

# **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 del 29 de noviembre de 1976.

Departamento del Hábitat y Desarrollo Urbano  
**Maestría en Proyectos y Edificación Sustentables**



## **Sistema de Evaluación Sustentable para Vivienda Media en Clima Cálido Seco en México**

---

**TRABAJO RECEPCIONAL** que para obtener el **GRADO** de  
**MAESTRA EN PROYECTOS Y EDIFICACIÓN SUSTENTABLES**

Presenta: **ARQ. MARCELA RIVAS ESPINOZA**

Tutor **MTRO. ÓSCAR HUMBERTO CASTRO MERCADO**

Tlaquepaque, Jalisco. Diciembre de 2020

## **Agradecimientos**

A CONACYT por su apoyo económico otorgado para la realización de este trabajo de obtención de grado.

A mi tutor el Maestro Oscar Humberto Castro Mercado por sus tutorías y a todas las personas que estuvieron apoyandome siempre.

## Índice

<b>CAPÍTULO I</b> .....	9
<b>1.1 Introducción</b> .....	9
<b>1.2 Planteamiento del Tema</b> .....	12
<b>1.2.1 La vivienda como problemática en México</b> .....	12
<b>1.2.3 Gastos energéticos y económicos de la vivienda en México</b> .....	15
<b>1.2.6 Implicación del clima en las viviendas</b> .....	22
<b>1.3 Descripción del problema</b> .....	24
<b>1.4 Delimitación del objeto de desarrollo o innovación</b> .....	33
<b>1.4.1 Tipología de vivienda media</b> .....	34
<b>1.5 Ubicación en campos disciplinares</b> .....	37
<b>1.6 Definición de conceptos</b> .....	37
<b>1.7 Importancia del proyecto</b> .....	41
<b>1.7.1 Justificación</b> .....	41
<b>CAPÍTULO II</b> .....	45
<b>2.1 Marco Teórico</b> .....	45
<b>2.1.1 Análisis sobre importancia de las certificaciones sustentables en edificaciones</b> .....	45
<b>2.1.2 Análisis de las certificaciones sustentables internacionales en México</b> .....	46
<b>2.1.3 Análisis de LEED (Leadership in Energy &amp; Environmental Design) en México</b> ...	47
<b>2.1.4 Análisis de LEED v4 Homes</b> .....	50
<b>2.2 Marco normativo vigente de la vivienda sustentable en México</b> .....	59
<b>2.2.1 Análisis de las normas oficiales mexicanas en el ámbito de vivienda sustentable</b> ..	61
<b>2.2.2 Análisis del Código de Edificación de Vivienda de CONAVI</b> .....	67
<b>2.2.3 El papel de la Comisión Nacional de Vivienda para la vivienda sustentable en México</b> .....	71
<b>2.2.4 Análisis de las Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas (NAMA)</b> .....	73
<b>2.2.5 Análisis del Sistema de Sisevive Ecocasa en México</b> .....	79
<b>2.2.6 Reglas de Operación del Programa de Vivienda Social</b> .....	84

<b><i>CAPÍTULO III</i></b> .....	<b>89</b>
<b><i>3.1 Supuesto de trabajo</i></b> .....	<b>89</b>
<b><i>3.2 Preguntas generadoras</i></b> .....	<b>90</b>
<b><i>3.3 Objetivos</i></b> .....	<b>91</b>
<b><i>3.4 Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento</i></b> .....	<b>92</b>
<b><i>3.5 Postura epistémica</i></b> .....	<b>92</b>
<b><i>3.6 Proceso metodológico</i></b> .....	<b>93</b>
<b><i>3.7 Selección de técnicas y diseño de instrumentos</i></b> .....	<b>94</b>
<b><i>3.7.1 Observación directa</i></b> .....	<b>94</b>
<b><i>3.7.2 Entrevistas semi estructurada realizadas a especialistas en el campo</i></b> .....	<b>102</b>
<b><i>3.7.3 Investigación documental de sistemas de certificación existentes</i></b> .....	<b>105</b>
<b><i>3.7.4 Análisis de LEED v4 Homes</i></b> .....	<b>105</b>
<b><i>3.8 Cuadro de operalización de variables</i></b> .....	<b>109</b>
<b><i>CAPÍTULO IV</i></b> .....	<b>111</b>
<b><i>4.1 Estructura del Sistema de Evaluación Sustentable para Vivienda (SESUVI)</i></b> .....	<b>113</b>
<b><i>4.2 Evaluación y escala de puntaje</i></b> .....	<b>137</b>
<b><i>4.3 Descripción de indicadores</i></b> .....	<b>140</b>
<b><i>4.3.1 Ubicación y Contexto del Sitio</i></b> .....	<b>140</b>
<b><i>4.3.2 Diseño bioclimático y accesibilidad universal</i></b> .....	<b>142</b>
<b><i>4.2.3 Energía y materiales</i></b> .....	<b>154</b>
<b><i>4.2.4 Gestión del agua</i></b> .....	<b>174</b>
<b><i>CAPÍTULO V</i></b> .....	<b>179</b>
<b><i>5.1 Validación y factibilidad</i></b> .....	<b>179</b>
<b><i>CAPÍTULO VI</i></b> .....	<b>185</b>
<b><i>6.1 Conclusiones</i></b> .....	<b>185</b>
<b><i>6.2 Recomendaciones</i></b> .....	<b>191</b>
<b><i>Anexos</i></b> .....	<b>199</b>

<i>Anexo 1</i> .....	<i>199</i>
<i>Anexo 2</i> .....	<i>202</i>
<i>Anexo 3</i> .....	<i>206</i>

## ÍNDICE DE GRÁFICOS Y TABLAS

Gráfico 1. Consumo final de energía por sector en México. ....	13
Gráfico 2. Estructura de la producción de energía primaria en Petajoules.....	16
Gráfico 3. Consumo energético por sectores (Petajoules).....	16
Gráfico 4. Distribución mensual de ventas de electricidad en sector residencial en todo el país.....	18
Gráfico 5. Disponibilidad de agua por estado en la República Mexicana.....	20
Gráfico 6. Distribución del consumo de agua en cuatro ciudades de la República Mexicana. ....	21
Gráfico 7. Clasificación de bioclimas en los estados de México. ....	23
Gráfico 8. Esquema de la problemática en la investigación.....	25
Tabla 2. Datos climáticos promedio en la región norte del país considerada con el bioclima cálido seco. ....	26
Gráfico 9. Diagrama de isorrequerimientos de climatización de Los Mochis, Sinaloa. ....	28
Gráfico 10. Diagrama de isorrequerimientos de climatización de Hermosillo, Sonora. ....	28
Gráfico 11. Diagrama de isorrequerimientos de climatización de Ciudad Juárez, Chihuahua. ....	29
Gráfico 12. Evolución del consumo de electricidad del sector de vivienda por tipo de clima. ....	30
Gráfico 13. Evolución del consumo promedio de electricidad por usuario y clima del sector de vivienda en México de 1982 a 2018. ....	31
Gráfico 14. Consumo de agua per cápita en litros diarios.....	32
Tabla 3. Tipología de vivienda.....	34
Gráfico 15. Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU.....	42
Tabla 4. Certificaciones del World Green Building Council (GBCI) en México. ....	47
Tabla 5. Ficha técnica Leadership in Energy and Environmental Design (LEED).....	49
Tabla 6. Créditos y prerrequisitos en LEED Diseño de Viviendas y Construcción.....	51
Gráfico 16. Diagrama del marco normativo de la vivienda sustentable en México.....	60
Gráfico 17. Lista de normas oficiales mexicanas en el ámbito de vivienda.....	61
Gráfico 18. Comparativa de modelo de vivienda tradicional y basados en la eficiencia energética.....	63
Tabla 8. Requisitos de la NMX-AA-164-SCFI-2013.....	66
Gráfico 19. Puntos e indicadores de sustentabilidad para la vivienda conforme al Código de Edificación de Vivienda. ....	68
Gráfico 20. Normas en que se sustenta el criterio de selección de sitio y materiales de construcción.....	69

Gráfico 21. Normas en que se basan los criterios de eficiencia energética, uso del agua, gestión de residuos y calidad ambiente interior.....	70
Gráfico 22. Cronología de los organismos y programas nacionales para la vivienda sustentable en México. ....	72
Gráfico 23. Porcentaje de viviendas construidas por zonas bioclimáticas en México entre 1972 y 2011. ....	75
Tabla 9. Principales parámetros que propone la NAMA por ciudades y bioclima. ....	76
Gráfico 24. Flujo del proceso para la obtención del registro de una vivienda sustentable. .	78
Gráfico 25. Estructura general del programa Sisevive Ecocasa, sus herramientas y la escala de calificación.....	80
Gráfico 26. Escala de evaluación del Sisevive Ecocasa.....	80
Gráfico 27. Prerrequisitos de las Reglas de Operación que se toman como línea base en el programa Sisevive. ....	82
Gráfico 28. Ficha de puntaje de ubicación y sustentabilidad del entorno de autoproducción urbana de vivienda.....	85
Gráfico 29. Opciones de sustentabilidad a elegir en la vivienda.....	86
Gráfico 30. Criterios de sustentabilidad del Programa de Vivienda Social que aplican a la producción social de vivienda asistida sin crédito de una entidad ejecutora.....	87
Gráfico 31. Diagrama de preguntas generadoras que estructuraron la búsqueda y organización de la información. ....	90
Gráfico 32. Diagrama con la estructura metodológica del trabajo y las técnicas empleadas. ....	93
Gráfico 33. Esquema de funcionamiento de un pozo canadiense. ....	99
Tabla 10. Tabla de observables en viviendas sustentables visitadas durante el trabajo de campo.....	100
Tabla 11. Tabla con resultados de observación directa. ....	101
.....	103
Tabla 12. Matriz FODA sobre certificaciones sustentables en el país. ....	103
.....	105
Tabla 13. Ponderación de indicadores según créditos.....	105
Gráfico 34. Ponderación de indicadores según créditos.....	106
Tabla 14. Ponderación de indicadores según pre-requisitos.....	107
Tabla 15. Cuadro operacional con variables enumeradas en torno a alineación heurística de preguntas y objetivos de investigación, referentes a técnicas de investigación. ....	109
Gráfico 37. Diagrama que describe el campo de aplicación de SESUVI para este trabajo .....	113
Tabla 16. Estructura y sistema de puntaje del Sistema de Evaluación Sustentable para Vivienda (SESUVI) en el Apartado 1 de Ubicación y Contexto del Sitio. ....	116
Tabla 17. Estructura y sistema de puntaje del Sistema de Evaluación Sustentable para Vivienda (SESUVI) en el Apartado 2 de Diseño Bioclimático y Accesibilidad Universal. ....	118
Tabla 18. Estructura y sistema de puntaje del Sistema de Evaluación Sustentable para Vivienda (SESUVI) en el Apartado 3 de Energía y Materiales. ....	124
Tabla 19. Estructura y sistema de puntaje del Sistema de Evaluación Sustentable para Vivienda (SESUVI) en el Apartado 4 de Gestión del Agua.....	133
Tabla 20. Niveles de puntuación máxima del SESUVI.....	138
Tabla 21. Tabla general de evaluación de puntaje en cada indicador y categoría.....	139

Gráfico 38. Diagrama del Apartado "Ubicación y contexto del sitio".	141
Gráfico 39. Diagrama del Apartado "Diseño y accesibilidad universal".	143
Gráfico 40. Orientación adecuada para la vivienda de acuerdo con el clima cálido seco en el norte de México.	145
Gráfico 41. Asoleamiento a lo largo del año, orientación del sol.	146
Gráfico 42. Protecciones solares en ventanas.	147
Gráfico 43. Funcionamiento de árboles de hoja perene y de hoja caduca de acuerdo con las orientaciones o épocas del año.	148
Gráfico 44. Acceso principal con abatimiento hacia el exterior de la vivienda.	149
Gráfico 45. Acceso principal con abatimiento hacia el interior de la vivienda.	150
Gráfico 46. Superficie mínima para giros de 180o en sillas de ruedas.	150
Gráfico 47. Espacio libre mínimo en la zona del inodoro.	151
Gráfico 48. Espacio libre mínimo en la zona de la regadera y la colocación de accesorios.	151
Gráfico 49. Disposición adecuada del mobiliario de la cocina tipo "U".	152
Gráfico 50. Disposición adecuada del mobiliario de la cocina tipo "L".	152
Gráfico 51. Diagrama de Apartado "Energía y materiales".	155
Gráfico 52. Sello FIDE en diferentes productos que contribuyen al ahorro de energía eléctrica.	158
Gráfico 53. Diagrama de fachada reflectante con colores claros y aislada.	159
Gráfico 54. Ventana con puentes térmicos mediante un estudio de termografía.	160
Gráfico 55. Estructura del acristalamiento doble.	161
Gráfico 56. Vivienda con medidas pasivas para un clima cálido seco.	162
Gráfico 57. Patio con vegetación (microclima).	163
Gráfico 58. Ventilación por tiro.	163
Gráfico 59. Funcionamiento de un sistema de enfriamiento subterráneo.	163
Gráfico 60. Funcionamiento efecto chimenea.	164
Gráfico 61. Funcionamiento de una cubierta ventilada.	164
Gráfico 62. Ventilación cruzada.	164
Gráfico 63. Funcionamiento de un muro trombe en invierno.	166
Gráfico 64. Funcionamiento de un muro trombe en verano.	167
Gráfico 65. Invernadero adosado a una vivienda.	168
Gráfico 66. Diagrama de tubo de luz.	170
Gráfico 67. Funcionamiento de repisas o bandejas de luz.	171
Gráfico 68. Diagrama del Apartado de "Gestión del agua".	174
Gráfico 69. Diagrama de funcionamiento de aguas grises en una vivienda.	177
Tabla 22. Resumen sobre la evaluación del SESUVI en la vivienda con certificación NAMA.	180
Gráfico 70. Comparativa por indicador de resultados de vivienda NAMA vs Máximo puntaje de SESUVI.	181
Tabla 23. Resumen sobre la evaluación del SESUVI en la vivienda con certificación LEED Homes.	182
Gráfico 71. Comparativa de resultados de vivienda LEED vs Máximo puntaje de SESUVI.	183
Tabla 24. Formato de observación directa en casa ecológica CEA.	199
Tabla 25. Formato de observación directa en vivienda NAMA.	200
Tabla 26. Formato de observación directa casa Herrera.	201

Tabla 27. Comparativa de consumos máximos de agua en diferentes tipos de muebles. ...	202
Tabla 28. Comparativa de aislamiento térmico en ventanas. ....	202
Tabla 29. Comparativa de eficiencia térmica de calentador solar de paso. ....	203
Tabla 30. Comparativa de radio máximo de transporte público para ubicación de una vivienda. ....	203
Tabla 31. Longitudes máximas para distribución de agua caliente. ....	203
Tabla 32. Densidad máxima de potencia de iluminación para vivienda. ....	204
Tabla 33. Diámetros mínimos de salidas de conexión para tomas de agua (muebles). ....	204
Tabla 34. Distancias mínimas de tuberías de agua reciclada a elementos constructivos. ...	205



## RESUMEN

Este trabajo de obtención de grado tiene como fin el diseño de un Sistema de Evaluación Sustentable para Vivienda de tipo media en región con bioclima cálido seco en México, con base en las normativas oficiales mexicanas, principalmente en el Código de Edificación de Vivienda, la NOM-020-ENER-2011 y la NMX-AA-164-SCFI-2013. Este Sistema de Evaluación está integrado por una serie de apartados que derivan en criterios e indicadores los cuales están basados en las normas vigentes sobre vivienda sustentable. El sistema de evaluación pretende mitigar los problemas ambientales, económicos y sociales está enfocado en la etapa de planeación y diseño de una vivienda.

El Sistema de Evaluación Sustentable para Vivienda diseñado fue probado en su etapa de validación en dos viviendas existentes y permitió identificar el nivel de sustentabilidad que tendrían estas viviendas respecto de las certificaciones consideradas, así como la viabilidad en su comprensión y aplicación por parte de un público amplio no especializado en la sustentabilidad.

Palabras clave:

Sistema de Evaluación de Vivienda Sustentable, Certificaciones, Bioclima cálido seco, Medidas Pasivas, Indicadores Vivienda Sustentable.

# CAPÍTULO I

## 1.1 Introducción

El presente proyecto está dirigido a todo aquel que participa de una manera activa en la toma de decisiones para la planeación y diseño de un hábitat sustentable. El proyecto busca proponer un Sistema de Evaluación Sustentable para Vivienda de tipo media en la zona de norte del país donde predomina el bioclima cálido seco. Este Sistema busca aportar soluciones y procesos para lograr una vivienda eficiente, sustentable.

El Sistema tiene como objetivo proponer una serie de indicadores sustentables en la vivienda, con base en criterios que están ya indicados en parámetros contenidos en el Código de Edificación de Vivienda (2017), diversas normativas mexicanas (NOM-020-ENER-2011, NMX-AA-164-SCFI-2013, entre otras) y la certificación LEED v4 Homes.

El planteamiento del tema surgió a partir de la creciente demanda de vivienda en México, lo que arroja que en el país la mayor construcción es habitacional y pertenece al sector de vivienda horizontal (INEGI, 2015). La vivienda es un detonador de diversos impactos ambientales, económicos y sociales negativos.

Con este proyecto se pretende mitigar estos impactos, al diseñar un sistema el cual replantee los procesos de planeación y diseño de una vivienda y se logre impactos positivos sobre las tres dimensiones fundamentales en los que se basa la sustentabilidad: ambiental, económica y social. De acuerdo con Velázquez et al. (2012) la sustentabilidad presenta un equilibrio por dichos ejes.

En esencia, la sostenibilidad de la vivienda debe considerar las dimensiones económica, social y ambiental, pero con un amplio sentido de diseño arquitectónico que permita la integración ordenada de nuevos elementos, la armonía con el paisaje y el entorno urbano, así como la eficiencia y eficacia de los sistemas habitacionales (Quivén y Bosch, 2016).

El Sistema de Evaluación Sustentable para Vivienda fue diseñado con base en el análisis de diferentes sistemas internacionales y nacionales, como el U.S. Green Building Council (GBC) con Leadership in Energy and Environmental Design Homes (LEED Homes) y Excellence in Design for Greater Efficiencies (EDGE), las Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación (NAMA), el Programa Sisevive Ecocasa, los diferentes manuales de la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI), las Normas Oficiales Mexicanas (NOM-020-ENER-2011), y las Normas Mexicanas (NMX-AA-164-SCFI-2013), entre otras.

La certificación Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) es una metodología creada por el Consejo Mundial de Edificación Verde World Green Building Council (WGBC), el cual se dedica a certificar edificios en todo el mundo y es la certificación mas utilizada en el país. México fue incluido en el top 10 de la certificación de edificios LEED al ocupar el noveno lugar mundial y el segundo en Latinoamérica (El Financiero, 2018).

Para el diseño del Sistema de Evaluación Sustentable para Vivienda se tomaron en cuenta programas y sistemas de evaluación sustentables en el ámbito nacional como las Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación (NAMA) Mexicana de Vivienda Sustentable las cuales tienen base en el estándar Passivhaus el cual es un estándar alemán para la calificación de viviendas pasivas. El instituto alemán Passive House Institute (PHI) es un instituto de investigación independiente el cual se dedica a desarrollar un único estándar de energía para la construcción basado en la eficiencia energética y el confort térmico en una vivienda.

El Sistema de Evaluación Sustentable para Vivienda se diseña a partir de los análisis de la certificación LEED y el programa NAMA para establecer los parámetros e indicadores más adecuados para el contexto mexicano. Los indicadores se priorizaron tomando en cuenta edificaciones existentes que se analizaron mediante visitas de campo y entrevistas (a quienes) para definir las oportunidades de sustentabilidad en la vivienda.

La metodología que se utilizó para realizar este proyecto fue cuantitativa y cualitativa y las herramientas principales para la obtención de información fueron la observación directa y la entrevista, así como la investigación documental del Código de Edificación de Vivienda (2017), las Normas Oficiales Mexicanas (NOM-020-ENER-2011 y NMX-AA-164-SCFI-2013 entre otras normas que se refieren a la eficiencia energética y al uso del agua), así como diferentes manuales y guías.

Este proyecto está dirigido a personas y organismos públicos que decidan tener una vivienda sustentable, constructoras que decidan edificar vivienda, inmobiliarias que implementen la idea de la certificación en complejos habitacionales y a los gobiernos municipales para que cuenten con un Sistema de Evaluación como proceso para el cumplimiento de normativa federal.

## **1.2 Planteamiento del Tema**

### **1.2.1 Los retos de la vivienda en el bioclima cálido seco en México**

La vivienda en México es parte vital de un contexto urbano. Su crecimiento ha aumentado los últimos años de una manera exponencial y esto derivó en una serie de problemáticas ambientales, sociales y económicas.

En la actualidad el país cuenta con 127 millones de personas y se calculan 34 millones de hogares (CONAPO, 2019)

De acuerdo con el Programa Nacional de Vivienda de la CONAVI (2014), de 1990 a 2010, la población mexicana en las zonas metropolitanas del país creció en 20.5 millones de habitantes. En el 2010 la población urbana representó el 76.9 por ciento del total nacional.

De acuerdo con la Guía de Energía de la CONAVI (2006) México enfrenta condiciones preocupantes de erosión de suelos, escasez de agua, contaminación atmosférica y de acuíferos, agotamiento de la energía de origen fósil, deforestación, desertificación y cambios en el uso del suelo. Estos fenómenos guardan una estrecha relación con la expansión y el crecimiento de los centros de población y, en particular, con la edificación de vivienda.

Los problemas en el ámbito social incluyen las condiciones poco óptimas para habitar una vivienda, en cuestiones de espacio, confort, habitabilidad, salubridad y seguridad. Según el documento del programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (ONU-Hábitat) estima que, al menos, 38.4% de la población de México habita en una vivienda no adecuada, es decir, en condiciones de hacinamiento, hecha sin materiales duraderos, o que carece de servicios mejorados de agua o saneamiento. Esto se traduce en una inadecuada habitabilidad en la vivienda, una ausencia de confort e incluso afectaciones a la salud. El ámbito económico, se traduce en gastos elevados de energía, servicios en la vivienda; luz, agua, gas, y el alto costo en mantenimiento de la vivienda.

Según el Sistema de Información Energética de la Secretaría de Energía (2018) en los últimos tres años el sector residencial es el tercer consumidor de electricidad en el país como se observa en el Gráfico 1.

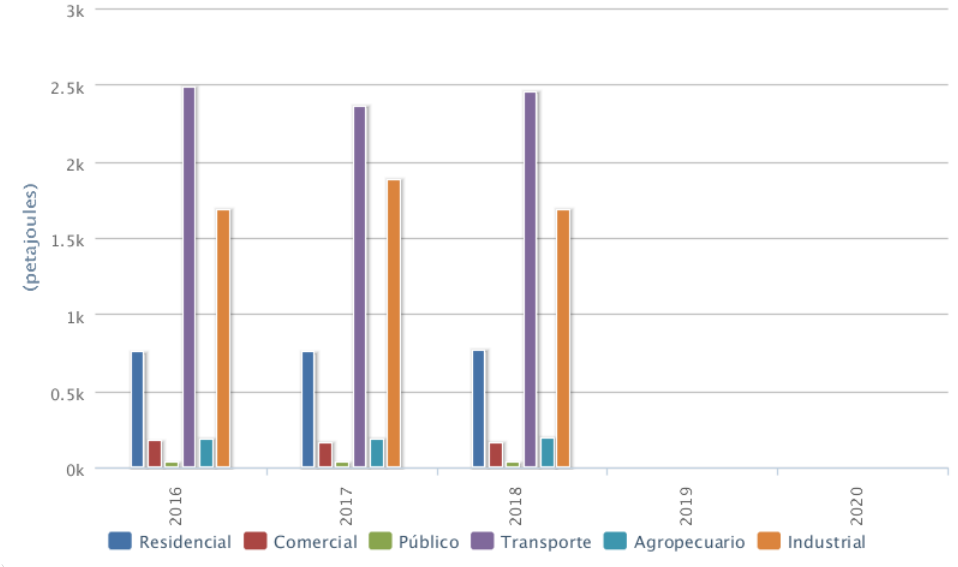


Gráfico 1. Consumo final de energía por sector en México.  
**Fuente:** Sistema de Información Energética (SENER, 2018).

De acuerdo con la Guía de Energía de la CONAVI (2006), el 90% del origen de los energéticos que se consumen en México proviene de fuentes no renovables, tales como el gas natural, el combustóleo, el carbón y el petróleo. Lo cual quiere decir que los procesos de generación, transformación y distribución afectan seriamente al medio ambiente por sus emisiones de gases de efecto invernadero. En 2004 en el Balance Nacional de Energía, la electricidad ocupó el tercer lugar en el consumo final de energía, la cual se relaciona con el consumo energético en la vivienda.

Por otra parte, según el INEGI (2016) el 93.6% de la población en México vive en hogares de casa independiente y un 5.2% de la población habita un departamento en edificio vertical, Lo que arroja que en el país la mayor parte de la construcción del sector vivienda es de tipo horizontal.

Con base en los Criterios Técnicos para Vivienda Adecuada de la CONAVI (2020) menciona que la vivienda impacta a las ciudades y a las comunidades que las integran. Incluso puede mitigar fenómenos como la exclusión social, el consumo irracional de recursos del territorio, la exposición de amenazas ambientales y la precarización de las condiciones de vida de las personas. Por lo tanto, una de las principales preocupaciones a nivel global ha sido definir cuales son aquellos criterios irreductibles que permiten, entonces, considerar que una vivienda es inclusiva, sostenible y adecuada.

La vivienda puede ser un factor de cambio para la problemática anteriormente mencionada y un campo de acción para actuar con proyectos de alto impacto.

### **1.2.3 Gastos energéticos y económicos de la vivienda en México**

La vivienda es un elemento fundamental que determina la calidad de vida de una familia, la accesibilidad a equipamiento y servicios, las características del entorno ambiental y el carácter único de una comunidad, a lo que contribuye a dar sentido al lugar. La forma en que las casas son diseñadas y construidas, en que el conjunto urbano es planeado y edificado y las áreas verdes y espacios abiertos localizados y conservados, son factores que determinan entre otros, si una comunidad es sustentable. (CONAVI, 2006)

La vivienda puede llegar a tener excesivos gastos de agua y energía, no contar con áreas verdes y tener espacios poco funcionales. Esto sucede cuando la vivienda no tiene una planeación y un diseño adecuados al lugar donde será edificada. Estas dos características, su planeación y diseño pueden tener como resultado un índice alto en el consumo energético de una vivienda y el desperdicio de recursos.

### **1.2.4 Consumo de energía de la vivienda en México**

Las fuentes de energía son aquellas que producen energía útil por medio de una transformación de un tipo de energía a otra, lo que genera una pérdida por transformación y conducción que depende de las características del proceso de transformación. Las fuentes de energía se pueden clasificar en dos tipos: primarias y secundarias. Las fuentes primarias se pueden clasificar en renovables y no renovables. Las fuentes renovables de energía se definen como la energía disponible a partir de procesos permanentes y naturales. (SENER, 2017)

De acuerdo con el Balance de Energía de la SENER (2018), en México el petróleo es el principal productor de energía primaria con un 62.4%, mientras que el biogás, por ejemplo, produce un 0.1%, lo cual se traduce en que las energías no renovables dominan el mercado mexicano (Gráfico 2.).



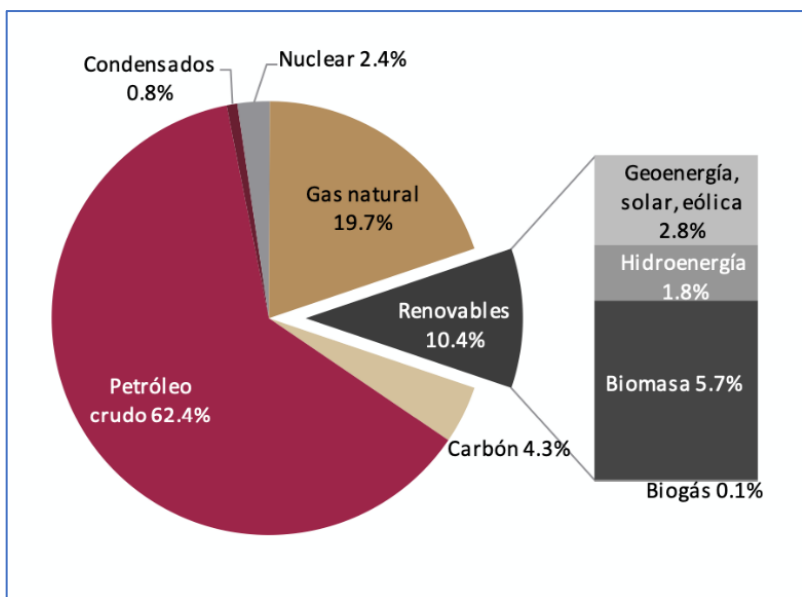


Gráfico 2. Estructura de la producción de energía primaria en Petajoules.  
**Fuente:** Balance de Energía (SENER, 2018).

Según el Balance de Energía de la SENER (2018), el consumo de energía en el sector residencial en México aumentó durante 2018 en un 1.20% respecto a 2017, y el sector residencial es el tercer consumidor energético en el país. (Gráfico 3.)

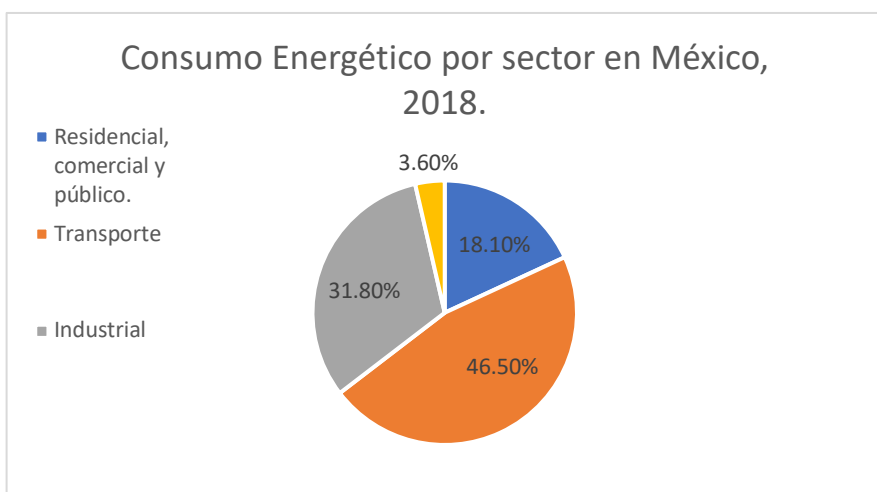


Gráfico 3. Consumo energético por sectores (Petajoules).  
**Fuente:** Elaboración propia con base en (SENER, 2018).

La energía en la vivienda es vital, ya que se usa para distintas actividades:

- Preparar alimentos (electrodomésticos)
- Iluminación
- Calentar agua
- Refrigeración de alimentos
- Entretenimiento (TV, aparatos electrónicos, etc.)
- Climatización artificial

Estas necesidades implican gastos energéticos, los cuales se ven reflejados en gastos de electricidad y gas en la vivienda. Según el estudio que realizó la Secretaría de Energía (SENER) y la Agencia Internacional de Energía (AIE) llamado Indicadores de eficiencia energética en México por sectores, se realizó un cálculo en el uso de la electricidad en las viviendas para obtener un consumo promedio de energía por aparato el cual se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Promedio de horas de uso mensual de aparatos de la vivienda en México.

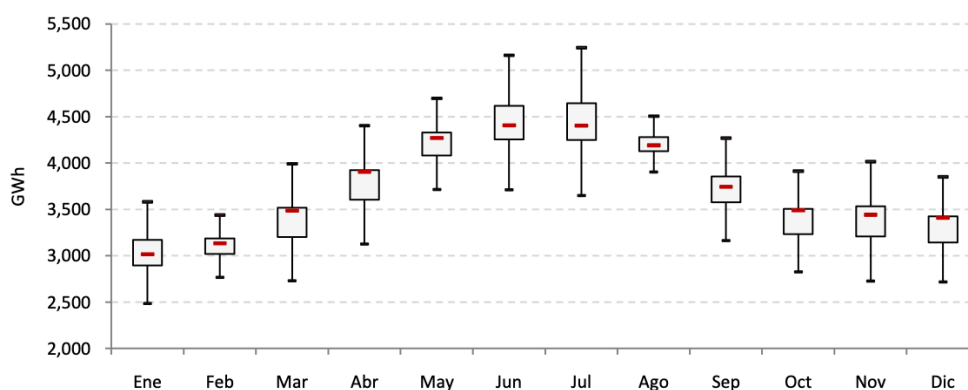
Categoría	Aparato	Hasta 2 habitantes	3 a 5 habitantes	6 ó más
Refrigerador y congelador	Refrigerador <sup>100</sup>	240	240	240
Enfriamiento del espacio o aire acondicionado	Ventilador	240	240	240
	Aire acondicionado	240	240	240
Calentamiento del espacio o calefacción	Sistema de calefacción	90	120	120
	Calentador de aire	240	240	240
Televisión y entretenimiento	TV	180	180	180
	DVD o videocasetera	12	12	12
	Estéreo, radio grabadora y radio	14	41	61
	Videojuegos	60	60	60
Iluminación	Focos	150	150	150
Calentamiento de agua	Calentador de agua	15	30	45
Cocción de alimentos	Estufa	15	30	45
	Microondas	3	5	8
	Horno	5	7.5	15
Computación y tecnologías de información y comunicación	Computadora	2	8	16
	Impresora	12	12	12

**Fuente:** Indicadores de Eficiencia Energética en México: 5 sectores, 5 retos (SENER, 2011).

Con base en los datos de la Tabla se obtuvo que los refrigeradores, ventiladores, aires acondicionados y calentadores de aire son los aparatos eléctricos de mayor uso promedio al mes en una vivienda. Es relevante añadir que en varias regiones de México especialmente las de bioclima cálido, el uso del aire acondicionado aumenta significativamente durante los meses de mayo a julio debido a las altas temperaturas. Esto resulta un incremento considerable en el consumo de electricidad a nivel nacional.

La electricidad en la vivienda también representa un gasto elevado. El Gráfico 4 presenta la distribución mensual de las ventas de electricidad en el sector residencial en el periodo 2004-2008.

Gráfico 4. Distribución mensual de ventas de electricidad en sector residencial en todo el



país.

**Fuente:** Indicadores de Eficiencia Energética en México: 5 sectores, 5 retos (SENER, 2011).

Según datos de la SENER (2011), la electricidad fue la tercera fuente de energía consumida en las viviendas mexicanas, con una participación de 24.7% en 2008. El resultado son gastos económicos y energéticos reflejados en las viviendas y causando impacto a los usuarios.

## 1.2.5 Consumo de agua de la vivienda en México

El agua es un elemento vital para impulsar el desarrollo del país. Las diversas prácticas urbanas han deteriorado la calidad de los mantos freáticos y disminuyen considerablemente la disponibilidad de este vital líquido en México. El crecimiento del sector vivienda trae como resultado un incremento en la demanda de agua, y afecta la disponibilidad del líquido, principalmente en los acuíferos, lo que ha impactado fuertemente la infraestructura hidráulica existente. (CONAVI, 2006)

El ahorro del agua debe de ser una de las principales metas en México y en el mundo, ya que la mitad de los habitantes del planeta tienen problemas de abasto por una baja disponibilidad, según Consejo Consultivo del Agua (2000). En el futuro se espera que con el cambio climático y el calentamiento global la disponibilidad del recurso hídrico se reduzca aún más.

De acuerdo con la CONAVI (2006) México se encuentra con una disponibilidad de agua deficiente, lo cual indica el Gráfico 5, ya que 9 estados de la República, principalmente en el norte del país, tienen una disponibilidad extremadamente baja, es decir, menor a 1000 m<sup>3</sup>/habitante.

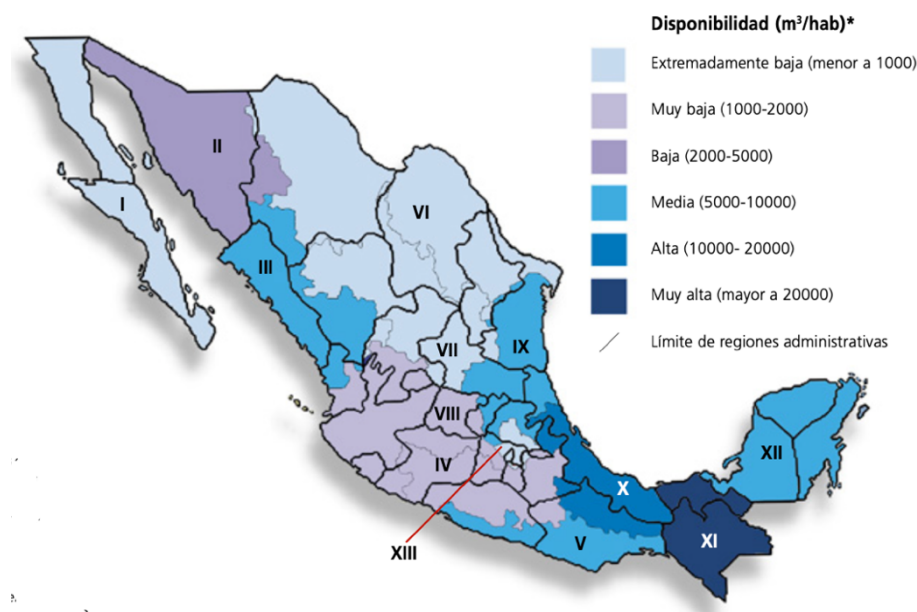


Gráfico 5. Disponibilidad de agua por estado en la República Mexicana.

**Fuente:** Guía del uso eficiente del agua en desarrollos habitacionales (CONAVI, 2005).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) son necesarios entre 50 y 100 litros de agua por persona al día para garantizar que se cubran sus necesidades básicas y que no surjan grandes amenazas para la salud (Comisión de Derechos Humanos del Distrito Federal, 2018).

En México el consumo promedio de agua por persona es de 380 litros al día (CONAGUA, 2015). Lo cual sugiere que hay un consumo del recurso agua por arriba de lo que sugiere la OMS, por lo tanto, se deben de aplicar medidas de ahorro en muebles y sistemas en la vivienda.

En México existen una gran variedad de climas. La zona noroeste y centro del país, que cubre dos terceras partes del territorio, se considera árida o semiárida, con precipitaciones anuales menores a los 500 milímetros. En contraste, el sureste es húmedo con precipitaciones promedio que superan en ocasiones los 2000 milímetros por año (SEMARNAT, 2018).

El gasto de agua difiere en cada estado de la República y depende mucho de la época del año. En la vivienda la distribución del consumo de agua se utiliza para cubrir las necesidades listadas más abajo y señaladas en el Gráfico 6 para distintas ciudades:

- Sanitario
- Cocina
- Regadera
- Riego
- Otros (limpieza, beber, etc.).

### Distribución del uso del agua en el hogar

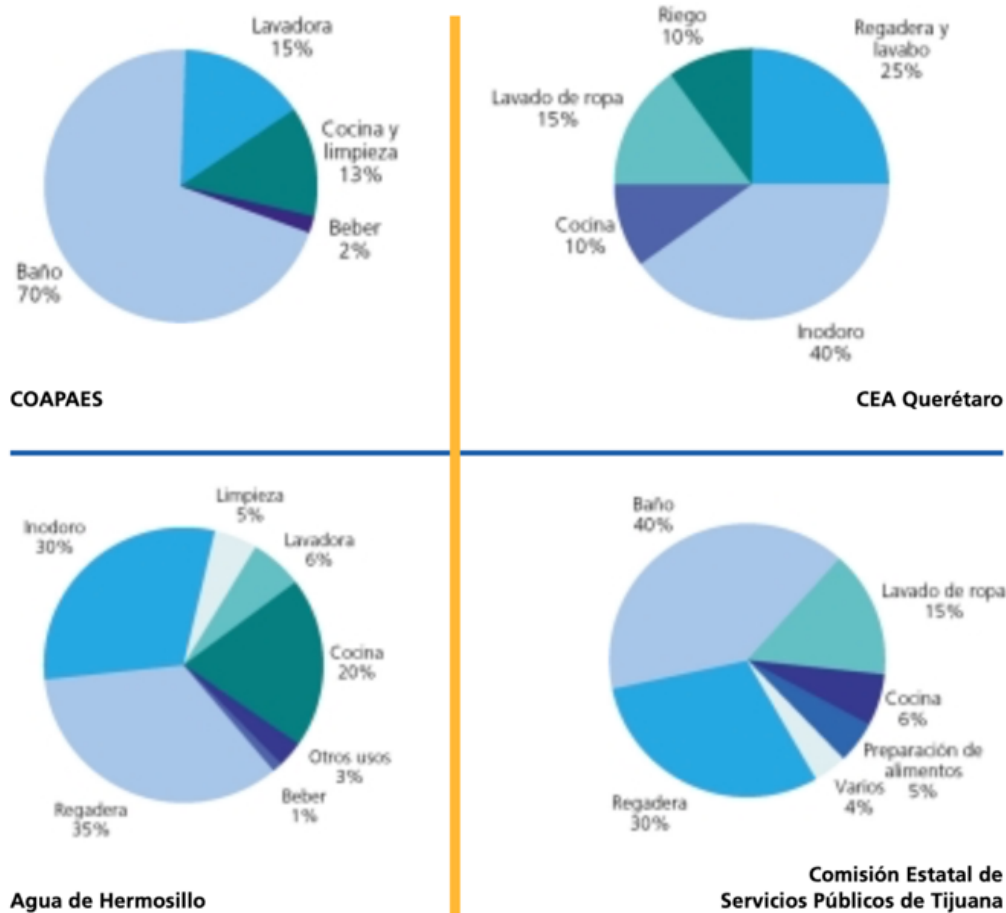


Gráfico 6. Distribución del consumo de agua en cuatro ciudades de la República Mexicana. Fuente: Guía de uso eficiente del agua en desarrollos habitacionales (CONAVI, 2006).

El Gráfico 6 muestra la variación de consumo de agua en los hogares de cuatro ciudades de México. En esta investigación se tomarán en cuenta ciudades similares a Hermosillo por su bioclima cálido seco, y con esta información se pretenden realizar acciones de mayor mitigación de ahorro a los muebles que gastan más agua por sus usos.

### 1.2.6 Implicación del bioclima en las viviendas

Para conocer la interacción del clima con la fisiología humana y las formas de propagación del calor se realizó un estudio del bioclima cálido seco, el cual consistió en determinar las condiciones o sensaciones térmicas para el ser humano —como el frío, calor, humedad, etcétera—, en cada zona geográfica del país, y se tomó como base el impacto del clima, principalmente temperatura y humedad relativa, y su impacto en el al confort humano (CONAVI, 2006).

Según Morillón (2004), los bioclimas se definen con la información climática del país y las condiciones de confort higrotérmico en las diversas regiones del territorio nacional. El bioclima se encuentra validado por la American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineer (ASHRAE, 1997). La clasificación de acuerdo con el bioclima permite identificar las estrategias bioclimáticas de climatización pasiva y obtener arquitectura de máxima eficiencia energética y bajo impacto ambiental. Para poder distinguir la diferencia de clima y bioclima las definiciones son las siguientes.

#### Clima

Es el comportamiento estadístico de las variaciones y combinaciones del estado del tiempo (fenómenos meteorológicos) durante un largo periodo, por varias décadas. (Morillón, 2004)

#### Bioclima

Es la asociación de los elementos meteorológicos de un lugar que influyen en la sensación de bienestar higrotérmico del humano. Estos elementos son principalmente temperatura del aire (bulbo seco), humedad (relativa, específica, absoluta o presión de vapor), radiación solar (duración, cantidad de flujo o irradiación y calidad), viento (dirección, velocidad y frecuencia) y temperatura de radiación (la del entorno físico interior). (Morillón, 2004)

El confort higrotérmico es el control de la temperatura interna del cuerpo humano, el balance de las pérdidas y aportes de calor, normalmente el confort varía según el ambiente y las actividades.

De acuerdo con los bioclimas considerados por CONAVI (2006), se clasifican de la siguiente manera en el país:

- Bioclima cálido seco
- Bioclima cálido semihúmedo
- Bioclima cálido húmedo
- Bioclima cálido húmedo
- Bioclima templado húmedo
- Bioclima templado
- Bioclima templado seco
- Bioclima semifrío seco
- Bioclima semifrío
- Bioclima semifrío húmedo



Gráfico 7. Clasificación de bioclimas en los estados de México.

Fuente: NAMA paso a paso (CONAVI, 2018).



De acuerdo con Pérez (2007), es necesario un enfoque particular de acuerdo con la región climática en la que se ubique el proyecto de vivienda, por lo que se deben definir los componentes tecnológicos disponibles para ser usados en la vivienda sustentable a partir de un enfoque regional, estructurado con base en las condiciones climáticas más representativas del territorio nacional.

Los tipos de bioclimas en México demandan diferentes requerimientos de confort en una vivienda, en este proyecto se analizará el que predomina en el país y el que más impacto energético causa, que según se muestra en el Gráfico 7, es el bioclima cálido seco.

### **1.3 Gastos económicos y energéticos en la vivienda producidos por el bioclima cálido seco en México**

La problemática detectada para este proyecto se centra en la vivienda y el bioclima cálido seco, ya que impacta directamente en gastos económicos, energéticos y una ausencia de confort en la vivienda. Este proyecto pretende ser una aportación para poder mitigar la problemática que se muestra en el Gráfico 8, la cual se describe en los siguientes puntos.

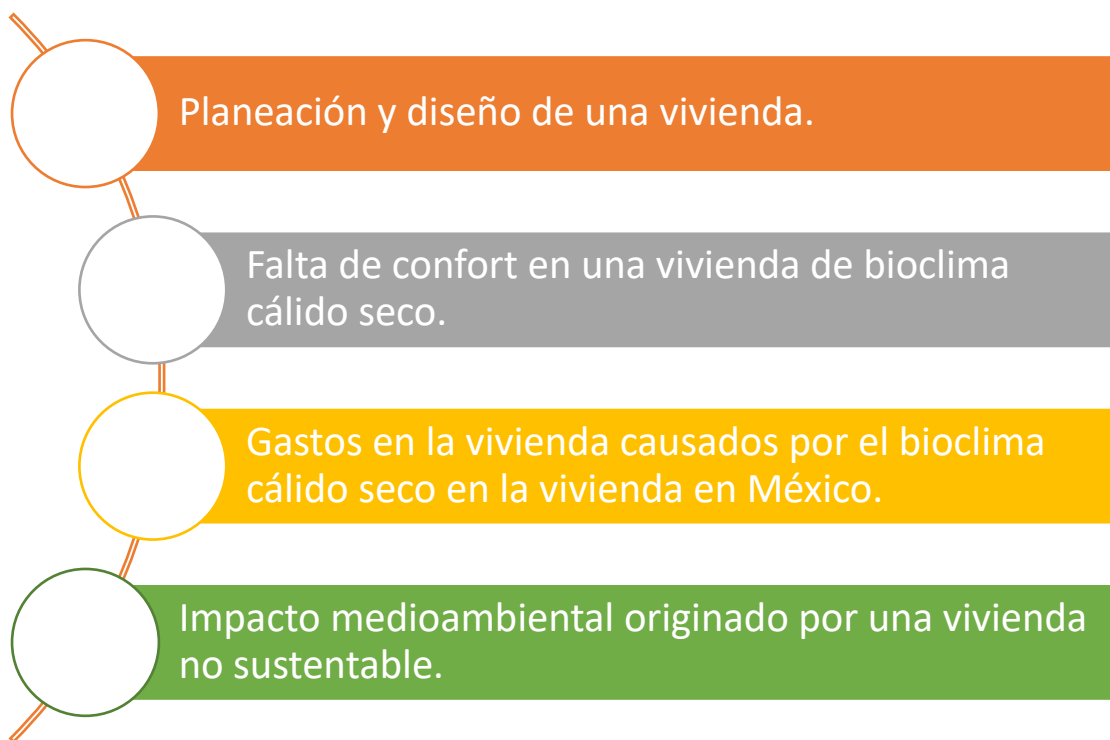


Gráfico 8. Esquema de la problemática en la investigación.

Fuente: Elaboración propia.

### 1.3.1 Análisis del bioclima cálido seco en México y su incidencia en el confort y los gastos energéticos en la vivienda

El bioclima cálido seco se presenta en el norte del país y en el sur de la península de Baja California, según la CONAVI (2006). Su temperatura media y mínima se encuentran por debajo de los rangos de confort humano. Según el documento de Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas en México (2017) la temperatura promedio es de 20-25 °C.

Las temperaturas del bioclima cálido seco llegan hasta los 47 °C en verano. La temperatura en invierno llega hasta los -5 °C en algunas ciudades de Chihuahua. Normalmente la oscilación diaria es entre 10° y 20 °C. (INEGI, s.f.)

La humedad relativa es del 20% lo que significa que es baja respecto al promedio de 30-60% según la NAMA (2017) en periodo de lluvias tiene una precipitación pluvial menor a 600 mm anuales. Los vientos dominantes de son calientes en verano y fríos en invierno. En la zona de bioclima cálido seco se encuentran las principales ciudades del norte del país como Cd. Obregón, Hermosillo, Culiacán, La Paz, Cd. Juárez, Chihuahua, Gómez Palacios, Monterrey, Torreón, entre otras.

La Tabla 2 muestra el promedio de temperatura máxima y mínima de cada estado. Como se observa, en la mayoría de las ciudades las temperaturas máximas no bajan de los 30 °C y muestran temperaturas mínimas promedio de hasta 0 °C.

Tabla 2. Datos climáticos promedio en la región norte del país considerada con el bioclima cálido seco.

ESTADO	TEMPERATURA MÁXIMA	TEMPERATURA MÍNIMA	PRECIPITACION MEDIA ANUAL	TEMPORAL
Baja California Sur	35 °C	9 °C	200 mm	Jun. a Ago.
Sonora	38 °C	5 °C	450 mm	Jul a Ago.
Durango	31 °C	2 °C	500 mm	Jul. a Ago.
Coahuila	30 °C	4 °C	400 mm	Jul. a Ago.
Chihuahua	30 °C	0 °C	500 mm	Jun. a Ago.
Sinaloa	36 °C	10 °C	790 mm	Jul. a Sep.
Nuevo León	32 °C	5 °C	650 mm	Ago. a Sep.
Tamaulipas	22 °C	10 °C	780 mm	Jun. a Sep.
San Luis Potosí	32 °C	8 °C	950 mm	Jun. a Sep.

**Fuente:** Elaboración propia con datos del INEGI.

Según Morillón (2004) para poder definir las condiciones de sensación térmica en determinado lugar se evalúan datos de temperatura máxima y mínima, humedad relativa, entre otros datos, se utilizan herramientas como el método de Fanger y los diagramas y cartas bioclimáticas de Givoni y Olgyay. Dichos datos se comparan con los intervalos propuestos por la American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineer (ASHRAE) para corroborar o ajustar los datos obtenidos.

El producto del análisis de los datos climáticos y las condiciones de confort para cada lugar se aprecia por medio de un diagrama, designado como diagrama de isorequerimientos, en el cual se aprecian las condiciones de la sensación de confort para todo el año de un lugar determinado. Los siguientes diagramas muestran las ciudades donde se encuentra registrado menor confort higrotérmico, por consecuencia las variables de calor y frío están la mayoría del año (Morillón, 2004).

Los Gráficos 9, 10 y 11 presentan calor en la mayoría de los meses durante toda la tarde a partir del medio día, como se observa en los gráficos con el color verde oscuro. El frío predomina en las primeras horas de la mañana, indicado de color beige, y el confort se indica con temperaturas de los 18 a los 25 grados con color verde claro a partir de las 21 horas.

El Gráfico 9 presenta las temperaturas principales en la ciudad de Hermosillo, Sonora, el cual contiene las 24 horas del día y los meses del año, el frío se presenta un 40% en todo el año, el calor un 30%, y las temperaturas confortables solo están presentes un 30%.

### Hermosillo, Son

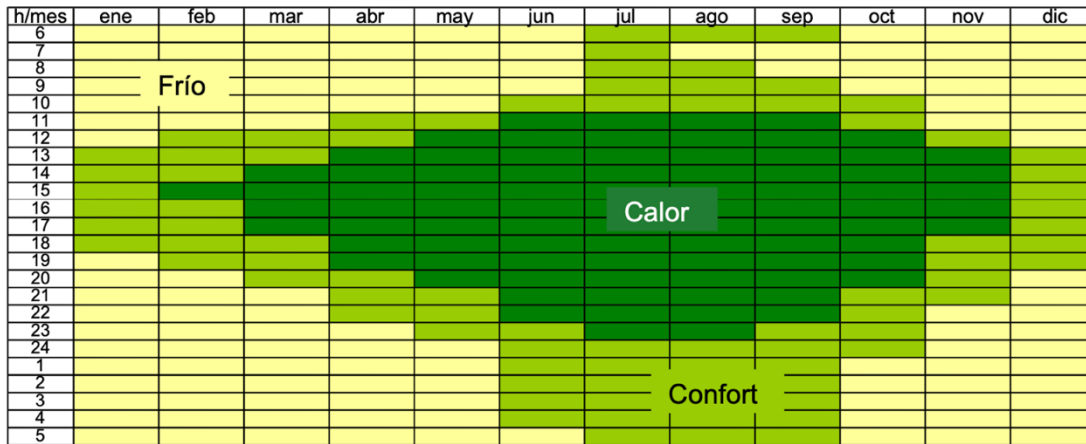


Gráfico 9. Diagrama de isorrequerimientos de climatización de Hermosillo, Sonora.

Fuente: Atlas Bioclimático (Morillón, 2004).

El Gráfico 10 está Ciudad Juárez Chihuahua, el confort solo está presente el 15% del año mientras que el 85% en los meses predomina el calor y el frío.

### Ciudad Juárez, Chih

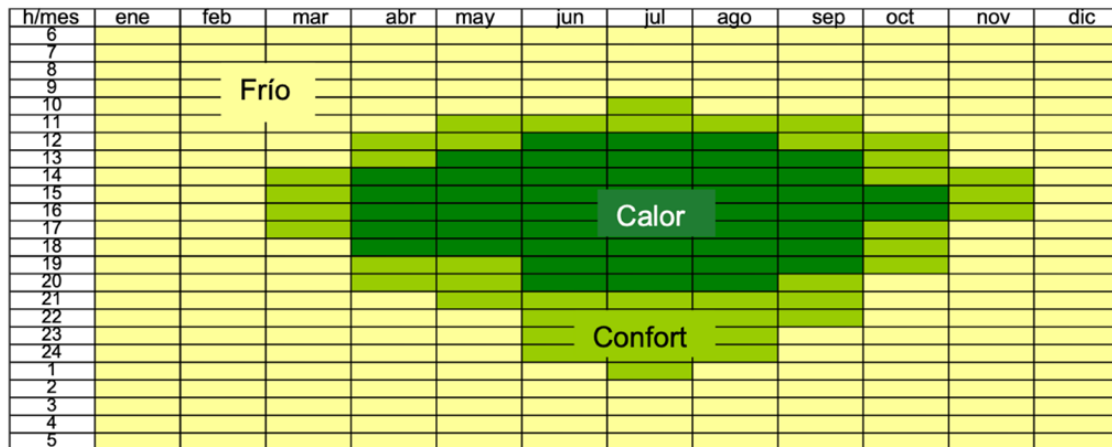


Gráfico 10. Diagrama de isorrequerimientos de climatización de Ciudad Juárez, Chihuahua.

Fuente: Atlas Bioclimático (Morillón, 2004).

El Gráfico 11 muestra el diagrama de la ciudad de los Mochis Sinaloa, el cual presenta un 18% de confort en todo el año, el 82% la ciudad pasa por frío o calor. Esto reduce el confort de una persona con temperaturas extremas todo el año.

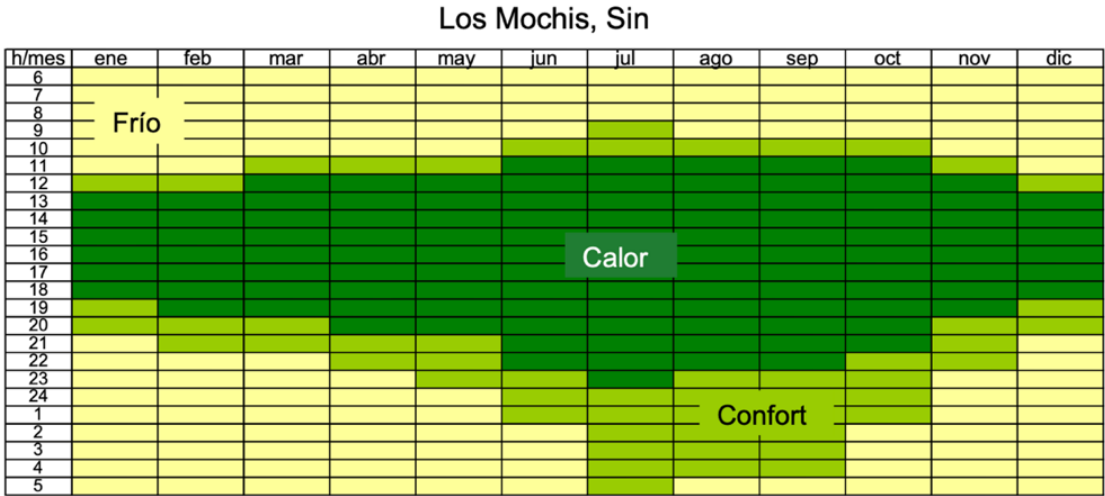


Gráfico 11. Diagrama de isorrequerimientos de climatización de los Mochis, Sinaloa.  
**Fuente:** Atlas Bioclimático (Morillón, 2004).

Estas ciudades se tomaron como base para entender las condiciones de confort de las zonas más afectadas por el bioclima cálido seco en México y sirvieron para establecer temperaturas base de cálculo para futuras medidas de mitigación en este proyecto.

### 1.3.2 Gastos en electricidad y agua en la vivienda en México

El bioclima cálido seco es el que afecta en un grado mayor el confort en la vivienda en el norte de México y se traduce en gastos elevados de energéticos y agua, como se puede observar en los Gráficos 12, 13 y 14.

El Gráfico 12 muestra la evolución del consumo de la electricidad en la vivienda del periodo de 1982 a 2018 donde el clima cálido está señalado con línea azul y puede verse un incremento sobre el clima templado, esto arroja gastos de electricidad de hasta 2 mil kWh al año.

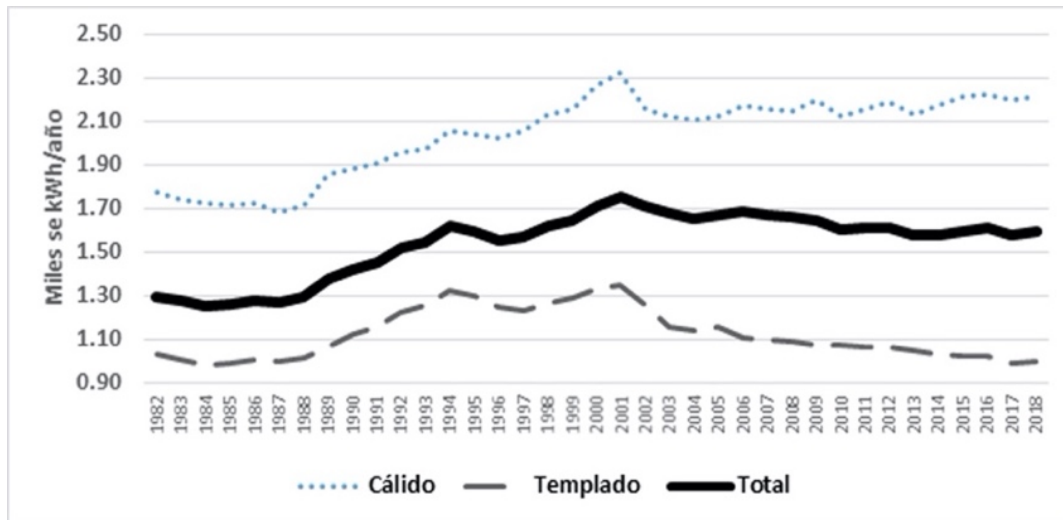


Gráfico 12. Evolución del consumo de electricidad del sector de vivienda por tipo de clima.  
Fuente: (CONUEE, 2019).

El Gráfico 13 presenta un orden igual al Gráfico 12 con la diferencia que el gasto de electricidad que se muestra en este caso, es mensual, con una diferencia de 20 mil kW/h en 2018 entre el clima cálido y el templado.

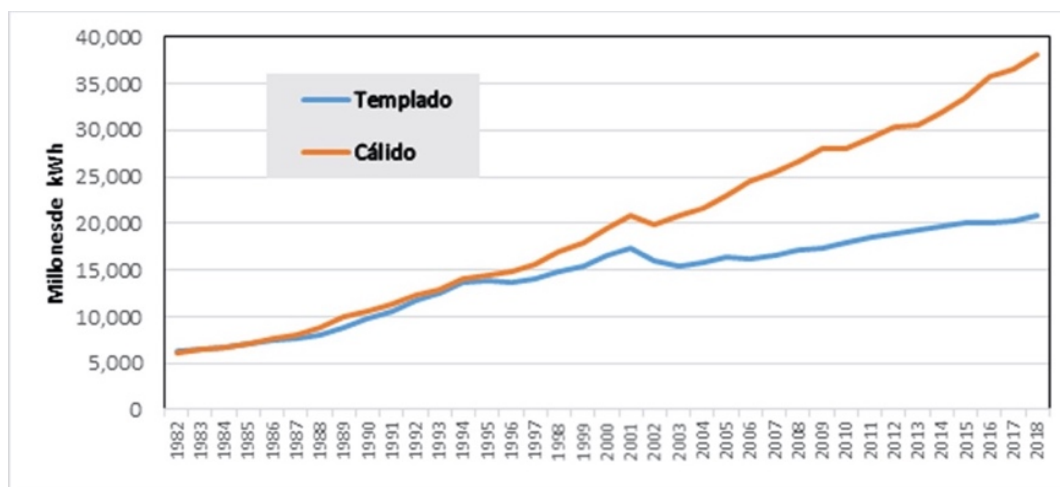


Gráfico 13. Evolución del consumo promedio de electricidad por usuario y clima del sector de vivienda en México de 1982 a 2018.

