

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



CONJUNTO HABITACIONAL DE INTERÉS SOCIAL SUSTENTABLE CON CERTIFICACIÓN LEED DESARROLLO URBANO V4, EN LA CIUDAD DE MEXICALI B.C.

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

Presenta: MAYRA BRIHUEGA GAMBOA

Tutor MTRO. OSCAR HUMBERTO CASTRO MERCADO

Tlaquepaque, Jalisco. agosto de 2019.

Agradecimientos

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

Al Dr. Oscar Humberto Castro Mercado por sus tutorías y al Dr. Alejandro Mendo Gutiérrez por su asesoría y comentarios.

Resumen

Mexicali, B.C. se encuentra en una región de clima cálido-seco extremo y las viviendas de interés social, que usualmente se construyen ahí, no han sido diseñadas aptas para las condiciones climatológicas ni las demandas socioculturales, lo que afecta a sus habitantes y al medio ambiente.

En el presente trabajo se desarrolla un proyecto urbano-arquitectónico en el que se realiza el diseño conceptual para un conjunto de vivienda de interés social en dicha ciudad, por medio de los criterios de certificación LEED Desarrollo Urbano, de modo que se identifique la viabilidad social, ambiental y económica, y su impacto en la calidad de vida del usuario en su entorno.

Para su desarrollo, se llevó a cabo una investigación documental y observaciones del estado de las viviendas existentes en la localidad y la estructura urbana de la ciudad, posteriormente, se implementó una metodología de análisis multicriterio para la selección de sitios en las áreas centrales de la ciudad, en el lugar elegido se diseñó el proyecto urbano y arquitectónico con base en criterios de diseño de CONAVI y LEED Desarrollo Urbano y se integraron al diseño conceptual las tecnologías apropiadas al uso, al contexto y a los criterios de los sistemas de certificación.

Finalmente, se estableció el nivel de puntaje que alcanza en los sistemas de evaluación sustentable Subsidio Federal CONAVI y LEED Desarrollo Urbano y se elaboró una comparación de presupuestos paramétricos respecto de un caso base, lo que permitió el análisis de las ventajas y limitantes del proyecto urbano-arquitectónico resultante.

Este trabajo es un Proyecto Profesionalizante de Innovación o Desarrollo y se adscribe a la Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento 6: Eficiencia en el Uso De Recursos Naturales Y Energéticos.

PALABRAS CLAVE:

Vivienda sustentable, Conjunto de vivienda de interés social, Certificación LEED Desarrollo Urbano, Mexicali, B.C.

Contenido

1. Planteamiento del tema.....	18
1.1 Delimitación del objeto de desarrollo.....	19
1.1.1 Ubicación en campos disciplinares y línea de investigación.....	19
1.2 Descripción de la situación-problema.....	22
1.2.1 Dimensión cuantitativa.....	22
1.2.2 Dimensión cualitativa.....	28
1.3 Importancia del proyecto	30
2. Marco conceptual y encuadre contextual	31
2.1 Referencias conceptuales del tema	31
2.1.1. Vivienda de interés social.....	31
2.1.2 Vivienda vertical de interés social.....	37
2.1.3 Vivienda accesible.....	40
2.1.4 Desarrollo sustentable.....	44
2.1.5 Vivienda sustentable	46
2.1.6 Espacios públicos.....	48
2.1.7 Centro de Desarrollo Comunitario	50
2.1.8 Eco tecnologías.....	52
2.1.8.1 Eco tecnologías en la vivienda	52
2.1.9 Sistemas de Evaluación de Sustentabilidad en una Edificación.....	54
2.1.10 Certificación LEED	59
2.1.11 Certificación EDGE.....	63
2.2 Antecedentes empíricos del tema	64
2.2.1 Vivienda de interés social sustentable en México.....	64
2.2.2 Vivienda de interés social con certificación LEED	65
2.2.4 Desarrollos certificados en México	65
2.2.5 Desarrollos con certificación LEED Desarrollo Urbano	69
2.2.6 Vivienda social sustentable en México	71
2.2.7 Vivienda sustentable con certificación LEED Hogares en México.....	72
3. Diseño metodológico.....	75
3.1 Supuesto de trabajo	75
3.2 Preguntas generadoras.....	75

1.2.1. Pregunta general	75
1.2.2. Preguntas específicas.....	75
3.3 Objetivos	76
3.3.1. Objetivo general	76
3.3.2. Objetivos específicos.....	76
3.4 Alineación heurística	77
3.5 Elección metodológica.....	78
3.6 Selección de técnicas y diseño de instrumentos	78
3.6.1 Cuestionario.....	78
3.6.2 Observación directa	79
3.6.3 Entrevista.....	79
3.7 Cuadro de operacionalización	81
3.8 Recorrido metodológico.....	83
4. Análisis, desarrollo de la propuesta y resultados.....	89
4.1 Síntesis interpretativa de los datos analizados	89
4.1.1Análisis comparativo de estrategias y eco tecnologías	89
4.1.2 Fraccionamiento Valle de las Misiones.....	97
4.1.3 Análisis FODA de entrevistas a expertos.....	106
4.2 Hallazgos aprovechables	111
4.2.1 Entrevista a expertos acreditados como LEED AP y en área de proyectos RUBA	111
4.2.2 Encuesta a habitantes de Fraccionamiento Valle de las Misiones	113
4.2.3 Selección de estrategias y eco tecnologías.....	114
4.2.4 Criterios sustentables	116
4.3 Selección del predio	119
4.3.1 Identificación de predios.....	119
4.3.2. Análisis de predios	128
4.3.3 Selección de predio	136
4.4 Análisis del sitio	147
4.5 Diseño conceptual	¡Error! Marcador no definido.

4.5.2 Proyecto de conjunto	163
4.5.3 Proyecto arquitectónico	166
4.6 Estrategias sustentables	176
4.6.1 Cumplimiento de Criterios LEED Desarrollo Urbano.	181
4.6.2 Cumplimiento de Subsidio CONAVI	325
4.7 Discusión de resultados	368
4.8 Análisis Financiero	373
5. Conclusiones y recomendaciones	381
5.1 Conclusiones	¡Error! Marcador no definido.
5.2 Recomendaciones	393
6. Fuentes consultadas	395
6.1. Referencias conceptuales	395
6.2 Bibliografía	401
7. Anexos.....	402
7.1. Cuestionario	402
7.1.1. Diseño de Cuestionario de condiciones de vivienda de Fraccionamiento Valle de las Misiones, Santa Isabel, Baja California.....	402
7.1.2. Formato de Cuestionario de condiciones de vivienda de Fraccionamiento Valle de las Misiones, Santa Isabel, Baja California.....	404
7.2 Observación directa	408
7.2.1. Diseño de Observación Directa de Fraccionamiento Valle de las Misiones, Santa Isabel, Baja California.....	408
7.2.3. Formato de observación directa aplicada a usuarios de Fraccionamiento Valle de las Misiones, Mexicali, B.C.....	410
7.2.3. Observación directa aplicada a usuarios de Fraccionamiento Valle de las Misiones, Mexicali, B.C.	411
7.3. Entrevistas	412
7.3.1. Opinión de expertos acreditados como LEED AP	412
8.3.2. Opinión de experto en desarrollos en Mexicali, Baja California.....	427
7.4 WaterSense Water Budget	436

Índice de Tablas

Tabla 1. Demanda agregada de vivienda según escenarios poblacionales año 2025

Tabla 2. Registro único de vivienda en Mexicali, B.C. (2010-2017)

Tabla 3. Emisiones por contaminante y fuentes principales en Mexicali, B.C., 2005

Tabla 4. Usos finales de energía a nivel nacional y Mexicali, B.C.

Tabla 5. Consumos de energía eléctrica en Mexicali, B.C.

Tabla 6. Clasificación de Vivienda

Tabla 7. Espacios en la vivienda de interés social

Tabla 8. Elementos de la vivienda de interés social

Tabla 9. Déficit de equipamiento de asistencia social

Tabla 10. Comparación de Certificaciones.

Tabla 11. Países con mayor número de proyectos con certificación LEED.

Tabla 12. Sistemas de Certificación LEED

Tabla 13. Niveles de Certificación

Tabla 14. Alineación Heurística

Tabla 15. Cuadro de operacionalización

Tabla 16. Estrategias de conjuntos habitacionales sustentables

Tabla 17. Eco tecnologías en viviendas sustentables.

Tabla 18. Criterios de sustentabilidad para el diseño de un conjunto habitacional sustentable

Tabla 19. Rangos de densidades de población

Tabla 20. Comparación preliminar de Predios

Tabla 21. Criterios de selección del sitio

Tabla 22. Resumen de matriz de asociación de peligros en Mexicali

Tabla 23. Criterios de Selección de predios Parte II

Tabla 24. Selección de predios con base en Equipamientos y Servicios a un radio de 1,000 metros de distancia

Tabla 25. Comparación de Predios con base en créditos CONAVI.

Tabla 26. Comparación de Predios con base en créditos LEED ND.

Tabla 27. Comparación de Escenario 1 y Escenario 2.

Tabla 28. Puntuación obtenida en este proyecto de categoría Ubicación Inteligente y Vinculación

Tabla 29. Requerimientos y puntuación de Crédito L-UIV-C1

Tabla 30. Requerimientos y Puntuación de Crédito L-UIV-C2

Tabla 31. Requerimientos y Puntuación de Crédito L-UIV-C3

Tabla 32. Requerimientos y Puntuación de Crédito L-UIV-C4

Tabla 33. Categoría y cumplimiento de usos diversos.

Tabla 34. Requerimientos y Puntuación de Crédito L-UIV-C5

Tabla 35. Requerimientos y Puntuación del Crédito L-UIV-C7

Tabla 36. Requerimientos y Puntuación del Crédito L-UIV-C8

Tabla 37. Puntuación obtenida de categoría Diseño y Patrón del Conjunto.

Tabla 38. Requerimientos y Puntuación del Crédito L-DPC-P1

Tabla 39. Requerimientos y Puntuación de Prerrequisito L-DPC-P2

Tabla 40. Requerimientos y Puntuación de Prerrequisito L-DPC-P3

Tabla 41. Requerimientos de Crédito L-DPC-C1, Parte I.

Tabla 42. Requerimientos de Crédito L-DPC-C1, Parte II.

Tabla 43. Puntuación de Crédito L-DPC-C1, Parte II.

Tabla 44. Requerimientos y Puntuación de Crédito L-PDC-C2

Tabla 45. Requerimientos y Puntuación de Crédito L-PDC-C3.

Tabla 46. Usos diversos a 400 metros de distancia.

Tabla 47. Requerimientos y Puntuación de Crédito L-PDC-C4

Tabla 48. Categorías de Vivienda según USGBC.

Tabla 49. Distribución y tipos de unidades de vivienda.

Tabla 50. Requerimientos y Puntuación de Crédito L-PDC-C5.

Tabla 51. Número de cajones de estacionamiento en el conjunto.

Tabla 52. Requerimientos y Puntuación de Crédito L-PDC-C6

Tabla 53. Requerimientos y Puntuación de Crédito L-PDC-C7

Tabla 54. Requerimientos y Puntuación de Crédito L-DPC-C9

Tabla 55. Requerimientos y Puntuación de Crédito L-DPC-C10.

Tabla 56. Requerimientos y Puntuación de Crédito L-DPC-C11, Parte I.

Tabla 57. Requerimientos y Puntuación de Crédito L-DPC-C11, Parte II.

Tabla 58. Requerimientos y Puntuación de Crédito L-DPC-C11, Parte III.

Tabla 59. Requerimientos y Puntuación de Crédito L-DPC-C12

Tabla 60. Requerimientos y Puntuación de Crédito L-DPC-C13

Tabla 61. Requerimientos y Puntuación de Crédito L-DPC-C14

Tabla 62. Porcentaje de sombreado.

Tabla 63. Requerimientos y Puntuación de crédito L-DPC-C15

Tabla 64. Puntuación obtenida de categoría Infraestructura y Edificios Verdes

Tabla 65. Costo de servicios públicos de Mexicali para línea base.

Tabla 66. Promedio mensual de temperatura exterior de Mexicali.

Tabla 67. Requerimientos y Puntuación de Crédito L-IEV-P2

Tabla 68. Valor R mínimo.

Tabla 69. Valor R con base a la zona climática y tipo de espacio.

Tabla 70. Comparación de valor R para zona climática 2.

Tabla 71. Block Hebel AAC-6 de 12.5 cm

Tabla 72. Block Hebel AAC-6 de 20 cm

Tabla 73. Panel Hebel AAC-6 para losa de entrepiso

Tabla 74. Panel m16 losa de azotea

Tabla 75. Capacidad de aire acondicionado de acuerdo a áreas de espacios

Tabla 76. Eficiencia mínima de equipos de aire acondicionado

Tabla 77. Equipos de aire acondicionado por vivienda

Tabla 78. Capacidad de enfriamiento

Tabla 79. Capacidad de calentador de agua según consumo de agua caliente

Tabla 80. Características del calentador de agua instantáneo

Tabla 81. Densidad de potencia de iluminación máxima

Tabla 82. Línea base de consumo de agua de accesorios y muebles

Tabla 83. Consumo diario por persona de línea base de LEED

Tabla 84. Consumo de accesorios seleccionados de Hipoteca Verde

Tabla 85. Consumo máximo de accesorios por modo prescriptivo

Tabla 86. Comparación de consumo diario

Tabla 87. Comparación de precios y eficiencia de accesorios

Tabla 88. Ahorro en servicio de agua anual

Tabla 89. Comparación de consumo diario

Tabla 90. Duración de uso residencial

Tabla 91. Consumo diario-línea base

Tabla 92. Comparación de consumo diario

Tabla 93. Reducción de consumo interno de agua

Tabla 94. Puntos por certificación sustentable

Tabla 95. Requerimientos y puntuación para crédito L-IEV-C2

Tabla 96. Reducción de consumo interno de agua.

Tabla 97. Requerimientos y puntuación de Crédito L-IEV-C4

Tabla 98. Vegetación seleccionada para el proyecto, Parte I

Tabla 99. Vegetación seleccionada para el proyecto, Parte II

Tabla 100. Superficie por tipo de material en áreas verdes

Tabla 101. Estaciones climatológicas en Mexicali

Tabla 102. Datos climatológicos de Estación Campo Agrícola Experimental

Tabla 103. Proceso para agua tratada determinado por Normas Oficiales Mexicanas según uso.

Tabla 104. Requerimientos y puntuación de Crédito L-IEV-C7

Tabla 105. Requerimientos y puntuación de Crédito L-IEV-C8

Tabla 106. Porcentaje de estrategias L-IEV-C8

Tabla 107. Requerimientos y Puntuación de crédito L-IEV-C9

Tabla 108. Puntuación obtenida de categoría Innovación y Proceso de Diseño

Tabla 109. Requerimientos y puntuación de Crédito L-IPD-C1

Tabla 110. Créditos con opción de desempeño ejemplar

Tabla 111. Puntuación obtenida en categoría de Prioridad Regional

Tabla 112. Créditos de Prioridad regional

Tabla 113. Puntuación final de propuesta en certificación LEED Desarrollo Urbano

Tabla 114. Monto máximo del subsidio con base en categorías CONAVI

Tabla 115. Valor de viviendas en UMAS y pesos mexicanos

Tabla 116. Clasificación de vivienda

Tabla 117. Criterios de evaluación de subsidio federal CONAVI

Tabla 118. Requerimiento y puntaje de crédito C-U-C1

Tabla 119. Requerimiento y puntaje de crédito C-ES-C1 al C-ES-C7

Tabla 120. Puntuación del proyecto de Categoría de Equipamientos y Servicios de CONAVI.

Tabla 121. Puntuación del proyecto del crédito C-MC-C2 de CONAVI

Tabla 122. Puntuación del proyecto de Crédito C-MC-C3 de CONAVI

Tabla 123. Puntuación del proyecto de Crédito C-MC-C4 de CONAVI

Tabla 124. Requerimiento y puntaje de categoría de densificación de CONAVI

Tabla 125. Requerimiento y puntaje de categoría de diseño del conjunto de CONAVI

Tabla 126. Requerimiento y puntaje de categoría de diseño de vivienda de CONAVI

Tabla 127. Requerimientos y puntaje de categoría de eficiencia en consumo de agua de CONAVI

Tabla 128. Requerimientos obligatorios de la categoría eficiencia en energía de CONAVI

Tabla 129. Requerimientos y puntuación obtenida del proyecto

Tabla 130. Proporción de ventana-muro en el proyecto

Tabla 131. Proporción de ventana-muro en el proyecto

Tabla 132. Relación de profundidad de la habitación del techo

Tabla 133. Área mínima de abertura

Tabla 134. Requerimiento de categoría de Manejo de Residuos

Tabla 135. Costo por metro cuadrado de vivienda unifamiliar y multifamiliar

Tabla 136. Costo por prototipos de viviendas

Tabla 137. Categorías y montos asignados a los prototipos de este proyeco

Tabla 138. Monto total otorgado

Tabla 139. Evaluación de retorno de inversión de ecotecnologías propuestas

Índice de Gráficos

Gráfico 1. Crecimiento Poblacional en Mexicali, B.C.

Gráfico 2. Consumo de energía por usos finales en Mexicali, B.C.

Gráfico 3. Tiempo requerido de los habitantes para llegar a su destino

Gráfico 4. Nivel de inseguridad en el fraccionamiento Valle de las Misiones, Santa Isabel, B.C.

Gráfico 5. Nivel de eficiencia en servicios

Gráfico 6. Impacto económico en las viviendas del Fraccionamiento Valle de las Misiones, Santa Isabel, B.C.

Gráfico 7. Hábitos en el hogar

Gráfico 8. Conocimientos generales

Gráfico 9. Matriz FODA de Conjunto Habitacional de Interés Social con Certificación LEED.

Gráfico 10. Matriz DOFA de estrategias de un conjunto de interés social con certificación LEED.

Gráfico 11. Solución de fallas DUIS a través de LEED ND

Gráfico 12. Reducción de consumo de energía

Gráfico 13. Reducción de consumo de agua

Gráfico 14. Reducción de consumo de materiales

Gráfico 15. Comparación de estrategias de reducción de consumo de agua interior

Gráfico 16. Cumplimiento de norma EDGE en materia de energía

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Manifestación de Movimiento Antorchista.

Ilustración 2. Espacio libre mínimo en la zona del inodoro.

Ilustración 3. Espacio libre mínimo en la zona de la regadera.

Ilustración 4. Disposición del mobiliario de la cocina tipo “L”

Ilustración 5. Ubicación del fraccionamiento Valle de las Misiones y Perímetro de Contención Urbana en la ciudad de Mexicali, B.C.

Ilustración 6. Casas abandonadas en el fraccionamiento Valle de las Misiones, Santa Isabel, B.C.

Ilustración 7. Vialidades sin pavimentación y parque en fraccionamiento Valle de las Misiones, Santa Isabel, B.C.

Ilustración 8. Terrenos baldíos identificados en la ciudad de Mexicali, B.C.

Ilustración 9. Terrenos baldíos divididos en Sectores en Mexicali, B.C.

Ilustración 10. Delimitación, distritos y uso de suelo de Sector “C”

Ilustración 11. Delimitación, distritos y uso de suelo de Sector “D”.

Ilustración 12. Delimitación, distritos y uso de suelo de Sector “E”.

Ilustración 13. Humedales y Cuerpos de agua en el municipio de Mexicali.

Ilustración 14. Ubicación de predios con respecto a los Perímetros de Contención Urbana.

Ilustración 15. Selección de predios con base en zonificación de peligrosidad conjunta en la ciudad de Mexicali.

Ilustración 16. Número de intersecciones de los predios en un radio de 800 metros.

Ilustración 17. Selección de predios con base en Perímetros de Contención Urbana.

Ilustración 18. Selección de predios con base en Equipamientos y Servicios a un radio de 1,000 metros de distancia.

Ilustración 19. Proximidad de equipamientos y servicios al Predio 4.

Ilustración 20. Localización y vialidades principales de Predio 4.

Ilustración 21. Vista aérea de Predio 4.

Ilustración 22. Vista hacia el Predio desde orientación Sur.

Ilustración 23. Vista hacia orientación Sur desde Predio

Ilustración 24. Vista hacia orientación Sureste desde Predio.

Ilustración 25. Tráfico usual de jueves y sábados 13:00 y 15:00 horas del día.

Ilustración 26. Tráfico usual de martes a viernes 17:00 y 19:00 horas del día.

Ilustración 27. Asoleamiento del Predio 4 en Mexicali, B.C.

Ilustración 28. Rosa de vientos del Predio 4 en Mexicali, B.C.

Ilustración 29. Comparación de Escenario 1 y Escenario 2.

Ilustración 30. Comparación de Vivienda 1 y Vivienda 2.

Ilustración 31. Zonificación de Conjunto Habitacional de Interés Social Sustentable

Ilustración 32. Edificio Vivienda Compacta, Planta Baja.

Ilustración 33. Edificio Vivienda Compacta, Nivel 1 al Nivel 4

Ilustración 34. Edificio Vivienda Universal, Planta Baja al Nivel 4

Ilustración 35. Planta arquitectónica de Vivienda tipo “A”

Ilustración 36. Planta arquitectónica de Vivienda tipo “B”

Ilustración 37. Planta arquitectónica de Vivienda tipo “C”

Ilustración 38. Plantas arquitectónicas de Centro de Desarrollo Comunitario.

Ilustración 39. Estrategias sustentables en la edificación.

Ilustración 40. Fachada Noreste a las 10:30 a.m.

Ilustración 41. Fachada Sureste a las 12:00 p.m.

Ilustración 42. Fachada Suroeste a las 5:00 p.m.

Ilustración 43. Número de intersecciones en un buffer de 800 metros alrededor del conjunto

Ilustración 44. Propuesta de ciclovía y conectividad a usos diversos

Ilustración 45. Ubicación de ciclopuertos

Ilustración 46. Diversidad de usos de suelo con respecto al sitio del proyecto

Ilustración 47. Porcentaje de componentes residenciales y no residenciales

Ilustración 48. Oportunidad de empleo

Ilustración 49. Aceras y Espacio Público según Prerrequisito L-DPC-P1

Ilustración 50. Corte transversal, relación 1:1.5 de Altura de fachada a línea central de vialidad

Ilustración 51. Conectividad dentro de buffer de 400 metros con respecto al sitio del proyecto

Ilustración 52. Distancia entre conexiones al límite del proyecto

Ilustración 53. Distancia entre fachadas y límite del terreno

Ilustración 54. Distancia entre accesos y rutas caminables

Ilustración 55. Distribución de acristalamiento de locales comerciales

Ilustración 56. Aceras y reductores de velocidad

Ilustración 57. Distancia entre accesos y rutas caminables

Ilustración 58. Proximidad de componentes residenciales hacia usos diversos

Ilustración 59. Ubicación de estacionamiento y tipo de cajones.

Ilustración 60. Ubicación de paradas de transporte colectivo.

Ilustración 61. Propuesta de diseño de parada de autobús dentro del conjunto.

Ilustración 62. Condiciones de Parada B.

Ilustración 63. Acceso a espacios públicos.

Ilustración 64. Acceso a espacios recreativos.

Ilustración 65. Medición de longitud de acera.

Ilustración 66. Aceras arboladas.

Ilustración 68. Zonas Residenciales y no Residenciales.

Ilustración 69. Block Hebel AAC-6

Ilustración 70. Panel Hebel AAC-6 para losa de entrepiso

Ilustración 71. Panel M16 para losa de azotea

Ilustración 72. Área de espacios acondicionados en viviendas

Ilustración 73. Calentador de agua instantáneo

Ilustración 74. Contacto inteligente para medición de energía

Ilustración 75. Densidad de potencia de iluminación de prototipos

Ilustración 76. Superficie por tipo de material en áreas verdes

Ilustración 77. Aguas grises y negras

Ilustración 78. Sitio de proyecto y centro histórico

Ilustración 79. Estrategias de reducción de isla de calor

Ilustración 80. Orientación de bloques y edificaciones del proyecto

Ilustración 81. Proximidad de equipamientos y servicios al sitio del proyecto

Ilustración 82. Canchas deportivas dentro del conjunto, crédito C-DC-C1.1 de CONAVI

Ilustración 83. Canchas deportivas dentro del conjunto, crédito C-DC-C1.2 de CONAVI

Ilustración 84. Corte longitudinal de Edificación y altura libre

Ilustración 85. Comparación de consumo energético según tipo de lámpara

Ilustración 86. Separación de residuos en la edificación

Ilustración 87. Depósito de residuos para su recolección

CONJUNTO HABITACIONAL DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL CON CERTIFICACIÓN LEED V4, EN MEXICALI B.C.

1. Planteamiento del tema

Según la información del Registro Único de Vivienda (RUV) de la Comisión Nacional de la Vivienda (CONAVI), la mayoría de las 31,949,709 viviendas construidas en México son de interés social y, a pesar de que hoy en día ya existen varios programas nacionales de apoyo para promover la construcción de vivienda sustentable, aún se puede observar que los complejos habitacionales que se encuentran ubicados en las periferias, siguen sin considerar las condiciones climáticas de cada región, así como el estilo de vida del habitante, de manera que se tiene el mismo tipo de construcción en todo el país, con materiales constructivos que no son adecuados al lugar, espacios reducidos, falta de ventilación, entre otras deficiencias.

En las regiones de climas extremos, la mayor parte de la demanda y consumo eléctrico doméstico es destinada a los equipos de climatización, lo cual afecta directamente en la economía de las familias y al medio ambiente por la utilización de equipos no eficientes energéticamente.

Por lo tanto, este proyecto propone el diseño conceptual de un conjunto de vivienda de interés social sustentable, en la ciudad de Mexicali, capital del estado de Baja California, que, por estar ubicada en el noreste del país, presenta un clima cálido-seco extremo, aproximadamente ocho meses al año. Su desarrollo se llevó a cabo bajo los criterios del sistema de certificación LEED Desarrollo Urbano, desarrollado por el Consejo de la Construcción Ecológica de Estados Unidos (USGBC, por sus siglas en inglés), junto con el sistema de evaluación del Subsidio Federal de CONAVI, por lo que se pretende demostrar la eficiencia y viabilidad de tal sistema en México.

1.1 Delimitación del objeto de desarrollo

El presente trabajo pretende innovar en el tema de diseño urbano-arquitectónico conceptual de viviendas de interés social para regiones desérticas de climas cálido-seco extremo, mediante el diseño de un conjunto de vivienda sustentable dirigido a familias de nivel socioeconómico bajo, que consten de 4 a 5 integrantes. Se tomó como caso de estudio la ciudad de Mexicali, en el estado de Baja California.

En el proyecto se desarrolla de manera conceptual un conjunto habitacional de acuerdo a los requerimientos de la certificación LEED Desarrollo Urbano (*Neighborhood Development*), así como los criterios de evaluación del Subsidio Federal CONAVI.

Incluye la selección del sitio en áreas intraurbanas de Mexicali, el diseño urbano, el diseño arquitectónico, el diseño bioclimático, la elección de materiales y la introducción de ecotecnologías. Adicionalmente se llevó a cabo una estimación de la factibilidad financiera.

1.1.1 Ubicación en campos disciplinares y línea de investigación

A partir del 2015, la ONU definió 17 Objetivos de Desarrollo Sustentable con el propósito de combatir la pobreza, la desigualdad, la injusticia y el calentamiento global. El presente proyecto entra primordialmente dentro del objetivo 11: Ciudades y Comunidades Sustentables, que se enfoca en mejorar la seguridad y sustentabilidad de las ciudades, así como optimizar la densidad, la conectividad y la diversidad mediante la planeación y el diseño del espacio urbano, pues pretende resolver en la ciudad de Mexicali la escasez de espacios públicos de calidad y de vivienda adecuada, segura y asequible. Así mismo, se busca el mejor aprovechamiento de los recursos naturales y energéticos, y la reducción de la contaminación, por lo que involucra también los objetivos 7: Energía Asequible y No Contaminante y 13: Acción por el Clima. (ONU México, s.f.)

Por último, al ser dirigido específicamente a los usuarios de vivienda de interés social, los cuales pertenecen a un nivel socioeconómico bajo, a quienes se busca brindarles mejores

oportunidades y un impacto positivo en su calidad de vida, también responde al objetivo 1: Fin de la Pobreza.

Respecto de las La Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC) que se trabajan en la Maestría en Proyectos y Edificación Sustentables, la LGAC “Eficiencia en el uso de recursos naturales y energéticos” es la que mejor se encuadra a esta problemática, ya que es importante el conocimiento y uso consciente de los recursos naturales, teniendo en cuenta su disponibilidad, durabilidad y resistencia térmica, de modo que respondan y protejan al habitante de las adversidades de su entorno.

También es significativa la implementación de sistemas de energías. Ya sea tradicionales o alternativos que mejor respondan a la demanda necesaria del usuario, de manera consciente y responsable sin provocar contaminantes o desperdicios.

En el desarrollo del proyecto se recurre a distintas áreas de conocimiento como:

Urbanismo, para la comprensión de los procesos urbanos en la ciudad de Mexicali y su intervención para la cualificación del espacio y la selección del sitio, de modo que se logre una planificación integral de un desarrollo urbano más ordenado y sustentable que cuente con infraestructura, servicios, equipamiento y accesibilidad.

Arquitectura y Construcción, con el fin de la elaboración del proyecto arquitectónico y la elección de los materiales de construcción más adecuados para la región y las necesidades del usuario.

Administración de obras, para estimar el costo económico del proyecto a desarrollar.

Climatología, para conocer los factores ambientales del sitio como la temperatura, precipitación, vientos dominantes, e incidencia solar, de modo que el proyecto corresponda a las condiciones de su entorno.

Diseño bioclimático, para proporcionar espacios interiores confortables mediante estrategias de diseño pasivas dentro de las edificaciones a proponer.

Sustentabilidad, de modo que se apliquen alternativas de solución a la problemática ambiental que se genera por el manejo inadecuado de los recursos naturales, así como materiales de construcción de la localidad, y eco tecnologías que promueven el uso eficiente de energía y agua.

Sociología, para analizar e interpretar las influencias culturales que motivan el comportamiento del usuario especialmente cuando se encuentra en convivencia social dentro de un conjunto habitacional o espacio compartido.

Economía, con el fin de analizar las decisiones relacionadas entre los recursos de los que se dispone y las necesidades que cubren.

1.2 Descripción de la situación-problema

Las condiciones climatológicas de la región, y los aspectos socioculturales y económicos de los habitantes son factores primordiales que se deben considerar en el momento de diseñar y construir las edificaciones, sobre todo en la vivienda. Sin embargo, en el caso de la vivienda económica en la ciudad de Mexicali, Baja California, generalmente, con el fin de mantener la edificación a un precio bajo, se ignoran elementos importantes que podrían mejorar la calidad de vida de los usuarios.

A continuación, se hará mención de dichos elementos a través de describir la situación actual de la ciudad a nivel urbano, así como la calidad de las viviendas de interés social convencionales.

1.2.1 Dimensión cuantitativa

La ciudad de Mexicali, capital del estado de Baja California Norte, está ubicada en la Provincia fisiográfica del Desierto de Sonora, con una temperatura promedio en verano de 38 a 40° C y máximas registradas de 52° C. El mes más frío es enero, con una media mensual de 12.7 a 15° C.

Su precipitación pluvial es muy escasa con 75 mm anuales, a diferencia de la abundancia de insolación media que, durante el verano, es de 2400 y 2500 horas al año con una distribución uniforme.

La velocidad del viento llega a alcanzar los 100km/h. (Instituto Municipal de Investigación y Planeación Urbana de Mexicali, 2010, p.8)

El municipio cuenta con 1, 052, 657 habitantes y se espera un incremento de 1, 153,342 para el año 2025, lo que implica a su vez una proyección de 40, 051 viviendas requeridas. (Ramos, S., Prieto, F. & Cuellar, I., 2004) (Ver Gráfico 1 y Tabla 1).

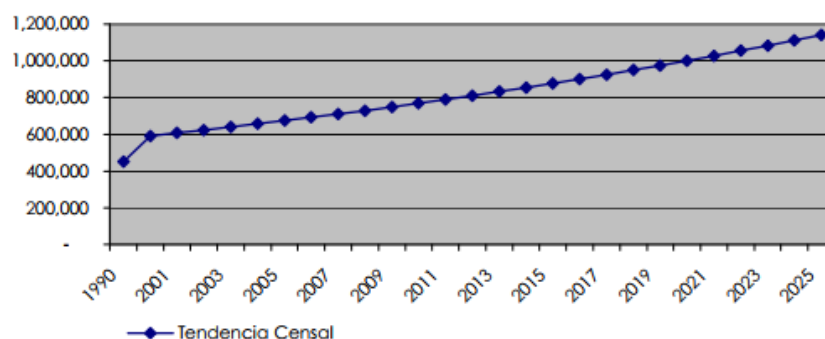


Gráfico 11. Crecimiento Poblacional en Mexicali, B.C.

Fuente: Instituto Municipal de Investigación y Planeación urbana de Mexicali (2010)

ETAPA	TASA DE POBLACION		POBLACIÓN AGREGADA		VIVIENDAS REQUERIDAS 1/		VIVIENDAS AGREGADAS POR AÑO	
	Censal	Alta	Censal	Alta	Censal	Alta	Censal	Alta
2004-2010	2.7	2.9	112,644	123,793	26,948	29,615	4,491	4,936
2011-2019	2.7	2.6 2/	206,257	180,912	49,343	43,280	5,482	4,809
2020-2025	2.7	2.0	167,415	109,848	40,051	26,279	8,010	5,256

Tabla 2. Demanda agregada de vivienda según escenarios poblacionales año 2025.

Instituto Municipal de Investigación y Planeación urbana de Mexicali (2010)

De acuerdo a la CONAVI y su Registro Único de Vivienda, en Mexicali desde el año 2010, hasta el presente año (2019), la mayor parte de la demanda de vivienda en Mexicali se ha concentrado en la vivienda popular menor a 45 metros cuadrados, como se indica en la Tabla 2.

	segmento	Total	media_residencial	popular hasta 158	popular hasta 200	tradicional
año	superficie					
Total		21,252	3,553	9,908	3,465	4,326
2010	de 45 a 60m2	828	2	169	202	455
	mayor a 60m2	969	486		26	457
	menor a 45m2	3,052		2,680	349	23
2011	de 45 a 60m2	1,058	11	477	326	244
	mayor a 60m2	964	486		68	410
	menor a 45m2	1,444		1,076	197	171
2012	de 45 a 60m2	486		331	84	71
	mayor a 60m2	656	278	8	28	342
	menor a 45m2	1,012		663	327	22
2013	de 45 a 60m2	371		114	123	134
	mayor a 60m2	925	536	38	89	262
	menor a 45m2	1,304	1	1,215	65	23
2014	de 45 a 60m2	155		59	16	80
	mayor a 60m2	769	329		232	208
	menor a 45m2	1,279		995	274	10
2015	de 45 a 60m2	226		88	62	76
	mayor a 60m2	1,002	493	1	53	455
	menor a 45m2	927		561	356	10
2016	de 45 a 60m2	275		25	132	118
	mayor a 60m2	1,042	604	5	50	383
	menor a 45m2	824		558	250	16
2017	de 45 a 60m2	138			64	74
	mayor a 60m2	695	327		86	282
	menor a 45m2	851		845	6	

Tabla 2. Registro único de vivienda en Mexicali, B.C. (2010-2017)

SNIIV. (2017).

Actualmente, “la ciudad presenta una distribución con una concentración y expansión urbana que siguen dos patrones de localización: mezcla popular, medio y residencial en el espacio consolidado de la ciudad; y mezcla popular progresiva, interés social y granjas en el espacio periférico.” (Instituto Municipal de Investigación y Planeación urbana de Mexicali, 2010, p.25) lo cual genera una mancha urbana dispersa.

La ausencia de equipamientos y servicios obliga a los usuarios a moverse hacia distancias más lejanas, aspecto que, por sus emisiones, de igual forma afecta a la calidad del medio ambiente, tal como lo indica la Tabla 3 el Inventario de Emisiones de Mexicali con datos del 2005, (ERG, ICAR y TransEngineering, 2009), al tener como resultado de los principales contaminantes del aire el CO, a causa de los automóviles, y PM₁₀ debido al polvo proveniente de caminos sin pavimentar.

Contaminante	Emisiones (Mg) anual	%	Fuentes principales
CO	78726.66	38.9	Automóviles(vehículos y camionetas a gasolina carga ligera), vehículos carga pesada (a gasolina); quema agrícola
PM ₁₀	48826.91	24.1	Polvo de camino sin pavimentar, polvo en camino pavimentado, quema agrícola
Nox	25978.96	12.8	Termoeléctricas, vehículos a diesel de carga pesada, vehículos y camionetas a gasolina de carga ligera.
NH ₃	8407.52	4.2	Aplicación de fertilizantes –Urea; amoníaco y COV de ganado lechero y producción de carne de res.
SO ₂	4522.17	2.2	Fábricas de productos de vidrio, fábrica de papel, fabricación de productos derivados del petróleo y carbón
COV (Compuestos orgánicos volátiles)	23182.26	11.4	Recubrimiento ⁷ de superficie industrial (automotriz, otra manufactura, otros productos metálicos)
PM _{2.5}	7331.04	3.6	Polvo de camino sin pavimentar, polvo en camino pavimentado, quema agrícola
CH ₄ (Metano)	5605.73	2.8	Confinamiento sanitario (relleno sanitario)
Total	202581.25	100	

Tabla 3. Emisiones por contaminante y fuentes principales en Mexicali, B.C., 2005.

ERG, ICAR y TransEngineering. 2009.

Esto ha sido una de las razones por las que especialistas aseguran que la capital de Baja California es una de las ciudades más contaminadas del mundo y afirman que “Además de las muertes prematuras en Mexicali, se registran 537 hospitalizaciones y 25 mil 860 consultas por causas directas a la contaminación del aire, lo que genera un gasto de 25 millones de pesos.” (Arellano-Sarmiento, L., 2018)

Así mismo, la localización geográfica y las condiciones climatológicas de una región definen de manera significativa el consumo de energéticos. Motivo por el cual Mexicali se posiciona en el primer lugar entre las ciudades de mayores emisiones de CO₂ por consumo eléctrico por vivienda, con 4.07 ton/anual de CO₂, seguida por Hermosillo, Sonora con 2.91 ton/anual y Ciudad Obregón, Sonora con 2.48 ton/anual. (CONAVI, 2008)

Como se indica en el Gráfico 2, la mayor parte del uso de energía en Mexicali es dirigido al acondicionamiento climático o ambiental de espacios, y de acuerdo a la Tabla 4, en donde se definen de manera detallada las horas de uso por aparato en Mexicali, se tiene que para el enfriamiento de los espacios se utiliza mayormente el aire acondicionado (A/A), antes que el uso del ventilador simple o mecánico.

