

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



Adaptación de la vivienda existente a los estándares de la sustentabilidad
por medios de autogestión. Mejorías en el desempeño energético e hídrico
(vivienda en Villa Belenes, Zapopan, 2014-2016).

Trabajo recepcional que para obtener el grado de

MAESTRO EN PROYECTOS Y EDIFICACIÓN SUSTENTABLES

Presenta: Guillermo Orozco Carrillo

Tutor: Mtro. Francisco Álvarez Partida

Tlaquepaque, Jalisco. Agosto de 2016.

Agradecimientos

A Dios, por la vida.

A mi familia, por acompañarme en el proceso.

A mi tutor, por compartir su conocimiento y calidad humana.

A la familia Muñoz, por su disposición para colaborar en el estudio.

A las instituciones ITESO y CONACYT, por los medios otorgados.

Índice de Contenido

Introducción.....	1
1. Planteamiento del tema.....	4
1.1. Planteamiento del problema en el que se busca innovar o desarrollar propuesta: descripción cuantitativa y cualitativa de la situación-problema.....	4
1.2. Delimitación del objeto de estudio de innovación.	5
1.3. Formulación del tema de estudio, que contenga la perspectiva y la referencia empírica del trabajo.	7
1.3.1. Tema de estudio.....	7
1.4. Establecimiento de la pregunta general y las preguntas particulares guía que ayudarán a formular el diseño de innovación o desarrollo.	7
1.5. Caracterización del proyecto en sus dimensiones temporales, espaciales, de unidades de análisis y grado de profundidad.	7
1.6. Delimitación de las variables y las unidades de análisis del proyecto.	10
1.6.1. Estructuración del título de investigación.....	11
1.7. Formulación de los objetivos generales y particulares que se pretenden alcanzar. ..	12
1.8. Implicaciones económicas, políticas, sociales, culturales, arquitectónicas que, bajo criterios de sustentabilidad, justifican la realización del proyecto.	14
2. Marco contextual del proyecto: antecedentes empíricos.	18
2.1. Antecedentes teórico- empírico.....	18
2.1.1. Gubernamental dominante.....	18
2.1.2. Vivienda existente.	22
2.1.3. Gubernamental emergente.....	25
2.1.4. Materiales y Tecnologías aplicables.	30
2.1.5. Autoproducción – autoconstrucción – auto gestión.....	33
2.1.6. Adaptación.	35
2.1.7. Conclusiones.....	37
3. Marco teórico/conceptual del proyecto.	41
3.1. Posicionamiento epistemológico.	41
3.1.1. Formas en que se caracteriza el sujeto y la realidad investigada.	41
3.1.2. Formas de caracterizarse como sujeto de investigación.	42
3.1.3. Formas de relacionarse con la realidad de investigación.	42
3.2. Ubicación de los campos disciplinares en los que su sitúa este proyecto.	43
3.3. Definición de perspectiva de sustentabilidad y de los conceptos fundamentales relacionados con el proyecto.	44
4. Diseño metodológico.	52

4.1.	Hipótesis o supuesto de trabajo.....	52
4.2.	Elección metodológica cuantitativa, cualitativa o mixta.....	52
4.3.	Recorrido metodológico propuesto para dar respuesta a la pregunta de investigación y cubrir los objetivos planteados.	53
4.4.	Definición de métodos a utilizar en la investigación.....	61
4.5.	Selección de técnicas y diseño de instrumentos.....	63
5.	Aproximación empírica a la realidad de estudio.....	67
5.1.	Pasos seleccionados del planteamiento metodológico	67
5.2.	Presentación de resultados.....	68
5.2.1.	Resultados de revisión documental.	68
5.2.2.	Resultados de observación directa.	105
5.2.3.	Resultados de entrevista.....	121
5.2.4.	Resultados de monitoreo de temperaturas.....	122
5.2.5.	Resultado de aplicación de Norma Oficial Mexicana NOM-020-ENER-2011	130
5.2.6.	Estrategias para lograr la eficiencia energética	138
5.2.7.	Estudio de caso, metodología de evaluación para la adaptación de tecnologías termoaislantes a la vivienda de Villas Belenes.....	141
5.2.8.	Comparativa de sistemas con la NOM-020-ENER-2011.....	167
5.2.9.	Estudio de flujos de viento.....	178
5.2.10.	Ahorro por dispositivos eléctricos e iluminación.....	187
5.2.11.	Instalación hidráulica de la vivienda	191
5.2.12.	Medición de presión.....	192
5.2.13.	Estrategias para lograr la eficiencia hídrica en la vivienda	198
5.2.14.	Ahorro por dispositivos hídricos-sanitarios	201
5.2.15.	Estudio de caso: captación de agua de lluvia en vivienda	206
6.	Conclusiones y recomendaciones.	216
6.1.	Conclusiones.....	216
6.2.	Resumen de contribuciones.....	219
6.3.	Líneas de investigación futuras.....	220
7.	Fuentes de consulta.	223
8.	Anexos.....	229
8.1.	Anexo 1 - Observación Directa.....	229
8.2.	Anexo 2 - Entrevista	230
8.3.	Anexo 3 – Estudio de caso.....	247
8.4.	Anexo 4 – Cálculos de NOM-020.....	251

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Esquema de diseño explicativo secuencial.	53
Ilustración 2. Esquema general de recorrido metodológico propuesta para esta investigación.	54
Ilustración 3. Orientación Villa Belenes. Fuente: Elaboración propia	69
Ilustración 4. Pendientes dentro del distrito ZPN-01. Fuente: Elaboración propia.....	70
Ilustración 5 Temperatura y umbral de confort térmico del área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia en software Bioclimatic Analysis Tool (BAT).....	73
Ilustración 6 Humedad relativa del área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia en software Bioclimatic Analysis Tool (BAT).	74
Ilustración 7 Precipitación y evaporación en el área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia en software Bioclimatic Analysis Tool (BAT).	75
Ilustración 8 Radiación solar en el área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia en software Bioclimatic Analysis Tool (BAT).	76
Ilustración 9 Altura solar respecto a el área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia en software Bioclimatic Analysis Tool (BAT).	77
Ilustración 10 Nubosidad presente en el área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia en software Bioclimatic Analysis Tool (BAT).	77
Ilustración 11 Datos de días grado para el área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia en software Bioclimatic Analysis Tool (BAT).	78
Ilustración 12 Velocidad media y máxima mensual para el área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia en software Bioclimatic Analysis Tool (BAT).....	79
Ilustración 13 Dirección del viento para el semestre de enero a junio para el área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia en software Bioclimatic Analysis Tool (BAT).	80
Ilustración 14 Dirección del viento para el semestre de julio a diciembre para el área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia en software Bioclimatic Analysis Tool (BAT).	81
Ilustración 15 Dirección del viento anual para el área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia en software Bioclimatic Analysis Tool (BAT).	82
Ilustración 16 Temperaturas horarias para el área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia en software Bioclimatic Analysis Tool (BAT).	84
Ilustración 17 Recorrido diario de la temperatura para el área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia en software Bioclimatic Analysis Tool (BAT).....	84
Ilustración 18 Humedades relativas horarias para el área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia en software Bioclimatic Analysis Tool (BAT).	85
Ilustración 19 Recorrido diario de la humedad relativa para el área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia en software Bioclimatic Analysis Tool (BAT)....	85
Ilustración 20 Radiación horaria total para el área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia en software Bioclimatic Analysis Tool (BAT).	86
Ilustración 21 Radiación horaria directa para el área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia en software Bioclimatic Analysis Tool (BAT).	86
Ilustración 22 Recorrido diario de la radiación solar total y directa para el área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia en software Bioclimatic Analysis Tool (BAT)....	87
Ilustración 23 Triángulos de confort de Evans para el área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia en software Bioclimatic Analysis Tool (BAT).	88
Ilustración 24 Estrategias bioclimáticas de Evans para el área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia en software Bioclimatic Analysis Tool (BAT).....	88

Ilustración 25 Índice ombrotérmico para el área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia en software Bioclimatic Analysis Tool (BAT).	89
Ilustración 26 Temperatura efectiva corregida para el área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia en software Bioclimatic Analysis Tool (BAT).....	90
Ilustración 27 Diagrama bioclimático para el área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia en software Bioclimatic Analysis Tool (BAT).	91
Ilustración 28 Diagrama psicométrico para el área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia en software Climate Consultant.	93
Ilustración 29 Confort térmico pronosticado con la temperatura media para el área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia en software Bioclimatic Analysis Tool (BAT).	94
Ilustración 30 Confort térmico pronosticado con la temperatura máxima para el área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia en software Bioclimatic Analysis Tool (BAT).	95
Ilustración 31 Confort térmico pronosticado con la temperatura mínima para el área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia en software Bioclimatic Analysis Tool (BAT).	95
Ilustración 32 Tablas e indicadores de Mahoney para el área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia con información de Fuentes, V. (2004).	96
Ilustración 33 Recomendaciones finales de Mahoney para el área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia.	97
Ilustración 34. Ubicación de Villa Belenes en la ZMG. Fuente: Elaboración propia.	105
Ilustración 35. Villa Belenes. Fuente: Elaboración propia.	106
Ilustración 36. Belenes. Fuente: Elaboración propia.	106
Ilustración 37. Calles que delimitan Villa Belenes. Fuente: Elaboración propia.	107
Ilustración 38. Recorridos en bicicleta. Fuente: Elaboración propia.	109
Ilustración 39. Tipología de fachadas en Villa Belenes. Fuente: Elaboración propia.	110
Ilustración 40. Área de sala y comedor. Fuente: Elaboración propia.	115
Ilustración 41. Área de sala y escalera. Fuente: Elaboración propia.	116
Ilustración 42. Área de escalera y cocina. Fuente: Elaboración propia.	116
Ilustración 43. Área de medio baño en planta baja. Fuente: Elaboración propia.	117
Ilustración 44. Área baño en planta alta. Fuente: Elaboración propia.	117
Ilustración 45. Área de recámara principal en planta alta. Fuente: Elaboración propia.	118
Ilustración 46. Área de recámaras en planta alta. Fuente: Elaboración propia.	118
Ilustración 47. Levantamiento Arquitectónico digitalizado. Fuente: Elaboración propia.	119
Ilustración 48. Copia de plano de permisos. Fuente: Obtenido gracias a Carlos Fernando Muñoz	120
Ilustración 49. Ubicación de dispositivos (loggers) en la vivienda. Fuente: Elaboración propia.	123
Ilustración 50. Gráfica de resultados del monitoreo de temperatura en la vivienda la primera quincena de marzo 2016. Fuente: Elaboración propia.	126
Ilustración 51. Gráfica de resultados del monitoreo de temperatura en la vivienda la segunda quincena de marzo 2016. Fuente: Elaboración propia.	127
Ilustración 52. Gráfica de pérdidas y ganancias de temperatura en un día. Fuente: Elaboración propia.	129
Ilustración 53 Gráfica de ubicación de las porciones para partes opacas y transparentes en la vivienda. Fuente: Elaboración propia.	132
Ilustración 54 Gráfica de ganancia de calor por conducción de la envolvente de la vivienda en Villas Belenes. Fuente: Elaboración propia con datos del cálculo de la NOM-020-ENER-2001.	134

Ilustración 55 Gráfica de ganancia de calor por radiación de la envolvente de la vivienda en Villas Belenes. Fuente: Elaboración propia con datos del cálculo de la NOM-020-ENER-2001.	134
Ilustración 56 Gráfica de presupuesto energético en la envolvente de la vivienda en Villas Belenes respecto al edificio de referencia. Fuente: Elaboración propia con datos del cálculo de la NOM-020-ENER-2001.	135
Ilustración 57 Resumen del cálculo de la envolvente de la vivienda en Villas Belenes. Fuente: Elaboración propia con datos del cálculo de la NOM-020-ENER-2001.	136
Ilustración 58 Etiqueta de eficiencia energética en la envolvente de la vivienda en Villas Belenes. Fuente: NOM-020-ENER-2001.	137
Ilustración 59 Características generales de producto Fuente: http://www.hebel.mx	144
Ilustración 60 Tabla comparativa de producto. Fuente: http://www.hebel.mx	145
Ilustración 61 Sistema modular Ecotejado. Fuente: http://plantica.mx/ecotejado	146
Ilustración 62 Evaluación del sistema por criterio. Fuente: Elaboración propia.	162
Ilustración 63 Evaluación del sistema por dimensión. Fuente: Elaboración propia.	162
Ilustración 64 Grafica de desempeño global. Fuente: Elaboración propia.	163
Ilustración 65 Esquema de ejemplo de ventana con volado hasta los límites de la ventana. Fuente: Norma Oficial Mexicana (2011, 09 agosto)	168
Ilustración 66 Procedimiento para la interpolación de datos en tablas. Fuente: Norma Oficial Mexicana (2011, 09 agosto)	168
Ilustración 67 Resumen del cálculo de la envolvente de la vivienda en Villas Belenes con mejoras en protecciones solares. Fuente: Elaboración propia con datos del cálculo de la NOM-020-ENER-2001.	169
Ilustración 68 Gráfica comparativa de eficiencia de propuesta con protección solar en ventanas respecto al edificio de referencia y estado actual. Fuente: Elaboración propia con datos del cálculo de la NOM-020-ENER-2001.	169
Ilustración 69 Gráfica comparativa de ahorro de energía en la propuesta con protección solar en ventanas respecto al edificio de referencia y estado actual. Fuente: Elaboración propia con datos del cálculo de la NOM-020-ENER-2001.	170
Ilustración 70 Componentes de la porción de techo con el sistema termoaislante Termocret. Fuente: Elaboración propia con datos del cálculo de la NOM-020-ENER-2001.	171
Ilustración 71 Componentes de la porción de techo con el sistema termoaislante Hebel. Fuente: Elaboración propia con datos del cálculo de la NOM-020-ENER-2001.	172
Ilustración 72 Componentes de la porción de techo con el sistema termoaislante de un techo verde. Fuente: Elaboración propia con datos del cálculo de la NOM-020-ENER-2001.	172
Ilustración 73 Resumen del cálculo de la envolvente de la vivienda en Villas Belenes. Fuente: Elaboración propia con datos del cálculo de la NOM-020-ENER-2001.	173
Ilustración 74 Resumen del cálculo de la envolvente de la vivienda en Villas Belenes con sistema Termocret. Fuente: Elaboración propia con datos del cálculo de la NOM-020-ENER-2001.	174
Ilustración 75 Resumen del cálculo de la envolvente de la vivienda en Villas Belenes con sistema Hebel. Fuente: Elaboración propia con datos del cálculo de la NOM-020-ENER-2001.	175
Ilustración 76 Resumen del cálculo de la envolvente de la vivienda en Villas Belenes con sistema de Techo Verde. Fuente: Elaboración propia con datos del cálculo de la NOM-020-ENER-2001.	175
Ilustración 77 Gráfica comparativa de eficiencia de sistemas respecto al estado actual. Fuente: Elaboración propia con datos del cálculo de la NOM-020-ENER-2001.	176
Ilustración 78 Gráfica comparativa de ahorro de energía en de los sistemas respecto al estado actual. Fuente: Elaboración propia con datos del cálculo de la NOM-020-ENER-2001.	177

Ilustración 79 Etiqueta de eficiencia energética en la envolvente de la vivienda en Villas Belenes con aplicación de azotea verde y sombreado. Fuente: NOM-020-ENER-2001.....	178
Ilustración 80. Ubicación de adaptaciones en planta de azotea. Fuente: Elaboración propia...	179
Ilustración 81. Comparativa de flujo de viento de estado actual contra propuesta de adaptaciones en planta baja. Fuente: Elaboración propia en software Ecotect y Winair.....	180
Ilustración 82. Comparativa de flujo de viento de estado actual contra propuesta de adaptaciones en planta alta. Fuente: Elaboración propia en software Ecotect y Winair.	181
Ilustración 83. Comparativa de flujo de viento de estado actual contra propuesta de adaptaciones en sección uno. Fuente: Elaboración propia en software Ecotect y Winair.	182
Ilustración 84. Comparativa de flujo de viento de estado actual contra propuesta de adaptaciones en sección dos. Fuente: Elaboración propia en software Ecotect y Winair.	183
Ilustración 85. Comparativa de temperatura de estado actual contra propuesta de adaptaciones en sección uno. Fuente: Elaboración propia en software Ecotect y Winair.....	184
Ilustración 86. Comparativa de temperatura de estado actual contra propuesta de adaptaciones en sección dos. Fuente: Elaboración propia en software Ecotect y Winair.	185
Ilustración 87. Gráfica de distribución de consumo eléctrico en la vivienda. Fuente: Elaboración propia.	189
Ilustración 88. Esquema isométrico de la instalación hidráulica de la vivienda. Fuente: Elaboración propia en software Autocad.	192
Ilustración 89. Esquema isométrico de puntos de medición de presión en la instalación hidráulica de la vivienda. Fuente: Elaboración propia en software Autocad.	194
Ilustración 90. Registro fotográfico de medición de presión en la vivienda. Fuente: Elaboración propia.	195
Ilustración 91. Grafica de presión de agua en diferentes alturas de la vivienda. Fuente: Elaboración propia.....	196
Ilustración 92. Diagrama de colocación de presurizador en salida de tinaco. Fuente: http://www.bombas-vars.com.mx/bombas_vars_tinaco.htm	197
Ilustración 93. Dispositivos ahorradores instalados en la vivienda. Fuente: Elaboración propia de collage de fotos tomadas de http://www.homedepot.com.mx	203
Ilustración 94. Lectura de medidor en cada etapa. Fuente: Elaboración propia.	204
Ilustración 95. Grafica de consumo de agua en M3 y ahorro alcanzado por los dispositivos ahorradores. Fuente: Elaboración propia.....	205
Ilustración 96. Esquema en sección de la idea planteada por Carlos F. Muñoz para aprovechamiento pluvial. Fuente: Elaboración propia en software Autocad.....	206
Ilustración 97. Serie de fotografías de ubicación de bajante y contenedores del sistema. Fuente: Elaboración propia.....	207
Ilustración 98. Serie de fotografías de contenedores del sistema y salidas. Fuente: Elaboración propia.	208
Ilustración 99. Gráfica de distribución de uso del agua en la vivienda. Fuente: Elaboración propia.	210
Ilustración 100. Gráfica de metros cúbicos de lluvia captada por mes y límites para cubrir necesidades no potables. Fuente: Elaboración propia.	212
Ilustración 101. Esquema de funcionamiento de interceptor de primeras aguas. Fuente: CONAFOVI (2005). Guía de uso eficiente del agua en desarrollos habitacionales. [Figura 3.21]	213

Índice de tablas

Tabla 1. Estructuración de título del proyecto.....	11
Tabla 2. Delimitación de las variables y las unidades de análisis del proyecto.	12
Tabla 3. Estadísticas climáticas normales para la estación de Guadalajara (SMN) en dos periodos de tiempo. Fuente: INIFAP.....	71
Tabla 4 Tabla ciclos estacionales para el área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia con información de Fuentes, V. (2004).....	98
Tabla 5 Matriz de climatización para el área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia con información de Fuentes, V. (2004).....	104
Tabla 6 Porciones para partes opacas y transparentes en la vivienda. Fuente: Elaboración propia.	133
Tabla 7 Matriz de estrategias para lograr mejorías en la eficiencia energética. Fuente: Elaboración propia.....	140
Tabla 8 Elaboración de criterios e indicadores. Fuente: Elaboración propia.	148
Tabla 9 Materiales aislantes comunes: resistencia térmica (R), ventajas e inconvenientes. Fuente: Elaboración propia.	156
Tabla 10 Filtrado de sistemas por criterios estratégicos. Fuente: Elaboración propia.	156
Tabla 11 Evaluación con los sistemas seleccionados. Fuente: Elaboración propia.	157
Tabla 12. Dispositivos y electrodomésticos en la vivienda. Fuente: Elaboración propia.	188
Tabla 13. Cumplimiento de luminarias respecto a CEV y NOM. Fuente: Elaboración propia. ...	190
Tabla 14. Demanda en la boca de suministro de los muebles y accesorios. Fuente: Elaboración propia con información del CEV 2010, pág., 399.....	193
Tabla 15. Altura necesaria para cumplir la presión mínima recomendada por el CEV. Fuente: Elaboración propia.....	197
Tabla 16. Matriz de estrategias para lograr mejorías en la eficiencia hídrica. Fuente: Elaboración propia.	200
Tabla 17. Comparativa de eficiencia de muebles y dispositivos ahorradores. Fuente: Elaboración propia.	204
Tabla 18. Tabla de precipitación promedio mensual contrastada con el potencial de captación. Fuente: Elaboración propia.	209
Tabla 19. Tabla de consumo en usos no agua no potables contrastada con la frecuencia mensual de consumo. Fuente: Elaboración propia.....	211

Título del proyecto: Adaptación de la vivienda existente a los estándares de la sustentabilidad por medios de autogestión. Mejorías en el desempeño energético e hídrico (vivienda en Villa Belenes, Zapopan, 2014-2016).

Resumen

El presente escrito es el Trabajo de Obtención de Grado de la maestría en Proyectos y Edificación Sustentables por ITESO. El tema abordado parte de dos conceptos ordenadores siendo el primero la adaptación de la vivienda existente a los estándares de la sustentabilidad por medios de autogestión y el segundo las mejorías en el desempeño energético e hídrico; se tiene como referente empírico la vivienda en Villa Belenes. El propósito es generar propuestas de adaptaciones que ayuden a los usuarios en el proceso de transformación de su vivienda, que serán guiadas con sustento teórico – técnico y que pueden ser logrados por medios autogestionados, para lograrlo se utilizará una metodología de investigación mixta, empleando diferentes métodos y herramientas generando estrategias que llevan a propuestas que logren una mejoría en el desempeño energético e hídrico de la vivienda. El grado de profundidad para esta investigación es explicativa-experimental hasta la etapa de propuesta.

Palabras clave: Adaptación de la vivienda, autogestión, desempeño energético, desempeño hídrico, sustentabilidad, vivienda en Zapopan.

Abstract

The present writing is the work to obtain the degree of Master in Sustainable Buildings & Projects by ITESO. The subject starts from two main concepts, the first being the adaptation of existing housing to the standards of sustainability that could be achieved by self-management and the second concept is the improvements in energy and water performance; having as empirical referent to house in Villa Belenes, Zapopan, Mexico. The objective is to generate proposals for adaptations that help users in the process of transforming their home, which will be guided by theoretical - technical support and can be achieved by self - managed means, to reach this I used a methodology based on a mixed research using different methods and tools generating strategies that lead to proposals that achieve an improvement in the energy and water performance of housing. The scope of this research is explanatory-experimental reaching a proposal stage.

Key words: Housing adaptation, self - management, energy performance, water performance, sustainability, housing in Zapopan.

Introducción.

Desde la década de los sesenta Malvina Reynolds retoma aspectos del postmodernismo en su canción “Little Boxes”, donde hace una crítica a la problemática que la sociedad se estaba enfrentando, la estandarización, mientras manejaba por la carretera de Berkeley a San Francisco al observar repetición en el paisaje. Lo demuestra inicialmente con el tema de la vivienda y posteriormente da paso a la estandarización de la forma de vida.

“Pequeñas cajas en la colina, pequeñas cajas de baja calidad, pequeñas cajas en la colina, pequeñas cajas todas igual, hay una verde, una rosa, una azul y una amarilla, pequeñas cajas de baja calidad, pequeñas cajas todas lucen igual.”

En México durante décadas el tema de la vivienda respondió a una cuestión cuantitativa derivada del déficit de hogares disponibles para los trabajadores del país, el gobierno abandono la responsabilidad dejándola en manos de desarrolladores que bajo principios comerciales redujeron el hábitat a un nivel de vivienda digna mínima, desarrollando por años viviendas bajo esquemas de “reducción”, estandarizando sistemas de construcción, materiales económicos y diseño espacial- funcional. Viviendas que fueron construidas sin considerar aspectos de sitio y clima donde están ubicadas, ni aspectos de ahorro de agua y energía eléctrica.

De lo anterior es que surge una pregunta ¿qué hacer con miles de metros cuadrados edificados y que no están siendo considerados en los planes del gobierno de vivienda sustentable?

Sería una utopía pensar en la construcción de vivienda sustentable nueva que cumpla con las necesidades de hábitat de la población en el país. Pensar en la vivienda existente como infraestructura capaz de transformarse y adaptarse a las necesidades ambientales, económicas y sociales actuales es una manera de sumar a los planes y programas del gobierno que tienen como propósito la disminución de los impactos al medio ambiente.

Es importante considerar como lograr la adaptación de la infraestructura existente, y parte de observar quién construye en nuestro país; pues se estima que el 40% de las viviendas fueron construidas por un miembro de la familia, otro 40% fue construido por un albañil o un maestro de obras (Sánchez, 2012). Esto muestra de manera clara que la autogestión en la construcción de la vivienda no solamente es una forma, sino una

necesidad de las familias ante la falta de oportunidades económicas que enfrentan en el día a día. Si consideramos: economía familiar, cantidad de viviendas existentes y autogestión de los proyectos de construcción, observaremos el gran campo de acción que enfrentamos y está siendo excluido de los planes de sustentabilidad del país.

Este proyecto de investigación intenta sumar la vivienda existente por medio de adaptación con materiales o tecnologías aplicadas a la vivienda por medios auto gestionados con la intención nacional de disminuir el consumo hídrico y energético en las viviendas del país. Como objeto de estudio empírico se considerará una vivienda ubicada en la colonia Villa Belenes del municipio de Zapopan. El caso de Villa Belenes es un pequeño ejemplo del sistema estandarizado de construcción de vivienda por desarrolladores, viviendas unifamiliares adosadas en terrenos de 80 metros cuadrados, de dos niveles, con muros y losas a base de bloques de jalcreto, que no responden a las condiciones de sitio ni de clima del contexto en el que se ubican.

Esta investigación se estructura bajo cinco capítulos, el primer capítulo parte como planteamiento del problema, donde se presenta la delimitación del objeto de estudio, establecimiento de pregunta de investigación, se describen los objetivos generales y específicos, así como las implicaciones de la investigación. El segundo capítulo presenta el marco contextual de la investigación, el tercer capítulo corresponde al marco conceptual bajo el cual se fundamentan los conceptos de la investigación. El cuarto capítulo plantea la metodología seleccionada, los métodos y las técnicas seleccionadas con las que se obtuvo la información. El quinto capítulo contiene la aproximación empírica a la realidad del estudio y la interpretación de los resultados.

A continuación, se presentan los avances del Trabajo de Obtención de Grado logrados del periodo comprendido de agosto 2014 a agosto 2016.

Por Arq. Guillermo Orozco Carrillo, Tlaquepaque, Jalisco, 2016.

I. Planteamiento del problema

En el siguiente capítulo se plantea el problema de investigación, la delimitación del objeto de estudio, la formulación del tema, se establece la pregunta general de la investigación que ayudan a formular el desarrollo, se delimitan las variables y las unidades de análisis que generan la formulación de los objetivos generales y particulares, además de la descripción de las implicaciones económicos, políticas, sociales que justifican el proyecto de innovación, así como los alcances esperados.

1. Planteamiento del tema

1.1. Planteamiento del problema en el que se busca innovar o desarrollar propuesta: descripción cuantitativa y cualitativa de la situación-problema.

El enfoque político e institucional hacia la vivienda orientado a la sustentabilidad tiene que sufrir un cambio, del actual sistema de gobierno como promotor financiero de la vivienda en el país en dirección a una política integral de soluciones reales encaminadas a la vivienda y su problemática, en la búsqueda de mitigar los impactos de las mismas al medio ambiente. Las nuevas consideraciones en las políticas generales de vivienda prometen dar un giro en la producción de la vivienda nueva basada en el crecimiento urbano extensivo.

Pero ¿Qué pasa con la vivienda ya edificada en este país?, ¿Cómo sumar la edificación existente en la dinámica de la sustentabilidad?

La importancia de la investigación recae en la intención nacional de construir vivienda con consideraciones que mitigan los impactos ambientales, pero la exclusión de la transformación de la vivienda ya edificada genera un vacío que tiene que ser atendido; 28.1 millones de viviendas habitadas (INEGI, 2010) y con un crecimiento promedio de 400 mil unidades construidas anuales por desarrolladores de vivienda según el reporte mensual del sector de la vivienda agosto 2014 (CONAVI con información RUV). Así como el promedio de antigüedad de las viviendas de 20.4 años según datos de SHF en el documento el Estado Actual de la Vivienda en México 2013, mismas que según estimaciones del Instituto Nacional de Ecología (2009) y CONAVI generan el 7% del total de las emisiones de CO₂ y con un nivel de sustentabilidad baja según el estudio del Centro Mario Molina (2012).

Beneficiar a la sociedad por medio del aprovechamiento de los cambios actuales en las políticas que incluyen las consideraciones de impulsar el desarrollo de la vivienda usada con esquemas de apoyo y financiamiento para el mejoramiento y regularización de la misma (SHF, 2013).

De la aceptación de la autoproducción como mecanismo real y necesario de gestión social de la vivienda, así como la comprensión de que esta forma de construir va más allá de la

edificación física o mejoramiento de la infraestructura de una unidad espacial, los espacios productivos y de interacción social comunitaria como promotora de ciudad. (Broer, S., and Titheridge, H., 2010)

Es decir, la suma de los factores como la gran cantidad de vivienda ya edificada, demanda actual, antigüedad de la edificación, cambios de políticas, intenciones nacionales de mitigar el cambio climático, necesidad social de edificación de la vivienda, plantea no solo la necesidad de adaptar la vivienda existente por medio de soluciones sustentables desde la autoproducción, sino como una oportunidad real de transformación de la vivienda existentes mediante un proceso integral de los medios sociales, económicos y técnicos para lograr este fin. (Marcuse, P., 1992)

Enfocar los esfuerzos profesionales e institucionales en la integración de la vivienda ya edificada significaría la disminución de los impactos que éstas generan al medio ambiente y por ende a la comunidad. Además, la economía de las familias que habitan esas viviendas se verá beneficiada por medio de lograr los ahorros derivados de lograr mayor desempeño hídrico y energético.

1.2. Delimitación del objeto de estudio de innovación.

El estudio para lograr la integración de la vivienda existente a la sustentabilidad por medios de autogestión permitirá la generación de propuestas puntuales que aporten en acortar el distanciamiento que existe entre vivienda edificada y vivienda que considera el uso eficiente de los recursos hídricos y energéticos: esto con la intención en la disminución de impactos negativos directos al medio ambiente, así como en la intención de disminuir los gases de efecto invernadero provenientes de la vivienda, con incidencia en el cambio climático. Además la adaptación por medios de auto gestión contribuye en el entorno social, no solamente por la mejoría directa en la vivienda, sino como una acción enmarcada en un proceso de participación comunitaria que genera condiciones de integración social.

Viviendas adaptadas a la sustentabilidad que logren mejorar la calidad de vida de los usuarios, que promueve el desarrollo social próspero y generen ciudades con interacción entre sus habitantes. El desarrollo sustentable como marco que integra los objetivos

económicos, sociales y ambientales que mejoren las perspectivas de las aspiraciones de una sociedad.

El caso de estudio para esta investigación son las viviendas en la colonia Villa Belenes, en el municipio de Zapopan, Jalisco. Ubicadas al norte de la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG), dentro del anillo periférico y a unas cuadradas donde se está edificando el Centro Cultural Universitario (CCU). Estas viviendas presentan una oportunidad de trasladar el producto de la investigación a otras viviendas, pues representan una tipología formal y constructiva que se ha empleado para el desarrollo de vivienda de interés social en los últimos treinta años en la ciudad.

La edificación de estas viviendas fue planeada a finales de los años noventa para ser vendida a maestros de la Universidad de Guadalajara (U de G), pues ya se previa el CCU en los terrenos colindantes, por cuestiones económicas las viviendas fueron ofrecidas al público en general permitiendo el acceso de créditos del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT). Formalmente esta vivienda se desplanta en un terreno de 80 metros cuadrados (5 x 16 metros), contando con 3 recámaras, sala-comedor, cocina, dos baños, patio y un cajón de estacionamiento. En la actualidad, esta serie de viviendas es habitada por personas de un nivel económico medio, en su mayoría propietarios de la vivienda, situación que favorece la aplicación de la investigación derivado del interés en adaptar la vivienda a manera de inversión para percibir los beneficios económicos en un corto o mediano plazo.

La adaptación de este tipo de vivienda que resulte en la mejoría en el desempeño energético e hídrico representaría la posibilidad de replicar los productos en otras viviendas y sumar la vivienda existente hacia el camino de la vivienda sustentable, con las intenciones nacionales de construir y adaptación de la vivienda con consideraciones sustentables que mitigan los impactos ambientales.

1.3. Formulación del tema de estudio, que contenga la perspectiva y la referencia empírica del trabajo.

1.3.1. Tema de estudio

El proyecto de investigación está compuesto teóricamente bajo dos conceptos ordenadores y un referente empírico. El primer concepto ordenador es la *adaptación de la vivienda existente a los estándares de la sustentabilidad por medios de autogestión* y el segundo las *Mejorías en el desempeño energético e hídrico*; teniendo como referente empírico la vivienda en Villa Belenes.

El tema de esta investigación es el proceso de adaptación de la vivienda existente a los estándares de la sustentabilidad por medios de autogestión que logren un mejor desempeño energético e hídrico en la vivienda.

1.4. Establecimiento de la pregunta general y las preguntas particulares guía que ayudarán a formular el diseño de innovación o desarrollo.

Partiendo de la relación entre problematización, los conceptos ordenadores y el referente empírico es que surge la pregunta que rige la investigación.

¿Cuál es el proceso de adaptación de la vivienda existente en Villa Belenes a los estándares de la sustentabilidad por medios auto gestionados que logren un mejor desempeño energético e hídrico?

Preguntas Secundarias.

¿Qué mejoras se pueden lograr por medio de la autogestión en la adaptación a los estándares de la sustentabilidad de la vivienda existente?

¿Cómo lograr la adaptación a los estándares de la sustentabilidad por medio de la autogestión de la vivienda existente?

1.5. Caracterización del proyecto en sus dimensiones temporales, espaciales, de unidades de análisis y grado de profundidad.

La dimensión del estudio es de escala micro pues se enfoca en una vivienda ubicada en Av. Venustiano Carranza #1021, colonia Villas Belenes, Zapopan, Jal. Y será estudiada

durante un período de tiempo sincrónico realizado en el período agosto 2014- agosto 2016.

El grado de profundidad para esta investigación es explicativa experimental, pues trata de encontrar las causas que afecten el desempeño energético e hídrico de la vivienda y por medio de la manipulación de las variables, obteniendo resultados que puedan ser interpretados.

Este proyecto de investigación trata de conjugar los tres ejes de las sustentabilidad, ambiental, social y económico; si bien el propósito fundamental es la disminución de los impactos negativos al medio ambiente por la eficiencia en consumo energético y disminución del recurso hídrico en la vivienda, lo anterior significaría ahorros económicos por la implementación de soluciones que disminuyan los gastos en el hogar; la contribución al entorno social se daría por la mejoría directa en la vivienda, mejorando las condiciones de habitabilidad y calidad de vida de los usuarios, además la adaptación por medios de autogestión como en un proceso de participación comunitaria que genera condiciones de integración social.

De lo anterior es que se distinguen variables por eje que pueden ser transformadas, pasando de ser un impacto negativo a uno positivo.

Ambiental

- La disminución de consumo de energía eléctrica lograría la mitigación en emisión de gases de efecto invernadero (GEI) producto de la forma en la que se produce la energía en México, ya que más del 75% de la generación de energía se da por la quema de combustibles fósiles. Por otra parte, la vivienda es el responsable del consumo de 16.5% de la energía producida en el país. (CONAFOVI,2006)
- La disminución del consumo de agua resulta importante dado el estado de presión hídrico en el que se encuentra el país, ya que se considera un nivel de disponibilidad de agua bajo dado el promedio menor a los 5 mil m³ de agua al año por habitante y de la misma forma el estado de Jalisco presenta niveles inferiores a los 2,000 m³/año/hab. (CONAFOVI,2005)

- Se requiere de la adaptación de edificaciones existentes para lograr disminuir los impactos al medio ambiente, ya que la proporción de edificación existen frente a construcción nueva es de 98 a 2. (Tobias, L., & Vavaroutsos, G., 2012).

Económico

- Ahorro económico directo en el hogar al disminuir el costo mensual del consumo eléctrico (CFE) y de agua (SIAPA).
- El adaptar la edificación existente requiere de una inversión económica baja para lograr los objetivos de disminución de impactos negativos al medio ambiente.
- La adecuada selección de dispositivos y adaptaciones que sustituirán al estado actual de la vivienda promoverían un ahorro a lo largo de su vida útil, en algunos casos llegan a ser entre 10 y 15 años.
- Estas adaptaciones se pueden lograr por medio de financiamiento del INFONAVIT, con programas como Hipoteca Verde o Mejoravit, el cual permite a los trabajadores que estén dados de alta en el seguro social obtener un crédito para el mejoramiento de la vivienda con dispositivos que permitan un ahorro en consumos.
- El que las adaptaciones sean por medios de auto gestión permite disminuir los costos para lograrlas, ya que pueden ser realizadas de manera directa por los usuarios o la contratación directa de un maestro albañil, herrero, fontanero, entre otros llegando a precios aproximados de costo directo en el mercado.
- Fomenta el comercio local ya que las adaptaciones se pueden lograr con materiales que se encuentran en ferreterías o tlapalerías, además es en ese mismo lugar donde muchas veces se logran las conexiones para seleccionar y contratar al personal capacitado para realizar ciertos trabajos.

Social

- El adaptar la vivienda para lograr confort higrotérmico significaría aumentar la calidad de vida de los usuarios respecto a habitar su vivienda, permitiendo realizar las actividades diarias de convivencia, trabajo, estudio, ocio, descanso con una sensación de mayor agrado y comodidad.

- La adaptación por medios auto gestionados lograría un mayor nivel de apropiamiento de los usuarios respecto a su vivienda, promoviendo una conciencia de mantenimiento continuo a la infraestructura.
- La adaptación de la vivienda por gestión del mismo usuario promueve una mayor apropiación, conciencia e interés de los consumos energéticos e hídricos, esto al mismo tiempo reflejaría un cambio de postura en la forma de uso y mantenimiento de los espacios e instalaciones de la vivienda.
- El proceso propio de la autogestión, autoproducción, autoconstrucción se caracteriza por formar alianzas entre la comunidad para lograr solucionar necesidades, alianzas sociales, comerciales, financieras y de conocimientos. Es decir, la gestión y el proceso de adaptación se lleva a cabo por medio de intercambio comercial, de conocimiento y social a una escala barrial, lo que promueve la interacción e intercambio social entre vecinos.

1.6. Delimitación de las variables y las unidades de análisis del proyecto.

El título del proyecto de investigación para el Trabajo de Obtención de Grado es Adaptación de la vivienda existente a los estándares de la sustentabilidad por medios de autogestión. Mejorías en el desempeño energético e hídrico (vivienda en Villa Belenes, Zapopan, 2014-2016). Se estructura por 3 variables. La primera variable representa la dimensión conceptual referente a la Adaptación de la vivienda existente a los estándares de la sustentabilidad por medios de autogestión. Compuesta por cuatro unidades de análisis, Adaptación, vivienda existente, estándares de la sustentabilidad y medios de autogestión. La segunda variable representa el segundo concepto ordenador referente a Mejorías en el desempeño energético e hídrico, y está compuesta por dos unidades de análisis desempeño energético y desempeño hídrico. La tercera variable se refiere a la dimensión espacial-temporal, siendo Vivienda en Villa Belenes, Zapopan. (2014- 2016), compuesta por tres unidades de análisis, el primero la espacial vivienda en Villa Belenes, la segunda unidad de análisis es Zapopan. Y la tercera unidad de análisis, la temporal (2014-2016).

1.6.1. Estructuración del título de investigación

Adaptación (AUA1.1) de la vivienda existente (AUA1.2) a los estándares de la sustentabilidad (AUA1.3) por medios de autogestión (AUA1.4) **(V1)**. **Mejorías en el desempeño energético** (AUA2.1) e **hídrico** (AUA2.2) **(V2)** (vivienda en Villa Belenes, (AUA3.1) Zapopan, (AUA3.2) 2014-2016) (AUA3.3) **(V3)**.

Estructuración del título	
Adaptación de la vivienda existente a los estándares de la sustentabilidad por medios de autogestión.	Primer concepto ordenador
Mejorías en el desempeño energético e hídrico	Segundo concepto ordenador
(vivienda en Villa Belenes, Zapopan, 2014-2016)	Referente empírico

Tabla 1. Estructuración de título del proyecto.

V1: Adaptación de la vivienda existente a los estándares de la sustentabilidad por medios de autogestión. Compuesta por cuatro unidades de análisis, Adaptación ([UA1.1](#)), vivienda existente ([UA1.2](#)), estándares de la sustentabilidad ([UA1.3](#)) y medios de autogestión. ([UA1.4](#))

V2: Mejorías en el desempeño energético e hídrico, compuesta por dos unidades de análisis *desempeño energético* ([UA2.1](#)) y *desempeño hídrico*. ([UA2.2](#))

V3: Vivienda en Villa Belenes, Zapopan. (2014- 2016), compuesta por tres unidades de análisis, el primero la espacial vivienda en *Villa Belenes* ([UA3.1](#)), la segunda unidad de análisis es *Zapopan* ([UA3.2](#)). Y la tercera unidad de análisis, la temporal. (2014-2016) ([UA3.3](#))

Delimitación de las variables y las unidades de análisis del proyecto.

Variables		Unidades de analisis	
V1	Adaptación de la vivienda existente a los estándares de la sustentabilidad por medios de autogestión.	UA1.1	Adaptación
		UA1.2	vivienda existente
		UA1.3	estándares de la sustentabilidad
		UA1.4	medios de autogestión
V2	Mejorías en el desempeño energético e hídrico	UA2.1	desempeño energético
		UA2.2	desempeño hídrico
V3	vivienda en Villa Belenes, Zapopan, 2014-2016.	UA3.1	vivienda en Villa Belenes
		UA3.2	Zapopan
		UA3.3	(2014-2016)

Tabla 2. Delimitación de las variables y las unidades de análisis del proyecto.

1.7. Formulación de los objetivos generales y particulares que se pretenden alcanzar.

Contribuir en la integración de la vivienda existente con consideraciones de manejo y aprovechamiento de agua, eficiencia energética y térmica por medio de soluciones de autogestión con la intención nacional de disminuir el consumo energético y de agua en las viviendas del país.

Generar propuestas de solución, que muestren los beneficios que se esperan de esas adaptaciones a la vivienda existente en comparativa con el estado actual de la vivienda. Propuestas de pequeñas o medianas adaptaciones que ayuden a los usuarios en el proceso de transformación de su vivienda, adaptaciones guiadas con sustento teórico – técnico a través de la autoproducción.

1.7.1. Objetivo general 1:

- Describir las características generales del municipio de Zapopan, que permitan entender el contexto del objeto de estudio.

Objetivos particulares-

- Describir las condiciones del sitio donde se encuentra ubicada la vivienda considerada para esta investigación.
- Identificar las condiciones de clima, información importante que puede ser contrastada para lograr principalmente comparativas de eficiencia térmica y energética, así como posibilidades en el apartado de eficiencia hídrico y la relación con aprovechamiento de aguas pluviales.
- Reconocer las condiciones que ofrece el sol (geometría solar) frente a la vivienda a lo largo del año, con la intención de obtener variaciones de intensidad de radiación solar en las superficies, así como la disponibilidad de energía solar que puede ser aprovechada en pro de la eficiencia energética.
- Sintetizar la información obtenida de los puntos anteriores, cierre de apartado.

1.7.2. Objetivo general 2:

- Definir los consumos energéticos e hídricos de la vivienda en Villa Belenes, entendidos por los aspectos térmicos, energéticos e hídricos de la unidad.

Objetivos particulares-

- Describir las condiciones de la infraestructura y de los elementos que componen la vivienda, la información obtenida servirá para conocer el desempeño térmico, energético e hídrico del estado actual de la vivienda.
- Describir las condiciones térmicas al interior de la vivienda y del comportamiento de los materiales en relación a la temperatura exterior.
- Identificar el consumo energético mediante el análisis de dispositivos electrodomésticos y cruzar información cuantitativa y cualitativa de usos y formas de emplear aparatos eléctricos, esto dará una perspectiva del consumo desde el comportamiento del usuario.
- Identificar el consumo hídrico mediante el monitoreo del medidor del SIAPA y cruzar información cuantitativa y cualitativa de usos y formas de emplear las instalaciones hidrosanitarias y los dispositivos que requieran de agua, el cruce dará una perspectiva del consumo desde el comportamiento del usuario.
- Sintetizar el estado actual de la vivienda. Con esta se puede dar paso a la etapa de valoración de eco tecnologías y propuestas de mejoría que puedan ser comparadas en su eficiencia y así obtener resultados.

1.7.3. Objetivo general 3:

- Diseñar una propuesta de adaptación a la vivienda que mejore el desempeño energético e hídrico de dicha edificación.

Objetivos particulares-

- Identificar de las tecnologías ecológicas que puedan ser implementadas en la propuesta de adaptación de la vivienda, se desprende el nivel de eficiencia y la factibilidad de su implementación.
- Aplicar una evaluación multi criterio de las tecnologías que podrían ser propuestas para aumentar la eficiencia de la vivienda.
- Integrar las tecnologías en una propuesta de adaptación de la vivienda para aumentar la eficiencia con base al cumplimiento de la normativa vigente y previamente mencionada.
- Comparar el estado actual con la propuesta de mejoría de la vivienda, clave de la investigación pues refleja el comportamiento en base a modificaciones que se introduzcan con el fin de mejorar la eficiencia de la misma.
- Sintetizar de la comparativa entre el estado actual de la vivienda y las propuestas de mejora.

1.8. Implicaciones económicas, políticas, sociales, culturales, arquitectónicas que, bajo criterios de sustentabilidad, justifican la realización del proyecto.

La importancia de este proyecto recae en solventar un problema que afecta los tres ejes de la sustentabilidad, el ambiental, económico y social presentes en la vivienda, si bien en este caso se centra en las viviendas de Villa Belenes en Zapopan, esta investigación puede ser replicable en otros casos que presenten similitudes de tipología de la vivienda en aspectos formales y constructivos, así como características climáticas, y a su vez puede servir de referencia en aspectos metodológicos para el estudio de casos que no presenten similitudes con el referente empírico.

Justificación social.

Se pretende que los beneficiarios directos de las adaptaciones que resulten en mejoras en la eficiencia energética e hídrica de la vivienda se reflejen en la sociedad de manera puntual en los usuarios de las viviendas ya sean de renta o propietarios que verán un

aumento en el confort de uso del habitar la vivienda, así como ahorros económicos derivados de las mejoras logradas por la adaptación de la misma; aspecto económicos y sociales. De manera general se verá beneficiada la sociedad en general pues el proyecto plantea la auto gestión de las adaptaciones, esta manera de construcción implica las relaciones sociales a nivel barrial, promoviendo la participación de los vecinos como conjunto y al mismo tiempo dinámicas económicas que impulsan el comercio local en la compra venta de materiales necesarios para llevar los trabajos de mejoras. A todo lo anterior se le suma el beneficio ambiental derivado del ahorro del consumo de agua, disminución del consumo energético que deriva en la mitigación de los gases de efecto invernadero con incidencia en el cambio climático.

Justificación de campo.

Esta investigación planteada desde la sustentabilidad en sus tres ejes, resulta pertinente dentro de la arquitectura y construcción como campos disciplinares. La adaptación de viviendas existentes desde los mismos usuarios podría solucionar parte de la problemática que enfrenta el hábitat en la actualidad, mejorar la calidad de vida, las condiciones económicas y ambientales por medio de pequeñas intervenciones que de manera práctica podrán ser integradas a la infraestructura, generando incluso nuevas posibilidades de desarrollo e innovación en cuestiones teóricas- técnicas.

Además, este proyecto pretende alentar a los profesionistas del campo de la construcción, ya sean arquitectos, ingenieros, desarrolladores, a plantear soluciones a la infraestructura ya edificada y enfrentarla como una gran oportunidad de transformación de la realidad actual por medio de la aceptación e integración de la sociedad en el campo disciplinar, es decir, reconectar la profesión con la sociedad, poner la especialidad al servicio de la comunidad.

Justificación Institucional.

El Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (ITESO) como universidad que prioriza valores sociales y la maestría en Proyectos y Edificación Sustentables como un programa de excelencia académica avalado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) que promueven la investigación científica centrada en el desarrollo e innovación de nuevas propuestas y tecnologías en pro de la sustentabilidad

para apoyar las metas establecidas por el gobierno federal para mitigar los impactos al medio ambiente y maximizar los impactos positivos en la sociedad y economía. De lo anterior es que este proyecto pretende retomar las anteriores iniciativas y conjuntarlas en la problemática del hábitat, es de pequeñas acciones que se puede dar paso a intervenciones mayores que signifiquen un cambio en la realidad actual, siempre con la perspectiva universitario de poner el servicio profesional al servicio de la sociedad.

Justificación Personal.

De manera personal creo que este proyecto me ha planteado nuevas perspectivas, sensibilizándome de la realidad, misma que a su vez plantean nuevos retos personales y profesionales. La consideración de sustentabilidad para solucionar problemas del hábitat me ha obligado a pensar de manera integral, las afectaciones y beneficios de determinados problemas, toda una nueva visión y perspectiva frente a la vida.

El especializarme en la adaptación de la vivienda existente supone la oportunidad de ampliar los conocimientos hacia diferentes tipologías de construcción, lo que ofrece una gran posibilidad de desarrollo profesional y un gran compromiso como profesionista ante la sociedad. De manera específica, esta investigación conjunta los aspectos del medio ambiente, del medio físico artificial y del medio social para solucionar problemáticas de la vivienda desde una perspectiva sustentable integral, la metodología con la cual se lleva a cabo esta investigación puede ser trasladable a otros casos similares, ya sea en casos de vivienda o casos de diferentes tipologías con las necesarias modificaciones pero siempre bajo un mismo planteamiento metodológico; lo anterior para implementarse en proyectos de investigación o proyectos profesionales a futuro.

II. Marco Contextual

En el presente capítulo se presenta el marco contextual, antecedentes teóricos-empíricos del tema, así como la definición de las seis categorías fundamentales bajo las que se desarrolla el marco contextual para la investigación. Al final se describe una breve conclusión del análisis y conjunción de las categorías mencionadas.

2. Marco contextual del proyecto: antecedentes empíricos.

2.1. Antecedentes teórico- empírico.

La revisión bibliográfica desde lo establecido en leyes y normas, hasta autores que relacionan el tema de la vivienda con aspectos más sociales en cuanto a la forma de edificación como necesidad condujo a la delimitación de seis categorías que desde perspectivas diferentes se acercan al tema de investigación planteado. Las categorías parten desde distintos campos de conocimiento y así mismo desde diversos enfoques, pero es en los temas más puntuales donde se pueden encontrar elementos de relación.

Las cinco categorías aquí planteadas son institucionales, vivienda existente, vivienda sustentable, materiales y tecnologías aplicables, autoproducción y adaptación. Damos paso al desarrollo de cada una de ellas.

2.1.1. Gubernamental dominante.

El tema de la vivienda en el país ha sido y es en la actualidad un tema de prioridad en los distintos órdenes de gobierno. En la revisión del tema institucional de la vivienda podemos encontrar un amplio panorama de normas, códigos y demás derivaciones más generales sobre cómo, desde dónde y consideraciones para abordar a la vivienda sustentable. Importante la aclaración de que las normas oficiales para la vivienda sustentable serán consideradas en el apartado de vivienda sustentable por considerarlas más específicas en cuanto a sistemas, funcionamiento y cumplimiento de apartados que integran la vivienda sustentable en México

Si partimos desde lo considerado en el Programa Nacional de Vivienda 2014-2018 (DOF,2014), se presenta como un modelo nuevo que promueve el desarrollo sustentable y ordenado del sector vivienda, el concepto de sustentabilidad con enfoque desde el modelo dominante de desarrollo sustentable, además hace referencia al mejoramiento y regularización de la vivienda urbana. Y donde se establecen seis objetivos claros que van desde el controlar el crecimiento de las manchas urbanas, mejorar la calidad de la vivienda y a su vez disminuir el déficit, diversificar la oferta, créditos y subsidios, coordinación interinstitucional y la generación de información.

En estos objetivos el tema de promover, incentivar, encaminar, apoyar la mejoría de la vivienda existente como necesidad para combatir el déficit de la vivienda es recurrente, la mejoría de la vivienda por medio de tecnologías sustentables que ayuden en la disminución de CO2 considera también el tema de la autoproducción y reconoce en ese concepto una innegable forma de construcción en el país, aunque especifica que se diferencia del concepto de autoconstrucción por un proceso más encaminado a la gestión, administración, organización, según lo estipulado en la Ley de Vivienda, Art. 4 Fracción I y II, que se revisa más adelante.

En cuanto a la revisión del Código de Edificación de Vivienda 2010, muestra como objetivo el regular los aspectos generales de la edificación de la vivienda con la intención de lograr un desarrollo de planificación y ejecución de obra segura, confiable, sustentable y habitable, estableciendo las obligaciones y requisitos básicos por medio de identificar los participantes que estén involucrados dentro del proceso. Mismos criterios que deberán ser tomados en cuenta por los gobiernos locales para su aplicación.

Puntualmente el texto incluye algunas nociones de intervención directa al tema de investigación desde la “Parte 6” referente a “Sustentabilidad” de la vivienda. El alcance del apartado expresa la intención de establecer los lineamientos básicos de diseño sustentable para toda la vivienda en México, con una visión a largo plazo para generar sistemas de evaluación y certificación (esto hasta el año 2010). Para disminuir los impactos negativos en el medio ambiente, el código se propone la homologación y estandarización de criterios en envolvente de la vivienda, sistemas y equipos energéticamente eficientes, energía renovable, iluminación y ventilación eficiente, ahorro y tratamiento de agua, manejo de residuos y áreas verde; algunos de los anteriores, ya en el desarrollo del texto hace referencia a las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) que se deben de cumplir.

Por su parte la Ley de Vivienda publicada en el Diario Oficial de la Federación en junio del 2006 y actualizada en marzo del 2014, como se mencionó previamente, se reconoce y se distingue la autoproducción de vivienda y la autoconstrucción de vivienda de la siguiente manera:

“I. Autoproducción de vivienda: el proceso de gestión de suelo, construcción y distribución de vivienda bajo el control directo de sus usuarios de forma individual o colectiva, la cual puede desarrollarse mediante la contratación de terceros o por medio de procesos de autoconstrucción;” (Ley de Vivienda, 2011)

Y por autoconstrucción:

“II. Autoconstrucción de vivienda: el proceso de construcción o edificación de la vivienda realizada directamente por sus propios usuarios, en forma individual, familiar o colectiva;” (Ley de Vivienda, 2011)

Así pues, con base en lo expuesto, se puede considerar que la autoconstrucción es únicamente el proceso de construcción de la vivienda por los propios usuarios de manera individual o colectiva y queda dentro del concepto de autoproducción, donde la autoproducción incluye temas de gestión y distribución de tierra, esquemas de organización individual y/o colectiva para lograr la edificación de la vivienda. Además, en el artículo 5, la ley insiste en que las políticas y programas de vivienda deberán a considerar los diferentes tipos y modalidades de edificación, entre ellas la autoproducción y de autoconstrucción.

Por otro lado, esta ley incluye el concepto de mejoramiento de vivienda como la acción de consolidar y/o renovar las viviendas por medio de ampliaciones, renovaciones, reforzamiento y rehabilitación que lleven a una vivienda digna y decorosa.

La ley entre sus generalidades obliga la creación de un Plan Nacional de Vivienda, el Sistema Nacional de Vivienda, una Comisión Nacional de Vivienda, el Consejo Nacional de Vivienda, un Sistema Nacional de Información e Indicadores de Vivienda, sistemas de financiamiento, crédito, ahorro y subsidio para la vivienda.

Esta ley considera hasta el “Título Sexto”, la calidad y sustentabilidad de la vivienda, en general algunos puntos tratan de la aplicación de criterios de sustentabilidad en compatibilidad de las normativas vigentes y que serán sometidos a evaluación y ejecución por las instancias locales. En el “Título Séptimo” sobre la producción social de vivienda, la ley obliga a los gobiernos a incluir programas de capacitación, formación, financiamiento, entre otros, que beneficien la producción social de la vivienda, en este apartado entra la autoproducción y autoconstrucción.

En la Ley General de Cambio Climático, aprobada en octubre de 2012 se tiene por objeto la integración de facultades en los diversos órdenes de gobierno para la aplicación de políticas que ayuden en la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero. Esta ley establece, regula e instrumenta las acciones para mitigar y adaptar al cambio climático conforme a tratados internacionales y otras disposiciones jurídicas aplicables. Establece además la preservación, manejo y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Fomentando la investigación científica y tecnológica, así como el desarrollo, transferencia y desarrollo de procesos para la mitigación y adaptación al cambio climático.

En esta ley se establece la definición de adaptación en el Art. 3º. como:

“I. Adaptación: Medidas y ajustes en sistemas humanos o naturales, como respuesta a estímulos climáticos, proyectados o reales, o sus efectos, que pueden moderar el daño, o aprovechar sus aspectos beneficiosos.” (Ley General de Cambio Climático, 2012)

Consideración de concepto que se relaciona con la intención del tema de investigación en cuanto a la adaptación de la vivienda.

La Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI) en 2008 publica Criterios e indicadores para desarrollos habitacionales sustentables, en donde se reconocen los patrones de consumo de los recursos y la gran cantidad de residuos generados por la vivienda como parte de la problemática ambiental del país; pero al mismo tipo reconoce como oportunidad el lograr sumar las edificaciones al desarrollo sustentable durante su ciclo de vida. Distingue a los desarrollos habitacionales sustentables por su capacidad de integración al clima, lugar, región, cultura, incluyendo la vivienda eficiente, construida con tecnología y sistemas óptimos que permitan a los habitantes enfrentar las condiciones climáticas de cada zona del país. Reconoce que el estudio de impacto de la vivienda en el medio ambiente es nuevo (2008), y de ahí se propone como un documento que ayude a afrontar los retos medio ambientales nacionales e internacionales a los que se ha sumado el país.

Su objetivo general es generar una política de vivienda sustentable que permita mejorar la calidad de la vivienda y de los usuarios, aumento de confort y salud, garantizando la protección del medio ambiente y de los recursos naturales.

De ahí parte para establecer los criterios de diseño y construcción del desarrollo sustentable que incluye la ubicación, sitio, uso eficiente de energía y agua, materiales, mantenimiento y operación de la vivienda. Por medio de una valoración por puntos en un esquema de bioclima regional y tipo de vivienda, se asignan puntos por el cumplimiento de los criterios hasta obtener un total final. Los indicadores proporcionarán información cuantitativa y cualitativa sobre la relación de sociedad y medio ambiente, si esta relación ha mejorado o empeorado y que permita reducir la dependencia de la intuición como método de valoración. A cada criterio se le asigna un indicador que será demostrado por simulación de software o por especificaciones del diseño. A su vez hace hincapié en cumplir las normas oficiales vigentes aplicables para cada apartado de la vivienda. Parte importante es la evaluación y certificación de los criterios e indicadores, pero hasta ese año (2008) no se había desarrollado una etapa de evaluación y certificación de los desarrollos.

También el texto Mitigación y adaptación al cambio climático a través de la vivienda pública, desarrollado por Martin, C., Campillo, G., Meirovich, H., & Navarrete, J. (2013), muestra en general cómo la vivienda pública presenta impactos directos al medio ambiente con incidencia directa en el cambio climático; a su vez cómo generar soluciones para mitigar y adaptar la vivienda a un riesgo futuro. El texto muestra casos en Latinoamérica de políticas públicas encaminadas a mitigar los efectos de la vivienda al medio ambiente, en general de la vivienda nueva.

2.1.2. Vivienda existente.

Esta categoría busca encontrar una perspectiva de las condiciones generales de la vivienda ya edificada en México, desde enfoques históricos, institucionales sociales de la vivienda en el país.

La historia de la relación gobierno y vivienda se da a inicios del siglo XX la industrialización del país marca el crecimiento de las ciudades debido a la migración desde el campo en busca de oportunidades de trabajo en las ciudades ya con industrias establecidas. Esto generó la necesidad de vivienda que fue considerada por el gobierno hasta 1917, donde en la constitución se dicta la obligación de los patrones a otorgar a sus trabajadores viviendas cómodas e higiénicas, obligación que se lograría por medio de las aportaciones

al Fondo Nacional de Vivienda. Es así como en los años 20's y 30's los profesionales de la construcción desarrollan vivienda destinada a la clase trabajadora del país.

En los 40's y 50's la tendencia cambia ligeramente, en busca de los grandes conjuntos habitacionales mixtos; ya en los años 60's y 70's son marcados por la gran explosión demográfica del país que generó una demanda muy alta de vivienda; esto propicia el surgimiento de instituciones públicas como el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT) e instituciones privadas que son protagonistas en la actualidad. El terremoto de 1985 y las reformas a las leyes relacionadas con suelo- ejidos, dictaría los grandes cambios en la forma de construir vivienda hasta hoy en día. Los desarrollos se desplantaron en suelos alejados de las ciudades y ocuparon grandes extensiones de tierra, fueron desarrollos que no consideraron la densidad necesaria.

El año 2000 acompañado de las decisiones de gobierno encaminarían a un ritmo de construcción y financiamiento tan acelerado que agudizaron el crecimiento de la mancha urbana. Desde el 2006 se inició en este país la construcción de proyectos certificados por el Grupo de Promoción y Evaluación de Desarrollos Sustentables (Sánchez, J. 2012).

En la actualidad México tiene una población mayor a los 112 millones de habitantes (INEGI, 2010), de los cuales más del 78% habita en una zona urbana. Además, hasta el año 2010 existían en México 28.1 millones de viviendas particulares habitadas (INEGI, 2010), de las cuales 9.7 millones presentan hacinamiento, más del 93% de las viviendas cuentan con material en piso, 97.8% cuenta con servicio de energía eléctrica, el 88.2% cuenta con agua entubada, el 88.6% tiene conexión a drenaje o fosa séptica, el 84.4% maneja por camión o en depósitos públicos sus residuos sólidos. En cuanto a la antigüedad de las viviendas se indica que el 26.4% fue construida hace 10 o menos años y el 43.1% tiene antigüedad de entre 11 y 30 años.

Es necesaria la consideración de la afectación, con datos del Instituto Nacional de Ecología (2009) y CONAVI, se estima que en México las emisiones de CO2 provenientes del sector residencial equivalen al 7%, y la industria relacionada a la construcción como cemento, hierro y acero son responsables del 8.9%, considerando lo anterior y como lo muestra el informe del estado actual de la vivienda en México hecho por el Centro Mario Molina (2012), realizó un estudio de evaluación de la sustentabilidad de la vivienda e

interés social en México, los resultados obtenidos en el estudio indican que la vivienda de interés social en México tiene un nivel de sustentabilidad media-baja, con un rango de 41 a 48 puntos de una escala de 0 a 100, y señala que el desempeño es derivado del cumplimiento mínimo de la normatividad a nivel nacional. Mencionar que no es intención adentrar en los objetivos y metodología de este estudio para lograr esos resultados, sencillamente recalcar el estado del nivel de sustentabilidad de la vivienda.

Como se mencionó anteriormente y con información de la Sociedad Hipotecaria Federal (SHF), con la promulgación de la Ley de Vivienda donde se da la inclusión de los conceptos de mejoramiento, autoconstrucción y autoproducción de la vivienda, surge la demanda de vivienda por tipo de crédito solicitado y se divide para el año 2013 en crédito para la adquisición de la vivienda que representa el 56.4%, el de mejoramiento para la vivienda de 29.5% y el de autoproducción de vivienda de 14.1%.

Un dato a considerar es que en México existe una población económicamente activa de 75.5 millones de personas, de ellos 30.3 millones no cuenta con afiliación a alguna institución de seguridad social, y por ende al acceso de financiamiento y créditos de parte de instituciones como el INFONAVIT o el Fondo de la Vivienda del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (FOVISSSTE).

El estado actual de la vivienda en México al año 2013, donde destaca lo planteado por la Política de Vivienda en febrero del 2013, que se propone promover el sector de la vivienda de manera ordenada y sustentable, con la intención de regularizar y mejorar la vivienda urbana, así como construir y mejorar la vivienda rural. En el apartado “2.10 Producción social de vivienda”, se menciona al sistema de producción social de vivienda como una forma de contribuir a la re densificación de zonas urbanas, así como la ampliación y mejoramiento de lo existente como una forma de mitigar la expansión del territorio urbano. *Dos terceras partes de la vivienda existente en el país han sido auto producidas sin apoyo técnico o financiero*, de ahí que se sugiere la redirección de programas sociales, técnicos, financieros, legales y administrativos hacia esa solución de vivienda. (SHF. 2013).

El análisis de la vivienda desde una perspectiva no institucional lleva a encontrar carencias o deficiencias, como se describe en la reseña de Pedrotti, C. (2014) hacia el libro de *La*

vivienda en México. Temas contemporáneos. Maya, Ester y Eftychia Bournazotj (comps.) (2012), identifica como parte de la problemática de la vivienda en el país a la pobreza patrimonial. La preocupación por el acceso a la vivienda es atendida desde dos perspectivas diferentes, la institucional con una política de décadas de solucionar el problema del déficit de la vivienda desde lo financiero y por otro lado la preocupación de la sociedad al acceso de la vivienda por aquellos que son excluidos de los sistemas de financiamiento, ya sea por salario, informalidad, antigüedad, entre otros. Además, propone el entendimiento de la vivienda como un conjunto con el entorno y no como una unidad espacial. Y ubica al autoconstrucción como un modo de acceso común adoptado por los pobres y “no tan pobres” en las ciudades del país.

Por su parte Salas Serrano, J. (2002), hace un recorrido por los países de Latinoamérica y genera un panorama de coincidencias, el déficit de la vivienda es generado por la explosión demográfica y la migración hacia las ciudades, el control de las áreas urbanas se vuelve entonces complicado y de ahí la informalidad se planta como sostén económico en la sociedad. También toca el punto sobre el rescate y rehabilitación de las viviendas y no solamente concentración de los recursos políticos y financieros hacia la construcción de vivienda nueva, pues ese enfoque solo acentuará más la segregación social y el déficit de vivienda.

2.1.3. Gubernamental emergente.

El tema de la vivienda sustentable en México es revisado desde diferentes perspectivas, parte de normativa- institucional se encuentra presente en esta categoría ya que para efectos del tema de investigación y su enfoque se prefiere ubicar en una categoría independiente de vivienda sustentable por lo específico de los temas hacia eficiencia de consumos y los procesos que intervienen.

Las políticas nacionales e internacionales de vivienda tienen que ser re direccionadas del poner un techo sobre las familias hacia un enfoque holístico que encamine hacia el desarrollo sustentable. Los países en desarrollo en la intención de lograr la alta demanda de vivienda, se concentran en desarrollo de vivienda en lugares remotos y sin la consideración de la forma de vida de los residentes, el enfoque de políticas y acciones encaminadas a una vivienda sostenible van más allá de las perspectivas “verdes” en

consumos y ahorros, el ver a la vivienda como parte de un sistema físico y social que promueve relaciones sociales, económicas, culturales y ambientales, llevará a un desarrollo que mitigue las tensiones del desarrollo urbano, cambio climático y pobreza. El cambio en la perspectiva de que las viviendas sustentables están relacionadas con la riqueza, una vivienda sustentable tiene que ser asequible, pero también tiene que considerar el entorno social y ambiental. (UN-Habitat 2012).

México ya ha emprendido acciones que apoyan para la transformación de la vivienda hacia la sustentabilidad con programas que se centran en impulsar y medir el impacto de tecnologías específicas de manera aislada y en conjunto, como los programas planteados desde instituciones de gobierno como el INFONAVIT para lograr mayor calidad y sustentabilidad en las viviendas a los trabajadores afiliados. Por su parte la revisión del programa *Vida Integral INFONAVIT* (Vivienda Sustentable) en este programa se busca direccionar los créditos para la vivienda previamente registrada en el Registro Único de Vivienda (RUV), que cumpla con atributos de sustentabilidad ambiental, social y económica. En lo general se busca que en conjunto estén dentro de un entorno con servicios, equipamiento y accesibles, así como una vivienda de calidad al interior y exterior de la misma, y que esté dentro de una comunidad activa y participativa, y en lo individual que las viviendas tengan instalados dispositivos ahorradores o de bajo consumo hídrico y energético. Por otro lado, está *Hipoteca Verde*, que consiste en un monto adicional al crédito hipotecario del INFONAVIT para la adquisición de eco tecnologías que llevan a la disminución de consumo de energía y de agua, y por ende un ahorro económico en las familias y apoyar a la intención nacional de mitigar el cambio climático. También está el programa de *Mejoravit*, que es un crédito para el mejoramiento de la vivienda, si bien este programa no tiene una esencia sustentable, dependerá de los usuarios el aplicar las mejoras con miras a la sustentabilidad. Además, existen algunos otros programas que van enfocados hacia la vivienda vertical y el desarrollo de barrios y comunidades, pero quedan un poco más distantes del tema de investigación. (SHF, 2013).

De los programas de INFONAVIT, SHF, RUV, CONAVI, entre otros, para promover la vivienda sustentable surge la necesidad de evaluación de la vivienda sustentable, específicamente del éxito del programa *Hipoteca Verde*, y es entonces que desde la

alianza de cooperación entre México, Alemania e Inglaterra suman esfuerzos y desarrollan una herramienta que permite conocer el desempeño energético y medioambiental de la vivienda: el Sistema de Evaluación de la Vivienda Verde –SISEVIVE. En lo general la evaluación se hace por medio de un software, mismo que considera cuestiones de clima, diseño, sistema constructivo, materiales, eco tecnologías, entre otros para determinar las condiciones de confort, consumo y ahorro de agua y energía, lo anterior en comparación a una vivienda tipo de concreto que solo usa focos ahorradores. (GOPA / INTEGRATION, 2013).

Por su parte y ligado al Sistema de Evaluación de la Vivienda Verde (SISEVIVE), las Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación (NAMA por sus siglas en inglés) NAMA para vivienda nueva y existente en México tratan de disminuir las emisiones por medio de financiamiento extra para lograr la eficiencia de consumo en energía eléctrica, gas y agua, con mejoras en tecnología, diseño y materiales de la construcción. A diferencia de programas nacionales anteriores enfocados a la transformación de la vivienda hacia la sustentabilidad, NAMA trata desde un concepto integrador la demanda energética primaria total. Así se propone a la vivienda como un producto final que tendrá una certificación energética donde se especifiquen los ahorros de agua, gas y electricidad, y a su vez el consumidor tendrá una herramienta y podrá decidir en la compra con base en información de consumo por vivienda.

NAMA para viviendas en México se basa en tres niveles de demanda energética, EcoCasa1, EcoCasa2, y EcoCasa Max. Lo anterior con base en tres prototipos de vivienda en México de entre 40 y 70 metros cuadrados de edificación. Para el análisis se pone una vivienda “sin acción” para así poder evaluar las mejoras con las implementaciones propuestas. El análisis y simulación de los resultados son esperanzadores, pues se logra una reducción muy significativa en la emisión de CO2 esperada para el 2020. Además, los beneficios se pueden visualizar en aspectos económicos como el ahorro de las viviendas, reducción de subsidios, aumento de empleos; en el aspecto ambiental se verá reflejado en la calidad del aire y uso de suelo, en el aspecto social, en el confort, accesos a energía limpia, educación y concientización. (CONAVI, 2013)

Relacionado a las conclusiones de la Evaluación de la sustentabilidad de la vivienda en México por el Centro Mario Molina, sobre el cumplimiento mínimo de las normativas de

edificación sustentable en el país, la Norma Oficial Mexicana para Edificación Sustentable. (NMX-AA-164-SCFI-2013), hace distinción sobre los gastos en consumo de agua y energía como consecuencia de un mal diseño de las edificaciones, teniendo repercusiones económicas y ambientales a lo largo de la vida útil del edificio. Establece que las prácticas de edificación sustentable demuestran beneficios en el desempeño ambiental y energético, logrando una operación eficiente y con menores gastos para los usuarios. El objetivo general de la norma es especificar los criterios mínimos de una edificación sustentable que contribuya a la mitigación de impactos ambientales, pero es una norma de aplicación voluntaria con sistema de verificación por unidades de verificación acreditadas por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA).

En el apartado 4 de “Definiciones”, identifica a las edificaciones sustentables como las que a lo largo de la vida útil cumplen con esta norma en materia de suelo, energía, agua, materiales, residuos, calidad ambiental y responsabilidad social. También define la eficiencia energética como las acciones que llevarán a la reducción viable de la energía necesaria para satisfacer las necesidades, incluyendo las fuentes de energía renovables.

Uno de los requisitos de la norma es que aquellos que busquen sumarse a ella tienen que generar información estadística mensual sobre consumos energéticos y agua. En cumplimiento de las normativas vigentes más específicas para la consideración de edificaciones sustentables antes mencionada. Por ejemplo, la consideración de un área libre mayor en 10% de lo que establece la ley local y que en proyectos ya edificados a esta consideración se le puede sumar las azoteas verdes como parte de áreas libres. Los cálculos de eficiencia energética por ganancia de calor se determinarán en lo establecido en la Norma Oficial Mexicana para Eficiencia energética en edificaciones. - Envoltente de edificios para uso habitacional (NOM-020-ener-2011), así como satisfacer el 10% del consumo energético de la demanda energética total por medio de fuentes de energía renovable. Para el caso específico de la vivienda se establece que se deberá tener una calificación mínima de C en la evaluación del SISEVIVE.

Por su parte la NOM-020-ENER-2011, propone como objetivo el limitar la ganancia de calor en edificios para uso habitacional a través de su envoltente, con la finalidad de disminuir el uso de sistemas de enfriamiento. De aplicación para edificaciones habitacionales nuevas o existentes; en el cual para su aplicación se analiza la envoltente

del edificio con ganancia de calor por conducción y por radiación, se hace en comparativa de un edificio de referencia (mismas características de orientación, dimensiones, etc.) para obtener así un presupuesto energético máximo. La ganancia de calor del edificio propuesto debe ser igual o menor que el edificio de referencia, con esta información se procede al etiquetado de la edificación donde se compruebe la eficiencia respecto al edificio de referencia.

Además, CONAFOVI publica en (2006) la Guía de Uso Eficiente de la Energía en la Vivienda, donde se propone a que desarrolladores aprovechen los beneficios de tecnología para el uso eficiente de energía eléctrica brinda a la vivienda. Esta guía detecta entre sus áreas de oportunidad a la vivienda existente, y deriva la adecuación de la vivienda a el capítulo de “Recomendaciones bioclimáticas”. Por medio de diagnóstico, requerimientos y estrategias para la climatización pasiva de la vivienda por bioclima. Las estrategias para la adaptación de la vivienda existente se basan en control solar, ventanas, ventilación, materiales y vegetación.

En el apartado de “Remodelar, ampliar y operar la vivienda existente”, se describe la necesidad de conocer y analizar las recomendaciones bioclimáticas para la región que aplica como primera estrategia a implementar, y de ahí rescata estrategias del apartado anterior.

En otro documento publicado por CONAFOVI (2005), Guía para el Uso Eficiente del Agua en Desarrollos Habitacionales, el documento promueve el cambio de enfoque en la necesidad del manejo del consumo y no en la demanda del agua. La estructura general de la guía pasa desde el diagnóstico general del agua en el mundo y en especial en el país, así como de normativas; en otro capítulo detecta las áreas de oportunidad en oferta y demanda, el valor económico del agua, infraestructura del agua potable y tratamiento de aguas grises y agua pluvial. En el capítulo de infraestructura se va más a fondo en la estructura física para abastecimiento de agua en sus diversas escalas. Y es en el último capítulo en donde se abordan las recomendaciones para el usuario en el funcionamiento y operación de las instalaciones, así como para lograr eficiencia de recurso hídrico.

La relación con el tema de investigación se concentra principalmente en los dos últimos capítulos, pero con la especificación del cumplimiento de las normas oficiales que intervenga en cualquier caso.

2.1.4. Materiales y Tecnologías aplicables.

Las posibilidades de adaptación para mejora de la vivienda se dan por la implementación de materiales o tecnología apropiada que logre un aumento en el desempeño hídrico y energético de la vivienda. Para lograr una selección adecuada de los componentes es necesario un recorrido que distinga desde el surgimiento, la conceptualización y especificación de los materiales y tecnologías.

Sobre las ecotecnologías, Orozco, S., Ávila, D. (2002) hablan en primera instancia del proceso de asentamiento humano que integra la ocupación del espacio, organización, equipamiento y adaptación a las necesidades de parte de un grupo específico para llevar a cabo sus actividades, de ahí se desprenden modos o técnicas diferentes de hacerlo respecto a aspectos geográficos, sociales, económicos y ambientales, específicos de cada lugar. De lo anterior es que un conjunto de alternativas técnicas sean las ecotecnologías, que son las que mejor se adaptan al lugar de aplicación y que además tienen efectos positivos en aspectos de economía, organización social, cultural y del medio ambiente en un contexto local.

El concepto de ecotecnologías se presenta como variable y no como constante por ser seleccionado para solucionar un problema bajo las mejores circunstancias de tiempo y lugar determinado, lo anterior supone que sea un factor dinámico y no estático. Los autores distinguen uno de los principales problemas en la utilización de tecnologías alternativas para lograr la sustentabilidad de la vivienda, a la hegemonía ideológica que promueve el uso de tecnología convencional, solución de problemas bajo las mismas técnicas y con las mismas herramientas; es decir las necesidades se resuelven bajo la oferta del mercado, aunque estas no respondan a las necesidades sociales. Se desprende la propuesta de que las revoluciones tecnológicas se darán cuando se formulen nuevas preguntas, más que descubrir nuevas respuestas a problemas antiguos.

Por su parte Farrás, L. (2012) reconoce en la ecología la ciencia que estudia las relaciones entre los seres vivos y la naturaleza y es de este vínculo que surge la aspiración humana

al buen vivir. De lo anterior da paso al concepto de sostenibilidad como un sistema de gestión de recursos que intenta lograr un equilibrio entre vivir en un entorno saludable, cómodo, y agradable, respetuoso del medio ambiente y favoreciendo las relaciones sociales a un costo asequible. Además de los aspectos sociales, económicos y ambientales, la autora propone la inclusión de la cultura como aspecto relevante para lograr transformación social, pues es desde los hábitos y costumbres donde se origina gran parte del desequilibrio ambiental.

Da paso después al planteamiento de que las edificaciones interactúan con los cuatro elementos clásicos: aire, fuego, agua y tierra, elementos que en contraste con el clima de cada lugar han marcado las formas y características de la arquitectura vernácula, llegando a la ejecución de edificaciones eficientes por la experimentación dadas de la prueba y error, formas artesanales que resultan técnicamente sencillas y económicas de implementar. De lo anterior la autora plantea que el sol como elemento de fuego, afecta en la vivienda por la orientación, así como la ubicación y dimensiones de vanos que permitan la incidencia solar en invierno y la eviten en verano; tecnología adecuada podría suponer ahorros energéticos e incluso generación de energía en sitio.

El viento como elemento de control térmico por medio de ventilación cruzada que permita refrescar en los meses más calientes, pero al mismo tiempo como elemento que puede afectar si no es controlado por soluciones como muros o celosías, también la implementación de torres de viento o patios interiores como sistema de ventilación sin generar un costo por consumo energético. El agua como el elemento del cual se busca resguardo, pero al mismo tiempo como elemento del cual que puede obtener beneficio por medio de la instalación de dispositivos y contenedores para su captación y posterior uso.

Por último, la tierra como el elemento que suministra todos los elementos con los cuales se construye hoy en día, sea por su origen orgánico y mineral, hasta los artificiales derivados de materiales fósiles. Materiales ecológicos como el uso de barro, piedra o aislantes naturales surgen de la tierra y se presentan como posibilidades de uso en la vivienda edificada para lograr mayor equilibrio entre las condiciones y necesidades del ser humano por medio de la vivienda hacia el medio ambiente.

Por su parte Arizmendi, C. (2009) especifica que gran cantidad de las viviendas existentes no son eficientes en el consumo energético y de agua, causando un mayor consumo de los recursos del que es necesario; además considera que las viviendas existentes o las de recién construcción no desaparecerán por lo que requieren de acciones de intervención para que en un futuro los habitantes podamos ser autosuficientes en la búsqueda de lograr el confort deseado. Para lograr lo anterior el autor propone una serie de estrategias; inicia con estrategias pasivas para el control solar y donde se especifica que estructuras pasivas para controlar la entrada de luz solar a la vivienda resulta en viviendas más cómodas, iluminadas y con ahorro económico por sustitución de sistemas de enfriamiento o calefacción artificial.

Reconoce además las ventajas del aprovechamiento de la energía por fuentes renovables como la solar, así mientras el sol exista se puede aprovechar en un plazo de tiempo largo los beneficios de la tecnología; por otra parte las estrategias para disminuir el consumo energético se basan sencillamente en la sustitución de los bulbos incandescentes de luz 70 watt (tradicionales) por bulbos fluorescentes de luz 13 watt, esta sencilla modificación podría significar el ahorro de hasta el 70% en el pago de la factura eléctrica.