Fuente: (CONUEE, 2019).

El Gráfico 14 muestra el gasto de agua en vivienda de acuerdo con el clima. De acuerdo con el clima se puede observar un porcentaje de gasto de agua de hasta 40% mayor del clima cálido respecto del semicálido. Esta información destaca la importancia de buscar reducir el consumo de agua en las viviendas en el norte del país y es parte de la justificación de los criterios y medidas de mitigación que se atiende a lo largo de este proyecto.



<i>Clima</i>	<i>Consumo por clase socioeconómica</i>		
	<i>residencial</i>	<i>media</i>	<i>popular</i>
Cálido mayor a 22° C	400	230	185
Semicálido de 18 a 22° C	300	205	130
Templado de 12 a 17,9° C	250	195	100
Frío menor a 12° C	250	195	100

Gráfico 14. Consumo agua per cápita en litros diarios.

**Fuente:** Manual de uso eficiente del agua (CONAVI, 2005).

### 1.3.2 Importancia de la planeación y diseño sustentables en una vivienda

El proceso de planeación y diseño de una vivienda, desde los primeros esquemas conceptuales hasta la realización de la obra, el arquitecto debe tomar en cuenta las condicionantes ambientales al hacer énfasis especial en el clima para hacer consideraciones con respecto a la orientación (espacios y aberturas), forma, color, materiales y sistemas constructivos. Debe condicionar el diseño de cada uno de los elementos arquitectónicos, con la intención brindar confort, minimizar el uso de sistemas electromecánicos, que utiliza como sistemas de apoyo, con el propósito de conseguir mayor eficiencia energética durante su operación (Morillón, 2006).

De acuerdo con Dueñas (2013), el término Diseño Arquitectónico se define como las operaciones y conocimientos instrumentales que tiene como objetivo crear espacios habitables para que se desarrollen las actividades humanas. El diseño de una vivienda de una manera tradicional consiste en cumplir con una serie de necesidades de acuerdo con los usuarios, al dar como resultado una distribución de espacios según dichas necesidades, con dimensiones y estética adecuados.

El diseño arquitectónico tradicional es una visión antropogénica la cual no incluye diversos factores, en cambio el diseño sustentable se determina de acuerdo con una visión integral, del medio ambiente con el usuario, los materiales y el uso de tecnologías que se emplean para lograr así su inserción en el medio ambiente y los organismos que en él habitan (Dueñas, 2013).

Un diseño ambiental o sustentable proporciona diferentes ventajas como ahorros energéticos y de recursos, los cuales se planean desde el diseño mismo, con base en criterios bioclimáticos, que se fundamentan en el análisis de los climas de México para determinar las condiciones y requerimientos de climatización. Esto permite contar con tácticas, recomendaciones y criterios de diseño para el ahorro de energía y recursos en concepción de una vivienda. (CONAVI, 2006)

Este proyecto se centra en las etapas de planeación y diseño de una vivienda antes de ser construida, para que cuando se encuentre en construcción y ya habitada pueda tener las medidas sustentables aplicadas y evitar los sobre costos e impactos que tienen lugar en etapas posteriores al diseño (construcción, mantenimiento, reúso y disposición final).

#### **1.4 Delimitación del objeto de desarrollo o innovación**

El Sistema de Evaluación Sustentable para Vivienda estará diseñado para la tipología de vivienda media, el bioclima cálido seco predominante en el norte del país y se enfocará en la etapa de planeación y diseño de una vivienda. A continuación, se explican las razones por las que se eligió este subgrupo del sector vivienda y esta zona climática para este trabajo.

### 1.4.1 Tipología de vivienda media

Las condiciones de habitabilidad de una vivienda determinan, en gran medida, la calidad de vida de las personas que residen en ella. Una vivienda adecuada se considera clave para promover el bienestar, aliviar la pobreza, impulsar la equidad, proteger la vida y la salud de sus ocupantes así como para brindar seguridad y protección física (ONU- Hábitat, 2010).

De acuerdo con la Constitución Política de México, la vivienda representa un derecho social básico reconocido desde 1983, en el Artículo 4to constitucional, el cual señala que "Toda familia tiene derecho a disfrutar de vivienda digna y decorosa. La Ley establecerá los instrumentos y apoyos necesarios a fin de alcanzar tal objetivo" (Ley Federal de Vivienda, 1983).

Tabla 3. Tipología de vivienda.

PROMEDIOS	ECONÓMICA	POPULAR	TRADICIONAL	MEDIA	RESIDENCIAL	RESIDENCIAL PLUS
Superficie construida promedio (en m <sup>2</sup> ):	40	50	71	102	156	más de 188
Costo promedio:						
Unidad de medida de actualización (UMA)	hasta 118	de 118.1 a 200	de 200.1 a 350	de 350.1 a 750	de 750.1 a 1,500	mayor de 1,500
Número de cuartos y cajones de estacionamiento	1 Baño Cocina Área de usos múltiples	1 Baño Cocina Estancia-comedor De 1 a 2 recámaras 1 cajón de estacionamiento	1 y ½ Baños Cocina Estancia-comedor De 2 a 3 recámaras 1 cajón de estacionamiento	2 Baños Cocina Sala Comedor De 2 a 3 recámaras Cuarto de servicio 1 a 2 cajones de estacionamiento	De 3 a 4 baños Cocina Sala Comedor De 3 a 4 recámaras Cuarto de Servicio Sala familiar 2 o 3 cajones de estacionamiento	De 3 a 5 baños Cocina Sala Comedor De 3 a más recámaras De 1 a 2 cuartos de servicio Sala familiar Más de 3 cajones de estacionamiento Gimnasio Salón de juegos Jardín

Fuente: Código de Edificación de Vivienda, (CONAVI, 2017).

Este trabajo se centró en desarrollar un sistema de evaluación sustentable para vivienda clasificada como media,

ya que en México la mayoría de las acciones gubernamentales para construir vivienda sustentable aplicadas en el país están orientadas a viviendas de tipo económica, popular y tradicional (lo que comúnmente denominamos vivienda de interés social). Tal es el caso de programas como el subsidio federal denominado Programa de Vivienda Social 2020, la Hipoteca Verde y la NAMA.

La concentración de este tipo de acciones de vivienda sustentable en la vivienda popular, económica y tradicional se basa en el hecho de que, según el CONAVI (2020), más del 50 % de las viviendas que se construyen en el país pertenecen al tipo popular, económico y tradicional. Por otro lado, la vivienda residencial y residencial plus tiene acceso a mecanismos de certificación internacionales, como LEED, en virtud de que sus dueños o desarrolladores pueden cubrir los costos que esta conlleva. Sin embargo, en México la vivienda de tipo media no cuenta con apoyos gubernamentales o procesos de evaluación y certificación que contribuyan a la sustentabilidad y que sean accesibles para quienes las diseñan, construyen, otorgan permisos y/o adquieren,

Para explicar con mayor detalle este fenómeno, a continuación, se describen algunos de los tipos de acciones y apoyos que están diseñados para la vivienda de interés social, en sus distintas categorías

La Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI), es responsable de ejecutar el Programa de Vivienda Social para lograr vivienda adecuada, según los lineamientos que la ONU-Hábitat presenta en el documento "Criterios técnicos para una vivienda adecuada", el cual incluye un apartado con los criterios sustentables (CONAVI, 2020). Este programa de vivienda está destinado a viviendas de tipo interés social.

Por otro lado, el programa de Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas (NAMA) tiene como objetivo mitigar emisiones en el sector de la vivienda al proveer financiamiento adicional para mejorar la eficiencia energética y disminuir el consumo de combustibles fósiles y del agua. Está destinado para unidades de viviendas económicas típicas (CONAVI, 2013). Este programa funciona mediante el cumplimiento de una serie de indicadores y cumplir con parámetros sustentables en la vivienda para obtener los apoyos económicos. En el siguiente capítulo se analizará este programa ya que será útil para el diseño del Sistema de Evaluación Sustentable para Vivienda.

Por otro lado, en el caso de certificaciones internacionales aplicadas en el país, como es el caso de LEED Homes V4, para impulsar la vivienda sustentable, está enfocada a la vivienda residencial, ya que los sectores que integran las categorías de vivienda popular, económica, tradicional y media difícilmente podrían absorber los costos que involucra todo el proceso de certificación que propone LEED.

EDGE es un sistema de certificación que al igual que LEED es creado por el U.S. Green Building Council, sus características se explican con mayor detalle en el apartado 2.1.3. Si bien EDGE es útil como herramienta en la etapa de planeación y diseño de un proyecto, no incluye algunos de los criterios que contiene el SESUVI.

Según la CONAVI (2020), en México menos del 10% de la vivienda es de tipo residencial a residencial plus. Esto sugiere que el sistema de certificación LEED en México es una herramienta que puede ser utilizada principalmente en un sector reducido de la construcción de vivienda.

En virtud de lo anterior, este proyecto se centrará en desarrollar una herramienta para un sector de vivienda que en México actualmente no cuenta con mecanismos ni apoyos para lograr un diseño más sustentable, y que corresponde a la vivienda de tipo media.

## 1.5 Ubicación en campos disciplinares

El proyecto tiene como principal eje la arquitectura sustentable en la vivienda nueva y se busca que tenga aplicación en tres diferentes escalas:

Pequeña escala: El Sistema de Evaluación de Vivienda Sustentable se puede aplicar a proyectos micro escala, es decir, para una vivienda unifamiliar, dirigido exclusivamente a un cliente, o una familia que quiera diseñar y construir una vivienda sustentable.

Mediana escala: Esta propuesta también está dirigida a empresas en el sector inmobiliario, como constructoras y desarrolladoras inmobiliarias, ya que el Sistema de Evaluación Sustentable para Vivienda puede actuar como certificación y garantizar ahorros energéticos y económicos en las viviendas. La empresa que diseña y construye la vivienda media puede ofrecer este sistema como una certificación, lo cuál podría ser un plus a sus viviendas.

Gran escala: En última instancia, este sistema puede ser la base para que, en el nivel municipal, se puedan unificar criterios para impulsar las viviendas sustentables, para después sea más fácil poder cumplir ciertas normas oficiales. El sistema podría incluirse en planes de desarrollo estatales y municipales para transformarse poco a poco en una política sustentable dentro de un marco nacional institucional.

## 1.6 Definición de conceptos

### **Vivienda**

De acuerdo con Guzmán (2014) la vivienda es un hecho humano concebido y realizado como el producto de un sistema cultural; por ello, no puede ser considerada como un simple lugar, un espacio, ya que es un importante escenario de la vida cotidiana del ser humano. La vivienda es una necesidad esencial y de importancia vital en el desarrollo biológico, cultural, social, espiritual, psicológico y económico de la población. Lo que nos lleva a definirla en su condición material y expresiva dentro de la cultura.

## **Confort**

Para efectos de la presente investigación se utilizará la definición de Morillón (2004) la cual define a la zona de confort como “Intervalo de temperaturas y humedades en las cuales el humano presenta el mínimo esfuerzo para disipar el calor que genera”. Dicha definición resulta práctica y entendible ya que resalta la importancia del estado que presenta una persona para encontrarse en un sitio en condiciones óptimas.

Otras definiciones de confort se complementan con “confort térmico” o confort higrotérmico, según Höpfe & Mayer (1986) Se entiende por “confort” un estado neutralizado donde las personas se sienten plenamente agradable en las condiciones físicas donde se encuentre. Por otro lado, al hablar de confort térmico se habla de las distintas condiciones ambientales que se generan en un espacio interior o exterior, existiendo diferencias sustanciales entre ambos.

## **Confort higrotérmico**

Por otro lado, Ortega (2015) define el confort higrotérmico como la ausencia de malestar térmico, es decir, que no hay necesidad de que intervengan los mecanismos termorreguladores del cuerpo (metabolismo sudoración, etc.), en situaciones de actividad sedentaria.

Según la CONAVI (2006) los conceptos referentes a un confort higrotérmico resultan ser de suma importancia para fijar las estrategias de diseño térmico de una vivienda. Algunos investigadores han plasmado estos criterios en diagramas psicométricos, y se obtuvo una presentación gráfica de los mismos, con los cuales es más sencillo evaluar el confort, cuando no se está familiarizado con los procesos físicos involucrados en los fenómenos de transferencia de calor que ocurren en el cuerpo humano y en la vivienda.

## **Sustentabilidad en la vivienda**

Para dar una visión específica de la sustentabilidad en la vivienda, primero se tiene que plantear la sustentabilidad como concepto general el cual se define como:

La sustentabilidad se refiere al equilibrio existente entre una especie con los recursos del entorno al cual pertenece. Básicamente, la sustentabilidad, lo que propone es satisfacer las necesidades de la actual generación, pero sin que por esto se vean sacrificadas las capacidades futuras de las siguientes generaciones de satisfacer sus propias necesidades, es decir, algo así como la búsqueda del equilibrio justo entre estas dos cuestiones (Dueñas, 2013).

Desde el Reporte de Brundtland mencionado en el Capítulo 2, existe un compromiso para impulsar la perspectiva de la sustentabilidad en la mayoría de los ámbitos posibles. La construcción de vivienda es uno de ellos, ya que de acuerdo a ONU-Hábitat (2018), se colocó a la vivienda adecuada en el centro del desarrollo sustentable como un instrumento para lograr la urbanización incluyente, planificada y una fuerza transformadora para afrontar retos como el cambio climático, la pobreza, la exclusión y la desigualdad.

La sustentabilidad en la vivienda tiene como objetivo el ahorro de recursos, la mitigación por su construcción y la adaptación al entorno. Esto con el fin de preservar los recursos de la naturaleza y mitigar cambios climáticos.

## **Certificaciones**

Las certificaciones en el mundo nacen de una necesidad por parte de los usuarios o consumidores, para tener un producto que cumpla con la calidad adecuada. Si bien los diversos productos, procesos y servicios usualmente se pueden generar y adquirir sin la necesidad de una certificación, una certificación le otorga a un producto, proceso o servicio



diversos valores adicionales, ya que se encarga de que se cumplan todos los requisitos y procedimientos correctos para que tenga una calidad deseada.

Un sistema de certificación es el conjunto de las actividades implementadas para evaluar la conformidad del producto a requisitos especificados. (FAO, 2002).

Estas características finales proporcionan el control sobre la calidad y el valor aumenta ya que se garantiza que este cumpla con todos los requerimientos y proporcione finalmente confianza, que quizá en el ámbito comercial es uno de los aspectos más importantes.

## **1.7 Importancia del proyecto**

### **1.7.1 Justificación**

Este proyecto es un Sistema de Evaluación Sustentable para Vivienda (SESUVI) de tipo media en bioclima cálido seco en México. El Sistema de Evaluación Sustentable para Vivienda (SESUVI) pretende contribuir con 7 de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Organización de las Naciones Unidas (ONU). Gráfico 15.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible fueron creados por la ONU con el fin de erradicar la pobreza, cuidar el planeta y asegurar la prosperidad para todos como parte de una nueva agenda de desarrollo sostenible, llamada Agenda 2030. Cada objetivo tiene metas específicas que deben alcanzarse para el año 2030.

De acuerdo con la ONU (2018) los ODS tiene un enfoque el cual reconoce que la vivienda contribuye de manera directa o indirecta al cumplimiento de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible y muchas de las 169 metas que los conforman.

La aplicación del SESUVI en las viviendas pretende contribuir al cumplimiento de 19 metas de los ODS.



Gráfico 15. Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU.

Fuente: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>

A continuación, se nombran los diferentes objetivos y metas a cumplir con la aplicación del SESUVI en las viviendas:

**ODS 3. Salud y bienestar:** El confort térmico es uno de los principales objetivos del Sistema de Evaluación aquí desarrollado, con lo busca atender el tercer objetivo de desarrollo sustentable que se propone garantizar el bienestar en el usuario de la vivienda. Particularmente se busca cumplir con la meta **3.9** para reducir el uso de productos químicos peligrosos en la construcción y evitar la contaminación del aire, agua y suelo con este tipo de productos.

**ODS 6. Agua limpia y saneamiento:** Este Sistema busca proveer agua limpia a la vivienda, con esto se cumple la meta **6.2**, al lograr el acceso a servicios de saneamiento e higiene, con la meta **6.3** que se propone mejorar la calidad del agua al reducir la contaminación con las medidas sustentables que pretende el proyecto, con la meta **6.4** al aumentar el uso eficiente del agua en la vivienda con tecnologías, y muebles ahorradores, y con la meta **6.6** al proteger los ecosistemas relacionados con el agua, en el proceso de ciclo de vida de la vivienda.

**ODS 7. Energía asequible y no contaminante:** La energía es fundamental para la vivienda Es por eso por el Sistema aquí planteado retoma la meta **7.1** que pretende garantizar el acceso a servicios energéticos mencionado y la meta **7.2** que busca lograr una proporción de energía renovable en la vivienda.

**ODS 9. Industria, innovación e infraestructura:** La innovación y la tecnología en infraestructuras hacen posible una vivienda con mayor control energético, ahorro en gastos de agua en muebles, entre muchos otros. Para esto en la meta **9.2** se debe de promover una industrialización responsable y sostenible en empresas que tengan certificaciones sustentables y responsables y que contribuyan al bienestar ambiental y humano. Es por eso que en el SESUVI todos los materiales aislantes, muebles sanitarios y aparatos electrodomésticos deben de contar con diferentes certificaciones que avalen su desempeño.

**ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles:** La meta **11.1** al asegura el acceso de personas a viviendas y servicios básicos adecuados, **11.5** al reducir el número de muertes causadas por desastres en zonas de riesgo y evitar la construcción de vivienda en esas zonas, como lo describe el indicador de Ubicación y contexto del Sitio del SESUVI. **11.a** Apoyar vínculos ambientales y fortalecer la planificación del desarrollo nacional con este proyecto.

**ODS 12. Producción y consumo responsables:** La producción y el consumo responsables son indispensables en el proyecto, **12.2** se pretende lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales en los indicadores de Diseño Bioclimático, Energía y materiales, Gestión del Agua del SESUVI **12.8** Asegurar que la mayoría de las personas en México tengan información sobre una vivienda sustentable con este tipo de proyectos de difusión.

**ODS 13. Acción por el clima:** Una de las contribuciones que se pretende obtener con el proyecto es el aporte ambiental, con la meta **13.1** se quiere fortalecer la resiliencia y la capacidad de adaptación a un entorno, en este caso al bioclima cálido seco en el país, **13.3** una sensibilización humana respecto a la mitigación del cambio climático y a la reducción de sus efectos.

**ODS 15. Vida de ecosistemas terrestres:** La vivienda ha tenido impacto en los ecosistemas de nuestro país, se pretende con la implementación del SESUVI se cumplan las siguientes metas: **15.1** velar por la conservación y el uso sostenible de los ecosistemas terrestres en el indicador de Ubicación y Contexto del Sitio, **15.3** evitar suelos degradados y cuidar de ellos al construir de una manera responsable, **15.5** adoptar medidas para reducir la degradación de los hábitat naturales al respetarlos y no edificar en espacios de conservación natural, **15.8** adoptar medidas para evitar la proliferación de especies invasoras y promover la vegetación endémica en el indicador Diseño Bioclimático.

## CAPÍTULO II

### 2.1 Marco Teórico

#### 2.1.1 Análisis sobre importancia de las certificaciones sustentables en edificaciones

Monterotti (2017) afirma que las certificaciones ambientales de edificios tienen origen en la necesidad de que el sector de la edificación acelera su cambio hacia prácticas sostenibles, disponga de un medio simple para identificar el comportamiento ambiental de sistemas tan complejos como los edificios, porque “lo que no se define no se puede medir, lo que no se mide, no se puede mejorar, lo que no se mejora, se degrada siempre”.

Según el artículo *Green Building Rating Systems: ¿Cómo evaluar la sostenibilidad en la edificación?* del Gobierno Vasco (2010), las certificaciones son sistemas de evaluación y están caracterizadas por un proceso de certificación y un método de valoración. El proceso de certificación consiste en la entrega de los documentos que comprueben el resultado de cada indicador a la entidad certificadora. Este proceso es colaborativo ya que están involucrados todos los participantes y las medidas ambientales deben de cumplir con los lineamientos de la certificación.

El método de valoración puede basarse en diferentes planteamientos, según la certificación, y ponderar aspectos sociales, ambientales y económicos. Los sistemas check-list como lo manejan BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology) y LEED (Leadership in Energy & Environmental Design) suman los puntos obtenidos en cada indicador. El proceso finaliza al visualizar el resultado global con diferentes medallas según el puntaje obtenido, plata, oro y platino en el caso de LEED, por ejemplo.

Los principales indicadores que se destacan en las certificaciones son:

- La eficiencia energética.
- El uso del agua.
- Los materiales de construcción.
- El uso del suelo.
- El confort humano.
- Los ciclos económicos.
- La accesibilidad.

En la actualidad existen un gran número de certificaciones. Algunos países han adoptado una nueva metodología según su contexto, situaciones económicas, sociales, geográficas y varios aspectos que son esenciales para trasladar este tipo de prácticas a sistemas de evaluación.

### **2.1.2 Análisis de las certificaciones sustentables internacionales en México**

Según la Sustentabilidad para México (SUME A.C.), una asociación nacional sin fines de lucro encargada de llevar el control de las certificaciones en México, la mayoría de las certificaciones en el país está a cargo del World Green Building Council (WGBC). Este consejo internacional tiene 8 tipos de certificaciones, las cuales abarcan desde certificaciones sustentables para edificios en el caso de LEED, hasta temas particulares como el confort en un espacio como WELL o el manejo de desechos como TRUE.

La Tabla 4 presenta es una síntesis clara de los indicadores que contiene cada certificación y los edificios a los que se enfoca.

Tabla 4. Certificaciones del World Green Building Council (GBCI) en México.

Organismo regulador	Certificaciones	Indicadores de desempeño	Tipos de edificios certificados
<b>GBCI México</b>	<b>LEED</b>	Ubicación y transporte	Diseño y construcción de edificios LEED BD+C (Edificios de nueva construcción, o edificios existentes de tipo comercial,
		Sitios sostenibles	
		Uso eficiente del agua	Diseño y construcción de interiores LEED ID+C
		Energía y atmósfera	
		Materiales y recursos	Operación y mantenimiento de edificios LEED O+M *
		Calidad ambiental interior	
	Innovación en el diseño	Desarrollo de barrios LEED ND	
	Prioridad regional	Casas unifamiliares y multifamiliares residenciales LEED for Homes	
	<b>EDGE</b>	Energía	Edificios comerciales e industriales
		Agua	Edificios culturales
		Materiales	Centros urbanos
	<b>GRESB</b>	Gestión del portafolio	Sostenibilidad para empresas en inversiones de bienes raíces e infraestructura.
		Políticas y transparencia	
		Riesgos y oportunidades	
		Sistemas de monitoreo de energía	
		Indicadores de desempeño	
	<b>Parksmart</b>	Ubicación	Estacionamientos de alto rendimiento
		Diseño	
		Operación inteligente	
	<b>PEER</b>	Fiabilidad y resistencia	Industrias
		Operaciones, gestión y seguridad	Servicios públicos
		Eficiencia energética y medio ambiente	
		Servicios de red	Servicios de tránsito
		Innovación y desempeño	
	Prioridad regional		
	<b>SITES</b>	Contexto del sitio	Ecosistemas paisajísticos
		Prediseño y planificación	Parques locales, estatales y nacionales.
		Diseño del sitio-agua	
		Diseño del sitio suelo y vegetación	
		Diseño del sitio selección de materiales	Jardines botánicos
Diseño del sitio salud humana-bienestar		Calles y plazas	
Construcción		Campus educativos	
Operaciones y mantenimiento		Barrios	
Educación y monitoreo del desempeño		Áreas comerciales	
<b>TRUE</b>	Rediseña	Control de residuos en industrias	
	Reduce	Control de residuos en escuelas	
	Reusa		
	Recicla		
	Cero desechos reportados	Control de residuos en agencias gubernamentales	
	Prevención residuos peligrosos		
Innovación			
<b>WELL</b>	Aire	Diseñado para oficinas	
	Agua		
	Alimento		
	Energía	Servicios institucionales	
	Movimiento		
	Comodidad térmica		
	Sonido		
	Materiales	Servicios educativos y de salud	
	Mente		
	Comunidad		
Innovación			

Fuente: Elaboración propia en base a <https://www.gbci.org/es/mexico>



#### **2.1.4 Análisis de LEED (Leadership in Energy & Environmental Design) en México**

Según lo menciona el U.S. Green Building Council (GBCI), este sistema de certificación surge de la necesidad de los usuarios, promotores y edificadores de vivienda por cumplir ciertos criterios de sustentabilidad y que exista una entidad que lo avale.

Los prerequisites son obligatorios y se establecen en cada uno de los indicadores, a su vez, los créditos son opcionales, los puntos se suman y dan como resultado el nivel de certificación de la vivienda, que de igual manera que en las demás categorías de LEED, la certificación se divide en Certificado, Plata, Oro y Platino.

La certificación LEED comenzó a aplicarse en México cuando se creó el Consejo Mundial de Edificación Verde (WGBC, World Green Building Council) en 2001. Ese año los consejos nacionales de varios países se unieron al WGBC. LEED es la certificación que tiene mayor número de edificios en México, de tipo comercial en primer lugar, al seguirle de tipo institucional e industrial.

El primer proyecto LEED en México surgió en 2005 en Ciudad Juárez, Chihuahua. El Centro Internacional de Negocios obtuvo la certificación LEED New Construction con una puntuación básica.

En el 2018 México tenía 329 edificios con certificación LEED. México fue incluido en el top 10 de la certificación de edificios LEED al ocupar el noveno lugar mundial y el segundo en Latinoamérica. Según estudios del WGBC un edificio con certificación LEED ahorra entre 24 y 50% en el consumo de energía, 40% en el consumo de agua, 70% en la generación de residuos y entre 33 y 39% de emisiones de carbono. Los estados con mayores edificios certificados en el año 2010 fueron la Cd. de México, Monterrey, Guadalajara, Puebla, Querétaro y Tijuana. (El Financiero, 2018)

Tabla 7. Ficha técnica Leadership in Energy and Environmental Design (LEED).

FICHA TÉCNICA DE CERTIFICACIÓN LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)			
<b>OBJETIVO:</b>	Sistema de certificación de aplicación internacional para la utilización de estrategias sostenibles en un edificio.		
<b>ORGANISMO REGULADOR:</b>	U.S. GBC (Green Building Council).		
<b>APLICACIÓN:</b>	Voluntario	Obligatorio	<b>VERSIONES:</b> 2009, v4, v4.1
<b>EDIFICIOS CERTIFICADOS:</b>	Mas de 4,550	<b>ESTADO PARA CERTIFICAR:</b>	Ya construido
<b>CERTIFICACIÓN DE PROYECTO:</b>	<b>FICHA FINAL: (Score Card)</b>		
1. Registro de Proyecto			
2. Preparación para solicitud			
3. Envío			
4. Revisión de solicitud			
5. Certificación			
6. Variantes			

MÉTODO				
<b>1. Clasificación</b>				
LEED para nuevas construcciones y renovaciones importantes (LEED for New Construction and				
LEED para fachadas y estructuras (LEED for Core and Shell)				
LEED para interiores comerciales (LEED for Commercial Interiors)				
LEED para escuelas (LEED for Schools)				
LEED para atención médica (LEED for Healthcare)				
LEED para ventas minoristas (LEED for Retail)				
LEED para edificios existentes: Operaciones y mantenimiento (LEED for Existing Buildings: Operations and Maintenance)				
LEED para hogares (LEED for Homes)				
LEED para desarrollo de vecindario (LEED for Neighborhood Development)				
<b>2. Evaluación</b>		<b>3. Certificación</b>		
Aspectos Ambientales		Certificado	> 40 Puntos	
% de relevancia	Pre-requisitos:	Obligatorio	Opcional	
	Créditos:			
*				
24%	Sitios sustentables	PUNTOS	Oro	> 60 Puntos
10%	Eficiencia de agua		Platino	> 80 Puntos
30%	Energía y atmósfera			
12%	Materiales y recursos			
14%	Calidad ambiental interior			
4%	Innovación en diseño y operaciones			
4%	Prioridad Regional			

Fuente: Elaboración propia en base a (LEED, 2010).

La Tabla 7 presenta un esquema de la certificación LEED, la cual consta de un método de clasificación, evaluación y certificación de edificios. Este método hace preciso que cada edificio tenga su propia metodología con base en los siguientes indicadores: sitios sustentables, eficiencia de agua, energía y atmósfera, materiales y recursos, calidad ambiental interior, innovación en el diseño y operaciones, prioridad regional.

Cada indicador aporta una cantidad de créditos necesarios para cumplir cierto puntaje. No es necesario cumplir con todos los puntos o créditos de los indicadores, pero si es obligatorio cumplir con los que son requisito indispensable. Todos los créditos se sumarán en todas las categorías de los indicadores y darán como resultado una escala de certificación. Este será el resultado final de la certificación.

#### **2.1.4 Análisis de LEED v4 Homes**

La certificación que maneja LEED para viviendas se denomina LEED for Homes en sus primeras ediciones y LEED Diseño de Viviendas y Construcción, como se denomina en la versión V.4. Esta certificación está dedicada a viviendas unifamiliares y multifamiliares en el ámbito residencial.

La Tabla 8 muestra una manera esquemática de los tipos de indicadores que maneja, los prerrequisitos, créditos que contiene y el puntaje de cada uno. El indicador de Energía y Atmósfera tiene más créditos, por lo tanto, se deduce que en esta certificación tiene una mayor importancia sobre los demás indicadores. En el capítulo 3 se abordará más a fondo este tema.

Tabla 8. Créditos y prerrequisitos en LEED Diseño de Viviendas y Construcción.

HOMES: Diseño y construcción			
LEED BD+C: Unifamiliares y multifamiliares de baja altura			
PRERREQUISITO	CRÉDITO	INDICADORES	PUNTAJE
<b>PROCESO INTEGRADOR</b>			
	x	Unifamiliares, altura media	2
<b>LOCALIZACIÓN Y TRANSPORTE</b>			
x	1	LT: Evitar llanuras inundables	No aplica
	x	LT: LEED para desarrollo urbano	15
	x	LT: Elección del sitio	8
	x	LT: Desarrollo compacto densidades de unidades residenciales	3
	x	LT: Recursos para la comunidad	2
	x	LT: Acceso a transporte público	2
<b>SITIOS SOSTENIBLES</b>			
x	1	SS: Prevención de contaminación en actividades de construcción	No aplica
x	1	SS: Plantas no invasoras	
	x	SS: Reducción de las islas de calor	2
	x	SS: Gestión del agua de lluvia	3
	x	SS: Control de plagas no tóxicas	2

<b>ENERGÍA Y ATMÓSFERA</b>			
x	1	EA: Mínima eficiencia energética	No aplica
x	1	EA: Medición en la energía	
x	1	EA: Formación del propietario,	
	x	EA: Consumo anual de energía	30
	x	EA: Sistema eficiente de distribución agua caliente	5
	x	EA: Seguimiento avanzado de las compañías de servicios públicos	2
	x	EA: Preparación para el diseño solar activo	1
	x	EA: Credenciales para la puesta en marcha del sistema HVAC	1
x	1	EA: Tamaño de la vivienda	No aplica
	x	EA: Orientación del edificio para un sistema solar pasivo	1
	x	EA: Infiltración del aire	2
	x	EA: Aislamiento de la envolvente	2
	x	EA: Ventanas	3
	x	EA: Equipos de calentamiento y enfriamiento de los espacios	4
	x	EA: Sistemas de distribución de calentamiento y enfriamiento	3
	x	EA: Equipos de agua caliente doméstica eficientes	3
	x	EA: Iluminación	2
	x	EA: Electrodomésticos de alta eficiencia	2
	x	EA: Energía renovable	4

<b>MATERIALES Y RECURSOS</b>			
x	1	MR: Madera tropical certificada	No aplica
x	1	MR: Gestión de la durabilidad	
	x	MR: Verificación de la gestión de la durabilidad	1
	x	MR: Productos preferibles ambientalmente	5
	x	MR: Gestión de los residuos de construcción	3
	x	MR: Estructura eficiente en materiales	2
<b>CALIDAD AMBIENTAL INTERIOR</b>			
x	1	EQ: Ventilación	No aplica
x	1	EQ: Ventilación de la combustión	
x	1	EQ: Protección frente a contaminantes de garages	
x	1	EQ: Cosntrucción resistente al radón	
x	1	EQ: Filtración del aire	
x	1	EQ: Humo del tabaco en el ambiente	
x	1	EQ: Compartimentación	
	x	EQ: Ventilación mejorada	
	x	EQ: Control de los contaminantes	2
	x	EQ: Equilibrio entre los sistemas de distribución de calentamiento y enfr.	3
	x	EQ: Compartimentación mejorada	3
	x	EQ: Ventilación de la combustión	2
	x	EQ: Protección mejorada frente a contaminantes de garages	2
	x	EQ: Productos de baja emisión	3
	x	EQ: Sin humo de tabaco en el ambiente	1
<b>INNOVACIÓN</b>			
x	1	IN:Medidas preliminares	No aplica
	x	IN: Innovación	5
	x	IN: Profesional acreditado LEED	1
<b>PRIORIDAD REGIONAL</b>			
	x	RP: Prioridad regional	4

Fuente: Elaboración propia en base en Guide LEED v4 for Homes Design and Construction (LEED, 2018).

## **Ventajas de la certificación LEED Homes en México**

En una investigación realizada en Harvard School of Public Health se estudiaron a lo largo de dos años a personas que vivían en casas convencionales y en casas certificadas LEED. En dicha investigación se midió la calidad del aire y se llegaron a los siguientes resultados: 86% de las viviendas convencionales tenían problemas de ventilación, los usuarios que vivían en viviendas certificadas experimentaban menos síntomas como alergias, asma y dolor de cabeza. Las conclusiones del estudio fueron que las viviendas certificadas tienen una reducción de contaminantes gracias a la hermeticidad y alta eficiencia en los muebles, un ahorro energético de hasta el 30% y hasta de un 60% en el caso LEED Platino. (Inmobiliare, 2016). Esto quiere decir que las viviendas con certificaciones sustentables aportan eficiencia energética, hermeticidad y calidad del aire.

## **Desventajas de la certificación LEED Homes en México**

Este sistema de certificación, por su costo, puede aplicarse en la tipología residencial, que según el INEGI (2015), en México abarca el 2.7% del total de vivienda que se construye en el país. El 97.3 % de la vivienda en México, por razones de costo, no tiene acceso a una certificación de este tipo.

Si bien esta certificación puede realizarse en México, la inversión del proceso de certificación aumenta hasta un 30% respecto a su costo inicial y el tipo de tecnologías que exige pueden encarecen el costo final de la vivienda, en especial los contenidos del indicador de Energía y Atmósfera, el cual es muy necesario porque tiene mayor peso en cuanto a el número de créditos y puntuaciones.

Para certificar una vivienda LEED es necesario contar con un verificador, al cual LEED llama Green Rater, quien está encargado de revisar todo el proceso de certificación antes y durante el proyecto de manera obligatoria. Existe la opción del consultor LEED AP Homes, el cual funge como intermediario entre el Green Rater y la certificación. Este último ofrece soporte técnico y envía el paquete de documentación final al U.S. GBCI. La participación de ambos tiene un costo lo que representa una inversión extra al proyecto.

Otro problema es que el sistema presupone la existencia de un sótano y la presencia de aire acondicionado, lo primero no es el caso de la vivienda mexicana y los segundo no aplica para todas las regiones de México, aunque si para la zona de estudio. También presenta la problemática del ACV de los materiales.

En conclusión, la certificación LEED Homes no es factible para una vivienda de tipología media en México, ya que como se describió anteriormente la inversión en el proceso de certificación no sería factible, los costos de inscripción, Green Rater, LEED AP Homes harían inviable el proyecto. En este caso, no es la herramienta adecuada para certificar vivienda media en el norte del país y se requiere un proceso de evaluación propio que sea económico o de aportación voluntaria sin cuotas, con requisitos apegados a la reglamentación y bioclima del lugar.



### 2.1.3 Análisis de certificación EDGE en viviendas en México

El sistema de certificación EDGE fue diseñado por la Corporación Financiera Internacional (IFC) del Banco Mundial. Por sus siglas en inglés se define como Excellent in Design for Greater Efficiencies (EDGE). Es un software que conduce a una certificación internacional y que se basa en el ahorro de energía, agua y materiales en la edificación.

La certificación EDGE está enfocada para edificaciones de todo tipo de géneros (comerciales, de salud, educación y residenciales entre otras) y que se utiliza a lo largo del diseño del ciclo de la vivienda. Esto es compatible con el SESUVI, ya que también está enfocado en las etapas de planeación y diseño de una vivienda.

En la Tabla 5 se muestran los puntos de ahorro de EDGE como lo son la energía, el agua y los materiales, de los cuales se derivan los principales criterios para llevar a cabo el ahorro. Para los fines de este trabajo, se extrajeron dichos criterios del folleto en español de EDGE en el caso de estudio de EDGE para viviendas.

Tabla 5. Descripción de los aspectos principales y criterios en EDGE.

<b>Sistema de certificación:</b>	<b>EDGE</b>				
<b>Entidad certificadora:</b>	<b>GBCI</b>				
<b>ASPECTOS PRINCIPALES</b>	<b>CRITERIOS</b>				
<b>ENERGÍA</b>	Menor relación pared-ventanas				
	Iluminación LED				
<b>AGUA</b>	Generación solar fotovoltaica				
	Grifería de bajo consumo para duchas, lavabos y fregaderos				
<b>MATERIALES</b>	Techos de zinc acanalados				
	Pared exterior reforzada en el sitio de la obra				
	Pared interior en ferro-cemento				

**Fuente:** Elaboración propia en base a <https://edgebuildings.com>

La certificación EDGE cuenta con un software el cual determina el porcentaje de ahorro que tendrá la vivienda respecto a los datos que se ingresen en la etapa de diseño, para después pasar a la etapa de análisis de consumo de energía, agua y materiales, donde hay una serie de medidas de ahorro de las que se eligen las que van a instalar en el proyecto, de acuerdo con un diseño y planeación previas. Finalmente, el software arroja el porcentaje de ahorro que se alcanza con cada medida implementada. El porcentaje mínimo para que una edificación esté certificada es una reducción del 20% en cada uno de los criterios.

En la Tabla 6 EDGE cuenta con 3 niveles de certificación de acuerdo con el porcentaje de ahorro, va desde el mínimo que es un 20% y corresponde al nivel 1 certificación EDGE, 40% de ahorro corresponde al nivel 2 certificación EDGE advance y el nivel 3, con un 100% de ahorro lo cual representa el nivel máximo de EDGE denominado Zero carbón.

Tabla 6. Niveles de certificación de EDGE.

Sistema de certificación:		EDGE							
Entidad certificadora:		GBCI							
NIVELES		CARACTERÍSTICAS							
NIVEL 1.	Certificación. EDGE	20% o más de ahorro en energía, agua y energía incorporada en los materiales. Etapas de certificación preliminar y definitiva. Tarifa							
NIVEL 2.	Certificación EDGE Advanced	Certificación EDGE y un ahorro de 40% o más en energía en el emplazamiento. Etapas de certificación preliminar y definitiva. Tarifa							
NIVEL 3.	Zero Carbon	Certificación EDGE Advanced y un 100% de energías renovables en el emplazamiento o fuera de este, o compensaciones de emisiones de carbono adquiridas que totalizan el 100% de reducción de emisiones. Se debe contabilizar toda la energía, incluido el diésel y el gas licuado de petróleo. Al menos un año después de obtener la certificación EDGE definitiva, con el 75% de ocupación, cuando se deban presentar los datos operativos. Renovación cada cuatro años, con el 100% de energías renovables, y cada dos años, con la adquisición de créditos de carbono. USD 500 o menos a nivel del proyecto, y USD 50 o menos por unidad de vivienda en cada período de renovación (además de las tasas de registro y certificación).							

Fuente: Elaboración propia en base a <https://edgebuildings.com>

El proceso de certificación se lleva a cabo con la participación del cliente. Un experto en EDGE (denominado EDGE expert), un auditor EDGE y el revisor externo, de acuerdo con los requisitos descritos en la página de Internet. Primero se deben de ingresar datos y registrar el proyecto por medio del experto EDGE, después se presenta la documentación necesaria (planos, fichas técnicas de materiales y equipos). Posteriormente el auditor EDGE revisa la documentación y se emitirá un fallo por parte del GBCI. Si el fallo es positivo el proyecto obtendrá una certificación preliminar. El siguiente paso es una auditoría en sitio por parte del auditor EDGE, el cual evalúa que las estrategias se lleven a cabo, se vuelven a enviar documentos y finalmente se emite la certificación EDGE si se aprueba el proyecto.

De acuerdo con la plataforma de EDGE (2020), México cuenta con 25 proyectos certificados, y 16 de ellos son de tipo residencial. Las desarrolladoras de vivienda mexicanas fueron las encargadas de certificar los complejos habitacionales y edificios por medio de consultores. En México no existen aún viviendas individuales certificadas. De acuerdo con el manual de la página de internet de EDGE la certificación requiere un costo adicional para el dueño de una vivienda, porque requiere de terceros expertos en el proceso para el llenado de la información en el software y el proceso de certificación. Los sobrecostos por lo anterior mencionado ascienden aproximadamente a un 12% extra y para el nivel de certificación Zero Carbon 500 dólares extra al porcentaje (12%) EDGE (2020). Esto según estudios elaborados por la propia certificación, no se especifica si el porcentaje incluye los sobrecostos en el proceso de construcción, solo menciona la intervención de terceros para el cumplimiento de la certificación.

Para la elaboración del SESUVI se tomó en cuenta la forma de evaluación de check list que propone EDGE, ya que es una forma práctica y sencilla para fortalecer la sustentabilidad en el proceso de planeación y diseño de una vivienda. A diferencia de EDGE, el SESUVI pretende ser de fácil entendimiento sin necesidad del apoyo de terceros para su llenado y sin provocar gastos extra al dueño de la vivienda.

## 2.2 Marco normativo vigente de la vivienda sustentable en México

De acuerdo con Dueñas (2013) hay una necesidad por la creación y seguimiento de un marco institucional en México que regule edificaciones sustentables, así como crear un sistema de calificación y certificación adecuado para los sistemas constructivos que se desarrollan a lo largo y ancho del país, debido a que, de una región a otra, los materiales y sistemas constructivos varían.

Señala también que es necesario trabajar en conjunto con las asociaciones profesionales y los gobiernos de los estados, ya que estos muchas veces son incapaces de regular, pero deben de tomar en serio su papel para exigir el cumplimiento de las normatividades y su regulación.

En México debe de existir una cooperación por parte de todos los órganos de gobierno ya que el cumplimiento de las normas debe de existir desde el gobierno municipal, estatal y federal. Es importante implementar un sistema de fácil acceso y comprensión para cada bioclima y región, el cual sea un instrumento de homologación para cumplir los requisitos y normas estatales en cuanto a vivienda sustentable.

Por otro lado, en México existen ya diversas guías, códigos y normas oficiales en materia de edificación de vivienda sustentable, las cuales se analizarán para el diseño del Sistema de Evaluación Sustentable para Vivienda (SESUVI) y se presentan a manera de diagrama en el Gráfico 16:

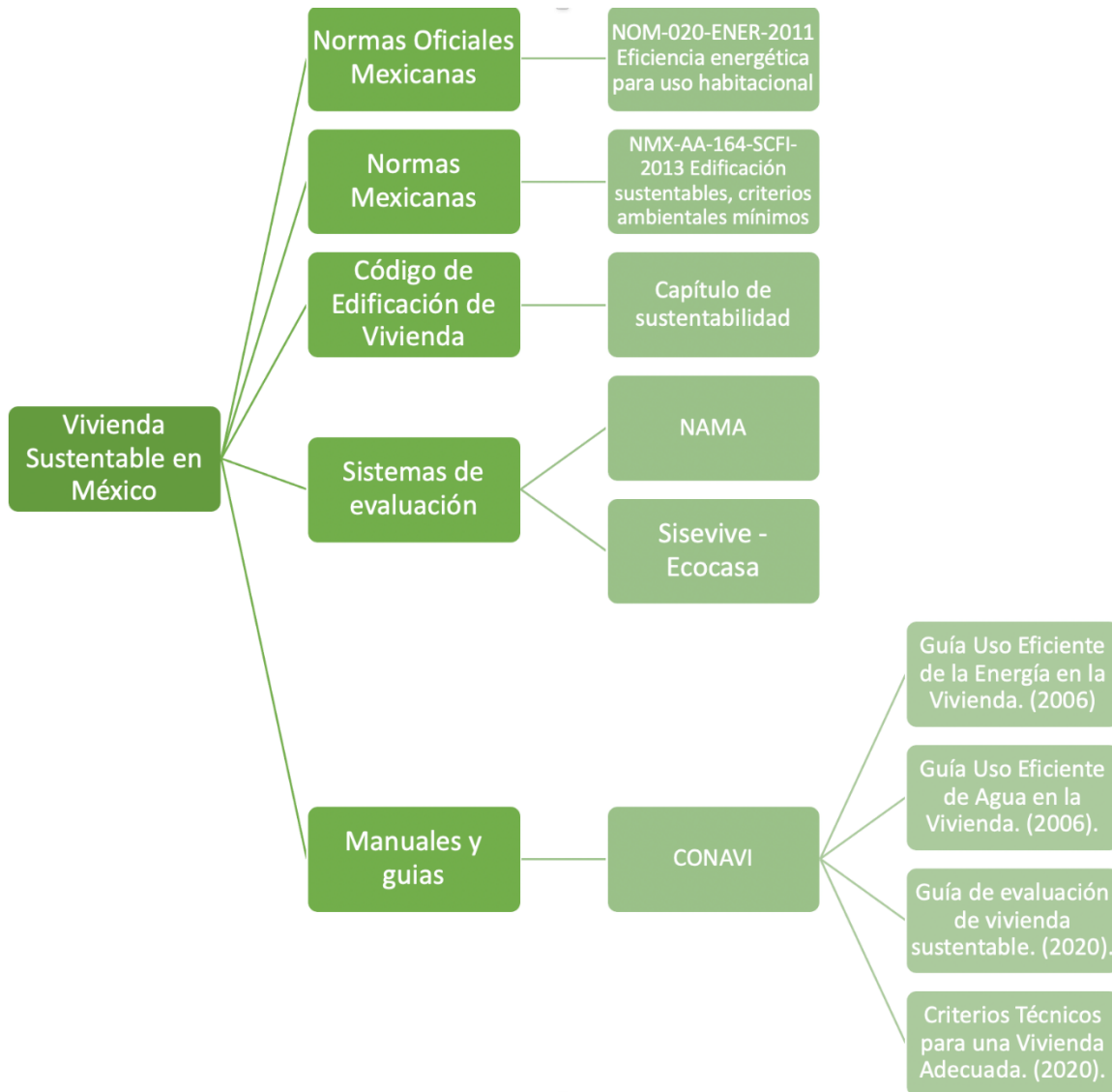


Gráfico 16. Diagrama del marco normativo de la vivienda sustentable en México.

**Fuente:** Elaboración propia con base en distintas fuentes información del Gobierno de México.

A continuación, se presenta un análisis de las normas, sistemas de evaluación, manuales y guías vigentes en México que serán analizados para establecer las bases para el desarrollo del SESUVI.

### 2.2.1 Análisis de las normas oficiales mexicanas en el ámbito de vivienda sustentable

Las normas oficiales en materia de vivienda que se analizaron en este trabajo se listan en el Gráfico 17. Están clasificadas según el tema que abordan y abarcan el tipo de los aparatos electrodomésticos en el hogar, las instalaciones que contiene una vivienda, los equipos de aire acondicionado, los materiales para utilizar en una fachada, iluminación de la vivienda y el cálculo para reducir las ganancias de calor en edificios habitacionales.

<b>Norma oficial mexicana</b>	<b>Tema</b>
<b>NOM-015-ENER-2002</b>	
<b>NOM-004-ENER-2008</b>	Equipos varios (calentadores de agua, refrigeradores, lavadoras de ropa, y de bombas y conjunto motor-bomba)
<b>NOM-005-ENER-2010</b>	
<b>NOM-003-ENER-2011</b>	
<b>NOM-011-ENER-2006</b>	Equipos de aire acondicionado (de tipo central, paquete o dividido; de tipo cuarto; y de tipo dividido, descarga libre y sin conductos de aire)
<b>NOM-021-ENER/SCFI-2008</b>	
<b>NOM-023-ENER-2010</b>	
<b>NOM-018-ENER-1997</b>	Materiales de envolvente (aislantes térmicos y vidrio y sistemas vidriados)
<b>NOM-013-ENER-2004</b>	Iluminación (lámparas para uso general, lámparas fluorescentes compactas y lámparas de diodos emisores de luz – LED – integradas para iluminación general)
<b>NOM-017-ENER/SCFI-2008</b>	
<b>NOM-028-ENER-2010</b>	
<b>NOM-020-ENER-2011</b>	Envolvente de edificios para uso habitacional

Gráfico 17. Lista de normas oficiales mexicanas en el ámbito de vivienda.

**Fuente:** Estrategia Nacional para la Vivienda Sustentable (SEDATU, 2013).

Las normas oficiales de equipos de electrodomésticos, aire acondicionado, iluminación y materiales se rigen por estándares de rendimiento y eficiencia, límites, métodos de prueba y etiquetado establecidos por la Secretaría de Energía. Para aprovechar el cumplimiento de estas normas en la vivienda, lo que se requiere es que los usuarios estén informados y puedan adquirir productos que cuenten con los sellos correspondientes para saber que esos aparatos y sistemas cumplirán con la eficiencia mencionada en la norma respectiva. Dichas normas se incluirán en el SESUVI para las medidas de eficiencia energética

### **2.2.1.1 Análisis de la NOM-020-ENER-2011**

La NOM-020-ENER-2011 es la Norma Oficial Mexicana para la eficiencia energética que aplica en edificaciones de tipo habitacional. Esta es una norma de carácter obligatorio y se debe de implementar en todo el país.

La NOM-020-ENER-2011 "tiene como objetivo principal limitar la ganancia de calor de los edificios para uso habitacional a través de su envolvente, con objeto de racionalizar el uso de la energía en los sistemas de enfriamiento" (NOM-020-ENER-2011)

Según la Guía de Cálculo de la NOM-020 (2017), la envolvente de un edificio tiene un gran impacto en la cantidad de energía necesaria para mantener la temperatura interior de un rango confortable debido a las ganancias de calor del edificio mediante la conducción y radiación, como se observa en el Gráfico 18.

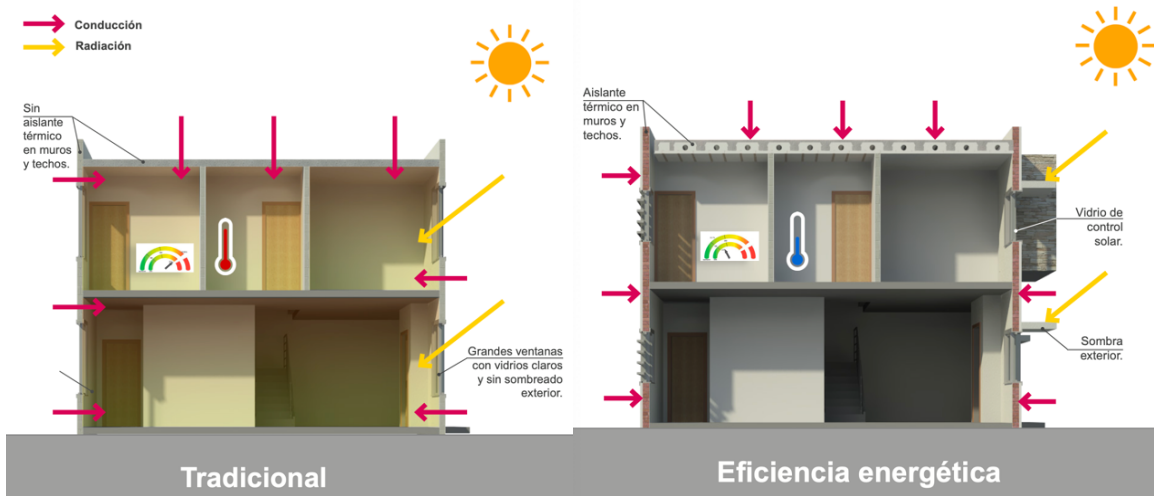


Gráfico 18. Comparativa de modelo de vivienda tradicional y basados en la eficiencia energética.

Fuente: NOM-020-ENER-2011.

La Tabla 9 lista los datos que se necesitan para realizar los cálculos para el cumplimiento de la NOM-020-ENER-2011. La Tabla se divide en cinco grupos de los elementos que componen la vivienda: muros exteriores, techos, ventanas, tipos de sombreados y puertas,



Tabla 9. Elementos y datos principales para el cálculo de la NOM-020-ENER-2011.

NOM-020-ENER-2011		
ENVOLVENTE DEL EDIFICIO		
ELEMENTOS	DATOS PARA CÁLCULOS DE TRANFERENCIA DE CALOR	RESULTADOS
<b>Muros exteriores</b>	Orientación	Presupuesto energético comparado con el edificio de referencia.
	Área	
	Sistema constructivo	
<b>Techos y superficies inferiores</b>	Orientación	
	Área	
	Sistema constructivo	
	Valor K (Coeficiente global de transferencia de calor viene en la NOM-008 apéndice B).	
<b>Ventanas</b>	Conductividad térmica (Cantidad de calor que puede ser transmitida a través de un material. (Se obtiene de las fichas técnicas de los materiales o el apéndice D de la esta NOM).	
	Orientación	
	Área	
	Tipo de vidrio	
	Tipo de sombra	
	Valor g (indica la fracción de radiación solar incidente admitida a través de un cristal. Coeficiente de sombreado (CS es la razón entre el calor de la radiación solar que se gana a través del vidrio específico al que se gana a través de un vidrio de 3 mm bajo condiciones idénticas, la información para calcularlos puede encontrarse en la NOM-024-ENER-2012 o en certificados de materiales).	
<b>Tipos de sombreado</b>	Volado con extensión lateral más allá de los límites de la ventana, donde L= distancia de proyección del volado. A= distancia de la extensión del volado. H= Distancia del borde inferior del volado al borde inferior de la ventana.	
	Volado con extensión lateral hasta los límites de la ventana.	
	Ventanas remetidas, donde P= profundidad del remetimiento, E= altura de la ventana, W= Ancho de la ventana	
	Ventanas con partesoles, donde L= ancho del partesol, W= ancho de la extensión de los partesoles.	
<b>Puertas</b>	Orientación	
	Área	
	Materiales	

Fuente: Elaboración propia en base a: NOM-020-ENER-2011.

Los cinco criterios anteriores de la NOM-020-ENER-2011 serán integrados al Sistema de Evaluación Sustentable para Vivienda con el fin de que el uso del Sistema de Evaluación Sustentable para Vivienda aquí propuesto garantice el cumplimiento de la norma vigente.

#### **2.2.1.2 Análisis de la NMX-AA-164-SCFI-2013**

La NMX-AA-164-SCFI-2013 establece los criterios y requerimientos ambientales mínimos de una edificación sustentable para contribuir con la mitigación de impactos ambientales y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, sin descuidar los aspectos socioeconómicos que aseguran su viabilidad, habitabilidad e integración al entorno urbano y natural.

La Tabla 10 muestra los principales requisitos a los que hace referencia la NMX-AA-164-SCFI-2013: Suelo, energía, agua, materiales y residuos, calidad ambiental y responsabilidad social, paisaje, calidad del ambiente interior, y responsabilidad social.

Tabla 10. Requisitos de la NMX-AA-164-SCFI-2013.

NMX-AA-164-SCFI-2013	
REQUISITOS PARTICULARES	REQUERIMIENTOS MÁS RELEVANTES
SUELO	Ubicación
	Colindancias
	Gestión del material de excavación
	Porcentaje de áreas libres, destinar 30% a áreas verdes.
	Cálculo para estacionamientos
	Uso de las azoteas
	Materiales que produzcan reflexión
	Acceso peatonal no mayor de 800 mts de algún punto de transporte público
ENERGIA	Plan de manejo y almacenamiento para evitar infiltraciones al subsuelo
	Cálculo de la envolvente con la NOM-020-ENER-2011
	Mostrar una disminución en ganancia de calor al menos un 10% como mínimo
	Los aislantes térmicos de un edificio deben de cumplir con la NOM-018-ENER-2011
	Toda edificación sustentable debe de satisfacer al menos un 10% de la demanda energética total del edificio con energías renovables
	El calentamiento de agua de uso sanitario debe de ser a base de quipos que utilicen radiación solar y se debe demostrar su rendimiento
	Las lámparas de uso general (lámparas de descarga en alta intensidad, fluorescentes compactas, lineales, incandescentes con halógenos) deben cumplir los límites mínimos de las NOM-017-ENER/SCFI-2008, NOM-028-ENER-2010, NOM-064-SCFI-2000 y la NOM-025-STPS-2008.
	Los refrigeradores y congeladores electrodomésticos deben contar con una eficiencia mayor a lo especificado en la NOM-015-ENER-2002.
	Los acondicionadores de aire tipo cuarto deben de presentar una garantía mínima de 8 años y que cubra la reposición del mismo.
	La eficiencia energética de los acondicionadores de aire tipo dividido y sin conductos de aire (minisplit y multisplit), deben de tener un valor de REE mayor o igual que los valores de la tabla 8.
	Tabla 11. viene una densidad máxima de potencia de iluminación para vivienda por áreas.
AGUA	En el caso de vivienda se deberá contar con un sistema de medición de energía eléctrica de tipo electrónico y con capacidad de telemetría, adicional a los medidores de CFE.
	Debe de existir una bitácora para llevar los registros de consumos totales de energía. Basado en el apéndice 7.
	La edificación puede estar diseñada con criterios bioclimáticos que favorezcan la iluminación natural dentro del edificio. Que genere una iluminación de 250 o más luxes.
	Todos los materiales y productos que se empleen en las instalaciones hidráulicas deben de estar certificados con base en las Normas Oficiales enlistadas.
	El diseño del sistema hidráulico de la edificación debe lograr una reducción del consumo del 20% según apéndice 8.
	Deben de contar con medidor de agua.
	En caso de considerar abastecimiento por medio de aguas subterráneas se debe de tomar en cuenta las NOM-003-CONAGUA y NOM-006-ENER.
	La edificación puede contar con una instalación de captación pluvial que permita reducir 25% la descarga pluvial para una tormenta con un periodo de retorno de diseño de 2 años y una duración de 24 hrs.
Hasta un 30% de las aguas residuales se pueden enviar a la alcantarillado, el resto se envía a una planta de tratamiento.	
MATERIALES Y RESIDUOS	En ningún caso se debe de descargar agua al arroyo de la calle.
	El riego de las áreas verdes se puede realizar a través de un sistema de riego eficiente, en un horario que evite la evapotranspiración de vegetación, solo con agua tratada o agua de lluvia.
	Durante la construcción se deben de llevar a cabo acciones que eviten la erosión por agua o viento.
	En la selección de materiales se deben de considerar los impactos ambientales a lo largo del ciclo de vida de la edificación.
	Los productos forestales debene de acreditar su procedencia y cumplir con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.
	En análisis del ciclo de vida de los materiales se efectuará según la norma NMX-SAA-14040-IMNC.
	Al menos 50% del material utilizado en el proceso de construcción debe de ser reciclado.
	El desperdicio del material no debe de exceder el 10% de total.
Utilizar las Hojas de Datos de Seguridad para los materiales de construcción.	
CALIDAD AMBIENTAL Y RESPONSABILIDAD SOCIAL	Pinturas y recubrimientos que no sean tóxicos.
	El manejo de los residuos generados durante la construcción se debe de sujetar mediante la normatividad local y federal en lamaterial de manejo integral.
	Se debe de acondicionar un sitio que se puedan almacenar residuos de la construcción.
	Se debe separar residuos.
PAISAJE	Biodiversidad
	Conservar todos los árboles sanos de más de 20 cm de diámetro y restituir o conservar al menos el 50% de la vegetación nativa.
	Proteger elementos naturales durante la construcción.
CALIDAD DEL AMBIENTE INTERIOR	Elección de plantas y árboles a colocar nativas.
	Los elementos naturales deben de servir a mejorar las condiciones de la edificación, ya sea por sombras, protección contra vientos, amortiguar el ruido, estabilización de suelos.
	Toda edificación debe de generar un impacto visual, apéndice 12.
	Las entradas deben dar preferencia al peatón.
RESPONSABILIDAD SOCIAL	Las instalaciones exteriores deben de ser acorde con el diseño.
	En el interior de la edificación debe de existir parámetros de confort térmico, con temperaturas entre los 18 y 25% favoreciendo las soluciones bioclimáticas sobre las mecánicas.
	Diseño de los recintos interiores debe de generar condiciones acústicas según la tabla 13. y lo establecido en la NOM-011-STPPS.
	Se debe promover a los habitantes el manjeo y cuidado de mascotas por lo tanto destinar espacios y áreas.
RESPONSABILIDAD SOCIAL	Favorecer la iluminación natural por medio de ventanas, tragaluces, pérgolas.
	La calidad del aire interior debe ser de acuerdo a los estándares establecidos por la Organización Mundial de la Salud mostrados en la tabla 14.
	Las edificaciones no deben de tener barreras físicas que dificulten la accesibilidad a los usuarios con discapacidad.
RESPONSABILIDAD SOCIAL	Debe de tener una revisión del correcto funcionamiento de las instalaciones.
	Capacitación de personas involucradas en la construcción y mantenimiento.
RESPONSABILIDAD SOCIAL	Se puede adoptar un proceso de diseño integrado que asegure que todos los miembros de equipo de diseño trabajan en forma colaborativa desde el inicio del proceso.

Fuente: Elaboración propia con base en NMX-AA-164-SCFI-2013.

La NMX-164AA-SCFI-2013 a diferencia de la NOM-020-ENER-2011 es de carácter voluntario, engloba todos los aspectos de construcciones habitacionales de una manera general no especifica diseños para el tipo de bioclima en las viviendas, pero considera los criterios básicos para la construcción de una edificación sustentable.