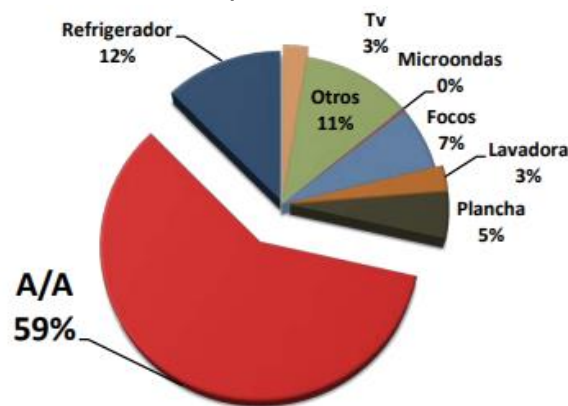


Gráfico 12. Consumo de energía por usos finales en Mexicali, B.C.

Fuente: SENER/British Embassy (2011)

Horas de uso mensual por aparato			NACIONAL			MEXICALI		
Categoría	Aparato	Potencia (Watts)	Hasta 2 habitantes	De 3 a 5 habitantes	6 o mas	Mxli 2 habitantes	De 3 a 5 habitantes	6 o mas
Refrigerador y congelador	Refrigerador	250	240	240	240	240	240	240
	Refrigerador y congelador	250	240	240	240	240	240	240
enfriamiento del espacio o aire acondicionado	ventilador	195	240	240	240	120*	120*	120*
	aire acondicionado	2400	240	240	240	240**	240**	240**
Calentamiento del espacio o calefacción	sistema de calefaccion	0	90	120	120	0	0	0
	calentador de aire	0	240	240	240	0	0	0
Television y Entretenimiento	TV	70	180	180	180	180	180	180
	DVD o videocasetera	25	12	12	12	12	12	12
	Estereo, radio grabadora y radio	40	14	41	61	14	41	61
	videojuegos	0	60	60	60	0	0	0
Iluminacion	Focos	75	150	150	150	150	150	150
Calentamiento de agua	calentador de agua	0	15	30	45	0	0	0
Coccion de alimentos	estufa	0	15	30	45	0	0	0
	microondas	1200	3	5	8	3	5	8
	horno	0	5	7.5	15	0	0	0
computacion y tecnologias de informacion y comunicacion	computadora	300	2	8	16	2	8	16
	impresora	0	12	12	12	0	0	0

* Aplica el uso de ventiladores en los meses de Noviembre, Marzo y Abril

** Aplica el uso de A/C solo para los meses de verano Mayo-Octubre

Tabla 4. Usos finales de energía a nivel nacional y Mexicali, B.C.

Fuente: SENER/British Embassy (2011)

También CONAVI identifica la climatización artificial como el principal uso final de electricidad en las regiones áridas caracterizadas por temperaturas intensas en el verano, “el caso extremo es el del aire acondicionado, que a nivel nacional representa el 2.1% del consumo en las viviendas, mientras que en Mexicali es del 59%” (CONAVI, 2013).

De acuerdo a un levantamiento de campo realizado por Lean House Consulting y la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, el consumo eléctrico promedio anual de la vivienda de 45 m², en Mexicali, es de 5, 291 kw/h, de los cuales los meses de verano representan el 82% con 3,415 kw/h (SENER/British Embassy, 2011)

Esto se ve reflejado directamente en el gasto económico del hogar, pues gran parte del escaso ingreso de las familias debe ser dirigido a la electricidad, para lograr mantener un ambiente térmico tolerable en el interior de las viviendas. (Ver Tabla 5).

		979		996		1001		1017		1348		1377	
AÑO	MES	KWH	\$	KWH	\$	KWH	\$	KWH	\$	KWH	\$	KWH	\$
2009	Enero	165	\$ 133.00	192	\$155.00	186	\$151.00	214	\$198.00	286	\$ 423.00	212	\$ 193.00
	Febrero	156	\$ 124.00	131	\$104.00	173	\$139.00	154	\$124.00	257	\$ 351.00	189	\$ 154.00
	Marzo	189	\$ 154.00	114	\$89.00	178	\$145.00	156	\$125.00	231	\$ 242.00	258	\$ 354.00
	Abril	245	\$ 280.00	156	\$125.00	221	\$218.00	187	\$153.00	260	\$ 361.00	475	\$ 914.00
	Mayo	578	\$ 236.00	687	\$281.00	449	\$183.00	761	\$312.00	474	\$ 194.00	823	\$ 350.00
	Junio	632	\$ 259.00	676	\$276.00	485	\$199.00	809	\$343.00	691	\$ 282.00	938	\$ 422.00
	Julio	1260	\$ 680.00	1537	\$1,034.00	799	\$337.00	1505	\$989.00	1121	\$ 535.00	1452	\$ 921.00
	Agosto	1346	\$ 790.00	1221	\$633.00	814	\$348.00	1456	\$929.00	1151	\$ 555.00	1433	\$ 900.00
	Septiembre	1249	\$ 670.00	1029	\$481.00	777	\$326.00	1336	\$780.00	1151	\$ 556.00	1327	\$ 768.00
	Octubre	452	\$ 187.00	277	\$115.00	428	\$177.00	470	\$194.00	713	\$ 295.00	491	\$ 204.00
	Noviembre	118	\$ 95.00	117	\$94.00	221	\$223.00	171	\$142.00	387	\$ 704.00	206	\$ 183.00
	Diciembre	352	\$ 614.00	122	\$98.00	191	\$161.00	241	\$277.00	289	\$ 447.00	155	\$ 129.00
sumatoria khh	media khh	6742		6259		4922		7460		7011		7959	
sumatoria \$	media \$		\$ 4,222.00		\$ 3,485.00		\$2,607.00		\$4,566.00		\$ 4,945.00		\$ 5,492.00
	media	561.8333		521.5833		410.1667		621.6667		584.25		663.25	

Tabla 5. Consumos de energía eléctrica en Mexicali, B.C.

Fuente: SENER/British Embassy (2011)

1.2.2 Dimensión cualitativa

La vivienda es una expresión elocuente del bienestar de la población, y constituye la base del patrimonio y la convivencia familiar, al tiempo que es la célula del desarrollo urbano. Su emplazamiento, diseño arquitectónico y tecnología determinan no sólo el carácter de las ciudades, sino también sus condiciones de sustentabilidad. (CONAVI, SEMARNAT, 2008)

En el caso de Mexicali, las viviendas de interés social presentan serias debilidades de cara al respeto por el medio ambiente y hacia la sociedad, tanto por parte de las políticas públicas como por parte de lo que comúnmente ofrecen los desarrolladores, pues son construidas sin criterios de sustentabilidad, mediante espacios reducidos, con materiales y tecnologías deficientes y/o insuficientes ante las características del entorno, las cuales provocan inconformidades y mayores gastos económicos para aquellos que disponen de menos capital.

Según indicó Víctor Manuel Romero, delegado de Infonavit en el estado de Baja California, a pesar de la demanda y de que se han otorgado los créditos suficientes para viviendas de interés social, incluso superando el 35% de los objetivos fijados el año 2017, ha habido un mayor crecimiento, por parte de los desarrolladores, “en la oferta de vivienda media, sin embargo la de menos de 2.6 UMAs (Unidad de Medida y Actualización, 80.6 pesos diarios), se encuentra desprotegida debido a los altos precios de los terrenos.” (Domínguez, A., 2018), de modo que, por la escasa variedad de conjuntos habitacionales, el trabajador no tiene la oportunidad de elegir la opción que más le agrada o que mejor se adapte a sus necesidades.

Esto trae consigo también diversos problemas sociales. Como se observa en la Ilustración 1, diversos usuarios se muestran descontentos con los resultados de las viviendas de interés social que les han sido proporcionadas por los desarrolladores. Incluso los integrantes del Movimiento Antorchista del municipio de Mexicali, han manifestado su inconformidad hacia INFONAVIT, junto con distintas empresas inmobiliarias las cuales “se han encargado de amedrentar de manera legal, negando el derecho a la vivienda que está marcado en la Constitución como una de las obligaciones que tiene el gobierno para con los mexicanos.” (Movimiento Antorchista Baja California, 2017)



Ilustración 2. Manifestación de Movimiento Antorchista.

Movimiento Antorchista Baja California, (2017)

Así mismo, puesto que las únicas opciones para el trabajador son aquellas situadas en el espacio periférico, es perjudicado debido a que:

Los “beneficiados” con las políticas oficiales de vivienda habitan en fraccionamientos sin servicios, pues no entra la recolección de basura, ni se arregla el alumbrado público ni se da mantenimiento a los parques porque no están entregados a los ayuntamientos, sin casetas policíacas, inseguridad que se agrava en obscuridad nocturna porque el deterioro de las calles dificulta el acceso de las pocas patrullas que llegan a realizar un rondín, por la falta de transporte público y porque muchas de las casas abandonadas se han convertido en “picaderos” y refugios de asaltantes y de todo tipo de delincuentes. (Acosta-montes, I. 2018)

En síntesis, la situación problema que aspira a resolver este trabajo es el inadecuado diseño urbano-arquitectónico de las viviendas de interés social en Mexicali, B.C., que son ubicadas en áreas apartadas de zonas centrales de la ciudad previamente desarrolladas, que no utilizan criterios de diseño bioclimático o eco tecnologías que les permitan tener una mejor calidad de vida, más saludable y con un mayor ahorro económico.

1.3 Importancia del proyecto

Este trabajo es importante porque al implementar criterios sustentables para la definición de la ubicación adecuada, el diseño y la construcción responsable de las viviendas de interés social se puede llegar a obtener un ahorro significativo en transporte, en el consumo de energía y en el consumo de agua, de tal forma que los usuarios tengan una mayor capacidad de ahorro al reducir el pago en servicios públicos (transporte, agua y electricidad), lo que se traducirá en más oportunidades de satisfacer otras necesidades del hogar. Por otro lado, se reduce el impacto ambiental al disminuir significativamente la contaminación que resulta de la emisión de partículas de Gases de Efecto Invernadero y de otras partículas suspendidas que resultan del transporte motorizado. Adicionalmente, este proyecto permitirá la identificación de predios baldíos con potencial para ser aprovechados para la vivienda de interés social en centralidades urbanas, junto con la identificación de sus beneficios.

Por otro lado, se pretende poner a prueba la certificación internacional LEED, en su sistema de Desarrollo Urbano, para identificar su viabilidad y eficiencia en la vivienda de interés social en México. De modo que cualquier tipo de certificación que cumpla con ciertos criterios de sustentabilidad, junto con las regulaciones y normas del país, logre ser aceptada e incentivada mediante subsidios preferenciales, hipotecas y financiamientos. Esto con el fin de promover este tipo de edificaciones social y ambientalmente responsables sin importar el origen del organismo certificador.

Otro aspecto que hace relevante este proyecto es detectar los lineamientos que establecen los sistemas de evaluación y su adaptación a la realidad del país pues permitirá identificar nuevas recomendaciones en técnicas de diseño y construcción para conjuntos habitacionales y fraccionamientos de casas de interés social.

Este proyecto será dirigido a los desarrolladores, profesionistas, técnicos, proveedores de servicios, y usuarios; al fomentar prácticas sustentables como el uso eficiente de materiales y recursos, junto con tecnologías para el ahorro de energía y agua. Esto tendría como aportación la proporción de beneficios al medio ambiente, al estilo de vida y economía de los usuarios, además brinda un progreso del país hacia la sustentabilidad.

2. Marco conceptual y encuadre contextual

2.1 Referencias conceptuales del tema

En este apartado se definirán las nociones centrales que han sido contempladas para el desarrollo del proyecto, tales como vivienda de interés social, vivienda multifamiliar, vivienda de accesibilidad universal, desarrollo sustentable, vivienda sustentable, eco-tecnologías, centro comunitario, espacios públicos. sistemas de evaluación de sustentabilidad en una Edificación, certificación LEED Desarrollo Urbano, certificación EDGE.

2.1.1. Vivienda de interés social

De acuerdo al artículo 123, creado en la Constitución de 1917, la vivienda adopta su carácter de interés social con base en la obligación del patrón, al igual que del Estado, de cumplir con un derecho social para el trabajador, el de la vivienda, como prestación de seguridad social o como parte de una política pública.

Sin embargo, el concepto de vivienda social presenta cierta ambivalencia, pues suele entenderse por “social” aquella que es para trabajadores de menores ingresos, lo que crea grandes contradicciones, pues es aquella destinada al trabajador que cuente con Seguro Social y tenga el derecho de recibir un crédito, por parte del organismo Infonavit, para adquirir vivienda a un precio bajo.

No obstante, en el año 2010, se creó un acuerdo consensuado entre el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (Infonavit), Softec, Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI), FOVISSSTE, la Asociación Hipotecaria Mexicana (AHM), Sociedad Hipotecaria Federal (SHF), bancos y sociedades financieras de objeto múltiple y limitado; en el cual se realizó la clasificación de la vivienda con el fin de desarrollar una segmentación del mercado y una operación crediticia más adecuada y eficiente. (Softec, 2016)

El tipo de vivienda, según el Código de Edificación de Vivienda 2010, varía en función de: el precio final en el mercado, su forma de producción (por desarrolladores privados o autoconstrucción), la superficie de construcción y los espacios que la componen. Por lo tanto, como se indica en la Tabla 6, se clasifica en: económica, popular y tradicional, llamadas comúnmente como viviendas de interés social, así como las viviendas media, residencial y residencial plus.

CLASIFICACIÓN DE LA VIVIENDA				
TIPO	ÁREA	CARACTERÍSTICAS	RANGO DE PRECIO (US)	INGRESO ANUAL
Económica	30 m²	1-2 cuartos. Generalmente escriturada, electricidad, tal vez agua y drenaje, autoconstrucción.	MNX \$262,153 US \$16,613	< US \$3,379
Popular	35-50 m²	Cocina, sala-comedor, 1-2 recámaras, 1 baño, 1 cajón de estacionamiento, escriturada, todos los servicios. Casas y departamentos.	MNX \$262,153- \$444,327 US \$16,613- \$28,158	US \$3-9,292
Tradicional	50-75 m²	Cocina, sala-comedor, 2-3 recámaras, 1 baño, 1 cajón de estacionamiento, escriturada, todos los servicios. Casas y departamentos.	MNX \$444,327- \$777,572 US \$28,158- \$49,276	US \$9-18,584
Media	65-130m²	Cocina, sala, comedor, 2-3 recámaras, 2-3 baños, 1-2 cajones de estacionamiento, escriturada, todos los servicios. Casas y departamentos en condominio.	MNX \$777,572- \$1,666,225 US \$49,276- \$105,591	US \$19-43,926
Residencial	65-130 m²	Cocina, sala, comedor, 3-4 recámaras, 3-5 baños, 2-4 cajones de estacionamiento, escriturada, todos los servicios. Casas y departamentos en condominio.	MNX \$1,666,225- \$3,332,450 US \$105,591- \$211,182	US \$44-109,815
Residencial Plus	100-350 m²	Cocina, sala, comedor, 3-4 recámaras, 3-5 baños, cuarto de servicio, 3-6 cajones de estacionamiento, escriturada, todos los servicios. Casas y departamentos en condominio.	MNX ≤\$5,953,977 US ≤\$377,312	> US \$109,815

Tabla 6. Clasificación de Vivienda

Fuente: Softec (2016)

Con base en lo anterior, para los propósitos del presente proyecto, se utilizará como definición de vivienda de interés social aquella que es destinada para trabajadores de un ingreso anual entre \$3,000.00 y \$9,292.00 dólares estadounidenses, y que obtienen acceso a conjuntos habitacionales financiados por organismos oficiales, banca comercial o empresas inmobiliarias y no recurren a la autoconstrucción. Es decir, de acuerdo a la clasificación de la Tabla 6, se optará por la vivienda de tipo popular, de 35 a 50 m².

Por otro lado, cabe destacar que “la función de la vivienda en la sociedad y la familia; es escenario, patrimonio, refugio, lugar de convivencia, crecimiento, satisfactor de las necesidades individuales, personales y grupales (del niño, adolescente, madre, padre y anciano)” (Bosch Durán, H. A., 2008). Por ello, es importante que los espacios que la componen estén bien definidos y cumplan su propósito, tal como se observa en la Tabla 7, en donde se indica la función, forma y distribución de cada uno, así como el tipo de estrategias que deben ser aplicados para el clima desértico, como es en el caso de la ciudad de Mexicali; de modo que la vivienda se adapte tanto a las necesidades socioculturales del usuario, como a las condiciones o determinantes del entorno. Así mismo, los elementos que conforman cada espacio, mencionados en la Tabla 8, como: techos, pisos, muros, puertas, ventanas, fachadas, balcones, escaleras y circulaciones; son fundamentales para que las distintas áreas del hogar funcionen de una manera óptima, lo cual depende de su forma, distribución y posición.

Debido a que este tipo de vivienda tiene que mantenerse en un precio bajo, el proyecto arquitectónico requiere tanto de ingenio como de economía. (Bosch Durán, H. A., 2008). Generalmente, en la ciudad de Mexicali, tal sector se enfoca principalmente en el segundo aspecto. Sin embargo, en el diseño y construcción ideal de la vivienda de interés social se deben abatir al máximo los costos sin afectar la calidad funcional, ambiental y estética. (Bosch Durán, H. A., 2008).

ESPACIOS DE LA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL			
ESPACIO	FUNCIÓN	FORMA/DISTRIBUCIÓN	RECOMENDACIONES PARA CLIMA DESÉRTICO
Vestíbulo	Espacio de recepción y distribución	Lugar neutro entre la ruta de acceso o circulación hacia la casa y los espacios interiores de ella.	Es conveniente que el vestíbulo nos gradúe la luz interior con respecto al clima y la calle, para que en contraste con lo externo, sea un sitio fresco y en penumbra.
Pórtico	Espacio de transición entre el exterior y el interior. Arroja sombra sobre la fachada.	forma parte del vestíbulo de acceso a la casa. Puede ser pequeño y no cubrir más que la puerta de entrada o abarcar el total de la fachada.	Un pórtico pergolado permite el crecimiento de las plantas trepadoras que enriquecen el espacio, pueden ser planos o de bóveda. Matiza la luz que proviene del exterior evitando el deslumbramiento. Los pórticos pueden ser auxiliados con celosías o plantas en su función de sombrear la casa.
Sala	Espacio de prestigio social. Se presta para diversos usos como acontecimientos sociales, de comunicación social de lectura, o de reposo.	Conviene destacar el espacio con una volumetría diferente del resto de la vivienda. Se comparte con el comedor para ganar dimensiones y escala.	La sala se abre al espacio exterior con pérgolas o elementos intermedios que proyectan sombra sobre la fachada.
Comedor	Área con una mesa para comer, escribir, y convivir.	Su forma es regular y centralizada, no muy alargada. Intervalo entre la cocina y la sala, aunque forma parte del mismo organismo que la cocina. Su altura debe ser inferior para que impida que pase el humo y humores de la cocina.	Lo ideal es que se abra al oriente, ya que no recibe más sol que en la mañana, es cálido, después frío de noche y fresco durante el resto del día. Los muros altos con troneras aseguran frescura y ventilación.
Cocina	Taller de preparación de la comida.	Cuenta con área de trabajo y despensa. Se recomienda compartir muro con baño por economía y funcionamiento. Debe contar con una puerta que de hacia el patio interior.	Son adecuados los techos altos para tener un espacio fresco y las ventanas al norte sobre la mesa de trabajo. Las aberturas en la parte alta de los muros o en las cubiertas logran una ventilación adecuada.
Baño	Lugar de limpieza y atención hacia la propia persona.	La ventilación cruzada es indispensable (puerta con rejillas en la parte inferior). Consta de tres componentes: la ducha, el excusado y el lavabo (pueden usarse independientemente). Se ubica entre la zona común, el cuarto de estar y las zonas de dormir,	Al ser un sitio húmedo y con un cuerpo de agua, funciona como elemento refrescante de la vivienda. La indispensable entrada del sol debe ser matizada, pérgolas y celosías son adecuadas para este fin.
Dormitorio	Es el lugar más íntimo y privado de la casa.	Debe estar separado del área común. Debe estar situado muy cerca del baño.	Se puede dormir en una temperatura fresca cuando el dormitorio no recibe más que los pequeños rayos de sol de la mañana. La penumbra suave de la recámara, anhelada en este clima, se logra con un pórtico adyacente.
Patio	Destinado a acontecimientos sociales y parte fundamental del sistema de ventilación y soleamiento de la casa.	Espacio con grado de confinamiento, abierto al cielo, pero rodeado de muros. Por lo menos una puerta y una ventana lo conectan con la cocina. Puede ser de acceso, interior o trasero.	Se recomienda que sea estrecho y sombreado creando un microclima fresco y húmedo para beneficio de las habitaciones. Fuentes y plantas dan tranquilidad y confort. Técnicamente es un pozo de donde el aire fresco no puede escaparse, así enfría a las habitaciones que se abren a él.
Terraza	Permite disfrutar de paisajes que invitan a la contemplación y el descanso.	Las dimensiones deben permitir por lo menos una circulación y un espacio de permanencia. Se puede integrar ante todo las áreas sociales, sala, comedor, cocina. Dormitorios y baños no tanto.	La sombra es una condición importante de este espacio. Un muro o una cubierta ligera pergolada sirven para este propósito. La adaptación climática aumenta al cerrar la terraza entre dos o tres muros o dejando la vista hacia el norte, nunca al oeste o al sur.

Tabla 7. Espacios en la vivienda de interés social.

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos de Bosch, D. H. A. (2009).

ELEMENTOS DE LA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL			
ELEMENTO	FUNCIÓN	FORMA/DISTRIBUCIÓN	RECOMENDACIONES PARA CLIMA DESÉRTICO
Sistema de circulación	Integra componentes de una vivienda e induce a efectuar un recorrido al determinar y distinguir los ámbitos públicos y privados de una casa.	Se define con muros, celosías, desniveles o escaleras, corredores o pórticos. La calle, circulación exterior y el pórtico, circulación interior, forma una continuidad espacial interrumpida por la puerta de acceso, mecanismo de control. La ruta de circulación pasa frente un dormitorio, el comedor y un lugar de estar.	
Balcón	Proyección en voladizo del plano del suelo de un nivel superior. Comunica el espacio interior de una vivienda con la exterior.	El barandal y la balaustrada son de sus componentes esenciales. Si se sitúa en la sala o comedor amplía el espacio más que ningún otro.	Es necesario que el balcón quede no sólo cubierto, sino protegido del sol con aleros bajos y con celosías en sus tres límites. Dado el grado de luminosidad del exterior, el balcón debe funcionar como un filtro de la luz y también de la temperatura externa.
Escalera	Elemento de acceso vertical y de transición.	Componentes: arranque, descanso y llegada. Entre 1.00 y 1.20 mts.	Si la escalera es interior puede aprovecharse la dimensión vertical para favorecer la adecuación climática de la casa; en este caso los espacios habitables se organizan con respecto a la escalera para que ésta les funcione como tiro de ventilación. La escalera externa debe contar con una protección solar adecuada, por ejemplo un muro y una cubierta que evite la lluvia y el asoleamiento.
Techo	Es el plano que sirve de cubierta de la vivienda. Protege de la interperie, del sol, del frío y de la lluvia.	El sistema constructivo varía. De la ligereza y la disposición correcta de sus componentes resulta un techo económico y adecuado. La cubierta horizontal permite el crecimiento de vivienda.	Los techos son altos de preferencia, para manejar un mayor volumen de aire. Como las lluvias son escasas, pueden ser planos. Si son inclinados, han de orientarse al norte y tener un aislamiento térmico que selle el espacio interno a fin de que no pase el calor del sol. Las pérgolas especie de techos perforados de carrizo, madera o acero, conviene orientarlos al sur para un mejor funcionamiento climático.
Muro	Es el plano que se erige para confinar un espacio. Separa el interior de la vivienda del exterior o los espacios interiores entre sí. También actúa como elemento transmisor de las cargas del techo hasta el terreno.	Lineal y continuo o quebrado y discontinuo, sinuoso o recto, inclinado o a plomo. Su forma, su altura y sus penetraciones dan el grado de confinamiento de un espacio.	Los muros son altos y herméticos. No es conveniente orientarlos al sur, pues deben conservar la frescura interior. El sol no ha de entrar más que por el norte para calentar la vivienda en las noches frías. Los muros de tabique con vacíos internos son buenos aislantes térmicos; también es muy recomendable buscar nuevas alternativas de muros hechos con materiales porosos de la región.
Piso	Es el plano horizontal que limita la superficie de contacto de la vivienda con el terreno. Ordena los espacios de la casa y define su forma mientras que con los muros y techos, nuestra relación es ante todo visual. También absorbe la temperatura del terreno natural.	El piso del exterior ha de considerarse como piso natural para que el agua de las lluvias regrese al subsuelo.	También son frescos y claros, sus materiales pétreos y no porosos tales como: cemento pulido con color, pasta o lajas de la región, deben estar iluminados, pero sin que les dé el sol más que en invierno. Si se hunden en el terreno se aprovecha la frescura de la tierra.

Fachada	Primera impresión de la casa con valor plástico. Simboliza el nivel de confort adquirido en la vivienda.	Destacan la puerta principal y el vestíbulo de acceso. El muro de la fachada es una superficie que responde estéticamente y funcionalmente a la edificación que se remata horizontalmente o siguiendo la forma de la cubierta como puede ser en el caso de las bóvedas de cañón.	La sombra y el asoleamiento nulo son necesarios; en época fría debe aislar en el interior la temperatura externa y conservar el calor. Las fachadas que se dan sombras unas a otras o las cubiertas con pórticos, son recomendables.
Puerta	Es una abertura en el muro que permite a uno entrar a la casa o a un cuarto.	Las dimensiones y la proporción de la puerta anuncian el carácter del espacio que antecede. La puerta de la calle o el patio es más grande e importante, y una puerta baja y angosta indica un baño. La forma más común es rectángulo vertical en proporción 1:2 o 1:3.	Es primordial que alcancen características de aislamiento térmico especial, que se abran hacia fachadas sombreadas por su orientación o porticadas. Dado el carácter extremo del clima han de ser puertas sólidas que impidan la pérdida de temperatura interior.
Ventana	Apertura en el muro que deja entrar la luz y el aire natural.	Se deben considerar las cualidades de luz, vista, ubicación, forma y composición de la ventana es claro que requiere tanta atención como el cuarto en sí mismo. La mejor proporción de una ventana es vertical, 1:2, 1:2.5, 1:3, etc. Las ventanas horizontales de ningún modo son recomendables ya que pueden debilitar concepto y estructura del muro.	Se debe evitar el asoleamiento excesivo de las ventanas, lo que se logra al remeterlas del palo del muro que las enmarca en forma que su propio quicio las sombree, dotándolas con cubiertas líferas o comunicándolas con espacios de transición como pórticos o corredores. En épocas de frío extremos las ventanas orientadas al norte se vuelven incómodas, por lo que conviene reforzarlas con paños de vidrio dobles y espacios interiores que aislen la temperatura.

Tabla 8. Elementos de la vivienda de interés social.

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos de Bosch, D. H. A. (2009).

2.1.2 Vivienda vertical de interés social

La vivienda multifamiliar o vertical, de acuerdo al Programa Nacional de Vivienda 2014-2018, se define como aquella que no se encuentra dentro del régimen de la propiedad horizontal y consta de múltiples viviendas pertenecientes a una propiedad única.

Esta tipología surge a partir del siglo XVII con la construcción del Palacio de Versalles en Francia, en el que se plantea por primera vez la idea de agrupamiento colectivo aislado que goza de beneficios exclusivos dirigido hacia las clases sociales altas de tal época. (Ballén, S.A., 2009).

No obstante, fue a inicios del siglo XX en el que la vivienda multifamiliar cobra un carácter social, ya que se llega a consolidar una visión de la comunidad compuesta de nuevas técnicas industriales de producción capaces de posibilitar la producción en serie en un hábitat aglomerado. De este modo, la vivienda vertical constituye una nueva dirección hacia nuevos campos de conocimiento y desarrollo tecnológico. Con base en lo anterior, en respuesta al déficit cuantitativo y como método de reducción de la dispersión que había sido causada mediante la división del trabajo industrial, diferentes ponencias de los Congresos Internacionales de Arquitectura Moderna (CIAM) manifestaron su inclinación ante las ciudades compactas compuestas de construcciones de altura y áreas libres. Entre tales ponentes se encontraban Walter Gropius y Le Corbusier, quienes sostenían que el éxito de las edificaciones verticales estaba en la planificación e integración con las diferentes implicaciones urbanísticas como lo son el aprovechamiento del suelo, así como su uso y precio. (Ballén, S.A., 2009)

Posteriormente, tanto Hilberseimer como Le Corbusier, propusieron un tipo de ciudad compuesta por diversidad de usos de suelo: vivienda, comercio, administrativo, industrial; así como diferentes densidades mediante grados de verticalidad. Fue a través de tales concepciones de proyectos multifamiliares de carácter social, que Latinoamérica evolucionó bajo el lema del progreso urbano, con el fin de brindarle a las clases populares una vivienda digna y económica, esto como parte de la obligación del Estado. De tal modo fueron creadas las primeras instituciones destinadas a financiar y construir viviendas económicas, con base en la excesiva demanda y los primeros asentamientos en las periferias, mismas que generaron grandes retos a los constructores locales para lograr la creación de estructuras

de grandes alturas y claros. Es así como se dio lugar a las primeras propuestas de vivienda colectiva en México, por parte del arquitecto Mario Pani quien, a pesar de haber situado sus proyectos sobre la periferia de la ciudad, fue el primero en establecer dentro del país la idea de que el residente no debe tener la necesidad de desplazarse para realizar cada actividad urbana, de modo que realizó un conjunto con usos mixtos, circulaciones peatonales, y vivienda en altura, con lo que propone dar respuesta a los problemas de densidad. (Gómez, K., 2014)

A partir de tal giro en la arquitectura se reprodujeron varios modelos multifamiliares a través de la iniciativa pública y privada. No obstante, debido al factor económico se comenzó a estandarizar la producción de la vivienda social en el que su concepto “cambia de social a vivienda mínima y por lo tanto a vivienda barata” (Gómez, K., 2014), situación que ha repercutido negativamente a los usuarios y predominado hasta la actualidad, en la que las viviendas se mantienen sobre las periferias, y, adicionalmente, pierden la integración del espacio público, así como la diversidad de usos.

De acuerdo al artículo Re-Densificación con base a la Vivienda Vertical, escrito en el 2014 por la autora Kathya Gómez, para que una vivienda multifamiliar sea capaz de incidir en la calidad de vida es necesario retomar tres aspectos dentro de su diseño:

- Ciudad: Incidir favorablemente en la estructura urbana mediante mezcla de usos, variación de tipologías y calles frecuentadas.
- Espacio: Consiste en plantear soluciones arquitectónicas de relación entre vivienda, espacio de transición y espacio público. Por lo que es necesario pensar en módulos habitacionales en donde coexistan espacios privados y espacios públicos integrados por esferas intermedias.
- Usuario: Tomar en cuenta las variaciones del comportamiento de los habitantes en lo social y en la familia convencional.

Ahora bien, en cuanto a las diferentes densidades generadas por los grados de verticalidad, según el USGBC, las viviendas multifamiliares se categorizan de la siguiente manera:

- Poca altura: de uno a tres niveles.
- Media altura: de tres a cinco niveles.
- Alto: de cinco niveles en adelante.

Puesto que unos de los propósitos del proyecto son el fomento de densidad de vivienda máxima, así como el desarrollo de viviendas asequibles, se considera que para este proyecto la media altura es la más apropiada, ya que una edificación superior a cinco niveles requeriría de una mayor inversión en cuestiones de diseño, materiales y construcción.

Por lo tanto, para efectos de este proyecto, se tomará como vivienda vertical de interés social aquella que conste de 5 niveles, que se adapte a las necesidades del usuario con la limitante en cuanto a metros cuadrados y precio, se encuentre en un sitio de usos mixtos con integración adecuada a la estructura urbana de la ciudad y se rodee de espacios privados y públicos que favorezcan la calidad de vida del usuario.

2.1.3 Vivienda accesible

Según el Código de Edificación de Vivienda de CONAVI (2017), se entiende por vivienda accesible aquella que es diseñada y construida de acuerdo a las necesidades específicas que tiene una persona con discapacidad, de modo que puedan vivir de forma independiente, mediante la proporción de condiciones favorables de funcionalidad dentro de los espacios. La accesibilidad integrada en el diseño de la vivienda, ya sea presente o planificada, permite a las personas que mantengan redes sociales, ya que la facilidad de uso de las instalaciones de la edificación y de todo el conjunto, mejora la interacción social y la diversidad al fomentar una comunidad inclusiva, una vida independiente y el bienestar personal. (USGBC,2017)

A partir del año 2011, “México reconoce el derecho de las personas con discapacidad a la accesibilidad universal y a la vivienda” (Consejo Nacional para Prevenir la Discriminación 2016), por lo que se decretó la Ley General para la Inclusión de las Personas con Discapacidad en México, en la cual se señala que las personas con discapacidad tienen derecho a una vivienda digna, que garantice la accesibilidad obligatoria en instalaciones públicas o privadas, y les permita el libre desplazamiento en condiciones dignas y seguras.

Los lineamientos de orden jurídico provenientes de los reglamentos de construcción designado para cada estado y municipio son los que tienen como objetivo la regulación de la edificación de vivienda desde el punto de vista técnico. En relación al presente proyecto, el Reglamento de Edificaciones para el Municipio de Mexicali (1998), se dispone de diversas normas obligatorias referentes a la adecuación de espacios para personas discapacitadas tales como:

Artículo 122. Dimensionamiento de cajones de estacionamiento en ángulo con respecto al cordón para discapacitados de 5.40m de largo y 3.80 de ancho.

Artículo 124. Dimensionamiento de cajones de estacionamiento paralelo al cordón para discapacitados de 6.00 de largo y 2.40 de ancho.

Artículo 125. Acondicionar cajones de estacionamiento para personas discapacitadas a razón de dos por cada 50 cajones o fracción.

Artículo 152. El ancho de rampas para discapacitados debe ser calculado como vía de evacuación y no debe ser menor a 1.20m.

Artículo 153. La pendiente máxima de rampas para discapacitados será de 8.3%

Artículo 226. Las edificaciones que requieran de accesibilidad para discapacitados en un determinado nivel que no cuente con acceso de rampa deberá contar con elevadores.

Por otro lado, el Gobierno Federal propone la adopción voluntaria del Código de Edificación de Vivienda que se rige por lineamientos impuestos por la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI), en el cual se cuenta con lineamientos de diseño y construcción aplicables a la vivienda, áreas comunes, vialidades, equipamiento y servicios urbanos (Consejo Nacional para Prevenir la Discriminación, 2016). Por lo que se refiere a las viviendas agrupadas ya sea de tipo dúplex, multifamiliar horizontal o vertical, se sugieren las siguientes generalidades:

Rutas de acceso y ubicación de viviendas accesibles. Se deben facilitar rutas de acceso y situar las viviendas accesibles dentro de los conjuntos habitacionales lo más cerca posible de:

- a. Piso inmediato del edificio sobre el nivel de banquetta hacia la calle.*
- b. Accesos vehiculares y peatonales.*
- c. Rutas de evacuación.*
- d. Estacionamientos.*
- e. Elevadores.*
- f. Paraderos de transporte público.*
- g. Escuelas.*
- h. Equipamiento recreativo y deportivo.*
- i. Comercios y servicios.*

Cuando la puerta de acceso principal abata hacia el interior de la vivienda, el área de acceso debe tener, como mínimo, 1.50m libres por lado.

Las zonas de circulación deben tener un ancho mínimo de 90cm.

Recámara. La recámara accesible se debe proveer de acuerdo con lo siguiente:

- a. Debe ubicarse donde las condiciones de asoleamiento, ventilación y vistas hacia el exterior sean adecuadas para la persona con discapacidad debido a los largos períodos de tiempo que debe permanecer en su recámara.*

- b. Debe permitir que una silla de ruedas gire, después de colocado el mobiliario y el clóset.*
- c. Debe permitir la colocación de la silla de ruedas a un costado de la cama en un espacio mínimo de 0.85m por 1.20m.*
- d. Debe permitir circulaciones de 85cm de ancho.*

El baño accesible debe proveerse de acuerdo con las siguientes especificaciones:

- a. Debe permitir giros de la silla de ruedas para acceder de manera libre al lavamanos, inodoro, regadera y accesorios diversos.*
- b. Debe permitir circulaciones de 85 cm de ancho.*
- c. Debe permitir la colocación de barras auxiliares, de forma segura, para que el usuario pueda trasladarse de la silla de ruedas al inodoro, la regadera y, en su caso, poderse poner de pie.*
- d. Debe permitir la colocación de la silla de ruedas a un costado del inodoro y de la regadera en un espacio mínimo de 0.85m por 1.20m.*

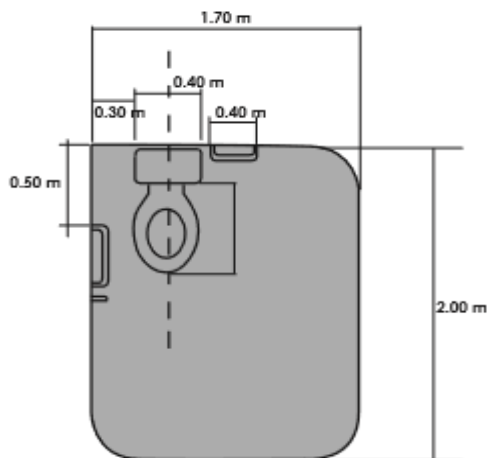


Ilustración 2. Espacio libre mínimo en la zona del inodoro.

Fuente: Código de Edificación de Vivienda (2017).

