido.

Tabla 57. Tarifas por servicio doméstico.

Servicio doméstico		
Clave	Título	Cuota
1A	Mínima (lote baldío)	\$40.00
1B	Baja	\$110.00
1C	Media	\$180.00
1D	Alta	\$225.00

Fuente: Gobierno del Estado de Nayarit.

Imponer el uso de medidores requiere aumentar la presión, cambiar empaques, llaves, evitar fugas en el sistema, implementar accesorios dentro de los rangos de presión. Si los medidores no se llegaron a implementar, las viviendas con servicio doméstico bajo incrementarían el consumo de los 130 lts./hab/día según la CNA, deberían pagar la cuota del servicio doméstico medio (ver tabla 00), y así sucesivamente.

Una medición correcta del consumo de agua, así como el uso adecuado la misma, son dos factores muy importantes en el ahorro, conciencia y preservación del vital líquido

Eficiencia en el sistema parte operativa

De igual manera, para poder la eficiencia en el sistema de la parte operativa, se requiere mejorar la presión estableciendo zonas de acuerdo a las elevaciones del terreno, cambiar

a estrategias de bombeo más inteligentes y en las edificaciones aumentar el diámetro de tuberías para poder instalar dispositivos ahorradores.

Por otro lado, los edificios de este conjunto habitacional no cumplen con los requerimientos de presión. Esto explica porque en la toma de la red municipal, llega con 1 kg/cm² a pesar de que sus respectivos pozos de abastecimiento cuentan con una elevada presión y posiblemente existan pérdidas en tuberías y por algunas fugas de agua.

El sistema de agua potable podría hacer esfuerzos para hacer cumplir los requisitos que exige la norma, de tal manera que los habitantes reduzcan el consumo de agua. Sería una buena alternativa promover incentivos por parte de SIAPA-Tepic hacia los habitantes, así como un paquete de ecotecnologías para fomentar el ahorro de agua.

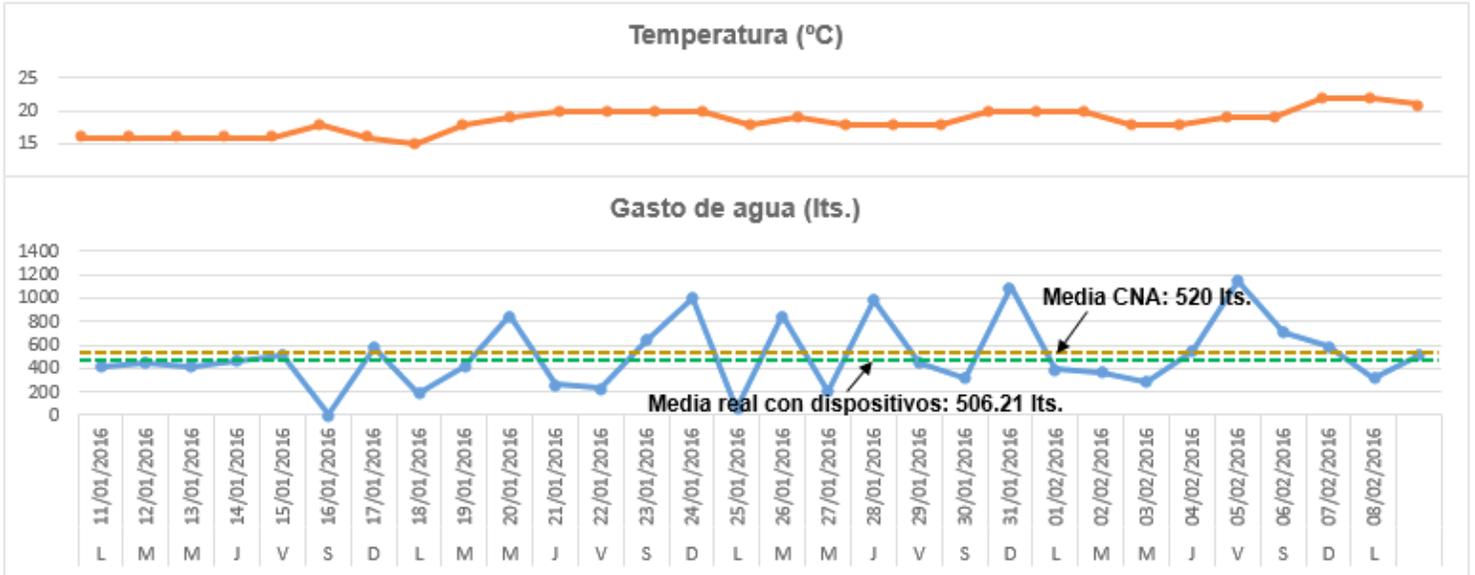
Uso eficiente del agua

Debido a la falta de cultura del cuidado del agua por parte de los habitantes, este trabajo promueve el uso eficiente de agua en la vivienda a través de la instalación de dispositivos de ahorro. Dichos dispositivos suele ser: la sustitución de W.C. por sanitario ecológico o sistema DUAL con descarga de 3 y 6 litros. Llaves mezcladoras de agua para fregadero y para lavabo, regaderas ecológicas, válvulas reductoras de presión y filtros de agua.

A partir del presente trabajo, se comprobó que haciendo pequeñas acciones de ahorro en la vivienda, se pueden lograr grandes resultados si los multiplicamos por el total de habitantes de la ciudad. Para demostrarlo, se realizó un monitoreo del consumo de agua instalando los dispositivos mencionados anteriormente: sistema dúo para WC, una regadera ecológica y manerales ahorradores para fregadero, (véase tablas 52, 53 y 54).

La gráfica 51, comprueba un ahorro del 15% de agua comparado con el consumo actual (véanse gráficas 49). Esto corresponde a un ahorro de 22 lts/hab/día, que equivale a un consumo de 126.55 lts/hab/día, donde la media del consumo se localiza por debajo de la dotación estipulada por la Comisión Nacional del agua para este tipo de vivienda.