El Sistema de Evaluación Sustentable para Vivienda que aquí se propone retomó los principales requisitos y criterios de las normas mexicanas vigentes. Cada indicador se evaluará y se considerará su compatibilidad con la tipología de vivienda media seleccionada para este trabajo.

De la NOM-020-ENER-2011 se tomaron en cuenta los criterios para los materiales aislantes, así como el tipo de ventanas y protecciones contra la radiación que se recomiendan y de la NMX-C-460-ONNCCE-2009 se consideró el aislamiento térmico para las envolventes de vivienda por zona térmica. En cuanto a la NMX-164AA-SCFI-2013, se tomaron criterios de energía, agua y calidad del ambiente interior.

### **2.2.2 Análisis del Código de Edificación de Vivienda de CONAVI**

El Código de Edificación de Vivienda (2017) establece una línea base para el diseño y la edificación de viviendas. El Código se divide en 8 partes y en la parte 6 aparece la sustentabilidad la cual tiene como finalidad establecer lineamientos de diseño sustentable para toda la vivienda en México.

La sustentabilidad en la vivienda debe de considerar aspectos que cuenten con normatividad nacional vigente, así como criterios que minimizan los impactos negativos de la edificación al medioambiente e incrementan la calidad de vida de los usuarios. (SEDATU y CONAVI, 2017)

El Gráfico 19 presenta un listado de los principales indicadores del Código de Edificación de la Vivienda.

Selección del sitio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño y desarrollo del sitio.</li> <li>• Ubicación y uso del suelo, preservación de zonas según SEMARNAT, hidrología del sitio.</li> </ul>
Materiales de construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestión de residuos, reutilización de materiales, propiedades, materiales reciclados.</li> <li>• Materiales de origen natural, materiales regionales, pinturas y compuestos orgánicos.</li> </ul>
Eficiencia energética	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemas de climatización, calefacción, ventilación, aire acondicionado, bombeo agua.</li> <li>• Electrodomésticos, sistemas de envolvente, elementos pasivos, iluminación.</li> </ul>
Energía renovable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemas de calentamiento solar de agua, generación de energía eléctrica.</li> </ul>
Conservación, calidad y eficiencia en el uso del agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumo de muebles y de agua máximo permitido por mueble, riego eficiente.</li> <li>• Sistemas de captación y distribución de agua de lluvia, reutilización aguas grises.</li> </ul>
Gestión de residuos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestión de residuos posteriores a la ocupación, gestión de los residuos de construcción</li> </ul>
Áreas verdes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Características mínimas de calidad, conservación del área verde y tamaño.</li> </ul>
Calidad ambiental interior y confort	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calidad del aire, concentraciones máximas, métodos de medición, monitoreo, acústica.</li> <li>• Temperatura interior, límites máximos de exposición permisibles, iluminación, espacios</li> </ul>

Gráfico 19. Puntos e indicadores de sustentabilidad para la vivienda conforme al Código de Edificación de Vivienda.

**Fuente:** Elaboración propia con base en el Código de Edificación de Vivienda (CONAVI, 2017).

El Código de Edificación de Vivienda (2017) se tomará como base para el diseño del Sistema de Evaluación Sustentable para Vivienda, ya que dicho Código actúa como modelo normativo y puede ser adoptado a nivel municipal, lo cual es muy importante porque será aplicable en cualquier tipología de vivienda, y se vuelve un eje del que partirá el SESUVI y estará apoyado de diferentes parámetros de las Normas que se analizaron anteriormente (NOM-020-ENER-2011 y NMX-164-AA-SCFI-2013).

El SESUVI propone diseñar la parte de Accesibilidad Universal de acuerdo al Código de Edificación de Vivienda y tomar las normativas que tienen los diferentes puntos que toma el capítulo de Sustentabilidad de dicho Código explicadas a continuación.

### 2.2.2.1 Normas en la vivienda sustentable de acuerdo con el Código de Edificación de Vivienda

El Código de Edificación de Vivienda está basado en normas oficiales mexicanas y en normas mexicanas. Los gráficos 20 y 21 enlistan y relacionan los distintos criterios que propone el Código con las normas respectivas en las cuales se basan:

Gráfico 20. Normas en que se sustenta el criterio de selección de sitio y materiales de

<p style="text-align: center;"><b>Selección del sitio</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NMX-AA-164-SCFI-2013 (zonas de áreas naturales protegidas, zonas de riesgo, erosión de suelos a cuerpos de agua, protección y selección de vegetación, requerimientos para mitigar isla de calor, gestión ).</li> <li>• Ley de Desarrollo Urbano local aplicable. (Usos del área y uso de suelo).</li> <li>• NOM-059-SEMARNAT-2010 (especies para transplantar, recursos naturales del sitio y protección de especies).</li> <li>• NOM-003-CONAGUA-1996 (construcción de pozos de extracción de agua).</li> <li>• NOM-014-CONAGUA-2003 (recarga artificial de acuíferos con agua residual tratada).</li> <li>• NOM-015-CONAGUA-2007 (características y especificaciones de las obras y del agua del infiltración artificial del agua a los acuíferos).</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>Materiales de construcción</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NMX-AA-164-SCFI-2013 (gestión de residuos de construcción, cálculo de porcentaje de un material reciclado, materiales dañinos, clasificación de materiales modulares, materiales prefabricados, con acabado integrado y reflectivos).</li> <li>• NOM-006-STPS-2014 (condiciones de seguridad para el manejo de materiales).</li> <li>• NOM-052-SEMARNAT-2005 (plan de manejo de residuos peligrosos).</li> <li>• Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión de Residuos.</li> <li>• NOM-161-SEMARNAT-2011 (gestión de residuos en la construcción).</li> <li>• Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (Para la madera y obtener el certificado del buen manejo forestal emitido por la CONAFOR).</li> <li>• NMX-AA-143-SCFI-2015 (especificaciones bioclimáticas para el consumo energético, madera certificada bajo esta norma).</li> <li>• NOM-010-STPS-2014 (evitar el uso de materiales que liberen al ambiente compuestos dañinos).</li> <li>• NOM-123-SEMARNAT-1998 (pinturas que establecen los límites máximos de compuestos orgánicos volátiles).</li> <li>• NMX-U-125-SCFI-2016 (revestimientos para techo con alto índice de reflectancia solar).</li> </ul>

construcción.

**Fuente:** Elaboración propia en base a: Código de edificación de vivienda (CONAVI, 2017).

<p><b>Eficiencia energética</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Código de Conservación de Energía para las Edificaciones de México (Anexo1 y anexo 12).</li> <li>• NOM-011-ENER-2006 (eficiencia en equipos de aire acondicionado).</li> <li>• NOM-026-ENER-2015 (características de instalación de equipos de aire acondicionado).</li> <li>• NOM-021-ENER/SCFI-2008 (aire acondicionado).</li> <li>• NOM-020-ENER-2011 (eficiencia en el envoltente).</li> <li>• NOM-018-ENER-2011 (materiales termoaislantes).</li> <li>• NOM-024-ENER-2012 (ventanas de alta eficiencia).</li> <li>• NOM-017-ENER/SCFI-2012 (lámparas con eficiencia energética).</li> <li>• NOM-028-ENER-2010 (lámparas con eficiencia energética).</li> <li>• NOM-013-ENER-2013 (sistemas de iluminación exteriores y en vialidades).</li> </ul>
<p><b>Conservación, calidad y eficiencia en el uso del agua</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NOM-009-CNA-2001 (consumos máximos por muebles).</li> <li>• NMX-C-415-ONNC-CE-2015 (consumos máximos por muebles).</li> <li>• NOM-008-CNA-1998 (consumos máximos por muebles).</li> </ul>
<p><b>Gestión de residuos</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 2003, Última Reforma DOF 22-05-2015.</li> </ul>
<p><b>Calidad ambiental interior y confort</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NMX-AA-164-SCFI-2013 (ventilación natural o mecánica que se permita ser regulada por el usuario, concentraciones máximas, acústica en vivienda, iluminación).</li> <li>• NOM-156-SEMARNAT-2012. (monitoreo concentraciones de contaminantes, temperaturas interiores).</li> <li>• NOM-015-STPS-2001 (límites máximos de exposición térmicos permisibles).</li> <li>• NOM-011-STPS-2001 (acústicas niveles).</li> <li>• NADF-005-AMBT-2014 (Determinar los niveles de prueba en ruido).</li> <li>• Reglamento de Construcción de la localidad. (requerimientos en los espacios, área, ventilaciones, etc.).</li> </ul>

Gráfico 21. Normas en que se basan los criterios de eficiencia energética, uso del agua, gestión de residuos y calidad ambiente interior.

**Fuente:** Elaboración propia en base a: Código de edificación de vivienda (CONAVI, 2017).

Los criterios contienen los requisitos de cada norma, algunos de estos se tomarán en cuenta para la elaboración del Sistema de Evaluación Sustentable para Vivienda abordará los criterios, indicadores y normas oficiales mexicanas hasta aquí analizadas y que corresponden a las etapas de planeación y diseño en una vivienda con el fin de ayudar no solo a impulsar la sustentabilidad en la vivienda sino también a cumplir con el marco regulatorio en México.

### 2.2.3 El papel de la Comisión Nacional de Vivienda para la vivienda sustentable en México

El concepto de desarrollo sustentable se definió en 1987 en el Reporte de Brundtland como: "Satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades". (ONU, s.f.)

En 1992 se celebra la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro en donde se promulga la Declaración de Río sobre Medio Ambiente y el Desarrollo: "con el objetivo de establecer una alianza mundial nueva y equitativa mediante la creación de nuevos niveles de cooperación entre los estados, los sectores claves de las sociedades y las personas, para poder alcanzar acuerdos internacionales en los que se respeten los intereses de todos y se proteja la integridad del sistema ambiental y de desarrollo mundial sustentable al reconocer la naturaleza integral e interdependiente de la Tierra nuestro hogar". (ONU, s.f.)

Esta declaración es el pilar de este proyecto, ya que se planea diseñar un Sistema de Evaluación Sustentable para Vivienda con el objetivo de contribuir para el desarrollo sustentable en el lugar donde se implemente.

La arquitectura es un campo de acción para lograr un desarrollo sustentable, Dueñas (2013) la define "la arquitectura sustentable conceptualiza al edificio como un organismo vivo que consume recursos y produce desechos, que tiene una relación entre el exterior y el interior a través de la piel y que la naturaleza de esa relación determinará la eficiencia del edificio".



Según el manual de organización de la Comisión Nacional de Vivienda en México (2015), la Comisión Nacional de Fomento a la Vivienda (CONAFOVI) se creó en el 2001 y desarrolló programas de vivienda y se encargó de este sector en México conforme lo muestra el Gráfico 22. En 2006 pasó a ser la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI) la cual presenta un nuevo modelo que promueve el desarrollo ordenado e incluye la sustentabilidad en dicho desarrollo, de acuerdo con la Ley de Vivienda para mejorar y regularizar la vivienda urbana y mejorar la vivienda rural, promueve políticas y programas para vivienda en el país.



Gráfico 22. Cronología de los organismos y programas nacionales para la vivienda sustentable en México.

**Fuente:** (CONAVI, 2017).

La CONAVI también tiene la responsabilidad de promover la expedición de normas oficiales mexicanas en materia de vivienda, diseñar los apoyos para el beneficio de la calidad de la vivienda, establecer vínculos institucionales y los convenios con organismos nacionales e internacionales.

Para este proyecto se tomaron en consideración diversos aspectos de las guías que elaboró la CONAVI durante la vigencia del Plan de Desarrollo 2006-2012 en materia de desarrollo sustentable en la vivienda:

- Guía de Uso Eficiente de la energía en la Vivienda.
- Guía de Uso eficiente de agua en la Vivienda.
- Criterios e Indicadores para Desarrollos habitacionales Sustentables.
- Programa Especifico para el Desarrollo Habitacional Sustentable ante el Cambio Climático.

Las guías dan una visión general sobre los criterios sustentables en cuestión de energía, agua y uso sustentable en la vivienda. Las guías aportan una base para ordenar los criterios, temas y normas que se busca integrar en el Sistema de Evaluación Sustentable para Vivienda.

Otras guías que se tomaron en cuenta son: la Guía de Evaluación para Vivienda Sustentable y los Criterios Técnicos para una Vivienda Adecuada, ambos publicados en el año 2020. Dichos documentos tienen referencias, gastos y datos actuales, así como políticas vigentes en cuestión de vivienda sustentable útiles para este proyecto.

#### **2.2.4 Análisis de las Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas (NAMA)**

Según la ONU (2007) la Convención de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático celebró en Bali la tercera reunión del Protocolo de Kioto en donde tuvo lugar la Conferencia de las Partes 13 (Países en desarrollo COP13). En dicha reunión se indicaron las acciones de mitigación como parte de la contribución a un esfuerzo global para el cambio climático y se introdujo el concepto: *Nationally Appropriate Mitigation Actions* (NAMA) que se traduce al español como Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas, que se comprometieron a cumplir todos los países involucrados.

De acuerdo con la CONAVI et al. (2012) las NAMA para la vivienda sustentable en México fue implementada por la CONAVI y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) a la par de la Cooperación Alemana para el Desarrollo GIZ (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit) conforme al marco de trabajo de la cooperación técnica entre México y Alemania, a través del Programa Mexicano-Alemán ProNAMA. Los prototipos de vivienda están diseñados con estándares de eficiencia energética desarrollados con el Passivhaus Institut.

La CONAVI et al. (2012) menciona que las NAMA son de carácter abierto y flexible y según el Gobierno de México se dividen de acuerdo con el financiamiento en: Unilaterales (sin el apoyo de terceros), Apoyadas (con apoyo financiero, transferencia tecnológica) y Acreditadas (las reducciones son vendidas para el mercado de carbono). Las NAMA comprenden 5 etapas de proyecto: la idea, el diseño, la prueba piloto y la implementación.

Estas Acciones de Mitigación se centran en impulsar y medir el impacto de las tecnologías sustentables en la vivienda de manera aislada, con base en el sistema internacional Passivhaus. Este sistema establece una zona bioclimática y la demanda total de energía primaria se basa en un prototipo de acuerdo con esta zona, lo que permite un monitoreo a los sistemas propuestos para incrementar la eficiencia esperada. Este programa es para viviendas existentes y viviendas nuevas de tipo popular y tradicional. Sin embargo, no considera la vivienda media ni la residencial.

Con base en la CONAVI et al. (2012) entre los años 1972 a 2011 el 38.75% del total de viviendas en México financiadas por el INFONAVIT se construyeron en el bioclima cálido seco, como se aprecia en el Gráfico 23. Este proyecto propone desarrollar un Sistema de Evaluación de Vivienda Sustentable para la región norte del país, en virtud de que, en esta zona, de acuerdo con las NAMA, se construyó en el periodo señalado casi el 40 % del total de viviendas en México. Si bien la tipología de este proyecto no es de interés social, la información anterior sugiere que la demanda de vivienda media se dio en esa zona del país, fue y sigue siendo alta, lo que representa un área de oportunidad para un sistema como el que aquí se propone.

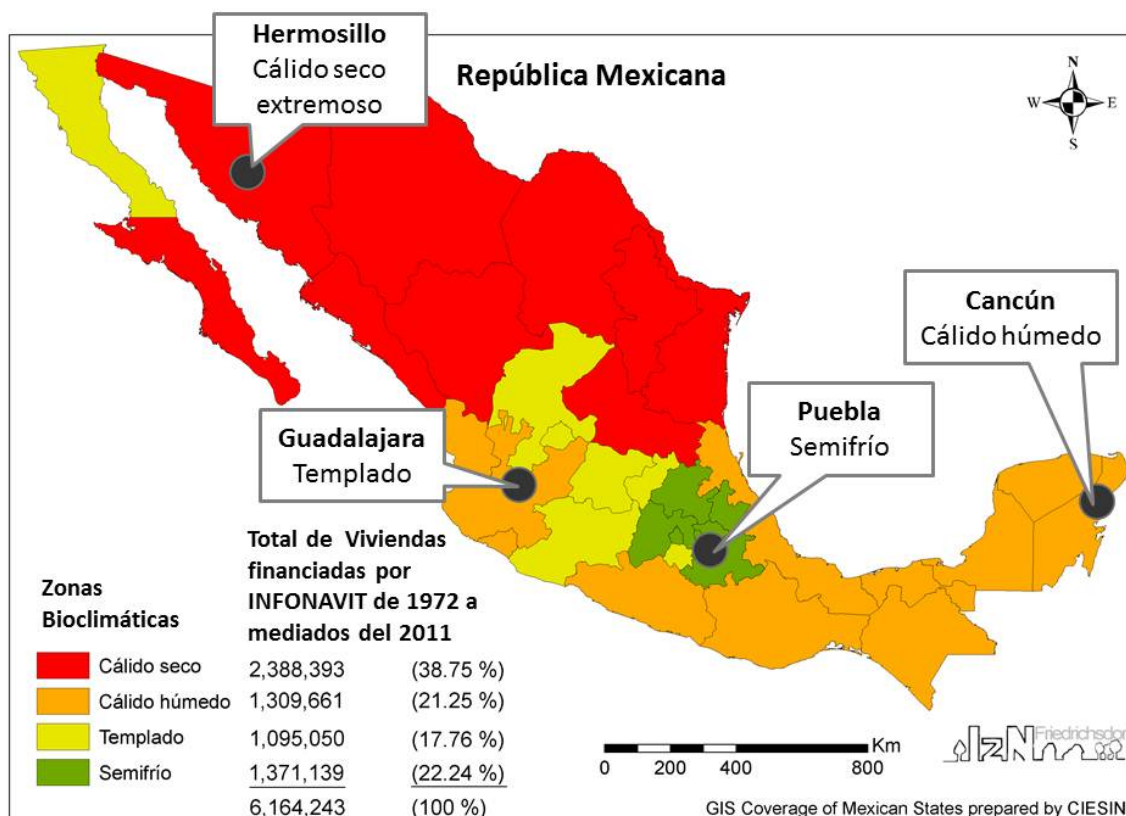


Gráfico 23. Porcentaje de viviendas construidas por zonas bioclimáticas en México entre 1972 y 2011.

Fuente: (CONAVI et al. 2012).

Con base en CONAVI et al. (2012) las primeras estrategias que presentaron las NAMA fueron diseñadas de acuerdo con las zonas bioclimáticas señaladas en el Gráfico 23. Las NAMA propone que cada vivienda se certifique de acuerdo con los estándares de eficiencia energética para las características climáticas específicas de dichas regiones.

De acuerdo con CONAVI et al. (2012) se realizó un listado de parámetros por zona bioclimática expresado en la Tabla 11, es importante observar las diferencias por zona climática en los diferentes aspectos que mencionan las NAMA en su versión inicial 2012.

Tabla 11. Principales parámetros que propone la NAMA por ciudades y bioclima.

	<b>Hermosillo (cálido extremo y seco)</b>	<b>Cancún (cálido extremo y húmedo)</b>	<b>Guadalajara (templado)</b>	<b>Puebla (templado y semifrío)</b>
<b>Muros Exteriores</b>	Aislamiento: 10 cm (Vertical)- 30 cm (Aislada), Pintura reflejante	7.5 cm de aislamiento Pintura reflejante	5 cm de aislamiento	5 cm de aislamiento
<b>Techo</b>	30 cm de aislamiento Pintura reflejante	10 cm de aislamiento Pintura reflejante	18 cm de aislamiento-	25 cm de aislamiento
<b>Ventanas</b>	Ventanas triples con protección solar	Ventanas triples con protección solar	Ventanas de doble acristalamiento	Ventanas de doble acristalamiento
<b>Piso</b>	10 cm de aislamiento	10 cm de aislamiento	-	12.5 cm de aislamiento
<b>Calefacción, ventilación, aire acondicionado</b>	Ventilación con recuperación de energía, Enfriamiento con recirculación	Ventilación con recuperación de energía, Control de humedad, Enfriamiento con recirculación	Sistema de extracción de aire Ventilación natural	Sistema de extracción pura de aire
<b>Otros</b>	Aislamiento: 10 cm (Vertical) y 30 cm (Aislada), Pintura reflejante	7.5 cm de aislamiento Pintura reflejante	5 cm de aislamiento	5 cm de aislamiento
<b>Equipamiento eficiente</b>	Lámparas CFL , Calentador solar de agua calentador de gas de paso Ventiladores en los techos	Lámparas CFL Calentador solar de agua Calentador de gas de paso Ventiladores en los techos	Lámparas CFL Calentador solar de agua Calentador de gas de paso Ventiladores en los techos	Lámparas CFL Calentador solar de agua Calentador de gas de paso

Fuente: (CONAVI et al. 2017).

Para este proyecto se tomarán en cuenta los parámetros de la zona cálido extremo y seco, y se incorporaron al proyecto los requerimientos de aislamiento en muros, techos y piso y la protección en ventanas.

Según la CONAVI et al. (2017) se realizó una última actualización a las NAMA donde proponen el ahorro de energía primaria por el uso de la vivienda, generación de energía mediante sistemas fotovoltaicos, uso y aprovechamiento del agua de lluvia. Las medidas anteriores se definen por el concepto de impacto indirecto de mitigación (GEI). El resultado de los valores será el impacto energético y medioambiental de la vivienda en comparación con la línea base.

La calificación tiene un puntaje del 0 al 100 con la escala alfabética desde la G hasta la A siendo A la más alta, de acuerdo con el sistema de evaluación de Sisevive (ver apartado 2.2.5). Estos cambios a diferencia de el documento en 2012 donde las viviendas se dividían en 3 prototipos (Ecocasa 1, Ecocasa 2 y Ecocasa Max) fueron sustituidos por el sistema de evaluación GEI y la vivienda fue clasificada en aislada, adosada y vertical. Las viviendas financiadas por el programa de NAMA vivienda nueva deben de contar con un entorno adecuado al generar un impacto indirecto de mitigación (GEI).

El sistema de evaluación será el mismo de Sisevive (ver apartado 2.2.5), por lo tanto, en el Gráfico 24 se indica el proceso para obtener la designación de vivienda sustentable por parte del Gobierno Federal.

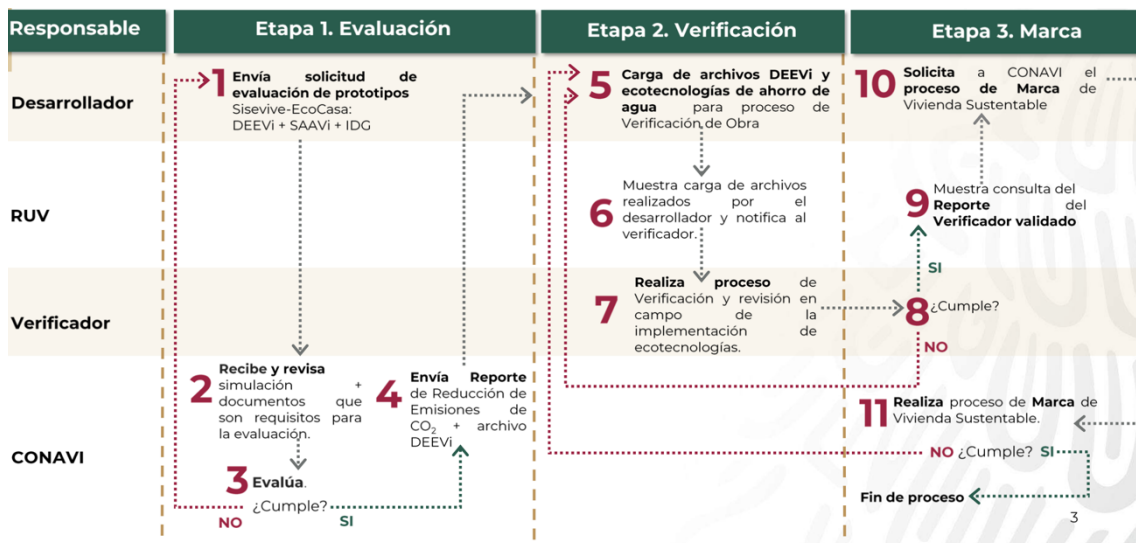


Gráfico 24. Flujo del proceso para la obtención del registro de una vivienda sustentable. Fuente: (CONAVI, 2020).

Las etapas del proceso del registro de vivienda sustentable deben de contar con una o varias personas capacitadas para el envío de documentación, llenado de archivos en las distintas herramientas que maneja el SESUVI e implementación de las ecotecnologías.

El programa de NAMA vivienda nueva es un paso a la homologación de sistemas de evaluación en México, pero existe una brecha en la aplicación de viviendas que no pertenezcan a viviendas de interés social, para este proyecto se pretende cubrir la parte de la vivienda tipo media.

### 2.2.5 Análisis del Sistema de Sisevive Ecocasa en México

Sisevive Ecocasa es un Sistema de Evaluación de la Vivienda Verde creado por el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT), con el apoyo de la Cooperación Alemana al Desarrollo y la Embajada Británica en México.

El documento Sisevive Ecocasa (2014), lo define como un sistema que permite evaluar integralmente elementos de diseño, características constructivas y tecnológicas, al tener como premisa el confort térmico y el consumo racional de agua. El sistema otorga una mejor calificación a aquellas viviendas que tienen una menor demanda de energía y agua respecto a una vivienda de referencia la cual se denomina línea base.

Sisevive es un programa para poder adquirir una vivienda con tecnologías para el uso eficiente de agua, gas y energía eléctrica. Sisevive es una extensión de mejora al programa de Hipoteca Verde, el cual es un crédito hipotecario del INFONAVIT.

Sisevive (2014) cuenta con dos herramientas de evaluación del comportamiento de la vivienda de acuerdo con el Gráfico 25: 1) Diseño Energéticamente Eficiente de la Vivienda (DEEVI), y 2) el Simulador de Ahorro de Agua en la Vivienda (SAAVI), los cuales definen el nivel del Índice de Desempeño Global (IDG) el cual arroja un porcentaje del 0 al 100 el nivel de eficiencia de la vivienda. La puntuación depende de qué tanto se superó la línea base de acuerdo con los criterios de las herramientas de evaluación. El Gráfico 26 presenta la escala de evaluación va de la A a G. La categoría A representa la obtención de 100 puntos y la G la obtención de 0 puntos.



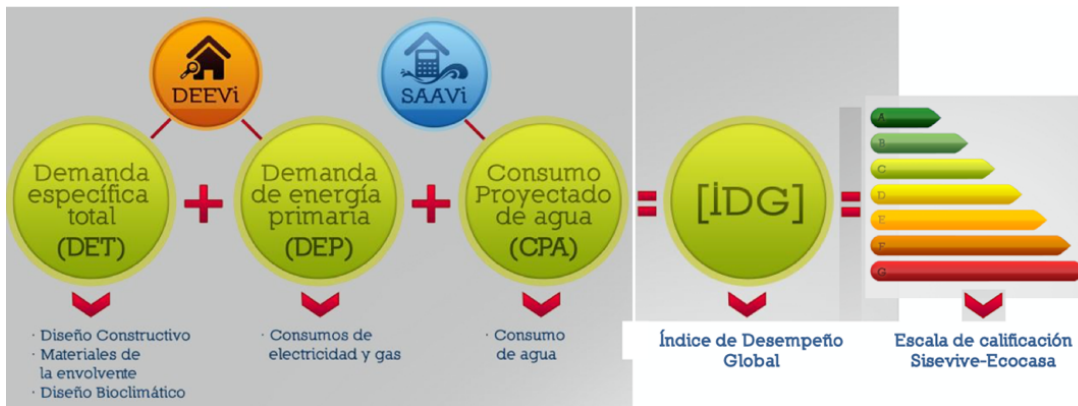


Gráfico 25. Estructura general del programa Sisevive Ecocasa, sus herramientas y la escala de calificación.

Fuente: Sesevive Ecocasa (CONAVI, 2014).

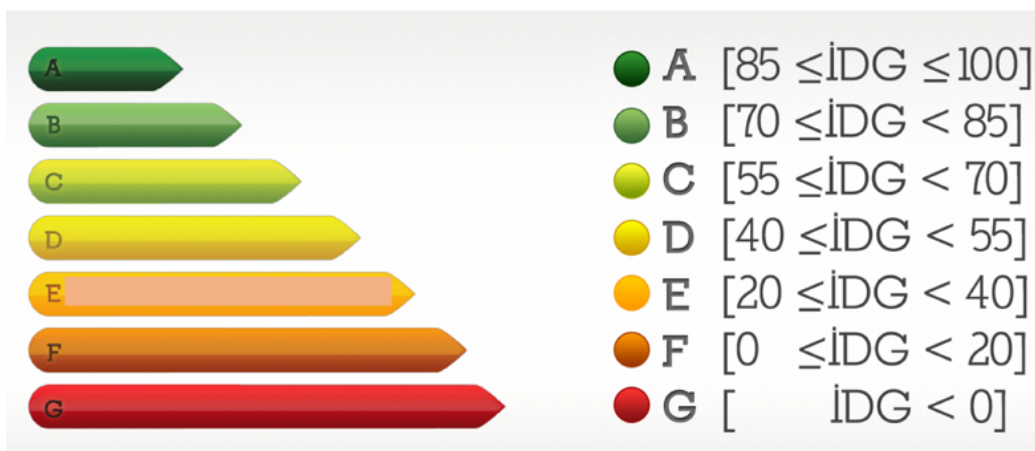


Gráfico 26. Escala de evaluación del Sisevive Ecocasa.

Fuente: Sesevive Ecocasa (CONAVI, 2014).

Con base en el sistema Sisevive Ecocasa (2014), el DEEVI tiene como objetivo principal la evaluación de la eficiencia energética de la vivienda mediante una hoja de cálculo que toma en cuenta aspectos como: temperatura, humedad, ocupación de la casa, ganancias internas de calor/humedad, consumos, factores de conversión de energía primaria y CO<sub>2</sub>, parámetros de ventilación, higiene y calidad de aire.

Los resultados constituyen la Demanda Especifica Total (refrigeración sensible y latente más calefacción) y la Demanda de Energía Primaria (Electricidad, des humidificación, entre otros). La hoja de cálculo de DEEVI también calcula el cumplimiento de la NOM-020-ENER-2013 y el porcentaje de ahorro de energía respecto a la línea base que establece dicha norma.

De acuerdo con Sisevive (2014), el SAAVI es una herramienta que estima el consumo de agua por habitante con base en los dispositivos que emplean agua en el hogar, y el nivel de consumo respecto a la línea base. Los elementos que contempla son: inodoros, llaves de lavabo, regadera, lavadora, lavadero, llaves de fregadero y agua acumulada en la tubería de agua caliente sanitaria.

Sisevive tiene que cumplir una serie de pre requisitos, que al igual que LEED son de carácter obligatorio, el Gráfico 27 muestra las categorías de cada pre requisito.

Prerrequisitos.		
	DESCRIPCIÓN	NOM/NMX
Agua	Inodoros de descarga máxima 5 litros.	NOM-009-CONAGUA
	Regadera con grado ecológico.	NOM-008-CONAGUA con "Grado ecológico"
	Llaves ahorradoras en cocina y baños.	NMX-C-415-ONNCCE con "Designación ecológica"
	Válvulas de seccionamiento para alimentación en lavabos (2), inodoros (1), fregadero (2), calentador de agua (1), tinaco (1) y cisterna (1).	NOM-001-CONAGUA
Energía	Lámparas de uso residencial fluorescentes compactas mínimo de 20 watts en interiores y 13 watts en exteriores.	NOM-017-ENER/SCFI
	Aislamiento térmico en techo que cumpla con valor mínimo R de la NMX-C-460-ONNCCE-2009.	NOM-018-ENER
	Calentador de gas de rápida recuperación.	NOM-011-SESH-2012 NOM-003-ENER-2011
Manejo de residuos sólidos	Botes diferenciados para la separación de residuos orgánicos e inorgánicos, con capacidad mínima de 20 litros.	
	En conjuntos habitacionales: depósitos para la separación de residuos orgánicos e inorgánicos con tapa.	

Gráfico 27. Prerrequisitos de las Reglas de Operación que se toman como línea base en el programa Sisevive.

**Fuente:** Guía de Evaluación de la Vivienda Sustentable (CONAVI, 2020).

Para efectos de este proyecto se tomarán en cuenta los prerrequisitos de Agua y Energía, con los parámetros que se indican de acuerdo con las Normas Oficiales vigentes. Los parámetros se compararán con otras certificaciones a fin de encontrar el indicador más adecuado que permitan garantizar los consumos mínimos en agua y energía, pero aplicados en la vivienda media.

Según la CONAVI (2020) el primer paso para inscribir el proyecto es haber recibido la capacitación del Sisevive, o bien, contar con un asesor certificado, cumplir con los prerequisites de las Reglas de Operación del programa de subsidio que se señalan en el Gráfico 27. La vivienda debe localizarse en alguno de los Perímetros de Contención Urbana definidos por la CONAVI, los cuales pueden consultarse en la página <http://sig.ruv.org.mx/>. El prototipo está diseñado para vivienda de interés social, este sistema tampoco involucra vivienda de tipo media por lo que es necesario un sistema con estas características para cubrir este punto, en este caso la propuesta del diseño del SESUVI.

## **2.2.6 Reglas de Operación del Programa de Vivienda Social**

Las Reglas de Operación del Programa de Vivienda Social emitidas por la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (2020) se definen como un fomento e instrumento de apoyo a la vivienda a través de la adquisición, autoproducción, reubicación, reconstrucción y mejoramiento sustentable mediante financiamientos para la vivienda como créditos, subsidios y ahorro previo.

De acuerdo con la SEDATU (2020) las reglas tienen varias categorías y sus correspondientes fichas de puntaje en cuanto a la evaluación de la sustentabilidad en la vivienda, tales como la vivienda dentro de un complejo habitacional, autoproducción urbana de vivienda y autoproducción rural de vivienda.

La ficha de puntaje que se consideró pertinente para la elaboración del Sistema de Evaluación de Vivienda Sustentable que se propone en este trabajo, es la Ficha de autoproducción urbana que se muestra en el Gráfico 28.

Los indicadores de ubicación y sustentabilidad del entorno. Si bien en México, cuando se habla de autoproducción de vivienda, tiende a pensarse en un hogar que construye su vivienda en etapas a través de la autoconstrucción, en este trabajo se considera que en la categoría de autoproducción de la vivienda también cabe la vivienda media, que si bien no es por lo general construida en etapas ni con la mano de obra de los integrantes del hogar, son similares en el sentido de que tanto la vivienda autoconstruida como la vivienda media son mecanismos a través de los cuales un hogar construye su vivienda. En este sentido, varios aspectos de esta ficha son útiles para este trabajo, tales como datos de ubicación, acceso a equipamiento y servicios, y las opciones de mitigación y reducción de impactos a elegir en la vivienda.

<b>C.- FICHA DE PUNTAJE DE UBICACIÓN Y SUSTENTABILIDAD DEL ENTORNO DE AUTOPRODUCCIÓN URBANA DE VIVIENDA</b>				
<b>DIMENSIÓN</b>	<b>PARÁMETROS</b>	<b>PUNTAJE</b>	<b>DOCUMENTO SOLICITADO EN RUV</b>	
<b>UBICACIÓN1 (máx: 400 pts.)</b>	U1	400	Longitud y latitud de la ubicación del proyecto. Se registra en el plano de ubicación de RUV.	
	U2	320		
	U3	250		
<b>EQUIPAMIENTO Y SERVICIOS2 (máx: 250 pts.)</b>	Equipamiento de salud a menos de 2.5 km	50	Longitud y latitud de la ubicación del proyecto. Se registra en el plano de ubicación de RUV. La medición se obtiene de las capas oficiales.	
	Jardín de niños a menos de 1 km	50		
	Escuela primaria a menos de 2 km	50		
	Escuela secundaria a menos de 4 km	50		
	Tienda de Abasto o Mercado acorde con criterio de INFONAVIT a menos de 2 km.	10		
Transporte público: Paraderos de transporte a una distancia de hasta 300 m siempre y cuando no existan obstáculos que impidan el acceso libre. Frecuencia. Más de una ruta en un radio de 300 m.	40			
<b>COMPETITIVIDAD (máx: 350 pts.)</b>	Cohesión social	Inclusión social	10	Documento PDF
		Organización comunitaria	10	
		Guía de mantenimiento para uso adecuado de la vivienda	25	
	Proceso de la Autoproducción: que el proyecto arquitectónico considere los elementos enlistados, y que la vivienda esté construida conforme a ello	Diseño	25	Plano arquitectónico en formato PDF
		Sistema constructivo	20	
		Progresividad	20	
		Iluminación natural	10	
		Ventilación natural y cruzada	10	Plano de instalaciones en formato PDF
		Instalaciones hidráulicas	10	
		Seguridad estructural	10	
		Instalaciones sanitarias	10	
	Instalaciones eléctricas	10	Plano de instalaciones en formato PDF	
	Ecotecnologías y medidas de sustentabilidad <sup>3</sup>	Hasta 1450	Selección de ecotecnia en sistema.	
	Superficie	Más de 44 m <sup>2</sup>	70	Registro en sistema RUV
		De 38 a 44 m <sup>2</sup>	(8.3333* superficie)-296.67	
<b>MÁXIMOS PUNTOS A OBTENER</b>		<b>1000</b>		

Gráfico 28. Ficha de puntaje de ubicación y sustentabilidad del entorno de autoproducción urbana de vivienda.

Fuente: Reglas de Operación del Programa de Vivienda Social (CONAVI, 2020).

La ficha de puntaje contiene las opciones de sustentabilidad a elegir en la vivienda e incluye diversos puntos basados en las normas oficiales y los puntos que da cada una de las opciones, así como el documento que se requiere para comprobar la medida como se muestra en el Gráfico 29.

Opciones de sustentabilidad a elegir en la Vivienda	Puntaje	DOCUMENTO SOLICITADO EN RUV
<ul style="list-style-type: none"> <li>Calentador de gas de paso de rápida recuperación o instantáneo que cumplan con un mínimo 82% de eficiencia térmica de acuerdo con NOM-003-ENER-2011. (ECO)</li> <li>Filtros de purificación de agua instalados en tarja con dos repuestos. (ECO)</li> </ul>	20 (cada una de las opciones)	Registro en sistema RUV
<ul style="list-style-type: none"> <li>Sellado en puertas y ventanas. (DS)</li> <li>Lámparas fluorescentes compactas autobalastadas (focos ahorradores) que cumplan con normatividad vigente y mínimo de 20 W en interiores y mínimo de 13 W en exteriores, que cumplan con la eficiencia luminosa establecida en la tabla 1 de la Norma Oficial Mexicana NOM-017-ENER/SCFI. (ECO)</li> <li>Regadera grado ecológico y llaves (válvulas) con dispositivo ahorrador de agua que cumplan con la NOM-008-CONAGUA-1998 y NMX-C-415-ONNCCE-2015 en: Cocina y Lavabo(s) de baño. (ECO)</li> <li>Válvulas de seccionamiento para alimentación en lavabos (2), inodoros (1), fregadero (2), calentador de agua (1), tinaco (1) y cisterna (1). (ECO)</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Al menos 50% de lámparas LED de mínimo 3.5 W y cumplir con una eficiencia mínima de 80 lm/W, y de tipo omnidireccional, de acuerdo con la NOM-030-ENER-2012. (ECO)</li> <li>Incorporación de partesoles opacos, volados y/o ventanas remetidas en fachadas sur, este y oeste. (ECO).</li> <li>Inodoro con descarga máxima de 5 litros que cumpla con la NOM-009-CONAGUA-2011. (Grado ecológico) (ECO)</li> <li>Aislamiento en muro de mayor asoleamiento o techo, que cumpla con valor mínimo "R" de la NMX-C-460-ONNCCE-2009. (DS)</li> <li>Medidor de flujo que cumpla con la normatividad vigente. (INF)</li> <li>Pintura reflectiva o con un alto Índice de Reflectancia Solar (IRS) en techo que cumpla con la NMX-U-125-SCFI-2016.</li> </ul>	35 (cada una de las opciones)	Registro en sistema RUV
<ul style="list-style-type: none"> <li>Calentador solar de agua (ECO)</li> <li>Sembrado de 1 árbol en el terreno de la vivienda adecuado al lugar (COM)</li> <li>Materiales regionales en cumplimiento con normatividad (DS)</li> <li>Inodoro con descarga máxima de 4 litros, con cumpla con la NOM-009-CONAGUA-2011. (ECO)</li> <li>Sistema de captación de agua pluvial (ECO)</li> </ul>	50 (cada una de las opciones)	Registro en sistema RUV

Gráfico 29. Opciones de sustentabilidad a elegir en la vivienda.

Fuente: Reglas de Operación del Programa de Vivienda Social (CONAVI, 2020).

Del Gráfico 29 se seleccionaron varios puntos para ser incluidos en el Sistema de Evaluación Sustentable para Vivienda que se propone en este trabajo. Sin embargo, y en virtud de que el Sistema de Evaluación que aquí se propone está diseñado para bioclima cálido seco, los criterios específicos que se consideraron se muestran el Gráfico 30.

4) ECOTECNOLOGÍAS QUE APLICAN EN CLIMA SECO Y SEMISECO	
<b>Envolvente térmica</b>	
•	Aislamiento térmico o material energéticamente eficiente en techo y muro de mayor asoleamiento que cumpla con valor mínimo "R" de la NMXC-460-ONNCCE-2009.
•	Sembrado mínimo un árbol por vivienda de acuerdo con el lugar
•	Incorporación de partesoles opacos, volados y/o ventanas remetidas en fachadas sur, este y oeste (Referencia de diseño: NOM-020-ENER-2011)
•	Acristalamiento con control solar o película reflectiva
•	Pintura reflectiva o impermeabilizante con acabado reflectivo en techo y/o muro de mayor asoleamiento de acuerdo con la NMX-U-125-SCFI-2016 (cuando se requiera según el material constructivo a utilizar).
<b>Uso y aprovechamiento eficiente de la energía</b>	
•	Calentador de gas con eficiencia térmica mínima de 82%
•	Calentador solar de agua
3) ECOTECNOLOGÍAS QUE APLICAN EN CLIMA MUY SECO	
<b>Envolvente térmica</b>	
•	Aislamiento térmico o material energéticamente eficiente en techo y muro de mayor asoleamiento que cumpla con valor mínimo "R" de la NMXC-460-ONNCCE-2009.
•	Sembrado mínimo un árbol por vivienda de acuerdo con el lugar
•	Incorporación de partesoles opacos, volados y/o ventanas remetidas en fachadas sur, este y oeste (Referencia de diseño: NOM-020-ENER-2011)
•	Acristalamiento con control solar o película reflectiva
•	Pintura reflectiva o impermeabilizante con acabado reflectivo en techo y/o muro de mayor asoleamiento de acuerdo con la NMX-U-125-SCFI-2016 (cuando se requiera según el material constructivo a utilizar).
<b>Uso y aprovechamiento eficiente de la energía</b>	
•	Calentador de gas con eficiencia térmica mínima de 82%
•	Calentador solar de agua

Gráfico 30. Criterios de sustentabilidad del Programa de Vivienda Social que aplican a la producción social de vivienda asistida sin crédito de una entidad ejecutora.

Fuente: Reglas de Operación del Programa de Vivienda Social (CONAVI, 2020).



Los criterios sustentables para bioclima muy seco, seco y semi seco serán tomados en cuenta para los indicadores del SESUVI. Las Reglas de Operación del Programa de Vivienda Social no es compatible para vivienda de tipología media, ya que este programa va dirigido a vivienda de interés social.

## CAPÍTULO III

### 3.1 Supuesto de trabajo

La sustentabilidad en la vivienda es el objetivo principal de este proyecto y, según afirma Pérez (2015) en su artículo *El impacto de la sustentabilidad en la vivienda en serie de Nuevo León*, es uno de los desafíos que la sociedad enfrenta debe contribuir a conseguir un saludable crecimiento económico, ambiental y social, en el cual no se dañen o se agoten las fuentes de recursos naturales que comprometan o pongan en riesgo la satisfacción de necesidades de las futuras generaciones.

Este proyecto pretende mitigar los efectos negativos medio ambientales, económicos y sociales que produce la vivienda media. El proyecto aspira a hacer accesibles y claros a usuarios, constructores y diseñadores el entendimiento de indicadores sustentables y criterios de diseño prácticos para la vivienda. El proyecto que aquí se propone busca ayudar a construir certificaciones nacionales propios de los bioclimas y procesos constructivos en México, que con base en normativas nacionales existentes, permita integrar dichas normas en procesos de certificación, por ejemplo, en el caso de normas como la NOM-020-ENER-2011 y la NMX-AA-164-SCFI-2013, entre otras.

Este trabajo propone desarrollar s un Sistema de Evaluación Sustentable para Vivienda (SESUVI), diseñado para el bioclima cálido-seco que sea aplicable al tipo vivienda media en México. El proyecto busca establecer indicadores y criterios basados en las normativas oficiales mexicanas, que apliquen a este caso. Este proyecto pretende de esta manera contribuir a reducir la demanda principalmente, en el consumo de energía y de agua para lograr beneficios sociales (un confort térmico dentro la vivienda), ambientales (reducción de consumo de energía y emisiones) y económicos (reducción de gastos por consumos de energéticos y agua).

### 3.2 Preguntas generadoras

A continuación se presentan en un diagrama las preguntas generadoras que orientaron este trabajo.

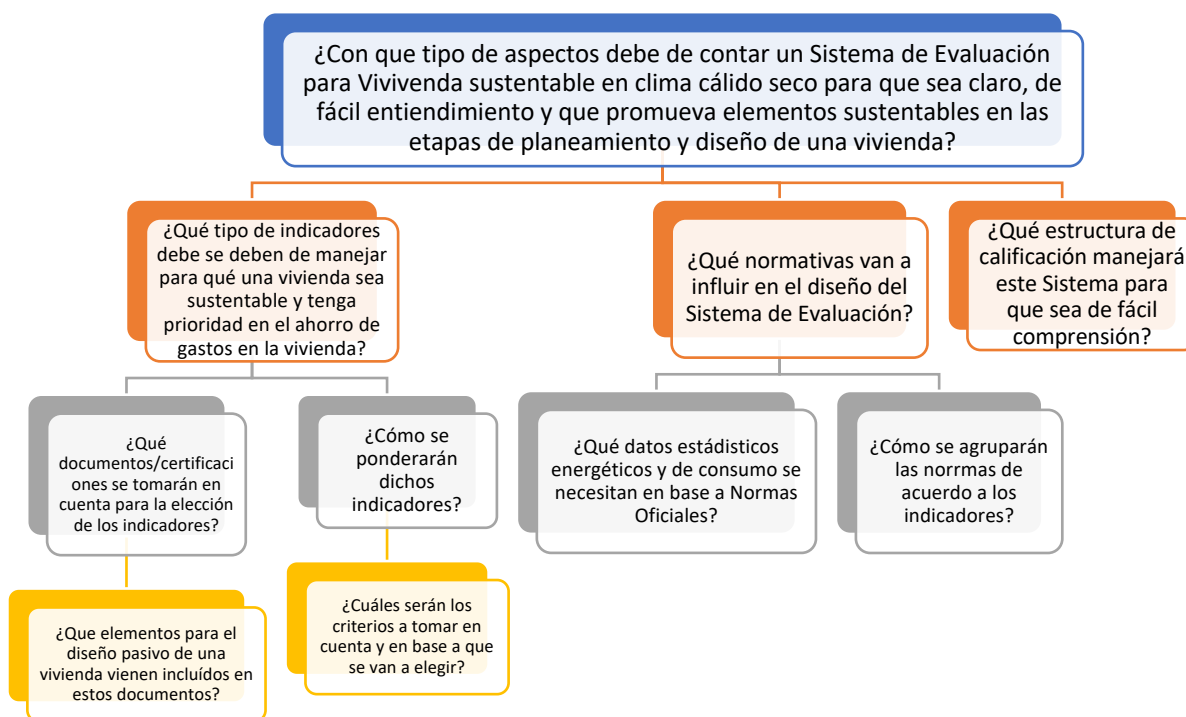


Gráfico 31. Diagrama de preguntas generadoras que estructuraron la búsqueda y organización de la información.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3 Objetivos

Objetivo general:

Diseñar un Sistema de Evaluación Sustentable para Vivienda de tipo media en zonas con bioclima cálido seco en México, para reducir los consumos de energía y agua en este tipo viviendas y mitigar los diversos impactos ambientales, económicos y sociales, con base en criterios e indicadores ya existentes en certificaciones internacionales y normas mexicanas vigentes, para que este sistema logre ser claro, de fácil aplicación y pueda ser aplicado principalmente por desarrolladores, arquitectos, funcionarios municipales y usuarios, de manera sencilla, en las etapas de planeación y diseño de la vivienda,.

Objetivos particulares:

1. Obtener las características principales de una vivienda denominada sustentable mediante la observación directa de viviendas con estándares sustentables certificados en el ámbito nacional e internacional.
2. Tener una visión más amplia respecto a la certificación como medio transmisor de la sustentabilidad mediante entrevistas a expertos en el ámbito académico, profesional y gubernamental sobre las certificaciones para vivienda sustentable en México.
3. Establecer la importancia que tendrán los indicadores en el SESUVI y de ahí partir al diseño de cada uno mediante la ponderación de los indicadores de la certificación LEEED Homes de acuerdo al análisis descriptivo, por medio del conteo de puntos en cada crédito y número de pre requisitos.
4. Diseñar los criterios del SESUVI de acuerdo al análisis previo de las Normas Oficiales Mexicanas (NOM-020-ENER-2011, Eficiencia energética en edificios de tipo habitacional), Normas Mexicanas (NMX-164AA-SCFI-2013, Edificación sustentable), Guías de la CONAVI (Uso eficiente del agua en desarrollos habitacionales, Uso eficiente de la energía en la vivienda, Criterios técnicos para una vivienda adecuada), programas nacionales para vivienda sustentable (NAMA vivienda nueva, Sisevive Ecocasa, Reglas de operación del programa de vivienda social) y el Código de Edificación de Vivienda.

5. El análisis de los documentos mencionados se hará de acuerdo con las normas en vigencia que tiene cada indicador en el SESUVI, con el fin de establecer parámetros al hacer una lista de criterios y asignar su importancia sobre la vivienda.
6. Establecer la forma de evaluación que tendrá el SESUVI de acuerdo con el análisis de los sistemas de evaluación (LEED Homes, NAMA vivienda nueva, Sisevive Ecocasa, Reglas de operación del programa de vivienda social) para obtener una forma de evaluación fácil y de rápido entendimiento para el usuario del SESUVI.
7. Validar el SESUVI en varias viviendas que tengan certificaciones con el fin de ubicar el nivel del SESUVI respecto a dichas certificaciones y poder concluir que nivel de sustentabilidad tiene el SESUVI y su viabilidad.

### **3.4 Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento**

Tipo de Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento. (LGAC).

El Sistema de Evaluación Sustentable para Vivienda busca contribuir a hacer un uso más eficiente de los recursos naturales y energéticos, por lo que los resultados contribuyen a la Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento denominada: Eficiencia en el uso de recursos naturales y energéticos

Este trabajo es un "Proyecto profesionalizante de desarrollo o innovación" ya que es una propuesta original que busca resolver un problema concreto en materia de sustentabilidad en la vivienda tipo media en el norte de México.

### **3.5 Postura epistémica**

Este trabajo parte de una postura metodológica híbrida ya que recurre a diferentes tipos de metodología para el desarrollo del proyecto, tales como metodologías cuantitativas que corresponden a una postura positivista y metodologías cualitativas, que corresponden a posturas hermenéutico – interpretativas.

### 3.6 Proceso metodológico

La metodología se basa en la parte cualitativa que abarca los 3 principales aspectos de la creación del Sistema de Evaluación Sustentable para Vivienda (Gráfico 31). El sistema se basará en los indicadores, criterios y la normativa a utilizar en ellos. Cada aspecto desglosa diferentes actividades a obtener según los métodos a utilizar (análisis descriptivos la gran mayoría, observaciones directas y entrevistas).

La segunda parte cuantitativa incluye datos estadísticos, tablas, consumos y sistemas energéticos que se utilizarán.

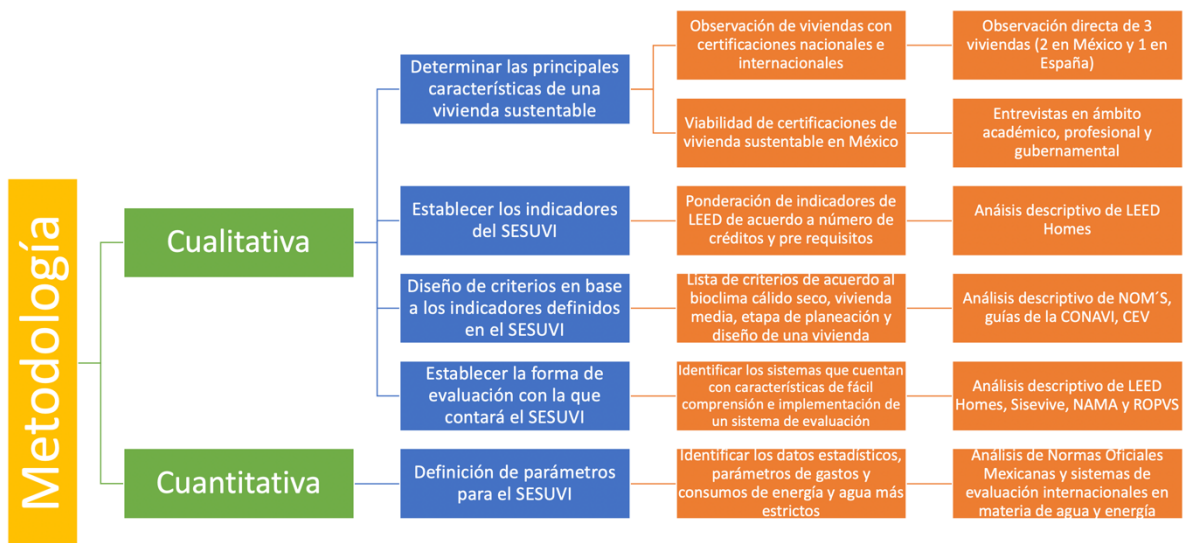


Gráfico 32. Diagrama con la estructura metodológica del trabajo y las técnicas empleadas.  
Fuente: Elaboración propia

### **3.7 Selección de técnicas y diseño de instrumentos**

Esta investigación requirió 3 tipos de instrumentos de investigación para su elaboración. El primero fue la observación directa, la cual se empleó para examinar los principales elementos que tiene una vivienda sustentable.

El segundo instrumento de investigación que se empleó fue las entrevistas semiestructuradas, de las cuales se obtuvo información sobre las principales certificaciones utilizadas en el país.

Por último, se utilizó la investigación documental para obtener datos técnicos, parámetros y estadísticas, entre otros para estructurar el diseño del Sistema de Evaluación Sustentable para Vivienda.

#### **3.7.1 Observación directa**

La técnica de observación directa se utilizó en esta investigación para obtener observables sobre los principales criterios con que cuenta una vivienda sustentable. Como parte de este trabajo se eligieron 3 viviendas. Cada uno de los casos seleccionados se localiza en diferentes zonas bioclimáticas para poder establecer comparaciones en la etapa de análisis.

La casa número 1 se encuentra en una zona con bioclima cálido seco, la casa número 2 se encuentra en el centro del país, en un bioclima templado, y la casa número 3 se encuentra en España, en una zona considerada con bioclima cálido seco. Se buscó comparar los 3 casos y ver las diferencias y similitudes en cuanto a prácticas sustentables nacionales e internacionales. Las casas analizadas fueron:

1. Fraccionamiento de eco-casas proyecto NAMA Bosque Boreal, en Apodaca Nuevo León.
2. Casa ecológica Centro de Educación Ambiental de Yautlica (CEA), en la Iztapalapa Edo. De México.
3. Casa sustentable Herrera, Sevilla, España.

### 3.7.1.1 Casa ecológica Centro de Educación Ambiental de Yautlica

La casa ecológica ubicada en el Centro de Educación Ambiental de Yautlica (CEA), se encuentra en Iztapalapa, Estado de México. en la sierra de Santa Catarina, la cual es un área natural protegida.

La Secretaria de Medio Ambiente tiene esta casa para uso propio y lo comparte con las personas, ya que se puede visitar y observar las eco tecnologías con las que fue construida.

La vivienda cuenta con un programa arquitectónico básico de una vivienda de tipo popular. Durante la visita se observaron los principales criterios sustentable con los que contaba la vivienda y se elaboró una tabla con los observables (Anexo 1). La vivienda cuenta con 64 m<sup>2</sup> de construcción en una sola planta.

Programa arquitectónico:

- Cocina-comedor
- Sala
- 3 recámaras
- 2 baños
- Frontón
- Cuarto de lavado

Algunos de los observables fueron los siguientes:

- Los muros están hechos con base en botellas de PET.
- Cuenta con un muro de piedra que actúa como muro trombe y que está pintado de color negro para incrementar la transmitancia.
- La vivienda cuenta con una fresquera, que es un tipo de refrigerador con sistemas pasivos, que ayuda conservar alimentos como frutas y verduras frescos.
- Baño seco.
- Lámparas de bajo consumo (focos ahorradores)



### 3.7.1.2 Ejemplo de vivienda construido conforme la NAMA

La vivienda pertenece al fraccionamiento de eco-casas proyecto NAMA Bosque Boreal, en Apodaca Nuevo León. Este fraccionamiento se ubica a 9.5 km del municipio de Apodaca Nuevo León.

La vivienda que se visitó es la casa muestra del fraccionamiento, cuenta con una superficie de 82 m<sup>2</sup> y a continuación se enlista el programa arquitectónico.

Programa arquitectónico:

- Vestíbulo
- Cocina
- Comedor
- Sala
- 2 baños completos
- ½ baño en planta baja
- 2 recámaras
- 1 recámara principal
- Patio

La vivienda cuenta con 2 plantas y algunas de las características no visibles son las siguientes:

- Se fabricó con el 40% de block térmico.
- Se utilizaron extractores y materiales aislantes para molduras.

Se pretende ahorrar el 70% de electricidad y un ahorro de 8.5 toneladas de CO<sub>2</sub> anual.

Los observables encontrados (Anexo 1) se inclinan por el aislamiento de la vivienda en muros y losas, la eficiencia de electrodomésticos y muebles de baño.

### 3.7.1.3 Casa Herrera, Sevilla, España

Esta vivienda fue analizada en el periodo de intercambio a España, la vivienda se encuentra ubicada en la provincia de Sevilla en el valle de Guadalquivir, a media hora de Sevilla y de Málaga, en donde el clima se caracteriza por temperaturas promedio de 31 grados centígrados en verano (Junta de Andalucía, s.f.). La vivienda está construida de acuerdo con la tecnología tradicional del lugar y está certificada por Passivhaus, un estándar que tiene como prioridades implementar medidas pasivas a la vivienda. La vivienda cuenta con el siguiente programa.

Programa arquitectónico:

- Vestíbulo
- Cocina
- Comedor
- Sala
- 2 baños completos
- ½ baño en planta baja
- 3 recámaras
- 1 recámara principal
- Patio

Las características principales de acuerdo con los observables (Anexo 1) fueron las siguientes:

- El principal objetivo fue la solución de puentes térmicos, la hermeticidad del aire y lograr un confort dentro de la vivienda, ya que la zona de Andalucía tiende a tener climas muy calurosos.
- Uno de los materiales principales fue la madera, material regional en la zona, la cual está certificada con el certificado EUROTERR92 para clima cálido.
- El sistema constructivo es a base de muro de ladrillo hueco de doble hoja como lo llaman allá, y se refiere a un muro trombe, con una cámara de aire interior, con un aislamiento de 20 cm.

- El interior de la vivienda logra tener una temperatura de confort de 25 grados y tiene un pequeño aporte de climatización a través de un *suelo refrescante*, el cual se pudo observar que es piso radiante, pero con la diferencia en que puede transportar agua fría en sus serpentines, lo que logra el enfriamiento en el interior.
- La cubierta se encuentra aislada con el mismo método que el muro. La vivienda obtiene una hermeticidad de 0,25 h-1, valor aprobado por la certificación.
- Se utilizaron toldos en la terraza y una cubierta retráctil, las ventanas son motorizadas para evitar la radiación directa en la vivienda, y lograr una ventilación cruzada en las horas que se necesite.
- La vivienda utiliza la energía geotérmica por medio de los *pozos canadienses*, la cual funciona en base a la extracción de energía mediante el suelo, trabajan bajo el principio de la inercia térmica y ajustan la temperatura en el interior de la vivienda, este sistema no consume energía eléctrica a diferencia de otras geotermias, el aire se acumula en tuberías enterradas ya sea frío o caliente y depende de la época del año, y se realiza un intercambio de calor para aprovecharlo en las temporadas de invierno o verano. Gráfico 32.
- Dentro de la vivienda tienen una estufa de pellets la cual se usa como un tipo de calefacción, generan calor a partir del pellet el cual se usa como un combustible renovable fabricado a base de residuos vegetales comprimidos se considera como un tipo de biomasa. La temperatura de la estufa se regula mediante un termostato y tiene una instalación mediante un tubo de evacuación de los humos y gases.

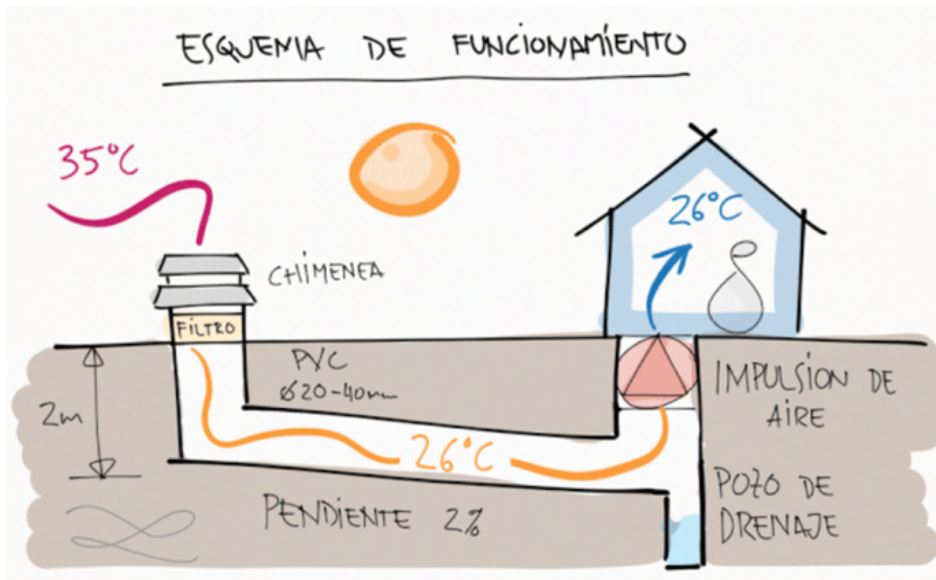


Gráfico 33. Esquema de funcionamiento de un pozo canadiense.