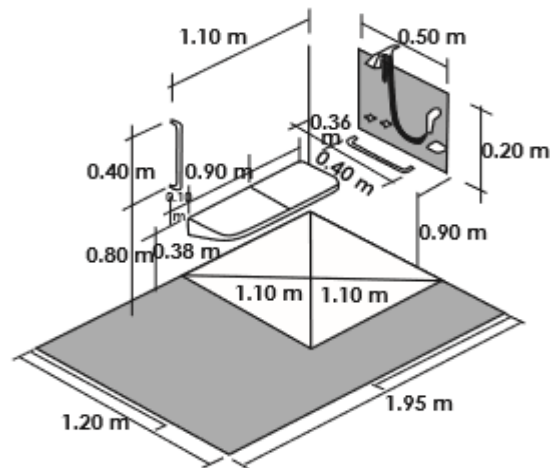


Ilustración 3. Espacio libre mínimo en la zona de la regadera.

Fuente: Código de Edificación de Vivienda (2017).

El espacio de la cocina accesible se debe proveer de acuerdo con lo establecido en esta sección, además de lo siguiente:

a. Debe permitir circulaciones de 85cm de ancho.

b. Se prohíbe la disposición del mobiliario en forma lineal de una sola crujía.

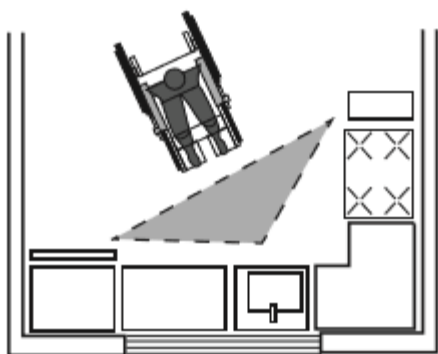


Ilustración 4. Disposición del mobiliario de la cocina tipo “L”

Fuente: Código de Edificación de Vivienda (2017).

Por último, según el Código de Edificación de Vivienda el área mínima de superficie construida por vivienda accesible debe ser de **65.00 m²**. No obstante, en el año 2015 se inauguró la primera vivienda adaptada en la ciudad de Tijuana, Baja California, por parte de INFONAVIT bajo el programa “Hogar a tu medida”, en el que se proponen viviendas de 48 m² cuyos espacios responden a las adecuaciones de espacios para discapacitados y “se reconocen las necesidades fundamentales de la vivienda”, según declaró el director de INFONAVIT Alejandro Murat. (Merlo, E. 2015)

Con base en lo anterior, en este proyecto se desarrollarán prototipos de vivienda accesible que cuenten con las adecuaciones ya mencionadas, tanto del reglamento local, como de las sugerencias del Código de Edificación de Vivienda. En cuanto a la superficie, con el fin de brindar opciones que se adapten a las necesidades motrices, así como económicas se propondrá un prototipo de 65 m², y 48 m².

2.1.4 Desarrollo sustentable

La evolución humana y su modo de producción industrial, junto con el uso inadecuado y la explotación sin medida de los recursos naturales, ha provocado un futuro incierto para la humanidad, debido al calentamiento global y sus impactos negativos manifestados en distintas formas.

En respuesta a este riesgo, se dio inicio a la búsqueda de soluciones y acciones alternativas a una realidad cambiante, razón por la cual surge el concepto del desarrollo sustentable. Este, ha generado una visión innovadora a la humanidad, mediante la idea de la protección de la naturaleza, y la equidad social presente y futura.

El concepto de desarrollo sustentable fue publicado oficialmente en 1987, en el informe llamado Nuestro Futuro Común, mejor conocido como El Informe Brundtland, como: “Un desarrollo que satisface las necesidades del presente sin disminuir la habilidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas”. Es decir, que el desarrollo sustentable se debe lograr por las necesidades, particularmente de los pobres, y con el fin de satisfacer tales necesidades presentes y futuras, pretende proteger el medio ambiente mediante la diseminación de las tecnologías ecológicamente racionales y una mejor gestión de los recursos naturales. Esto indica, que el nuevo modelo de desarrollo debe contar con atributos y características que le permitan reproducirse y permanecer. Por ello, se constituye de distintas dimensiones, las cuales varios autores han intentado definir previamente. Entre ellas, predominan los tres pilares: social, ambiental y económico; lo cual implica que, mediante un equilibrio entre los tres, será posible obtener un mundo sustentable.

Sin embargo, en respuesta a una problemática tan compleja y dinámica como lo es la crisis mundial (Morales-Hernández, J., 2004), es fundamental considerar muchos más elementos que se encuentran entretejidos y relacionados en el estilo de vida del hombre, por lo que el autor Jaime Morales (2004) define las siguientes dimensiones de la sustentabilidad:

- Primeramente, la dimensión ecológica, la cual tiene como indicador que el mundo no es infinito, y se depende 100% de él para el desarrollo de la humanidad, por lo tanto, es necesario mantener el bienestar del medio natural.

- La dimensión social, implica una mayor justicia en la que no se permita la privación de derechos y generación de mayor riqueza a los ricos y mayor pobreza a los pobres.
- La dimensión cultural, pues, así como se celebra hoy en día la diversidad biológica, es necesario entender y respetar que también hay distintas ideas y principios entre comunidades.
- La ética, la cual implica que se debe tener consciencia y corresponsabilidad del impacto que se genera en el planeta con cada acción.
- La política, tiene que ser basada en autonomía y autogestión, con el objetivo de construir una sociedad fundamentada.
- La económica, en la que es fundamental empezar a tomar en cuenta los recursos con un valor de existencia, más que con un precio.
- Por último, la epistemología, ya que, para lograr todas las dimensiones de manera sustentable, es necesario cambiar el modo de pensar tradicional, y buscar nuevas ciencias híbridas, que logren la vinculación con la ecología.

Al incluir las dimensiones anteriores al concepto de desarrollo sustentable, se comprende de manera más integral lo que implica redirigir el modelo de desarrollo tradicional del país hacia un sistema en armonía entre las relaciones sociedad-sociedad, sociedad-naturaleza, y sociedad-gobierno; pues no es posible obtener sustentabilidad en una sin la otra.

2.1.5 Vivienda sustentable

De acuerdo al USGBC (2015), “la construcción verde es un proceso que se aplica a los edificios, sus sitios, sus interiores, sus operaciones y las comunidades en las que se encuentran”. Por lo tanto, al aplicar tal proceso a una edificación o vivienda, debe comprender todo el ciclo de vida, comenzando desde el inicio de una idea de proyecto y continuando sin interrupciones hasta que el proyecto llega al final de su vida útil y sus partes se reciclan o reutilizan. No obstante, “La sustentabilidad y el "verde", que a menudo se usan indistintamente, son mucho más que simplemente reducir los impactos ambientales. La sustentabilidad significa crear lugares que sean ambientalmente responsables, saludables, justos, equitativos y rentables. De manera que para que una vivienda sea sustentable, el entorno construido debe integrar sistemas naturales, humanos, económicos y encontrar soluciones que respalden la calidad de vida para todos.

Por otro lado, se tiende a separar los conceptos de “vivienda” y “conjunto habitacional”, de modo que se entiende un conjunto habitacional solamente como la agrupación de viviendas. Esto ha generado la ausencia de “pertenencia y lazos de solidaridad” (Alva, E., 2012) entre los usuarios, tanto hacia los que integran tal conjunto, como a la ciudad y su entorno. Sin embargo, para que la vivienda pueda ser sustentable, no es posible considerarla como un elemento independiente, pues según la define Vida Integral de INFONAVIT, una vivienda sustentable es:

Aquella cuyo diseño y construcción son dirigidos al ahorro de agua y energía, el confort, la accesibilidad, la seguridad y la creación de un desarrollo económico y social por lo que las características que deben tener son las siguientes:

- *Estar ubicadas cerca de transporte público, escuelas, hospitales, clínicas de salud, tiendas, mercados y centros de trabajo.*
- *Tener acceso a servicios públicos como: recolección de basura, electricidad, alumbrado, drenaje y abasto de agua.*
- *Tener un tamaño adecuado y con posibilidades de ampliarse a futuro.*
- *Los materiales con los que están construidas deben ser de buena calidad.*

- *Cuentan con espacios públicos de esparcimiento, por ejemplo, parques, jardines y canchas deportivas.*
- *Quienes viven ahí se organizan en comunidades de vecinos, como comités de administración, vigilancia y mantenimiento.*

(INFONAVIT 2012, p.2)

Es decir, la vivienda sustentable, debe ser una parte integral del conjunto, y así mismo, parte de la ciudad. Tal es como a través de la vivienda se da respuesta a los tres pilares principales de la sustentabilidad, de acuerdo a la Política Nacional de Vivienda y Desarrollo Urbano (2016):

- *AMBIENTAL: Control de las manchas urbanas, avances en el uso eficiente de recursos, energía y diseño de la vivienda.*
- *ECONÓMICO: Aprovechamiento de la infraestructura urbana y del equipamiento existente, ahorros económicos por traslados y aumento de la eficiencia energética de las viviendas.*
- *SOCIAL: Mejora de la calidad de vida, al contar con vivienda más confortable y mejor ubicada.*

Así mismo, responde a las demás dimensiones descritas por Morales (2004):

- **CULTURAL:** Brindar identidad propia al responder a las demandas socioculturales del usuario.
- **POLÍTICA:** Armonizar las funciones de cada nivel de gobierno en planeación, ejecución, operación, conservación y sanción.
- **ÉTICA:** Inculcar la responsabilidad moral en los desarrolladores y el usuario.
- **EPISTEMOLOGÍA:** Implementar nuevas ciencias en el diseño, construcción, operación y mantenimiento de la vivienda relacionadas con la ecología.

2.1.6 Espacios públicos

De acuerdo al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) (s.f.), “los espacios públicos abiertos, son un elemento fundamental de la forma y el funcionamiento de las ciudades” Esto, debido a que generan beneficios esenciales para el ser humano, dado que, según USGBC (2017), estos crean un sentido de pertenencia a las personas lo que fomenta que actúen como un recurso compartido en el que se crean experiencias y valores de la comunidad. Así mismo, las áreas abiertas promueven que sus habitantes se mantengan activos lo cual mejora la salud física, y además logra que se relacionen entre sí, puesto que se realizan actividades en las que se muestran distintas culturas e identidades, lo cual genera que las personas aprendan a estar conscientes de la diversidad al establecer tales conexiones sociales. Dicha conexión social, provoca una mayor seguridad y estabilidad dentro de los desarrollos.

Según SEDESOL, el término de espacio público se puede comprender desde diversos enfoques que se complementan entre sí. Estos varían dependiendo de su dimensión jurídica, y al uso o actividades que se puedan realizar dentro de él. Jurídicamente, tales espacios se deben regular por parte de una administración pública, cuya función es garantizar su accesibilidad a todos los ciudadanos, así como fijar las condiciones para su utilización y actividades a realizar. Con respecto al uso, este debe ser dirigido a la interacción social cotidiana y a las actividades que satisfagan las necesidades urbanas colectivas. (SEDESOL, 2010)

Por otro lado, de acuerdo a la autora de “La reinención del espacio público en la ciudad fragmentada”, Patricia Ramírez Kuri (2016), predominan tres ideas que determinan un espacio público:

1. El concepto proveniente del urbanismo operacional, en el que la estructura urbana se compone de diversos usos de suelo y el espacio público tiene la función de vincular (Vialidad), de crear lugares para la recreación y el esparcimiento de la población (plazas y parques), de desarrollar ámbitos de intercambio de productos (centros comerciales, ferias) de adquirir información (centralidad) o de producir hitos simbólicos (monumentos).

2. El concepto jurídico, es el que toma el espacio público como aquel que no es privado, y es asumido por el Estado como representante, propietario y administrador.
3. Por último, el concepto filosófico, el cual reconoce el espacio público como aquel que expresa el tránsito de lo privado a lo público, donde se desvanece gradualmente la individualidad.

Con base en lo anterior, para los propósitos de este proyecto se considera el espacio público como medio de transición de lo público a lo privado, mediante espacios que promuevan la recreación y el esparcimiento de la población, así como la vinculación entre diversos usos de suelo, culturas y sociedades.

2.1.7 Centro de Desarrollo Comunitario

Según la Secretaría del Desarrollo Social (SEDESOL) (1999), un Centro de Desarrollo Comunitario se define como un inmueble destinado a la proporción de servicios de asistencia social en donde se fomenta el crecimiento de la población, mediante un modelo de educación comunitario que brinda herramientas y programas para el desarrollo cultural, artístico, deportivo y formativo de las personas.

La necesidad de la implementación de estos espacios en el país, se enfatizó a partir del año 2003, en el que se creó el Programa Hábitat, por parte de SEDESOL con el fin de obtener una alineación de objetivos entre las políticas del desarrollo urbano con la política social, esto con el fin de combatir la pobreza urbana. A través de esta vinculación de políticas se tuvo como resultado que la manera de enfrentar tal problemática, es mediante tres líneas de acción: desarrollo social y comunitario, mejoramiento del entorno urbano y promoción del desarrollo urbano. Por lo tanto, “se reconoce la creación de estructuras autosostenibles de desarrollo local como una necesidad de la población, motivo por el que se propone la operación de centros de desarrollo comunitario, como estrategia para ofrecer servicios integrales a la población e instrumentar acciones de beneficio social acordes a la condición y necesidades de las localidades urbanas.” (Graizbord, B., González, R., 2011)

En cuanto a la situación de la ciudad de Mexicali, según el diagnóstico del PDUCP de Mexicali 2025, como se muestra en la siguiente tabla, se tiene un déficit de equipamiento dirigido a la asistencia social de 19 hectáreas, de los cuales 31,200 m² corresponden a Centros de Desarrollo Comunitario. Razón por la que se considera oportuno incluir el equipamiento dentro de este proyecto, de modo que se brinde apoyo tanto a los residentes del conjunto habitacional a proponer, como a la población de las comunidades aledañas. Adicionalmente, CONAVI incentiva los desarrollos que cuenten con tal tipo de asistencia, ya sea integrado dentro de estos o con una proximidad.

**CALCULO CUANTITATIVO DE EQUIPAMIENTO PARA EL SUBSISTEMA DE ASISTENCIA SOCIAL
CIUDAD DE MEXICALI, B.C.**

SUBSISTEMAS DE EQUIPAMIENTO	E.E. UBS	D. A.	DEFICIT UBS	UBS REQUERIDAS	UBS POR MODULO TIPO	CANT. MOD. RECOMEN.	CANT. MOD. PROPUESTOS	M2 CONST./MOD PROPUESTOS	M2 TERRENO/ MOD. PROPUESTOS
NIVEL REGIONAL (500,000 A +)									
CADI DIF	0	8	8	435a+	6	72 a +	1	471	1195
Velatorio Público ISSSTE	0	3	3	2 a +	3	1 a +	1	674	1300
Velatorio Público IMSS	0	2	2	1 a +	1 a 4	1 a +	1	1420	3604
Centro Desarrollo Comunitario	*	244	244	357a+	10	36 a +	13	22100	31200
Casa Cuna	0	403	403	299a+	60	5 a +	7	22253	31395
Casa Hogar para Ancianos	80	470	390	333a+	65	5 a +	6	26094	54000
Casa Hogar para Menores	0	403	403	312a+	60	5 a +	7	24990	49000
Estancia de Bienestar y Desarrollo Infantil ISSSTE	*	52	52	39 a +	20	2 a +	2	4052	6040
Centro de Rehabilitación DIF	1	8	7	7 a +	7 o 10	1 a +	1	4756	10000
Centro de Integración Juvenil	*	5	5	7 a +		1	1	690	2450
Guardería del IMSS	2112	98	-2014	247 a +	96 a 256	1 a +	0	0	0
TOTAL: 19.0184 Has.									

*No se cuenta con superficie.

Tabla 9. Déficit de equipamiento de asistencia social.

Fuente: Ramos, S., Prieto, F. & Cuellar, I., (2004).

2.1.8 Eco tecnologías

Hace décadas el término de “ecotecnología” se encontraba asociado a enfoques de la ecología industrial y modernización ecológica. La primera, se refiere a “reconocer que los servicios de manufactura y servicio son en realidad sistemas naturales, íntimamente conectados a sus ecosistemas locales y regionales y a la biósfera global... su fin último... es aproximar los sistemas industriales tanto como se pueda a un ciclo cerrado, con un reciclaje casi completo de todos los materiales” (Ortiz, Masera & Fuentes, 2014), es decir, las tecnologías requieren de un uso eficiente de materias primas y energía.

Por otra parte, la modernización ecológica ratifica el concepto y fin del desarrollo sustentable definido por el Informe Bruntland, en el que indica que el crecimiento económico y el cuidado del medio ambiente son compatibles, siempre y cuando sea logrado mediante la diseminación de tecnologías de mayor eficiencia. Así, “igual que la ecología industrial, la modernización ecológica prescribió la eliminación progresiva de la tecnología convencional a cambio de soluciones eco tecnológicas innovadoras y limpias en los sectores productivos.” (Ortiz, Masera & Fuentes, 2014)

No obstante, para poder integrar las eco tecnologías dentro de un entorno social-cultural, UCHIDA, H. (2005) expone que la tecnología necesita diseñarse en función de contextos humanos específicos y para ello “es necesario generar mecanismos de aceptación que tomen en cuenta la localidad, la cultura y las formas de vivir de los usuarios”. Por lo tanto, el concepto de eco tecnologías tuvo una evolución que surgió para fines industriales, y actualmente ha sido redirigida a criterios sociales y económicos, el cual es el que será utilizado para los propósitos del presente proyecto.

2.1.8.1 Eco tecnologías en la vivienda

El consumo de electricidad y los electrodomésticos utilizados en el hogar, son los mayores responsables de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) por parte de la vivienda, esto debido a que la mayoría de ellas, en especial las de interés social, cuentan con tecnología que fue seleccionada por su costo relativamente bajo, así como su calidad,

lo que en consecuencia genera una gran cantidad de emisiones y un alto consumo de agua y energía. Para responder a los requerimientos de una vivienda sustentable, el Programa de Desarrollo Habitacional ante el Cambio Climático, elaborado por CONAVI (2008), plantea las opciones más relevantes en materia de componentes tecnológicos como:

1. Calentamiento de agua. Funcionan a través de la captación de la radiación solar, pueden ser de dos tipos: colectores solares planos y calentadores solares de tubos evacuados. Puede reducir hasta 80% del consumo de gas o electricidad utilizado para calentar agua.
2. Iluminación. Sistemas fluorescentes, la cantidad de energía que se puede ahorrar por cambio de lámparas puede ser significativa, en particular para lámparas que operan varias horas por día.
3. Envolvente. La conductividad térmica de los materiales convencionales en la construcción de la vivienda es con frecuencia considerable, lo que favorece el intercambio de calor con el medio ambiente, por lo tanto, es necesario implementar distintos materiales aislantes como: espuma elastomérica, fibra de vidrio o mineral, poliestireno expandido o extruido, y poliuretano conformado.
4. Aire acondicionado. Para el uso residencial suelen utilizarse de tipo ventana y tipo split, existen modelos como “inverter” que brindan más confort, rendimiento, ahorro y tiene muchas más posibilidades de funcionamiento.
5. Energía fotovoltaica. Es una fuente de energía eléctrica renovable, obtenida directamente a partir de la luz solar. La energía generada por un panel FV, depende de la potencia de este y la cantidad de radiación solar disponible en el sitio, así como de factores geográficos y de orientación. Su ahorro en el consumo de electricidad puede ser hasta del 99%.
6. Ahorro de agua. “El uso del agua dentro de la vivienda está notablemente concentrado en la regadera y en el sanitario (alrededor de un 70% del consumo total), lo que hace imperativo promover ahí dispositivos de ahorro, de manera prioritaria” (CONAVI, 2008) como: regaderas de bajo consumo y de “teléfono”, inodoros de 3 y 6 litros, mezcladoras monomando, plantas de tratamiento de aguas residuales dentro de los desarrollos de vivienda, separación de aguas negras y grises, y captación de agua pluvial.

2.1.9 Sistemas de Evaluación de Sustentabilidad en una Edificación

Para distinguir una edificación sustentable de una convencional, se han desarrollado diversos métodos de evaluación y graduación con base en una serie de lineamientos e indicadores establecidos de acuerdo al sistema.

Los primeros sistemas dedicados a evaluar el nivel de sustentabilidad de un edificio comienzan a partir de los años 90. Originalmente, su objetivo principal era enfocado hacia “la reducción del impacto medio ambiental a lo largo de todo su ciclo de vida (extracción de recursos, manufacturación de materiales, construcción, operación, mantenimiento, y demolición)”, sin embargo, actualmente “tienden a incluir el resto de aspectos que incluye la definición de sostenibilidad, es decir, el factor económico y social” (Pérez, P., 2010).

Los diversos sistemas de evaluación existentes funcionan de manera distinta y no todos pueden ser certificables por un organismo independiente, por lo tanto, de acuerdo a la autora Pilar Pérez, (2010) estos se distinguen en tres sistemas:

- **Sistemas de evaluación:** Posibilita la puntuación global de una edificación con base en una serie de indicadores sustentables definidos previamente por el sistema.
- **Sistemas de clasificación:** Brinda una valoración al nivel de sustentabilidad del edificio tanto al edificio completo como los subsistemas que lo componen definidos en áreas o ámbitos de actuación distintos. Para ello, es necesario establecer los niveles de ponderación de cada subsistema, para que sea posible interrelacionar los distintos aspectos ambientales y compongan la puntuación global.
- **Sistemas de certificación:** Es aquel cuya evaluación y cumplimiento es verificado por un asesor cualificado.

Debido a que el diseño y construcción de conjuntos y edificaciones sustentables ha evolucionado con el paso del tiempo de manera global, el objetivo de este proyecto es la evaluación y verificación de las estrategias que sean aplicables a nivel urbano y de edificación, por lo tanto, se tiene como propósito la selección de un sistema que cuente en

conjunto con los tres aspectos mencionados, es decir, de evaluación, clasificación, y certificación.

Ahora bien, entre los sistemas que constan de los tres aspectos anteriores y predominan, ya sea a nivel global o nacional, están:

COMPARACIÓN DE CERTIFICACIONES				
SISTEMA DE CERTIFICACIÓN	ORIGEN	INSTITUCIÓN	ESTRUCTURA	VERSIONES
BREEM				
<i>Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology</i>	Reino Unido	<i>BRE Trust</i>	Gestión, salud y bienestar, energía, transporte, agua, materiales, residuos, suelo y ecología, contaminación e innovación.	BREEAM nueva construcción, BREEAM en uso, BREEAM urbanismo y BREEAM vivienda.
EDGE				
<i>Excellence in Design for Greater Efficiencies</i>	E.U.A.	<i>International Finance Corporation (IFC)</i>	Consumo de energía, consumo de agua, energía invertida en los materiales.	EDGE Vivienda (individual o desarrollo), EDGE Oficina, EDGE Hotel, EDGE Comercio o industria ligera, EDGE Hospital.
VERDE				
Valoración de Eficiencia de Referencia de edificios	España	<i>Green Building Council España (GBCe)</i>	Parcela y emplazamiento, energía y atmósfera, recursos naturales, calidad del ambiente interior, calidad de servicio y aspectos sociales y económicos.	VERDE NE Residencial y oficinas, VERDE NE Equipamiento y VERDE NE Unifamiliar, VERDE RH Residencial y VERDE RH Equipamiento. (NE=nueva edificación, RH= rehabilitación)
LEED				
<i>Leadership in Energy & Environmental Design</i>	E.U.A.	<i>United States Green Building Council (USGBC)</i>	Proceso integrador, localización y transporte, parcela sostenible, eficiencia en el uso del agua, energía y atmósfera, materiales y recursos, calidad del aire interior, innovación y prioridad regional.	LEED Diseño y construcción, LEED Envoltorio y Nucleo, LEED Diseño Interior, LEED Operación y Mantenimiento, LEED Desarrollo de Barrios, LEED Hogares.
PCES				
Programa de Certificación de Edificios Sustentables	México	Gobierno del Distrito Federal	Energía, Agua, Calidad de Vida y responsabilidad social, impactos ambientales y otros impactos, residuos sólidos.	PCES en operación o edificaciones nuevas para vivienda y oficina.

Tabla 10. Comparación de Certificaciones.

Fuente: Elaboración Propia con base en datos obtenidos en Vallejo, M.V., 2014.

Los sistemas de evaluación mencionados tienen como objetivo alcanzar la sustentabilidad global del edificio en todo su ciclo de vida, sin embargo, cada uno está enfocado en distintos aspectos los cuales consideran de mayor influencia en su huella ecológica, y por lo tanto se le da mayor importancia dentro de la evaluación.

Para una mejor adecuación del sistema al desarrollo del proyecto conceptual de un conjunto habitacional de interés social, en la ciudad de Mexicali, B.C., la selección del sistema de evaluación se realiza de acuerdo a los lineamientos y recomendaciones que pueda brindar

dirigidas al diseño de un conjunto a nivel urbano, así como a una edificación residencial. Además, se busca la adaptabilidad a la situación de México y a proyectos pertenecientes a una categoría de ingresos baja.

En relación a la evaluación a nivel urbano, como se observa en la tabla de los distintos sistemas, los que cuentan con versiones dirigidas al urbanismo son BREEAM, LEED y DUIS.

No obstante, de acuerdo a diversas fuentes y autores, la aplicación de proyectos bajo la certificación DUIS no ha tenido resultados favorables al momento de ser habitados, lo cual se discute más a detalle en el capítulo 2.2.4, motivo por el cual no será considerado como método de evaluación para el desarrollo del proyecto, sin embargo, sí es contemplado dentro del análisis comparativo de estrategias sustentables que se presenta más adelante en el capítulo 4.1.1.

En cuanto a BREEAM, este se enfoca principalmente en la evaluación de los proyectos ya concluidos y en su funcionamiento. Puesto que se trata de buscar un sistema que analice el ciclo de vida completo del proyecto desde su prediseño, hasta su construcción, operación, mantenimiento y demolición, se considera que en este sentido LEED es una mejor opción para llevar a cabo la evaluación. Adicionalmente, se tiene que, a pesar de que BREEAM es el sistema más antiguo con 250,000 edificios certificados en el mundo, su alcance predomina en el continente europeo (SUMe, s.f.), esto a diferencia de LEED, que empieza a tener gran influencia en Latinoamérica, por lo que México se encuentra dentro de los 10 países con más construcciones sustentables con certificación LEED en el año 2018. (Ver Tabla 11)

LUGAR	PAÍS/REGIÓN	NÚMERO DE PROYECTOS	METROS CUADRADOS BRUTOS*
1	China	1,494	68.83
2	Canadá	3,254	46.81
3	India	899	24.81
4	Brasil	531	16.74
5	Corea del Sur	143	12.15
6	Turquía	337	10.90
7	Alemania	327	8.47
8	México	370	8.41
9	Taiwán	144	7.30
10	España	299	5.81

Tabla 11. Países con mayor número de proyectos con certificación LEED.

Fuente: Ramos, R. (2019).

Por otra parte, también se busca la evaluación a nivel de edificación que sea adaptable a un sector socioeconómico bajo y que promueva y facilite darles seguimiento a las prácticas sustentables.

Como se muestra en la Tabla 10, todos los sistemas certificadores disponen de una versión dirigida al ámbito residencial.

En el caso del sistema PCES por ser un programa nacional, ofrece una serie de incentivos fiscales a diferencia del resto, sin embargo, el trámite para obtenerlos resulta ser un proceso desalentador ya que se convierte en una pérdida económica en lugar de estímulo debido a su lentitud para ser otorgados. Así mismo “la administración de la certificación del PCES está a cargo de una dependencia que cuenta con servidores públicos habilitados y que carece de un Sistema de Gestión de la Calidad detallado para este proceso, lo cual inhibe la confianza y la continuidad,” (Mújica-Bucio, F., 2012) motivo por el que no se fomenta la prolongación de las prácticas sustentables y no representa gran utilidad para los propósitos de este proyecto.

Por lo que se refiere a BREEAM y VERDE, como se mencionó anteriormente, el primero predomina en la zona europea, de igual forma VERDE, ya que se enfoca en el cumplimiento

de la normativa española, por lo tanto, se descartan ambas opciones, ya que se pretende realizar un conjunto habitacional integrado a la realidad de la localidad de Mexicali.

De los sistemas restantes, se tiene LEED y EDGE. Aunque se cuenta con edificaciones residenciales certificados por LEED dentro de la categoría de Hogares y BD+C (Diseño y Construcción de Edificios), el sistema comúnmente se caracteriza por ser empleado en proyectos dirigidos a personas con alto poder adquisitivo (Ver capítulo 2.2.7).

Por otro lado, se tiene EDGE, cuya creación fue con base en el objetivo principal de certificar edificaciones sustentables de manera asequible y sin perder el contexto local. Debido a su flexibilidad, este suele implementarse mayormente en proyectos sociales. No obstante, las limitantes se encuentran en los aspectos que evalúa, pues a diferencia de LEED este se enfoca únicamente en el uso energético, hídrico y de materiales, mientras que LEED, además de los tres mencionados, abarca aspectos sobre la selección del sitio y el confort interno de los ocupantes.

Sin embargo, al considerar que se busca evaluar un proyecto de edificación que se encuentra dentro de un conjunto habitacional bajo la certificación de LEED Desarrollo Urbano, las limitantes de EDGE se complementarían.

Por lo tanto, con base en el análisis anterior, el sistema LEED se considera el más adecuado para certificar la sustentabilidad del proyecto para un conjunto habitacional de interés social en la ciudad de Mexicali, con el propósito de beneficiar al medio ambiente, la estructura de la ciudad, y al usuario que habite la vivienda. Así mismo, la certificación EDGE se considera la más adecuada para la evaluación de la edificación a proponer debido a su flexibilidad y adaptabilidad a proyectos asequibles y económicos.

2.1.10 Certificación LEED

Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental (*Leadership in Energy & Environmental Design*) es un sistema de certificación de edificios sustentables consensuado y voluntario, creado en 1993 por el Consejo de la Construcción Verde de Estados Unidos (*US Green Building Council*), el cual está compuesto por un grupo diverso de profesionales y expertos que representan una parte de la industria de la edificación y de la construcción en aquel país.

LEED ofrece un programa completo, basado en estándares científicos comprobados que evalúa la eficiencia del edificio durante su diseño, construcción, operación y mantenimiento; de modo que se cumplan los fines de la sustentabilidad.

El sistema no sólo ofrece la certificación del edificio, también promueve el conocimiento en edificios sustentables a través de la acreditación de profesionales, formación y recursos prácticos.

2.1.10.1 Sistemas de Certificación LEED

La certificación puede ser aplicada de acuerdo al tipo de proyecto que se desea:

SISTEMA	APLICA PARA
BD+C Building Design and Construction Diseño y Construcción del Edificio	Edificios que están en proceso de diseño y construcción o en proceso de una renovación mayor (envolvente, equipos de climatización, etc.)
ID+C Interior Design and Construction Diseño Interior y Construcción	Proyectos de habilitación de espacios interiores de edificios.
O+M Operations and Maintenance Operaciones y Mantenimiento	Edificios existentes que se someten a procesos de mejora o de poca o ninguna construcción.
ND Neighborhood Development Desarrollo Urbano	Planificación urbana y desarrollo urbano.
Homes Hogares	Proyectos residenciales de nueva construcción o en proceso de una renovación mayor.

Tabla 12. Sistemas de Certificación LEED.

Fuente: The impact of buildings. (2019)

Por lo que el primer paso para la obtención de la certificación es identificar el sistema más apropiado para evaluar el conjunto. Dado que se busca la optimización del proyecto a nivel urbano, el sistema LEED Desarrollo Urbano es la opción más adecuada. No obstante, dicho sistema se subdivide en dos tipos: LEED Desarrollo Urbano: Plan, dirigido hacia proyectos que se encuentran en etapa de planeación o presenta menos del 75% de construcción, y LEED Desarrollo Urbano: Proyecto Construido, para aquellos que ya cuenten con el 100% construido. (USGBC, 2017) Al tratarse de un proyecto conceptual y de planeación se opta por el sistema de LEED Desarrollo Urbano: Plan.

Una vez definido el sistema a seguir, es necesario verificar que el proyecto se adapte a los Requerimientos Mínimos del Programa (MPR, por sus siglas en inglés). Estos se refieren a las características mínimas del proyecto que lo hace calificable para alcanzar la certificación LEED. Estos son los siguientes:

1. Debe situarse en un lugar existente y plantearse como estructura permanente. Para la evaluación de los espacios y edificaciones es necesario hacerlo con base en el contexto y sus alrededores. Como puede verse en el capítulo 4.4, el conjunto habitacional se plantea en un sitio existente y permanente.
2. Debe utilizar límites del proyecto razonables, con el fin de realizar una evaluación precisa. Dentro del límite del conjunto se incluyen todas las áreas asociadas al proyecto relacionadas con sus operaciones típicas, como estacionamientos, circulaciones, etc.
3. Debe contar con el tamaño mínimo. De los tamaños referentes al sistema de certificación de Desarrollos Urbanos, se requiere que el proyecto cuente con al menos 2 edificios habitables y no sea mayor a 600 hectáreas.

Al verificar que el proyecto cumpla con los requerimientos mencionados, se requiere el cumplimiento de las categorías que se mencionan a continuación.

2.1.10.2 Categorías de Crédito LEED Desarrollo Urbano

La puntuación para que el proyecto obtenga la certificación LEED Desarrollo Urbano depende de la evaluación de las categorías de créditos clasificadas de la siguiente manera:

a) Ubicación y vinculación inteligente.

Premia las decisiones inteligentes sobre la ubicación del desarrollo cercanos a centros urbanos y sitios previamente desarrollados, para fomentar el desarrollo urbano compacto, transporte alternativo y la conexión con servicios y equipamientos. Es posible obtener máximo 28 puntos.

b) Diseño y patrón del desarrollo.

Fomenta la creación de desarrollos habitacionales compactos, transitables y de uso mixto. Es posible obtener hasta 41 puntos.

c) Infraestructura y Edificios verdes.

Promueve que la construcción, operación y mantenimiento; tanto de la infraestructura como de las viviendas dentro del conjunto sean manejadas de manera sustentable. Es posible obtener máximo 31 puntos.

d) Proceso de innovación y diseño.

El objetivo es reconocer y fomentar proyectos con características sustentables, a través de una planificación innovadora. Es posible obtener máximo 6 puntos.

e) Prioridad regional.

Se alienta a que los proyectos sean enfocados en las prioridades ambientales de acuerdo a su localidad. Es posible obtener hasta 4 puntos dentro de esta categoría, los cuales dependen de las características y necesidades específicas de la localidad del proyecto.

2.1.10.2 Niveles de Certificación LEED

En función de la cantidad de puntos logrados, un proyecto puede obtener uno de los cuatro niveles de calificación LEED:

NIVEL	PUNTOS
Certificado	40-49
Plata	50-59
Oro	60-79
Platino	80-110

Tabla 13. Niveles de Certificación.

Fuente: USGBC (s.f.)

La propuesta a desarrollar en este trabajo pretende alcanzar el nivel máximo con base en los elementos disponibles en la ciudad de Mexicali.

2.1.11 Certificación EDGE

EDGE, que significa Excelencia en Diseño para Mayores Eficiencias, es una certificación creada, al igual que LEED, por USGBC. Se trata de una innovación de la Corporación Financiera Internacional (IFC, por sus siglas en inglés), la cual sirve para determinar las opciones más económicas para un diseño ecológico dentro del contexto del clima local” (IFC, s.f.).

EDGE se enfoca principalmente en el uso energético, hídrico y de materiales, en el cual se obtiene la certificación al cumplir con al menos una reducción o ahorro del 20% dentro de los tres rubros.

Este programa está basado en un software, el cual es gratuito y se tiene acceso través de la página web: app.edgebuildings.com, de manera que los equipos de diseño y propietarios pueden evaluar de una manera rápida y comparar todos los costos estimados del diseño y de las estrategias dirigidas a la reducción del consumo de energía, agua y materiales.

Tiene datos contextuales para diferentes ciudades que incluyen códigos locales, prácticas de la construcción, costos de los servicios públicos y el tipo de clima. Los ahorros son específicos para la ubicación del proyecto ya que se compara la propuesta con una línea base, la cual varía según la ciudad seleccionada. Por lo que en este proyecto también será utilizada como herramienta comparativa de las estrategias a implementar.

2.2 Antecedentes empíricos del tema

En este apartado se hará un resumen de proyectos e investigaciones que han sido llevados a cabo anteriormente y se relacionan con el tema general del presente trabajo.

Así mismo, se hará una descripción general de los conjuntos habitacionales y viviendas sustentables desarrollados en México y en aquellos que cuentan con una certificación nacional, así como la certificación LEED Hogares en el país, y LEED Desarrollo Urbano alrededor del mundo. Se mencionarán los criterios y estrategias sustentables implementadas en cada uno, con el fin de estudiar sus virtudes y deficiencias.

2.2.1 Vivienda de interés social sustentable en México

En respuesta al impacto negativo que ha tenido la construcción de vivienda en el medio ambiente, a partir del 2010, en México se comenzaron a crear diversos mecanismos que fomentan el consumo eficiente de recursos por medio de la implementación de eco tecnologías en el interior de las viviendas.

Uno de los primeros programas fue el “Proyecto de Vivienda Cero Energía”, desarrollado por CONAVI. Así, los esfuerzos continuaron con programas piloto como el de “Aislamiento Térmico”, “Proyecto de Vivienda Baja en Carbono” y “Ecocasa”.

También se realizaron proyectos piloto de vivienda, por parte de las Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas (NAMA). Su objetivo es generar un ahorro en el consumo de agua, luz y gas para mitigar las emisiones de GEI e incrementar el confort dentro de las viviendas.