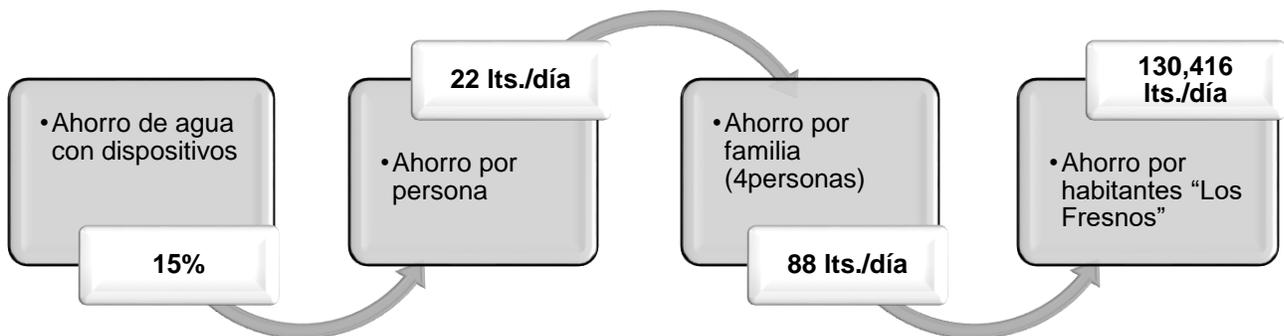
Gráfica 51. Gasto de agua real con dispositivos ahorradores en relación con la temperatura.



Fuente: elaboración propia.

Esto explica, que el uso de dispositivos ahorradores de agua, puede generar un ahorro del 15%, con una población en el municipio de 380,249 según INEGI (2010) generaría el ahorro de 8 millones de litros que son consumidos al día, véase esquema 05. Sin embargo no hay incentivos por parte de las autoridades municipales, aunque los créditos de INFONAVIT promueven su implementación, como la Hipoteca Verde. Este ahorro podría ayudar a evitar los tandeos, y el cobro por el servicio medido traería recursos para renovar la infraestructura.

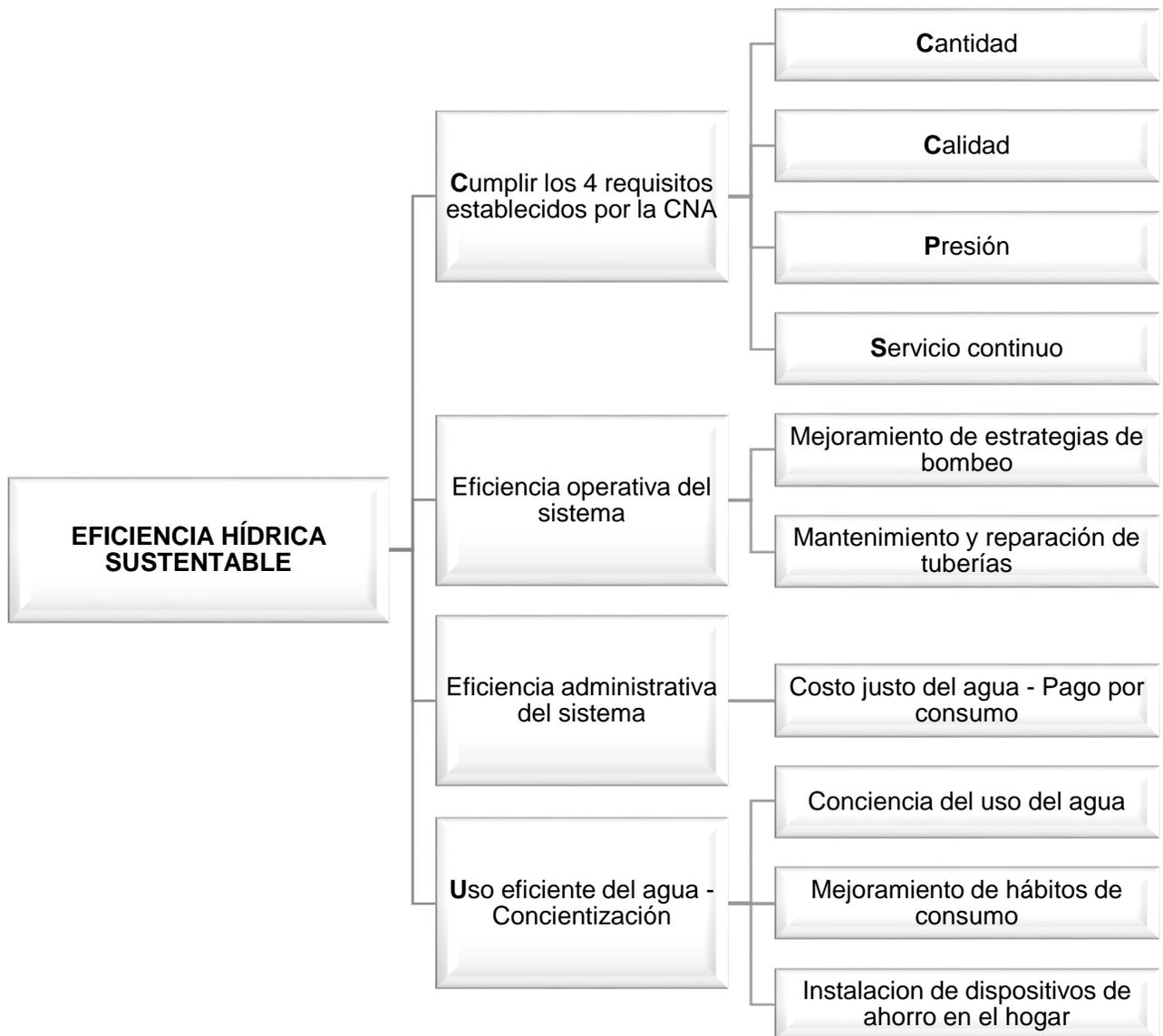
Esquema 05. Ahorro de agua con dispositivos ahorradores.



Fuente: elaboración propia.

Para que se cumpla la eficiencia hídrica sustentable se tienen que cumplir los 4 requisitos establecidos por la CNA: cantidad, calidad, presión y servicio continuo, así como en la parte operativa y de administración, pero también debe ir acompañada de un uso consciente y adecuado de este recurso, véase esquema 06.

Esquema 06. Eficiencia hídrica sustentable.



Fuente: elaboración propia.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES

La problemática medioambiental actual demanda atención y elaboración de acciones concretas para contrarrestarla. Es por ello, que el desarrollo sustentable promueve el cuidado y conservación de los recursos naturales, para que las futuras generaciones lo utilicen, sin afectar su disponibilidad para las futuras

La sustentabilidad es un concepto muy amplio que puede ser aplicado en la vivienda desde distintos ámbitos orientados al ahorro de agua y de energía, accesibilidad, control de residuos y facilidad de reciclaje, energías renovables, integración con el tejido social, seguridad, favoreciendo al desarrollo económico y social de la población. Este trabajo, se centró en los primeros dos ámbitos: mejorar las condiciones de habitabilidad para disminuir los consumos de energía y del uso eficiente de agua. Ambos conceptos fueron aplicados a edificios de vivienda multifamiliar de interés social en Tepic Nayarit, y para concluir se analizaron desde tres perspectivas:

- **En materia de Infraestructura y servicios urbanos de Tepic y demás ciudades mexicanas.**

El buen manejo del recurso hídrico debe ser un enfoque colaborativo entre planificadores y legisladores. La población aumenta conforme avanza el tiempo y cada vez más existe una deficiente gestión del agua en el país debido a la contaminación, desperdicio y falta de aprovechamiento del agua. Esta gestión de los recursos hídricos debe satisfacer las necesidades de agua a largo plazo, tomando en cuenta su cuidado y los respectivos beneficios económicos.