Fuente: sitio web Ecoinventos.

En la vivienda se pudo observar que tiene altas tecnologías e innovación en cuanto a la obtención de energías renovables, la geotermia, los paneles solares y el biogás con los pellets. La vivienda cumple con la mayoría de las categorías en medidas bioclimáticas e incluye sistemas de enfriamiento mediante ventanas motorizadas para lograr ventilación cruzada. Los materiales y sistemas constructivos se lleva a cabo el aislamiento total de la vivienda en muros y techos. Los sistemas de agua también funcionan por medio de sistemas de captación y muebles de ahorro. La mayoría de los electrodomésticos están certificados energéticamente.

### 3.7.2 Resultados de la observación de las viviendas

A partir de la observación directa que se realizó con las 3 viviendas se elaboró la Tabla 8 que resume los principales observables en cada una. La observación directa arrojó 6 observables: diseño bioclimático, infraestructura, sistemas constructivos, materiales, eficiencia energética, eficiencia en el agua y localización. Dichos observables arrojaron criterios sustentables como se muestran en la Tabla 12.

Tabla 12. Tabla de observables en viviendas sustentables visitadas durante el trabajo de campo.

TRABAJO DE CAMPO												
Datos base							Observables					
Ubicación	Superficie	Año de creación	Programa	Entidad Certificadora	Tipología	Zona climática	Diseño bioclimático	Infraestructura	Sistemas constructivos y materiales	Eficiencia energética	Eficiencia en agua	Localización
Apodaca, Nuevo León.	3 modelos de casa, de 122.69 hasta 135 mts2	Desde 2017 en 3 etapas de construcción a la fecha ultima etapa.	NAMA para la vivienda en México, que por sus siglas (Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación).	Sociedad Hipotecaria Federal, Banco Interamericano de Desarrollo y Banco de Desarrollo Alemán.	Vivienda Aislada	Seco y Semi seco	Orientación (fachadas).	Celdas solares	Materiales aislantes en muros y losas	Ahorro del 32.35% de emisiones de CO2 (del 20% que es el mínimo)	Válvulas ahorradoras en muebles de baño.	A 5 minutos del centro de Apodaca centros comerciales y Zona Metropolitana
							Colores claros para la radiación	Focos y luminarias LEED	Ladrillos ecológicos			
								Vegetación endémica	Puertas de madera con certificación			
Casa ecológica CEA (Centro de Educación Ambiental), Iztapalapa	60 mts2	2012	Programa de casas ecológicas del CEA.	Programa de casas ecológicas del CEA.	Vivienda Unifamiliar	Templado	Orientación (áreas).	Muro tromble ubicado al sur sustituye los sistemas de enfriamiento.	Ventanas con invernadero en parte exterior.	Calentador solar Energía mediante las celdas	Válvulas ahorradoras en muebles de baño.	Aislada
							Orientación de ventanas		Muros con materiales reciclados (PET).		Sistema de reutilización de aguas con lavado y WC.	
							Reutilización de objetos de construcción.	Celdas solares. Focos LEED.	Ventilación natural "fresquera" tubos PVC en parte baja del muro.		Sistema de captación de agua pluvial.	
Casa Herrera, Sevilla, España.	168.45 mts2	2016	Passiv House	Energiehaus Arquitectos	Vivienda Unifamiliar	Cálido	Envolvente térmico en toda la fachada.	Suelo radiante. Producción de ACS con una estufa de pellets.	Ceraamientos de doble hoja con cámara de aire y aislamiento de panel semirígido de lana de roca.	Sistema de ventilación controlado con recuperación de calor.	Válvulas ahorradoras en muebles de baño.	A 10 minutos de la ciudad.
							Ventilación cruzada nocturna y protecciones solares motorizadas en el día.	Bomba de calor aire-agua. El suelo se refresca mediante una bomba de calor aerotérmica.	Sistema de ventilación controlado de doble flujo con recuperación de calor de alta eficiencia.	Geotermia. Demanda y carga de calefacción 13 kWh/m2 a 11 W/m2 Hermeticidad al aire 25 1/h	Pozo Sistema de captación de agua pluvial.	

Fuente: Elaboración propia en base a observación directa.

Con base en los observables en las viviendas, se hizo un listado de los criterios en común que se concentraron en la Tabla 13, se obtuvo una comparativa la cual arrojó que las 3 viviendas tenían 3 aspectos en común, la orientación, luminarias, muebles ahorradores de agua y energía.

Por otra parte, hubo aspectos que solo se encontraron en una vivienda, en la Casa Herrera, que fueron: los paneles solares, los pozos de agua y otro tipo de energías renovables como el uso de la geotermia mediante pozo canadiense.

Tabla 13. Tabla con resultados de observación directa.

TRABAJO DE CAMPO	Diseño bioclimático		Sistemas constructivos y materiales					Eficiencia energética		Eficiencia en el agua			Otras energías renovables
	Orientación	Ventilación mecánica	Ventilación natural	Paneles solares	Luminarias ahorradora	Envolvente térmico	Ventanas herméticas	Calentador solar	Muebles de ahorro	Sistema de captación de agua	Sistema de reutilización de aguas	Pozos	
Modelos Vivienda	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO
Casa ecológica CEA	SI	NO	SI	NO	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	NO	NO
Casa Herrera	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI
Resultados	100%	67%	67%	33%	100%	67%	67%	67%	100%	67%	67%	33%	33%

**Fuente:** Elaboración propia en base a observación directa.

De acuerdo con el análisis realizado se identificaron 4 principales campos que pueden constituir una primera aproximación a la estructura de criterios e indicadores en los que se puede basar el diseño de un sistema de evaluación como el que aquí se propone: diseño bioclimático, sistemas constructivos, materiales, energía y agua, Se detectó que conviene contrastar estos resultados con la certificación LEED v4 Homes para establecer más a fondo los indicadores finales, y poder concretar los criterios de cada uno según el análisis ya realizado en los capítulos anteriores sobre las normas mexicanas.

### 3.7.2 Entrevistas semi estructurada realizadas a especialistas en el campo

La entrevista semi estructurada ofrece la flexibilidad para poder modificar el rumbo de una conversación, es por eso por lo que se eligió para obtener información de expertos sobre los temas necesarios para la construcción de la investigación.

Los temas que se investigaron fueron los siguientes: certificaciones y programas para vivienda sustentable en México. Los ámbitos principales de investigación fueron: académico, gubernamental, profesional y específico; que en este caso eran las consultorías que se dedican a la certificación de proyectos.

En base a las ideas y opiniones formuladas en las entrevistas se realizó un análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA).

Las personas elegidas para la aplicación de la entrevista pertenecen a los diferentes ámbitos que anteriormente se mencionan y complementan las distintas visiones que se interpretan más adelante.

8. Entrevistado 1: Arq. LEED AP Nadia Ayala (Enfoque académico por parte del ITESO, Tlaquepaque, Jal.).
9. Entrevistado 2: Arq. LEED AP Viviana Siller (Enfoque Profesional por parte de la Desarrolladora Terra, Mty. N.L.).
10. Entrevistado 3: Arq. LEED GA María G. Mederos (Enfoque Profesional por parte de la Consultora Eosis, Gdl. Jal.).
11. Entrevistado 4: Arq. Ernesto Padilla Aceves (Enfoque Gubernamental por parte del Instituto Jalisciense de la Vivienda, Gdl. Jal.).

La matriz FODA según Espinosa (2013) en su artículo *La matriz de análisis* define esta herramienta como un organizador de información para situar un elemento o idea según las características que se le impone. Este análisis arrojará una inclinación a cualquiera de los 4 aspectos que maneja y así permite llegar a conclusiones y resultados.

En este caso se elaboró un análisis FODA de acuerdo con las opiniones de cada experto en los ámbitos académico, profesional, gubernamental y particular en el tema de certificaciones sustentables en México que se describe en la Tabla 14.

Tabla 14. Matriz FODA sobre certificaciones sustentables en el país.

CUADRO FODA	AMBITOS			
	ACADÉMICO	PROFESIONAL	GUBERNAMENTAL	CONSULTORIA CERTIFICADORA
	Profesora ITESO Arq. LEED AP Nadia Ayala	Desarrolladora TERRA Arq. LEED AP Viviana Siller	Director Iñaki Arq. Ernesto Padilla	Consultoría Eosis Arq. María Mederos
<b>1. Certificaciones en México MEJORES CERTIFICACIONES INTERNACIONALES EN NUESTRO PAÍS</b>	* LEED y las derivadas que se han producido como Energy Star, Edge entre las más importantes.	* LEED, y Green Building Challenge, por los indicadores.	* LEED porque es la más utilizada en México.	* LEED y Edge, porque en este momento son los más accesibles y viables en el país.
<b>FORTALEZAS LEED / EDGE</b>	- Actualizaciones continuas para ir adaptándose cada vez a más lugares (Regionalidad). - Resultados tangibles en ahorro energético, ya que se le da más prioridad (puntos).	- Cumplir de forma obligatoria una serie de acciones (pre-requisitos). - Cumplir ciertas normativas locales: Reportes a SEMARNAT. - Las categorías que se maneja abarcan casi todos los tipos de proyectos.	- Se encuentra ya en práctica en el país desde hace ya varios años, por lo que cuenta con la experiencia necesaria para aplicarla.	- Los planes de Control y Mitigación de contaminantes, antes, durante y después de la obra hace que mejore la calidad del aire. - Estudios a largo plazo, por ejemplo de iluminación sombreado de árboles, y estudio energético para saber la eficiencia del edificio.
<b>DEBILIDADES LEED / EDGE</b>	- El precio de las certificaciones sobre edificaciones pequeñas, se vuelve elevado. - La contratación de una o varias personas para el asesoramiento del proyecto, lo que también supone un gasto extra.	- En el caso de la vivienda no existe en LEED una categoría que sea viable, por ejemplo LEED for Homes en México no es viable por el elevado costo económico, y por ciertos requerimientos que se encuentran en los pre-requisitos que no están disponibles en el país.	- Se priorizan las tecnologías sustentables más no las ecotecnologías las cuales también dan buenos resultados a la hora de evaluar un edificio sustentable. - La vivienda no es un tipo de edificio que tenga prioridad en la certificación LEED ya que no se encuentra sino de forma masiva.	- En la parte de materiales, usualmente piden ciertas características que deben llevar los materiales y muchas veces estos tienen que mandarse pedir de proveedores extranjeros contraponiéndose con el requisito de regionalidad. - Elevación de precio en materiales por el flete.
<b>OPORTUNIDADES LEED / EDGE</b>	- Edge puede llegar a ser más económico en cuanto a la certificación. - En cuestión de vivienda Edge esta certificando más vivienda vertical a diferencia de LEED.	- LEED tiene una biblioteca virtual disponible para todos, y eso da oportunidad de poder crear algo a partir de conceptos o criterios sustentables. - LEED tiene oportunidad de mayor crecimiento ya que se hacen modificaciones y correcciones cada cierto tiempo, esto hace que crezca aun más.	- LEED es una certificación muy versátil y da la oportunidad a profesionistas a capacitarse y tener un conocimiento positivo para la sociedad. - La promoción de la empresa o proyecto por la certificación LEED da un plus al costo de tu proyecto.	- EDGE esta teniendo una oportunidad en el mercado gracias a que su estructura es más amigable y menos estricta en cuestión de créditos a diferencia de LEED. - LEED da la oportunidad de cambiar un método o forma de planear, diseñar o construir a uno sustentable.
<b>AMENAZAS LEED / EDGE</b>	- Los plazos de certificación pueden ser riesgosos para los clientes o inversionistas. - La sustentabilidad se convierte en un lujo que solo ciertas personas pueden tener.	- La capacitación del personal de un proyecto para el proceso de certificación. - La resistencia del personal a adaptarse a técnicas diferentes en un proceso de planeación, diseño y construcción. Por el aumento de requerimientos y detalles.	- Muchos lo ven como un sistema competitivo de obtención de puntos y se pierde el sentido de sustentabilidad. - Priorizan categorías que no son tan importantes, para la obtención fácil de puntos. - Cumplir con puntos quita el hecho de innovar y se vuelve un instructivo de una acción.	- La ponderación de la innovación es muy baja en el puntaje, contando con 4 pts solamente lo que hace que el cliente no se motive para que sus ideas sustentables se puedan aplicar, si es que no están presentes en los demás requisitos.

Fuente: Elaboración propia en base a entrevistas.

El análisis FODA dio como resultado las siguientes ideas que son relevantes para este trabajo:

- La certificación LEED es la principal certificación internacional que se usa en México y aplica a la mayoría de tipologías en los edificios. Se ha utilizado principalmente en edificios comerciales, y oficinas corporativas.
- Se pueden certificar complejos habitacionales por medio de LEED ND (Desarrollos urbanos), o LEED Core and Shell cuando los edificios habitacionales compartan comercio y oficinas.
- LEED for Homes es una certificación exclusiva para viviendas unifamiliares y plurifamiliares de tipo residencial.
- LEED for Homes puede ahorrar en una vivienda hasta el 80% de energía.



- Para el cumplimiento de la certificación LEED en cualquiera de sus tipologías es necesario contar con documentación que compruebe los prerrequisitos en cada categoría de indicadores. Algunos de los documentos necesarios son reportes de cumplimiento de SEMARNAT, reportes de materiales (destinos, sellos y garantías) reportes de incidencias, medidas de mitigación en la obra y reportes de limpieza en obra.
- LEED se enfoca en el mantenimiento de un edificio, la etapa posterior al diseño y construcción. En esta etapa se encarga de realizar estudios a largo plazo, por ejemplo, la eficiencia energética a lo largo del ciclo de vida del edificio.
- LEED for Homes está diseñado para viviendas residenciales, por lo tanto, los espacios y gastos serán mayores, y resulta ser rentable de acuerdo con el incremento del tamaño de la vivienda.
- El precio de la certificación en una vivienda suele ser hasta un 30 o 40% más en algunos casos, y el costo se incrementa ya que requiere la contratación del asesor, la certificación y el proceso.

### **3.7.2.1 Resultados sobre las entrevistas semi estructurada realizadas a expertos en el campo**

Un tema importante detectado durante las entrevistas fue la diferencia sobre los sistemas de evaluación y las certificaciones, ya que la presente investigación buscaba en su origen la creación de una certificación. Este punto fue debatido con los especialistas entrevistados y se llegó a la conclusión de que era mejor desarrollar un sistema de evaluación, ya que la viabilidad de una certificación depende de estar respaldada por una institución privada o un órgano de gobierno para avalar el sello que emitirá dicha certificación.

Para fines más prácticos y compatibles con este proyecto se optó por un sistema de evaluación el cual reunirá de igual manera una serie de indicadores y criterios para las etapas de planeación y diseño vivienda sustentable de tipo medio, con la ventaja de que será gratuita y no tendrá costos significativos para aprobarla, como sucede en el caso de certificaciones internacionales.

### 3.7.3 Investigación documental de sistemas de certificación existentes

Como parte de este proyecto se hizo un análisis a profundidad de las distintas certificaciones, normas oficiales mexicanas, guías y certificaciones con el objetivo de analizar que elementos pueden retomarse en esta propuesta. A continuación, se presentan los resultados de este análisis.

### 3.7.4 Análisis de LEED v4 Homes

El análisis sobre los indicadores y criterios sustentables que aborda LEED v4 Homes se realizó en el capítulo 2. En este capítulo se evaluará la ponderación de dichos indicadores para observar cuáles son las prioridades del SESUVI dentro de la vivienda.

La certificación LEED v4 Homes consta de pre-requisitos y créditos. Los primeros son obligatorios y los segundos opcionales, pero de igual manera con valor medioambiental.

En el Gráfico 26 de la página 99 se puede apreciar la ponderación de cada indicador según la cantidad de créditos. La Tabla 15 presenta el número total de créditos que tiene cada indicador.

Tabla 15. Ponderación de indicadores según créditos.

PONDERACIÓN DE INDICADORES SEGÚN LEED	
Energía y Atmósfera	65
Localización y Transporte	30
Eficiencia en Agua	22
Calidad Ambiental Interior	19
Materiales y Recursos	11
Sitios Sostenibles	7
Innovación	6
Prioridad Regional	4
Proceso Integrador	2

**Fuente:** Elaboración propia con base en Guía de Leed for homes.

El Gráfico 34 muestra la ponderación de los indicadores de acuerdo con la cantidad de créditos que tiene cada uno. Como puede observarse el rubro de Energía y Materiales tiene un valor superior, con 65 créditos, de más del doble de otros indicadores, como el de Localización y transporte, por el que se puede obtener un puntaje máximo de 30 créditos, y tres veces más que el de eficiencia en Agua, por el que se pueden obtener hasta 22 créditos.

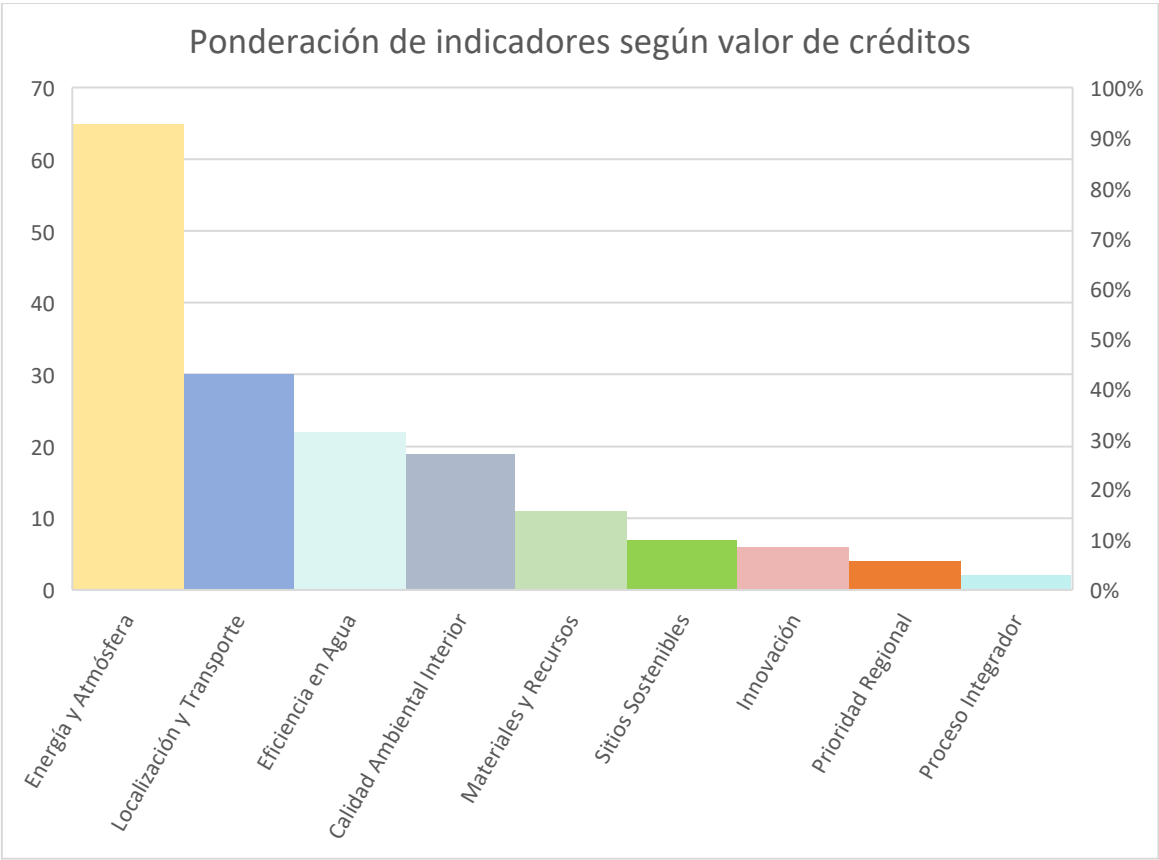


Gráfico 34. Ponderación de indicadores según créditos.

Fuente: Elaboración propia con base en Guía de Leed Homes.

El segundo análisis fue la ponderación de indicadores según pre-requisitos, los cuales son obligatorios y se señalan en la Tabla 16. Este análisis indica el valor de los pre requisitos el cual es importante porque entre más pre-requisitos tenga un indicador más valor tendrá sobre los demás.

Tabla 16. Ponderación de indicadores según pre-requisitos.

PONDERACIÓN DE INDICADORES SEGÚN LEED	
Calidad Ambiental Interior	7
Energía y Atmósfera	3
Materiales y Recursos	2
Sitios Sostenibles	2
Localización y Transporte	1
Eficiencia en Agua	1
Innovación	1
Prioridad Regional	0
Proceso Integrador	0

**Fuente:** Elaboración propia con base en Guía de Leed Homes.

A continuación, se presenta el Gráfico 35 con los datos de la tabla anterior. Como se puede observar en el Gráfico 35, la ponderación de los pre-requisitos dio un resultado diferente al de los créditos voluntarios, ya que en este caso es la Calidad Ambiental Interior la categoría que mayor número de requisitos presenta, con 7 indicadores, que representan más del doble del que le sigue, Energía y Atmósfera, con tres requisitos.

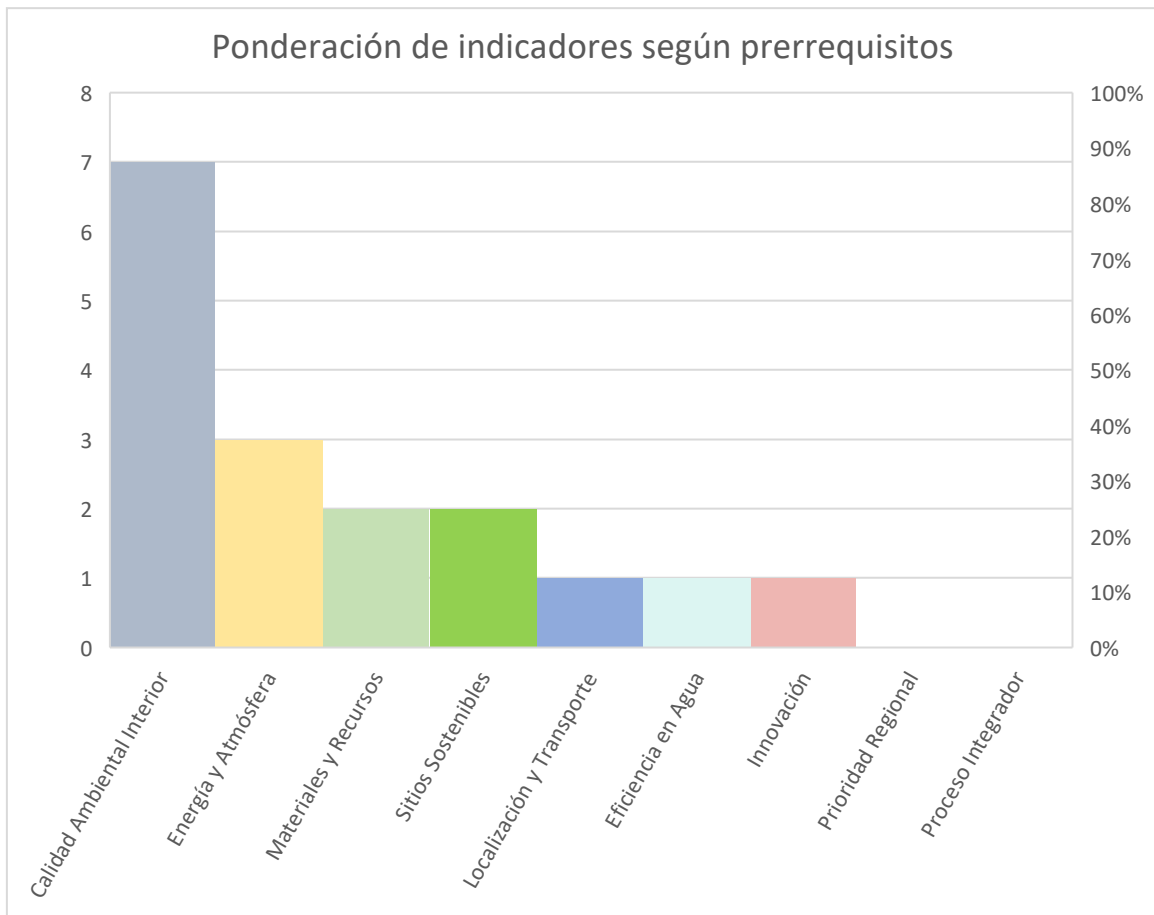


Gráfico 35. Ponderación de indicadores según prerequisites.

Fuente: Elaboración propia con base en Guía de Leed Homes.

### 3.7.4.1 Resultados del análisis documental de LEED v4 Homes

La ponderación de los indicadores de LEED v4 Homes contiene a unos indicadores que pueden utilizarse como parte del diseño el Sistema de Evaluación Sustentable para Vivienda que propone este trabajo:

- Energía y Atmósfera
- Localización y Transporte
- Eficiencia en Agua

- Calidad Ambiente Interior
- Materiales y Recursos
- Sitios Sostenibles

El Sistema de Evaluación Sustentable para Vivienda propone en una primera etapa retomar los temas anteriormente enlistados, para luego alimentarlos de acuerdo con la normativa mexicana.

### 3.8 Cuadro de operalización de variables

El cuadro de operalización tiene como fin estructurar las técnicas de información con los temas que se desea investigar. En Tabla 17 se muestra en 4 puntos las bases del Sistema de Evaluación Sustentable para Vivienda, y las técnicas de investigación que se utilizaron.

Tabla 17. Cuadro operacional con variables enumeradas en torno a alineación heurística de preguntas y objetivos de investigación, referentes a técnicas de investigación.

TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN		INFORMACIÓN A OBTENER								
		1. Estructuración del sistema de		2. Indicadores			3. Parámetros		4. Normativas aplicadas	
		Ciclo de la vivienda	Sistema evaluación	Principales	Ponderación	Criterios a elegir	Datos estadísticos	Eficiencia energética	Ahorro de agua	NOM-020-ENER-2011
OBSERVACIÓN DIRECTA	<i>Vivienda aislada NAMA, Apodaca, N.L.</i>									
	<i>Casa ecológica CEA, Iztapalapa, México.</i>									
	<i>Casa Herrera, Sevilla, España.</i>									
ENTREVISTAS	<i>Arq. LEED AP Nadia Ayala (Académica)</i>									
	<i>Arq. Viviana Siller (Desarrolladora)</i>									
	<i>Arq. María Mederos (Consultora)</i>									
	<i>Arq. Ernesto Padilla (Gubernamental)</i>									
INFORMACION DOCUMENTAL	<i>Certificación LEED for Homes</i>									
	<i>Guía de energía CONAVI (2006)</i>									
	<i>Guía del agua CONAVI (2006)</i>									
	<i>Criterios de evaluación para una vivienda sustentable (2020)</i>									
	<i>Programa NAMA</i>									
	<i>Programa Sisevive</i>									
	<i>Código de Edificación de Vivienda</i>									
	<i>Criterios para una Vivienda Adecuada (2020)</i>									
	<i>Reglas de Operación para Subsidios CONAVI (2020)</i>									
	<i>NOM-020-ENER-2011</i>									
	<i>NMX-AA-164-SCFI-2013</i>									
<i>Otras normas o documentos</i>										

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro de operalización fue esencial para definir la información necesaria con base en las técnicas de investigación y así tener un panorama claro. La observación directa sirvió para identificar las principales medidas sustentables en viviendas existentes, las entrevistas dieron como resultado un panorama claro sobre las certificaciones en México, la diferencia sobre los sistemas de evaluación y las certificaciones. Finalmente, la información documental aportó la mayoría de la información para definir los criterios y estructuras los indicadores.

## CAPÍTULO IV

En este capítulo se describen los criterios e indicadores que integran del Sistema de Evaluación Sustentable para Vivienda, que se obtuvieron del análisis sobre las normas oficiales mexicanas, las normas mexicanas, las guías, manuales y certificaciones nacionales e internacionales en materia de vivienda sustentable. El Sistema de Evaluación Sustentable para Vivienda aquí propuesto se divide en cuatro apartados que buscan simplificar lograr un sistema práctico y de fácil aplicación, en donde se agrupan los indicadores específicos que son base de ponderación.

El apartado de Ubicación y Contexto del Sitio incluye las zonas de riesgo y la ubicación de la vivienda respecto a los servicios. Ahí están integrados los indicadores de localización y transporte que propone LEED Homes y las Reglas de Operación para Vivienda Social del CONAVI. Por la importancia que presentan en el contexto de una vivienda.

El apartado denominado Diseño Bioclimático y Accesibilidad Universal se divide en Medidas Pasivas, Accesibilidad Universal e Identidad y Funcionalidad en el Diseño. Los indicadores que integran este apartado están de acuerdo con los indicadores de Sitios Sostenibles y Calidad en el Ambiente Interior de LEED Homes y Guías de la CONAVI.

Los apartados con mayor número de indicadores y que poseen más peso en el Sistema de Evaluación Sustentable para Vivienda son el de Energía y Materiales y el de Gestión del Agua, ya que de acuerdo con los análisis que se realizaron en diferentes sistemas nacionales (Sisevive y NAMA) e internacionales (LEED y EDGE) son los indicadores que poseen más peso en dichas certificaciones por el impacto que produce en la vivienda. El gráfico 36 resume de manera general los apartados, criterios e indicadores





Gráfico 36. Diagrama con estructura de apartados, criterios e indicadores que integran el SESUVI.

**Fuente:** Elaboración propia en base a análisis descriptivo.

Como puede apreciarse, la estructura general propuesta coincide fuertemente con los apartados, criterios e indicadores del sistema de certificación LEED, con el fin de retomar un proceso exitoso que ya existe. La diferencia que existe entre los indicadores de LEED Homes y los indicadores del Sistema de Evaluación Sustentable para la Vivienda es que en este trabajo se propone adaptar cada criterio e indicador para que se adapte a la tipología de vivienda media en el bioclima cálido seco de México. La definición de sus criterios e indicadores están basados en comparativas de varias normas oficiales mexicanas, guías y certificaciones nacionales.

#### 4.1 Estructura del Sistema de Evaluación Sustentable para Vivienda (SESUVI)

El Gráfico 37 presenta un diagrama que vincula el campo de aplicación del SESUVI en esta etapa de desarrollo, respecto de las diferentes tipologías de vivienda, los tipos de bioclima existentes en México, las etapas de construcción de una vivienda y los cuatro principales apartados en que se estructuró la propuesta.

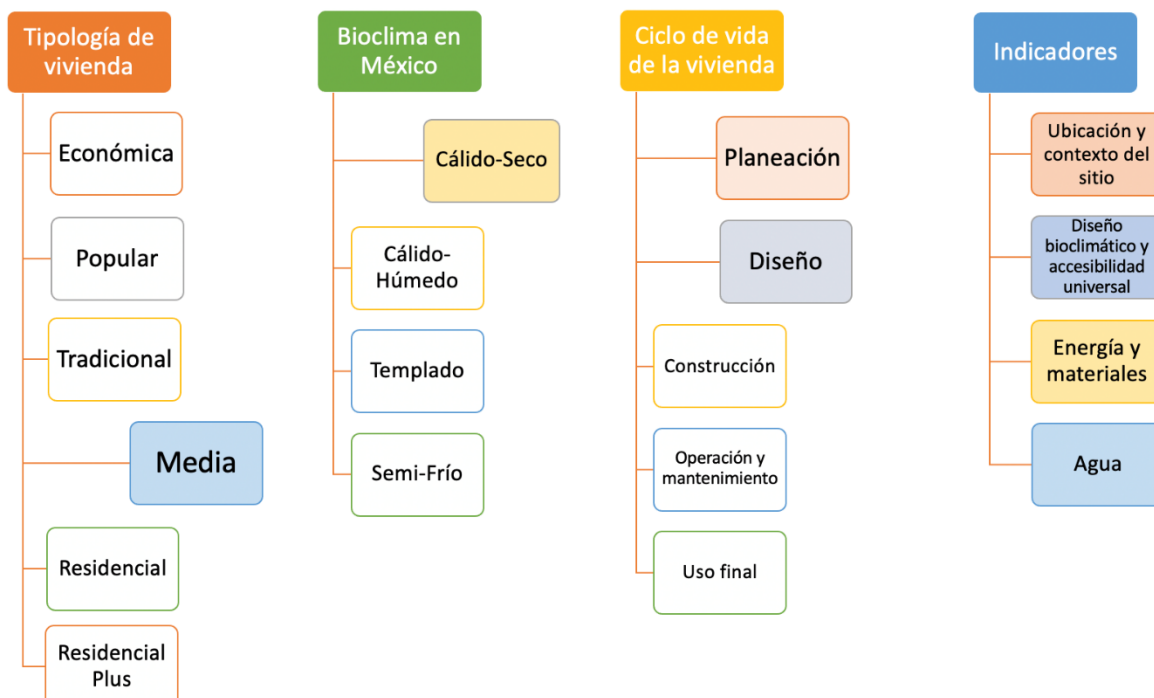


Gráfico 37. Diagrama que describe el campo de aplicación de SESUVI para este trabajo.

**Fuente:** Elaboración propia.

Las características principales de la propuesta es que se enfoca en la vivienda de tipología media, para la cual actualmente no existe unas certificaciones nacionales para vivienda sustentable. Otra característica es que se centra en la vivienda que se desarrolla en el bioclima cálido seco, ya que este bioclima, de acuerdo con el INEGI (2020) se encuentra en casi el 60% del territorio del país, y según la NAMA (2013), es en las zonas donde se edifica casi un 40% de la vivienda que produce el INFONAVIT. Finalmente, la última característica es que, respecto de las distintas etapas del ciclo de la vivienda, el SESUVI se centró en esta propuesta en solamente dos etapas, que corresponden a la planeación y el diseño, que son dos etapas clave para lograr una vivienda sustentable, como se demostrará más adelante.

La Tabla 18,19,20 y 21 presentan con detalle la estructura del SESUVI y vincula los apartados, criterios, indicadores y puntaje con los documentos nacionales con base en los cuales fueron diseñados.

Como ya se mencionó anteriormente, el SESUVI se estructura en torno a cuatro apartados: 1) Ubicación y Contexto del Sitio (Tabla 18), 2) Diseño Bioclimático y Accesibilidad Universal (Tabla 19), 3) Energía y Materiales (Tabla 20.), y 4) Gestión del Agua (Tabla 21. ).

El SESUVI presenta varias columnas. La primera pertenece a la fuente de información en la que se basó el diseño de cada criterio e indicador. Refiere al documento e institución que se consultó Norma Oficial, Norma Mexicana, Certificación, Guía, Manual o Tesis. La columna del orden representa la numeración de cada criterio e indicador para distinguir a que categoría pertenece la columna y poder llevar una secuencia en la verificación de su cumplimiento.

La columna llamada Evaluación divide los indicadores en obligatorios (color verde) a los cuales en esta propuesta se les asignó siempre 1 punto, los indicadores opcionales (color amarillo), los cuales valen un punto y se puede cumplir con más de uno, lo que depende de en qué apartado y criterio se encuentren. Los indicadores extra (color naranja) se otorgan a indicadores de alta eficiencia o ahorro y que en correspondencia asignan más puntos, que van de 2 a 6 puntos por criterio.

La Tabla 18 señala toda la estructura del sistema, la puntuación individual que se puede obtener por el cumplimiento de cada indicador, la que se puede obtener en cada criterio y la puntuación máxima que se puede obtener en el SESUVI.

Tabla 18. Estructura y sistema de puntaje del Sistema de Evaluación Sustentable para Vivienda (SESUVI) en el Apartado 1 de Ubicación y Contexto del Sitio.

<b>SISTEMA DE EVALUACIÓN SUSTENTABLE PARA VIVIENDA (SESUVI)</b>							
<b>Apartado 1. Indicadores de sustentabilidad para la Ubicación y Contexto del Sitio.</b>							
FUENTE		APARTADO	ORDEN	CRITERIOS E INDICADORES	EVALUACIÓN		
Institución	Documento				Indicadores obligatorios	Indicadores opcionales	Indicadores extra
					<b>1</b>	<b>1 o más</b>	<b>2 a 6</b>
<i>Total de puntaje máximo por indicador Ubicación y Contexto del Sitio</i>					<b>7</b>	<b>12</b>	<b>0</b>
		<b>Ubicación y Contexto del Sitio</b>	<b>1.1</b>	<b>Zonas de riesgos</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Secretaría de Economía	NMX-AA-164-SCFI-2013		1.1.1	No edificar en caso de que la proyección de la vivienda esté en zonas inundables	1		
Secretaría de Economía	NMX-AA-164-SCFI-2013		1.1.2	No edificar en caso de que la proyección de la vivienda esté en zonas de riesgo, tales como fallas geológicas, laderas con pendientes mayores del 25% o suelos inestables, cauces de ríos, ni cualquier otro riesgo natural	1		
Secretaría de Economía	NMX-AA-164-SCFI-2013		1.1.3	No edificar en caso de que la proyección de la vivienda esté en colindancia de predios destinados a actividades riesgosas (edificios con derrumbes, excavaciones muy profundas, sitios con contaminación de suelo proveniente de residuos peligrosos	1		
Secretaría de Economía	NMX-AA-164-SCFI-2013		1.1.4	No edificar en caso de que la proyección de la vivienda esté en zonas federales (franjas de costa, playas, márgenes de ríos y lagos, derecho de vía pública, líneas de transmisión de energía y líneas de conducción de hidrocarburos	1		
Secretaría de Economía	NMX-AA-164-SCFI-2013		1.1.5	No edificar en caso de que la proyección de la vivienda esté a una distancia menor de 500 m de un sitio de disposición final en funcionamiento	1		
Secretaría de Economía	NMX-AA-164-SCFI-2013		1.1.6	No edificar en caso de que la proyección de la vivienda esté en una reserva protegida, biosfera, o patrimonio histórico o natural, incluidas zonas de amortiguamiento mínima de 100mts	1		
USGBC	LEED v4 HOMES		1.1.7	No edificar en caso de que la proyección de la vivienda esté en una zona donde no esté edificado el suelo al menos el 75 % inm ediatamente adyacente al límite del proyecto y que cuente con los servicios básicos (agua, luz, drenaje e internet)	1		

		1.2	Ubicación de servicios	0	5	0
CONAVI	Reglas de operación para subsidios CONAVI	1.2.1	Paradas de transporte público (autobuses, tren, metro) a una distancia no mayor de 300 mts. Frecuencia más de una ruta en un radio de 300 m.		1	
CONAVI	Reglas de operación para subsidios CONAVI 2020	1.2.2	Mercados, tiendas de conveniencia a una distancia no mayor a 2 km.		1	
CONAVI	Reglas de operación para subsidios CONAVI 2020	1.2.3	Hospitales, centros de salud, centro médico a una distancia no mayor a 2.5 km.		1	
CONAVI	Reglas de operación para subsidios CONAVI 2020	1.2.4	Jardín de niños a menos de 1 km. Escuela primaria a menos de 2 km. Escuela secundaria a menos de 4 km.		1	
USGBC	LEED v4 HOMES	1.2.5	Ocio y diversión (Centros comerciales, cines, centros deportivos, etc.) a una distancia no mayor a 800 mts a partir de la primer parada de autobus, tren o metro.		1	

**Fuente:** Elaboración propia.

Tabla 19. Estructura y sistema de puntaje del Sistema de Evaluación Sustentable para Vivienda (SESUVI) en el Apartado 2 de Diseño Bioclimático y Accesibilidad Universal.

Apartado 2. Indicadores de sustentabilidad para el Diseño Bioclimático y Accesibilidad Universal.					EVALUACIÓN		
FUENTE		APARTADO	ORDEN	CRITERIOS E INDICADORES	Indicadores obligatorios	Indicadores opcionales	Indicadores Extra
Institución	Documento				1	1 o más	2 a 6
<b>Total de puntaje máximo por indicador Diseño Bioclimático y Accesibilidad Universal</b>					<b>73</b>		
<b>1.1 Medidas pasivas</b>					<b>27</b>	<b>19</b>	<b>0</b>
<b>1.1.1 Formas de la vivienda</b>							
CONAVI	Guía de energía 2006		1.1.1.1	Forma compacta de la vivienda para reducir pérdidas o ganancias de calor.	1		
CONAVI	Guía de energía 2006		1.1.1.2	Cubierta con poca pendiente o con desniveles tipo dientes de sierra para aberturas altas en muro o manejar diferentes alturas (mínima 2.5 y máxima 2.7).	1		
CONAVI	Guía de energía 2006		1.1.1.3	No utilizar tragaluces en la cubierta ni domos ya que es una fuente directa de ganancia de calor en verano.		1	
CONAVI	Guía de energía 2006		1.1.1.4	Altura del piso al techo óptima 2.7 m.	1		
CONAVI	Guía de energía 2006		1.1.1.5	Ubicación de la mayoría de ventanas en la parte media baja del muro a nivel de los ocupantes y aberturas pequeñas en zonas altas de los muros (preferentemente en donde van los dientes de sierra).		1	
CONAVI	Criterios para una vivienda adecuada 2020		1.1.1.6	Evitar ventanales (ventanas de dimensiones grandes).		1	
CONAVI	Guía de energía 2006		1.1.1.7	Patio (ya sea central o en fachada principal).	1		
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda 2017		1.1.1.8	Dar prioridad de tamaño de espacios donde se pase la mayoría del tiempo o las actividades así lo requieran.		1	
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda 2017		1.1.1.9	Dimensiones adecuadas y mínimas en espacios.	1		
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda 2017		1.1.1.10	Cocina 6.5% del total de la vivienda.	1		
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda 2017		1.1.1.11	Comedor 13% del total de la vivienda.	1		
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda 2017		1.1.1.12	Sala 13% del total de la vivienda.	1		
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda 2017		1.1.1.13	Recámaras 12% del total de la vivienda.	1		

			1.1.2	<b>Orientación de la vivienda</b>			
CONAVI	Guía de energía 2006		1.1.2.1	Fachada más larga con una crujía al sureste para evitar la radiación directa en invierno y aprovechar la luz solar de verano.		1	
CONAVI	Guía de energía 2006		1.1.2.2	En acceso colocar pórticos, o pérgolas con vegetación al sur.		1	
CONAVI	Guía de energía 2006		1.1.2.3	Ventanas mínimas en todas las direcciones, requiere tener en la fachada norte ya que tiene poca radiación solar, en el sur-sureste para la ganancia solar directa en invierno, pero es de suma importancia contar con todas las protecciones para verano.	1		
CONAVI	Guía de energía 2006		1.1.3	<b>Orientación de los espacios básicos de la vivienda</b>			
CONAVI	Guía de energía 2006		1.1.3.1	Vestíbulos N	1		
CONAVI	Guía de energía 2006		1.1.3.2	Cocina NO/N/NE	1		
CONAVI	Guía de energía 2006		1.1.3.3	Comedor SE/S/SO	1		
CONAVI	Guía de energía 2006		1.1.3.4	Sala SE/S/SO	1		
CONAVI	Guía de energía 2006		1.1.3.5	Estudio SE/S/SO	1		
CONAVI	Guía de energía 2006		1.1.3.6	Recámara SE/S/SO	1		
CONAVI	Guía de energía 2006		1.1.3.7	Baño NO/ENE	1		
CONAVI	Guía de energía 2006		1.1.3.8	Cocina NO/N/NE	1		
			1.1.3	<b>Protecciones contra la radiación</b>			
			1.1.3.1	<b>Parte superior de la vivienda</b>			
CONAVI	Guía de energía 2006		1.1.3.1.1	Aleros más grandes en la fachada sur para evitar asoleamiento en las tardes, combinado con parteluces.	1		
CONAVI	Guía de energía 2006		1.1.3.1.2	Aleros en sureste calentamiento directo en invierno y protección en verano.	1		
CONAVI	Guía de energía 2006		1.1.3.1.3	Aleros en suroeste y noroeste protección solar combinado con vegetación.	1		
CONAVI	Guía de energía 2006		1.1.3.1.4	En el caso que se agreguen tragaluces se deben orientar al sur con protección solar en verano.		1	



			1.1.3.2	<b>Ventanas</b>				
USGBC	LEED v4 para HOMES: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN		1.1.3.2.1	Todas las ventanas que se encuentren orientadas hacia el sur deben de estar con protección solar y con el 100% de sombra en verano, ya sea con toldos, voladizos, vegetación, en el medio día solar en el verano, y sin sombra a medio día de invierno).	1			
CONAVI	Reglas de operación para subsidios CONAVI 2020		1.1.3.2.2	a) Ventanas remetidas en fachadas sur, este y oeste con protecciones en invierno.	1			
USGBC	LEED v4 para HOMES: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN		1.1.3.2.3	Automatización de lamas, louver o protecciones contra la radiación (láminas de control solar).		1		
CONAVI	Guía de energía 2006		1.1.3.2.4	Si las ventanas no son remetidas evitar pérdidas de calor con postigos, parasoles, celosías, toldos, louver, persianas etc. Para uso exclusivo en las noches de invierno.		1		
CONAVI	Criterios para una vivienda adecuada 2020		1.1.3.2.5	Si las ventanas no son remetidas disponer de dispositivos de control solar (para sombreado de ventanas, deben de ser opacos, de materiales durables y resistentes a la intemperie).		1		
CONAVI	Guía de energía 2006		1.1.3.2.6	Si las ventanas no son remetidas disponer de volados superiores, inferiores o laterales depende de la orientación de la ventana.		1		
CONAVI	Guía de energía 2006		1.1.3.2.7	Parteluces en la fachada norte para protección en las tardes y en verano.		1		
USGBC	LEED v4 HOMES			<b>Piso</b> Pisos exteriores permeables que permitan la infiltración del agua al subsuelo.		1		
			1.1.3.3	<b>Vegetación</b>				
CONAVI	Reglas de operación para subsidios CONAVI 2020	Diseño bioclimático y accesibilidad universal	1.1.3.3.1	Sembrar al menos un árbol en la vivienda, se recomienda que sea dentro del patio, especies nativas, con raíces no invasivas.		1		
CONAVI	Guía de energía 2006		1.1.3.3.2	De hoja perenne en la zona noroeste y como barrera de vientos fríos.	1			
CONAVI	Guía de energía 2006		1.1.3.3.3	Vegetación debajo o sobre de ventanas con el fin de refrescar el aire que pueda entrar, así como rodear de vegetación el perímetro de la casa incluyendo muros para evitar el contacto de muro-banqueta).		1		
CONAVI	Guía de energía 2006		1.1.3.3.4	Toda la vegetación utilizada serán especies con el mínimo requerimiento de agua	1			
CONAVI	Guía de energía 2006		1.1.3.3.5	De hoja caduca sobretodo en el sur, sureste, y suroeste para enframamiento y humidificación	1			
CONAVI	Guía de energía 2006		1.1.3.3.6	Se recomienda densa en el noreste, noroeste, este y suroeste como protección de ángulos solares bajos		1		
CONAVI	Guía de energía 2006		1.1.3.3.7	Enredaderas sobre muros, pérgolas y pórticos al Este y Sur		1		

		1.1.4	<b>Calidad del ambiente interior</b>			
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda 2017	1.1.4.1	El parámetro de confort térmico será con temperaturas entre los 18 y 25 grados.	1		
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda 2017	1.1.4.2	Habrà prioridad sobre soluciones bioclimaticas (pasivas) sobre las activas al menos un 60% de las opciones que se mencionan en los siguientes apartados.		1	
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda 2017 y NMX-AA-164-SCFI-2013	1.1.4.3	El diseño acústico de la edificación puede generar condiciones acústicas que no excedan de 65 decibles de valor promedio y de 0.5 segundos de tiempo de reverberación.		1	
<b>1.2 Accesibilidad universal</b>				<b>18</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
		1.2.1	<b>Acceso Principal</b>			
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda 2017	1.2.1.1	Área con mínimo de 2.5 m2 para entrar (1.5x1.5).	1		
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda 2017	1.2.1.2	Rampa de entrada (menos del 5% de pendiente).	1		
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda 2017	1.2.1.3	Área de entrada libre de obstáculos.	1		
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda 2017	1.2.1.4	Protección contra la lluvia y el sol, (techo, alero, volado, tejaban o similar) mínimo sobresalir 30 cm. Del perímetro del area de acceso.	1		
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda 2017	1.2.1.5	Textura antiderrapante en rampas y áreas de transición.	1		
		1.2.2	<b>Circulaciones dentro de la vivienda</b>			
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda 2017	1.2.2.1	Pasillos con un ancho mínimo de 90 cm.	1		
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda 2017	1.2.2.2	Para giros de 90 grados se necesita un área de mínimo 2m2.	1		
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda 2017	1.2.2.3	Para giros de 180 grados se necesita un área de mínimo 2.90m2.	1		
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda 2017	1.2.2.4	Piso antiderrapante en toda la vivienda.	1		
		1.2.3	<b>Puertas</b>			
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda 2017	1.2.3.1	Puerta principal con un ancho mínimo libre de 95 cm.	1		
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda 2017	1.2.3.2	Puertas interiores con un ancho mínimo libre de 85 cm.	1		
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda 2017	1.2.3.3	Perillas y cerraduras a una altura mínima de 90 cm. Y máxima de 1.10 m. desde el nivel de piso terminado.	1		
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda 2017	1.2.3.4	La cerradura debe permitir su cierre y apertura con una sola mano.	1		

SEDATU	Código de Edificación de Vivienda 2017	1.2.3.5	En el caso que se coloquen mirillas deben de contar con 2 piezas, una colocada a una altura del piso terminado de 1.2 m. y la segunda a una altura de piso terminado de 1.5 m.	1			
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda 2017	1.2.3.6	En el caso que se coloquen puertas corredizas o plegadizas el ancho mínimo libre es de 85 cm. Y no se permite que sobresalga a nivel de piso el riel deslizante.	1			
		1.2.4	<i>Sanitario</i>				
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda 2017	1.2.4.1	Este debe de contar con unas dimensiones mínimas de 2.90 x 1.95m.	1			
		1.2.5	<i>Cocina</i>				
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda 2017	1.2.5.1	El vano de acceso debe se libre de 90 cm libres y no debe de tener marco ni puerta.	1			
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda 2017	1.2.5.2	Circulaciones de 85 cm en adelante.	1			
		<b>1.3</b>	<b>Identidad y funcionalidad en el diseño</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	
		1.3.1	<i>Identidad y biodiversidad</i>				
CONAVI	Criterios para una vivienda adecuada 2020	1.3.1.1	Utilizar las costumbres de diseño del lugar ejemplo (pórticos, terrazas, espacios abiertos, patios centrales etc.)		1		
CONAVI	Criterios para una vivienda adecuada 2020	1.3.1.2	Elementos que promuevan el mejoramiento a la imagen y contexto urbano en el que se encuentra como fachadas a paño de banqueta, vegetación o jardineras entre otros.		1		
CONAVI	Criterios para una vivienda adecuada 2020	1.3.1.3	Se deben de conservar todos los árboles sanos de más de 20cm de diámetro y las especies protegidas.		1		
CONAVI	Criterios para una vivienda adecuada 2020	1.3.1.4	Conservar o restituir al menos el 50% de la vegetación nativa.		1		
CONAVI		1.3.2	<i>Funcionalidad y salud</i>				
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda 2017 y NMX-AA-164-SCFI-2013	1.3.2.1	La vivienda se zonificará de la siguiente manera y contará con el siguiente programa arquitectónico Zona pública (Al menos dos accesos a la vivienda, sala y/o sala comedor o estancia, cocina, medio baño, patio exterior, cuarto de lavado, de 1 a 2 cajones de estacionamiento), Zona privada (Estudio, 2 a 3 recámaras, mínimo una habitación aislada con baño completo dentro, el otro baño completo puede ser compartido para las demás recámaras).		1		
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda 2017 y NMX-AA-164-SCFI-2013	1.3.2.2	El acceso contará con un portico después un vestibulo antes de ingresar alguna área de la casa		1		

CONAVI	Criterios para una vivienda adecuada 2020		1.3.2.3	Organización y optimización de espacios mediante un estudio previo con un programa de necesidades, descripción de usuarios y actividades a realizar en el espacio		1	
CONAVI	Criterios para una vivienda adecuada 2020		1.3.2.4	Identificar las principales necesidades y actividades en la vivienda y dar un espacio con medias adecuadas según las actividades y tiempo a permanecer		1	
CONAVI	Criterios para una vivienda adecuada		1.3.2.5	Todos los espacios deberán contar con luz y ventilaciones naturales		1	

**Fuente:** Elaboración propia.

Tabla 20. Estructura y sistema de puntaje del Sistema de Evaluación Sustentable para Vivienda (SESUVI) en el Apartado 3 de Energía y Materiales.