Así mismo, se creó Hipoteca Verde, un financiamiento que apoya el uso de tecnologías dentro del hogar, que reducen el consumo de luz, agua y gas energético. Durante el 2013 se otorgaron 358,029 hipotecas verdes las cuales lograron disminuir el gasto económico en servicios de varias familias, así como la emisión de dióxido de carbono que generaban. (DOF, 2014)

Debido a los diversos métodos empleados, “de acuerdo con el Registro Único de Vivienda (RUV), de 2007 a 2012 se registró la construcción de 659,468 viviendas con eco tecnologías, lo que refleja el creciente interés por atender la calidad de las viviendas en términos de sustentabilidad.” (DOF, 2014)

2.2.2 Vivienda de interés social con certificación LEED

En México aún no se han realizado proyectos en los que se analiza la posibilidad de desarrollar viviendas de interés social con la certificación LEED, sin embargo, en Colombia se han elaborado los siguientes:

- “Proyecto de Construcción con certificación LEED en viviendas de interés social en Colombia”. Realizado en el año 2012, en el Colegio de Estudios de Administración (CESA), por los alumnos Daniel Obregón Luque, Darío Prado Cadena y Santiago Andrés Patiño Ramírez.
- “Certificación LEED en viviendas de interés social: aplicada al barrio Yomasa en Bogotá”. Investigación realizada como proyecto de obtención de grado en el año 2013, en la Universidad Católica de Colombia, Facultad de Ingeniería Civil, por las alumnas Jessenia Pulido Pérez y Laura Margarita Yepes Pinilla.

2.2.4 Desarrollos certificados en México

A continuación, se mencionarán algunos de los conjuntos habitacionales sustentables realizados en México que han recibido el reconocimiento de Desarrollos Certificados (DC) o Desarrollo Urbano Integral Sustentable (DUIS), actualmente conocidos como Polígonos Urbanos Estratégicos (PUE).

Tal certificación surge de la necesidad del desarrollo urbano integral sustentable por medio de la generación de más vivienda con infraestructura, servicios y transporte suficiente con el fin de fomentar el crecimiento ordenado de las ciudades. Se elaboró con la participación de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la Secretaría de Energía (SENER), la Secretaría de Economía, Consejo Nacional de Vivienda (CONAVI), Instituto del Fondo Nacional de la

Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT), Fondo de Vivienda del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (FOVISSSTE), el Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos (BANOBRAS), el Fondo Nacional de Infraestructura (FONADIN), PROMEXICO, Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) y Sociedad Hipotecaria Federal(SHF). (SHF, 2013)

Valle de San Pedro

El desarrollo está ubicado en la periferia de la ciudad de Tijuana, Baja California en Valle de las Palmas, fue el primer DUIS certificado por la Sociedad Hipotecaria Federal (SFH). De acuerdo a Antonieta Valtierra (2012) el conjunto formaba parte de un macro proyecto en el cual se pretendía el desarrollo de una ciudad competitiva que atendería las necesidades “tanto de vivienda, como de actividades productivas y recreativas, para alcanzar a la ciudad sustentable como un nuevo paradigma de desarrollo urbano y de vivienda.” (Valtierra, A. 2012)

Este consta de 5,859 hectáreas y cuenta con 180,000 viviendas verticales de altura baja. Introdujo estrategias como: áreas verdes y espacios recreativos; eco tecnologías que permiten el ahorro de agua, gas y luz; procesamiento de agua de reservas y agua salada reciclada; plantas de tratamiento de agua, tanques de agua potable; cárcamos de bombeo; cajones pluviales y cunetas; utilización de concretos de re uso forjado en el proceso de obra; pavimentación de vialidades primarias y secundarias con concreto hidráulico MR (módulo de ruptura); sistema constructivo de muros monolíticos con componentes de concreto; entre otros. (Valtierra, A. 2012)

Sin embargo, actualmente el proyecto no obtuvo los resultados esperados ya que “viven 5 mil familias en medio de la nada, sin servicios de agua potable, electricidad o recolección de basura. Mucho menos hay escuelas o un hospital que atienda en caso de emergencias y los vecinos sólo cuentan con una tienda de autoservicio cercana, para surtirse de víveres.” (Gómez K., 2014) Por lo tanto, el proyecto será considerado como caso de estudio.

El Rehilete

El fraccionamiento se encuentra en Guanajuato, México y fue propuesto como tierra servida de 154 hectáreas, de modo que diversas desarrolladoras construyeran y vendieran viviendas económicas dentro de un desarrollo que prometía infraestructura y elementos sustentables, además, con la ventaja de tener el terreno listo para construir y evitarse la elaboración de los trámites iniciales. El fraccionamiento cuenta con: ciclovías; áreas verdes y espacios recreativos; plantas de tratamiento; pozos de absorción; y pozos de agua potable. (SHF, s.f.) No obstante, con el paso del tiempo las casas que fueron construidas empezaron a encontrarse en gran deterioro debido a la estructura deficiente y las lluvias constantes, lo que ha puesto en riesgo a los habitantes. (Mora, M. 2017)

Terralta

El conjunto habitacional localizado en la Zona Metropolitana de Guadalajara, proponía un nuevo concepto ya que fue el primer Desarrollo Certificado de tipo intra urbano de vivienda vertical. Éste integraba varias estrategias de infraestructura sustentable como: proximidad a transporte público de calidad; ciclovías; acceso a espacios públicos; áreas verdes y espacios recreativos; integración de colonias aledañas; ahorro de agua y energía. Consta de una superficie de 74 hectáreas con 4,800 viviendas (SHF, s.f.) A pesar de su ubicación ventajosa, el desarrollo comenzó a presentar varias fallas estructurales debido a los materiales y la compactación deficiente del terreno, además de la insuficiencia de servicios de electricidad y agua potable. (Proceso, 2010)

Villa El Cielo

El conjunto se localiza en Tabasco en la Zona Metropolitana de Villahermosa, consta de 340 hectáreas destinado para 30, 000 viviendas. Las ventajas del proyecto se deben a su ubicación intra urbana, variedad de usos mixtos, andadores y ciclovías que promueven evitar el uso del automóvil. (SHF, s.f.) No obstante, aunque el desarrollo realmente cuenta con bastantes ventajas, presenta un alto grado delictivo por lo que se ve afectada la seguridad de los colonos (Olán, F. 2014) y se analizará la manera de solucionarlo.

Puerta de Anza

El proyecto se encuentra en Nogales, Sonora, en la frontera con Estados Unidos. Tiene capacidad para 28.700 viviendas, centros comerciales, parques industriales y espacios de recreación distribuidos en 1,032 hectáreas. Está planteado como un macro proyecto dirigido principalmente a trabajadores de la industria manufacturera con el fin de brindarles viviendas asequibles y al mismo tiempo sea una atracción a la inversión extranjera para fomentar el desarrollo económico de la ciudad. Aunque el proyecto aún sigue en desarrollo propone estrategias que varían con respecto a los casos anteriores que podrían aportar un cambio, y considerarse como caso de estudio, tales como: alta densidad de usos mixtos; vigilancia comunitaria; alumbrado público solar; vialidades de concreto hidráulico; asociación de propietarios y campañas del manejo de residuos. (Rico G. 2013)

2.2.5 Desarrollos con certificación LEED Desarrollo Urbano

La certificación LEED Desarrollo Urbano ha sido poco común, pues, aunque hay varios proyectos en proceso de certificación en el mundo, hoy en día solo existen 4 proyectos que han obtenido el reconocimiento oficial y han sido construidos. Cabe destacar, que ninguno se encuentra en México. Enseguida se mencionarán dichos proyectos junto con las estrategias implementadas para obtener el nivel de sustentabilidad adquirido.

Estación Twinbrook

De acuerdo al USGBC (2008) el desarrollo de usos mixtos fue construido dentro de la estación de Metro de Twinbrook ubicada en Rockville, Estados Unidos. Obtuvo la certificación LEED ND nivel oro. Se integraron estrategias como: proximidad a oportunidades de empleo; reutilización de la infraestructura de la Estación de Metro; proximidad a servicio de transporte público de calidad; alta densidad de usos mixtos; áreas verdes y espacios recreativos; comunidad abierta; reducción de huella de estacionamiento vehicular; operaciones ecológicas y de limpieza durante la construcción; manejo de residuos y de reciclaje durante el desarrollo; estrategias de eficiencia de energía y para consumir el 30% menos de agua. (LEED, 2008)

Teachers Village

El proyecto se encuentra en el centro de Newark, Nueva Jersey, Estados Unidos y su propósito principal es la generación de una comunidad accesible y atractiva dirigida hacia aquellas personas que trabajen, estudien, compren o vivan en el centro de Newark. Obtuvo la certificación LEED ND nivel plata en el año 2017, debido a su integración y desarrollo de una comunidad transitable de usos mixtos, además de la implementación de diversas estrategias e infraestructura verde para la reducción de residuos e incorporación de contenido reciclado; reducción de energía mediante aprovechamiento de luz natural; reducción de agua a través de dispositivos ahorradores; y reducción de isla de calor con ayuda de materiales especiales para techos (LEED, 2017)

Paseo verde

El conjunto es de uso mixto y orientado al tránsito ubicado en Filadelfia, Pensilvania, Estados Unidos, al lado de una estación de ferrocarril bastante concurrida. Cuenta con el reconocimiento de la certificación LEED ND con nivel Platino, que hasta ahora es el conjunto existente que ha obtenido la puntuación más alta. Cuenta con una variedad de estrategias sustentables como: sistema solar fotovoltaico, envolvente eficiente; uso de materiales locales, reciclados y renovables; manejo de agua pluvial; alta densidad de usos mixtos; comunidad abierta y reducción de huella de estacionamiento vehicular. (LEED, 2017) Cabe mencionar que la vivienda construida es dirigida a un sector socioeconómico bajo apoyado por diversas instituciones estadounidenses para su financiamiento. (Johnathan Rose Company, s.f.)

Greystone Village

El desarrollo está situado junto al río Rideau, declarado como Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO en Ottawa, Canadá. Cuenta con el nivel Plata de certificación LEED ND (LEED 2018). Propone una variedad de usos mixtos, cercanía a tránsito de calidad y amplios espacios abiertos y verdes con cruces peatonales y ciclovías para limitar el uso vehicular, así como reciclaje de residuos durante la construcción, utilización de materiales locales y reciclados, y ahorro de energía mediante las medidas de la certificación Energy Star Hogares. (Regional Group, 2018)

2.2.6 Vivienda social sustentable en México

A continuación, se mencionarán algunos casos de vivienda social sustentable existentes en México junto con las eco tecnologías que fueron integradas. Éstos fueron seleccionados con base en sus características similares al proyecto respecto al sector socioeconómico al que va dirigido y las condiciones climatológicas de la región en donde fueron construidos.

Fraccionamiento Hacienda de las Torres

El fraccionamiento es de carácter social, y se localiza en el municipio de Ciudad Juárez, Chihuahua, ciudad que presenta características climatológicas extremas muy similares a las de Mexicali, con un clima semidesértico de temperaturas máximas de 45° C y mínimas de 23° C.

Este conjunto ganó el Premio Nacional de Vivienda Ecológica en el 2002, ya que logró generar un ahorro en energía eléctrica que se gastaría en climatizadores del 60% y 50% del consumo de agua, mediante la implementación de estrategias para la reducción de temperatura interior como: aislamiento térmico en muros, inyección de aire fresco, trampa de calor y chimenea solar. Por tal motivo es tomado como un caso de estudio en este proyecto.

Fraccionamiento Valle De Las Misiones

El conjunto residencial fue creado en el 2006, constituido por 220 casas económicas, situado en la ciudad de Mexicali. Se hizo la instalación de pequeños sistemas fotovoltaicos interconectados a la red eléctrica, de modo que los usuarios obtuvieran un mayor confort y ahorro de energía. (Gobierno del Estado de Baja California, 2007). Sin embargo, la ubicación del fraccionamiento sobre las periferias de la ciudad, se encuentra en una zona con alto grado de “inseguridad, lo que ocasionó que personas dejaran sus viviendas, las cuales son foco de infecciones y nido de delincuentes.” (Joaquín Manuel, 2015) Razón por la que el conjunto se tomó como caso de estudio y se realizó una encuesta a los usuarios del conjunto para detectar las fallas. (Ver en apartado 4.1.2)

Fraccionamiento Parajes de Puebla

El conjunto también se encuentra en Mexicali y es considerado dentro de este estudio ya que es de interés social y fue desarrollado por la empresa RUBA bajo algunos criterios de sustentabilidad como: aislamiento en cubierta y muro de mayor asoleamiento, así como accesorios y muebles ahorradores de agua, con el fin de que pudiera ser apoyado por el financiamiento del subsidio CONAVI. de acuerdo a la entrevista realizada a la Arq. Yolanda Herrera (2018) Coordinadora, de proyectos de RUBA Mexicali (Ver en Anexos 9.3.2)

Fraccionamiento Buena Vista

Se trata de un proyecto piloto ubicado en Hermosillo, Sonora, desarrollado por CONAVI bajo el marco del Programa Mexicano-Alemán para NAMA. Tiene como objetivo la implementación de medidas de eficiencia energética, el desarrollo y la implementación del Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación. Se desarrollaron cuatro prototipos distintos de vivienda en los cuales variaban la combinación de estrategias para definir cuál era la más eficiente. Entre las estrategias están: aislamiento térmico de muros, puertas, cubiertas y/o ventanas; y sistemas de ventilación con recuperación de temperatura y/o aire acondicionado con alta eficiencia. (Gruner, A. et al, s.f.)

2.2.7 Vivienda sustentable con certificación LEED Hogares en México.

LEED para Hogares se encuentra en un momento inicial en México aplicado solamente a proyectos de gran escala destinados a clientes con un nivel socioeconómico alto. Son tan sólo tres certificaciones en todo el país:

Ahora se explicarán algunos de los casos de viviendas en México con la certificación LEED Hogares, junto con el nivel de puntuación obtenido y el tipo de estrategias que fueron implementadas.

Proyecto Siqueiros

Ubicada en Saltillo, Coahuila; alcanzó la certificación plata en febrero de 2017 con 62,5 puntos.

El proyecto de 600 metros cuadrados, consta de 3 dormitorios, un área social interior y exterior, cine en casa y una barra exterior con piscina. Para su desarrollo de manera sustentable, durante la construcción los materiales fueron reciclados en su totalidad, cuenta con aislamiento térmico, acústico y de humedad, así como otras eco tecnologías para el ahorro energético y de agua. (USGBC, 2017)

Casa VAN D

Ubicada en Isla Mujeres, Quintana Roo, alcanzó la certificación de oro en octubre de 2016 con 76,5 puntos.

La casa unifamiliar de 502 metros cuadrados, se construyó con materiales de origen local, así como la madera que cuenta con certificado de gestión forestal.

Para disminuir el consumo de agua, se introdujeron sólo plantas nativas de poca demanda de mantenimiento, y para su riego se implementó un sistema de recuperación de agua de lluvia.

Se emplearon paneles fotovoltaicos para la reducción del consumo energético, además de un sistema de enfriamiento de alta eficiencia.

La casa no cuenta con garaje, con el propósito de motivar al usuario a utilizar medios de transporte alternativos. Así mismo implementaron diversas estrategias para proteger la calidad de ambiente interior del usuario. (USGBC, 2016)

Casa Eco Maya

Ubicada en Mérida, Yucatán; obtuvo la certificación plata en mayo de 2017 con 62.5 puntos.

La vivienda de 1,188 metros cuadrados está conformada por cuatro dormitorios y cuatro baños y medio, como espacios de convivencia exterior cuenta con un amplio jardín y una piscina.

Como material principal de construcción se utilizó el Omni Block, un bloque de cemento estructural con insertos de aislamiento que tienen la capacidad de interrumpir y redirigir el

flujo del calor, esto se complementó con ventanas de alta eficiencia. Además, se implementaron tecnologías para el ahorro y eficiencia energética.

En el interior sólo fueron utilizados productos con bajos compuestos orgánicos volátiles, para mejorar el aire interior. (David & María, s.f.)

Cabe destacar, que los ejemplos de vivienda ya mencionados son destinados a clientes con un alto poder adquisitivo, razón por la que el sistema de certificación LEED generalmente es considerado para proyectos de alto costo, por lo que actualmente, no se cuenta con ningún proyecto que busque certificar casas de interés social bajo el sistema LEED en México.

El análisis comparativo de estrategias implementadas en los casos anteriores se presentará en el Capítulo 4 con mayor detalle, con el fin de definir las medidas más adecuadas para el presente proyecto.

3. Diseño metodológico

3.1 Supuesto de trabajo

Mexicali, B.C. se encuentra en una región de clima cálido-seco extremo y los conjuntos de vivienda de interés social ahí construidos no han sido diseñados de acuerdo a las condiciones climatológicas de su entorno, lo que afecta al medio ambiente y a la calidad de vida del usuario. Si se diseña un conjunto habitacional de vivienda vertical de interés social sustentable, que cumpla con los requisitos de certificación LEED, se tendrá un impacto positivo económico, social y ambiental, que beneficiará la calidad de vida de los habitantes y se avanzará localmente en materia de vivienda sustentable.

3.2 Preguntas generadoras

1.2.1.Pregunta general

¿Es posible diseñar un conjunto de vivienda vertical de interés social sustentable, en Mexicali, B.C., que cumpla con el sistema de certificación internacional LEED Desarrollo Urbano?

1.2.2.Preguntas específicas

¿Qué aspectos son los que diferencian el sistema de certificación LEED del resto de los sistemas existentes de evaluación de sustentabilidad en las edificaciones?

¿Qué criterios de diseño y construcción deben considerarse en el proyecto conceptual de un conjunto de vivienda de interés social en la región de Mexicali, que responda a los lineamientos de LEED?

¿Qué sitios en áreas intraurbanas de Mexicali tienen potencial para el desarrollo de un conjunto de vivienda de interés social sustentable con certificación LEED?

¿Qué tipo de estrategias y eco tecnologías deben ser implementadas dentro de una vivienda de interés social sustentable para reducir su impacto en el medio ambiente y gasto económico del hogar?

¿Cómo reducir la inversión económica de una vivienda de interés social sustentable con certificación LEED de modo que no pierda su carácter social?

3.3 Objetivos

3.3.1. Objetivo general

Desarrollar un proyecto urbano-arquitectónico conceptual para vivienda vertical de interés social en áreas centrales de Mexicali, B.C., utilizando los criterios de certificación LEED, para evaluar su factibilidad social, ambiental y económica.

3.3.2. Objetivos específicos

1. Identificar las diferencias de LEED, con respecto a los diversos sistemas de evaluación de sustentabilidad en las edificaciones para conocer sus posibles ventajas y desventajas ante el proyecto.
2. Establecer los criterios de diseño conceptual de un conjunto de VIS sustentable de acuerdo a los lineamientos de certificación LEED, y los elementos climatológicos y constructivos de la región de Mexicali.
3. Aplicar los criterios del sistema LEED Desarrollo Urbano para la identificación de sitios potenciales para el desarrollo de un conjunto habitacional sustentable certificado.
4. Definir las estrategias arquitectónicas y eco tecnológicas para el diseño de un conjunto habitacional de interés social sustentable con certificación LEED, en Mexicali.
5. Identificar la viabilidad de la propuesta de diseño, mediante la evaluación cuantitativa y cualitativa de acuerdo a los lineamientos LEED y presupuestos paramétricos.

3.4 Alineación heurística

SITUACIÓN PROBLEMA	SUPUESTO DE TRABAJO	PREGUNTAS	OBJETIVOS
Los conjuntos habitacionales de interés social en Mexicali, B.C. no han sido ubicados ni diseñados de acuerdo a las condiciones climatológicas de la región y a las demandas socioculturales de los usuarios.	Si se diseña un conjunto habitacional de interés social sustentable, basado en los criterios de certificación LEED Desarrollo Urbano, se tendrá un impacto positivo económico, social y ambiental que beneficiará la calidad de vida del usuario y de los habitantes de la ciudad.	GENERAL	Desarrollar un proyecto urbano-arquitectónico conceptual para vivienda vertical de interés social en áreas centrales de Mexicali, B.C., utilizando los criterios de certificación LEED, para evaluar su factibilidad social, ambiental y económica.
			Identificar las diferencias de LEED, con respecto a los diversos sistemas de evaluación de sustentabilidad en las edificaciones para conocer sus posibles ventajas y desventajas ante el proyecto.
			Establecer los criterios de diseño conceptual de un conjunto de VIS sustentable de acuerdo a los lineamientos de certificación LEED, y los elementos climatológicos y constructivos de la región de Mexicali.
		ESPECÍFICOS	Aplicar los criterios del sistema LEED ND (<i>Neighborhood Development</i>) para la identificación de sitios potenciales para el desarrollo de un conjunto habitacional sustentable certificado.
			Definir las estrategias arquitectónicas y eco tecnológicas para el diseño de un conjunto habitacional de interés social sustentable con certificación LEED, en Mexicali.
			Identificar la viabilidad de la propuesta de diseño, mediante la evaluación cuantitativa y cualitativa de acuerdo a los lineamientos LEED y presupuestos paramétricos.

Tabla 14. Alineación Heurística

Fuente: Elaboración propia.

3.5 Elección metodológica

Para el desarrollo del proyecto se requirió de datos climatológicos y demográficos de la región, así como de una investigación documental basada en datos estadísticos recuperados de censos y la realización de encuestas para obtener información respecto al número de viviendas requeridas en función al nivel socioeconómico bajo, y las condiciones e impactos de las viviendas de interés social tanto convencionales como sustentables. En función de que tal información es objetiva, numérica y medible, se adoptó un paradigma positivista de trabajo científico que permitiera el manejo de información cuantitativa.

Además, fue necesario explorar la validez de las decisiones y propuestas de manera subjetiva, mediante la opinión de personas capacitadas y expertas, así como la experiencia y aspiraciones de los usuarios, por lo que se adoptó un paradigma interpretativo de trabajo profesional que ayudara a construir sentido a partir de datos cualitativos.

Por lo tanto, al estar constituido por metodologías cualitativas y cuantitativas, el proyecto se llevó a cabo desde bajo un paradigma epistémico híbrido.

3.6 Selección de técnicas y diseño de instrumentos

El desarrollo del proyecto requirió la obtención de información mediante distintos procedimientos e instrumentos, por lo que se eligieron las siguientes técnicas de investigación:

3.6.1 Cuestionario

A modo de reforzar las conclusiones de la investigación documental respecto a la situación actual de la vivienda de interés social, también fue requerida información de naturaleza estadística, por lo que se desarrolló un cuestionario con el objetivo de conocer los impactos positivos o negativos de conjuntos de vivienda de interés social convencionales ubicados en las periferias de la ciudad de Mexicali, Baja California.

Dentro de la encuesta se abordaron temas como el nivel de satisfacción y confort que les brinda la vivienda, y el impacto que tiene en su calidad de vida al considerar aspectos ambientales, sociales y económicos. También, se obtuvo el nivel de interés y conocimientos que tienen los usuarios sobre la sustentabilidad, de modo que el proyecto al ser dirigido hacia ellos tenga viabilidad.

En particular, se analizó la experiencia de los residentes del fraccionamiento Valle de las Misiones, Santa Isabel B.C., ya que es considerado uno de los casos de estudio debido a su ubicación sobre las periferias de la ciudad.

Se llevaron a cabo 46 cuestionarios, los días domingo 11 de marzo, y viernes 4, sábado 5 y domingo 6 de mayo del 2018. Y se analizaron los resultados por medio del software Excel.

3.6.2 Observación directa

La observación se realizó con el objetivo de registrar en sitio el cumplimiento de las condiciones de ubicación impuestas por Infonavit para que una vivienda pueda ser considerada como digna y sustentable, además de los requisitos del sistema de evaluación LEED Desarrollo de Barrios, para obtener la certificación como conjunto.

Primeramente, fue evaluado el fraccionamiento en el que fue aplicado el cuestionario para relacionar el impacto que tiene en la calidad de vida del usuario el cumplimiento o incumplimiento de tales condiciones.

Además, la misma técnica fue utilizada como método de elección del predio con mayor potencial para que la propuesta del proyecto sea desarrollada en él.

3.6.3 Entrevista

Finalmente, se optó por realizar entrevistas semiestructuradas, debido a su flexibilidad para tratar temas libremente, con el propósito de conocer la opinión e interés de personas con experiencia tanto en el área de desarrollo urbano, como en el área de certificaciones LEED. Esto permitió tener un conocimiento más realista respecto a las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas; que podría presentar el proyecto de un conjunto de vivienda de

interés social sustentable con certificación LEED, con el fin de reforzar la viabilidad y factibilidad del producto.

Se realizaron en total dos entrevistas:

- Una dirigida al Arquitecto Pedro A. Paredes Estapé, LEED AP BD+C, director de la Empresa EOSIS, enfocada en la consultoría independiente para obtener la certificación LEED en México. Se llevó a cabo durante el periodo de primavera 2018, y se tocaron temas referentes al proceso de certificación LEED, las posibles fortalezas y debilidades de un conjunto de vivienda vertical de interés social con certificación LEED, así como las desventajas que podría presentar la certificación aplicada a un proyecto de carácter social.
- La segunda entrevista fue dirigida a la Arq. Yolanda Herrera, coordinadora del área de proyectos de la desarrolladora RUBA Mexicali. Esta se realizó también durante el periodo de primavera 2018, en la que se hablaron temas respecto a los retos de la ciudad de Mexicali dentro de la rama de construcción, la misión y visión de la empresa RUBA y la implementación de medidas de sustentabilidad en los proyectos desarrollados por la empresa.

Ambas entrevistas fueron registradas mediante un aparato de grabación y posteriormente se realizó la transcripción y síntesis de los contenidos principales.

3.7 Cuadro de operacionalización

A continuación, se muestra el cuadro de variables en el que se consideraron cinco dimensiones: urbano, arquitectónico, ambiental, social y económico para la presente investigación y su correcta elaboración.

DIMENSIÓN	OBSERVABLE	VARIABLES	METODOLOGÍA	MÉTODO	TÉCNICAS	FUENTE
Urbano	Condiciones de predios potenciales	Equipamientos y servicios: transporte, recolección de basura, clínicas, escuelas, mercados, empleos.	Cualitativo y cuantitativo	Estadístico y hermenéutico interpretativo	Observación directa	Visita de campo, google earth
		Infraestructura: alumbrado, agua potable, drenaje, pavimentación. Accesibilidad y seguridad: vigilancia y aceras. Compatibilidad de usos de suelo			Investigación documental	LEED ND, Gobierno del Estado B.C., Catastro, Infonavit, PDUCP2025
	Fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de un conjunto VIS sustentable con certificación LEED en Mexicali	Impactos económicos sociales y ambientales	Cualitativo	Hermenéutico interpretativo	Entrevista	Desarrollador: Arq. Yolanda Herrera Perea (RUBA) LEED AP: Arq. Pedro Paredes y M. Arq. Nadia Ayala.
Arquitectónico	Condiciones de vivienda convencional	superficie, materiales, servicios, bioclimatismo, estilo arquitectónico	Cualitativo y cuantitativo	Estadístico y hermenéutico interpretativo	Encuesta	Usuarios Fracc. Valle de las Misiones, y De la Hacienda Mexicali, B.C.
					Observación directa	Usuarios Fracc. Valle de las Misiones, y De la Hacienda Mexicali, B.C.
	Condiciones de vivienda sustentable	superficie, materiales, servicios, bioclimatismo, estilo arquitectónico	Cualitativo y cuantitativo	Estadístico y hermenéutico interpretativo	Investigación documental	CONAVI, desarrollo habitacional, sustentable ante el cambio climático. CONAVI, desarrollo habitacional, sustentable ante el cambio climático, LEED Homes

Ambiental	Características de la región del caso de estudio	Temperatura, humedad, precipitación, vegetación, topografía, recursos naturales	Cuantitativo	Método de caso	Investigación documental	Servicio Meteorológico Nacional, Climate consultant, INEGI
	Impacto ambiental de VIS sustentable	Emisiones de GEI	Cuantitativo	Estadístico	Investigación documental	CONAVI, desarrollo habitacional, sustentable ante el cambio climático, USGBC, LEED
	Impacto ambiental de VIS convencional	Emisiones de GEI	Cuantitativo	Estadístico	Investigación documental	CONAVI, desarrollo habitacional, sustentable ante el cambio climático,
Social	Estilo de vida de los ocupantes de VIS en Mexicali	Cultura, número de habitantes, hábitos y conocimiento de sustentabilidad	Cualitativo y cuantitativo	Estadístico, Hermenéutico interpretativo y Etnometodológico	Encuesta	Usuarios Fracc. Valle de las Misiones, y De la Hacienda Mexicali, B.C.
					Observación directa	Fraccionamiento Valle de las Misiones y De la Hacienda Mexicali, B.C.
Económico	Capacidad de ingresos de usuarios	Número de integrantes, ingreso mensual familiar	Cuantitativo	Estadístico	Encuesta	Usuarios Fracc. Valle de las Misiones, y De la Hacienda Mexicali, B.C.
	Costo de proyecto de VIS sustentable y VIS convencional	materiales, construcción y ecotecnologías/ tecnologías	Cuantitativo	Estadístico	Cotización	CONAVI, desarrollo habitacional, sustentable ante el cambio climático.
	Impacto económico de VIS convencional	gasto en servicios: gas, agua, electricidad y transporte	Cuantitativo	Estadístico	Encuesta	Usuarios Fracc. Valle de las Misiones, y De la Hacienda Mexicali, B.C.
	Impacto económico de VIS sustentable	ahorro en servicios: agua, electricidad, gas y transporte	Cuantitativo	Estadístico y hermenéutico interpretativo	Investigación documental	CONAVI, Aportaciones de administración de obra.

Tabla 15. Cuadro de operacionalización

Fuente: Elaboración propia.

3.8 Recorrido metodológico

A continuación, se describen el conjunto de procedimientos requeridos para lograr los objetivos específicos, dar respuesta a la pregunta de investigación y comprobar el supuesto de trabajo.

ETAPA 1: INVESTIGACIÓN

2. Situación actual y problemática de Mexicali, Baja California.

- Se realizó una recolección de datos cuantitativos de la calidad de las viviendas de interés social y su ubicación, obtenidos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), así como diagnósticos proporcionados por el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de la Población del Municipio de Mexicali 2025 y CONAVI. Los datos cualitativos respecto a la experiencia y opinión de diversos usuarios se obtuvieron de periódicos locales.

3. Definición de referencias conceptuales:

- Se realizó una investigación a través de distintas fuentes documentales para definir términos que permiten un mejor entendimiento de la problemática y la propuesta a tratar en este proyecto como: vivienda de interés social, vivienda vertical, vivienda accesible desarrollo sustentable, vivienda sustentable, espacios públicos, centro comunitario, eco tecnologías, sistemas de evaluación de edificios sustentables, certificación LEED, certificación EDGE.
- Sistemas de evaluación de sustentabilidad en una edificación.
 - Se llevó a cabo una comparación entre los distintos sistemas de evaluación de edificaciones sustentables, con el fin de seleccionar el más adecuado para este proyecto. Para ello, se tomaron como referencia diversas fuentes en las que se muestra las diferencias, similitudes y enfoques de cada sistema como: Green Building Rating Systems, ¿Cómo evaluar la sostenibilidad en la edificación?, Las Diversas Certificaciones aplicables a los edificios sustentables en México, así como artículos y noticias en donde se discute las ventajas y desventajas de estos.

4. Antecedentes empíricos:

- Se investigaron mediante diversas fuentes casos existentes de viviendas y conjuntos habitacionales sustentables en México, así como viviendas y conjuntos que cuenten con certificación LEED Hogares y Desarrollo Urbano. Esto con el fin de identificar aquellos ventajas y desventajas de las estrategias aplicadas dentro de cada proyecto.

ETAPA 2: TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

2. Observación directa.

Se realizó una observación directa en el que se tomó como caso de estudio el fraccionamiento de interés social en Mexicali. Para ello, se requirió de un formato de observación, el cual se desarrolló con base en criterios de INFONAVIT y LEED Desarrollo Urbano, así mismo, se utilizó una cámara fotográfica para la documentación y un automóvil como medio de transporte.

3. Cuestionario.

Se llevó a cabo un cuestionario dirigido a los usuarios del fraccionamiento de interés social en Mexicali, para conocer el impacto económico y social en los habitantes, así como sus hábitos y conocimientos sustentables. Como herramientas se utilizó el formato de cuestionario desarrollado previamente y pluma para la documentación, y el automóvil como transporte.

4. Entrevistas.

Se entrevistaron expertos en el área de consultoría LEED en México, y de desarrollos en la ciudad de Mexicali, para conocer las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de este proyecto. Los entrevistados fueron los acreditados LEED AP Arq. Pedro Paredes y M. Arq. Nadie Ayala, así como a la Coordinadora de Proyectos en RUBA Mexicali Arq. Yolanda Herrera.

ETAPA 3: ANÁLISIS

1. Resultados de encuesta y observación

Se realizó el vaciado de información de las técnicas de investigación desarrolladas referentes a los casos de estudio. Se elaboraron gráficos, así como una tabla comparativa de estrategias aplicadas en cada caso, para la selección de estrategias que pueden ser aplicadas a este proyecto.

2. Resultados de entrevistas

Se realizó la transcripción de las entrevistas y se categorizaron las distintas opiniones sobre el proyecto entre fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, para el desarrollo de un análisis FODA.

ETAPA 4: HALLAZGOS PRELIMINARES

1. Criterios sustentables.

Se establecieron los criterios sustentables necesarios para el desarrollo de un conjunto habitacional de interés social sustentable, de acuerdo a los requisitos y condiciones requeridas para obtener el apoyo financiero.

2. Programa de diseño

Se definió el programa de diseño del proyecto con base en los criterios sustentables establecidos previamente, el reglamento de construcción local, el PDUCP, y las tablas de estrategias de casos de estudio.

3. Selección de predio

Se realizó un análisis multivariable mediante la herramienta de Sistema de Información Geográfica (SIG), la cual permite integrar y relacionar diversos componentes para la manipulación y análisis de datos procedentes del mundo real. En este caso, los datos fueron proporcionados por el INEGI y el PDUCP y se relacionaban con la categoría de ubicación proveniente de los criterios de evaluación

del sistema de certificación LEED Desarrollo Urbano y el Subsidio Federal CONAVI. El predio que cumplió con la mayor cantidad de condiciones fue el seleccionado.

ETAPA 5: DISEÑO

1. Proyecto conceptual urbano

Se desarrolló el proyecto conceptual urbano de acuerdo a los criterios de diseño definidos y relacionados con la categoría de Diseño y Patrón del Conjunto, proveniente del sistema de certificación LEED Desarrollo Urbano y el Subsidio Federal CONAVI, así como lineamientos y normativas locales del Reglamento de Edificaciones para el Municipio de Mexicali.

Para su elaboración se requirieron de herramientas de diseño asistido por computadora (CAD, por sus siglas en inglés), así como la metodología de trabajo de modelado de información y construcción (BIM, por sus siglas en inglés), el cual permite la gestión integral de los proyectos de construcción durante todo su ciclo de vida a través de modelos virtuales.

2. Proyecto conceptual arquitectónico

Se llevó a cabo el proyecto conceptual arquitectónico de acuerdo a los criterios de diseño relacionados con la arquitectura bioclimática, vivienda accesible, y los criterios de evaluación enfocados en el diseño e infraestructura verde del sistema de certificación LEED Desarrollo Urbano y el Subsidio Federal CONAVI. Así mismo se tomaron en cuenta los lineamientos locales por parte del Reglamento de Edificaciones para el Municipio de Mexicali, CONAVI y SEDESOL.

Para su elaboración se requirieron de herramientas de diseño asistido por computadora (CAD, por sus siglas en inglés), así como la metodología de trabajo de modelado de información y construcción (BIM, por sus siglas en inglés), el cual permite la gestión integral de los proyectos de construcción durante todo su ciclo de vida a través de modelos virtuales.

3. Selección de eco tecnologías

Se seleccionaron diversas estrategias para la reducción de consumo de agua, electricidad, gas, y materiales dentro del conjunto desarrollado en este proyecto. Estas fueron elegidas con base en su capacidad de ahorro de recursos, la inversión inicial económica que requieren para su implementación y el nivel de puntaje que pueden obtener en los sistemas de evaluación: certificación LEED Desarrollo Urbano, la certificación EDGE, y el Subsidio Federal CONAVI. Para definir su capacidad de ahorro de recursos se utilizaron herramientas como: EDGE App, que es un software comparativo dentro de la edificación, el cual permite calcular a través de la comparación con un caso base el ahorro económico, energético, de agua, y materiales.

Así mismo, para el cálculo de ahorro del consumo de agua exterior, se implementó la herramienta de *Water Sense Water Budget*, proporcionada por LEED Desarrollo Urbano, que es útil para garantizar una medida de eficiencia de la cantidad de agua aplicada a un paisaje basado en datos del clima local. En cuanto al cálculo de reducción del consumo de agua interior se implementó la fórmula del USGBC, basada en el consumo de los accesorios, la cantidad de ocupantes en la edificación y el número de usos diario de cada uno.

ETAPA 6: CÁLCULO

1. Nivel de certificación obtenido en LEED ND.

Se calculó el nivel de certificación obtenido mediante las diversas estrategias implementadas dentro de este proyecto en el sistema de LEED Desarrollo Urbano. Para ello, se utilizó la hoja de verificación que proporciona el USGBC para cada sistema de certificación.

2. Monto máximo obtenido en Subsidio Federal CONAVI.

Se calculó el monto máximo otorgado por el Subsidio Federal CONAVI al que tiene derecho este proyecto, de acuerdo al puntaje obtenido mediante las estrategias aplicadas.

3. Nivel de certificación obtenido en EDGE

Se definió el porcentaje de reducción de energía, agua y materiales que se tuvo en este proyecto, mediante la herramienta comparativa EDGE App.

4. Presupuestos paramétricos

Se realizó una estimación financiera de acuerdo a presupuestos paramétricos según datos obtenidos de la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC), así como el cálculo de retorno de inversión obtenido con base en las ecotecnologías aplicadas al proyecto para el ahorro de agua, energía y gas.

ETAPA 7: CONCLUSIONES

Se llevaron a cabo las conclusiones con base en el desarrollo del proyecto, el nivel de certificación obtenido en LEED Desarrollo Urbano, así como la puntuación y el monto máximo que otorga el Subsidio Federal CONAVI, y el resultado de los presupuestos paramétricos.

4. Análisis, desarrollo de la propuesta y resultados

4.1 Síntesis interpretativa de los datos analizados

En este apartado se explicará el análisis que se realizó respecto a las estrategias sustentables implementadas en diferentes tipos de desarrollos habitacionales, así como un análisis de eco tecnologías dentro de diversas viviendas consideradas sustentables. También se hablará sobre la interpretación cualitativa de entrevistas realizadas a expertos en el tema.