Para el ahorro de agua las estrategias se basan en la sustitución de inodoros de baja eficiencia por otros de alta eficiencia que permitan un ahorro de más del 60% de agua, además la sustitución de regaderas tradicionales por regaderas de bajo consumo supondría un ahorro mínimo del 20% y llegando hasta el 70% según los dispositivos seleccionados, además del aprovechamiento de agua pluvial con pequeñas modificaciones en la recolección desde el techo y conducción hacia contenedores supone un ahorro en el consumo de agua para usos como el de riego de jardines, lavado de pisos, entre otros. Por otra parte, la consideración del uso de vegetación nativa supone ahorros para el riego y aumenta la resistencia al ataque de plagas pues forman parte del ecosistema local. Por último, el autor propone estrategias para una forma de transporte eficiente, producción de alimentos, reciclaje y composteo en la vivienda que permitan la transformación de la infraestructura física como unidad siempre acompañada del interés, compromiso, ejecución y apropiación de las estrategias por la sociedad, con el objetivo de generar condiciones más dignas y en equilibrio para el futuro.

En las recomendaciones hechas por Chiras, D. (2004) parte importante en la selección de materiales y tecnologías apropiadas para la adaptación de la vivienda es el análisis del costo ciclo de vida, lo anterior supone el equilibrio entre promover la salud de los habitantes de las viviendas y la salud del medio ambiente y para lograrlo se propone la selección de tecnologías, técnicas y diseño que permita emplear el recurso con un menor costo de ciclo de vida con la consideración de impactos económicos, sino también costos sociales y ambientales en la valoración del producto, el autor señala que la falta de recursos o datos informativos no interfieren con la obligación de elaborar un análisis del ciclo de vida, que podría ser sencillo pero al menos existiría. En esta guía se hace mención de posibilidades de mejora por la elección de los materiales, desde la cimentación hasta el techo de la vivienda, con la consideración de que ningún material está libre de un impacto al medio ambiente y que es por medio de la ponderación entre los aspectos económicos, ambientales y sociales los que dictaran la mejor elección.

2.1.5. Autoproducción – autoconstrucción – auto gestión.

Partiendo de la definición de conceptos en la Ley de Vivienda, así como la inclusión de los mismos en los programas y estrategias nacionales de vivienda, se da paso al desarrollo más conceptual por diferentes autores y contextos diversos.

En el artículo El Desafío de la Autoproducción del Hábitat, Pinto Madariaga, F. (1993) hace distinción clara de los conceptos autoconstrucción y autoproducción, donde una forma parte de la otra, la autoconstrucción hace referencia directa al proceso constructivo de una vivienda como practica social dictada por la necesidad de un individuo o de una conjunto de ellos. Por otro lado, la autoproducción la define como un enfoque actual, a un proceso progresivo, participativo social en la organización y gestión de la tierra, factibilidad a la infraestructura, así como ayuda técnica y financiera por parte de los gobiernos.

En el mismo sentido Guzmán, V. (2013) ubica la diferencia ente autoproducción y autoconstrucción, con la consideración de que la autoconstrucción implicaría el conocimiento específico de las técnicas y procedimientos en albañilería, plomería, electricidad, etc., de la persona que construya su propia vivienda. En ese mismo sentido la autoproducción se refiere al proceso social y cuya finalidad concreta termina con el

proceso constructivo de un espacio para ser habitado, ya sea por las personas que participaron o no de manera directa e indirecta, en una o más fases del proceso. Esta autoproducción puede ser por cuenta propia o asistida por alguna instancia institucional.

Por otra parte, el concepto de autoconstrucción también es identificado como un efecto dado por la economía de las familias, se representa como la única estrategia para acceso de la vivienda por parte de las familias de recursos económicos limitados. Lo anterior según el artículo de Romero, L. (2005), y donde además señala dos vertientes, la institucional, que dentro de sus planes y leyes si prevé la inclusión de autoconstrucción y autoproducción para afrontar el déficit de vivienda en el país, y por otro lado el de la realidad, donde las familias quedan fuera de los programas de asistencia hacia la vivienda por no poder cumplir con los requisitos solicitadas como formalidad de empleo, ingresos, antigüedad. De la misma manera se define el concepto de autoconstrucción por (Gaggino, R., 2008), que lo define como un proceso autónomo desde el propio usuario hacia su problema habitacional, con pocos recursos materiales y una apoyo institucional débil o ausente.

En el artículo de Broer, S., and Titheridge, H. (2010), se presenta la autoconstrucción como una solución factible y con la capacidad de lograr una estilo de vida en los usuarios que lleven a una emisión baja de CO2 que abone a las intenciones internacionales, desde una perspectiva de la sustentabilidad más ligada a la de la economía ecológica, y mayormente planteado al desarrollo de comunidad autoconstruida. Además, rescata que la autoconstrucción involucra a los residentes en el diseño y/o construcción de su vivienda creada a partir de diversos métodos o formas de edificación.

A su vez Umenyilora, C. (2000), plantea que dar poder al auto constructor por medio estrategias y acciones conjuntas, crear una alianza entre diseñadores y comunidad para así lograr el diseño adecuado a las necesidades reales, la integración de talleres de capacitación para la ejecución correcta de las técnicas y procesos adecuados a lo largo de la obra, así como esquemas de financiamiento o subsidio por parte de los gobiernos e instituciones para la accesibilidad a los materiales. Es desde una visión holística que se logra empoderar al auto constructor para lograr el objetivo conjunto de la vivienda.

Por su parte Marcuse, P. (1992) toma una posición más crítica referente a la autoconstrucción, en su ensayo plantea los principales problemas que se encuentran en un autoconstructor son la carencia de habilidades y capacidades, tanto físicas, técnicas, herramientas y de conocimiento para lograr el cometido, la consideración de una vivienda en autoconstrucción no conoce y mide los impactos fuera de su área de intervención, muchas autoconstrucciones implicarían un desorden en el desarrollo de un área específica.

La autoconstrucción produce soluciones temporales a problemas de vivienda de solución inmediata, menciona que los proyectos autoconstruidos no permiten ser evaluados con la finalidad de retomar experiencias para otros proyectos futuros. Es ineficiente en tiempos por la necesidad de aprendizaje en el mismo proceso, la mayoría de las viviendas por este método resultan en viviendas de baja calidad. A su vez se presta para las políticas de reacción a casos puntuales y no políticas generales de mayor impacto en la comunidad en general. Además, menciona que la autoconstrucción mal encaminada puede generar división social pues se parte de la idea de lograr el objetivo individual y no comunitario; y por último la consideración de que puede caer en explotación laboral, menciona que aunque en un proyecto de autoconstrucción es la necesidad propia la que obliga al exceso de trabajo no por eso es invisible la explotación.

Al mismo tiempo el autor propone que para evitar lo anterior se promueva lo colectivo sobre lo individual, un proceso de participación colectiva entre los que toman las decisiones y quien busca una vivienda, así como un compromiso con asociaciones sociales y organizaciones políticas que permitan concentrar esfuerzos en la gestión de vivienda para los más necesitados. Con la anterior los sistemas de autoconstrucción y autoproducción pueden funcionar.

2.1.6. Adaptación.

Los esfuerzos mundiales en la implementación de prácticas de construcción sustentable se han centrado en las edificaciones nuevas, menospreciando la importancia del mejoramiento de las estructuras existentes. Países desarrollados tienen un índice mayor al 98% de edificios existentes contra 1.5% de edificación nuevas. Es decir, la construcción de edificaciones nuevas que incluso cumplan con una tasa cero de consumo de energía y

agua no son suficientes para cambiar el impacto hacia el medio ambiente, la inclusión de edificaciones existentes por medio de adaptaciones o mejoras para el consumo de energía y agua es de vital importancia en las intenciones mundiales de lograr la sustentabilidad. (Tobias, L., & Vavaroutsos, G., 2012). En el caso de estos autores, el término en inglés de *retrofitting* hace referencia a la modernización o actualización de un sistema antiguo por medio de la incorporación de tecnología nueva.

A su vez el estudio de *Análisis de Ciclo de Vida: Edificaciones*, Centro Mario Molina. (2014). Se presenta en las conclusiones la necesidad de adecuación o reconversión de los edificios existentes en tecnologías y procesos que logren hacer más eficientes los consumos de energía eléctrica, esto para lograr mitigar los impactos ambientales.

En *Adaptación de la vivienda a la vida familiar*, se especifica la adaptación como un proceso complejo, en el cual coexisten diversas formas de adaptación. El autor propone la adaptación y su categorización desde las formas pasivas hacia las más activas. En las pasivas destaca el hábito como forma en que el hombre se acostumbra a los sucesos o cosas. Y el aprendizaje como parte de la adaptación a un sistema nuevo, desconocido hasta cierto punto y al cual el hombre necesita aprender para adaptarse a él. En una etapa intermedia se encuentra la adaptación por participación, que es la adaptación que supone de la interacción entre las necesidades y la solución a esas necesidades, el dialogo en el proceso aporta a una adaptación paulatina. En una etapa más activa se encuentra la adaptación por elección, que es la cual ante una alta oferta, el usuario toma la decisión que más le convenga. (Lamure,1980)

Isadora Hastings (2011), toca el tema de adaptación a la vivienda en lo publicado en “El problema de la calidad en la vivienda popular en la ciudad de México”, donde hace un recorrido histórico que contextualiza la vivienda popular en la ciudad de México desde la de producción inmobiliaria y la de autoproducción, pero encuentra un punto de convergencia en las dos, lo que considera como progresividad, la adaptación de los espacio habitacionales a las necesidades de los hogares en la intención de mejorar la calidad de vida de los que ahí habitan. Si bien señala que en el caso de la vivienda por autoproducción la intención de adaptación es esencial, en la producida por desarrolladores la progresividad se da producto de la inadecuada proporción de la vivienda (tamaño) y las necesidades no consideradas desde los inicios del proyecto.

“Para definir la progresividad es necesario entender la vivienda como un ser viviente, transformable, que responde constante y dinámicamente al crecimiento y desarrollo de sus habitantes.” (Hastings, 2011)

El mejoramiento habitacional se da de manera progresiva, y está directamente ligado a la manera progresiva en que los habitantes se desarrollan e interaccionan con los demás, relaciones y organizaciones familiares en la comunidad en la que se desenvuelven.

Lo anterior muestra la necesidad de enfocar esfuerzos y recursos en el mejoramiento de las estructuras existentes. El considerar que una estructura existente es capaz de cambiar, transformarse, evolucionar, ya sea por las necesidades de los que ahí habitan o por la necesidad de mejoras que lleven a la eficiencia de consumos.

2.1.7. Conclusiones del marco contextual.

La revisión documental del aspecto institucional nos lleva a considerar que el tema de la vivienda y su legislación es relevante en la realidad del país, pues en primera instancia trata de abatir el déficit en cantidad y calidad de la vivienda con programas que direccionan recursos para el acceso de vivienda, ya sea en la adquisición de una vivienda o para el mejoramiento de una existente. Distingue ahora de manera clara la intención de integrar el tema de la vivienda y la sustentabilidad, en base al reconocimiento del cambio climático y las metas de reducción de emisiones de CO₂ que el estado mexicano se ha establecido en instancias internacionales. En segunda instancia a considerar es que se reconoce bajo la ley los conceptos de autoconstrucción y autoproducción de la vivienda, mismo reconocimiento que genera acompañamiento financiero y de subsidio hacia esta forma en que se construye en el país, aún con lo anterior, esto no significa que hasta este momento las intenciones hayan sido exitosas.

Si bien existe una amplia variedad de leyes, códigos y normas a nivel federal que retoman tanto puntos generales como específicos para acercar la vivienda a la sustentabilidad en temas de agua, energía, entre otros, éstas quedan de manera superficial a escala nacional, pues su obligación está supeditada a la aplicación por parte de los gobiernos estatales y municipales. La formación y capacitación de personal a nivel municipal que sea capaz de evaluar e implementar estas normas y códigos se vuelve indispensable para el éxito de estas intenciones.

Ahora bien, si damos paso a la revisión del estado de la vivienda existente, relacionado directamente a las políticas de vivienda en el país, podemos encontrar que durante décadas el tema fue enfrentando por el gobierno de manera cuantitativa; lograr la cantidad de vivienda necesaria dada por la explosión demográfica y los mecanismos necesarios para acceder a ella, financiamiento a la vivienda. Los enfoques cualitativos fueron relegados, generando la problemática de grandes desarrollos horizontales de baja calidad constructiva y habitable, cumpliendo al mínimo los requisitos normativos, alejados de los centros urbanos y con un alto índice de abandono. Todo esto genera la preocupación y la implementación de estrategias de re direccionamiento en el desarrollo de la vivienda desde la perspectiva institucional.

Por otro lado, la perspectiva social de la vivienda, la necesidad humana de tener acceso a un espacio de resguardo, seguridad, descanso; la respuesta social al déficit de vivienda se resuelve por medios propios, si retomamos lo planteado en el documento “Estado Actual de la Vivienda en México año 2013” (SHF, 2013), dos terceras partes de la vivienda existente en el país han sido auto producidas, sin apoyo técnico o financiero, una realidad de construcción de viviendas y hogares en áreas urbanas y rurales en México. Lo anterior debido a la inaccesibilidad de esquemas de financiamiento, subsidio o crédito por parte de las instituciones a personas que no son sujetas de crédito, ya sea por que laboran de manera informal o por el sueldo bajo que perciben. En cifras, del total de la población en condiciones de laborar (PEA) y que actualmente trabajan, cerca del 67% no está afiliado a alguna institución de seguridad social y por ende al acceso de financiamiento para la vivienda (SHF, 2013).

Ahora bien, los programas nacionales para la vivienda sustentable se han centrado en el desarrollo y edificación de vivienda nueva con consideraciones hacia la sustentabilidad ambiental. Esto si bien, apoya a mitigar los efectos negativos de la vivienda al medio ambiente, apoya de mayor manera al sistema económico nacional al modelo de vivienda como negocio.

La consideración del ciclo de vida de la edificación es recurrente en el análisis de la categoría institucional- normativa, es entonces donde se desprende la necesidad de evaluar y adaptar la edificación existente a los criterios de sustentabilidad. Retomar e impulsar los conceptos de mejoramiento de la vivienda existente, en cumplimiento de la

normativa vigente es esencial para crear condiciones de mitigación real de impactos sociales y al medio ambiente.

Conjuntar los aspectos institucionales, la realidad de la vivienda actual, la necesidad de mejoramiento de las mismas y la forma de cómo se construye la vivienda en el país, se presenta una gran oportunidad para sumar la vivienda edificada que disminuya los efectos negativos hacia el medio ambiente, con los beneficios sociales y económicos que esta transformación conlleva.

III. Marco Conceptual

En el presente capítulo se presenta el marco conceptual, donde se plantea el posicionamiento epistemológico, y las formas de caracterizar al sujeto y la realidad, al sujeto de investigación y la realidad investigada. Además, se describe la ubicación de la investigación dentro de los campos disciplinares y por último se presentan los antecedentes teóricos-conceptuales con los que se fundamenta la investigación.

3. Marco teórico/conceptual del proyecto.

3.1. Posicionamiento epistemológico.

Este proyecto de investigación parte de una postura epistemológica mixta, dado que la primera y más importante etapa será por medio de evaluación por medición- simulación de y hacia la vivienda. La segunda etapa será la integración de una postura constructivista del conocimiento orientada a la adaptación de las soluciones.

Postura positivista para obtener información real de consumos y comportamiento por medio de evaluación con monitoreo y medición directo en sitio, para detectar los problemas a solucionar. Las propuestas de adaptaciones serán estudiadas y planteadas desde modelos y simulaciones que generen soluciones a los problemas previamente detectados.

La incorporación de la postura hermenéutica constructivista para la integración de la autoproducción en las soluciones. Pues la naturaleza de las adaptaciones auto producidas como solución, parten de las ideas de construir sentido teniendo como punto de partida la subjetividad de las diversas posibilidades que esta forma social de construir permite y que a partir de ellas se construyan los procedimientos para resolver la problemática previamente detectada.

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

La caracterización para los usuarios de las viviendas en Villa Belenes se caracteriza por presentar un nivel socioeconómico de clase media, el perfil del jefe de familia se estos hogares alcanzan en promedio el nivel educativo de preparatoria y en algunos casos la secundaria, en su mayoría y derivado del nivel educativo, se emplean en instituciones públicas o privadas que les permiten tener un suelo fijo y en algunos casos poseen algún tipo de negocio o comercio familiar. Los hogares en su mayoría son propios, aunque algunos casos rentan las viviendas. Si bien la figura de jefe de familia sigue arraigada en estos hogares, la presencia de la mujer únicamente como ama de casa ha ido disminuyendo con el paso de los años, pues también cuenta con un nivel educativo medio-superior, labora y aporta a la economía del hogar. Los hijos asisten en algunos

casos a escuelas privadas de nivel educativo básico (primario-secundaria) y por lo general terminando hasta el nivel educativo superior en universidades públicas y algunos casos privadas. Si bien son capaces de percibir la problemática ambiental actual, necesitan de impulsos económicos- sociales que los ayuden a generar las acciones necesarias en su hogar para promover mejoras en el desempeño energético e hídrico de sus viviendas.

3.1.2. Formas de caracterizarse como sujeto de investigación.

Egresado de la licenciatura en arquitectura por el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (ITESO) en mayo del 2009, me he desarrollado en el campo de la construcción, elaboración de proyectos arquitectónicos y ejecutivos en diversas tipologías. A lo largo de más de seis años de trabajo independiente me he enfrentado con la rehabilitación de diferentes inmuebles, que me han permitido observar y entender el potencial que el medio físico artificial ya edificado tiene para adaptarse a los problemas ambientales, económicos y sociales que el mundo enfrenta; además de entender la manera en la que se construye en nuestro contexto, la gestión de parte de la sociedad frente a los proyectos de construcción y remodelación, autogestión como forma de edificación socialmente aceptada y generalizada en el país. De lo anterior es que decido cursar la maestría en Proyectos y Edificación Sustentable en ITESO y trasladar esa experiencia a una investigación centrada en la adaptación de la vivienda existente que promueva la sustentabilidad en sus tres ejes.

3.1.3. Formas de relacionarse con la realidad de investigación.

Este proyecto se presenta mediante una perspectiva de visibilización, en la cual como investigador pretendo presentar una síntesis del estado actual de la vivienda mediante un análisis de la infraestructura y los componentes de la misma, que permitan obtener información específica de comportamiento térmico, energético e hídrico, para generar propuestas de adaptación para mejorar el desempeño de la vivienda que resulte en una vivienda existente con consideraciones de los tres ejes de la sustentabilidad.

3.2. Ubicación de los campos disciplinares en los que se sitúa este proyecto.

Como se mencionó anteriormente, si bien esta investigación se ubica dentro del marco de la **sustentabilidad** en sus tres ejes (ambiental, económico y social), el campo disciplinar predominante es la **arquitectura sustentable** pues trata desde el arte y la técnica de la edificación lograr el equilibrio por medio de optimizar recursos naturales con incidencia directa en la economía, con el fin de minimizar los impactos negativos y maximizar los positivos al medio ambiente y sus habitantes.

De lo anterior se deriva la relación con diferentes campos disciplinares como la **restauración y rehabilitación** de la arquitectura, este campo se basa en el valor de lo preexistente, en este caso el valor de la pre existencia de la vivienda y el reconocimiento de los recursos naturales, energéticos, económicos y humanos que se han desarrollado e invertido en el proceso de edificación y mantenimiento de la misma, es decir, a lo largo de su ciclo de vida. Del respeto que se le da a lo preexistente es como se puede sumar elementos a manera de adaptaciones sustentables que revaloricen la arquitectura intervenida, en este caso otra disciplina es la llamada **“retrofitng”**, que intenta mejorar el desempeño de una infraestructura existente por la incorporación de tecnología nueva al sistema. Además, el reconocimiento de la forma en la cual se edifica en el país, pues como anteriormente se mencionó más de la mitad de las viviendas que se han edificado han sido por medio de la gestión, ya sea por la intervención directa o indirecta de los mismos usuarios, es decir, **auto gestión** (autoproducción, autoproducción); por lo que el sumar la forma de construcción al proyecto de investigación resulta necesario para el desarrollo exitoso de la misma.

Para lograr una adaptación de sustentabilidad a la vivienda existente es necesario la intervención en los aspectos energéticos e hídricos de la infraestructura. La mejoría en el **desempeño energético e hídrico** resultaría en conservación de los recursos naturales desde la extracción para la generación y producción de materias primas, hasta el consumo específico en cada unidad de vivienda, lograr la disminución por vivienda es entonces parte importante para lograr metas de mitigación al cambio climático. Es importante considerar para la reducción de los consumos de energía eléctrica, el comportamiento térmico de la vivienda; la **arquitectura bioclimática** que intenta la

climatización pasiva de la edificación por medio de criterios de diseño y materiales que resulten en la compatibilidad con el clima y con la sensación de confort térmico por parte de los usuarios.

Del reconocimiento e inserción de **ecotecnologías** o ecotecnias adecuadas es que se puede lograr un mejor desempeño de la vivienda. Estas ecotecnias pueden ser compostas, captación de agua de lluvia o dispositivos tecnológicos que permiten el ahorro en consumo de agua, energía eléctrica y gas, con facilidad de instalarse en los diferentes sistemas de la vivienda.

De la suma de todos los campos disciplinares anteriores es que resulta la sustentabilidad a la edificación (vivienda) existente por medio de la adaptación o implementación de ecotecnologías adecuadas para procurar la eficiencia energética e hídrica de infraestructura intervenida. Todo bajo la perspectiva de equilibrio entre beneficios ambientales, económicos y sociales.

3.3. Definición de perspectiva de sustentabilidad y de los conceptos fundamentales relacionados con el proyecto.

Las nociones clave con las que se desarrolla el tema de investigación parten de la definición de estándares de la sustentabilidad, autoproducción y adaptación para el caso de la vivienda existente.

Para definir los estándares de sustentabilidad dentro del tema de investigación resulta necesario partir desde la esencia del concepto de desarrollo sostenible, el concepto surge de la preocupación detectada por el proceso acelerado de industrialización y crecimiento demográfico que demanda una gran cantidad de recursos provenientes del ecosistema, es hasta finales de los ochenta con lo planteado desde el Informe Brundtland (1987), que define como desarrollo sustentable un desarrollo que satisface las necesidades del presente sin disminuir la habilidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas. Este modelo enfatiza que el crecimiento económico es el medio para lograr el desarrollo, acompañado de tecnologías ecológicas diseminadas y la gestión de los recursos naturales, los dos últimos facilitados por el primero. Sus ejes parten del desarrollo económico para vencer la “pobreza”, considerada como generadora de problemas ambientales. Uso de tecnología racional y gestión de los recursos naturales con

legislación, información, ordenamiento y protección. Aunque es una visión planteada desde las potencias económicas hacia las economías emergentes, tiene ciertas consideraciones de acción y participación social.

La Economía ambiental, propone al mercado como su eje principal para contrarrestar los problemas ambientales, el que los recursos generados del medio ambiente tengan un valor en moneda, que no sean gratuitos y en esta medida se lograra un equilibrio entre producción y consumo. Economía ecológica, a diferencia de la anterior introduce en el análisis al humano en la economía, distingue condiciones sociales, distribución, ingresos; la introducción de perspectivas sociales a la economía obliga al distanciamiento con mercados y comercio internacional, el modelo de consumo de energía y sus flujos, a su vez esto genera movimientos sociales, organización de grupos ecologistas.

Ecología política, da un repaso de los movimiento sociales, cultura y sociedad, acepta que el modelo económico vigente a deteriorado el medio ambiente y recalca la inequidad que esto genera en los productores pequeños, toma distancia en cuanto al modelo dominante y cuestiona la participación de las potencias económicas en los problemas ambientales, pero acepta propone entonces que con el análisis de diversas posturas, discurso incluyentes y plurales se encontraran soluciones a un discurso que está en permanente evolución. La agroecología propone un camino alternativo al modelo económico industrial, busca desde contexto local rescatar y desarrollar la agricultura desde la tradición. Desafía y culpa a los grandes productores, se proponen como una solución justa en comercio y producción a largo plazo. (Tetreault, 2008)

En la misma línea del Informe Brundtland se encuentran las consideraciones de sustentabilidad dentro de lo establecido por instituciones a nivel federal en México, el Programa Nacional de Vivienda 2014-2018, Ley General de Cambio Climático (2012), entre otras que buscan aproximarse a la sustentabilidad desde el desarrollo económico.

Con lo anterior tenemos entonces diferentes propuestas de cómo enfrentar los discursos a la solución de problemas ambientales desde la perspectiva social. Claramente se desprenden las dos primeras visiones por su consideración global, económica y de mercado, y a su vez la posición de las economías dominantes frente a los problemas ambientales. Las visiones restantes enfrentan desde una perspectiva más social, con sus

variantes, ubican en contexto local el tema humano y sus necesidades. Para el tema de investigación los estándares de la sustentabilidad retoman en mayor proporción lo planteado por el modelo dominante de desarrollo sustentable, pues busca acercar a la vivienda ya edificada a las intenciones nacionales e internacionales de mitigar los impactos generados al medio ambiente, medio social y económico por medio del estudio, análisis y propuesta que resulte en una mejoría de la vivienda existente en el desempeño hídrico y energético de la edificación.

La definición más puntual de los estándares de sustentabilidad en la vivienda en específico, parte de lo dicho en el Programa Nacional de Vivienda 2014, este, hace hincapié en el apartado “V. Vivienda Sustentable” que la vivienda es responsable del 32% de emisiones de Gases de Efecto Invernadero en México por el consumo energético destinado a la construcción de viviendas o en el uso directo de electricidad en las mismas, de ese reconocimiento es que promueve acciones y programas que permitan un consumo más eficiente de los recursos.

El INFONAVIT es consciente del impacto que en el desarrollo de vivienda tiene en el país y con ello diseñó el programa “Vivir Infonavit” que promueve estrategias y programas de sustentabilidad ambiental, económica y social que deben ser aplicados en las viviendas a construir bajo tres ejes a trabajar: entorno, comunidad y vivienda.

Si nos centramos en el eje de vivienda, la institución promueve el programa “Hipoteca Verde”, que es un crédito adicional al crédito hipotecario tradicional para adquirir viviendas que cuenten con ecotecnologías que intentan la optimización de consumo de agua y energía, disminuyendo los impactos ambientales derivados del sector de la construcción de vivienda.

Bajo la misma línea de impulsar vivienda sustentable es que surge el Sistema de Evaluación de la Vivienda Verde- Sisevive, y como se mencionó en el apartado II. Marco Contextual, el programa Sisevive-Ecocasa es una metodología de cálculo para medir el desempeño energético y medio ambiental de la vivienda en México, para lograrlo se crearon dos herramientas de cálculo la primera es Diseño Energéticamente Eficiente de la Vivienda DEEVi y la segunda es la Simulación del Ahorro del Agua en la Vivienda SAAVi, es decir el sistema de evaluación se centra en el ahorro de consumo de agua por la

sustitución de dispositivos tradicional con dispositivos ahorradores y la energía eléctrica en la vivienda por medio del cumplimiento de la NOM-020-ENER-2011 y el estar dentro del rango de parámetros establecidos del balance energético por consumo de dispositivos.

Por su parte la NMX-AA-164-SCFI-2013, hace referencia a los gastos de consumo de agua y energía como consecuencia del mal diseño de la vivienda, esto tiene consecuencias directas al medio ambiente y al aspecto económico durante toda la vida útil de la edificación. De lo anterior es que esta norma promueve la eficiencia y ahorro en el uso de agua y energía.

Por último, el CEV (CONAVI, 2010) contiene en su capítulo “27. Sustentabilidad” el propósito de realizar la homologación y *estandarización* de criterios mínimos de sustentabilidad que promueven el diseño sustentable de la envolvente, instalaciones y equipos eficientes tanto en consumo de energía como en el consumo de agua con la finalidad de reducir los impactos negativos al medio ambiente y al mismo tiempo hacia los usuarios.

En el documento hace recomendaciones para la construcción de vivienda nueva en los siguientes temas:

- Selección del sitio, establece los requisitos mínimos para la adecuada selección del lugar donde se desarrollará la vivienda.
- Diseño y desarrollo del sitio, requerimientos mínimos para el diseño de un desarrollo habitacional con mínimos impactos ambientales.
- Materiales de construcción que cumplan con las normas, promueve el uso de materiales, seguros, resistentes, aislantes, bajo desperdicio y reutilizables.
- Energía, selección de tecnología y diseño de vivienda eficiente energéticamente.
- Energía renovable, aprovechamiento de energía solar por medio de diseño bioclimático y/o dispositivos de conversión energética.
- Eficiencia en el uso del agua, especificaciones para el abastecimiento, distribución y uso del recurso hídrico en la vivienda.
- Agua residual, manejo y tratamiento de aguas residuales.

- Manejo adecuado de residuos sólidos, especificaciones de manejo de residuos de construcción y generados en el uso cotidiano de la vivienda.
- Áreas verdes, requisitos y criterios para el fomento adecuado de manejo y mantenimiento de áreas verdes.

Para los temas tratados en esta investigación: la vivienda existente y la eficiencia energética e hídrica, se podrán aplicar los puntos de energía, energía renovable y eficiencia en el uso de agua. Para el tema de energía se propone seleccionar tecnología de consumo eficiente, así como el uso de energía de fuentes renovables y al mismo tiempo la necesidad de diseño adecuado al clima del sitio, es decir, diseño bioclimático de la vivienda. Para el aprovechamiento de energía de fuentes renovables se propone el aprovechamiento del sol por medios pasivos en la vivienda, como la aplicación de criterios de diseño bioclimático y también por dispositivos que permitan la conversión de radiación solar a energía eléctrica, paneles fotovoltaicos.

Para el uso eficiente del agua se hace distinción y recomendaciones de las diversas partes que compone el sistema de la instalación hidráulica de la vivienda y que va desde la fuente de abastecimiento del agua potable, la instalación interior en la vivienda, tuberías, muebles y dispositivos, manejo de agua pluvial y recarga del acuífero.

De todo lo anterior es que podemos establecer los estándares de sustentabilidad en la vivienda nueva o existente como acciones de planeación, diseño, ejecución, instalación y usos en la vivienda que permitan un consumo más eficiente de los recursos a lo largo de la vida útil de la vivienda, lo que permitiría disminuir los impactos ambientales, económicos y sociales.

Por su parte para definir la autoproducción se retoma la consideración del concepto en la Ley de Vivienda mencionada anteriormente, que especifica y separa a la autoproducción del autoconstrucción por considerar a la autoproducción como un proceso de gestión, distribución y construcción de la vivienda por parte del usuario de la misma, con la participación directa o por medio de un tercero en el proceso activo de edificación.

En coincidencia con lo definido por la Ley de Vivienda, Pinto Madariaga, F. (1993) suma a la definición de autoproducción como una práctica social dictada por la necesidad, y lo

inserta como un proceso progresivo que permite la participación, organización de un individuo o un conjunto para lograr un objetivo específico. Así mismo, Guzmán, V. (2013) define autoproducción como un proceso social con la finalidad de construir un espacio físico para ser habitado y que puede ser por cuenta propia o asistida por alguna instancia institucional.

La conjunción de las definiciones da como resultado que la autoproducción es un proceso social dictado por la necesidad de un espacio habitable, el proceso abarca la participación directa del usuario de la vivienda ya sea en etapa de gestión y planeación hasta la etapa constructiva, misma que puede ser ejercida por el mismo usuario o por la contratación de personal especializado.

Aún con las precisiones antes descritas; se han presentado a lo largo del proceso de esta investigación, tutorías y presentaciones en coloquios el concepto de autoconstrucción y autoproducción, lo que causó confusión en el término. Dichos términos se entendieron como un proceso asilado en el cual el usuario de la vivienda ejecuta únicamente por su propia mano las adaptaciones a la misma.

Por tal motivo, cabe mencionar que para fines concretos del presente Trabajo de Obtención de Grado (TOG) se emplea el termino autogestión entendido como el proceso por el cual el usuario, independientemente de título de tenencia de la vivienda (dueño, arrendador, condómino, etc.) toma la decisión, gestión y ejecución de las adaptaciones necesarias, por sus propias manos o por la contratación de un tercero ya sea albañil, técnico o empresa especializada.

Por último, la definición de adaptación parte de lo especificado por la Ley General de Cambio Climático en el artículo 3°, y que lo especifica como las medidas y ajustes en sistemas humanos o naturales que pueden moderar el daño o aprovechar aspectos que resulten en beneficios. Además, lo considerado por Tobias, L., y Vavaroutsos, G. (2012), que en lo general hacen referencia al término en inglés de retrofitting como la modernización o actualización de un sistema antiguo por medio de la incorporación de tecnología nueva. De estas dos concepciones parte la idea de adaptación a la vivienda existente, ajustes de modernización a la vivienda que resulte en la mejoría del desempeño de la misma.

De la integración de los conceptos anteriores se desprende la esencia del tema de investigación, el adaptar como la intención de sumar tecnología, dispositivos o aplicaciones nuevas a un sistema antiguo, adaptaciones que permitan mejorar el desempeño hídrico y energético de la vivienda existente por medio de un proceso de gestión, planeación, administración y ejecución constructiva de las adaptaciones por incidencia directa o indirecta del usuario de la vivienda.

IV. Metodología

En el presente capítulo se presenta el diseño metodológico en donde se plantea el supuesto del trabajo de investigación, la elección metodológica mixta, el recorrido metodológico propuesto, la definición de los métodos empleados en la investigación, la selección de las técnicas y el cuadro de operacionalización de las variables.

4. Diseño metodológico.

4.1. Hipótesis o supuesto de trabajo.

La hipótesis es un supuesto que se plantea sobre la realidad a estudiar, misma que pretende comprobarse a lo largo de la investigación con base a los fundamentos teóricos que sustentan esta investigación. Para esta investigación se parte de los siguientes supuestos:

- La adaptación de la vivienda ya edificada por medios auto gestionados, con mejoras en el manejo de agua, energía eléctrica y comportamiento térmico significaría la disminución de los impactos negativos ambientales globales, así como un ahorro económico en el hogar.
- Lograr la integración de la vivienda existente a la sustentabilidad desde la autogestión permitirá acortar el distanciamiento que existe entre vivienda edificada y vivienda que considera el uso eficiente de los recursos hídricos y energéticos: esto con la intención en la disminución de impactos negativos directos al medio ambiente, así como en la intención de disminuir los gases de efecto invernadero provenientes de la vivienda, con incidencia en el cambio climático.
- La adaptación por medios de auto gestión contribuye en el entorno social, no solamente por la mejoría directa en la vivienda, sino como una acción enmarcada en un proceso de participación comunitaria que genera condiciones de integración social.
- Las viviendas adaptadas a la sustentabilidad logran mejorar la calidad de vida de los usuarios, promueven el desarrollo social y generan ciudades con interacción entre sus habitantes.

4.2. Elección metodológica cuantitativa, cualitativa o mixta.

Se elige una metodología mixta para dar una perspectiva más amplia y profunda a la investigación, si bien se parte de la recolección en su mayoría de datos cuantitativos por mediciones y observaciones, los datos cualitativos apoyan para dar interpretación de las percepciones del usuario en la relación con la vivienda. Como producto de toda la información recabada se podrán realizar inferencias para lograr un mayor entendimiento del objeto de estudio.

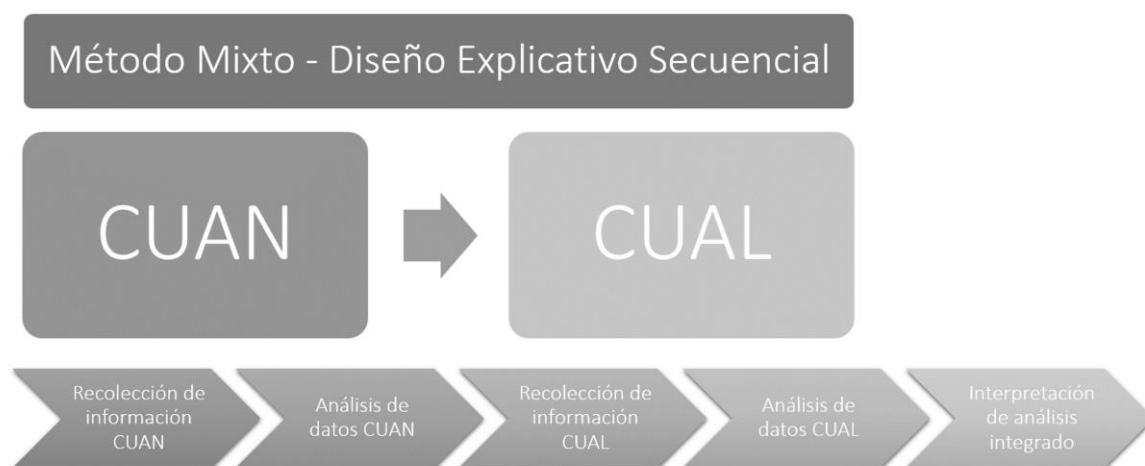


Ilustración 1. Esquema de diseño explicativo secuencial.

4.3. Recorrido metodológico propuesto para dar respuesta a la pregunta de investigación y cubrir los objetivos planteados.

El recorrido metodológico consiste en una descripción detallada de cómo se desarrollan las etapas de la investigación. Para lograr los objetivos de esta investigación se proponen tres etapas, recolección de información, análisis de información ya recabada y generación y presentación de resultados. En el siguiente recorrido metodológico se presentan los observables y las características a desarrollar, así como la metodología empleada, el método y la técnica con la que se llevara a cabo cada una de las etapas.

Dicho lo anterior se presenta el recorrido metodológico para esta investigación y se estructura bajo las siguientes etapas:

- A. Recolección de información
- B. Análisis de información
- C. Resultados

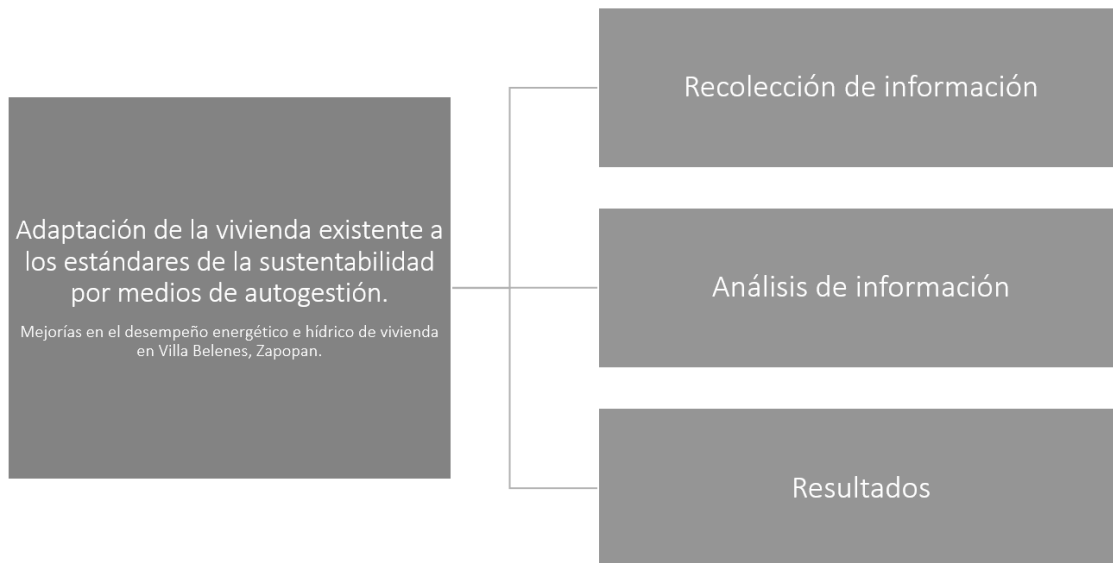


Ilustración 2. Esquema general de recorrido metodológico propuesta para esta investigación.

A. Recolección de información

Se propone el diseño explicativo secuencial para dar mayor soporte a los datos de mediciones en esta etapa.

1) Medio físico natural.

El analizar el objeto de estudio desde el medio físico natural en el que está inmerso permitirá contextualizar y encontrar relaciones entre las causas exteriores y los efectos de estos en la vivienda.

a) Aspectos de Sitio / Contexto.

Estudio general de las condiciones del sitio donde se encuentra ubicada la vivienda considerada para esta investigación. Se incluirán en este apartado datos que permitan contextualizar la infraestructura existente en su medio físico natural.

- i) Altitud, latitud, longitud
- ii) Hidrología
- iii) Orientación
- iv) Topografía
- v) Vegetación

Metodología: Cuantitativa

Método: Deductivo y estadístico inferencial

Técnica: Revisión documental

b) Aspectos de Clima.

Estudio general de las condiciones de clima, información importante que puede ser contrastada para lograr principalmente comparativas de eficiencia térmica y energética, así como posibilidades en el apartado de eficiencia hídrico y la relación con aprovechamiento de aguas pluviales.

- i) Clima (General)
- ii) Evaporación
- iii) Humedad
- iv) Temperatura
- v) Precipitación
- vi) Viento

Metodología: Cuantitativa

Método: Deductivo y estadístico inferencial

Técnica: Revisión documental

c) Aspectos de Geometría Solar.

Estudio general de las condiciones que ofrece el sol frente a la vivienda a lo largo del año, con la intención de obtener variaciones de intensidad de radiación solar en las superficies, así como la disponibilidad de energía solar que puede ser aprovechada en pro de la eficiencia energética.

- i) Movimiento solar
- ii) Radicación solar
- iii) Graficas solares

Metodología: Cuantitativa

Método: Deductivo y estadístico inferencial

Técnica: Revisión documental

d) Síntesis del medio físico natural.

Síntesis de la información obtenida de los puntos anteriores, cierre de apartado.

Metodología: Cualitativa

Método: Comparativa/analógica y descriptivo

Técnica:-

2) Medio físico artificial.

El analizar el objeto de estudio desde diferentes perspectivas ayudara a obtener información general y específica desde diversos aspectos, la síntesis del estado actual

será la base que permita comparar eficiencia entre la vivienda actual y las propuestas de mejora.

a) Aspectos Arquitectónicos.

Estudio general de las condiciones de la infraestructura y de los elementos que componen la vivienda, la información obtenida servirá para conocer el desempeño térmico, energético e hídrico del estado actual de la vivienda.

- i) Configuración espacial
- ii) Estructura
- iii) Elementos divisorios verticales (muros, puertas, ventanas)
- iv) Elementos divisorios horizontales (losa entrepiso, losa azotea)
- v) Terminados (pisos, muros, bóvedas)
- vi) Instalaciones
- vii) Levantamiento fotográfico
- viii) Contraste de estado actual (posibles modificaciones)

Metodología: Cuantitativa y cualitativa

Método: Inductivo

Técnica: Observación directa

b) Aspectos Térmicos.

Estudio general de las condiciones térmicas al interior de la vivienda y del comportamiento de los materiales en relación a la temperatura exterior.

- i) Medición de temperatura exterior e interior por medio de termómetro digital y/o un estudio termográfico (según factibilidad de realizar estudio).
- ii) Comportamiento térmico de los materiales (NOM-020-SENER-2011).

Metodología: Cuantitativa

Método: Inductivo

Técnica: Monitoreo de temperaturas

c) Aspectos Energéticos.

Determinar el consumo anual mediante el levantamiento de dispositivos eléctricos, cantidades y consumos, cruzar información cuantitativa y cualitativa de usos y formas de emplear aparatos eléctricos, dará una perspectiva del consumo desde el comportamiento del usuario.

- i) Análisis de instalaciones eléctricas (mismo que el 2. A. vi).

Metodología: Cuantitativa

Método: Inductivo

Técnica: Observación directa

d) Aspectos Hídricos.

Determinar el consumo promedio mediante el monitoreo del medidor de SIAPA y cruzar información cuantitativa y cualitativa de usos y formas de emplear las instalaciones hidrosanitarias y los dispositivos que requieran de agua, el cruce dará una perspectiva del consumo desde el comportamiento del usuario.

- i) Medición de consumo energético por SIAPA.
- ii) Análisis de instalaciones hidrosanitarias (mismo que el 2. A. vi).

Metodología: Cuantitativa

Método: Inductivo

Técnica: Observación directa

3) Medio Social.

Entendiendo que gran parte de los gastos o ahorros en los consumos de recursos en una vivienda es dada por los usos y costumbres de los usuarios, es que conviene obtener información de carácter cualitativa para contrastar y obtener posibilidades para la eficiencia de los sistemas.

a) Prácticas en la vivienda (comportamiento térmico).

Se requiere para contrastar como la vivienda (como infraestructura) afecta a la vida diaria de los ocupantes en relación al grado de confort térmico que se percibe, se podrían generar posibilidades de adaptación o mejora de la vivienda.

- i) Análisis de por medio de observación directa.
- ii) Análisis de percepción térmica (entrevistas).
- iii) Levantamiento fotográfico (mismo que el 2.a.vii).

Metodología: Cualitativa

Método: Inductivo

Técnica: Observación directa y entrevistas

b) Prácticas en la vivienda (consumo energético).

Se requiere para contrastar como la vida diaria de los ocupantes afecta el consumo de energía eléctrica en la vivienda. Se podrían generar posibilidades de adaptación o mejora de la vivienda.

- i) Análisis de por medio de observación directa.

- ii) Análisis de consumo por uso y forma (entrevistas).
- iii) Levantamiento fotográfico (mismo que el 2.a.vii).

Metodología: Cualitativa

Método: Inductivo

Técnica: Observación directa y entrevistas

c) Prácticas en la vivienda (consumo hídrico).

Se requiere para contrastar como la vida diaria de los ocupantes afecta el consumo de agua y aguas residuales en la vivienda. Se podrían generar posibilidades de adaptación o mejora de la vivienda.

- i) Análisis de por medio de observación directa.
- ii) Análisis de consumo por uso y forma (entrevista y monitoreo).
- iii) Levantamiento fotográfico (mismo que el 2.a.vii).

Metodología: Cualitativa

Método: Inductivo

Técnica: Observación directa y entrevistas

B. Análisis de información

De la información obtenida en el apartado "A" se desprende la síntesis del estado actual de la vivienda. Con esta se puede dar paso a la etapa de valoración de eco tecnologías y propuestas de mejoría que puedan ser comparadas en su eficiencia y así obtener resultados.

4) Análisis de datos integrados.

Conjunción de información obtenida que permita tener el estado actual de la vivienda desde una perspectiva integral, para así dar paso a las siguientes etapas.

a) Síntesis de los datos obtenidos en la etapa de recolección de información.

- i) Descripción de estado actual.

Metodología: Cualitativa

Método: Comparativa/analógica y descriptivo

Técnica: -

b) Revisión de normativa aplicable y guías.

- i) Térmica, NOM-020-SENER-2011
- ii) Energética, NOM-020-SENEER-2011, NOM-164-SSAI-2013, Guía de Uso Eficiente de la Energía (CONAVI).
- iii) Hídrica, NOM-164-SSAI-2013, Guía para el Uso Eficiente del Agua en Desarrollos Habitacionales Energía (CONAVI).

Metodología: Cuantitativa

Método: Deductivo y estadístico inferencial

Técnica: Revisión documental

5) Aspectos tecnológicos.

De la identificación de las tecnologías ecológicas que puedan ser implementadas en la propuesta de adaptación de la vivienda, se desprende el nivel de eficiencia y la factibilidad de su implementación.

a) Estudio de tecnologías adecuadas.

Se requiere para acotar las posibles soluciones que existen en forma teórica o comercial en cuestiones de eficiencia térmica, energética e hídrica, hacia las que puedan ser implementadas por medios propios (autoproducción).

- i) Análisis documental de tecnologías ecológicas aplicables para el comportamiento térmico.
- ii) Análisis documental de tecnologías ecológicas aplicables para la eficiencia energética.
- iii) Análisis documental de tecnologías ecológicas aplicables para la eficiencia hídrica.
- iv) Análisis de factibilidad para implementación por medios auto producidos o auto gestionados.

Metodología: Cuantitativa

Método: Deductivo y estadístico inferencial

Técnica: Revisión documental

b) Selección y clasificación de tecnologías.

Se requiere como paso previo a la evaluación multi criterio de las tecnologías que podrían ser propuestas para aumentar la eficiencia de la vivienda.

- i) Definición de tecnologías ecológicas aplicables para el comportamiento térmico.
- ii) Definición de tecnologías ecológicas aplicables para la eficiencia energética.
- iii) Definición de tecnologías ecológicas aplicables para la eficiencia hídrica.

Metodología: Cuantitativa

Método: Comparativo y analógico

Técnica: Revisión documental

c) Evaluación de las tecnologías.

Se requiere para acotar las posibles soluciones que existen en forma teórica o comercial en cuestiones de eficiencia térmica, energética e hídrica, hacia las que puedan ser implementadas por medios propios (autogestión).

- i) Método de evaluación multi criterio
- ii) Resultado de la evaluación.

Metodología: Cuantitativa

Método: Comparativo y analógico

Técnica: Evaluación multi criterio y dinámica participativa

6) Propuesta de mejoras a la vivienda.

Con el resultado de la evaluación multi criterio se delimitan e integran las tecnologías en una propuesta de adaptación de la vivienda para aumentar la eficiencia en base al cumplimiento de la normativa vigente y previamente mencionada.

a) Propuestas de mejoras.

Elaboración de propuestas que contengan las soluciones detectadas para la eficiencia térmica, energética e hídrica. Elaboración de esquemas que permitan mostrar el funcionamiento de los sistemas propuestos, todos bajo una lógica de simplificación que permita el entendimiento de los planos. Soluciones térmicas, energéticas e hídricas.

- i) Esquemas explicativos de adaptaciones.

Metodología: Cualitativa

Método: Comparativa, analógica y descriptivo

Técnica: -

7) Comparativa.

a) Estudio comparativo entre estado actual y propuesta de mejoras.

La comparativa entre el estado actual de la vivienda es clave de la investigación pues refleja el comportamiento en base a modificaciones que se introduzcan con el fin de mejorar la eficiencia de la misma.

- i) Comparativa con base a cálculos térmicos (NOM-020-SENER_2011)
- ii) Comparativa con base a cálculos energéticos (NOM-164-SSAI-2013, CEV)
- iii) Comparativa con base a cálculos de consumo hídrico (NOM-164-SSAI-2013, CEV)

Metodología: Cuantitativa

Método: Comparativo, analógico y deductivo

Técnica: Simulación por software

C. Resultados

De la información obtenida en el apartado "B" se desprende la síntesis de la comparativa entre el estado actual de la vivienda y las propuestas de mejora. Con esta se puede dar paso a la etapa de resultados y las conclusiones del proyecto de investigación.

8) Análisis de comparativa.

Conjunción de información obtenida que permita tener resultados de las mejoras propuestas.

a) Síntesis del comparativo.

- i) Descripción de estado actual.

Metodología: Cualitativa

Método: Comparativa/analógica y descriptivo

Técnica: -

9) Definición de propuesta arquitectónica.

Elaboración de esquemas explicativos que permitan mostrar el funcionamiento de las adaptaciones propuestas, todos bajo una lógica de simplificación que permita el entendimiento de los mismos. Soluciones térmicas, energéticas e hídricas.

a) Esquemas explicativos.

- i) Ubicación en plantas, alzados o secciones
- ii) Detalles específicos
- iii) Esquemas explicativos de los sistemas

Metodología: Mixta

Método: Explicativo

Técnica: Propuesta arquitectónica

10) Conclusiones y comentarios finales.

Redacción de conclusiones del proyecto de investigación y comentarios finales sobre el desarrollo general del proyecto.

Metodología: Cualitativa

Método: Comparativa/analógica y descriptivo

Técnica: -

4.4. Definición de métodos a utilizar en la investigación.

Los métodos forman marcos conceptuales y que desde diferentes teorías definen la realidad en base a determinados principios. Los métodos cuentan con diferentes estrategias para enfrentar la realidad, pero dichas estrategias se desprenden de las concepciones fundamentales que cada método asume como teoría de la realidad. Para lograr los objetivos del proyecto de investigación se propone abordar la realidad con diferentes métodos a lo largo de las diferentes etapas del avance en la investigación. Se describen a continuación los métodos a abordar.

Método deductivo.

Es el método para abordar la construcción de conocimiento teórico basado en relaciones concretas con el propósito de abonar conceptualmente a una teoría determinada. Es decir, la fuente de información principal se encuentra dentro de textos escritos y el resultado será un texto nuevo que apoye conceptualmente a los anteriores. Se empleará este método partiendo de la información obtenida desde la revisión documental de fuentes oficiales para deducir la realidad.

Método descriptivo.

Es el método por el cual se da cuenta de manera cualitativa de algún aspecto de la realidad, de sus componentes o características por medio de un análisis, es útil para mostrar las dimensiones de un fenómeno, situación o contexto de la realidad en específico. En la investigación se empleará un método descriptivo pues partiendo del análisis de información obtenida en etapas posteriores se llegará a la descripción de las características a manera de conclusiones.

Método explicativo.

Con este método se busca responder las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Se concentra en explicar el por qué ocurre el fenómeno, en qué condiciones o por que se relacionan dos o más variables. Proporciona mayor sentido de entendimiento del fenómeno estudiado. Se empleará este método pues partiendo desde una metodología mixta se busca explicar el fenómeno por el entendimiento de las causas.

Método inferencial.

Este método estadístico busca establecer relación de causa-efecto o de correlación entre dos variables, la construcción de conocimiento se da donde cuando las variables pueden ser sujetas a algún tipo de medición. La información estadística de fuentes oficiales (INEGI) será estudiada para obtener conclusiones en base a datos de medición.

Método comparativo.

Este método es un procedimiento de búsqueda de similitudes y variaciones entre dos o más variables, con el objeto de obtener conclusiones que definan un problema o generen

oportunidades de mejora al conocimiento de algo específico. En este método las descripciones serán comparadas de acuerdo a similitudes o diferencias para generar conclusiones.

Método analógico.

Consiste en encontrar dos situaciones o sistemas que sean similares, por lo que, si se obtiene resultado en uno de ellos, se obtiene la conclusión de que en el otro será el mismo resultado. Se usará este método para comparar las similitudes y de ahí partir hacia generar conclusiones.

Método inductivo.

Es un método científico que alcanza conclusiones generales a partir de hipótesis o antecedentes en particular. Suele basarse en la observación y experimentación de los hechos para así llegar a una conclusión, es decir se parte de datos para llegar a una conclusión. Este método se abordará para llegar a la realidad del estudio por medio de observación directa o entrevistas.

4.5. Selección de técnicas y diseño de instrumentos.

A continuación, se presentan las técnicas a emplearse para el desarrollo de la investigación que permitirán obtener información de primera mano, se proponen las siguientes técnicas.

Revisión documental.

Esta técnica es útil para obtener información primaria y secundaria, mediante la consulta de bibliografía sobre un tema en específico. La información requerida en el apartado sobre el medio físico natural es obtenida en sitios de internet de dependencias de gobierno como el INEGI y SMN. Dicha información servirá para contextualizar el referente empírico en aspectos de clima, temperaturas, lluvias, etc.

Observación directa.

Es la técnica que permite observar atentamente el caso a estudiar directamente de la realidad, obtener información de percepciones, características o descripciones y registrarlas para un análisis posterior. Se plantea la observación directa como técnica que propicie el contacto directo con la vivienda a estudiar, entendiendo los diferentes aspectos que lo componen como: el contextual, de la vivienda, de los ocupantes de la vivienda y la interacción entre ellos. Así podríamos acceder a información original o primaria que puede ser comparada con la información que se desprenda de otras técnicas.

Entrevista.

La entrevista es una técnica de investigación cuyo objetivo es obtener información por medio de la comunicación interpersonal entre el investigador y el sujeto que posee información sobre el tema de interés, por medio de respuestas verbales sobre los cuestionamientos planteados en la investigación. La técnica de entrevista permitirá obtener información de primera mano sobre la problemática detectada en el uso día a día de la vivienda referente a aspectos de percepción térmica de la edificación, usos y costumbres que influyan en el desempeño energético e hídrico en la operación de la vivienda. El resultado deberá guiar la información hacia el entendimiento de la problemática en cuanto al comportamiento de la vivienda como infraestructura frente a la interacción con los habitantes en los aspectos térmicos, consumos de energía eléctrica y de agua.

Levantamiento de mediciones hídricas y energéticas.

La técnica consiste en registrar valores numéricos de cada medidor de SIAPA y CFE de las viviendas en periodos diferentes con la intención de obtener un consumo promedio, tanto de agua y energía eléctrica. Dicha información podrá ser analizada por un método estadístico inferencial para obtener relaciones causales que podrán ser comparadas con la información cualitativa obtenida de las entrevistas y observación directa. Se espera que con esta técnica se obtengan datos relativos a la vivienda y los consumos de energía

eléctrica y de agua derivados del uso día a día de la vivienda, de costumbres que influyan en el desempeño energético e hídrico en la operación de la vivienda. El resultado deberá guiar la información cuantitativa que pueda ser interpretada hacia el entendimiento de la problemática en cuanto al comportamiento de la vivienda como infraestructura frente a la interacción con los habitantes en los aspectos térmicos, consumos de energía eléctrica y de agua.

Monitoreo de temperaturas.

Es una técnica que consiste en registrar las temperaturas a lo largo de un periodo de tiempo con dispositivos llamados “Dataloggers”, estos registran la temperatura de un espacio interior de la vivienda previa programación de los intervalos de medición. Posterior al periodo de monitoreo se extrae la información en hojas de cálculo que permiten la comparación entre los diferentes espacios, así como el comportamiento térmico respecto a la temperatura exterior.

V. Aproximación empírica a la realidad de estudio

En el presente capítulo se presenta la aproximación empírica a la realidad de estudio. En primera instancia es la revisión de los pasos seleccionados en el planteamiento metodológico a los que se darán respuesta en el siguiente apartado que se titula como presentación de los resultados, mismo que está dividido por resultado de las técnicas aplicadas.

5. Aproximación empírica a la realidad de estudio.

5.1. Pasos seleccionados del planteamiento metodológico

Para la realización del trabajo de campo es necesario partir de un planteamiento metodológico, para ésta investigación se seleccionaron los siguientes pasos aplicados en el orden presentado a continuación:

- Revisión documental de bases de datos, estadísticas y archivos, para obtener información del medio físico natural.
- Observación directa como técnica que permite obtener información de aspectos del medio físico artificial y social, características de los elementos construidos y usos y costumbres dentro del mismo.
- Entrevista como técnica que permite el acercamiento con los usuarios de la vivienda y así mismo una descripción de su experiencia de habitar en el espacio, enfocados en aspectos térmicos, energéticos e hídricos.
- Levantamiento y monitoreo de mediciones hídricas y energéticas, por medio de medidores de SIAPA y CFE.
- Monitoreo de temperatura en el interior de la vivienda, para estudiar el comportamiento térmico.

5.2. Presentación de resultados

En este apartado se muestran los resultados de la aproximación empírica a la realidad de estudio a partir de las técnicas seleccionadas anteriormente.

5.2.1. Resultados de revisión documental.

Con base a lo planteado en el recorrido metodológico se presentan aquí los resultados obtenidos de la revisión documental para la obtención de la información del medio físico natural en los aspectos de sitio, clima y geometría solar.

5.2.1.1. Medio físico natural.

Aspectos de sitio

Dada la escala micro del objeto empírico es necesario la revisión documental de una escala mayor, la distrital, de ahí es que se parte de lo estipulado por el Plan Parcial de Desarrollo Urbano Zapopan 2015 (PPDU), Villa Belenes pertenece al distrito 01 llamado “Zapopan Centro Urbano”, es el segundo distrito más poblado del municipio de Zapopan con una población de 172,024 habitantes, a su vez este distrito ha presentado una pérdida de población de aproximadamente 5.5% respecto al censo de 1995 cuando aún era el distrito urbano más poblado del municipio.

Altitud, latitud y longitud: La zona de estudio Villas Belenes se ubica en la zona noroeste de la zona metropolitana de Guadalajara, en el municipio de Zapopan, Jalisco, México. Se geo localiza en la latitud 20.730144, de longitud -103.380165 y una altitud de 1,560 msnm.

Hidrología: El distrito 01 se encuentra dentro de la Subcuenca Colomos-Atemajac2 que tiene una superficie de 7,501.76 Ha. Pero solo 1,888.77 Ha. pertenecen al distrito, dentro de esta sub cuencas se encuentran micro cuencas, una de ellas con topografía muy accidentada, la de Ocotán, que tiene arroyos como Agua Prieta y La Campana. Dichas micro cuencas e incluso las nano cuencas no sólo establecen medidas para evitar el riesgo

¹ Censo general de población y vivienda 1995. INEGI.

² CUCSH U de G, H. Ayuntamiento de Zapopan. (2011). Ordenamiento Ecológico Territorial del municipio de Zapopan, Hidrografía, Zapopan, Jalisco

por inundación o deslaves, sino que también son consideradas dentro del paisaje natural del distrito y de la ciudad.

Orientación: Considerando que las viviendas de Villas Belenes se desplantan paralelas a la Av. Venustiano Carranza es que se presentan dos orientaciones las viviendas con fachadas orientadas hacia el Suroriente y las que están orientadas hacia el Noreste.



Ilustración 3. Orientación Villa Belenes. Fuente: Imagen satelital de Google maps, mapa de Zapopan, México, edición propia.

Topografía: El distrito presenta en lo general dos tipos de relieves, lo semiplanos entre 1% y el 15% y los accidentados de entre el 15% y 30% de pendiente. Las pendientes semi planas forman el 61.86% del área total del distrito.

Se considera para el desarrollo urbano del distrito que las pendientes menores al 5% presentan problemas de inundación para el ámbito urbano, pero al mismo tiempo son los puntos de recarga para acuíferos por lo que deben de ser gestionadas como áreas verdes o áreas habitacionales con baja densidad. Por su parte las pendientes de entre 5% y 10% presentan mejor posibilidad para el desarrollo urbano sin que representa los altos costos de nivelación y movimientos de suelos; es a partir de este punto que las pendientes se vuelven más riesgosas por deslaves y erosión por lo que no es lo ideal para el uso urbano.

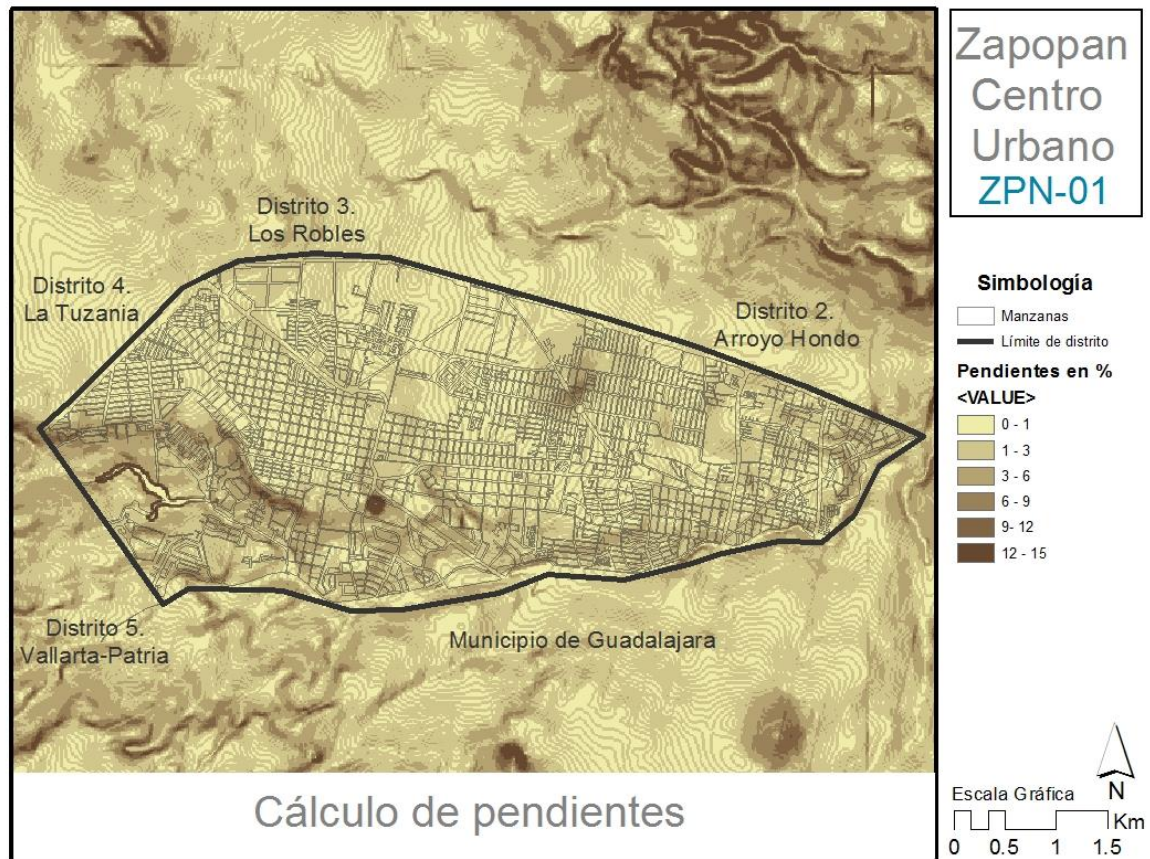


Ilustración 4. Pendientes dentro del distrito ZPN-01. Fuente: Elaboración propia

Vegetación: Para analizar la flora del contexto es necesario hacer la referencia a la vegetación a escala municipal, esta se compone en su mayoría de pino y encino en la sierra de La Primavera ubicada en un radio de 12 km desde Villa Belenes, además de las especies cretón, jonote, madroño, ozote, retama, sábila y nopal en la parte norte y al oriente en la barranca en un radio de 8 km. En una escala micro la mayor vegetación se da por el arbolado sembrado a lo largo de la Av. Venustiano Carranza que son árboles ficus benjamina, de no más de 3 mts de altura como en la mayoría de la ciudad de Guadalajara.

Aspectos de clima

Clima: El clima para el distrito al que pertenece Villa Belenes se clasifica como sub-húmedo lluvioso, templado- cálido; con una precipitación presente entre los meses de mayo a octubre y con un periodo de estiaje de noviembre a mediados de mayo.

Humedad y evaporación: Con datos de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y obtenidos de observatorio sinóptico que depende de del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y la Comisión Nacional del Agua (CNA), en el periodo comprendido entre 1981 al 2000 el promedio anual para la temperatura de bulbo húmedo es de 13.3°C, la unidad relativa media en promedio anual es de 61 % y la evaporación es de 1,552.8 mm.

1981-2010

Tipo climático: (A)Ca(w₁)(w)eg

Variable	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura máxima media (°C)	24.2	26.3	28.6	30.5	32.3	31.2	27.3	26.9	26.7	26.8	26.3	24.6	27.6
Temperatura máxima maximorum (°C)	34.5	32.0	36.0	39.0	38.5	38.0	32.5	31.5	31.5	34.5	36.0	29.5	39.0
Temperatura mínima media (°C)	10.7	11.7	13.3	15.5	17.7	18.2	16.9	16.8	16.9	15.7	13.3	11.4	14.9
Temperatura mínima minimorum (°C)	4.0	4.0	2.5	0.5	11.5	2.5	0.5	13.0	2.8	10.0	8.5	-0.5	-0.5
Temperatura media (°C)	17.4	19.0	21.0	23.0	25.0	24.7	22.1	21.9	21.8	21.2	19.8	18.0	21.3
Temperatura diurna media (°C)	21.3	23.0	25.0	26.8	28.6	27.8	24.6	24.4	24.3	24.3	23.5	21.8	24.6
Temperatura nocturna media (°C)	13.6	15.0	16.9	19.2	21.5	21.6	19.6	19.4	19.2	18.2	16.2	14.2	17.9
Oscilación térmica (°C)	13.5	14.5	15.2	15.0	14.6	13.0	10.4	10.1	9.9	11.1	13.0	13.1	12.8
Precipitación (mm)	24.3	2.6	6.8	8.1	15.6	146.4	274.8	209.6	162.7	51.6	15.1	9.4	927.0
Precipitación máxima en 24 horas (mm)	57.0	9.0	38.0	36.2	32.8	48.5	88.4	70.3	88.0	42.3	65.3	16.1	88.4
Número de días con lluvia	2.1	1.1	0.9	1.4	3.2	13.7	21.4	19.8	14.9	6.2	1.8	1.9	88.4
Evaporación (mm)	159.7	197.0	280.9	313.0	330.2	261.9	198.5	184.2	167.4	174.1	165.5	148.3	2580.8
Evapotranspiración potencial (mm)	127.7	157.6	224.8	250.4	264.2	209.6	158.8	147.4	133.9	139.3	132.4	118.6	2064.7
Fotoperíodo (hr)	10.9	11.3	11.9	12.5	13.0	13.2	13.1	12.7	12.1	11.5	11.0	10.8	12.0

1961-2010

Tipo climático: (A)Ca(w₁)(w)eg

Variable	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura máxima media (°C)	24.9	26.5	29.1	31.3	32.7	30.9	27.7	27.4	27.3	27.4	26.8	25.0	28.1
Temperatura máxima maximorum (°C)	34.5	33.0	36.0	39.5	39.0	39.0	34.0	34.0	33.0	34.5	36.5	31.0	39.5
Temperatura mínima media (°C)	9.8	10.6	12.6	14.9	17.0	17.7	16.7	16.7	16.7	15.2	12.4	10.7	14.3
Temperatura mínima minimorum (°C)	2.0	4.0	2.5	0.5	10.0	2.5	0.5	12.0	2.8	9.0	4.0	-0.5	-0.5
Temperatura media (°C)	17.3	18.6	20.9	23.1	24.9	24.3	22.2	22.1	22.0	21.3	19.6	17.8	21.2
Temperatura diurna media (°C)	21.6	22.9	25.2	27.3	28.7	27.5	24.8	24.7	24.8	24.6	23.6	21.9	24.8
Temperatura nocturna media (°C)	13.0	14.2	16.5	19.0	21.0	21.1	19.5	19.4	19.3	18.0	15.5	13.7	17.5
Oscilación térmica (°C)	15.1	15.9	16.5	16.4	15.7	13.2	11.0	10.7	10.6	12.2	14.4	14.3	13.8
Precipitación (mm)	17.5	6.7	7.7	8.5	18.9	171.5	269.6	215.5	160.1	57.0	14.9	13.2	961.1
Precipitación máxima en 24 horas (mm)	57.0	21.0	83.7	36.2	42.4	69.8	88.4	73.0	88.0	65.6	65.3	42.4	88.4
Número de días con lluvia	2.0	1.4	0.7	1.3	3.0	13.9	21.0	19.3	15.4	5.9	1.9	1.9	87.7
Evaporación (mm)	141.1	173.4	257.6	289.7	307.1	238.1	187.9	172.3	156.8	157.7	146.1	131.5	2359.1
Evapotranspiración potencial (mm)	112.9	138.7	206.1	231.8	245.6	190.5	150.3	137.8	125.5	126.1	116.9	105.2	1887.3
Fotoperíodo (hr)	10.9	11.3	11.9	12.5	13.0	13.2	13.1	12.7	12.1	11.5	11.0	10.8	12.0

Tabla 3. Estadísticas climáticas normales para la estación de Guadalajara (SMN) en dos periodos de tiempo. Fuente: INIFAP.

Temperatura: Se puede determinar que en las estaciones del año el distrito se comporta de la siguiente manera:

- Primavera cálida y semiárida con temperaturas promedio de 23°C y sin lluvia.
- Verano cálido y húmedo, con temperaturas promedio de 21°C con lluvias.
- Otoño pasa se semi cálido, templado cálido y templado frío sin lluvias.
- Invierno templado frío con temperaturas promedio de 19°C sin lluvias.

Teniendo una temperatura media anual de 22°C, con máxima de 36.1°C y mínima de 11°C.

Precipitación: El régimen de lluvias se inicia con algunas lluvias a finales de mayo y terminando en el mes de octubre, contando con una precipitación media de 906.1 milímetros.

Viento: Los vientos dominantes son en dirección del este al oeste.

Análisis climático.

En este apartado se hace un estudio de las condiciones climáticas del sitio a detalle para así entender de manera clara y completa el comportamiento de los elementos y factores diversos del clima y así definir patrones que caracterizan el sitio de estudio. Si bien en apartado 5.2.1.1. "Medio físico natural" se hace referencia a aspectos de clima, se hace de manera muy ligera y a manera de introducción al contexto, este apartado trata de ir más allá y mostrar datos más específicos que lleven al desarrollo de estrategias de adaptación a la vivienda desde la perspectiva bioclimática.

Para el desarrollo del análisis se emplea la metodología y recomendaciones propuestas por Fuentes, V. (2004), así como la aplicación informática para los análisis climático y bioclimático de un proyecto llamada Bioclimatic Analysis Tool (BAT) elaborada por el Dr. Fuentes y el Dr. Julio César Rincón Martínez en la Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco.

La información necesaria para el análisis se obtiene del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), que depende de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), para los datos de temperatura, precipitación, evaporación y fenómenos especiales se obtuvieron de la normal climatológica de Guadalajara, específicamente de la estación 00014121 (SMN) con datos del período 1981-2010, CONAGUA. (2010). Los datos de viento, S.R.H. (1976), se obtuvieron gracias a la ayuda del Dr. Fuentes. Cabe mencionar que, si bien existe una estación normalizada en el municipio de Zapopan (estación 00014169), esta no cuenta con la información completa de evaporación y fenómenos especiales, por lo que se decidió usar la información de la estación de Guadalajara.

Análisis paramétrico

Temperatura

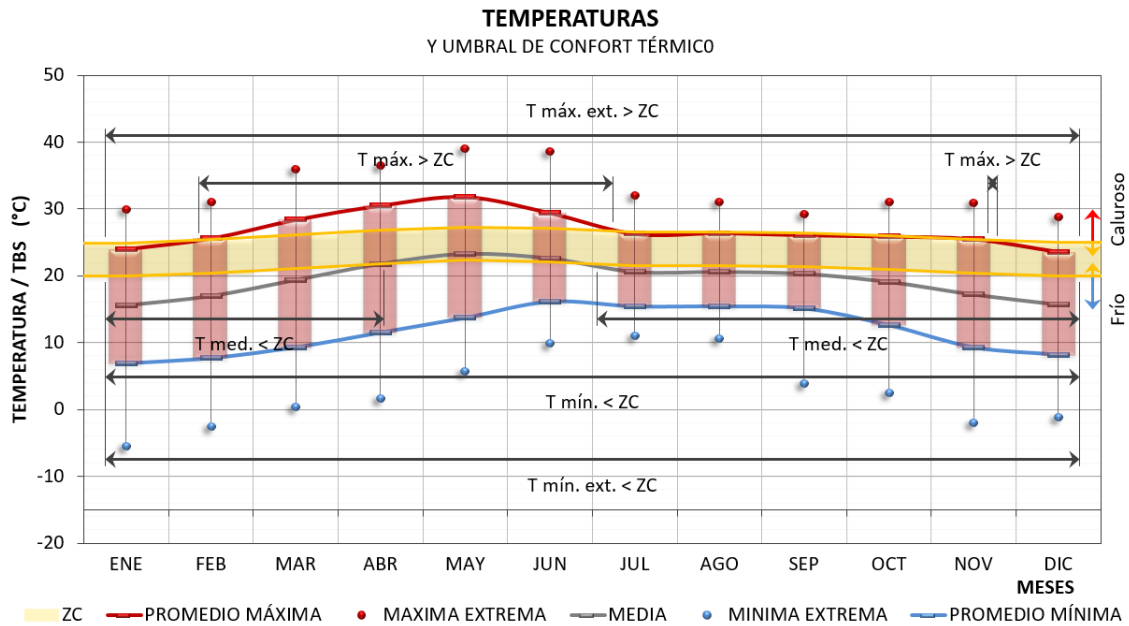


Ilustración 5 Temperatura y umbral de confort térmico del área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia en software Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

Para el área metropolitana de Guadalajara se puede considerar que sólo los meses de abril, mayo y junio se encuentran dentro del límite inferior de la zona de confort, los meses de julio, agosto y septiembre se encuentran fuera por diferencia menor de un grado centígrado. Es decir que casi seis meses del año presentan temperaturas medias dentro de la zona de confort. En cuanto a las temperaturas máximas ocho meses del año se encuentran dentro del límite superior de la zona de confort, siendo los meses de marzo, abril, mayo y junio los meses que presentan diferencias a mayor temperatura de entre 2°C y 4°C.

El mes de mayo es el que presenta las temperaturas más elevadas a lo largo de todo el año, teniendo como temperatura media 23.3° C y una temperatura máxima de 31.8° C, siendo el límite máximo de confort para este mes 27.3° C, por lo que se presenta una diferencia de 4.5° C en contra de la zona de confort. Importante mencionar que se han llegado a presentar temperaturas máximas extremas de hasta 39.0° C en el mismo mes de mayo y mínimas extremas de hasta -5.5° C en el mes de enero, y es desde el mes de noviembre hasta el mes de febrero que se pueden presentar temperaturas inferiores a cero grados.

Las oscilaciones térmicas se presentan con mayor diferencia en los meses más secos y caluros de años, siendo la máxima oscilación en el mes de marzo con 19.1°C y la mínima en el mes de julio con 10.9°C, teniendo una oscilación media anual de 15.2°C.

Humedad

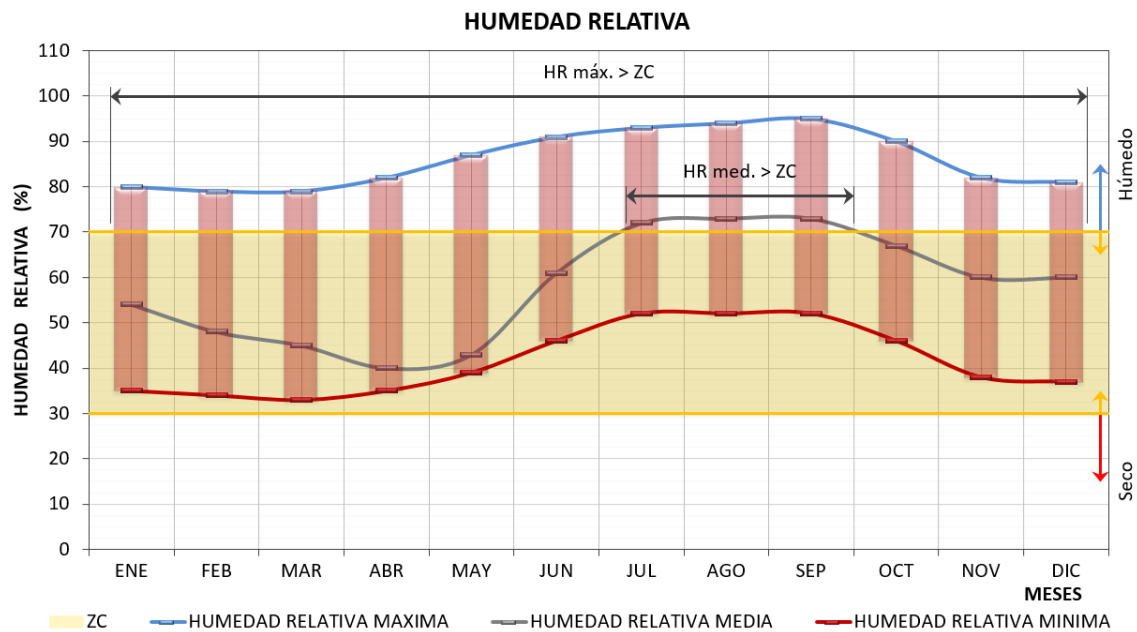


Ilustración 6 Humedad relativa del área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia en software Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

A lo largo de todo el año se prestan una humedad relativa máxima por encima de la zona de confort higrotérmico, teniendo solamente los meses de febrero y marzo porcentajes inferiores al 80% pero aun superiores al 70%. Pero al mismo tiempo la humedad relativa media y mínima se presentan a lo largo de todo el año dentro de la zona de confort a excepción de los meses de julio, agosto y septiembre que presentan una media superior por 3% al confort higrotérmico. La humedad relativa máxima se presenta el mes de septiembre con 95% y el mes de marzo presenta la humedad relativa mínima con un 33%.

Precipitación y evaporación

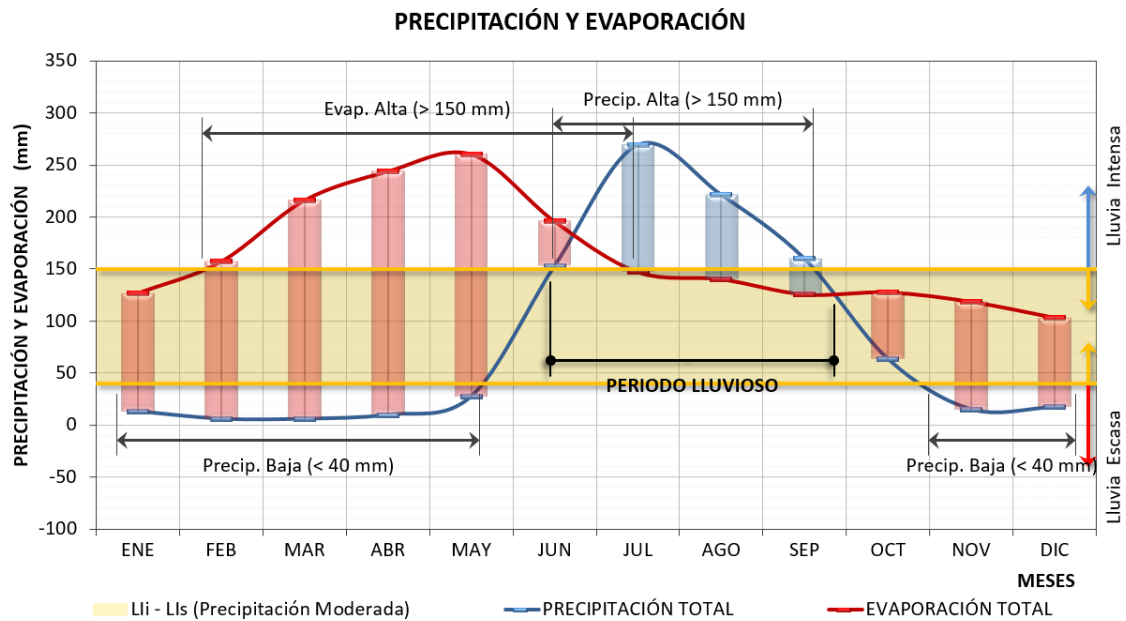


Ilustración 7 Precipitación y evaporación en el área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia en software Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

La precipitación a lo largo del año se puede considerar como período de secas y período lluvioso, la lluvia inicia en el mes de junio con un promedio mayor a los 150 mm, teniendo su mayor fuerza el mes de julio con 269.5 mm y es a partir de mes de agosto que va disminuyendo con promedios superiores a los 200 mm, en septiembre regresa a los niveles con los que inicio en el mes de junio. Es decir, el período lluvioso se considera por 4 meses del año. El período de secas dura ocho meses, inicia en el mes de octubre con promedios superiores a los 60 mm y terminando el mes de mayo con un promedio de 27.4 mm. Es importante considerar que aún en el período de secas se han presentado eventos de precipitación abundante como es el caso del mes de marzo de 1968 donde se presentó un aumento de hasta 100 mm respecto al promedio.