Apartado 3. Indicadores de sustentabilidad para Energía y Materiales.					EVALUACIÓN		
FUENTE		APARTADO	ORDEN	CRITERIOS E INDICADORES	Indicadores obligatorios	Indicadores opcionales	Indicadores Extra
Institución	Documento				1	1 o más	2 a 6
<b>Total de puntaje máximo por indicador Energía y Materiales</b>					<b>27</b>	<b>51</b>	<b>60</b>
		<b>3.1</b>		<b>Eficiencia energética</b>	<b>27</b>	<b>51</b>	<b>60</b>
			<b>3.1.1</b>	<b>Materiales aislantes</b>			
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México		3.1.1.1	El material debe que tener una alta resistencia térmica (R, rendimiento del material, se calcula el espesor del material dividido entre la conductividad térmica, para calcularla consultar los valores mínimos de la NOMX-C-460-ONNCCCE-2009).	1		
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México		3.1.1.2	El material debe de tener una baja conductividad térmica se requiere tener una conductividad menor a 0.050 W/m.K ( $\lambda$ o k en el sistema internacional, se puede consultar en el apéndice D de la NOM-020-ENER-2011).	1		
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México		3.1.1.3	El material debe de tener una baja transmitancia térmica para poder tener una buena capacidad aislante (U, denominada K en la NOM-020).	1		
Universidad Politécnica de Madrid	Aislantes térmicos. Criterios de selección por requisitos energéticos		3.1.1.4	El material debe de tener altas resistencias al fuego (no flamable)	1		
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México		3.1.1.5	El material debe de tener una alta inercia térmica para mantener las temperaturas interiores estables (con una conductividad moderada entre 0.5 y 2.0 W/m°C y un gran calor específico volumétrico, este tipo de materiales usualmente son el adobe, cualquier construcción con tierra, ladrillo, piedra, concreto y el agua).	1		
Universidad Politécnica de Madrid	Aislantes térmicos. Criterios de selección por requisitos energéticos		3.1.1.6	Se requiere que el material sea resistente al agua (impermeable).	1		
Universidad Politécnica de Madrid	Aislantes térmicos. Criterios de selección por requisitos energéticos		3.1.1.7	Se requiere que el material tenga alta resistencia a la compresión.	1		
Universidad Politécnica de Madrid	Aislantes térmicos. Criterios de selección por requisitos energéticos		3.1.1.8	Se requiere que el material tenga una baja densidad (Kg/m3).	1		

Universidad Politécnica de Madrid	Aislantes térmicos. Criterios de selección por requisitos energéticos	3.1.1.9	Se requiere utilizar materiales aislantes que se produzcan a partir de materias primas renovables (origen vegetal).	1		
Universidad Politécnica de Madrid	Aislantes térmicos. Criterios de selección por requisitos energéticos	3.1.1.10	Se requiere que el material se pueda reciclar después de su vida útil.	1		
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México	3.1.1.11	Se requiere que el material aislante que se elija cuente con el sello FIDE.	1		
Secretaría de Economía	NMX-AA-164-SCFI-2013	3.1.1.12	No se utilizarán materiales que se consideran nocivos para la salud y el ambiente (consultar en el apéndice informativo 11 de la NMX-AA-164-SCFI-2013).	1		
		3.1.2	<b>Envolvente</b>			
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México	3.1.2.1	Se requiere que la prioridad sea aislar por el exterior de la vivienda ya sea en el sistema constructivo del muro, o como recubrimiento del muro).	1		
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México	3.1.2.2	Evitar por completo los puentes térmicos, verificar los pasos forjados, puertas, ventanas, se pueden verificar con termografías.	1		
Secretaría de Energía	NOM-020-ENER-2011	3.1.2.3	Coefficiente global de transferencia de calor (K en muro y techo según la ciudad, consultar tabla de la NOM-020-ENER-2011).	1		
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México	3.1.2.4	Muros masivos porosos con cámaras de aire de 30 cm de espesor.		1	
CONAVI	Criterios para una vivienda adecuada 2020	3.1.2.5	Caras exteriores con material aislante, para ahorro de energía $R=1.00 \text{ m}^2 \text{ oC/W}$ y para confort térmico $R=1.00 \text{ m}^2 \text{ oC/W}$ .		1	
CONAVI	Criterios para una vivienda adecuada 2020	3.1.2.6	Colores claros de alta reflectancia en exterior (blanco o aluminio).		1	
CONAVI	Criterios para una vivienda adecuada 2020	3.1.2.7	Acabado final con textura lisa.		1	
		3.1.3	<b>Techos</b>			
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México	3.1.3.1	Masivos por espesor o rellenos masivos, significa que almacenen y amortiguen el calor con un espesor mínimo de 30 cm.		1	
CONAVI	Criterios para una vivienda adecuada 2020	3.1.3.2	Cara exterior con materiales aislantes, para ahorro $R=2.64 \text{ M}^2 \text{ oC/W}$ y para confort $R=2.025 \text{ m}^2 \text{ oC/W}$ .		1	
Secretaría de Economía	NMX-U-125-SCFI-2016	3.1.3.3	Colores claros de alta reflectancia con un valor mínimo de IRS (Índice de Reflectancia Solar de 105 según NMX).	1		

CONAVI	Criterios para una vivienda adecuada 2020		3.1.3.4	Acabado final con textura lisa en exterior.		1		
			3.1.4	<i>Ventanas</i>				
USGBC	LEED v4 para HOMES:DIS EÑO Y CONSTRUCCIÓN		3.1.4.1	Las ventanas serán el 15% máximo sobre la superficie bruta construida.		1		
CONAVI	Criterios para una vivienda adecuada 2020		3.1.4.2	Las ventanas en un muro no deberán ocupar más de un 20% de la superficie del muro.		1		
USGBC	LEED v4 para HOMES:DIS EÑO Y CONSTRUCCIÓN		3.1.4.3	Operables en espacios que den a patios y jardines de preferencia.		1		
Secretaría de Energía	NOM-024-ENER-2012		3.1.4.4	El vidrio que se elija tendrá que tener el sello de cumplimiento de la NOM-024-ENER-2012.	1			
USGBC	LEED v4 para HOMES:DIS EÑO Y CONSTRUCCIÓN		3.1.4.5	Buen sellado efectivo y hermeticidad para evitar puentes térmicos.	1			
USGBC	LEED v4 para HOMES:DIS EÑO Y CONSTRUCCIÓN		3.1.4.6	Marco protegido con una barrera térmica.		1		
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México		3.1.4.7	Marco eficiente que esté fabricado con un material de baja conductividad (madera, PVC, aluminio protegido o con quiebre térmico).	1			
USGBC	LEED v4 para HOMES:DIS EÑO Y CONSTRUCCIÓN		3.1.4.8	Vidrio con películas protectoras del sol contra la radiación solar (los acabados de color claro reflejan la radiación, cuando se requiere que se absorba la radiación en invierno los colores oscuros).		1		
USGBC	LEED v4 para HOMES:DIS EÑO Y CONSTRUCCIÓN		3.1.4.9	Vidrio de transmitancia térmica menor que 0.70 W/m.K.	1			
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México		3.1.4.10	Vidrio con un factor de coeficiente solar "g" o solar heat gain coefficient por sus siglas en inglés SHGC (entre más bajo mejor, ya que es la energía que atraviesa al vidrio, se recomienda con un factor de 0.40/40% de energía que deja pasar a través del cristal).		1		
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México		3.1.4.11	Vidrio con sello de low-e (baja emisividad).			6	

		3.1.5	<b>Vidrio a colocar</b>			
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable		Acristalamiento simple de 3 mm.		1	
		3.1.5.1				
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México		Acristalamiento doble.			4
		3.1.5.2				
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México		Acristalamiento triple.			6
		3.1.5.3				
		3.1.6	<b>Pisos</b>			
CONAVI	Guía de energía 2006		Piso interior con máximo 10 cm de aislamiento.		1	
		3.1.6.1				
		3.1.3	<b>Sistemas de enfriamiento</b>			
		3.1.3.1	<b>Sistemas de enfriamiento pasivos</b>			
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México		Ventilacion cruzada (Vanos o ventanas ubicados en partes superiores y por el muro contrario en la parte inferior para formar corriente, por tanto es necesario ubicar las tomas de aire en la fachada que recibe los vientos dominantes, oeste, la distancia que se requiere tener entre una y otra es hasta 5 veces la altura del espacio).	1		
		3.1.3.1.1				
CONAVI	Guía de energía 2006		a) Ventilación unilateral (Ubicarla en direcciones donde dé al patio o jardín, no ubicarla al oeste en invierno para que los vientos fríos no afecten).		1	
		3.1.3.1.2				
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México		b) Ventilacion por tiro se recomienda en espacios altos y que el aire exterior sea más frío que el interior, que la zona donde se encuentre la chimenea esté sombreada por árboles o bien que esté cerca de agua para que el viento que entre refresque (chimeneas eolicas, captadores eolicos o turbinas eolicas (cebollas).			
		3.1.3.1.3				
			c) Chimenea solar (con una orientación sur o suroeste, funciona con una abertura en un hueco hacia el exterior para sacar el aire que está dentro de la vivienda, y se puede renovar por otro medio o combinado con la ventilación subterránea).			2
		3.1.3.1.4				
<a href="http://2030palette.org">http://2030palette.org</a>	PALETTE 2030		d) Torre de enfriamiento o torre fría (se recomienda con una altura mínima de dos veces la altura del espacio a enfriar, con 3m2 de área aproximadamente).			
		3.1.3.1.5				
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México		Cubierta ventilada (Espacios debajo de la cubierta ubicados en el ático para enfriar).		1	
		3.1.3.1.6				
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México		Ventilación subterránea (pozos canadienses, geotermia, al instalarlos se debe de tratar el control de higiene para la legionela).			4
		3.1.3.1.7				



CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México	Energía y Materiales	3.1.3.1.8	Enfriamiento nocturno (Apertura de ventanas en áreas comunes para enfriar la vivienda, solo cuando la temperatura exterior sea más baja que la interior).		1	
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México		3.1.3.1.9	Enfriamiento evaporativo (Espejos de agua o fuentes de agua como estanques ubicados en accesos de la vivienda, o patios cerca de ventanas y vegetación).		1	
			3.1.3.2	<i>Sistemas de enfriamiento activos</i>			
CONAVI	Guía de energía 2006		3.1.3.2.1	Ventilador de mesa.		0	
CONAVI	Guía de energía 2006		3.1.3.2.2	Ventilador de plafón.		0	
CONAVI	Guía de energía 2006		3.1.3.2.3	Ventilador de pie.		0	
Secretaría de Economía	NMX-AA-164-SCFI-2013		3.1.3.2.4	El tipo de aire acondicionado que se elija debe de contar con una eficiencia mayor a lo especificado en la NOM-021-ENER-SCFI en relación a su valor de la Relacion de Eficiencia Energética REE consultar la tabla 7 de la NMX-AA-164SCFI-2013).	0		
CONAVI	Guía de energía 2006		3.1.3.2.5	El tipo de aire acondicionado que se elija debe de estar certificado por la NOM-011-ENER-2002.	0		
CONAVI	Guía de energía 2006		3.1.3.2.6	El tipo de aire acondicionado o o bomba de calor que se elija debe de tener un control exterior de reajuste que module la temperatura del agua de distribución en función de la temperatura del aire exterior.	1		
CONAVI	Guía de energía 2006		3.1.3.2.7	El tipo de aire acondicionado o o bomba de calor que se elija debe de tener de preferencia el sello de certificación fide.	0		
Secretaría de Economía	NMX-AA-164-SCFI-2013		3.1.3.2.8	El tipo de aire acondicionado tipo cuarto (mini split y multi split) deberán presentar una garantía mínima de 8 años.	0		
Gobierno de México	Normas Oficiales Mexicanas en Eficiencia Energética		3.1.3.2.9	El tipo de aire acondicionado tipo dividido o descarga libre sin conductos de aire debe de estar certificado por la NOM-023-ENER-2018.	0		
CONAVI	Guía de energía 2006		3.1.3.2.1	a) Aire acondicionado de ventana		0	
CONAVI	Guía de energía 2006		3.1.3.2.1	b) Aire acondicionado tipo split		0	
CONAVI	Guía de energía 2006	3.1.3.2.1	c) Aire acondicionado con sistema central		0		
USGBC	LEED v4 para HOMES: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN	3.1.3.2.1	Cualquier tubería diseñada como parte de un sistema de bomba de calor debe de tener un aislamiento	1			

		3.1.4	<b>Sistemas de calentamiento</b>			
		3.1.4.1	<b>Sistemas de calentamiento pasivos</b>			
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México	3.1.4.1.1	Ganancia directa solar (Mediante ventanas orientadas al sur con protecciones).	1		
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México	3.1.4.1.2	Muro de acumulación solar o muro trombe (Orientado al sur o suroeste).			4
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México	3.1.4.1.3	Para temperaturas muy bajas en invierno se recomienda un Invernadero adosado (Orientado hacia el sur o suroeste, hecho de cristal con ventilación natural).			2
		3.1.4.2	<b>Sistemas solares activos</b>			
Secretaría de Economía	NMX-164-SCFI-2013	3.1.4.2.1	Los aires acondicionados que utilicen bomba de calor tendrán que tener un valor de REE mayor o igual a los valores especificados en la tabla 8 de la NMX-164-SCFI-2013.	1		
		3.1.4.2.2	Aires acondicionados mini split o multi split con ciclo reversible (bomba de calor).	1		
		3.1.5	<b>Sistema de calentamiento de agua y alimentos</b>			
		3.1.5.1	Colector solar o calentador de agua solar	1		
USGBC	LEED v4 HOMES	3.1.5.1.1	No exceder un volumen máximo de agua caliente de 0.71 lts desde un calentador a la llegada del aparato o mueble sanitario (Tabla 26.).		1	
USGBC	LEED v4 HOMES	3.1.5.1.2	Longitud máxima de tuberías desde el colector a la fuente de agua caliente (ver depende del diámetro de la tubería.Tabla 24.)		1	
USGBC	LEED v4 HOMES	3.1.5.1.3	Los componentes del sistema deben de estar protegidos con aislamiento solo en caso de que en invierno las temperaturas lleguen a los 0 Grados centígrados.		1	
Gobierno de México	Normas Oficiales Mexicanas en Eficiencia Energética	3.1.5.1.4	El calentador de agua solar debe de cumplir y estar certificado por la NOM-027-ENER/SCFI-2018.		1	
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda 2017 y NMX-AA-164-SCFI-2013	3.1.5.1.5	El sistema debe de estar equipado con límites de temperatura máxima (válvulas de alivio de temperatura y presión).		1	
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda 2017 y NMX-AA-164-SCFI-2013	3.1.5.1.6	El calentador solar debe demostrar su rendimiento y eficiencia térmico de acuerdo a la norma.		1	
Johan van Lengen	Manual del arquitecto descalzo	3.1.5.1.7	Se recomienda en la zona norte del país Inclinarse el colector 45 grados.		1	

		3.1.5.2	Calentador de agua de paso		1		
CONAVI	Criterios para una vivienda adecuada 2020		El calentador de agua debe ser de rápida recuperación y tener el etiquetado de cumplimiento de las NOM-011-SESH-2012 y NOM-003-ENER-2011.		1		
Secretaría de Economía	NMX-164-SCFI-2013	3.1.5.2.1	Calentador con un volumen mayor a 8 L/min con una eficiencia térmica mínima de 87%.		1		
Secretaría de Economía	NMX-164-SCFI-2013	3.1.5.2.2	Debe de ser un calentador de rápida recuperación o instantáneo.		1		
Secretaría de Economía	NMX-164-SCFI-2013	3.1.5.2.3	Los calentadores deben de presentar una garantía que cubra la reposición del mismo, mínimo de 10 años para calentadores instantáneos.		1		
Secretaría de Economía	NMX-164-SCFI-2013	3.1.5.2.4	La instalación debe de tener una válvula de alivio o seguridad y la temperatura máxima dela agua de salida será de 60 grados.		1		
Secretaría de Economía	NMX-164-SCFI-2013	3.1.5.2.5	La ubicación no deberá de ser menor a 30 cm del nivel de piso terminado ni mayor de 1.20 m.		1		
Secretaría de Economía	NMX-164-SCFI-2013	3.1.5.2.6	Calentador de agua eléctrico (Con certificado de eficiencia).		1		
		3.1.5.3	Horno solar (Funciona por medio de conducción, radiación o convección, se utilizará en el jardín en una zona exterior).			4	
		3.1.5.4	Estufa eléctrica (Con certificado de eficiencia).			6	
		3.1.5.5	<b>Electrodomésticos eficientes</b>				
Gobierno de México	Normas Oficiales Mexicanas en Eficiencia Energética	3.1.6	Refrigeradores y congeladores electrodomésticos deben de tener el sello amarillo de eficiencia energética y el sello del cumplimiento de la NOM-015-ENER-2012 y garantía de FIDE de ahorro de energía eléctrica.		1		
Gobierno de México	Normas Oficiales Mexicanas en Eficiencia Energética	3.1.6.1	Lavadoras de ropa con sello amarillo de NOM-005-ENER-2012 de eficiencia energética y garantía de FIDE de ahorro de energía eléctrica.		1		
Gobierno de México	Normas Oficiales Mexicanas en Eficiencia Energética	3.1.6.2	Estufas y aparatos domésticos para cocción de alimentos que usan gas L.P. o gas natural deben de tener el sello de la NOM-025-ENER-2013.		1		
Gobierno de México	Normas Oficiales Mexicanas en Eficiencia Energética	3.1.6.3	Cualquier otros aparato electrodoméstico o electrico en la vivienda debe de contar con sellos que comprueben la alta eficiencia energética del aparato con la letra A, B ó C colores verdes, y la NOM-032-ENER-2013).		1		
		3.1.6.4	<b>Iluminación</b>				
SEDATU	CEV y NMX-AA-164-SCFI-2013	3.1.7	Iluminación natural				
CONAVI	CEV y NMX-AA-164-SCFI-2013	3.1.7.1	La vivienda debe de tener prioridad en la iluminación natural			6	

Secretaría de Economía	NMX-164-SCFI-2013		3.1.7.1.2	La iluminación natural debe de generar 250 o más luxes (se medirán mediante un luxómetro a 0.78 m de altura sobre el nivel de piso a cada 1.5 m a partir de una distancia de 4 m con respecto a los muros de fachada.		1		
<a href="http://2030.palette.org">http://2030.palette.org</a>	PALETE 2030		3.1.7.1.3	La iluminación que proporcionará las ventanas será aproximadamente 2.5 veces la altura de la abertura acristalada, hay que tomar en cuenta la proporción de cada ventana en cada espacio, siguiendo este principio.		1		
<a href="http://2030.palette.org">http://2030.palette.org</a>	PALETE 2030		3.1.7.1.4	Cada espacio debe de tener por lo menos el 25% de iluminación natural.		1		
<a href="http://2030.palette.org">http://2030.palette.org</a>	PALETE 2030		3.1.7.1.5	En espacios donde la luz natural se encuentre en más del 80% se recomienda solo pintar un muro lateral de color claro para distribuir uniformemente la luz solar y evitar deslumbramientos.		1		
<a href="http://2030.palette.org">http://2030.palette.org</a>	PALETE 2030		3.1.7.1.6	Ventanas (en cualquier orientación la iluminación será buena, en el norte se recomienda ya que no habrá radiación directa que afecte la vivienda).		1		
<a href="http://2030.palette.org">http://2030.palette.org</a>	PALETE 2030		3.1.7.1.7	Tubos de luz (Tipo de tragaluz donde se utiliza el cristal u objeto transparente creando un tubo en el interior de la vivienda, sirve de efecto rebote de luz dentro de la vivienda).		1		
<a href="http://2030.palette.org">http://2030.palette.org</a>	PALETE 2030		3.1.7.1.8	Repisas de luz (Bandeja que acompaña la ventana, el elemento puede ser interior o exterior y reflejará la luz que emite de la ventana hacia el interior con un mayor alcance, la longitud será igual a la altura del área acristalada, de colores claros de preferencia blanco).		1		
<a href="http://2030.palette.org">http://2030.palette.org</a>	PALETE 2030		3.1.7.1.9	Dobles alturas con ventanas altas hacia el norte.		1		
<a href="http://2030.palette.org">http://2030.palette.org</a>	PALETE 2030		3.1.7.1.1	Colores claros en las paredes (reflejar mucho mayor luz, y sensación de amplitud en los espacios, donde el nivel de luz natural es menor del 25%).		1		
			3.1.7.2	Iluminación artificial				
Secretaría de Economía	NMX-164-SCFI-2013		3.1.7.2.1	Contar con un sistema de medición de energía eléctrica de tipo electrónico y con capacidad de telemetría, adicional a los medidores de CFE, esto para tener una bitácora periódica de los registros de consumos totales de energía expresados en kWh.		1		
USGBC	LEED v4 HOMES		3.1.7.2.2	No utilizar lámparas de descarga en alta intensidad, fluorescentes compactas autobalastadas, fluorescentes lineales, incandescentes, incandescentes con halógenos y luz mixta.		1		
Secretaría de Economía	NMX-164-SCFI-2013		3.1.7.2.3	Cumplir con la potencia de iluminación en los diferentes espacios de una vivienda (consultar tabla).		1		

		3.1.7.2.4	Luminarias a utiizar			
		3.1.7.2.5	Luminarias fotovoltaicas en el exterior			4
Gobierno de México	Normas Oficiales Mexicanas en Eficiencia Energética	3.1.7.2.6	Lámparas LED con un mínimo de consumo de 3.5 W y con una eficiencia de 80 l/W (Certificadas por la NOM-030-ENER-2016 para eficacia luminosa de lámparas de diodos emisores de luz led integradas para iluminación general).		1	
		3.1.7.2.7	Mecanización automatizada (sistemas de detección de presencia, sensores ambientales y programación temporal como auxiliar al acondicionamiento térmico y lumínico).			6
		3.1.7.2.8	Capacidad de ajuste.			6
<b>3.2 Energías renovables</b>				<b>0</b>	<b>0</b>	<b>16</b>
		3.2.1	Solar fotovoltaica			
Gobierno de México	NOM-001 SEDE-2012	3.2.2	Sistema aislado a la red eléctrica (consta de módulos fotovoltaicos, regulador, baterías e inversor).			4
Gobierno de México	NOM-001 SEDE-2012	3.2.3	Sistema conectado a la red (consta de paneles solares fotovoltaicos DC, medidor bidireccional, inversor DC/AC, y tablero eléctrico).			4
Gobierno de México	NOM-001 SEDE-2012	3.2.4	Cálculo del sistema a utilizar (Número de paneles, eficiencia, potencia y área del panel, radiación solar promedio, área donde se colocarán los paneles, energía generada por día, demanda de energía en la vivienda).			4
Gobierno de México	NOM-001 SEDE-2012	3.2.5	Sistema automatizado (Utilización de la energía de acuerdo a la demanda en diferentes épocas del año).			4

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21. Estructura y sistema de puntaje del Sistema de Evaluación Sustentable para Vivienda (SESUVI) en el Apartado 4 de Gestión del Agua.

Apartado 4. Indicadores de sustentabilidad para la Gestión del Agua.					EVALUACIÓN		
FUENTE		APARTADO	ORDEN	CRITERIOS E INDICADORES	Indicadores obligatorios	Indicadores opcionales	Indicadores Extra
Institución	Documento				1	1 o más	2 a 6
<b>Total de puntaje máximo por indicador Gestión del Agua</b>					<b>11</b>	<b>9</b>	<b>12</b>
<b>4.1 Ahorro</b>					<b>11</b>	<b>9</b>	<b>12</b>
<b>4.1.1 Medición y recomendaciones</b>							
			4.1.1.1	Medidor de agua digital para la toma domiciliaria.	1		
SEDATU	Criterios de Vivienda Adecuada 2020		4.1.1.2	Los muebles sanitarios y sus accesorios deben de ser accesibles para su revisión.	1		
CONAVI	Guía de evaluación de vivienda sustentable		4.1.1.3	Válvulas de seccionamiento para alimentación en lavabos, inodoros, fregaderos, calentador de agua, tinaco, y cisterna (Según la NOM-001-CONAGUA-2011).	1		
<b>4.1.2 Fuentes de mayor consumo</b>							
<b>4.1.2.1 Regadera</b>							
CONAVI	Guía de evaluación de vivienda sustentable		4.1.2.1.1	Regadera con grado ecológico (certificada por la NOM-008-CONAGUA-1998).	1		
SEDATU y NOM-008-CONAGUA	Criterios de Vivienda Adecuada 2020		4.1.2.1.2	Dispositivo ahorrador reductores o economizadores de flujo, no inferior a los 3 l/min y que el máximo no supere los 7 l/min en un rango de presión de 0.2 kg/cm2 a 6kg/cm2.	1		
CONAVI	Guía de evaluación de vivienda sustentable		4.1.2.1.3	Llaves para bajar el consumo o llaves reductoras (Designación ecológica según la NMX-C-415-ONNCCE-2015)	1		
CONAVI	Guía de energía 2006		4.1.2.1.4	Regadera de manguera.		1	
<b>4.1.2.2 Inodoro</b>							
CONAVI	Reglas de operación para subsidios CONAVI 2020		4.1.2.2.1	Capacidad máxima del tanque o depósito de 4 lts.	1		
CONAVI	Uso eficiente del agua en desarrollos habitacionales		4.1.2.2.2	Eliminador de fugas (va en el área de la válvula de descarga).		1	
CONAVI	Uso eficiente del agua en desarrollos habitacionales		4.1.2.2.3	Inodoros de doble descarga.		1	
CONAVI	Uso eficiente del agua en desarrollos habitacionales		4.1.2.2.4	Inodoros automatizados.			
CONAVI	Uso eficiente del agua en desarrollos habitacionales		4.1.2.2.5	Sanitario seco.			6

			4.1.2.3	<b>Lavabo</b>			
CONAVI	Guía de evaluación de vivienda sustentable		4.1.2.3.1	Grifos ahorradores (Designación ecológica según la NMX-C-415-ONNCCE).	1		
USGBC	LEED v4 HOMES		4.1.2.3.2	Mezcladora de tipo monomando gasto máximo por minuto de 3.7 lts.	1		
			4.1.2.4	<b>Lavadora</b>			
CONAVI	Manual Saavi, Sistema de certificación SISEVIVE ecocasa		4.1.2.4.1	Lavadora consumo máximo permitido 198 lts por ciclo.		1	
CONAVI	NMX-AA-158-SCFI-2011		4.1.2.4.2	Se recomienda usar de preferencia una lavadora con denominación "grado ecológico" que tenga esta etiqueta y lo avale la NMX-AA-158-SCFI-2011.		1	
			4.1.2.5	<b>Tarja</b>			
USGBC	LEED v4 HOMES		4.1.2.5.1	Tarja con un consumo máximo de 5.6 lts por minuto.	1		
CONAVI	Uso eficiente del agua en desarrollos habitacionales		4.1.2.5.2	Monomando (Designación ecológica según la NMX-C-415-ONNCCE).	1		
CONAVI	Uso eficiente del agua en desarrollos habitacionales		4.1.2.5.3	Coladeras con contracranasta (residuos)		1	
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda 2017		4.1.2.6	<b>Riego</b>			
			4.1.2.6.1	a) Riego por goteo		1	
Secretaría de Economía	NMX-164-SCFI-2013		4.1.2.6.2	b) Microaspersión		1	
Secretaría de Economía	NMX-164-SCFI-2013		4.1.2.6.3	Sensores de lluvia/humedad			2
			4.1.2.6.4	Diseño de jardines de bajo consumo de agua donde predominen especies endémicas			4
Secretaría de Economía	NMX-164-SCFI-2013		4.1.2.6.5	Manguera con válvulas ahorradoras de presión hidráulica		1	
			<b>4.2</b>	<b>Reciclaje</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>12</b>
			4.2.1	<b>Tuberías y accesorios</b>			
Código de Plomería de California	Manual de diseño para manejo de aguas grises para riego exterior		4.2.1.1	Tuberías independientes a la que va al drenaje (doble tubería)	1		
Asociación Española de Empresas de Tratamiento y Control de Aguas	Guía técnica de recomendaciones para el reciclaje de aguas grises en edificios		4.2.1.2	La tubería debe de señalizarse de una manera en que se indique que es una tubería de agua reciclada	1		
Asociación Española de Empresas de Tratamiento y Control de Aguas	Guía técnica de recomendaciones para el reciclaje de aguas grises en edificios	Gestión del Agua	4.2.1.3	Si la tubería se encuentra próxima a una tubería de agua caliente, se debe de forrar de aislante	1		
Asociación Española de Empresas de Tratamiento y Control de Aguas	Guía técnica de recomendaciones para el reciclaje de aguas grises en edificios		4.2.1.4	Proteger la tubería de ventilación con rejillas para evitar la entrada de roedores u otros animales	1		

Asociación Española de Empresas de Tratamiento y Control de Aguas	Guía técnica de recomendaciones para el reciclaje de aguas grises en edificios	4.2.1.5	Válvulas antiretorno	1		
Asociación Española de Empresas de Tratamiento y Control de Aguas	Guía técnica de recomendaciones para el reciclaje de aguas grises en edificios	4.2.1.6	Válvulas check	1		
Asociación Española de Empresas de Tratamiento y Control de Aguas	Guía técnica de recomendaciones para el reciclaje de aguas grises en edificios	4.2.1.7	Contar con un cierre hidráulico (céspedes) en las descargas de aguas usadas	1		
Asociación Española de Empresas de Tratamiento y Control de Aguas	Guía técnica de recomendaciones para el reciclaje de aguas grises en edificios	4.2.1.8	Contador para aguas grises recibidas por el sistema			4
Asociación Española de Empresas de Tratamiento y Control de Aguas	Guía técnica de recomendaciones para el reciclaje de aguas grises en edificios	4.2.1.9	Sistema de rebose o demasía (bypass) para conducir el excedente de aguas (cuando exista) para la red general de drenaje y así evitar los caudales máximos de aguas grises y que no exista el reflujó			4
Código de Plomería de California	Manual de diseño para manejo de aguas grises para riego exterior	4.2.1.10	Cumplir con las distancias mínimas (Tabla 27.)	1		
		4.2.2	<b>Destino de agua reciclada</b>			
Secretaría de Economía	NMX-AA-164-SCFI-2013	4.2.2.1	El riego de las áreas verdes debe de ser solo con agua residual tratada, en este caso aguas grises reutilizadas		1	
Asociación Española de Empresas de Tratamiento y Control de Aguas	Guía técnica de recomendaciones para el reciclaje de aguas grises en edificios	4.2.2.2	El agua del inodoro será agua reciclada, cuando no exista suficiente demanda se tomará de la toma domiciliaria		1	
		4.2.3	<b>Sistema a utilizar</b>			
Asociación Española de Empresas de Tratamiento y Control de Aguas	Guía técnica de recomendaciones para el reciclaje de aguas grises en edificios	4.2.3.1	a) Por gravedad		1	
Asociación Española de Empresas de Tratamiento y Control de Aguas	Guía técnica de recomendaciones para el reciclaje de aguas grises en edificios	4.2.3.2	b) Con bomba		1	
Asociación Española de Empresas de Tratamiento y Control de Aguas	Guía técnica de recomendaciones para el reciclaje de aguas grises en edificios	4.2.3.3	Automatizados compatibles con opciones anteriores			4



		4.2.4	<b>Fuente a reciclar</b>			
		4.2.4.1	<i>Regadera y lavabo</i>			
		4.2.4.2	<i>Accesorios requeridos</i>			
Asociación Española de Empresas de Tratamiento y Control de Aguas	Guía técnica de recomendaciones para el reciclaje de aguas grises en edificios	4.2.4.2.1	a) Filtro de arena		1	
Asociación Española de Empresas de Tratamiento y Control de Aguas	Guía técnica de recomendaciones para el reciclaje de aguas grises en edificios	4.2.4.2.2	b) Filtro de malla			
Asociación Española de Empresas de Tratamiento y Control de Aguas	Guía técnica de recomendaciones para el reciclaje de aguas grises en edificios	4.2.4.2.3	Proceso de desinfección con cloración		1	
Asociación Española de Empresas de Tratamiento y Control de Aguas	Guía técnica de recomendaciones para el reciclaje de aguas grises en edificios	4.2.4.2.4	a) Depósito subterráneo con capacidad para almacenar el agua no mayor a 24 hrs		1	
Asociación Española de Empresas de Tratamiento y Control de Aguas	Guía técnica de recomendaciones para el reciclaje de aguas grises en edificios	4.2.4.2.5	b) Depósito exterior con capacidad para almacenar el agua no mayor a 24 hrs			
Asociación Española de Empresas de Tratamiento y Control de Aguas	Guía técnica de recomendaciones para el reciclaje de aguas grises en edificios	4.2.4.2.6	Los depósitos se dimensionarán de acuerdo a la función del volumen de agua a reciclar, tendrán un acceso para dar mantenimiento	1		
Asociación Española de Empresas de Tratamiento y Control de Aguas	Guía técnica de recomendaciones para el reciclaje de aguas grises en edificios	4.2.4.2.7	Se debe de realizar un cálculo previo para el abastecimiento de agua y necesidad de cada mueble	1		

Fuente: Elaboración propia.

El SESUVI se diseñó de tal manera que fuera práctico y entendible. El Sistema de Evaluación está basado en una lista de comprobación o check list como lo hacen diversas certificaciones en el mundo. El diseño y planeación de una vivienda sustentable normalmente son realizados por expertos en la materia, los cuales podrán entender fácilmente el SESUVI sin necesidad de un curso antes o preparación. De igual manera el SESUVI es de fácil comprensión para los usuarios de la vivienda, ya que tendrán una lista de requisitos claros con los que debe contar su vivienda para ser considerada sustentable.

#### **4.2 Evaluación y escala de puntaje**

El Sistema de Evaluación Sustentable para Vivienda (SESUVI) tiene un sistema de clasificación de acuerdo con la suma de puntos que dan todos los indicadores.

Según el Gobierno Vasco (2010), en su publicación *Los Sistemas de Certificación Mundiales* describe que un sistema de clasificación ofrece la valoración de un edificio en cuanto a su sustentabilidad y los resultados parciales por áreas o categorías de actuación distintos, para ello será necesario establecer los niveles de ponderación que permitirán interrelacionar los distintos aspectos ambientales para componer la puntuación global.

Con base en las certificaciones nacionales e internacionales que se analizaron como LEED v4 Homes, NAMA vivienda nueva Sisevive ecocasa y las Reglas de Operación para Vivienda Social, todas tienen en común la utilización del sistema de clasificación por medio de asignación de puntos, lo cual permite obtener una escala con diferentes niveles de calificación final.

Este sistema de clasificación busca ser un mecanismo de fácil entendimiento al ver las tablas del SESUVI. Como se muestra en la Tabla 22. Los puntajes están escalonados de 100 en 100 en 3 niveles. El primer nivel se refiere a casas que alcanzan el mínimo de 100 puntos y es denominado el Nivel de Vivienda Sustentable Básico El segundo nivel se refiere a casas que alcanzan hasta 200 puntos y se denomina Nivel de Vivienda Sustentable Media. Finalmente el nivel máximo es el Nivel de Vivienda Sustentable Alta, que corresponde a aquella que obtuvo entre 200 y 300 puntos.

Tabla 22. Niveles de puntuación máxima del SESUVI.

NIVELES DE PUNTUACIÓN MÁXIMA	VIVIENDA SUSTENTABLE BÁSICA	100 puntos
	VIVIENDA SUSTENTABLE MEDIA	De 100 a 200 puntos
	VIVIENDA SUSTENTABLE ALTA	De 200 a 300 puntos

**Fuente:** Elaboración propia.

La Tabla 23 contiene cada apartado desglosado por criterios, los cuales aportan un puntaje total para cada criterio clasificados como: obligatorios, opcionales y extra. Esta Tabla se diseñó para poder tener un control más preciso sobre el llenado de los apartados e identificar en donde hacen falta puntos para crear un balance entre los 4, y lograr el objetivo en cualquiera de los 3 niveles de calificación. Esta tabla está llena con el supuesto de 300 puntos, la máxima calificación en el SESUVI.

Tabla 23. Tabla general de evaluación de puntaje en cada indicador y categoría.

TABLA GENERAL DE EVALUACIÓN DEL SESUVI						
APARTADOS	CRITERIOS E INDICADORES	NO. DE INDICADORES OBLIGATORIOS	NO. DE INDICADORES OPCIONALES	NO. DE INDICADORES EXTRA	SUB TOTAL	TOTAL
Ubicación y contexto del sitio	Zonas de riesgos	7	0	0	7	12
	Ubicación de servicios	0	5	0	5	
Diseño bioclimático y accesibilidad universal	Medidas pasivas	27	19	0	46	73
	Accesibilidad Universal	18	0	0	18	
	Identidad y funcionalidad en el diseño	0	9	0	9	
Energía y materiales	Eficiencia energética	27	51	60	138	154
	Energías renovables	0	0	16	16	
Gestión del agua	Ahorro	11	9	12	32	61
	Reciclaje	10	7	12	29	
TOTALES		100	100	100	300	300

**Fuente:** Elaboración propia.

Uno de los principales retos en el diseño de la escala para los niveles de calificación final fue la asignación de puntos en todos los criterios. La evaluación se hizo de acuerdo con la importancia que varias normas oficiales mexicanas y normas mexicanas en materia de vivienda sustentable les daban a sus propios criterios. Para estructurar el SESUVI se trató de evaluar y ponderar cada criterio en individual respecto al nivel de importancia que tendría en la vivienda y el impacto que iba a tener en las etapas de diseño y la planeación. El apartado de Energía y Materiales tiene una mayor ponderación al igual que el caso de la certificación LEED v4 Homes.

De acuerdo con la CONAVI (2006), en la guía *Uso eficiente de la energía en la vivienda* actualmente el sector relacionado con los edificios consume el 19.7 % de total de la energía del país y las viviendas representan el 83.8% de ese total. Esto equivale al 16.51% del total de energía que se consume en la Republica Mexicana, no sólo por el consumo energético que representa sino por el porcentaje de población que son los usuarios de las viviendas.

### **4.3 Descripción de indicadores**

Como se señaló anteriormente, los apartados que integra el Sistema de Evaluación Sustentable para Vivienda (SESUVI) son 4: Ubicación y Contexto del Sitio, Diseño Bioclimático y Accesibilidad Universal, Energía y Materiales y Gestión del Agua. El contenido de estos apartados se basa en los objetivos para que una vivienda cumpla con los siguientes requerimientos: que una vivienda se ubique de manera que cuente con acceso a equipamiento y servicios respecto a su contexto urbano, se diseñe de acuerdo con medidas pasivas, tenga accesibilidad universal, ahorre y sea eficiente en cuestión de energía y agua. En los siguientes puntos se describe cada apartado y la manera en que se conseguirá el cumplimiento del SESUVI.

#### **4.3.1 Ubicación y Contexto del Sitio**

La NMX-AA-164-SCFI-2013 menciona que es primordial que una vivienda unifamiliar y/o multifamiliar debe de edificarse en zonas que no presenten ningún riesgo, tales como fallas geológicas, laderas con pendientes pronunciadas, suelos inestables, cauces de ríos, ni cualquier otro riesgo natural o antropogénico identificado según el atlas de riesgo o estudios de protección civil de la localidad. La vivienda debe de estar ubicada dentro de un área intraurbana, es decir, que ya cuente con infraestructura urbana, servicios de agua potable, drenaje, energía eléctrica, alumbrado público, vialidades, cercanía de transporte público. Otro punto importante sobre el contexto del sitio es el uso de suelo, ya que la vivienda debe de encontrarse en suelo urbanizable según los programas de desarrollo urbano de cada ciudad y no afectar áreas de protección.

Para este sistema de evaluación se tomaron en cuenta los criterios anteriores y los subtemas quedaron de la manera como se indica el Gráfico 38.

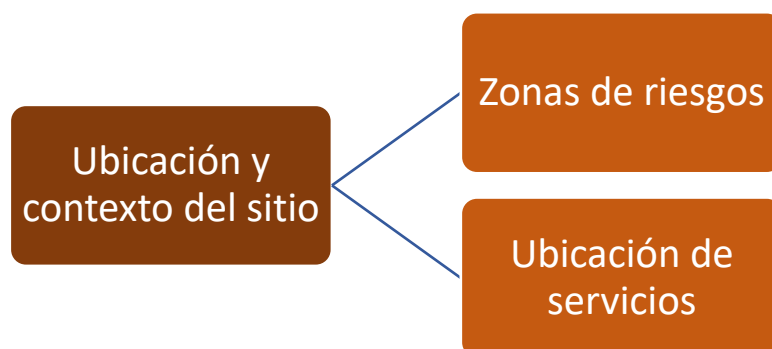


Gráfico 38. Diagrama del Apartado "Ubicación y contexto del sitio".

**Fuente:** Elaboración propia.

Los criterios sobre las zonas de riesgo se establecieron según los criterios en la NMX-AA-164-SCFI-2013 (Edificación sustentable, criterios y requerimientos ambientales mínimos), los cuales son de carácter obligatorio por la seguridad que implican a la hora de planear construir una vivienda.

Para la ubicación de servicios fue importante tomar en cuenta el radio que debe de tener una vivienda al punto más cercano de parada de transporte público, servicios de salud, educación, ocio y diversión. Se consultaron diferentes documentos a fin de establecer la distancia mínima (Anexo 2 "Tablas comparativas") y se eligieron los criterios de las Reglas de Operación para la Vivienda Social.

### 4.3.2 Diseño bioclimático y accesibilidad universal

La planeación sobre el diseño de una vivienda es un elemento esencial, ya que como lo mencionan las Reglas de Operación del Programa de Vivienda Social emitido por la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (2020), menciona que el diseño una vivienda sustentable se define como un espacio habitable, ya que desde su diseño arquitectónico, debe contemplar las necesidades fundamentales del ser humano, proporciona además el bienestar a sus habitantes, propicia el ahorro económico familiar y mitiga las emisiones de gases efecto invernadero.

Dentro del diseño de una vivienda se deben considerar las necesidades específicas del usuario, y la accesibilidad universal es una de ellas, ya que según la CONAVI (2017), con el *Código de Edificación de Vivienda* menciona que la accesibilidad es la combinación de elementos contractivos y operativos que permiten a cualquier persona con independencia de su condición física, psíquica o sensorial, el llegar, entrar, salir, orientar y comunicar, con un uso seguro, autónomo, cómodo y digno de los espacios construidos, del mobiliario y del equipo.

A continuación, en el Gráfico 37 se desglosa el apartado de Diseño y accesibilidad universal y sus diferentes categorías.

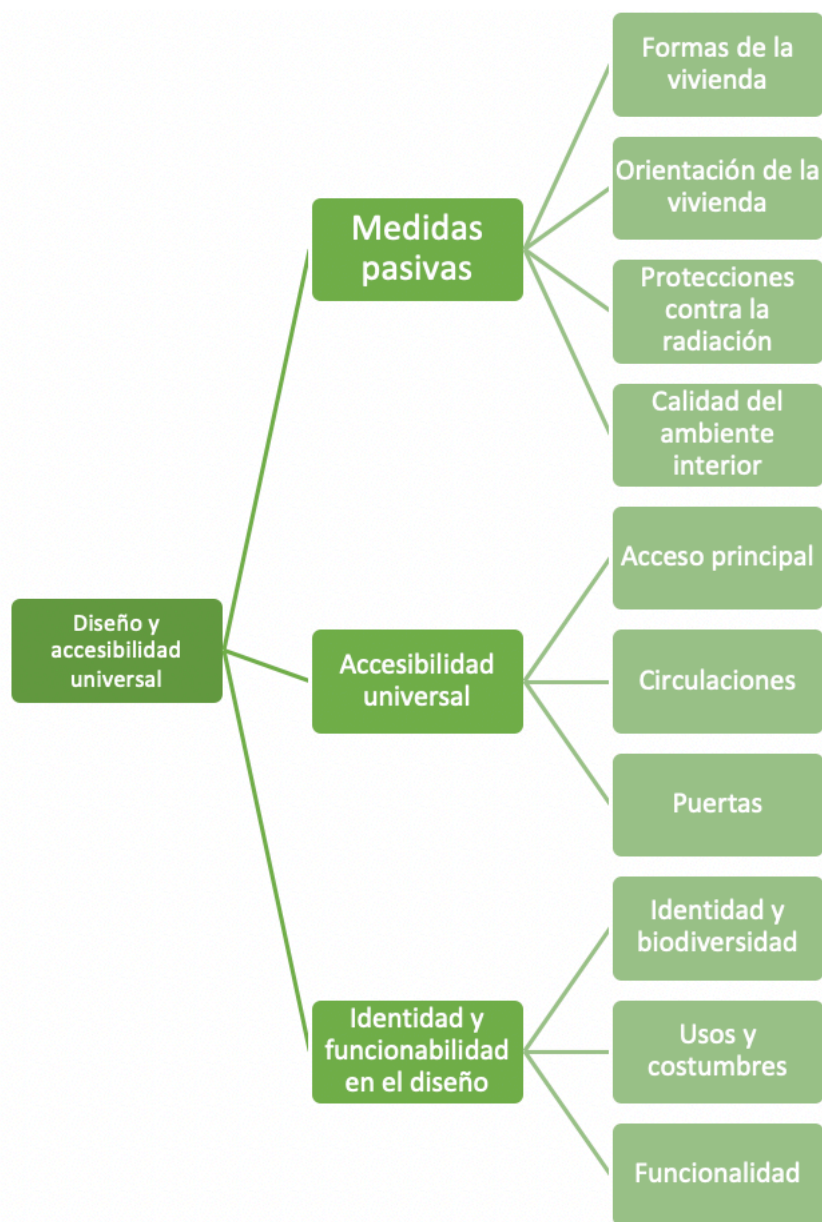


Gráfico 39. Diagrama del Apartado ‘‘Diseño y accesibilidad universal’’.  
**Fuente:** Elaboración propia.



Los ejes principales que contiene el presente apartado son las medidas pasivas, la accesibilidad universal y la estética e identidad en el diseño.

### **Medidas Pasivas**

De acuerdo con la CONAVI (2020) en el documento *Criterios técnicos para una vivienda adecuada* se establece que para tener un diseño adecuado en la vivienda es importante considerar estrategias pasivas de diseño, como la orientación de la vivienda y de sus espacios interiores, ventanas, y superficies expuestas a la intemperie para favorecer el confort del interior, esto a su vez es importante para el ahorro energético de la vivienda. Las medidas pasivas como su nombre lo dicen, son acciones que no repercuten de forma negativa en la economía de los habitantes de la vivienda por el consumo energético que generan ya que es muy bajo, ni causan impacto en el medio ambiente por los recursos y procesos implicados en la generación de energía.

El sistema de evaluación está configurado para aplicarse en una vivienda con bioclima cálido seco en el país, esto a su vez genera una serie de necesidades específicas. Según la CONAVI (2020), en la guía *Uso eficiente de la energía en la vivienda* los requerimientos pasivos a cubrir para una vivienda son los siguientes:

- Meses fríos (diciembre a marzo):
  - Calentamientos directo por la mañana e indirecto por las tardes
  - Inercia térmica de la envolvente
  - Mínimo contacto del edificio con el medio ambiente
  - Evitar infiltraciones
  - Evitar vientos fríos de invierno
- Meses en transición (abril, mayo y noviembre)
  - Ventilación adecuada para el control higrotérmico
  - Humidificación por las tardes

- Meses de calor (julio a octubre)
  - Evitar ganancias solares, directas e indirectas
  - Espacios enterrados, semienterrados, taludes
  - Formas compactas y contiguas
  - Áreas exteriores protegidas (microclimas con patios)
  - Ventilación natural con tratamiento previo (enfriamiento y humidificación)

Para tener una buena orientación de la vivienda, es necesario tomar en cuenta varios factores meteorológicos, ya que como lo menciona Morillon (2004), no solo la temperatura, la humedad y la precipitación son importantes a la hora de diseñar estrategias pasivas. El recorrido del sol, la dirección de los vientos fríos, las estaciones del año, la intensidad de radiación, la latitud del lugar, son factores determinantes para diseñar los criterios.

Según la CONAVI (2020), en los *Criterios técnicos para una vivienda adecuada* menciona que la orientación y la forma son las primeras acciones que se deben considerar para el buen funcionamiento y desempeño térmico de la vivienda, como se ilustra en el Gráfico 40.

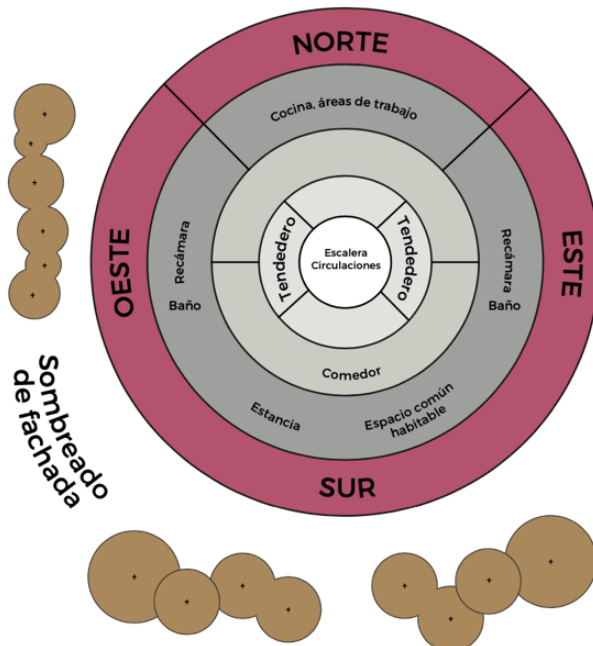


Gráfico 40. Orientación adecuada para la vivienda de acuerdo con el clima cálido seco en el norte de México.

Fuente: Criterios Vivienda Adecuada (CONAVI, 2020).

Como criterios obligatorios están la forma de la vivienda compacta para reducir pérdidas o ganancias de calor y cubiertas con poca pendiente y se recomienda agregar desniveles para favorecer aberturas con ventilación natural, así como una altura promedio para la circulación del aire, y un patio, ya que servirá como generador de microclima.

La CONAVI et al. (2017), menciona los porcentajes referentes al total de vivienda en m<sup>2</sup> para tener dimensiones adecuadas en espacios de una vivienda, los cuales son obligatorios.

Un patio con vegetación también ofrece un elemento "refrigerador evaporativo" para mejorar una solución de ventilación natural. (NAMA, 2012).

De acuerdo con los análisis de Morillón (2006) en diferentes viviendas del norte de México con bioclima cálido seco se recomienda que la forma de una vivienda sea alargada, con la parte sur hacia algún acceso o en la parte trasera, ya que la orientación sur es donde más se recibirá radiación a lo largo del año, por ubicación de la tierra respecto al sol a lo largo de las estaciones. Gráfico 41.

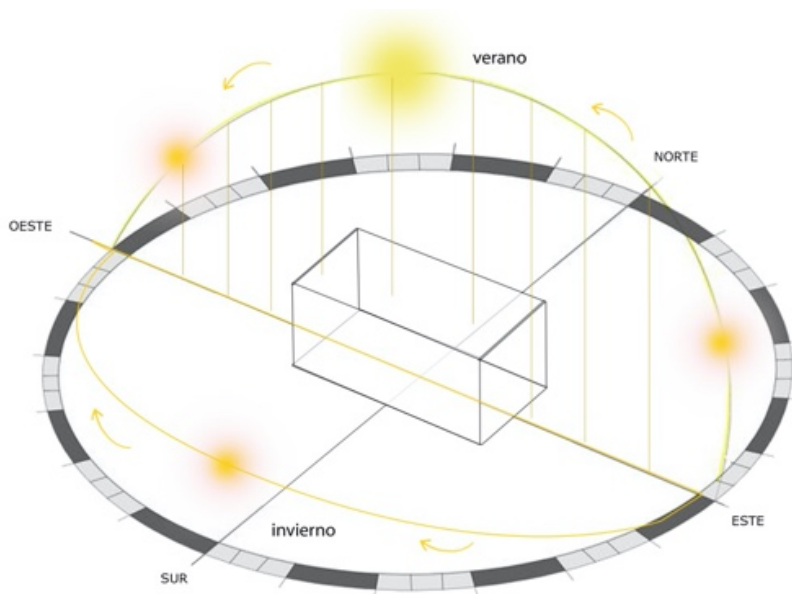


Gráfico 41. Asoleamiento a lo largo del año, orientación del sol.

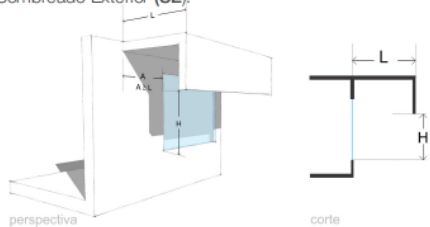
**Fuente:** Exposición NAMA paso a paso (CONAVI, 2015).

En la orientación sur la vivienda debe de evitar estar expuesta, por el contrario, el norte será una orientación la cual no recibirá radiación, solo en verano, donde los rayos del sol se encuentran perpendiculares a la tierra. Las orientaciones este y oeste recibirán radiación también por el recorrido del sol, pero solo a medio día o por la tarde. Los vientos fríos vendrán del norte por lo que se recomienda colocar barreras, de preferencia vegetación de hoja perene.

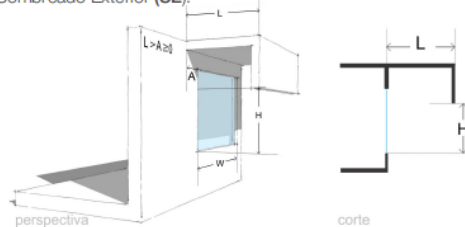
El criterio de "Protecciones contra la radiación" es muy importante porque de ahí depende que tanto se necesitará un sistema activo (aires acondicionados, ventiladores, bombas de calor), es por eso por lo que la mayoría de los criterios son obligatorios. La parte de "ventanas" se considera obligatorias a las ventanas remetidas, ya que, de proyectarse de esa manera, no es necesario tener tantos volados o dispositivos de control solar, parasoles o celosías, ya que el sol no entrará directamente en la ventana. Gráfico 42.

Es recomendable de igual manera contar con otra opción de protección como láminas de control solar, o vegetación de hoja caduca.

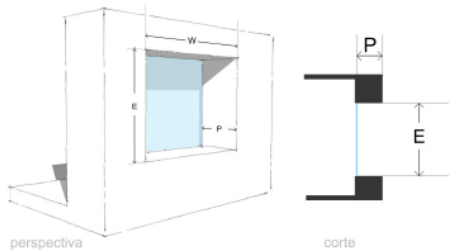
**Volado con extensión lateral más allá de los límites de la ventana.**  
Utilizar **Tabla 2** de la NOM-020 para calcular el factor de corrección de Sombreado Exterior (SE).



**Volado con extensión lateral hasta los límites de la ventana.**  
Utilizar **Tabla 3** de la NOM-020 para calcular el factor de corrección de Sombreado Exterior (SE).



**Ventana remetida.**  
Utilizar **Tabla 4** de la NOM-020 para calcular el factor de corrección de Sombreado Exterior (SE).



**Ventana con partesoles.**  
Utilizar **Tabla 5** de la NOM-020 para calcular el factor de corrección de Sombreado Exterior (SE).

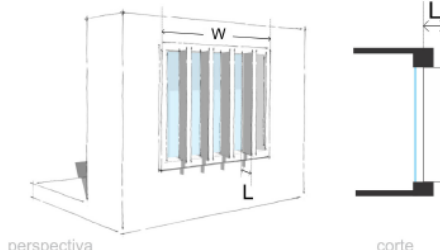


Gráfico 42. Protecciones solares en ventanas.  
Fuente: Manual técnico de la NOM-020-ENER-2013.

La vegetación juega un papel importante no solo para crear microclimas en la vivienda, sino para actuar como barrera de vientos fríos y radiación como ya se mencionó. Por eso también hay puntos de obligatoriedad en cuanto al cuidado de las especies, el sembrado de al menos un árbol, distinguir las especies de hoja perenne y de hoja caduca (Gráfico 43), así como las especies nativas, como ya se mencionó en capítulos anteriores, el promedio de precipitación es bajo por lo cual las especies que se colocarán en jardines y patios serán de bajo consumo de agua, y éstas siempre son las nativas.

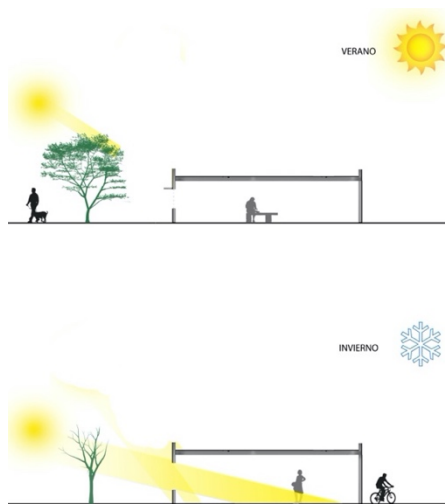


Gráfico 43. Funcionamiento de árboles de hoja perenne y de hoja caduca de acuerdo con las orientaciones o épocas del año.

**Fuente:** Exposición NAMA paso a paso (CONAVI, 2015).

Según el Código de Edificación de Vivienda, y la NAMA (Acción de Mitigación Nacionalmente Apropiada, por sus siglas en inglés), se considera como confort térmico a las temperaturas entre los 18 y 25 grados. El diseño acústico también es importante, el cual no debe de exceder de los 65 decibeles (dBA, unidad utilizada para medir la intensidad del sonido, según la definición de la NMX-164-SCFI-2013) Y para poder cumplir con este criterio será necesario apearse al cumplimiento de la NOM-081-SEMARNAT-2003.

## Accesibilidad Universal

De acuerdo con la CONAVI (2017) en el *Código de edificación de vivienda* la vivienda accesible debe ser aquella que se proyecta y construye desde su origen con base en las necesidades específicas de funcionalidad y accesibilidad de un usuario con discapacidad, al cumplir con los requerimientos establecidos.

La categoría de accesibilidad universal se divide en acceso principal (Gráficos 44 y 45.), circulaciones dentro de la vivienda (Gráfico 46.), puertas, sanitario (Gráfico 47 y 48.) y cocina (Gráfico 49 y 50.) con las medidas, espacio y giros necesarios para una vivienda con accesibilidad universal. A continuación, se explica de manera grafica las circulaciones y diagramas en diferentes espacios.

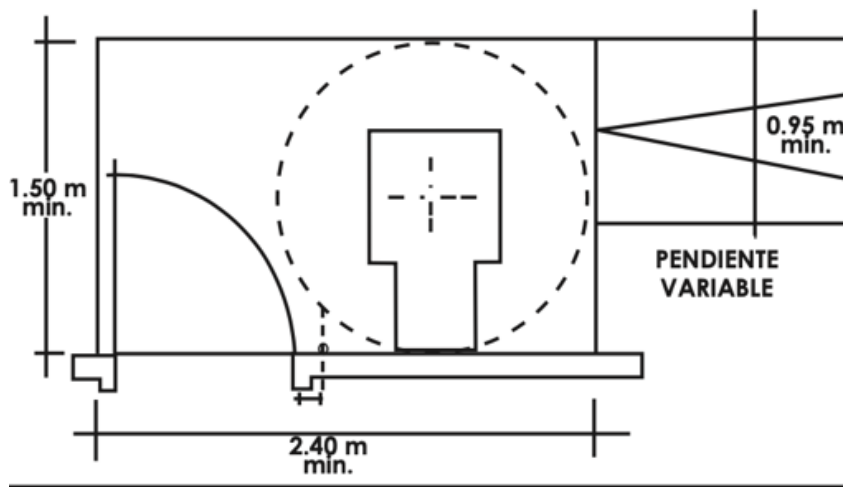


Gráfico 44. Acceso principal con abatimiento hacia el exterior de la vivienda.

**Fuente:** Código de edificación de vivienda (CONAVI et al. 2017).

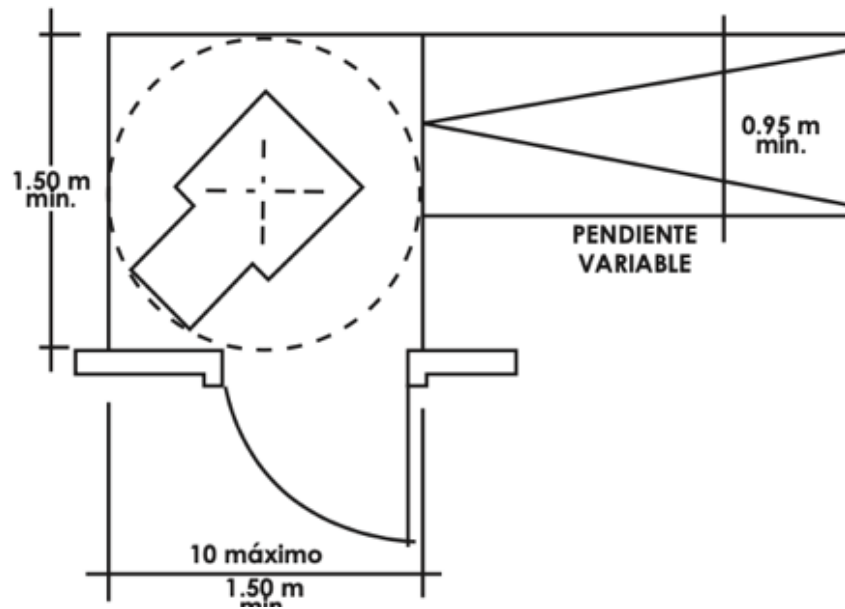


Gráfico 45. Acceso principal con abatimiento hacia el interior de la vivienda.  
**Fuente:** Código de edificación de vivienda (CONAVI et al. 2017).

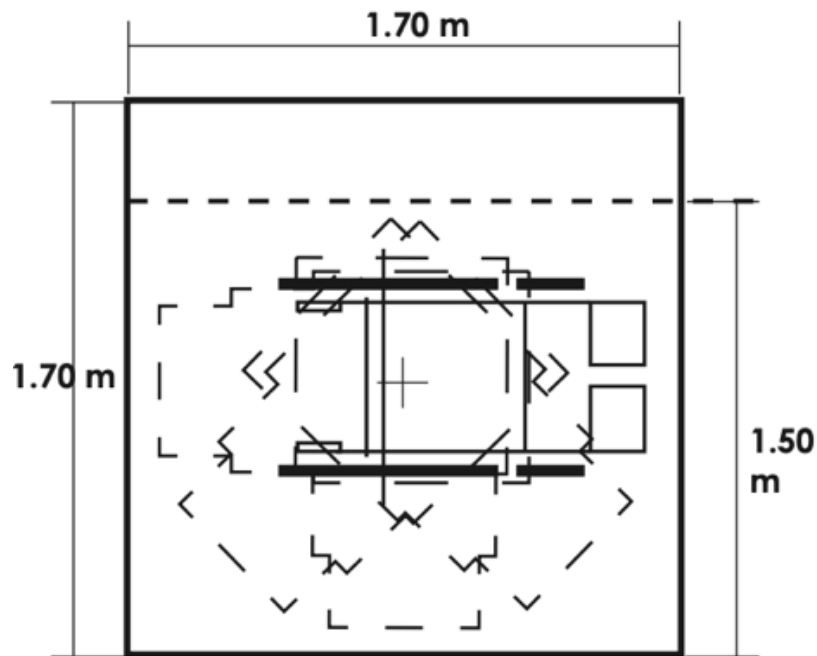


Gráfico 46. Superficie mínima para giros de 180o en sillas de ruedas.  
**Fuente:** Código de edificación de vivienda (CONAVI et al. 2017).

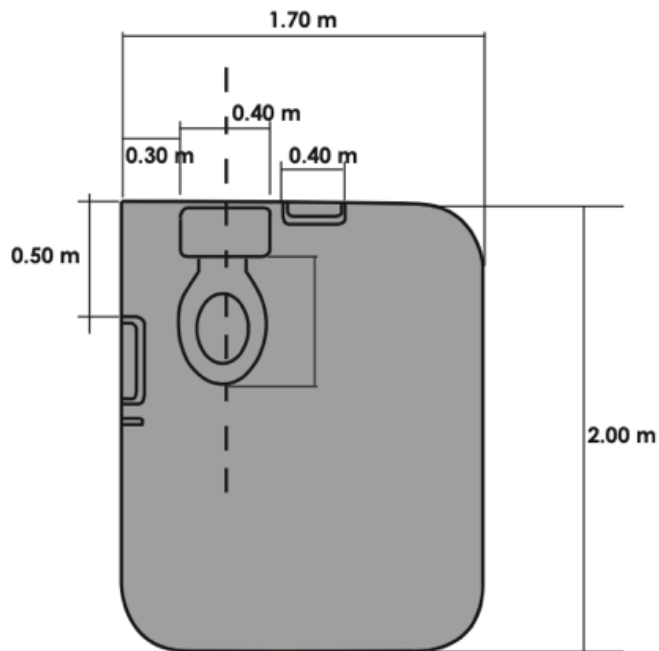


Gráfico 47. Espacio libre mínimo en la zona del inodoro.  
**Fuente:** Código de edificación de vivienda (CONAVI et al. 2017).

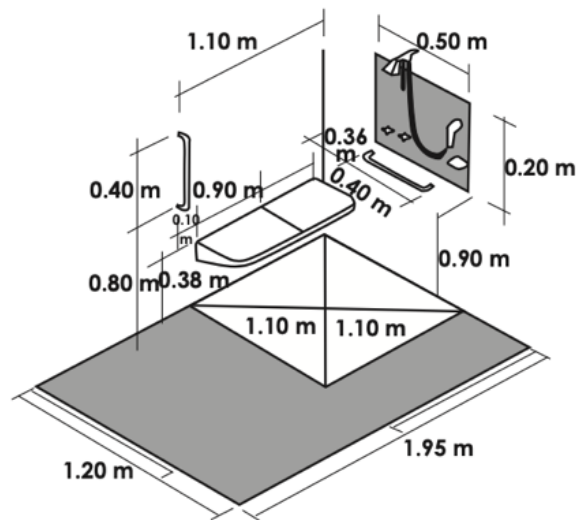


Gráfico 48. Espacio libre mínimo en la zona de la regadera y la colocación de accesorios.  
**Fuente:** Código de edificación de vivienda (CONAVI et al. 2017).



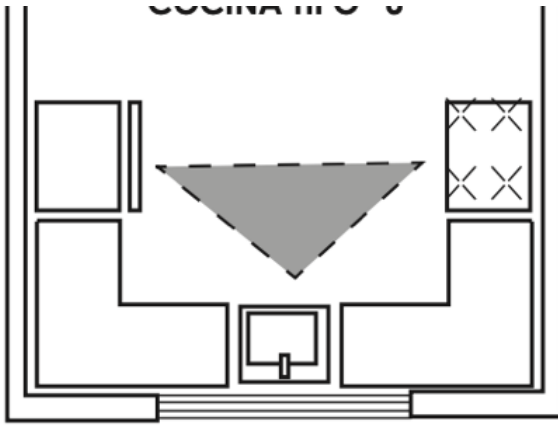


Gráfico 49. Disposición adecuada del mobiliario de la cocina tipo "U".  
**Fuente:** Código de edificación de vivienda (CONAVI et al. 2017).

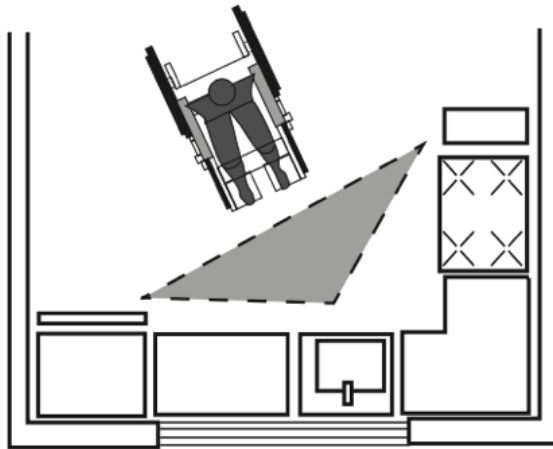


Gráfico 50. Disposición adecuada del mobiliario de la cocina tipo "L".  
**Fuente:** Código de edificación de vivienda (CONAVI et al. 2017).

## Identidad y Funcionabilidad en el Diseño

La identidad y funcionabilidad en el diseño son cualidades en la planeación del diseño de una vivienda, y como lo describen la CONAVI (2020) en los *Criterios técnicos para una vivienda adecuada* la identidad se define como la respuesta a los usos y costumbres por medio de un diseño arquitectónico, el cual debe de promover la identidad de la región, ser una propuesta agradable, habitable y confortable, y conjuntar elementos que promuevan el arraigo a la zona y las conservación y mejoramiento de la imagen urbana del sitio.

Las costumbres del lugar dan origen a espacios típicos de cada lugar, en el norte del país se utilizaban patios centrales en las viviendas, así como pórticos y terrazas entre otros. Tener un espacio donde realizar carnes asadas, reuniones familiares al aire libre son actividades típicas del norte del país, y adecuar un espacio para estas actividades es algo esencial. Dentro de esta categoría también incluye criterios que promueven el mejoramiento de la imagen urbana de la vivienda, y la protección de especies endémicas. Todos estos criterios dan puntos opcionales.

La funcionalidad y salud son puntos importantes ya que fungen a partir de la tipología la cual está enfocado el sistema de evaluación, vivienda tipo media. Los criterios que incluye son las zonificaciones y dentro de ellas los espacios que debe de tener de acuerdo con la CONAVI (2017) en la clasificación de vivienda según el *Código de Edificación de Vivienda*.

La importancia de los espacios es vital para la salud, ya que actualmente se vive una pandemia, es por eso por lo que los espacios de la vivienda deben de ser rediseñados de acuerdo con las recomendaciones de la OMS (2020), una recámara aislada con baño completo en el interior, otro baño completo para el resto de los usuarios, así como un medio baño para las visitas, son características que debe de tener la vivienda. Las ventilaciones e iluminación natural son básicas para tener espacios con un ambiente adecuado y saludable.

El artículo que publicó el Profesor Ignacio de Rojas en la gaceta de la Universidad de Alcalá (25/06/20) cita lo siguiente: " El problema de la vivienda es similar al de la ciudad, aunque a otra escala. De acuerdo a lo que se comenta en los últimos días, parece que las personas que no tiene patio, terraza o jardín en su casa sufren de niveles de estrés, se sienten asfixiados en sus propios hogares, creo que podría haber pequeñas adaptaciones de la vivienda existente o a concebir viviendas nuevas con estos criterios de habitabilidad, buscar condiciones higiénicas aún mejores a las vigentes y probablemente al mejorar el nivel de intimidad o privacidad, y entender que estos cambios son adaptaciones puntuales de la vivienda". Portal Comunicación (2020).

Estos problemas han surgido a lo largo del confinamiento, ya que la mayoría del tiempo se pasaba fuera de casa, y ahora sucede lo contrario, y la mayoría del tiempo se está en la vivienda, lo que ocurre es la respuesta a una serie de errores en el diseño, una mala orientación, falta de espacios necesarios, falta de ventilación e iluminación natural.

#### **4.2.3 Energía y materiales**

De acuerdo con la CONAVI (2006) en la guía *Uso eficiente de la energía en la vivienda* subraya que la eficiencia energética consiste en buscar los medios para disminuir la energía consumida en la prestación de cada servicio, al integrar, al partir del diseño de una vivienda, todos los componentes energéticos y medioambientales para reducir significativamente el consumo de energía y por ende las emisiones de CO<sub>2</sub>. Cabe mencionar la importancia de las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de eficiencia energética, ya que desde que inició su implementación hicieron posible el ahorro de 7 mil 762 GWh, entre 1995 y el 2000. Estos ahorros se pueden potencializar si cada vivienda es planeada en base a estas NOM's y en conjunto con otras estrategias pasivas.