4.1.1 Análisis comparativo de estrategias y eco tecnologías

4.1.1.1 Estrategias Sustentables de Conjuntos Habitacionales

Primeramente, se llevó a cabo una tabla comparativa de los conjuntos habitacionales existentes con certificación LEED ND alrededor del mundo, así como conjuntos habitacionales con la certificación de Desarrollo Urbano Integral Sustentable (DUIS) realizados en México. El objetivo de la tabla es relacionar las estrategias implementadas dentro de cada desarrollo para alcanzar los estándares de sustentabilidad esperados.

Las estrategias de ambas certificaciones fueron divididas de acuerdo a las categorías impuestas por LEED, solamente con el fin de distribuirlas y relacionarlas entre sí, ya que, en el caso de los conjuntos DUIS, no se considera si cumple o no con los estándares del otro sistema.

Así mismo, en la tabla se indican las fallas de algunos de los conjuntos mexicanos, con el fin de detectar la causa al relacionarlas con el resto de las estrategias.

ESTRATEGIAS SUSTENTABLES DE CONJUNTOS HABITACIONALES									
DESARROLLOS		DESARROLLOS HABITACIONALES CON CERTIFICACIÓN LEED ND				DESARROLLOS URBANOS SUSTENTABLES INTEGRALES EN MÉXICO			
NOMBRE		Estación Twinbrook	Teachers Village	Paseo verde	Greyston e Village	Valle de San Pedro	TERRALTA	El Rehilete	Villa El Cielo
AÑO		2008	2017	2017	2018	2008	2009	2009	2011
UBICACIÓN		Rockville, E.U.A.	Newark, E.U.A.	Filadelfia E.U.A.	Ottawa, Canadá	Tijuana, México	Gdl., México	Gto., México	Tabasco, México
NIVEL/TIPO DE CERTIFICACIÓN		LEED ORO	LEED PLATA	LEED PLATINO	LEED PLATA	DUIS	DUIS	DUIS	DUIS
NÚMERO DE VIVIENDAS		1595	204	120	900	180000	4800	10000	28700
SUPERFICIE (M2)		199,277 M2		7688.883	11735.66	5,859 ha	74 ha	154 ha	340 ha
TIPOLOGIA		Vertical	Vertical	Vertical y casas adosadas	Midrise	Midrise	Vertical	Dúplex	Vertical y unifamiliar
UBICACIÓN INTELIGENTE	Proximidad a oportunidades de empleo	X	X					X	X
	Proximidad a servicio de transporte público de calidad	X	X	X			X		X
	Acceso a espacios públicos		X	X			X		
	Almacenamiento para bicicletas			X	X				
	Ciclovías			X	X		X	X	X
	Reutilización de la infraestructura	X							
DISEÑO Y PATRÓN	Alta densidad de usos mixtos	X	X	X	X			X	X
	Áreas verdes y espacios recreativos	X	X	X	X	X	X	X	X
	Comunidad abierta	X	X	X	X				X
	Reducción de huella de estacionamiento vehicular	X	X	X	X				
	Huertos o prácticas de jardinería	X							
	Integración de colonias aledañas al tener más equipamiento e infraestructura						X		
	Vigilancia comunitaria							X	
	Caminos peatonales			X	X				X

FALLAS	Falta de suministro de agua potable		X	X				
	Falta de transporte público		X					
	Falta de escuelas		X					
	Falta de hospitales		X					
	Falta de supermercados		X					
	Alto índice delictivo		X			X		X
	Materiales de baja calidad				X	X	X	
	Deficiencia en cañerías por malos olores				X			
	Fallas estructurales y agrietamientos					X		
	Anomalías en el suelo					X		
	Mal servicio de limpieza y mantenimiento del fraccionamiento		X					X

Tabla 16. Estrategias de conjuntos habitacionales sustentables.

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de USGBC, y SHF.

Como se muestra en la Tabla 16, en los conjuntos que cuentan con certificación LEED ND, predominan las estrategias de “Diseño y Patrón”, debido a que los cuatro coinciden en: Alta densidad de usos mixtos, áreas verdes, espacios recreativos, comunidad abierta, y control de huella de estacionamiento vehicular. De igual forma en la categoría de “Ubicación Inteligente”, ya que todos tienen en común la proximidad al servicio de transporte público de calidad. En la sección de “Infraestructura y Edificios Verdes”, cada conjunto ha implementado diversos métodos, sin embargo, los LEED demuestran una mayor variedad de aspectos a considerar, como manejo de residuos, reciclaje de materiales, eficiencia de energía y agua; mientras que los DUIS se encuentran mayormente enfocados en el aprovechamiento y manejo eficiente del agua.

Aun así, a pesar de los esfuerzos por la implementación de diversas estrategias en los DUIS, cuatro de cinco conjuntos han presentado fallas e inconvenientes a sus residentes. En el caso del Valle de San Pedro, su principal problema es la ausencia de servicios y equipamientos básicos, mientras que en El Rehilete y Terralta es la mala calidad de las viviendas e infraestructura. Así mismo, todos los conjuntos tienen un alto índice delictivo, menos Puerta de Anza, el cual es el único desarrollo que incluyó Vigilancia Comunitaria dentro de sus estrategias.

4.1.1.2 Eco tecnologías de viviendas sustentables

Por otra parte, se desarrolló otra tabla en la cual se analizan las estrategias a nivel de vivienda, al comparar diversos proyectos y prototipos mexicanos de interés social junto con viviendas que obtuvieron la certificación LEED Hogares en México. Los proyectos sociales seleccionados para este trabajo fueron elegidos con base en las características climatológicas de modo que puedan ser similares a las de la ciudad de Mexicali.

Al igual que la tabla anterior, las estrategias fueron categorizadas de acuerdo al sistema LEED.

ECO TECNOLOGÍAS DE VIVIENDAS SUSTENTABLES											
DATOS		VIVIENDA SOCIAL SUSTENTABLE EN MÉXICO						VIVIENDA CON CERTIFICACIÓN LEED			
NOMBRE		Fracc. Hacienda de las Torres	Parajes de Puebla	Fracc. Valle de las Misiones			Fracc. Buena Vista		Proyecto Siqueiros	Casa Van D	Casa Eco Maya
AÑO		2002		2006			2012		2017	2016	2017
EMPRESA		Condak Pulte	RUBA								
UBICACIÓN		Ciudad Juárez, Chihuahua	Mexicali, Baja California	Mexicali, Baja California			Hermosillo, Sonora		Saltillo, Coahuila	Isla Mujeres	Mérida, Yucatán
CLIMA		Cálido seco	Cálido-seco extremo	Cálido-seco extremo			Cálido muy seco		Templado semiseco	Cálido subhúmedo	Cálido subhúmedo
PRECIPITACIÓN		Escasa	Muy Escasa	Muy Escasa			Muy Escasa		Escasa	Abundante	Abundante
INSTITUCIÓN/ Puntuación		INFONAVIT	CONAVI	Muy Escasa INFONAVIT	NAMA 1	NAMA 2	NAMA 3	NAMA 4	62.5	76.5	62.5
SUPERFICIE		49.9 y 62.3 m2	38 y 41m2	50 m2			76 m2		600m2	502m2	1118m2
ORIENTACIÓN		Norte-Sur	Noreste-Suroeste	Norte-Sur	Norte-Sur						
NIVELES		1	1	1	2	2	2	2	2	2	2
TIPOLOGIA		Unifamiliar			Adosada duplex	Adosada duplex	Adosada duplex	Adosada duplex			
MATERIALES CONSTRUCTIVOS		Muros de Block de concreto	Muros de Block de concreto y losa de vigueta y bovedilla	Muros de Block de concreto	Block de concreto y losa de azotea de	Block de concreto y losa de azotea de	Block de concreto y losa de azotea de	Muros de concreto celular y losa de vigueta y bovedilla	Block de concreto celular		"Omni Block", bloque de cemento estructural con insertos
EFICIENCIA EN AGUA	Calentamiento solar de agua	X									
	Boiler de paso		X								
	Válvulas seccionadoras		X								
	Inodoros ecológicos		X								
	Regaderas ecológicas		X								
	Aprovechamiento de agua pluvial para riego								X	X	
	Plantas nativas									X	
	Sistema de irrigación de alta eficiencia									X	
	Accesorios de alta eficiencia en agua									X	X

ENERGÍA Y ATMÓSFERA	Aislamiento térmico en muros perimetrales	X		X	X	X	X	X	X	X	X
	Aislamiento térmico en muro de mayor asolación y cubierta		X								
	Aislamiento térmico en cubierta		X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Inyección de aire fresco	X									
	Trampa de calor	X									
	Chimenea solar	X									
	Paneles fotovoltaicos			X					X	X	X
	Tecnología LED								X	X	X
	Electrodomésticos Energy Star									X	X
	Ventanas EnergyStar										X
	Ventanas de doble vidrio y con cierre hermético					X	X	X	X		
	Puertas aisladas térmicamente y de cierre hermético					X	X	X			
	Materiales reciclados durante la construcción								X	X	X
	Madera certificada								X	X	X
MATERIALES Y RECURSOS	Materiales locales										X

CALIDAD DE AMBIENTE INTERIOR	Malla especial para protección solar y anti-insectos	X	X	X			
	Sistema de enfriamiento de alta eficiencia		X	X	X	X	X
	Sistema de ventilación con recuperación de temperatura						
	Productos con bajos COV						
	Extractores automáticos en todos los baños y filtros de alta eficiencia en los sistemas de enfriamiento				X	X	X
	Almacenamiento de zapatos en la entrada					X	
	Sistema de enfriamiento de alta eficiencia					X	
	Refrigerantes sin HCFC					X	

Tabla 17. Eco tecnologías en viviendas sustentables.

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de USGBC, RUBA, CONAVI e INFONAVIT.

Como se observa, la principal diferencia entre las viviendas sociales con las de certificación LEED se encuentra en la superficie de construcción, ya que las del segundo grupo llegan a ser hasta 10 veces mayor a las primeras.

Además, en las viviendas sociales predomina la categoría de Energía y atmósfera ya que todas cuentan como mínimo con algún tipo de aislamiento térmico debido a la prioridad regional de cada zona, sin embargo, en el fraccionamiento Parajes de Puebla se introdujeron diversos accesorios y dispositivos ahorradores de agua, y en el Fraccionamiento Buena Vista se incluyen varias estrategias que funcionan tanto para una mayor eficiencia energética, como beneficiar la calidad del aire interior. No obstante, en las

viviendas con certificación LEED todas las categorías han sido tomadas en cuenta para la implementación de las distintas estrategias ya que, a diferencia de las viviendas de interés social, éstas cuentan con aprovechamiento de agua pluvial para riego, así como la utilización de materiales locales, reciclados y/o certificados.

4.1.2 Fraccionamiento Valle de las Misiones

Ubicación

Con el fin de analizar el fraccionamiento Valle de las Misiones y el impacto que tiene en la vida de sus habitantes con respecto a su ubicación y el estado de las viviendas, primeramente, se tomó como base el Perímetro de Contención Urbana (PCU), parámetro desarrollado por CONAVI y SEDATU, el cual indica dónde deben construirse las viviendas para que los habitantes tengan cercanía a los empleos, infraestructura y servicios básicos. Los PCU se clasifican en tres ámbitos:

- U1: Intraurbano, zonas urbanas consolidadas con acceso al empleo, equipamiento y servicios urbanos.
- U2: Primer contorno, zonas en proceso de consolidación con infraestructura y servicios urbanos de agua y drenaje mayor al 75% inmediatas a U1.
- U3: Segundo contorno, zonas contiguas al área urbana, en cinturón periférico al área urbana, definido de acuerdo al tamaño de la ciudad. (Revista ENLACE Arquitectura, 2017)

No obstante, como se observa en la Ilustración 5, el fraccionamiento Valle de las Misiones, ubicado en el noroeste de la ciudad, se encuentra fuera de los tres contornos.

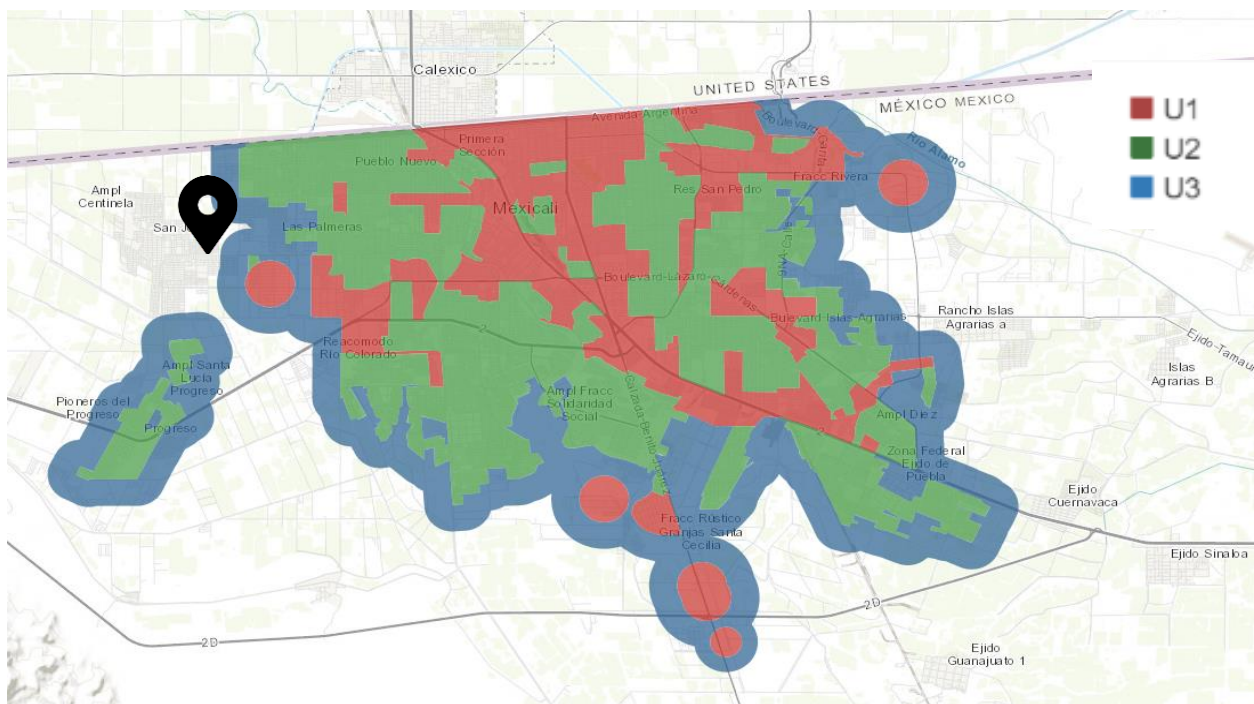


Ilustración 5. Ubicación del fraccionamiento Valle de las Misiones y Perímetro de Contención Urbana en la ciudad de Mexicali, B.C.

Fuente: CONAVI, GOB, (2018).

Transporte

En consecuencia, a lo anterior, como se indica en el Gráfico 3, al 50% de los habitantes les toma más de 30 minutos llegar a su destino, quienes mayoritariamente trabajan en fábricas y maquilas ubicadas en PCU U3 orientados hacia el este y sureste de la ciudad. Por lo tanto, se requiere recorrer largas distancias diariamente que atraviesan todo el municipio.

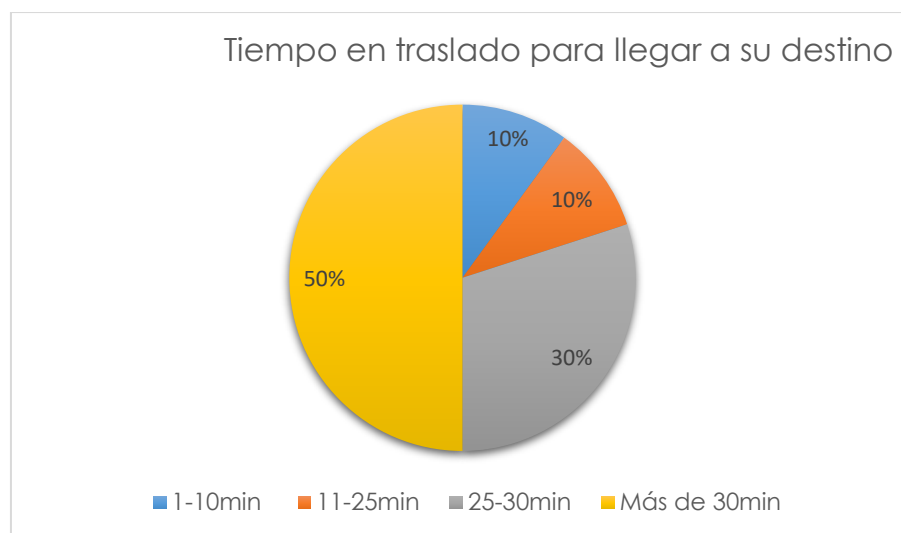


Gráfico 13. Tiempo requerido de los habitantes para llegar a su destino.

Fuente: Elaboración propia, de acuerdo a datos de cuestionario aplicado a los habitantes del fraccionamiento de Valle de las Misiones.

Seguridad

Adicionalmente, los habitantes de las zonas periféricas suelen ser mayormente propensos a ser víctimas de la inseguridad y delincuencia. En el caso del fraccionamiento analizado, el cual originalmente constaba de 220 viviendas con paneles fotovoltaicos, actualmente, sólo el 31% de las viviendas siguen contando con tal equipo, ya que, según los informantes, “la mayor parte fueron robados y otros fueron devueltos a INFONAVIT, para evitar que rateros se metieran a sus casas” (habitante de Fraccionamiento Valle de las Misiones, 2018).

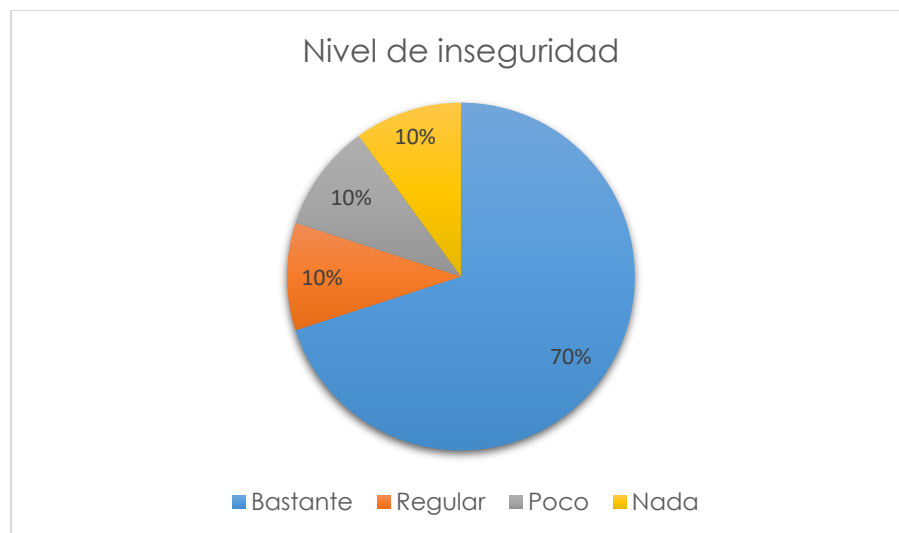


Gráfico 14. Nivel de inseguridad en el fraccionamiento Valle de las Misiones, Santa Isabel, B.C.

Fuente: Elaboración propia, de acuerdo a datos de cuestionario aplicado a los habitantes del fraccionamiento de Valle de las Misiones.

Como lo indica el Gráfico 4, el 70% de los habitantes consideran bastante insegura la zona, a causa de vandalismo, robos y asaltos excesivos, razón por la que el 30% de las viviendas se encuentran abandonadas y deterioradas. Incluso algunas han sido clausuradas y bloqueadas, pues aquellas que se han descuidado han sido convertidas en un foco generador de contaminación y mayor delincuencia, tal como se muestra en la Ilustración 6.



Ilustración 6. Casas abandonadas en el fraccionamiento Valle de las Misiones, Santa Isabel, B.C.

(Derecha) Fuente: fotografía propia. (2018)

Servicios y equipamientos

Según los informantes, la mayor parte de los servicios del fraccionamiento son eficientes, sobre todo el agua potable ya que no han tenido problemas de desabasto hasta el momento. A diferencia del transporte y alumbrado público que obtuvieron bastantes críticas, el primero debido a la ausencia del aire acondicionado y los precios elevados del servicio; y el segundo ya que en algunas cuadras sólo se cuenta con una luminaria funcional.

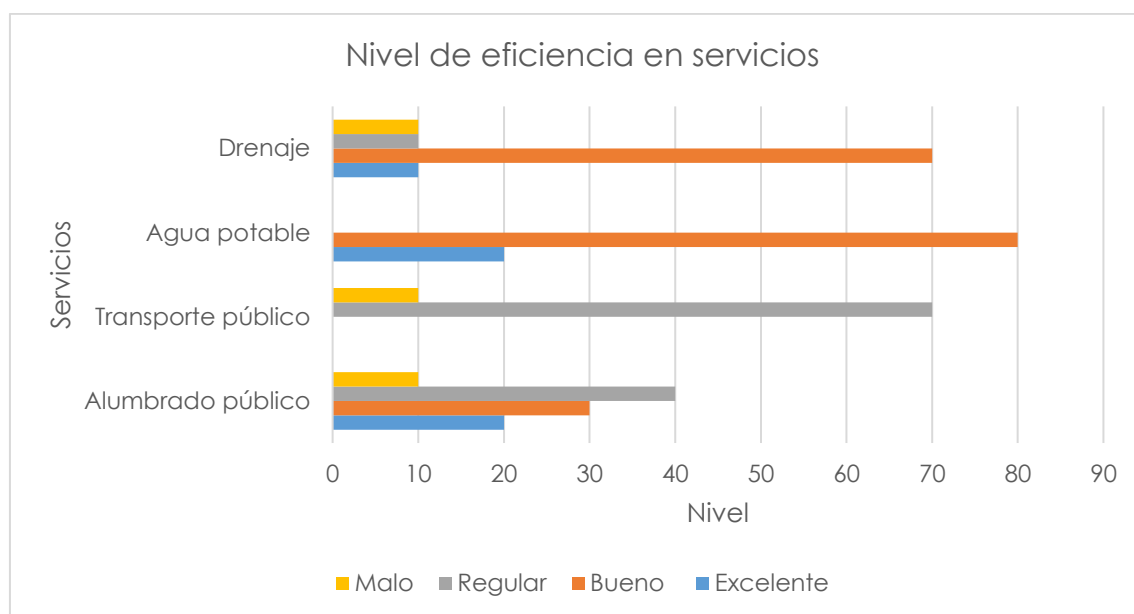


Gráfico 15. Nivel de eficiencia en servicios.

Fuente: Elaboración propia, de acuerdo a datos de cuestionario aplicado a los habitantes del fraccionamiento de Valle de las Misiones. (2018)

Por otro lado, la calidad de las avenidas y espacios recreativos se encuentran en un estado deteriorado con vialidades sin pavimentación, hoyos y baches; y parques sin mantenimiento, desmantelados y con escasa vegetación.



Ilustración 7. Vialidades sin pavimentación y parque en fraccionamiento Valle de las Misiones, Santa Isabel, B.C. (2018)

Fuente: Fotografía propia.

Impacto económico

Dentro de los gastos del hogar, tal como lo indica el Gráfico 6, predomina el de la electricidad y el transporte, que se posicionan dentro de los rangos más altos de \$800.00-1,000.00 y \$1,001.00-1,500.00 mensuales. Cabe destacar, que el 30% restante de electricidad, que se encuentra en el rango de \$251.00-500.00, representa a los habitantes que cuentan con paneles fotovoltaicos en sus viviendas, por lo que su consumo y gasto disminuyen considerablemente. De igual forma, el 30% del transporte correspondiente al rango \$0.00-100.00 se debe a que los habitantes cuentan con transporte gratuito proporcionado por parte de las fábricas en las que trabajan. Por lo tanto, ambos servicios son los que mayor impacto tienen en las viviendas del fraccionamiento.

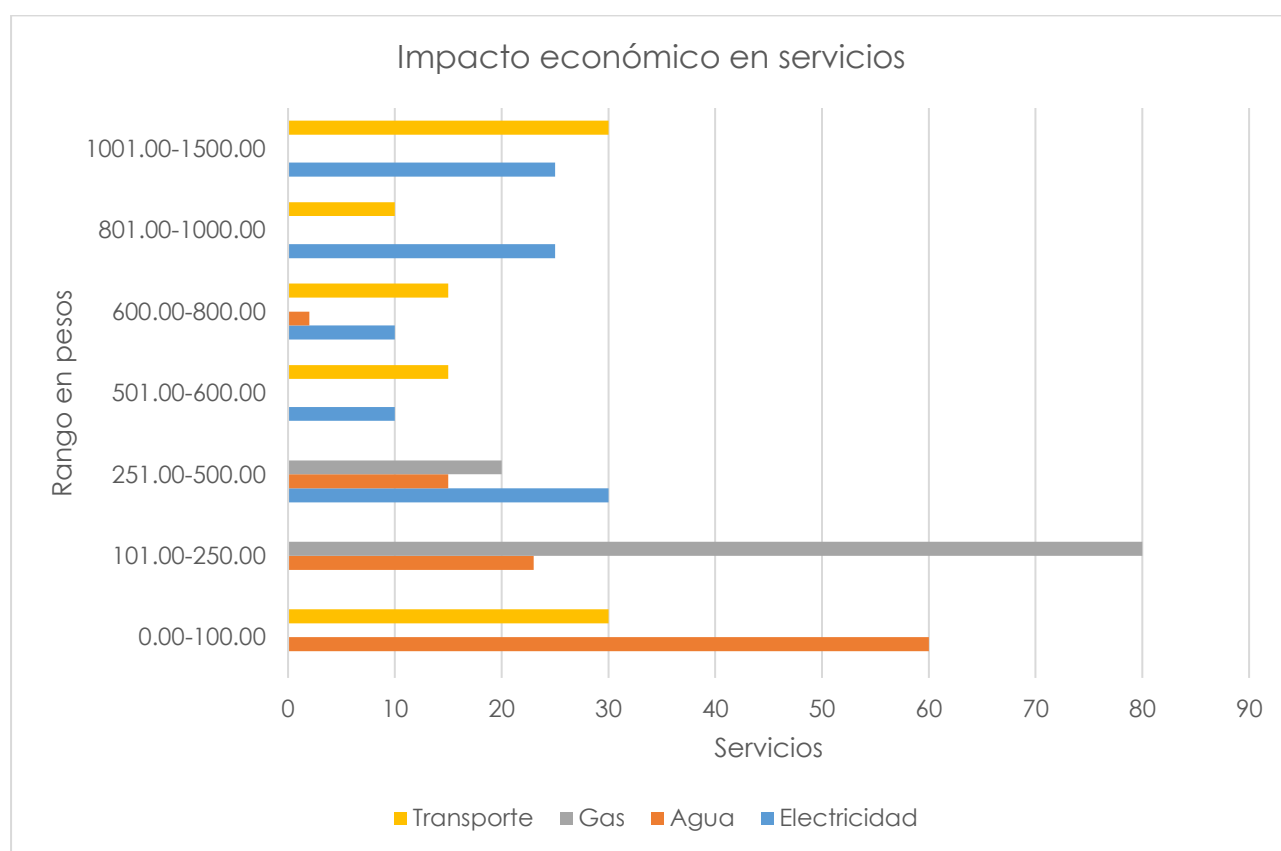


Gráfico 16. Impacto económico en las viviendas del Fraccionamiento Valle de las Misiones, Santa Isabel, B.C. (2018)

Fuente: Elaboración propia, de acuerdo a datos de cuestionario aplicado a los habitantes del fraccionamiento de Valle de las Misiones.

Confort

El total de los habitantes encuestados considera que los meses en los que se experimenta mayor inconformidad térmica en el interior del hogar son julio y agosto, con una temperatura que definen como “insoporable”. Sin embargo, el 30% de las viviendas cuenta con aislamiento térmico sólo en la cubierta, lo cual no tuvo un impacto significativo en el confort térmico interior, ni en la disminución de demanda de aire acondicionado durante la temporada de verano.

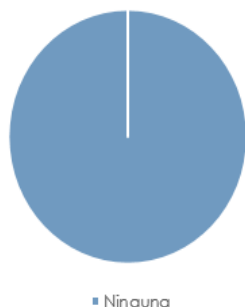
Cultura y hábitos

De acuerdo a el Gráfico 7, se puede observar que el 100% de los habitantes del fraccionamiento no tiene ningún hábito o medida para la reducción de consumo de agua. Por el contrario, para la reducción de consumo de electricidad, el 70% de los informantes suelen utilizar de manera eficiente los electrodomésticos y desconectarlos cuando no los necesitan, además de la sustitución de focos ahorradores. Si se compara con el Gráfico 6, se observa que los hábitos de reducción de consumo se encuentran relacionados con el impacto económico que se tiene dentro de la vivienda correspondiente a cada servicio. Ya que al ser la electricidad lo que genera un gasto mayor, los habitantes hacen lo posible por disminuir el costo mensual; y al ser el recurso hídrico el gasto de menor impacto, no ven la necesidad de cuidarla o disminuir la demanda.

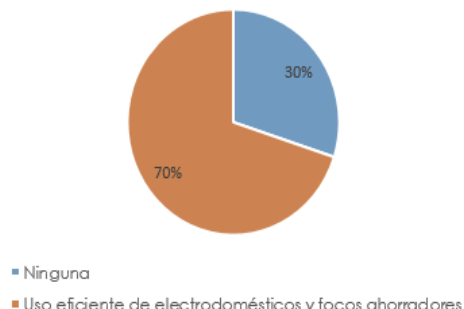
Por otro lado, en cuestión de las medidas implementadas en los residuos sólidos generados en el hogar, sólo 3% suele separarlos en orgánico e inorgánico. No obstante, 31% de las personas que no acostumbran a separarla señalan que no lo hacen debido a que “no tiene caso porque al final llega el camión recolector y lo junta todo”. (Habitante de Fraccionamiento Valle de las Misiones, 2018)

8. HÁBITOS EN EL HOGAR

8.1 Medidas para reducir el consumo de agua en el hogar



8.2 Medidas para reducir el consumo de electricidad en el hogar



8.3 Medidas con los residuos generados

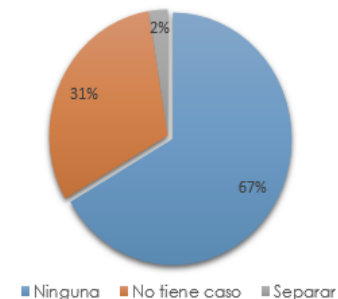


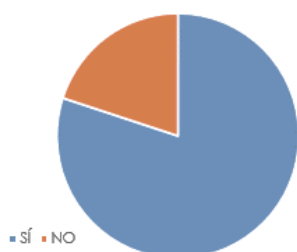
Gráfico 17. Hábitos en el hogar

Fuente: Elaboración propia, de acuerdo a datos de cuestionario aplicado a los habitantes del fraccionamiento de Valle de las Misiones. 2018

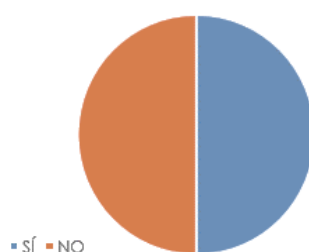
Con respecto a los conocimientos generales de los habitantes, a pesar de que el 80% afirma que el cambio climático les parece un fenómeno preocupante, el 50% considera que sus hábitos y actividades cotidianas no afectan el medio ambiente, lo cual, si se compara con el Gráfico 7, se indica lo contrario. Así mismo, sólo el 30% de los usuarios tenían una definición clara de la sustentabilidad.

9. CONOCIMIENTOS GENERALES

9.1 El cambio climático me parece un problema actual preocupante



9.1 Sus hábitos y actividades cotidianas contribuyen al cambio climático



9.2 Definición de sustentabilidad:



Gráfico 18. Conocimientos generales

Fuente: Elaboración propia, de acuerdo a datos de cuestionario aplicado a los habitantes del fraccionamiento de Valle de las Misiones. 2018

4.1.3 Análisis FODA de entrevistas a expertos.

Para reforzar la viabilidad y factibilidad de un proyecto de conjunto habitacional de vivienda vertical de interés social sustentable, que cumpla con los requisitos de certificación LEED, se analizaron sus fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, de acuerdo a la interpretación de la información cualitativa obtenida de las entrevistas que se realizaron a los expertos Acreditados como LEED AP, el Arq. Pedro Paredes, la Arq. María Mederos, y la M. Arq. Nadia Ayala, así como la Arq. Yolanda Herrera, Coordinadora en el área de proyectos dentro de la Desarrolladora RUBA Mexicali, B.C.

Fortalezas

Según los expertos, hay una gran variedad de aspectos internos presentes que hacen viable la aplicación del sistema de certificación LEED en el país, pues al tratarse de un sistema de evaluación internacional, “está reconocida en varios mercados, se puede adaptar en varios países y en varias condiciones, y eso es lo que hace que sea muy fácil de implementar.” (Paredes, P., 2018). De igual manera la Arq. Nadia Ayala (2018) afirma que su eficiencia y popularidad incluso supera las incipientes alternativas locales.

Así mismo, tanto el Arq. Paredes, como la M. Arq. Ayala, coinciden en que de las mayores virtudes de tal sistema es su flexibilidad debido a “que tiene un subsistema de certificación para cada tipología de proyecto, lo que no solo lo hace idóneo, sino realmente útil.” (Ayala, N., 2018) y “el hecho de que esté dividido en diferentes bloques hace que sea también fácil de poder hacer estrategias de acuerdo a las condiciones del proyecto.” (Paredes, P 2018) Otro aspecto que pone el sistema en ventaja con respecto al resto de opciones es la claridad y fácil comprensión de los lineamientos sobre el proceso a desarrollar, el protocolo que se debe seguir y cómo ser evaluado. (Paredes, P. 2018).

Por otro lado, también se tienen los aspectos internos presentes que brindan viabilidad a la certificación LEED aplicada a un conjunto de vivienda de interés social en Mexicali. De acuerdo con la M. Arq. Ayala (2018), los factores clave que diferenciarían en gran medida el proyecto respecto a un conjunto de vivienda de interés social convencional serían: “contar con ubicación inteligente, tener vías de transporte público de calidad en cercanías, contar con calles caminables y de acceso universal (para personas con discapacidad, carriolas,

adultos mayores, invidentes, etc.), así como contar con criterios de ahorro de energía y confort al interior de las viviendas.” (Ayala, N., 2018).

De igual manera, al implementar la metodología de “Proyecto Integrador” es posible minimizar errores en la ejecución del proyecto pues consiste en la participación de todos los grupos de interés desde las etapas iniciales del proyecto de modo que exista una coordinación entre los diversos profesionistas involucrados “investigando procesos, tecnologías, materiales, etc. viables y compatibles con el proyecto, comparando costos, y asegurando la completa realización del proyecto ejecutivo antes de iniciar cualquier trabajo” (Ayala, N., 2018).

Oportunidades

Como aspectos externos futuros que pueden favorecer la evolución del proyecto, se tiene primeramente que es la certificación más aceptada a nivel mundial (Mederos, M. 2018) y la cercanía de Mexicali con Estados Unidos, lo cual genera un proceso de reconocimiento de mercado y le da una mayor atracción a la certificación (Paredes, P., 2018).

A pesar de que existen diversos sistemas de evaluación, tales como EDGE que es mucho más accesible que LEED, el segundo aún predomina de manera internacional pues EDGE es mucho menos ambicioso y se enfoca solamente en evaluar materiales, ahorro de agua y energía. (Paredes, P., 2018), a diferencia de LEED que tiene un amplio panorama de todos los aspectos que impactan en el medio ambiente y en la calidad de vida del usuario.

Así mismo, al realizar un proyecto de esta índole se tendría una elevación de estándares a las normas mexicanas referentes a la sustentabilidad que no están actualizadas, pues “además de que se cubrirían todas las normativas aplicables vigentes, convirtiéndolo en un proyecto modelo que no podría estar sujeto a ninguna penalización” (Ayala, N. 2018), se le da más valor al proyecto por “el hecho de estar con reglamentos más exigentes que realmente logran los objetivos de la sustentabilidad”. (Paredes, P. 2018). También, si con el paso del tiempo se busca una recertificación, las estrategias aplicadas dentro del proyecto no se vuelven obsoletas y la desarrolladora se mantiene en un nivel de calidad máximo debido a que “la comunidad de trabajo que engloba el USGBC (U.S. Green Building Council)

es capaz de renovar el sistema, y, por tanto, mejorarlo, cada que este se vuelve más alcanzable por la industria.” (Ayala, N., 2018).

Incluso, un conjunto habitacional creado bajo los lineamientos LEED le brindaría grandes beneficios a la desarrolladora que lo realice, pues además de la confianza y satisfacción que les otorgarían a los usuarios (Herrera, Y., 2018), “los proyectos certificados suelen recibir una cantidad importante de publicidad gratuita, ya que generan interés en numerosos medios de comunicación.” (Ayala, N., 2018).

Además, actualmente el mismo ayuntamiento y diversas organizaciones promueven el aprovechamiento de infraestructura existente en las áreas intra urbanas, y la utilización de equipamiento ecológico, tales como Hipoteca Verde y subsidio CONAVI, los cuales pueden funcionar como apoyo financiero para el proyecto. (Herrera, Y., 2018).

Debilidades

Dentro de los aspectos internos presentes que ponen en duda la viabilidad del uso de esta certificación en el proyecto se basa principalmente en la accesibilidad económica, pues la certificación LEED depende de consultores, y procesos como el modelado energético que requiere de personas especializadas en el área, a diferencia de EDGE, por ejemplo, que está diseñado “para que cualquier persona pueda meterse y evaluar su propio proyecto...y está adaptado al clima y a su región” (Paredes, P., 2018).

Amenazas

Existen aspectos externos futuros que afectan la viabilidad y el desarrollo de un conjunto habitacional sustentable, pues se detectó que “en los mercados emergentes las limitantes eran el conocimiento tecnológico, y la formación de profesionales enfocados en temas de sustentabilidad” (Paredes, P., 2018). Por lo tanto, se tiene como riesgo que tanto el proceso como el resultado presenten diversas dificultades sobre todo por falta de disposición del personal y profesionistas involucrados para hacer las cosas de una forma distinta a la que estén acostumbrados, así como la falta de comprensión a nuevas técnicas y procedimientos.