La evaporación se presenta en niveles inferiores a la precipitación desde finales del mes de junio y hasta finales del mes de septiembre, enmarcado la época lluviosa. En el resto de los meses la evaporación es superior a la precipitación por lo que existe un déficit de humedad, siendo los meses de febrero, marzo, abril, mayo y casi todo junio que presentan niveles de evaporación mayores a 150 mm.

Radiación solar

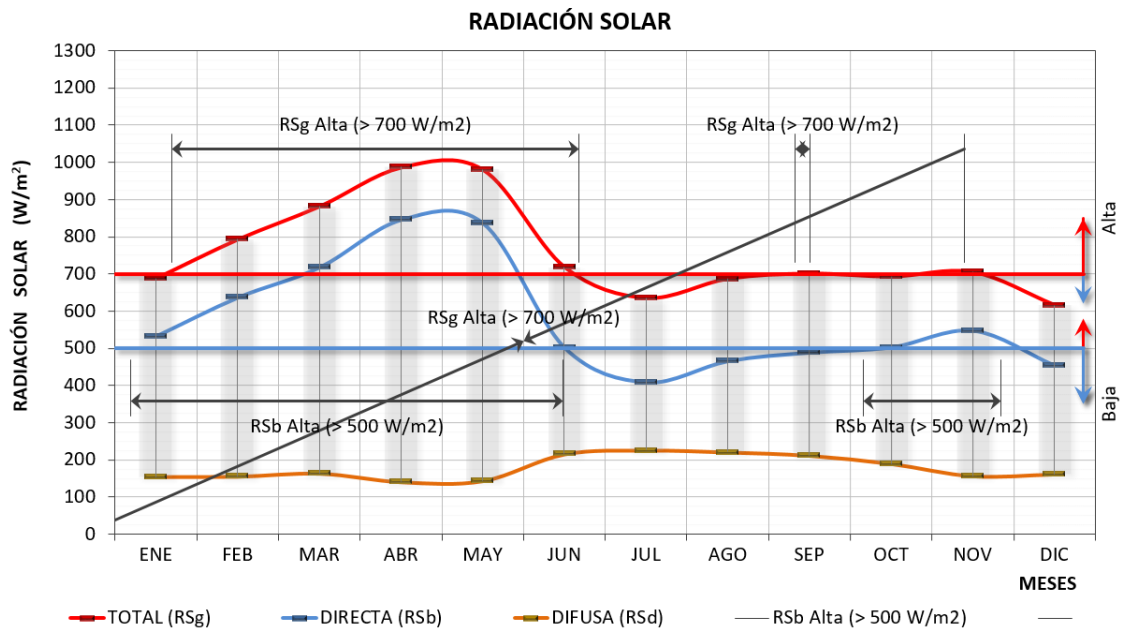


Ilustración 8 Radiación solar en el área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia en software Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

La radiación solar total se considera alta, pues presenta en lo general valores muy cercanos a los 700 W/m² pero es desde el mes de enero y hasta el mes de junio que presenta valores superiores llegando hasta los 987 W/m² registrados en el mes de abril. A excepción del mes de julio que presenta valores por encima de los 600 W/m².

Por otro lado la radiación solar directa se considera alta en los meses de marzo, abril y mayo pues sobrepasa los 700 W/m² y es en los meses de julio, agosto, septiembre y diciembre que presenta niveles inferiores a los 500 W/m² y es en estos mismos meses que se presenta la época lluviosa, por lo que la nubosidad ayuda a disminuir la radiación directa.

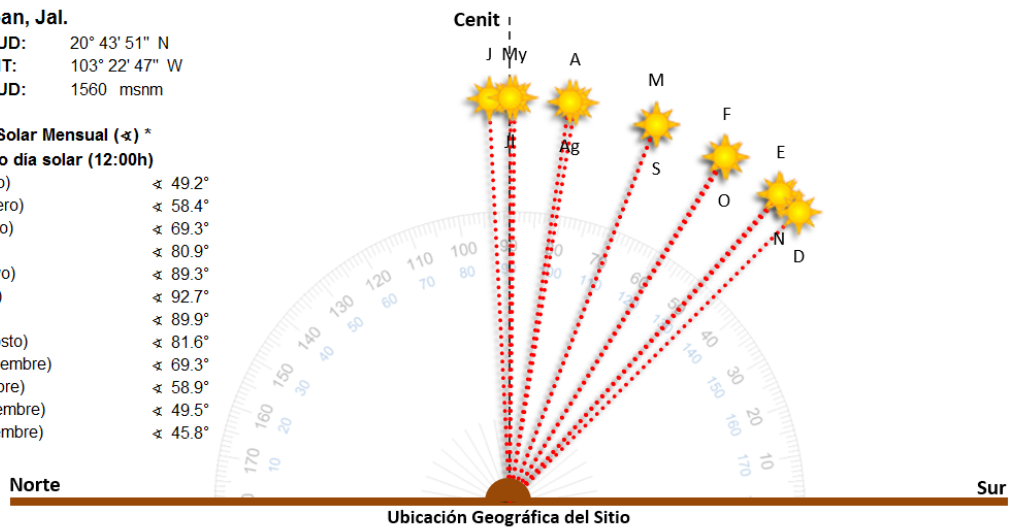
ALTURA SOLAR (Día 21 / 12:00h)

Zapopan, Jal.

LATITUD: 20° 43' 51" N
 LONGIT: 103° 22' 47" W
 ALTITUD: 1560 msnm

Altura Solar Mensual (α) *
 al medio día solar (12:00h)

E (Enero)	≤ 49.2°
F (Febrero)	≤ 58.4°
M (Marzo)	≤ 69.3°
A (Abril)	≤ 80.9°
My (Mayo)	≤ 89.3°
J (Junio)	≤ 92.7°
Jl (Julio)	≤ 89.9°
Ag (Agosto)	≤ 81.6°
S (Septiembre)	≤ 69.3°
O (Octubre)	≤ 58.9°
N (Noviembre)	≤ 49.5°
D (Diciembre)	≤ 45.8°



***NOTA:** El ángulo mensual de la Altura Solar está calculado para que su amplitud sea considerada a partir del Sur. Esta observación es aplicable tanto para sitios ubicados en latitudes Norte como para sitios ubicados en latitudes Sur.

Ilustración 9 Altura solar respecto a el área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia en software Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

Dada la latitud de la AMG el sol se encuentra en el cenit a medio día el 23 de mayo y el 20 de julio, es entre estas dos fechas que el sol se ubicará ligeramente hacia el norte. El resto de los meses el sol tendrá una inclinación hacia el sur.

Nubosidad

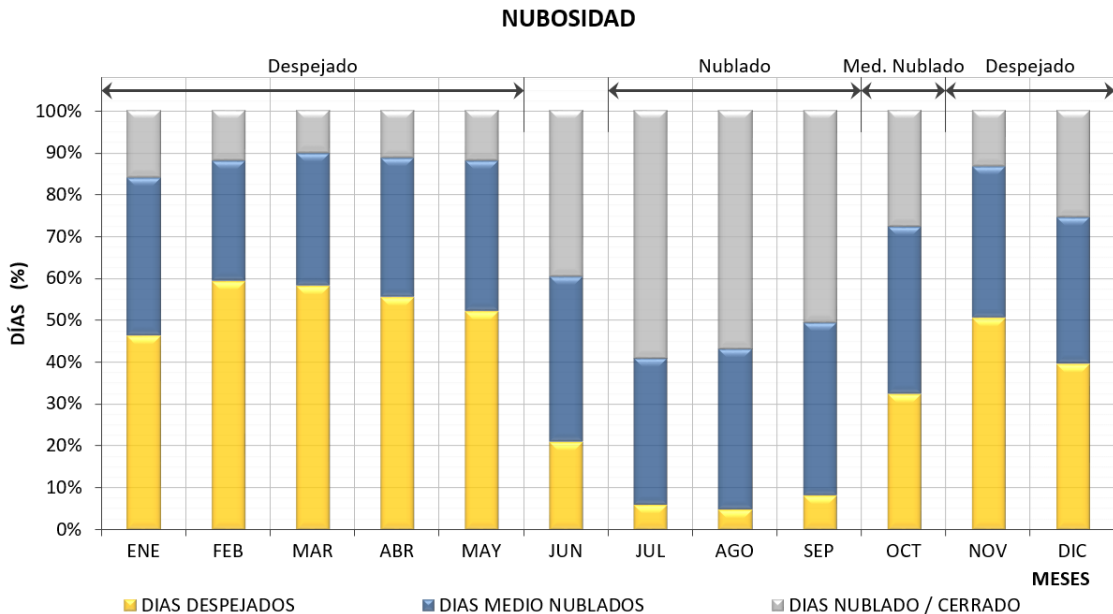


Ilustración 10 Nubosidad presente en el área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia en software Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

Predominan los meses con días despejados, pues desde el mes de noviembre hasta el mes de mayo los días nublados no sobrepasan el 15%, es a partir del mes de junio y hasta el mes de septiembre que se consideran meses nublados con un porcentaje de días cerrados mayores al 50% y sólo el mes de octubre, como época de transición, que presenta un equilibrio entre los días nublados y los días despejados.

Días Grado

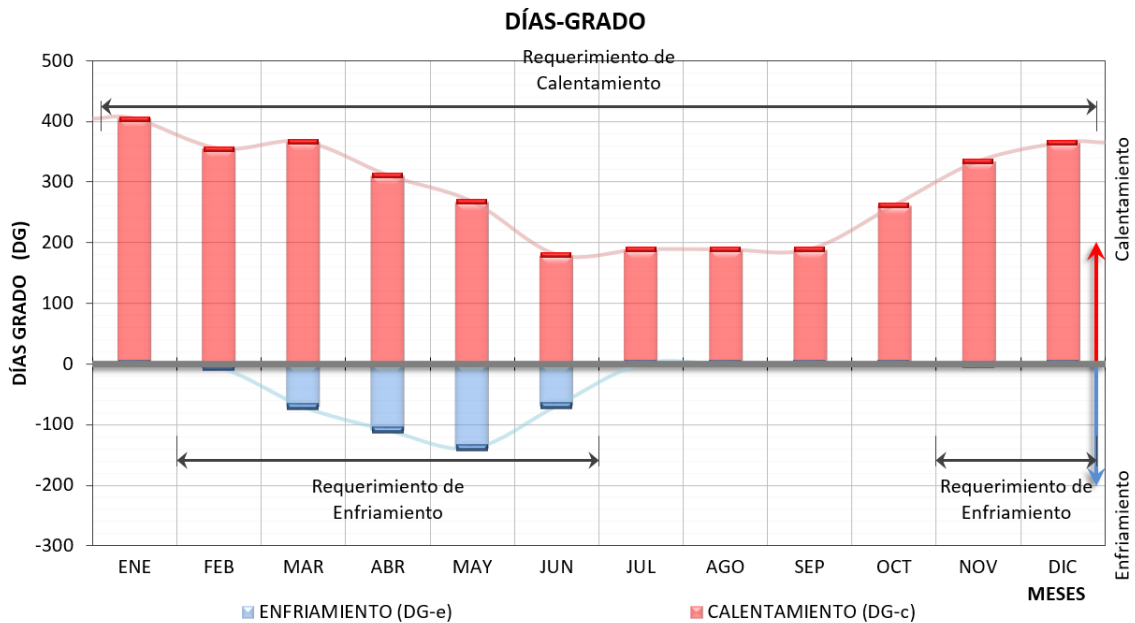


Ilustración 11 Datos de días grado para el área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia en software Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

De la relación entre la temperatura media y la temperatura de confort es que surgen los requerimientos de calefacción o enfriamiento para las edificaciones, días grado, lo anterior se representa a lo largo del año y con valores en grados Kelvin (K) para el AMG.

De acuerdo a la gráfica superior a partir de julio y hasta el mes de enero no requieren enfriamiento, pues no presentan temperaturas de sobrecalentamiento ningún día del mes. Es a partir del mes de febrero y hasta junio que se requiere de enfriamiento. Por otro lado, los requerimientos de calentamiento se presentan a lo largo del año y a ciertas horas del día, pero son los meses de noviembre y hasta marzo los que requieren calor en mayor medida.

Viento

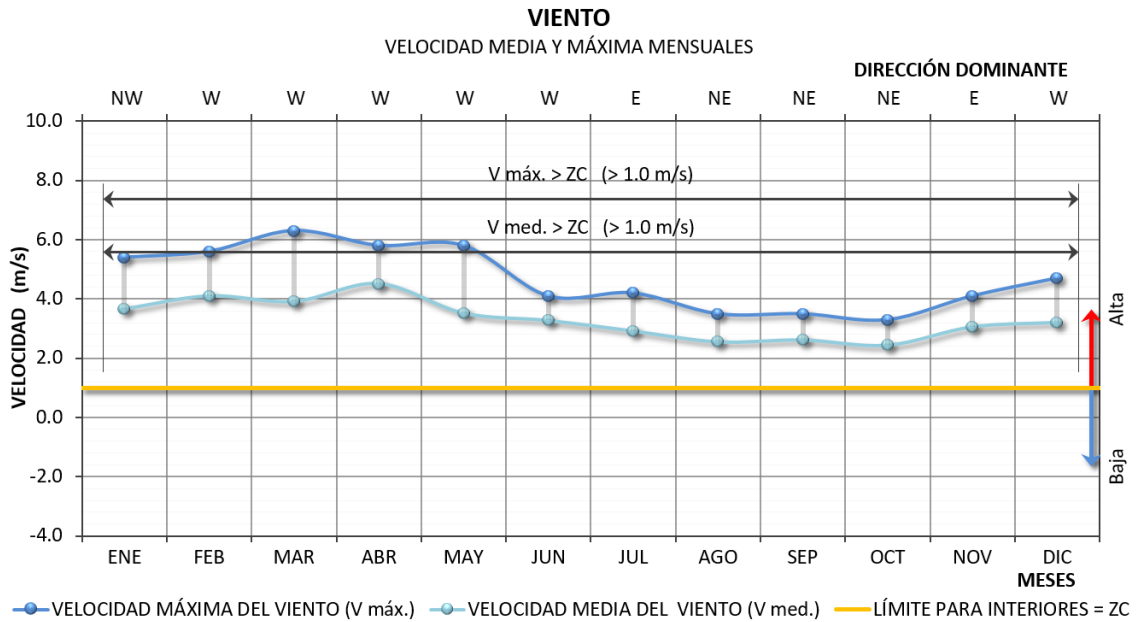


Ilustración 12 Velocidad media y máxima mensual para el área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia en software Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

Las velocidades medias del viento para la AMG son consideradas altas y constantes, ya que presentan velocidades superiores a los 2 m/s a lo largo de todo el año, y es en los meses de enero a mayo que presenta velocidades cercanas o superiores a los 4 m/s y es de julio a octubre que presentan valores inferiores a los 3 m/s. la velocidad de viento óptima para interiores es de 1.0 m/s por lo que la AMG presenta mediciones superiores pues logra 3.3 m/s en promedio de velocidad anual.

Si bien la frecuencia anual del viento es variada, presenta en seis meses del año una dirección en el rango Este, Oeste. Predominando el viento de Oeste, con un promedio anual de calmas del 18%.

Dirección o predominancia mensual.

En las siguientes gráficas se presentan los distintos comportamientos del viento a lo largo del año, separados por semestres:

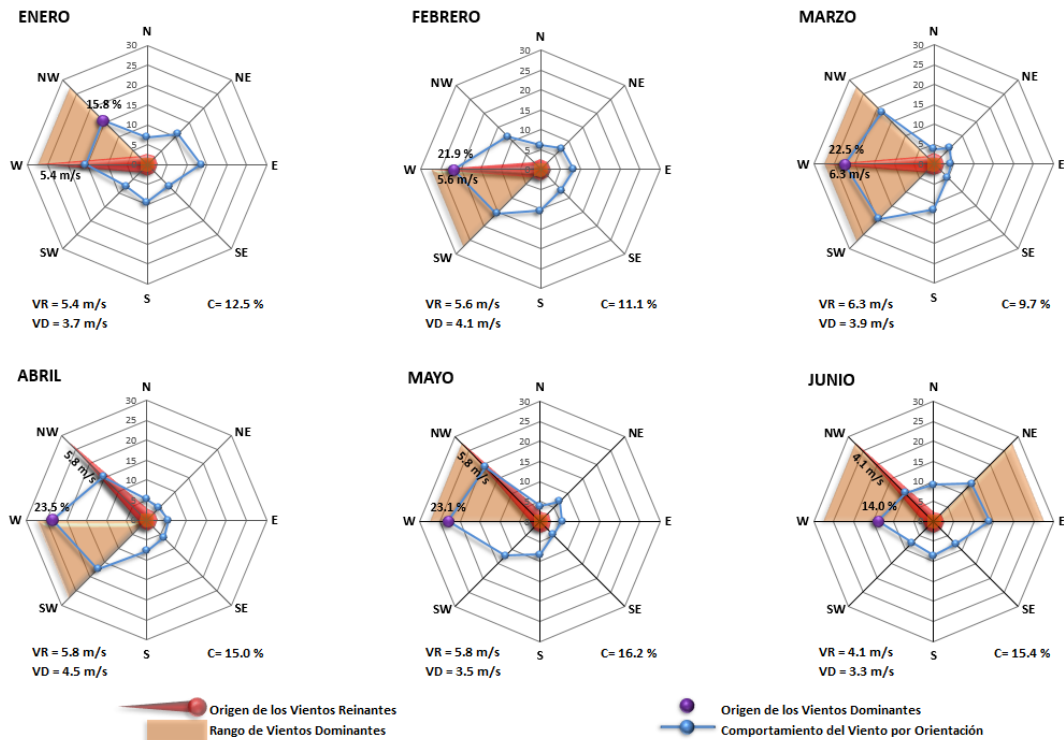


Ilustración 13 Dirección del viento para el semestre de enero a junio para el área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia en software Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

- Enero- el rango de dirección es del oeste y noroeste, con predominancia del noroeste con un 15.8% de frecuencia y una velocidad promedio de 5.4 m/s y un 12.5% de calmas.
- Febrero- el rango de dirección es del oeste y suroeste, con predominancia del oeste con un 21.9% de frecuencia y una velocidad promedio de 5.6 m/s y un 11.1% de calmas.
- Marzo- el rango de dirección es desde el suroeste hasta el noroeste, con predominancia del oeste con un 22.5% de frecuencia y una velocidad promedio de 6.3 m/s y un 9.7% de calmas.
- Abril- el rango de dirección es desde el suroeste hasta el oeste, con predominancia del oeste con un 23.5% de frecuencia y una velocidad promedio de 5.8 m/s y un 15.0% de calmas.
- Mayo- el rango de dirección es desde el oeste al noroeste, con predominancia del oeste con un 23.1% de frecuencia y una velocidad promedio de 5.8 m/s y un 16.2% de calmas.

- Junio- el rango de dirección es variado y va desde el oeste al noroeste y también del este al noreste, pero con predominancia del oeste con un 14.0% de frecuencia y una velocidad promedio de 4.1 m/s y un 15.4% de calmas.

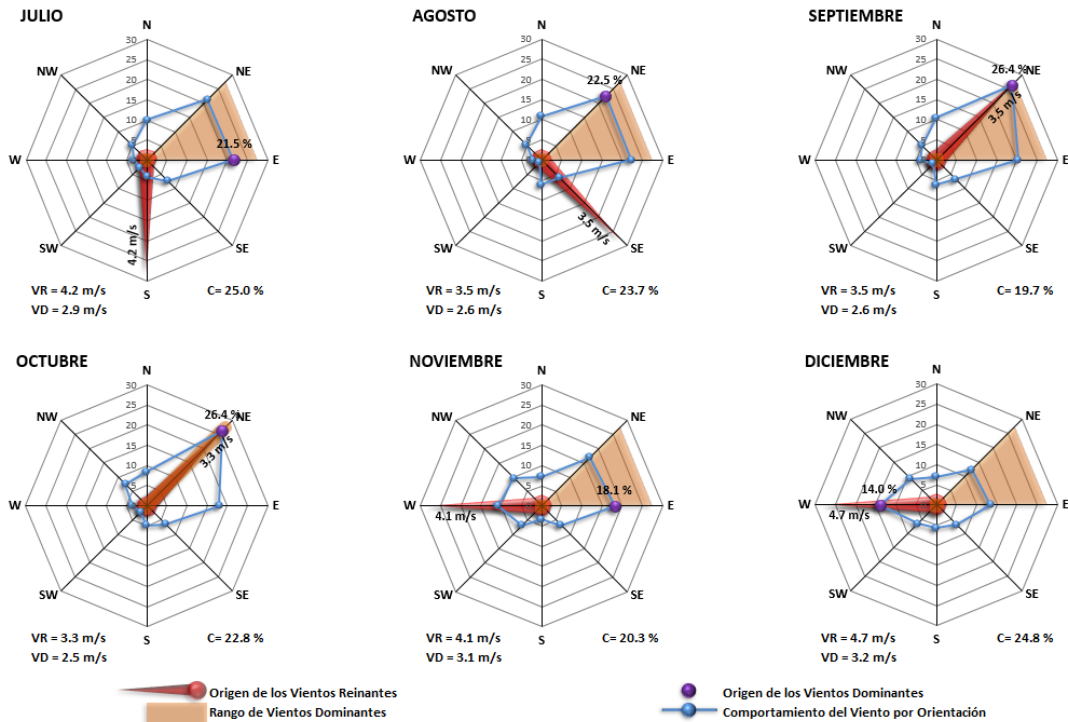


Ilustración 14 Dirección del viento para el semestre de julio a diciembre para el área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia en software Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

- Julio- el rango de dirección es del este al noreste, con predominancia del este en un 21.5% de frecuencia y una velocidad promedio de 4.2 m/s y un 25.0% de calmas.
- Agosto- el rango de dirección es del este al noreste, con predominancia del noreste en un 22.5% de frecuencia y una velocidad promedio de 3.5 m/s y un 23.7% de calmas.
- Septiembre- el rango de dirección es del este al noreste, con predominancia del noreste en un 26.4% de frecuencia y una velocidad promedio de 3.5 m/s y un 19.7% de calmas.
- Octubre- la dirección es del noreste en un 26.4% de frecuencia y una velocidad promedio de 3.3 m/s y un 22.8% de calmas.

- Noviembre- el rango de dirección es del este al noreste, con predominancia del este en un 18.1% de frecuencia y una velocidad promedio de 4.1 m/s y un 20.3% de calmas.
- Diciembre- el rango de dirección es del este al noreste, con predominancia del oeste en un 14.0% de frecuencia y una velocidad promedio de 4.7 m/s y un 24.8% de calmas.

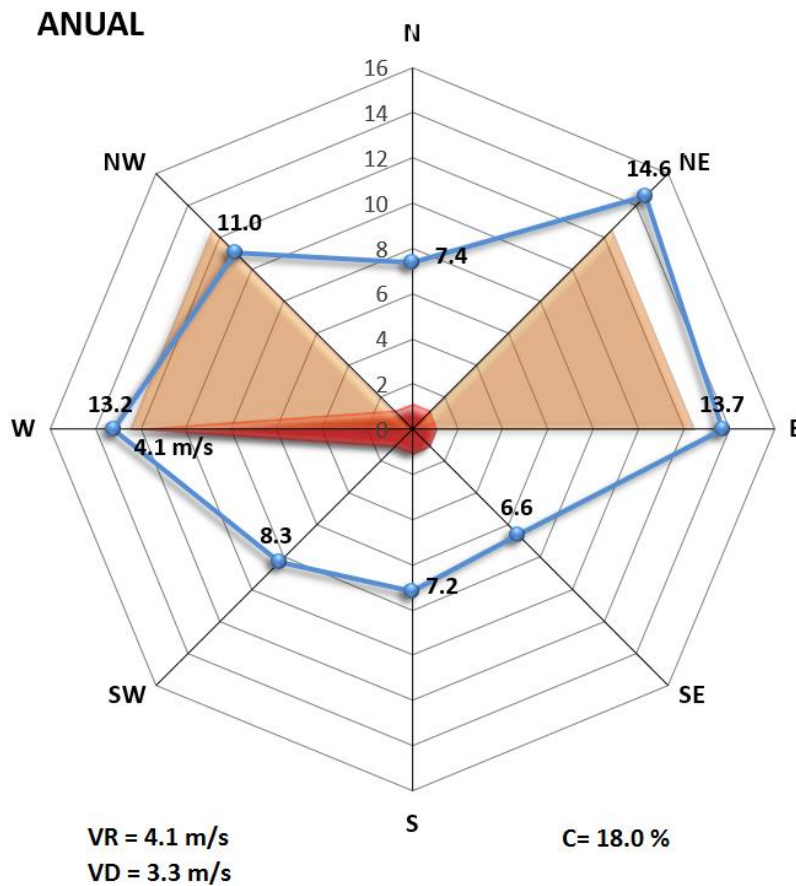


Ilustración 15 Dirección del viento anual para el área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia en software Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

De lo anterior se desprende que el rango dominante varía de este a oeste con tendencias hacia el norte.

Tablas temperaturas horarias

En lo general se puede decir que a lo largo del año la temperatura de la AMG se mantiene como templada pues muestra bajos calentamientos inferiores a las 17° C a lo largo de 10 horas, que inician en el periodo nocturno de las 00:00 horas y es hasta las 9:00 horas de la mañana que se perciben temperaturas que ligeramente entran en el rango de la zona comfortable. De lo anterior es que 14 horas restantes se presentan con ligeros aumentos de temperatura, pero con pocas horas de sobrecalentamiento superiores a los 30°C.

Siendo más específicos se obtiene que para el mes de enero y diciembre solo se tienen temperaturas dentro de la zona de confort de las 13 hrs hasta las 17 hrs, presentando un bajo calentamiento hasta por 16 horas, febrero tienen un comportamiento similar, pero con un inicio de las temperaturas confortables aproximadas al medio día y terminando a las 20 hrs, pero presenta también dos horas de ligero sobrecalentamiento (temperaturas inferiores a los 30° C) que inician a las 15 hrs.

Marzo, junto con el mes de junio presentan meses del año que menos horas de temperatura comfortable presentan con tan sólo 4 horas al día, si bien el sobre calentamiento (mayor a los 30°C) es perceptible entre las 15 y 16 hrs., son dos periodos en horas anteriores y posteriores de ligeros aumentos de temperatura fuera de la zona comfortable. Abril, similar al mes anterior solo presenta 5 horas al día de temperaturas dentro del rango comfortable, pero iniciando a las 20 hrs y terminando a las 22hrs, teniendo un rango más amplio de sobre calentamiento entre las 13 hrs. y las 19 hrs. El mes de mayo resulta ser el mes más cálido de todo el año presentando incluso dos horas al día con rangos de temperatura mayores a los 30° C, presentes entre las 15 y las 16 hrs.

El resto de los meses julio, agosto, septiembre, octubre y noviembre muestran un comportamiento muy parecido y presentan la mayor cantidad de horas al día dentro del rango de la zona de confort de entre 10 y 11 horas. Con ligeros sobre calentamientos apenas superiores a los 25°C.

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	%	%	%
6.9	24.0	ENE	7.1	8.9	7.4	8.9	11.2	14.0	15.9	19.7	22.0	23.5	24.0	23.8	23.3	22.4	21.2	19.7	18.1	16.3	14.6	12.6	11.2	9.7	8.5	7.6	70.8	29.2	0.0
7.7	25.6	FEB	7.9	7.7	8.2	9.8	12.2	15.1	18.2	21.1	23.5	25.1	25.6	25.4	24.8	23.9	22.8	21.1	19.4	17.6	15.7	13.9	12.2	10.7	9.4	8.5	62.5	29.2	8.3
9.3	28.4	MAR	9.5	9.3	9.9	11.5	14.1	17.2	20.5	23.6	26.2	27.8	28.4	28.2	27.6	26.9	25.2	23.6	21.8	19.8	17.9	15.9	14.1	12.5	11.1	10.1	58.3	16.7	25.0
11.5	30.5	ABR	11.7	11.5	12.1	13.7	16.3	19.4	22.6	25.8	28.3	29.9	30.5	30.3	29.7	28.7	27.4	25.8	23.9	22.0	20.0	18.1	16.3	14.6	13.3	12.3	50.0	20.8	29.2
13.7	31.8	MAY	13.9	13.7	14.2	15.8	18.2	21.2	24.3	27.3	29.7	31.3	31.8	31.6	31.0	30.1	28.8	27.3	25.5	23.7	21.8	20.0	18.2	16.7	15.4	14.5	50.0	20.8	29.2
16.1	29.4	JUN	16.2	16.1	16.5	17.7	19.4	21.8	23.9	26.1	27.6	29.0	29.4	29.3	28.8	28.1	27.2	26.1	24.8	23.4	22.1	20.7	19.4	18.3	17.4	16.7	50.0	20.8	29.2
15.4	26.3	JUL	15.5	15.4	15.7	16.7	18.1	19.9	21.8	23.6	25.0	26.0	26.3	26.2	25.8	25.3	24.5	23.6	22.5	21.4	20.3	19.2	18.1	17.2	16.4	15.9	54.2	45.8	0.0
15.4	26.4	AGO	15.5	15.4	15.7	16.7	18.2	19.9	21.9	23.7	25.1	26.1	26.4	26.3	25.9	25.3	24.6	23.7	22.6	21.5	20.3	19.2	18.2	17.2	16.5	15.9	54.2	45.8	0.0
15.1	26.1	SEP	15.2	15.1	15.4	16.4	17.9	19.6	21.6	23.4	24.8	25.8	26.1	26.0	25.6	25.0	24.3	23.4	22.3	21.2	20.0	18.9	17.9	16.9	16.2	15.6	54.2	45.8	0.0
12.6	25.9	OCT	12.7	12.6	13.0	14.2	15.9	18.1	20.4	22.6	24.3	25.5	25.9	25.8	25.3	24.5	23.7	22.6	21.3	19.9	18.6	17.2	15.9	14.8	13.9	13.2	58.3	41.7	0.0
9.3	25.5	NOV	9.5	9.3	9.8	11.2	13.4	16.0	18.8	21.5	23.6	25.0	25.5	25.3	24.8	24.0	22.8	21.5	19.9	18.2	16.6	14.9	13.4	12.0	10.8	10.0	62.5	33.3	4.2
8.2	23.6	DIC	8.4	8.2	8.7	10.0	12.1	14.8	17.2	19.8	21.8	23.1	23.6	23.4	22.9	22.1	21.1	19.8	18.3	16.7	15.1	13.5	12.1	10.7	9.7	8.9	70.8	29.2	0.0
11.8	27.0	ANUAL	11.9	11.8	12.2	13.5	15.6	18.0	20.7	23.2	25.2	26.5	27.0	26.8	26.3	25.5	24.4	23.2	21.7	20.2	18.6	17.0	15.6	14.3	13.2	12.4	58.0	31.6	10.4

Escala Cromática (ZC mensual)

Sobrecalentamiento (SC)	30.1	<	
	28.1	30.1	
	26.1	28.1	
Confort (CF)	21.1	26.1	
	19.1	21.1	
Bajocalentamiento (BC)	17.1	19.1	
	<	17.1	

Ilustración 16 Temperaturas horarias para el área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia en software Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

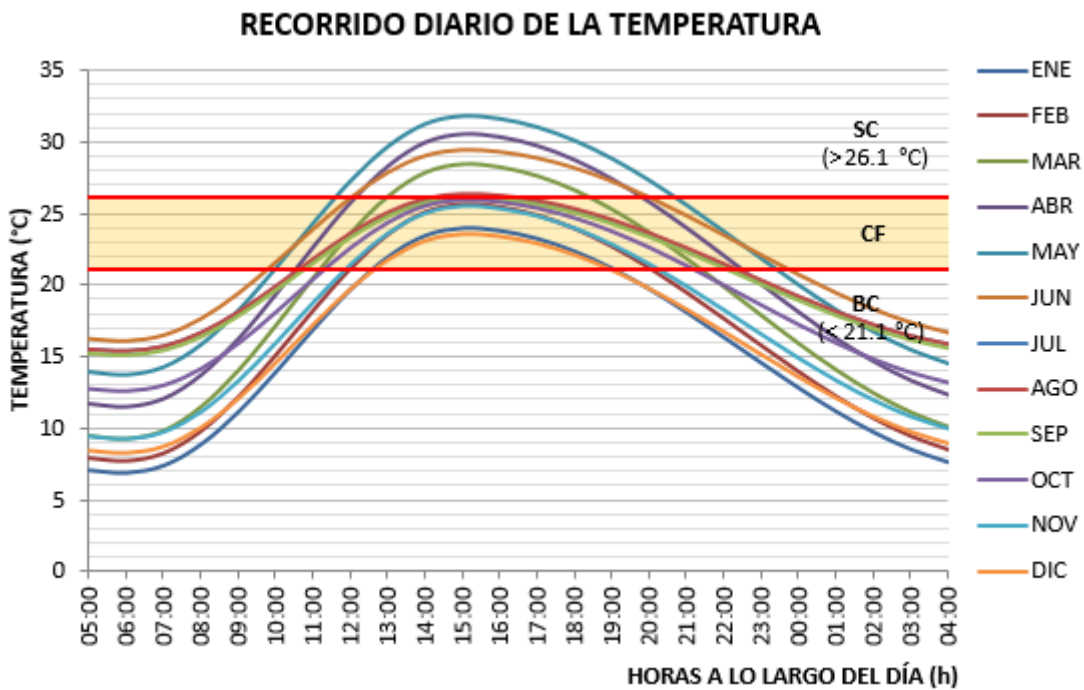


Ilustración 17 Recorrido diario de la temperatura para el área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia en software Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

Es decir que la relación de temperaturas horarias muestra que son mayores en un 58% las horas de bajo calentamiento con temperaturas inferiores a los 21°C , seguido de las temperaturas (entre 21° y 26°) dentro del rango de la zona de confort con 31.6% y teniendo solo un 10.4% de horas con sobre calentamiento con temperaturas superiores a los 26.1°C.

Humedades relativas horarias

Considerando un rango de entre 30% y 70% de humedad como permisible, y por lo tanto confortable. De lo anterior se tiene que la AMG presenta un 58.7% de horas en condiciones higrotérmicas adecuadas. Casi todas presentes desde las 10 hrs. y hasta las 23 hrs.

Las humedades más altas se presentan paralelas a las horas de temperaturas más bajas con un 41.3% y se perciben entre las 2 hrs y las 6 hrs. es decir desde la madrugada y hasta el amanecer. Pero no se perciben horas con humedades en niveles inferiores al 30% como se muestra en la gráfica inferior.

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	%	%	%
35.0	80.0	ENE	79.5	80.0	78.8	74.7	68.8	61.4	53.8	45.3	40.3	38.4	35.0	35.5	38.9	39.3	42.4	48.3	50.5	55.1	59.9	64.5	68.8	72.8	75.7	78.1	0.0	70.8	28.2
34.0	79.0	FEB	78.5	79.0	77.6	73.7	67.8	60.4	52.6	45.3	39.3	35.4	34.0	34.5	35.9	38.3	41.4	45.3	49.5	54.1	58.9	63.5	67.8	71.6	74.7	77.1	0.0	70.8	28.2
33.0	79.0	MAR	78.5	79.0	77.6	73.6	67.5	60.0	52.0	44.5	38.4	34.4	33.0	33.5	35.0	37.4	40.6	44.5	48.9	53.6	58.4	63.1	67.5	71.4	74.6	77.0	0.0	70.8	28.2
35.0	82.0	ABR	81.5	82.0	80.6	76.5	70.3	62.6	54.4	46.8	40.5	36.4	35.0	35.5	37.0	39.5	42.8	46.8	51.2	56.0	61.0	65.8	70.3	74.2	77.5	80.0	0.0	62.5	37.5
39.0	87.0	MAY	86.5	87.0	85.6	81.4	75.0	67.2	58.8	51.0	44.6	40.4	39.0	39.5	41.1	43.6	46.9	51.0	55.6	60.5	65.5	70.4	75.0	79.1	82.4	84.9	0.0	58.3	41.7
46.0	91.0	JUN	90.5	91.0	89.6	85.7	79.8	72.4	64.6	57.3	51.3	47.4	46.0	46.5	47.9	50.3	53.4	57.3	61.5	66.1	70.9	75.5	79.8	83.6	86.7	89.1	0.0	50.0	50.0
52.0	93.0	JUL	92.6	93.0	91.8	88.2	82.8	76.1	68.9	62.3	56.8	53.2	52.0	52.4	53.8	55.9	58.8	62.3	66.2	70.4	74.6	78.8	82.8	86.2	89.1	91.2	0.0	45.8	54.2
52.0	94.0	AGO	93.5	94.0	92.7	89.1	83.5	76.6	69.4	62.5	56.9	53.3	52.0	52.5	53.8	56.0	58.9	62.5	66.5	70.8	75.2	79.5	83.5	87.1	90.0	92.2	0.0	45.8	54.2
52.0	95.0	SEP	94.5	95.0	93.7	90.0	84.3	77.2	69.8	62.8	57.0	53.3	52.0	52.5	53.9	56.1	59.1	62.8	66.9	71.3	75.7	80.1	84.3	87.9	90.9	93.1	0.0	45.8	54.2
46.0	90.0	OCT	89.5	90.0	88.7	84.9	79.0	71.8	64.2	57.0	51.1	47.3	46.0	46.5	47.9	50.2	53.3	57.0	61.2	65.7	70.3	74.8	79.0	82.7	85.8	88.1	0.0	50.0	50.0
38.0	82.0	NOV	81.5	82.0	80.7	76.9	71.0	63.8	56.2	49.0	43.1	39.3	38.0	38.5	39.9	42.2	45.3	49.0	53.2	57.7	62.3	66.8	71.0	74.7	77.8	80.1	0.0	62.5	37.5
37.0	81.0	DIC	80.6	81.0	79.7	75.9	70.0	62.8	55.2	48.0	42.1	38.3	37.0	37.5	38.9	41.2	44.3	48.0	52.2	56.7	61.3	65.8	70.0	73.7	76.8	79.1	0.0	70.8	29.2
41.6	86.1	ANUAL	85.6	86.1	84.7	80.9	75.0	67.7	60.0	52.7	46.8	42.9	41.6	42.1	43.5	45.8	48.9	52.7	57.0	61.5	66.2	70.7	75.0	78.7	81.8	84.2	0.0	58.7	41.3

Escala Cromática		
Humedad Alta (HA)	80.0	<
	75.0	80.0
	70.0	75.0
Confort (CF)	30.0	70.0
	25.0	30.0
Humedad Baja (HB)	20.0	25.0
	<	20.0

Ilustración 18 Humedades relativas horarias para el área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia en software Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

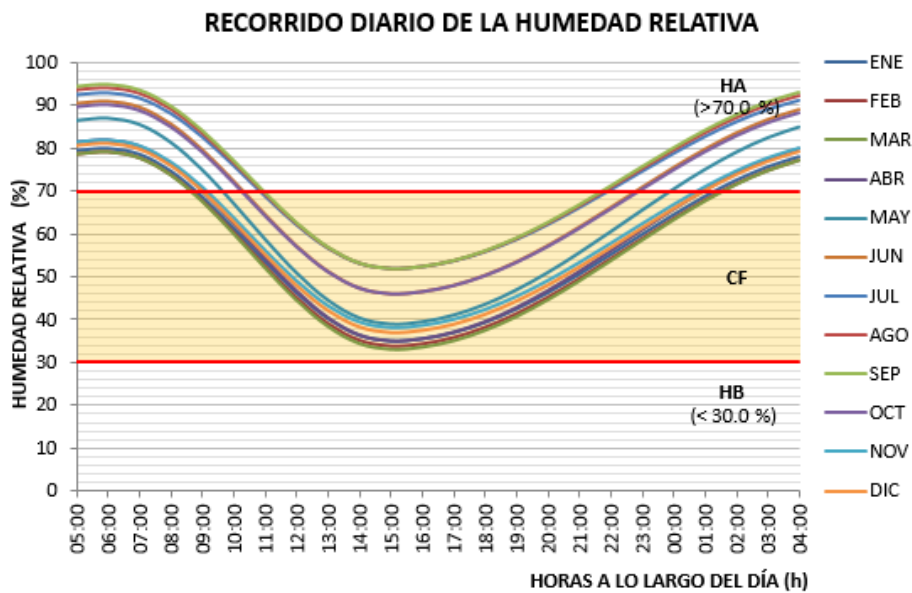


Ilustración 19 Recorrido diario de la humedad relativa para el área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia en software Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

Radiación horaria

En este análisis de radiación solar teórica horaria con la intención de identificar las horas de insolación máxima posible con radiación directa mayor a 120 W/m². Y el resultado es que todos los meses presentan desde el amanecer (7 hrs) hasta el ocaso (15hrs) niveles por encima de los 120 W/m², pero son los meses de febrero, marzo, abril y mayo que reciben niveles superiores a los 700W/m² de entre 3 y 5 horas por día. Y es el resto de los meses que presentan niveles de entre 500 y 700W/m² entre las 10 y las 14 horas.

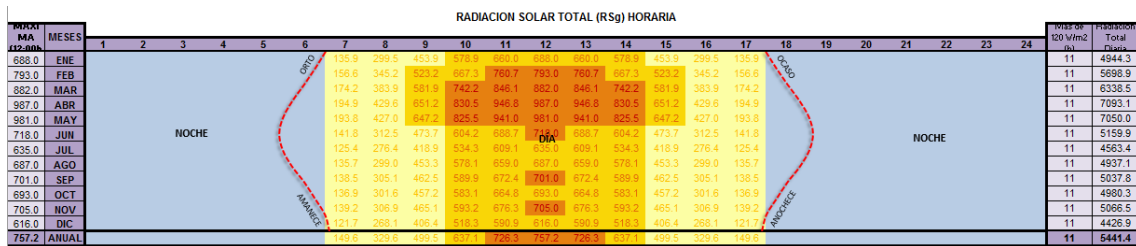
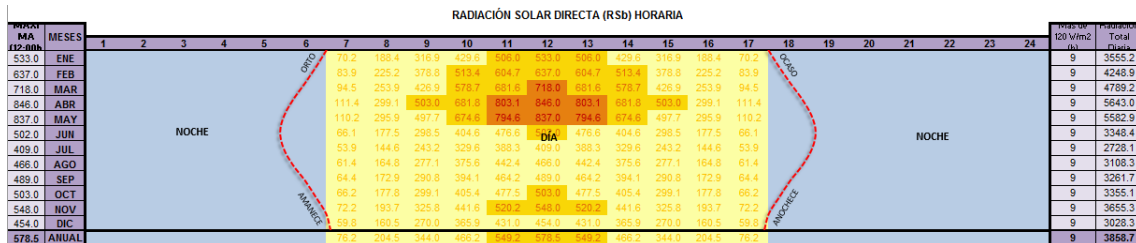


Ilustración 20 Radiación horaria total para el área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia en software Bioclimatic Analysis Tool (BAT).



Escala Cromática





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

Ilustración 21 Radiación horaria directa para el área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia en software Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

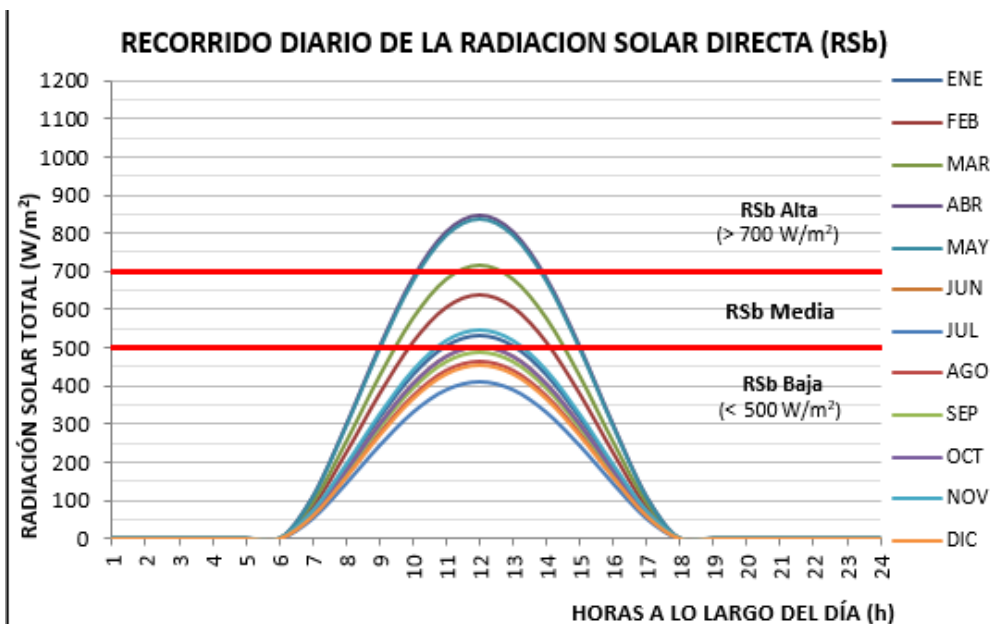
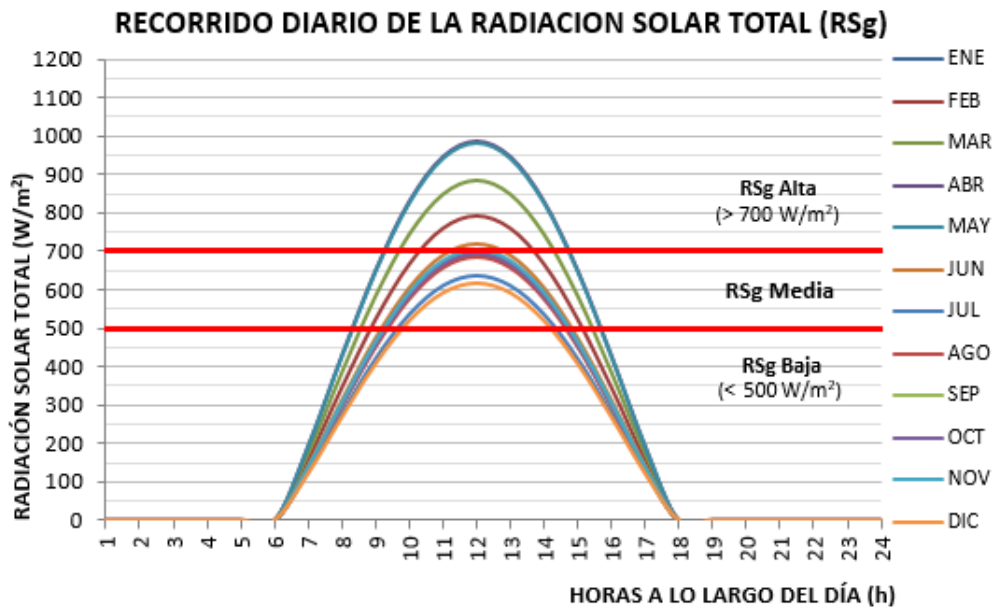


Ilustración 22 Recorrido diario de la radiación solar total y directa para el área metropolitana de Guadalajara (AMG).
Fuente: Elaboración propia en software Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

Triangulo de confort de Evans Temperatura y oscilación

Según el triángulo de confort de Evans los meses de enero, marzo, abril y mayo presentan niveles de temperatura y oscilación fuera de confort. Los meses de febrero, noviembre y diciembre se presentan dentro del confort en exteriores, el resto de los meses se encuentran dentro del confort para circulaciones interiores. Pero en ningún momento se presentan condiciones para el confort para actividades sedentarios o adecuadas para dormir.

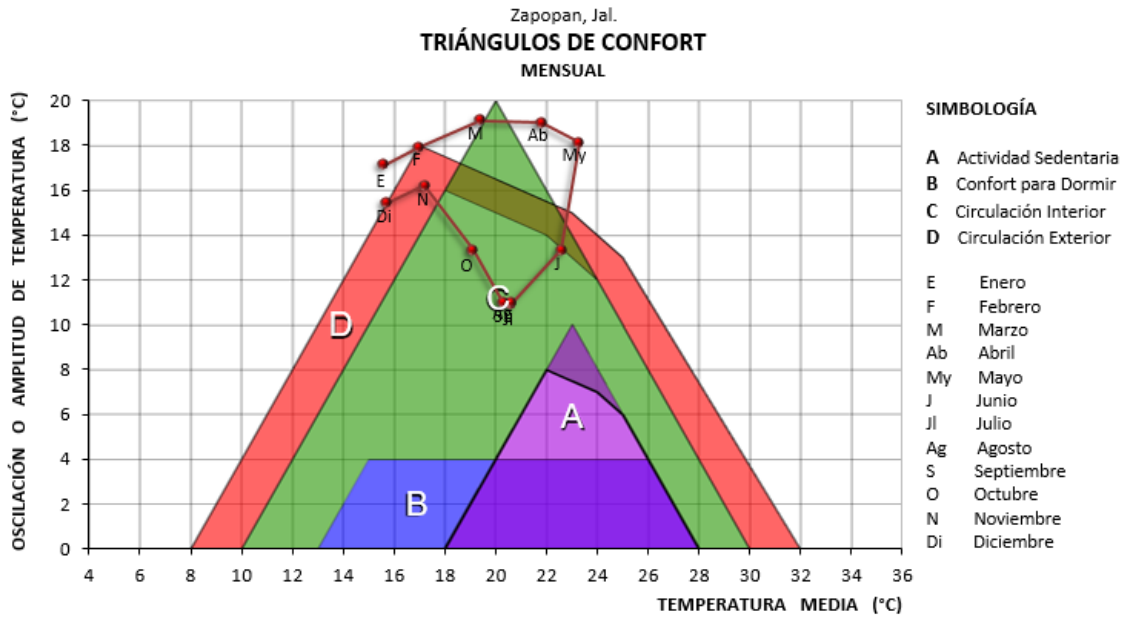


Ilustración 23 Triángulos de confort de Evans para el área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia en software Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

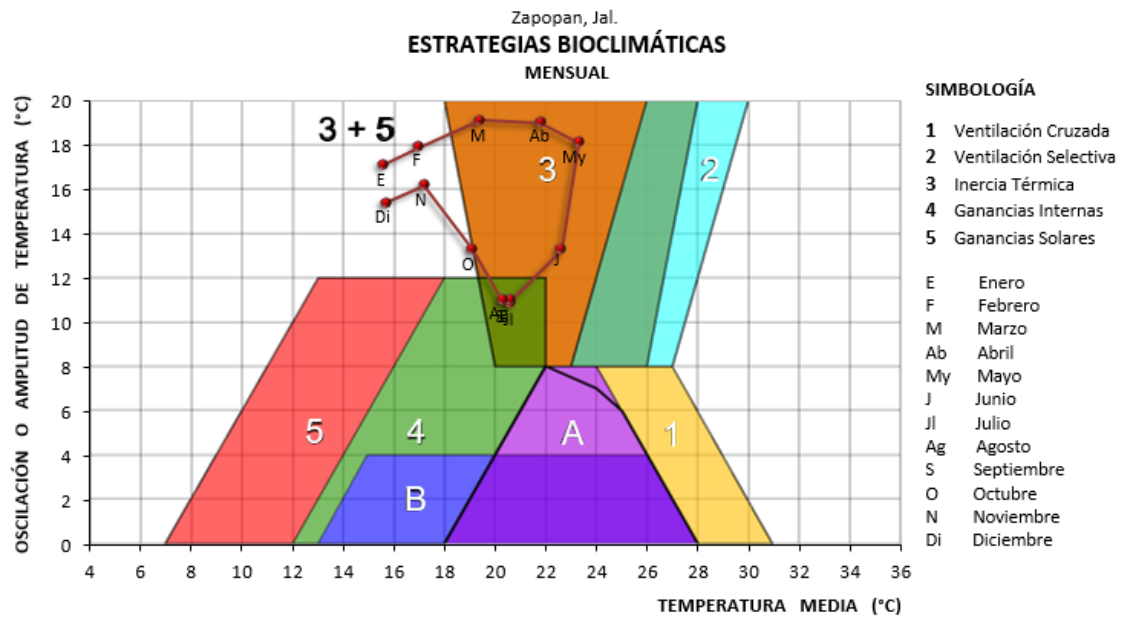


Ilustración 24 Estrategias bioclimáticas de Evans para el área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia en software Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

El resultado de las estrategias bioclimáticas para la mayor parte del año dada la temperatura y las oscilaciones presentadas es la inercia térmica, es decir desde marzo hasta julio se requiere implementar la estrategia de la inercia térmica en los materiales, y en los meses de julio, agosto y septiembre resulta necesario trabajar con las ganancias internas; meses en los cuales se presentan las precipitaciones más abundantes, de octubre a febrero resulta necesario estrategias de ganancias solares directas e indirectas.

Índice ombrotérmico Temperatura y precipitación

El diagrama de índice ombrotérmico consiste en trazar 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.

Se establece entonces el período lluvioso en verano, iniciando desde finales de mayo y hasta mediados de octubre, teniendo como el mes más lluvioso con una precipitación de hasta 269.5mm y una temperatura media de 20.6°C. El resto del año existe un déficit de precipitación por lo que se considera periodo de secas.

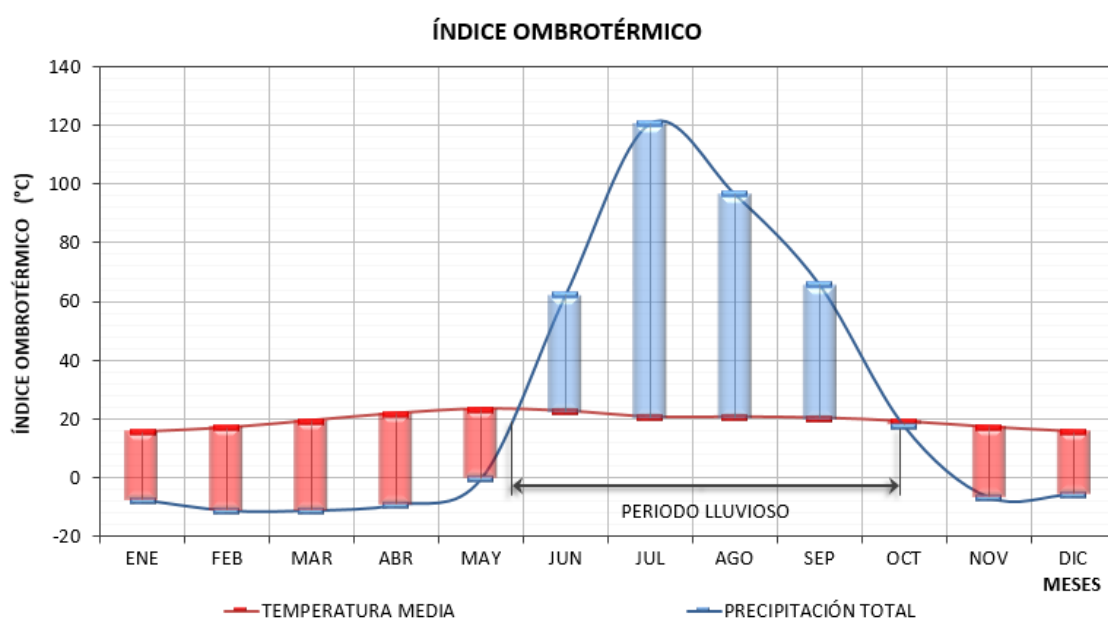


Ilustración 25 Índice ombrotérmico para el área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia en software Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

Temperatura corregida. Temperatura, humedad y viento

El análisis de la temperatura mensual efectiva corregida resultante de la relación entre temperatura, humedad y viento muestra que ningún mes de año se encuentra dentro del rango de confort establecido entre los 21.1°C y los 26.1°C y un parámetro de velocidad de viento de 1 m/s. Han teniendo los meses entre abril y septiembre más cercanos a la zona de confort, siendo los meses con las temperaturas más altas, pero con mayor precipitación. Mientras los meses más fríos y secos se alejan aún más de la zona confortable.

TEMPERATURA EFECTIVA CORREGIDA (TEC)

PARÁMETROS	UNIDAD	AÑOS	MESES												ANUAL
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
TEMPERATURA MEDIA (TBS)	°C	27	15.6	17.0	19.4	21.8	23.3	22.6	20.6	20.6	20.3	19.1	17.2	15.7	19.4
TEMP. DE BULBO HÚMEDO (TBH)	°C	27	9.5	9.6	11.1	12.2	14.2	16.3	16.9	17.0	16.7	14.7	12.0	10.7	13.4
LÍMITE SUPERIOR DE LA ZC (ZCS)	°C		24.9	25.4	26.1	26.9	27.3	27.1	26.5	26.5	26.4	26.0	25.4	25.0	26.1
TEMPERATURA NEUTRA (Tn)	°C		22.4	22.9	23.6	24.4	24.8	24.6	24.0	24.0	23.9	23.5	22.9	22.5	23.6
LÍMITE INFERIOR DE LA ZC (ZCI)	°C		19.9	20.4	21.1	21.9	22.3	22.1	21.5	21.5	21.4	21.0	20.4	20.0	21.1

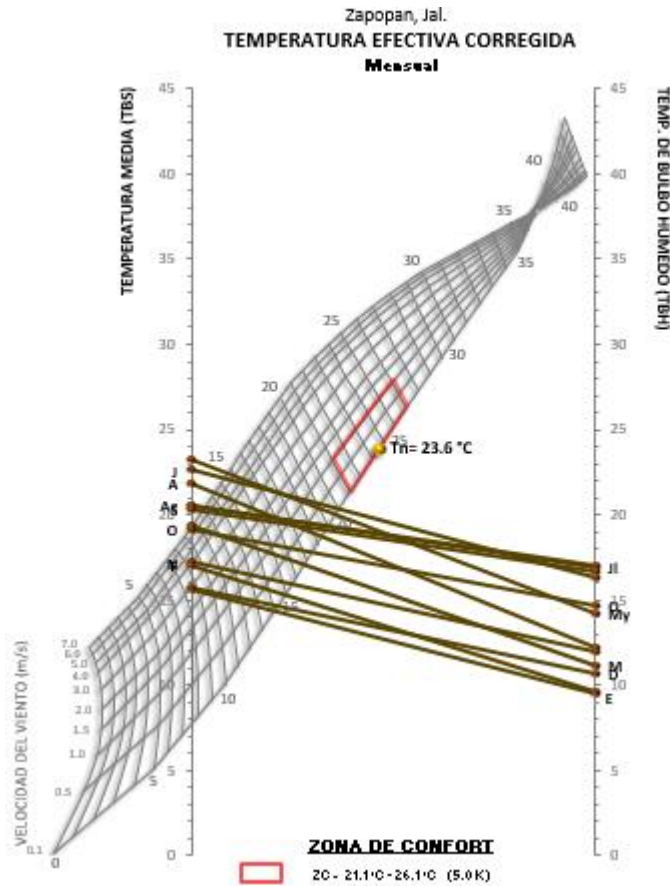


Ilustración 26 Temperatura efectiva corregida para el área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia en software Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

Diagrama bioclimático

La carta bioclimática se compone de cuatro estrategias de diseño para alcanzar la zona de confort, siendo calentamiento, control solar, ventilación natural y humidificación. Y se puede alcanzar para distintos grados de metabolismo, en este caso se analizan bajo un límite de 130 W.

La zona confortable en la AMG se encuentra en los meses de octubre a febrero en sus temperaturas máximas con temperaturas inferiores a los 26°C entre las 15 y 16 hrs, pero los meses de julio a octubre presentan mayor cantidad de horas dentro de la zona de confort, entre las 9 y las 21 hrs.

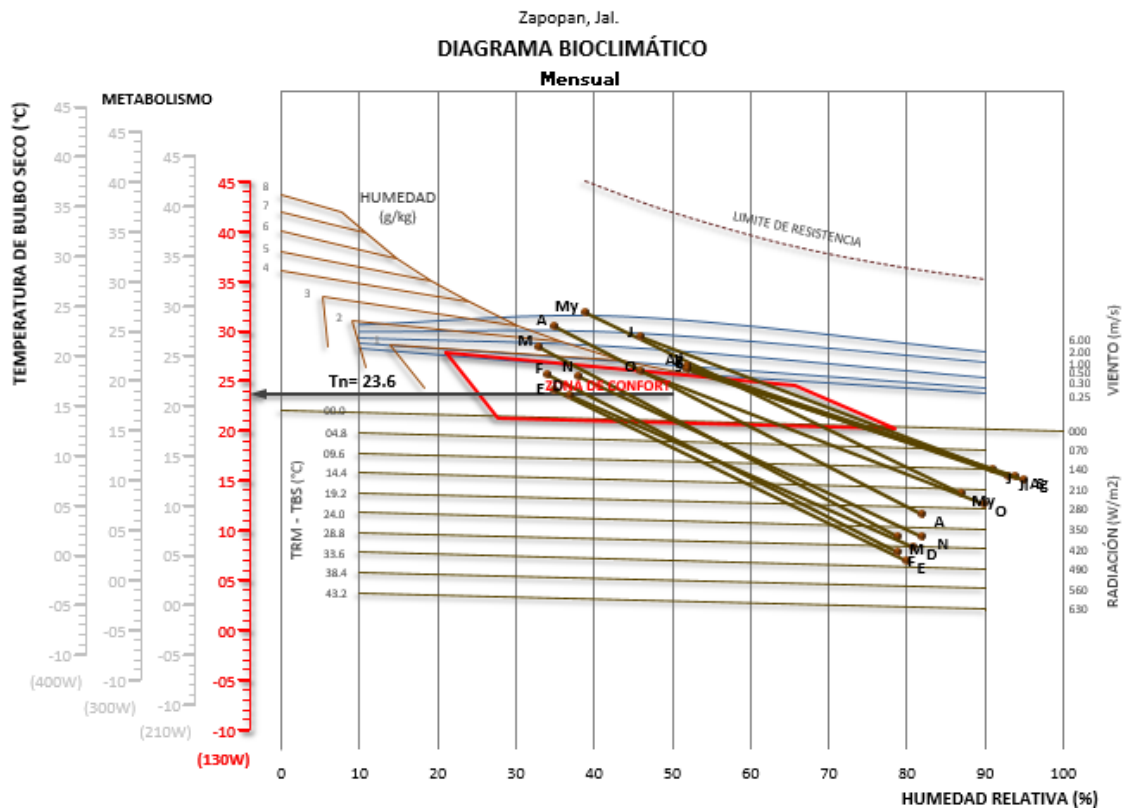


Ilustración 27 Diagrama bioclimático para el área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia en software Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

Calentamiento, los meses de noviembre a abril que son los meses con temperaturas más bajas, requieren de acciones correctivas de radiación solar de entre 350W/m² a 490W/m² entre el anochecer y el amanecer (17 a 07 hrs). Los meses de mayo y octubre aparecen como meses de transición entre los que requieren de mayor radiación solar y los que menos necesitan, pues requieren una acción correctiva alrededor de los 280W/m². Y los meses con mayores temperaturas requieren correcciones inferiores a los 210W/m² por las madrugadas. De lo anterior se desprende que la mayor acción correctiva es el calentamiento a lo largo de todos los meses de año.

Para las estrategias de sombreado se reconoce que todos los meses del año requieren de acciones de sombreado, pero son los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero que requieren de menor sombreado, un periodo intermedio entre los meses de julio, agosto, septiembre y octubre, en coincidencia con los meses que presentan mayor nubosidad, y los meses que requieren de mayor sombreado son los comprendidos entre marzo a junio, meses con más días despejados y con temperaturas más cálidas.

Ventilación natural, en relación a las temperaturas máximas se presenta que los meses de noviembre a febrero se encuentran dentro de la zona de confort por lo que no requieren de medidas correctivas de ventilación; es a partir de marzo que se requieren de un aumento en la velocidad de viento superior a los 0.50 m/s, llegando a un máximo en el mes de mayo con una necesidad de aumento en 6.0m/s, a partir del mes de junio disminuyen hasta el mes de octubre donde se requiere de un ligero aumento cercano a los 0.25m/s.

Humidificación, se observa una necesidad de humedad cercana a los 2g/kg en el mes de marzo entre las 15 y 16hrs., el resto de los meses requieren acciones de deshumidificación, sobre todo entre junio y octubre donde los niveles de humedad alta sobre pasan el 50% a lo largo del día, en un horario comprendido entre las 22 y las 10 hrs. Los meses de noviembre a mayo son los que permanecen mayor cantidad de horas al día entre la zona de confort, con un porcentaje de superior al 60% de las horas dentro de la zona.

De lo anterior se desprende que las estrategias para lograr un mejor comportamiento higrotérmico son las de calentamiento en mayor proporción en los meses de noviembre a abril, seguidas de las de las de sombreado y ventilación principalmente en los meses de abril, mayo y junio; seguidas de acciones de deshumidificación en los meses entre junio y octubre.

Diagrama psicométrico.

En relación al triángulo de Evans y el diagrama bioclimático, el diagrama psicométrico muestra que una de las estrategias requeridas con mayor porcentaje de horas al año es la de ganancias internas con un 34.8%, sobre todo en los meses de junio a septiembre, las estrategias de sombreado predominando los meses de marzo a julio con 28.1%, deshumidificación con un 19.8% y con mayor presencia en los meses del temporal de lluvia comprendido entre junio y octubre, estrategia de alta masa térmica en los meses de noviembre a mayo y ventilación natural con porcentajes superiores a los 17%, enfriamiento con el 15.4% predominando en los meses de mayo, junio y julio. La estrategia de calefacción entre los meses de noviembre y febrero con un porcentaje del

9.3%, así como alta masa térmica nocturna presente en los meses de más calor y menos precipitación con porcentajes inferiores al 8%.

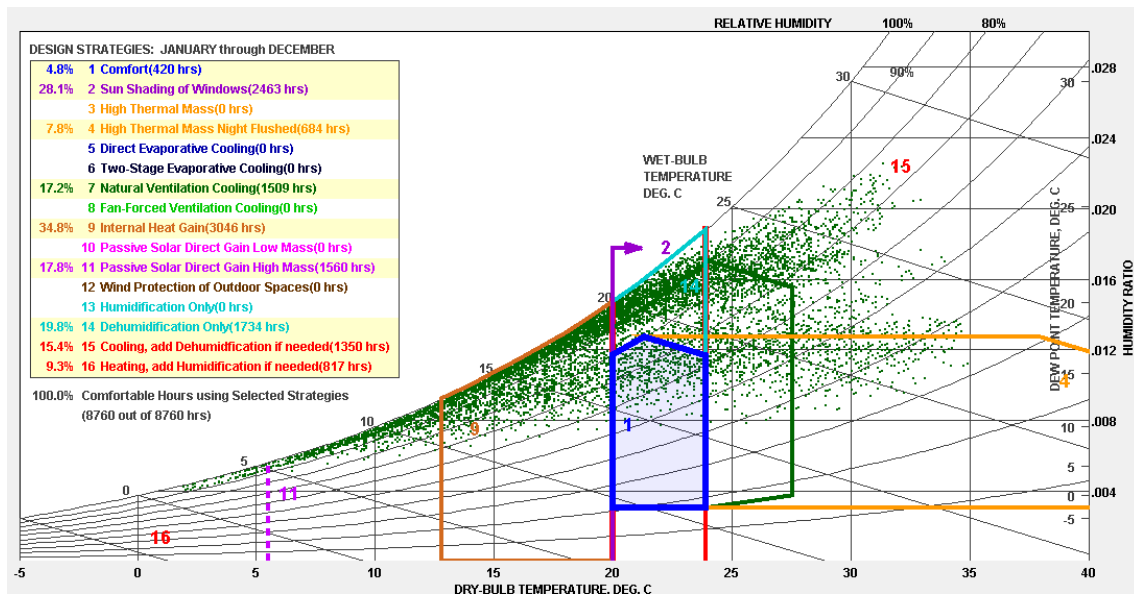


Ilustración 28 Diagrama psicrométrico para el área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia en software Climate Consultant.

Confort térmico pronosticado (PVM-PPD) Fanger.

El método Fanger estima el confort térmico a partir de datos de temperatura mínima, media, máxima, velocidad del viento, y el porcentaje de humedad relativa, lo anterior contrastado con información de nivel de arropamiento, nivel de actividad, y la velocidad del viento en horas con menores temperaturas registradas (normalmente madrugada). Del cruce de la información anterior se obtienen los índices de porcentajes de personas insatisfechas (Predicted Percentage of Dissatisfied PPD) y el voto medio estimado de frío a sofocante (Predicted Mean Vote PMV).

Para esta gráfica se aplicó la temperatura media mensual, con un nivel de arropamiento de 0.95 (en escala de 0 a 2), un nivel de actividad 1.0 (en escala de 0.8 a 4) y una velocidad del viento de 0.15 m/s.

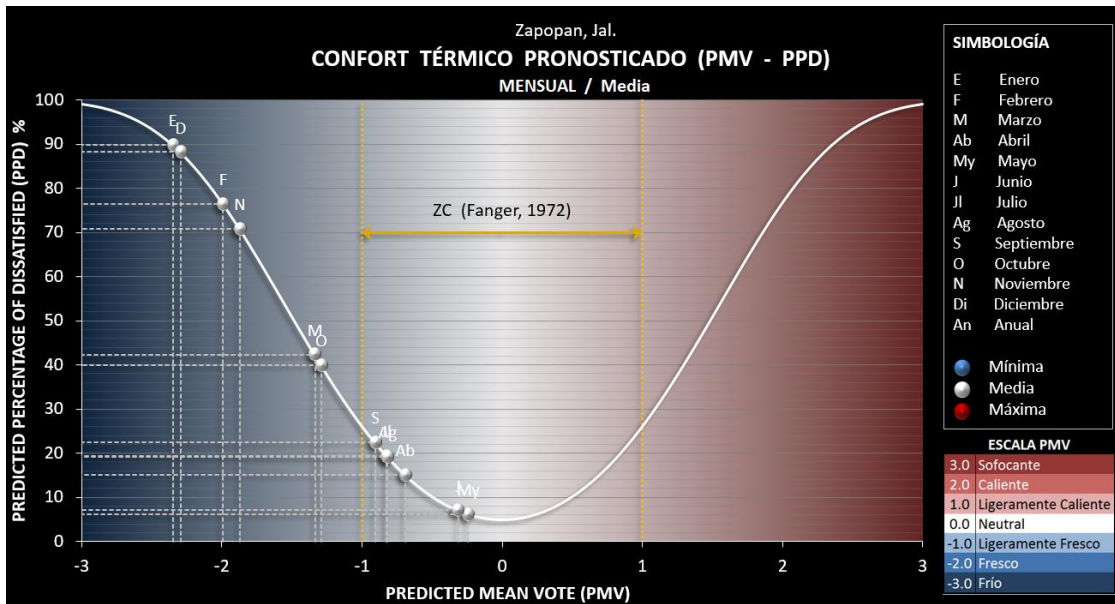


Ilustración 29 Confort térmico pronosticado con la temperatura media para el área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia en software Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

Se puede ver que los meses de invierno entre noviembre y febrero presentan un nivel -3.0 en la escala de PMV y en consecuencia un PPD superior al 70%, los meses de marzo y octubre como meses de transición presentan niveles de PMV alrededor de -1.3 y PPD ligeramente superiores al 40%. Y el resto de los meses presentan niveles dentro de la zona de confort, que en este método se establecen entre el nivel -1 y el 1 en PMV. Mayo y junio con un comportamiento cercano al 0 en PMV y PPD.

La siguiente gráfica se aplicó la temperatura máxima mensual, con un nivel de arropamiento de 0.95 (en escala de 0 a 2), un nivel de actividad 1.0 (en escala de 0.8 a 4) y una velocidad del viento de 0.15 m/s.

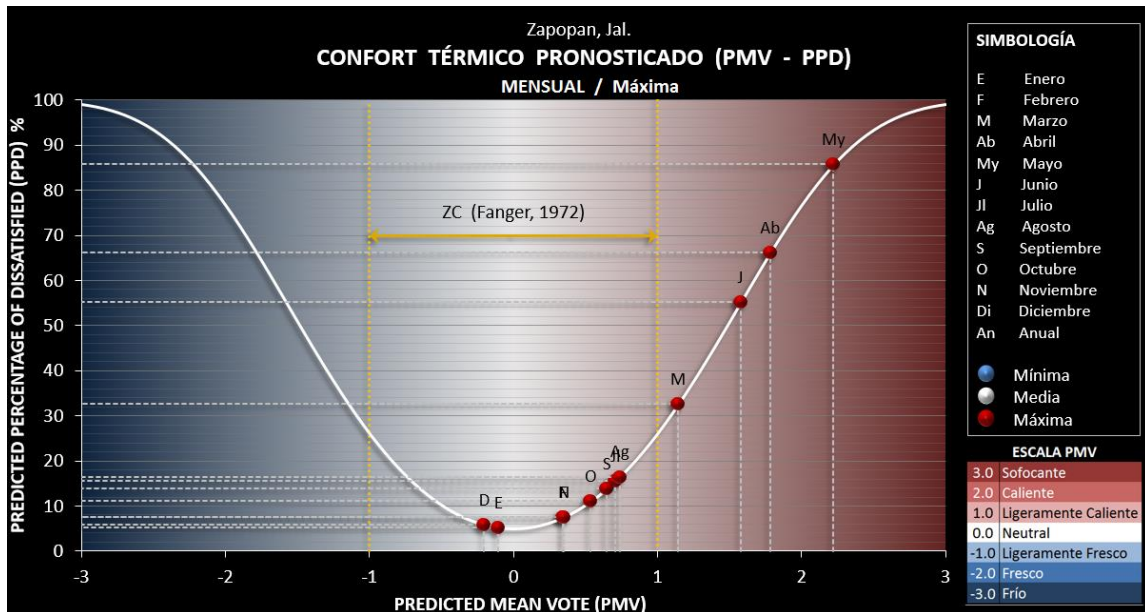


Ilustración 30 Confort térmico pronosticado con la temperatura máxima para el área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia en software Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

Se observa que los meses de marzo a junio presentan niveles PMV superiores a los ligeramente calientes, llegando al mes de mayo con 2.2 de PMV y 86% de PPD. Es entonces que ocho meses del año presentan niveles dentro de la zona de confort.

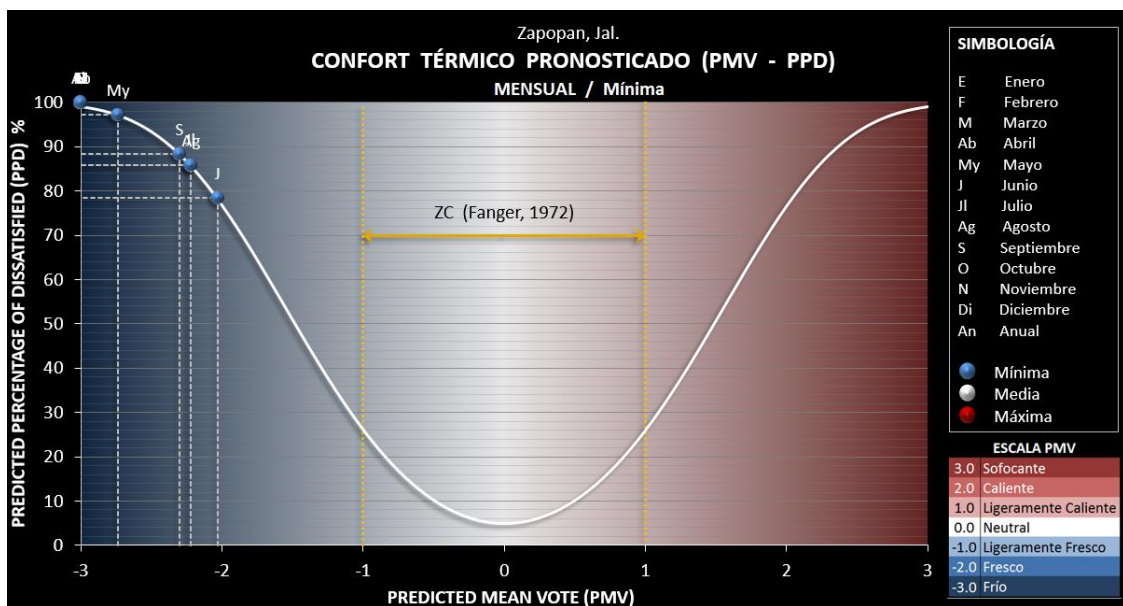


Ilustración 31 Confort térmico pronosticado con la temperatura mínima para el área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia en software Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

Y es que como se observa en la gráfica superior las temperaturas mínimas quedan lejos de la zona de confort con niveles de PMV inferiores a -2 y PPD superiores al 75% y llegando al 100%.

Con lo anterior se refuerzan todos los análisis anteriores, pues se presenta en mayor medida bajos calentamientos tanto en temperaturas mínimas y medias que generan niveles de insatisfacción y sensaciones térmicas frías. En las temperaturas máximas prevalece la zona de confort, pero las expectativas contra las temperaturas medias muestran una tendencia a la insatisfacción.

Tablas de Mahoney

Según los criterios definidos por Mahoney se puede observar que a lo largo del año se presentan tres diferentes grupos de humedad, los cuales son: el grupo 2 (30 – 50%), de febrero a mayo enmarcando el periodo de secas, el grupo 4 (70% o más) de julio a septiembre que enmarca el temporal de lluvias y el resto de los meses en el grupo 3 (50-70%) con un porcentaje de humedad intermedio. Los rangos de confort varían en función al porcentaje de humedad, con lo anterior se identifica un requerimiento térmico diurno en los meses de abril, mayo y junio dado que la temperatura máxima sobrepasa el rango superior de confort. Por otro lado, los requerimientos térmicos nocturnos se presentan en los meses de noviembre a abril dado que la temperatura mínima es menor al rango inferior de confort nocturno. De acuerdo a la frecuencia de los indicadores presentados en la tabla siguiente es que surgen las recomendaciones.

Parámetro	Unidades	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Humedad													
HR Media	%	54.0	48.0	45.0	40.0	43.0	61.0	72.0	73.0	73.0	67.0	60.0	60.0
Grupo de Humedad		3	2	2	2	2	3	4	4	4	3	3	3
Confort Diurno													
Rango Superior	°C	28	30	30	30	30	28	27	27	27	28	28	28
Rango Inferior	°C	23	25	25	25	25	23	22	22	22	23	23	23
Confort Nocturno													
Rango Superior	°C	19	20	20	20	20	21	20	20	20	19	19	19
Rango Inferior	°C	12	12	12	12	12	14	14	14	14	12	12	12
Estrés Térmico													
Requerimiento Térmico Diurno		0	0	0	H	H	H	0	0	0	0	0	0
Requerimiento Térmico Nocturno		C	C	C	C	0	0	0	0	0	0	C	C
Indicadores de Mahoney													
Ventilación esencial	H1												
Ventilación deseable	H2												
Protección contra lluvia	H3												
Inercia Térmica	A1												
Espacios ext. nocturnos	A2												
Protección contra frío	A3												

Ilustración 32 Tablas e indicadores de Mahoney para el área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia con información de Fuentes, V. (2004).

Recomendaciones: Distribución con orientación norte-sur, eje largo este-oeste, espaciamiento en configuración compacta, ventilación temporal, locales a doble galería, tamaño de aberturas que sean pequeñas de entre 20 y 30% respecto al muro, posición

de las aberturas en los muros norte y sur a la altura de los ocupantes en barlovento y considerando algunas aberturas en muros interiores, materiales de construcción en muros y pisos masivos con un retardo térmico superior a ocho horas y considerar las descargas pluviales suficientes para la precipitación en el período de lluvias.

Recomendaciones de Mahoney

Zapopan, Jal.
TABLAS DE MAHONEY

INDICADORES	1	2	3	4	5	6		No.	RECOMENDACIONES
NÚM. INDICADORES	0	3	4	9	0	0			
DISTRIBUCIÓN							X	1	Orientación Norte-Sur, eje largo Este-Oeste
								2	
ESPACIAMIENTO							X	3	
								4	
								5	Configuración compacta
VENTILACIÓN							X	6	
								7	Locales de doble galería. Ventilación Temporal
								8	
TAMAÑO DE ABERTURAS							X	9	
								10	
								11	Pequeñas (20% - 30%)
								12	
POSICIÓN DE ABERTURAS							X	14	
								15	En muros N y S, a la altura de los ocupantes en barlovento. Aberturas en muros int.
PROTECCIÓN DE ABERTURAS							X	16	Sombreado total y permanente
								17	Protección contra la lluvia
MUROS Y PISOS							X	18	
								19	Masivos (arriba de 8 h de retardo térmico)
TECHUMBRE							X	20	
								21	
								22	Masiva (arriba de 8 h de retardo térmico)
ESPACIOS NOCTURNOS EXT.							X	23	
								24	Grandes drenajes pluviales

Ilustración 33 Recomendaciones finales de Mahoney para el área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia.