El Apartado de Energía se combinó con los Materiales, ya que es una combinación por el tema del aislamiento térmico y el envolvente. A continuación, se puede observar en el Gráfico 51 la estructura del apartado.

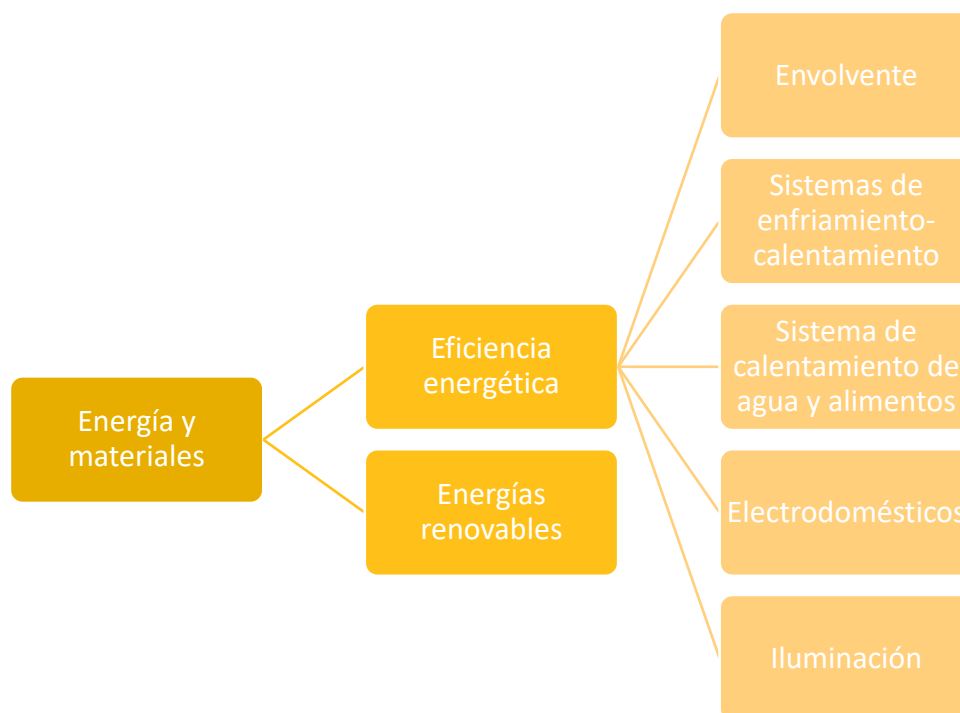


Gráfico 51. Diagrama de Apartado "Energía y materiales".

Fuente: Elaboración propia.

### Envolvente de la vivienda

En México el acondicionamiento térmico de estas edificaciones repercute en gran medida en la demanda pico del sistema eléctrico, al tener su mayor impacto en las zonas norte y costeras del país, en donde es más común el uso de equipos de enfriamiento que el de calefacción. NOM-020-ENER-2011

Como lo menciona la NOM-020-ENER-2011, las zonas de mayor impacto en consumo de energía es el norte del país el cual, por su bioclima, posee estas desventajas a diferencia del resto del país. Es por eso, que el sistema de evaluación tiene mayor enfoque en este indicador, al tener un número mayor de criterios y la mayoría de puntaje extra.

La NOM-020-ENER-2011 menciona en sus definiciones a la envolvente como el techo, paredes, vanos, puertas, piso y superficies inferiores, que conforman el espacio interior de un edificio para uso habitacional.

De acuerdo con Van Lengen (2013) en su libro el *Manual del arquitecto descalzo* define a la envolvente como el abrigo de una construcción, la principal protección de una el cual puede tener cierto número de cualidades y volverse permeable o impermeable, depende de como se desee diseñar, en este caso, lo que se busca es el aislamiento térmico.

Este Apartado está basado en varios conceptos y parámetros que contiene la NOM-020-ENER-2011, aunque con este Sistema de Evaluación no se garantiza el cumplimiento de esta NOM, con el cumplimiento de indicadores se busca impulsar las características contenidas en la NOM para acercar la vivienda a su cumplimiento y que pueda llegar a cumplirla.

### **Materiales Aislantes**

De acuerdo con la NOM-018-ENER-1997 (Aislantes térmicos para edificaciones, características y métodos de prueba) define a un aislante térmico como un producto, elemento o componente que se utiliza para proporcionar resistencia al flujo de calor. También identificado como termoaislante.

En la primera parte del Apartado se encuentran los materiales aislantes, de los cuales muestran los parámetros más importantes en cuanto a sus propiedades térmicas, como lo son la resistencia térmica (R, de acuerdo con la NOM-020-ENER-2011 es el valor dado por el rendimiento del material, el espesor y la conductividad térmica del material). En este criterio se menciona que la resistencia debe de ser alta ya que cuanto mayor sea su valor, mayor es la capacidad aislante, los parámetros que se deben consultar son en base a la NMX-C-460-ONNCCE-2009.

La conductividad térmica ( $\lambda$ , según la NOM-020-ENER-2011 es la cantidad de calor que permite pasar el material por un metro lineal, la cual debe de ser baja, ya que cuanto menor sea, el material conducirá menos calor y por lo tanto será aislante, para consultar los coeficientes de cada material se puede consultar la NOM-020-ENER-2011, apéndice D).

La transmitancia térmica (U o K en la NOM-020-ENER-2011, y de acuerdo con las NAMA se define como la medida del calor que fluye por unidad de tiempo y superficie, transferido a través de un sistema constructivo, se calcula de acuerdo con la NOM-020-ENER-2011, algunos valores de referencia por ciudades están en la Tabla 1 de la NOM-020-ENER-2011. Los demás valores como son que el material tenga propiedades de alta resistencia a la compresión, fuego y agua también son necesarios para un buen comportamiento en la edificación.

De acuerdo con investigaciones de la Universidad Politécnica de Madrid (2017), los materiales aislantes aparte de cumplir con las propiedades térmicas que se mencionaron anteriormente, deben de cumplir con requerimientos sustentables a lo largo de su ciclo de vida. Es importante para este sistema de evaluación agregar las recomendaciones de utilizar materiales que se produzcan a partir de materia prima de origen vegetal y que el material sea reciclable después de su vida útil.

Como últimos criterios se encuentran la certificación del material por medio del sello FIDE (Gráfico 52), el cual es un requisito NAMA y otras certificaciones en México, esto avala los requerimientos anteriores y el cumplimiento de estos. Así como la precaución de no utilizar materiales nocivos a la salud, que de acuerdo con la NMX-AA-164-SCFI-2013 se encuentran en el apéndice informativo 11.



Gráfico 52. Sello FIDE en diferentes productos que contribuyen al ahorro de energía eléctrica.

**Fuente:** Exposición (NAMA paso a paso, 2015).

Dentro del criterio de la envolvente se encuentra muros, techos y ventanas. Cada uno con los indicadores necesarios, la mayoría tomados de *NAMA* y *Criterios para una Vivienda Adecuada*.

Entre los criterios que se encuentran en los muros están los colores claros de alta reflectancia, la opción de aislar solo por el exterior, y no por el interior como se realiza en algunos países de Europa donde los requerimientos de aislamiento son mayores.

En los techos se cataloga de obligatoriedad el criterio de color final, ya que como se había mencionado es una de las zonas que recibirá mayor radiación solar a lo largo del año, según la NMX-U-125-SCFI-2016 (Revestimientos para techo con alto índice de reflectancia solar. Especificaciones y métodos de ensayo) se recomiendan colores claros de alta reflectancia con un valor mínimo de 105 según norma. Gráfico 53.

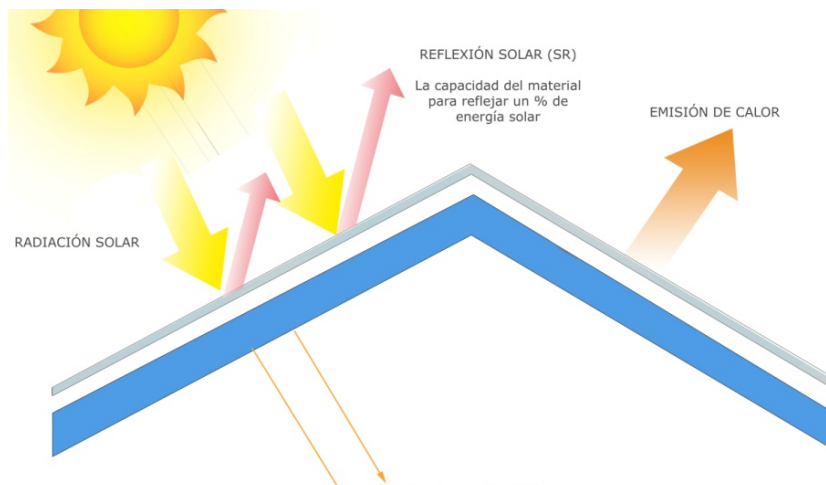


Gráfico 53. Diagrama de fachada reflectante con colores claros y aislada.

**Fuente:** Exposición (NAMA paso a paso, 2015).



El indicador de "ventanas" comienza por los porcentajes mínimos sobre la superficie construida total y parcial, según *Leed Homes: Diseño y construcción*, así como la operatividad de las ventanas hacia jardines o patios, esto con la finalidad de refrescar el espacio. Estos criterios son opcionales.

Los criterios obligatorios en esta categoría es la normatividad que deben de cumplir las ventanas, los vidrios tienen que tener el sello de la NOM-024-ENER-2012 (Características térmicas y ópticas del vidrio y sistemas vidriados para edificaciones), el sellado efectivo para evitar puentes térmicos (Gráfico 54, los colores cálidos reflejan la entrada del calor a la vivienda por medio de los puentes térmicos a causa de un mal sellado), y dentro de ese podemos ver el criterio de marco eficiente que esté fabricado con un material de baja conductividad, ya que según la CONAVI (2020) en el documento los *Criterios técnicos para una vivienda adecuada* pueden ser de madera, PVC, o aluminio protegido.

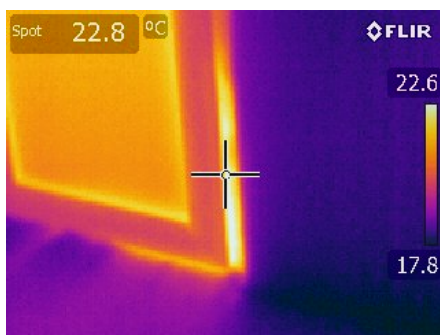


Gráfico 54. Ventana con puentes térmicos mediante un estudio de termografía.

**Fuente:** Exposición (NAMA paso a paso, 2015).

El vidrio debe de tener una transmitancia térmica menor de 0.70 W/m.K, este dato fue obtenido de *Leed Homes: Diseño y construcción* y comparado con *NAMA vivienda nueva* la cual tiene un factor de 2.8 W/m.K se optará siempre por los parámetros más estrictos, en este caso el de Leed Homes. Los siguientes criterios opcionales son el tipo de vidrio a elegir el cual da puntos extra a los de mayor protección (doble (Gráfico 55.) y triple).

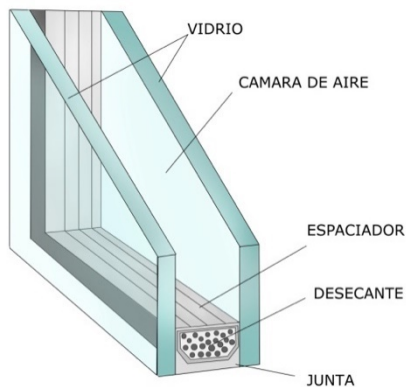


Gráfico 55. Estructura del acristalamiento doble.

Fuente: Exposición (NAMA paso a paso, 2015).

El último criterio de esta categoría es el aislamiento a pisos, el cual es opcional ya que como lo indica la CONAVI (2012) en la protección a los pisos no es prioridad en el aislamiento, al menos en este caso donde la humedad del piso y la temperatura puede beneficiar.

### Sistemas de Enfriamiento

De acuerdo con la CONAVI (2012) la ganancia solar en bioclimas cálidos es la causa principal de sobre calentamiento en los edificios lo que resulta en el sobre dimensionamiento y sobre uso de los sistemas activos de aire acondicionado. La eliminación de estas ganancias es fundamental para reducir la demanda de frío y por tanto el consumo energético de la vivienda. Para ello es importante tener analizado el soleamiento del lugar y las necesidades de confort y aplicarlos para orientar la vivienda y diseñar las protecciones necesarias (Gráfico 56.). En lugares donde hay una demanda de calefacción se puede aprovechar estas ganancias para calentar la casa.



Gráfico 56. Vivienda con medidas pasivas para un clima cálido seco.

**Fuente:** (Criterios técnicos para una vivienda adecuada, 2020).

Los sistemas de enfriamiento pasivos tendrán varias opciones, las cuales son ventilaciones unilaterales (Hacia un jardín o patio como se mencionaba anteriormente, esto quiere decir que, si se cumple con el criterio anterior, automáticamente este se cumple, puede combinarse con un enfriamiento evaporativo, (Gráfico 57.).

La ventilación por tiro (Gráfico 58, para espacios altos, se puede combinar con enfriamiento subterráneo Gráfico 59.), chimenea solar (Gráfico 60. Una chimenea exclusivamente para ventilar la vivienda se puede combinar con enfriamiento subterráneo), torre de enfriamiento con alturas mayores, se recomienda para espacios muy grandes a ventilar, también puede combinarse con un enfriamiento subterráneo), cubierta ventilada (Gráfico 61. Losa con protección al tener un espacio interior para la circulación del aire), y finalmente la ventilación cruzada (ver gráfico 62. que es obligatoria por ser la más simple).

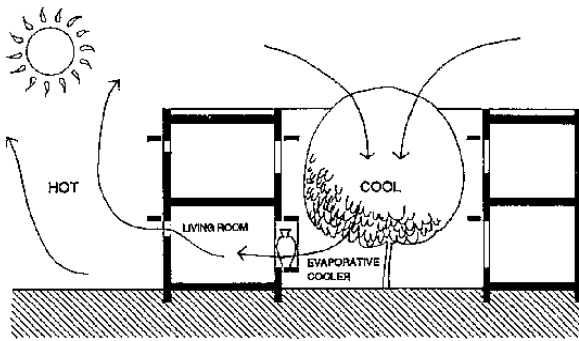


Gráfico 57. Patio con vegetación (microclima).  
**Fuente:** Exposición (NAMA paso a paso, 2015).

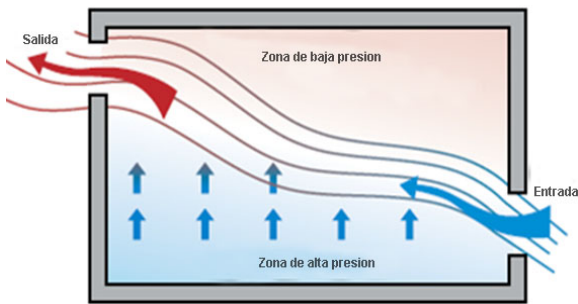


Gráfico 58. Ventilación por tiro.  
**Fuente:** Exposición (NAMA paso a paso, 2015).

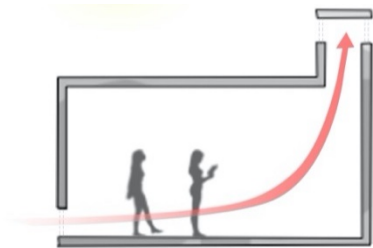


Gráfico 59. Funcionamiento de un sistema de enfriamiento subterráneo.  
**Fuente:** Exposición (NAMA paso a paso, 2015).

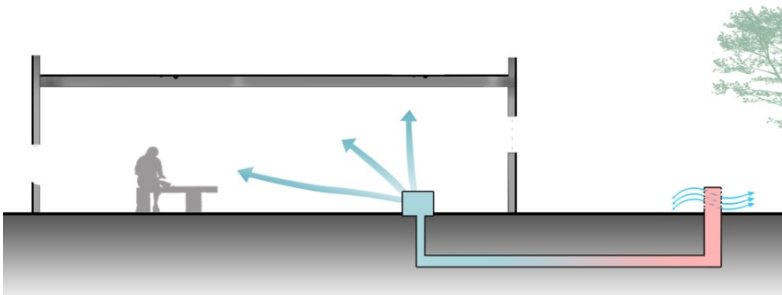


Gráfico 60. Funcionamiento efecto chimenea.  
**Fuente:** Exposición (NAMA paso a paso, 2015).

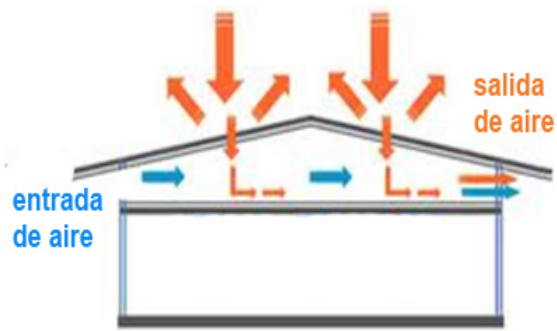


Gráfico 61. Funcionamiento de una cubierta ventilada.  
**Fuente:** Exposición (NAMA paso a paso, 2015).

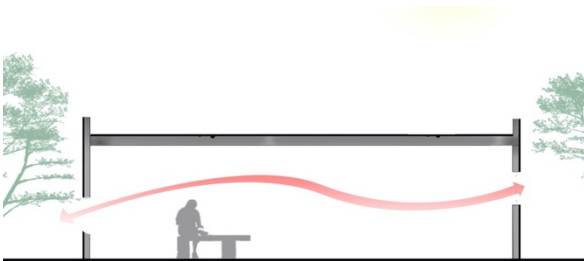


Gráfico 62. Ventilación cruzada.  
**Fuente:** Exposición (NAMA paso a paso, 2015).

Según la CONAVI (2012), menciona que una regla general de la ventilación cruzada es efectiva en distancias hasta 5 veces la altura del espacio, el flujo de aire está relacionado con la dimensión de las aperturas. La superficie de la entrada debe ser igual o 25% más pequeño que la superficie de la apertura de salida y es recomendable que las aperturas no estén enfrentadas en planta ni en sección.

Para las ventilaciones altas (por tiro, chimenea solar, torre de enfriamiento, cubierta ventilada) el flujo del aire va de las zonas de alta presión hacia zona de baja presión. Por tanto, es preferible ubicar las tomas de aire en la fachada que recibe los vientos dominantes. El efecto chimenea consiste en que el aire caliente, de menor densidad, tiende a ascender y salir, se crea una corriente de aire fresco del exterior que penetra en el edificio para reemplazarlo, al sustituir el aire interior por aire exterior a menor temperatura.

### **Sistemas de Enfriamiento Activos**

Los sistemas activos serán ventiladores, aires acondicionados o bombas de calor, depende de cual se necesite cuando los sistemas pasivos no son suficientes, todos tienen puntuación 0, ya que por ser sistemas activos no aportan puntos al sistema de evaluación, y se marcan como obligatorios los criterios referentes a las normas (NOM-021-ENER-SCFI en relación a su valor de la relación de eficiencia energética consultar la tabla 7 de la NMX-AA-164-SCFI-2013), así como al aislamiento de las tuberías el cual es parte del aislamiento en la vivienda y aporta un punto, de manera obligatoria.

## Sistemas de Calentamiento Pasivos y Activos

Los sistemas pasivos están de acuerdo los criterios de *NAMA* y se implementan en el SESUVI, como lo son los muros de acumulación (Gráficos 63 y 64. Un muro trombe que consiste en un muro orientado hacia el sur, en este caso, construido con materiales que le permitan absorber el calor como masa térmica como el hormigón, la piedra o el adobe, y con un acabado con pintura de colores oscuros para absorber la radiación, con sus respectivas aberturas superiores e inferiores), el invernadero adosado (Gráfico 65. Es un área acristalada contigua del muro exterior con mayor asoleamiento). Estos criterios aportan puntos extra por la elaboración y la eficacia.

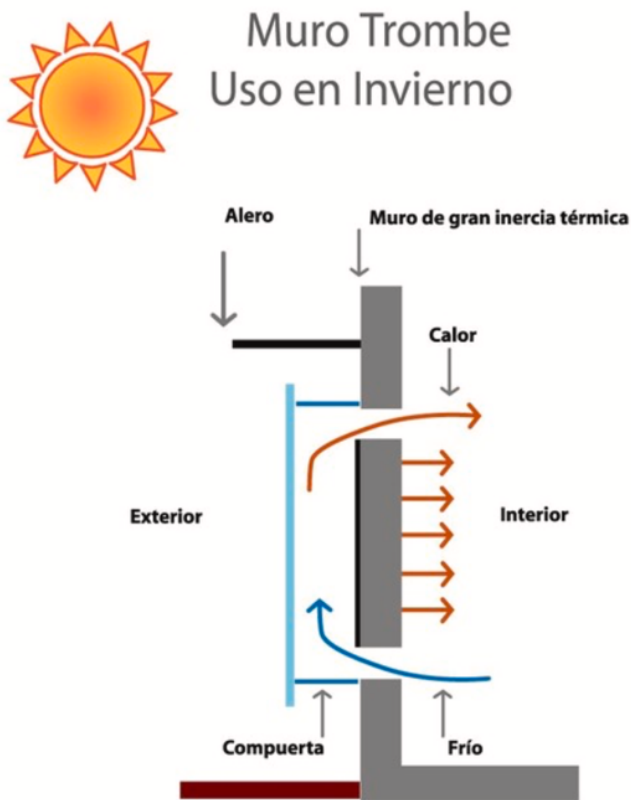


Gráfico 63. Funcionamiento de un muro trombe en invierno.

Fuente: [www.archdaily.mx/mx/02-68622/en-detalle-muro-trombe](http://www.archdaily.mx/mx/02-68622/en-detalle-muro-trombe).

## Muro Trombe Uso en Verano

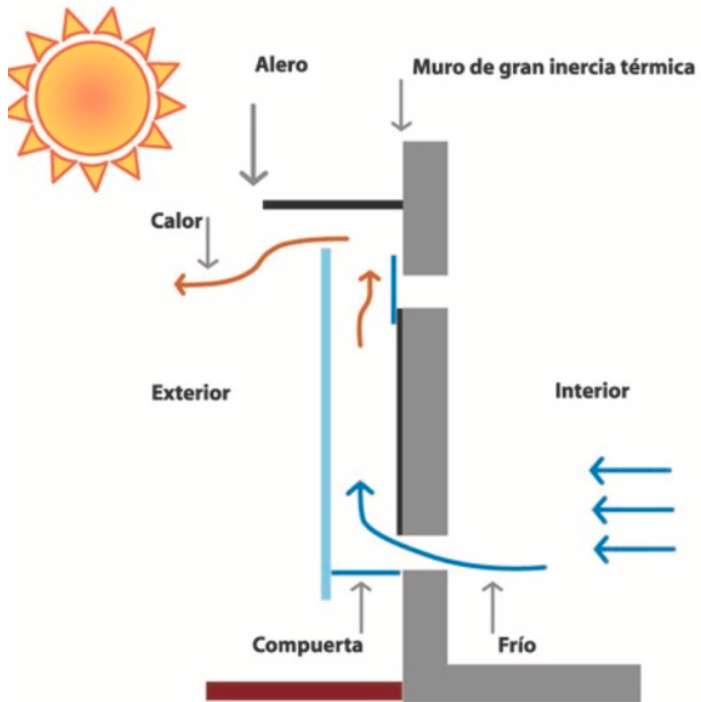


Gráfico 64. Funcionamiento de un muro trombe en verano.  
Fuente: [www.archdaily.mx/mx/02-68622/en-detalle-muro-trombe](http://www.archdaily.mx/mx/02-68622/en-detalle-muro-trombe)





Gráfico 65. Invernadero adosado a una vivienda.

Fuente: [www.certificadosenergeticos.com/invernadero-sistema-calefaccion-pasiva](http://www.certificadosenergeticos.com/invernadero-sistema-calefaccion-pasiva)

La ganancia solar directa (mediante orientaciones hacia el sur, sureste y suroeste) tienen un valor obligatorio. Para los sistemas solares activos se busca la eficiencia en los equipos y la comprobación de esta mediante sellos y etiquetas que lo comprueben, estos tienen un valor obligatorio.

### **Sistema de Calentamiento de Agua y Alimentos**

Los sistemas de calentamiento de agua se dividen en 3 opciones: Calentador solar (con requerimientos según la NOM-027-ENER/SCFI-2018 de rendimiento térmico, requisitos de seguridad de calentadores de agua solar, longitudes máximas de acuerdo con *Leed Homes* para la eficiencia y no desperdicio de agua caliente en tuberías) Calentador de paso (El calentador debe de ser de rápida recuperación o instantáneo y seguir los puntos de la NMX-AA-164-SCFI-2013 en el apartado de calentadores de paso).

Es posible la combinación de ambos calentadores en ciertos lugares donde la radiación no sea suficiente, pero resulta complicada por las distancias entre los equipos a alimentar y el calentador, es por eso que se consultaron varias opciones y en el documento de *Leed Homes* se establecen las distancias mínimas (Anexo 2. Tabla 31.).

El calentamiento de alimentos tiene dos criterios, horno solar (funciona por medio de conducción, radiación o convección, se utilizará en el jardín en una zona exterior, puede ser utilizado en carnes asadas o comidas al exterior) y la estufa eléctrica (Con certificado de eficiencia). Los cuales dan puntos extra por la elaboración e inversión.

### **Electrodomésticos Eficientes**

Los criterios de este indicador son opcionales ya que no dependen directamente del diseño y planeación de una vivienda, pero se recomiendan para llevarlos a cabo en el uso de la vivienda.

Los refrigeradores y congeladores deben de tener el sello amarillo de eficiencia energética y el sello del cumplimiento de la NOM-015-ENER-2012 y garantía de FIDE de ahorro de energía eléctrica.

Estufas y aparatos domésticos para cocción de alimentos que usan gas L.P. o gas natural deben de tener el sello de la NOM-025-ENER-2013.

Cualquier otro aparato electrodoméstico o eléctrico en la vivienda debe de contar con sellos que comprueben la alta eficiencia energética del aparato con la letra A, B ó C colores verdes, y la NOM-032-ENER-2013).

### **Iluminación**

De acuerdo con las medidas pasivas que incluye la CONAVI (2012), menciona que para reducir el consumo de electricidad mediante iluminación artificial se puede reducir la demanda al diseñar espacios que aprovechan de la iluminación natural.

La NMX-AA-164-SCFI-2013 menciona en la categoría de energía que la edificación debe estar diseñada con criterios bioclimáticos que favorezcan la iluminación natural dentro del edificio, y lograr una buena distribución y organización de los espacios.

El sistema de evaluación tiene prioridad sobre las medidas pasivas, en el aspecto de la iluminación propone tener en cada espacio iluminación natural, este criterio da un buen puntaje extra para animar a los usuarios a diseñar la vivienda con esta medida pasiva, no se consideró como criterio obligatorio ya que por el tema de la envolvente térmica y por el tipo de bioclima, no se recomiendan ventanas de dimensiones grandes, por lo tanto, se agregan diferentes tipos de alternativas para iluminar los espacios, por medio de tubos de luz (Gráfico 66.), repisas de luz (Gráfico 67), y dobles alturas. Se recomiendan colores claros en las paredes interiores para reflejar mucha mayor luz a todos los espacios.



Gráfico 66. Diagrama de tubo de luz.

**Fuente:** Exposición (NAMA paso a paso, 2015).

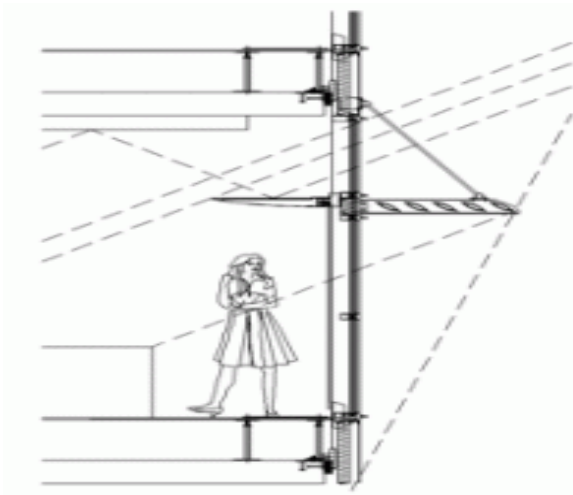


Gráfico 67. Funcionamiento de repisas o bandejas de luz.

**Fuente:** Exposición (NAMA paso a paso, 2015).

De acuerdo con Palette (2020), cada espacio debe de tener por lo menos el 25% de iluminación natural, en espacios donde la luz natural se encuentre en más del 80% se recomienda solo pintar un muro lateral de color claro para distribuir uniformemente la luz solar y evitar deslumbramientos.

### **Iluminación Artificial**

De acuerdo con la NMX-AA-164-SCFI-2013 se recomienda contar con un sistema de medición de energía eléctrica de tipo electrónico y con capacidad de telemetría, adicional a los medidores de CFE, esto para tener una bitácora periódica de los registros de consumos totales de energía expresados en kWh.

Este criterio se adoptó en el sistema de evaluación ya que es importante registrar los consumos para tener identificado las temporadas donde se requiere más o menos energía y adaptar un sistema para dichas necesidades, por ejemplo, combinarlo con una energía renovable que se verá en la siguiente categoría.

La potencia de iluminación según la NMX-164-SCFI-2013 para los diferentes espacios de la casa se muestran en la siguiente tabla (Tabla 32.) Y pueden corroborarse sin la necesidad de un estudio previo, solamente se debe de consultar las tablas con las luminarias necesarias con sus respectivas especificaciones para lograr la potencia deseada.

Las lámparas de descarga en alta intensidad, fluorescentes compactas auto balastradas, fluorescentes lineales, incandescentes, incandescentes con halógenos y luz mixta, se decidió eliminar su uso en la vivienda, se optó por la propuesta de lámparas LED con un mínimo de consumo de 3.5 W y con una eficiencia de 80 l/W (Certificadas por la NOM-030-ENER-2016 para eficacia luminosa de lámparas de diodos emisores de luz led integradas para iluminación general).

Las luminarias fotovoltaicas en exteriores dan puntos extra a este criterio y a los criterios de mecanización automatizada (sistemas de detección de presencia, sensores ambientales y programación temporal como auxiliar al acondicionamiento térmico y lumínico) y capacidad de ajuste, los cuales impactan de manera significativa al ahorro energético de la vivienda.

### **Energías Renovables**

Las energías renovables para utilizar serán la solar fotovoltaica, principalmente por su mayor rentabilidad entre todas las opciones de energías renovables en el país (geotérmica, eólica, aerotermia y biomasa, las cuales no son rentables para viviendas unifamiliares, por el coste que representa al inicio de proyecto).

De acuerdo con la NMX-J-643/1-ANCE-2011 que aplica a los dispositivos de referencia solares divide el sistema fotovoltaico en un sistema aislado que consta de módulos fotovoltaicos, regulador, baterías e inversor. Y un sistema conectado a la red el cual tiene paneles solares fotovoltaicos DC, medidor bidireccional, inversor DC/AC, y tablero eléctrico.

El sistema fotovoltaico aislado genera un mayor coste por el almacenamiento de la energía, pero resulta adecuado porque toda la energía que se consume en la vivienda será mitigada por el sistema, será un sistema autónomo ya que no dependerá de CFE. Por otra parte, el sistema conectado a la red resultaría más práctico, ya que la energía generada por los paneles se utilizaría sin necesidad de acumularla, y la excedente se va para CFE, se tendrá una retribución de este en épocas cuando no es suficiente la energía de los paneles.

En necesario un correcto cálculo de los paneles a necesitar, esto dependerá del número de paneles a necesitar, eficiencia, potencia y área del panel, radiación solar promedio, área donde se colocarán los paneles, energía generada por día y esto dependerá de la demanda de energía en la vivienda Este criterio dará puntos extras juntos con el criterio de automatización de sistemas, para el ahorro de energía en épocas donde se requiera más energía y ahorrar cuando suceda lo contrario.

#### 4.2.4 Gestión del agua

El documento de la CONAVI (2005), de *Uso eficiente del agua en desarrollos habitacionales* menciona que uno de los principales temas de interés especial es el de las tomas domiciliarias, ya que de una buena instalación depende su óptimo funcionamiento, pues se trata del elemento por el que se pierden dos terceras partes de las fugas de agua en los sistemas de distribución de agua potable. El Apartado de Gestión del Agua se divide en 2 categorías, ahorro y reciclaje. Gráfico 68.

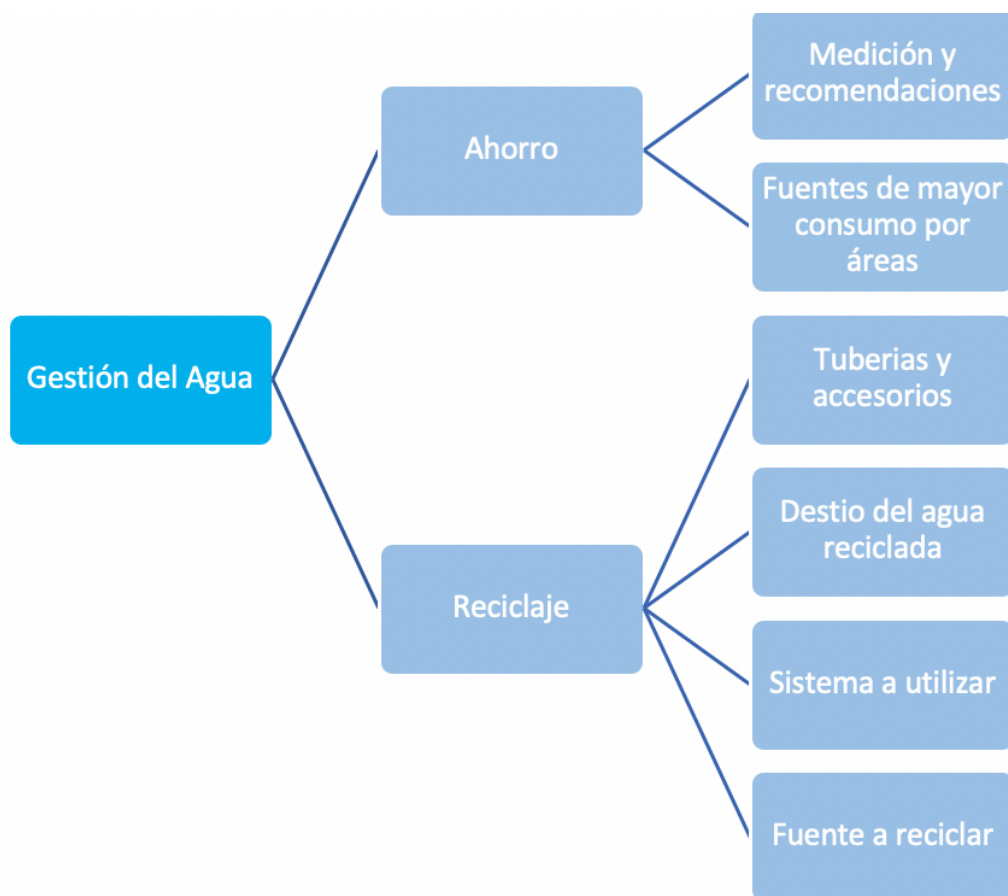


Gráfico 68. Diagrama del Apartado de "Gestión del agua".

Fuente: Elaboración propia.

El indicador de "Ahorro de agua" se divide en medición y recomendaciones, y tiene 3 criterios de carácter obligatorio; en la vivienda se debe de contar con un medidor de agua digital para la toma domiciliaria, los muebles sanitarios y sus accesorios deben de ser accesibles para su revisión y cada mueble y toma de agua debe de tener las válvulas de seccionamiento (llaves de paso) necesarias (lavabos, inodoros, fregaderos, calentador de agua, tinaco, y cisterna). Todo esto de acuerdo con la NOM-001-CONAGUA-2011 sobre sistemas de agua potable, toma domiciliaria y alcantarillado.

De acuerdo con el Gráfico 13 del capítulo 1 de la presente investigación, se puede observar que la mayoría del norte del país tiene el consumo más alto en uso doméstico, se toma como dato de estudio el gasto de nivel medio (Casa que cuenten con dos baños y jardín de 15 a 35m<sup>2</sup>, 230 litros per cápita diarios) Lo cual arroja el ahorro de fuentes como medida principal del indicador de gestión del agua en el SESUVI.

Según los datos que menciona la CONAVI (2005) en documento de *Uso eficiente del agua en desarrollos habitacionales*, en el norte del país donde el bioclima es cálido seco se mencionan consumos del 40% en el sanitario, 30% en la regadera, 15% en el lavado de ropa, 6% en la cocina, 5% en la preparación de alimentos y el 4% restante en usos varios.

El indicador de "fuentes de mayor consumo por áreas" del apartado de Gestión del Agua del SESUVI se encuentran unos criterios de carácter obligatorio los cuales se describen según la NOM-008-CONAGUA-1998 regaderas empleadas en el aseo corporal, al uso obligatorio de regaderas con grado ecológico, llaves de bajo consumo o llaves reductoras de acuerdo con la NMX-C-415-ONNCCE-2015.

El inodoro tendrá como criterio obligatorio la capacidad máxima de tanque o depósito de acuerdo con la norma, reglamento o certificación que sea de menor consumo, en este caso se compararon 3 criterios. El valor de 4 l/min es el menor de todos perteneciente a las *Reglas de Operación para Vivienda Social* del CONAVI (2020).



Los inodoros de doble descarga e inodoros automatizados se encuentran como criterios opcionales, y por último el sanitario seco se encuentra como una opción al dar puntos extra por la elaboración.

Los lavabos deben de tener grifos ahorradores con designación ecológica según la NMX-C-415-ONNCCE-2015, y una mezcladora de tipo mono mando con un gasto máximo de 3.7 l/min (Anexo 2, Tabla 27.).

La lavadora tendrá un consumo máximo permitido de 198 litros por ciclo según el *Manual Saavi* del programa Sisevive ecocasa de la CONAVI (2020). Se recomienda usar de preferencia una lavadora con denominación "grado ecológico" que tenga esta etiqueta y lo avale la NMX-AA-158-SCFI-2011. Los criterios se consideran opcionales porque la lavadora no representa un gasto representativo en comparación con la regadera, inodoro y lavabos (ver porcentajes de gastos en página anterior).

La tarja debe de tener un consumo máximo de 5.6 l/min y un monomando de designación ecológica según NMX-C-415-ONNCCE-2015, así como una coladera con contra canasta para los residuos.

El riego será mediante riego por goteo o microaspersión que de acuerdo con la NMX-164-SCFI-2013 son sistemas que aportan un ahorro de agua. Los criterios que tienen puntos extra son los sensores de lluvia/humedad y el diseño de jardines de bajo consumo de agua donde se recomienda que predominen especies endémicas. Se recomienda que las mangueras que tengan en la vivienda tengan válvulas ahorradoras de presión hidráulica.

## Reciclaje de aguas grises

Según la CONAVI (2005) en el documento de *Uso eficiente del agua en desarrollos habitacionales* las aguas grises constituyen del 60 al 65% del consumo doméstico de agua. Por lo que la reutilización de éstas puede reducir el consumo en un 35% en una familia de 4 personas, representa un área de oportunidad para el ahorro de agua. Los sistemas de reutilización de aguas grises están pensados para fomentar el uso racional del agua. Las aguas procedentes de regaderas y lavabos con previo tratamiento pueden servir para alimentar el tanque de los inodoros, en el que se utiliza agua. Gráfico 69.

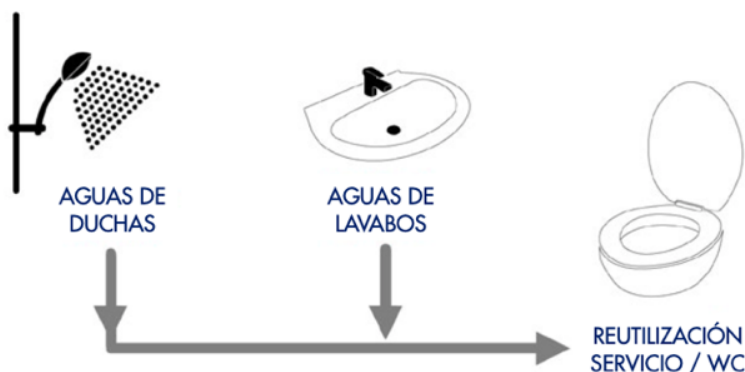


Gráfico 69. Diagrama de funcionamiento de aguas grises en una vivienda.

**Fuente:** (Guía técnica de recomendaciones para el reciclado de aguas grises, 2016).

Todos los siguientes criterios son de carácter obligatorio. De acuerdo con la Asociación Española de Empresas de Tratamiento y Control de Aguas (2016), con el *Manual de diseño para manejo de aguas grises* menciona que el sistema de aguas grises debe de tener tuberías independientes, señalizarlas y protegerlas con accesorios de válvulas (anti-retorno, check), cierres hidráulicos.

Los muebles deben de estar conectados a la red de agua potable, en caso de que las aguas grises no estuvieran disponibles y contar con un sistema de rebose o demasía (bypass) el cual servirá para conducir el excedente de aguas (cuando exista) a la red general de drenaje así evitar los caudales máximos de aguas grises y que no exista el reflujó. Se darán puntos extra por este criterio y por tener un contador de aguas grises, esto con el fin de tener monitoreado cuanta agua se recicla. Las distancias mínimas que deben de cumplir las tuberías se tomaron de acuerdo el Greywater Action (2015) del Manual de diseño para manejo de aguas grises.

El destino del agua reciclada será al jardín e inodoro, el sistema a utilizar será por gravedad o con bomba, pueden estar automatizados cualquiera de los dos sistemas. La fuente para reciclar serán las aguas grises de la regadera y lavabo, ya que según el Greywater Action (2015) se denomina agua gris bruta a aquellas aguas grises, habitualmente procedentes de bañeras, duchas y lavamanos, y excluir el agua de pilas de cocina, inodoros y urinarios.

Los accesorios requeridos son: filtros (de arena o malla), proceso de desinfección mediante la cloración, y el tipo de depósito a utilizar con capacidad para almacenar el agua no mayor a 24 hrs. (ya que las aguas pueden generar malos olores después de cierto tiempo), los depósitos se dimensionarán de acuerdo a la función del volumen de agua a reciclar y deberán contar con un fácil acceso para su mantenimiento, Se debe de realizar un cálculo previo para el abastecimiento de agua y necesidad de cada mueble.

Dentro del SESUVI no se consideraron estrategias para la captación de agua de lluvia, ya que de acuerdo al nivel de precipitación anual de las principales ciudades del norte del país (las que comprenden el bioclima cálido seco, ver Tabla 4 de capítulo 1) no superan el mínimo promedio de 1,500 mm anuales, que según la CONAVI (2020) se requieren para garantizar la viabilidad de un sistema de este tipo.. La introducción de estos sistemas en vivienda media representaría un costo elevado y una baja eficiencia de captación. Este sistema se puede introducir para captar el agua en temporada de lluvias, pero en este proyecto se optó por impulsar que la elección de tecnologías sustentables que se centrarán en gastos redituables en la vivienda como lo son la energía y la reutilización de aguas grises.

## CAPÍTULO V

### 5.1 Validación y factibilidad

A continuación, se presentan los resultados de la aplicación y validación del Sistema de Evaluación Sustentable de la Vivienda en dos casos de vivienda media ya existentes en México. El objetivo de la validación fue comparar el SESUVI con viviendas existentes para obtener una puntuación y así poder establecer que criterios comparten y en donde se ubican otras certificaciones respecto del el puntaje que propone SESUVI.

En este proyecto se buscó comparar el SESUVI con viviendas que tuvieran algún tipo de certificación sustentable, en este caso fue una vivienda con certificación nacional NAMA y otra vivienda con certificación internacional, en este caso fue LEED Homes. Ambas viviendas se encuentran en el estado de Nuevo León y con bioclima cálido seco, el bioclima para el que está diseñado el SESUVI.

A continuación, se describen las viviendas y se muestra el puntaje obtenido y las gráficas de comparación de cada vivienda con el SESUVI.

#### **Caso 1.**

La vivienda NAMA está ubicada en el municipio de Apodaca, N.L. y cuenta con la certificación NAMA EcoCasa desde el 2017. La vivienda cuenta con estudios de ahorro de energía y agua, se encuentra aislada térmicamente y cuenta con los datos para poder certificarse mediante la NOM-020-ENER-2011.

Tabla 22. Resumen sobre la evaluación del SESUVI en la vivienda con certificación NAMA.

TABLA GENERAL DE EVALUACIÓN DEL SESUVI						
APARTADOS	CRITERIOS E INDICADORES	INDICADORES OBLIGATORIOS	INDICADORES OPCIONALES	NO. DE INDICADORES ENERÍA	SUB TOTAL	TOTAL
Ubicación y contexto del sitio	Zonas de riesgos	7	0	0	7	12
	Ubicación de servicios	0	5	0	5	
Diseño bioclimático y accesibilidad universal	Medidas pasivas	20	8	0	28	52
	Accesibilidad Universal	15	0	0	15	
	Identidad y funcionalidad en el diseño	0	9	0	9	
Energía y materiales	Eficiencia energética	25	44	6	75	83
	Energías renovables	0	0	8	8	
Gestión del agua	Ahorro	11	5	0	16	16
	Reciclaje	0	0	0	0	
TOTALES		78	71	14	163	163

Fuente: Elaboración propia.

La vivienda fue evaluada mediante el SESUVI, el cual tuvo como resultado un puntaje de 163 de un total de 300 (Tabla 22.), lo que significa que tiene un Nivel de Vivienda Sustentable Media. Los principales puntos a su favor fueron el cumplimiento de los apartados de Ubicación y Contexto del Sitio, la mayoría de los criterios en cuanto a Diseño Bioclimático y Accesibilidad Universal, así como el aislamiento de la vivienda en energía y materiales.

El Gráfico 69 indica que porcentaje de cumplimiento tiene la vivienda NAMA respecto al puntaje máximo del SESUVI. El apartado de criterios que tuvieron un cumplimiento del 100% fueron: a) la Zona de Riesgos, b) Ubicación de Servicios, c) Identidad, y d) Funcionalidad en el Diseño. La Accesibilidad Universal tuvo un porcentaje de 83%, ya que solo hicieron falta las rampas dentro y fuera de las viviendas. Las medidas pasivas contaron con un 61% ya que la vivienda no cuenta con protección solar (volados, ventanas remetidas etc.) y ni tampoco con vegetación.

La Eficiencia Energética mostró un 50% ya que a pesar de que la vivienda se encuentra aislada, no cuenta con la protección adecuada en las ventanas (tipo de cristal y protección solar), la iluminación no es automatizada o no cuenta con sensores de alta, baja o media intensidad y no se cuenta con ventilación natural adecuada, solo con el enfriamiento nocturno. El porcentaje más bajo fue la parte del reciclaje de agua ya que la vivienda no cuenta con ningún sistema en este apartado.

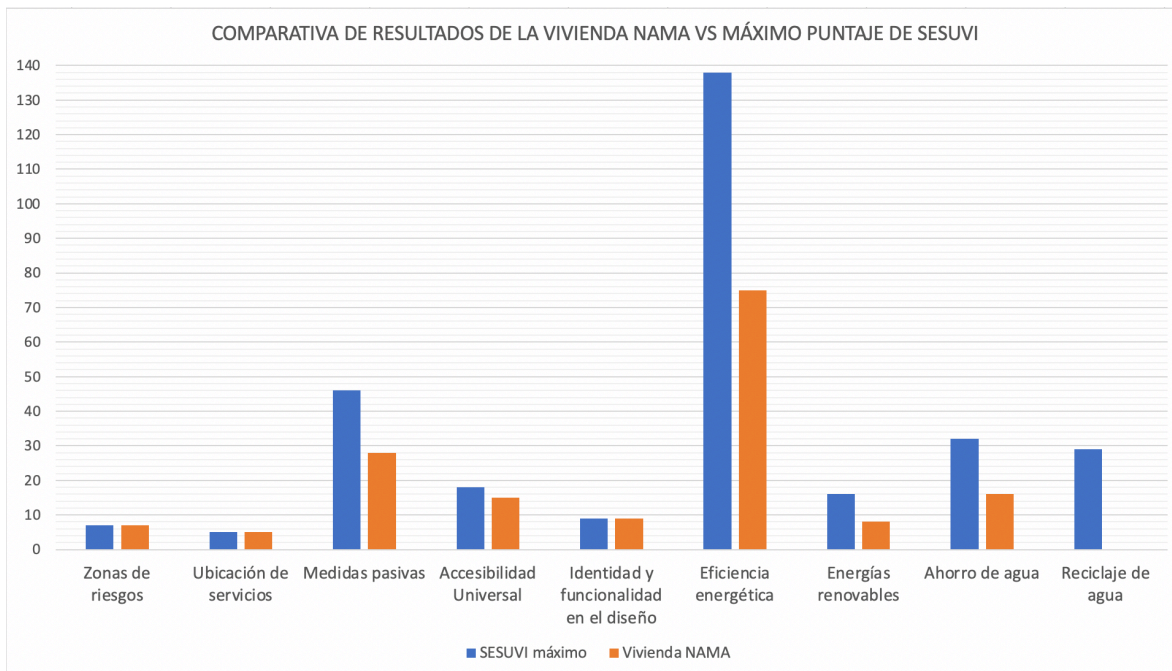


Gráfico 70. Comparativa por indicador de resultados del puntaje obtenido por la vivienda NAMA vs el máximo puntaje de SESUVI.

**Fuente:** Elaboración propia.

De acuerdo con el puntaje máximo que propone el SESUVI se hizo una comparativa con los resultados de la vivienda NAMA con el fin de identificar los criterios específicos con que no cuenta la vivienda y quizá en un futuro poder agregarlos si es que así lo requiera. El Gráfico 70 muestra la comparativa por indicador.

El SESUVI pudo identificar áreas de oportunidad en la vivienda NAMA analizada, ya que es una vivienda que se pueden implementar aún varios sistemas que incrementarán su ahorro de energía y agua. Es posible que estos tipos de sistemas se puedan implementar desde el periodo de planeación y diseño para ahorrar la adecuación a la vivienda cuando ya se encuentre construida, como en este caso.

La validación del SESUVI en esta vivienda se pudo obtener mediante la comparación del puntaje obtenido contra el puntaje máximo del SESUVI, lo que arroja como resultado que una vivienda con el programa de NAMA vivienda nueva de tipología adosada en el municipio de Apodaca Nuevo León puede obtener un nivel máximo de 163 puntos lo que se puede concluir que el SESUVI tiene mayor potencial de calificación ya que esta vivienda con dicho puntaje pertenece a la Vivienda Sustentable Media de acuerdo a la escalatoria del SESUVI.

El resultado son áreas de mejora en el programa NAMA y la calificación pre establecida en el SESUVI para otras viviendas, es decir, una vivienda al llegar a 163 puntos se sabrá que puede llegar a tener los estándares de NAMA (vivienda nueva de tipología adosada en bioclima cálido seco) con la ventaja de no estar certificada aún por la entidad.

## Caso 2.

La vivienda "Casa las Lomas" está certificada con la categoría LEED Homes y se ubica en el municipio de San Pedro Garza García, en el Estado de Nuevo León. Cuenta con una certificación nivel Plata. Esta vivienda se encuentra a las orillas del parque Chipinque, lo cual hace que su ubicación se encuentre lejana a varios servicios. La Tabla 23 muestra el resumen sobre la evaluación de la vivienda en el SESUVI.

Tabla 23. Resumen sobre la evaluación del SESUVI en la vivienda con certificación LEED Homes.

TABLA GENERAL DE EVALUACIÓN DEL SESUVI						
APARTADOS	CRITERIOS E INDICADORES	INDICADORES OBLIGATORIOS	INDICADORES OPCIONALES	NO. DE INDICADORES EXTRA	SUB TOTAL	TOTAL
Ubicación y contexto del sitio	Zonas de riesgos	7	0	0	7	7
	Ubicación de servicios	0	0	0	0	
Diseño bioclimático y accesibilidad universal	Medidas pasivas	26	19	0	45	72
	Accesibilidad Universal	18	0	0	18	
	Identidad y funcionalidad en el di	0	9	0	9	
Energía y materiales	Eficiencia energética	26	43	28	97	109
	Energías renovables	0	0	12	12	
Gestión del agua	Ahorro	11	8	4	23	43
	Reciclaje	10	6	4	20	
TOTALES		98	85	48	231	231

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Tabla 23, en el sistema SESUVI la vivienda obtuvo 231 puntos de un total de 300, por lo que de acuerdo con la escala que propone SESUVI sería catalogada como una vivienda sustentable alta. En el Gráfico 71 se observa la calificación obtenida por esta vivienda comparada con el puntaje máximo que propone SESUVI.

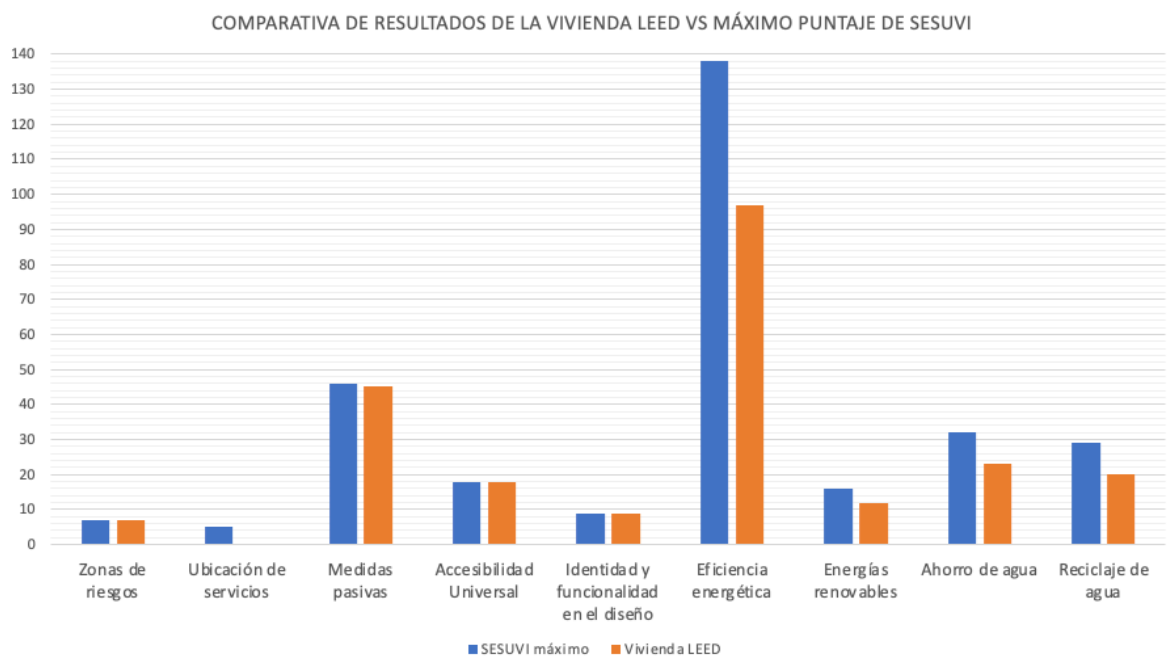


Gráfico 71. Comparativa de resultados de vivienda LEED vs Máximo puntaje de SESUVI.

**Fuente:** Elaboración propia.

En esta vivienda, los criterios que cumplieron con el 100% de los puntos posibles fueron: a) las Zonas de Riesgo, b) Ubicación de servicios, y c) Identidad y Funcionabilidad en el Diseño. Las Medidas pasivas contaron con un 98%, la Eficiencia Energética con un 72% (ya que contaba con ventanales y eso aumentaba la ganancia térmica), el Ahorro y Reciclaje de agua obtuvieron un 72 y 69% respectivamente, ya que la vivienda cuenta con un jardín amplio con vegetación no nativa, por lo tanto, requiere de bastante agua.

El criterio que quedó en 0% fue la ubicación de servicios, ya que la vivienda se encuentra ubicada cerca de Chipinque y los servicios están a mínimo 8 km de la vivienda.



El resultado de la vivienda LEED fue satisfactorio, ya que la mayoría de los criterios de acuerdo con el SESUVI fueron cumplidos. Únicamente la categoría de ubicación de servicios no fue atendida, la cual es importante por la interacción que la vivienda debe de tener con el contexto urbano.

Este apartado de validación del SESUVI mediante comparativa con viviendas existentes y su puntaje obtenido con respecto del puntaje máximo que propone SESUVI permitió concluir que una vivienda LEED Homes Plata en bioclima cálido seco tiene un puntaje equivalente al SESUVI de 231 puntos, lo que en el sistema propuesto equivale a una Vivienda Sustentable Alta, con áreas de mejora, pero con un nivel alto. Esta es una ventaja ya que una vivienda puede saber si es candidata o no a obtener una certificación LEED o tener los parámetros LEED con la opción de certificarse o no, desde la etapa de planeación y diseño, solamente utilizando el SESUVI aquí propuesto.

En el Anexo 3 se puede consultar las fichas del check list del SESUVI en las dos viviendas y el desglose de cumplimiento de cada uno de los criterios.

## CAPÍTULO VI

### 6.1 Conclusiones

El objetivo principal de este trabajo fue diseñar un Sistema de Evaluación Sustentable para Vivienda (SESUVI) de tipo media en zonas con bioclima cálido seco en México, para reducir los consumos de energía y agua en este tipo viviendas y mitigar los diversos impactos ambientales, económicos y sociales asociados, con base en criterios e indicadores ya existentes en certificaciones internacionales y normas mexicanas vigentes, para poder ser aplicadas principalmente por desarrolladores, arquitectos y funcionarios municipales, de manera sencilla, en las etapas de planeación y diseño de la vivienda. Dicho objetivo se cumplió a lo largo del desarrollo del proyecto.

El SESUVI fue estructurado mediante una metodología de la cual partieron las herramientas de investigación de observación directa a viviendas sustentables, entrevistas a expertos sobre certificaciones sustentables en México y el análisis descriptivo de normas oficiales mexicanas, programas para vivienda sustentable y manuales.

Durante las entrevistas a expertos sobre diversos sistemas de evaluación y certificación de vivienda sustentable, se llegó a la conclusión de que era mejor desarrollar un sistema de evaluación, ya que la viabilidad de una certificación depende de estar respaldada por una institución privada o un órgano de gobierno para avalar el sello que emitirá dicha certificación.

Para los fines de este trabajo, se optó por un sistema de evaluación que reúna una serie de indicadores y criterios para las etapas de planeación y diseño para vivienda sustentable de tipo medio. La principal ventaja del sistema de evaluación es que puede ser gratuita, a diferencia de certificaciones internacionales, y puede ser autoaplicada por quienes diseñan la vivienda o por funcionarios municipales cuando revisan los planos en la etapa de solicitud de licencia constructiva.

El SESUVI aquí propuesto está estructurado en un sistema de clasificación con base en 4 Apartados: 1) Ubicación y Contexto del Sitio, 2) Diseño Bioclimático y Accesibilidad Universal, 3) Energía y Materiales, y 4) Gestión del Agua.

La elección de los apartados en los que se centró el diseño del SESUVI se basaron en el análisis de la ponderación de los indicadores de la certificación LEED v4 Homes, EDGE, Sisevive ecocasa, NAMA, Reglas de Operación para Vivienda Social de la CONAVI y el Código de Edificación de Vivienda. Dichas certificaciones y códigos están centrados en la vivienda sustentable, aunque no todos comparten la misma tipología y algunos criterios fueron adaptados a la tipología de vivienda media que es objeto de este proyecto, es por eso su importancia, ya que el SESUVI reúne las mejores prácticas y criterios de cada una de las certificaciones analizadas.

Los apartados que tuvieron mayor ponderación fueron la Energía y el Agua. La ponderación se elaboró con las Normas Oficiales Mexicanas (NOM-020-ENER-2011) y Normas Mexicanas (NMX-AA-164-SCFI-2013), donde la mayoría de los criterios pertenecen a estos apartados. De acuerdo con la observación directa que se realizó a diferentes viviendas, se identificaron algunos de los criterios sustentables que se propone aplicar mediante el SESUVI a una vivienda sustentable.

Durante el desarrollo del proyecto se consultaron la NMX, la certificación LEED y el sistema de certificación SISEVIVI, en lo que se refiere al apartado de Ubicación y Contexto del Sitio. De las tres fuentes anteriores se identificó que SISEVIVIE y la NMX contienen los parámetros más estrictos en lo que se refiere a la movilidad y transporte (Anexo 2). Por tal razón el SESUVI tomó en consideración estos últimos, ya que se basan en parámetros más estrictos que la certificación LEED.

Los apartados de Energía y Materiales, Diseño Bioclimático y Accesibilidad Universal se desarrollaron de acuerdo con la comparativa de datos de la certificación LEED v4 Homes, NAMA, Sisevive ecocasa, Reglas de Operación de Subsidio para Vivienda Social, la NMX-

AA-164SCFI-164-2013, NOM-020-ENER-2011 y la guía del Uso Eficiente de la Energía en la Vivienda, para la construcción de los mejores criterios de cada uno de los documentos.

Para construir el apartado de Gestión del Agua se analizó ahorro de agua en diferentes muebles, al comparar la certificación LEED v4 Homes, NOMX-C-415ONNCE-2015, NOM-008-CNA-1998, las Reglas de Operación de Subsidio para Vivienda Social, la guía del Uso Eficiente del Agua en Desarrollos Habitacionales y el programa Sisevive ecocasa.

Los criterios que conforman el SESUVI se dividen en obligatorios, opcionales y extra y cada uno aporta cierto puntaje. Los niveles de calificación final del SESUVI se dividen en 3 escalas, Vivienda Sustentable Básica (mínimo 100 puntos), Vivienda Sustentable Media (100 a 200 puntos) Vivienda Sustentable Alta (200 a 300 puntos).

Este sistema de puntaje se diseñó de tal manera que fuera claro, cuenta solo con 3 niveles de calificación para volverlo más práctico y para avanzar al siguiente nivel se requieren cubrir los 100 puntos del nivel anterior.