No obstante, la viabilidad no sólo depende de la aceptación y disposición de profesionistas, pues también es importante que los usuarios estén de acuerdo con el nuevo concepto de vivienda que se le propone. Entre varios aspectos que imponen un cambio en la vida de los habitantes de la vivienda, el de mayor relevancia es un prerequisite que pide LEED de mantener el conjunto habitacional como una comunidad abierta sin acceso controlado, lo cual hoy en día no es compatible con la delincuencia y vandalismo en México, (Paredes, P., 2018) y podría presentarse como un obstáculo al restar interés por parte de los compradores debido a la inseguridad.

Por otro lado, es posible que “los precios de planeación urbanización y construcción no logren equipararse a los de un proyecto convencional, especialmente por la mala calidad que los caracteriza. Si no se logra acceder a algún subsidio o incentivo de alguna organización o dependencia gubernamental o privada, dudo que los costos al público puedan ser competitivos.” (Ayala, N., 2018).

A continuación, en el Gráfico 9 se muestra un resumen de las categorías ya mencionadas.

FORTALEZAS	DEBILIDADES
LEED es Flexible y adaptable al mercado Claridad de lineamientos Valoración de un tercero Ahorro de energía y agua Mayor confort interior Ubicación inteligente Proyecto integrador Reconocimiento internacional El ayuntamiento apoya los desarrollos intraurbanos	Se requieren consultores Aumento de costo por estrategias sustentables Modelado energético
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
Normativas mexicanas deficientes Mayor confianza como desarrollador Apoyos de financiamiento a desarrolladoras por implementación de Renovación constante del sistema para elevar el estándar.	Escaso conocimiento y formación en temas de sustentabilidad de usuarios y Poco desarrollado LEED Homes en México Pre-requisito LEED ND incompatible con inseguridad en México Terrenos intraurbanos más costosos Se requiere incentivo fiscal

Gráfico 19. Matriz FODA de Conjunto Habitacional de Interés Social con Certificación LEED.

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de entrevistas realizadas para este proyecto 2018.

4.2 Hallazgos aprovechables

4.2.1 Entrevista a expertos acreditados como LEED AP y en área de proyectos RUBA

Según la Arq. Yolanda Herrera, Gerente de Proyectos en la Desarrolladora RUBA Mexicali, B.C. (2018), algunas desarrolladoras sí empiezan a demostrar interés en la construcción y diseño de viviendas sustentables. Aun así, a pesar de que la vivienda de interés social es de los segmentos que mayor necesidad tienen para la aplicación de prácticas sustentables, debido al precio elevado de los terrenos intraurbanos y los topes de precios que tiene la vivienda económica, la inversión en eco tecnologías y materiales no siempre es costeaable. Por lo tanto, para que el terreno se aproveche de la manera más óptima se deben de desarrollar conjuntos compactos y la densidad de vivienda debe ser mayor a la tradicional.

Así mismo, señalan los expertos en consultoría LEED, Arq. Pedro Paredes y Arq. María Mederos y M. Arq. Nadia Ayala que “si no tienes incentivo fiscal, no es viable. Pues el cliente no reconoce los costos extras que estás haciendo por darle una edificación de mejor calidad.” (Paredes, P. 2018).

Por lo tanto, es importante demostrar la viabilidad de distintos sistemas certificadores que garanticen el nivel de sustentabilidad y la eficiencia de las viviendas económicas, de modo que se otorguen apoyos y subsidios preferenciales a todos aquellos que pretendan hacer un cambio en el área de la construcción.

Como se muestra en el Gráfico 10, con base en el análisis FODA en el capítulo 4.1.2, se proponen ciertas estrategias de éxito, adaptación, reacción y supervivencia.

MATRIZ FODA	FORTALEZAS	DEBILIDADES
	LEED es Flexible y adaptable al mercado Claridad de lineamientos Valoración de un tercero Ahorro de energía y agua Mayor confort interior Ubicación inteligente Proyecto integrador Reconocimiento internacional El ayuntamiento apoya los desarrollos intraurbanos	Se requieren consultores Aumento de costo por estrategias sustentables Modelado energético
OPORTUNIDADES	ESTRATEGIAS FO (ÉXITO)	ESTRATEGIAS DO (ADAPTACIÓN)
Normativas mexicanas deficientes Renovación del sistema para elevar el estándar. Mayor confianza como desarrollador Apoyos de financiamiento a desarrolladoras por implementación de criterios sustentables	Bajo el alto estándar de LEED, se cubrirán las normativas mexicanas vigentes y se superarán, de manera que se logren realmente los objetivos de sustentabilidad. Al cumplir con los requisitos de ubicación inteligente el proyecto se encontrará en un terreno intraurbano El conjunto y la desarrolladora se mantendrán al nivel máximo de calidad.	Desarrollará la edificación con base en diseño bioclimático que y estrategias en la envolvente para no requerir de modelado energético. Se desarrollará el programa de diseño de acuerdo a los lineamientos de LEED y requerimientos del subsidio CONAVI, para obtener el apoyo financiero y contrarrestar el incremento de costos por las estrategias sustentables.
AMENAZAS	ESTRATEGIAS FA (REACCIÓN)	ESTRATEGIAS DA (SUPERVIVENCIA)
Escaso conocimiento y formación en temas de sustentabilidad de usuarios y profesionistas Poco desarrollado LEED Homes en México Pre-requisito LEED ND incompatible con inseguridad en México Terrenos intraurbanos más costosos Se requiere incentivo fiscal	Realizar capacitaciones durante el proyecto integrador a todos los profesionistas involucrados. Así como incluir en el diseño del conjunto espacios y talleres informativos en donde se expongan las estrategias con las que cuenta el conjunto y el beneficio que aporta a la sociedad, y la importancia de su operación Integrar medidas de seguridad e iluminación para evitar vandalismo en las zonas abiertas al uso público. Mantener un desarrollo compacto través de una alta densidad con viviendas adosadas dúplex. Mantener una puntuación alta dentro de la certificación LEED de modo que estén incluidos los lineamientos de los apoyos financieros.	Fomentar la enseñanza y práctica de hábitos sustentables mediante el diseño del conjunto.

Gráfico 20. Matriz FODA de estrategias de un conjunto de interés social con certificación LEED.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2 Encuesta a habitantes de Fraccionamiento Valle de las Misiones

Debido al bajo nivel de conocimientos que tienen los habitantes respecto al cambio climático, la sustentabilidad y el impacto que tienen sus hábitos cotidianos, se recomienda contar con espacios y talleres informativos en donde se expongan las estrategias con las que cuenta el conjunto y el beneficio que aporta a la sociedad, así como la importancia de su operación y mantenimiento adecuado.

Es preferible la implementación de eco tecnologías que se encuentran ya integradas a la estructura de la edificación, de manera que su manejo no dependa del usuario.

En caso de implementar paneles fotovoltaicos, para asegurar que sean utilizados de manera correcta y protegidos, se sugiere destinar un área dentro del conjunto en el que se encuentren agrupados y se cuente con vigilancia.

El aislamiento térmico implementado solamente en la cubierta, no es suficiente para mantener la temperatura del interior de la vivienda dentro de la zona de confort.

4.2.3 Selección de estrategias y eco tecnologías

De acuerdo los análisis anteriores, se encontró que los conjuntos habitacionales desarrollados en México presentan fallas que perjudican el bienestar y la calidad de vida de los habitantes, aun al contar con una certificación que supuestamente garantiza su nivel de calidad y sustentabilidad. Por tal razón, se requiere de la implementación de lineamientos más exigentes que sea posible adaptarlos al proyecto. Por lo tanto, se realizó una línea de soluciones a través de los créditos que impone el sistema de certificación LEED.

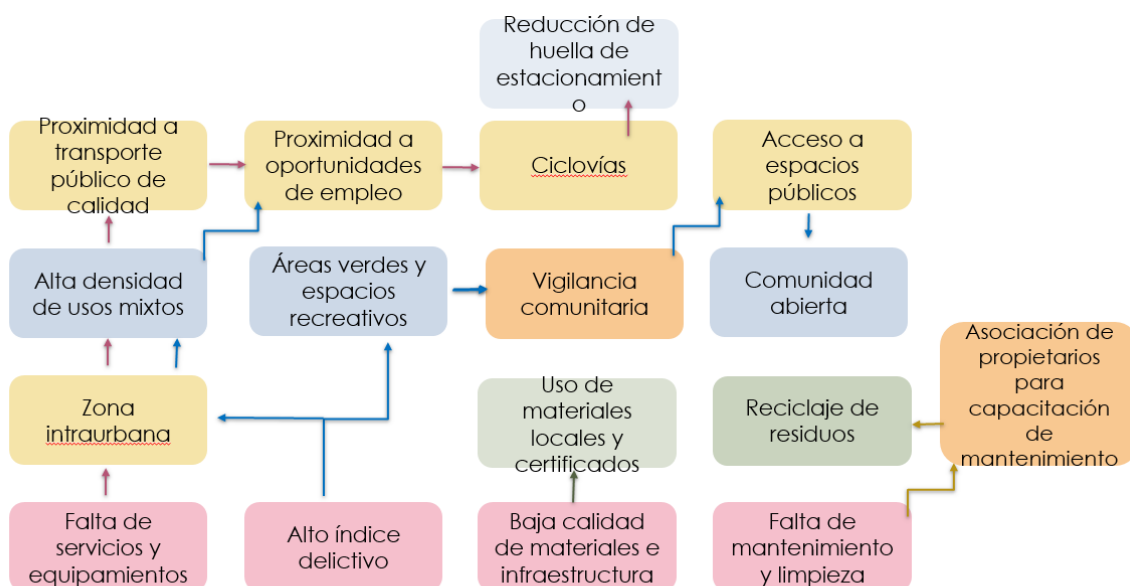


Gráfico 11. Solución de fallas DUIS a través de LEED ND.

Fuente: Elaboración propia.

Como se indica en el gráfico anterior, primeramente se propone dar solución a la falta de servicios y equipamientos que presentan los conjuntos a través del cumplimiento de créditos de LEED Desarrollo Urbano, los cuales implican situar el terreno en una zona intra urbana, ya que promoverá la alta densidad de usos mixtos, la proximidad al transporte público y oportunidades de empleo; lo que, además, debido a la cercanía a varios sitios es posible la implementación de ciclovías y en consecuencia la reducción de huella de estacionamiento.

También el alto índice delictivo es posible solucionarlo al ubicar el conjunto en una zona intra urbana, con alta densidad de usos mixtos de modo que se genere movimiento y actividades durante diversos horarios, y así se mantengan activas las zonas.

Adicionalmente, al ubicar el desarrollo cercano a empleos y contar con áreas recreativas para evitar horas de ocio; y por último agregar vigilancia comunitaria, aspecto que no es considerado dentro de los lineamientos de LEED ND, pero fue propuesto en las estrategias del conjunto DUIS Puerta de Anza, cuya acción es conveniente para poder cumplir con el prerequisite de LEED Desarrollo Urbano que implica el acceso a espacios públicos y mantener el conjunto abierto a la comunidad.

La baja calidad de materiales e infraestructura se vería solucionada a través de la utilización de materiales de calidad y certificados que cumplan con los estándares para el envoltorio del edificio requeridos por LEED.

Por último, la falta de mantenimiento y limpieza puede ser resuelta a través de una asociación de propietarios para capacitación de mantenimiento, también propuesta por el conjunto DUIS Puerta de Anza, aspecto que podría ser aprovechado para impulsar el reciclaje de residuos impuesto por LEED Desarrollo Urbano.

En cuanto a las eco tecnologías a implementar dentro del proyecto se eligieron con base en una combinación de todos los casos estudiados de la siguiente manera:

- a. Eficiencia energética: se implementará aislamiento térmico en muros perimetrales como en todos los casos referidos anteriormente, así como en la cubierta. Además, se utilizará iluminación eficiente con tecnología LED tal como las tres casas que cuentan con certificación LEED Hogares.
- b. Eficiencia de agua: Se seleccionaron las estrategias implementadas en Parajes de Puebla de boiler de paso, válvulas seccionadoras, e inodoros y regaderas ecológicas, basado en el mismo criterio anterior de la encuesta. Se añadirá la implementación de plantas nativas, según las estrategias en el proyecto Siqueiros de LEED.
- c. Materiales y recursos: se promoverá el reciclaje de materiales durante la construcción y la utilización de materiales locales tal como en el proyecto Siqueiros y la casa Eco Maya.

- d. Calidad de ambiente interior: Se utilizarán sistemas de climatización de espacios que no contengan Hidroclorofluorocarbonos tal como en el caso de la Casa Van D.

4.2.4 Criterios sustentables

De acuerdo a la institución mexicana INFONAVIT, las Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación (NAMA, por sus siglas en inglés), la instancia federal CONAVI, y el programa de certificación internacional LEED, para que un desarrollo sea considerado sustentable, los criterios que deben aplicarse en el programa de diseño de un conjunto de viviendas de interés social en la ciudad de Mexicali, B.C., son los siguientes:

Criterios de sustentabilidad	Descripción	organismo/institucion	Requerimientos
CONJUNTO HABITACIONAL SUSTENTABLE			
Ubicación inteligente	Para crear comunidades más habitables, se debe dar preferencia a las ubicaciones cercanas a centros urbanos y ciudades existentes, de modo que se minimice la expansión de superficies impermeables y se aprovechen sitios previamente desarrollados que cuenten con infraestructura y servicios básicos.	LEED	Infraestructura existente de agua potable y drenaje Terreno previamente desarrollado Fuera de humedales Fuera de distrito de preservación agrícola Fuera de inundaciones Dentro de suburbios o ciudades existentes
		SUBSIDIO CONAVI	Fuera de zonas de riesgo Inscripción en el Registro Público de la Propiedad o clave catastral Dentro de perímetros de Contención Urbana Infraestructura de agua potable y drenaje.
		Plan Parcial de Desarrollo Urbano	Uso de suelo
		LEED	A 400m de distancia de al menos cinco usos de suelo.
Servicios y Equipamientos	Se deben proporcionar viviendas con cercanía a los servicios de bienestar social y de apoyo a las actividades económicas, culturales y recreativas.	INFONAVIT	Primaria o kinder max 200m Consultorio o centro médico máx. 200m Mercado o súper máx. 200m Jardín o plaza máx 300m Vivienda cercana a fuentes de empleo (polígonos CONAVI) A 200m de cancha deportiva Internet
		SUBSIDIO CONAVI	Centro de salud de 0-2500m Guardería de 0-1000m Jardín de niños 0-700m Escuela primaria 0-2000m Mercado o súper 2000m Internet
		LEED	A 800m de paradas rápidas de autobus
Movilidad	Fomentar la caminata y el ciclismo mejora la salud y la utilización de medios de transporte alternos hace que los hogares sean propietarios de menos automóviles.	INFONAVIT	Servicio de transporte público a 800m
		SUBSIDIO CONAVI	Paradas de transporte a 300m con más de una ruta. Aceras mínimo de 2.5m de ancho Ciclovía que comunique a vivienda con el equipamiento y/o servicio de transporte público

Diseño de conjunto	Los espacios públicos, como parques, plazas y campos de juego, pueden fomentar la interacción social y la recreación activa a la vez que ayudan a controlar la escorrentía del agua de lluvia y a reducir los efectos de las islas de calor urbanas. Los jardines comunitarios también promueven la interacción social y la actividad física.	LEED	Entrada funcional conectada a una acera peatonal. Relación mínima de Construcción-altura 1:1.5 Comunidad conectada y abierta para el público en general.
		INFONAVIT	Densidad de 17.5 unidades de vivienda por hectárea Vialidad pavimentada Disposición de aceras Alumbrado público
			SUBSIDIO CONAVI
		VIVIENDA SUSTENTABLE	
Superficie	Los espacios compactos requieren de menos energía para el funcionamiento cotidiano.	LEED	Diseñar espacios compactos
Sitios sustentables	Se pretende minimizar la huella ecológica de la vivienda y contrarrestar el impacto que tiene en el terreno.	INFONAVIT	mayor a 38m2
		SUBSIDIO CONAVI	Mayor a 42m2
Eficiencia en agua	Se fomenta la medición y disminución de consumo y reutilización del agua.	LEED	Vegetación de la región Gestión o recolección de agua de lluvia.
		INFONAVIT	Medidores de consumo de agua Reducción de uso de agua: accesorios y muebles ahorradores
Eficiencia en energía	Se promueve el uso eficiente de energía y técnicas para la reducción de consumo.	SUBSIDIO CONAVI	Muebles y accesorios ahorradores Inodoros de descarga máx 5L. Regadera grado ecológico Válvulas ahorradoras Medidor de flujo
		LEED	Arquitectura bioclimática Electrodomésticos con certificado de eficiencia Medidores de consumo de energía Aislamiento térmico Proporción de ventana a piso según la zona lámparas eficientes Energía renovable lámparas eficientes
Manejo de residuos	La separación de residuos evita la proliferación de enfermedades y contaminación del medio ambiente.	INFONAVIT	Recubrimiento reflectivo Calentadores solares de agua Sistema fotovoltaico
		NAMA	Medidas pasivas de bajo costo en climas cálidos (aislamiento térmico, sombreamiento ventanas) Medidas renovables ya aplicadas (calentadores solares de agua)
Manejo de residuos	La separación de residuos evita la proliferación de enfermedades y contaminación del medio ambiente.	SUBSIDIO CONAVI	lámparas fluorescentes Calentador de gas de paso Aislamiento térmico en techo y muro de mayor insolación Electrodomésticos eficientes Partesoles y/o volados en fachadas sur, este y oeste.
		LEED	Separación de residuos durante la construcción.
Manejo de residuos	La separación de residuos evita la proliferación de enfermedades y contaminación del medio ambiente.	SUBSIDIO CONAVI	Separación de residuos orgánicos e inorgánicos

Materiales y recursos	El uso de materiales con contenido reciclado conserva las materias primas y respalda el reciclaje de los desechos de la construcción para que puedan ser desviados de los vertederos.	LEED	toda madera utilizada debe ser certificado Control de humedad 5 productos locales
		NAMA	Introducción de nuevos productos con menor impacto en su ciclo de vida (materiales cerámicos, concreto celular) Mediano plazo.
Calidad del ambiente interior	Al mantener una buena calidad del ambiente interior beneficia a la salud de sus habitantes y su productividad.	LEED	Extractores en baños y cocinas monitor de CO
			Filtros de aire con valor mínimo MERV 8 No fumar 90% de Productos de baja emisión

Tabla 18. Criterios de sustentabilidad para el diseño de un conjunto habitacional sustentable.

Fuente: Elaboración propia, con base en datos obtenidos de USGBC (s.f.), CONAVI (2017), NAMA (2016) e INFONAVIT (s.f.)

4.3 Selección del predio

Para el desarrollo de un conjunto de vivienda vertical de interés social sustentable, que cumpla con los requisitos de certificación LEED en la ciudad de Mexicali, primeramente, es necesaria la selección del predio con mayor potencial de acuerdo a los requisitos que establecen tanto el sistema de evaluación LEED Desarrollo Urbano como el subsidio CONAVI. Por lo tanto, en este apartado se identifican y analizan los predios disponibles en la ciudad con el fin de dar a conocer cuáles de ellos cuentan con las características y condiciones necesarias para llevar a cabo el proyecto.

4.3.1 Identificación de predios

Dentro del análisis se identificaron treinta y dos lotes baldíos, como se muestra en la Ilustración 8, lo cual demuestra que el encarecimiento de los terrenos intraurbanos y la incapacidad financiera del sector socioeconómico bajo de adquirir una vivienda dentro de la ciudad, han generado una expansión urbana periférica y, en consecuencia, se ha aumentado la superficie de baldíos y predios intraurbanos. (IMIP Mexicali, 2010).

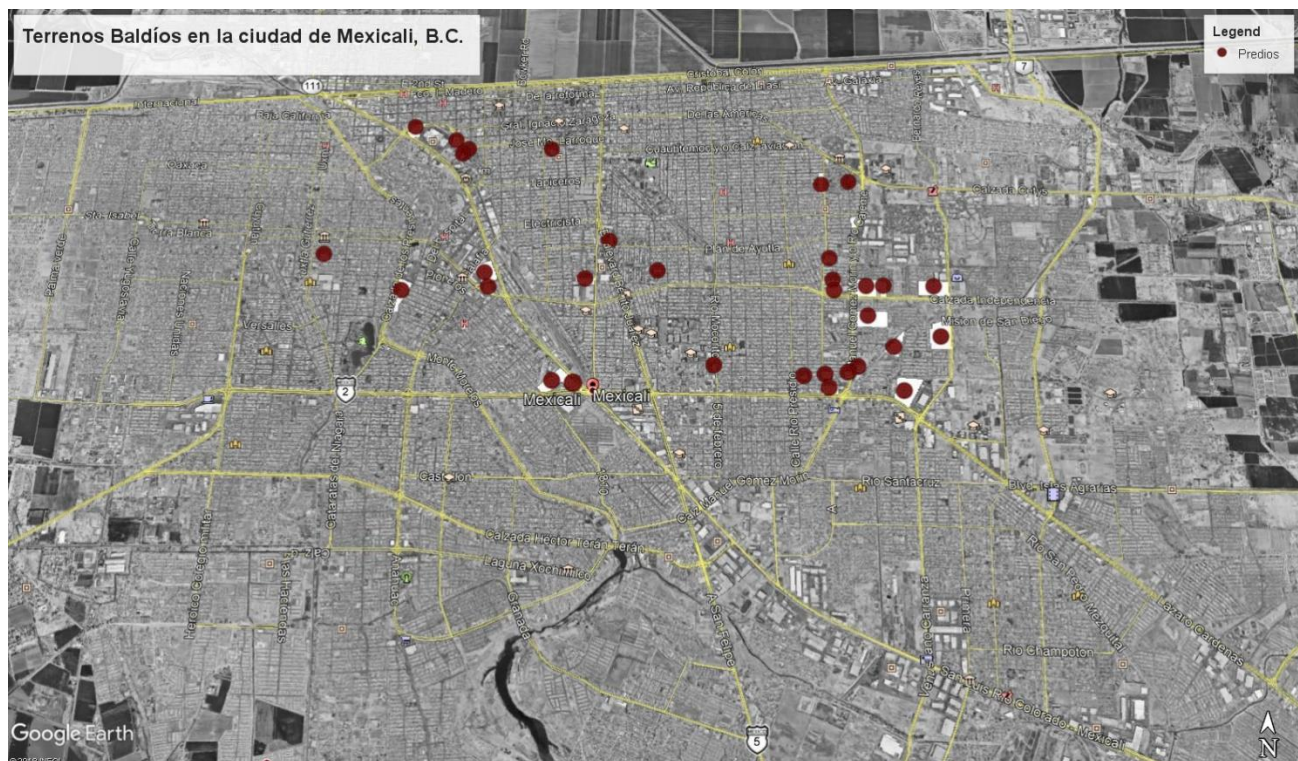


Ilustración 8. Terrenos baldíos identificados en la ciudad de Mexicali, B.C.

Fuente: Google Earth (2018)

El Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Mexicali, B.C. 2010, dividió la ciudad en trece sectores con base en el uso, densidad y tipo de construcción que predomina en la zona. Como se observa en la Ilustración 9, los predios seleccionados se concentran en los sectores C, D y E de la ciudad, ya que a pesar de que en los demás sectores también se identificaron predios disponibles, se pretende dar prioridad a aquellos que se encuentran en el centro de la ciudad y más próximos a la franja fronteriza, en donde las redes de economía interactúan entre ambos países.

A continuación, se dará una breve descripción de los sectores mencionados anteriormente.

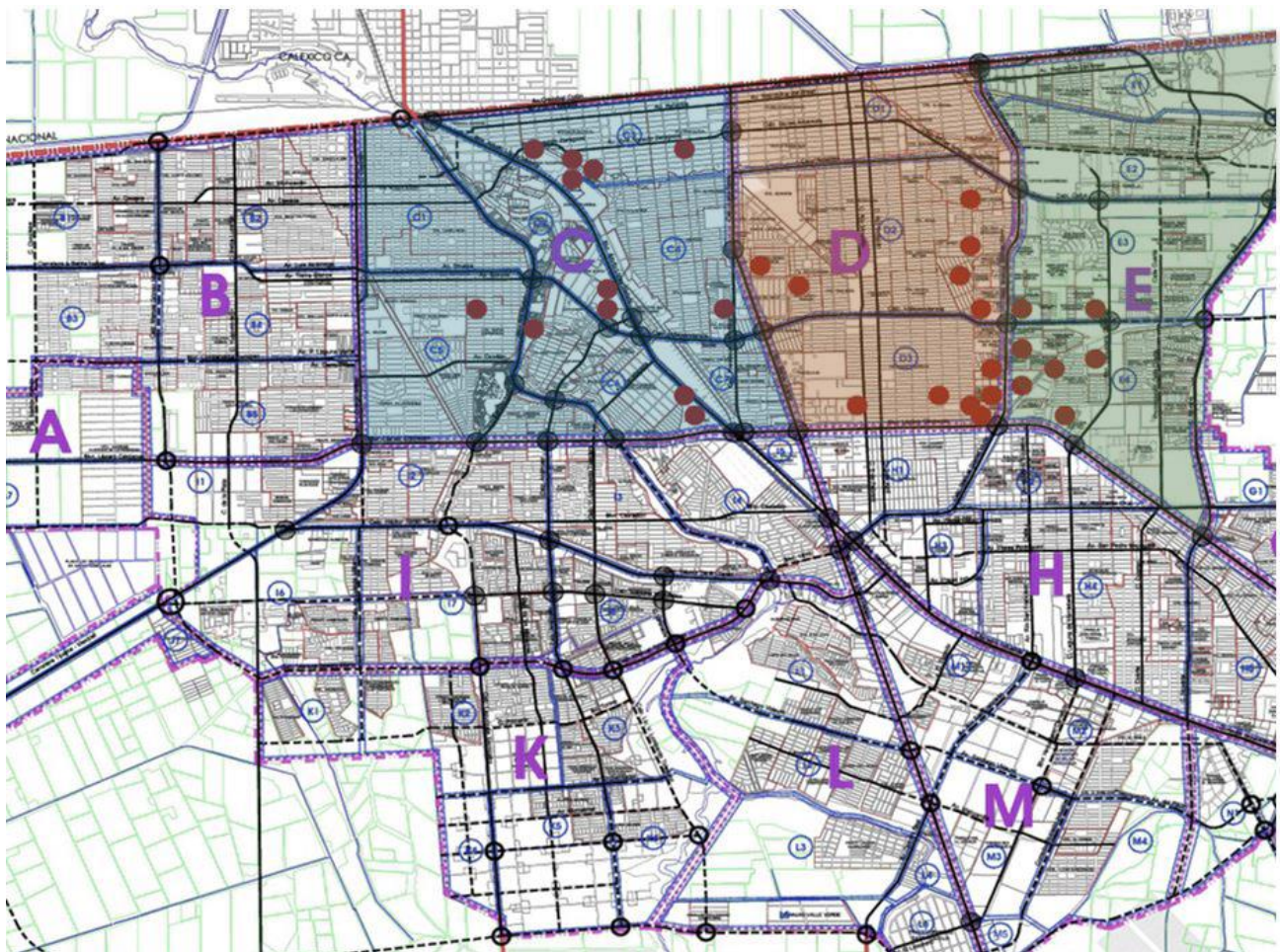


Ilustración 9. Terrenos baldíos divididos en Sectores en Mexicali, B.C.

Fuente: Ramos, S., Prieto, F. & Cuellar, I.,(2004)

Se identificaron 12 predios dentro del sector “C”, el cual se ubica en la zona Norte de la ciudad y está subdividido por 7 Distritos. Está compuesto primordialmente por el uso habitacional, además de altas concentraciones de equipamiento, comercio y servicios, que comprenden el área más antigua de Mexicali. En esta zona se tiene potencial de reactivación ya que se encuentra el centro histórico y es la zona más antigua de la ciudad, razón por la que es considerada un área de interés, además de su alta densidad de usos mixtos y compatibilidad con el uso habitacional. (IMIP Mexicali, 2010).

De acuerdo a al PDUCP 2025, se definieron cinco rangos de densidades de población como se muestra en la Tabla 19, el sector C cuenta con una densidad Media con población de un nivel socioeconómico medio-bajo y bajo.

(IMIP Mexicali, 2010)

Densidades de población	
Muy baja	0-20 hab/ha
Baja	21-41 hab/ha
Media	42-62 hab/ha
Alta	63-83 hab/ha
Muy alta	>84 hab/ha

Tabla 19. Rangos de densidades de población.

Fuente: Ramos, S., Prieto, F. & Cuellar, I.,(2004)

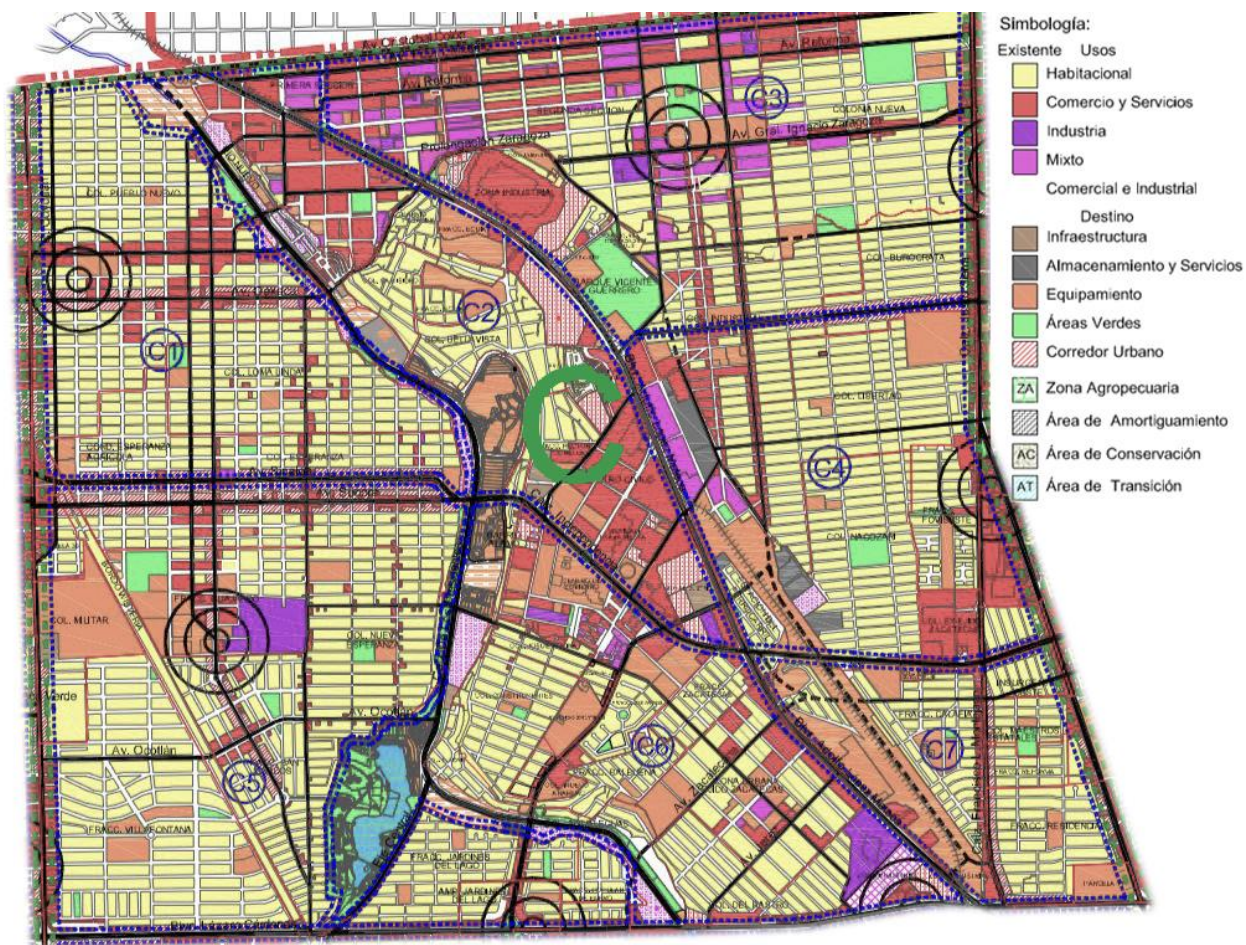


Ilustración 10. Delimitación, distritos y uso de suelo de Sector “C”.

Fuente: Ramos, S., Prieto, F. & Cuellar, I.,(2004)

En el sector “D”, también ubicado en la zona Norte de la ciudad, se detectaron 12 predios. Este consta de tres distritos, y se compone principalmente por el uso habitacional de tipo popular, medio y residencial; seguido de equipamientos, comercios y servicios en abundancia. Al igual que el sector “C” tiene una densidad de población media de 42 a 62 hab/ha. El sector es una zona de interés para el proyecto ya que es donde mayormente se concentra el PCU U1, y por su compatibilidad con el uso habitacional. (IMIP Mexicali, 2010).

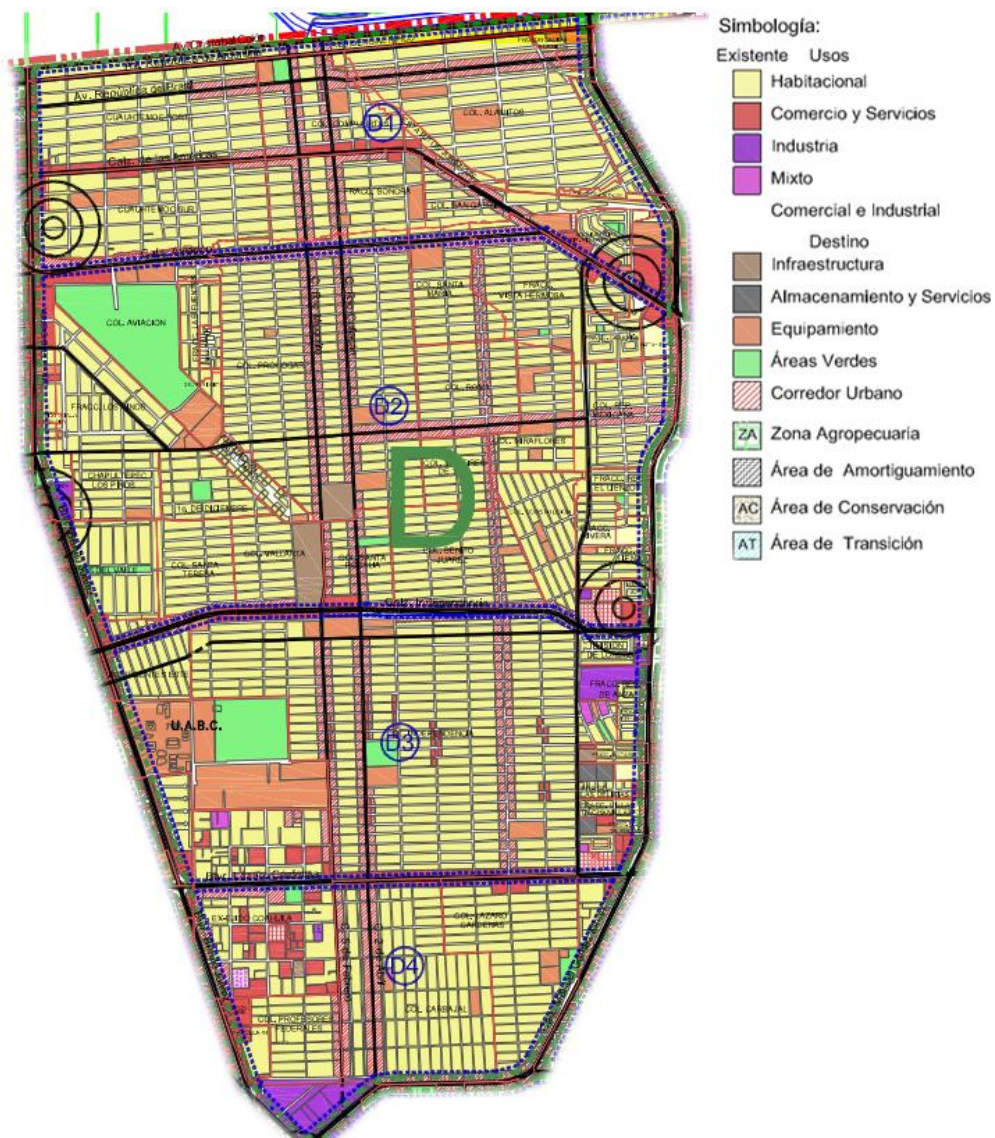


Ilustración 11. Delimitación, distritos y uso de suelo de Sector “D”.

Fuente: PDUCP de Mexicali 2025.

Por último, en el sector “E” que está subdividido en 4 Distritos, se encontraron 8 predios. Esta zona se encuentra hacia el Noreste de la ciudad, y cuenta con usos habitacionales de tipo popular, y residencial de nivel alto, razón por la que se presenta en general una densidad Muy Baja con un rango de 0 a 20 hab/ha, ya que los residenciales ofrecen lotes habitacionales más grandes dirigidos a una población con un poder adquisitivo alto. No obstante, esta zona es atractiva para el proyecto debido a que también predomina el uso industrial sobre avenidas principales, con lo que se pretenden generar oportunidades de empleo para los habitantes del conjunto a proponer. (IMIP Mexicali, 2010).