Ciclos estacionales

	E	F	M	A	My	J	Jl	Ag	S	O	N	D	A
Temperatura	Frio		Templado	Cálido			Templado			Frio	Templado		
Humedad	Medio	Seco				Humedo			Medio	Medio			
Precipitación	Baja					Alta			Media	Baja	Media		
Radiación	Media	Alta				Media	Alta	Media	Alta	Media	Alta		
Nubosidad	Despejado					Medio	Nublado			Medio	Despejado	Despejado	
Insolación	Media	Alta				Media						Media	
Días Grado	R. Cal	R. Calentamiento (noches) y enfriamiento (día)				R. Calentamiento						R. Cal	
Viento	NO												
Temperatura-osdilación	No confort	Circ. Ext	Circ. Int	No confort	Circ. Int					Circ. Ext	3,4,5	Inercia, ganancias	
Índice Ombrotérmico	Seco					Húmedo			Seco	Medio			
Temperatura efectiva corregida	Fuera de la zona de confort											No confort	
Indicadores de Mahoney	Inercia Térmica					Ventilación deseable			Inercia Térmica			IT	
						Protección contra lluvia							
Carta Biodimática	Calentamiento		Sombreado					Calentamiento			G/S/DH	Ganancia y sombreado	
			Ventilación			Deshumidificación							
Diagrama Psicométrico	Calentamiento		Ventilación/inercia/enfriamiento			Deshumidificación			Calentamiento		G/S/DH	Ganancia y sombreado	
Estaciones	Invierno			Primavera			Verano			Otoño			
	21 de Dic a 21 Mar			21 Mar a 21 Jun			21 Jun a 21 Sep			21 de Sep a 21 de Dic			

Tabla 4 Tabla ciclos estacionales para el área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia con información de Fuentes, V. (2004).

Caracterización climática mensual.

- Enero

Es el mes más frío del año pues presenta temperaturas mínimas de 6.9°C con extremas de hasta -5.5°C por lo que se requieren estrategias de calefacción activo o un arropamiento adicional desde las 20 horas y hasta las 12 horas, si bien presenta una temperatura máxima de 24°C alrededor de las 15 horas, sólo tiene siete horas al día con temperaturas dentro del rango de confort. Los vientos dominantes tienen origen en el Noroeste y con rango hacia el oeste.

- Febrero

El comportamiento es ligeramente similar al del mes anterior, presenta una temperatura mínima al amanecer de 7.7°C y una máxima de 25.6°C temperaturas de sobrecalentamiento que son entre las 15 y las 16 horas y cuenta con siete horas con temperaturas dentro del rango de confort. Es el mes con mayor cantidad de días nublados, una humedad relativa media del 48% y una precipitación casi nula. Presenta niveles de radiación solar superiores a los 700W/m² por lo que las estrategias de calefacción pasiva son posibles.

- Marzo

Es a finales de este mes que se da el cambio estacional entre invierno y primavera y es en este mes que inician las temperaturas de sobrecalentamiento por seis horas al día a partir de las 13 horas y hasta las 18 horas que se miden temperaturas sobre los 26.1°C. Se tienen solo cuatro horas de temperaturas confortables al día y se registra una oscilación de temperaturas hasta 19.1°C. Presenta los niveles de precipitación más bajos, con muy pocos nublados. El origen de los vientos es del oeste con rangos que van desde el suroeste y el noroeste, así como la mayor velocidad registrada en todo el año.

- Abril

En comparación con el mes anterior, abril registra temperaturas máximas de 30.5°C y una oscilación de temperaturas similar al mes anterior, la mayor parte del día se encuentran temperaturas fuera de la zona de confort. La radiación es la más alta en el año y presenta un 55% de los días despejados, así como una humedad relativa cercana al 40% por lo que

se requieren acciones de ventilación y sombreado, así como acciones correctivas en la radiación cercana a los 280W/m².

- Mayo

Este es el mes que presenta las temperaturas más elevadas con una máxima de 31.8°C, por lo que solo el 20.8% de las horas del día se encuentran en condiciones confortables y un 29.2% de las horas en condiciones de sobrecalentamiento, teniendo por las noches temperaturas inferiores a las confortables. Se requieren de acciones de inercia térmica para controlar la radiación solar total superior a los 981W/m², por lo que los días grado requieren de enfriamiento en mayor proporción al resto del año.

- Junio

En este mes se da el paso entre primavera y verano, junio tiene un comportamiento similar al del mes de marzo con temperaturas máximas sobre los 29°C y con cinco horas al día dentro de la zona de confort. Se registra una oscilación de temperaturas muy inferior a la de los meses anteriores con 13.3°C, se presentan las primeras lluvias del año y predominan los días medio nublados, por lo que las correcciones por radiación son apenas por 210W/m².

- Julio

Es uno de los meses más confortables de año con hasta once horas al día dentro de la zona de confort, teniendo una máxima de 26.3°C, lo anterior se debe a la alta cantidad de lluvia y que presenta casi un 60% de los días con nublados por lo que la radiación solar es la más baja en todo el año. El viento tiene predominancia del Este y con rango hacia el noreste.

- Agosto

Es un mes muy parecido a julio, presenta un 45.8% de las horas del día dentro del rango de confort y un 54.2% con temperaturas de bajo calentamiento. La precipitación sigue siendo alta, aunque disminuye respecto al mes anterior, tiene un alto porcentaje de los días nublados por lo que la radiación solar disminuye a niveles inferiores del límite de los 700W/m².

- Septiembre

En septiembre disminuye ligeramente la temperatura (diferencia de 0.3°C) respecto a los meses anteriores, con temperaturas máximas de 26.1°C apenas dentro del rango confortable. Al mismo tiempo la intensidad de las lluvias disminuye al igual que la presencia de nubes, en este mes termina el verano y comienza el otoño.

- Octubre

En este mes se van acortando las horas confortables por mayor presencia de horas de bajo calentamiento con 58.3%, es en este mes donde termina el periodo de lluvias, pero mantiene el nivel de radiación solar. Los vientos se originan en el Noreste con una velocidad media de 3.3 m/s.

- Noviembre

En este mes se registran temperaturas al amanecer de 9.3°C, por lo que solo nueve horas al día se encuentran dentro de los límites confortables y es entre las 12 y las 20 horas. Dentro del período de secas, los días son mayormente despejados con una radiación solar considerada alta pues sobrepasa el límite de los 700 W/m².

- Diciembre

En general se registran temperaturas ligeramente inferiores a las del mes de enero entre el amanecer y el anochecer, se presentan temperaturas mínimas extremas inferiores a -1.0°C. En este mes la radiación disminuye conforme al mes anterior presentando un máximo de 616 W/m², con porcentajes de días medios nublados y despejados muy similares, al mismo tiempo presenta la duración del día más corto de 10.44 horas dada la declinación solar hacia el sur. En este mes termina el otoño e inicia el invierno.

Caracterización climática anual

El área metropolitana de Guadalajara presenta un clima templado, con temperaturas en las noches bajo la zona de confort a lo largo de todo el año y confortables en las tardes, a excepción de los meses de marzo a junio donde se presentan temperaturas cercanas a los 30°C antes del atardecer por lo que estrategias de ventilación e inercia térmica de los materiales es esencial. El periodo lluvioso se presenta de junio a septiembre, con pico de

precipitación el mes de julio, es decir son cuatro meses del año los que presentan lluvias de medias a intensas que podrían ser aprovechadas con estrategias de captación de agua pluvial, y son los meses más despejados de nubosidad, comprendidos entre febrero y mayo, presentan los niveles de radiación solar más alta con niveles superiores a los 700W/m².

El viento presenta una dirección dominante del oeste en los primeros seis meses del año y el resto dirección noreste y este en menor frecuencia. Siendo los meses de marzo y junio los que presentan más variantes en la dirección. La relativa cercanía a la costa del pacífico, afecta en la ciudad con tormentas y rachas de viento en la época de huracanes y tifones.

Definición de estrategias básicas de diseño.

La oscilación en las temperaturas propicia que se tengan que llevar acciones correctivas para calentar en la noche y por otro lado conservar la temperatura y enfriar en algunos meses durante las horas de sol.

Una de las estrategias básicas para la AMG es el calentamiento pues como ya se mencionó todas las noches del año presentan temperaturas inferiores a los 20°C, por lo que se requiere de aprovechar las ganancias solares directas por acristalamiento al amanecer y de esa manera elevar la temperatura entre las 6 y las 9 hrs. y promover las ganancias internas desde las 22 y hasta las 6hrs.

Otra estrategia se marca por las temperaturas de sobrecalentamiento presentes en los meses de febrero a junio, entre las 12 y las 17 hrs. por lo que se requiere de acciones de enfriamiento por medio de ventilación, sombreado e inercia térmica de los materiales. Lo que implica el diseño adecuado de la ventanería y sus protecciones solares en los vanos a exterior y que los materiales de la envolvente presenten bajos niveles de conductividad térmica y promuevan el amortiguamiento térmico.

La humedad se mantiene en las horas del día dentro del rango de confort, pero es en las noches donde se alcanzan niveles superiores al 70%, por lo que acciones de deshumidificación son necesarias sobre todo en los meses del periodo de lluvias. Acciones de ventilación y ganancias indirectas pueden ayudar a disminuir los niveles de humedad,

pero al mismo tiempo afecta en los meses más fríos del año por lo que estas acciones deberán ser controladas para no disminuir la sensación térmica en el invierno.

En el cuadro siguiente llamado “Matriz de climatización”, se muestra el resumen de las estrategias que se desprenden del análisis bioclimático y de los mecanismos de transferencia de calor.

Simbología										Opciones de diseño arquitectónico												Zapopan, Jal Lat: 20°43'51" N Long: 103°22'47" W Altitud: 1560 msnm		Simbología																
Estrategia Básica										Sistemas pasivos				Opciones de diseño arquitectónico												Necesario		Parcial		Evitar										
Condicionante climática										Estrategias				Opciones de diseño arquitectónico												Elementos reguladores		Justificación												
Cálido seco	Cálido	Cálido húmedo	Templado seco	Templado	Templado húmedo	Semi-frío seco	Semi-frío	Semi-frío húmedo		Estrategias	Sistema	Mecanismo Tans	Estrategia	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Elementos reguladores		Justificación												
				○						Calentamiento	Directa	R	Promover ganancia solar directa	Día	●	●													●	●	●	●	●	Elementos acristalados: ventanas.	Carta psicométrica, triángulo de Evans, diagrama bioclimático, método Fanger.					
				○					Promover las ganancias internas				Día	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	Personas, lámparas, equipos, chimeneas, etc.	Carta psicométrica, triángulo de Evans, diagrama bioclimático, método Fanger.				
				○					Indirecta			Cd	Promover las ganancias solar indirecta	Día	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	Inercia térmica, radiación reflejada, muro trombe, invernaderos, etc.		
				○							Minimizar el flujo conductivo de calor		Día	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	Materiales aislantes, contraventanas, etc.			
				○							Cv	Minimizar el flujo de aire externo	Día	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	Protección contra el viento (barreras vegetales o arquitectónicas), esclusas o hermeticidad.		
				○					Minimizar la infiltración			Día	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	Exclusas térmicas, hermeticidad.	Tablas de Mahoney, carta psicométrica, triángulo de Evans, diagrama bioclimático, método Fanger.			
				○					Enfriamiento	Directa	R	Minimizar la ganancia solar	Día		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	Dispositivos de control solar volados, aleros, partesoles, pérgolas, celosías, lonas, vegetación, etc.	Tablas de Mahoney, carta psicométrica, triángulo de Evans, diagrama bioclimático, método Fanger.	
				○							Cv	Promover la ventilación natural	Día			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	Ventilación cruzada	Tablas de Mahoney, carta psicométrica, diagrama bioclimático.			
				○								E	Promover el enfriamiento evaporativo	Día	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	Vegetación, fuentes, estanques, etc.				
				○						Indirecta	R	Promover el enfriamiento radiante	Día																										Uso de materiales radiantes, "cubierta estanque", etc.	
				○								Cd	Minimizar el flujo conductivo de calor	Día		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	Materiales aislantes, contraventanas, etc.	Tablas de Mahoney, carta psicométrica, triángulo de Evans, diagrama bioclimático, método Fanger.	
				○									Amortiguamiento térmico	Día	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	Inercia térmica de los materiales	Tablas de Mahoney, carta psicométrica, diagrama bioclimático.		
				○							Cv	Promover enfriamiento terrestre	Día																							Sumideros de calor casa enterrada o con taludes				
				○								Promover la ventilación forzada o pre tratada	Día			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	Turbina o extractores de aire, torres eólicas, muro trombe, colectores de aires, etc.	Tablas de Mahoney, carta psicométrica, diagrama bioclimático.			
				○					Des-humidificación	Indir.	Cv	Promover el enfriamiento evaporativo indirecto	Día																					Losas húmedas, muros húmedos, riego por aspersión, etc.						
				○							R	Promover el calentamiento directo	Día			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	Ganancia solar directa por acristalamiento						
				○					Humidificación	Dir.	Cd	Promover el calentamiento indirecto	Día	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	Inercia térmica de los materiales, muro trombe, invernaderos adosado o seco, chimeneas o radiadores de alta	Diagrama bioclimático, carta psicométrica.		
				○							Cv	Promover la ventilación natural o inducida	Día	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	Ventilación natural, captadores eólicos, colectores de aire, muro trombe, invernaderos secos, etc.	Tablas de Mahoney, carta psicométrica, diagrama bioclimático.				
				○					Humidificación	Indir.	E	Promover sistemas evaporativo	Día	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	Espejos de agua, fuentes, cortinas de agua, albercas, lagos, ríos, mar, etc.			
				○							Cv	Promover la ventilación inducida	Día	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	Captadores eólicos o colectores de aire con estanques o fuentes, invernaderos húmedos, etc.				

Tabla 5 Matriz de climatización para el área metropolitana de Guadalajara (AMG). Fuente: Elaboración propia con información de Fuentes, V. (2004)

5.2.2. Resultados de observación directa.

Estudio general de las condiciones de la infraestructura y de los elementos que componen la vivienda, la información obtenida sirve para conocer el desempeño térmico, energético e hídrico del estado actual de la vivienda. A continuación, se describen los resultados por aspecto observado.

Aspectos de contexto.

Ubicación.

Como ya se mencionó, la zona de estudio Villas Belenes se ubica en la zona noroeste de la zona metropolitana de Guadalajara, en el municipio de Zapopan, Jalisco, México. Se geo localiza en 20.730144, -103.380165.

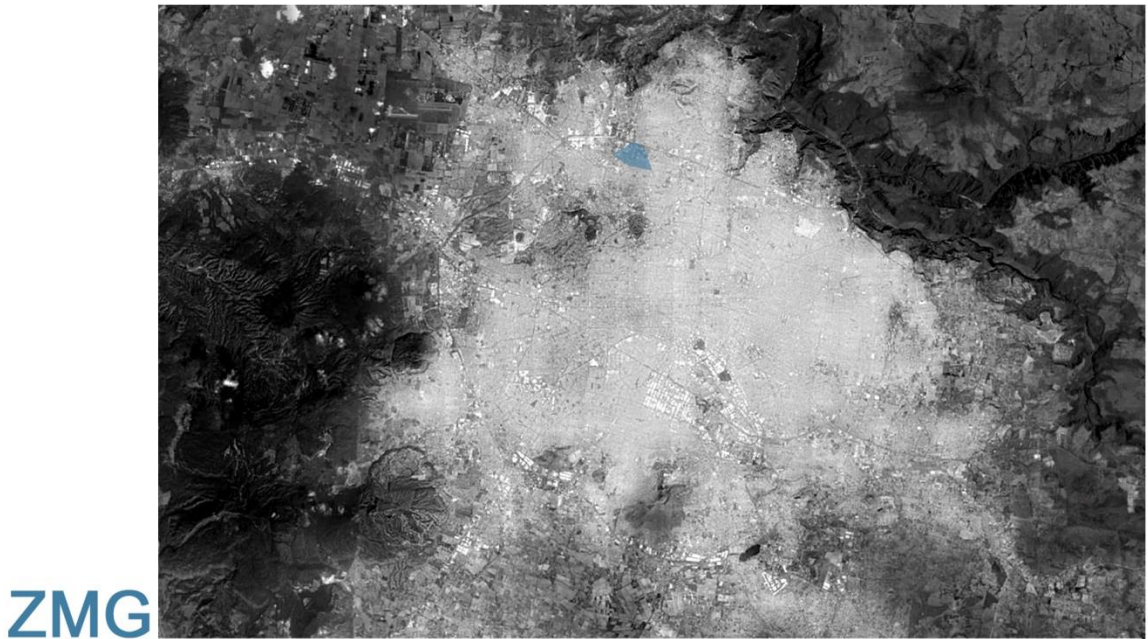


Ilustración 34. Ubicación de Villa Belenes en la ZMG. Fuente: Imagen satelital de Google maps, mapa de Zapopan, México, edición propia.

Como vialidades de referencia se encuentran la intersección de Av. Parres Arias y Anillo Periférico Norte Manuel Gómez Morín, teniendo a unas cuadas el Auditorio Telmex y el estadio Telmex de Atletismo.



BELENES

Ilustración 36. Belenes. Fuente: Imagen satelital de Google maps, mapa de Zapopan, México, edición propia.



VILLAS BELENES

Ilustración 35. Villa Belenes. Fuente: Imagen satelital de Google maps, mapa de Zapopan, México, edición propia.

Delimitado por el polígono creado por las calles Obreros de Cananea, Enrique Díaz de León y Av. Dr. Luis Farah, tiene una extensión aproximada de 157,030 m².



Ilustración 37. Calles que delimitan Villa Belenes. Fuente: Imagen satelital de Google maps, mapa de Zapopan, México, edición propia.

Las siguientes notas son producto de la observación directa en la zona de estudio, divididas por aspectos de interés, pues parte de la similitud o diferencia en la tipología de la vivienda y sus componentes, de la diversidad o regularidad de usos de suelo, habitacional, mixtos, comercios, servicios. De la facilidad de movimiento por las calles y avenidas y de la interacción social en la zona.

Medio Edificado.

Se pudo comprobar durante el recorrido la diversidad en tipológica en las viviendas y que se acentúan en un par de cuadras, en su gran mayoría son viviendas de dos niveles que van entre los 4 y 7 metros de frente, en su gran mayoría las viviendas se pueden considerar terminadas (pintura, pisos, ventanería, herrería, etc.)

La mayoría de las viviendas cuentan con espacio de estacionamiento al frente, casi en todas las cocheras se veía reflejado su uso. Sin embargo en algunos las transforman como áreas de jardín.

El uso de suelo se puede considerar habitacional horizontal en su gran mayoría, no hay comercio salvo puntos específicos en frentes de manzana sobre la Av. Venustiano Carranza.

Un par de parques pequeños rodeados de vivienda y separados por una manzana al norte y sur de la Av. Venustiano Carranza.

Si se amplía el rango de estudio, podemos encontrar comercio, equipamiento, servicios y áreas verdes. Estadio de atletismo, unidades deportivas, bibliotecas, auditorio, escuelas, universidades, hospitales, policía, bomberos, mercados, iglesias, etc.

Movilidad.

Parres Arias y Av. Venustiano Carranza se consideran las vialidades de acceso principal a esta zona, pues son las que traen el flujo vehicular desde Periférico y la colonia Constitución.

Durante el recorrido se observaron las calles vacías, solo un par de personas caminando por las banquetas de la Av. Venustiano Carranza y unas seis personas estaban en los parques, el tráfico era moderado en la Av. Venustiano Carranza que viene y va a la colonia Constitución de Zapopan. Y muy bajo en las calles dentro de la zona de estudio, los vehículos que me encontré realizaban en su mayoría maniobras de estacionamiento.

Social.

Al no haber una mayor interacción social al exterior, la observación social se basó en lo que pasaba dentro de los límites de propiedad, tras las rejas de las cocheras, lo que se lograba ver a través de puertas abiertas o ventanas. En la mayoría de las viviendas que tenían puerta abierta, contaban con reja protección en la cochera y era ahí donde se lograba escuchar la televisión encendida o alguna convivencia al interior de la vivienda.

Levantamiento fotográfico.

El levantamiento fotográfico se realizó el día 27 de septiembre del 2015 a las 17:00 hrs.

La forma de lograrlo fue por medio de un recorrido en bicicleta por la zona, se eligió esta forma de tomar fotografías por seguridad personal y para que el resultado fuera más natural y no impactar con la cámara a las personas de la zona.



Ilustración 38. Recorridos en bicicleta Fuente: Imagen satelital de Google maps, mapa de Zapopan, México, edición propia.

La cámara se montó en la parte derecha del manubrio de la bicicleta y se configuró para que tomara una fotografía cada medio segundo. El lente gran angular de la cámara afecta y ayuda en la toma de las fotografías, afecta porque el resultado de la foto se ve como redondeada a los extremos (“ojo de pescado”), pero ayuda porque da amplitud en la toma, no importa que tan cerca se tome la fotografía se logrará ver más el paramento de las viviendas.

La tomase se realizó en tres recorridos diferentes, considerando el primer recorrido de prueba y así valorar los resultados, el segundo recorrido se hizo con la intención de fotografiar y observar la zona norte del área de estudio. Y por último el tercer recorrido con la intención de fotografiar y observar la zona sur del área de estudio

El resultado es 1,338 fotografías según la cantidad de archivos finales, de los cuales se analizará posteriormente lo que deberá ser descartado.

Algunas fotografías se presentan a continuación.



Ilustración 39. Tipología de fachadas en Villa Belenes. Fuente: Elaboración propia.

Aspectos arquitectónicos.

Configuración espacial.

En un terreno de 80 m² se desplanta la vivienda de dos niveles de construcción, la planta baja cuenta con 40 m² de construcción y se divide por 4 bloques, cochera, sala-comedor-

escalera, cocina-recámara y patio. En planta alta se ubican dos recámaras y un baño en un área de 38 m².

A detalle se podría decir que la planta baja está compuesta de cochera por el frente del terreno (suroeste), dejando 2.50 mts. para estacionarse hacia el lado izquierdo de la fachada y dejando un aproximado de 2.50 mts. para circulación hacia el ingreso (o estacionar otro vehículo con una circulación hacia el ingreso acción complicada), la mayor parte de la superficie está cubierta por pasto y algunas huellas de concreto lavado para el estacionamiento de los vehículos y como caminamiento para el ingreso principal. La puerta de ingreso se encuentra perpendicular al muro de fachada, creando un remetimiento en la fachada de aproximadamente 1 m. y un juego de volúmenes. Al ingresar a la vivienda se recibe por el espacio de sala-comedor que es ventilado e iluminado por la ventana de la fachada principal, al lado derecho se encuentra la escalera y bajo de ella el baño de planta baja. El siguiente bloque está compuesto en el lado izquierdo por una recámara (estudio) con un pequeño closet y ventana hacia el patio para iluminación y ventilación natural. La cocina es el espacio contiguo a la recámara, espacio reducido con una pequeña barra al lado derecho y es en esa eje donde se ubican el refrigerador, estufa y tarja, el pasillo de la cocina conduce al patio que contiene fregadero, boiler y el área para las lavadoras (noreste).

En la planta alta de la vivienda se ubican dos recámaras y un baño, con un espacio mínimo de distribución entre los ellos. La escalera se podría considerar una escalera mal diseñada por la altura de los peraltes mayor a 18 cm, la escalera está ligeramente iluminada por dos pequeñas ventanas por la fachada, al terminar la escalera hay un espacio mínimo de distribución de aproximadamente 1 x1 m y tres puertas, hacia la derecha se encuentra el baño, de espacio pequeño pero que cuenta con lavabo, escusado y regadera con dimensiones adecuadas, así como una pequeña ventana hacia el patio. Al salir del baño se encuentra la primera recámara de la planta alta, es angosta, con el mismo espacio de closet que la recámara inferior y una ventana que da hacia el patio para iluminación y ventilación. Por último, la recámara principal por ser más amplia cuenta con una altura mayor por la

inclinación de la losa y un closet ligeramente más amplio que el de las otras recámaras, ventilada e iluminada por la ventana que da a la fachada y que es similar en dimensiones a la ventana de la sala.

Existe un pequeño espacio de losa en planta alta, entre el baño y el patio (arriba de la cocina) que se considera un área de losa muerta y que podría ser utilizado para ampliar el baño o la recámara pero que por alguna razón de diseño no se ha considerado su utilización.

Para acceder a la azotea es por el patio, se llega a la losa de la cocina (antes mencionada) y de ahí se vuelve a subir hasta la azotea, es un espacio limpio que contiene únicamente el tinaco y el tanque estacionario de gas, la losa proyectada sobre la segunda recámara, baño y escalera es una losa plana, con pretil de 30 a 40 cm de altura; la recámara principal está cubierta por una losa inclinada y terminada con teja que vuela aproximadamente 30 cm del paño de la fachada principal.

Estructura.

La vivienda está constituida a base de cimentación de piedra brasa de aproximadamente 1.20mts de profundidad, con un suelo conformado con una base de tepetate compactado y sobre este una capa de hormigón para firme terminado con piso cerámico. Las dalas de desplante y castillos son armados con ARMEX y colados en concreto, muros de carga y sistema de losa de bovedilla con nervaduras de concreto armado.

Elementos divisorios verticales.

Muros de carga: Están compuestos de block de jalcreto con dimensiones 10x14x28 centímetros, terminados con aplanados de mortero, cemento y arena, cubiertos con pintura vinílica en la mayoría de las áreas salvo en los baños y parte de la cocina, donde son recubiertos por azulejo cerámico.

Puertas: Las puertas interiores son en madera de tambor con dimensiones aproximadas de 0.80 x 2.10 mts, marco interior en pino, frentes (lisos) y cantos cubiertos con caobilla de

2.4mm con tinte en tono cerezo y terminado con laca semi mate; con cerraduras tipo pomo en tono latón. La puerta principal es de madera solida (tiene diseño) de pino con tinte color cerezo y terminado con laca mate; cerradura tipo pomo en tono latón y cerradura de barra de seguridad (tipo 133 Fanal). La puerta de intercomunicación del patio a la cocina es de aluminio tono latón antiguo, dividida en altura por ventana fija de cristal claro en la parte superior y en la parte inferior duela de aluminio.

Ventanas: Las ventanas están compuestas de marcos de aluminio en tono latón antiguo, todas con un fijo y una corrediza con cristales claros de 9 mm y con cerradura para ventana corrediza, las ventanas cuentan con protecciones metálicas para seguridad contra robos.

Elementos divisorios horizontales.

Losa de entepiso: La losa de entepiso es de 30 cm de espesor, construida con bovedilla de jalcreto y nervaduras de concreto armado, con capa de compresión y terminado con piso cerámico en formato 30 x 30 cm.

Losa de azotea: La losa de azotea es de 30 cm de espesor, colada de concreto armado, con capa de compresión y terminado con ladrillo de azotea y lechereado de cemento arena; así como una impermeabilizada final a base de acrílico en tono terracota.

Terminados.

Pisos: los pisos interiores son pisos cerámicos en formato 30 por 30 cm, textura casi lisa en tono beige con juntas de más de 5 mm con junteador en tono más oscuro. En los baños el piso cerámico es similar, pero presenta una textura más rugosa.

Muros: Los muros tienen un aplanado apalillado con pintura vinílica en tonos claros, salvo el muro más largo de sala y comedor que presenta un tono tinto. Los baños tienen un recubrimiento en muro por medio de azulejos lisos en tono beige con juntas de 5mm con junteador en tono ligeramente más oscuro. Las bóvedas presentan el mismo terminado en aplanado apalillado terminado con pintura vinílica en tono claro.

Instalaciones.

Instalaciones eléctricas: Las salidas eléctricas se presentan por apagadores, contactos y salidas para luminarias en techo. Los contactos se componen de placas y contactos individuales de plástico en tono beige, la mayoría ubicados a una altura de entre 30 y 40 cm del nivel de piso. Los apagadores están compuestos por placas de plástico sencillas y dobles, con apagadores sencillos y de escalera, ubicados a una altura de entre 1 y 1.10 mts del nivel de piso. Las salidas para luminarias en techo son por medio de registros eléctricos metálicos y la luminaria específica para cada área, la mayoría de las luminarias son focos ahorradores de diferentes intensidades.

La bomba para la cisterna se encuentra ubicada en el exterior de la vivienda, adosada al muro de la fachada principal y cubierta por muretes bajos y losa de 5cm de espesor y puerta ventilada de protección.

Instalaciones hidrosanitarias: Las instalaciones hidráulicas se concentran en la parte posterior de la vivienda, entre la cocina y el patio, si bien la cisterna parte desde la cochera donde recibe el agua por la toma municipal, es bombeada al tinaco ubicado en la azotea, entre los muros que forman la escalera y el baño de planta alta. El calentador de agua es un calentador de depósito que alimenta de agua caliente al baño ubicado en planta alta y las salidas de lavamanos, cocina y patio en planta baja, mismo recorrido que hace el agua fría desde el tinaco. El gas es por medio de un tanque estacionario ubicado en la azotea, junto al tinaco y hacia el patio de la cocina.

La instalación sanitaria cuenta con bajantes de aguas negras en el muro lateral de la cocina (colinda con vecino) que proviene del baño de la planta alta y se une en planta baja con todas las líneas de la cocina y baño hacia los registros ubicados en la cocina, comedor y cochera para ser descargados en la red municipal.

El agua pluvial es captada en la azotea y entubada por medio de un tubo de 4" que baja por el muro que divide en planta alta el baño de la recámara y en planta baja la cocina de la recámara, en el centro del patio el agua pluvial es entubada desde la caja de arena hacia la

conexión con el agua de lluvia proveniente de la azotea y de ahí hacia el pozo de absorción ubicado en el área del centro de la cochera.

Levantamiento fotográfico.

El registro fotográfico se realizó en la dirección de acceso a los espacios y siempre procurando iniciar el registro por la izquierda, se procuró tomar las fotografías del espacio en general y en posterior a los detalles de alguno de los puntos anteriores que evidencien o demuestren aspectos específicos.



Ilustración 40. Área de sala y comedor. Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 41. Área de sala y escalera. Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 42. Área de escalera y cocina. Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 43. Área de medio baño en planta baja. Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 44. Área baño en planta alta. Fuente: Elaboración propia.

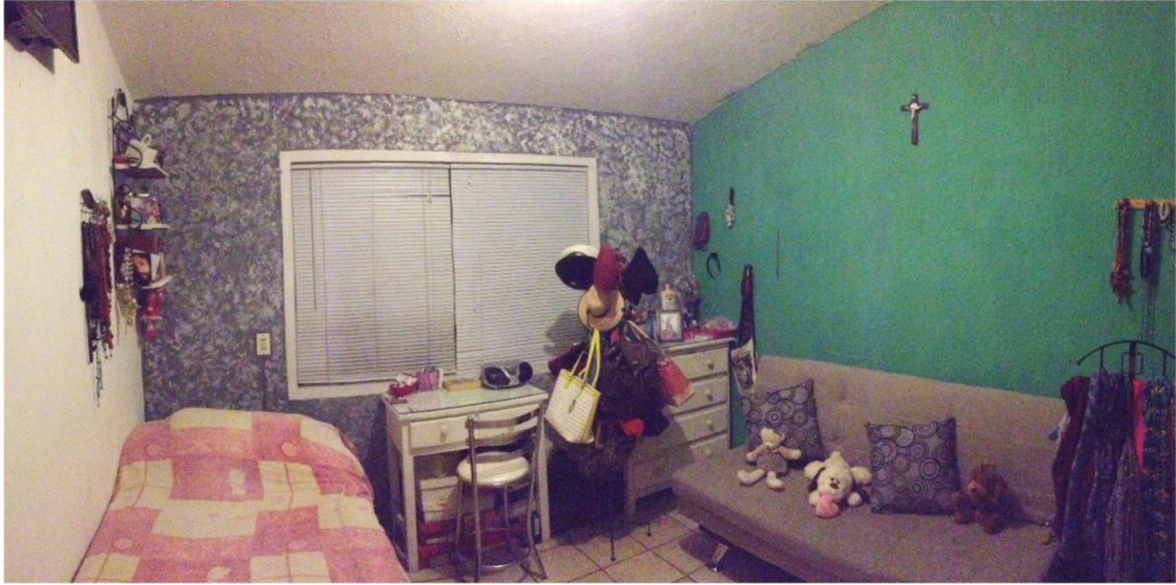


Ilustración 45. Área de recámara principal en planta alta. Fuente: Elaboración propia.



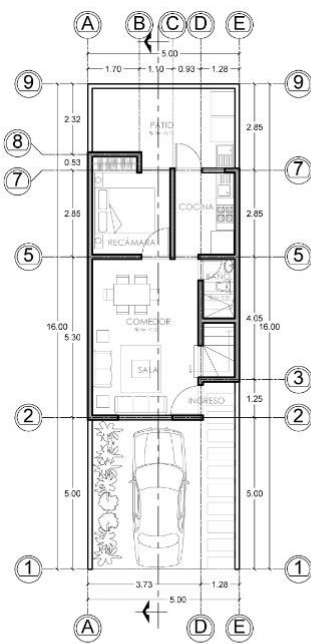
Ilustración 46. Área de recámaras en planta alta. Fuente: Elaboración propia.

Levantamiento arquitectónico.

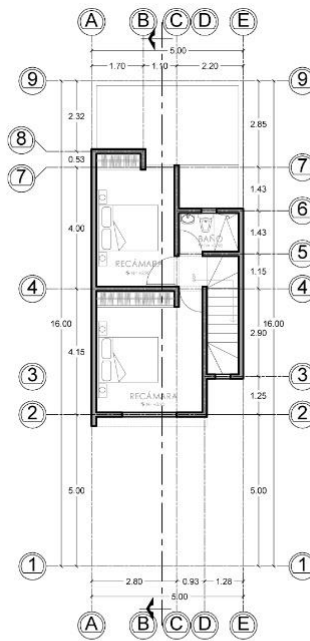
El levantamiento arquitectónico sirve de base para entender en conjunto la configuración espacial de la vivienda y la relación de los elementos.

Para la realización del levantamiento se necesitaron hojas blancas, tabla con clip, regla, plumas, cinta métrica y distanciómetro láser.

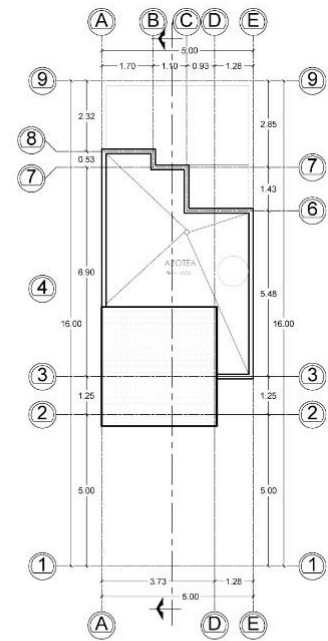
Se tomó como el punto de referencia la puerta de ingreso de la vivienda y a partir de ahí se empezaron a tomar las medidas en horizontal de los espacios y las alturas de los elementos.



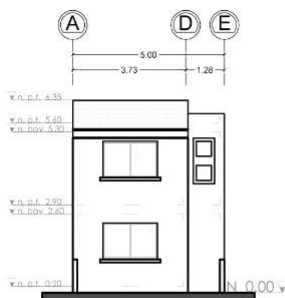
Vivienda Villa Belenes
Planta Baja



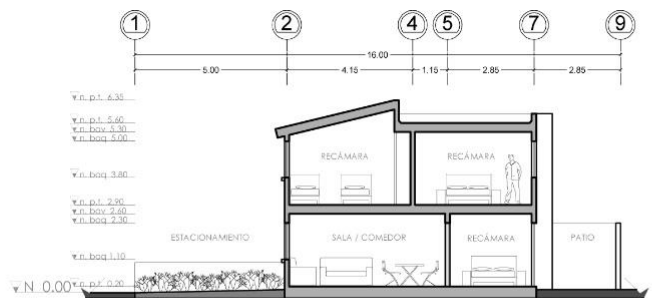
Vivienda Villa Belenes
Planta Alta



Vivienda Villa Belenes
Planta de Azotea



Vivienda Villa Belenes
Alzada Frontal



Vivienda Villa Belenes
Sección

Ilustración 47. Levantamiento Arquitectónico digitalizado. Fuente: Elaboración propia.

Contraste de estado actual (posibles modificaciones).

El estado actual de la vivienda se logra por la obtención de una copia de los planos de permisos presentados ante el municipio de Zapopan para la construcción de la misma, con este documento se puede contrastar el estado original con las modificaciones que se hayan realizado a lo largo de ocupación de la vivienda.

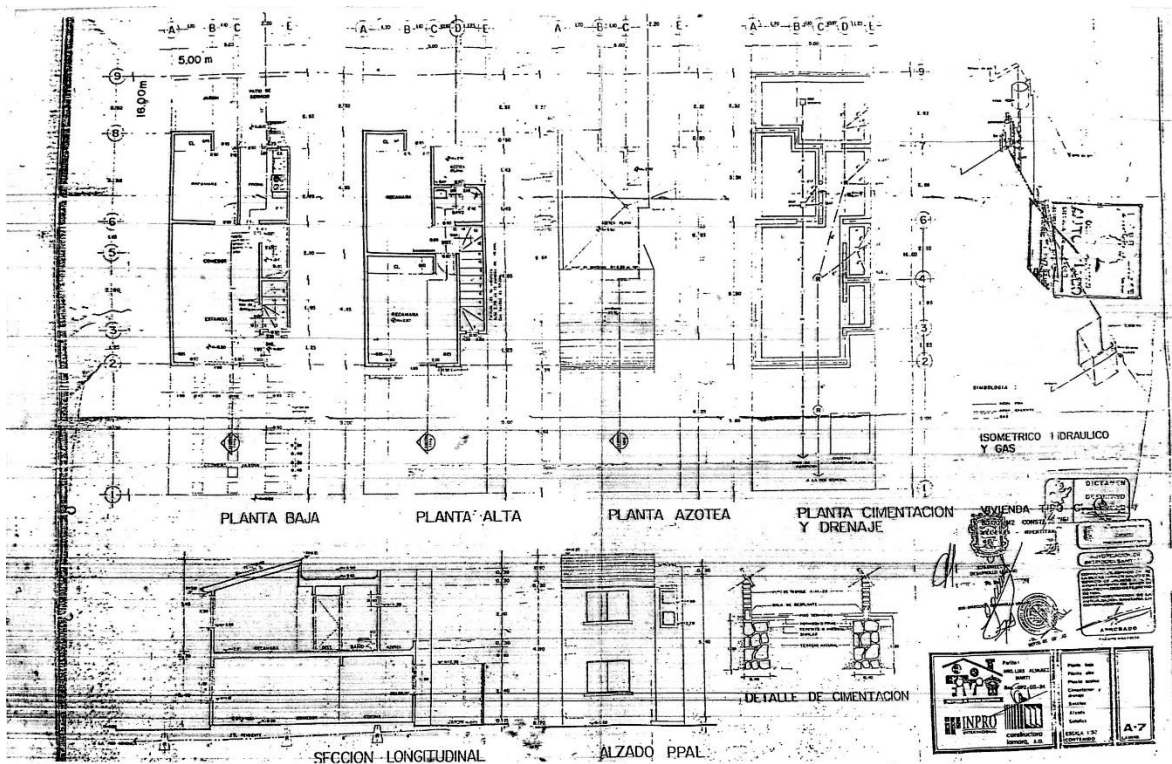


Ilustración 48. Copia de plano de permisos. Fuente: Obtenido gracias a Carlos Fernando Muñoz

El contraste de los documentos permite observar que solo tres modificaciones han sido realizadas en esta vivienda, la primera corresponde a una techumbre ligera en la puerta de acceso, hecha en vigas de madera y fajillas de madera terminada con tejas. La segunda modificación corresponde a los muros colindantes del patio, que fueron elevados en casi 2 mts. para mayor privacidad frente a los vecinos; la tercera modificación fue la instalación de protecciones metálicas para la seguridad de la vivienda, colocadas en la puerta principal y puerta del patio, así como en las ventanas de la fachada y posteriores; el ingreso a la cochera también cuenta ahora con una protección metálica.

5.2.3. Resultados de entrevista.

Para este rebajo de investigación se realizaron tres entrevistas a habitantes de viviendas en Villa Belenes, si bien tienen en común al tipo de vivienda, nivel socioeconómico, cada uno presenta perfiles diferentes, ya sea por sus conocimientos o habilidades en específico que aportan desde diferentes perspectivas el tema planteado.

La primera entrevista se realizó a Samanta B. Muñoz, ella es habitante de una de las viviendas por más de 10 años, tiene un nivel académico superior (maestría), es directora de primaria del Colegio Colón, por lo anterior aporta el perfil de “usuaria común” de la vivienda, es decir una persona que no tiene un conocimiento específico de los campos disciplinares de la arquitectura, construcción y sustentabilidad, y que su aporte es el de evidenciar el comportamiento y uso día a día de la vivienda. De manera previa se diseñó una entrevista semi estructurada con temas de uso y hábitat de la vivienda, percepciones térmicas, consumos de agua y energía eléctrica.

La segunda entrevista se realizó al Sr. Daniel Gutiérrez, él es ex arrendatario de una de las viviendas y su ocupación profesional son los bienes inmuebles. Además de haber rentado por unos años una de las viviendas, él promovía y administraba la renta de otra de ellas por lo cual el perfil de entrevistado resulta interesante por que aportará desde dos perspectivas, el uso y hábitat de él como cabeza de familia, así como su esposa e hijos, un perfil diferente al anterior, por otro lado está la perspectiva de vivienda como inversión, por su valor en el mercado y como ciertas adaptaciones podrían beneficiar o afectar el valor patrimonial. De manera previa se diseñó una entrevista semi estructurada con temas de uso y hábitat de toda la familia en la vivienda, percepciones térmicas, consumos de agua y energía eléctrica; también se incluyen los temas de relevancia e impacto de adaptaciones y las implicaciones de estas en el valor de la vivienda.

La tercera entrevista surge a partir de la primera, dado que en esa entrevista se evidenció que uno de los habitantes de esa vivienda ha realizado modificaciones a la vivienda para

promover beneficios ambientales. De lo anterior es que se entrevistó a Carlos Fernando Muñoz, él es un estudiante de la licenciatura de ingeniería civil en el ITESO, el aportará a la investigación las percepciones, motivaciones, formas y dificultades encontradas en las modificaciones y adaptaciones hechas a la vivienda. Si bien el perfil del entrevistado es el de una persona joven, posee el conocimiento empírico de gran valor que brinda información cualitativa y cuantitativa del tema. De manera previa se diseñó una entrevista semi estructurada con temas de uso y hábitat de la vivienda, percepciones térmicas, consumos de agua y energía eléctrica. Así como las motivaciones, formas, factibilidad y dificultades encontradas para realizar dichas adaptaciones.

5.2.4. Resultados de monitoreo de temperaturas

Es una técnica que consiste en registrar las temperaturas a lo largo de un periodo de tiempo con dispositivos llamados “Dataloggers”, estos registran la temperatura de un espacio interior o exterior de la vivienda previa programación de los intervalos de tiempo para realizar la medición. Posterior al periodo de monitoreo se extrae la información en hojas de cálculo que permiten la comparación de la temperatura interior entre los diferentes espacios, así como el comportamiento térmico respecto a la temperatura exterior.

Para realizar este monitoreo se utilizaron 5 dataloggers y fueron programados para medir con intervalo de 30 min, dos dispositivos son marca “Onset modelo HOBO Temperature”, dichos dispositivos miden únicamente la temperatura. Los tres dispositivos restantes son marca “Extech modelo RHT10: Humidity and Temperature USB Datalogger”, estos dispositivos miden tanto la temperatura como la humedad.

Los dispositivos fueron ubicados en la vivienda de la siguiente manera:

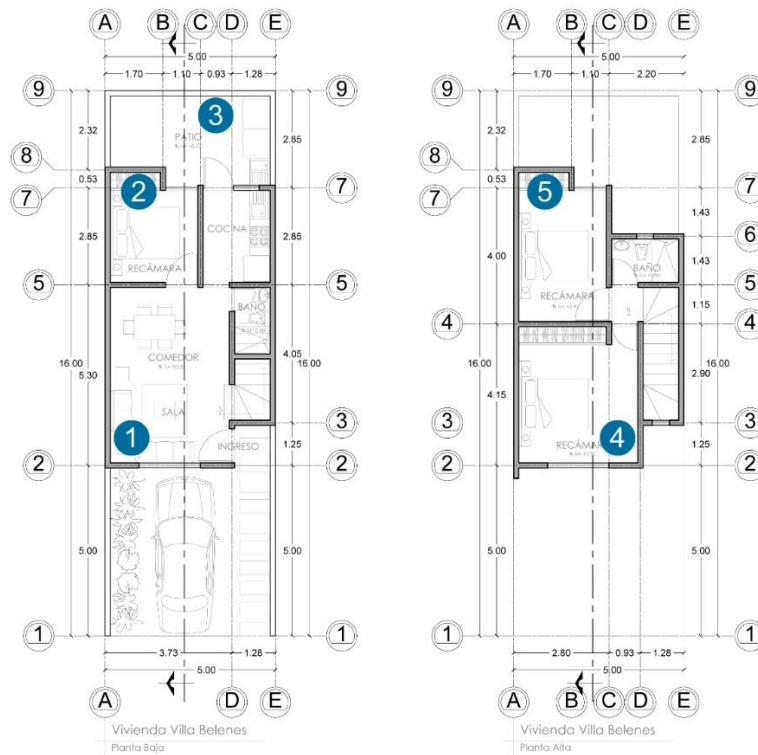


Ilustración 49. Ubicación de dispositivos (loggers) en la vivienda. Fuente: Elaboración propia.

- Sala = HOBO Temperature
- Recámara Planta Baja = HOBO Temperature
- Patio = RHT10
- Recámara principal Planta Alta = RHT10
- Recámara 2 Planta Alta = RHT10

Todos los dispositivos fueron colocados entre una altura de 1.20 y 1.50 metros sobre el nivel de piso interior del espacio.

Las mediciones se llevaron a cabo desde el día 21 de enero del 2016 al 09 de mayo del 2016 y como se mencionó anteriormente con un intervalo de 30 min las 24 horas de cada día. Para el medidor en el patio se ubicó bajo una cubierta de policarbonato traslucido para protegerlo de la precipitación, pero al mismo tiempo recibió la radiación solar a través del mismo material.

Resultados.

Para este estudio únicamente se presentarán los datos recabados el mes de marzo, por ser el mes que presento mayor oscilación entre las temperaturas interiores y exteriores e incluso destacar que el día 09 de marzo del 2016 se presentaron en algunos puntos del AMG caída de agua nieve por lo que resulta interesante analizar el comportamiento térmico de la vivienda frente a temperaturas bajas. En las siguientes gráficas se muestra el resultado del monitoreo a lo largo de todo el mes de marzo y se presentan divididos por dos periodos de 15 días cada uno, el primero del 01 al 15 de marzo y el segundo del 16 al 31 de marzo.

Como se puede observar en las gráficas inferiores, en lo general las temperaturas exteriores presentan entre diez y doce horas del día con niveles superiores a los confortables (26°C) que van desde las 10 a las 18 horas. Y con temperaturas inferiores a las confortables en las madrugadas, las temperaturas más altas llegan a los 50°C debido a la radiación solar recibida a través del material de la cubierta traslucida a las 12 horas del día. Pero también registro temperaturas bajas cercanas a los 7°C , y se presentó el mismo día que se registraron caídas de agua nieve en algunos puntos de la AMG.

En el interior de la vivienda se puede observar que la vivienda comienza a ganar temperatura desde las 13 horas hasta las 19 horas y es desde las 20 hasta las 12 horas del día siguiente que se presentan pérdidas de temperatura, es decir a lo largo del día se presenta una diferencia aproximada de 3°C entre las horas con ganancia de temperatura en referencia a las horas que pierde temperatura. En específico la planta baja se mantiene con temperaturas dentro de la zona de confort la mayor parte del día incluso en los días más cálidos, y con 2°C por debajo de la temperatura registra en el nivel superior. La planta alta registra temperaturas en el límite superior de la zona de confort y se puede observar que la recámara que da al norte presenta una temperatura más cálida que la recámara principal.

De lo anterior se puede concluir que la vivienda presenta deficiencia en el comportamiento térmico de los materiales de la losa, pues la diferencia de 2°C a 3°C respecto a la planta baja promueve que sobrepase el límite superior de la zona de confort por lo menos en 10 horas del día.

La recámara superior al noreste presenta las temperaturas cálidas más estables, es decir de las ganancias de calor provenientes de la losa plana y el tamaño de la habitación es que se conserva en mayor medida el calor frente a la recámara principal orientada al suroeste. De aquí es que se desprende la importancia de promover mejoría en el desempeño térmico de la losa de azotea o acciones de ventilación que logren disminuir la temperatura interior de los espacios en el nivel superior de la vivienda.

Monitoreo de Temperatura 01 al 15 de Marzo

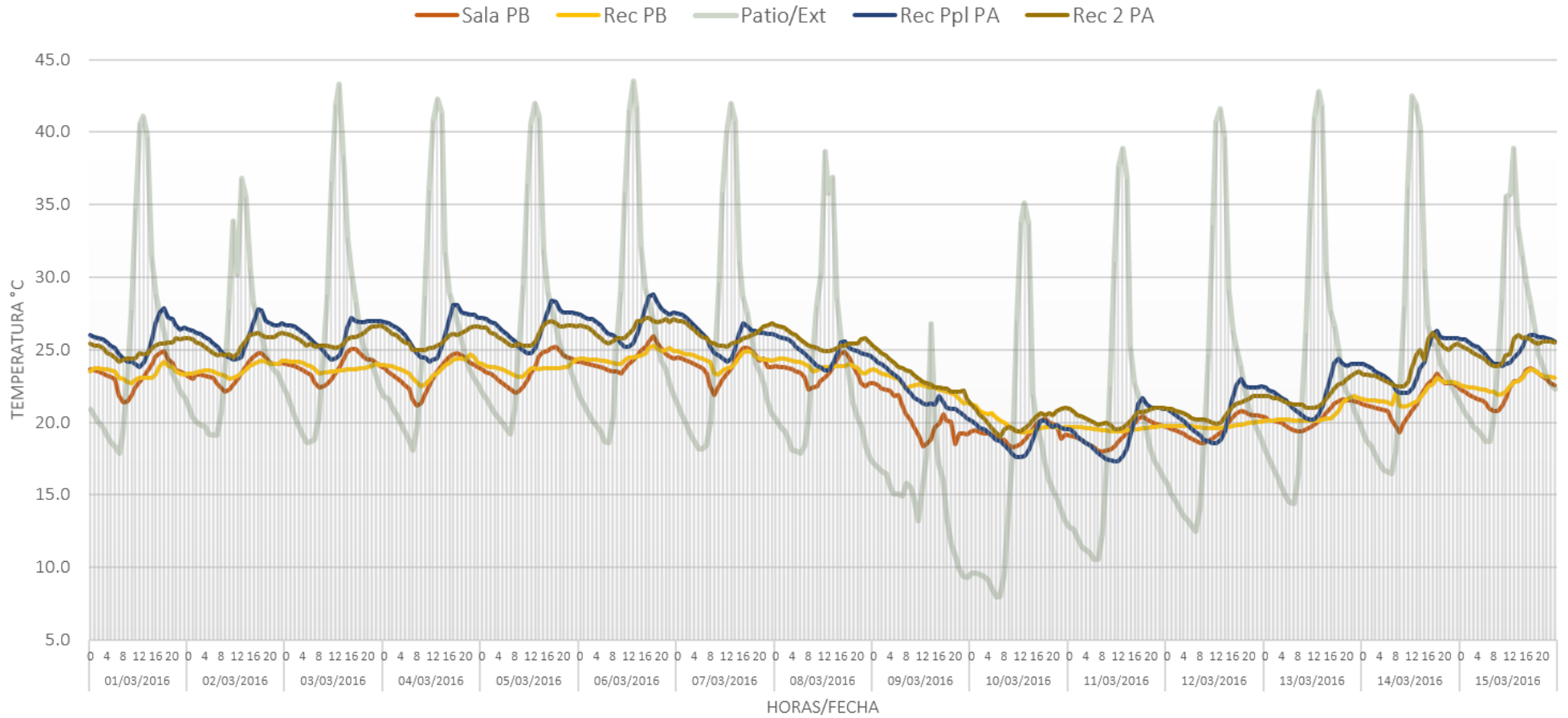


Ilustración 50. Gráfica de resultados del monitoreo de temperatura en la vivienda la primera quincena de marzo 2016. Fuente: Elaboración propia.

Monitoreo de Temperatura 16 al 31 de Marzo

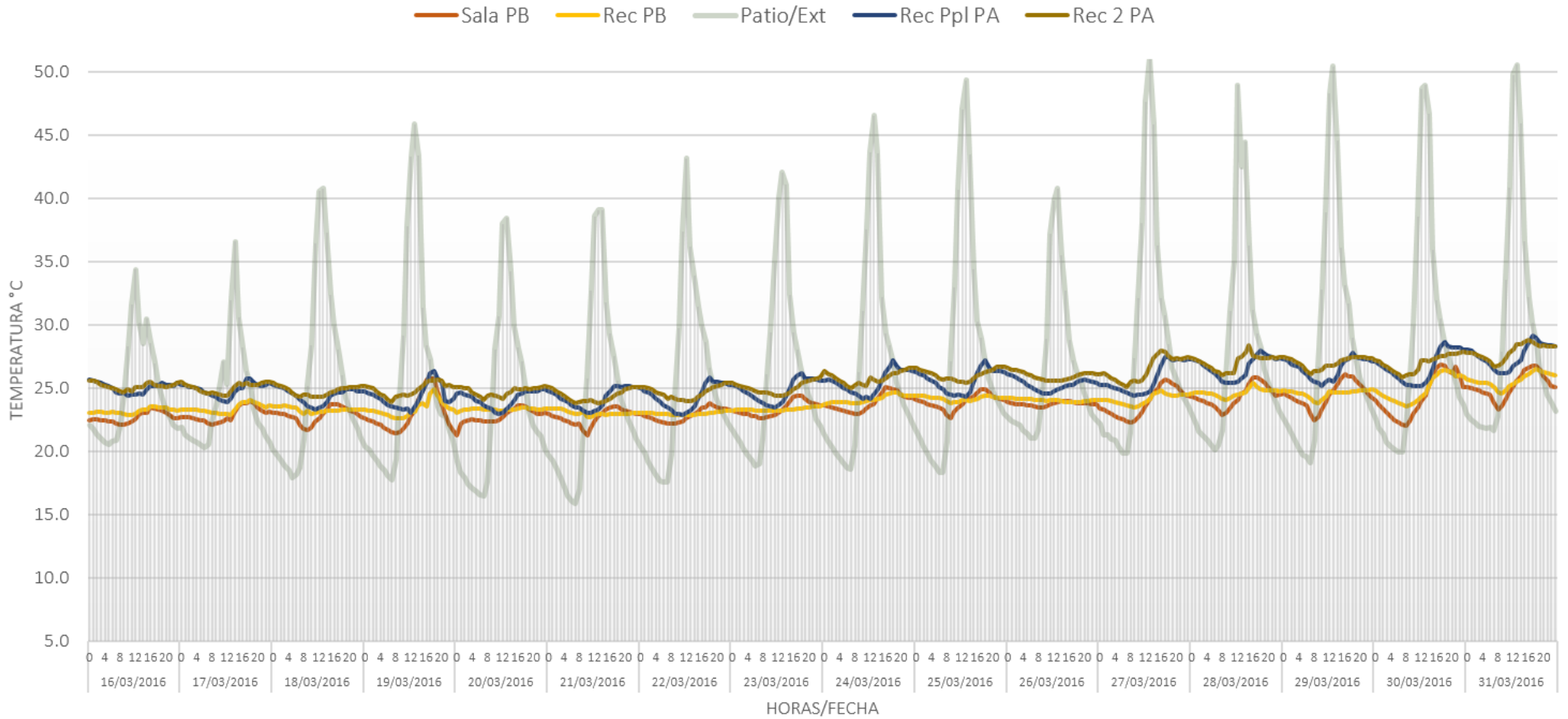


Ilustración 51. Gráfica de resultados del monitoreo de temperatura en la vivienda la segunda quincena de marzo 2016. Fuente: Elaboración propia.

La gráfica inferior muestra como los espacios interiores de la vivienda pierden o ganan calor a lo largo de día respecto a temperatura exterior, fría o cálida.

Los espacios interiores de la planta baja en temperatura fría, presentan un comportamiento muy similar a lo largo de 24 horas, la única diferencia es que la recámara ubicada al noreste empieza a ganar calor una hora antes, a las 10 am y la sala a las 11 de la mañana. El patio empieza a ganar calor a partir de las 07 de la mañana y solo lo hace por cinco horas, perdiendo temperatura al medio día. En las recámaras de la planta alta es donde se da una mayor variación, la recámara principal empieza a ganar calor a las 13 hrs. y la pierde a partir de las 19 horas. De la misma manera la segunda recámara en planta alta gana temperatura una hora antes que la principal pero comienza la pérdida a las 16 horas. Lo anterior muestra la diferencia en el comportamiento entre losa plana e inclinada, siendo la losa plana la que presenta menor capacidad de amortiguamiento térmico.

En el caso de la temperatura exterior cálida los espacios interiores en planta baja se comportan de la misma manera, ganando temperatura partir de las 09 horas de la mañana y perdiendo a partir de las 19 horas. El patio presenta un cambio, de ganancia a pérdida en un lapso corto de tiempo, pues comienza a ganar temperatura a partir de las 08 horas y la pierde a partir de las 13 horas. En la planta alta, la recámara principal inicia la ganancia de calor a partir de las 10 de la mañana e inicia la pérdida a las 17 horas; la segunda recámara en la planta alta comienza a ganar temperatura a las 08 hrs. y la pierde al mismo tiempo que la recámara principal.

En conclusión, podemos observar que la planta baja mantiene su comportamiento tanto en temperaturas exteriores frías y cálidas, es la planta alta la que presenta una mayor diferencia en las pérdidas y ganancias, la segunda recámara es la que presenta aún mayor variación ya que en temperaturas frías presenta un período de tiempo muy corto de ganancias, de tan solo 4 horas de ganancia de calor durante el día y ante temperaturas cálidas la recámara presenta un lapso de 9 horas con ganancias.

Pérdidas y ganancias de temperatura en 24 horas.

■ Pérdidas ■ Ganancias

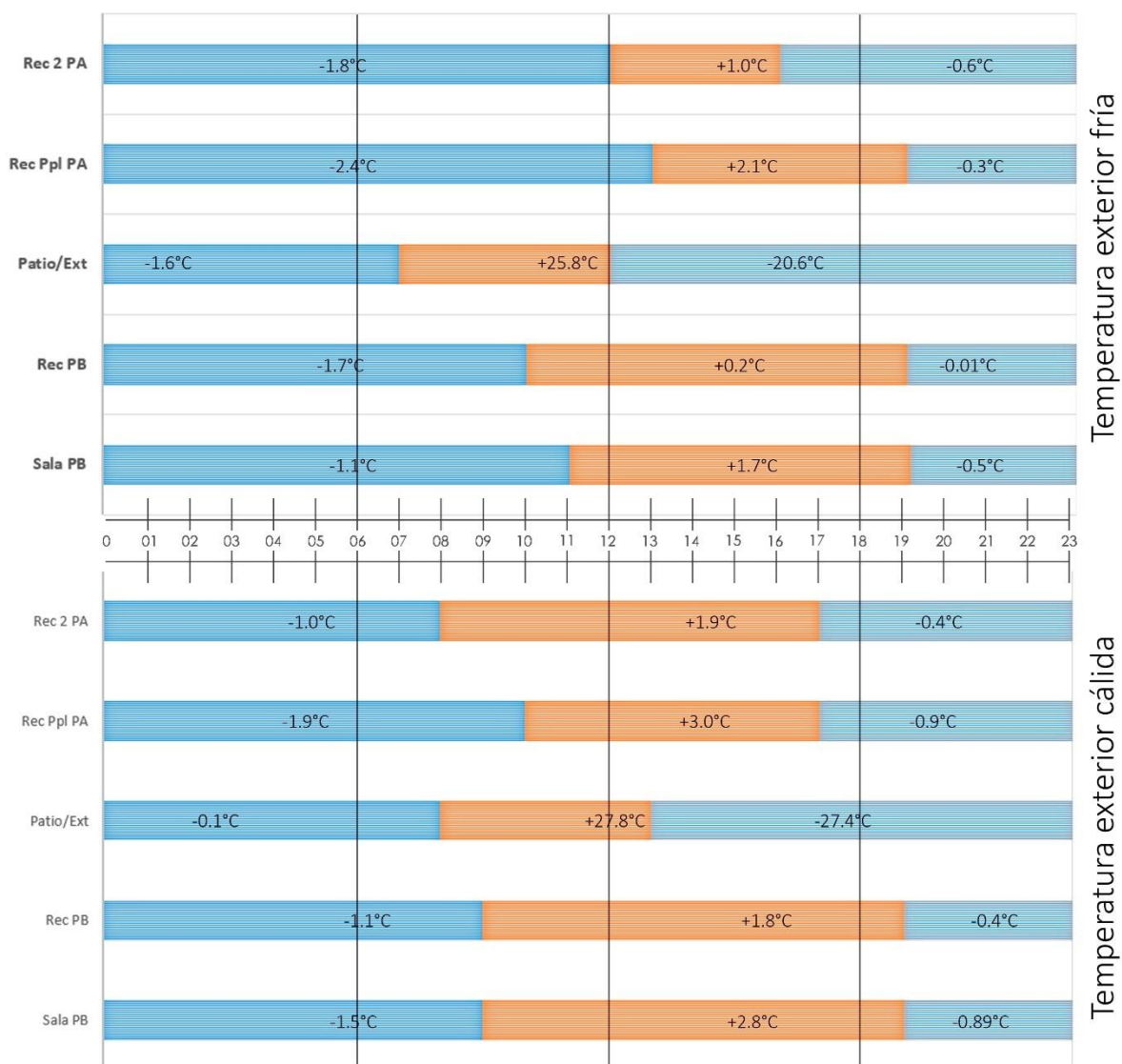


Ilustración 52. Gráfica de pérdidas y ganancias de temperatura en un día. Fuente: Elaboración propia.

5.2.5. Resultado de aplicación de Norma Oficial Mexicana NOM-020-ENER-2011

Como se mencionó en el apartado 2.1.3. Gubernamental emergente, la Norma Oficial Mexicana NOM-020-ENER-2011, Eficiencia energética en edificaciones. - Envoltente de edificios para uso habitacional, tiene el objetivo de limitar las ganancias de calor por conducción y radiación en la envoltente de los edificios para uso habitacional (o mixtos con 90% de uso habitacional) nuevos o ampliación de los existentes, esto logra disminuir el consumo de energía en sistemas de enfriamiento, al mismo tiempo que promueve mejoras en la temperatura interior de los espacios de la vivienda logrando condiciones de confort térmico.

Esta normativa se es de carácter obligatorio para todo el país a partir de su publicación en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el día 09 de agosto del 2011 y son las unidades de verificación acreditadas por la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA) y la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) las que se encargan de revisar el cumplimiento de las mismas.

Para su aplicación se analiza la envoltente del edificio proyectado o real respecto a un edificio de referencia, los dos edificios son idénticos en geometría, orientación, colindancia y dimensiones en planta y alzado. La diferencia es en las características de la envoltente, pues la norma se calcula para el edificio de referencia considerando una envoltente eficiente térmicamente.

Como el objetivo es disminuir las ganancias de calor en la envoltente del edificio ya sea por los techos y muros, “ganancias por conducción” (partes opacas), así como por domos y ventanas, “ganancias por radiación” (partes transparentes), y se calculan para cada una de las orientaciones. De la suma de las ganancias por conducción y radiación se obtiene la ganancia total de calor y se comparan estas entre el edificio de referencia y el proyectado, en el cual la ganancia de calor del edificio propuesto debe ser igual o menor que el edificio de referencia, con esta información se procede al etiquetado de la edificación donde se compruebe el ahorro energético respecto al edificio de referencia.

Es importante mencionar que esta normatividad no considera sistemas pasivos de protección, el programa del edificio, las cargas dinámicas (usuarios) o el consumo de energía eléctrica del edificio.

Calculo de la eficiencia energética de la envolvente con la NOM-020-ENER-2011

Utilizando la metodología propuesta por la NOM-020-ENER-2011, se realizaron los cálculos para la obtención de las ganancias por conducción y radiación de la vivienda en Villas Belenes, dando como resultado el presupuesto energético y la etiqueta de eficiencia energética.

Para realizar dicho cálculo se empleó la herramienta de cálculo proporcionada por la CONUEE y disponible en:

http://www.conuee.gob.mx/wb/Conuee/guia_rapida_para_el_calculo_de_la_nom020ener2011 , así como herramientas de apoyo como la Guía rápida, proyecto inicial y proyecto mejorado disponibles en la misma liga. Además de reconocer el apoyo recibido por el Mtro. Luis Andrade, experto en la aplicación de la NOM en diferentes edificaciones.

Cálculo

Para el primer análisis se consideró la vivienda en su estado actual y con los materiales descritos en el apartado 5.2.2 Resultados de observación directa, apartado Aspectos arquitectónicos.

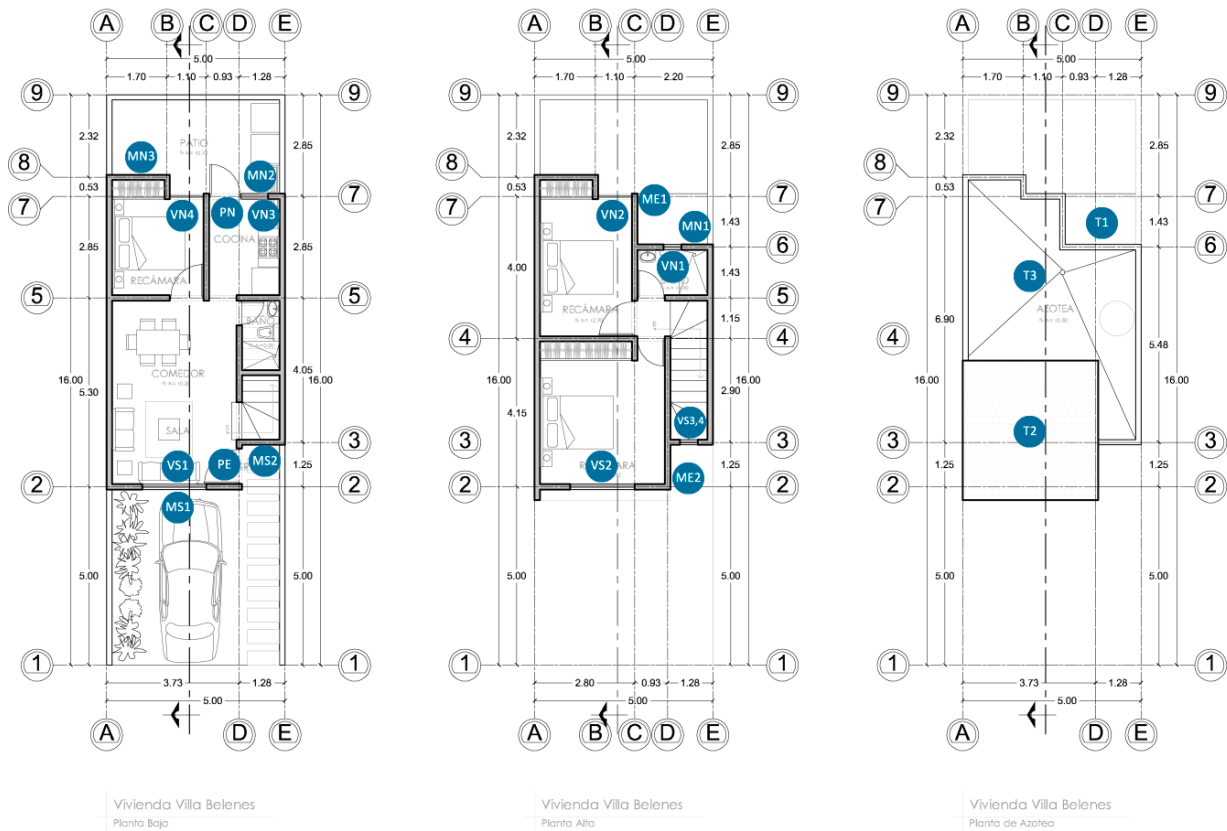


Ilustración 53 Gráfica de ubicación de las porciones para partes opacas y transparentes en la vivienda. Fuente: Elaboración propia.

Porciones para partes opacas y transparentes en la vivienda.

Clave Individual	Porción Individual	M2	Espacio vivienda	Clave	M2 Totales
T1	Techo 1	3.02	Techo de cocina	T1	3.02
T2	Techo 2	14.89	Techo sobre recámara principal	T2	14.89
T3	Techo 3	24.15	Techo general plano	T3	24.15
MN1	Muro Norte 1	5.73	Muro a patio de servicio sobre cocina	MN	22.205
MN2	Muro Norte 2	6.89	Muro a patio de servicio		
MN3	Muro Norte 3	9.585	Muro a patio en colindancia oeste		
PN	Puerta Norte	1.89	Puerta de cocina a patio de servicio	PN	1.89
VN1	Ventana Norte 1	0.25	Ventana baño planta alta	VN	4.545
VN2	Ventana Norte 2	1.4	Ventana recámara norte en planta alta		
VN3	Ventana Norte 3	0.9	Ventana en cocina		
VN4	Ventana Norte 4	1.995	Ventana recámara norte en planta baja		
ME1	Muro Este 1	4.68	Muro sobre techo de cocina	ME	11.38
ME2	Muro Este 2	6.7	Muro sobre puerta de ingreso		
PE	Puerta Este	2.1	Puerta principal	PE	2.1
MS1	Muro Sur 1	14.54	Muro de fachada	MS	20.52
MS2	Muro Sur 2	5.98	Muro de escaleras en fachada		
VS1	Ventana Sur 1	2.16	Ventanas a fachada en planta baja	VS	4.82
VS2	Ventana Sur 2	2.16	Ventanas a fachada en planta alta		
VS3	Ventana Sur 3	0.25	Ventana de escalera a fachada		
VS4	Ventana Sur 4	0.25	Ventana de escalera a fachada		

Tabla 6 Porciones para partes opacas y transparentes en la vivienda. Fuente: Elaboración propia.

Resultados

Si analizamos la ganancia de calor por conducción del edificio proyectado, como se representa en la gráfica inferior, se puede observar que la mayor ganancia es a través de las losas, si bien se presentan ligeras ganancias en el muro sur, este y en las puertas, estas son mínimas debido a la orientación del edificio y los pocos metros cuadrados de las superficies sólidas expuestas en orientación este-oeste. Con estos datos se puede definir que una de las estrategias para mejorar la eficiencia es la adaptación de la losa de azotea.

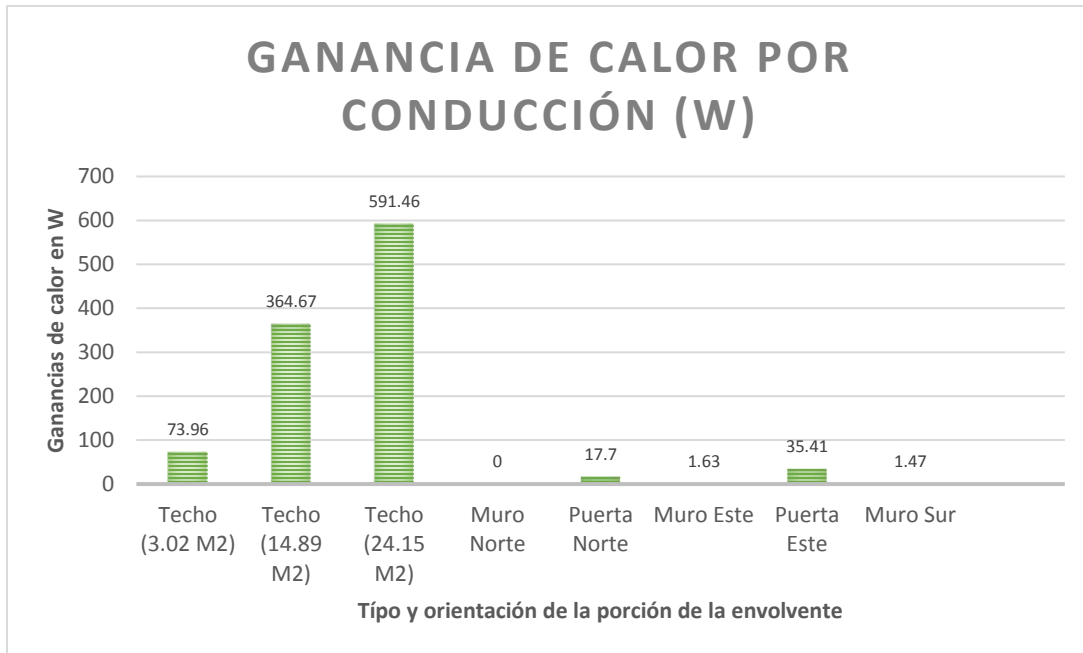


Ilustración 54 Gráfica de ganancia de calor por conducción de la envolvente de la vivienda en Villas Belenes. Fuente: Elaboración propia con datos del cálculo de la NOM-020-ENER-2001.

Las ganancias de calor por radiación mostradas en la gráfica inferior evidencian la falta de protección solar adecuada, considerando que existe una diferencia en menos metros cuadrados por las dimensiones de las ventanas norte respecto a las sur.

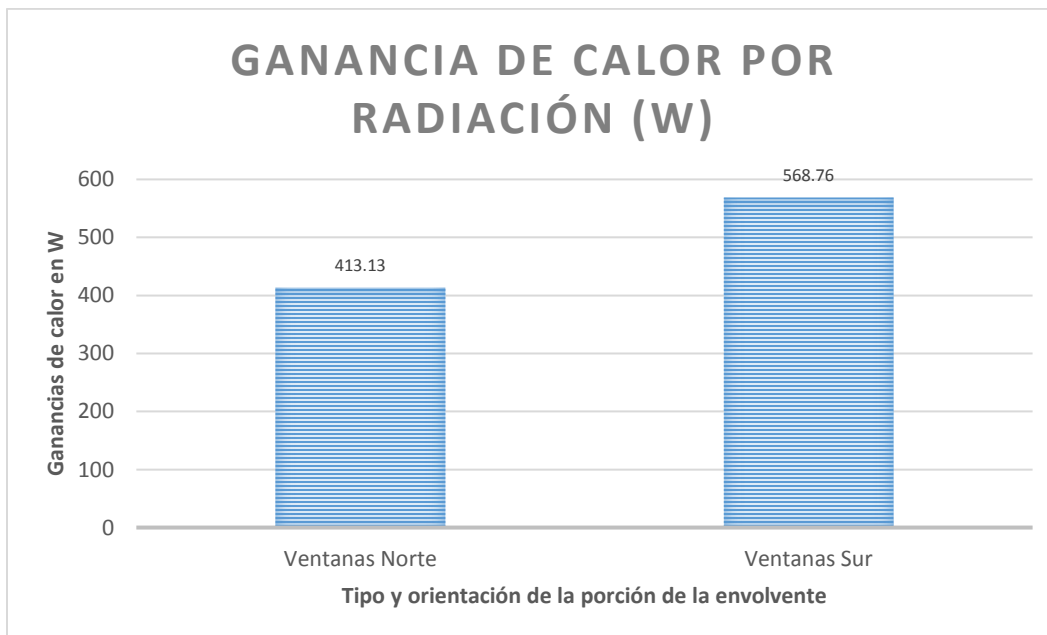


Ilustración 55 Gráfica de ganancia de calor por radiación de la envolvente de la vivienda en Villas Belenes. Fuente: Elaboración propia con datos del cálculo de la NOM-020-ENER-2001.

De la suma de las ganancias por conducción en las porciones opacas del edificio y las porciones transparentes se obtiene el presupuesto energético de la vivienda, como se muestra en la gráfica inferior el edificio proyectado (estado actual) presenta un desempeño negativo para las dos formas de ganancia, pero la mayor diferencia se presenta en las ganancias por conducción, esto evidencia que los materiales con los que la vivienda está construida no son adecuados según la norma.

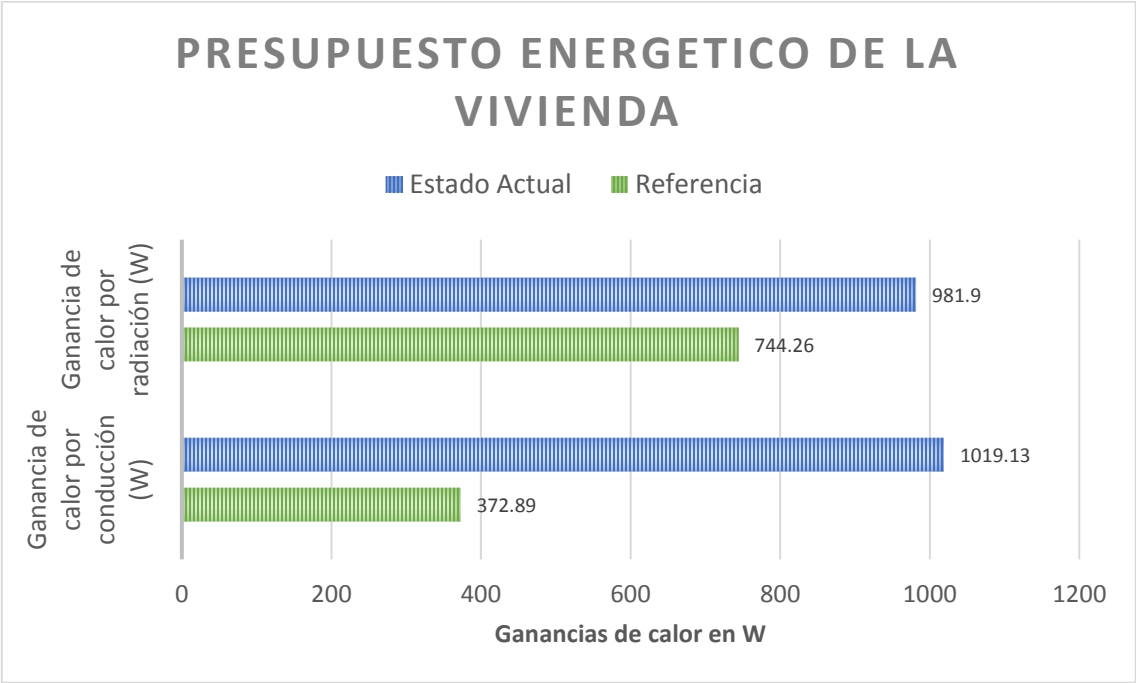


Ilustración 56 Gráfica de presupuesto energético en la envolvente de la vivienda en Villas Belenes respecto al edificio de referencia. Fuente: Elaboración propia con datos del cálculo de la NOM-020-ENER-2001.

Resumen del cálculo

La ilustración inferior es un abstracto del cálculo total de la NOM-020-ENER-2011 realizada para determinar las ganancias de calor de la vivienda en Villas Belenes en comparativa con el edificio de referencia.

Aquí se presentan las sumatorias de las ganancias por conducción de todas las porciones y sus orientaciones, así como las ganancias por radiación de las ventanas al norte y sur. Se

puede observar que el estado actual de la vivienda no cumple con la normativa pues supera por 883.87 W la ganancia total de calor respecto al edificio de referencia.

5.- Resumen del cálculo.

5.1.- Presupuesto energético.

	Ganancia de calor por conducción (W).	Ganancia de calor por radiación (W).	Ganancia total de calor de calor $\phi_r = \phi_{rc} + \phi_{rs}$ $\phi_p = \phi_{rc} + \phi_{ps}$ (W)
Referencia (ϕ_{cr})	372.89	(ϕ_{sr}) 744.26	1117.16
Proyectado (ϕ_{cp})	1019.13	(ϕ_{sp}) 981.90	2001.03

5.2.- Cumplimiento.

Si (ϕ_r) > (ϕ_p) No (ϕ_r) < (ϕ_p) X

Ilustración 57 Resumen del cálculo de la envolvente de la vivienda en Villas Belenes. Fuente: Elaboración propia con datos del cálculo de la NOM-020-ENER-2001.

Del resultado anterior se pueden identificar dos estrategias para lograr una mejoría en el desempeño energético de la vivienda. La primera es en las losas de azotea, pues presenta la mayor ganancia de calor por lo que requiere de una acción correctiva no invasiva que permita mayor amortiguamiento térmico, por otro lado, la segunda estrategia es para disminuir las ganancias por radiación, aunque son menores en relación a las conductivas presentan una oportunidad de mejora por medio del diseño adecuado de protección solar y una mejora en la elección del material de acristalamiento.

Etiquetado

De acuerdo a lo estipulado en la norma, esta edificación no cumple con una mejoría en la eficiencia energética respecto al edificio de referencia, al contrario, presenta un déficit de -79%, por lo que no es sujeta al etiquetado.



Ilustración 58 Etiqueta de eficiencia energética en la envolvente de la vivienda en Villas Belenes. Fuente: NOM-020-ENER-2001.

En el apartado de anexos se encuentra el documento completo del cálculo de la NOM-020 con los que se mostraron los resultados anteriores.

5.2.6. Estrategias para lograr la eficiencia energética

El análisis bioclimático se centra en estrategias de calentamiento, enfriamiento y en menor medida de des humidificación, las estrategias se presentan bien definidas en las estaciones del año, es decir, para invierno se requiere de calentamiento por medio de ganancias solares en el día, permitiendo la entrada de luz solar por medio de elementos acristalados y de preservar la temperatura interior durante la noche por medio de ganancias internas y evitando filtraciones o flujos de aire provenientes del exterior.