Actualmente, el sistema de agua potable presenta insuficiencias debido al inadecuado monitoreo del uso de agua, falta de modificación de tarifas de agua dependiendo los consumos, mejoramiento y restauración de redes de suministro de agua, y falta de aprovechamiento de aguas pluviales a nivel ciudad, así como a nivel vivienda. Aún existe falta de atención e importancia por parte de servidores públicos, proyectistas y constructores sobre el cuidado y uso racional del agua. Por otro lado, cada quien gasta lo que quiere de acuerdo a una cuota mensual.

La eficiencia hídrica sustentable se puede cumplir tomando en cuenta los 4 requisitos que establece la Comisión Nacional del Agua para los sistemas de redes de agua potable: cantidad, calidad, presión y servicio continuo. Por otro lado, para que exista una eficiencia operativa del sistema, se requiere mejorar estrategias de bombeo así como

reparar y mantener en buen estado las tuberías. Para que exista una eficiencia administrativa del sistema implica un cobro justo del agua; y por último, el uso eficiente del agua por parte de la población, requiere conciencia del uso de este recurso, mejorar los hábitos de consumo e instalar dispositivos de ahorro en el hogar.

- **En materia de conjuntos habitacionales**

Hoy en día no hay muchas intervenciones en cuestión de sustentabilidad y arquitectura bioclimática en conjuntos habitacionales de interés social ya construidos. Muchas de estas viviendas fueron construidas sin considerar las condiciones climáticas y de confort de los ocupantes, dando como consecuencia problemas de habitabilidad.

Según este trabajo, los edificios de viviendas multifamiliares de INFONAVIT en Tepic, no cumplen con eficiencia energética establecido por la NOM-020-ENER-2011, es decir tienen un inadecuado diseño térmico de la envolvente que provoca grandes ganancias de calor, sobre todo en las losas, y problemas de confort en los ocupantes. Por otro lado, el diseño de las ventanas es inadecuado, pues no permiten una correcta circulación del viento.

Ante estos problemas, urge poner en práctica y promover la arquitectura bioclimática acompañada de la sustentabilidad en estudiantes de arquitectura, diseñadores y desarrolladores de vivienda para transmitir una cultura ambiental. Se debe desarrollar una visión de análisis y elección de estrategias de diseño para que la vivienda interaccione con su medio natural, eleve el bienestar y la calidad de vida de las personas y produzca beneficios económicos de acuerdo a sus necesidades. Incluso, la función debe seguir a la forma, considerando el medio ambiente que le rodea.

Como aporte personal ante esta situación, se proponen criterios bioclimáticos dentro de un enfoque sustentable ya sea para el diseño de viviendas multifamiliares de interés social, así como cualquier tipo de edificación:

- I. **Estudio del sitio y entorno.** Que incluya un análisis de localización geográfica del proyecto, del medio natural, medio artificial así como del medio sociocultural.
- II. **Estudio climático.** Deberá contener un análisis del tipo de clima, registros climáticos de la ciudad, así como un estudio de la geometría

solar para determinar los periodos de enfriamiento y sobrecalentamiento a lo largo del año y horas del día.

- III. **Análisis bioclimático.** Esta etapa es útil para definir las estrategias de climatización de acuerdo al comportamiento climático mensual. Se pueden utilizar diversos diagramas bioclimáticos; se recomienda implementar la carta bioclimática, diagrama psicométrico y tablas de Mahoney, porque involucran varios datos climáticos como temperatura, humedad, viento, y radiación.
- IV. **Análisis del usuario.** Siempre será conveniente consultar con el usuario las necesidades y requerimientos para que el espacio que habite sea confortable de acuerdo a las actividades que desempeñe en cada uno de los espacios.
- V. **Análisis del comportamiento térmico de la envolvente.** Es importante aplicar la NOM-020-ENER-2011 para conocer las ganancias de calor de la envolvente de la vivienda actual, y si funcionará adecuadamente con los materiales propuestos (en caso de proyecto) o ya presentes (en caso de estar construida).
- VI. **Análisis de protección y captación solar.** Es necesario realizar un diagnóstico por cada ventana de la vivienda, para diseñar elementos de protección o captación solar, como aleros y partesoles.
- VII. **Análisis de ventilación.** Los espacios adecuadamente ventilados son parte esencial del confort interior en una vivienda. Por lo que se recomienda un diagnóstico de las aberturas de cada espacio, para determinar si son adecuadas o no de acuerdo a sus dimensiones.
- VIII. **Evaluar la sustentabilidad de tecnologías y materiales propuestos.** Dentro de una diversidad de alternativas de solución acerca de tema determinado, es necesario evaluar dentro de un enfoque sustentable (a través de criterios sociales, económicos y sociales) la opción que más le convenga implementa al usuario.
- IX. **Considerar ecotecnologías que reduzcan el consumo de agua.** Así como se busca disminuir los consumos energéticos en una vivienda o en cualquier tipo de edificación, es necesario ahorrar y optimizar el consumo de agua empezando con la instalación de sencillos economizadores de agua en grifos, regaderas e inodoros. Por otro lado, se puede aprovechar

las aguas de lluvia a partir de la instalación de un sistema de captación de aguas pluviales así como un sistema de reutilización de aguas grises.

- **Con relación a la educación ambiental y compromiso de los usuarios**

Independientemente de tener una educación tradicional, todos los seres humanos que habitamos en este planeta tenemos la responsabilidad de poner en práctica una educación ambiental que nos relacione con nuestro ambiente y entorno inmediato. Esto implica un cambio de actitudes y una toma de conciencia para mejorar nuestra calidad de vida y conservar para el futuro lo que de verdad es importante. Es necesario sensibilizarnos y repensar que valores y actitudes debemos implementar respecto a las problemáticas ambientales que se presentan.