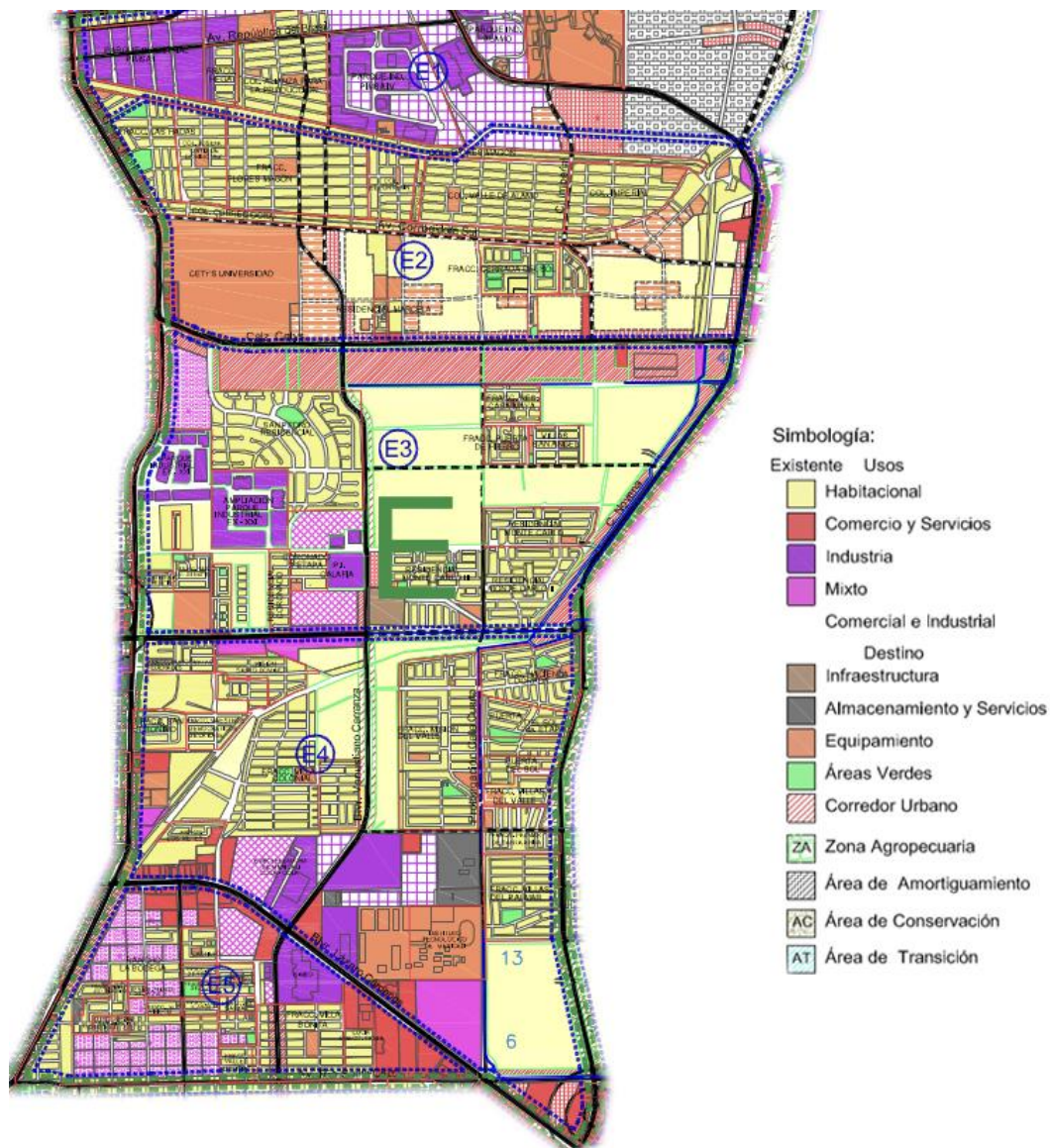


Ilustración 12. Delimitación, distritos y uso de suelo de Sector “E”.

Fuente: PDUCP de Mexicali 2025.

Una vez identificados los predios, se desarrolló una comparación preliminar, como se indica en la Tabla 20, en la que se señalan sus características principales como: ubicación, perímetro, superficie, forma, orientación, presencia de vegetación o edificaciones existentes, y compatibilidad con el uso de suelo habitacional. De este modo es posible señalar las posibles ventajas que puede presentar cada terreno.

COMPARACIÓN PRELIMINAR DE PREDIOS												
Predio	Ubicación	Perímetro (m)	Superficie (ha)	Forma	Orientación longitudinal	Vegetación	Edificación existente	Uso de suelo	Sector	Distrito	Compatibilidad del distrito con uso habitacional	
											Popular unifamiliar	Popular multifamiliar
Predio 1	Río Mocerito-Monclova	316.98	0.51	Rectangular	Este-Oeste	No	No	Equipamiento	D	D3		
Predio 2	Macrísty de Hermosillo-García González	385.4	0.93	Cuadrangular	Oeste	Sí	Sí	Servicios y almacenamiento	D	D3		
Predio 3	Independencia, entre Calz. Macrísty de Hermosillo y Calz. Manuel Gómez Morín	673.19	2.78	Rectangular	Sur	No	No	Comercio y servicios C	D	D2		
Predio 4	Adolfo López Mateos- Lázaro Cárdenas	762.64	2.72	Irregular	Noreste	Sí	No	Comercio y servicios C	C	C6		
Predio 5	López Quezada-Río Acafoneta Sur	230.25	0.45	Rectangular	Sur	Sí	No	Equipamiento	D	D3		
Predio 6	Manuel Gómez Morín	500.83	1.35	Irregular	Norte-Sur	Sí	Sí	Mixto	E	E4		
Predio 7	Bv. Benito Juárez-Gral. Venustiano Carranza	259.59	0.39	Irregular	Norte-Sur	Sí	No	Industria	D	D2		
Predio 8	Calzada de los Presidentes	1,245.58	5.81	Irregular-triangular	Oeste-este	No	No	Habitacional	C	C6		

Predio 14	Plateros, entre Calle J e I	442.71	0.72	Irregular	Sur-Norte	Sí	No	Áreas verdes	C	C3		
Predio 15	Adolfo López Mateos-Calz. Anáhuac	1,038.23	6.73	Cuadrangular	Este-Oeste	No	Sí	Infraestructura	C	C2		
Predio 16	Entre Gustavo Carmendia y Gral. Lucio Blanco	258.19	0.36	Rectangular	Norte-Sur	No	No	Habitacional	D	D2		
Predio 17	Calz. Macrísty de Hermosillo- Art. 123	514.78	1.41	Rectangular	Norte-Sur	No	No	Comercio y servicios C	D	D2		
Predio 18	Venustiano Carranza-Entre Independencia y Eucalipto	1,233.24	8.35	Rectangular	Norte-Sur	Sí	Sí	Comercial e industrial	E	E3		
Predio 19	Calz. Manuel Gómez Morín- De los magistrados	1,317.29	9.59	Rectangular	Norte-Sur	Sí	Sí	Habitacional	E	E4		
Predio 20	Villa Colonial- Calle Paseo de las Californias	1,009.85	3.87	Triangular	Este-Oeste	Sí	Sí	Habitacional Consolidación	E	E4		
Predio 21	Lázaro Cárdenas- Macrísty de Hermosillo	635.78	2.28	Rectangular	Norte-Sur	No	Sí	Comercio y servicios Consolidación	D	D3		
Predio 22	Calz. Manuel Gómez Morín- García Gonzalez	347.11	0.76	Cuadrangular	Este-Oeste	Sí	Sí	Habitacional	D	D3		
Predio 23												
Predio 24	Calz. Macrísty de Hermosillo-Entre De la Mangana y Plan de Acatampa	484.15	1.38	Irregular-Rectangular	Noreste-Suroeste	Sí	Sí	Habitacional Consolidación	D	D2		
Predio 25	Independencia- Calz. Manuel Gómez Morín	1,029.78	6.6	Irregular-Rectangular	Noreste-Suroeste	No	No	Habitacional Consolidación	E	E3		
Predio 26	Independencia- Entre Calz. Manuel Gómez Morín y Real del sol	757.39	2.42	Irregular	Este-Oeste	Sí	No	Habitacional Consolidación	E	E3		
	Francisco I											
Predio 9	Progreso-Coahuila	442.41	1.22	Cuadrangular	N-S-E-O	Sí	No	Habitacional	C	C5		
Predio 10	Cristobal Garcilazo-Dr. Gastón Salazar	272.71	0.48	Irregular-triangular	N-S-E-O	No	No	Áreas verdes	C	C3		
Predio 11	M. Castellanos- Cristobal Garcilazo	314.72	0.55	Irregular-Rectangular	Noroeste-Sureste	No	No	Áreas verdes	C	C3		
Predio 12	Paseo José María Ramírez	551	1.72	Irregular-Cuadrangular	Noroeste-Sureste	No	Sí	Comercio y servicios C	C	C3		
Predio 13	Adolfo López Mateos- Paseo José María Ramírez	825.06	2.86	Irregular	Oeste-Este	Sí	No	Comercio y servicios C	C	C3		

Predio 30	Entre Independencia y Calz. Anáhuac	513.41	1.45	Irregular-Rectangular	Este-Oeste	No	No	Comercio y Servicios	C	C2		
Predio 31	Calz. Macristy de Hermosillo-Entre Ignacio Allende y Leona Vicario	744.46	1.75	Rectangular	Este-Oeste	No	No	Habitacional	D	D2		
Predio 32	Manuel Gómez Morín-Ave. Pdte. Herrera	657.12	1.72	Irregular-triangular	Sureste	Sí	Sí	Habitacional	D	D3		

SIMBOLOGÍA	
	Uso condicionado: Es aquel que desarrolla funciones complementarias en una zona, requiriendo para su aprobación de un estudio detallado que muestre que no causará impactos negativos al entorno, del cual se deberán realizar estudios de impacto vial e impacto ambiental.
	Uso compatible: Se clasifica así a los usos que desarrollan funciones complementarias en determinado distrito y sector, encontrándose su localización igualmente permitida en dicha zona.
	Uso incompatible: Se clasifica así a los usos de suelo que no podrán establecerse en determinado sector y distrito, por no representar beneficio o complemento para los mismos.

Tabla 20. Comparación preliminar de Predios.

Fuente: Elaboración propia, con base en datos de Google Earth y PDUCP de Mexicali 2025.

4.3.2. Análisis de predios

Al contar con los predios determinados, con el fin de detectar cuáles se encuentran en una mejor ubicación para el proyecto, estos fueron analizados y comparados a través de un Sistema de Información Geográfica (SIG), cuya función es la interrelación de variables y datos de la ciudad con la ubicación de los predios.

Debido a que el objetivo principal del presente proyecto es la obtención de la certificación del sistema de evaluación LEED ND y obtener el financiamiento por parte del subsidio proporcionado por CONAVI, se presenta a continuación la tabla, en la cual se señalan los prerrequisitos impuestos por cada sistema relacionados con la ubicación del predio.

Cabe mencionar, que los prerrequisitos son considerados como lineamientos obligatorios impuestos por LEED ND o CONAVI, que, aunque no brindan ninguna puntuación, deben ser implementados para que el proyecto pueda ser considerado y evaluado en cada sistema.

CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL SITIO					
INST/ORG	CATEGORÍA	CLAVE	Pre-requisitos	Descripción	Ruta para su cumplimiento
CONAVI	Ubicación	C-U1P	Fuera de zonas de riesgo	Zonas de afectación o peligros geológicos, hidrometeorológico, químico, sanitario, o socio-organizativo.	
		C-U2P	Dentro de áreas autorizadas en los planes de desarrollo urbano.	Compatibilidad del sitio hacia los predios vecinos para el uso habitacional.	
		C-U3P	Dentro de Perímetros de Contención	Ubicar el proyecto dentro de cualquiera de los tres contornos: U1, U2, U3.	
		C-U4P	Servicios de luz, agua, drenaje o equivalente.	Ubicar el proyecto en un sitio que cuente con infraestructura de luz, agua y drenaje existente.	

INST/ORG	CATEGORÍA	CLAVE	Pre-requisitos	Descripción	Ruta para su cumplimiento
LEED	Ubicación Inteligente y Vinculación	L-UV1P	Ubicación Inteligente	Ubicar el proyecto en un sitio que cuente con infraestructura de agua y drenaje existente.	Opción 1. Ubicar el proyecto en un Infill site Opción 2. Ubicar el proyecto en un sitio Adjacente con conectividad. Opción 3. Ubicar el proyecto en un sitio servido por tránsito.
		L-UV2P	Conservación de especies en peligro y comunidades ecológicas.	Evitar el daño de especies en peligro o comunidades ecológicas.	Opción 1. Ubicar el sitio sin especies en peligro. Opción 2. Ubicar el sitio que cuente con especies en peligro y crear un plan de conservación del hábitat.
		L-UV3P	Conservación de humedales y cuerpos de agua.	Ubicar el proyecto fuera o al menos a 15 metros de humedales y 30 metros de cuerpos de agua.	Opción 1. Ubicar el proyecto fuera de humedales y cuerpos de agua. Opción 2. Desarrollar plan de manejo de agua pluvial y amortiguadores alrededor del sitio.
		L-UV4P	Preservación de tierras agrícolas	Ubicar el proyecto en un sitio que no sea considerado como zona de preservación agrícola.	Opción 1. Ubicar el proyecto en un Infill site. Opción 2. Ubicar el proyecto en un sitio servido por tránsito. Opción 3. Obtener programa de protección de tierras agrícolas. Opción 4. Ubicar la huella de desarrollo de modo que no perturbe las tierras agrícolas principales. Opción 5. Mitigar la pérdida de tierras agrícolas.
		L-UV5P	Fuera de zonas inundables	Ubicar el proyecto fuera de zonas inundables.	Opción 1. Ubicar el proyecto fuera de zonas inundables. Opción 2. Ubicar el proyecto en un infill site en una zona inundable y diseñar el conjunto de acuerdo al Estándar de la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles 24-05 (ASCE

Tabla 21. Criterios de selección del sitio.

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos de CONAVI y USGBC.

A continuación, se determinará el modo de selección de los predios con base en el cumplimiento de cada prerequisite. El orden implementado para el descarte fue de lo general a lo particular aplicado para este proyecto en específico.

Primeramente, se localizaron los humedales y cuerpos de agua en la región, y como se observa en la Ilustración 13, la mancha urbana, en la cual se encuentran los predios seleccionados, se encuentra fuera de tales elementos, lo que indica la totalidad de predios cumplen con el prerequisite L-UV3P (Ver Tabla 21).

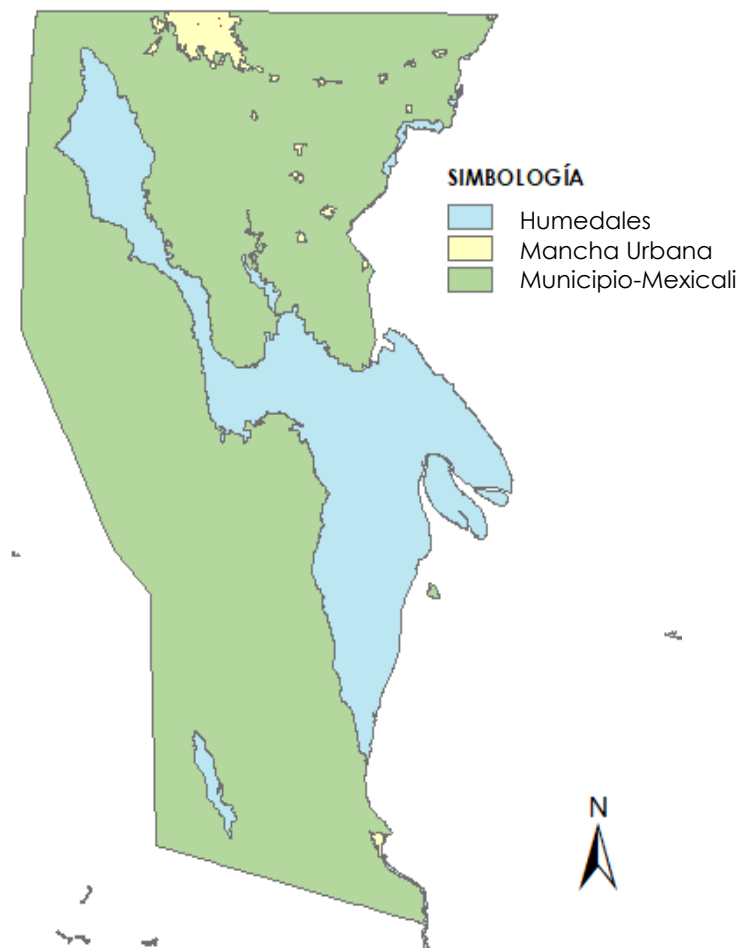


Ilustración 13. Humedales y Cuerpos de agua en el municipio de Mexicali.

Fuente: Elaboración propia basado en datos de INEGI.(2018)

En segundo lugar, dado que uno de los principales propósitos del proyecto es evitar situarlo en zonas fuera de la mancha urbana, se optó por continuar la selección por medio de los Perímetros de Contención Urbana de CONAVI, mismo que es considerado un prerequisite de C-U3P. Como se observa en la Ilustración 14, los 32 predios se encuentran dentro de los PCUs, específicamente en el U1 y U2. Por lo tanto, todos cumplen tanto con el prerequisite C-U3P, como L-UV1P y C-U4P, pues al encontrarse dentro de tales contornos indica que se cuenta con infraestructura existente y servicios básicos que son agua, luz y drenaje.

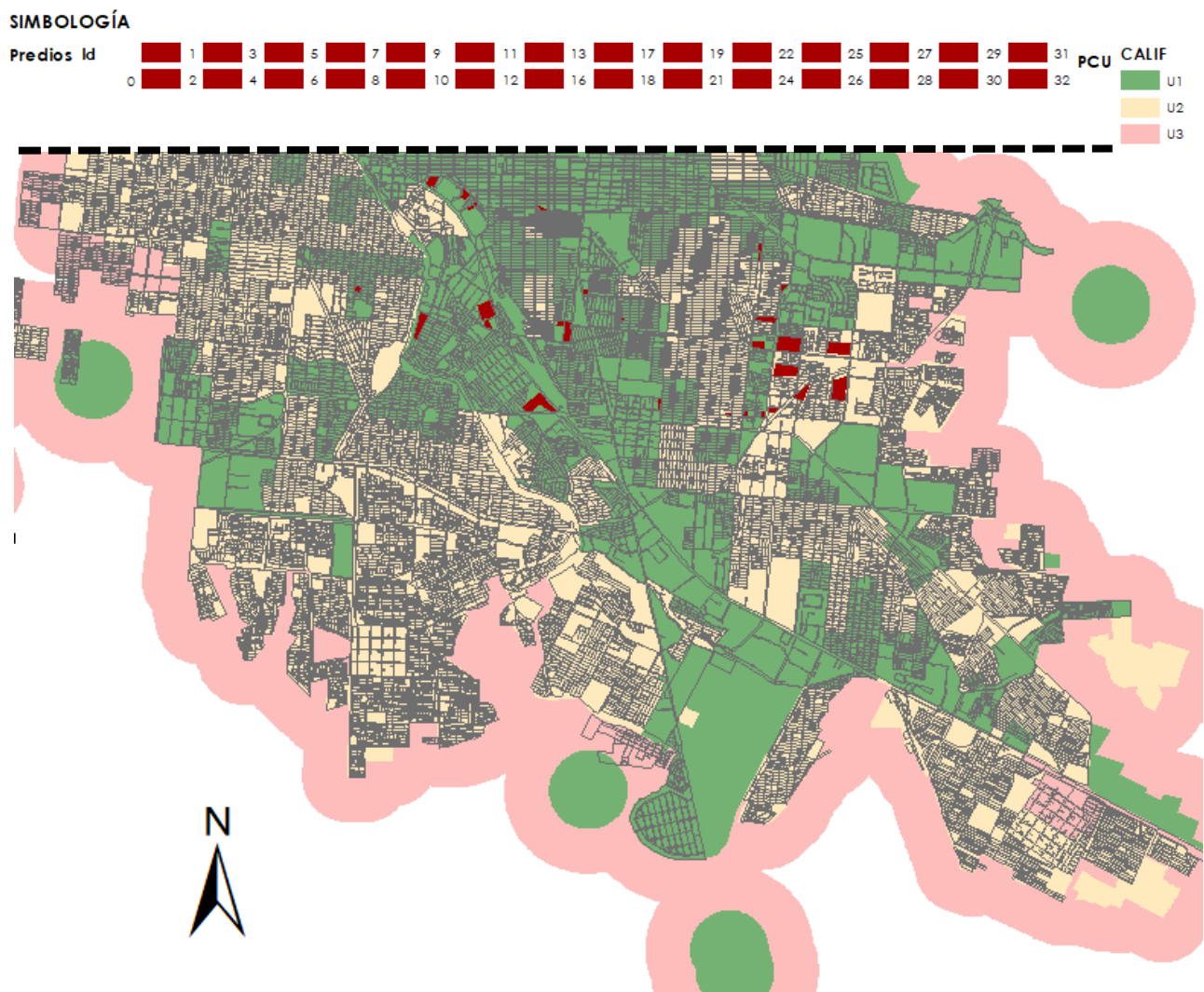


Ilustración 14. Ubicación de predios con respecto a los Perímetros de Contención Urbana.

Fuente: Elaboración propia basado en datos de CONAVI. (2019)

Ahora bien, para descartar los predios que se encuentran dentro de zonas de riesgo que incluyen los prerequisites C-U1P y L-UV5P se utilizó como base La Evaluación De Peligros Múltiples En El Territorio: La Ciudad De Mexicali, México, desarrollada en el año 2017, estudio en donde se relacionan los distintos peligros que inciden en la ciudad y pueden actuar sinérgicamente para afectar a la población, los recursos y el ambiente. (Ley, J., et al, 2017) De acuerdo a dicho estudio, los peligros de mayor relevancia en la ciudad se dividen en 5 categorías: Geológico, hidro-meteorológico, químico, sanitario, y socio-organizativo, representados en la siguiente tabla:

TIPO	AGENTE
Geológico	Sismo
	Inestabilidad de laderas
	Agrietamiento
	Hundimiento
	Licuefacción
Hidro-meteorológico	Lluvia intensa
	Inundación
	Viento fuerte
	Frio extremo
	Calor extremo
Químico	Incendio
	Explosión
	Fuga o derrame de químicos
Sanitario	Epidemia
	Contaminación del aire
	Contaminación del agua
Socio-organizativo	Accidente aéreo
	Accidente ferroviario
	Disturbio social
	Accidente de tránsito

Tabla 22. Resumen de matriz de asociación de peligros en Mexicali.

Fuente: Elaboración propia, con base en datos de La Evaluación De Peligros Múltiples En El Territorio: La Ciudad De Mexicali, México (2017)

En tal estudio se desarrolló una zonificación en la ciudad de Mexicali y “se identificó el vector de peligrosidad o la cadena de sucesión de peligros que puede derivarse de él.” (Ley, J., et al, 2017) esto con base en una clasificación de intensidad de peligro y la asociación entre las cinco categorías ya mencionadas.

Como se muestra en la Ilustración 15, el único predio que se encuentra en una zona de peligrosidad conjunta de alto nivel es el número 8, por lo que se elimina de la selección, mientras que el resto de los predios cumplen con los prerequisites C-U1P y L-UV5P.

SIMBOLOGÍA

Pedios Id	1	3	5	7	9	11	13	17	19	22	25	27	29	31
0	2	4	6	8	10	12	16	18	21	24	26	28	30	32

Peligrosidad conjunta

4 a 8
8 a 10
10 a 11
11 a 13
13 a 16

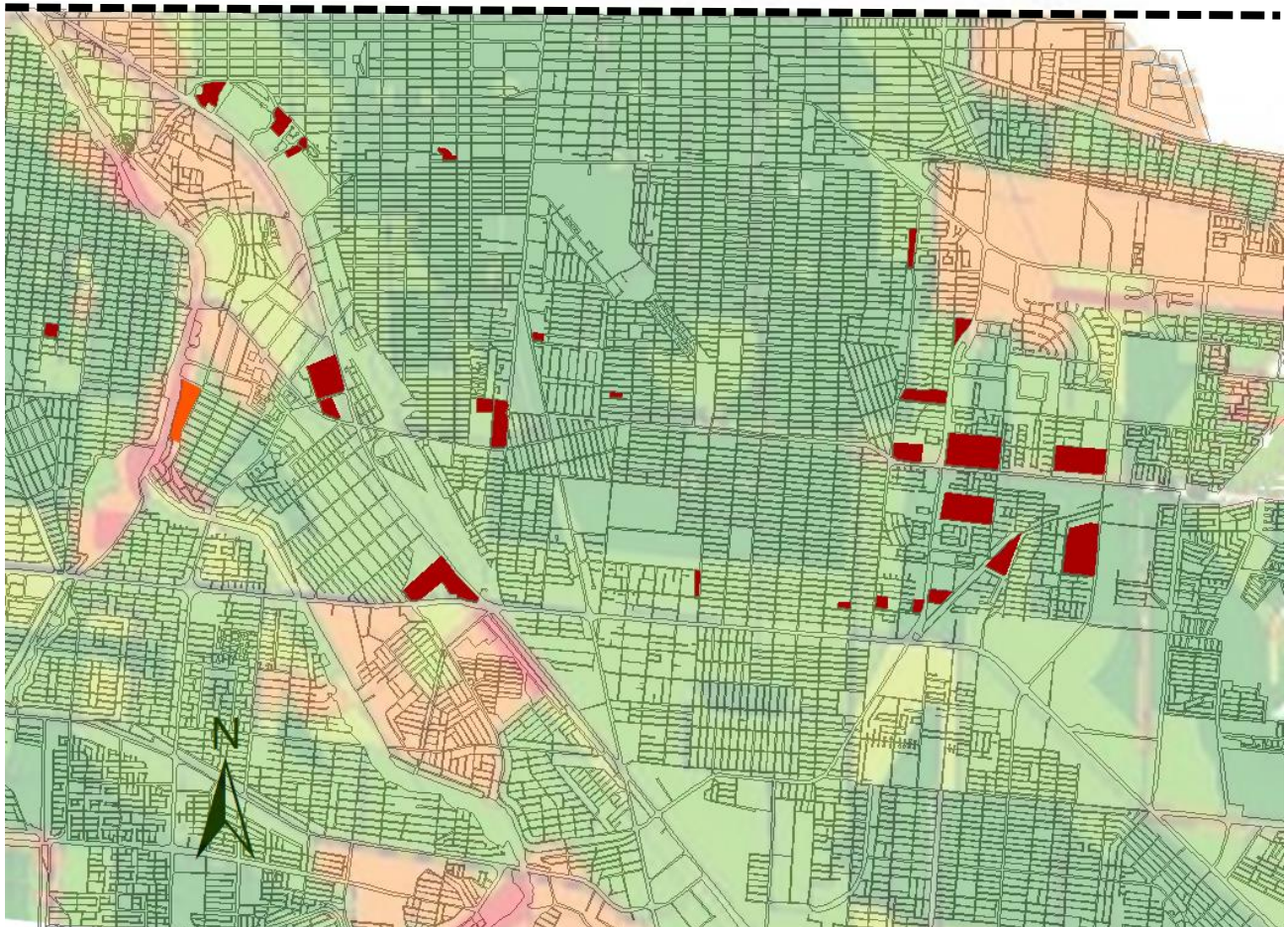


Ilustración 15. Selección de predios con base en zonificación de peligrosidad conjunta en la ciudad de Mexicali.

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos de Ley J., et al. (2018).

En cuanto a los prerrequisitos L-UV1P y L-UV1P, como se observa en la Tabla 21, de acuerdo al *Reference Guide for Neighborhood Development* (Guía de Referencia de Desarrollo Urbano), ambos cuentan con la opción de cumplimiento de ubicar el proyecto en un *sitio consolidado*, el cual se define como un sitio que cumpla con una de las siguientes opciones:

- a. *Al menos el 75% de sus parcelas colindantes deben estar al menos 50% previamente desarrolladas, es decir, que cuenten con pavimentación y/o construcción previa; y que en conjunto son al menos el 75% desarrolladas previamente.*
- b. *El sitio, en combinación con las parcelas colindantes, forma un conjunto cuyo límite está definido en un 75% por parcelas que individualmente se han desarrollado al menos un 50% previamente, y que en conjunto se han desarrollado al menos un 75% previamente.*
- c. *Al menos el 75% de la superficie terrestre, se encuentra previamente a media milla (800 metros) del límite del proyecto.*
- d. *Los terrenos dentro de 1/2 milla (800 metros) del límite del proyecto tienen una conectividad de al menos 140 intersecciones por milla cuadrada (54 intersecciones por kilómetro cuadrado)*

(Reference Guide for Neighborhood Development, 2017)

En este caso se eligió la ruta *d*, para determinar qué predios son considerados sitio consolidado. Como se muestra en la Ilustración 16, se simuló un radio de 800 metros alrededor de cada predio para visualizar la cantidad de intersecciones existentes entre las vialidades que los rodean. Como resultado se obtuvo que los 31 predios restantes cuentan con el mínimo requerido de 54 intersecciones por kilómetro cuadrado, lo cual indica que todos son sitios consolidados, por lo tanto, cumplen con los créditos L-UV1P y L-UV4P.



Ilustración 16. Número de intersecciones de los predios en un radio de 800 metros.

Fuente: Elaboración propia con base a datos obtenidos de INEGI (2018)

Por último, el prerequisite L-UV2P se cumple al consultar y/o al llevar a cabo estudios biológicos necesarios que determinen que no se han encontrado tales especies en peligro o comunidades ecológicas en el sitio (USGBC, 2017), no obstante, tales estudios se deben realizar una vez seleccionado el predio de manera presencial, dado que este trabajo se trata de un proyecto conceptual el prerequisite será omitido.

En resumen, todos los predios seleccionados, a excepción del número 8 que se encontraba en una zona de riesgo, cumplen con los prerequisites tanto de LEED ND como del subsidio CONAVI.

4.3.3 Selección de predio

No obstante, para elegir el sitio en el que se llevará a cabo el proyecto, el análisis de predios se continuó con base en los créditos y lineamientos de ambos sistemas de evaluación que se refieren a la ubicación y que otorgan el mayor puntaje, tal como se muestra en la Tabla 23.

CRITERIOS DE SELECCIÓN DE SITIO PARTE II					
SISTEMA	CATEGORÍA	CLAVE	CRÉDITO	ruta de cumplimiento	PUNTAJE
Subsidio CONAVI	UBICACIÓN	C-U1C	U1		350
			U2		300
			U3		200
	EQUIPAMIENTOS Y SERVICIOS	C-ES1C	Centro de salud	0 a 1,500m	60
				1, 500 a 2,500m	150- (distancia/16.6 6)
		C-ES2C	Guardería	0 a 700m	40
				700 a 1,000m	133.33- (distancia/7.5)
		C-ES3C	Jardín de niños	0 a 700m	60
				700 a 1,000m	200- (distancia/5)
		C-ES4C	Escuela Primaria	0 a 1,000m	60
				1,000 a 2,000m	120- (distancia/16.6 6)
		C-ES5C	Escuela Secundaria	0 a 2,000m	40
				2,000 a 3,000m	120- (distancia/25)
		C-ES6C	Tienda de abasto existente hasta 700m o mercado construido a menos de 2km		10
		C-ES7C	Infraestructura de acceso a banda ancha cableada o inalámbrica		10
		C-ES8C	Transporte público		
			Paraderos de transporte a una distancia de hasta 300m, y más de una ruta en un radio de 300m.		20

SISTEMA	CATEGORÍA	CLAVE	CRÉDITO	RUTA DE CUMPLIMIENTO	PUNTAJE
LEED ND	UBICACIÓN INTELIGENTE Y VINCULACIÓN	L-UV1C	Localizar el sitio en:	En un sitio previamente desarrollado que no es un sitio adyacente o infill site.	1
				En un sitio adyacente que además es un sitio previamente desarrollado.	2
				En un infill site que no es un sitio previamente desarrollado.	3
				En un infill site que además es un sitio previamente desarrollado.	5
		L-UV2C	Localizar el proyecto en un sitio con conectividad existente en un radio de 800m:	78-96 Intersecciones por km2	1
				97-115 Intersecciones por km3	2
				116-134 Intersecciones por km4	3
				135-53 Intersecciones por km6	4
				>154 Intersecciones por km7	5
		L-UV3C	Sitios previamente contaminados	Opción 1. Seleccionar un sitio previamente contaminado y elaborar plan de remediación	1
				Opción 2. Ubicar el proyecto en una zona de alta prioridad. (Zona de empoderamiento federal, comunidades de empresas o renovación federal, Fondo de Instituciones financieras de Desarrollo Comunitario del Tesoro Fondo de la Comunidad de Bajos Ingresos Calificada)	2
		L-UV4C	Acceso a transporte de calidad	Al menos 50% de las unidades de vivienda deben estar a 400 metros de una parada de autobús. El autobús debe cumplir además con los siguientes viajes mínimos:	
				60 Entre semana 40 Fin de semana	1
				76 Entre semana 50 Fin de semana	2
				100 Entre semana 65 Fin de semana	3
				132 Entre semana 85 Fin de semana	4
				180 Entre semana 130 Fin de semana	5
				246 Entre semana 150 Fin de semana	6
				320 Entre semana 200 Fin de semana	7

LEED ND	UBICACIÓN INTELIGENTE Y VINCULACIÓN	L-UV5C	Proximidad a vivienda y empleos	Opción 2. Destinar 30% del área construida del proyecto para uso residencial y ubicar el proyecto en un sitio que en un radio de 800m cuente con la misma cantidad de empleos que de unidades de vivienda (del 30%)	2
				Opción 2. Destinar 30% del área construida del proyecto para uso no residencial y ubicar el proyecto en un sitio que en un radio de 800m cuente con la misma cantidad de unidades de vivienda que de empleos dentro del proyecto (del 30%)	1

Tabla 23. Criterios de Selección de predios Parte II.

Fuente: Elaboración Propia con base en datos de CONAVI (2017) y USGBC (2017)

Dentro del crédito C-U1C, CONAVI le otorga la mayor puntuación al proyecto al ser situado dentro del contorno U1, así como LEED ND que le da prioridad a aquellos sitios que son intraurbanos y previamente desarrollados o próximos a ellos, por lo tanto, se pretenden descartar aquellos predios que no se encuentran en zonas urbanas 100% consolidadas.

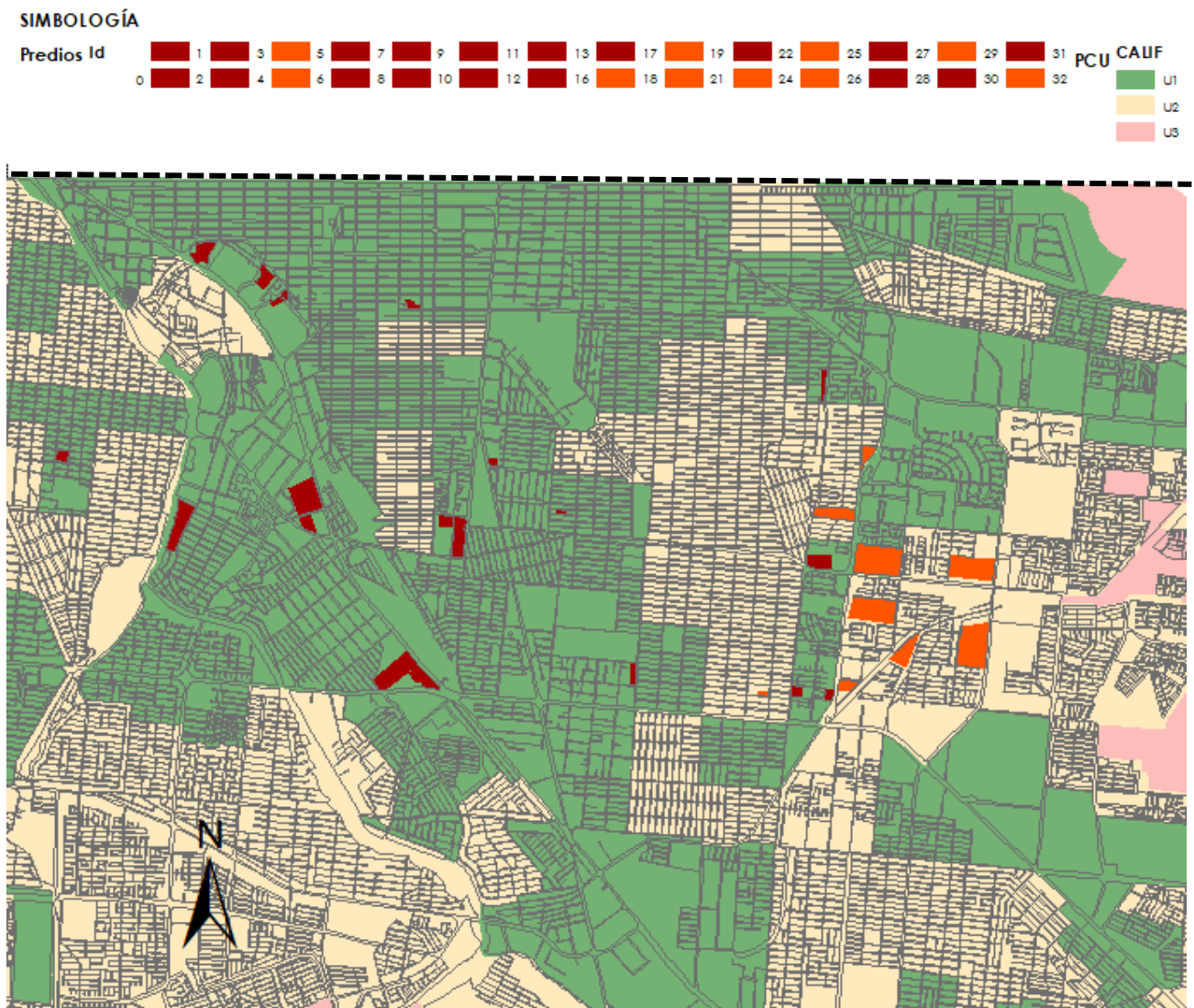


Ilustración 17. Selección de predios con base en Perímetros de Contención Urbana.

Fuente: Elaboración propia basado en datos de CONAVI.(2019)

Como se observa en la Ilustración 17, los predios 5, 6, 18, 19, 20, 24, 25, 26, 27 y 32; se encuentran dentro del U2. A pesar de que se encuentran inmediatos al U1, la zonificación del U2 representa el contorno que aún está en proceso de consolidación, por lo que los predios señalados en color anaranjado se consideran descartados para la selección, mientras que aquellos en rojo cumplen con el mayor puntaje del crédito C-U1C.

Para continuar la selección, se optó por analizar la cantidad de equipamientos y servicios disponibles a una distancia caminable de cada sitio. Los equipamientos y servicios se eligieron con base en los créditos de CONAVI en los que se da una puntuación determinada dependiendo de la proximidad que se tenga a centros médicos, centros de educación básica, y guarderías, y tiendas de abasto existentes, tal como se muestra en la Tabla 23.