Para estrategias de enfriamiento en los meses con la temperatura y radiación solar más alta, se requieren de acciones de sombreado como aleros en ventanas sobre todo en la fachada sur que limiten el ingreso de ganancias solares directas, al norte también son necesarias protecciones solares como parteluces o aleros. La selección de materiales con bajos niveles de conducción térmica, retraso y amortiguamiento térmico son necesarios para lograr disminuir las ganancias por conducción hacia el interior de la vivienda. Estos materiales al mismo tiempo ayudan en los meses fríos para mantener al interior la temperatura cálida promovida ya por las acciones de calentamiento.

Por último, la estrategia de ventilación que tiene que ser controlada tanto para los meses fríos, cálidos y lluviosos. En los meses fríos se tiene que limitar el flujo externo de aire al interior para evitar pérdidas de temperatura, en los meses más cálidos se tiene que permitir el flujo al interior y de ser posible la ventilación cruzada para disminuir las temperaturas altas durante el día, en la noche se limita el flujo pues como ya se mencionó todas las noches del año presentan bajos calentamientos. El mismo tiempo esta estrategia de ventilación puede ayudar en la des humidificación de los espacios interiores, promover la circulación de aire durante la noche en época de lluvias ayudaría a disminuir los porcentajes de humedad presentes.

Con los resultados de la NOM-020-ENER-2011 antes mostrados se hace evidente la necesidad de acciones para disminuir las ganancias conductivas en la losa de azotea y de la misma manera se puede lograr una mejoría en las ganancias por radiación con el diseño y la colocación de protección solar en las ventanas de la fachada norte y sur.

De lograrse una disminución en las ganancias totales de la vivienda se beneficiaría el aspecto económico derivado del ahorro en el consumo de energía eléctrica por el des uso de sistemas de climatización para lograr condiciones de confort higrotérmico dentro de la vivienda, por lo que se percibiría también un ambiente interior más confortable para los usuarios.

A continuación, se presenta una matriz de estrategias, en donde se recopilan las recomendaciones para lograr la eficiencia energética de diferentes fuentes para, todas ellas mencionadas en el capítulo 2 del presente documento. Con la intención de dar soporte desde la perspectiva gubernamental tanto al análisis bioclimático como al cálculo de la NOM-020, resultando en la unificación de recomendaciones y acciones en estrategias a seguir para lograr mejorías en el desempeño energético de la vivienda.

Calentamiento					
		Ganancia solar directa y indirecta	Ganancias internas	Minimizar flujo de aire externo	Minimizar la infiltración
Fuente	Análisis Bioclimático	En los meses de noviembre a febrero promover las ganancias solares con elementos acristalados.	Durante las noches a lo largo de todo el año promover el uso de abrigo adicional, chimeneas, lámparas o equipos.	Control de los vientos nocturnos y de al temporada invernal.	Ventanas y puertas herméticas.
	NOM-020-ENER-2011				
	Código de edificación de vivienda			Control de los vientos nocturnos y de al temporada invernal.	
	NAMA vivienda existente				
	NMX-AA-164-SCFI-2013	Cálculo de ganancia de calor por la NOM-020-ENER-2011.			
	Guía uso eficiente de la energía en la vivienda	En los meses fríos de diciembre y enero promover ganancias en la fachada sur por las mañanas.			Ventanas y puertas selladas.
Estrategias	Para los meses entre noviembre y febrero, permitir la entrada de luz solar al interior de la vivienda por medio de elementos traslucidos que no presenten algún nivel de obstrucción en la radiación solar, estrategia básica al amanecer,	Para las temperaturas de bajo calentamiento que se presentan a lo largo de las noches de todo el año, se requieren acciones de abrigo adicional en los usuarios de alguna fuente de calor adicional. Además de preservar la temperatura interior.	Evitar los flujos de aire provenientes del exterior hacia el interior de la vivienda en los meses de la época invernal y en la mayoría de las noches del año.	Evitar que la temperatura interior cálida en los meses de invierno se pierda por filtración. La hermeticidad de puertas y ventanas para evitar el flujo de calor entre interior y exterior.	

Enfriamiento					Des humidificación	Eficiencia energética	
		Minimizar ganancias solares	Ventilación natural	Minimizar calor por conducción	Amortiguamiento térmico	Ventilación natural o inducida	Disminución en consumo de energía
Fuente	Análisis Bioclimático	Aleros en ventanas orientación sur y parteluces en fachada norte, dispositivos de control solar, en verano y primavera	Promover la ventilación cruzada en los días de los meses cálidos y evitar durante el invierno.	Uso de materiales aislantes .	Inercia térmica de los materiales.	Promover la ventilación cruzada en los días de los meses de lluvia y durante la noche, evitar durante el invierno.	
	NOM-020-ENER-2011	Aleros en ventanas de fachada sur y parteluces en ventanas de fachada norte.		Mejorar las ganancias por conducción sobre todo en la losa de azotea.	Materiales que logren amortiguar las ganancias externas sobre todo en la losa.		Mejorar la envolvente de la vivienda por medio de materiales con menor conducción térmica en la losa de azotea y protecciones solares en las ventanas lograr disminuir el consumo de energía eléctrica por uso de equipo de climatización.
	Código de edificación de vivienda	Aleros en ventanas orientación sur y parteluces en fachada norte y control solar en verano y primavera.	Con ventanas operables de buen sellado, aberturas hacia patios interiores, que el aire pase a nivel de los ocupantes.	Materiales que permitan almacenar calor y amortiguar las temperaturas externas, así como con baja conductividad para evitar las ganancias de calor.	Materiales que permitan almacenar calor y amortiguar las temperaturas externas, así como con baja conductividad para evitar las ganancias de calor.	No se requieren equipos auxiliares de climatización.	Cambio de aire acondicionado, refrigerador y televisión ineficientes por equipos de alta eficiencia, sustituir focos incandescentes por lámparas fluorescentes compactas.
	NAMA vivienda existente		Ventanas que economizan la energía.	Aislamiento en el techo y muros.			Electrodomésticos ahorradores de energía eléctrica.
	NMX-AA-164-SCFI-2013	Cálculo de ganancia de calor por la NOM-020-ENER-2011.		Los aislantes térmicos que cumplan con la NOM-018-ENER-2011.			Refrigeradores deben cumplir la NOM-015-ENER-2002, lámparas fluorescentes cumplan la NOM-017-ENER/SCFI.
	Guía uso eficiente de la energía en la vivienda	Doble vidrio en ventanas, minimizar ganancias solares por radiación, pintura de colores claros en muro sur y este, sombreado al sur, usar cristales en ventanas que permitan la entrada de calor en invierno.	Ventilación natural unilateral en los meses de febrero, julio, agosto y noviembre, en los meses de calor ventilación por la tarde.	Aislamiento del techo, color claro en la losa de azotea	Techos masivos de alta inercia térmica.		Cambio de aire acondicionado, refrigerador y televisión ineficientes por equipos de alta eficiencia, sustituir focos incandescentes por lámparas fluorescentes compactas.
Estrategias	Disminuir las ganancias solares por medio de sombreado en las ventanas sur y norte, los aleros al sur y parteluces al norte son necesarios para minimizar las ganancias por radiación solar directa en los meses con niveles superiores a los 700W/m2.	En los meses mas cálidos del año se requiere de ventilación cruzada en el interior de los espacios habitables, el diseño de la ventanería podría ayudar en el caso donde solo se permita la ventilación unilateral.	Disminuir las ganancias por conducción en la envolvente de la vivienda, la losa de azotea presenta el mayor porcentaje del calentamiento por conducción por lo que se requiere de adaptar un sistema aislante que permita bajar las ganancias.	El uso de materiales de alta masa térmica, retraso y amortiguamiento térmico permiten que la radiación alta presente en los meses mas cálidos del año tengan un menor impacto en la temperatura interior de la edificación, el uso de materiales densos y de elevada capacidad térmica ayudaría a disminuir la temperatura elevada en la losa de azotea.	En los meses de época de lluvia y sobre todo en las noches se requiere de acciones de ventilación natural que permitan el flujo de aire externo al interior de los espacios.	Revisión de los aparatos electrodomésticos que cumplan con la normativa vigente para el uso eficiente de la energía eléctrica, la sustitución de luminarias tradicionales por las de bajo consumo, por otro lado con adecuaciones bioclimáticas a la vivienda se evita el uso de sistemas de climatización que requieran de suministro eléctrico.	

Tabla 7 Matriz de estrategias para lograr mejoras en la eficiencia energética. Fuente: Elaboración propia.

5.2.7. Estudio de caso, metodología de evaluación para la adaptación de tecnologías termoaislantes a la vivienda de Villas Belenes

A continuación, se presenta el análisis comparativo que abordará criterios de evaluación para la adaptación de tecnologías termoaislantes en techo a una vivienda existente. Con el objetivo de mejorar el desempeño energético de la vivienda a través de la disminución de ganancias solares por conducción, lo anterior promueve la calidad de vida por medio del confort higrotérmico de los usuarios e intentar promover el desarrollo social próspero. Teniendo de referente al desarrollo sustentable como marco que integra la visión económica, social y ambiental.

El instrumento de evaluación aquí presentado, muestra una serie de indicadores ponderados por cuatro evaluadores de acuerdo a las consideraciones personales de cada uno, cabe mencionar que uno de ellos es usuario de la vivienda estudiada. El instrumento fue concebido desde una perspectiva integradora en lo social, ambiental y económica, por lo que se han elegido dichas dimensiones para su formulación, cada dimensión contempla entre cuatro y cinco criterios de evaluación para las tecnologías elegidas para ser evaluadas.

La selección de tecnologías termoaislantes para techo, se basó en la capacidad del sistema para adaptarse a vivienda existente, la posibilidad de facilitar mano de obra por autogestión y sobre todo que las adaptaciones logren espacios interiores confortables térmicamente; cada uno con características distintas entre ellos en composición e instalación o aplicación. Las tecnologías seleccionadas son: Placa termoaislante para losa de la marca Hebel, agregado de perlita mineral expandida para aislamiento térmico en azoteas llamado "Termocret" de la marca Termolita y el sistema modular de azotea verde de Ecotejado plántica.

El presente apartado se desarrolló de manera conjunta con la Arq. Lourdes Nadsheli Coronado Arias y la Arq. Cristina Gutiérrez Quiñones, dentro de la asignatura Materiales y sistemas de edificación sustentables impartida por el Mtro. Francisco Álvarez Partida.

Situación problema

Con las estrategias ya definidas anteriormente es que se desprende el siguiente análisis comparativo, pues las estrategias para lograr enfriamiento por medio de minimizar las ganancias por conducción debido a la poca inercia térmica que tiene la losa de azotea de la vivienda, ya que es el principal elemento conductor de calor, conclusión reafirmada por la entrevista realizada a la Srita. Samantha Muñoz usuaria de la vivienda estudiada quién menciona lo siguiente:

“Samantha: si por ejemplo en tiempo de calor es súper calurosa... creo que la noche es cuando sientes mucho calor, yo duermo abajo, pero en si es lo mismo, no hay una ventilación, dejo la puerta abierta y la ventana abierta... porque en tiempo de calor es muy calurosa sobre todo el atardecer y anochecer porque el sol por ejemplo le pasa por encima pues...” (Entrevista realizada por Guillermo Orozco a Samantha Muñoz el día miércoles 28 de octubre de 2015)

Los usuarios de la vivienda perciben que la principal entrada de calor proviene de la energía calorífica por conducción desde la losa de azotea hacia el espacio interior, provocando que se perciba temperatura más elevada en planta alta en la tarde y al anochecer.

Objetivo

El objetivo fundamental del presente trabajo es desarrollar un instrumento de evaluación de tres sistemas termoaislantes para azoteas, que puedan ser instalados en vivienda ya existentes por medios auto gestionados, con el fin de obtener un recurso que arroje la mejor opción.

Sistemas seleccionados

A continuación, se presenta la descripción y características de los sistemas termoaislantes de azotea seleccionados para ser evaluados en el instrumento desarrollado.

Termocret

El Termocret es un agregado de perlita mineral expandida especial para formular concreto ultraligero. Se utiliza para corregir pendientes y dar aislamiento térmico sobre losas de concreto, madera, lámina y otras. Su formulación incluye aditivos impermeabilizantes, que

aunados a la perlita mineral expandida hacen que las mezclas con TERMOCRET sean concretos de muy baja densidad y absorción, además de presentar un alto factor de aislamiento térmico.

Producto que cumple con: NOM-018-ENER / Certificado para Hipoteca Verde.

Presentación: Saco 100 L, Polipropileno Laminado

Las ventajas encontradas en el producto son las siguientes:

- Único concreto que aísla térmicamente y proporciona pendientes a la vez.
- Elimina humedad interior causada por diferencial de temperaturas en invierno.
- Baja absorción de humedad.
- Reduce el gasto en energía eléctrica en edificaciones con clima artificial.
- Proporciona una superficie lista para recibir impermeabilización o piso en un solo paso.
- Recibe cualquier impermeabilización.
- No se pudre ni se degrada.
- Tan durable como el concreto.
- Resistente al fuego.
- Su instalación no requiere de mano de obra especializada.

Termocret es un material muy versátil y de fácil manejo. Su colocación es muy sencilla: solamente se requiere vaciar el contenido del saco, mezclarlo con cemento en las proporciones adecuadas. Una vez mezclado, se vacía sobre la superficie y siguiendo niveles previamente establecidos con muestras, se enrasa con regla.

En la industria de la construcción se utiliza para:

- Dar pendientes en losas planas.
- Aislar térmicamente cualquier tipo de losa.
- Rellenos para losas de entepiso.
- Reducción de cargas muertas.

La ficha técnica del producto se puede consultar en el Anexo.

Placa Termoaislante HEBEL

Es un producto que ofrece aislamiento térmico contra calor y frío en casas y edificios contruidos con sistemas tradicionales. Las piezas se instalan fácilmente sobre muros y losas de azotea sin requerir mano de obra especializada.

Clase	Dimensiones
AAC-2	Espesor: 5.0 y 7.5 cm
Peso de diseño⁽¹⁾: 28 kg/m ² en Placa de 5.0 cm 40 kg/m ² en Placa de 7.5 cm	Ancho: 20.0 cm Longitud: 62.5 cm
Pza/m²: 8.0	Conductividad térmica⁽²⁾: 0.0946 W/mK

⁽¹⁾ Placa y Adhesivo. ⁽²⁾ De acuerdo a Norma: NOM-018-ENER-1997.

Ilustración 59 Características generales de producto Fuente: <http://www.hebel.mx>

Características generales.

Es un producto de Concreto Celular que ofrece grandes bondades en el aislamiento térmico contra calor y frío en casas y edificios contruidos con materiales tradicionales. Es el aislante térmico más eficiente del mercado. El producto se instala fácilmente, tanto en muros como en losas de azotea, sin requerir mano de obra especializada, alcanzando ahorros en consumo de energía eléctrica por concepto de aire acondicionado hasta de un 27%. No se degrada o pierde las propiedades de aislamiento térmico con el transcurrir del tiempo.

- Ligereza: Transportación fácil - Fácil de cortar - Rapidez en la instalación
- Material ecológico: Producto hecho por puros materiales naturales - No uso de combustibles -No contiene sustancias tóxicas ni emite olor.
- Facilidad de instalación: Dimensiones exactas- Fácil de cortar - Rápida colocación con menor mano de obra - No se necesita mano de obra especializada - Compatibilidad con cualquier impermeabilizante.
- Durabilidad: Producto no se degrada con el tiempo - Sus propiedades de aislamiento térmico no se pierden con el transcurrir del tiempo - Aislamiento térmico de por vida.

Características de instalación.

La placa termoaislante se instala sobre la losa a manera de piso cerámico, aplicando mortero adhesivo Hebel en el 100% del área de contacto, aplicando mortero adhesivo, el canto o espesor de la placa termoaislante no requiere mortero adhesivo Hebel, la junta entre piezas es a hueso. En losas inclinadas, se deberá habilitar un “tope” de apoyo en los bordes inferiores de la losa (volados). Este “tope” se refuerza mediante el hincado de varillas de 3/8” de diámetro a lo largo del volado y a cada 50 cm, dejando expuesta una punta de varilla de 5 cm y colocando longitudinalmente (perpendicular a la pendiente) una varilla de 3/8” de diámetro. El procedimiento de instalación se describe paso a paso en la página de información del producto, que puede ser consultada en el anexo dos.

A continuación, se muestra una tabla comparativa del panel Hebel con dos productos aislantes disponibles en el mercado. La ficha técnica del producto se puede consultar en el anexo.

Comparativa del Producto			
Comparativa:	Poliestireno Extruido	Poliuretano Espreado	Placa Termoaislante Hebel
Aislamiento Térmico	Muy Bueno	Bueno Disminuye con el tiempo	Excelente
Durabilidad	Se deforma a altas temperaturas	Se degrada con el tiempo Los rayos ultravioleta lo dañan	De por vida
Resistencia al fuego	Altamente Combustible	Altamente Combustible	100% Resistente al fuego No Combustible
Toxicidad	Altamente Tóxico	Altamente Tóxico	No Tóxico
Instalación	Requiere una capa superior de mortero como protección	Requiere equipo y personal especializado. Requiere una capa de mortero cemento-arena de protección	Fácil de Instalar
Impermeabilización	Sólo en frío. No se pueden aplicar impermeabilizantes en caliente o con solventes	Cualquier Tipo Requiere una capa de mortero cemento-arena de protección	Cualquier tipo

Ilustración 60 Tabla comparativa de producto. Fuente: <http://www.hebel.mx>

Sistema modular ECOTEJADO

El núcleo del sistema es el Módulo Ecotelhado®, fabricado en un 90% a base de desperdicios de fábricas de calzado aglomerados con cemento; al módulo se le agrega composta, vegetación y una charola plástica de polietileno reciclado, para almacenar agua.

El sistema modular Ecotelhado se coloca directamente sobre una cubierta impermeabilizada, puede ser pre-vegetado en invernaderos, de tal suerte que al momento de la instalación la planta haya madurado lo suficiente para cubrir en su totalidad el módulo.

El sistema tiene una alta capacidad de retención de agua, permite la aireación de las raíces y pesa tan solo 80 kg por m². Sus dimensiones son de 70cm de largo por 35cm de ancho con 7cm de espesor.

Los beneficios del sistema modular Ecotelhado son:

- Alineado a la certificación LEED, puede aportar hasta 15 puntos.
- Ligereza, su peso puede ser de 60 kg por m², la mitad del peso de un sistema tradicional.
- Aislamiento térmico, al ser 90% una espuma.
- Sencillo de instalar, fácil de retirar y práctico de transportar.
- Al ser modular, permite el mantenimiento de la membrana impermeable, lo cual abre el abanico de sistemas impermeables a utilizar.
- Bajo en mantenimiento.

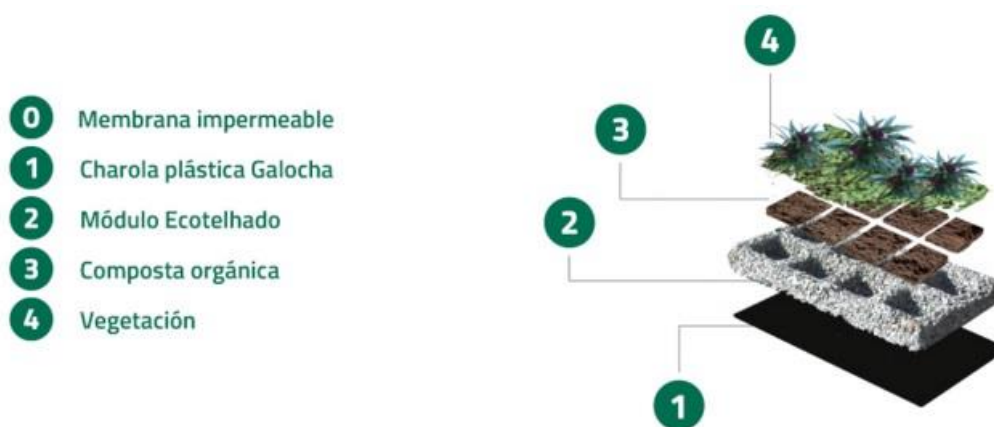


Ilustración 61 Sistema modular Ecotejado. Fuente: <http://plantica.mx/ecotejado>

Los componentes del sistema son:

- Bandeja hecha a base de PET reciclado que actúa como reserva de humedad y nutrientes para las plantas.
- Módulo Ecotelhado® que actúa como un sustrato rígido que permite la filtración del agua y está hecho de materiales reciclados.
- Sustrato ligero Ecotelhado® el cual contiene los nutrientes necesarios para el desarrollo de la vegetación, a un peso muy ligero.
- Vegetación.

Al no existir información de conductividad térmica de los componentes del sistema se consultó el estudio titulado “The GREENROOF module for modelling green roof hydrological and energetic performances within TEB” del cual tomamos como referencia la tabla “General and thermal characteristics of green roof substrate”. [Anexo]

Justificación de criterios e indicadores.

Los criterios de medición que se presentan en la siguiente tabla evalúan tres sistemas termoaislantes para azotea para ser adaptados a una vivienda existente, teniendo como premisa principal aprovechar al máximo los recursos consumidos y minimizar al máximo los impactos generados en la vivienda.

Los criterios seleccionados responden a la dimensión social, ambiental y económica con una perspectiva integradora, cada dimensión contempla cinco criterios los cuales fueron elegidos a partir de la pregunta clave que se desarrolló para tratar de responder las características del sistema en las que enfocaríamos la evaluación, cada uno de ellos fue definido con la finalidad de acotar el enfoque dado en cada uno de ellos. En la tabla consecuente se puede observar los indicadores de ponderación de cada criterio, así como la matriz generadora. Además, se hace referencia a la bibliografía en la que se basan dichos criterios.

A continuación, se muestra la tabla de criterios e indicadores.

	REFERENCIA	CRITERIO	PREGUNTA	DEFINICIÓN	INDICADORES	MATRIZ	FUENTE
SOCIAL	S1,0	Promueve la mano de obra por autogestión	¿la instalación promueve o facilita la mano de obra local o la auto gestión para lograrla ?	El sistema constructivo no considera una instalación especializada por lo que facilita que el usuario la realice.	Nivel de instalación especializada , nivel de instalación media y nivel de instalación sencilla.	Sencilla= 10 Media= 5 Especializada=2.5 N/A= 0	(Green Building Rating Systems: ¿Cómo evaluar la sustentabilidad en la edificación?, 2010)
	S2,0	Empresa socialmente responsable (ESR)	¿la empresa que provee el producto es reconocida como ESR?	La empresa productora del sistema, considera aspectos de responsabilidad social y ética como valores que promueven beneficios locales.	Promueve valores de responsabilidad social y ética. ISO 26000	Promueve = 10 No promueve= 5 N/A = 0	(Green Building Rating Systems: ¿Cómo evaluar la sustentabilidad en la edificación?, 2010)
	S3,0	Confort térmico	¿las adaptaciones al techo logran la temperatura de confort de entre 21°C a 25°C?	Las adaptaciones logran espacios interiores que proporcionan ambientes confortables térmicamente.	La temperatura de los espacios ocupados no debe exceder los 28°C ni estar por debajo de los 19°C	21° a 25°= 10 >25°= 4,5 <21°= 4,5 N/A = 0	Gibberd, J. (2003)
	S4,0	Satisfacción de usuario	¿El sistema crea o mejora el ambiente exterior hacia un entorno mas confortable?	El sistema crea o mejora el ambiente exterior confortable, considerando la experiencia del usuario.	Crea un ambiente más confortable, mejora parcialmente y no lo mejora.	Mejora= 10 Parcialmente= 5 No mejora= 2,5 N/A= 0	(Green Building Rating Systems: ¿Cómo evaluar la sustentabilidad en la edificación?, 2010)
	S5,0	Seguridad en instalación	¿la tecnología adaptada no requiere sistemas de seguridad especializados o herramientas peligrosas?	El sistema no requiere procedimientos inseguros en su instalación que resulten en accidentes.	Nivel de seguridad alto , nivel de seguridad medio y nivel de seguridad bajo.	Alto= 10 Medio= 5 Bajo= 2,5 N/A= 0	Gibberd, J. (2003)
ECONÓMICO	E1,0	Durabilidad	¿Cuál es la garantía temporal del sistema?	Considera el tiempo en años de la resistencia contra el deterioro natural del sistema.	Durabilidad menor de 5 años, durabilidad mayor de 5 años y durabilidad mayor de 10 años.	>10 años = 10 5 - 10 años = 5 <5 años = 2,5 N/A = 0	H. Walbaum et al. / Ecological Indicators 18 (2012) 353 -364. [2.3.5 referencia]
	E2,0	Mantenimiento	¿el mantenimiento del sistema se puede realizar de manera sencilla y económica?	Considera el mantenimiento pueda ser realizado de manera sencilla y económica, sin gran inversión de recursos económicos y humanos.	% de mantenimiento del sistema que puede ser realizada de manera sencilla y segura, con materiales y herramientas básicas no peligrosas.	100% = 10 75% = 7,5 50% = 5 25% = 2,5 N/A = 0	H. Walbaum et al. / Ecological Indicators 18 (2012) 353 -364. [2.3.6 referencia]
	E3,0	Costo por m2	¿ El costo por m2 del sistema resulta factible económicamente?	Considera que el costo por m2 sea factible económicamente para la adaptación de una vivienda.	Costo menor de 500 pesos por m2, mayor de 500 pesos por m2 y mayor a 1000 pesos m2.	< \$500 = 10 \$ 500 - \$ 1000= 5 > \$1000 = 2,5 N/A = 0	H. Walbaum et al. / Ecological Indicators 18 (2012) 353 -364. [2.3.1 referencia]
	E4,0	Adaptabilidad a la vivienda existente	¿El sistema requiere cambios en la estructura de la vivienda para su instalación?	Considera la flexibilidad y facilidad de adaptación del sistema a la vivienda existente.	Facilidad para adaptar el sistema con baja inversión económica (100%) inversión media (50%) inversión alta (25%)	Inv. Baja = 10 Inv. Media = 5 Inv. Alta = 2,5	H. Walbaum et al. / Ecological Indicators 18 (2012) 353 -364. [2.3.9 referencia]
	E5,0	Tiempo de instalación	¿Cuál es el tiempo requerido para la instalación del sistema?	Considera la importancia del tiempo que dedica el usuario a la gestión o instalación del sistema, que influye directamente en el costo.	Periodo de tiempo menor a un día, periodo de tiempo de 1 a 3 día y periodo de tiempo mayor a 3 días.	<1 día = 10 1 - 3 días = 5 > 3 días= 2,5 N/A = 0	H. Walbaum et al. / Ecological Indicators 18 (2012) 353 -364. [2.3.3. referencia]
AMBIENTAL	A1,0	Reciclado y demolición	¿El sistema requiere de bajo esfuerzo para su demolición y reciclado?	Considera el potencial que tiene el sistema para ser reciclado así como los esfuerzos requeridos para su demolición al finalizar su vida útil.	Esfuerzos para demoler y reciclar el sistema y sus componentes, esfuerzo bajo, esfuerzo medio, esfuerzo alto.	Bajo= 10 Medio= 5 Alto= 2,5 N/A= 0	H. Walbaum et al. / Ecological Indicators 18 (2012) 353 -364. [2.3.10 referencia]
	A2,0	Origen de los materiales	¿Qué porcentaje de los componentes del material provienen de fuentes naturales?	Considera el origen natural de los materiales del sistema.	% de material proveniente de una fuente natural	100% = 10 75% = 7,5 50% = 5,0 25% = 2,25 N/A = 0	Gibberd, J. (2003). (Green Building Rating Systems: ¿Cómo evaluar la sustentabilidad en la edificación?, 2010)
	A3,0	Manejo y disposición de residuos	¿el sistema permite que los usuarios realicen separación, reciclaje y reuso de los residuos sólidos producto de proceso de instalación?	Considera la separación, reciclaje y reuso de residuos sólidos generados en la etapa de instalación del sistema.	Facilidad de separación, reciclaje y reuso de residuos sólidos productos de instalación alta, media y baja.	Alta= 10 Media= 5 Baja= 2,5 N/A= 0	Gibberd, J. (2003), Centro Mario Molina (2012)
	A4,0	Materiales y componentes	¿ En un contexto local se pueden encontrar materiales o componentes de bajo consumo energético para lograr las adaptaciones o mantenimiento al sistema?	Considera el uso de materiales locales y de bajo consumo energético en la producción de sistema.	% de materiales y componentes por el volumen de materiales de bajo consumo energético encontrados en un contexto local.	100% = 10 75% = 7,5 50% = 5 25% = 2,5 N/A = 0	Gibberd, J. (2003). (Green Building Rating Systems: ¿Cómo evaluar la sustentabilidad en la edificación?, 2010)

Tabla 8 Elaboración de criterios e indicadores. Fuente: Elaboración propia.

Justificación de selección de indicadores

En el presente apartado se presentan los indicadores de cada dimensión y su justificación.

Dimensión Social.

Promueve la mano de obra por autogestión:

Se deriva de la consideración de la forma como se edifica en el país, la autoconstrucción y autogestión en el proceso de edificación de las viviendas en México es como se realiza la mayor parte de construcción y mejoramiento de las mismas. El que un sistema pueda ser instalado por el mismo usuario o por un tercero sin requerir de mano de obra especializada es relevante para lograr la adaptación de la vivienda a la sustentabilidad.

Empresa socialmente responsable (ESR):

Las empresas que producen el sistema tienen que cumplir las leyes y normas, es una obligación a cualquier empresa que produce un sistema, esta tiene que cumplir las reglas en beneficio de la sociedad. Una ESR implica a la empresa cumplir con prácticas, estrategias o gestión empresarial que promueven un equilibrio entre las dimensiones de la sustentabilidad, la ambiental, económica y social.

Confort térmico:

Este indicador promueve que el espacio interior logre una disminución en la temperatura interna por el sistema adaptado. Los espacios interiores en la vivienda tienen que lograr la temperatura de confort (21°C a 25°C), así los sistemas termo reguladores de los usuarios no intervienen, por ejemplo, con sudación. El sistema que sea adaptado tiene que promover una mejoría significativa en la disminución de temperatura interior proveniente de la losa de azotea.

Satisfacción de usuario:

Un sistema adaptado a la vivienda puede presentar atributos que logren alguna sensación de confort o placer en los usuarios, este indicador promueve que el sistema adaptado al ser

completamente instalado ofrezca al usuario una experiencia placentera en el espacio exterior, ya sea por las percepciones de los sentidos o la sensación de satisfacción.

Seguridad en instalación:

Partiendo de que el sistema pueda ser instalado fácilmente por el usuario sin requerir conocimiento especializado, es importante que no se necesite de herramientas o procedimientos que resulten inseguros que atenten a la salud e integridad de las personas que interviene en el proceso de instalación.

Dimensión Económica.

Durabilidad:

Considerando que el sistema adaptado constituye inversión económica y de tiempo, es que se tiene que contemplar el tiempo en años que el sistema puede resistir frente al deterioro natural, un sistema que dure más años cumpliendo su función resulta en beneficios económicos directos a los usuarios de las viviendas.

Mantenimiento:

El sistema adaptado tiene que promover un mantenimiento que resulte sencillo y económico por parte de los usuarios, un sistema que requiera mínimo de esfuerzo físico y económico resulta más benéfico a lo largo del tiempo para los usuarios de la vivienda.

Costo por metro cuadrado:

El costo por metro cuadrado del sistema es importante porque depende directamente del nivel de inversión que el usuario tiene que realizar, considerando que este tipo de vivienda es habitado en su mayoría por personas con un nivel socioeconómico medio bajo y que algunos de ellos pueden acceder a créditos o financiamientos de programas federales para mejoramiento de vivienda, es que resulta importante el costo inicial por metro cuadrado de sistema, así como costo por metro cuadrado de instalación.

Adaptabilidad de la vivienda existente:

Una vivienda existente es susceptible de modificaciones, mejoras o adaptaciones a lo largo de su vida útil, de lo anterior es que el sistema que sea adaptado promueva la facilidad de adaptación sin necesidad de intervenir estructural o físicamente la vivienda, una vivienda flexible en la que resulte más fácil adaptar algún sistema con baja inversión económica resulta en beneficios económicos para los usuarios.

Tiempo de instalación:

En los costos de instalación un factor importante es el tiempo que requieren los sistemas en sus diferentes etapas para obtener la instalación completa. Además, la consideración del tiempo que destina el usuario para la gestión de la adaptación de dicho sistema, es decir tanto el tiempo de instalación como el de gestión de la adaptación incide directamente en el aspecto económico de los usuarios de la vivienda.

Dimensión Ambiental.

Reciclado y demolición:

Considerando que todos los sistemas y sus componentes llegaran al final de su ciclo de vida es que este indicador promueve que se requieran esfuerzos mínimos para demolición y reciclaje de los componentes.

Origen de los materiales:

Los sistemas tendrán que promover que sus componentes procedan de materiales de origen natural, esto con la finalidad de disminuir los impactos al medio ambiente derivados del proceso de transformación de las materias primas en producto final.

Manejo y disposición de los residuos:

Todo nuevo sistema que pueda ser adaptado a la vivienda genera algún tipo de residuo, ya sea por embalaje o por los desperdicios propios de la instalación. Un sistema que promueva la facilidad de separar, reciclar y reusar los residuos significaría en un menor impacto al medio ambiente.

Materiales y componentes:

Este indicador promueve que los materiales y componentes se puedan encontrar con facilidad y disponibles en un contexto local, lo anterior supone que el consumo energético derivado de la trasportación de los productos sea menor a sistemas con componentes provenientes por importación de otras regiones o países.

Normativa de sistemas

Dentro de la normatividad existente para los sistemas estudiados se determinó tres normativas que establecen las características necesarias para que estos sean funcionales. Dos que se refieren a Aislantes térmicos y una para el sistema de naturación.

Como son tres sistemas diferentes los que se están ponderando para el presente trabajo. Fue necesario realizar la revisión documental de alguna normatividad para cada elemento. Dos sistemas los catalogamos dentro de la misma normatividad sin embargo el tercero recae sobre otra totalmente distinta, no obstante, se puede verificar que en los tres casos tienen algún tipo de norma que los avala.

En la siguiente tabla se muestra las normativas y como es que cumplen con ellas:

NOM-018-ENER-2011, Aislantes térmicos para edificaciones. Características y métodos de prueba.			
Esta Norma Oficial Mexicana establece las características y métodos de prueba que deben cumplir los productos, componentes y elementos termoaislantes, para techos, plafones y muros de las edificaciones.			
ECOTEJADO	PANEL HEBEL	TERMOCRET	
N/A	X	X	Los materiales, productos, componentes y elementos termoaislantes para aislamiento térmico pueden ser colocados sobre estructura soportante de diversos materiales, como concreto, mampostería, estructuras ligeras de madera y metal u otras, en techos planos e inclinados, entresijos, plafones, muros divisorios, doble muro y muros de carga.

N/A	X	X	Los materiales, productos, componentes y elementos termoaislantes para aislamiento térmico pueden ser integrados o colocados en la estructura soportante, de diversos materiales, como concreto y mampostería, estructuras de madera y metal u otras, dependiendo de sus características propias, en techos planos e inclinados, entrepisos, plafones, muros divisorios, doble muro y muros de carga.
N/A	X	X	Los materiales, productos, componentes y elementos termoaislantes para aislamiento térmico pueden ser colocados bajo membranas de impermeabilización en techos planos e inclinados y bajo revestimientos de diversos materiales en plafones, muros divisorios, doble muro y muros de carga.
NOM-009-ENER-1995, Eficiencia energética en aislamientos térmicos industriales			
Esta norma tiene como propósito regular las pérdidas de energía, tanto por disipación al ambiente en sistemas que operen a alta temperatura, como la ganancia de calor en sistemas a baja temperatura mediante el uso adecuado de aislamiento térmico, en instalaciones industriales			
N/A	X	X	
NORMA AMBIENTAL PARA EL DISTRITO FEDERAL NADF-011-AMBT-2007 QUE ESTABLECE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIONES DE COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES EN FUENTES FIJAS DE JURISDICCIÓN DEL DISTRITO FEDERAL QUE UTILIZAN SOLVENTES ORGÁNICOS O PRODUCTOS QUE LOS CONTIENEN			
Los requisitos o especificaciones técnicas, condiciones, parámetros y criterios mínimos de calidad y seguridad, serán aplicables a los materiales y procedimientos constructivos que para tal efecto sean utilizados durante el proceso de planeación, instalación y mantenimiento de los sistemas de naturación.			

X	N/A	N/A	Estabilidad y resistencia mecánica: La naturación y sus componentes deben ser estables y resistir las acciones consideradas en el cálculo estructural de la edificación de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y sus Normas Técnicas Complementarias, se deberá garantizar el correcto comportamiento estático y estructural de la construcción en su conjunto.
X	N/A	N/A	Impermeabilidad: Los sistemas de naturación deben impedir el paso del agua al interior de la edificación protegiéndola de los agentes climáticos previsibles garantizando la evacuación total del agua excedente, una vez alcanzado el estado de saturación del sistema.
X	N/A	N/A	Resistencia a la acción de las raíces sobre la estructura: la naturación debe proyectarse y construirse con los materiales adecuados, garantizando que las raíces de la capa de vegetación no penetren la membrana impermeabilizante para evitar daños a la estructura de la edificación.
X	N/A	N/A	Seguridad civil en maniobras: La naturación debe proyectarse y construirse de modo que permita el acceso para los trabajos de mantenimiento, inspección y reparación tanto de los elementos de la propia superficie a natural como de las instalaciones que discurren por ella, y debe disponer de los

			elementos de seguridad adecuados para el personal que realiza estos trabajos.
--	--	--	---

Evaluación de los sistemas

La propuesta del instrumento evaluador para sistemas termoaislantes para azoteas de vivienda existente, se elaboró con base a la metodología Sustainability Assessment of Technologies (SAT), United Nations Environment Programme, (2012) la cual establece criterios e indicadores genéricos aplicables para sectores específicos. En el caso aquí presentado los criterios se personalizaron, sin embargo, se consideró la aplicación de la metodología a nivel operativo para evaluar sistemas de tecnología alternativa, como se muestra más adelante.

La premisa principal para el desarrollo del instrumento evaluador, recae en el discurso que se muestra en la metodología SAT, en donde se menciona que “cuando se trata de tomar decisiones sobre inversiones, los aspectos económicos gobiernan, por lo que las decisiones que implican menor costo son las preferidas sin tomar en cuenta aspectos ambientales y sociales”. Con la intención de realizar una evaluación integral de las tecnologías o sistemas termoaislantes se consideran las tres dimensiones primordiales para un desarrollo sustentable (social, económico y ambiental).

Filtrado

El filtrado de los sistemas termoaislantes para azotea de una vivienda existente, se realizó a través del análisis de diez diferentes posibilidades o sistemas a ser aplicados, comparando la resistencia térmica de cada uno de ellos, así como las ventajas y desventajas. Una vez identificado los datos anteriores proseguimos con el filtro a través de algunos de los criterios que consideramos estratégicos para la elaboración del instrumento evaluador, lo cual nos arrojó tres sistemas que se adecuaban más a la problemática planteada.

Material aislante	Valor R (2.54 cm de espesor)	Ventajas	Desventajas
Poliuretano, en plancha	6.25	Muy buena R; puede usarse con resinas de fibra de vidrio	No siempre es fácil de obtener; relativamente caro
Poliuretano, rociado	7	Muy buena R; puede usarse con resinas de fibra de vidrio; aplicación sencilla con equipo de rociado	No siempre es fácil de obtener; caro; exige equipo especial de rociado
Poliuretano, vertido (mezcla química de dos componentes)	7	Muy buena R; puede usarse con resinas de fibra de vidrio; aplicación relativamente sencilla	No siempre es fácil de obtener; caro; los volúmenes deben calcularse muy cuidadosamente
Poliestireno, en láminas (lisas), nombre comercial «Styrofoam»	5	Fácilmente disponible, de bajo costo, R razonable	No puede usarse con resinas de fibra de vidrio, a no ser que se proteja; se daña fácilmente
Poliestireno, expandido in situ y en perlas moldeadas expandidas. Conocido como Isopor, Polypor, etc.	3.75 a 4.0	Valores de R razonables, menor costo que las láminas de superficie lisa	No puede usarse con resinas de fibra de vidrio, a no ser que se proteja; se daña fácilmente
Plancha de corcho	3.33	Disponible en muchos mercados; costo razonable; puede recubrirse con fibra de vidrio	R menor que la del poliuretano para espumas de estireno
Rollos de lana de fibra de vidrio	3.3	Bajo costo; instalación fácil	Absorbe agua u otros líquidos con facilidad, y pierde capacidad aislante al mojarse
Panel HEBEL	3.79	Fácil aplicación	R menor que la pirla expandida
Ecotejado	14.12	Muy buena R; promueve la satisfacción del usuario.	Mantenimiento alto.
Termocret	3.12	Fácilmente disponible; bajo costo	R menor que la del poliuretano para espumas de estireno

Tabla 9 Materiales aislantes comunes: resistencia térmica (R), ventajas e inconvenientes. Fuente: Elaboración propia.

Sistema	Promueve la mano de obra por autogestión	Satisfacción de usuario	Adaptabilidad a la vivienda existente	Origen de los materiales
Poliuretano, en plancha	SI	NO	SI	NO
Poliuretano, rociado	NO	NO	NO	NO
Poliuretano, vertido (mezcla química de dos componentes)	NO	NO	NO	NO
Poliestireno, en láminas (lisas), nombre comercial «Styrofoam»	SI	NO	SI	NO
Poliestireno, expandido in situ y en perlas moldeadas expandidas. Conocido como Isopor, Polypor, etc.	NO	NO	NO	NO
Plancha de corcho	NO	NO	NO	NO
Rollos de lana de fibra de vidrio	SI	NO	SI	NO
Panel HEBEL	SI	NO	SI	SI
Ecotejado	SI	SI	SI	SI
Termocret	SI	NO	SI	SI

Tabla 10 Filtrado de sistemas por criterios estratégicos. Fuente: Elaboración propia.

Evaluación

Del filtrado anterior es que se desprenden los sistemas a ser evaluados a continuación, se muestra la tabla de evaluación con los sistemas seleccionados.

Indicador			Evaluadores								Ponderación		Sistemas Evaluados					
DIMENSIÓN	REFERENCIA	CRITERIO	Cristina Gutiérrez Arquitecta		Nadsheli Coronado Arquitecta		Guillermo Orozco Arquitecto		Carlos F. Muñoz Usuario		Promedio Aritmético	Ponderación Relativa Sustentable	Ecotejado	Ecotejado Ponderado	Placa Hebel	Placa Hebel Ponderado	Termocret	Termocret Ponderado
SOCIAL	S1,0	Promueve la mano de obra por autogestión	9	25.00%	8	24.24%	10	23.81%	9	21.43%	23.62%	7.87%	8	6.30	7	5.51	9	7.09
	S2,0	Empresa socialmente responsable (ESR)	2	5.56%	7	21.21%	7	2.00%	6	14.29%	10.76%	3.59%	9	3.23	9	3.23	9	3.23
	S3,0	Confort térmico	8	22.22%	6	18.18%	10	23.81%	10	23.81%	22.01%	7.34%	9	6.60	9	6.60	7	5.13
	S4,0	Satisfacción de usuario	10	27.78%	8	24.24%	7	16.67%	8	19.05%	21.93%	7.31%	10	7.31	5	3.66	5	3.66
	S5,0	Seguridad en instalación	7	19.44%	4	12.12%	8	19.05%	9	21.43%	18.01%	6.00%	8	4.80	8	4.80	10	6.00
	Sub total		36	100.00%	33	100.00%	42	100.00%	42	100.00%	100.00%	33.33%		28.24		23.80		25.11
ECONÓMICO	E1,0	Durabilidad	8	25.00%	7	22.58%	9	21.95%	10	23.26%	23.20%	7.73%	7	5.41	10	7.73	9	6.96
	E2,0	Mantenimiento	5	15.63%	4	12.90%	8	19.51%	8	18.60%	16.66%	5.55%	5	2.78	8	4.44	8	4.44
	E3,0	Costo por m2	10	31.25%	7	22.58%	7	17.07%	9	20.93%	22.96%	7.65%	9	6.89	8	6.12	10	7.65
	E4,0	Adaptabilidad a la vivienda existente	7	21.88%	9	29.03%	10	24.39%	9	20.93%	24.06%	8.02%	8	6.42	10	8.02	10	8.02
	E5,0	Tiempo de instalación	2	6.25%	4	12.90%	7	17.07%	7	16.28%	13.13%	4.38%	6	2.63	8	3.50	10	4.38
	Sub total		32	100.00%	31	100.00%	41	100.00%	43	100.00%	100.00%	33.33%		24.12		29.82		31.45
AMBIENTAL	A1,0	Reciclado y demolición	5	17.86%	7	24.14%	10	29.41%	8	25.81%	24.30%	8.10%	9	7.29	6	4.86	6	4.86
	A2,0	Origen de los materiales	8	28.57%	5	17.24%	8	23.53%	7	22.58%	22.98%	7.66%	9	6.89	5	3.83	6	4.60
	A3,0	Manejo y disposición de residuos	7	25.00%	8	27.59%	8	23.53%	8	25.81%	25.48%	8.49%	9	7.64	7	5.95	7	5.95
	A4,0	Materiales y componentes	8	28.57%	9	31.03%	8	23.53%	8	25.81%	27.24%	9.08%	10	9.08	8	7.26	8	7.26
	Sub total		28	100.00%	29	100.00%	34	100.00%	31	100.00%	100.00%	33.33%		30.91		21.90		22.67
										100.00%		D. Global	83.27	D. Global	75.52	D. Global	79.22	

Tabla 11 Evaluación con los sistemas seleccionados. Fuente: Elaboración propia.

Dimensión Social.

Promueve la mano de obra por autogestión:

La calificación más alta para este indicador es de 9 al sistema **Termocret** pues resulta más fácil de instalar por personas que no tiene ningún conocimiento especializado, el realizar la mezcla y verterla resulta más fácil para el usuario o la contratación de un albañil para su implementación. **Ecotejado** por el sistema modular y los componentes de capas resulta sencillo para la realización de los ajustes, por otro lado, la placa **Hebel** obtiene la calificación de 7 por que las dimensiones de los paneles requieren de trabajo en la división o corte de las mismas.

Empresa socialmente responsable (ESR):

Las tres empresas que producen los sistemas contemplan en sus estrategias y gestiones administrativas el cumplimiento de las normativas y leyes laborales que promueven un equilibrio ambiental, económico y social, por lo que la calificación es de 9.

Confort térmico:

Para este indicador los sistemas **Ecotejado** y **Hebel** obtienen una calificación de 9 debido al comportamiento térmico y como resultante su desempeño al interior de la vivienda entrando a una temperatura promedio de entre 21°C y 25°C. El sistema **Termocret** requiere de un espesor mucho mayor para alcanzar la temperatura interior de confort.

Satisfacción de usuario:

El nivel de satisfacción es mayor en el sistema de **Ecotejado** pues crea un ambiente en el espacio exterior mucho más agradable para los usuarios, incluso genera la posibilidad de un uso alternativo para el espacio (terrace-jardín). Por otro lado, tanto el sistema **Hebel** como **Termocret** no influye en el nivel de satisfacción del usuario.

Seguridad en instalación:

La calificación para ese indicador se basa en el nivel de seguridad en los instaladores del sistema, el sistema **Termocret** logra la calificación máxima pues minimiza las maniobras a nivel mayor a 3 mts de altura en materiales y herramientas. Por otro lado, los dos sistemas

restantes requieren de subir materiales hasta la azotea de manera más riesgosa ya sea por volumen o cantidad.

Dimensión Económica.

Durabilidad:

La durabilidad en los sistemas es mayor en el producto de **Hebel** pues ofrecen la menor degradación y conservar la resistencia térmica a lo largo de la vida del producto, **Termocret** al ser un material mezclado con concreto ofrece una larga durabilidad por lo que recibe una calificación de 9 y por último la calificación menor la recibe el sistema **Ecotejado** por depender de la materia vegetal, lo anterior incide directamente en el mantenimiento.

Mantenimiento:

Para este indicador se consideró que tanto la placa **Hebel** como el sistema **Termocret** requieren menos mantenimiento derivado de los materiales con los que se componen no se degradan con facilidad, si requieren un sistema de impermeabilización periódica (3 a 5 años) sobre ellos que evite la filtración de agua hasta la losa. **Ecotejado** al ser un producto con componentes vegetales requiere de mayor mantenimiento y esfuerzo por parte de los usuarios para mantener el estado óptimo del producto.

Costo por metro cuadrado:

Los tres sistemas están dentro del rango de \$500 pesos o menos por lo que obtienen calificación positiva, **Termocret** logra la máxima calificación pues es la establece un precio promedio de \$100, **Ecotejado** promedia el precio de \$150 y **Hebel** promedia los \$250.

Adaptabilidad de la vivienda existente:

El sistema que presenta mayor fácil de instalación y que no requiere la modificación estructural o física de la vivienda es el **Termocret** pues al ser una mezcla vertida se adapta a la forma de la losa y es ligera (entre 30 y 40 kg por metro cuadrado), al igual que el sistema **Hebel**. **Ecotejado** por otra parte presenta la desventaja de ser pesado pues cada metro cuadrado pesa un aproximado de 80kg, por lo que se tendrá que estudiar el sistema de losa de la vivienda y que esta no presente algún desgaste o falla.

Tiempo de instalación:

La mayor calificación la obtiene el sistema **Termocret** pues el proceso instalación del sistema es rápido y sencillo, realizar la mezcla y verter sobre la losa para después ser nivelada. Si bien este sistema necesita el conocimiento sobre cómo generar los niveles, cualquier albañil puede realizar el trabajo por la relación o similitud con el de colar concreto. Por otro lado, **Hebel** es un poco más lento por ser un sistema basado en placas que tiene que ser sentadas sobre una mezcla de mortero, por lo que requiere mayor esfuerzo que el sistema anterior. **Ecotejado** presenta la desventaja de ser modular y ser montado sobre diferentes capas para proteger la losa, además de la colocación de la capa vegetal, tanto de tierra como de vegetación para terminar el proceso de instalación.

Dimensión Ambiental.

Reciclado y demolición:

Para este criterio la calificación más alta la logró el sistema de **Ecotejado** porque sus componentes se derivan de materia vegetal que puede ser reintegrada al ecosistema sin mayores esfuerzos y por otro lado los componentes sintéticos provienen de materiales ya reciclados previamente. La calificación de 6 la recibe **Hebel** por ser un sistema de componentes sintéticos que resultan sencillos en el proceso de demolición, pero el reciclaje es complicado por el contenido de concreto de los paneles. Así también el sistema de **Termocret** es el que recibe la misma calificación debido a que el proceso para su demolición resulta complejo, así como la disposición de los residuos derivado de la mezcla de concreto y aditivos impermeables.

Origen de los materiales:

Ecotejado recibe una calificación de 9, si bien algunos de los componentes base del sistema parten de materiales sintéticos reciclados, es el único sistema que presenta contenido de origen vegetal en su composición. El sistema de **Termocret** recibe la calificación de 6 pues además del contenido de concreto en la mezcla el sistema se basa en la perlita mineral expandida que se encuentra en la naturaleza, por último, el sistema **Hebel** recibe la calificación de 5 debido a la composición de concreto de las placas.

Manejo y disposición de los residuos:

Todo nuevo sistema que pueda ser adaptado a la vivienda genera algún tipo de residuo, ya sea por embalaje o por los desperdicios propios de la instalación. Un sistema que promueva la facilidad de separar, reciclar y reusar los residuos significaría en un menor impacto al medio ambiente.

La calificación más alta para este criterio la obtiene el sistema **Ecotejado** debido a que las capas textiles y sintéticas pueden ser solicitadas a medidas específicas, si bien los módulos base resultan un poco más complicados pero las estrategias de modulación pueden resultar efectivas. Los dos sistemas restantes obtienen una calificación de 7 debido a que tanto los paneles como la mezcla de concreto con pirla sufren desperdicios tanto en el material principal como en los adicionales como cementos e impermeabilizantes necesarios para la instalación.

Materiales y componentes:

Este indicador promueve que los materiales y componentes se puedan encontrar con facilidad y disponibles en un contexto local, lo anterior supone que el consumo energético derivado de la trasportación de los productos sea menor a sistemas con componentes provenientes por importación de otras regiones o países.

En este criterio el sistema con la calificación mayor es el sistema **Ecotejado** con 10 pues es desarrollado en un contexto y empresa local, los componentes son fabricados y derivados de residuos de fábricas locales. Los dos sistemas restantes obtienen una calificación de 8 pues si bien se encuentran disponibles en el mercado local, los componentes o algunos de los componentes se importan de otras partes del país o el extranjero por lo que el consumo energético en transporte es mayor.

Gráficos de la evaluación

Evaluación del sistema termo asilante para techo por criterio.

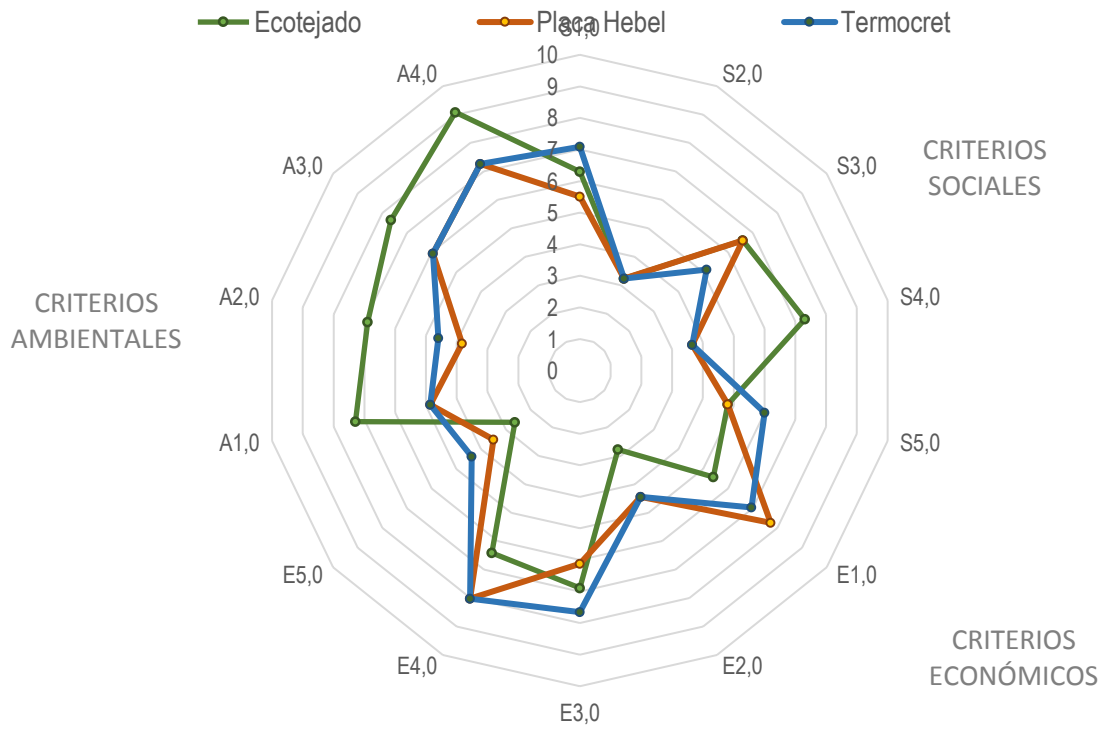


Ilustración 62 Evaluación del sistema por criterio. Fuente: Elaboración propia.

Evaluación del sistema termo asilante para techo por dimensión.

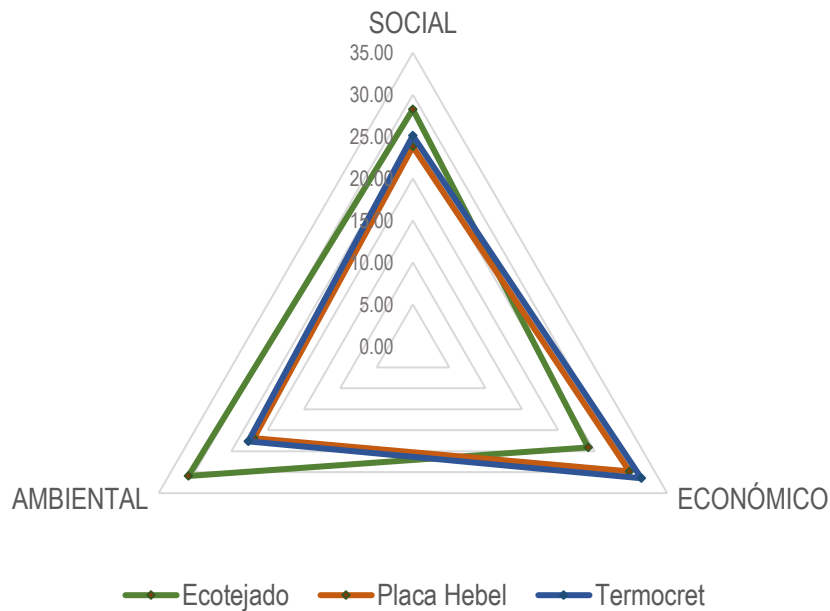


Ilustración 63 Evaluación del sistema por dimensión. Fuente: Elaboración propia.

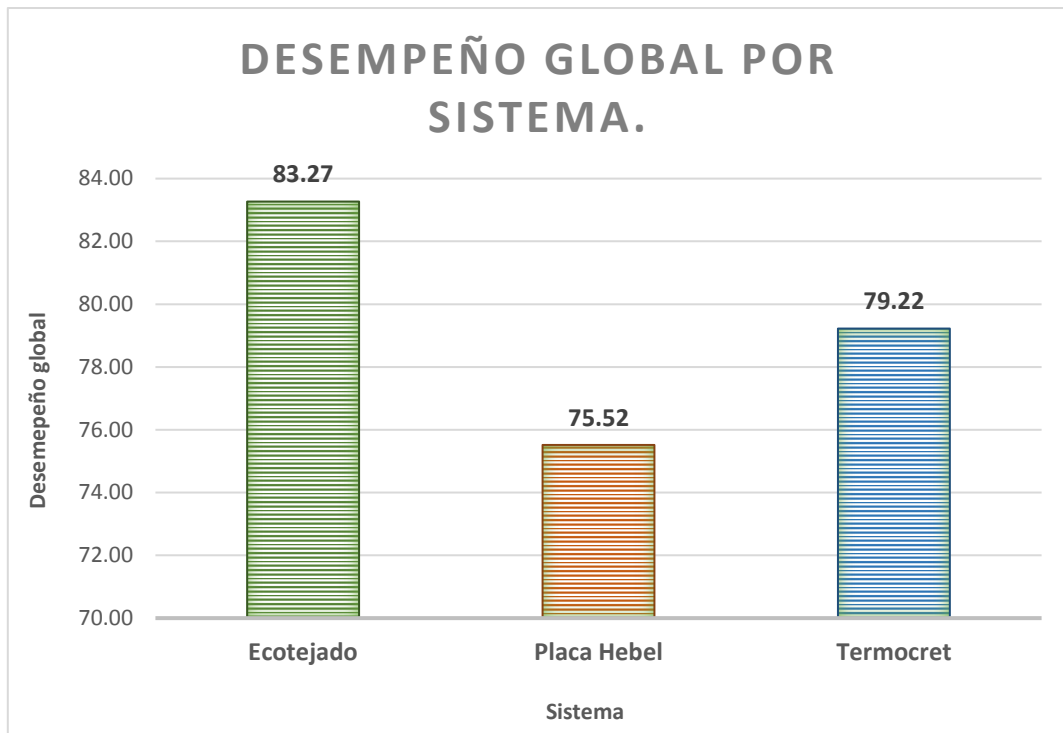


Ilustración 64 Grafica de desempeño global. Fuente: Elaboración propia.

Escenarios futuros de los sistemas

La industria cementera usa el 2% de la energía primaria total a nivel global y comparte el 5% de las emisiones de tipo de gas invernadero según datos obtenidos de la organización eco ingeniería. Aun así, buscan mantener un equilibrio entre la sustentabilidad y el mundo.

La industria cementera parece defenderse argumentando que mientras un edificio sea duradero, “Gracias a la resistencia del concreto” que sería el producto final por excelencia del cemento, esto lo convierte en un producto sustentable y ecológico.

La fabricación del cemento es un proceso complejo que requiere gran cantidad de energía. Una etapa básica de este proceso es la transformación de las materias primas terrosas (CaCO_3 , arcilla y/o esquistos) en clinker (minerales cementosos sintéticos) dentro del horno.

Generalmente, se usan los gases de escape del horno para precalentar las materias primas antes de que entren en el mismo. En la zona de combustión del horno continúa el calentamiento, hasta unos $1,500^\circ\text{C}$, donde los materiales se funden y reaccionan parcialmente para formar el clinker. Se requiere un proceso posterior para convertir el

clinker en cemento. Se añaden pequeñas cantidades de yeso (CaSO_4) y finalmente se tritura la mezcla para obtener un polvo fino.

El control convencional de un horno de cemento requiere los servicios de un operador experimentado que debe interpretar constantemente las condiciones del proceso y efectuar frecuentes ajustes para los puntos de referencia deseados, establecidos por el controlador. Esta tarea es bastante molesta, pero resulta aún más difícil por la complejidad de las respuestas y por las demoras e interacciones entre variables individuales del proceso. En consecuencia, el control convencional del horno impone normalmente un método conservador de funcionamiento, lo que conlleva temperaturas por encima del valor óptimo y por tanto un consumo de energía innecesariamente alto.

Se ha descrito todo este proceso para poder ejemplificar la cantidad de energía, trabajo y materiales que se requieren para fabricar el cemento. La manera en que las cementeras han hecho mejoras para crear fábricas sustentables es reduciendo la cantidad de energía que se requiere para la producción.

A mediano y largo plazo la industria cementera invierte en mejoras y constante investigación para mejorar los costos en su producción y su eficientización en el uso de materiales. Por ser una industria en constante crecimiento no parece que vayan a desaparecer al contrario tienen un crecimiento envidiable a cualquier otra industria de la construcción.

Los techos verdes son conocidos hace siglos, tanto en los climas fríos de Islandia, Escandinavia, USA y Canadá, como en los climas cálidos de Tanzania. En las zonas de climas fríos, "calientan", puesto que almacenan el calor de los ambientes interiores y en los climas cálidos "enfían", ya que mantienen aislados los espacios interiores de las altas temperaturas del exterior. En estos techos, las vegetaciones junto con la tierra moderan extraordinariamente las variaciones de temperatura en los ambientes de la vivienda. De un modo natural el calor acumulado no solo se almacena, sino que también se absorbe. Minke, G. (1992).

En general las cubiertas verdes tienen un impacto neto positivo sobre el ambiente: capturan agua de lluvia, reduciendo así inundaciones y niveles de contaminación;

mejoran la aislación térmica de los edificios y enfrían el aire; representan un hábitat para especies nativas o migratorias; y pueden ayudar a mejorar la calidad de vida.

Las cubiertas verdes se dividen básicamente en dos categorías: extensivas e intensivas. Las extensivas son livianas, de bajo mantenimiento y generalmente inaccesibles. A menudo se plantan en ellas especies con poco requerimiento de humedad, necesitan solamente de 5 a 15 cm de sustrato y suelen subsistir con agua de lluvia.

Las cubiertas verdes intensivas, en cambio, son accesibles y tienen sustratos espesos que alojan una variedad de plantas, desde comestibles y arbustos, hasta árboles. Estas cubiertas suelen precisar una estructura de soporte reforzada y requieren mucho más mantenimiento e irrigación.

Las cubiertas verdes favorecen la biodiversidad y ayudan a crear conciencia sobre el vínculo entre la ciudad y la naturaleza. La preservación de la biodiversidad es una medida que se utiliza comúnmente para evaluar la salud de un ecosistema y es particularmente crítica en áreas desarrolladas. La fragmentación del hábitat, la contaminación y el ruido hacen de las ciudades lugares hostiles para la mayoría de las plantas y animales. Los techos verdes representan un hábitat saludable en el paisaje urbano. Se ha verificado una mayor presencia de aves, y de especies más diversas, así como también la instalación de flora autóctona dispersada por estas.

Hay un serio problema de percepción, lo que pone en peligro el futuro de las azoteas verdes. Se cree que el costo de inversión es alto, por la necesidad de acondicionar las cubiertas. Otra percepción dañina para este sistema es que no hay retorno de inversión. También que representa un gran costo el mantenimiento. Sin embargo, el sistema que está siendo comparado en este trabajo puede vencer todas estas preconcepciones y representar una alternativa viable para todo aquel que pretenda instalar una cubierta verde.

Durante los últimos años se han hecho una serie de normas, leyes y decretos en algunos países incentivando el uso de techos verdes, ya que las ventajas que representan para los usuarios y el resto de las ciudades pueden ser de gran ayuda para la contaminación y el déficit alimenticio que se está viviendo a nivel mundial. Tal es el caso de Buenos Aires, Colombia, México, en Latinoamérica, Copenhague y Toronto, por mencionar algunos.

En el caso de Buenos Aires es la ley No 4428 (SitioSolar), en la cual se describen los incentivos económicos que se otorgan por la cantidad de metros cuadrados que se instalen de techos verdes. En Colombia se ha hecho un acuerdo de ley, esto buscando ser incluido en la Red Mundial de Infraestructura Vegetalizada en la cual ya están integrados México y Brasil.

En Copenhague se han hecho obligatorios los techos verdes para todos los edificios nuevos con pendientes menores a los 30°. Es así como podemos ver una tendencia de los países en moverse hacia los techos verdes, ya sea por necesidad, por costumbre o por una visión a futuro de lo que conviene al medio ambiente.

Y así podemos mencionar otros países como Francia y Suiza donde también ya hay leyes donde es obligatorio la implementación de los techos verdes. Es por ello que a futuro pensamos que el sistema que más eco tendrá en las legislaturas será el de los techos verdes. Emulando a países que han tenido una visión de futuro donde los techos serán verdes.

Conclusiones

Con todo esto podemos concluir que después del estudio, el Ecotejado es el mejor sistema, ya que a diferencia de un sistema que contenga concreto una cubierta verde tiene las ventajas que todo se puede conseguir localmente y su disposición final es reciclable en su base y el resto es tan sencillo como cualquier elemento natural que regresa sin mayor manejo extra a la tierra.

Sin embargo, aún hay que cambiar la percepción de la sociedad, cuestión que no siempre es sencilla, ya que para el usuario el mantenimiento a futuro siempre representará un elemento que detonará la instalación. Sin embargo, las ventajas sociales del Ecotejado superan con creces a los que provienen del cemento.

Por lo tanto, cualquiera de los productos propuestos tiene un futuro prometedor, sin embargo, corresponde a la propuesta arquitectónica, la ubicación, la posibilidad del espacio para crear modificaciones, además de la capacidad económica del usuario lo que finalmente definirá la propuesta final.

El uso de esta metodología basada en el método propuesto en SAT permitirá evaluar diferentes sistemas de manera equilibrada para lograr que la selección de las tecnologías o sistemas sustentables sea la más adecuada con base a las necesidades que la vivienda existente como objeto físico y de los usuarios como gestores de las adaptaciones considerando aspectos ambientales, económicos y sociales para lograr integrar criterios de sustentabilidad a la vivienda.

5.2.8. Comparativa de sistemas con la NOM-020-ENER-2011

Si bien el resultado de la evaluación de los sistemas con la metodología basada en el SAT, arroja como mejor opción el sistema de techo verde Ecotejado, es necesario hacer una comparativa de los sistemas bajo la norma de eficiencia energética en edificaciones para uso habitacional, esto podría ser uno de los parámetros que decidan la elección final de decisión de su implementación.

En este apartado se hará la comparativa de los tres sistemas frente al edificio de referencia y al estado actual de la vivienda, y obtener como resultado el sistema que mayor eficiencia energética presente. Es decir que cada resultado de los diferentes sistemas aquí mencionado será comparado con el cálculo mostrado anteriormente

Propuesta de protección solar en ventanas.

Si bien las ganancias por radiación son menores a las de conducción, se presenta una oportunidad de mejora al incluir en el cálculo aleros para las ventanas, que protejan las ganancias solares directas en los meses más cálidos y que al mismo tiempo permitan el ingreso de calor solar en los meses más fríos.

En la aplicación de la norma se requiere de determinar el factor de corrección de sombreado exterior (SE), para llegar a este es necesario saber el tipo de protección que se va a calcular y la norma los divide en cuatro posibilidades:

- Ventana con volado, con extensión lateral más allá de los límites de ésta
- Ventana con volado, con extensión lateral hasta los límites de ésta.
- Ventana remetida
- Ventana con partesoles

Cada opción ofrece tablas que por latitudes da valores para obtener el factor SE, para este cálculo se determinó el volado con extensión lateral hasta los límites de la ventana.

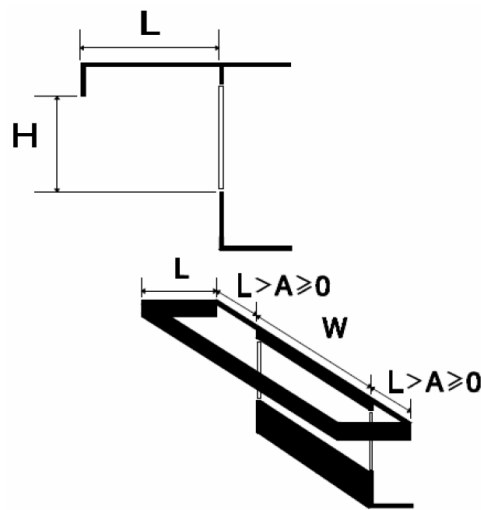


Ilustración 65 Esquema de ejemplo de ventana con volado hasta los límites de la ventana. Fuente: Norma Oficial Mexicana (2011, 09 agosto)

Después se realiza una interpolación de datos como se describe en la imagen siguiente:

Supóngase la siguiente tabla:

W/H	x_n	x_{n+1}
L/H		
y_n	a	b
y_{n+1}	c	d

Si el valor buscado corresponde a:

$$y_n < y < y_{n+1} \qquad y \qquad x_n < x < x_{n+1}$$

donde:

x_n , x_{n+1} , y_n , y_{n+1} son los índices de las tabla y 'x' y 'y' son los valores que correspondan al resultado buscado en la tabla, se utilizan las siguientes fórmulas:

$$F_x = \frac{(x - x_n)}{(x_{n+1} - x_n)} \qquad F_y = \frac{(y - y_n)}{(y_{n+1} - y_n)}$$

$$\text{Valor buscado} = F_x F_y (d - c - b + a) + F_x (b - a) + F_y (c - a) + a$$

Ilustración 66 Procedimiento para la interpolación de datos en tablas. Fuente: Norma Oficial Mexicana (2011, 09 agosto)

El resultado del cálculo anterior da que para las ventanas con orientación hacia el norte el SE= 0.9118 y para las fachadas hacia el sur el SE= 0.64.

Resultado

En este cálculo se observa que las ganancias por conducción se mantienen en el mismo nivel, son en las ganancias por radiación que hay una reducción de 253.93 W frente al edificio de referencia. Aun con esta mejoría las ganancias por conducción siguen pesando en el resultado final por lo que se requieren acciones para cumplir con la norma.

5.- Resumen del cálculo.

5.1.- Presupuesto energético.

	Ganancia de calor por conducción (W).	Ganancia de calor por radiación (W).	Ganancia total de calor de calor $\phi_r = \phi_{rc} + \phi_{rs}$ $\phi_p = \phi_{rc} + \phi_{ps}$ (W)
Referencia (ϕ_{cr})	372.89	744.31	1117.20
Proyectado (ϕ_{cp})	1019.08	490.38	1509.47

5.2.- Cumplimiento.

Si ($\phi_r > \phi_p$) No ($\phi_r < \phi_p$)

Ilustración 67 Resumen del cálculo de la envolvente de la vivienda en Villas Belenes con mejoras en protecciones solares. Fuente: Elaboración propia con datos del cálculo de la NOM-020-ENER-2001.

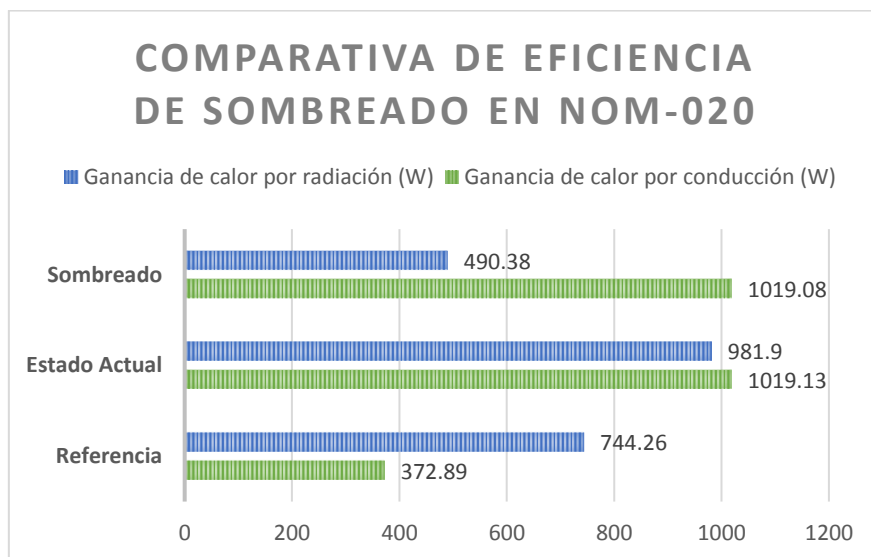


Ilustración 68 Gráfica comparativa de eficiencia de propuesta con protección solar en ventanas respecto al edificio de referencia y estado actual. Fuente: Elaboración propia con datos del cálculo de la NOM-020-ENER-2001.

De lo anterior no se presenta un ahorro de energía respecto al edificio de referencia, pero si muestra un ahorro respecto al estado actual de la vivienda, reflejado en la gráfica inferior el ahorro del edificio de referencia siempre será la base por lo que el valor es igual a cero. Para que proceda el etiquetado se tiene que lograr un ahorro igual o superior al edificio de referencia.

El ahorro de energía solamente por incluir aleros de protección solar en ventanas significa una diferencia de hasta 44% respecto al estado actual.

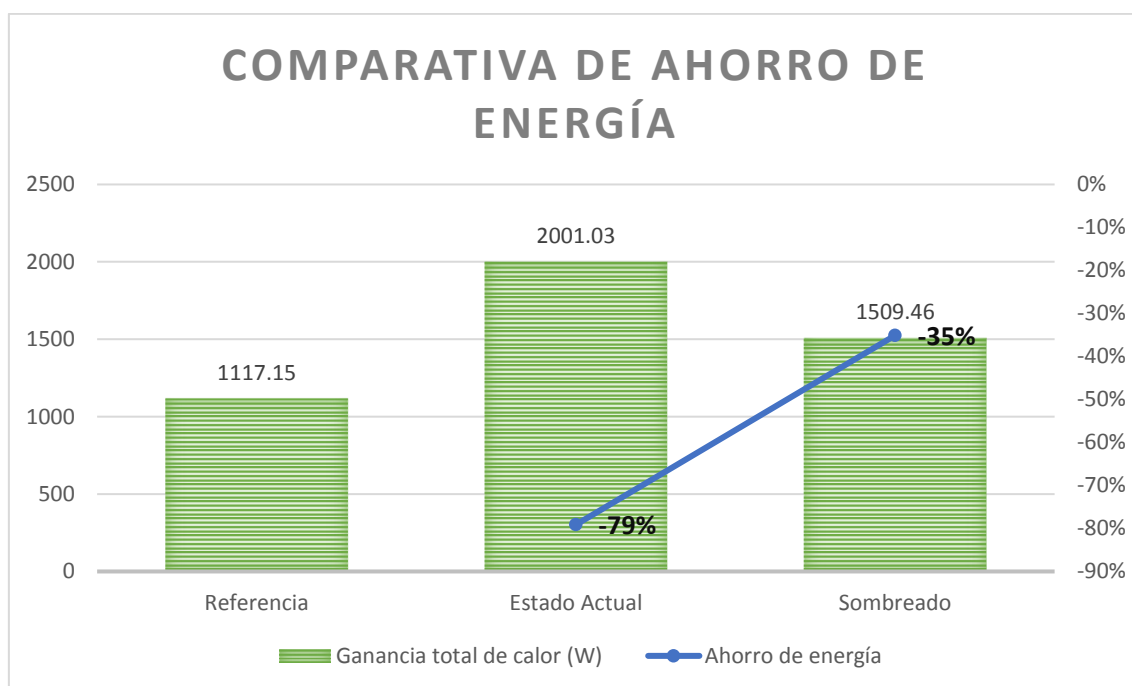


Ilustración 69 Gráfica comparativa de ahorro de energía en la propuesta con protección solar en ventanas respecto al edificio de referencia y estado actual. Fuente: Elaboración propia con datos del cálculo de la NOM-020-ENER-2001.

Con este resultado la vivienda aún no es receptora de la etiqueta que evidencia el cumplimiento de la norma.

Propuesta con sistemas termoaislantes en techo

En relación al cálculo anterior se procede a hacer los cálculos de la NOM-020 con los tres sistemas termoaislantes antes mencionados, y así evaluar el comportamiento de las ganancias por conducción respecto al edificio de referencia y el estado actual.

Es importante mencionar que estos cálculos incluyen el factor de corrección por sombreado exterior (SE) para las ventanas sur y norte, pues estos logran la mejoría en la conducción por radiación que la vivienda necesita.

Para esta comparativa se usaron los parámetros de densidad y conductividad térmica especificados en las fichas técnicas de los proveedores de los sistemas, para el sistema de Ecotejado no se cuenta con información oficial por lo que se usaron parámetros de referencia establecidos por C. S. de Munck, (2013).

La losa de azotea está formada por cuatro capas divididas de la siguiente manera, una losa de concreto armado de 20 cm, una capa de compresión de cemento arena de 7.5 cm, capa de ladrillo de azotea con impermeabilizante de 2.5 cm y una capa interior de aplanado de mortero a base de cal, cemento y arena 2.5 cm de espesor. Y es en cada cálculo que se le agregan capas según el sistema calculado, en las siguientes gráficas se muestra los componentes de cada sistema, el espesor y la conductividad térmica de los mismos.

3.1.- Descripción de la porción	<u>TECHO</u>	Número (*)	<u>5</u>
Componente de la envolvente:	Techo	<u>X</u>	Pared
Material (**)	Espesor (m) /	Conductividad Térmica (W/mK) h o λ (***)	Aislante Térmico (m ² °C/W) Fórmula [/ / (h o λ)]
Convección exterior (****)	<u>1.0</u>	<u>13,0000</u>	<u>0,0769</u>
Concreto armado	<u>0,3000</u>	<u>1,7400</u>	<u>0,1724</u>
Mortero cemento	<u>0,0500</u>	<u>0,6300</u>	<u>0,0794</u>
Aislamiento térmico	<u>0,1000</u>	<u>0,0830</u>	<u>1,2048</u>
Ladrillo exterior con	<u>0,0250</u>	<u>0,7680</u>	<u>0,0326</u>

Ilustración 70 Componentes de la porción de techo con el sistema termoaislante Termocret. Fuente: Elaboración propia con datos del cálculo de la NOM-020-ENER-2001.

3.1.- Descripción de la porción	<u>TECHO HEBEL</u>	Número (*)	<u>6</u>
Componente de la envolvente:	Techo <u>X</u>	Pared	<u> </u>
Material (**)	Espesor (m) /	Conductividad Térmica (W/mK) h o λ (***)	Aislante Térmico (m ² °C/W) Fórmula [/ / (h o λ)]
Convección exterior (****)	<u>1.0</u>	<u>13,0000</u>	<u>0,0769</u>
Concreto armado	<u>0,3000</u>	<u>1,7400</u>	<u>0,1724</u>
Mortero cemento	<u>0,0500</u>	<u>0,6300</u>	<u>0,0794</u>
Ladrillo exterior con	<u>0,0250</u>	<u>0,7680</u>	<u>0,0326</u>
Placa HEBEL	<u>0,0750</u>	<u>0,0950</u>	<u>0,7895</u>

Ilustración 71 Componentes de la porción de techo con el sistema termoaislante Hebel. Fuente: Elaboración propia con datos del cálculo de la NOM-020-ENER-2001.

3.1.- Descripción de la porción	<u>TECHO VERDE</u>	Número (*)	<u>7</u>
Componente de la envolvente:	Techo <u>X</u>	Pared	<u> </u>
Material (**)	Espesor (m) /	Conductividad Térmica (W/mK) h o λ (***)	Aislante Térmico (m ² °C/W) Fórmula [/ / (h o λ)]
Convección exterior (****)	<u>1.0</u>	<u>13,0000</u>	<u>0,0769</u>
Concreto armado	<u>0,3000</u>	<u>1,7400</u>	<u>0,1724</u>
Ladrillo exterior con	<u>0,0250</u>	<u>0,7680</u>	<u>0,0326</u>
Mortero cemento	<u>0,0500</u>	<u>0,6300</u>	<u>0,0794</u>
Ecotejado Sustrato	<u>0,0800</u>	<u>0,1500</u>	<u>0,5333</u>
Ecotejado Drenaje	<u>0,0500</u>	<u>0,1100</u>	<u>0,4545</u>
Ecotejado Membrana	<u>0,0030</u>	<u>0,1600</u>	<u>0,0188</u>
Ecotejado Membrana	<u>0,0600</u>	<u>0,0700</u>	<u>0,8571</u>
Ecotejado Membrana	<u>0,0030</u>	<u>0,1600</u>	<u>0,0188</u>

Ilustración 72 Componentes de la porción de techo con el sistema termoaislante de un techo verde. Fuente: Elaboración propia con datos del cálculo de la NOM-020-ENER-2001.