La educación ambiental es importante, porque se cuida la vida. En la medida que protejamos nuestro medio ambiente, será la garantía de la supervivencia de las futuras generaciones. Es por ello, que se surge la necesidad de conservar y hacer el mejor uso de nuestros recursos naturales satisfaciendo nuestras necesidades básicas, comenzando desde nuestro hogar.

Uno de los grandes problemas que comienzan en nuestra casa es el mal uso que le damos al agua, pues nuestras costumbres también influyen. La contribución de cada vivienda a la reducción del consumo de agua puede empezar con la instalación de sencillos dispositivos de ahorro tal como se instaron en este trabajo. Si una vivienda implementa un sistema de ahorro, eficientiza su uso o reutiliza el agua, disminuye la explotación de fuentes superficiales de agua y reduce la demanda de agua potable.

Algunas recomendaciones para cuidar el agua en la vivienda, son: reparar fugas, utilizar cantidades mínimas, cerrar bien las llaves, no arrojar basura a inodoros, verificar los medidores (si se tienen) para conocer la cantidad de agua que se está usando, instalar dispositivos ahorradores, usar productos biodegradables y regar lo necesario. Es importante tomar conciencia que el precio que se paga por el agua es inferior a su valor real y algún día costará más. Por otro lado, se requiere enseñar a todos los miembros de la familia y al personal doméstico las medidas de uso eficiente y ahorro del agua.

Así como se debe cuidar el agua, es importante cuidar la energía porque equivale a disminuir gases contaminantes a la atmósfera y al consumo de combustibles fósiles en la generación de electricidad que afectan en gran medida a nuestro medio ambiente. Ahorrar y cuidar energía equivale a cuidar nuestro futuro y el de las futuras generaciones. Algunos de estos cuidados implican aprovechar la energía y la luz solar, apagar luces y equipos eléctricos cuando no se estén utilizando, aprovechar la ventilación natural, utilizar materiales y tecnología de bajo costo energético, proteger las losas de las ganancias de calor, entre otros. Lo más importante, es ser consiente y difundir educación ambiental.

7. ANEXOS

7.1 Anexos A – Formato de técnicas e instrumentos

7.1.1. Observación Directa.

Institución de referencia:

Nombre de quien aplica la técnica:

Objetivo de actividad:

Materiales:

Lugar:

Fecha:

Hora:

Focos de atención:

- Formas del edificio
- Materiales de construcción
- Estado de conservación
- Levantamiento arquitectónico del edificio
- Actividades sociales que se realizan en el lugar
- Modificaciones físicas
- Condición del medio ambiente natural
- Componentes físicos del estado construido
- Características sociales de los habitantes

7.1.2. Encuesta

1. ¿Vive usted en este fraccionamiento? _____
2. ¿Cuánto tiempo lleva viviendo? _____
3. ¿Paga renta o es vivienda propia? _____
4. ¿Cuántas personas habitan esta casa? _____
5. De la escala del 1 al 5, qué tan cómodo te sientes viviendo en esta casa?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

6. ¿En qué área de su casa disfruta más estar y por qué?
 - Sala _____
 - Cocina _____
 - Recámara _____

Sensación de calor y ventilación

7. ¿A qué hora del día percibe el calor con más intensidad?
 - Madrugada – mañana 12:00 am – 7 am
 - Mañana: 8 am – 11 am
 - Mediodía: 12 pm – 3 pm
 - Tarde: 4 pm – 7 pm
 - Noche: 8 pm – 12 am
8. ¿Qué ropa suele usar cuando siente mucho calor? _____
9. Describa como percibe la sensación de frio y calor en el interior de estos espacios:

Espacios	Mucho frío	Poco frío	Poco calor	Mucho calor
Sala				
Comedor				
Cocina				
Recámara ppal.				
Recámara 2				
Baño				
Patio de servicio				

10. Describa como percibe la ventilación en el interior de estos espacios

Espacios	Mucha ventilación	Poca ventilación	Nula
Sala			
Comedor			
Cocina			
Recámara ppal.			
Recámara 2			
Baño			
Patio de servicio			

Consumo de agua

11. ¿Cuántas veces se bañan al día por persona? _____
12. ¿En promedio, cuántas veces acuden al baño por persona? _____
13. ¿Cuántas veces a la semana se lava la ropa? _____
14. ¿Cuántas veces a la semana se limpia la casa? _____
15. ¿Cuántos días se queda sin agua a la semana? _____
16. Generalmente, ¿cuánto paga de agua al mes?

- Menos de \$100
- Entre \$100 y \$200
- \$200 o más

17. ¿Le gustaría aprovechar el agua de lluvia para ahorrar agua y usarla para sanitarios, limpieza del hogar y riego?

- Si
- No

Consumo de Energía

18. Generalmente, ¿cuánto paga de energía eléctrica al mes?

- Menos de \$100.00
- Entre \$100 y \$200
- Entre \$200 y \$400
- Entre \$400 y \$600
- \$600 o más

19. ¿Qué dispositivos utiliza para enfriar su vivienda en temporada de calor?

- Ventilador de hélice
- Aire acondicionado
- Ambos
- Ninguno

20. ¿Cuánto tiempo deja encendido este dispositivo? _____

21. ¿Estaría dispuesto a invertir en tecnologías que podrían generarle un ahorro económico a corto, mediano y largo plazo, en temas de energía y de agua, sin que afecte su bolsillo al gasto familiar?

¿Cuánto? _____

- Si
- No

22. ¿Aceptaría un fondo financiamiento por obtener dichas tecnologías para mejorar el confort de su vivienda, mantener el abastecimiento y ahorro del agua y mejorar su calidad de vida?

- Si
- No

7.1.3 Entrevista

Entrevista para ama de casa.

Entrevistado: _____

Ocupación: _____ Edad: _____

Dirección y teléfono de contacto: _____

Lugar: _____

Fecha: _____ Hora: _____

1. ¿Cuánto tiempo tiene viviendo en esta casa?

2. ¿Paga renta o es vivienda propia?

3. ¿Qué tan satisfecha y cómoda se siente con su casa?

4. ¿Qué área de su casa considera que es la más confortable y por qué?

5. ¿Presenta su vivienda problemas de confort durante el verano, así como en el invierno?
¿De qué manera?

6. ¿Cuánto gasta de energía eléctrica y de agua al mes?

7. ¿Alguna vez ha pensado de qué manera pudiera mejorar el confort térmico dentro de su vivienda? ¿De qué manera?

8. ¿Qué área o áreas de su casa cree que tengan más problemas de calor?

9. ¿A qué hora del día siente más calor? ¿Qué actividades realiza en la vivienda a esta hora y qué ropa trae puesta?