La asignación de puntos en cada criterio se analizó de una manera muy detallada desde diferentes puntos de vista, de acuerdo con la importancia de cada indicador sobre la vivienda. Se realizó mediante la asignación de puntos de acuerdo con el impacto en cuestión de gastos energéticos, gastos de agua y medidas pasivas en la vivienda. Este impacto estaba determinado por las normas oficiales mexicanas en materia de energía y agua.

La construcción de cada apartado permitió identificar cómo se ha desarrollado la normativa en México. El Apartado de Energía y Materiales demostró que en México se ha dado más prioridad al ahorro energético en la vivienda, ya que durante la elaboración del SESUVI se identificaron 34 Normas Oficiales Vigentes sobre Eficiencia Energética, mientras que para el apartado de Accesibilidad Universal todos los criterios se basaron en el Código de Edificación de Vivienda (2017).

Las normativas en materia de eficiencia energética sugieren que en el contexto nacional hay un marco normativo bastante amplio en esta materia. Sin embargo, durante el desarrollo de este trabajo también se identificó que es posible que los niveles municipales y estatales no basen sus procesos de dictaminación de una edificación en la normativa federal y por eso aún exista un rezago en cuanto a vivienda sustentable en el país, como se discutió en capítulos anteriores. Una de las ventajas del SESUVI es que puede aplicarse en el ámbito municipal, como se describe más adelante.

El apartado de Gestión del Agua que se propone en este Sistema, aporta, según la normatividad mexicana, las bases principales en cuestión de ahorro del recurso hídrico en la vivienda, Para su elaboración se consideraron varias normas oficiales , tales como NMX-C-415-ONNCCE-2015, NMX-164-SCFI-2013 Válvulas y grifos para agua, NOM-001-CONAGUA-2011 Sistemas de agua potable y toma domiciliaria, NMX-AA-158-SCFI-2011 Lavadoras de ropa requisitos para obtener el sello de grado ecológico, NOM-005-CNA-1996 fluxómetros especificaciones, NOM-008-CNA-1998 Regaderas empleadas en el aseo corporal, NOM-009-CNA-1998 Especificaciones y métodos de prueba de los inodoros, y NOM-010-CNA-1999 Válvulas de descarga que se instalan en el inodoro para el consumo eficiente de agua.

En materia de gestión de agua existen normas oficiales mexicanas, pero no existe una norma oficial mexicana que regule la gestión de reciclaje de agua dentro de la vivienda. Sin embargo, si existen guías o manuales nacionales o internaciones que sirvieron para el diseño del Sistema propuesto en este trabajo.

Respecto del apartado de Accesibilidad Universal, es el único en esta propuesta de SESUVI en el cual todos los criterios son obligatorios, respecto de los otros tres apartados, que tienen criterios obligatorios, opcionales y extras. Esto en virtud de que en esta propuesta la Accesibilidad Universal tiene una gran relevancia, en la etapa de diseño y planeación de la vivienda.

Respecto de la funcionalidad y salud dentro de la vivienda, el Código de Edificación de Vivienda (CONAVI, 2017), establece diversos criterios con los que debe contar la vivienda para garantizar su funcionalidad y condiciones de salubridad. Para los fines de este trabajo, que aborda un Sistema de Evaluación para vivienda tipo media, se incluyeron estos criterios como parte de la etapa de planeación y diseño.

La importancia de los espacios es vital para la salud, lo que ha quedado demostrado claramente por la pandemia de COVID 19 que se vive actualmente. Es por eso por lo que en este trabajo los espacios de la vivienda se proponen sean rediseñados de acuerdo con las recomendaciones de la OMS (2020). Por ejemplo, una vivienda debe contar con una recámara aislada con baño completo en el interior, otro baño completo para el resto de los usuarios, así como un medio baño para las visitas. Estas son características que debe de tener la vivienda para responder a retos de salud como los de la pandemia por COVID 19. Las ventilaciones e iluminación natural son también básicas para tener espacios con un ambiente adecuado y saludable.

Las medidas anteriores se contemplaron como criterios obligatorios en el SESUVI y la vivienda que se planeó con base en SESUVI incluirá las medidas sugeridas por la OMS para el nuevo diseño de viviendas adaptadas con medidas de higiene y de distancia para futuras eventualidades como la que se vive actualmente.

La etapa de validación que se realizó como parte de este trabajo permitió identificar que la vivienda sustentable media que obtiene un puntaje en SESUVI de entre 100 y 200 puntos corresponde a una vivienda clasificada como Ecocasa 1 en la NAMA, mientras que si obtiene un puntaje en SESUVI de entre 200 y 300 puntos corresponde a una vivienda de nivel plata o superior en la certificación LEED Homes.

El SESUVI visto como instrumento puede actuar como medio de certificación voluntaria y gratuita por medio de una plataforma digital, lo que aumentaría la practicidad para garantizar la sustentabilidad de la vivienda y estaría abierta a todo público

El SESUVI tiene la posibilidad de ser utilizado en el ámbito municipal para facilitar el cumplimiento de las normas oficiales mexicanas en materia de vivienda sustentable y eficiencia energética, durante la revisión de planos en el proceso de obtención de la licencia de construcción.

Otra opción de aplicación del SESUVI es la implementación por medio de organismos profesionales, como los colegios de arquitectos, los cuales podrían actuar como instancias reguladoras para el cumplimiento del SESUVI.

Cualquiera de las aplicaciones anteriores puede impulsar el cumplimiento de los requisitos para lograr viviendas sustentables con medidas prácticas y tener un instrumento de fácil aplicación en las etapas de planeación y diseño de una vivienda en bioclima cálido seco en México.

## 6.2 Recomendaciones

El SESUVI está elaborado para las etapas de planeación y diseño en una vivienda, pero puede ampliarse a todo el ciclo de la vivienda como en el caso de otras certificaciones como LEED v4 Homes.

El SESUVI dio prioridad al bioclima cálido seco por los gastos económicos y energéticos que se producían en la vivienda y la demanda de vivienda en la zona norte de México, pero el Sistema también se puede ampliar para todos los bioclimas en México, si se hacen las modificaciones pertinentes, y así tener una mayor cobertura.

La tipología para la cual se diseñó el SESUVI fue para vivienda de tipo medio, pero los resultados sugieren que se puede adaptar a otras tipologías de vivienda de interés social o residencial.

En una siguiente etapa del SESUVI se recomienda que se aplique en el proceso de planeación y diseño de una vivienda nueva para que se pongan en práctica los criterios sustentables que contiene el Sistema, se verifique su cumplimiento cuando la vivienda se encuentre en funcionamiento y se pueda llevar a cabo realizar un estudio con herramientas de medición para poder determinar cuanta energía y agua se ahorran con la implementación de dichos criterios.

La implementación del SESUVI podría llevarse a cabo en 3 modalidades. La primera, por medio de una plataforma digital como certificación voluntaria, la segunda como herramienta municipal para el cumplimiento de las normas oficiales en materia de energía (NOM-020-ENER-2011 y NMX-AA-164-SCFI-2013), y la tercera a cargo de organismos profesionales como el Colegio de Arquitectos. Cualquiera de las opciones anteriores permitiría implementar el SESUVI y darle una mayor difusión al Sistema.



## Referencias

- Allen, L. (2015). *Manual de diseño para manejo de aguas grises*. California, Estados Unidos de América.
- Andalucía, J. d. (s.f.). *Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible*. Obtenido de <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/portalweb/menuitem.7e1cf46ddf59bb227a9ebe205510e1ca/?vgnextoid=3beae207c1935310VgnVCM2000000624e50aRCRD&vgnnextchannel=871e4d0e54345310VgnVCM1000001325e50aRCRD>
- Asociación Española de Empresas de Tratamiento y Control de Aguas. (2016). *Guía técnica de recomendaciones para el reciclaje de aguas grises en edificios habitacionales*. España.
- Colegio de Ingenieros Civiles de México, A.C. (s.f.). Obtenido de <https://cicm.org.mx/mexico-introduce-la-certificacion-sustentable-breeam/>
- Comisión Nacional de Vivienda, CONAVI. (2020). *Criterios técnicos para una vivienda adecuada*. México.
- Comisión Nacional de Vivienda, CONAVI. (2020). *Guía de evaluación de vivienda sustentable*. México.
- Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, CONUEE. (2019). *Análisis de la evolución del consumo eléctrico del sector residencial entre 1982 y 2018 e impactos de ahorro de energía por políticas públicas*. México.
- Comisión Nacional de Vivienda CONAVI, Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano SEDATU. (2017). *Código de Edificación de Vivienda*. México.
- Comisión Nacional de Vivienda CONAVI, Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano SEDATU. (2017). *NAMA de vivienda nueva*. México.

- Comisión Nacional de Vivienda CONAVI, INFONAVIT, SHF, RUV, GIZ. (2014). *Sisevive ecocasa sistema de evaluación de la vivienda verde*. México.
- Comisión Nacional de Vivienda. (2014). *Sisevive ecocasa, manual del Simulador de Ahorro de Agua en la Vivienda (SAAVI)*. México.
- Comisión Nacional de Vivienda, CONAVI, Secretaría de Medioambiente y Recursos Naturales SEMARNAT. (2013). *NAMA Apoyada para la vivienda sustentable en México. Acciones de mitigación y paquetes financieros*. México.
- Comisión Nacional de Vivienda, CONAVI. (2012). *Implementación de la NAMA de vivienda nueva*. México.
- Comisión Nacional de Vivienda, CONAVI. (2008). *Criterios e indicadores para desarrollos habitacionales sustentables*. México.
- Comisión Nacional de Vivienda, CONAVI. (2006). *Uso eficiente de la energía en la vivienda*. México.
- Comisión Nacional de Vivienda, CONAVI. (2005). *Uso eficiente del agua en desarrollos habitacionales*. México.
- Comisión de Derechos Humanos del Distrito Federal. (2018). *Los pendientes de México en materia de DESCAs*. Revista Dfensor. Núm. 4. Obtenido de [http://cdhdfbeta.cdhdf.org.mx/wp-content/uploads/2018/08/dfensor\\_04\\_2018.pdf](http://cdhdfbeta.cdhdf.org.mx/wp-content/uploads/2018/08/dfensor_04_2018.pdf)
- Consejo de la Construcción Ecológica de los Estados Unidos USGBC LEED. (s.f.). *Guía de conceptos básicos de edificios verdes y LEED*. Washington DC, Estados Unidos de América.
- Consejo de la Construcción Ecológica de los Estados Unidos, USGBC, LEED. (2009). *Guía de estudio de LEED AP diseño y construcción de edificios*. Estados Unidos de América.

- Consejo de Construcción Verde en España. (2013). *LEED v4 Homes: Diseño y construcción*. España.
- Correa Lopez, G. (2014). *Construcción y acceso a la vivienda en México*. Zapopan, Jalisco, México.
- Dueñas del Rio, A. (2013). *Reflexiones sobre la arquitectura sustentable en México*. Revista Legado de arquitectura y diseño. Toluca, Estado de México, México.
- EcoInventos. (2020). *Eco Inventos Green technology*. Obtenido de Pozos canadienses: <https://ecoinventos.com/pozos-canadienses/>
- EDGE. (s.f.). *Proyectos EDGE, EDGE App*. Obtenido de <https://edgebuildings.com/certify/?lang=es>
- Elizalde Hevia, A. (2003). *Desde el desarrollo sustentable hacia sociedades sustentables*. Revista de la Universidad Bolivariana. Obtenido de: <https://www.redalyc.org/pdf/305/30500411.pdf>
- El Financiero. (2018). *Economía, mercados y negocios*. Obtenido de El financiero: <https://www.elfinanciero.com.mx/empresas/329-edificios-en-mexico-obtienen-certificado-de-ser-verdes>
- Espinosa, R. (s.f.). *Análisis FODA*. Obtenido de <https://robertoespinosa.es/2013/07/29/la-matriz-de-analisis-dafo-foda>
- Fernández R. Carella A. (1981). *Arquinstal*. Obtenido de Conservación de energía en viviendas y edificios: [http://www.arquinstal.com.ar/eficiencia/ure\\_esso/ure.html](http://www.arquinstal.com.ar/eficiencia/ure_esso/ure.html)

- García, E. (2016). *Introducción al sistema de certificación LEED for Homes*. Revista Inmobiliare. Obtenido de: <https://inmobiliare.com/introduccion-al-sistema-de-certificacion-leed-for-homes/>
- GBCI México. (s.f.). *GBCI*. Obtenido de GBCI México: <https://www.gbci.org/es/mexico>
- Gobierno Vasco. (2010). *Green Building Rating Systems: ¿Como evaluar la soostenibilidad en la edificación?* Bilbao, País Vasco, España.
- Guzman, A., & Garfias, A. (2014). *Enfoques de análisis sobre el estudio de la vivienda popular en México*. Revista Legado.
- Higuera, A. (2011). *La vivienda de interés social: sostenibilidad, reglamentos internacionales y su relación en México*. Toluca, Estado de México, México.
- Hopper, H., Mayer, H. (1987). *Confort térmico del hombre en diferentes entornos urbanos*.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, I. (2017). *Población y vivienda en México*. México.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI. (2016). *Encuesta Nacional de los Hogares*. México.
- ISO 14040. (2006). *Gestión Ambiental, análisis del ciclo de vida*. Obtenido de: <https://geoinnova.org/blog-territorio/analisis-del-ciclo-de-vida-iso-14040/>
- Martinez, K. (2011). *Comunidades y barrios sustentables. Sistemas de certificación avanzando hacia la sustentabilidad*. AUS.
- Morillon, D. (2019). *Edificio sustentable y resiliente: conceptos y acciones en México*. Instituto de Ingenieria de la UNAM, México.
- Morillon, D. (2012). *Edificación Sustentable*. Instituto de Ingenieria de la UNAM, México.

- Morillon, D., & Rodriguez, M. (2006). *30 años de evolución y desarrollo de la arquitectura bioclimática en México*. Asociación Nacional de Energía Solar. México.
- Morillón D. (2004). *Atlas del bioclima de México*. México. Instituto de Ingeniería UNAM.
- ONU. (s.f.). *Departamento de Asuntos Económicos y Sociales*. Obtenido de División de Desarrollo Sostenible:  
<https://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/riodeclaration.htm>
- Olgay, V., (1998). *Arquitectura y clima*. Editorial Gustavo Gili. México.
- ONU-Hábitat, CONAVI, SEDATU, INFONAVIT. (2018). *Vivienda y ODS en México*. México.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2002). *Manual de capacitación y certificación de calidad de los alimentos*. FAO. Obtenido de <http://www.fao.org/3/ad094s/ad094s00.htm#Contents>
- Organización de las Naciones Unidas, ONU. (s.f.). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>
- Ortega, R. (2015). *Desarrollo de proyectos de edificación*.
- Palette (s.f.). *Medidas pasivas en la vivienda*. Obtenido de: <https://2030palette.org>
- Palomo Cano, M. (2017). *Aislantes térmicos, criterios de selección por requisitos energéticos*. Madrid, España.
- Palomares, H. (2007). *Acondicionamiento de la vivienda en áreas urbanas del norte de México*. El Colegio de la frontera norte, vol. 20, núm. 39. México.

Paz Perez, C. A. (2015). *El impacto de la sustentabilidad en la vivienda en serie del estado de Nuevo León*. Revista contexto, Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de N.L. Nuevo León , México.

Registro Único de Vivienda, RUV. (s.f.). *Sisevive ecocasa guía operativa*. México.

Rojas I. (2020). *Rediseño de ciudades y viviendas tras el COVID*. Universidad de Alcalá, Portal de comunicación. Obtenido de uah.es/noticia:  
<http://portalcomunicacion.uah.es/diario-digital/entrevista/redisenodeciudades-y-viviendas-tras-el-covid.html>

Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, SEDATU. (2020). *Reglas de Operación del Programa de Vivienda Social*. México.

Secretaría de Energía, SENER. (2018). Balance nacional de energía. México.

Secretaría de Energía. (2018). *Encuesta Nacional sobre Consumo de Energéticos en Viviendas Particulares*. México.

Secretaría de Energía, SENER. (2017). *Guía de cálculo NOM-020-ENER-2011*. México.

Secretaría de Economía. (2013). NMX-164-AA-SCFI-2013 *Edificación sustentable. Criterios y requerimientos ambientales mínimos*. México.

Secretaría de Gobernación. (2014). *Programa nacional de vivienda 2014-2018*. Obtenido de Diario Oficial de la Federación:  
[https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5342865&fecha=30/04/2014](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5342865&fecha=30/04/2014)

SUME. (s.f.). *Sustentabilidad en México*. Obtenido de <http://www.sume.org/#GBCI-Mexico>

USGBC. (s.f.). *Proyectos LEED*. Obtenido de <https://www.usgbc.org/projects>

- Velazquez, L., & Vargas, J. (2012). *La sustentabilidad como modelo de desarrollo responsable y competitivo*. Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente. Revista Eidenar, Universidad del Valle, Colombia. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/2311/231125817009.pdf>.
- Vega, E. (2001). *La sustentabilidad en México: ¿Estamos mal pero vamos bien?*. Gaceta ecológica. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/539/53906103.pdf>
- Zarta Ávila P. (2018). *La sustentabilidad o sostenibilidad: un concepto poderoso para la humanidad*. Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, Colombia. Obtenido de: <http://www.scielo.org.co/pdf/tara/n28/1794-2489-tara-28-00409.pdf>

## Anexos

Los anexos presentan información adjunta de la investigación, en este caso se muestra información sobre la metodología de la investigación y tablas comparativas de diferentes parámetros para la construcción del SESUVI.

### Anexo 1.

El anexo 1 muestra los machotes que se elaboraron para la observación directa en las diferentes viviendas a analizar.

Tabla 24. Formato de observación directa en casa ecológica CEA.

<b>OBSERVABLES</b>						
<b>Proyecto:</b>	Casa ecológica CEA					
<b>Iluminación</b>						
Orientación	Luminarias LEED	Focos ahorradores	Adecuada luz natural			
✓	✓	✗	✓			
<b>Electrodomésticos eficientes</b>						
Refrigerador	Lavadora	Televisión	Microondas	Estufa gas	Estufa eléctrica	
✓	✗	✗	✓	✓	✗	
<b>Climatización</b>						
Natural	Mecánica	Clima centralizado	Mini split			
✓	✗	✗	✗			
<b>Fuentes de energía</b>						
Paneles solares	Calentador solar	Geotermia	Biogas	Captadores eólicos	CFE/equivalente	Gas butano
✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗
<b>Sistemas de agua</b>						
Reutilización	Tratamiento	Humedales	PTAR	Pozos	Captación pluvial	Muebles ahorradores
✓	✗	✗	✗	✗	✓	✓
<b>Materiales y sistemas constructivos</b>						
Aislamiento Techo	Aislamiento muros	Aislamiento ventanas	Chimeneas eólicas	Materiales regionales	Reciclaje de materiales	Pisos radiantes
✗	✓	✗	✗	✓	✓	✗
<b>Medidas bioclimáticas</b>						
Ventilación cruzada	Vegetación endémica	Confort adecuado	Enfriamiento natural	Ganancias de calor directas e	Asombreamientos	Colores de alta reflectancia
✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25. Formato de observación directa en vivienda NAMA.

<b>OBSERVABLES</b>						
<b>Proyecto:</b>	Vivienda NAMA					
<b>Iluminación</b>						
Orientación	Luminarias LEED	Focos ahorradores	Adecuada luz natural			
X	✓	X	X			
<b>Electrodomésticos eficientes</b>						
Refrigerador	Lavadora	Televisión	Microondas	Estufa gas	Estufa eléctrica	
✓	✓	X	✓	✓	X	
<b>Climatización</b>						
Natural	Mecánica	Clima centralizado	Mini split			
X	✓	X	✓			
<b>Fuentes de energía</b>						
Paneles solares	Calentador solar	Geotermia	Biogas	Captadores eólicos	CFE/equivalente	Gas butano
✓	✓	X	X	X	✓	✓
<b>Sistemas de agua</b>						
Reutilización	Tratamiento	Humedales	PTAR	Pozos	Captación pluvial	Muebles ahorradores
X	X	X	X	X	X	✓
<b>Materiales y sistemas constructivos</b>						
Aislamiento Techo	Aislamiento muros	Aislamiento ventanas	Chimeneas eólicas	Materiales regionales	Reciclaje de materiales	Pisos radiantes
✓	✓	✓	X	X	X	X
<b>Medidas bioclimáticas</b>						
Ventilación cruzada	Vegetación endémica	Confort adecuado	Enfriamiento natural	Ganancias de calor directas e indirectas	Asombreamientos	Colores de alta reflectancia
X	X	X	X	✓	✓	✓

Fuente: Elaboración propia con base en observación directa.

Tabla 26. Formato de observación directa casa Herrera.

<b>OBSERVABLES</b>						
<b>Proyecto:</b>	Casa Herrera Sevilla					
<b>Iluminación</b>						
Orientación	Luminarias LEED	Focos ahorradores	Adecuada luz natural			
✓	✓	X	✓			
<b>Electrodomésticos eficientes</b>						
Refrigerador	Lavadora	Televisión	Microondas	Estufa biogas	Estufa eléctrica	
✓	✓	✓	✓	✓	X	
<b>Climatización</b>						
Natural	Mecánica	Mediante energías renovables	Mini split			
X	✓	✓	X			
<b>Fuentes de energía</b>						
Paneles solares	Calentador solar	Geotermia	Biogas	Captadores eólicos	CFE/equivalente	Gas butano
✓	✓	✓	✓	✓	X	X
<b>Sistemas de agua</b>						
Reutilización	Tratamiento	Humedales	PTAR	Pozos	Captación pluvial	Muebles ahorradores
✓	X	X	X	✓	✓	✓
<b>Materiales y sistemas constructivos</b>						
Aislamiento Techo	Aislamiento muros	Aislamiento ventanas	Chimeneas eólicas	Materiales regionales	Reciclaje de materiales	Pisos radiantes
✓	✓	✓	✓	✓	X	✓
<b>Medidas bioclimáticas</b>						
Ventilación cruzada	Vegetación endémica	Confort adecuado	Enfriamiento natural	Ganancias de calor directas e indirectas	Asombreamientos	Colores de alta reflectancia
✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Fuente: Elaboración propia con base en observación directa.

## Anexo 2.

El anexo 2 tiene las tablas comparativas de diferentes parámetros: Consumos máximos de agua en muebles, aislamiento térmico en ventanas, eficiencia térmica en calentador solar, radio máximo de transporte público para la ubicación de una vivienda. También se muestran las tablas indicativas de los siguientes parámetros: Longitudes máximas para distribución de agua caliente, densidad máxima de potencia de iluminación para vivienda, diámetros mínimos de salidas de conexión para tomas de agua (muebles) y distancias mínimas de tuberías de agua reciclada a elementos constructivos.

### Tablas comparativas

Tabla 27. Comparativa de consumos máximos de agua en diferentes tipos de muebles.

AGUA					
Mueble	Entidades	Documento	Consumos máximos	Ahorro	Unidad
Lavabo	USGBC	LEED v4 Homes	3.7	2.3	l/min
	Norma Mexicana (opc	NMX-C-415-ONNC- C	6		
Regadera	USGBC	LEED v4 Homes	1.5	8.5	l/min
	Código de Edificación	NOM-008-CNA-1998	10		
Tarja	USGBC	LEED v4 Homes	5.6	0.4	l/min
	Norma Mexicana (opc	NMX-C-415-ONNC- C	6		
Inodoro	USGBC	LEED v4 Homes	4.1	0.1	l/descarga
	Reglas de operación p	NOM-009-CONAGUA	4		

Fuente: Elaboración propia en base a certificaciones y normas.

Tabla 28. Comparativa de aislamiento térmico en ventanas.

AISLAMIENTO TÉRMICO						
Lugar a aplica	Entidades	Documento	Factores	Valores máximos	Ahorro	Unidad
Ventana	USGBC	LEED v4 Homes	Factor U	0.7	2.1	W/m.K
	CONAVI	NAMA México		2.8		

Fuente: Elaboración propia en base a certificaciones y normas.

Tabla 29. Comparativa de eficiencia térmica de calentador solar de paso.

EFICIENCIA TÉRMICA					
Lugar a aplica	Entidades	Documento	Valores mínimos	Ahorro	Unidad
Calentador de paso	CONAVI	Reglas de Operación	82	5	%
	Norma Mexicana (opc NMX-AA-164-SCFI-20		87		

Fuente: Elaboración propia en base a certificaciones y normas.

Tabla 30. Comparativa de radio máximo de transporte público para ubicación de una vivienda.

TRANSPORTE					
Concepto	Entidades	Documento	Distancias máximas	Diferencia	Unidad
Transporte público	Norma Mexicana (opc	NMX-AA-164-SCFI-20	800	500	mts
	CONAVI	Reglas de Operación d	300		

Fuente: Elaboración propia en base a certificaciones y normas.

Tabla 31. Longitudes máximas para distribución de agua caliente.

LONGITUDES PARA LA DISTRIBUCIÓN DE AGUA CALIENTE				
Tamaño nom	Entidades	Documento	Longitud máxima	Unidad
6 a 13 mm	USGBC	LEED v4 Homes	5	mts.
13 a 16 mm	USGBC	LEED v4 Homes	4	mts.
16 a 25 mm	USGBC	LEED v4 Homes	2	mts.
32a 38 mm	USGBC	LEED v4 Homes	1	mts.
0 mm o mayc	USGBC	LEED v4 Homes	0.3	mts.

Fuente: Elaboración propia en base a LEED v4 Homes (2018).

Tabla 32. Densidad máxima de potencia de iluminación para vivienda.

DENSIDAD MÁXIMA DE POTENCIA DE ILUMINACIÓN PARA VIVIENDA	
Espacio de la vivienda	DPEA (W/m <sup>2</sup> )
Sala	14
Comedor	14
Cocina	14
Recámara	13
Estudio	16
Pasillos	10
Escaleras	12
Patio interior	6
Alacena	12
Clóset	12
Estacionamientos cerrados	3
Áreas exteriores	1.8

**Fuente:** Elaboración propia en base al Código de Edificación de Vivienda (2017).

Tabla 33. Diámetros mínimos de salidas de conexión para tomas de agua (muebles).

Diámetros mínimos de salidas de conexión para muebles sanitarios
Espacio de la vivienda
Regadera (coladera de) 50 mm (2")
Lavabo 38 mm (1 1/2")
Inodoro 100 mm (4")
Fregadero o tarja doméstica 50 mm (2")
Triturador de residuos 50 mm (2")
Lavadero de ropa 38 mm (1 1/2")
Lavavajillas 50 mm (2")
Lavadora 38 mm (1 1/2")

**Fuente:** Elaboración propia en base a la NMX-164-SCFI-2013.

Tabla 34. Distancias mínimas de tuberías de agua reciclada a elementos constructivos.

Distancias máximas
0.46 m. a estructuras de construcción (columnas o muros)
0.46 m. a límite con propiedad privada
30 m. con pozos que suministren agua
100 m. a ríos, riachuelos y lagos
1.5 m a líneas de agua internas de servicio doméstico (en el caso de tanques o depósitos)
3 m a tubería pública

**Fuente:** Elaboración propia en base a la Guía técnica de recomendaciones para el reciclaje de aguas grises en edificios, (2016).

### Anexo 3.

El Anexo 3 describe los análisis en el SESUVI de la vivienda NAMA Tabla 35. Y la vivienda LEED Plata Tabla 36.

Tabla 35. Análisis del SESUVI en la vivienda NAMA.

SISTEMA DE EVALUACIÓN SUSTENTABLE PARA VIVIENDA (SESUVI)							
Apartado 1. Indicadores de sustentabilidad para la Ubicación y Contexto del Sitio.					EVALUACIÓN		
FUENTE		APARTADO	ORDEN	CRITERIOS E INDICADORES	Indicadores obligatorios	Indicadores	Indicadores Extra
Institución	Documento				1	1 o más	2 a 6
<b>Total de puntaje máximo por Ubicación y Contexto del Sitio</b>					<b>12</b>		
			<b>1.1</b>	<b>Zonas de riesgos</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Secretaría de Economía	NMX-AA-164-SCFI-2013	Ubicación y Contexto del Sitio	1.1.1	No edificar en caso de que la proyección de la vivienda esté en zonas inundables	1		
Secretaría de Economía	NMX-AA-164-SCFI-2013		1.1.2	No edificar en caso de que la proyección de la vivienda esté en zonas de riesgo, tales como fallas geológicas, laderas con pendientes mayores del 25% o suelos inestables, cauces de ríos, ni cualquier otro riesgo natural	1		
Secretaría de Economía	NMX-AA-164-SCFI-2013		1.1.3	No edificar en caso de que la proyección de la vivienda esté en colindancia de predios destinados a actividades riesgosas (edificios con derrumbes, excavaciones muy profundas, sitios con contaminación de suelo proveniente de residuos peligrosos	1		
Secretaría de Economía	NMX-AA-164-SCFI-2013		1.1.4	No edificar en caso de que la proyección de la vivienda esté en zonas federales (franjas de costa, playas, márgenes de ríos y lagos, derecho de vía pública, líneas de transmisión de energía y líneas de conducción de hidrocarburos	1		
Secretaría de Economía	NMX-AA-164-SCFI-2013		1.1.5	No edificar en caso de que la proyección de la vivienda esté a una distancia menor de 500 m de un sitio de disposición final en funcionamiento	1		
Secretaría de Economía	NMX-AA-164-SCFI-2013		1.1.6	No edificar en caso de que la proyección de la vivienda esté en una reserva protegida, biosfera, o patrimonio histórico o natural, incluidas zonas de amortiguamiento mínima de 100mts	1		
USGBC	LEED v4 HOMES		1.1.7	de la vivienda esté en una zona donde no esté edificado el suelo al menos el 75 % inmediatamente adyacente al límite del proyecto y que cuente con los servicios básicos (agua, luz, drenaje e internet)	1		

		1.2	Ubicación de servicios	0	5	0
CONAVI	Reglas de operación para subsidios CONAVI	1.2.1	Paradas de transporte público (autobuses, tren, metro) a una distancia no mayor de 300 mts. Frecuencia más de una ruta en un radio de 300 m.		1	
CONAVI	Reglas de operación para subsidios CONAVI	1.2.2	Mercados, tiendas de conveniencia a una distancia no mayor a 2 km.		1	
CONAVI	Reglas de operación para subsidios CONAVI	1.2.3	Hospitales, centros de salud, centro médico a una distancia no mayor a 2.5 km		1	
CONAVI	Reglas de operación para subsidios CONAVI	1.2.4	Jardín de niños a menos de 1 km. Escuela primaria a menos de 2 km. Escuela secundaria a menos de 4 km.		1	
USGBC	LEED v4 HOMES	1.2.5	Ocio y diversión (Centros comerciales, cines, centros deportivos, etc.) a una distancia no mayor a 800 mts a partir de la primer parada de autobus, tren o metro		1	



Tabla 2. Indicadores de sustentabilidad para el Diseño Bioclimático y Accesibilidad Universal.

FUENTE		APARTADO	ORDEN	CRITERIOS E INDICADORES	EVALUACIÓN		
Institución	Documento				Indicadores obligatorios	Indicadores opcionales	Indicadores Extra
					1	1 o más	2 a 6
<b>Total de puntaje máximo por Diseño Bioclimático y Accesibilidad Universal</b>					<b>52</b>		
<b>1.1 Medidas pasivas</b>					<b>20</b>	<b>8</b>	<b>0</b>
<b>1.1.1 Formas de la vivienda</b>							
			1.1.1.1	<b>Formas de la vivienda</b>			
CONAVI	Guía de energía 2006		1.1.1.1.1	Forma compacta de la vivienda para reducir pérdidas o ganancias de calor	1		
CONAVI	Guía de energía 2006		1.1.1.1.2	Cubierta con poca pendiente o con desniveles tipo dientes de sierra para aberturas altas en muro o manejar diferentes alturas (mínima 2.5 y máxima 2.7)	1		
CONAVI	Guía de energía 2006		1.1.1.1.3	No utilizar tragaluces en la cubierta ni domos ya que es una fuente directa de ganancia de calor en verano		1	
CONAVI	Guía de energía		1.1.1.1.4	Altura del piso al techo óptima 2.7 m	1		
CONAVI	Guía de energía 2006		1.1.1.1.5	Ubicación de la mayoría de ventanas en la parte media baja del muro a nivel de los ocupantes y aberturas pequeñas en zonas altas de los muros (preferentemente en donde van los dientes de sierra)		0	
CONAVI	Criterios para una vivienda		1.1.1.1.6	Evitar ventanales (ventanas de dimensiones grandes)		1	
CONAVI	Guía de energía 2006		1.1.1.1.7	Patio (ya sea central o en fachada principal)	1		
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda		1.1.1.1.8	Dar prioridad de tamaño de espacios donde se pase la mayoría del tiempo o las actividades así lo requieran		1	
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda		1.1.1.1.9	Dimensiones adecuadas y mínimas en espacios	1		
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda		1.1.1.1.10	Cocina 6.5% del total de la vivienda	1		
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda		1.1.1.1.11	Comedor 13% del total de la vivienda	1		
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda		1.1.1.1.12	Sala 13% del total de la vivienda	1		
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda		1.1.1.1.13	Recámaras 12% del total de la vivienda	1		
<b>1.1.2 Orientación de la vivienda</b>							
CONAVI	Guía de energía 2006		1.1.2.1	Fachada más larga con una crujía al sureste para evitar la radiación directa en invierno y aprovechar la luz solar de verano		0	
CONAVI	Guía de energía 2006		1.1.2.2	En acceso colocar pórticos, o pérgolas con vegetación al sur		1	

CONAVI	Guía de energía 2006	1.1.2.3	Ventanas mínimas en todas las direcciones, se recomiendan en la fachada norte ya que tiene poca radiación solar, en el sur-sureste para la ganancia solar directa en invierno, pero es de suma importancia contar con todas las protecciones para verano.	1		
CONAVI	Guía de energía 2006	1.1.3	<b>Orientación de los espacios básicos de la vivienda</b>			
CONAVI	Guía de energía 2006	1.1.3.1	Vestíbulos N	1		
CONAVI	Guía de energía 2006	1.1.3.2	Cocina NO/N/NE	1		
CONAVI	Guía de energía 2006	1.1.3.3	Comedor SE/S/SO	1		
CONAVI	Guía de energía 2006	1.1.3.4	Sala SE/S/SO	1		
CONAVI	Guía de energía 2006	1.1.3.5	Estudio SE/S/SO	1		
CONAVI	Guía de energía 2006	1.1.3.6	Recámara SE/S/SO	1		
CONAVI	Guía de energía 2006	1.1.3.7	Baño NO/ENE	1		
CONAVI	Guía de energía 2006	1.1.3.8	Cocina NO/N/NE	1		
		1.1.3	<b>Protecciones contra la radiación</b>			
		1.1.3.1	<b>Parte superior de la vivienda</b>			
CONAVI	Guía de energía 2006	1.1.3.1.1	Aleros más grandes en la fachada sur para evitar asoleamiento en las tardes, combinado con parteluces	0		
CONAVI	Guía de energía 2006	1.1.3.1.2	Aleros en sureste calentamiento directo en invierno y protección en	0		
CONAVI	Guía de energía 2006	1.1.3.1.3	Aleros en suroeste y noroeste protección solar combinado con vegetación	0		
CONAVI	Guía de energía 2006	1.1.3.1.4	En el caso que se agreguen tragaluces se deben orientar al sur con protección solar en verano		0	
		1.1.3.2	<b>Ventanas</b>			
USGBC	LEED v4 para HOMES:DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN	1.1.3.2.1	Todas las ventanas que se encuentren orientadas hacia el sur deben de estar con protección solar y con el 100% de sombra en verano, ya sea con toldos, voladizos, vegetación, en el medio día solar en el verano, y sin sombra a medio día de invierno)	0		
CONAVI	Reglas de operación para subsidios	1.1.3.2.2	a) Ventanas remetidas en fachadas sur, este y oeste con protecciones en invierno	0		
USGBC	LEED v4 para HOMES:DISEÑO Y	1.1.3.2.3	Automatización de lamas, louver o protecciones contra la radiación (láminas de control solar)		0	
CONAVI	Guía de energía 2006	1.1.3.2.4	Si las ventanas no son remetidas evitar pérdidas de calor con postigos, parasoles, celosías, toldos, louver, persianas etc. Para uso exclusivo en las noches de invierno		1	

CONAVI	Criterios para una vivienda adecuada 2020	Diseño bioclimático y accesibilidad universal	1.1.3.2.5	Si las ventanas no son remetidas disponer de dispositivos de control solar (para sombreado de ventanas, deben de ser opacos, de materiales durables y resistentes a la intemperie)		0	
CONAVI	Guía de energía 2006		1.1.3.2.6	Si las ventanas no son remetidas disponer de volados superiores, inferiores o laterales depende de la orientación de la ventana		0	
CONAVI	Guía de energía 2006		1.1.3.2.7	Parteluces en la fachada norte para protección en las tardes y en verano		0	
				<b>Piso</b>			
USGBC	LEED v4 HOMES			Pisos exteriores permeables que permitan la infiltración del agua al		1	
CONAVI	Guía de energía		1.1.3.3	<b>Vegetación</b>			
CONAVI	Reglas de operación para subsidios CONAVI		1.1.3.3.1	Sembrar al menos un árbol en la vivienda, se recomienda que sea dentro del patio, especies nativas, con raíces no invasivas		0	
CONAVI	Guía de energía 2006		1.1.3.3.2	De hoja perenne en la zona noroeste y como barrera de vientos fríos	0		
CONAVI	Guía de energía 2006		1.1.3.3.3	Vegetación debajo o sobre de ventanas con el fin de refrescar el aire que pueda entrar, así como rodear de vegetación el perímetro de la casa incluyendo muros para evitar el contacto de muro-banqueta)		0	
CONAVI	Guía de energía 2006		1.1.3.3.4	Toda la vegetación utilizada serán especies con el mínimo requerimiento de agua	1		
CONAVI	Guía de energía 2006		1.1.3.3.5	De hoja caduca sobretodo en el sur, sureste, y suroeste para enframamiento y humidificación	0		
CONAVI	Guía de energía 2006		1.1.3.3.6	Se recomienda densa en el noreste, noroeste, este y suroeste como protección de ángulos solares bajos		0	
CONAVI	Guía de energía 2006		1.1.3.3.7	Enredaderas sobre muros, pérgolas y pórticos al Este y Sur		0	
				1.1.4 <b>Calidad del ambiente interior</b>			
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda	1.1.4.1	El parámetro de confort térmico será con temperaturas entre los 18 y 25	1			
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda 2017 y NMX-AA-164-SCFI-2013	1.1.4.2	Habrà prioridad sobre soluciones bioclimaticas (pasivas) sobre las activas al menos un 60% de las opciones que se mencionan en los siguientes apartados		1		
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda 2017 y NMX-AA-164-SCFI-2013	1.1.4.3	El diseño acústico de la edificación puede generar condiciones acústicas que no excedan de 65 decibles de valor promedio y de 0.5 segundos de tiempo de reverberación		1		

		<b>1.2</b>	<b>Accesibilidad universal</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
		1.2.1	<b>Acceso Principal</b>			
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda	1.2.1.1	Área con mínimo de 2.5 m2 para entrar (1.5x1.5)	1		
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda	1.2.1.2	Rampa de entrada (menos del 5% de pendiente)	0		
SEDATU	Código de Edificación	1.2.1.3	Área de entrada libre de obstáculos	1		
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda 2017	1.2.1.4	Protección contra la lluvia y el sol, (techo, alero, volado, tejaban o similar) mínimo sobresalir 30 cm. Del perímetro del area de acceso	0		
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda	1.2.1.5	Textura antiderrapante en rampas y áreas de transición	0		
		1.2.2	<b>Circulaciones dentro de la vivienda</b>			
SEDATU	Código de Edificación	1.2.2.1	Pasillos con un ancho mínimo de 90 cm	1		
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda	1.2.2.2	Para giros de 90 grados se necesita un área de mínimo 2m2	1		
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda	1.2.2.3	Para giros de 180 grados se necesita un área de mínimo 2.90m2	1		
SEDATU	Código de Edificación	1.2.2.4	Piso antiderrapante en toda la vivienda	1		
		1.2.3	<b>Puertas</b>			
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda	1.2.3.1	Puerta principal con un ancho mínimo libre de 95 cm.	1		
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda	1.2.3.2	Puertas interiores con un ancho mínimo libre de 85 cm.	1		
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda 2017	1.2.3.3	Perillas y cerraduras a una altura mínima de 90 cm. Y máxima de 1.10 m. desde el nivel de piso terminado.	1		
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda	1.2.3.4	La cerradura debe permitir su cierre y apertura con una sola mano	1		
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda 2017	1.2.3.5	En el caso que se coloquen mirillas deben de contar con 2 piezas, una colocada a una altura del piso terminado de 1.2 m. y la segunda a una altura de piso terminado de 1.5 m	1		
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda 2017	1.2.3.6	En el caso que se coloquen puertas corredizas o plegadizas el ancho mínimo libre es de 85 cm. Y no se permite que sobresalga a nivel de piso	1		
		1.2.4	<b>Sanitario</b>			
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda	1.2.4.1	Este debe de contar con unas dimensiones mínimas de 2.90 x 1.95	1		
		1.2.5	<b>Cocina</b>			
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda	1.2.5.1	El vano de acceso debe se libre de 90 cm libres y no debe de tener marco ni puerta	1		
SEDATU	Código de Edificación	1.2.5.2	Circulaciones de 85 cm en adelante	1		

		1.3	Identidad y funcionalidad en el	0	9	0
		1.3.1	<i>Identidad y biodiversidad</i>			
CONAVI	Criterios para una vivienda adecuada	1.3.1.1	Utilizar las costumbres de diseño del lugar ejemplo (pórticos, terrazas, espacios abiertos, patios centrales		1	
CONAVI	Criterios para una vivienda adecuada 2020	1.3.1.2	Elementos que promuevan el mejoramiento a la imagen y contexto urbano en el que se encuentra como fachadas a paño de banqueta, vegetación o jardineras entre otros		1	
CONAVI	Criterios para una vivienda adecuada	1.3.1.3	Se deben de conservar todos los árboles sanos de más de 20cm de diámetro y las especies protegidas.		1	
CONAVI	Criterios para una vivienda	1.3.1.4	Conservar o restituir al menos el 50% de la vegetación nativa		1	
CONAVI		1.3.2	<i>Funcionalidad y salud</i>			
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda 2017 y NMX-AA-164-SCFI-2013	1.3.2.1	La vivienda se zonificara de la siguiente manera y contará con el siguiente programa arquitectónico Zona pública (Al menos dos accesos a la vivienda, sala y/o sala comedor o estancia, cocina, medio baño, patio exterior, cuarto de lavado, de 1 a 2 cajones de estacionamiento), Zona privada (Estudio, 2 a 3 recámaras, mínimo una habitación aislada con baño completo dentro, el otro baño completo puede ser compartido para las demás recámaras)		1	
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda 2017 y NMX-AA-164-SCFI-	1.3.2.2	El acceso contará con un portico después un vestibulo antes de ingresar alguna área de la casa		1	
CONAVI	Criterios para una vivienda adecuada 2020	1.3.2.3	Organización y optimización de espacios mediante un estudio previo con un programa de necesidades, descripción de usuarios y actividades a realizar en el espacio		1	
CONAVI	Criterios para una vivienda adecuada 2020	1.3.2.4	Identificar las principales necesidades y actividades en la vivienda y dar un espacio con medias adecuadas según las actividades y tiempo a permanecer		1	
CONAVI	Criterios para una vivienda adecuada	1.3.2.5	Todos los espacios deberán contar con luz y ventilaciones naturales		1	

FUENTE					EVALUACIÓN		
Institución	Documento	APARTADO	ORDEN	CRITERIOS E INDICADORES	Indicadores	Indicadores opcionales	Indicadores Extra
					1	1 o más	2 a 6
<b>Total de puntaje máximo por Energía y Materiales</b>					<b>83</b>		
		<b>3.1</b>	<b>Eficiencia energética</b>		<b>25</b>	<b>44</b>	<b>6</b>
		3.1.1	<b>Materiales aislantes</b>				
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México		3.1.1.1	El material debe que tener una alta resistencia térmica (R, rendimiento del material, se calcula el espesor del material dividido entre la conductividad térmica, para calcularla consultar los valores mínimos de la NMX-C-460-ONNCE-2009)	1		
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México		3.1.1.2	El material debe de tener una baja conductividad térmica se recomienda una conductividad menor a 0.050 W/m.K ( $\lambda$ o k en el sistema internacional, se puede consultar en el apéndice D de la NOM-020-ENER-2011)	1		
CONAVI Y Passivhaus Universidad Politécnica	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México Aislantes térmicos. Criterios de		3.1.1.3	El material debe de tener una baja transmitancia térmica para poder tener una buena capacidad aislante (U, denominada K en la NOM-020)	1		
			3.1.1.4	El material debe de tener altas resistencias al fuego (no flamable)	1		
CONAVI Y Passivhaus Universidad Politécnica	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México Aislantes térmicos.		3.1.1.5	El material debe de tener una alta inercia térmica para mantener las temperaturas interiores estables (con una conductividad moderada entre 0.5 y 2.0 W/m°C y un gran calor específico volumétrico, este tipo de materiales usualmente son el adobe, cualquier construcción con tierra, ladrillo, piedra, concreto y el agua)	1		
Politécnica Universidad Politécnica	Criterios de Aislantes térmicos.		3.1.1.6	Se recomienda que el material sea resistente al agua (impermeable)	1		
Politécnica	Criterios de Aislantes térmicos.		3.1.1.7	Se recomienda que el material tenga alta resistencia a la compresión	1		
Politécnica	Criterios de Aislantes térmicos.		3.1.1.8	Se recomienda que el material tenga una baja densidad (Kg/m3)	1		
Universidad Politécnica de Madrid	Criterios de selección por requisitos Aislantes térmicos.		3.1.1.9	Se recomienda utilizar materiales aislantes que se produzcan a partir de materias primas renovables (origen vegetal)	1		
Politécnica	Criterios de Aislantes térmicos.		3.1.1.10	Se recomienda que el material se pueda reciclar después de su vida útil	0		
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda		3.1.1.11	Se recomienda que el material aislante que se elija cuente con el sello FIDE	1		
Secretaría				No se utilizarán materiales que se consideran nocivos para la salud y el ambiente (consultar en el apéndice	1		

FUENTE					EVALUACIÓN		
Institución	Documento	APARTADO	ORDEN	CRITERIOS E INDICADORES	Indicadores	Indicadores opcionales	Indicadores Extra
					1	1 o más	2 a 6
<b>Total de puntaje máximo por Energía y Materiales</b>					<b>25</b>	<b>44</b>	<b>6</b>
		<b>3.1</b>		<b>Eficiencia energética</b>	<b>25</b>	<b>44</b>	<b>6</b>
			3.1.1	<b>Materiales aislantes</b>			
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México		3.1.1.1	El material debe que tener una alta resistencia térmica (R, rendimiento del material, se calcula el espesor del material dividido entre la conductividad térmica, para calcularla consultar los valores mínimos de la NMX-C-460-ONNCE-2009)	1		
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México		3.1.1.2	El material debe de tener una baja conductividad térmica se recomienda una conductividad menor a 0.050 W/m.K ( $\lambda$ o k en el sistema internacional, se puede consultar en el apéndice D de la NOM-020-ENER-2011)	1		
CONAVI Y Passivhaus Universidad Politécnica	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México Aislantes térmicos. Criterios de		3.1.1.3	El material debe de tener una baja transmitancia térmica para poder tener una buena capacidad aislante (U, denominada K en la NOM-020)	1		
			3.1.1.4	El material debe de tener altas resistencias al fuego (no flamable)	1		
CONAVI Y Passivhaus Universidad Politécnica	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México Aislantes térmicos.		3.1.1.5	El material debe de tener una alta inercia térmica para mantener las temperaturas interiores estables (con una conductividad moderada entre 0.5 y 2.0 W/m°C y un gran calor específico volumétrico, este tipo de materiales usualmente son el adobe, cualquier construcción con tierra, ladrillo, piedra, concreto y el agua)	1		
Politécnica Universidad Politécnica	Criterios de Aislantes térmicos.		3.1.1.6	Se recomienda que el material sea resistente al agua (impermeable)	1		
Politécnica	Criterios de Aislantes térmicos.		3.1.1.7	Se recomienda que el material tenga alta resistencia a la compresión	1		
Politécnica	Criterios de Aislantes térmicos.		3.1.1.8	Se recomienda que el material tenga una baja densidad (Kg/m3)	1		
Universidad Politécnica de Madrid	Criterios de selección por requisitos Aislantes térmicos.		3.1.1.9	Se recomienda utilizar materiales aislantes que se produzcan a partir de materias primas renovables (origen vegetal)	1		
Politécnica	Criterios de Aislantes térmicos.		3.1.1.10	Se recomienda que el material se pueda reciclar después de su vida útil	0		
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México		3.1.1.11	Se recomienda que el material aislante que se elija cuente con el sello FIDE	1		
Secretaría				No se utilizarán materiales que se consideran nocivos para la salud y el ambiente (consultar en el apéndice	1		

			3.1.2	<b>Envolvente</b>			
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México		3.1.2.1	Se recomienda que la prioridad sea aislar por el exterior de la vivienda ya sea en el sistema constructivo del muro, o como recubrimiento del muro, o como recubrimiento del	1		
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México		3.1.2.2	Evitar por completo los puentes térmicos, verificar los pasos forjados, puertas, ventanas, se pueden verificar con termografías	1		
Secretaría de Energía	NOM-020-ENER-2011		3.1.2.3	Coefficiente global de transferencia de calor (K en muro y techo según la ciudad, consultar tabla de la NOM-020-ENER-2011)	1		
CONAVI Y Passivhaus	apoyada de vivienda		3.1.2.4	Muros masivos porosos con cámaras de aire de 30 cm de espesor		0	
CONAVI	Criterios para una vivienda adecuada 2020		3.1.2.5	Caras exteriores con material aislante, para ahorro de energía R= 1.00 m <sup>2</sup> oC/W y para confort térmico R= 1.00 m <sup>2</sup> oC/W		1	
CONAVI	Criterios para una vivienda adecuada		3.1.2.6	Colores claros de alta reflectancia en exterior (blanco o aluminio)		1	
CONAVI	Criterios para una vivienda adecuada		3.1.2.7	Acabado final con textura lisa		1	
			3.1.3	<b>Techos</b>			
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México		3.1.3.1	Masivos por espesor o rellenos masivos, significa que almacenen y amortiguen el calor con un espesor mínimo de 30 cm		1	
CONAVI	Criterios para una vivienda adecuada		3.1.3.2	Cara exterior con materiales aislantes, para ahorro R= 2.64 M <sup>2</sup> oC/W y para confort R= 2.025 m <sup>2</sup> oC/W		1	
Secretaría de Economía	NMX-U-125-SCFI-2016		3.1.3.3	Colores claros de alta reflectancia con un valor mínimo de IRS (Índice de Reflectancia Solar de 105 según NMX)	1		
CONAVI	Criterios para una vivienda adecuada		3.1.3.4	Acabado final con textura lisa en exterior		1	
			3.1.4	<b>Ventanas</b>			
USGBC	LEED v4 para HOMES:DISE		3.1.4.1	Las ventanas serán el 15% máximo sobre la superficie bruta construida		1	
CONAVI	Criterios para una vivienda adecuada		3.1.4.2	Las ventanas en un muro no deberán ocupar más de un 20% de la superficie del muro		1	
USGBC	LEED v4 para HOMES:DISE		3.1.4.3	Operables en espacios que den a patios y jardines de preferencia		1	
Secretaría de Energía	NOM-024-ENER-2012		3.1.4.4	El vidrio que se elija tendrá que tener el sello de cumplimiento de la NOM-024-ENER-2012	1		
USGBC	para HOMES:DISE		3.1.4.5	Buen sellado efectivo y hermeticidad para evitar puentes térmicos	1		
USGBC	para HOMES:DISE		3.1.4.6	Marco protegido con una barrera térmica		1	



CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México		3.1.4.7	Marco eficiente que esté fabricado con un material de baja conductividad (madera, PVC, aluminio protegido o con quiebre térmico)	1		
USGBC	LEED v4 para HOMES:DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN		3.1.4.8	Vidrio con películas protectoras del sol contra la radiación solar (los acabados de color claro reflejan la radiación, cuando se requiere que se absorba la radiación en invierno los		1	
USGBC	LEED v4 para HOMES:DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN		3.1.4.9	Vidrio de transmitancia térmica menor que 0.70 W/m.K	1		
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México		3.1.4.10	Vidrio con un factor de coeficiente solar "g" o solar heat gain coefficient por sus siglas en inglés SHGC (entre más bajo mejor, ya que es la energía que atraviesa al vidrio, se recomienda con un factor de 0.40/40% de energía que deja pasar a través del cristal)		1	
CONAVI Y Passivhaus	apoyada de vivienda sustentable en México		3.1.4.11	Vidrio con sello de low-e (baja emisividad)			0
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México		3.1.5	<i>Vidrio a colocar</i>			
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México		3.1.5.1	Acristalamiento simple de 3 mm		1	
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México		3.1.5.2	Acristalamiento doble			0
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México		3.1.5.3	Acristalamiento triple			0
			3.1.6	<i>Pisos</i>			
CONAVI	Guía de energía 2006		3.1.6.1	Piso interior con máximo 10 cm de aislamiento		0	
			3.1.3	<b>Sistemas de enfriamiento</b>			
			3.1.3.1	<b>Sistemas de enfriamiento pasivos</b>			
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México		3.1.3.1.1	Ventilación cruzada (Vanos o ventanas ubicados en partes superiores y por el muro contrario en la parte inferior para formar corriente, por tanto es necesario ubicar las tomas de aire en la fachada que recibe los vientos dominantes, oeste, la distancia que se recomienda entre una y otra es hasta 5 veces la altura del espacio)	0		
CONAVI	Guía de energía 2006		3.1.3.1.2	a) Ventilación unilateral (Ubicarla en direcciones donde dé al patio o jardín, no ubicarla al oeste en invierno para que los vientos fríos no afecten)		1	
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México		3.1.3.1.3	b) Ventilación por tiro se recomienda en espacios altos y que el aire exterior sea más frío que el interior, que la zona donde se encuentre la chimenea esté sombreada por árboles o bien que esté cerca de agua para que el viento que entre refresque (chimeneas eólicas, captadores eólicos o turbinas eólicas (cebollas)			

			3.1.3.1.4	d) Chimenea solar (con una orientación sur o suroeste, funciona con una abertura en un hueco hacia el exterior para sacar el aire que está dentro de la vivienda, y se puede renovar por otro medio o combinado con la ventilación subterránea)			0
<a href="http://2030palette.org">http://2030palette.org</a>	PALETE 2030		3.1.3.1.5	c) Torre de enfriamiento o torre fría (se recomienda con una altura mínima de dos veces la altura del espacio a enfriar, con 3m2 de área)			
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable		3.1.3.1.6	Cubierta ventilada (Espacios debajo de la cubierta ubicados en el ático para enfriar)		1	
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México		3.1.3.1.7	Ventilación subterránea (pozos canadienses, geotermia, al instalarlos se debe de tratar el control de higiene para la legionela)			0
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México		3.1.3.1.8	Enfriamiento nocturno (Apertura de ventanas en áreas comunes para enfriar la vivienda, solo cuando la temperatura exterior sea más baja que la interior)		1	
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México		3.1.3.1.9	Enfriamiento evaporativo (Espejos de agua o fuentes de agua como estanques ubicados en accesos de la vivienda, o patios cerca de ventanas y vegetación)		0	
			3.1.3.2	<i>Sistemas de enfriamiento activos</i>			
CONAVI	Guía de energía		3.1.3.2.1	Ventilador de mesa		0	
CONAVI	Guía de energía		3.1.3.2.2	Ventilador de plafón		0	
CONAVI	Guía de energía		3.1.3.2.3	Ventilador de pie		0	
Secretaría de Economía	NMX-AA-164-SCFI-2013		3.1.3.2.4	El tipo de aire acondicionado que se elija debe de contar con una eficiencia mayor a lo especificado en la NOM-021-ENER-SCFI en relación a su valor de la Relacion de Eficiencia Energética REE consultar la tabla 7 de la NMX-AA-164SCFI-2013)	0		
CONAVI	Guía de energía 2006		3.1.3.2.5	El tipo de aire acondicionado que se elija debe de estar certificado por la NOM-011-ENER-2002	0		
CONAVI	Guía de energía 2006		3.1.3.2.6	El tipo de aire acondicionado o o bomba de calor que se elija debe de tener un control exterior de reajuste que module la temperatura del agua de distribución en función de la temperatura del aire exterior	1		
CONAVI	Guía de energía 2006	Energía y Materiales	3.1.3.2.7	El tipo de aire acondicionado o o bomba de calor que se elija debe de tener de preferencia el sello de certificación fide	0		

Secretaría de Economía	NMX-AA-164-SCFI-2013	3.1.3.2.8	El tipo de aire acondicionado tipo cuarto (mini split y multi split) deberán presentar una garantía mínima de 8 años	0		
Gobierno de México	Normas Oficiales Mexicanas	3.1.3.2.9	El tipo de aire acondicionado tipo dividido o descarga libre sin	0		
CONAVI	Guía de energía	3.1.3.2.10	a) Aire acondicionado de ventana		0	
CONAVI	Guía de energía	3.1.3.2.11	b) Aire acondicionado tipo split		0	
CONAVI	Guía de energía	3.1.3.2.12	c) Aire acondicionado con sistema central		0	
USGBC	LEED v4 para HOMES:DISEÑO Y	3.1.3.2.13	Cualquier tubería diseñada como parte de un sistema de bomba de calor debe de tener un aislamiento	1		
		3.1.4	<b>Sistemas de calentamiento</b>			
		3.1.4.1	<b>Sistemas de calentamiento pasivos</b>			
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable	3.1.4.1.1	Ganancia directa solar (Mediante ventanas orientadas al sur con protecciones)	1		
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda	3.1.4.1.2	Muro de acumulación solar o muro trombe (Orientado al sur o suroeste)			0
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México	3.1.4.1.3	Para temperaturas muy bajas en invierno se recomienda un Invernadero adosado (Orientado hacia el sur o suroeste, hecho de cristal con			0
		3.1.4.2	<b>Sistemas solares activos</b>			
Secretaría de Economía	NMX-164-SCFI-2013	3.1.4.2.1	Los aires acondicionados que utilicen bomba de calor tendrán que tener un valor de REE mayor o igual a los valores especificados en la tabla 8 de la NMX-164-SCFI-2013	1		
		3.1.4.2.2	Aires acondicionados mini split o multi split con ciclo reversible (bomba	1		
		3.1.5	<b>Sistema de calentamiento de agua y alimentos</b>			
		3.1.5.1	Colector solar o calentador de agua solar	1		
USGBC	LEED v4 HOMES	3.1.5.1.1	No exceder un volumen máximo de agua caliente de 0.71 lts desde un calentador a la llegada del aparato o mueble sanitario (Tabla 26.)		1	
USGBC	LEED v4 HOMES	3.1.5.1.2	Longitud máxima de tuberías desde el colector a la fuente de agua caliente (ver depende del diámetro de la tubería.Tabla 24.)		1	
USGBC	LEED v4 HOMES	3.1.5.1.3	Los componentes del sistema deben de estar protegidos con aislamiento solo en caso de que en invierno las temperaturas lleguen a los 0 Grados centígrados		1	
Gobierno de México	Normas Oficiales Mexicanas en Eficiencia Energética	3.1.5.1.4	El calentador de agua solar debe de cumplir y estar certificado por la NOM-027-ENER/SCFI-2018		1	

SEDATU	Código de Edificación de Vivienda 2017 y NMX-AA-164-SCFI		3.1.5.1.5	El sistema debe de estar equipado con límites de temperatura máxima (válvulas de alivio de temperatura y		1	
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda 2017 y NMX-AA-164-SCFI		3.1.5.1.6	El calentador solar debe demostrar su rendimiento y eficiencia térmico de acuerdo a la norma		1	
Johan van Lengen	Manual del arquitecto descalzo		3.1.5.1.7	Se recomienda en la zona norte del país Inclinar el colector 45 grados		1	
			3.1.5.2	Calentador de agua de paso		1	
CONAVI	Criterios para una vivienda adecuada 2020		3.1.5.2.1	El calentador de agua debe ser de rápida recuperación y tener el etiquetado de cumplimiento de las NOM-011-SESH-2012 v NOM-003-		1	
Secretaría de Economía	NMX-164-SCFI-2013		3.1.5.2.2	Calentador con un volumen mayor a 8 L/min con una eficiencia térmica mínima de 87%		1	
Secretaría de Economía	NMX-164-SCFI-2013		3.1.5.2.3	Debe de ser un calentador de rápida recuperación o instantáneo		1	
Secretaría de Economía	NMX-164-SCFI-2013		3.1.5.2.4	Los calentadores deben de presentar una garantía que cubra la reposición del mismo, mínimo de 10 años para calentadores instantáneos		1	
Secretaría de Economía	NMX-164-SCFI-2013		3.1.5.2.5	La instalación debe de tener una válvula de alivio o seguridad y la temperatura máxima dela agua de salida será de 60 grados		1	
Secretaría de Economía	NMX-164-SCFI-2013		3.1.5.2.6	La ubicación no deberá de ser menor a 30 cm del nivel de piso terminado ni mayor de 1.20 m		1	
Secretaría de Economía	NMX-164-SCFI-2013		3.1.5.3	Calentador de agua eléctrico (Con certificado de eficiencia)		1	
			3.1.5.4	Horno solar (Funciona por medio de conducción, radiación o convección, se utilizará en el jardín en una zona			0
			3.1.5.5	Estufa eléctrica (Con certificado de eficiencia)			0
			3.1.6	<b>Electrodomésticos eficientes</b>			
Gobierno de México	Normas Oficiales Mexicanas en Eficiencia Energética		3.1.6.1	Refrigeradores y congeladores electrodomésticos deben de tener el sello amarillo de eficiencia energética y el sello del cumplimiento de la NOM-015-ENER-2012 y garantía de FIDE de ahorro de energía eléctrica		1	
Gobierno de México	Normas Oficiales Mexicanas en Eficiencia Energética		3.1.6.2	Lavadoras de ropa con sello amarillo de NOM-005-ENER-2012 de eficiencia energética y garantía de FIDE de ahorro de energía eléctrica		1	
Gobierno de México	Normas Oficiales Mexicanas en Eficiencia Energética		3.1.6.3	Estufas y aparatos domésticos para cocción de alimentos que usan gas L.P. o gas natural deben de tener el sello de la NOM-025-ENER-2013		1	

Gobierno de México	Normas Oficiales Mexicanas en Eficiencia Energética		3.1.6.4	Cualquier otros aparato electodoméstico o electrico en la vivienda debe de contar con sellos que comprueben la alta eficiencia energética del aparato con la letra A, B ó C colores verdes, y la NOM-032-ENER-2013)		1	
			3.1.7	<b>Iluminación</b>			
SEDATU	CEV y NMX-AA-164-SCFI-CEV y NMX-AA-164-SCFI-2013		3.1.7.1	Iluminación natural			
CONAVI	AA-164-SCFI-2013		3.1.7.1.1	La vivienda debe de tener prioridad en la iluminación natural			6
Secretaría de Economía	NMX-164-SCFI-2013		3.1.7.1.2	La iluminación natural debe de generar 250 o más luxes (se medirán mediante un luxómetro a 0.78 m de altura sobre el nivel de piso a cada 1.5 m a partir de una distancia de 4 m con respecto a los muros de fachada		1	
<a href="http://2030palette.org">http://2030palette.org</a>	PALETTE 2030		3.1.7.1.3	La iluminación que proporcionará las ventanas será aproximadamente 2.5 veces la altura de la aberturra acristalada, hay que tomar en cuenta la proporción de cada ventana en cada espacio, siguiendo este principio		1	
<a href="http://2030palette.org">http://2030palette.org</a>	PALETTE 2030		3.1.7.1.4	Cada espacio debe de tener por lo menos el 25% de iluminación natural		1	
<a href="http://2030palette.org">http://2030palette.org</a>	PALETTE 2030		3.1.7.1.5	En espacios donde la luz natural se encuentre en más del 80% se recomienda solo pintar un muro lateral de color claro para distribuir uniformemente la luz solar y evitar		1	
<a href="http://2030palette.org">http://2030palette.org</a>	PALETTE 2030		3.1.7.1.6	Ventanas (en cualquier orientación la iluminación será buena, en el norte se recomienda ya que no habrá radiación directa que afecte la vivienda)		1	
<a href="http://2030palette.org">http://2030palette.org</a>	PALETTE 2030		3.1.7.1.7	Tubos de luz (Tipo de tragaluz donde se utiliza el cristal u objeto transparente creando un tubo en el interior de la vivienda, sirve de efecto rebote de luz dentro de la vivienda)		0	
<a href="http://2030palette.org">http://2030palette.org</a>	PALETTE 2030		3.1.7.1.8	Repisas de luz (Bandeja que acompaña la ventana, el elemento puede ser interio o exterior y reflejará la luz que emite de la ventana hacia el interior con un mayor alcance, la longitud será igual a la altura del área acristalada, de colores claros de preferencia blanco)		0	
<a href="http://2030palette.org">http://2030palette.org</a>	PALETTE 2030		3.1.7.1.9	Dobles alturas con ventanas altas hacia el norte		0	
<a href="http://2030palette.org">http://2030palette.org</a>	PALETTE 2030		3.1.7.1.10	Colores claros en las paredes (reflejar mucho mayor luz, y sensación de amplitud en los espacios, donde el nivel de luz natural es menor del 25%)		1	

		3.1.7.2	<b>Iluminación artificial</b>			
Secretaría de Economía	NMX-164-SCFI-2013	3.1.7.2.1	Contar con un sistema de medición de energía eléctrica de tipo electrónico y con capacidad de telemetría, adicional a los medidores de CFE, esto para tener una bitácora periódica de los registros de consumos totales de energía expresados en kWh		0	
USGBC	LEED v4 HOMES	3.1.7.2.2	No utilizar lámparas de descarga en alta intensidad, fluorescentes compactas autobalastadas, fluorescentes lineales, incandescentes, incandescentes con halógenos y luz		1	
Secretaría de Economía	NMX-164-SCFI-2013	3.1.7.2.3	Cumplir con la potencia de iluminación en los diferentes espacios		1	
		3.1.7.2.4	Luminarias a utilizar			
		3.1.7.2.5	Luminarias fotovoltaicas en el exterior Lámparas LED con un mínimo de consumo de 3.5 W y con una eficiencia de 80 l/W (Certificadas por la NOM-030-ENER-2016 para eficacia luminosa de lámparas de diodos emisores de luz led integradas para iluminación general)			0
Gobierno de México	Normas Oficiales Mexicanas en Eficiencia Energética	3.1.7.2.6			1	
		3.1.7.2.7	Mecanización automatizada (sistemas de detección de presencia, sensores ambientales y programación temporal como auxiliar al acondicionamiento térmico y lumínico)			0
		3.1.7.2.8	Capacidad de ajuste			0
		<b>3.2</b>	<b>Energías renovables</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>8</b>
		3.2.1	Solar fotovoltaica			
Gobierno de México	NOM-001 SEDE-2012	3.2.2	Sistema aislado a la red eléctrica (consta de módulos fotovoltaicos, regulador, baterías e inversor)			0
Gobierno de México	NOM-001 SEDE-2012	3.2.3	Sistema conectado a la red (consta de paneles solares fotovoltaicos DC, medidor bidireccional, inversor DC/AC, y tablero eléctrico)			4
Gobierno de México	NOM-001 SEDE-2012	3.2.4	Cálculo del sistema a utilizar (Número de paneles, eficiencia, potencia y área del panel, radiación solar promedio, área donde se colocarán los paneles, energía generada por día, demanda de energía en la vivienda)			4
Gobierno de México	NOM-001 SEDE-2012	3.2.5	Sistema automatizado (Utilización de la energía de acuerdo a la demanda en diferentes épocas del año)			0

Tabla 4. Indicadores de sustentabilidad para la Gestión del Agua.