Resultado

En este apartado de resultados de los sistemas es importante retomar el cálculo donde se muestran los resultados del edificio de referencia y el estado actual de la vivienda, porque es precisamente en esos resultados con los que se puede valorar la mejoría de cada propuesta respecto a las anteriores.

Es clave entonces tener los siguientes datos:

Edificio de referencia = R

Edificio estado actual = P

Con los siguientes resultados para el cálculo de estado actual:

5.- Resumen del cálculo.			
5.1.- Presupuesto energético.			
	Ganancia de calor por conducción (W).	Ganancia de calor por radiación (W).	Ganancia total de calor de calor $\phi_r = \phi_{rc} + \phi_{rs}$ $\phi_p = \phi_{rc} + \phi_{ps}$ (W)
Referencia (ϕ_{cr})	372.89	(ϕ_{sr}) 744.26	1117.16
Proyectado (ϕ_{cp})	1019.13	(ϕ_{sp}) 981.90	2001.03
5.2.- Cumplimiento.			
Si (ϕ_r) > (ϕ_p)	<input type="checkbox"/>	No (ϕ_r) < (ϕ_p)	<input checked="" type="checkbox"/> X

Ilustración 73 Resumen del cálculo de la envolvente de la vivienda en Villas Belenes. Fuente: Elaboración propia con datos del cálculo de la NOM-020-ENER-2001.

Las abreviaturas para los sistemas propuestos se proponen de la siguiente manera:

Propuesta Termocret = PT

Propuesta Hebel= PH

Propuesta Techo Verde= PV

El resultado de los cálculos muestra que el comportamiento de las ganancias por conducción para “PT” si bien disminuye en relación a “R” no logra ser igual o inferior, pero si se observa la ganancia total la vivienda si cumple con la normativa. Lo anterior es producto de las mejoras en las ganancias por conducción como por radiación, por lo que se requiere de la protección solar en ventanas como la aplicación del Termocret como propuesta de mejoras para que se vea reflejado un ahorro energético positivo DE 6% respecto a “R”.

5.- Resumen del calculo.

5.1.- Presupuesto energético.

	Ganancia de calor por conducción (W).	Ganancia de calor por radiación (W).	Ganancia total de calor $\phi_r = \phi_{rc} + \phi_{rs}$ $\phi_p = \phi_{rc} + \phi_{ps}$ (W)
Referencia (ϕ_{cr})	372.89	744.31	1117.20
Proyectado (ϕ_{cp})	559.29	490.38	1049.68

5.2.- Cumplimiento.

Si (ϕ_r) > (ϕ_p) X No (ϕ_r) < (ϕ_p)

Ilustración 74 Resumen del cálculo de la envolvente de la vivienda en Villas Belenes con sistema Termocret. Fuente: Elaboración propia con datos del cálculo de la NOM-020-ENER-2001.

El resultado del cálculo para “PH” es muy similar al anterior, presenta una disminución frente “P”, pero sin alcanzar los niveles de “R”, aún así, las ganancias totales son suficientes para cumplir con la norma y que la vivienda sea sujeta a etiquetado siempre y cuando se implemente en conjunto con el sombreado en ventanas, logrando un ahorro de energía del 0% por lo que apenas cumple con la norma.

5.- Resumen del cálculo.

5.1.- Presupuesto energético.

	Ganancia de calor por conducción (W).	Ganancia de calor por radiación (W).	Ganancia total de calor de calor $\phi_r = \phi_{rc} + \phi_{rs}$ $\phi_p = \phi_{rc} + \phi_{ps}$ (W)
Referencia (ϕ_{cr})	372.89	(ϕ_{sr}) 744.31	1117.20
Proyectado (ϕ_{cp})	624.88	(ϕ_{sp}) 490.38	1115.27

5.2.- Cumplimiento.

Si (ϕ_r) > (ϕ_p) X No (ϕ_r) < (ϕ_p)

Ilustración 75 Resumen del cálculo de la envolvente de la vivienda en Villas Belenes con sistema Hebel. Fuente: Elaboración propia con datos del cálculo de la NOM-020-ENER-2001.

En este cálculo para “PV” se puede observar que este sistema obtiene el mejor comportamiento de los tres analizados pues presenta una disminución de 123.77 W frente a “PH” y de 58.18 W frente a “PT”, aun así, se requieren de las estrategias de sombreado para lograr el cumplimiento de la norma y que en conjunto representen un ahorro de 11% respecto a “R”.

5.1.- Presupuesto energético.

	Ganancia de calor por conducción (W).	Ganancia de calor por radiación (W).	Ganancia total de calor de calor $\phi_r = \phi_{rc} + \phi_{rs}$ $\phi_p = \phi_{rc} + \phi_{ps}$ (W)
Referencia (ϕ_{cr})	372.89	(ϕ_{sr}) 744.31	1117.20
Proyectado (ϕ_{cp})	501.11	(ϕ_{sp}) 490.38	991.50

5.2.- Cumplimiento.

Si (ϕ_r) > (ϕ_p) X No (ϕ_r) < (ϕ_p)

Ilustración 76 Resumen del cálculo de la envolvente de la vivienda en Villas Belenes con sistema de Techo Verde. Fuente: Elaboración propia con datos del cálculo de la NOM-020-ENER-2001.

Si bien los resultados muestran que si existe una mejora en las ganancias por conducción derivadas de la aplicación de los sistemas en la losa de azotea, resulta necesario en todos

los casos aplicar las estrategias de sombreado en ventanas para lograr cumplir con la normativa.

Con todos estos resultados podemos ahora hacer una comparativa de los sistemas frente al estado actual de la vivienda, descartando en esta ocasión el edificio de referencia. En la gráfica inferiores se puede observar con lectura de la parte inferior a la superior que la aplicación de sombreado en las ventanas logra disminuir las ganancias por radiación a casi la mitad, y es en las ganancias por conducción que el sistema “PV” tiene el mejor comportamiento.

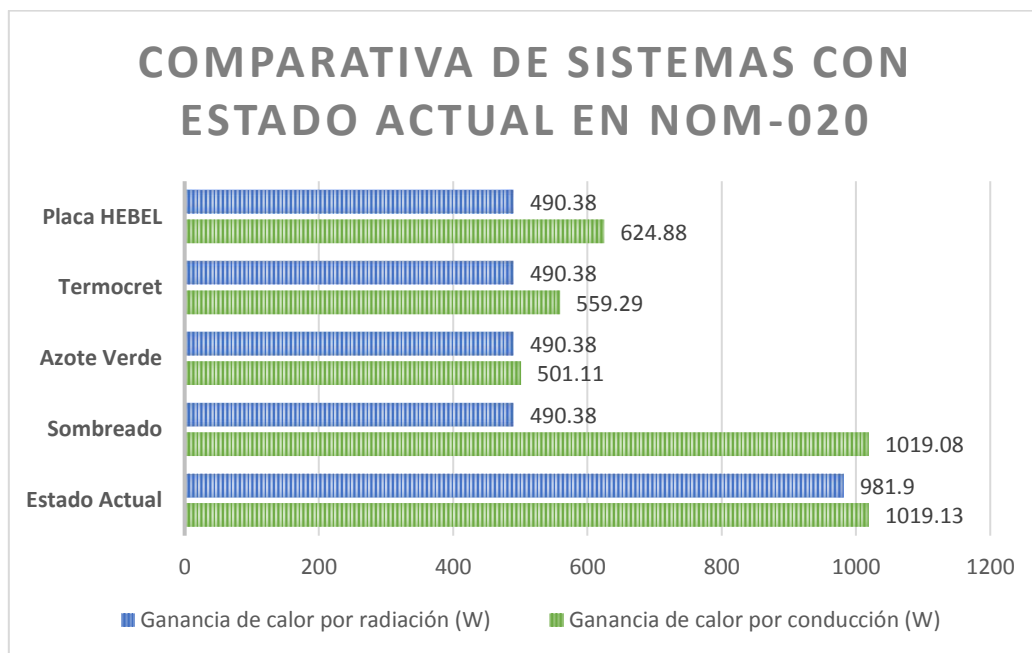


Ilustración 77 Gráfica comparativa de eficiencia de sistemas respecto al estado actual. Fuente: Elaboración propia con datos del cálculo de la NOM-020-ENER-2001.

Como se observa en la gráfica inferior el incluir las protecciones solares en las ventanas ofrecen en todos los casos la mitad del ahorro de energía, el sistema “PH” resulta menos eficiente frente a “PT” y “PV” que logran un ahorro cercano al 50% respecto a “P”.

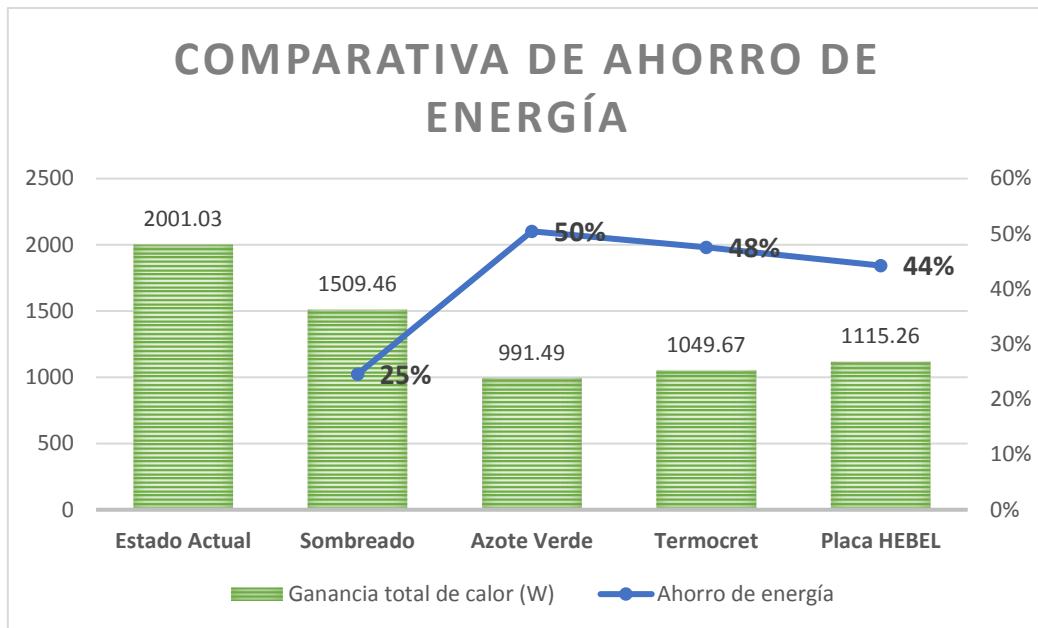


Ilustración 78 Gráfica comparativa de ahorro de energía en de los sistemas respecto al estado actual. Fuente: Elaboración propia con datos del cálculo de la NOM-020-ENER-2001.

Conclusión

De las comparativas anteriores se concluye que la aplicación únicamente de un sistema no resuelve el problema de la ganancia en la vivienda, es la combinación de soluciones las que logran una mejoría real y adecuada.

Además, se comprueba por medio de un cálculo matemático que todas las recomendaciones en el apartado de estrategias para enfriamiento resultan correctas y sí lograrían una mejora en la adaptación de la vivienda.

Como cierre se propone la etiqueta de eficiencia energética por el cumplimiento de la vivienda con la normativa vigente con la aplicación del sistema de azotea verde y sombreando en las ventanas.

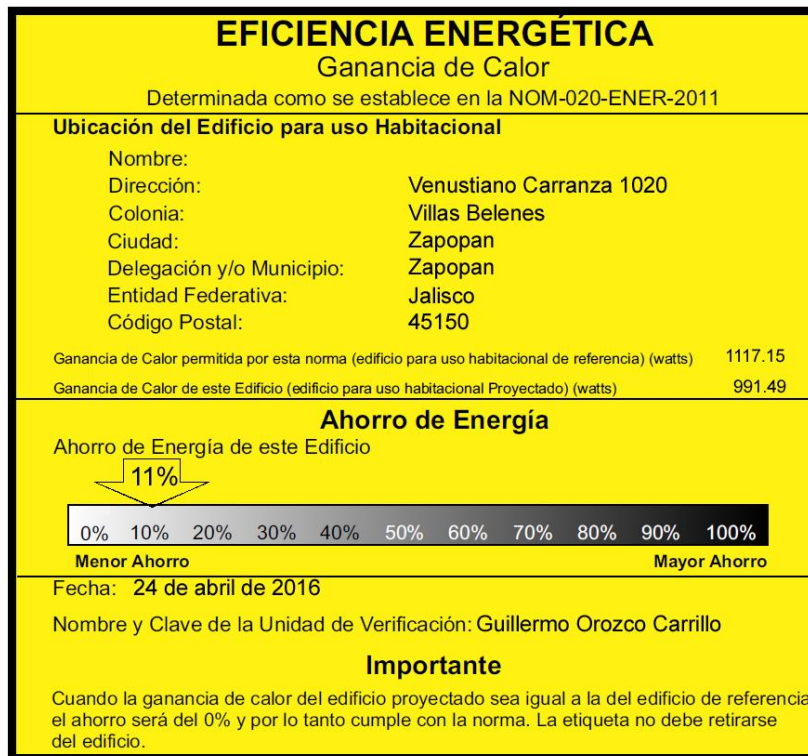


Ilustración 79 Etiqueta de eficiencia energética en la envolvente de la vivienda en Villas Belenes con aplicación de azotea verde y sombreado. Fuente: NOM-020-ENER-2001.

En el apartado de anexos se encuentra los documentos completos de los cálculos de la NOM-020 tanto para la propuesta de sombreado como para los sistemas termoaislantes.

5.2.9. Estudio de flujos de viento

Como se mencionó anteriormente una de las estrategias resultantes del análisis bioclimático es la de ventilación, con la intención de disminuir en el interior de la vivienda las temperaturas elevadas por radiación y conducción, así como los niveles altos de humedad. De lograr una mejoría en la ventilación al interior se promovería una mejor sensación de confort higrotérmico en los usuarios.

Para lograr mejoría en la ventilación de la vivienda se proponen dos adaptaciones que no resulten invasivas en la edificación, tanto en el sistema constructivo como en las funciones realizadas por los usuarios, es decir adaptaciones que no cambien el uso o sensación espacial original de los espacios habitables.

De lo anterior se establece que en la planta baja no se realizaran propuestas o adaptaciones adicionales, es en la planta alta donde se proponen dos adaptaciones

sencillas, la primera es en el techo de las escaleras donde se realizará una apertura en la losa y se introduce una chimenea solar con rejilla de protección para la lluvia. Y la segunda adaptación es una apertura de vano en el muro entre losas de la recámara principal, es decir se aprovecha la diferencia de alturas entre la losa inclinada y la losa plana para abrir un vano con ventanas corredizas para controlar la ventilación en invierno y rejillas de protección solar.

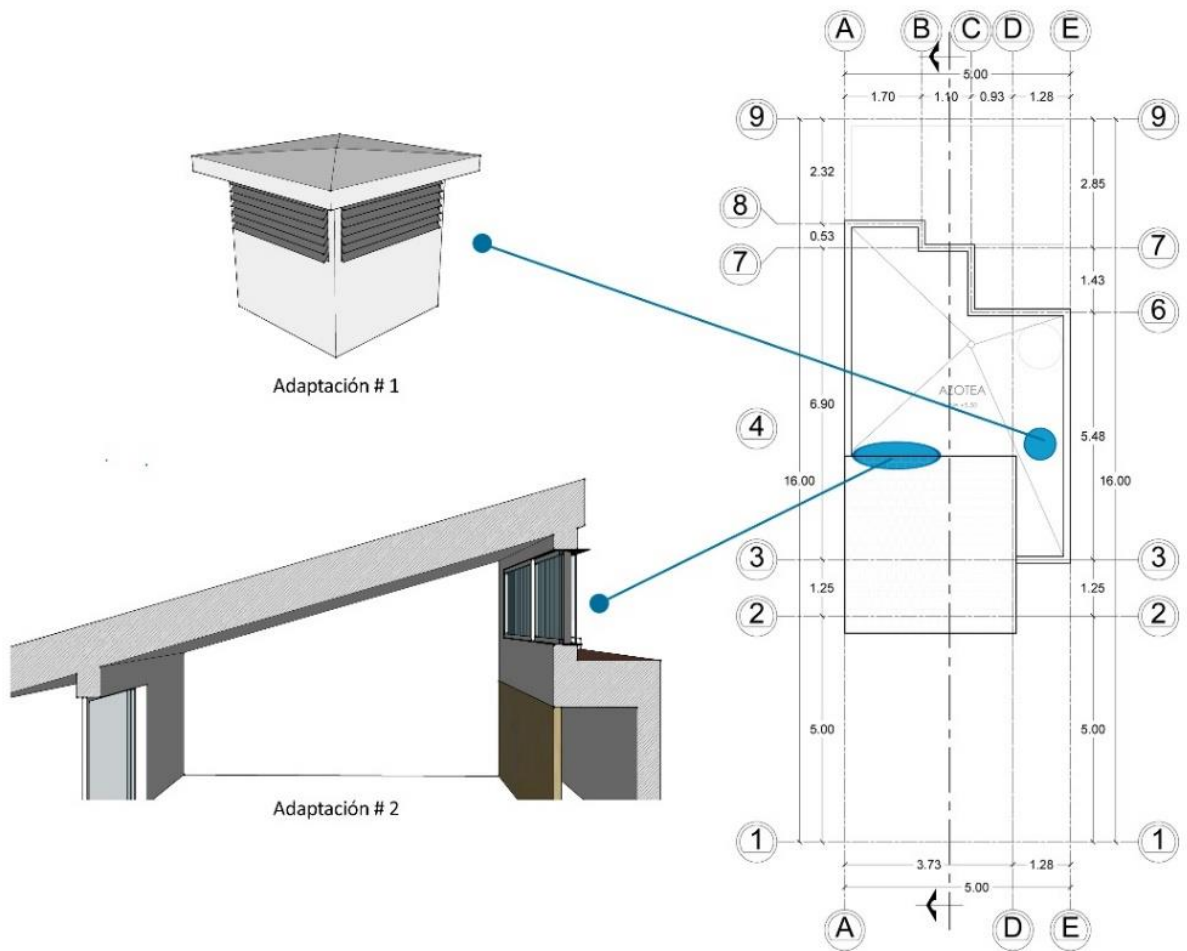


Ilustración 80. Ubicación de adaptaciones en planta de azotea. Fuente: Elaboración propia.

El resultado de dichas adaptaciones se muestra en las siguientes gráficas comparativas entre el estado actual y la propuesta con las adaptaciones que se puedan llevar a cabo de manera sencilla y que resulten en un mejor flujo de aire al interior. El estudio se realizó por medio del software Ecotect con el plug-in de Win-Air; es importante mencionar que todos los análisis se realizaron con puertas cerradas en los espacios interiores, dejando únicamente las ventanas como vanos abiertos al 50%, en gráficas con vista desde planta la altura del análisis se hizo a 1.20 mts del nivel de piso y por último se realizaron dos

análisis en sentido vertical, uno que cruza la sala/comedor y recamaras y el segundo análisis que cruza las escaleras.

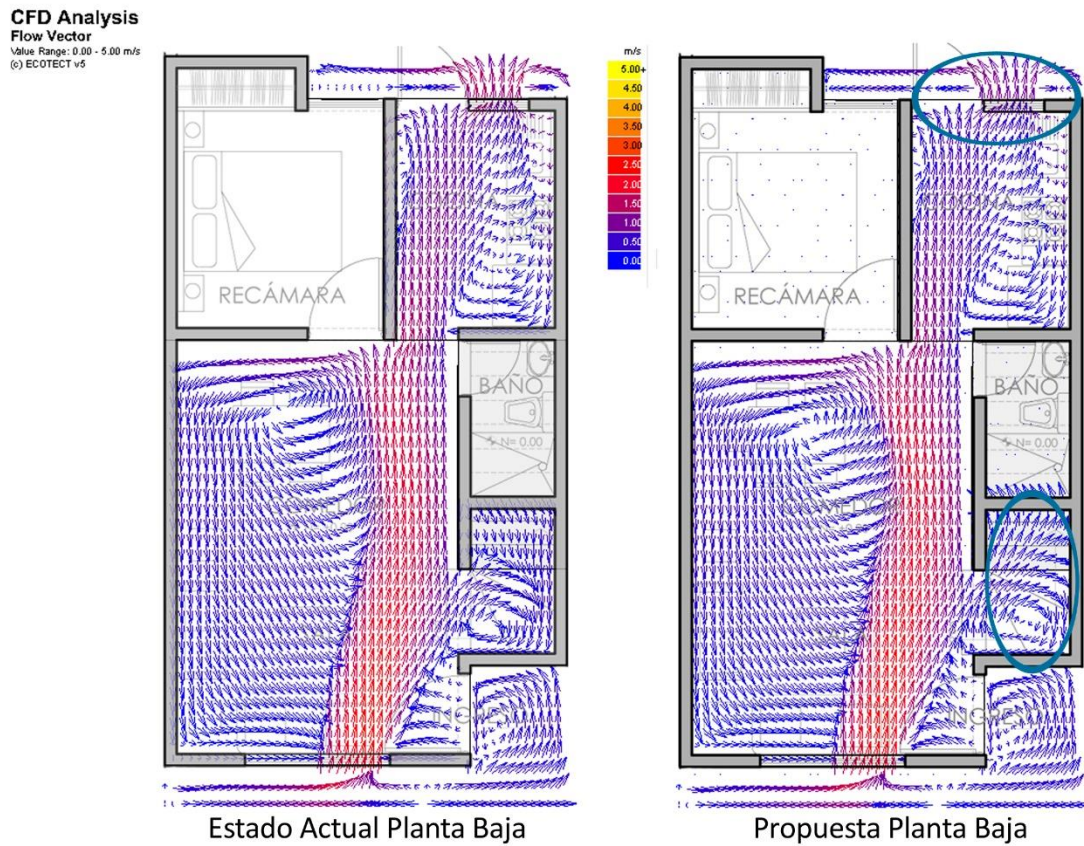


Ilustración 81. Comparativa de flujo de viento de estado actual contra propuesta de adaptaciones en planta baja.
Fuente: Elaboración propia en software Ecotect y Winair.

En la gráfica superior en el estado actual se muestra el flujo de viento en la planta baja de la vivienda y se puede observar que la ventana de la fachada permite un flujo de viento aproximado de 2.0m/s y con dirección hacia la cocina, al mismo tiempo se observa el efecto remolino en el área de comedor y en el inicio de la escalera con velocidades de viento muy cercanas a cero. Y en la propuesta se ve ligeramente el resultado de la adaptación de chimenea solar y se aprecia en el flujo con dirección ascendente en el área de las escaleras y al mismo tiempo este como afecta la velocidad e intensidad del flujo restante en la ventana de la cocina.

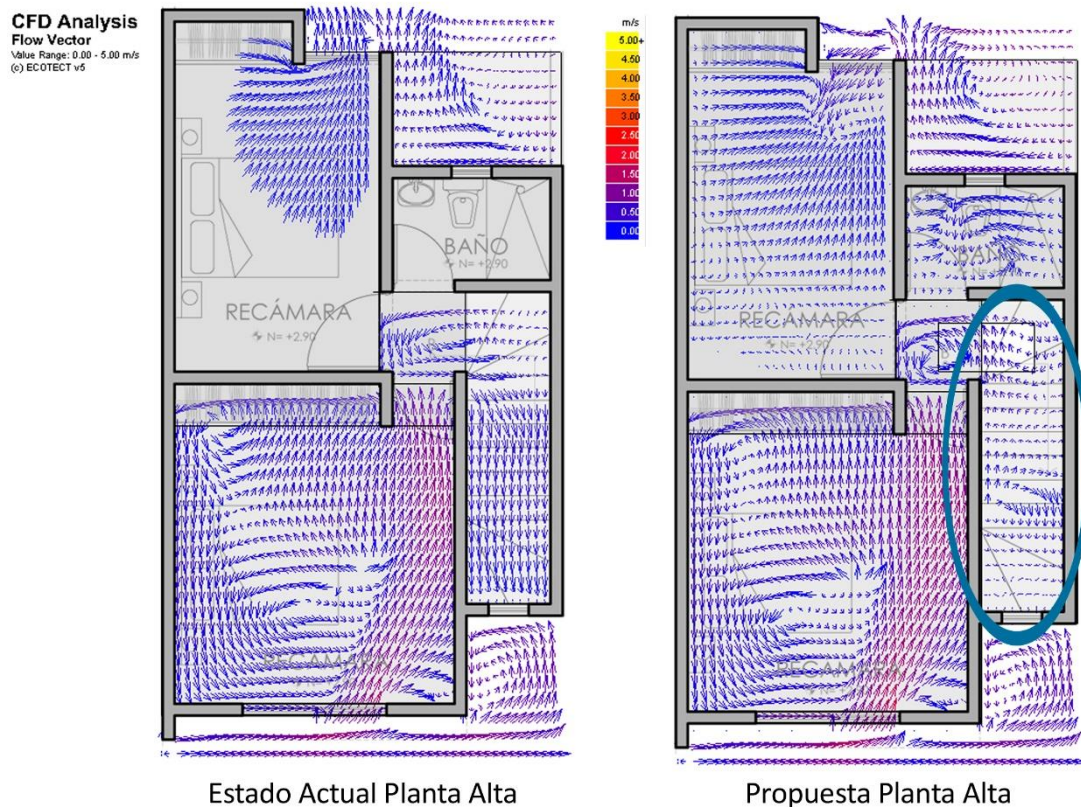
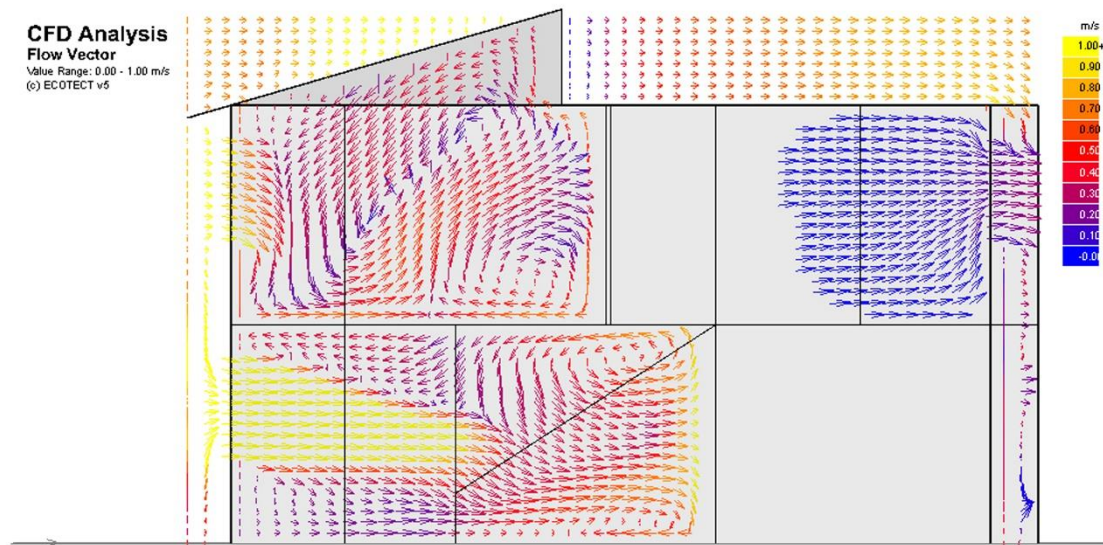
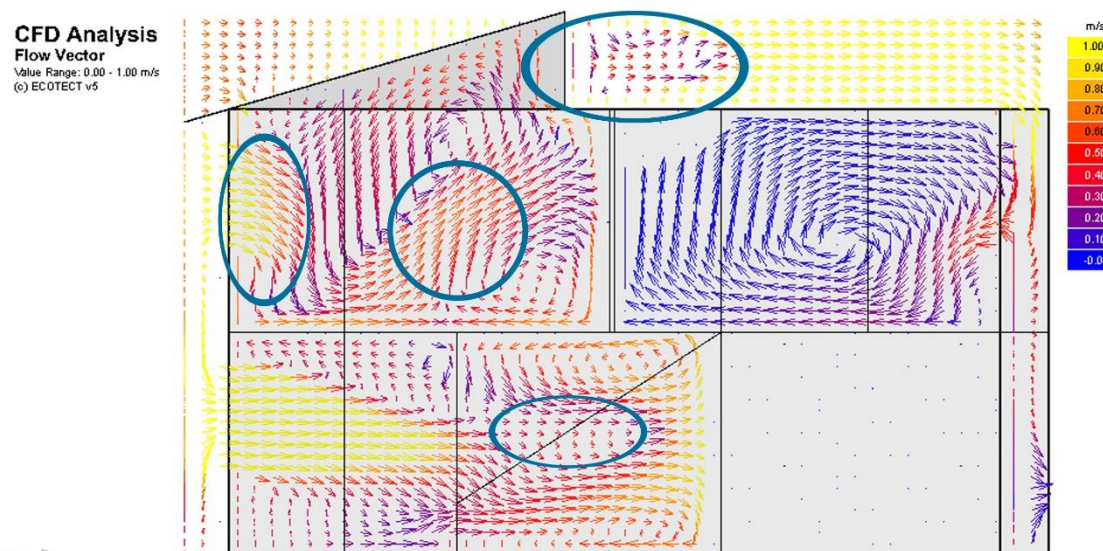


Ilustración 82. Comparativa de flujo de viento de estado actual contra propuesta de adaptaciones en planta alta.
 Fuente: Elaboración propia en software Ecotect y Winair.

En la planta alta del estado actual se puede observar que el flujo de viento en la recámara principal con la ventana abierta en un 50% crea un efecto de remolino, lo que limita la velocidad del viento a 1.5 m/s y en el área de escalera se observa un flujo que regresa hacia la planta baja con velocidades muy cercanas a los 0.5 m/s. En la propuesta se puede observar el resultado de la adaptación de la chimenea solar donde se ve como la dirección del flujo de viento en la escalera es ascendente en comparación al estado actual. La adaptación del vano de ventilación en la recámara principal se aprecia ligeramente en la propuesta con una velocidad del viento apenas superior en el centro de la recamara y con cambios en la dirección del viento de manera ascendente.



Sección 1 Estado Actual



Sección 1 Propuesta

Ilustración 83. Comparativa de flujo de viento de estado actual contra propuesta de adaptaciones en sección uno.
Fuente: Elaboración propia en software Ecotect y Winair.

En el comparativo superior con vista en sección se observa que las ventanas ubicadas en la fachada principal permiten el ingreso del viento en el área de sala comedor en la planta baja y en planta alta en la recámara principal, las dos con velocidades por encima de 1.0m/s, pero con efecto de remolino que limita el flujo de viento hacia el interior de los espacios. En la propuesta se puede observar como la adaptación de chimenea solar cambia ligeramente la dirección del viento hacia la escalera en la planta baja y la adaptación en la recámara principal en planta alta aumenta la velocidad de ingreso del

viento en la ventana, resultando con un mayor flujo en el centro de la habitación y con la salida de flujo de viento por el muro entre losas de azotea.

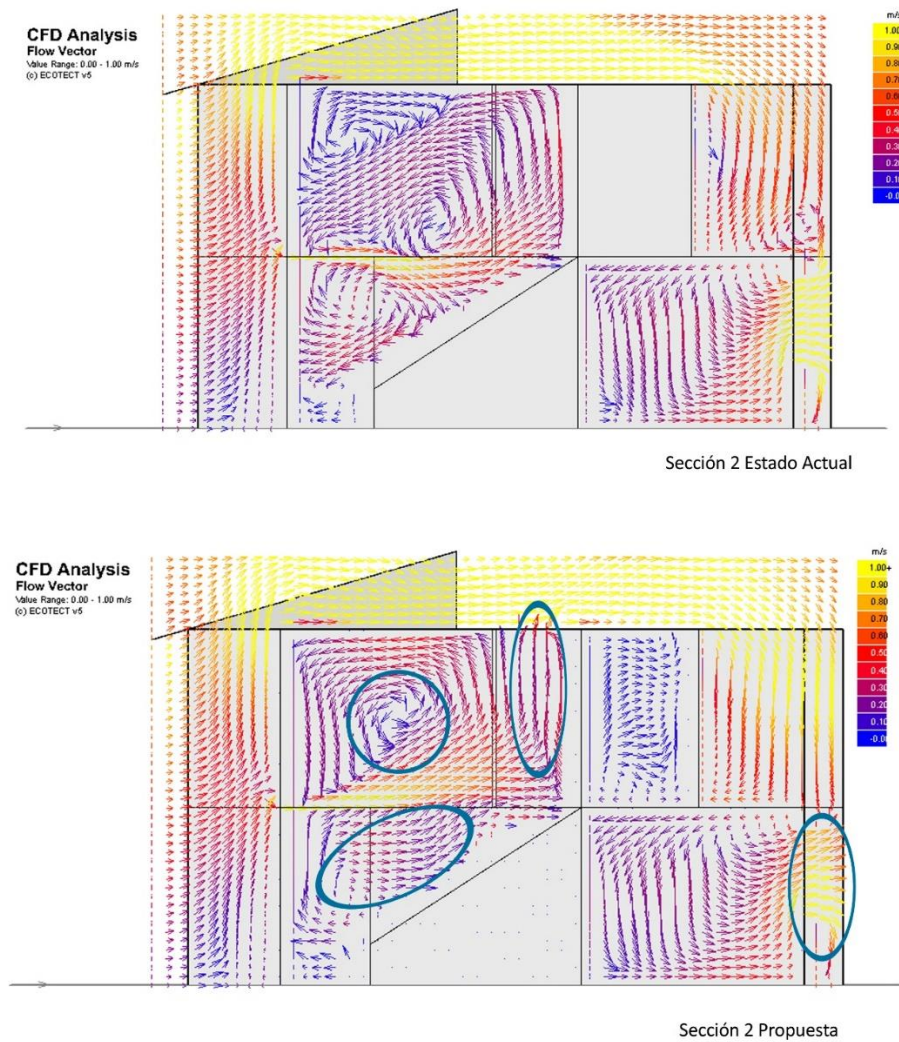


Ilustración 84. Comparativa de flujo de viento de estado actual contra propuesta de adaptaciones en sección dos.
Fuente: Elaboración propia en software Ecotect y Winair.

En la sección del área de escalera en estado actual se puede apreciar un flujo de aire con efecto de remolino proveniente desde la ventana de la fachada principal con velocidades cercanas al 1.0m/s que sube por la escalera y regresa hacia la sala, lo anterior limita las velocidades del viento hasta niveles cercanos 0.1 m/s. Y en el área de la cocina se observan los flujos de aire que salen por la ventana hacia el patio posterior de la vivienda. En la propuesta se puede ver el resultado de la adaptación de la chimenea solar en la escalera, disminuyendo el remolino en la parte baja de la escalera e incrementando el flujo ascendente hacia la chimenea, generando mayor velocidad del viento en todo el

espacio de la escalera. Esta adaptación disminuye al mismo tiempo la salida del viento en la ventana de la cocina.

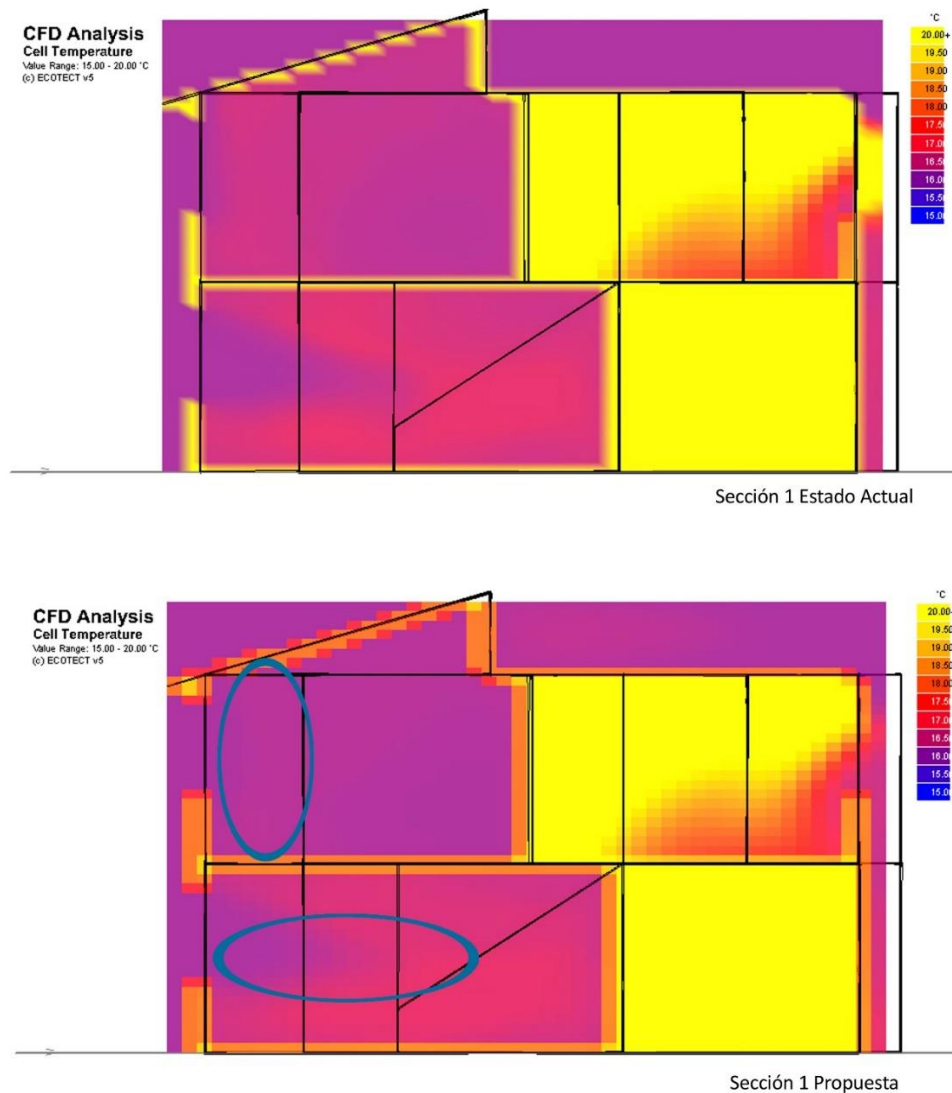


Ilustración 85. Comparativa de temperatura de estado actual contra propuesta de adaptaciones en sección uno.
Fuente: Elaboración propia en software Ecotect y Winair.

El resultado de las adaptaciones es que en la sección de sala/comedor y recámaras, la chimenea solar afecta ligeramente la temperatura interior de la sala derivada de la división de flujos hacia la cocina y hacia la losa de la escalera. Por otro lado, la adaptación de la recámara principal beneficia con 1°C menos en la temperatura interior del espacio.

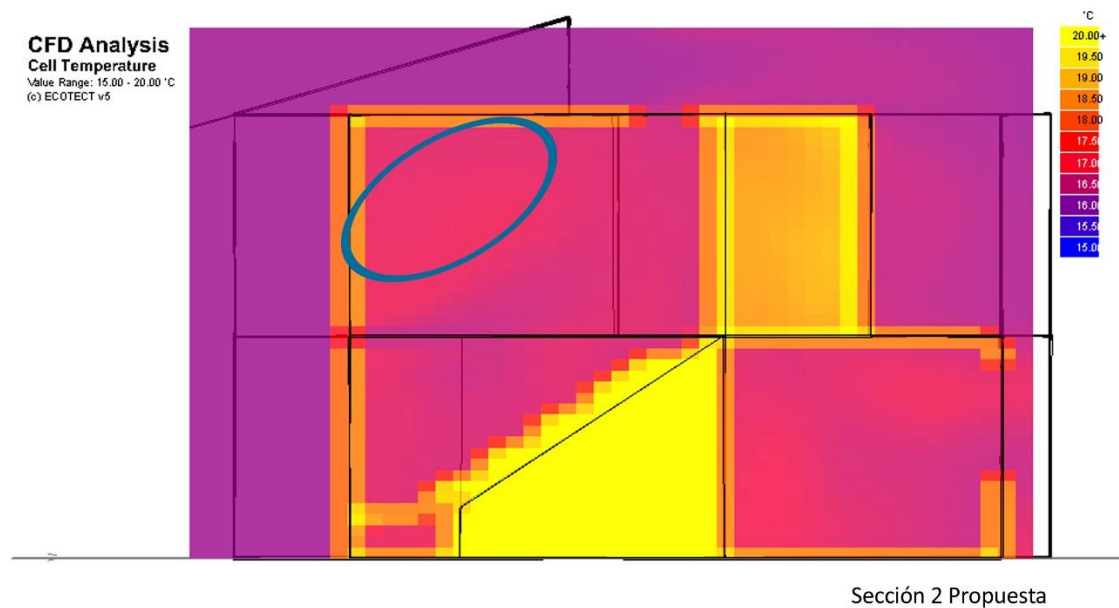
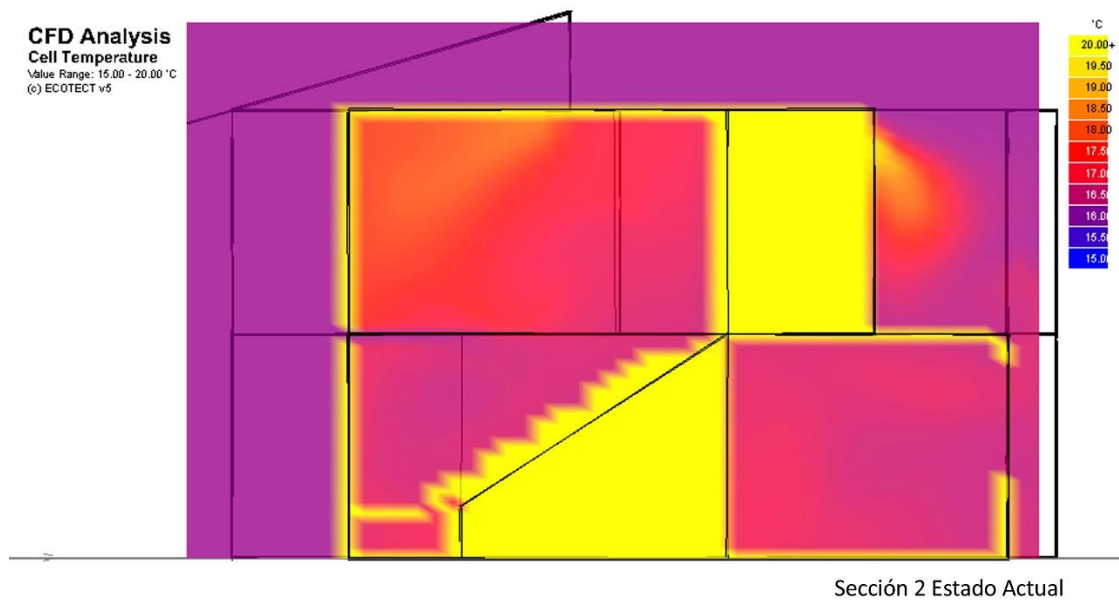


Ilustración 86. Comparativa de temperatura de estado actual contra propuesta de adaptaciones en sección dos. Fuente: Elaboración propia en software Ecotect y Winair.

Y en la sección de la escalera se puede ver que la temperatura disminuye entre 1.0°C y 1.5°C menos respecto al estado actual, como se vio en la sección de sala, el flujo de viento ascendente afecta ligeramente en la temperatura de la sala, pero beneficia con menor temperatura en el área de la escalera.

De lo anterior se resume que los vanos existentes permiten el acceso de aire al interior de la vivienda, pero al mismo tiempo limitados pues no promueven el flujo constante y

uniforme dado los efectos de remolino que disminuyen las velocidades, es decir el que los vanos que permiten el ingreso del viento con velocidades superiores a 1.0m/s sean los mismos que los de salida limitan el viento, terminando con velocidades inferiores a los 0.5m/s, lo que resulta en que el flujo de viento se perciba “encerrado”. Las adaptaciones ayudarían a la mejor circulación del viento dentro de la vivienda sin que representen un desafío técnico o económico para su implementación y logrando una disminución al menos en un grado centígrado al interior de los espacios habitables.

5.2.10. Ahorro por dispositivos eléctricos e iluminación

Como se mencionó en las estrategias para lograr la eficiencia energética, además de las estrategias de adaptación bioclimática a la vivienda son necesarias acciones para disminuir el consumo energético por el uso de aparatos y dispositivos, por lo que resulta importante conocer la cantidad, distribución y consumo de los mismos.

A continuación, se presenta una tabla con la distribución de aparatos y dispositivos electrónicos en los espacios de la vivienda, así como la relación del consumo energético y las horas promedio que son usados a lo largo del día.

Consumo de dispositivos eléctricos en la vivienda					
Espacio	Dispositivo	Grupo	Consumo W/h	Horas de uso	W x Día
Rec 2 PA	TV 19" LCD	Entretenimiento	42.0	3.0	126.0
	Ventilador de piso	Climatización	288.0	8.0	2304.0
	Laptop	Entretenimiento	70.0	4.0	280.0
	Foco Fluorescente 14 W	Iluminación	5.0	8.0	40.0
	Celular	Entretenimiento	5.0	2.0	10.0
	Ventilador de techo	Climatización	80.0	8.0	640.0
Baño PA	Foco Fluorescente 14 W	Iluminación	5.0	3.0	15.0
	Plancha cabello	Higiene	5.0	1.0	5.0
	Secador de cabello	Higiene	700.0	1.0	700.0
Rec Ppl PA	Foco Fluorescente 14 W	Iluminación	5.0	10.0	50.0
	Aparato de audio	Entretenimiento	18.0	1.0	18.0
	Laptop	Entretenimiento	70.0	5.0	350.0
	Ventilador de techo	Climatización	80.0	8.0	640.0
	Celular	Entretenimiento	5.0	2.0	10.0
Escalera	Foco Fluorescente 14 W	Iluminación	5.0	9.0	45.0
Sala	Ventilador de techo	Climatización	80.0	9.0	720.0
	Foco Fluorescente 14 W x 4 Pzas	Iluminación	20.0	9.0	180.0
Comedor	Foco Fluorescente 30W	Iluminación	5.0	9.0	45.0
	TV 32" LCD	Entretenimiento	156.0	5.0	780.0
	Modem	Entretenimiento	10.0	24.0	240.0
	Decodificador	Entretenimiento	6.0	24.0	144.0
	Laptop	Entretenimiento	70.0	4.0	280.0

Rec PB	Foco Fluorescente 14 W	Iluminación	5.0	9.0	45.0
	Celular	Entretenimiento	5.0	2.0	10.0
	IPad	Entretenimiento	20.0	2.0	40.0
	Laptop	Entretenimiento	70.0	5.0	350.0
Cocina	Refrigerador	Cocina	300.0	24.0	7200.0
	Foco Fluorescente 14 W	Iluminación	5.0	8.0	40.0
	Tostador	Cocina	500.0	0.2	75.0
	Cafetera	Cocina	600.0	0.2	120.0
	Licuadaora	Cocina	450.0	0.1	45.0
	Microondas	Cocina	1000.0	0.2	200.0
Baño PB	Foco Incandescente 10 W	Iluminación	10.0	2.0	20.0
Patio	Foco Fluorescente 14 W	Iluminación	5.0	3.0	15.0
	Lavadora 14 Kg	Higiene	200.0	2.0	400.0
	Plancha	Higiene	1000.0	1.0	1000.0
Cochera	Foco Fluorescente 14 W x 2 Pzas	Iluminación	10.0	6.0	60.0

Tabla 12. Dispositivos y electrodomésticos en la vivienda. Fuente: Elaboración propia.

Con relación a la tabla superior se desprende la distribución por grupos, dónde se puede clasificar el consumo de electricidad en la vivienda y observar que el mayor consumidor de energía eléctrica en la vivienda es el grupo de la cocina con 45% del total de la distribución del consumo de energía, cabe mencionar que en gran medida es por el refrigerador pues presenta un consumo aproximado de 300W/h, el resto de los electrodomésticos como licuadora, tostadora, cafetera, etc. se utilizan por un periodo corto de tiempo por lo que no representan un impacto considerable en el consumo total. Una mejora se podría realizar con la limpieza de la rejilla y ventilador trasero del refrigerador existente o con la sustitución por un refrigerador de eficiente aprobado por FIDE, como menciona CONAFOVI, (2006) en la guía para el uso eficiente de la energía eléctrica en la vivienda.

DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO ELÉCTRICO

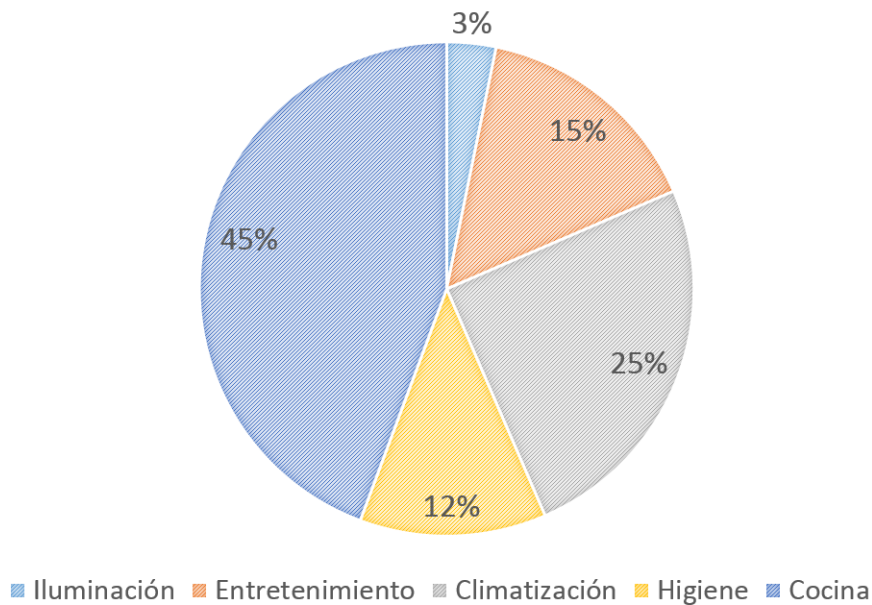


Ilustración 87. Gráfica de distribución de consumo eléctrico en la vivienda. Fuente: Elaboración propia.

El grupo de climatización es segundo con mayor consumo de energía (25% del total), en este caso son los ventiladores de techo que se usan durante la noche, para contrarrestar el calor que los usuarios perciben en la vivienda, los cuales requieren 80W/h. Para ayudar a disminuir dicho consumo se propone cumplir con lo establecido en la NOM-020-ENER-2011, el aislamiento térmico en la losa de azotea y la colocación de protecciones solares en las ventanas ayudaría en la disminuir la transferencia de calor por radiación y conducción al interior de la vivienda, promoviendo el desuso de ventiladores como elementos de climatización.

El tercer grupo de mayor consumo es el de entretenimiento con un 15%, el cual se compone por diferentes dispositivos de uso diario como: televisión, computadoras, celulares, entre otros que tienen un tiempo de uso cercano a las 6 horas al día, si bien estos dispositivos tienen que cumplir con normativas específicas, la recomendación para disminuir el consumo se basa en la desconexión de equipos en periodo de suspenso o no activos como los cargadores de celular conectados, decodificador o módem en horas en las que la vivienda está desocupada o en horas de dormir. El grupo de higiene presenta un 12% en la distribución del consumo de energía eléctrica, que se refiere al uso de electrodomésticos como plancha y lavadora, que requieren de mayor potencia para funcionar.

Y por último el grupo de la iluminación que representa el 3%, esto es el reflejo del uso de lámparas fluorescentes de bajo consumo casi la totalidad de la vivienda. En la tabla inferior de iluminación en la vivienda se puede observar el comparativo de los focos en la vivienda respecto a lo estipulado en el CEV y la NOM-017-ENER/SCFI-2008. Como se puede observar la mayoría de los espacios cumplen con la normativa para las luminarias, pero no así el mínimo establecido en el Código de Edificación de Vivienda, que estipula en el apartado “2706.7 Sistema de iluminación de Vivienda”, que las lámparas instaladas o por instalar deben ser fluorescentes compactas auto balastradas con sello FIDE, de 20W mínimo para espacios interiores y de 13W para espacios en el exterior. Y es de este punto en específico donde no se da el cumplimiento, pues las lámparas en su mayoría son de 14W, la sustitución de 7 lámparas de 14 a 20W permitiría el cumplimiento del CEV y NOM.

Cumplimiento de iluminación en la vivienda respecto a CEV y NOM						
Espacio de la vivienda	Cantidad	Focos en W	CVE W mín.	Cumple CEV	Cumple NOM	Acción
Sala	4	14	20	Si	Si	Ninguna
Comedor	1	30	20	Si	Si	Ninguna
Cocina	1	14	20	No	Si	Sustitución
Recámara PB	1	14	20	No	Si	Sustitución
Patio	1	14	13	Si	Si	Ninguna
Baño PB	1	10	20	No	No	Sustitución
Cochera	2	14	13	Si	Si	Ninguna
Escalera	1	14	20	No	Si	Sustitución
Recámara 2 PA	1	14	20	No	Si	Sustitución
Recámara PP. PA	1	14	20	No	Si	Sustitución
Baño PA	1	14	20	No	Si	Sustitución

Tabla 13. Cumplimiento de luminarias respecto a CEV y NOM. Fuente: Elaboración propia.

Como resultado se puede observar que se requieren acciones ligeras, como el mantenimiento o sustitución del refrigerador, aplicación de la NOM-020 y el cuidado en la conexión y desconexión de dispositivos en modo de “suspensión” o “stand by” cuando no están siendo usados.

5.2.11. Instalación hidráulica de la vivienda

En este apartado se describe el funcionamiento y los componentes que forman la instalación hidráulica de la vivienda en el estado actual. La instalación se divide en tres partes la línea de suministro, la línea de agua fría y la línea de agua caliente que alimentan los diversos componentes.

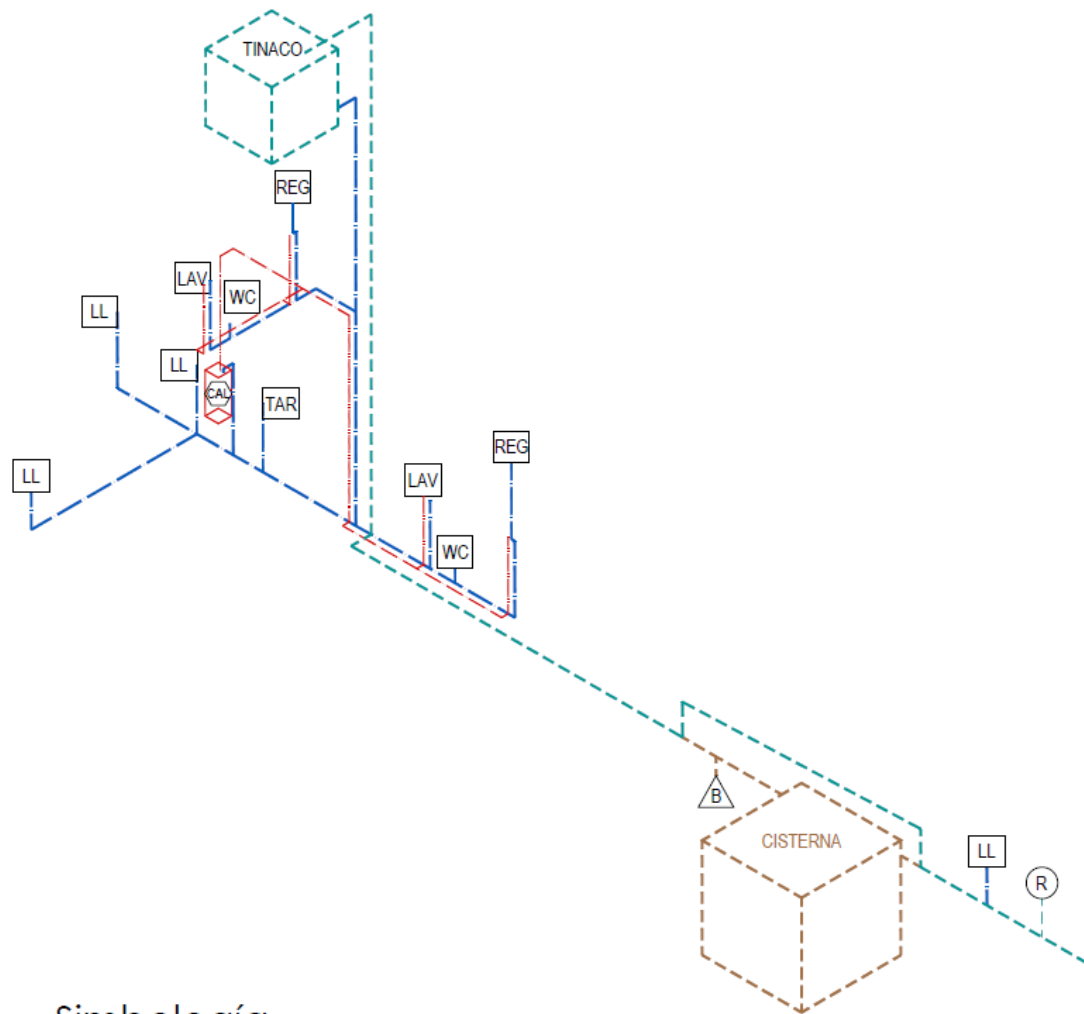
La línea de suministro de agua que proviene de la red intermunicipal de agua potable ingresa a la vivienda con el medidor de flujo con el cual se toma el registro por parte del SIAPA para medir el consumo y generar el cobro correspondiente, después la línea tiene una conexión para una llave de chorro para uso de riego y necesidades en el área del estacionamiento. El flujo continúa hacia el tinaco con capacidad de 400 lts ubicado en la losa de azotea por medio de la presión proveniente de la red de agua potable. Si bien la vivienda cuenta con una cisterna de 3,500 lts y una bomba superficial para lograr llevar el agua hasta el nivel de la azotea, éstas no son usadas puesto que la conexión de la red va directa hasta el tinaco.

La línea de agua fría inicia con el flujo de agua descendente hacia la planta alta y donde surte las salidas de la regadera, inodoro y lavabo del baño de la planta alta, posteriormente alimenta la planta baja, hacia la fachada principal alimenta el baño completo bajo la losa de la escalera. Hacia la fachada posterior alimenta la tarja de la cocina y continua para alimentar el calentador de gas y tres salidas de llave de chorro, una para el lavadero, la salida de la lavadora y una llave de chorro para el uso en el patio.

Por último, la línea de agua caliente que surge a partir de la alimentación el calentador sube al nivel de piso de planta alta y alimenta las salidas de regadera y lavabo, para después bajar y alimentar el baño completo en planta baja y la tarja de la cocina.

El material de los tubos de la instalación es de CPVC de $\frac{3}{4}$ " para las columnas verticales de alimentación en los diferentes niveles y solamente las conexiones individuales de cada salida son en tubos de CPVC de $\frac{1}{2}$ ".

A continuación, se presenta el isométrico general de la instalación hidráulica de la vivienda, divididas en las tres diferentes líneas mencionadas anteriormente.



Simbología

	Línea de suministro		Bomba		Llave de lavabo
	Línea de agua fría		Calentador		Llave de chorro
	Línea de agua caliente		Inodoro		Llave de tarja
	Línea a cisterna		Regadera		Medidor de agua

Ilustración 88. Esquema isométrico de la instalación hidráulica de la vivienda. Fuente: Elaboración propia en software Autocad.

5.2.12. Medición de presión

Para lograr la eficiencia hídrica en la vivienda es necesario que la instalación hidráulica cumpla con la presión mínima necesaria para el funcionamiento correcto de los muebles sanitarios. De lo anterior es que el Código de Edificación de Vivienda 2010, CEV (CONAVI, 2010), establece en el *capítulo 41- Abastecimiento y distribución de agua*, sección *4102.1.2 Sistema de abastecimiento directo* y en el *4102.1.3 Sistema de abastecimiento por gravedad*, que la presión mínima necesaria para que los muebles sanitarios trabajen de manera eficiente es de 0.2 kg/cm²; en la *sección 4103.2 Demanda*, establece que la

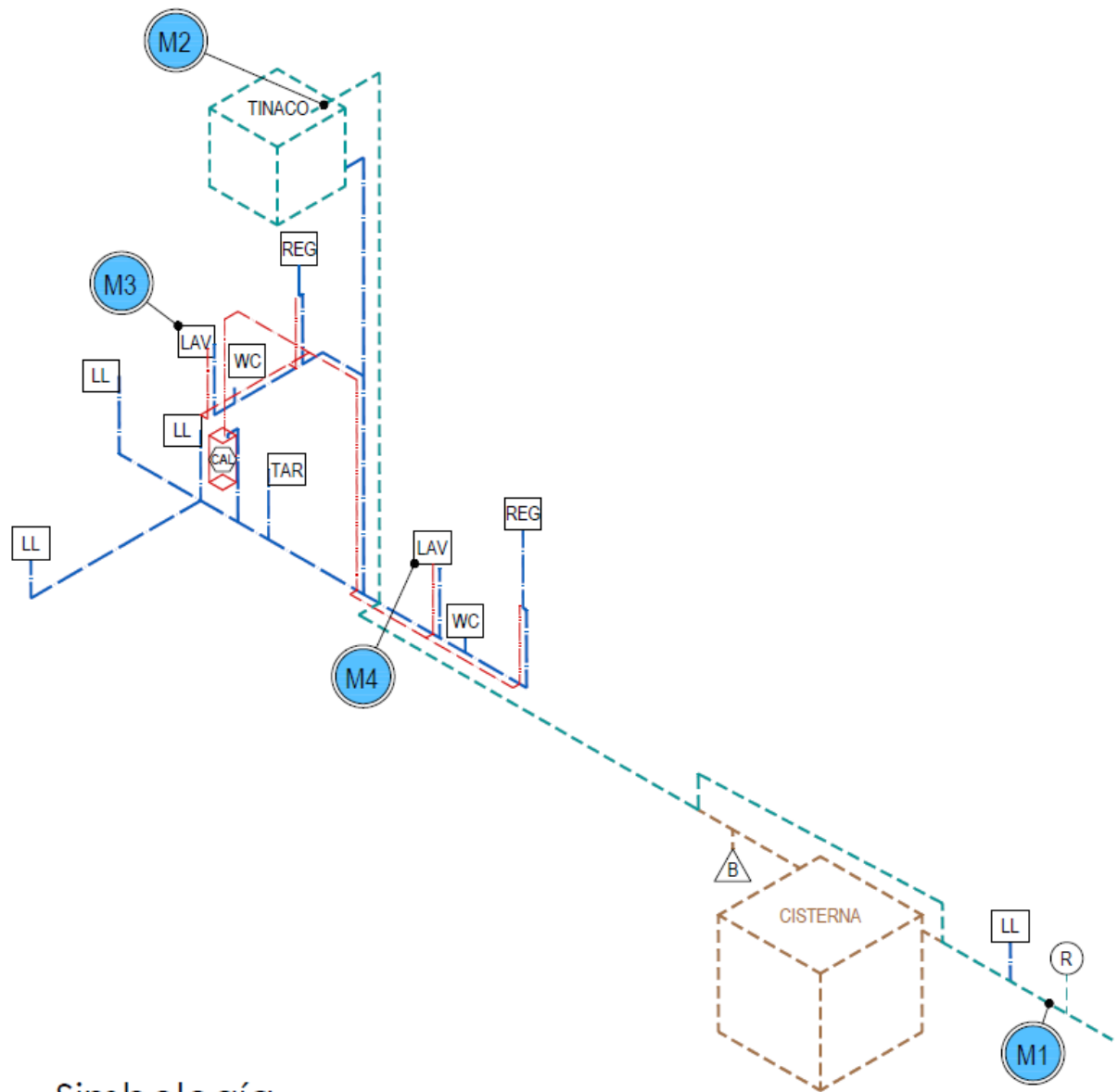
presión mínima para el inodoro (según el tipo) varía entre 1.41 kg/cm² y 0.56 kg/cm², en lo general para las salidas de lavabo, laves de nariz y regadera es de 0.56 kg/cm².

Demanda en la boca de suministro de los muebles y accesorios		
Boca de suministros al mueble o accesorio servido	Velocidad del flujo lts/min	Presión kg/cm ²
Inodoro, tanque, una pieza	22.71	1.41
Inodoro, tanque, cierre acoplado	11.36	0.56
Lavabo	9.46	0.56
Llave de nariz	18.93	0.56
Regadera	11.36	0.56
Lavavajillas	10.41	0.56

Tabla 14. Demanda en la boca de suministro de los muebles y accesorios. Fuente: Elaboración propia con información del CEV 2010, pág., 399.

Medición

Para comprobar si la vivienda cumple con los requerimientos mínimos de presión de agua al interior de la vivienda, se llevaron a cabo las mediciones de presión con un manómetro del maraca INSTRUTEK Serie 100 de hasta 15 PSI y se tomaron en cuatro diferentes puntos de la instalación, la primera medición se realizó justo antes del medidor de agua y así obtener con que presión el agua llega a la vivienda, la segunda se hizo en la salida al tinaco con la intención de saber la presión de agua con la que llega al nivel más alto y que será el punto de distribución por gravedad al resto de la instalación, la tercera medición se hizo en la salida de agua fría del lavabo del baño de planta alta y así obtener la presión en la planta alta, la última medición se llevó acabo en la salida de agua fría del lavabo del baño de planta baja. Con la anterior se tienen los registros de la medición de presión de agua en el ingreso del ramal presentado en las imágenes inferiores como "M1", en la salida al tinaco "M2", en la planta alta "M3" y en la planta baja "M4".



Simbología

---	Línea de suministro		Bomba		Llave de lavabo
—	Línea de agua fría		Calentador		Llave de chorro
- - -	Línea de agua caliente		Inodoro		Llave de tarja
- - -	Línea a cisterna		Regadera		Medidor de agua
			Medición de presión		

Ilustración 89. Esquema isométrico de puntos de medición de presión en la instalación hidráulica de la vivienda.
Fuente: Elaboración propia en software Autocad.

Resultados

El resultado de la medición muestra que el agua potable hasta antes del medidor del SIAPA (M1) tiene una presión ligeramente superior a los 0.9 kg/cm², el agua llega al tinaco (M2) con una presión superior a los 0.32 kg/cm², en la planta alta (M3) presenta una presión de 0.34 kg/cm² y en la planta baja (M4) una presión de 0.60 kg/cm².



Ilustración 90. Registro fotográfico de medición de presión en la vivienda. Fuente: Elaboración propia.

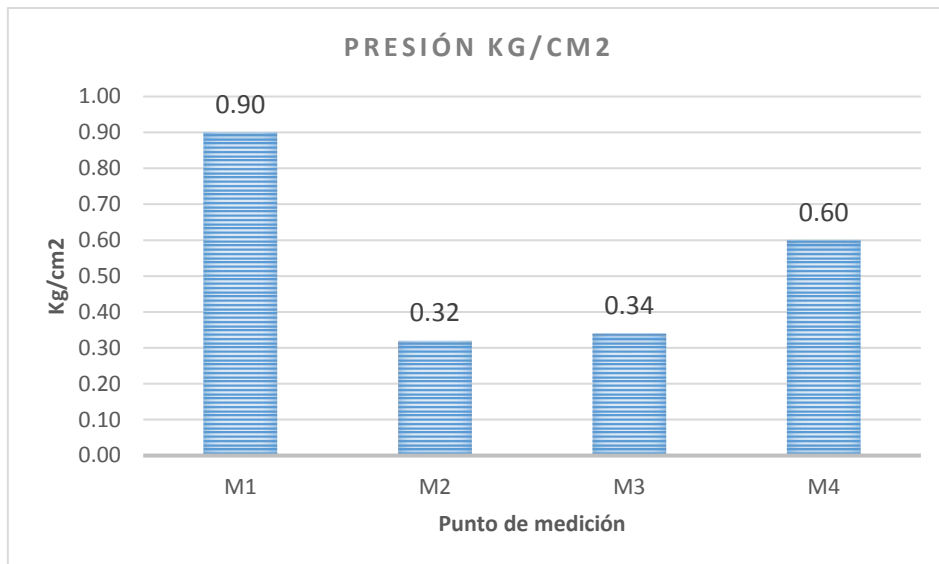


Ilustración 91. Grafica de presión de agua en diferentes alturas de la vivienda. Fuente: Elaboración propia.

Lo anterior muestra que si bien apenas cumple con la presión mínima establecida en el CEV para sistemas de abastecimiento directo o por gravedad, no cumple con la presión mínima establecida en la sección de demanda para los muebles sanitarios ubicados en la planta alta pues es inferior a los 0.56 kg/cm², por lo que se requiere de una acción correctiva que permita aumentar la presión al interior de la vivienda.

Propuesta

Si partimos de la relación que cada metro de altura de diferencia entre el tinaco y las salidas hidráulicas equivale a 0.10 kg/m² es entonces que se requiere una mayor altura en el tinaco para aumentar la presión en la planta alta y cumplir con los requerimientos del CEV.

Como se puede ver en la tabla inferior, la menor diferencia de altura entre el tinaco y las salidas se da como es lógico, en la planta alta y es la salida de la regadera la que requiere el mayor aumento de presión, es decir, subir el tinaco una altura cercana a los 4 metros por encima del nivel en el que se encuentra actualmente y así lograr una presión al menos de 0.56 kg/cm².

Altura del tinaco necesaria para lograr el mínimo de 0.56 kg/cm ²					
Planta	Salida	Diferencia de altura tinaco a salida en mts	Presión Existente kg/cm ²	Aumento de Presión Requerida kg/m ²	Aumento de altura de tinaco Mts.
Azotea	Tinaco	0.00	*	*	*
Planta Alta	Regadera	1.70	0.17	0.39	3.90
	Lavabo	3.20	0.32	0.24	2.40
	Inodoro	3.50	0.35	0.21	2.10
Planta Baja	Llaves patio	5.50	0.55	0.01	0.10
	Grifo cocina	5.70	0.57	-0.01	-0.10
	Lavabo	5.90	0.59	-0.03	-0.30
	Inodoro	6.20	0.62	-0.06	-0.60

Tabla 15. Altura necesaria para cumplir la presión mínima recomendada por el CEV. Fuente: Elaboración propia.

Pero al mismo tiempo la acción de subir el tinaco afectaría al aspecto estético de tener expuesto a la vista el tinaco, pero lo más grave es afectar la presión con la que se llena el tinaco, pues el sistema funciona con la presión actual en la red del SIAPA por lo que la mejor solución es mantener la altura del tinaco e introducir una bomba presurizadora a la salida del tinaco como se muestra en el diagrama inferior, colocar un presurizador de 0.4 HP a 127 V, ofrecería un aumento en la presión de salida de hasta 1.1kg/cm² y con ello lograr la presión que promueva el uso más eficiente de los muebles y accesorios sanitarios.

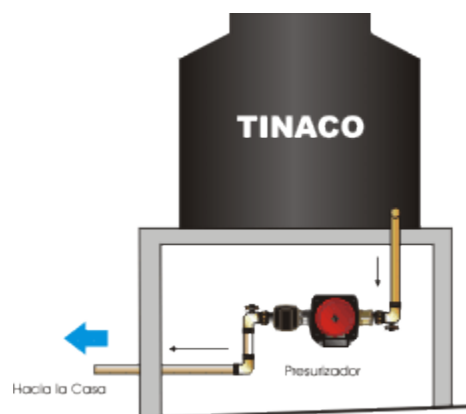


Ilustración 92. Diagrama de colocación de presurizador en salida de tinaco. Fuente: http://www.bombas-vars.com.mx/bombas_vars_tinaco.htm

5.2.13. Estrategias para lograr la eficiencia hídrica en la vivienda

Para lograr el objetivo de eficiencia hídrica en la vivienda que pueda ser alcanzada por medio auto gestionados resulta necesario considerar las diferentes partes que componen el sistema, es decir, las fuentes de abastecimiento de las que proviene el agua, así como la instalación hidráulica y los elementos internos que representan un gasto de agua.

En el caso de las fuentes de abastecimiento de agua en esta vivienda se presenta por la red del Sistema Intermunicipal de los Servicio de Agua Potable y Alcantarillado (SIAPA), dicha red no es sujeta modificaciones o alteraciones por parte de los usuarios por lo que cualquier adaptación tendrá que ser al interior de la vivienda. De lo anterior la posibilidad de sumar una fuente de abastecimiento se da por medio de la captación del agua pluvial para re-uso en la vivienda y es de aquí que surge la necesidad de acciones para captación de agua de lluvia.

Al interior de la vivienda el gasto de agua se presenta en mayor medida en los baños por el uso de la regadera, inodoro y lavabo, además del grifo de la cocina y la lavadora de ropa. De lo anterior es que se requieren acciones para adaptar tecnología aplicable a la vivienda que promueva el ahorro en el consumo de agua, desde los muebles hidrosanitarios como cebolla de regadera, inodoro y grifería hasta recomendaciones del uso y costumbres de los usuarios hacia el consumo de agua.

La revisión documental ofrece apoyo teórico y normativo para lograr dicho objetivo. El Código de edificación de vivienda en el apartado de sustentabilidad menciona acciones para lograr la sustentabilidad en aspectos hídricos y se centra en las acciones de regadera, inodoro, calentador de agua y manejo de agua pluvial. Por su parte la CONAGUA, 2006 en la publicación de “Recomendaciones para ahorrar agua” y CONAFOVI, 2005 en “Guía uso eficiente del agua en desarrollos habitacionales” incluye además de las acciones antes mencionadas, acciones en grifería y por último la norma mexicana NNM-AA-164-SCFI-2013 describe en los apéndices informativos 8 y 9 los lineamientos para la captación de agua pluvial.

A continuación, se presenta la matriz de estrategias, en donde se recopilan las recomendaciones de diferentes fuentes para lograr la eficiencia hídrica, todas ellas

mencionadas en el capítulo 2 del presente documento. Con la intención de dar soporte teórico desde la perspectiva gubernamental y resultando en la unificación de recomendaciones y acciones en estrategias a seguir para lograr mejoras en el desempeño hídrico de la vivienda.

El resultado de la matriz muestra dos estrategias para lograr la eficiencia hídrica, la estrategia para el ahorro en el consumo de agua en los muebles hidrosanitarios de la vivienda es por medio de sustituir los existentes por dispositivos nuevos ahorradores que cumplan con la normativa vigente y recomendaciones de fuentes oficiales. Y la segunda estrategia la de captación de agua pluvial para aprovechamiento por re-uso.

		Eficiencia hídrica				
		Regadera	Inodoro	Calentador de agua	Dispositivos	Agua Pluvial
Fuente	Código de edificación de vivienda	Instalación de dispositivos de grado ecológico que cumplan con la NOM-008-CNA-1998.	Instalación de dispositivos de consumo máximo 5lts. Cumplan con la norma NOM-009-CNA-2001 y la NOM-010-CONAGUA-2000.	Distancia máxima entre calentador y salidas de agua 12mts. Cumplimiento de la norma NOM-020-SEDEG-2003.	-	Utilización prioritaria de agua tratada para la recarga artificial de acuíferos, segunda opción riego de jardines, incentivar el reuso de agua pluviales para lavado de automóviles, riego, sistemas contra incendio e enfriamiento industrial.
	Recomendaciones para ahorrar agua. (CONAGUA 2006)	Instalación de dispositivos reductores o economizadores de flujo para regadera.	Instalación de inodoros ahorradores con tanque no mayor a 6lts. Revisión y mantenimiento periódico de maquinaria interna de tanque así como manguera y llave de tanque a salida.	Considerar aislamiento o acortar el tramo de tubo entre calentador y salida si el agua caliente tarda en salir.	Colocación de aireadores en el grifo de cocina, lavar ropa en lavadora con carga completa.	Aprovechar el agua de lluvia para riego de jardines.
	NMX-AA-164-SCFI-2013	-	-	-	-	Cumplir con la normativa, apéndice informativo 8 y 9 "Metodología para el cálculo del agua de lluvia susceptible de ser captada en la edificación".
	Guía uso eficiente del agua en desarrollos habitacionales (CONAFOVI, 2005)	Sustituir cebolla que permita el ahorro entre 40 % y 50% del agua destinada al tiempo de baño. El uso de cebollas de plástico endurecido evitan la degradación del dispositivo por oxidación o sarro.	Sustituir inodoros de 16 lts. Por inodoros de máximo 6lts. Que cumplan con la NOM-009-CNA-1998. Se recomienda controlar y eliminar las fugas, pues el inodoro representa una de las mayores fuentes de fuga de agua en el sistema hidrosanitario de la vivienda. Sanitarios de doble descarga que permite la evacuación de líquidos con 3lts y sólidos con 6lts.	Instalación de calentadores de paso, pues resultan mas eficientes en el consumo de gas. Estos dispositivos promueven en su mayoría el ahorro en consumo de gas que el del agua.	Instalación de mezcladoras mono mando que reducen el tiempo de ajuste de temperatura. Los perilizadores son elementos dispersores que aumentan la velocidad de salida por la disminución el área hidráulica, pero aumentan la pérdida de carga. Obturadores que limiten el flujo de agua y permiten salir una menor cantidad de líquido.	Utilización de agua pluvial para recarga y para reuso, canalizarla con materiales ligeros y resistentes al agua que permitan la conducción del líquido al contenedor final. Se sugiere la utilización de mallas para retención de basura, hojas, etc. Instalación de un interceptor de primeras lluvias, el tanque de almacenamiento debe ser impermeable, no mayor a 2 mts. altura y con escotilla que permita el ingreso par a limpieza y mantenimiento.
Estrategias		La sustitución de la cebolla actual por una cebolla ahorradora que cumpla con la normativa vigente.	Sustitución de los inodoros actuales por inodoros de tanque inferior a los 6 lts. Revisión del buen estado de la conexión del inodoro con la salida de agua.	Que la distancia entre el calentador de agua y la regadera no sea mayor a 12 mts para lograr disminuir el tiempo de espera para la salida de agua caliente en la regadera, así como una posible sustitución del calentador por un calentador de paso o solar para ahorro en el consumo de gas.	Instalación de dispositivos aireadores o dispersores en grifos de agua, o en su caso sustitución de grifería actual por grifería ahorradora.	Priorizar el reuso del agua pluvial para infiltración a acuífero o riego de jardines, como uso alterno lavar pisos o autos. Considerar que el sistema de captación incluya retención de basura, interceptor de primeras lluvias y tanque de almacenamiento.

Tabla 16. Matriz de estrategias para lograr mejoras en la eficiencia hídrica. Fuente: Elaboración propia.

5.2.14. Ahorro por dispositivos hídricos-sanitarios

Como se mencionó en el apartado 5.2.11. *Estrategias para lograr la eficiencia hídrica en la vivienda*, el mayor porcentaje de gasto de agua se da en el área de baño de la vivienda por lo que resulta necesario realizar acciones que permitan disminuir el consumo de agua en inodoro, lavabo y regadera. Para lograr lo anterior en la matriz de estrategias se proponen las siguientes acciones:

- Regadera, sustitución de la cebolla actual por una cebolla ahorradora que cumpla con la normativa vigente.
- Inodoro, sustituir los inodoros actuales por inodoros con tanques de capacidad inferior a los 6 lts.
- Calentador, que la distancia entre el calentador de agua y regadera no sea mayor a 12 mts. para disminuir el tiempo de espera para la salida de agua caliente.
- Lavabo, instalación de dispositivos aireadores o dispersores en los grifos de agua, o en su caso sustitución de grifería actual por grifería ahorradora.

En este apartado se propone adaptar la vivienda con nuevos muebles y dispositivos ahorradores de las estrategias mencionadas, con la intención de hacer una comparativa del consumo actual y el consumo con los dispositivos ahorradores ya instalados y así comprobar su eficiencia. Para lograr este estudio se realizó en tres etapas.

- *04 de julio 2016*
 - Lectura inicial del medidor del SIAPA (“MI”) del consumo ordinario de la vivienda.
- *11 de julio del 2016*
 - Lectura intermedia del consumo en medidor del SIAPA (“MM”) e instalación de muebles y dispositivos ahorradores (inodoro, llave de lavabo y regadera).
- *18 de julio del 2016*
 - Lectura final del consumo en medidor del SIAPA (“MF”) y obtención de resultados.

Para la primera etapa se tomó la lectura del medidor del SIAPA instalado en la toma de agua potable de la vivienda y se realizó el día lunes 04 de julio del 2016 presentando la cantidad de 2561.395 M3, dejando un intervalo de 7 días para iniciar la segunda etapa.

Instalación de dispositivos

La etapa intermedia del estudio se divide en dos partes la lectura del medidor del SIAPA para conocer el consumo de la semana previa a la instalación de los muebles y dispositivos ahorradores, y posteriormente la instalación de los dispositivos en la vivienda dejando 7 días para la tercera etapa.

El día 11 de julio, se tomó la lectura intermedia del medidor de SIAPA y presenta la cantidad de 2564.275 M3.

Para la segunda parte, la de instalación de los dispositivos, se seleccionaron los muebles y dispositivos ahorradores considerando que estuvieran dentro de los aprobados para la “Hipoteca Verde” del INFONAVIT, lo anterior asegura que los dispositivos cumplan con los requisitos dispuestos por la institución como ecotecnologías que contribuyen al cuidado y preservación del medio ambiente y además promuevan un ahorro económico en el hogar.

Los inodoros con los que está equipada la vivienda tienen más de 15 años y se estima que gasten entre 12 a 16 litros de agua por descarga, la instalación de uno nuevo promovería un uso más eficiente del agua para las descargas sanitarias. La mezcladora del lavabo tiene alrededor de 10 años y con un gasto mayor a los 10 lts/min, por último, la regadera es una cebolla de plástico con una antigüedad aproximada de 4 años y con un gasto promedio de 11 lts/min.