10. ¿Cuándo hace mucho calor, normalmente cómo logra refrescar el clima de su vivienda?

11. ¿Cómo le hace para sobrellevar el problema del agua cuando no se les abastece ciertos días?

12. ¿Conoce dispositivos para ahorrar el agua en el hogar? ¿Cuáles?

13. ¿Qué opina de aprovechar el agua de lluvia y reutilizarla para aseo de la vivienda y en sanitarios?

14. ¿Qué opina de poder incorporar sistemas que mejoren el confort térmico dentro de las viviendas, que mejoren la ventilación y disminuyan los gastos de energía?

15. ¿Le gustaría invertir en tecnologías o sistemas que pudieran generarle un ahorro económico a corto, mediano y largo plazo, para lograr el confort dentro de la vivienda y de un mejor abastecimiento de agua?

16. ¿Estaría interesado en cambia su forma de vida para tener un mejor cuidado del medio ambiente?

17. ¿Qué importancia tiene para usted cuidar agua?

18. ¿Qué importancia tiene para usted el confort térmico para una vivienda?

19. ¿Existe alguna información que quiera agregar para finalizar la entrevista?

Entrevista para representante vecinal.

Entrevistado: _____
 Ocupación: _____ Edad: _____
 Dirección y teléfono de contacto: _____
 Lugar: _____
 Fecha: _____ Hora: _____

1. ¿Cuánto tiempo tiene representando a la Unidad Habitacional INFONAVIT Los Fresnos?

2. ¿Qué papel le toca desempeñar de acuerdo a su puesto?

3. ¿Qué opina a nivel general de la comodidad de las viviendas que conforman la Unidad Habitacional?

4. ¿Qué problemática cree usted que sea la más representativa para las viviendas de este lugar?

5. ¿De dónde se abastece de agua el Conjunto Habitacional?

6. ¿A qué se debe que a las viviendas no se les abastezca agua de la red municipal ciertos días?

7. ¿Qué medidas se toman ante esta situación? ¿Quién les da seguimiento?

8. ¿Tienen planeado algún sistema para dar solución ante este problema?

9. ¿Qué opina de los consumos de energía eléctrica y de agua de estas viviendas?

10. ¿Estaría interesado en promover campañas para ahorrar y mantener el abastecimiento de agua y lograr el confort dentro de las viviendas? ¿Por qué?

11. ¿Cuál cree usted que sea el desafío más importante en sensibilizar a la población para crear conciencia ambiental?

12. ¿Cuál cree usted que sea el desafío más importante de implementar un proyecto para este conjunto habitacional, para ahorrar y mantener el abastecimiento agua; así como para lograr el confort térmico dentro de la vivienda?

13. ¿Estaría dispuesto a dar a conocer el proyecto y ayudar a gestionar con las autoridades correspondientes?

14. ¿Existe alguna información que quiera agregar para finalizar la entrevista?

Entrevista para delegada del INFONAVIT en Nayarit.

Entrevistado: _____

Ocupación: _____ Edad: _____

Dirección y teléfono de contacto: _____

Lugar: _____

Fecha: _____ Hora: _____

1. ¿Cuánto tiempo tiene trabajando en este puesto?

2. Para usted, ¿qué características de habitabilidad debería contar una vivienda de interés social?

3. ¿Qué tipos de créditos otorga el INFONAVIT?

4. ¿Qué tipos de créditos se otorgan para remodelación de viviendas ya existentes?

5. Cuando se gestiona un crédito para remodelar una vivienda ¿Generalmente lo utilizan para ampliar y tener mayor espacio, o para modificar la vivienda para que mejore su confort térmico?

6. Antes de otorgar un crédito para construir o remodelar una vivienda, ¿el INFONAVIT solicita parámetros bioclimáticos o sustentables para poder otorgarlo? ¿Cuáles?

7. ¿Qué entiende por sustentabilidad en la vivienda?

8. ¿Existen fondos de financiamiento para promover la sustentabilidad en la vivienda, en cuestión de energía, agua y confort térmico? ¿Cuáles?

9. ¿Qué es la Hipoteca Verde?

10. El crédito de Hipoteca Verde ¿puede otorgarse contemplando solo los dispositivos de ahorro de energía y de agua?

11. ¿Cree pertinente para INFONAVIT, otorgar créditos para adecuaciones bioclimáticas en vivienda de interés social y para conjuntos habitacionales ya existentes?

12. ¿Existe algún tipo de crédito o programa para promover la adecuación sustentable y/o bioclimática en viviendas ya construidas? ¿Cuáles?

13. Actualmente, ¿existen criterios o condiciones bioclimáticos en el diseño de nuevos desarrollos habitacionales? ¿Cuáles?

14. ¿Tiene el INFONAVIT contemplado en sus programas de sustentabilidad a los conjuntos habitacionales ya construidos? ¿Cuáles y de qué manera?

15. ¿Cuál es su opinión acerca de diseñar un modelo de captación de aguas pluviales para edificios existentes de INFONAVIT para preservar las reservas hídricas municipales y asegurar su abastecimiento de manera alternativa?

16. ¿Existe la manera de promover un proyecto para vivienda de interés social así como de conjuntos habitacionales de INFONAVIT en materia de sustentabilidad, bioclimatismo y eficiencia hídrica?

17. ¿Existe alguna información que quiera agregar para finalizar la entrevista?

7.1.4 Dinámica Participativa

1) Nombre de la dinámica: Lluvia de Ideas.

2) Objetivo

3) Sujetos participantes

4) Materiales necesarios

- Papel Bond o pintarrón
- Cinta Scotch
- Plumones gruesos
- Plumones delgados
- Plumas
- Post-it
- Sillas
- Mesa o escritorio
- Dulces o chocolates por agradecimiento

5) Actividades de la dinámica

I. Recepción de los sujetos participantes e invitarlos a tomar asiento.

II. Dar la bienvenida y presentarse uno por uno; donde se diga la ocupación, cuanto tiempo tiene viviendo en el conjunto habitacional y sus motivos por participar.

III. Explicar el objetivo de la dinámica. En esta etapa consistirá en explicar detalladamente de qué se tratará las actividades y los temas de interés.

IV. Entregar post it a las personas y plumas para que escriban lo que opinan de su vivienda acerca de la iluminación interior (comentario positivo, comentario negativo y una propuesta de solución acorde a su necesidad en cada post it).

V. Posteriormente se recogerán los post it y se pegarán en el papel bond, que tenga por tema Sensación de calor, para separar los comentarios positivos de los negativos.