FUENTE		APARTADO	ORDEN	CRITERIOS E INDICADORES	EVALUACIÓN		
Institución	Documento				Indicadores	Indicadores opcionales	Indicadores Extra
					1	1 o más	2 a 6
<b>Total de puntaje máximo por Gestión del Agua</b>					<b>16</b>		
			<b>4.1</b>	<b>Ahorro</b>	<b>11</b>	<b>5</b>	<b>0</b>
			4.1.1	<b>Medición y recomendaciones</b>			
			4.1.1.1	Medidor de agua digital para la toma domiciliaria	1		
SEDATU	Criterios de Vivienda Adecuada 2020		4.1.1.2	Los muebles sanitarios y sus accesorios deben de ser accesibles para su medición	1		
CONAVI	Guía de evaluación de vivienda sustentable		4.1.1.3	Válvulas de seccionamiento para alimentación en lavabos, inodoros, fregaderos, calentador de agua, tinaco, y cisterna (Según la NOM-001-CONAGUA-2011)	1		
			4.1.2	<b>Fuentes de mayor consumo</b>			
			4.1.2.1	<b>Regadera</b>			
CONAVI	Guía de evaluación de vivienda sustentable		4.1.2.1.1	Regadera con grado ecológico (certificada por la NOM-008-CONAGUA-1998)	1		
SEDATU y NOM-008-CONAGUA	Criterios de Vivienda Adecuada 2020		4.1.2.1.2	Dispositivo ahorrador reductores o economizadores de flujo, no inferior a los 3 l/min y que el máximo no supere los 7 l/min en un rango de presión de 0.2 kg/cm2 a 6kg/cm2	1		
CONAVI	Guía de evaluación de vivienda sustentable		4.1.2.1.3	Llaves para bajar el consumo o llaves reductoras (Designación ecológica según la NMX-C-415-ONNCCCE-2015)	1		
CONAVI	Guía de energía 2006		4.1.2.1.4	Regadera de manguera		0	
			4.1.2.2	<b>Inodoro</b>			
CONAVI	Reglas de operación para uso eficiente del agua en desarrollo del agua en		4.1.2.2.1	Capacidad máxima del tanque o depósito de 4 lts	1		
CONAVI	del agua en desarrollo		4.1.2.2.2	Eliminador de fugas (va en el área de la válvula de descarga)		1	
CONAVI	del agua en desarrollo		4.1.2.2.3	Inodoros de doble descarga		1	
CONAVI	del agua en desarrollo		4.1.2.2.4	Inodoros automatizados			
CONAVI	del agua en desarrollo		4.1.2.2.5	Sanitario seco			0
			4.1.2.3	<b>Lavabo</b>			
CONAVI	Guía de evaluación de vivienda		4.1.2.3.1	Gritos ahorradores (Designación ecológica según la NMX-C-415-ONNCCCE)	1		
USGBC	LEED v4 HOMES		4.1.2.3.2	Mezcladora de tipo monomando gasto máximo por minuto de 3.7 lts	1		
			4.1.2.4	<b>Lavadora</b>			
CONAVI	Manual de Vivienda Sustentable, Sistema de certificación		4.1.2.4.1	Lavadora consumo máximo permitido 198 lts por ciclo		1	
CONAVI	NMX-AA-158-SCFI-2011		4.1.2.4.2	Se recomienda usar de preferencia una lavadora con denominación "grado ecológico" que tenga esta etiqueta y lo avale la NMX-AA-158-SCFI-2011		1	

			4.1.2.5	<b>Tarja</b>			
USGBC	LEED v4 HOMES		4.1.2.5.1	Tarja con un consumo máximo de 5.6 lts por minuto	1		
CONAVI	Uso eficiente del agua en desarrollos		4.1.2.5.2	Monomando (Designación ecológica según la NMX-C-415-ONNCCE)	1		
CONAVI	Uso eficiente del agua en desarrollos habitacionales		4.1.2.5.3	Coladeras con contracanasta (residuos)		1	
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda 2017		4.1.2.6	<b>Riego</b>			
			4.1.2.6.1	a) Riego por goteo		0	
Secretaría de Economía	NMX-164-SCFI-2013		4.1.2.6.2	b) Microaspersión		0	
Secretaría de Economía	NMX-164-SCFI-2013		4.1.2.6.3	Sensores de lluvia/humedad			0
			4.1.2.6.4	Diseño de jardines de bajo consumo de agua donde predominen especies endémicas			0
Secretaría de Economía	NMX-164-SCFI-2013		4.1.2.6.5	Manguera con válvulas ahorradoras de presión hidráulica		0	
			<b>4.2</b>	<b>Reciclaje</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
			4.2.1	<b>Tuberías y accesorios</b>			
			4.2.1.1	Tuberías independientes a la que va al drenaje (doble tubería)	0		
Código de Plomería de California	Manual de diseño para manejo de		4.2.1.2	La tubería debe de señalizarse de una manera en que se indique que es una tubería de agua reciclada	0		
Asociación Española de Empresas de Tratamiento	Guía técnica de recomendaciones para el reciclaje de		4.2.1.3	Si la tubería se encuentra próxima a una tubería de agua caliente, se debe de forrar de aislante	0		
Asociación Española de Empresas de Tratamiento	Guía técnica de recomendaciones para el reciclaje de		4.2.1.4	Proteger la tubería de ventilación con rejillas para evitar la entrada de roedores u otros animales	0		
Asociación Española de Empresas de Tratamiento	Guía técnica de recomendaciones para el reciclaje de		4.2.1.5	Válvulas antiretorno	0		
Asociación Española de Empresas de Tratamiento	Guía técnica de recomendaciones para el reciclaje de		4.2.1.6	Válvulas check	0		
Asociación Española de Empresas de Tratamiento	Guía técnica de recomendaciones para el reciclaje de		4.2.1.7	Contar con un cierre hidráulico (céspedes) en las descargas de aguas grises	0		
Asociación Española de Empresas de Tratamiento	Guía técnica de recomendaciones para el reciclaje de		4.2.1.8	Contador para aguas grises recibidas por el sistema			0
Asociación Española de Empresas de Tratamiento y Control de Aguas	Guía técnica de recomendaciones para el reciclaje de aguas grises en edificios		4.2.1.9	Sistema de rebose o demasía (bypass) para conducir el excedente de aguas (cuando exista) para la red general de drenaje y así evitar los caudales máximos de aguas grises y que no exista el refluo			0
Código de Plomería de California	Manual de diseño para manejo de		4.2.1.10	Cumplir con las distancias mínimas (Tabla 27.)	0		
			4.2.2	<b>Destino de agua reciclada</b>			
Secretaría de Economía	NMX-AA-164-SCFI-2013		4.2.2.1	El riego de las áreas verdes debe de ser solo con agua residual tratada, en este caso aguas grises reutilizadas		0	
Asociación Española de Empresas de Tratamiento	Guía técnica de recomendaciones para el reciclaje de		4.2.2.2	El agua del inodoro será agua reciclada, cuando no exista suficiente demanda se tomará de la toma		0	



		4.2.3	<b>Sistema a utilizar</b>			
Española de	recomendacion	4.2.3.1	a) Por gravedad		0	
Española de	recomendacion	4.2.3.2	b) Con bomba		0	
Española de	recomendacion		Automatizados compatibles con			0
Empresas de	es para el	4.2.3.3	opciones anteriores			
		4.2.4	<b>Fuente a reciclar</b>			
		4.2.4.1	<i>Regadera y lavabo</i>			
		4.2.4.2	<i>Accesorios requeridos</i>			
Asociacion	Guia tecnica de					
Española de	recomendacion	4.2.4.2.1	a) Filtro de arena		0	
Española de	recomendacion	4.2.4.2.2	b) Filtro de malla		0	
Asociacion	Guia tecnica de					
Española de	recomendacion	4.2.4.2.3	Proceso de desinfección con cloración		0	
Empresas de	es para el					
Tratamiento	reciclaje de	4.2.4.2.4	a) Depósito subterráneo con capacidad para almacenar el agua no mayor a 24 hrs		0	
Asociacion	Guia tecnica de					
Española de	recomendacion		b) Depósito exterior con capacidad para almacenar el agua no mayor a 24 hrs		0	
Empresas de	es para el	4.2.4.2.5				
Asociacion	Guia tecnica de					
Española de	recomendacion		Los depósitos se dimensionarán de acuerdo a la función del volumen de agua a reciclar, tendrán un acceso para dar mantenimiento	0		
Empresas de	es para el					
Tratamiento	reciclaje de	4.2.4.2.6				
y Control de	aguas grises en					
Asociacion	Guia tecnica de					
Española de	recomendacion		Se debe de realizar un cálculo previo para el abastecimiento de agua y necesidad de cada mueble	0		
Empresas de	es para el					
Tratamiento	reciclaje de	4.2.4.2.7				

Fuente: Elaboración propia .

Tabla 35. Análisis del SESUVI en la vivienda LEED.

			Nombre:	""Casa las Lomas""			
Etapa:	Construida		Ubicación:	San Pedro Garza García			
Clima:	Cálido seco		Estado:	Nuevo León			
Tipología:	Residencial		Certificación:	LEED Homes Nivel Plata			
<b>SISTEMA DE EVALUACIÓN SUSTENTABLE PARA VIVIENDA (SESUVI)</b>							
<b>Apartado 1. Indicadores de sustentabilidad para la Ubicación y Contexto del Sitio.</b>							
FUENTE				EVALUACIÓN			
Institución	Documento	APARTADO	ORDEN	CRITERIOS E INDICADORES	Indicadores obligatorios	Indicadores opcionales	Indicadores Extra
					<b>1</b>	<b>1 o más</b>	<b>2 a 6</b>
<i>Total de puntaje máximo por indicador Ubicación y Contexto del Sitio</i>					<b>7</b>		
		<b>1.1</b>	<b>Zonas de riesgos</b>		<b>7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Secretaría de Economía	NMX-AA-164-SCFI-2013	<b>Ubicación y Contexto del Sitio</b>	1.1.1	No edificar en caso de que la proyección de la vivienda esté en zonas inundables	<b>1</b>		
Secretaría de Economía	NMX-AA-164-SCFI-2013		1.1.2	No edificar en caso de que la proyección de la vivienda esté en zonas de riesgo, tales como fallas geológicas, laderas con pendientes mayores del 25% o suelos inestables, cauces de ríos, ni cualquier otro riesgo natural	<b>1</b>		
Secretaría de Economía	NMX-AA-164-SCFI-2013		1.1.3	No edificar en caso de que la proyección de la vivienda esté en colindancia de predios destinados a actividades riesgosas (edificios con derrumbes, excavaciones muy profundas, sitios con contaminación de suelo proveniente de residuos peligrosos)	<b>1</b>		
Secretaría de Economía	NMX-AA-164-SCFI-2013		1.1.4	No edificar en caso de que la proyección de la vivienda esté en zonas federales (franjas de costa, playas, márgenes de ríos y lagos, derecho de vía pública, líneas de transmisión de energía y líneas de conducción de hidrocarburos)	<b>1</b>		
Secretaría de Economía	NMX-AA-164-SCFI-2013		1.1.5	No edificar en caso de que la proyección de la vivienda esté a una distancia menor de 500 m de un sitio de disposición final en funcionamiento	<b>1</b>		
Secretaría de Economía	NMX-AA-164-SCFI-2013		1.1.6	No edificar en caso de que la proyección de la vivienda esté en una reserva protegida, biosfera, o patrimonio histórico o natural, incluidas zonas de amortiguamiento mínima de 100mts	<b>1</b>		
USGBC	LEED v4 HOMES		1.1.7	No edificar en caso de que la proyección de la vivienda esté en una zona donde no esté edificado el suelo al menos el 75 % inm ediatamente adyacente al límite del proyecto y que cuente con los servicios básicos (agua, luz, drenaje e internet)	<b>1</b>		

CONAVI			1.3.2	<i>Funcionalidad y salud</i>			
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda 2017 y NMX-AA-164-SCFI-2013		1.3.2.1	La vivienda se zonificará de la siguiente manera y contará con el siguiente programa arquitectónico Zona pública (Al menos dos accesos a la vivienda, sala y/o sala comedor o estancia, cocina, medio baño, patio exterior, cuarto de lavado, de 1 a 2 cajones de estacionamiento), Zona privada (Estudio, 2 a 3 recámaras, mínimo una habitación aislada con baño completo dentro, el otro baño completo puede ser compartido para las demás recámaras)		1	
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda 2017 y NMX-AA-164-SCFI-		1.3.2.2	El acceso contará con un portico después un vestibulo antes de ingresar alguna área de la casa		1	
CONAVI	Criterios para una vivienda adecuada 2020		1.3.2.3	Organización y optimización de espacios mediante un estudio previo con un programa de necesidades, descripción de usuarios y actividades a realizar en el espacio		1	
CONAVI	Criterios para una vivienda adecuada 2020		1.3.2.4	Identificar las principales necesidades y actividades en la vivienda y dar un espacio con medias adecuadas según las actividades y tiempo a permanecer		1	
CONAVI	Criterios para una vivienda adecuada		1.3.2.5	Todos los espacios deberán contar con luz y ventilaciones naturales		1	

Apartado 2. Indicadores de sustentabilidad para el Diseño Bioclimático y Accesibilidad Universal.					EVALUACIÓN		
FUENTE		APARTADO	ORDEN	CRITERIOS E INDICADORES	Indicadores	Indicadores	Indicador
Institución	Documento				Obligatorios	Opcionales	es Extra
					1	1 o más	2 a 6
<b>Total de puntaje máximo por Diseño Bioclimático y Accesibilidad Universal</b>					<b>72</b>		
			<b>1.1</b>	<b>Medidas pasivas</b>	<b>26</b>	<b>19</b>	<b>0</b>
			1.1.1	<b>Formas de la vivienda</b>			
CONAVI	Guía de energía 2006		1.1.1.1	Forma compacta de la vivienda para reducir pérdidas o ganancias de calor	1		
CONAVI	Guía de energía 2006		1.1.1.2	Cubierta con poca pendiente o con desniveles tipo dientes de sierra para aberturas altas en muro o manejar diferentes alturas (mínima 2.5 y máxima 2.7)	1		
CONAVI	Guía de energía 2006		1.1.1.3	No utilizar tragaluces en la cubierta ni domos ya que es una fuente directa de ganancia de calor en verano		1	
CONAVI	Guía de energía		1.1.1.4	Altura del piso al techo óptima 2.7 m	1		
CONAVI	Guía de energía 2006		1.1.1.5	Ubicación de la mayoría de ventanas en la parte media baja del muro a nivel de los ocupantes y aberturas pequeñas en zonas altas de los muros (preferentemente en donde van los dientes de sierra)		1	
CONAVI	Criterios para una vivienda		1.1.1.6	Evitar ventanales (ventanas de dimensiones grandes)		1	
CONAVI	Guía de energía 2006		1.1.1.7	Patio (ya sea central o en fachada principal)	1		
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda 2017		1.1.1.8	Dar prioridad de tamaño de espacios donde se pase la mayoría del tiempo o las actividades así lo requieran		1	
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda		1.1.1.9	Dimensiones adecuadas y mínimas en espacios	1		
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda		1.1.1.10	Cocina 6.5% del total de la vivienda	1		
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda		1.1.1.11	Comedor 13% del total de la vivienda	1		
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda		1.1.1.12	Sala 13% del total de la vivienda	1		
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda		1.1.1.13	Recámaras 12% del total de la vivienda	1		
			1.1.2	<b>Orientación de la vivienda</b>			
CONAVI	Guía de energía 2006		1.1.2.1	Fachada más larga con una crujía al sureste para evitar la radiación directa en invierno y aprovechar la luz solar de verano		1	
CONAVI	Guía de energía 2006		1.1.2.2	En acceso colocar pórticos, o pérgolas con vegetación al sur		1	
CONAVI	Guía de energía 2006		1.1.2.3	Ventanas mínimas en todas las direcciones, se recomiendan en la fachada norte ya que tiene poca radiación solar, en el sur-sureste para la ganancia solar directa en invierno, pero es de suma importancia contar con todas las protecciones para verano.	1		

CONAVI	Guía de energía 2006	1.1.3	<b>Orientación de los espacios básicos de la vivienda</b>			
CONAVI	Guía de energía 2006	1.1.3.1	Vestíbulos N	1		
CONAVI	Guía de energía 2006	1.1.3.2	Cocina NO/N/NE	1		
CONAVI	Guía de energía 2006	1.1.3.3	Comedor SE/S/SO	1		
CONAVI	Guía de energía 2006	1.1.3.4	Sala SE/S/SO	1		
CONAVI	Guía de energía 2006	1.1.3.5	Estudio SE/S/SO	1		
CONAVI	Guía de energía 2006	1.1.3.6	Recámara SE/S/SO	1		
CONAVI	Guía de energía 2006	1.1.3.7	Baño NO/ENE	1		
CONAVI	Guía de energía 2006	1.1.3.8	Cocina NO/N/NE	1		
		1.1.3	<b>Protecciones contra la radiación</b>			
		1.1.3.1	<b>Parte superior de la vivienda</b>			
CONAVI	Guía de energía 2006	1.1.3.1.1	Aleros más grandes en la fachada sur para evitar asoleamiento en las tardes, combinado con parteluces	1		
CONAVI	Guía de energía 2006	1.1.3.1.2	Aleros en sureste calentamiento directo en invierno y protección en verano	1		
CONAVI	Guía de energía 2006	1.1.3.1.3	Aleros en suroeste y noroeste protección solar combinado con vegetación	1		
CONAVI	Guía de energía 2006	1.1.3.1.4	En el caso que se agreguen tragaluces se deben orientar al sur con protección solar en verano		1	
		1.1.3.2	<b>Ventanas</b>			
USGBC	LEED v4 para HOMES: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN	1.1.3.2.1	Todas las ventanas que se encuentren orientadas hacia el sur deben de estar con protección solar y con el 100% de sombra en verano, ya sea con toldos, voladizos, vegetación, en el medio día solar en el verano, y sin sombra a medio día de invierno)	1		
CONAVI	Reglas de operación para subsidios LEED V4	1.1.3.2.2	a) Ventanas remetidas en fachadas sur, este y oeste con protecciones en invierno	0		
USGBC	para HOMES: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN	1.1.3.2.3	Automatización de lamas, louver o protecciones contra la radiación (láminas de control solar)		1	
CONAVI	Guía de energía 2006	1.1.3.2.4	Si las ventanas no son remetidas evitar pérdidas de calor con postigos, parasoles, celosías, toldos, louver, persianas etc. Para uso exclusivo en las noches de invierno		1	
CONAVI	Criterios para una vivienda adecuada 2020	1.1.3.2.5	Si las ventanas no son remetidas disponer de dispositivos de control solar (para sombreado de ventanas, deben de ser opacos, de materiales durables y resistentes a la intemperie)		1	
CONAVI	Guía de energía 2006	1.1.3.2.6	Si las ventanas no son remetidas disponer de volados superiores, inferiores o laterales depende de la orientación de la ventana		1	
CONAVI	Guía de energía 2006	1.1.3.2.7	Parteluces en la fachada norte para protección en las tardes y en verano		1	

			<b>Piso</b>				
USGBC	LEED v4 HOMES		Pisos exteriores permeables que permitan la infiltración del agua al subsuelo		1		
CONAVI	Guía de energía	1.1.3.3	<b>Vegetación</b>				
CONAVI	operación para subsidios CONAVI 2020	1.1.3.3.1	Sembrar al menos un árbol en la vivienda, se recomienda que sea dentro del patio, especies nativas, con raíces no invasivas		1		
CONAVI	Guía de energía 2006	1.1.3.3.2	De hoja perenne en la zona noroeste y como barrera de vientos fríos	1			
CONAVI	Guía de energía 2006	1.1.3.3.3	Vegetación debajo o sobre de ventanas con el fin de refrescar el aire que pueda entrar, así como rodear de vegetación el perímetro de la casa incluyendo muros para evitar el contacto de muro-banqueta)		1		
CONAVI	Guía de energía 2006	1.1.3.3.4	Toda la vegetación utilizada serán especies con el mínimo requerimiento de agua	1			
CONAVI	Guía de energía 2006	1.1.3.3.5	De hoja caduca sobretodo en el sur, sureste, y suroeste para enframamiento y humidificación	1			
CONAVI	Guía de energía 2006	1.1.3.3.6	Se recomienda densa en el noreste, noroeste, este y suroeste como protección de ángulos solares bajos		1		
CONAVI	Guía de energía 2006	1.1.3.3.7	Enredaderas sobre muros, pérgolas y pórticos al Este y Sur		1		
		1.1.4	<b>Calidad del ambiente interior</b>				
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda	1.1.4.1	El parámetro de confort térmico será con temperaturas entre los 18 y 25 grados	1			
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda 2017 y NMX-AA-164-SCFI-2013	1.1.4.2	Habrà prioridad sobre soluciones bioclimaticas (pasivas) sobre las activas al menos un 60% de las opciones que se mencionan en los siguientes apartados		1		
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda 2017 y NMX-AA-164-SCFI-2013	1.1.4.3	El diseño acústico de la edificación puede generar condiciones acústicas que no excedan de 65 decibels de valor promedio y de 0.5 segundos de tiempo de reverberación		1		
		<b>1.2</b>	<b>Accesibilidad universal</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	
		1.2.1	<b>Acceso Principal</b>				
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda	1.2.1.1	Área con mínimo de 2.5 m2 para entrar (1.5x1.5)	1			
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda	1.2.1.2	Rampa de entrada (menos del 5% de pendiente)	1			
SEDATU	Código de Edificación	1.2.1.3	Área de entrada libre de obstáculos	1			
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda 2017	1.2.1.4	Protección contra la lluvia y el sol, (techo, alero, volado, tejaban o similar) mínimo sobresalir 30 cm. Del perímetro del area de acceso	1			
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda	1.2.1.5	Textura antiderrapante en rampas y áreas de transición	1			

		1.2.2	<i>Circulaciones dentro de la vivienda</i>			
SEDATU	Código de Edificación	1.2.2.1	Pasillos con un ancho mínimo de 90 cm	1		
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda	1.2.2.2	Para giros de 90 grados se necesita un área de mínimo 2m2	1		
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda	1.2.2.3	Para giros de 180 grados se necesita un área de mínimo 2.90m2	1		
SEDATU	Código de Edificación	1.2.2.4	Piso antiderrapante en toda la vivienda	1		
		1.2.3	<i>Puertas</i>			
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda	1.2.3.1	Puerta principal con un ancho mínimo libre de 95 cm.	1		
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda	1.2.3.2	Puertas interiores con un ancho mínimo libre de 85 cm.	1		
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda 2017	1.2.3.3	Perillas y cerraduras a una altura mínima de 90 cm. Y máxima de 1.10 m. desde el nivel de piso terminado.	1		
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda	1.2.3.4	La cerradura debe permitir su cierre y apertura con una sola mano	1		
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda 2017	1.2.3.5	En el caso que se coloquen mirillas deben de contar con 2 piezas, una colocada a una altura del piso terminado de 1.2 m. y la segunda a una altura de piso terminado de 1.5 m	1		
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda 2017	1.2.3.6	En el caso que se coloquen puertas corredizas o plegadizas el ancho mínimo libre es de 85 cm. Y no se permite que sobresalga a nivel de piso el riel	1		
		1.2.4	<i>Sanitario</i>			
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda	1.2.4.1	Este debe de contar con unas dimensiones mínimas de 2.90 x 1.95	1		
		1.2.5	<i>Cocina</i>			
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda	1.2.5.1	El vano de acceso debe se libre de 90 cm libres y no debe de tener marco ni puerta	1		
SEDATU	Código de Edificación	1.2.5.2	Circulaciones de 85 cm en adelante	1		
		<b>1.3</b>	<b>Identidad y funcionalidad en el diseño</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>0</b>
		1.3.1	<i>Identidad y biodiversidad</i>			
CONAVI	Criterios para una vivienda adecuada	1.3.1.1	Utilizar las costumbres de diseño del lugar ejemplo (pórticos, terrazas, espacios abiertos, patios centrales etc.)		1	
CONAVI	Criterios para una vivienda adecuada 2020	1.3.1.2	Elementos que promuevan el mejoramiento a la imagen y contexto urbano en el que se encuentra como fachadas a paño de banqueta, vegetación o jardineras entre otros		1	
CONAVI	Criterios para una vivienda adecuada	1.3.1.3	Se deben de conservar todos los árboles sanos de más de 20cm de diámetro y las especies protegidas.		1	
CONAVI	Criterios para una vivienda	1.3.1.4	Conservar o restituir al menos el 50% de la vegetación nativa		1	

CONAVI			1.3.2	<i>Funcionalidad y salud</i>			
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda 2017 y NMX-AA-164-SCFI-2013		1.3.2.1	La vivienda se zonificará de la siguiente manera y contará con el siguiente programa arquitectónico Zona pública (Al menos dos accesos a la vivienda, sala y/o sala comedor o estancia, cocina, medio baño, patio exterior, cuarto de lavado, de 1 a 2 cajones de estacionamiento), Zona privada (Estudio, 2 a 3 recámaras, mínimo una habitación aislada con baño completo dentro, el otro baño completo puede ser compartido para las demás recámaras)		1	
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda 2017 y NMX-AA-164-SCFI-		1.3.2.2	El acceso contará con un portico después un vestibulo antes de ingresar alguna área de la casa		1	
CONAVI	Criterios para una vivienda adecuada 2020		1.3.2.3	Organización y optimización de espacios mediante un estudio previo con un programa de necesidades, descripción de usuarios y actividades a realizar en el espacio		1	
CONAVI	Criterios para una vivienda adecuada 2020		1.3.2.4	Identificar las principales necesidades y actividades en la vivienda y dar un espacio con medias adecuadas según las actividades y tiempo a permanecer		1	
CONAVI	Criterios para una vivienda adecuada		1.3.2.5	Todos los espacios deberán contar con luz y ventilaciones naturales		1	



Apartado 3. Indicadores de sustentabilidad para Energía y Materiales.					EVALUACIÓN		
FUENTE		APARTADO	ORDEN	CRITERIOS E INDICADORES	Indicadores obligatorios	Indicadores opcionales	Indicador Extra
Institución	Documento				1	1 o más	2 a 6
<b>Total de puntaje máximo por Energía y Materiales</b>					<b>109</b>		
<b>3.1 Eficiencia energética</b>					<b>26</b>	<b>43</b>	<b>28</b>
<b>3.1.1 Materiales aislantes</b>							
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México		3.1.1.1	El material debe que tener una alta resistencia térmica (R, rendimiento del material, se calcula el espesor del material dividido entre la conductividad térmica, para calcularla consultar los valores mínimos de la NMX-C-460-ONNCCE-2009)	1		
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México		3.1.1.2	El material debe de tener una baja conductividad térmica se recomienda una conductividad menor a 0.050 W/m.K ( $\lambda$ o k en el sistema internacional, se puede consultar en el apéndice D de la NOM-020-ENER-2011	1		
CONAVI Y Passivhaus Universidad Politécnica	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México Aislantes térmicos. Criterios de		3.1.1.3	El material debe de tener una baja transmitancia térmica para poder tener una buena capacidad aislante (U, denominada K en la NOM-020)	1		
			3.1.1.4	El material debe de tener altas resistencias al fuego (no flamable)	1		
CONAVI Y Passivhaus Universidad Politécnica	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México Aislantes térmicos. Criterios de		3.1.1.5	El material debe de tener una alta inercia térmica para mantener las temperaturas interiores estables (con una conductividad moderada entre 0.5 y 2.0 W/m°C y un gran calor específico volumétrico, este tipo de materiales usualmente son el adobe, cualquier construcción con tierra, ladrillo, piedra, concreto y el agua)	1		
			3.1.1.6	Se recomienda que el material sea resistente al agua (impermeable)	1		
			3.1.1.7	Se recomienda que el material tenga alta resistencia a la compresión	1		
			3.1.1.8	Se recomienda que el material tenga una baja densidad (Kg/m3)	1		
Universidad Politécnica de Madrid	Criterios de selección por requisitos		3.1.1.9	Se recomienda utilizar materiales aislantes que se produzcan a partir de materias primas renovables (origen vegetal)	1		
Universidad Politécnica	Aislantes térmicos. Criterios de		3.1.1.10	Se recomienda que el material se pueda reciclar después de su vida útil	0		
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda		3.1.1.11	Se recomienda que el material aislante que se elija cuente con el sello FIDE	1		
Secretaría de Economía	NMX-AA-164-SCFI-2013		3.1.1.12	No se utilizarán materiales que se consideran nocivos para la salud y el ambiente (consultar en el apéndice informativo 11 de la NMX-AA-164-SCFI-2013)	1		

			3.1.2	<b>Envolvente</b>			
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México		3.1.2.1	Se recomienda que la prioridad sea aislar por el exterior de la vivienda ya sea en el sistema constructivo del muro, o como recubrimiento del muro)	1		
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México		3.1.2.2	Evitar por completo los puentes térmicos, verificar los pasos forjados, puertas, ventanas, se pueden verificar con termografías	1		
Secretaría de Energía	NOM-020-ENER-2011		3.1.2.3	Coefficiente global de transferencia de calor (K en muro y techo según la ciudad, consultar tabla de la NOM-020-ENER-2011)	1		
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México		3.1.2.4	Muros masivos porosos con cámaras de aire de 30 cm de espesor		1	
CONAVI	Criterios para una vivienda adecuada 2020		3.1.2.5	Caras exteriores con material aislante, para ahorro de energía R= 1.00 m2 oC/W y para confort térmico R= 1.00 m2 oC/W		1	
CONAVI	Criterios para una vivienda adecuada 2020		3.1.2.6	Colores claros de alta reflectancia en exterior (blanco o aluminio)		1	
CONAVI	Criterios para una vivienda adecuada 2020		3.1.2.7	Acabado final con textura lisa		1	
			3.1.3	<b>Techos</b>			
CONAVI Y Passivhaus	apoyada de vivienda sustentable en México		3.1.3.1	Masivos por espesor o rellenos masivos, significa que almacenen y amortiguen el calor con un espesor mínimo de 30 cm		1	
CONAVI	para una vivienda adecuada 2020		3.1.3.2	Cara exterior con materiales aislantes, para ahorro R= 2.64 M2 oC/W y para confort R= 2.025 m2 oC/W		1	
Secretaría de Economía	NMX-U-125-SCFI-2016		3.1.3.3	Colores claros de alta reflectancia con un valor mínimo de IRS (Índice de Reflectancia Solar de 105 según NMX)	1		
CONAVI	Criterios para una vivienda adecuada 2020		3.1.3.4	Acabado final con textura lisa en exterior		1	
			3.1.4	<b>Ventanas</b>			
USGBC	LEED v4 para HOMES:DIS		3.1.4.1	Las ventanas serán el 15% máximo sobre la superficie bruta construida		0	
CONAVI	Criterios para una vivienda adecuada 2020		3.1.4.2	Las ventanas en un muro no deberán ocupar más de un 20% de la superficie del muro		0	
USGBC	para HOMES:DIS EÑO Y		3.1.4.3	Operables en espacios que den a patios y jardines de preferencia		1	
Secretaría de Energía	NOM-024-ENER-2012		3.1.4.4	El vidrio que se elija tendrá que tener el sello de cumplimiento de la NOM-024-ENER-2012	1		
USGBC	para HOMES:DIS LEED v4		3.1.4.5	Buen sellado efectivo y hermeticidad para evitar puentes térmicos	1		
USGBC	para HOMES:DIS LEED v4		3.1.4.6	Marco protegido con una barrera térmica		1	
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México		3.1.4.7	Marco eficiente que esté fabricado con un material de baja conductividad (madera, PVC, aluminio protegido o con quiebre térmico)	1		

USGBC	LEED v4 para HOMES: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN		3.1.4.8	Vidrio con películas protectoras del sol contra la radiación solar (los acabados de color claro reflejan la radiación, cuando se requiere que se absorba la radiación en invierno los colores oscuros)		1	
USGBC	LEED v4 para HOMES: DIS		3.1.4.9	Vidrio de transmitancia térmica menor que 0.70 W/m.K	1		
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México		3.1.4.10	Vidrio con un factor de coeficiente solar "g" o solar heat gain coefficient por sus siglas en inglés SHGC (entre más bajo mejor, ya que es la energía que atraviesa al vidrio, se recomienda con un factor de 0.40/40% de energía que deja pasar a través del cristal)		1	
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda		3.1.4.11	Vidrio con sello de low-e (baja emisividad)			6
			3.1.5	<i>Vidrio a colocar</i>			
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de		3.1.5.1	Acristalamiento simple de 3 mm		1	
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de		3.1.5.2	Acristalamiento doble			4
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de		3.1.5.3	Acristalamiento triple			0
			3.1.6	<i>Pisos</i>			
CONAVI	Guía de energía 2006		3.1.6.1	Piso interior con máximo 10 cm de aislamiento		0	
			3.1.3	<b>Sistemas de enfriamiento</b>			
			3.1.3.1	<i>Sistemas de enfriamiento pasivos</i>			
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México		3.1.3.1.1	Ventilación cruzada (Vanos o ventanas ubicados en partes superiores y por el muro contrario en la parte inferior para formar corriente, por tanto es necesario ubicar las tomas de aire en la fachada que recibe los vientos dominantes, oeste, la distancia que se recomienda entre una y otra es hasta 5 veces la altura del espacio)	1		
CONAVI	Guía de energía 2006		3.1.3.1.2	a) Ventilación unilateral (Ubicarla en direcciones donde dé al patio o jardín, no ubicarla al oeste en invierno para que los vientos fríos no afecten)		1	
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México		3.1.3.1.3	b) Ventilación por tiro se recomienda en espacios altos y que el aire exterior sea más frío que el interior, que la zona donde se encuentre la chimenea esté sombreada por árboles o bien que esté cerca de agua para que el viento que entre refresque (chimeneas eólicas, captadores eólicos o turbinas eólicas (cebollas)			

			3.1.3.1.4	d) Chimenea solar (con una orientación sur o suroeste, funciona con una abertura en un hueco hacia el exterior para sacar el aire que está dentro de la vivienda, y se puede renovar por otro medio o combinado con la ventilación subterránea)			0
<a href="http://203Opalette.org">http://203Opalette.org</a>	PALETE 2030		3.1.3.1.5	c) Torre de enfriamiento o torre fría (se recomienda con una altura mínima de dos veces la altura del espacio a enfriar, con 3m2 de área aproximadamente)			
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable		3.1.3.1.6	Cubierta ventilada (Espacios debajo de la cubierta ubicados en el ático para enfriar)		0	
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México		3.1.3.1.7	Ventilación subterránea (pozos canadienses, geotermia, al instalarlos se debe de tratar el control de higiene para la legionela)			0
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México		3.1.3.1.8	Enfriamiento nocturno (Apertura de ventanas en áreas comunes para enfriar la vivienda, solo cuando la temperatura exterior sea más baja que la interior)		1	
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México		3.1.3.1.9	Enfriamiento evaporativo (Espejos de agua o fuentes de agua como estanques ubicados en accesos de la vivienda, o patios cerca de ventanas y vegetación)		1	
			3.1.3.2	<i>Sistemas de enfriamiento activos</i>			
CONAVI	Guía de energía		3.1.3.2.1	Ventilador de mesa		0	
CONAVI	Guía de energía		3.1.3.2.2	Ventilador de plafón		0	
CONAVI	Guía de energía		3.1.3.2.3	Ventilador de pie		0	
Secretaría de Economía	NMX-AA-164-SCFI-2013		3.1.3.2.4	El tipo de aire acondicionado que se elija debe de contar con una eficiencia mayor a lo especificado en la NOM-021-ENER-SCFI en relación a su valor de la Relacion de Eficiencia Energética REE consultar la tabla 7 de la NMX-AA-164SCFI-2013)	0		
CONAVI	Guía de energía 2006		3.1.3.2.5	El tipo de aire acondicionado que se elija debe de estar certificado por la NOM-011-ENER-2002	0		
CONAVI	Guía de energía 2006		3.1.3.2.6	El tipo de aire acondicionado o o bomba de calor que se elija debe de tener un control exterior de reajuste que module la temperatura del agua de distribución en función de la temperatura del aire exterior	1		
CONAVI	Guía de energía 2006		3.1.3.2.7	El tipo de aire acondicionado o o bomba de calor que se elija debe de tener de preferencia el sello de certificación fide	0		
Secretaría de Economía	NMX-AA-164-SCFI-2013	Energía y Materiales	3.1.3.2.8	El tipo de aire acondicionado tipo cuarto (mini split y multi split) deberán presentar una garantía mínima de 8 años	0		

Gobierno de México	Normas Oficiales Mexicanas		3.1.3.2.9	El tipo de aire acondicionado tipo dividido o descarga libre sin conductos de aire debe	0		
CONAVI	Guía de energía		3.1.3.2.10	a) Aire acondicionado de ventana		0	
CONAVI	Guía de energía		3.1.3.2.11	b) Aire acondicionado tipo split		0	
CONAVI	Guía de energía		3.1.3.2.12	c) Aire acondicionado con sistema central		0	
USGBC	LEED v4 para HOMES:DIS EÑO Y CONSTRUCCI		3.1.3.2.13	Cualquier tubería diseñada como parte de un sistema de bomba de calor debe de tener un aislamiento	1		
			3.1.4	<b>Sistemas de calentamiento</b>			
			3.1.4.1	<i>Sistemas de calentamiento pasivos</i>			
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable		3.1.4.1.1	Ganancia directa solar (Mediante ventanas orientadas al sur con protecciones)	1		
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable		3.1.4.1.2	Muro de acumulación solar o muro trombe (Orientado al sur o suroeste)			0
CONAVI Y Passivhaus	NAMA apoyada de vivienda sustentable en México		3.1.4.1.3	Para temperaturas muy bajas en invierno se recomienda un Invernadero adosado (Orientado hacia el sur o suroeste, hecho de cristal con ventilación natural)			0
			3.1.4.2	<i>Sistemas solares activos</i>			
Secretaría de Economía	NMX-164-SCFI-2013		3.1.4.2.1	Los aires acondicionados que utilicen bomba de calor tendrán que tener un valor de REE mayor o igual a los valores especificados en la tabla 8 de la NMX-164-SCFI-2013	1		
			3.1.4.2.2	Aires acondicionados mini split o multi split con ciclo reversible (bomba de calor)	1		
			3.1.5	<b>Sistema de calentamiento de agua y alimentos</b>			
			3.1.5.1	Colector solar o calentador de agua solar	1		
USGBC	LEED v4 HOMES		3.1.5.1.1	No exceder un volumen máximo de agua caliente de 0.71 lts desde un calentador a la llegada del aparato o mueble sanitario (Tabla 26.)		1	
USGBC	LEED v4 HOMES		3.1.5.1.2	Longitud máxima de tuberías desde el colector a la fuente de agua caliente (ver depende del diámetro de la tubería. Tabla 24.)		1	
USGBC	LEED v4 HOMES		3.1.5.1.3	Los componentes del sistema deben de estar protegidos con aislamiento solo en caso de que en invierno las temperaturas lleguen a los 0 Grados centígrados		1	
Gobierno de México	Normas Oficiales Mexicanas en Eficiencia Energética		3.1.5.1.4	El calentador de agua solar debe de cumplir y estar certificado por la NOM-027-ENER/SCFI-2018		1	
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda 2017 y NMX-AA-164-SCFI-2013		3.1.5.1.5	El sistema debe de estar equipado con límites de temperatura máxima (válvulas de alivio de temperatura y presión)		1	
SEDATU	Código de Edificación de Vivienda 2017 y NMX-AA-164-SCFI-2013		3.1.5.1.6	El calentador solar debe demostrar su rendimiento y eficiencia térmico de acuerdo a la norma		1	

Johan van Lengen	Manual del arquitecto descalzo		3.1.5.1.7	Se recomienda en la zona norte del país Inclinar el colector 45 grados		1	
			3.1.5.2	Calentador de agua de paso		1	
CONAVI	Criterios para una vivienda adecuada 2020		3.1.5.2.1	El calentador de agua debe ser de rápida recuperación y tener el etiquetado de cumplimiento de las NOM-011-SESH-2012 y NOM-003-ENER-2011		1	
Secretaría de Economía	NMX-164-SCFI-2013		3.1.5.2.2	Calentador con un volumen mayor a 8 L/min con una eficiencia térmica mínima de 87%		1	
Secretaría de Economía	NMX-164-SCFI-2013		3.1.5.2.3	Debe de ser un calentador de rápida recuperación o instantáneo		1	
Secretaría de Economía	NMX-164-SCFI-2013		3.1.5.2.4	Los calentadores deben de presentar una garantía que cubra la reposición del mismo, mínimo de 10 años para calentadores instantáneos		1	
Secretaría de Economía	NMX-164-SCFI-2013		3.1.5.2.5	La instalación debe de tener una válvula de alivio o seguridad y la temperatura máxima dela agua de salida será de 60 grados		1	
Secretaría de Economía	NMX-164-SCFI-2013		3.1.5.2.6	La ubicación no deberá de ser menor a 30 cm del nivel de piso terminado ni mayor de 1.20 m		1	
Secretaría de Economía	NMX-164-SCFI-2013		3.1.5.3	Calentador de agua eléctrico (Con certificado de eficiencia)		0	
			3.1.5.4	Horno solar (Funciona por medio de conducción, radiación o convección, se utilizará en el jardín en una zona exterior)			0
			3.1.5.5	Estufa eléctrica (Con certificado de eficiencia)			0
			3.1.6	<b>Electrodomésticos eficientes</b>			
Gobierno de México	Normas Oficiales Mexicanas en Eficiencia Energética		3.1.6.1	Refrigeradores y congeladores electrodomésticos deben de tener el sello amarillo de eficiencia energética y el sello del cumplimiento de la NOM-015-ENER-2012 y garantía de FIDE de ahorro de energía eléctrica		1	
Gobierno de México	Normas Oficiales Mexicanas en Eficiencia Energética		3.1.6.2	Lavadoras de ropa con sello amarillo de NOM-005-ENER-2012 de eficiencia energética y garantía de FIDE de ahorro de energía eléctrica		1	
Gobierno de México	Normas Oficiales Mexicanas en Eficiencia Energética		3.1.6.3	Estufas y aparatos domésticos para cocción de alimentos que usan gas L.P. o gas natural deben de tener el sello de la NOM-025-ENER-2013		1	
Gobierno de México	Normas Oficiales Mexicanas en Eficiencia Energética		3.1.6.4	Cualquier otros aparato electodoméstico o electrico en la vivienda debe de contar con sellos que comprueben la alta eficiencia energética del aparato con la letra A, B ó C colores verdes, y la NOM-032-ENER-2013)		1	

			3.1.7	<b>Iluminación</b>			
SEDATU	CEV y NMX-AA-164-SCFI-CEV y NMX-AA-164-SCFI-2013		3.1.7.1	Iluminación natural			
CONAVI	AA-164-SCFI-2013		3.1.7.1.1	La vivienda debe de tener prioridad en la iluminación natural			6
Secretaría de Economía	NMX-164-SCFI-2013		3.1.7.1.2	La iluminación natural debe de generar 250 o más luxes (se medirán mediante un luxómetro a 0.78 m de altura sobre el nivel de piso a cada 1.5 m a partir de una distancia de 4 m con respecto a los muros de fachada)		1	
<a href="http://203Opalette.org">http://203Opalette.org</a>	PALETE 2030		3.1.7.1.3	La iluminación que proporcionará las ventanas será aproximadamente 2.5 veces la altura de la abertura acristalada, hay que tomar en cuenta la proporción de cada ventana en cada espacio, siguiendo este principio		1	
<a href="http://203Opalette.org">http://203Opalette.org</a>	PALETE 2030		3.1.7.1.4	Cada espacio debe de tener por lo menos el 25% de iluminación natural		1	
<a href="http://203Opalette.org">http://203Opalette.org</a>	PALETE 2030		3.1.7.1.5	En espacios donde la luz natural se encuentre en más del 80% se recomienda solo pintar un muro lateral de color claro para distribuir uniformemente la luz solar y evitar deslumbramientos		1	
<a href="http://203Opalette.org">http://203Opalette.org</a>	PALETE 2030		3.1.7.1.6	Ventanas (en cualquier orientación la iluminación será buena, en el norte se recomienda ya que no habrá radiación directa que afecte la vivienda)		1	
<a href="http://203Opalette.org">http://203Opalette.org</a>	PALETE 2030		3.1.7.1.7	Tubos de luz (Tipo de tragaluz donde se utiliza el cristal u objeto transparente creando un tubo en el interior de la vivienda, sirve de efecto rebote de luz dentro de la vivienda)		0	
<a href="http://203Opalette.org">http://203Opalette.org</a>	PALETE 2030		3.1.7.1.8	Repisas de luz (Bandeja que acompaña la ventana, el elemento puede ser interior o exterior y reflejará la luz que emite de la ventana hacia el interior con un mayor alcance, la longitud será igual a la altura del área acristalada, de colores claros de preferencia blanco)		0	
<a href="http://203Opalette.org">http://203Opalette.org</a>	PALETE 2030		3.1.7.1.9	Dobles alturas con ventanas altas hacia el norte		0	
<a href="http://203Opalette.org">http://203Opalette.org</a>	PALETE 2030		3.1.7.1.10	Colores claros en las paredes (reflejar mucho mayor luz, y sensación de amplitud en los espacios, donde el nivel de luz natural es menor del 25%)		1	
			3.1.7.2	Iluminación artificial			
Secretaría de Economía	NMX-164-SCFI-2013		3.1.7.2.1	Contar con un sistema de medición de energía eléctrica de tipo electrónico y con capacidad de telemetría, adicional a los medidores de CFE, esto para tener una bitácora periódica de los registros de consumos totales de energía expresados en kWh		1	

USGBC	LEED v4 HOMES		3.1.7.2.2	No utilizar lámparas de descarga en alta intensidad, fluorescentes compactas autobalastadas, fluorescentes lineales, incandescentes, incandescentes con halógenos y luz mixta		1	
Secretaría de Economía	NMX-164-SCFI-2013		3.1.7.2.3	Cumplir con la potencia de iluminación en los diferentes espacios de una vivienda		1	
			3.1.7.2.4	Luminarias a utiizar			
			3.1.7.2.5	Luminarias fotovoltaicas en el exterior			0
Gobierno de México	Normas Oficiales Mexicanas en Eficiencia Energética		3.1.7.2.6	Lámparas LED con un mínimo de consumo de 3.5 W y con una eficiencia de 80 l/W (Certificadas por la NOM-030-ENER-2016 para eficacia luminosa de lámparas de diodos emisores de luz led integradas para iluminación general)		1	
			3.1.7.2.7	Mecanización automatizada (sistemas de detección de presencia, sensores ambientales y programación temporal como auxiliar al acondicionamiento térmico y lumínico)			6
			3.1.7.2.8	Capacidad de ajuste			6
				<b>3.2 Energías renovables</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>12</b>
			3.2.1	Solar fotovoltaica			
Gobierno de México	NOM-001 SEDE-2012		3.2.2	Sistema aislado a la red eléctrica (consta de módulos fotovoltaicos, regulador, baterías e inversor)			0
Gobierno de México	NOM-001 SEDE-2012		3.2.3	Sistema conectado a la red (consta de paneles solares fotovoltaicos DC, medidor bidireccional, inversor DC/AC, y tablero eléctrico)			4
Gobierno de México	NOM-001 SEDE-2012		3.2.4	Cálculo del sistema a utilizar (Número de paneles, eficiencia, potencia y área del panel, radiación solar promedio, área donde se colocarán los paneles, energía generada por día, demanda de energía en la vivienda)			4
Gobierno de México	NOM-001 SEDE-2012		3.2.5	Sistema automatizado (Utilización de la energía de acuerdo a la demanda en diferentes épocas del año)			4



Apartado 4. Indicadores de sustentabilidad para la Gestión del Agua.					EVALUACIÓN		
FUENTE		APARTADO	ORDEN	CRITERIOS E INDICADORES	Indicadores obligatorios	Indicadores opcionales	Indicadores Extra
Institución	Documento				1	1 o más	2 a 6
<b>Total de puntaje máximo por Gestión del Agua</b>					<b>11</b>	<b>8</b>	<b>4</b>
<b>4.1 Ahorro</b>					<b>11</b>	<b>8</b>	<b>4</b>
<b>4.1.1 Medición y recomendaciones</b>							
			4.1.1.1	Medidor de agua digital para la toma domiciliaria	1		
SEDATU	Criterios de Vivienda Adecuada		4.1.1.2	Los muebles sanitarios y sus accesorios deben de ser accesibles para su revisión	1		
CONAVI	Guía de evaluación de vivienda sustentable		4.1.1.3	Válvulas de seccionamiento para alimentación en lavabos, inodoros, fregaderos, calentador de agua, tinaco, y cisterna (Según la NOM-001-CONAGUA-2011)	1		
<b>4.1.2 Fuentes de mayor consumo</b>							
<b>4.1.2.1 Regadera</b>							
CONAVI	Guía de evaluación de vivienda sustentable		4.1.2.1.1	Regadera con grado ecológico (certificada por la NOM-008-CONAGUA-1998)	1		
SEDATU y NOM-008-CONAGUA	Criterios de Vivienda Adecuada 2020		4.1.2.1.2	Dispositivo ahorrador reductores o economizadores de flujo, no inferior a los 3 l/min y que el máximo no supere los 7 l/min en un rango de presión de 0.2 kg/cm2 a 6kg/cm2	1		
CONAVI	Guía de evaluación de vivienda sustentable		4.1.2.1.3	Llaves para bajar el consumo o llaves reductoras (Designación ecológica según la NMX-C-415-ONNCCCE-2015)	1		
CONAVI	Guía de energía		4.1.2.1.4	Regadera de manguera		1	
<b>4.1.2.2 Inodoro</b>							
CONAVI	Reglas de operación para uso eficiente del agua en casa		4.1.2.2.1	Capacidad máxima del tanque o depósito de 4 lts	1		
CONAVI	Reglas de operación para uso eficiente del agua en casa		4.1.2.2.2	Eliminador de fugas (va en el área de la válvula de descarga)		1	
CONAVI	Reglas de operación para uso eficiente del agua en casa		4.1.2.2.3	Inodoros de doble descarga		1	
CONAVI	Reglas de operación para uso eficiente del agua en casa		4.1.2.2.4	Inodoros automatizados			
CONAVI	Reglas de operación para uso eficiente del agua en casa		4.1.2.2.5	Sanitario seco			0
<b>4.1.2.3 Lavabo</b>							
CONAVI	Guía de evaluación de vivienda sustentable		4.1.2.3.1	Grifos ahorradores (Designación ecológica según la NMX-C-415-ONNCCCE)	1		
USGBC	LEED v4 HOMES		4.1.2.3.2	Mezcladora de tipo monomando gasto máximo por minuto de 3.7 lts	1		
<b>4.1.2.4 Lavadora</b>							
CONAVI	Manual Saavi, Sistema de		4.1.2.4.1	Lavadora consumo máximo permitido 198 lts por ciclo		1	
CONAVI	NMX-AA-158-SCFI-2011		4.1.2.4.2	Se recomienda usar de preferencia una lavadora con denominación "grado ecológico" que tenga esta etiqueta y lo avale la NMX-AA-158-SCFI-2011		1	

		Gestión del Agua	4.1.2.5	<i>Tarja</i>			
USGBC	LEED v4 HOMES			Tarja con un consumo máximo de 5.6 lts por minuto	1		
CONAVI	Uso eficiente del agua en		4.1.2.5.1	Monomando (Designación ecológica según la NMX-C-415-ONNCCE)	1		
CONAVI	Uso eficiente del agua en desarrollos habitacionales.		4.1.2.5.2	Coladeras con contracanasta (residuos)		1	
SEDATU	Código de Edificación de		4.1.2.6	<i>Riego</i>			
			4.1.2.6.1	a) Riego por goteo		1	
Secretaría de Economía	NMX-164-SCFI-2013		4.1.2.6.2	b) Microaspersión		0	
Secretaría de Economía	NMX-164-SCFI-2013		4.1.2.6.3	Sensores de lluvia/humedad			0
				Diseño de jardines de bajo consumo de agua donde predominen especies endémicas			4
Secretaría de Economía	NMX-164-SCFI-2013		4.1.2.6.4	Manguera con válvulas ahorradoras de presión hidráulica		1	
			4.1.2.6.5				
			<b>4.2</b>	<b>Reciclaje</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>4</b>
			4.2.1	<b>Tuberías y accesorios</b>			
Plomería de California	Manual de diseño para manejo de		4.2.1.1	Tuberías independientes a la que va al drenaje (doble tubería)	1		
Asociación Española de Empresas	Guía técnica de recomendaciones para el		4.2.1.2	La tubería debe de señalizarse de una manera en que se indique que es una tubería de agua reciclada	1		
Asociación Española de Empresas	Guía técnica de recomendaciones para el	4.2.1.3	Si la tubería se encuentra próxima a una tubería de agua caliente, se debe de forrar de aislante	1			
Asociación Española de Empresas	Guía técnica de recomendaciones para el	4.2.1.4	Proteger la tubería de ventilación con rejillas para evitar la entrada de roedores u otros animales	1			
Asociación Española de Empresas	Guía técnica de recomendaciones para el	4.2.1.5	Válvulas antiretorno	1			
Asociación Española de Empresas	Guía técnica de recomendaciones para el	4.2.1.6	Válvulas check	1			
Asociación Española de Empresas	Guía técnica de recomendaciones para el	4.2.1.7	Contar con un cierre hidráulico (céscoles) en las descargas de aguas usadas	1			
Asociación Española de Empresas	Guía técnica de recomendaciones para el	4.2.1.8	Contador para aguas grises recibidas por el sistema			0	
Asociación Española de Empresas	Guía técnica de recomendaciones para el	4.2.1.9	Sistema de rebose o demasía (bypass) para conducir el excedente de aguas (cuando exista) para la red general de drenaje y así evitar los caudales máximos de aguas grises y que no exista el refluo			4	
Tratamiento y Control de Aguas	Manual de diseño para manejo de	4.2.1.10	Cumplir con las distancias mínimas (Tabla 27.)	1			
		4.2.2	<b>Destino de agua reciclada</b>				
Secretaría de Economía	NMX-AA-164-SCFI-2013	4.2.2.1	El riego de las áreas verdes debe de ser solo con agua residual tratada, en este caso aguas grises reutilizadas		1		
Asociación Española de Empresas	Guía técnica de recomendaciones para el	4.2.2.2	El agua del inodoro será agua reciclada, cuando no exista suficiente demanda se tomará de la toma domiciliaria		1		
		4.2.3	<b>Sistema a utilizar</b>				
Asociación Española de Empresas	Guía técnica de recomendaciones para el	4.2.3.1	a) Por gravedad		0		
Asociación Española de Empresas	Guía técnica de recomendaciones para el	4.2.3.2	b) Con bomba		1		
Asociación Española de Empresas	Guía técnica de recomendaciones para el	4.2.3.3	Automatizados compatibles con opciones anteriores			0	

		4.2.4	<b>Fuente a reciclar</b>			
		4.2.4.1	<i>Regadera y lavabo</i>			
		4.2.4.2	<i>Accesorios requeridos</i>			
Asociación Española de Reciclaje	Guía técnica de	4.2.4.2.1	a) Filtro de arena		1	
Asociación Española de Reciclaje	Guía técnica de	4.2.4.2.2	b) Filtro de malla			
Asociación Española de Reciclaje	Guía técnica de	4.2.4.2.3	Proceso de desinfección con cloración		1	
Asociación Española de Reciclaje	Guía técnica de recomendaciones para el	4.2.4.2.4	a) Depósito subterráneo con capacidad para almacenar el agua no mayor a 24 hrs		1	
Asociación Española de Reciclaje	Guía técnica de recomendaciones para el	4.2.4.2.5	b) Depósito exterior con capacidad para almacenar el agua no mayor a 24 hrs			
Asociación Española de Reciclaje	Guía técnica de recomendaciones para el reciclaje de	4.2.4.2.6	Los depósitos se dimensionarán de acuerdo a la función del volumen de agua a reciclar, tendrán un acceso para dar mantenimiento	1		
Asociación Española de Reciclaje	Guía técnica de recomendaciones para el reciclaje de	4.2.4.2.7	Se debe de realizar un cálculo previo para el abastecimiento de agua y necesidad de cada mueble	1		

**Fuente:** Elaboración propia.