Inodoro

Para este estudio se instaló un inodoro de 4.8 lts de la marca ORION, modelo FUTURA color blanco, de descarga sencilla y desalojo de hasta 600 gr. Según lo establecido por los fabricantes logran un ahorro de hasta el 20% en comparación con los sanitarios tradicionales. A un costo de \$1099.00 IVA incluido.

Llave de lavabo

La mezcladora seleccionada es de la marca GLACIER BAY, modelo BUILDERS de 4" que incluye el tubo de desagüe, además se especifica que es libre de plomo, descarga máxima de hasta 5 lt/min, por lo que promueve un ahorro hasta del 15% en comparación con mezcladoras tradicionales. A un costo de \$649.00 IVA incluido.

Regadera

La cebolla instalada es de la marca AQUA SAVE, modelo A-50, la descripción del producto especifica que es una regadera de alta eficiencia que funciona aun con baja presión. Descarga máxima de hasta 7.5lts/min y promueve un ahorro de entre 20% y 30% respecto a cebollas tradicionales y de descargas superiores a los 10lts/min. A un costo de \$449.00 IVA incluido.



Ilustración 93. Dispositivos ahorradores instalados en la vivienda. Fuente: Elaboración propia de collage de fotos tomadas de <http://www.homedepot.com.mx>

Para la remoción e instalación se solicitó la ayuda del maestro albañil Juan Castillo y su ayudante, el tiempo de la instalación no supero la hora y media de trabajo.

Resultados

Como se mencionó anteriormente, el día 18 de julio del 2016 y con siete días de funcionamiento del mueble y los dispositivos ahorradores se tomó la lectura final del medidor del SIAPA mostrando la cantidad de 2566.717 M3.

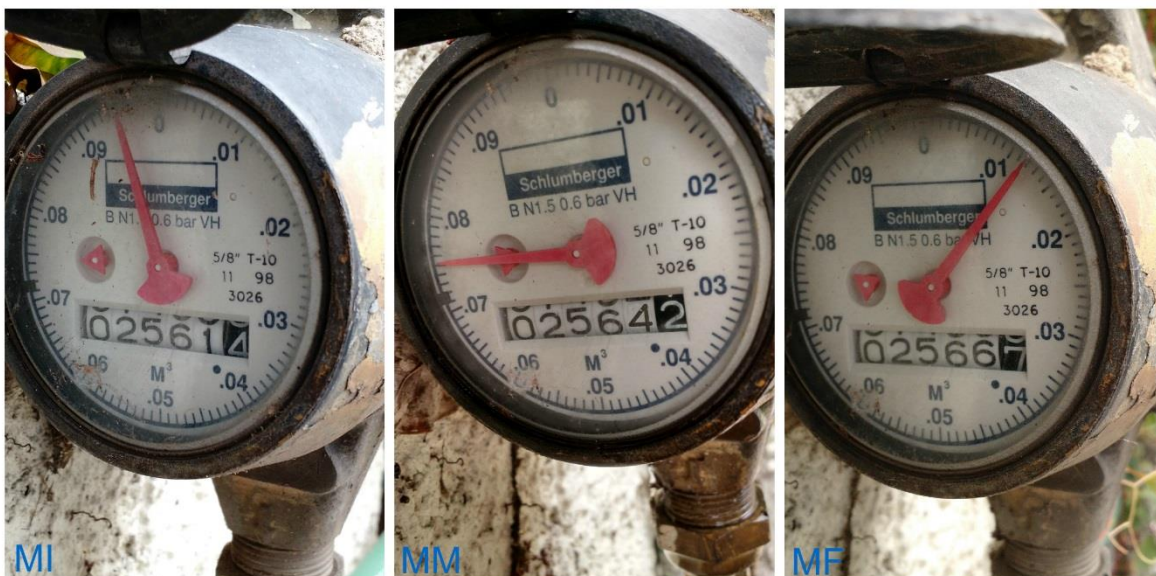


Ilustración 94. Lectura de medidor en cada etapa. Fuente: Elaboración propia.

Entonces el resultado es que de la medición inicial de 5261.395M3 a la medición intermedia de 2564.275M3 hay un consumo de 2.88 M3 en siete días, lo que nos da un promedio de 411.42 litros gastados en la vivienda por día. Con esta medición se instalaron el mueble y los dispositivos ahorradores en la vivienda y la medición después de 7 días fue de 2566.717M3 y un consumo de 2.442 M3, con un gasto promedio de 348.85 litros por día; el resultado entonces muestra un ahorro del 15% respecto al consumo mostrado en la medición intermedia.

Comparativa de eficiencia de muebles y dispositivos ahorradores.							
Etapa	Clave	Fecha	Medición	M3 Diferencia	M3 x Día	Lts x Día	% Ahorro
Inicial	MI	04/07/2016	2561.395	*	*	*	*
Intermedia	MM	11/07/2016	2564.275	2.880	0.411	411.429	0%
Final	MF	18/07/2016	2566.717	2.442	0.349	348.857	15%

Tabla 17. Comparativa de eficiencia de muebles y dispositivos ahorradores. Fuente: Elaboración propia.

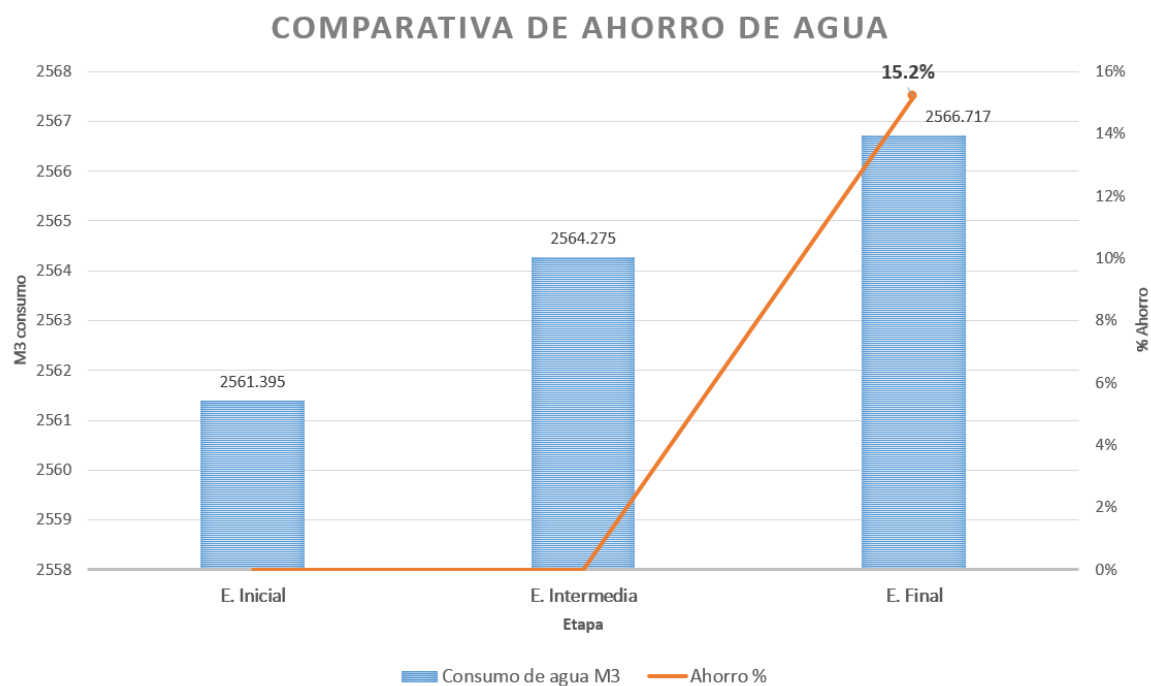


Ilustración 95. Grafica de consumo de agua en M3 y ahorro alcanzado por los dispositivos ahorradores. Fuente: Elaboración propia.

Lo anterior muestra que la instalación de los muebles y dispositivos si logran un ahorro significativo en el consumo de agua, y que este podría ser aún mayor si se sustituyen el resto de los accesorios de la vivienda. Además, es importante mencionar que las mediciones muestran que el consumo hídrico para esta vivienda está por debajo de lo que establece CONAFOVI (2005) para una vivienda de estas características, pues el consumo promedio es de 0.80m³/día y en este caso la vivienda presenta un consumo ya con el ahorro de muebles de 0.35m³/día, la concientización del uso que la familia da al recurso hídrico es la principal fuente de ahorro de agua.

5.2.15. Estudio de caso: captación de agua de lluvia en vivienda

El siguiente apartado desarrolla la adaptación realizada por un usuario de la vivienda para aprovechar el agua de lluvia en actividades cotidianas que requieran agua no apta para consumo humano,

Carlos Fernando Muñoz habitante de la vivienda, notó el potencial de la azotea para la captación de agua de lluvia para reuso en la vivienda. La idea fue intervenir el bajante de agua y desviar el flujo hacia unos contenedores que permitan usar el agua del temporal de lluvias para lavado de pisos, regar el jardín o lavar la ropa. Cabe mencionar que dicha adaptación no requirió de inversión elevada ya que el mayor porcentaje de los costos fueron destinados para la tubería y conexiones del sistema, los contenedores por otra parte son material de reuso.

La idea general se observa en la imagen inferior en donde se aprovecha la losa de azotea de la cocina para colocar los contenedores de agua y posteriormente dejarla fluir por un conducto flexible hacia el patio.

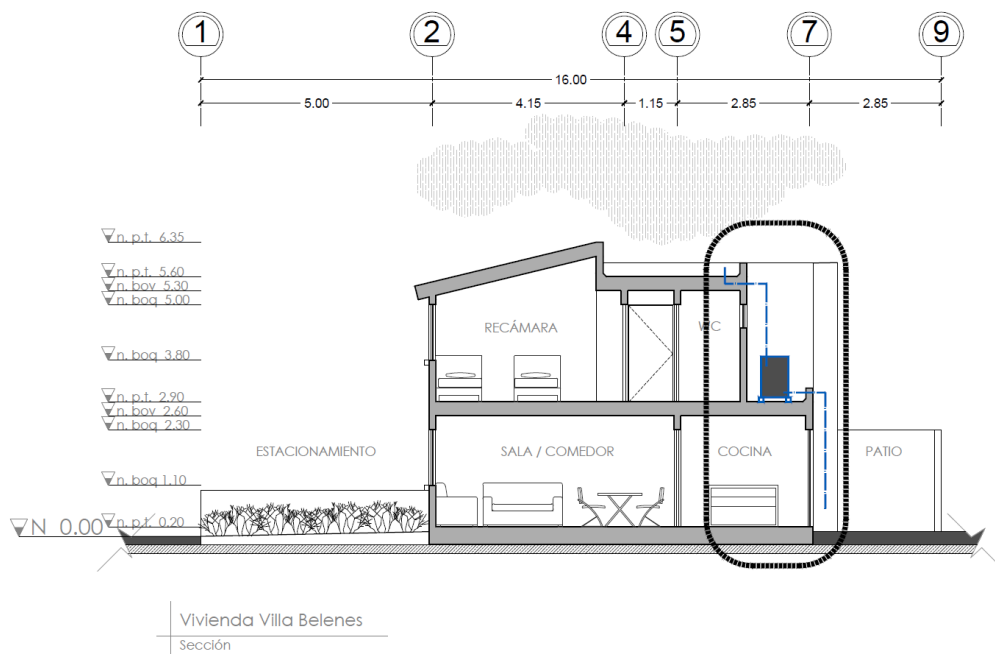


Ilustración 96. Esquema en sección de la idea planteada por Carlos F. Muñoz para aprovechamiento pluvial. Fuente: Elaboración propia en software Autocad.

Descripción del sistema.

El desarrollo final de la idea se logró por la intercepción del bajante de agua pluvial en el muro para conectar un codo de 90° en PVC sanitario de 4" y conducir el flujo de agua hacia un contenedor de 200 lts. que es llenado por la parte superior de la tapa, el agua alimenta el segundo contenedor por una interconexión en la parte inferior de los mismos con tubería de CPVC hidráulico de 1", cada uno de los contenedores puede ser cerrado por una llave de esfera de PVC.



Ilustración 97. Serie de fotografías de ubicación de bajante y contenedores del sistema. Fuente: Elaboración propia.

Para el suministro del agua para el reuso, se desprende del ramal mencionado anteriormente la salida de agua con un jarro de aire y otra llave de esfera, la última parte del sistema la compone una manguera de PVC de 1" con longitud de 3.5 mts con una llave de esfera en la punta para verter el agua en el destino final.



Ilustración 98. Serie de fotografías de contenedores del sistema y salidas. Fuente: Elaboración propia.

Si la capacidad de almacenamiento en los tanques se ve superada, el agua rebosa por la parte superior y cae a la losa de azotea de la cocina y fluye por el bajante existente en esa losa.

Beneficios.

Como se mencionó en el apartado de 5.2.1.1 Medio físico natural, análisis climático, para la localización de la vivienda se considera un solo periodo de precipitación, que inicia el mes de junio y termina en el mes de septiembre. Siendo estos meses del año los que permiten la captación de agua pluvial para re uso.

En la siguiente tabla se muestra la precipitación promedio mensual en MM y la relación de litros captados por 42 M2 de la losa plana de azotea, en la parte derecha de la tabla se muestra la conversión de litros a M3 y la cantidad de veces que se llena el sistema de los dos contenedores de 200 lts cada uno.

Precipitación promedio mensual			Potencial de captación en el sistema	
Mes	MM	LTS	M3	Tambos
Enero	13.00	546.00	0.55	1.37
Febrero	5.80	243.60	0.24	0.61
Marzo	5.80	243.60	0.24	0.61
Abril	9.70	407.40	0.41	1.02
Mayo	27.40	1150.80	1.15	2.88
Junio	152.90	6421.80	6.42	16.05
Julio	269.50	11319.00	11.32	28.30
Agosto	221.30	9294.60	9.29	23.24
Septiembre	159.70	6707.40	6.71	16.77
Octubre	63.40	2662.80	2.66	6.66
Noviembre	14.90	625.80	0.63	1.56
Diciembre	17.00	714.00	0.71	1.79
Anual	960.40	40336.80	40.34	100.84

Tabla 18. Tabla de precipitación promedio mensual contrastada con el potencial de captación. Fuente: Elaboración propia.

Es decir que los meses de junio y septiembre el sistema actual tiene un potencial de captación mayor de 6 M3 de agua y los meses de julio y agosto el sistema puede captar hasta 11 M3.

Con información de CONAFOVI (2005) y de la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana por sus siglas CESPT³, una familia de nivel medio y cuatro miembros requiere entre 20 y 30 M3 de agua al mes para satisfacer sus necesidades. El documento señala en lo general que el área de los baños que incluye regadera, inodoro y lavabo consumen aproximadamente el 65% del agua, seguidos por la lavadora con el 15%, riego de jardín 10%, 5% para limpieza general y 5% para uso en la cocina.

³ Información sobre consumo de agua promedio en la vivienda
http://www.cespt.gob.mx/culturaagua/articulo_consumotarifas.html

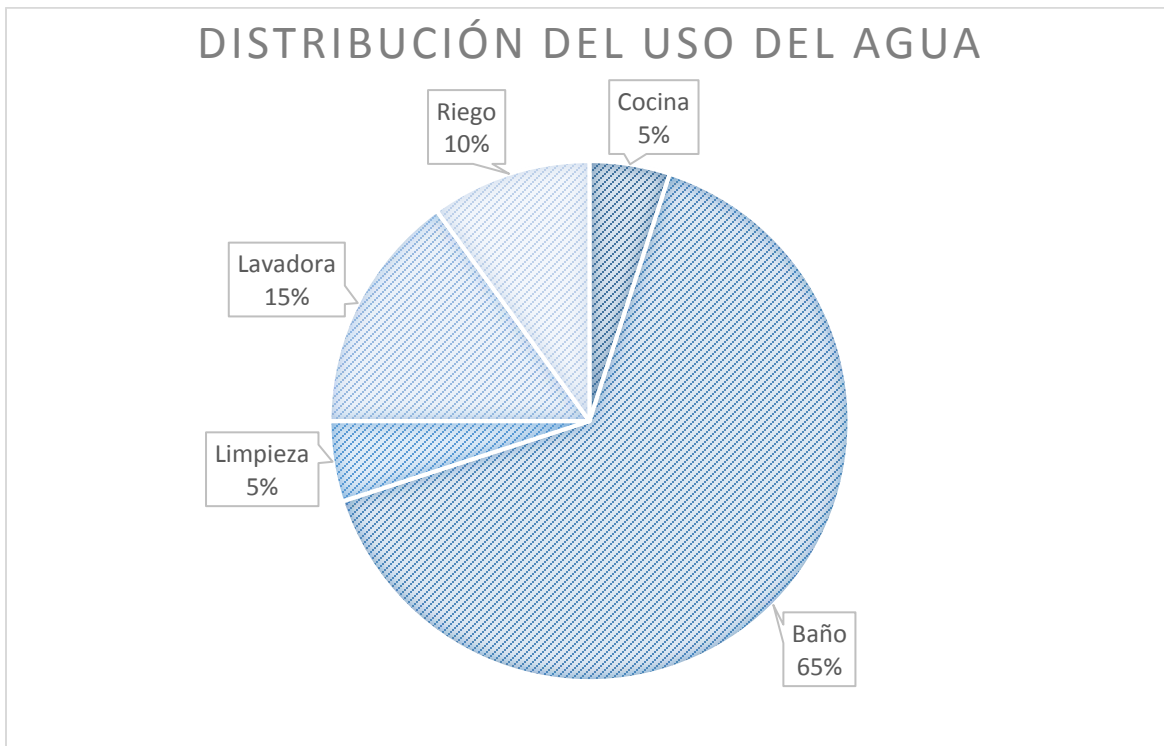


Ilustración 99. Gráfica de distribución de uso del agua en la vivienda. Fuente: Elaboración propia.

Si se toma únicamente los datos de distribución de uso del agua para usos o actividades que no requieren agua potable para consumo humano, es que podemos distribuir y caracterizar el uso del agua para lavado de ropa, riego de jardín y limpieza general. Lo anterior concuerda con la idea planteada por Carlos Fernando Muñoz de re utilizar el agua de lluvia para usos de lavado de pisos, ropa, automóvil y riego de jardín.

En la siguiente tabla se muestra el consumo de agua diario para usos que no requieren de agua potable y su equivalencia en litros, además se hace la comparativa a manera representativa de las cubetas de 19 lts. necesarias para cumplir cada actividad en la vivienda. Es importante mencionar que se consideró que una lavadora de carga completa requiere de 160 LTS. de agua, para el riego de jardín se consideró una superficie de 24 M2 y un tiempo de 10 min (flujo de 600 lts/1 hora), lavar un carro sedan y 65 M2 de limpieza de pisos interiores y 12 M2 de pisos exteriores.

Consumo de agua diario para usos que no requieren agua potable				Frecuencia mensual de consumo	
Uso	LTS	Cubetas 19 LTS	M3	DÍAS	M3/MES
Lavadora	160.00	8.42	0.16	30.00	4.80
Regado de jardín	100.00	5.26	0.10	30.00	3.00
Lavado de carro	60.00	3.16	0.06	2.00	0.12
Limpieza de pisos int.	80.00	4.21	0.08	30.00	2.40
Limpieza de pisos ext.	19.00	1.00	0.02	30.00	0.57
Total				M3/mes	10.89

Tabla 19. Tabla de consumo en usos no agua no potables contrastada con la frecuencia mensual de consumo. Fuente: Elaboración propia.

De lo anterior es que el total de metros cúbicos mensuales necesarios para cumplir las actividades anteriores es de **10.89 M3 al mes**, y con la precipitación mensual que es posible captar para este clima en los 42 M2 de losa plana, solo el mes de julio permite realizar todas las actividades diarias necesarias a lo largo del mes. Pero si se considera que durante el tiempo de lluvias no se requiere regar el jardín diariamente se podría incluir los meses de junio, agosto y septiembre para realizar el resto de las actividades con el agua captada con el sistema actual.

La gráfica inferior muestra el límite superior de 10.89 M3 de agua ideales para cubrir las actividades antes mencionadas y el límite inferior de 7.89 M3 de agua descartando el riego de jardín. El mes de octubre podría presentar oportunidad de uso para limpieza o riego, pero el resto de los meses del año no presentan la cantidad de agua suficiente para cumplir alguna actividad. Es decir, en al menos cuatro meses del año este sistema permite ahorrar el consumo de agua hasta en un 30%, dejando las actividades de cocinar y de higiene sanitaria para el agua de abastecimiento de la red.

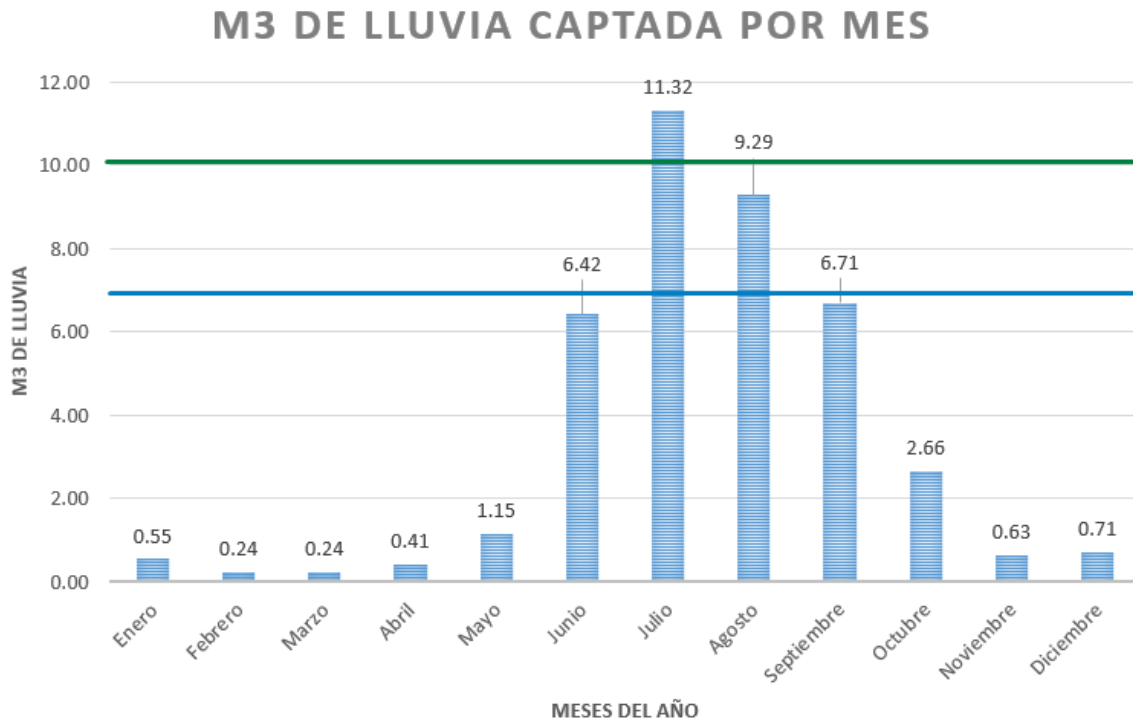


Ilustración 100. Gráfica de metros cúbicos de lluvia captada por mes y límites para cubrir necesidades no potables. Fuente: Elaboración propia.

Además, es importante mencionar que el sistema funciona de manera óptima cuando la precipitación es continua pues el agua de las primeras lluvias es descartada con el objetivo de separar la basura, hojas o polvo que se haya acumulado a lo largo del año. Y si consideramos que se descarta un litro por cada metro cuadrado de superficie, tenemos que al menos los primeros 50 lts. serán descartados, aprovechar las primeras lluvias de finales del mes de mayo para limpiar la azotea e iniciar el re uso por los siguientes 5 meses siempre y cuando las lluvias de mayo y junio no presenten muchos días de separación que permita acumular basura o polvo en cantidad considerable.

Posibilidades de mejoras

Como se mencionó en el apartado de estrategias para lograr la eficiencia hídrica de la vivienda, una oportunidad para disminuir el consumo actual proveniente de la fuente de abastecimiento de la red intermunicipal es la captación de agua pluvial para re uso. Entre las recomendaciones que se hacen por las diferentes fuentes es la de reutilizar el agua de lluvia para riego, lavado de

automóviles o lavado de pisos, propósito que es cumplido por el sistema, pero carece de la segunda recomendación que es la de tener un interceptor de primeras lluvias con malla de separación de basura.

Si bien en este sistema las primeras lluvias se separan al descartar toda el agua que llena por primera vez el contenedor receptor completo, es decir los primeros 200 lts., faltaría incluir una malla de cribado en la parte superior del primer tanque, que permita la separación de basura. Esta malla de cribado puede ser tela de mosquitero o tela de gallinero colocada en la parte superior del contenedor, rebasando el borde y bajando por la pared exterior del contenedor, y al final ser detenida con un alambre a manera de cincho.

Una alternativa para separar las primeras lluvias es la instalación del sistema propuesto por CONAFOVI (2005), en la Guía de uso eficiente del agua en desarrollos habitacionales, apartado de agua pluvial, llamado interceptor de primeras aguas permite la separación de las primeras aguas de forma automática y garantizando que el resto del sistema quede con agua con menor cantidad de impurezas.

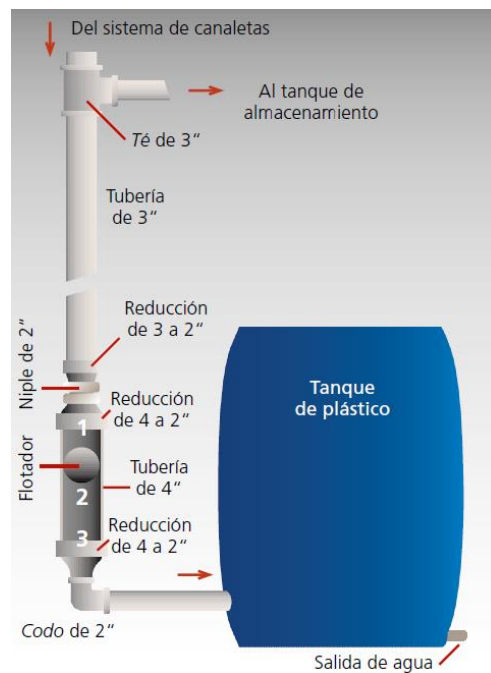


Ilustración 101. Esquema de funcionamiento de interceptor de primeras aguas. Fuente: CONAFOVI (2005). Guía de uso eficiente del agua en desarrollos habitacionales. [Figura 3.21]

Este interceptor funciona con un flotador de esfera que permite el flujo de las primeras lluvias y que puede ser contenida en un contenedor de plástico con capacidad de 50 litros, al llenarse el flotador de esfera sube y sella la reducción de 4" a 2" ubicada en la parte superior, esto conduciría el resto del agua a los contenedores del 200 lts. que actualmente están en la vivienda.

Con estas adaptaciones se podría cumplir con las recomendaciones para el funcionamiento ideal del sistema de captación pluvial en la vivienda.

VI. Conclusiones y recomendaciones

Este último apartado se concentran los resultados obtenidos a lo largo de toda la investigación, así como un resumen de contribuciones y una breve descripción de líneas de investigación futuras que podrían aportar al tema planteado.

6. Conclusiones y recomendaciones.

6.1. Conclusiones.

En México existen 28.1 millones de viviendas habitadas (INEGI, 2010) y con un crecimiento aproximado de 400 mil unidades al año (SHF, 2013), viviendas que no consideran aspectos de sitio y clima donde están ubicadas, ni aspectos de ahorro de agua y energía eléctrica, es el resultado de una política que abordó el tema de necesidad de vivienda de manera cuantitativa tanto por déficit de unidades y por financiamiento económico para acceso a las mismas. Las nuevas políticas de vivienda sustentable prometen re direccionar la construcción de vivienda de la forma tradicional de construcción a construcción que se apege a lo ya establecido en documentos de cumplimiento obligatorio y recomendaciones oficiales, pero aún son necesarias acciones para sumar la vivienda existente construidas bajo un esquema de reducción y estandarización del sistema constructivo que necesitan ser atendidas y sumadas a estándares de sustentabilidad en los tres ejes mencionados anteriormente.

También, es importante mencionar que no es un problema de carencia de normativas o guías que promuevan la disminución de los impactos ambientales, económicos y sociales, es un problema de concientización de todos los actores involucrados, desde gobierno, desarrolladores, constructores, financieros y usuarios; de visión a corto plazo con decisiones basadas en resultados económicos. Basar las propuestas de adaptación en lo ya establecido resulta en lo personal fundamental para el éxito de esta investigación, pues además de ubicar los resultados en el marco del cumplimiento de normas y recomendaciones, ofrecer soporte teórico y técnico brindado por especialistas que han trabajado durante años en estudiando y promoviendo objetivos similares a los planteados en este documento.

Considero que la presente investigación pone en manifiesto las mejoras en el comportamiento energético, térmico e hídrico de la vivienda por medio de las adaptaciones auto gestionadas por el

mismo usuario (como se demuestra en el estudio de caso de la instalación de captación pluvial) sin que represente un proceso complejo tanto en la elección de las tecnologías o dispositivos, así como en la adaptación de las mismas en la vivienda.

El uso de diversas técnicas, métodos y herramientas es la clave para observar y dar solución de manera integral, la mayoría de estas resultan sencillas de entender y aplicar, aunque si se requiere de un conocimiento teórico previo.

El análisis bioclimático resulta fundamental para generar las estrategias de calentamiento, enfriamiento, ventilación y deshumidificación a seguir para lograr el comportamiento óptimo de la vivienda respecto al sitio en el cual fue edificada. La metodología propuesta por Fuentes, V. (2004) para en análisis bioclimático, así como el software desarrollado para el mismo fin es una herramienta de gran calidad y precisión que simplifica el entendimiento de teorías y conceptos de otros autores.

El monitoreo de temperatura con dataloggers permitió obtener el comportamiento térmico de los diferentes espacios a lo largo del día y la noche, al mismo tiempo se logró registrar temperaturas altas que llegaron en el exterior a los 50°C y temperaturas bajas cercanas a los 7°C, esto permitió observar cómo se pierde y gana temperatura en un tiempo determinado, mostrando las diferencias como reflejo de la losa plana o inclinada, y la altura con la que esta edificada la vivienda.

El cálculo de la NOM -020-ENER-2001 del estado actual de la vivienda confirma las estrategias del análisis bioclimático para enfriamiento al mostrar que la vivienda no es eficiente energéticamente. Requiere de la estrategia para disminuir las ganancias por conducción en la losa de azotea por medio de aislamiento y las ganancias por radiación en las ventanas sur y norte por medio de sombreado.

Para evaluar las posibles adaptaciones de tecnologías termoaislantes a la vivienda fue fundamental la implementación de la metodología de decisión multicriterial participativa desarrollada por el Mtro. Francisco Álvarez Partida, esta permite evaluar criterios ambientales, económicos y sociales de manera ponderada por los involucrados en la toma de decisiones para selección de la

tecnología. En esta evaluación se determinó que el sistema de azotea verde Eco Tejado es el sistema termoaislante más adecuado para la vivienda sobre el sistema Termocret y Hebel.

Los sistemas mencionados anteriormente se sometieron al cálculo de la NOM -020-ENER-2001 para así comprobar cuál es el sistema más eficiente en la disminución de ganancias de calor, y en congruencia con la selección del material por la metodología de decisión multicriterial se comprobó que la azotea verde tiene un mejor comportamiento aislante en la losa de azotea, pero también se demostró que el sistema Termocret no tiene una variación significativa respecto a la primera. Al mismo tiempo se demostró que estas tecnologías tienen que ir acompañadas de adaptaciones de sombreado en las ventanas norte y sur para disminuir las ganancias por radiación. En números, se puede llegar a ahorrar hasta el 50% de energía por el desuso de sistemas de enfriamiento o ventilación.

Para lograr una mejora en la ventilación natural al interior de la vivienda fueron necesarias dos adaptaciones que no resulten invasivas tanto al sistema constructivo como el uso que dan los usuarios hacia el espacio habitable. La apertura del vano en la recámara principal y en el techo de la escalera permitieron la disminución de temperatura entre 1.0°C y 1.5°C.

Por otro lado, las estrategias para lograr la eficiencia hídrica se basan en la disminución del recurso hídrico, por la fuente de abastecimiento y por los dispositivos que representan un gasto. Para la primera, ahorro por dispositivos, se pudo comprobar que la adaptación de nuevas tecnologías puede ayudar a la eficiencia en el consumo de agua pues la instalación de tres dispositivos permitió un ahorro aproximado del 15% respecto al consumo anterior. Para la segunda es aprovechar el agua de lluvia que puede ser captada en la losa plana de la vivienda y que pueda ser reusada en usos que no requieran agua potable como lavado de pisos, auto o riego; y se pudo comprobar que el sistema actualmente instalado en la vivienda puede ayudar al ahorro de hasta el 30% del consumo de agua en al menos por cuatro meses del año, pero al mismo tiempo este sistema aún puede ser mejorado por la adaptación de una malla de separación de basura y por un interceptor de primeras lluvias.

De todo lo anterior es que se concluye que la vivienda existente puede ser adaptada por medio auto gestionados que permita lograr la eficiencia energética e hídrica, con la intención de disminuir el consumo de energía y de agua en las viviendas del país.

Por ultimo agradecer la disposición por parte de la familia Muñoz, que fue fundamental a lo largo de todo el proceso de desarrollo de este trabajo de obtención de grado, con sus atenciones y ayuda realizar esta investigación fue mucho más sencillo y placentero.

6.2. Resumen de contribuciones

Si bien en cada capítulo surgen pequeñas contribuciones que abonan a los objetivos de la investigación, se presentan aquí algunas de las contribuciones que parecen claves y valen la pena ser rescatadas en esta etapa final del documento.

- La losa de azotea representa la mayor fuente de ganancias de calor por conducción, el sistema constructivo de losa de concreto armada afecta en el comportamiento térmico del interior de la vivienda.
- La losa plana presenta una menor capacidad de amortiguamiento térmico respecto a la losa inclinada.
- Para lograr el cumplimiento de la NOM -020-ENER-2001 es necesario de la combinación de protecciones solares que disminuyan las ganancias por radiación y aislamiento térmico en la losa de azotea que disminuya las ganancias por conducción.
- Todas estas acciones pudieron ser realizadas desde la fase del proyecto arquitectónico.
- Todas las acciones necesarias para lograr la eficiencia energética e hídrica pueden ser realizadas por medios auto gestionados. Como se mostró en el estudio de caso del sistema de captación pluvial, es de mayor importancia el deseo de lograr una mejoría ya sea por motivaciones ambientales, económicas o sociales, que la ausencia de conocimiento teórico o técnico.

- La instalación de tres dispositivos ahorradores para el área del baño completo, permitieron un ahorro aproximado del 15% en el consumo de agua.
- La adaptación de contenedores de 200 lts. para la captación de agua pluvial existente funciona y permite ahorrar el 30% del consumo de agua al menos por cuatro meses del año.

6.3. Líneas de investigación futuras

Del entendimiento que todo trabajo de investigación en sujeta a mejoras y actualizaciones, es que surgen líneas de investigación futuras, pues al mismo tiempo que se generan los resultados surgen más posibilidades que son pertinentes de estudio adicional. Se identifican tres líneas, la de comprobación, de factibilidad económica y de replicabilidad del proyecto.

Comprobación práctica de la solución para el aislamiento térmico en losa de azotea y de las propuestas de ventilación.

- Como se mencionó en los diferentes capítulos del documento, parte importante de las ganancias de calor provienen de la losa de azotea, por lo que resulta necesario llevar a la práctica alguna de las tecnologías termoaislantes para así comprobar la efectividad y disminución de calor al interior de la vivienda en grados centígrados y no solo en W como lo hace la norma.
- Instalar las adaptaciones para mejorar el flujo de viento a interior de la vivienda y poder constatar la disminución de temperatura en la recámara principal.

Realizar análisis de costo económico de las adaptaciones con un estudio de retorno de inversión.

- Si bien la metodología de decisión multicriterial participativa es una herramienta de mucha ayuda para la selección de las alternativas, el realizar el estudio de costos y retorno de inversión podría ofrecer una alternativa adicional a la metodología pues muestra el tiempo en el cual se regresará la inversión económica realizada para promover un ahorro.

Aplicar la metodología planteada en esta investigación para viviendas de características similares en otros puntos del AMG.

- La metodología, técnicas, modelos y herramientas empleados en esta investigación permiten que este estudio pueda ser replicado en otras viviendas con características similares, a excepción del análisis bioclimático que requiere de la información normalizada más próxima al contexto en el que se encuentre. Además de que las normativas y recomendaciones que se cumplen son de carácter nacional y no responden a un área o sitio en específico.

VII. Fuentes de consulta

En este capítulo se enlistan las fuentes consultadas a lo largo de toda la investigación.

7. Fuentes de consulta.

Arizmendi, c. (2009). *Redesign by 2048, sustainable ways to save energy, water, and money for existing homes*. Carolina del Sur, USA: Proof.

ABB (2007). *Optimización de la energía en la industria del cemento*. Revista ABB. Suiza. Consultado en:

[https://library.e.abb.com/public/6dff9f839089500c1257b35003072f2/3BHS%20243686%20Energy Optimization ES lr.pdf](https://library.e.abb.com/public/6dff9f839089500c1257b35003072f2/3BHS%20243686%20Energy%20Optimization%20ES%20lr.pdf). Noviembre 2015

Broer, S., and Titheridge, H. (2010) *Eco-Self-Build Housing Communities: Are They Feasible and Can They Lead to Sustainable and Low Carbon Lifestyles?*, *Sustainability* 2010, Special Issue on Sustainability and Consumption, 2(7), 2084-2116. . Recuperado de: <http://www.mdpi.com/2071-1050/2/7/2084>

C. S. de Munck ,A. Lemonsu , R. Bouzouidja, V. Masson , R. Claverie. (2013). *The GREENROOF module (v7.3) for modelling green roof hydrological and energetic performances within TEB*. abril 23,2016, de Geoscientific Model Development Sitio web: <http://www.geosci-model-dev.net/6/1941/2013/gmd-6-1941-2013.pdf>

Centro Mario Molina. (2012). *Evaluación de la sustentabilidad de la vivienda en México*. Septiembre 2014, de Centro Mario Molina. Sitio web: http://centromariomolina.org/wp-content/uploads/2012/09/14.-Evaluaci%C3%B3nSustetabilidadViviendaM%C3%A9xico_fin.pdf

Centro Mario Molina. (2014). *Análisis de ciclo de vida: edificaciones*. Enero 2014, de Centro Mario Molina. Sitio web: <http://centromariomolina.org/wp-content/uploads/2014/01/ACV-edificios-comerciales.pdf>

Chiras, D. (2004). *The new ecological home, a complete guide to green building options*. Vermont, USA: Chelsea Green Publishing Company.

CONAFOVI. (2005). *Guía para el uso eficiente el agua en desarrollos habitacionales*. México, D.F., México: Comisión Nacional de Fomento a la Vivienda.

CONAFOVI. (2006). *Guía de Uso Eficiente de la Energía en la Vivienda*. México, D.F., México: Comisión Nacional de Fomento a la Vivienda.

CONAGUA. (2010). *Normales Climatológicas, estación 00014121 Guadalajara (SMN)*. febrero 15, 2016, de Servicio Meteorológico Nacional Sitio web: http://smn.conagua.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=75

CONAVI. (2008). *Criterios e indicadores para desarrollos habitacionales sustentables*. México, D.F., México: Comisión Nacional de Fomento a la Vivienda.

CONAVI. (2010). Código de Edificación de Vivienda. (2014, 31 de octubre), de CMIC Sitio web: <http://www.cmic.org/comisiones/sectoriales/vivienda/biblioteca/archivos/CEV%20PDF.pdf>.

CONAVI (2013) “NAMA Apoyada para la Vivienda Sustentable en México – Acciones de Mitigación y Paquetes Financieros” pp. 80 México, D.F.

Diario Oficial de la Federación de México (2012, 10 octubre). Ley General de Cambio Climático. [En línea]. Disponible en: http://www.inecc.gob.mx/descargas/2012_lgcc.pdf [2014, 01 noviembre].

Diario Oficial de la Federación de México (2014, 24 marzo). Ley de Vivienda. [En línea]. Disponible en: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LViv.pdf> [2014, 01 noviembre].

Diario Oficial de la Federación de México (2014, 30 abril). Programa Nacional de Vivienda 2014-2018. Secretaria de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano [en línea]. Disponible en: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5342865&fecha=30/04/2014shtml [2014, 31 octubre].

Farrás, L. (2012). Exteriores ecológicos, 50 soluciones para un hogar más sostenible. Barcelona, España: Promopress.

Fuentes, V. (2004). Clima y arquitectura. México, D.F.: Universidad Autónoma Metropolitana.

Gaggino, R. (2008). Ladrillos y placas prefabricadas con plásticos reciclados aptos para la autoconstrucción. Revista INVI, 23(63) 137-163. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=25806306>

García Navarro, Justo; González Díaz, María Jesús; Valdivieso Rodríguez, Marta. (2013). Costes de construcción y consumos de energía en la rehabilitación energética de un edificio de viviendas situado en Madrid (España). Revista de la Construcción, Diciembre, 67-75.

GLEDHILL, J. (2010). El derecho a una vivienda. Revista de Antropología Social, 19 (-)103-129 Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83817227005>

Gobierno de Buenos Aires (S/A). *Construcción en Verde. Del Gris al Verde*. Argentina. Consultado en: http://estatico.buenosaires.gov.ar/areas/med_ambiente/apra/des_sust/archivos/construccion/cubiertas_verdes.pdf. Noviembre 2015

Gobierno Municipal Zapopan. (2015). Plan Parcial de Desarrollo Urbano, Distrito Urbano ZPN-1 “Zapopan Centro Urbano”. México.

GOPA / INTEGRATION. (2013). Modelo del Sistema de Evaluación de la Vivienda Verde Sisevive-Ecocasa. Recuperado de:

<http://www.ahorroenergia.org.mx/portal/images/pdf/modelosisevive.pdf>

Guzmán, V. (2013). *Revivir la vivienda de México, Cosas de casas y autoproducción*. México, D.F.: Universidad Autónoma Metropolitana.

Hastings, I. (2011). *Análisis cualitativo de la vivienda popular en la ciudad de México*. En *La vivienda popular en México. Retos para el siglo XXI*. (pp.121-145). México, D. F.: Universidad Autónoma Metropolitana.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), (2010). *Cartografía Geo estadística Urbana*. México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), (2010). *Censo de Población y Vivienda*. México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), (2010). *Modelos digitales de elevación*. México.

La Industria del Cemento y la Sostenibilidad; Asociación de fabricantes de Cemento Portland (2010). Argentina. Consultado en: <http://www.afcp.org.ar/publico/files/LV-FINAL.pdf>. Noviembre 2015.

Lamure, C. (1980). *Adaptación de la Vivienda a la Vida Familiar*. Barcelona, España: Editores Técnicos Asociados.

Marcuse, P. (1992). *Why conventional self-help projects won't work*. En Mathéy, K. (Comp.). *Beyond self-help housing*. (pp.15-21). Inglaterra-Alemania: Mansell

Martin, C., Campillo, G., Meirovich, H., & Navarrete, J. (2013). *Mitigación y adaptación al cambio climático a través de la vivienda pública*. Banco Interamericano de Desarrollo.

Minke, G. (1992). *Techos Verdes*. Editorial fin de siglo. Alemania. Consultado en http://ecocosas.com/wp-content/uploads/Biblioteca/Arquitectura/TechosVerdes_Pantalla.pdf. Noviembre 2015.

Norma Oficial Mexicana (2011, 09 agosto) NOM-020-ENER-2011, Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios para uso habitacional. [En línea]. Disponible en: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5203931&fecha=09/08/2011 [2014, 01 noviembre].

Norma Oficial Mexicana (2013, 03 noviembre) NMX-AA-164-SCFI-2013, edificación sustentable – criterios y requerimientos ambientales mínimos [En línea]. Disponible en:

<http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/DO3156.pdf> [2014, 31 octubre].

Orozco, S., Ávila, D. (2002). *Ecotecnologías aplicables a la vivienda*. Guadalajara, México: Universidad de Guadalajara.

Pedrotti, C. (2014). La vivienda, un tema siempre contemporáneo. *Economía, Sociedad y Territorio*, XIV (44) 273-280. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=11129102008>

Pinto Madariaga, F. (1993). El desafío de la autoproducción del hábitat. *Revista de Ciencias Sociales (CI)*, (2) 73-86. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=70800205>

Romero Navarrete, L., Hernández Rodríguez, M. & Acevedo Dávila, J. (2005). Vivienda y autoconstrucción: Participación femenina en un proyecto asistido. *Frontera Norte*, 17(33) 107-131. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=13603305>

Salas Serrano, J. (2002). Latinoamérica: Hambre de Vivienda. *Revista INVI*, 17(45) 58 - 69. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=25804503>

Salazar, A. (2011). *El futuro de los materiales de construcción, un avance hacia la sostenibilidad ambiental y económica de la construcción*. Colombia. Consultado en: <http://www.upme.gov.co/Docs/Seminarios/2011/EEE/2%20ALEJANDRO%20SALAZAR.pdf>. November 2015.

Sánchez, J. (2012). LA VIVIENDA “SOCIAL” EN MÉXICO. Noviembre 08, 2014, de JSA Recuperado de: http://www.jsa.com.mx/documentos/publicaciones_jsa/libro%20vivienda%20social.pdf

SHF. (2013). *Estado Actual de la Vivienda en México 2013*, D.F., México: Sociedad Hipotecaria Federal. Recuperado de: <http://www.shf.gob.mx/estadisticas/EdoActualVivienda/Documents/EAVM%202013%20V1.pdf>

S.R.H. (1976). *Atlas del Agua de la República Mexicana*. México, D.F.: Secretaría de Recursos Hidráulicos.

Tetreault, Darcy. (2008). “Escuelas de pensamiento ecológico en las Ciencias Sociales” *Estudios Sociales*, vol. 16, Julio-Diciembre, 2008, pp. 227-263.

Tobias, L., & Vavaroutsos, G. (2012). *Retrofitting Buildings to Be Green and Energy-efficient : Optimizing Building Performance, Tenant Satisfaction, and Financial Return*. Chicago: Urban Land Institute.

Umenyilora, C. (2000). *Empowering the self-builder*. En Hughes, J. & Sadler, S. (Comps.). *Non-Plan, Essays on freedom participation and change in modern architecture and urbanism*. (pp. 210-221). Londres, Inglaterra: Architectural Press.

UN-Habitat (2012). Sustainable housing for sustainable cities: a policy framework for developing countries. Nairobi, 2012. Disponible en: <http://peoplebuildingbettercities.org/wp-content/uploads/2013/06/Sustainable-Housing-Policy-Framwork.pdf>

United Nations Environment Programme. (2012). Application of the Sustainability Assessment of Technologies Methodology: Guidance Manual. Osaka: UNEP.

VIII. Anexos

En este capítulo se adjuntan al documento partes de la investigación que fueron desarrolladas a lo largo de la misma. Se muestra el diseño de la técnica de observación directa, el diseño de la entrevista, diseño de la dinámica participativa, entre otros.

8. Anexos.

8.1. Anexo 1 - Observación Directa

Diseño de instrumento.

Nombre de quien aplica la técnica: Guillermo Orozco Carrillo

Institución: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente. ITESO.

Objetivo de la actividad: De acuerdo al objetivo de esta investigación se pretende observar la realidad del objeto de estudio, una vivienda en la colonia Villas Belenes, con la intención de obtener información del medio físico artificial como las características y aspectos arquitectónicos, así como información del medio social como prácticas, usos y costumbres de los usuarios de la vivienda. Lo anterior proporcionara información cualitativa de la realidad en los aspectos físicos artificiales y sociales, tanto en lo particular y las relaciones entre ellos.

Observables a estudiar:

Aspectos de contexto.

- Ubicación
- Medio edificado
- Uso de suelo
- Movilidad
- Social

Aspectos Arquitectónicos.

- Configuración espacial
- Estructura
- Elementos divisorios verticales (muros, puertas, ventanas)
- Elementos divisorios horizontales (losa entepiso, losa azotea)
- Terminados (pisos, muros, bóvedas)
- Instalaciones
- Levantamiento arquitectónico de la vivienda
- Contraste de estado actual (posibles modificaciones)

Herramientas para observación de vivienda: Bitácora de anotaciones, plumas dos colores, cámara fotográfica, distanciómetro laser, plano del estado actual de la vivienda en varias impresiones.

Lugar: Vivienda ubicada en Av. Venustiano Carranza #1021, colonia Villas Belenes, Zapopan, Jal.

Fecha estimada para realizar la observación: 24 y 25 de septiembre 2015.

8.2. Anexo 2 - Entrevista

Diseño de instrumento.

Entrevista para usuario de la vivienda.

Información General.

Fecha: _____ Hora: _____

Lugar: _____

Entrevistador: _____

Entrevistado: _____

Edad: _____ Género: _____

Ocupación: _____

Representa a: _____

Introducción a la investigación.

Estoy realizando una investigación sobre cómo adaptar viviendas ya construidas a criterios sustentables, es decir ahorro de energía eléctrica, consumo de agua, entre otros puntos que ayuden a que los impactos negativos de la vivienda sean menores hacia el medio ambiente. Esto incluye el entendimiento de la vivienda como infraestructura (edificación), y el cómo se habita y usa la vivienda. Ya con toda esta información y otras más de medición se puede entender la vivienda y así plantear soluciones que lleven a un mejor desempeño energético e hídrico de la vivienda.

Guía de entrevista no estructurada.

Preguntas generales/contexto

¿Cuántos años llevas viviendo en esta casa?

¿Cómo es que llegaste o decidiste vivir en esta casa?

Y ¿Qué te ha parecido vivir aquí?

¿Te resultan los espacios adecuados para vivir aquí?

¿Ha realizado alguna remodelación o modificación a la casa? ¿Por qué?

¿Realizarías alguna modificación que creas aún queda pendiente para adaptar mejor la casa a ti?

Preguntas específicas

Platícame un poco ¿cómo es un día entre semana para ti en relación a esta casa? ¿Qué es lo que haces aquí entre semana? Actividades, tiempo que permaneces.

¿Cómo es un fin de semana? ¿Qué haces de diferente en la casa?

¿Cómo percibes la temperatura de la casa? Veranos, inviernos, lluvias.
¿Qué haces cuando sientes calor dentro de la casa? Día y noche.
¿Qué haces cuando sientes frío? Día y noche.

¿Cómo de cuanto te llega la factura de CFE? ¿Por qué crees que llega con esa cantidad?
¿Cómo de cuanto te llega la factura de SIAPA? ¿Por qué crees que llega con esa cantidad?

Preguntas de cierre

¿Te interesaría hacer algunas adaptaciones a tu casa que influyan en el desempeño de la energía y el agua?

¿Crees que adaptar tu casa para ahorrar y disminuir consumos es importante? ¿Lo harías?

¿Preferirías contratar a una empresa profesional? o ¿crees que podrías hacer esas adaptaciones por tus propios medios?

¿Te ves viviendo aquí mucho tiempo más? ¿Por qué?

¿Hay algo más que deseas agregar?

Herramientas para entrevista: Guía de preguntas no estructurada, plumas dos colores, cámara de video fotográfica, grabadora de voz, laptop de soporte, sillas, mesa, alimentos y bebidas de cortesía.

Lugar: Sala de juntas en oficina ubicada en calle Moctezuma #62, colonia Zapopan centro, Zapopan, Jal.

Fecha estimada para realizar la entrevista: 21 de octubre 2015.

Reporte de entrevista a usuaria de la vivienda.

Nombre del entrevistador: Guillermo Orozco Carrillo

Nombre del entrevistado: Samanta Berenice Muñoz

Lugar de la entrevista: Oficina personal, Zapopan, Jalisco

Fecha y hora de la entrevista: miércoles 21 de octubre a las 7:30pm

Inicio de la entrevista

Entrevistador: ¡Que tal! Bueno pues ve, la investigación que estoy haciendo como yo te comentaba es sobre adaptar viviendas ya construidas a criterios de sustentabilidad. La sustentabilidad ¿no sé si te suena? Se fundamenta en tres ejes, aspectos ambientales, económicos y sociales, de la conjunción de los tres aspectos se genera la sustentabilidad, tiene que haber un equilibrio de los tres para generar la sustentabilidad.

Mi proyecto de investigación toca un poco de las tres, puede estar cargado a la sustentabilidad ambiental, económico o social, pero mi proyecto trata de tomar las tres, entonces si busca beneficios ambientales por medio de evitar consumo indebido de agua y energía eléctrica que a su vez afecta en contaminación, entonces si toca lo ambiental, lo social porque son cuestiones que incluye la participación, autogestión y eso en teoría detonaría cuestiones vecinales, participación social y por otro lado lo económico que son ahorros, al tener un ahorro por vivienda o por usuario generamos un beneficio económico y eso aunado a lo social favorecemos las economías locales, esa es la intención...

Pero bueno ese es el esquema general, mi proyecto se trata de eso, de viviendas edificadas, cómo y qué le vamos adaptar para que sean más sustentables en este caso si estoy agarrando las viviendas tipos que son como la tuya este tipo de vivienda se replica, o su forma de construir se replica o se ha replicado en muchos lugares, lo agarré por la factibilidad de que está cerca y de que conozco a las personas que viven en esa casa, pero si estas viviendas las transportamos hacia Tlajomulco es muy parecido, porque durante 10 o 15 años se han construido de la misma manera entonces el proyecto podría ser replicable.

Samanta: Ok (risas...)

Entrevistador: Entonces por qué quiero la entrevista... porque yo primero necesito conocer tu casa, yo ya conozco tu casa ya hice la observación directa, ya fui, ya medí, tengo los planos arquitectónicos y tengo la comparación entre el estado actual y el estado como se entregó tu casa ahorita, es decir ahorita como está, excepto por unos muros del patio de atrás que le aumentaron la altura, esas son las modificaciones mínimas, hay otra casa que es un poco diferente ¿no?, entonces bueno para eso sirven los planos y después esos planos me van a servir para analizar las instalaciones y de ahí partir hacia las adaptaciones que se plantean en este proyecto investigación.

Samanta: Muy bien.

Entrevistador: Bien, entonces a mí me gustaría primero empezar a platicar sobre cuántos años llevas tú viviendo en esa casa, tengo entendido que la habitaron desde nueva... ¿fue ustedes o alguna otra persona?...

Samanta: según yo desde el 2009, no, no es cierto... mmm ponle tu 2003, 2004 más o menos ósea ya 10 años.

Entrevistador: 10 años, ininterrumpidos has vivido ahí.

Samanta: Sí

Entrevistador: entonces ¿cuál es tu recuerdo cómo es que llegaste a vivir ahí o cómo es que decidiste vivir en la casa?

Samanta: Te platico todo el contexto previo... bueno, si mi mamá estuvo gestionando su crédito INFONAVIT durante mucho tiempo y estuvimos buscando viviendas que alcanzarán con el crédito INFONAVIT pues la mayoría están en la periferia o fuera de la periferia de Guadalajara y cuando encontramos esta vimos que era como un conjunto habitacional que había sido creado para la UDG pero no se vendieron el total de las casas entonces estaba como un poquito más baratas... por milagro que nos alcanzó el presupuesto, si salía un poco más de lo que era el préstamo del INFONAVIT pero se pudo compensar con otro pedacito más de pago, y llegamos ahí porque nosotros vivimos en el centro de la ciudad y al ver la inconveniencia de estar rentando decidimos ir a la que ya se estaba pagando través de INFONAVIT, porque estábamos rentando aparte y esta casa no nos quedaba muy cerca del círculo de trabajo, de amistades y todo de dónde nos

estábamos moviendo, no nos era conveniente entonces irnos a vivir hasta acá (Villa Belenes), entonces la rentamos y nosotros rentábamos en el centro de Guadalajara.

Entrevistador: Ahh ok, entonces al mismo tiempo que estaban pagando INFONAVIT pues de la renta se iban pagando las mensualidades, quizá no alcanzaba pero ayudaba... ¿y en estos 10 años que te ha parecido a vivir ahí...?

Samanta: Al principio era... pues estamos hablando de hace 10 años la ciudad era muy diferente también, y las necesidades de movilidad eran diferentes al principio que llegamos ahí era como habíamos baldíos estaba muy cerca del periférico lo que significa que estaba lejos de dónde estábamos trabajando y estudiando. Incluso si los amigos hacían la burla de que vivíamos hasta el cerro...sí incluso ahora todo lo que es el auditorio Telmex y todo lo que hace esa parte eran baldíos con vacas... ahora yo le veo una gran ventaja de vivir en esta ubicación porque ha subido muchísimo la plusvalía, ha subido mucho la actividad económica y cultural de la zona y además la gran ventaja está que estamos dentro del periférico lo que antes era una desventaja ahora es una gran ventaja, y la vialidad ahora no sé... si antes hacía 30 minutos, pero eran 30 minutos sin tráfico, ahora son 40 minutos pero estamos a vuelta de rueda por toda la ciudad... (Risas), entonces más lejos significa más tiempo esas son las diferencias.

Entrevistador: ahora dime ¿qué tal es vivir en el día a día en esta casa? por un lado entiendo que por el contexto te agrada en esta zona como es ahorita... ¿pero en la casa cómo te sientes...?

Samanta: es mmm cómoda pero en un principio estábamos acostumbrados a vivir siempre en casas grandes, casas antigua como del centro de Guadalajara, entonces cuando llegué fue un shock psicológico, emocional y culturalmente vivir y vernos casi todos ahí juntos, en ese entonces cada quien tenía su cuarto teníamos espacio , no como hasta ahora, ahora estamos todos juntos y hay poco espacio abierto mmm... pero es funcional y es cómoda, yo creo que a lo mejor le pondría como inconveniente el tener un cuarto abajo y los baños son pequeños...

Entrevistador: ¿el que haya un cuarto abajo porque te resulta inconveniente?

Samanta: pues porque está a la pasada de la gente, si hay visita... todo eso es molesto...

Entrevistador: usa tú lo consideras más un estudio o un estar y no tanto una habitación...

Samanta: aja, sí si para una habitación es incómodo porque por ejemplo el baño funcional está arriba, si hay visita y yo tengo que subir ropa y...

Entrevistador: ¿el de abajo no funciona...?

Samanta: el de abajo no es funcional para regadera, sí tiene pero no quepo (risas)

Entrevistador: ósea ¿está mal?

Samanta: es que está debajo de las escaleras y no quepo... (Risas)

Entrevistador: Entonces ¿te tienes que bañar agachada?

Samanta: Sí, sí mis dimensiones lo permiten cabría... (Risas) entonces si, además también guarda mucha humedad, no está bien ventilado entonces procuramos no utilizarlo para regadera

Entrevistador: incluso los olores ósea, si no te vas a bañar aunque vayas usar el sanitario también...

Samanta: también, incluso es inconveniente porque... ruidos y olores también estando la visita es de... me permite su baño pues sí pero da pena... (Risas)

Entrevistador: ok... si te ha pasado que escuchas y huele

Samanta: Sí... (Risas) digo no es mucho tampoco así como muy expuesto pero si no es tan conveniente

Entrevistador: pero cada que te piden el baño, te quedas con la duda y que puede pasar o no pasar...

Samanta: Ahhh si...

Entrevistador: ósea siempre te va a quedar es incertidumbre

Samanta: Sí claro

Entrevistador: y... la planta alta como la sientes... ¿cómo te resulta la planta alta? ¿Cómo la percibes?

Samanta: pues a mí se me hace chiquito... pero es cómodo, están los dos cuartos separados uno de otro y un baño qué...

Entrevistador: ósea son dos habitaciones y el baño

Samanta: sí, una de las habitaciones es grande y la otra es muy chiquita... y ya el baño

Entrevistador: ósea la habitación grande la considerarías como la habitación principal

Samanta: sí...

Entrevistador: Y la otra es una habitación en donde ¿apenas cabe una cama individual?

Samanta: sí, igual cabe una matrimonial pero es como muy complicado para los espacios...

Entrevistador: Pero entonces en estos 10 años la casa te complica un poco tu vida o ¿te has acostumbrado?

Samanta: La verdad, la verdad, la verdad, a mí en lo personal me incomoda porque no hay suficiente privacidad ósea no hay los cuartos suficientes para soportar la estructura de mi familia y mmm... si no hay como privacidad, no tengo un espacio definido... no sé si me explico, por ejemplo en otras casas en donde había vivido tenía mi propio cuarto y a lo mejor había lugar para el estudio y otro lugar para estar, yo siento que para mí sola yo necesito una casa completa no me caben mis cosas en ningún lado...

Entrevistador: Entonces no solamente la recámara es la que te hace falta en lo individual, hay ciertos espacios que no tienes...

Samanta: sí, siento tan apretado que de repente no tienes...si por ejemplo de repente la ropa es un problema, este...dónde guardarla en sí no hay como... espacios para los zapatos, para la ropa, o todo es chiquito o tienes pocas cosas, o todo esta amontonado... entonces es complicado esa parte

Entrevistador: Ok, entonces en base a eso y que has vivido durante 10 años y que no encuentras tan satisfactoria algunas cosas y otras sí... Haz realizado alguna modificación para mejorar las condiciones de habitarla...

Samanta: mmm no

Entrevistador: ósea fuera de los muros posteriores que aumentaron la altura por el perro tengo entendido...

Samanta: no, por la lluvia porque llovía y se metía la lluvia a la lavadora entonces estaba mojando la lavadora constantemente...

Entrevistador: ¿pusieron entonces un techo?

Samanta: si pusimos un techo y después el muro se creció, el muro para evitar que el agua entrara, porque primero se puso solo el techo con cerca pero de todas maneras el agua se metía y la lavadora pues se estaba echando a perder...

Entrevistador: ¿con los vecinos no tuvieron problema para levantar el muro? ósea no fueron ellos la razón...

Samanta: Sí también ha sido un problema los vecinos es menos con la barda... Y la verdad es que tenemos los peores vecinos del mundo y se escuchan los ruidos mmm... también fue un problema incluso de propiedad hasta dónde llega tu límite y mi límite, porque la cochera no tenía muros entonces también tuvimos que construirlos para evitar los problemas con los vecinos...

Entrevistador: Pero entonces ¿no había muros?

Samanta: no había, por ejemplo un día me encontré a la vecina con su coche en mi cochera, regando con mi agua su jardín y pisando mi pasto por ejemplo... ese tipo de cosas pues no, no había privacidad entonces todas las casas en un principio eran iguales y ahora como ha pasado el tiempo la mayoría ha ido modificando su casa por ejemplo tienen cancel, tienen barbas, etc...

Entrevistador: Y el cancel... ¿responde por seguridad?

Samanta: Si el cancel incluso lo acabamos de poner hace poco porque antes era hasta la puerta de entrada la cochera sin cancel... por cuestión de seguridad sí, y a raíz de que robaron el carro de mi mamá (auto partes) se puso el cancel.

Entrevistador: y.... ¿tú te sientes más segura con el cancel?

Samanta: mmm no le digas a nadie pero dejamos todo abierto, sí ha aumentado la inseguridad ahora con lo de los Charros (equipo de béisbol) por eso todos los vecinos están enojados, ha aumentado mucho la inseguridad la gente también este... ha habido muchos informes de gente que se ha metido a las casas, ha habido asalto dentro de la casa y la gente está como más insegura y si es una cuestión de seguridad pero es muy poco funcional estar abriendo y cerrando cancel...

Entrevistador: además tienes protección puertas y ventanas, ósea digamos en tu casa si está todo cerrado de puertas ventanas, ¿por dónde se podrían meter?

Samanta: No, no hay forma de que se meta

Entrevistador: ¿ni por el patio porque el patio tiene una reja?

Samanta: puede ser por el patio pero no hay forma de que entren a la casa porque tiene una reja, ni por la puerta... pero aun así todas las casas la tienen y aun así no sé por qué...

Entrevistador: Ok entonces es un asalto más que un robo, ósea roban cuando están las personas dentro y de alguna manera son ellos los que abren la puerta...

Samanta: no, no, los ladrones son los que forzaron las puertas, y si han tratado de levantar las protecciones...

Entrevistador: y estas a unas cuadas de la policía... ¿no ayudan en nada?

Samanta: mmm no en nada, eso es la queja más recurrente porque han pasado 40 minutos y la policía no llega, nosotros personalmente hemos hablado por cuestiones de vecinos de ruido golpes ese tipo de cosas y no llega la policía a tiempo

Entrevistador: ¿nada más la policía? por ejemplo protección civil, bomberos, Cruz Verde y todos están en esta zona, es una zona muy bien equipada en cuanto a eso no es.....

Samanta: sí pero no hay diferencia, no hay respuesta...

Entrevistador: ósea no es un beneficio que esta todo en esta zona...

Samanta: no, incluso por ejemplo la vez que robaron el carro a mi mamá llamamos a la policía fue lo primero que hicimos y no pues dicen..."si no tiene identificado a quién, a qué horas..." pues claro que no, ¡me robaron!... no hubo nada que hacer... no hay protección, no hay ninguna conveniencia de estar cerca de ellos...

Entrevistador: bien, se te ocurre en base a lo que hemos platicado de las modificaciones que has hecho tu casa como la reja... sí vamos hacia dentro los espacios alguna modificación que se te ocurra que quede pendiente para adaptar mejor tu casa para realizar mejor de tus actividades día a día...

Samanta: Pues sí

Entrevistador: o para tu familia, no tu....

Samanta: Pues sí he pensado quizá mmm... sí porque Incluso se ve la necesidad, porque ya me fui y ya regrese, muchas veces... (Risas) y regreso... entonces estábamos viendo la conveniencia hacer otro cuarto, a mí me gustaría también tener un poco más espacio al aire libre, incluso estamos pensando hacer una azotea donde hubiera jardín o algo y tener un espacio ahí mmm y ampliar lo que es la sala y comedor y quizá otro baño completo eso...

Entrevistador: y no sé si me puedas platicar un poco la relación de lo que haces tú en el día a día en la semana tus actividades cuánto tiempo estas, cuando tiempo no estás...

Samanta: casi nunca estoy...

Entrevistador: ósea te levantas y te vas...

Samanta: si este... sabes la cocina también es muy chiquita, porque cocina una persona y la otra persona ya no cabe entonces... bueno afortunadamente tenemos tiempos diferentes a lo mejor en mi casa ¿no?... horarios entonces en la mañana, bueno... eso también es un problema, la hora del baño porque solo hay uno y entonces yo también decidí dormir mientras todos los demás se bañan y terminan de usar el baño, porque cuando coincidimos en horarios es... un pleito, a quién le tocó el baño, "Ya salte, corre" y todas esas cosas **Entrevistador:** entonces mmm el baño, el baño y la cocina... son puntos de conflicto, más que la recamara, más que comedor y sala...

Samanta: la sala es otro punto, sala y comedor es como el recibimiento inicial y llegas cansado y lo primero que haces es aventar la chancla, la mochila, la computadora, las llaves entonces nuestro espacio no es el lugar donde se pueda dejar esas cosas... pero es lo primero que tienes y todos eso es conflicto porque todo el tiradero de todos está ahí pues es el espacio común pero nadie se encarga de recogerlo además... entonces qué le cambiaría....¡me cambió de casa! (risas)

Entrevistador: ¿te cambiaría de casa?

Samanta: me gusta la ubicación, quiero comprar una casa aquí cerca...

Entrevistador: ósea tú comprarías una casa ahí, y si fuera tu casa, si estuvieras pagado esta casa que harías...

Samanta: sacaría gente de ahí... (Risas)

Entrevistador: entonces no te irías a otro lugar...

Samanta: No, no me iría... o ¿cómo?

Entrevistador: si ya fuera tu casa, ¿te irías a otra?

Samanta: no, yo creo que no, es una muy buena inversión a pesar de todo lo que estoy diciendo por qué bueno, a pesar de lo que hay ahora en el mercado es una casa mucho más amplia más funcional y la ubicación es ahora excelente pues mmm...

Entrevistador: entonces por ejemplo digamos en una semana cuánto tiempo pasas en tu casa, bueno vamos iniciar por un día ida y seguimos...

Samanta: en un día te estoy hablando de que me despierto 7 de la mañana, ponle en lo que me baño, desayuno a las ocho, ocho y media me estoy yendo, estoy hablando una hora en la mañana y llegó 8 de la noche, estoy en el comedor un ratito cocina en lo que veo que cenó y a dormir en mi cuarto...

Entrevistador: ese es un día promedio entre semana...

Samanta: si entre semana, sí, los fines de semana es lavar...

Entrevistador: lavar, lo mismo hacen tus hermanos o ¿nada más tú?

Samanta: mmm....

Entrevistador: tu familia aprovecha para lavar los fines de semana...

Samanta: sí, si nos turnamos los fines de semana o días, sí tenemos por ejemplo quién tiene la lavadora, quién está lavando (ella recibe una llamada de celular)....Estoy en medio de una entrevista adiós... este que te estaba diciendo... ah sí que nos turnamos lavadoras, por ejemplo puede ser que yo lave todo el sábado y Vanessa el domingo, Carlos y mi mamá lavan entre semana...

Entrevistador: pero pasas más tiempo en tu casa el fin de semana, ¿y qué haces? ves televisión, cocinas ahí y casi permanecen mucho tiempo allí en tu casa...

Samanta: si un poco más

Entrevistador: ok mmm la temperatura en tu casa ¿cómo sientes tú el frío o el calor? ... en relación a temporada en verano o invierno...

Samanta: si por ejemplo en tiempo de calor es súper calurosa...

Entrevistador: de qué hora a qué hora sientes más calor

Samanta: pues por ejemplo el tiempo que yo estoy en la noche...

Entrevistador: pero un fin de semana que tú estás casi todo el día...

Samanta: mmm creo que la noche es cuando sientes mucho calor, yo duermo abajo pero en si es lo mismo, no hay una ventilación, dejo la puerta abierta y la ventana abierta...

Entrevistador: cuando dejar las puertas abiertas sientes diferente...

Samanta: Sí, si corre más el aire se siente diferente, este... por ejemplo es un problema como mi mamá está menopáusica, entonces tiene bochornos toda la noche y entonces yo sufro de hipotermia, entonces ella tenía que estar abajo del ventilador... no podíamos estar en el mismo lugar las dos juntas, por ejemplo ella en la sala abajo de un ventilador siempre prendido, yo no...

Entrevistador: ¿ventilador de techo o de piso?

Samanta: de los dos (risas) y por qué no hay ventilación suficiente, porque en tiempo de calor es muy calurosa sobre todo el atardecer y anochecer porque el sol por ejemplo le pasa por encima pues...

Entrevistador: pero no te da por el frente... por la fachada o ¿sí?

Samanta: en el ocaso sí un poco...

Entrevistador: ¿y en el invierno? como percibes tu casa...

Samanta: es cálida, si...

Entrevistador: tú puedes estar sin suéter y al salir te tienes que poner suéter...

Samanta: sí podría ser...

Entrevistador: y en la noche ¿es fría o es cálida?

Samanta: pues a mí siempre me da frío pero yo creo que sí es más posible mantener un poco el calor que la ventilación...

Entrevistador: Ósea la sientes cómoda en invierno y muy caliente en verano... y en lluvias ¿te afectan los tiempos de lluvias en tu casa?

Samanta: sólo que la puerta se hincha...

Entrevistador: la puerta principal de madera...

Samanta: si mmm pero no...

Entrevistador: ¿No se inunda...? pero sientes la humedad, por ejemplo la temperatura que dices con la lluvia ¿no se siente diferente?

Samanta: si es húmeda mmm, qué se siente como cuando no hay mucha ventilación llegas y se siente sofocado no como vaporizador, sino como húmedo incluso un problema que yo siento... lo que sería, refuerza lo que digo es que es un criadero de moscos...

Entrevistador: el interior de la casa...

Samanta: sí, no sé, de hecho particularmente dentro de mi cuarto no sé porque si echamos veneno, hay mosquiteros en toda la casa y sigo teniendo moscos...

Entrevistador: ¿en toda la casa? y lo notaste sobre todo cuando... a partir de que fechas...

¿Este año?... los años anteriores no lo había notado...

Samanta: ¡no!

Entrevistador: y ¿por qué crees que sea?

Samanta: pues porque yo llegué con la peste... (Risas) pues porque antes yo no estaba y no sé no me había dado cuenta pero...

Entrevistador: tu mamá y tus hermanos decían algo de eso... ¿ya lo había notado?

Samanta: ya lo habían notado pero nunca como este año y te digo ya pusimos veneno para los mosquitos...

Entrevistador: para los mosquitos... es únicamente un problema de mosquitos que todavía sigue en estas fechas... hasta ahorita

Samanta: sí, si todavía en exceso y cucarachas también en tiempo de calor cucaracha grande por la humedad cuando sale por el drenaje...

Entrevistador: ¿y ratas?

Samanta: ratas no, no, hubo cuando construían en los alrededores las casitas de atrás, pero no, no es común y las cucarachas también se terminan cuando empiezan las lluvias y todo eso... pones un poco de veneno y se van...

Entrevistador: en tiempo de calor ¿qué haces tú en tu casa?

Samanta: llorar... (Risas)

Entrevistador: Pero y algo que hagas en la casa para mejorar la sensación de temperatura...

Samanta: pues abrir la puerta del patio y la principal pero de todos modos, no como ya hay mosquiteros puedes tener las puertas... es mantener la puerta abierta la puerta la principal. La ventana de la fachada es muy chiquita entonces no hay mucha ventilación de ahí... eso y cerrar cortinas

Entrevistador: las cierras, las cortinas ¿por el sol?

Samanta: por el sol sí

Entrevistador: y en el frío que hace ¿cierras todo?

Samanta: cerrar, si cierro todo...

Entrevistador: bien y lo mismo es en la noche...

Samanta: sí

Entrevistador: Bien cómo sientes tú que estás en cuanto a consumos de energía por ejemplo de las CFE... ¿Cómo de cuánto te llega tu recibo al mes?

Samanta: procuramos... como de \$300... es bimestral

Entrevistador: Entonces tienes una tarifa baja...

Samanta: sí

Entrevistador: Y ¿por qué crees que llega así? ¿Cuándo crees que consumes más?... ¿qué días?, ¿porque?

Samanta: tratamos de cuidar más o menos el consumo, de no dejar las luces prendidas si se sale de una habitación pues apaga y también cambiamos algunos focos, no todos, por leds

Entrevistador: cambiaste... ¿Y qué tal resultado?

Samanta: Pues bien, si se nota, si ha habido una reducción significativa incluso estaba pensando yo no sé si ya existe en el mercado o todos son así también cambiar el refrigerador, las teles ya se cambiaron, ya no necesitas más luz más que la habitación en la que estas, y el internet que siempre está conectado...y ya

Entrevistador: entonces disminuyeron al máximo el consumo...

Samanta: sí porque horno ya no tenemos...

Entrevistador: ¿planchas?

Samanta: de cabello...

Entrevistador: pero plancha de ropa ¿no usan?

Samanta: no, llevamos a planchar...

Entrevistador: ¿lavadora y secadora?

Samanta: Lavadora, pero te digo qué se usa periódicamente, no se usa diario

Entrevistador: Oye y escuchas cuando se prende la bomba del agua...

Samanta: no, generalmente no

Entrevistador: ¿no sabes cada cuándo se prende la bomba?

Samanta: no, generalmente tenemos agua continua...

Entrevistador: ¿tienes una cisterna?

Samanta: si tenemos una cisterna pero no, mmm sube por presión

Entrevistador: entonces de la toma del agua municipal sube hasta tu tinaco

Samanta: yo creo que sí porque nos quedamos sin agua muy pocas veces, nos hemos quedado sin agua sobre todo en Semana Santa cuando hacen los tandeos que se corta y que se escucha que se prende la bomba pero durante todo el año tenemos agua

Entrevistador: y ¿cómo de cuanto llega el recibo de SIAPA?

Samanta: según yo cómo de 70 pesos al año...

Entrevistador: ¿el año?

Samanta: Si es barata...

Entrevistador: ok y sientes que consumen mucho o...

Samanta: no sé, no soy la señora de la casa pero en un aproximado, pero... creo que sí

Entrevistador: pero sienten que gastes mucha agua...

Samanta: no, porque sabes también lo que pasó es que lo que hizo Carlos ayuda mucho, eso sí redujo como a la mitad del recibo... lo que hizo de los tambos para captar el agua de lluvia con esa lavamos y trapeamos...

Entrevistador: y ¿les dura mucho tiempo?

Samanta: yo lavó toda mi ropa y yo lavó hasta que tengo toda la carga, una lavadora negra una de color y una blanca, y yo si lavó con esa agua y bien...

Entrevistador: entonces no tienes mucho consumo por parte de tu familia... consume poca agua y ¿todos son así como traten de no desperdiciar?

Samanta: podríamos ahorrar un poco más eso sí...

Entrevistador: ¿cómo en qué?

Samanta: pues no sé, cómo en todas esas cosas creo que es factible que se puede ahorrar un poco más, no está todo por el costo sino por el impacto ambiental... en gas también a lo mejor

Entrevistador: ¿tienes tanque estacionario?

Samanta: sí

Entrevistador: pero sólo lo usas en agua caliente y para cocinar ¿no?

Samanta: sí, pero ahí aumentó un poco porque cambiamos el boiler, cambiamos de manual a automático pero ese sí no se puede tocar...

Entrevistador: ¿Por qué?

Samanta: porque es una maravilla... es cómodo ahí sí por ejemplo tenemos el cuidado de apagar cuando no estamos porque se está aprendiendo constantemente o de bajar la flama cuando es tiempo de calor o cuando no se necesita...

Entrevistador: y por ejemplo en cocina ¿no gastan tanto?

Samanta: no

Entrevistador: ósea no son ustedes de cocinar mucho...

Samanta: no, ni hornear, ni tiempos largos de cocinar sólo una comida diaria y ya es todo lo que hacemos

Entrevistador: Bueno, ok... te interesaría en dado caso hacer alguna adaptación a tu casa como la de los tambos del agua, te interesaría alguna adaptación para el consumo eléctrico, mejorar el consumo de agua...

Samanta: sí mucho...

Entrevistador: entonces, si crees que es importante disminuir los consumos y ahorrar ¿por qué lo harías más? Por impacto ambiental...

Samanta: No, no por ahorro económico... más bien por conciencia ecológica

Entrevistador: y ¿cómo harías esas adaptaciones?... buscarías una empresa o contratarías aún tercero... a un albañil, sabiendo lo que tengo que hacer y decirle a la persona lo que tiene que hacer y para qué hacerlo...

Samanta: yo creo que depende de costos, porque si estás hablando reducción de costos como algo más personalizado si me voy con el albañil, pero por ejemplo lo que hizo Carlos fue una muy buena iniciativa pero no sé si está bien hecho...

Entrevistador: pero no te ha afectado...

Samanta: no, puso una manguera muy a la brava pero si estuviera canalizada, que llegara directamente a la lavadora pues podría..., si lo haría, si lo contrataría.

Entrevistador: o las dos, los trabajos más especializados que los haga una empresa y los más sencillos un albañil...

Samanta: hay no mejor que todos los haga el albañil o mi hermano me sale más barato...

Entrevistador: bien, en base a todo lo comentado... ¿te ves mucho tiempo viviendo ahí?

Samanta: ¡no por favor...!

Entrevistador: Pero ¿por qué? estás compartiendo casa... ¿pero si fuera tuya?

Samanta: Ahí sí...

Entrevistador: Si fuera tuya, vives ahí... ¿pensarías en adaptar tu casa? a ti o tú a tú casa...

Samanta: No fíjate qué eso es precisamente mi proyecto, a mí, siempre uno sueña con tus espacios y tu casa pero me gustaría mucho poder adquirir mi casa por esa zona es lo que estoy visualizando... adaptarla a mis necesidades y a mi gusto por ejemplo una casa que no me gusta la construcción entonces tendría que adaptarla a lo que yo quisiera...

Entrevistador: entonces si te visualizas en adaptar tu casa a las cosas que a ti te gustan, que necesitas...

Samanta: Sí la verdad sí

Entrevistador: bueno, pues no sé si quieras agregar algo más....

Samanta: cuando empezamos la modificación

Entrevistador: pues cuando digas...

Samanta: ya... (Risas)

Entrevistador: bueno, muchas gracias por el tiempo y sería todo...

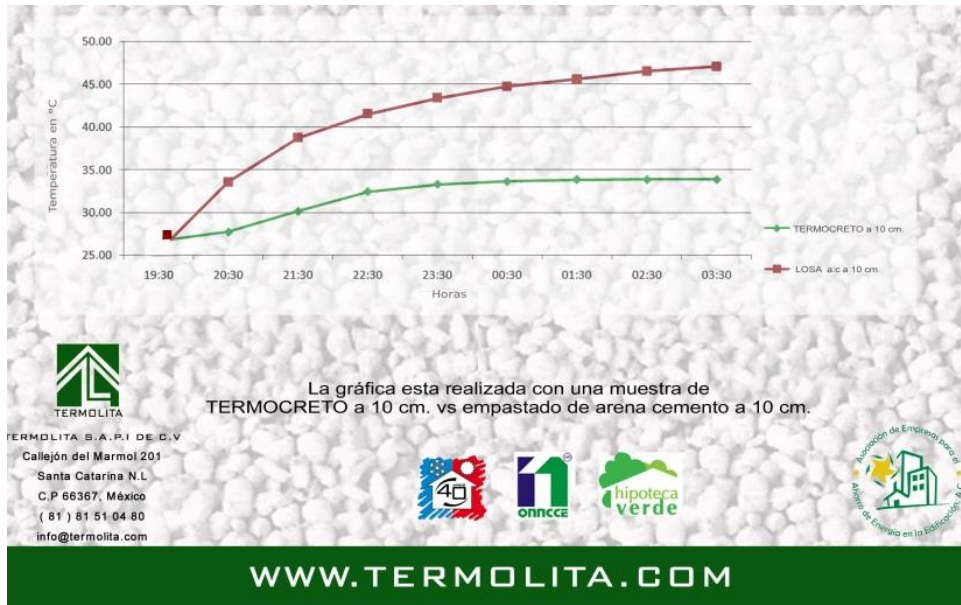
Samanta: gracias a ti (risas)

Fin de la entrevista.