VI. Después, se repetirá el paso IV y V para los temas de Ventilación y Consumo de Agua.

VII. Analizar los resultados obtenidos de la dinámica y de cada tema

VIII. Dar conclusiones y tomar nota de datos relevantes.

IX. Agradecer a los participantes, entregando algún dulce o chocolate por su tiempo.

8. FUENTES CONSULTADAS

8.1 Referencias hemero-bibliográficas

Andrade Vallejo, A. (2007). *Diagnóstico del comportamiento térmico, energético y ambiental de la vivienda de interés social en México: una retrospectiva y prospectiva (2001-2012)*. Tesis de Maestría en Ingeniería Energía-Proceso y Uso Eficiente de la Energía de la Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. Recuperado en: <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=36288713> (Fecha de consulta: 3 de noviembre de 2014).

Aguillón Robles, J. (s/f). *Adecuación Bioclimática del Instituto de Investigación y Posgrado de la Facultad del Hábitat de la UASLP*. San Luis Potosí, México: Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Recuperado de: <http://evirtual.uaslp.mx/Habitat/innobitat01/CAHS/SS%20Arq%20Arista/Publicaciones/Memorias/Informe%20T%C3%A9cnico/Adecuaci%C3%B3n%20Bioclim%C3%A1tica.pdf> (Fecha de consulta: 25 de marzo de 2016).

Arrojo Agudo, P. (s/f). *La nueva cultura del agua del siglo XXI*. España: Universidad de Zaragoza. Recuperado de: <https://www.zaragoza.es/contenidos/medioambiente/cajaAzul/palabras/ArrojoES.pdf> (Fecha de consulta: 17 de febrero de 2016).

Asamblea General de las Naciones Unidas. (1987). *42/187. Report of the World Commission on Environment and Development*. Recuperado de: <http://www.un.org/documents/ga/res/42/ares42-187.htm>

Bazant S., J. (2012) *Hacia un desarrollo urbano sustentable*. México D.F.: Limusa.

Costa, S. (2010) *La casa Ecológica. Ideas Prácticas para un hogar ecológico y saludable*. Madrid: Loft Publications.

Carrasco, C. y Morillón, D. (2004). *Adecuación bioclimática de la vivienda de interés social del noroeste de México con base al análisis térmico de la arquitectura vernácula*. Instituto de Ingeniería – UNAM. 8(1), ISSN 0329-5184 Recuperado de: <http://www.cricyt.edu.ar/asades/modulos/averma/trabajos/2004/2004-t005-a017.pdf> (Fecha de consulta: 5 de febrero de 2016).

- Castillo Ávalos, Y. y Rovira Pinto, A. (2013). *Eficiencia Hídrica en la vivienda*. Chile: Universidad Austral de Chile. Recuperado de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/tca/v4n4/v4n4a11.pdf> (Fecha de consulta: 9 de enero de 2016).
- Castro Ladino, N., Garzón Garzón, J. y Ortíz Mosquera, R. (2006). *Aplicación de los métodos para el cálculo de caudales máximos probables instantáneos, en edificaciones de diferente tipo*. Colombia: Universidad de Colombia. Recuperado de: [http://www.lenhs.ct.ufpb.br/html/downloads/serea/6serea/TRABALHOS/trabalhoA%20\(6\).pdf](http://www.lenhs.ct.ufpb.br/html/downloads/serea/6serea/TRABALHOS/trabalhoA%20(6).pdf) (Fecha de consulta: 13 de febrero de 2016).
- CONAFOVI. (2005). *Uso eficiente del agua en desarrollos habitacionales*. Recuperado en: http://www.cmic.org/mnsectores/vivienda/2009/Biblioteca/CONAVI/Guia_Uso_Eficiencia_del_Agua.pdf (Fecha de consulta: 10 de noviembre de 2015).
- CNA. (2007). *Manuales de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Datos básicos*. Recuperado de: <ftp://ftp.conagua.gob.mx/Mapas/libros%20pdf%202007/Datos%20B%E1sicos.pdf> (Fecha de consulta: 20 de noviembre de 2015).
- CNA. (2007). *Manuales de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Redes de distribución*. Recuperado de: <http://nanacamilpa.gob.mx/contenidos/nanacamilpa/pdfs/EspecifZTecnicaZMANUALZDEZAGUAZPOTABLEZRedesZdeZdistribucin.pdf> (Fecha de consulta: 20 de noviembre de 2015).
- Costa, Durán, S. (2010) *La casa Ecológica. Ideas Prácticas para un hogar ecológico y saludable*. Madrid: Loft Publications.
- Deffis Caso, A. (2000) *Ecología Casa y Ciudad. Discursos, conferencias, pláticas y ponencias*. México: Ediciones Armando Deffis Caso A.C.
- Del Toro Gaytán, M. y Palacios Blanco, J. (2008) *La casa Ecológica de Jalisco*. Guanajuato: CIATEC, A.C.
- Edwards, B. (2010). *Rough Guide to Sustainability: A Design Primer*. Londres: RIBA: Earthscan

- Farrás Pérez, L. (2012) *Exteriores Ecológicos. 50 soluciones para un hogar más sostenible*. Barcelona: Promopress.
- Fernández Zayas, J. (1983). *Cálculo de la radiación solar instantánea en la República Mexicana*. México: Instituto de Ingeniería – UNAM.
- Fuentes Freixanet, V. (2004). *Clima y Arquitectura*. México: Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco.
- Fundación Idea. (2014). *Eficiencia Energética y Ambiental en el Sector Vivienda*. México: Fundación Idea. Recuperado en: http://fundacionidea.org.mx/assets/files/FIdea_libro%20eficiencia%20energetica%20final.pdf (Fecha de consulta: 3 de noviembre de 2014).
- Gallego Maraña, L. (2013). *“Diagnóstico y adecuación del Comportamiento térmico de escuelas primarias en diferentes zonas climáticas de México”* Tesis para obtener el grado de doctor. México: Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/6044/Tesis.pdf?sequence=1> (Fecha de consulta: 2 de abril de 2016).
- Gleason Espíndola, J. (2014). *Sistemas de agua sustentables en las ciudades*. México: Trillas.
- Griego, D., Krarti, M., y Hernández-Guerrero, A. (2012) *Optimization of energy efficiency and thermal comfort measures for residential buildings in Salamanca, Mexico*. Elsevier, Energy and Buildings. Recuperado de: <http://www.journals.elsevier.com/energy-and-buildings>.
- Institución Fernando el Católico (2006) *EL AGUA en el siglo XXI: gestión y planificación*. Zaragoza: José M. a Cuadrat Prats. Recuperado en: <http://ifc.dpz.es/recursos/publicaciones/26/42/ ebook.pdf> (Fecha de consulta: 10 de diciembre de 2014).
- Lacomba, R. (2009). *Las Casas Vivas*. México: Trillas.
- Ley de Vivienda. Congreso General de los Estados Unidos Mexicanos. (2015). Recuperado de: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LViv_200415.pdf (Fecha de consulta: 08 de enero de 2015).

- Low Carbon architecture. (2011) *Estudio de Optimización de la Eficiencia Energética en Viviendas de Interés Social*. México: Programa Energía Sustentable Componente Edificación, GIZ. Recuperado en: <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=36288713> (Fecha de consulta: 3 de noviembre de 2014).
- Mesa, Néstor y Morillón, D. (2005). *Metodología para el diseño optimizado de las herramientas de control solar*. México: Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de: <http://www.cricyt.edu.ar/asades/modulos/averma/trabajos/2005/2005-t005-a007.pdf> (Fecha de consulta: 6 de mayo de 2015).
- Moreno Coronado, T., Ventura, V., Ausin, F., Sánchez Cifuentes, A., Labastida Alvarado, J., Mendoza Andrade, E., García Osorio, F., Maldonado Susano, A., Jimenez Olmos, R., Arce León, O., LMuñoz Trejo, A., Espinoza Soto, M., Alvarado Franco, L., Herrera Toledo, R., López Fernández, V., López, S., León de los Santos, G. y Trejo Dominguez, Y. (2012) *Eficiencia Energética*. México D.F.: Terracota.
- Moreno Peña, J. (2007). “*Análisis del efecto de la actividad de los usuarios en el desempeño térmico de dos casas de interés social en Tecoman, Colima*”. Tesis para obtener el título de doctor. Colima: Universidad de Colima. Recuperado en: http://digeset.ucol.mx/tesis_posgrado/Pdf/MORENO_PE%C3%91A_JOSE_RICARDO.pdf (Fecha de consulta: 20 de enero de 2016)
- Morillón Gálvez, D. (1993) *Bioclimática sistemas pasivos de climatización*. Guadalajara: Universidad de Guadalajara
- Morillón Gálvez, D., Rincón Mejía, E. y Bautista Codines, T. (2007). *Guía Metodológica para Uso de Tecnologías para el Ahorro de Energía y Agua en la Vivienda de Interés Social en México*. México: Instituto de Ingeniería, UNAM. Recuperado de: <http://www.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/e2007f1.pdf> (Fecha de consulta: 6 de marzo de 2016).
- Núñez, R., Aramburu F. y Botrán, C. (2012). *Bioclimática, sostenibilidad y ahorro de energía: Manual de Técnicas de Acondicionamiento Térmico*. Madrid: CEU Ediciones.

- Olgay, V. (1998) *Arquitectura y clima. Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. Barcelona: Gustavo Gili.
- ONU-HABITAT (2012) *Sustainable housing for sustainable cities: a policy framework for developing countries*. Kenya: ONU-Habitat. Recuperado en: <http://peoplebuildingbettercities.org/wp-content/uploads/2013/06/Sustainable-Housing-Policy-Framwork.pdf>
- ONU-HABITAT (2011) *Estado de las Ciudades de México*. México: ONU-HABITAT, SEDESOL. Recuperado de: http://www.onuhabitat.org/index.php?option=com_docman&task=doc_details&gid=583&Itemid=330 (Fecha de consulta: 19 de noviembre de 2014).
- Palacios Blanco, J. (2012). *La casa ecológica*. México: Trillas.
- Paris, M. (s.f.) “*Aguas subterráneas, Gestión integrada y sustentabilidad ambiental*”. Ponencia en el I Congreso Internacional De Agua Y Medio Ambiente. pp. 10. Argentina. Recuperado en: <http://cursos.iteso.mx/mod/resource/view.php?id=448486> (Fecha de consulta: 19 de noviembre de 2014).
- Rengifo Espinosa, C. (2012) *Habitabilidad y eficiencia energética en conjuntos habitacionales de vivienda de interés social en México, Colombia, España y Chile. Caso de estudio Ciudadela “Adelita de Char”, Barranquilla-Colombia*. Barranquilla: Universidad Autónoma del Caribe ISSN: 2007-2716. Recuperado de: <http://www.concyteq.gob.mx/ideasConcyteq/Archivos/4.%20Habitabilidad%20y%20eficiencia%20energetica%20en%20conjuntos%20habitacionales%20de%20vivienda%20caso%20adelita%20de%20char.pdf> (Fecha de consulta: 19 de noviembre de 2014).
- Rodríguez Viqueira, M., Castrejón Figueroa, Fuentes Freixanet, Castorena Espinosa, Huerta Velázquez, García Chávez, Rodríguez Manzo y Guerrero Baca. (2005). *Introducción a la Arquitectura Bioclimática*. México: Limusa.
- Ruano, M. (2010) *Un Vitruvio Ecológico. Principios y práctica del proyecto arquitectónico sostenible*. Londres: Gustavo Gili, SL.

Schteingart, M. y Graizbord, B. (1998) *Vivienda y vida urbana en la Ciudad de México*. México: El Colegio de México.

Secretaría de Agricultura y Servicios Hidráulicos. (1976). *Atlas del Agua de la República Mexicana*. México.

Secretaria de Energía (2014) *Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía 2014 – 2018*. México: Secretaría de Energía. Recuperado en: <http://www.conuee.gob.mx/work/sites/Conuee/resources/LocalContent/182/3/P RONASE20142018FINAL.pdf> (Fecha de consulta: 3 de noviembre de 2014).

Serra, R., (2004) *Arquitectura y climas*. Barcelona: Gustavo Gili

UNESCO. (2003) *Agua para todos, agua para la vida, Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo, resumen en español*. Francia: Ediciones UNESCO/Mundi-Prensa Libros. Recuperado de: <http://www.un.org/esa/sustdev/sdissues/water/WWDR-spanish-129556s.pdf> (Fecha de consulta: 25 de febrero de 2016)

8.2 Referencias telemáticas

Aisla y ahorra. (2011). *Precio de materiales aislantes ecológicos*. Recuperado en: <http://aislayahorra.blogspot.mx/2011/10/precios-de-aislamientos-ecologicos.html> (Fecha de consulta: 15 de abril de 2016)

CONAVI. (2010) *Código de Edificación de Vivienda*. México: CONAVI Segunda Edición. Recuperado en: <http://www.cmic.org/comisiones/sectoriales/vivienda/biblioteca/archivos/CEV%20PDF.pdf> (Fecha de consulta: 3 de noviembre de 2014).