8.3. Anexo 3 – Estudio de caso

Anexo [TERMOCRETE]

Puede ser consultado en el siguiente link: <http://www.termolita.com>



TERMOCRET®

SMA-017-004-13

FACIL DE APLICAR

- 1 Mezclar 1 saco de cemento y 3 sacos de TERMOCRET®
- 2 Agregar 120 lts de agua y mezclar hasta lograr la consistencia adecuada
**** NO USAR MÁS DE EL AGUA INDICADA**
- 3 Colocar, Enrazar y dejar Fraguar

VENTAJAS:

- Económico
- Aislante
- Resistente
- Ligero
- Baja Adsorción de Humedad
- Recibe cualquier tipo de impermeabilización

* Para mezclas de 1m³ agregar sólo 375 L de agua

Presentación : Saco 100 L

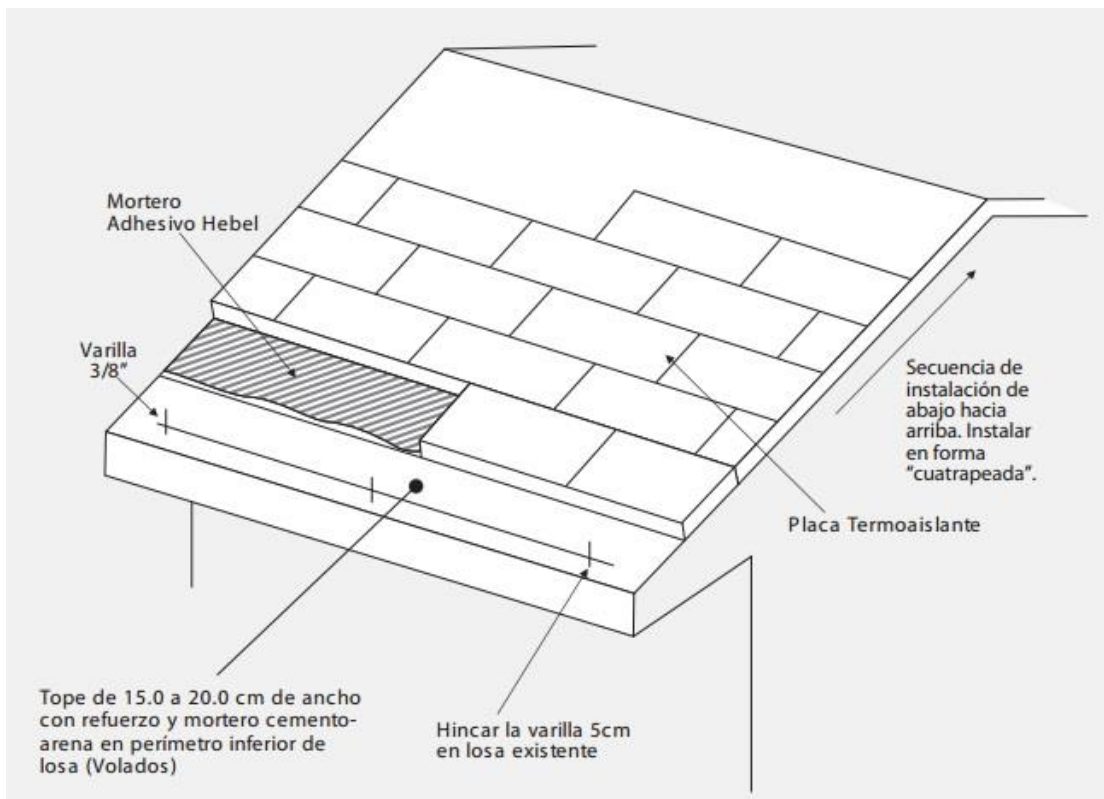
TERMOCRETO



TERMOCRETO®		
Dosificación	sacos	1 cemento: 3 TERMOCRET
Rendimiento	sacos/m ³	4 cemento: 12 TERMOCRET
Resistencia	kg/cm ²	15
Adsorción en Volumen	%	< 5
Densidad Aparente	Kg/m ³	341.20
Conductividad Térmica (K)	W/m K	0.08340
Costo	\$/m³	4 sacos cemento x \$___ /saco 12 sacos TERMOCRET x \$___ /saco Total: \$ ___ / m ³

Anexo [Panel Hebel para azotea]

Puede ser consultado en el siguiente link: <http://www.hebel.mx>



Especificaciones					
Dimensiones	Losa (cm)	Muro (cm)	Dintel (cm)	Board (cm)	Barda (cm)
Longitud	600 Máx.	600 Máx.	200 Máx.	244 y 305	244
Ancho	61.0	61.0	20 a 30 ^[1]	61.0	61.0
Espesores	10 a 30*	10 a 30*	10 a 30*	5 y 7.5	5 y 7.5
Densidad	AAC-4 y AAC-8				
Notas:	^[1] Peralte, *Espesores [10, 12.5, 15, 17.5, 20, 25 y 30]				

Propiedades físicas y de diseño		
Características	AAC-4	AAC-8
Densidad Nominal ^[1]	500 Kg/m ³	600 Kg/m ³
Densidad Aparente ^[2]	509.91 Kg/m ³	579.01 Kg/m ³
Peso de Diseño	600 Kg/m ³	720 Kg/m ³
Resistencia a la Compresión (f _{aac}) ^[1]	40.8 Kg/cm ²	61.2 Kg/cm ²
Contracción por Secado ^[1]	< 0.2 mm/m	< 0.2 mm/m
Módulo de Elasticidad	20,800 Kg/cm ²	26,500 Kg/cm ²
Módulo de Ruptura	8.1 Kg/cm ²	10.0 Kg/cm ²
Coefficiente de Expansión Térmica	8 x 10 ⁻⁶ K ⁻¹	8 x 10 ⁻⁶ K ⁻¹
Conductividad Térmica ^[2]	0.123 W/m-K	0.149 W/m-K
Esfuerzo de Aplastamiento Permisible	24.5 Kg/cm ²	36.8 Kg/cm ²
^[1] Valores de acuerdo a ASTM C1388-07 "Standard Specification for Precast Autoclaved Aerated Concrete (PAAC) Wall Construction Units. ^[2] Valores de acuerdo con NOM-018-ENER-2011 "Aislantes térmicos, para edificaciones. Características, límites y métodos de prueba"		

Anexo [Datos de conductividad térmica para componentes de un techo verde]

Puede ser consultado en el siguiente link:

<http://www.geosci-model-dev.net/6/1941/2013/gmd-6-1941-2013.pdf>

	Characteristics (unit)	Value	Method (Source)
SUBSTRATE	Thickness (m)	0.08	Measured (Bouzouidja, 2012)
	Dry unit weight of soil particles (kg m ⁻³)	2610	Deduced from Falienor (2010)
	Dry soil thermal conductivity (W m ⁻¹ K ⁻¹)	0.15	Measured ^a (Bouzouidja, 2010)
	Dry soil heat capacity (J m ⁻³ K ⁻¹)	1 342 000	Measured ^b (Bouzouidja, 2010)
DRAINAGE	Thickness (m)	0.05	Measured (Bouzouidja, 2012)
	Dry unit weight of soil particles (kg m ⁻³)	570	Supplier information (Leca [®] , 2009)
	Dry soil thermal conductivity (W m ⁻¹ K ⁻¹)	<0.11 0.125 0.113 0.075–0.090	Supplier information (Leca [®] , 2009) Manufacturer information (SILRES [®] , 2012) Manufacturer information (Sinclair, 2012) Ochs et al. (2006)
	Dry soil heat capacity (J m ⁻³ K ⁻¹)	331 500	Deduced from manufacturer information (Sinclair, 2012) according to density
ARTIFICIAL	Material/function <i>5 layers, from top (1) to bottom (5)</i>	(1) waterproofing membrane (2) insulating sheet (PIR ^c) (3) waterproofing membrane (4) insulator (5) concrete	(1) Supplier information (SOPREMA [®] , 2012a) (2) ACERMI (2009) (3) Supplier information (SOPREMA [®] , 2012b) (4 to 5) Deduced from building type and age (Lemonsu et al., 2011)
	Thickness (m)	(1) 0.003 (2) 0.060 (3) 0.003 (3) 0.10 (4) 0.20	(1) Supplier information (SOPREMA [®] , 2012a) (2) Supplier information (RECTICEL [®] , 2012) (3) Supplier information (SOPREMA [®] , 2012b) (4 and 5) Deduced from building type and age (Lemonsu et al., 2011)
	Thermal conductivity (W m ⁻¹ K ⁻¹)	(1) 0.7 (2) 0.024 (3) 0.7 (4) 0.035 (5) 2.3	(1 and 3) Deduced from building type and age (Lemonsu et al., 2011) (2) ACERMI (2009) (4 and 5) Deduced from building type and age (Lemonsu et al., 2011)
	Heat capacity (J m ⁻³ K ⁻¹)	(1) 2 100 000 (2) 44 800 (3) 2 100 000 (4) 75 000 (4) 2 300 000	(1 and 3) Deduced from building type, age and usage (Lemonsu et al., 2011) (2) Deduced from BING (2006) and Kalzip [®] (2010) based on density (RECTICEL [®] , 2012) (4 and 5) Deduced from building type, age and usage (Lemonsu et al., 2011)

^a for a similar substrate, mean between -10 and 50 °C. ^b for a similar substrate, at 20 °C. ^c polyisocyanurate foam with aluminium layer.

8.4. Anexo 4 – Cálculos de NOM-020

REPORTE GENERAL

FORMATO PARA INFORMAR DEL CÁLCULO DEL PRESUPUESTO ENERGÉTICO

1.- Datos Generales

1.1 - Propietario

Nombre: Villas Belenes Estado Actual

Dirección:

Colonia:

Ciudad:

Estado:

Código Postal:

Teléfono:

1.2 - Ubicación de la Obra

Nombre:

Dirección:

Colonia:

Ciudad:

Estado:

Código Postal:

Teléfono:

1.2 - Unidad de Verificación

Nombre:

Dirección:

Colonia:

Ciudad:

Estado:

Código Postal:

Nº de Registro:

Teléfono:

Fax:

2.- Valores para el cálculo de la ganancia de calor a través de la envolvente (*).

2.1 - Ciudad: ZAPOPAN
20.0 ° 40.0 °

2.2 - Temperaturas equivalentes promedio "te" (°C).

a).- Techo 38 °C b).- Superficie Inferior 26 °C

c).- Muros d).- Partes Transparentes

	Masivo	Ligero	Según NOM no existe Tragaluz y Domo		
Norte	<u>25</u> °C	<u>30</u> °C		Norte	<u>22</u> °C
Este	<u>27</u> °C	<u>34</u> °C		Este	<u>23</u> °C
Sur	<u>26</u> °C	<u>32</u> °C		Sur	<u>24</u> °C
Oeste	<u>26</u> °C	<u>33</u> °C		Oeste	<u>24</u> °C

2.3 - Coeficiente de transferencia de calor "k" del edificio de referencia (W/m²K).

Techo	<u>0.714</u>	Muro	<u>0.714</u>
Tragaluz y Domo	<u>5.952</u>	Ventana	<u>5.319</u>

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

Tragaluz y Domo	<u>274</u>
Norte	<u>91</u>
Este	<u>137</u>
Sur	<u>118</u>
Oeste	<u>146</u>

2.5 - Barrera para vapor.

Si _____ No X

2.6 - Factor de corrección de sombreado exterior (SE).

* Los valores se obtienen de la Tabla 1 para los incisos 2.2 a 2.5 y de la Tabla 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 partesol.

3.- Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor de las porciones de la envolvente

(Háganse tantas hojas como porciones diferentes de la envolvente se tengan)

3.1.- Descripción de la porción TECHO Número (*) 2

Componente de la envolvente: Techo X Pared _____

Material (**)	Espesor (m) /	Conductividad Térmica (W/mK) h o λ (***)	Aislante Térmico (m ² °C/W) Fórmula [// (h o λ)]
Convección exterior (****)	<u>1.0</u>	<u>13,0000</u>	<u>0,0769</u>
Ladrillo exterior con	<u>0,0250</u>	<u>0,7680</u>	<u>0,0326</u>
Aplanado de mortero	<u>0,0250</u>	<u>0,6980</u>	<u>0,0358</u>
Mortero cemento	<u>0,0750</u>	<u>0,6300</u>	<u>0,1190</u>
Concreto armado	<u>0,2000</u>	<u>1,7400</u>	<u>0,1149</u>

Convección interior (****) 1.0 6,6000 0,1515

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

M 0,5308 m²°C / W

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

K 1,8840 W / m²°K

* Dar un número consecutivo (1,2,3... 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 o aplanado 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 de la envolvente

(Háganse tantas hojas como porciones diferentes de la envolvente se tengan)

3.1.- Descripción de la porción MURO Número (*) 1

Componente de la envolvente: Techo _____ Pared X

Material (**)	Espesor (m) /	Conductividad Térmica (W/mK) h o λ (***)	Aislante Térmico (m ² °C/W) Fórmula [// (h o λ)]
Convección exterior (****)	<u>1.0</u>	<u>13,0000</u>	<u>0,0769</u>
Bloque de concreto	<u>0,1500</u>	<u>0,0110</u>	<u>13,6364</u>
Aplanado de mortero	<u>0,0250</u>	<u>0,8720</u>	<u>0,0287</u>
Aplanado de mortero	<u>0,0250</u>	<u>0,6980</u>	<u>0,0358</u>

Convección interior (****) 1.0 8,1000 0,1235

Para obtener el aislamiento térmico total, se debe sumar la M de todos los materiales y la convección exterior e interior
[Fórmula $M = \sum M$] **M** 13,9012 m²°C / W

Coeficiente global de transferencia de calor de la porción (k)
[Fórmula $K = 1/M$] **K** 0,0719 W / m²°K

* Dar un número consecutivo (1,2,3... 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 o aplanado 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 h, calculados de acuerdo al apéndice "B".

3.- Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor de las porciones de la envolvente

(Háganse tantas hojas como porciones diferentes de la envolvente se tengan)

3.1.- Descripción de la porción PUERTA Número (*) 3

Componente de la envolvente: Techo _____ Pared X

Material (**)	Espesor (m) /	Conductividad Térmica (W/mK) h o λ (***)	Aislante Térmico (m ² °C/W) Fórmula [// (h o λ)]
Convección exterior (****)	<u>1.0</u>	<u>13,0000</u>	<u>0,0769</u>
<u>Madera dura</u>	<u>0,0500</u>	<u>0,1500</u>	<u>0,3333</u>

Convección interior (****) 1.0 8,1000 0,1235

Para obtener el aislamiento térmico total, se debe sumar la M de todos los materiales y la convección exterior e interior
[Fórmula $M = \sum M$] **M** 0,5337 m²°C / W

Coeficiente global de transferencia de calor de la porción (k)
[Fórmula $K = 1/M$] **K** 1,8737 W / m²°K

* Dar un número consecutivo (1,2,3... 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 o aplanado 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 h, calculados de acuerdo al apéndice "B".

3.- Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor de las porciones de la envolvente

(Háganse tantas hojas como porciones diferentes de la envolvente se tengan)

3.1.- Descripción de la porción VENTANA Número (*) 4

Componente de la envolvente: Techo _____ Pared X

Material (**)	Espesor (m) /	Conductividad Térmica (W/mK) h o λ (***)	Aislante Térmico (m ² °C/W) Fórmula [// (h o λ)]
Convección exterior (****)	<u>1.0</u>	<u>13,0000</u>	<u>0,0769</u>
Vidrio sencillo 2200	<u>0,0060</u>	<u>0,9300</u>	<u>0,0065</u>

Convección interior (****) 1.0 8,1000 0,1235

Para obtener el aislamiento térmico total, se debe sumar la M de todos los materiales y la convección exterior e interior
[Fórmula $M = \sum M$] **M** 0,2068 m²°C / W

Coeficiente global de transferencia de calor de la porción (k)
[Fórmula $K = 1/M$] **K** 4,8349 W / m²°K

* Dar un número consecutivo (1,2,3... 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 o aplanado en la superficie exterior y yeso en la superficie interior, se deben anotar los tres materiales

*** Para los materiales se utilizan los valores I 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".

4.- Cálculo comparativo de la ganancia de calor.

$$\phi_{rc} = \sum_{j=1}^n [K_j \cdot A_j \cdot (t_{ei} - t)]$$

4.1.- Edificio de referencia.

4.1.1.- Ganacia de conducción (Partes opacas y transparentes)

Tipo y orientación de la posición de la envolvente	Coefficiente global de transferencia de calor (W/m ² k) [K]	Área total del edificio proyectado (m ²) [A]	Fracción de la componente [F]	Temperatura equivalente (°C) [te]	Temperatura Interior (°C) [t]	Ganancias de calor por conducción ϕ_{rc} [K*A*F(te-t)]
Techo	0.714	42,0600	1.00	38	25	390.40
Tragaluz y Domo	5.952		0.00	22	25	0.0
Muro Norte	0.714	28,6350	0.90	25	25	0.0
Ventana Norte	5.319		0.10	23	25	-30.46
Muro Este	0.714	13,4800	0.90	27	25	17.32
Ventana Este	5.319		0.10	24	25	-7.17
Muro Sur	0.714	25,3400	0.90	26	25	16.28
Ventana Sur	5.319		0.10	24	25	-13.47
Muro Oeste	0.714	0,0000	0.90	26	25	0.0
Ventana oeste	5.319		0.10	24	25	0.0
Subtotal:						372.89

Nota: si los valores son negativos significa una bonificación, por lo que deben sumarse algebraicamente.

4.1.2.- Ganacia por radiación (Partes transparentes).

$$\phi_{rs} = \sum_{j=1}^n [A_j \cdot CS_j \cdot FG_j \cdot SE_j]$$

Tipo y orientación de la posición de la envolvente	Coefficiente de Sombreado (CS)	Área total del edificio proyectado (m ²) [A]	Fracción de la componente [F]	Ganancia de calor (W/m ²) [FG]	Ganancia de calor por radiación ϕ_{rs} [RSxAxFxFG]
Tragaluz y Domo	1.00	42,0600	0.00	274	0.0
Ventana Norte	1.00	28,6350	0.10	91	260.57
Ventana Este	1.00	13,4800	0.10	137	184.67
Ventana Sur	1.00	25,3400	0.10	118	299.01
Ventana oeste	1.00	0,0000	0.10	146	0.0
Subtotal:					744.26

4.- Cálculo comparativo de la ganancia de calor.

4.2.- Edificio Proyectado

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

$$\phi_{\text{tot}} = \sum_{j=1}^n [K_j * A_j * (t_{\text{ext}} - t)]$$

Tipo y orientación de la porción de la envolvente (*)	Coeficiente global de transferencia de calor (W/m ² °C)		Área del edificio proyectado (m ²) [A]	Temperatura equivalente (°C) [te]	Temperatura Interior (°C) [ti]	Ganancias de calor por conducción ϕ_{pc} (****) [K*A*(te-t)]
	Número de la porción (**)	Valor calculado (W/m ² °C) [K] (***)				
TECHO TECHO	2	1.8839	24.15	38	25	591.46
TECHO TECHO	2	1.8839	14.89	38	25	364.67
TECHO TECHO	2	1.8839	3.02	38	25	73.96
MURO NORTE	1	0.0719	22.205	25	25	0.0
PUERTA NORTE	3	1.8736	1.89	30	25	17.70
VENTANA NORTE	4	4.8348	4.54	23	25	-43.90
MURO ESTE	1	0.0719	11.38	27	25	1.63
PUERTA ESTE	3	1.8736	2.1	34	25	35.41
MURO SUR	1	0.0719	20.52	26	25	1.47
VENTANA SUR	4	4.8348	4.82	24	25	-23.30

Subtotal (1) **** 1019.13

$$\phi_{pc} = \sum_{i=1}^6 \phi_{pci}$$

Total 1019.13

* Abreviar considerando tipo: 1 Techo, 2 Tragaluz, 3 Domo, 4 Muro y 5 Ventana y como orientación: 1 Techo, 2 Norte, 3 Este, 4 Sur, 5 Oeste y 6 superficie inferior. Por ejemplo: 4.2 corresponde a un muro con orientación norte.

** Número consecutivo asignado en el inciso 3.1.

*** Valor obtenido en el inciso 3.1.

**** Si los valores son negativos significa una bonificación, por lo que deben sumarse algebraicamente.

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

4.- Cálculo comparativo de la ganancia de calor (continuación)

$$\phi_{rad} = \sum_{j=1}^n [A_{vj} \cdot CS_j \cdot FG_j \cdot SE_{vj}]$$

4.2.2.- Ganancia por Radiación (partes transparentes)

Tipo y orientación de la porción de la envolvente (*)	Material (**)	Coeficiente de sombreado [CS] (***)	Área (m ²) [A]	Ganacia de calor (W/m ²) [FG]	Factor de sombreado exterior [SE] (****)		Ganancias de calor por radiación ϕ_{ps} [CSxAxFGxSE]
					Número	Valor	
VENTANA	Claro	1.0	4.54	91		1.0	413.13
VENTANA	Claro	1.0	4.82	118		1.0	568.76

$$\phi_{ps} = \sum_{i=1}^5 \phi_{psi}$$

Total 981.90

* Abreviar considerando tipo: 1 Techo, 2 Tragaluz, 3 Domo, 4 Muro y 5 Ventana y como orientación: 1 Techo, 2 Norte, 3 Este, 4 Sur, 5 Oeste y 6 superficie inferior. Por ejemplo: 5.5 corresponde a una ventana con orientación Oeste.

** Especifique la característica del material. Por ejemplo: claro, afinado, etc.

*** Dato proporcionado por el fabricante.

**** Si la ventana tiene sombreado el número y el "SE" se obtiene del inciso 2.6, y si la ventana no tiene sombreado se deja en blanco el espacio para el número y el "SE" es 1,0.

5.- Resumen del cálculo.

5.1.- Presupuesto energético.

	Ganancia de calor por conducción (W).	Ganancia de calor por radiación (W).	Ganancia total de calor $\phi_r = \phi_{rc} + \phi_{rs}$ $\phi_p = \phi_{rc} + \phi_{ps}$ (W)
Referencia	(ϕ_{cr}) <input type="text" value="372.89"/>	(ϕ_{sr}) <input type="text" value="744.26"/>	<input type="text" value="1117.16"/>
Proyectado	(ϕ_{cp}) <input type="text" value="1019.13"/>	(ϕ_{sp}) <input type="text" value="981.90"/>	<input type="text" value="2001.03"/>

5.2.- Cumplimiento.

Si (ϕ_r) > (ϕ_p) No (ϕ_r) < (ϕ_p)

REPORTE GENERAL

FORMATO PARA INFORMAR DEL CÁLCULO DEL PRESUPUESTO ENERGÉTICO

1.- Datos Generales

1.1 - Propietario

Nombre: Villas Belenes con protección solar en ventanas

Dirección:

Colonia:

Ciudad:

Estado:

Código Postal:

Teléfono:

1.2 - Ubicación de la Obra

Nombre:

Dirección:

Colonia:

Ciudad:

Estado:

Código Postal:

Teléfono:

1.2 - Unidad de Verificación

Nombre:

Dirección:

Colonia:

Ciudad:

Estado:

Código Postal:

Nº de Registro:

Teléfono:

Fax:

2.- Valores para el cálculo de la ganancia de calor a través de la envolvente (*).

2.1 - Ciudad: ZAPOPAN
20.0 ° 40.0 °

2.2 - Temperaturas equivalentes promedio "te" (°C).

a).- Techo	<u>38</u> °C	b).- Superficie Inferior	<u>26</u> °C
c).- Muros		d).- Partes Transparentes	
	Masivo	Ligero	Según NOM no existe Tragaluz y Domo <u>22</u> °C
Norte	<u>25</u> °C	<u>30</u> °C	Norte <u>23</u> °C
Este	<u>27</u> °C	<u>34</u> °C	Este <u>24</u> °C
Sur	<u>26</u> °C	<u>32</u> °C	Sur <u>24</u> °C
Oeste	<u>26</u> °C	<u>33</u> °C	Oeste <u>24</u> °C

2.3 - Coeficiente de transferencia de calor "k" del edificio de referencia (W/m²K).

Techo	<u>0.714</u>	Muro	<u>0.714</u>
Tragaluz y Domo	<u>5.952</u>	Ventana	<u>5.319</u>

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

Tragaluz y Domo	<u>274</u>
Norte	<u>91</u>
Este	<u>137</u>
Sur	<u>118</u>
Oeste	<u>146</u>

2.5 - Barrera para vapor.

Si No X

2.6 - Factor de corrección de sombreado exterior (SE).

Número (**)	1	2
Tipo de Sombreado	2	2
L/W, L/H o P/E	1.0	1.0
W/H o W/E	0.79	1.49
Norte	0.7550	
Este/Oeste		
Sur		0.5650

* Los valores se obtienen de la Tabla 1 para los incisos 2.2 a 2.5 y de la Tabla 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 partesol.

3.- Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor de las porciones de la envolvente

(Háganse tantas hojas como porciones diferentes de la envolvente se tengan)

3.1.- Descripción de la porción TECHO Número (*) 2

Componente de la envolvente: Techo X Pared _____

Material (**)	Espesor (m) /	Conductividad Térmica (W/mK) h o λ (***)	Aislante Térmico ($m^2 \cdot C/W$) Fórmula [// (h o λ)]
Convección exterior (****)	<u>1.0</u>	<u>13,0000</u>	<u>0,0769</u>
Ladrillo exterior con	<u>0,0250</u>	<u>0,7680</u>	<u>0,0326</u>
Aplanado de mortero	<u>0,0250</u>	<u>0,6980</u>	<u>0,0358</u>
Mortero cemento	<u>0,0750</u>	<u>0,6300</u>	<u>0,1190</u>
Concreto armado	<u>0,2000</u>	<u>1,7400</u>	<u>0,1149</u>

Convección interior (****) 1.0 6,6000 0,1515

Para obtener el aislamiento térmico total, se debe sumar la M de todos los materiales y la convección exterior e interior [Fórmula $M = \sum M$] **M** 0,5308 $m^2 \cdot C / W$

Coeficiente global de transferencia de calor de la porción (k) [Fórmula $K = 1/M$] **K** 1,8840 $W / m^2 \cdot K$

* Dar un número consecutivo (1,2,3... 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 o aplanado 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 de la envolvente

(Háganse tantas hojas como porciones diferentes de la envolvente se tengan)

3.1.- Descripción de la porción MURO Número (*) 1

Componente de la envolvente: Techo _____ Pared X

Material (**)	Espesor (m) /	Conductividad Térmica (W/mK) h o λ (***)	Aislante Térmico (m ² °C/W) Fórmula [// (h o λ)]
Convección exterior (****)	<u>1.0</u>	<u>13,0000</u>	<u>0,0769</u>
Bloque de concreto	<u>0,1500</u>	<u>0,0110</u>	<u>13,6364</u>
Aplanado de mortero	<u>0,0250</u>	<u>0,8720</u>	<u>0,0287</u>
Aplanado de mortero	<u>0,0250</u>	<u>0,6980</u>	<u>0,0358</u>

Convección interior (****) 1.0 8,1000 0,1235

Para obtener el aislamiento térmico total, se debe sumar la M de todos los materiales y la convección exterior e interior
[Fórmula $M = \sum M$] **M** 13,9012 m²°C / W

Coeficiente global de transferencia de calor de la porción (k)
[Fórmula $K = 1/M$] **K** 0,0719 W / m²°K

* Dar un número consecutivo (1,2,3... 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 o aplanado 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 h, calculados de acuerdo al apéndice "B".

3.- Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor de las porciones de la envolvente

(Háganse tantas hojas como porciones diferentes de la envolvente se tengan)

3.1.- Descripción de la porción	<u>PUERTA</u>	Número (*)	<u>3</u>
Componente de la envolvente:	Techo _____	Pared	<u>X</u>
Material (**)	Espesor (m) /	Conductividad Térmica (W/mK) h o λ (***)	Aislante Térmico (m ² °C/W) Fórmula [// (h o λ)]
Convección exterior (****)	<u>1.0</u>	<u>13,0000</u>	<u>0,0769</u>
<u>Madera dura</u>	<u>0,0500</u>	<u>0,1500</u>	<u>0,3333</u>

Convección interior (****) 1.0 8,1000 0,1235

Para obtener el aislamiento térmico total, se debe sumar la M de todos los materiales y la convección exterior e interior
 [Fórmula $M = \sum M$] **M** 0,5337 m²°C / W

Coeficiente global de transferencia de calor de la porción (k)
 [Fórmula $K = 1/M$] **K** 1,8737 W / m²°K

* Dar un número consecutivo (1,2,3... 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 o aplanado 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 h, calculados de acuerdo al apéndice "B".

3.- Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor de las porciones de la envolvente

(Háganse tantas hojas como porciones diferentes de la envolvente se tengan)

3.1.- Descripción de la porción VENTANA Número (*) 4

Componente de la envolvente: Techo _____ Pared X

Material (**)	Espesor (m) /	Conductividad Térmica (W/mK) h o λ (***)	Aislante Térmico (m ² °C/W) Fórmula [// (h o λ)]
Convección exterior (****)	<u>1.0</u>	<u>13,0000</u>	<u>0,0769</u>
Vidrio sencillo 2200	<u>0,0060</u>	<u>0,9300</u>	<u>0,0065</u>

Convección interior (****) 1.0 8,1000 0,1235

Para obtener el aislamiento térmico total, se debe sumar la M de todos los materiales y la convección exterior e interior
[Fórmula $M = \sum M$] **M** 0,2068 m²°C / W

Coeficiente global de transferencia de calor de la porción (k)
[Fórmula $K = 1/M$] **K** 4,8349 W / m²°K

* Dar un número consecutivo (1,2,3... 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 o aplanado en la superficie exterior y yeso en la superficie interior, se deben anotar los tres materiales

*** Para los materiales se utilizan los valores I 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".

4.- Cálculo comparativo de la ganancia de calor.

$$\phi_{rc} = \sum_{j=1}^n [K_j \cdot A_j \cdot (t_{ei} - t)]$$

4.1.- Edificio de referencia.

4.1.1.- Ganacia de conducción (Partes opacas y transparentes)

Tipo y orientación de la posición de la envolvente	Coefficiente global de transferencia de calor (W/m ² k) [K]	Área total del edificio proyectado (m ²) [A]	Fracción de la componente [F]	Temperatura equivalente (°C) [te]	Temperatura Interior (°C) [t]	Ganancias de calor por conducción ϕ_{rc} [K*A*F(te-t)]
Techo	0.714	42,0600	1.00	38	25	390.40
Tragaluz y Domo	5.952		0.00	22	25	0.0
Muro Norte	0.714	28,6400	0.90	25	25	0.0
Ventana Norte	5.319		0.10	23	25	-30.46
Muro Este	0.714	13,4800	0.90	27	25	17.32
Ventana Este	5.319		0.10	24	25	-7.17
Muro Sur	0.714	25,3400	0.90	26	25	16.28
Ventana Sur	5.319		0.10	24	25	-13.47
Muro Oeste	0.714	0,0000	0.90	26	25	0.0
Ventana oeste	5.319		0.10	24	25	0.0
Subtotal:						372.89

Nota: si los valores son negativos significa una bonificación, por lo que deben sumarse algebraicamente.

4.1.2.- Ganacia por radiación (Partes transparentes).

$$\phi_{rs} = \sum_{j=1}^n [A_j \cdot CS_j \cdot FG_j \cdot SE_j]$$

Tipo y orientación de la posición de la envolvente	Coefficiente de Sombreado (CS)	Área total del edificio proyectado (m ²) [A]	Fracción de la componente [F]	Ganancia de calor (W/m ²) [FG]	Ganancia de calor por radiación ϕ_{rs} [RSxAxFxFG]
Tragaluz y Domo	1.00	42,0600	0.00	274	0.0
Ventana Norte	1.00	28,6400	0.10	91	260.62
Ventana Este	1.00	13,4800	0.10	137	184.67
Ventana Sur	1.00	25,3400	0.10	118	299.01
Ventana oeste	1.00	0,0000	0.10	146	0.0
Subtotal:					744.31

4.- Cálculo comparativo de la ganancia de calor.

4.2.- Edificio Proyectado

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

$$\phi_{\text{tot}} = \sum_{j=1}^n [K_j * A_j * (t_{\text{ext}} - t)]$$

Tipo y orientación de la porción de la envolvente (*)	Coeficiente global de transferencia de calor (W/m ² °C) [k]		Área del edificio proyectado (m ²) [A]	Temperatura equivalente (°C) [te]	Temperatura Interior (°C) [ti]	Ganancias de calor por conducción ϕ_{pc} (****) [K*A*(te-t)]
	Número de la porción (**)	Valor calculado (W/m ² °C) [K] (***)				
TECHO TECHO	2	1.8839	24.15	38	25	591.46
TECHO TECHO	2	1.8839	14.89	38	25	364.67
TECHO TECHO	2	1.8839	3.02	38	25	73.96
MURO NORTE	1	0.0719	22.205	25	25	0.0
PUERTA NORTE	3	1.8736	1.89	30	25	17.70
VENTANA NORTE	4	4.8348	4.545	23	25	-43.94
MURO ESTE	1	0.0719	11.38	27	25	1.63
PUERTA ESTE	3	1.8736	2.1	34	25	35.41
MURO SUR	1	0.0719	20.52	26	25	1.47
VENTANA SUR	4	4.8348	4.82	24	25	-23.30

Subtotal (1) **** 1019.08

$$\phi_{pc} = \sum_{i=1}^6 \phi_{pci}$$

Total 1019.08

* Abreviar considerando tipo: 1 Techo, 2 Tragaluz, 3 Domo, 4 Muro y 5 Ventana y como orientación: 1 Techo, 2 Norte, 3 Este, 4 Sur, 5 Oeste y 6 superficie inferior. Por ejemplo: 4.2 corresponde a un muro con orientación norte.

** Número consecutivo asignado en el inciso 3.1.

*** Valor obtenido en el inciso 3.1.

**** Si los valores son negativos significa una bonificación, por lo que deben sumarse algebraicamente.

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

4.- Cálculo comparativo de la ganancia de calor (continuación)

$$\phi_{ps} = \sum_{j=1}^n [A_j \cdot CS_j \cdot FG_j \cdot SE_j]$$

4.2.2.- Ganancia por Radiación (partes transparentes)

Tipo y orientación de la porción de la envolvente (*)	Material (**)	Coeficiente de sombreado [CS] (***)	Área (m ²) [A]	Ganacia de calor (W/m ²) [FG]	Factor de sombreado exterior [SE] (****)		Ganancias de calor por radiación ϕ_{ps} [CSxAxFGxSE]
					Número	Valor	
VENTANA	Claro	0.9118	4.545	91		0.7550	284.72
VENTANA	Claro	0.6399	4.82	118		0.5650	205.66

$$\phi_{ps} = \sum_{i=1}^5 \phi_{psi}$$

Total

490.38

* Abreviar considerando tipo: 1 Techo, 2 Tragaluz, 3 Domo, 4 Muro y 5 Ventana y como orientación: 1 Techo, 2 Norte, 3 Este, 4 Sur, 5 Oeste y 6 superficie inferior. Por ejemplo: 5.5 corresponde a una ventana con orientación Oeste.

** Especifique la característica del material. Por ejemplo: claro, afinado, etc.

*** Dato proporcionado por el fabricante.

**** Si la ventana tiene sombreado el número y el "SE" se obtiene del inciso 2.6, y si la ventana no tiene sombreado se deja en blanco el espacio para el número y el "SE" es 1,0.

5.- Resumen del cálculo.

5.1.- Presupuesto energético.

	Ganancia de calor por conducción (W).	Ganancia de calor por radiación (W).	Ganancia total de calor $\phi_r = \phi_{rc} + \phi_{rs}$ $\phi_p = \phi_{rc} + \phi_{ps}$ (W)
Referencia	(ϕ_{cr}) <input type="text" value="372.89"/>	(ϕ_{sr}) <input type="text" value="744.31"/>	<input type="text" value="1117.20"/>
Proyectado	(ϕ_{cp}) <input type="text" value="1019.08"/>	(ϕ_{sp}) <input type="text" value="490.38"/>	<input type="text" value="1509.47"/>

5.2.- Cumplimiento.

Si (ϕ_r) > (ϕ_p) No (ϕ_r) < (ϕ_p)

REPORTE GENERAL

FORMATO PARA INFORMAR DEL CÁLCULO DEL PRESUPUESTO ENERGÉTICO

1.- Datos Generales

1.1 - Propietario

Nombre: Villas Belenes Techo Verde

Dirección:

Colonia:

Ciudad:

Estado:

Código Postal:

Teléfono:

1.2 - Ubicación de la Obra

Nombre:

Dirección:

Colonia:

Ciudad:

Estado:

Código Postal:

Teléfono:

1.2 - Unidad de Verificación

Nombre:

Dirección:

Colonia:

Ciudad:

Estado:

Código Postal:

Nº de Registro:

Teléfono:

Fax:

2.- Valores para el cálculo de la ganancia de calor a través de la envolvente (*).

2.1 - Ciudad: ZAPOPAN
20.0 ° 40.0 '

2.2 - Temperaturas equivalentes promedio "te" (°C).

a).- Techo	<u>38</u> °C	b).- Superficie Inferior	<u>26</u> °C
c).- Muros		d).- Partes Transparentes	
	Masivo	Ligero	Según NOM no existe Tragaluz y Domo <u>22</u> °C
Norte	<u>25</u> °C	<u>30</u> °C	Norte <u>23</u> °C
Este	<u>27</u> °C	<u>34</u> °C	Este <u>24</u> °C
Sur	<u>26</u> °C	<u>32</u> °C	Sur <u>24</u> °C
Oeste	<u>26</u> °C	<u>33</u> °C	Oeste <u>24</u> °C

2.3 - Coeficiente de transferencia de calor "k" del edificio de referencia (W/m²K).

Techo	<u>0.714</u>	Muro	<u>0.714</u>
Tragaluz y Domo	<u>5.952</u>	Ventana	<u>5.319</u>

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

Tragaluz y Domo	<u>274</u>
Norte	<u>91</u>
Este	<u>137</u>
Sur	<u>118</u>
Oeste	<u>146</u>

2.5 - Barrera para vapor.

Si _____ No X

2.6 - Factor de corrección de sombreado exterior (SE).

Número (**)	1	2
Tipo de Sombreado	2	2
L/W, L/H o P/E	1.0	1.0
W/H o W/E	0.79	1.49
Norte	0.7550	
Este/Oeste		
Sur		0.5650

* Los valores se obtienen de la Tabla 1 para los incisos 2.2 a 2.5 y de la Tabla 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 partesol.

3.- Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor de las porciones de la envolvente

(Háganse tantas hojas como porciones diferentes de la envolvente se tengan)

3.1.- Descripción de la porción TECHO VERDE Número (*) 7

Componente de la envolvente: Techo X Pared _____

Material (**)	Espesor (m) /	Conductividad Térmica (W/mK) h o λ (***)	Aislante Térmico (m ² °C/W) Fórmula [// (h o λ)]
Convección exterior (****)	<u>1.0</u>	<u>13,0000</u>	<u>0,0769</u>
Concreto armado	<u>0,3000</u>	<u>1,7400</u>	<u>0,1724</u>
Ladrillo exterior con	<u>0,0250</u>	<u>0,7680</u>	<u>0,0326</u>
Mortero cemento	<u>0,0500</u>	<u>0,6300</u>	<u>0,0794</u>
Ecotejado Sustrato	<u>0,0800</u>	<u>0,1500</u>	<u>0,5333</u>
Ecotejado Drenaje	<u>0,0500</u>	<u>0,1100</u>	<u>0,4545</u>
Ecotejado Membrana	<u>0,0030</u>	<u>0,1600</u>	<u>0,0188</u>
Ecotejado Membrana	<u>0,0600</u>	<u>0,0700</u>	<u>0,8571</u>
Ecotejado Membrana	<u>0,0030</u>	<u>0,1600</u>	<u>0,0188</u>

Convección interior (****) 1.0 6,6000 0,1515

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

M 2,3953 m²°C / W

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

K 0,4175 W / m²°K

* Dar un número consecutivo (1,2,3... 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 o aplanado 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 h, calculados de acuerdo al apéndice "B".

3.- Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor de las porciones de la envolvente

(Háganse tantas hojas como porciones diferentes de la envolvente se tengan)

3.1.- Descripción de la porción TECHO Número (*) 2

Componente de la envolvente: Techo X Pared _____

Material (**)	Espesor (m) /	Conductividad Térmica (W/mK) h o λ (***)	Aislante Térmico (m ² °C/W) Fórmula [// (h o λ)]
Convección exterior (****)	<u>1.0</u>	<u>13,0000</u>	<u>0,0769</u>
Ladrillo exterior con	<u>0,0250</u>	<u>0,7680</u>	<u>0,0326</u>
Aplanado de mortero	<u>0,0250</u>	<u>0,6980</u>	<u>0,0358</u>
Mortero cemento	<u>0,0750</u>	<u>0,6300</u>	<u>0,1190</u>
Concreto armado	<u>0,2000</u>	<u>1,7400</u>	<u>0,1149</u>

Convección interior (****) 1.0 6,6000 0,1515

Para obtener el aislamiento térmico total, se debe sumar la M de todos los materiales y la convección exterior e interior
[Fórmula $M = \sum M$] **M** 0,5308 m²°C / W

Coeficiente global de transferencia de calor de la porción (k)
[Fórmula $K = 1/M$] **K** 1,8840 W / m²°K

* Dar un número consecutivo (1,2,3... 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 o aplanado 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 h, calculados de acuerdo al apéndice "B".

3.- Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor de las porciones de la envolvente

(Háganse tantas hojas como porciones diferentes de la envolvente se tengan)

3.1.- Descripción de la porción MURO Número (*) 1

Componente de la envolvente: Techo _____ Pared X

Material (**)	Espesor (m) /	Conductividad Térmica (W/mK) h o λ (***)	Aislante Térmico (m ² °C/W) Fórmula [// (h o λ)]
Convección exterior (****)	<u>1.0</u>	<u>13,0000</u>	<u>0,0769</u>
Bloque de concreto	<u>0,1500</u>	<u>0,0110</u>	<u>13,6364</u>
Aplanado de mortero	<u>0,0250</u>	<u>0,8720</u>	<u>0,0287</u>
Aplanado de mortero	<u>0,0250</u>	<u>0,6980</u>	<u>0,0358</u>

Convección interior (****) 1.0 8,1000 0,1235

Para obtener el aislamiento térmico total, se debe sumar la M de todos los materiales y la convección exterior e interior
[Fórmula $M = \sum M$] **M** 13,9012 m²°C / W

Coeficiente global de transferencia de calor de la porción (k)
[Fórmula $K = 1/M$] **K** 0,0719 W / m²°K

* Dar un número consecutivo (1,2,3... 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 o aplanado 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 h, calculados de acuerdo al apéndice "B".

3.- Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor de las porciones de la envolvente

(Háganse tantas hojas como porciones diferentes de la envolvente se tengan)

3.1.- Descripción de la porción PUERTA Número (*) 3

Componente de la envolvente: Techo _____ Pared X

Material (**)	Espesor (m) /	Conductividad Térmica (W/mK) h o λ (***)	Aislante Térmico (m ² °C/W) Fórmula [// (h o λ)]
Convección exterior (****)	<u>1.0</u>	<u>13,0000</u>	<u>0,0769</u>
<u>Madera dura</u>	<u>0,0500</u>	<u>0,1500</u>	<u>0,3333</u>

Convección interior (****) 1.0 8,1000 0,1235

Para obtener el aislamiento térmico total, se debe sumar la M de todos los materiales y la convección exterior e interior
[Fórmula $M = \sum M$] **M** 0,5337 m²°C / W

Coeficiente global de transferencia de calor de la porción (k)
[Fórmula $K = 1/M$] **K** 1,8737 W / m²°K

* Dar un número consecutivo (1,2,3... 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 o aplanado 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 h, calculados de acuerdo al apéndice "B".

3.- Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor de las porciones de la envolvente

(Háganse tantas hojas como porciones diferentes de la envolvente se tengan)

3.1.- Descripción de la porción VENTANA Número (*) 4

Componente de la envolvente: Techo _____ Pared X

Material (**)	Espesor (m) /	Conductividad Térmica (W/mK) h o λ (***)	Aislante Térmico (m ² °C/W) Fórmula [// (h o λ)]
Convección exterior (****)	<u>1.0</u>	<u>13,0000</u>	<u>0,0769</u>
Vidrio sencillo 2200	<u>0,0060</u>	<u>0,9300</u>	<u>0,0065</u>

Convección interior (****) 1.0 8,1000 0,1235

Para obtener el aislamiento térmico total, se debe sumar la M de todos los materiales y la convección exterior e interior
[Fórmula $M = \sum M$] **M** 0,2068 m²°C / W

Coeficiente global de transferencia de calor de la porción (k)
[Fórmula $K = 1/M$] **K** 4,8349 W / m²°K

* Dar un número consecutivo (1,2,3... 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 o aplanado en la superficie exterior y yeso en la superficie interior, se deben anotar los tres materiales

*** Para los materiales se utilizan los valores I 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".

4.- Cálculo comparativo de la ganancia de calor.

$$\phi_{rc} = \sum_{j=1}^n [K_j \cdot A_j \cdot (t_{ai} - t)]$$

4.1.- Edificio de referencia.

4.1.1.- Ganancia de conducción (Partes opacas y transparentes)

Tipo y orientación de la posición de la envolvente	Coefficiente global de transferencia de calor (W/m ² k) [K]	Área total del edificio proyectado (m ²) [A]	Fracción de la componente [F]	Temperatura equivalente (°C) [te]	Temperatura Interior (°C) [t]	Ganancias de calor por conducción ϕ_{rc} [K*A*F(te-t)]
Techo	0.714	42,0600	1.00	38	25	390.40
Tragaluz y Domo	5.952		0.00	22	25	0.0
Muro Norte	0.714	28,6400	0.90	25	25	0.0
Ventana Norte	5.319		0.10	23	25	-30.46
Muro Este	0.714	13,4800	0.90	27	25	17.32
Ventana Este	5.319		0.10	24	25	-7.17
Muro Sur	0.714	25,3400	0.90	26	25	16.28
Ventana Sur	5.319		0.10	24	25	-13.47
Muro Oeste	0.714	0,0000	0.90	26	25	0.0
Ventana oeste	5.319		0.10	24	25	0.0
Subtotal:						372.89

Nota: si los valores son negativos significa una bonificación, por lo que deben sumarse algebraicamente.

4.1.2.- Ganancia por radiación (Partes transparentes).

$$\phi_{rs} = \sum_{j=1}^n [A_j \cdot CS_j \cdot FG_j \cdot SE_j]$$

Tipo y orientación de la posición de la envolvente	Coefficiente de Sombreado (CS)	Área total del edificio proyectado (m ²) [A]	Fracción de la componente [F]	Ganancia de calor (W/m ²) [FG]	Ganancia de calor por radiación ϕ_{rs} [RSxAxFxFG]
Tragaluz y Domo	1.00	42,0600	0.00	274	0.0
Ventana Norte	1.00	28,6400	0.10	91	260.62
Ventana Este	1.00	13,4800	0.10	137	184.67
Ventana Sur	1.00	25,3400	0.10	118	299.01
Ventana oeste	1.00	0,0000	0.10	146	0.0
Subtotal:					744.31

4.- Cálculo comparativo de la ganancia de calor.

4.2.- Edificio Proyectado

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

$$\phi_{\text{tot}} = \sum_{j=1}^n [K_j * A_j * (t_{\text{ext}} - t)]$$

Tipo y orientación de la porción de la envolvente (*)	Coeficiente global de transferencia de calor (W/m ² °C)		Área del edificio proyectado (m ²) [A]	Temperatura equivalente (°C) [te]	Temperatura Interior (°C) [ti]	Ganancias de calor por conducción ϕ_{pc} (****) [K*A*(te-t)]
	Número de la porción (**)	Valor calculado (W/m ² °C) [K] (***)				
TECHO VERDE	7	0.4174	24.15	38	25	131.06
TECHO TECHO	2	1.8839	14.89	38	25	364.67
TECHO VERDE	7	0.4174	3.02	38	25	16.39
MURO NORTE	1	0.0719	22.205	25	25	0.0
PUERTA NORTE	3	1.8736	1.89	30	25	17.70
VENTANA NORTE	4	4.8348	4.545	23	25	-43.94
MURO ESTE	1	0.0719	11.38	27	25	1.63
PUERTA ESTE	3	1.8736	2.1	34	25	35.41
MURO SUR	1	0.0719	20.52	26	25	1.47
VENTANA SUR	4	4.8348	4.82	24	25	-23.30

Subtotal (1) **** 501.11

$$\phi_{pc} = \sum_{i=1}^6 \phi_{pci}$$

Total 501.11

* Abreviar considerando tipo: 1 Techo, 2 Tragaluz, 3 Domo, 4 Muro y 5 Ventana y como orientación: 1 Techo, 2 Norte, 3 Este, 4 Sur, 5 Oeste y 6 superficie inferior. Por ejemplo: 4.2 corresponde a un muro con orientación norte.

** Número consecutivo asignado en el inciso 3.1.

*** Valor obtenido en el inciso 3.1.

**** Si los valores son negativos significa una bonificación, por lo que deben sumarse algebraicamente.

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

4.- Cálculo comparativo de la ganancia de calor (continuación)

$$\phi_{ps} = \sum_{j=1}^n [A_j \cdot CS_j \cdot FG_j \cdot SE_j]$$

4.2.2.- Ganancia por Radiación (partes transparentes)

Tipo y orientación de la porción de la envolvente (*)	Material (**)	Coeficiente de sombreado [CS] (***)	Área (m ²) [A]	Ganacia de calor (W/m ²) [FG]	Factor de sombreado exterior [SE] (****)		Ganancias de calor por radiación ϕ_{ps} [CSxAxFGxSE]
					Número	Valor	
VENTANA	Claro	0.9118	4.545	91		0.7550	284.72
VENTANA	Claro	0.6399	4.82	118		0.5650	205.66

$$\phi_{ps} = \sum_{i=1}^5 \phi_{psi}$$

Total

490.38

* Abreviar considerando tipo: 1 Techo, 2 Tragaluz, 3 Domo, 4 Muro y 5 Ventana y como orientación: 1 Techo, 2 Norte, 3 Este, 4 Sur, 5 Oeste y 6 superficie inferior. Por ejemplo: 5.5 corresponde a una ventana con orientación Oeste.

** Especifique la característica del material. Por ejemplo: claro, afinado, etc.

*** Dato proporcionado por el fabricante.

**** Si la ventana tiene sombreado el número y el "SE" se obtiene del inciso 2.6, y si la ventana no tiene sombreado se deja en blanco el espacio para el número y el "SE" es 1,0.

5.- Resumen del cálculo.

5.1.- Presupuesto energético.

	Ganancia de calor por conducción (W).	Ganancia de calor por radiación (W).	Ganancia total de calor $\phi_r = \phi_{rc} + \phi_{rs}$ $\phi_p = \phi_{rc} + \phi_{ps}$ (W)
Referencia	(ϕ_{cr}) <input type="text" value="372.89"/>	(ϕ_{sr}) <input type="text" value="744.31"/>	<input type="text" value="1117.20"/>
Proyectado	(ϕ_{cp}) <input type="text" value="501.11"/>	(ϕ_{sp}) <input type="text" value="490.38"/>	<input type="text" value="991.50"/>

5.2.- Cumplimiento.

Si (ϕ_r) > (ϕ_p) No (ϕ_r) < (ϕ_p)

REPORTE GENERAL

FORMATO PARA INFORMAR DEL CÁLCULO DEL PRESUPUESTO ENERGÉTICO

1.- Datos Generales

1.1 - Propietario

Nombre: Villas Belenes Termocret

Dirección:

Colonia:

Ciudad:

Estado:

Código Postal:

Teléfono:

1.2 - Ubicación de la Obra

Nombre:

Dirección:

Colonia:

Ciudad:

Estado:

Código Postal:

Teléfono:

1.2 - Unidad de Verificación

Nombre:

Dirección:

Colonia:

Ciudad:

Estado:

Código Postal:

Nº de Registro:

Teléfono:

Fax:

2.- Valores para el cálculo de la ganancia de calor a través de la envolvente (*).

2.1 - Ciudad: ZAPOPAN
20.0 ° 40.0 °

2.2 - Temperaturas equivalentes promedio "te" (°C).

a).- Techo	<u>38</u> °C	b).- Superficie Inferior	<u>26</u> °C
c).- Muros		d).- Partes Transparentes	
	Masivo	Ligero	Según NOM no existe Tragaluz y Domo <u>22</u> °C
Norte	<u>25</u> °C	<u>30</u> °C	Norte <u>23</u> °C
Este	<u>27</u> °C	<u>34</u> °C	Este <u>24</u> °C
Sur	<u>26</u> °C	<u>32</u> °C	Sur <u>24</u> °C
Oeste	<u>26</u> °C	<u>33</u> °C	Oeste <u>24</u> °C

2.3 - Coeficiente de transferencia de calor "k" del edificio de referencia (W/m²K).

Techo	<u>0.714</u>	Muro	<u>0.714</u>
Tragaluz y Domo	<u>5.952</u>	Ventana	<u>5.319</u>

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

Tragaluz y Domo	<u>274</u>
Norte	<u>91</u>
Este	<u>137</u>
Sur	<u>118</u>
Oeste	<u>146</u>

2.5 - Barrera para vapor.

Si No X

2.6 - Factor de corrección de sombreado exterior (SE).

Número (**)	1	2
Tipo de Sombreado	2	2
L/W, L/H o P/E	1.0	1.0
W/H o W/E	0.79	1.49
Norte	0.7550	
Este/Oeste		
Sur		0.5650

* Los valores se obtienen de la Tabla 1 para los incisos 2.2 a 2.5 y de la Tabla 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 partesol.

3.- Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor de las porciones de la envolvente

(Háganse tantas hojas como porciones diferentes de la envolvente se tengan)

3.1.- Descripción de la porción TECHO Número (*) 5

Componente de la envolvente: Techo X Pared _____

Material (**)	Espesor (m) /	Conductividad Térmica (W/mK) h o λ (***)	Aislante Térmico ($m^2 \cdot C/W$) Fórmula [// (h o λ)]
Convección exterior (****)	<u>1.0</u>	<u>13,0000</u>	<u>0,0769</u>
Concreto armado	<u>0,3000</u>	<u>1,7400</u>	<u>0,1724</u>
Mortero cemento	<u>0,0500</u>	<u>0,6300</u>	<u>0,0794</u>
Aislamiento térmico	<u>0,1000</u>	<u>0,0830</u>	<u>1,2048</u>
Ladrillo exterior con	<u>0,0250</u>	<u>0,7680</u>	<u>0,0326</u>

Convección interior (****) 1.0 6,6000 0,1515

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

M 1,7176 $m^2 \cdot C / W$

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

K 0,5822 $W / m^2 \cdot K$

* Dar un número consecutivo (1,2,3... 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 o aplanado 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 de la envolvente

(Háganse tantas hojas como porciones diferentes de la envolvente se tengan)

3.1.- Descripción de la porción TECHO Número (*) 2

Componente de la envolvente: Techo X Pared _____

Material (**)	Espesor (m) /	Conductividad Térmica (W/mK) h o λ (***)	Aislante Térmico (m ² °C/W) Fórmula [// (h o λ)]
Convección exterior (****)	<u>1.0</u>	<u>13,0000</u>	<u>0,0769</u>
Ladrillo exterior con	<u>0,0250</u>	<u>0,7680</u>	<u>0,0326</u>
Aplanado de mortero	<u>0,0250</u>	<u>0,6980</u>	<u>0,0358</u>
Mortero cemento	<u>0,0750</u>	<u>0,6300</u>	<u>0,1190</u>
Concreto armado	<u>0,2000</u>	<u>1,7400</u>	<u>0,1149</u>

Convección interior (****) 1.0 6,6000 0,1515

Para obtener el aislamiento térmico total, se debe sumar la M de todos los materiales y la convección exterior e interior
[Fórmula $M = \sum M$] **M** 0,5308 m²°C / W

Coeficiente global de transferencia de calor de la porción (k)
[Fórmula $K = 1/M$] **K** 1,8840 W / m²°K

* Dar un número consecutivo (1,2,3... 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 o aplanado 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 h, calculados de acuerdo al apéndice "B".

3.- Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor de las porciones de la envolvente

(Háganse tantas hojas como porciones diferentes de la envolvente se tengan)

3.1.- Descripción de la porción MURO Número (*) 1

Componente de la envolvente: Techo _____ Pared X

Material (**)	Espesor (m) /	Conductividad Térmica (W/mK) h o λ (***)	Aislante Térmico (m ² °C/W) Fórmula [// (h o λ)]
Convección exterior (****)	<u>1.0</u>	<u>13,0000</u>	<u>0,0769</u>
Bloque de concreto	<u>0,1500</u>	<u>0,0110</u>	<u>13,6364</u>
Aplanado de mortero	<u>0,0250</u>	<u>0,8720</u>	<u>0,0287</u>
Aplanado de mortero	<u>0,0250</u>	<u>0,6980</u>	<u>0,0358</u>

Convección interior (****) 1.0 8,1000 0,1235

Para obtener el aislamiento térmico total, se debe sumar la M de todos los materiales y la convección exterior e interior
[Fórmula $M = \sum M$] **M** 13,9012 m²°C / W

Coeficiente global de transferencia de calor de la porción (k)
[Fórmula $K = 1/M$] **K** 0,0719 W / m²°K

* Dar un número consecutivo (1,2,3... 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 o aplanado 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 h, calculados de acuerdo al apéndice "B".

3.- Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor de las porciones de la envolvente

(Háganse tantas hojas como porciones diferentes de la envolvente se tengan)

3.1.- Descripción de la porción	<u>PUERTA</u>	Número (*)	<u>3</u>
Componente de la envolvente:	Techo _____	Pared	<u>X</u>
Material (**)	Espesor (m) /	Conductividad Térmica (W/mK) h o λ (***)	Aislante Térmico (m ² °C/W) Fórmula [// (h o λ)]
Convección exterior (****)	<u>1.0</u>	<u>13,0000</u>	<u>0,0769</u>
<u>Madera dura</u>	<u>0,0500</u>	<u>0,1500</u>	<u>0,3333</u>

Convección interior (****) 1.0 8,1000 0,1235

Para obtener el aislamiento térmico total, se debe sumar la M de todos los materiales y la convección exterior e interior
 [Fórmula $M = \sum M$] **M** 0,5337 m²°C / W

Coeficiente global de transferencia de calor de la porción (k)
 [Fórmula $K = 1/M$] **K** 1,8737 W / m²°K

* Dar un número consecutivo (1,2,3... 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 o aplanado 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 h, calculados de acuerdo al apéndice "B".

3.- Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor de las porciones de la envolvente

(Háganse tantas hojas como porciones diferentes de la envolvente se tengan)

3.1.- Descripción de la porción VENTANA Número (*) 4

Componente de la envolvente: Techo _____ Pared X

Material (**)	Espesor (m) /	Conductividad Térmica (W/mK) h o λ (***)	Aislante Térmico (m ² °C/W) Fórmula [// (h o λ)]
Convección exterior (****)	<u>1.0</u>	<u>13,0000</u>	<u>0,0769</u>
Vidrio sencillo 2200	<u>0,0060</u>	<u>0,9300</u>	<u>0,0065</u>

Convección interior (****) 1.0 8,1000 0,1235

Para obtener el aislamiento térmico total, se debe sumar la M de todos los materiales y la convección exterior e interior
[Fórmula $M = \sum M$] **M** 0,2068 m²°C / W

Coeficiente global de transferencia de calor de la porción (k)
[Fórmula $K = 1/M$] **K** 4,8349 W / m²°K

* Dar un número consecutivo (1,2,3... 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 o aplanado en la superficie exterior y yeso en la superficie interior, se deben anotar los tres materiales

*** Para los materiales se utilizan los valores I 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".

4.- Cálculo comparativo de la ganancia de calor.

$$\phi_{rc} = \sum_{j=1}^n [K_j \cdot A_j \cdot (t_{ei} - t)]$$

4.1.- Edificio de referencia.

4.1.1.- Ganacia de conducción (Partes opacas y transparentes)

Tipo y orientación de la posición de la envolvente	Coefficiente global de transferencia de calor (W/m ² k) [K]	Área total del edificio proyectado (m ²) [A]	Fracción de la componente [F]	Temperatura equivalente (°C) [te]	Temperatura Interior (°C) [t]	Ganancias de calor por conducción ϕ_{rc} [K*A*F(te-t)]
Techo	0.714	42,0600	1.00	38	25	390.40
Tragaluz y Domo	5.952		0.00	22	25	0.0
Muro Norte	0.714	28,6400	0.90	25	25	0.0
Ventana Norte	5.319		0.10	23	25	-30.46
Muro Este	0.714	13,4800	0.90	27	25	17.32
Ventana Este	5.319		0.10	24	25	-7.17
Muro Sur	0.714	25,3400	0.90	26	25	16.28
Ventana Sur	5.319		0.10	24	25	-13.47
Muro Oeste	0.714	0,0000	0.90	26	25	0.0
Ventana oeste	5.319		0.10	24	25	0.0
Subtotal:						372.89

Nota: si los valores son negativos significa una bonificación, por lo que deben sumarse algebraicamente.

4.1.2.- Ganacia por radiación (Partes transparentes).

$$\phi_{rs} = \sum_{j=1}^n [A_j \cdot CS_j \cdot FG_j \cdot SE_j]$$

Tipo y orientación de la posición de la envolvente	Coefficiente de Sombreado (CS)	Área total del edificio proyectado (m ²) [A]	Fracción de la componente [F]	Ganancia de calor (W/m ²) [FG]	Ganancia de calor por radiación ϕ_{rs} [RSxAxFxFG]
Tragaluz y Domo	1.00	42,0600	0.00	274	0.0
Ventana Norte	1.00	28,6400	0.10	91	260.62
Ventana Este	1.00	13,4800	0.10	137	184.67
Ventana Sur	1.00	25,3400	0.10	118	299.01
Ventana oeste	1.00	0,0000	0.10	146	0.0
Subtotal:					744.31

4.- Cálculo comparativo de la ganancia de calor.

4.2.- Edificio Proyectado

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

$$\phi_{\text{tot}} = \sum_{j=1}^n [K_j * A_j * (t_{\text{ext}} - t)]$$

Tipo y orientación de la porción de la envolvente (*)	Coeficiente global de transferencia de calor (W/m ² °C)		Área del edificio proyectado (m ²) [A]	Temperatura equivalente (°C) [te]	Temperatura Interior (°C) [ti]	Ganancias de calor por conducción ϕ_{pc} (****) [K*A*(te-t)]
	Número de la porción (**)	Valor calculado (W/m ² °C) [K] (***)				
TECHO	5	0.5822	24.15	38	25	182.78
TECHO TECHO	2	1.8839	14.89	38	25	364.67
TECHO	5	0.5822	3.02	38	25	22.85
MURO NORTE	1	0.0719	22.205	25	25	0.0
PUERTA NORTE	3	1.8736	1.89	30	25	17.70
VENTANA NORTE	4	4.8348	4.545	23	25	-43.94
MURO ESTE	1	0.0719	11.38	27	25	1.63
PUERTA ESTE	3	1.8736	2.1	34	25	35.41
MURO SUR	1	0.0719	20.52	26	25	1.47
VENTANA SUR	4	4.8348	4.82	24	25	-23.30

Subtotal (1) **** 559.29

$$\phi_{pc} = \sum_{i=1}^6 \phi_{pci}$$

Total 559.29

* Abreviar considerando tipo: 1 Techo, 2 Tragaluz, 3 Domo, 4 Muro y 5 Ventana y como orientación: 1 Techo, 2 Norte, 3 Este, 4 Sur, 5 Oeste y 6 superficie inferior. Por ejemplo: 4.2 corresponde a un muro con orientación norte.

** Número consecutivo asignado en el inciso 3.1.

*** Valor obtenido en el inciso 3.1.

**** Si los valores son negativos significa una bonificación, por lo que deben sumarse algebraicamente.

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

4.- Cálculo comparativo de la ganancia de calor (continuación)

$$\phi_{ps} = \sum_{j=1}^n [A_j \cdot CS_j \cdot FG_j \cdot SE_j]$$

4.2.2.- Ganancia por Radiación (partes transparentes)

Tipo y orientación de la porción de la envolvente (*)	Material (**)	Coeficiente de sombreado [CS] (***)	Área (m ²) [A]	Ganacia de calor (W/m ²) [FG]	Factor de sombreado exterior [SE] (****)		Ganancias de calor por radiación ϕ_{ps} [CSxAxFGxSE]
					Número	Valor	
VENTANA	Claro	0.9118	4.545	91		0.7550	284.72
VENTANA	Claro	0.6399	4.82	118		0.5650	205.66

$$\phi_{ps} = \sum_{i=1}^5 \phi_{psi}$$

Total

490.38

* Abreviar considerando tipo: 1 Techo, 2 Tragaluz, 3 Domo, 4 Muro y 5 Ventana y como orientación: 1 Techo, 2 Norte, 3 Este, 4 Sur, 5 Oeste y 6 superficie inferior. Por ejemplo: 5.5 corresponde a una ventana con orientación Oeste.

** Especifique la característica del material. Por ejemplo: claro, afinado, etc.

*** Dato proporcionado por el fabricante.

**** Si la ventana tiene sombreado el número y el "SE" se obtiene del inciso 2.6, y si la ventana no tiene sombreado se deja en blanco el espacio para el número y el "SE" es 1,0.

5.- Resumen del cálculo.

5.1.- Presupuesto energético.

	Ganancia de calor por conducción (W).	Ganancia de calor por radiación (W).	Ganancia total de calor $\phi_r = \phi_{rc} + \phi_{rs}$ $\phi_p = \phi_{rc} + \phi_{ps}$ (W)
Referencia	(ϕ_{cr}) <input type="text" value="372.89"/>	(ϕ_{sr}) <input type="text" value="744.31"/>	<input type="text" value="1117.20"/>
Proyectado	(ϕ_{cp}) <input type="text" value="559.29"/>	(ϕ_{sp}) <input type="text" value="490.38"/>	<input type="text" value="1049.68"/>

5.2.- Cumplimiento.

Si (ϕ_r) > (ϕ_p) No (ϕ_r) < (ϕ_p)

REPORTE GENERAL

FORMATO PARA INFORMAR DEL CÁLCULO DEL PRESUPUESTO ENERGÉTICO

1.- Datos Generales

1.1 - Propietario

Nombre: Villas Belenes Placa Hebel

Dirección:

Colonia:

Ciudad:

Estado:

Código Postal:

Teléfono:

1.2 - Ubicación de la Obra

Nombre:

Dirección:

Colonia:

Ciudad:

Estado:

Código Postal:

Teléfono:

1.2 - Unidad de Verificación

Nombre:

Dirección:

Colonia:

Ciudad:

Estado:

Código Postal:

Nº de Registro:

Teléfono:

Fax:

2.- Valores para el cálculo de la ganancia de calor a través de la envolvente (*).

2.1 - Ciudad: ZAPOPAN
20.0 ° 40.0 °

2.2 - Temperaturas equivalentes promedio "te" (°C).

a).- Techo	<u>38</u> °C	b).- Superficie Inferior	<u>26</u> °C
c).- Muros		d).- Partes Transparentes	
	Masivo	Ligero	Según NOM no existe Tragaluz y Domo <u>22</u> °C
Norte	<u>25</u> °C	<u>30</u> °C	Norte <u>23</u> °C
Este	<u>27</u> °C	<u>34</u> °C	Este <u>24</u> °C
Sur	<u>26</u> °C	<u>32</u> °C	Sur <u>24</u> °C
Oeste	<u>26</u> °C	<u>33</u> °C	Oeste <u>24</u> °C

2.3 - Coeficiente de transferencia de calor "k" del edificio de referencia (W/m²K).

Techo	<u>0.714</u>	Muro	<u>0.714</u>
Tragaluz y Domo	<u>5.952</u>	Ventana	<u>5.319</u>

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

Tragaluz y Domo	<u>274</u>
Norte	<u>91</u>
Este	<u>137</u>
Sur	<u>118</u>
Oeste	<u>146</u>

2.5 - Barrera para vapor.

Si _____ No X

2.6 - Factor de corrección de sombreado exterior (SE).

Número (**)	1	2
Tipo de Sombreado	2	2
L/W, L/H o P/E	1.0	1.0
W/H o W/E	0.79	1.49
Norte	0.7550	
Este/Oeste		
Sur		0.5650

* Los valores se obtienen de la Tabla 1 para los incisos 2.2 a 2.5 y de la Tabla 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 partesol.

3.- Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor de las porciones de la envolvente

(Háganse tantas hojas como porciones diferentes de la envolvente se tengan)

3.1.- Descripción de la porción TECHO HEBEL Número (*) 6

Componente de la envolvente: Techo X Pared _____

Material (**)	Espesor (m) /	Conductividad Térmica (W/mK) h o λ (***)	Aislante Térmico (m ² °C/W) Fórmula [// (h o λ)]
Convección exterior (****)	<u>1.0</u>	<u>13,0000</u>	<u>0,0769</u>
Concreto armado	<u>0,3000</u>	<u>1,7400</u>	<u>0,1724</u>
Mortero cemento	<u>0,0500</u>	<u>0,6300</u>	<u>0,0794</u>
Ladrillo exterior con	<u>0,0250</u>	<u>0,7680</u>	<u>0,0326</u>
Placa HEBEL	<u>0,0750</u>	<u>0,0950</u>	<u>0,7895</u>

Convección interior (****) 1.0 6,6000 0,1515

Para obtener el aislamiento térmico total, se debe sumar la M de todos los materiales y la convección exterior e interior [Fórmula $M = \sum M$] **M** 1,3022 m²°C / W

Coeficiente global de transferencia de calor de la porción (k) [Fórmula $K = 1/M$] **K** 0,7679 W / m²°K

* Dar un número consecutivo (1,2,3... 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 o aplanado 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 de la envolvente

(Háganse tantas hojas como porciones diferentes de la envolvente se tengan)

3.1.- Descripción de la porción TECHO Número (*) 2

Componente de la envolvente: Techo X Pared _____

Material (**)	Espesor (m) /	Conductividad Térmica (W/mK) h o λ (***)	Aislante Térmico (m ² °C/W) Fórmula [// (h o λ)]
Convección exterior (****)	<u>1.0</u>	<u>13,0000</u>	<u>0,0769</u>
Ladrillo exterior con	<u>0,0250</u>	<u>0,7680</u>	<u>0,0326</u>
Aplanado de mortero	<u>0,0250</u>	<u>0,6980</u>	<u>0,0358</u>
Mortero cemento	<u>0,0750</u>	<u>0,6300</u>	<u>0,1190</u>
Concreto armado	<u>0,2000</u>	<u>1,7400</u>	<u>0,1149</u>

Convección interior (****) 1.0 6,6000 0,1515

Para obtener el aislamiento térmico total, se debe sumar la M de todos los materiales y la convección exterior e interior
[Fórmula $M = \sum M$] **M** 0,5308 m²°C / W

Coeficiente global de transferencia de calor de la porción (k)
[Fórmula $K = 1/M$] **K** 1,8840 W / m²°K

* Dar un número consecutivo (1,2,3... 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 o aplanado 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 h, calculados de acuerdo al apéndice "B".

3.- Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor de las porciones de la envolvente

(Háganse tantas hojas como porciones diferentes de la envolvente se tengan)

3.1.- Descripción de la porción MURO Número (*) 1

Componente de la envolvente: Techo _____ Pared X

Material (**)	Espesor (m) /	Conductividad Térmica (W/mK) h o λ (***)	Aislante Térmico (m ² °C/W) Fórmula [// (h o λ)]
Convección exterior (****)	<u>1.0</u>	<u>13,0000</u>	<u>0,0769</u>
Bloque de concreto	<u>0,1500</u>	<u>0,0110</u>	<u>13,6364</u>
Aplanado de mortero	<u>0,0250</u>	<u>0,8720</u>	<u>0,0287</u>
Aplanado de mortero	<u>0,0250</u>	<u>0,6980</u>	<u>0,0358</u>

Convección interior (****) 1.0 8,1000 0,1235

Para obtener el aislamiento térmico total, se debe sumar la M de todos los materiales y la convección exterior e interior
[Fórmula $M = \sum M$] **M** 13,9012 m²°C / W

Coeficiente global de transferencia de calor de la porción (k)
[Fórmula $K = 1/M$] **K** 0,0719 W / m²°K

* Dar un número consecutivo (1,2,3... 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 o aplanado 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 h, calculados de acuerdo al apéndice "B".

3.- Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor de las porciones de la envolvente

(Háganse tantas hojas como porciones diferentes de la envolvente se tengan)

3.1.- Descripción de la porción	<u>PUERTA</u>	Número (*)	<u>3</u>
Componente de la envolvente:	Techo _____	Pared	<u>X</u>
Material (**)	Espesor (m) /	Conductividad Térmica (W/mK) h o λ (***)	Aislante Térmico (m ² °C/W) Fórmula [// (h o λ)]
Convección exterior (****)	<u>1.0</u>	<u>13,0000</u>	<u>0,0769</u>
<u>Madera dura</u>	<u>0,0500</u>	<u>0,1500</u>	<u>0,3333</u>

Convección interior (****) 1.0 8,1000 0,1235

Para obtener el aislamiento térmico total, se debe sumar la M de todos los materiales y la convección exterior e interior
 [Fórmula $M = \sum M$] **M** 0,5337 m²°C / W

Coeficiente global de transferencia de calor de la porción (k)
 [Fórmula $K = 1/M$] **K** 1,8737 W / m²°K

* Dar un número consecutivo (1,2,3... 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 o aplanado 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 h, calculados de acuerdo al apéndice "B".

3.- Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor de las porciones de la envolvente

(Háganse tantas hojas como porciones diferentes de la envolvente se tengan)

3.1.- Descripción de la porción VENTANA Número (*) 4

Componente de la envolvente: Techo _____ Pared X

Material (**)	Espesor (m) /	Conductividad Térmica (W/mK) h o λ (***)	Aislante Térmico (m ² °C/W) Fórmula [/ / (h o λ)]
Convección exterior (****)	<u>1.0</u>	<u>13,0000</u>	<u>0,0769</u>
Vidrio sencillo 2200	<u>0,0060</u>	<u>0,9300</u>	<u>0,0065</u>

Convección interior (****) 1.0 8,1000 0,1235

Para obtener el aislamiento térmico total, se debe sumar la M de todos los materiales y la convección exterior e interior [Fórmula $M = \sum M$] **M** 0,2068 m²°C / W

Coeficiente global de transferencia de calor de la porción (k) [Fórmula $K = 1/M$] **K** 4,8349 W / m²°K

* Dar un número consecutivo (1,2,3... 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 o aplanado en la superficie exterior y yeso en la superficie interior, se deben anotar los tres materiales

*** Para los materiales se utilizan los valores I 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".

4.- Cálculo comparativo de la ganancia de calor.

$$\phi_{rc} = \sum_{j=1}^n [K_j \cdot A_j \cdot (t_{ei} - t)]$$

4.1.- Edificio de referencia.

4.1.1.- Ganancia de conducción (Partes opacas y transparentes)

Tipo y orientación de la posición de la envolvente	Coefficiente global de transferencia de calor (W/m ² k) [K]	Área total del edificio proyectado (m ²) [A]	Fracción de la componente [F]	Temperatura equivalente (°C) [te]	Temperatura Interior (°C) [t]	Ganancias de calor por conducción ϕ_{rc} [K*A*F(te-t)]
Techo	0.714	42,0600	1.00	38	25	390.40
Tragaluz y Domo	5.952		0.00	22	25	0.0
Muro Norte	0.714	28,6400	0.90	25	25	0.0
Ventana Norte	5.319		0.10	23	25	-30.46
Muro Este	0.714	13,4800	0.90	27	25	17.32
Ventana Este	5.319		0.10	24	25	-7.17
Muro Sur	0.714	25,3400	0.90	26	25	16.28
Ventana Sur	5.319		0.10	24	25	-13.47
Muro Oeste	0.714	0,0000	0.90	26	25	0.0
Ventana oeste	5.319		0.10	24	25	0.0
Subtotal:						372.89

Nota: si los valores son negativos significa una bonificación, por lo que deben sumarse algebraicamente.

4.1.2.- Ganancia por radiación (Partes transparentes).

$$\phi_{rs} = \sum_{j=1}^n [A_j \cdot CS_j \cdot FG_j \cdot SE_j]$$

Tipo y orientación de la posición de la envolvente	Coefficiente de Sombreado (CS)	Área total del edificio proyectado (m ²) [A]	Fracción de la componente [F]	Ganancia de calor (W/m ²) [FG]	Ganancia de calor por radiación ϕ_{rs} [RSxAxFxFG]
Tragaluz y Domo	1.00	42,0600	0.00	274	0.0
Ventana Norte	1.00	28,6400	0.10	91	260.62
Ventana Este	1.00	13,4800	0.10	137	184.67
Ventana Sur	1.00	25,3400	0.10	118	299.01
Ventana oeste	1.00	0,0000	0.10	146	0.0
Subtotal:					744.31

4.- Cálculo comparativo de la ganancia de calor.

4.2.- Edificio Proyectado

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

$$\phi_{\text{tot}} = \sum_{j=1}^n [K_j * A_j * (t_{\text{ext}} - t)]$$

Tipo y orientación de la porción de la envolvente (*)	Coeficiente global de transferencia de calor (W/m ² °C) [k]		Área del edificio proyectado (m ²) [A]	Temperatura equivalente (°C) [te]	Temperatura Interior (°C) [ti]	Ganancias de calor por conducción ϕ_{pc} (****) [K*A*(te-t)]
	Número de la porción (**)	Valor calculado (W/m ² °C) [K] (***)				
TECHO HEBEL	6	0.7679	24.15	38	25	241.08
TECHO TECHO	2	1.8839	14.89	38	25	364.67
TECHO HEBEL	6	0.7679	3.02	38	25	30.14
MURO NORTE	1	0.0719	22.205	25	25	0.0
PUERTA NORTE	3	1.8736	1.89	30	25	17.70
VENTANA NORTE	4	4.8348	4.545	23	25	-43.94
MURO ESTE	1	0.0719	11.38	27	25	1.63
PUERTA ESTE	3	1.8736	2.1	34	25	35.41
MURO SUR	1	0.0719	20.52	26	25	1.47
VENTANA SUR	4	4.8348	4.82	24	25	-23.30

Subtotal (1) **** 624.88

$$\phi_{pc} = \sum_{i=1}^6 \phi_{pci}$$

Total 624.88

* Abreviar considerando tipo: 1 Techo, 2 Tragaluz, 3 Domo, 4 Muro y 5 Ventana y como orientación: 1 Techo, 2 Norte, 3 Este, 4 Sur, 5 Oeste y 6 superficie inferior. Por ejemplo: 4.2 corresponde a un muro con orientación norte.

** Número consecutivo asignado en el inciso 3.1.

*** Valor obtenido en el inciso 3.1.

**** Si los valores son negativos significa una bonificación, por lo que deben sumarse algebraicamente.

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

4.- Cálculo comparativo de la ganancia de calor (continuación)

$$\phi_{ps} = \sum_{j=1}^n [A_j \cdot CS_j \cdot FG_j \cdot SE_j]$$

4.2.2.- Ganancia por Radiación (partes transparentes)

Tipo y orientación de la porción de la envolvente (*)	Material (**)	Coeficiente de sombreado [CS] (***)	Área (m ²) [A]	Ganacia de calor (W/m ²) [FG]	Factor de sombreado exterior [SE] (****)		Ganancias de calor por radiación ϕ_{ps} [CSxAxFGxSE]
					Número	Valor	
VENTANA	Claro	0.9118	4.545	91		0.7550	284.72
VENTANA	Claro	0.6399	4.82	118		0.5650	205.66

$$\phi_{ps} = \sum_{i=1}^5 \phi_{psi}$$

Total

490.38

* Abreviar considerando tipo: 1 Techo, 2 Tragaluz, 3 Domo, 4 Muro y 5 Ventana y como orientación: 1 Techo, 2 Norte, 3 Este, 4 Sur, 5 Oeste y 6 superficie inferior. Por ejemplo: 5.5 corresponde a una ventana con orientación Oeste.

** Especifique la característica del material. Por ejemplo: claro, afinado, etc.

*** Dato proporcionado por el fabricante.

**** Si la ventana tiene sombreado el número y el "SE" se obtiene del inciso 2.6, y si la ventana no tiene sombreado se deja en blanco el espacio para el número y el "SE" es 1,0.

5.- Resumen del cálculo.

5.1.- Presupuesto energético.

	Ganancia de calor por conducción (W).	Ganancia de calor por radiación (W).	Ganancia total de calor $\phi_r = \phi_{rc} + \phi_{rs}$ $\phi_p = \phi_{rc} + \phi_{ps}$ (W)
Referencia	(ϕ_{cr}) <input type="text" value="372.89"/>	(ϕ_{sr}) <input type="text" value="744.31"/>	<input type="text" value="1117.20"/>
Proyectado	(ϕ_{cp}) <input type="text" value="624.88"/>	(ϕ_{sp}) <input type="text" value="490.38"/>	<input type="text" value="1115.27"/>

5.2.- Cumplimiento.

Si (ϕ_r) > (ϕ_p) No (ϕ_r) < (ϕ_p)