C y M San Pascual S.A. Construcción y Montaje. *Ficha técnica Poliestireno expandido*. Recuperado de: <http://cymsanpascual.cl/wp-content/uploads/2014/05/Ficha-tecnica-Poliestireno-Expandido.pdf> (Fecha de consulta: 1 de abril de 2016).

Eco Habitar. *Materiales aislantes: corcho*. Recuperado de: http://www.ecohabitar.org/wp-content/uploads/2011/12/ficha_corcho1.pdf (Fecha de consulta: 1 de abril de 2016).

- FIDE. (2014) *¿Qué es el FIDE? De ahorro y mejora de la eficiencia*. Recuperado de: http://www.fide.org.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=108&Itemid=180 (Fecha de consulta: 3 de noviembre de 2014).
- FIDE. (2016). FIDE Verde. *Evoluciona con energía*. México. http://www.fide.org.mx/uploads/Materiales_back/CatalogoFide%20Diana-enero%2016-12.pdf (Fecha de consulta: 3 de abril de 2016).
- Greenpeace. (2001). *Hacia un futuro libre de PVC: Restricciones gubernamentales y empresariales al vinilo*. España: Greenpeace. Recuperado de: <http://www.greenpeace.org/espana/Global/espana/report/other/hacia-un-futuro-libre-de-pvc.pdf> (Fecha de consulta: 20 de abril de 2016).
- Grupo Thermotek. *Thermotek Bio Reflection Fotosensible*. Recuperado de: <http://gruothermotek.com/site/wp-content/uploads/2015/01/HOJA-TECNICA-BIO-Reflection-FOTOSENSIBLE-REV004-0713.pdf> (Fecha de consulta: 1 de abril de 2016).
- H. Ayuntamiento Constitucional de Tepic. *Reglamento de construcciones y seguridad estructural para el municipio de Tepic, Nayarit (2002)*. Recuperado de: <http://www.transparencia.tepic.gob.mx/docs/reglamentos/09-reglamento-construcciones.pdf> (Fecha de consulta: 2 de febrero de 2016).
- INECC. (s/f). *El cambio climático en México*. Información por estado y sector: Nayarit. Recuperado en http://www2.inecc.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/futuro_nayarit.html (Fecha de consulta: 3 de abril de 2016).
- INFONAVIT. (2013). *Unidad Habitacional Los Fresnos Multifamiliar*. Tepic, Nayarit.
- INFONAVIT. (s.f.) Subdirección General de Sustentabilidad Social. *Hipoteca Verde*. México: Infonavit. Recuperado en: http://www.sma.df.gob.mx/sma/links/download/archivos/ses_memoria/presentaciones/9_foro_energia_solar.pdf (Fecha de consulta: 15 de octubre de 2014).
- INEGI. (2010). Censo de Población y Vivienda 2010. Recuperado de: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/glosario/Default.aspx?ClvGlo=CPV2010&s=est&c=27432> (Fecha de consulta: 9 de febrero de 2016).
- INEGI. (2010). *Inventario Nacional de Vivienda*. Recuperado de: <http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/INV/Default.aspx?ll=23.84,-102.18&z=5> (Fecha de consulta: 10 de enero de 2015).

INEGI. (2010). *Compendio de Información Geográfica Municipal*. Tepic, Nayarit. Recuperado de: <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/compendio.aspx> (Fecha de consulta: 10 de enero de 2015).

INEGI (2015). *Recursos Naturales*. Recuperado de: <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/hidrologia/infoescala.aspx> (Fecha de consulta: 3 de enero de 2015).

Logrotex. *Aislantes Logrotex. Celulosa*. Recuperado de: <http://www.logrotex.com/files/descargas/FT-ISOLGREEN-CELULOSA.pdf> (Fecha de consulta: 1 de abril de 2016).

Logrotex. *Aislantes Logrotex. Lana*. Recuperado de: http://www.logrotex.com/files/linea-negocio/ficha-tecnica/FT-ISOLGREEN-LANA_0.pdf (Fecha de consulta: 1 de abril de 2016).

Logrotex. *Aislantes Logrotex. Lino*. Recuperado de: http://www.logrotex.com/files/descargas/FT-ISOLGREEN-LINO_0.pdf

Panelrey. (s/f). *Plafón corrido panel de yeso Ceiling rey*. Recuperado de: http://panelrey.com/sites/default/files/Ensamblados_plafones.pdf (Fecha de consulta: 1 de abril de 2016).

RATSA. S.A. de C.V. *Placa semi rígida de fibra mineral*. Recuperado de: www.ratsa.com (Fecha de consulta: 1 de abril de 2016).

Secretaría de Energía (2011). *Norma Oficial Mexicana NOM-020-ENER-2011, "Eficiencia energética en edificaciones-. Envoltorio de edificios para uso habitacional"*. Recuperado de: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5203931&fecha=09/08/2011 (Fecha de consulta: 16 de enero de 2016).

Secretaría de Energía (2014). *Guía rápida para el cálculo de la NOM-020-ENER-2011. Ejemplo de cálculo para la ciudad de: Hermosillo, Sonora*. Recuperado de: <http://www.conuee.gob.mx/pdfs/normalizacion/Guiarapida.pdf> (Fecha de consulta: 5 de febrero de 2016).

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2007). *Norma Oficial Mexicana NOM-015-CONAGUA-2007, Infiltración artificial de agua a los acuíferos.- Características y especificaciones de las obras y del agua*. Recuperado de: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/NOM-015-CONAGUA2007.pdf> (Fecha de consulta: 5 de diciembre de 2015).

Secretaria de Salud (1994). *Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, "Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización"*. México. Recuperado de: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/127ssa14.html> (Fecha de consulta: 15 de enero de 2016).

Servicio Meteorológico Nacional. *Normales climatológicas*. Tepic Nayarit (1951-2010). Recuperado de: http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=75 (Fecha de consulta: 10 de abril de 2015).

UNEP. (2011). *Making Right Choices: A Framework for Sustainability Assessment of Technology (SAT)*. Japan: UNEP-AIST. Recuperado de: http://www.unep.org/ietc/Portals/136/Events/UNEP%20AIST%20Workshop%20in%20Tsububa%20March%202011/4_SAT-Methodology.pdf (Fecha de consulta: 10 de noviembre de 2015).

USG México S.A. de C.V./Yeso Panamericano (s/f). *Para la construcción de muros y plafones con panel de yeso Tablaroca Sheetrock*. México. Recuperado de: <http://rac-materiales.com/pdf/mantablarocam95.pdf> (Fecha de consulta: 25 de marzo de 2016).