Dichos datos fueron obtenidos del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE). Cabe mencionar, que lo referente a centros médicos, centros de educación y guarderías, se tomó en cuenta solamente lo perteneciente al sector público, ya que el proyecto es destinado a un sector socioeconómico bajo. En cuanto a las tiendas de abastecimiento se consideraron los establecimientos de comercio al por menor y al por mayor de abarrotes y alimentos.

Dado que aún no se busca asignar alguna puntuación a los predios y este análisis preliminar es para tener una noción general del alcance y potencial de cada uno, con el fin de lograr eliminar los menos acertados, no se tomaron en cuenta las distancias específicas requeridas por los créditos en la Tabla 23, por lo que se eligió analizar la cercanía de los equipamientos a un radio de 1,000 metros.

Como se muestra en la Ilustración 18, en general, los 17 predios se encuentran rodeados de una gran variedad de servicios y equipamientos, por lo que se realizó una comparación (Ver Tabla 24) en la que se cuantificó la cantidad de edificios o espacios destinados a cada uso, y así, seleccionar los predios que cuenten ya sea con la totalidad requerida o con la mayoría.

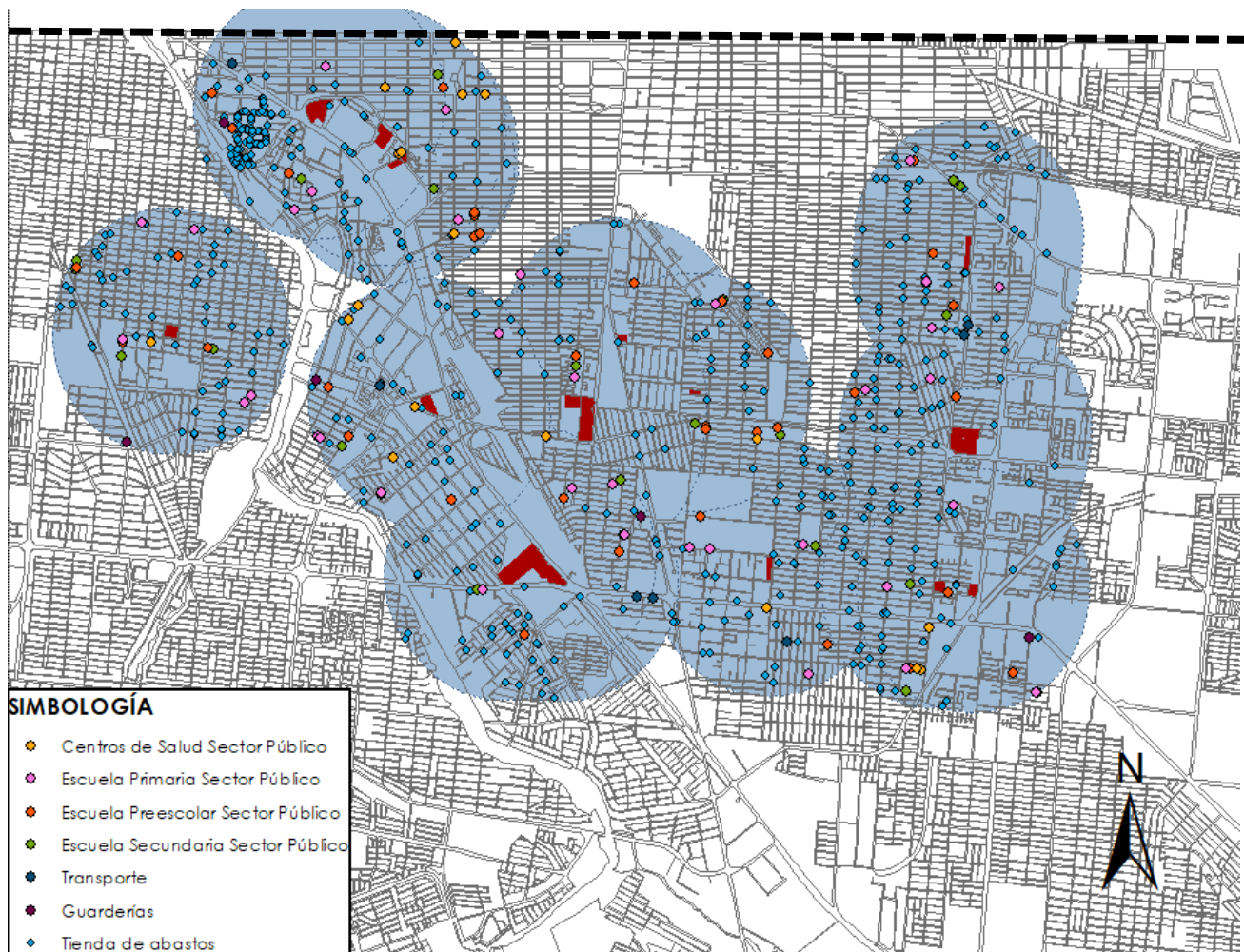


Ilustración 18. Selección de predios con base en Equipamientos y Servicios a un radio de 1,000 metros de distancia.

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos de DENUE.

COMPARACIÓN DE PREDIOS PARTE II								
PREDIOS	SERVICIOS Y EQUIPAMIENTOS							Pasa
	Centro de salud	Guardería	Escuela Preescolar	Escuela Primaria	Escuela Secundaria	Tienda de abastos	Paradas de transporte colectivo	
Pedio 1	2	0	2	3	2	>20	1	
Pedio 2	3	1	2	3	2	>20	0	
Pedio 3	0	0	2	4	0	>20	2	
Pedio 4	1	1	4	4	2	>20	2	
Pedio 7	1	0	4	3	3	>20	0	
Pedio 9	1	0	4	5	4	>20	0	
Pedio 10	7	0	6	3	3	>20	0	
Pedio 11	6	0	6	4	3	>20	0	
Pedio 12	7	0	4	5	3	>20	0	
Pedio 13	3	1	3	3	2	>20	1	
Pedio 16	1	0	7	1	4	>20	1	
Pedio 17	1	0	2	4	1	>20	2	
Pedio 22	3	1	3	5	2	>20	0	
Pedio 27	1	1	3	6	2	>20	0	
Pedio 28	1	1	4	4	2	>20	1	
Pedio 30	4	1	3	5	1	>20	1	
Pedio 31	0	0	3	4	3	>20	2	

	Pasa	No pasa
--	------	---------

Tabla 24. Selección de predios con base en Equipamientos y Servicios a un radio de 1,000 metros de distancia.

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos de DENUE.

Para esta selección, se pretende conservar solamente aquellos predios que cuenten con al menos un elemento de cada servicio o equipamiento. Sin embargo, como se observa en la Tabla 24, las categorías de las que más se carece en general son las de Guardería y Paradas de transporte colectivo. Como el transporte colectivo también es un elemento de relevancia para la puntuación de LEED ND, se consideró prioritario ante la cercanía a Guarderías, ya que este segundo es posible incluirlo dentro del proyecto como parte del uso no residencial.

Por lo tanto, los predios 2, 3, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 22, 27 y 31 se eliminan de la selección, lo cual deja siete predios que son: 1, 4, 13, 16, 17, 28 y 30.

Por último, se desarrolló una comparación final con los predios restantes que se muestra en la Tabla 25. Esta vez, el objetivo es asignar la puntuación determinada por cada sistema dependiendo de las condiciones y atributos con los que cuentan los sitios, de manera que sea posible seleccionar el predio con puntaje más alto tanto en CONAVI, como LEED ND.

CRITERIOS DE SELECCIÓN DE SITIO PARTE II										
SISTEMA	CATEGORÍA	CLAVE	CRÉDITO	PUNTAJE						
				PREDIO 1	PREDIO 4	PREDIO 13	PREDIO 16	PREDIO 17	PREDIO 28	PREDIO 30
Subsidio CONAVI	UBICACIÓN	C-U1C	U1							
			U2	350	350	350	350	350	350	350
			U3							
	EQUIPAMIENTO S Y SERVICIOS	C-ES1C	Centro de salud	60	60	60	60	37	60	60
		C-ES2C	Guardería	0	5	23	0	0	0	1
		C-ES3C	Jardín de niños	60	60	60	60	60	60	46.4
		C-ES4C	Escuela Primaria	60	60	60	60	60	60	60
		C-ES5C	Escuela Secundaria	40	40	40	40	40	40	40
		C-ES6C	Tienda de abasto existente hasta 700m o mercado construido a menos de 2km	10	10	10	10	10	10	10
		C-ES7C	Infraestructura de acceso a banda ancha cableada o inalámbrica	10	10	10	10	10	10	10
		<u>Transporte público</u>								
	C-ES8C	Paraderos de transporte a una distancia de hasta 300m, y más de una ruta en un radio de 300m.	0	20	0	0	0	0	0	
TOTAL				590	615	613	590	567	590	578

Tabla 25. Comparación de Predios con base en créditos CONAVI. (2017)

Fuente: Elaboración propia.

Como se indica en la Tabla 25, se detectaron siete predios que cuentan con un puntaje alto, sin embargo, el predio 4 (Ver en Ilustración 19) sobresale ante el resto debido a que es el único que cuenta con paradas de transporte público dentro de un radio de 300 metros de distancia.

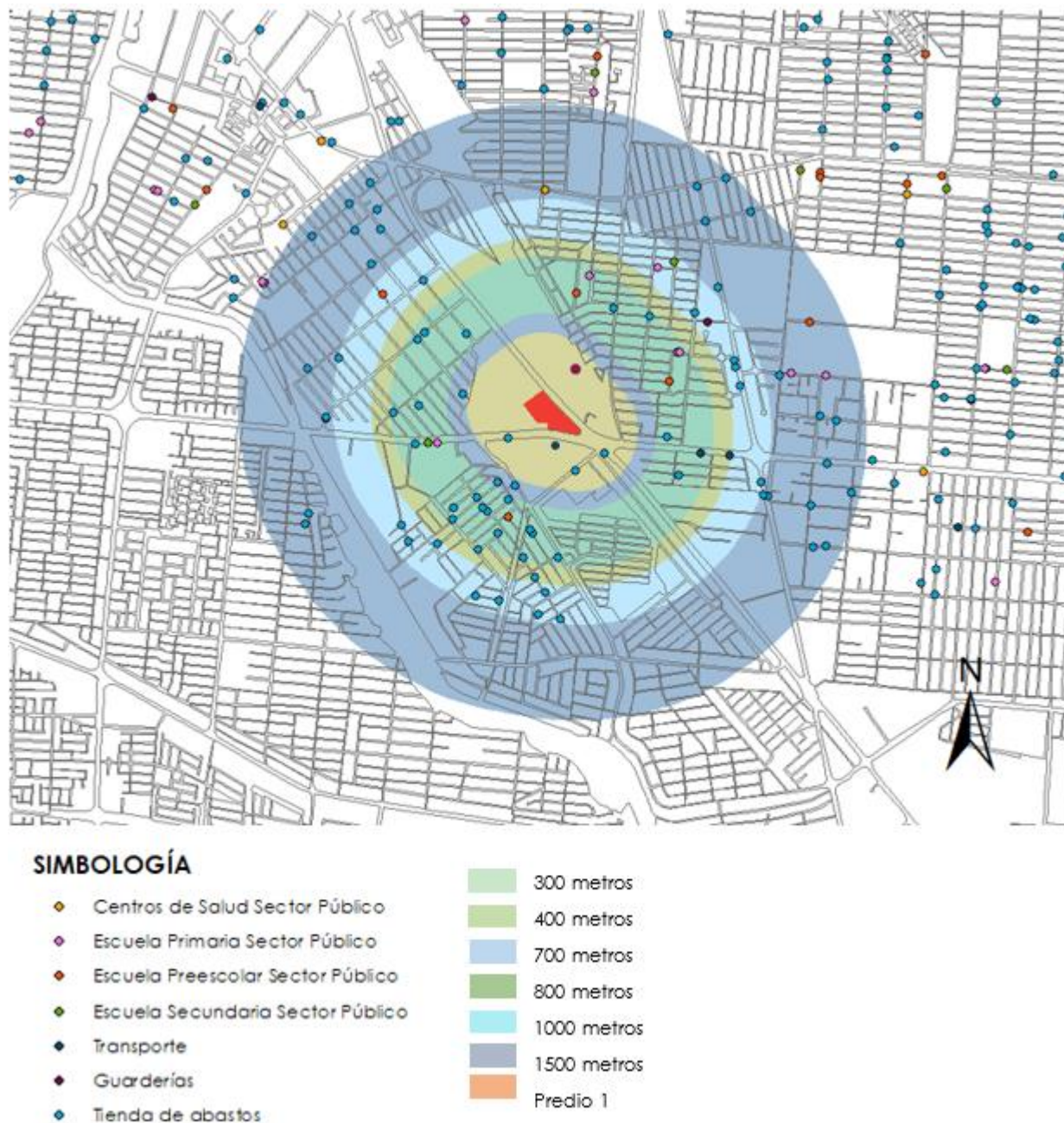


Ilustración 19. Proximidad de equipamientos y servicios al Predio 4.

Fuente: Elaboración propia.

Ahora bien, se muestra en la Tabla 26 la comparación de predios con respecto a los créditos de LEED ND.

CRITERIOS DE SELECCIÓN DE SITIO PARTE II										
SISTEMA	CATEGORÍA	CLAVE	CRÉDITO	PREDIO 1	PREDIO 4	PREDIO 13	PREDIO 16	PREDIO 17	PREDIO 28	PREDIO 30
LEED ND	UBICACIÓN INTELIGENTE Y VINCULACIÓN	L-UV1C	Localizar el sitio en:	3	3	3	3	3	3	3
		L-UV2C	Localizar el proyecto en un sitio con conectividad existente en un radio de 800m:	5	5	5	5	5	5	5
		L-UV3C	Sitios previamente contaminados	0	0	0	0	0	0	0
		L-UV4C	Acceso a transporte de calidad	0	0	0	0	0	0	0
		L-UV5C	Proximidad a vivienda y empleos	1	1	1	1	1	1	1
		TOTAL			9	9	9	9	9	9

Tabla 26. Comparación de Predios con base en créditos LEED ND.

Fuente: Elaboración propia. Con base de datos USGBC (2017)

Como se observa, al tratarse de predios que ya han sido determinados como sitio consolidado todos cuentan con el mismo tipo de características que son: estar situados en zonas previamente desarrolladas; gran abundancia de conectividad por las intersecciones en su entorno; además de contar con oportunidades de empleo debido a la alta densidad de usos mixtos que les rodean.

Sin embargo, también tienen en común la carencia de acceso a transporte de calidad ya que de acuerdo de los lineamientos de LEED esta distancia debe ser medida de manera caminable y no por radio, a diferencia de CONAVI, por lo que ningún predio dio con tal objetivo.

Por consiguiente, al tener en la comparación de LEED ND un puntaje igualitario, y en el caso de CONAVI sólo un predio sobre saliente, finalmente se eligió el predio 4 para el desarrollo del proyecto conceptual de un conjunto de vivienda de interés social con certificación LEED.

4.4 Análisis del sitio

Visto que el Predio 4 fue seleccionado para el desarrollo del proyecto, se llevó a cabo un análisis general del sitio en el que se estudian temas como: ubicación, vialidades, superficie, orientación, uso de suelo, infraestructura urbana, servicios básicos, asoleamiento y vientos dominantes; mismos que se discutirán a continuación.

Ubicación

De acuerdo al PDUCP de Mexicali 2025, el terreno se sitúa dentro del sector C, distrito C6, con un uso de suelo destinado a Comercio y Servicios a corto plazo, sin embargo, se indica que, según los predios vecinos, éste es compatible con el uso habitacional tanto popular unifamiliar como popular multifamiliar. (Ver Tabla 20).

Como se muestra en la Ilustración 20, el predio se localiza en el centro de la ciudad de Mexicali delimitado por el cruce de dos vialidades principales que son el Boulevard Adolfo López Mateos y Boulevard Lázaro Cárdenas, las cuales atraviesan por completo la ciudad de noroeste a sureste y de oeste a sureste.

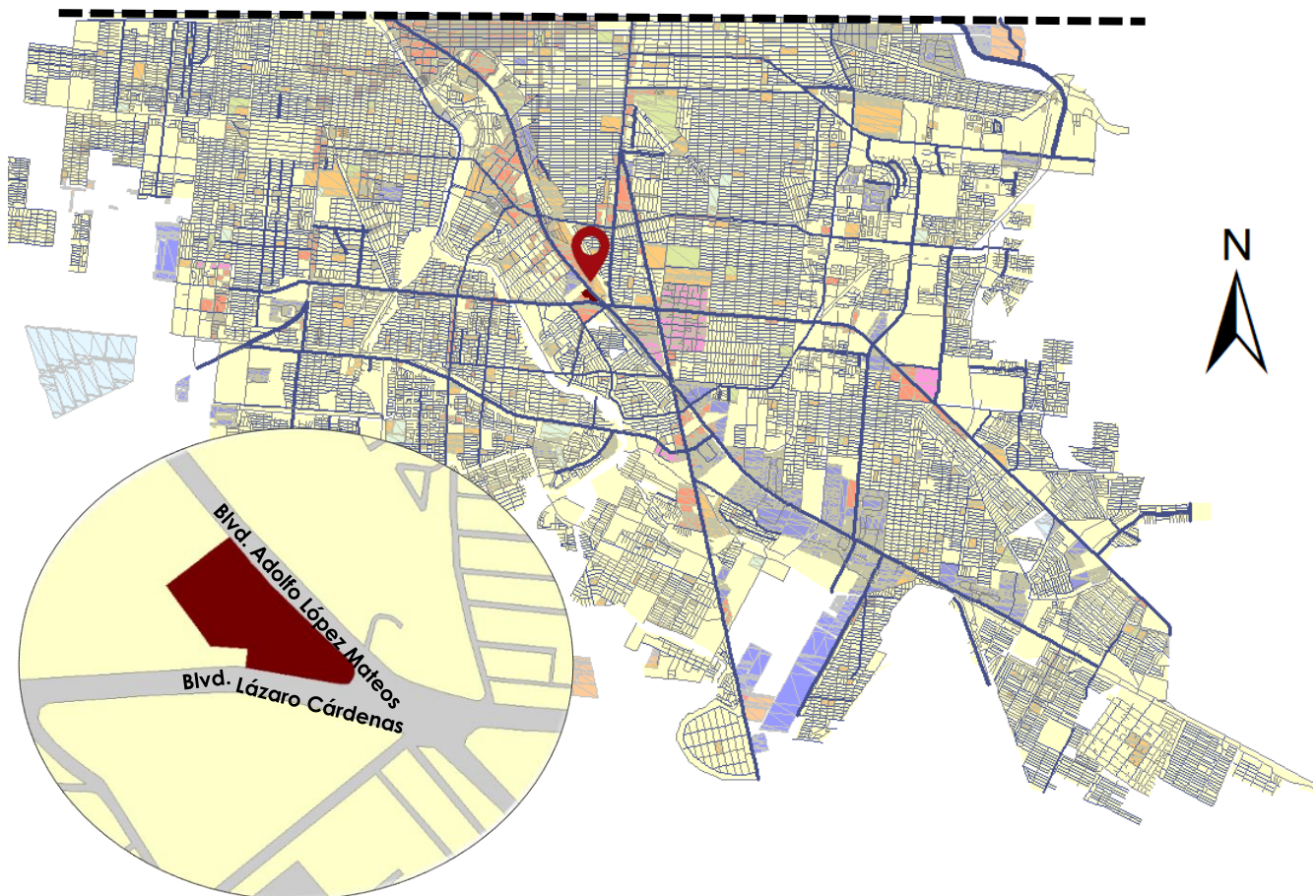


Ilustración 20. Localización y vialidades principales de Predio 4.

Fuente: Elaboración propia.

Características generales

El sitio consta de 2.72 hectáreas que componen una forma irregular con un perímetro de 762.64 metros lineales.

Tiene una topografía regular, sin elevaciones significativas, lo cual facilita el desarrollo del proyecto ya que no presenta un terreno accidentado. De igual forma, aunque cuenta con vegetación existente, esta es muy escasa y se encuentra en un área en la cual puede ser aprovechada para espacios abiertos y áreas verdes.

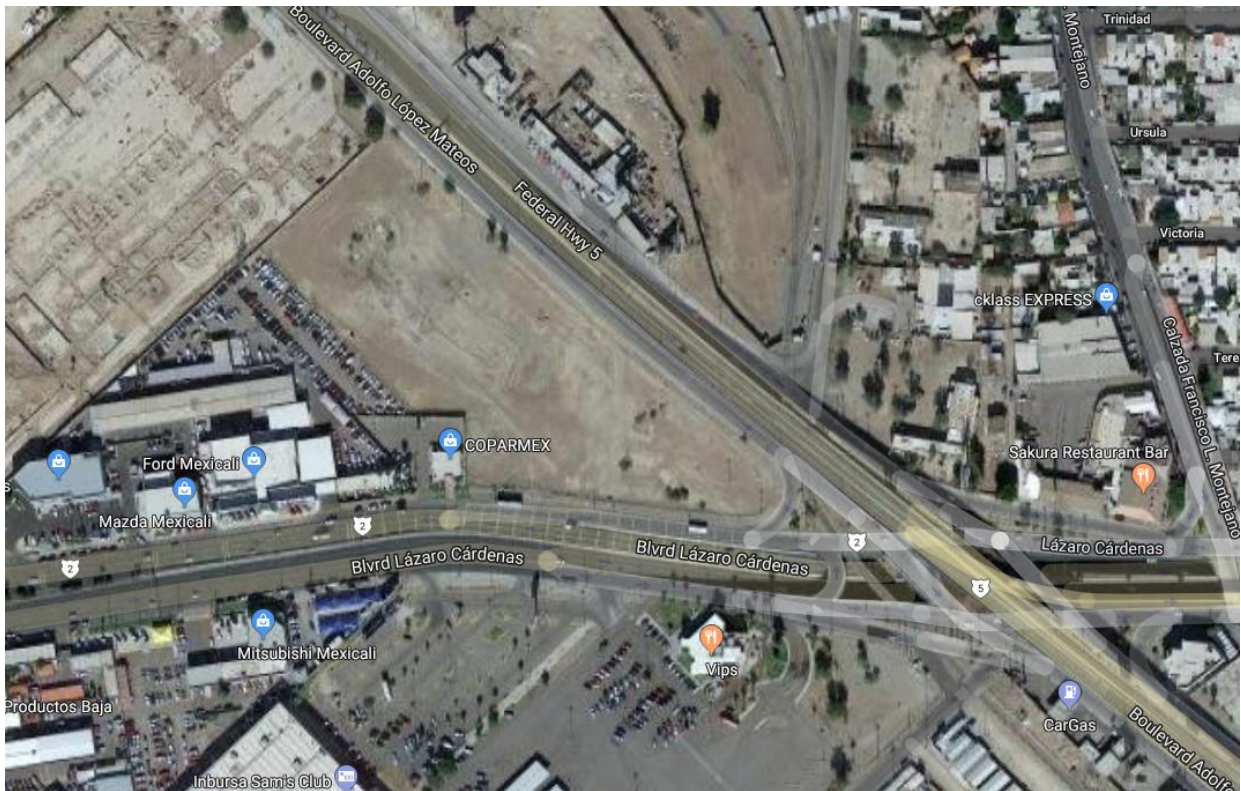


Ilustración 21. Vista aérea de Predio 4.

Fuente: Google Earth, 2018.

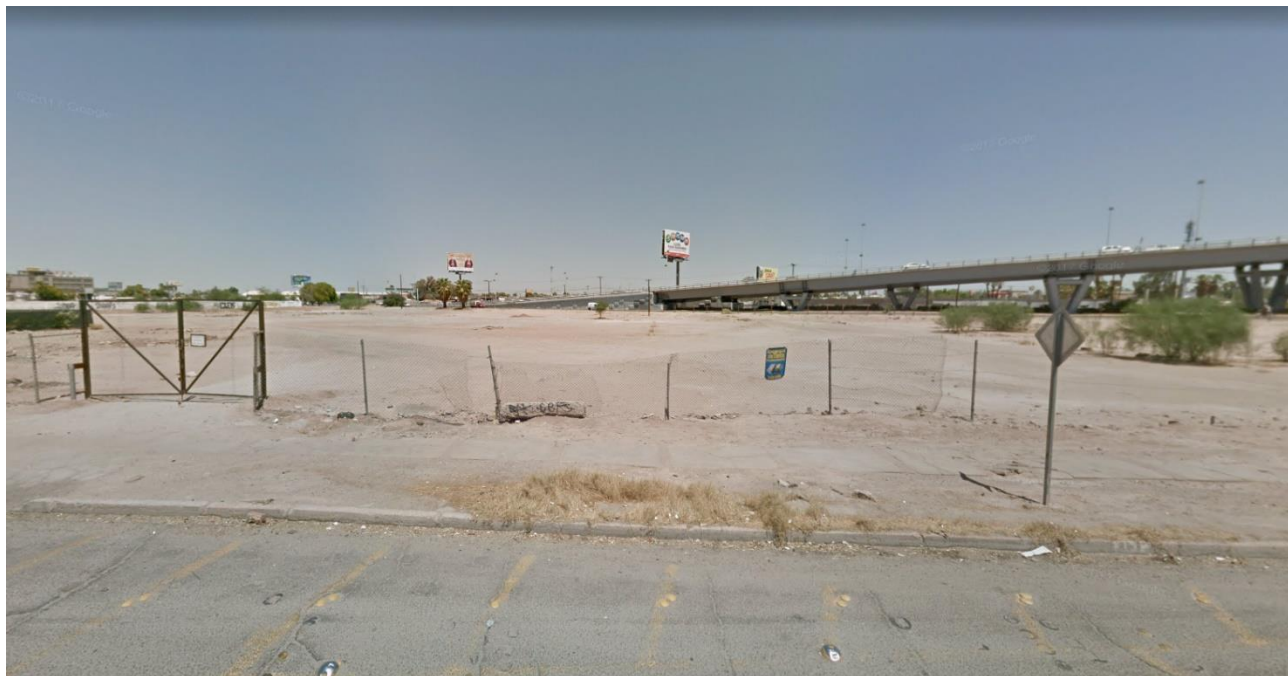


Ilustración 22. Vista hacia el Predio desde orientación Sur.

Fuente: Google Earth, 2018.

El terreno colinda en su límite suroeste con los estacionamientos de la empresa Ford y COPARMEX, así como con un lote baldío hacia el noroeste, el cual puede ser aprovechado para el uso del conjunto habitacional en caso de requerir expansión.



Ilustración 23. Vista hacia orientación Sur desde Predio

Fuente: Google Earth, 2018.



Ilustración 24. Vista hacia orientación Sureste desde Predio.

Fuente: Google Earth, 2018.

Por otro lado, como se mencionó anteriormente, en los límites orientados hacia el noreste, este y sureste, se tienen dos vialidades principales, cuyo flujo vehicular es moderado la mayor parte del tiempo en ambos tramos, a excepción de la lateral hacia el puente sobre el Blvd. Adolfo López Mateos que presenta una congestión leve los días Jueves y sábados entre las 13:00 y 15:00 horas del día, y el embotellamiento sobre el Blvd. Lázaro Cárdenas de martes a viernes entre las 17:00 y 19:00 horas.

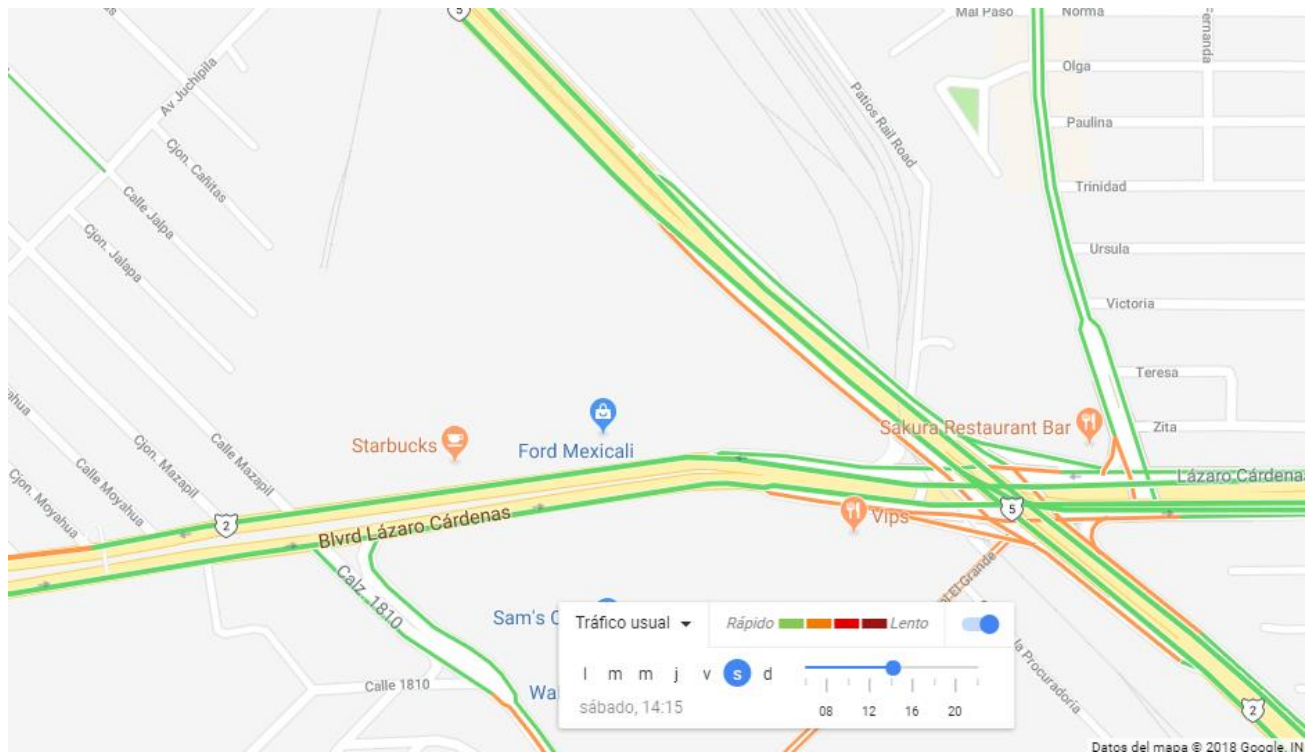


Ilustración 25. Tráfico usual de Jueves y Sábados 13:00 y 15:00 horas del día.

Fuente: Google Earth, 2018.

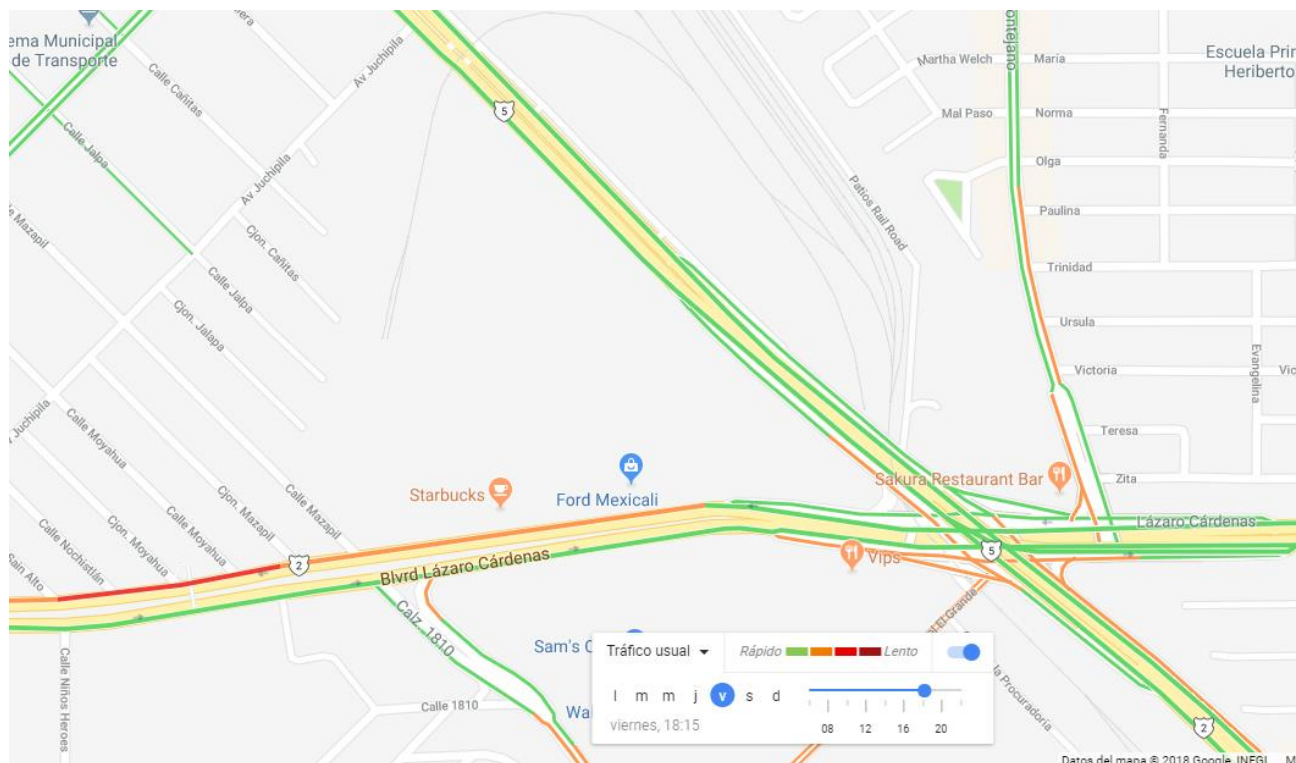


Ilustración 26. Tráfico usual de Martes a Viernes 17:00 y 19:00 horas del día.

Fuente: Google Earth, 2018.

Asoleamiento

Se desarrolló un análisis del asoleamiento anual del sitio a través de una herramienta BIM, como se observa en la Ilustración 27, se tiene una mayor exposición solar en la zona sur.

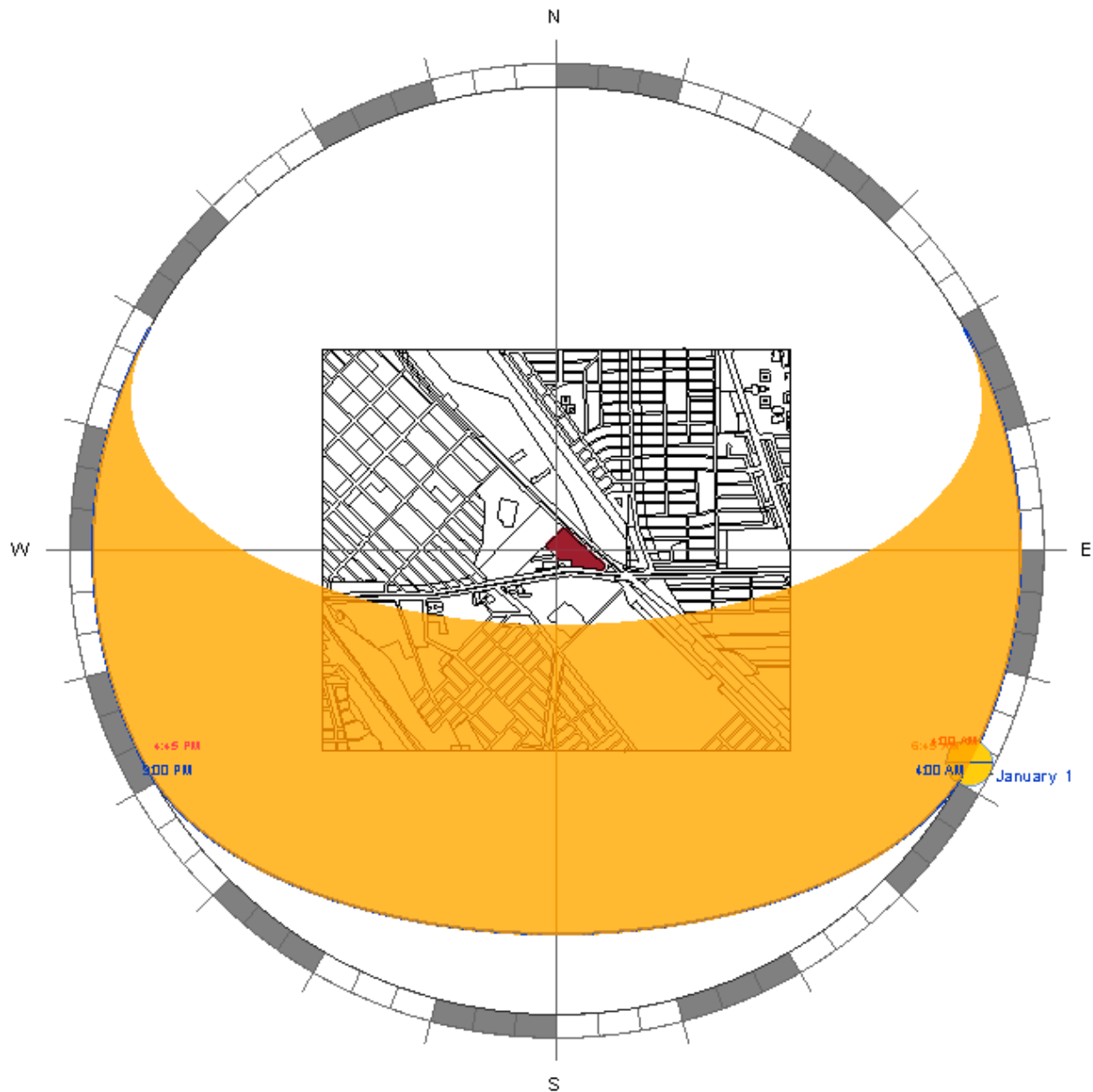


Ilustración 27. Asoleamiento del Predio 4 en Mexicali, B.C.

Fuente: Elaboración propia.

Vientos dominantes

En cuanto a los vientos que predominan en la zona, como se observa en la Ilustración 28, el flujo de mayor frecuencia proviene del cuadrante norte-oeste con un 45%, los cuales ocurren en los meses de octubre a mayo. Así mismo, se tienen vientos con una frecuencia de 39% de sur y sur-sureste, pertenecientes a los meses de junio a septiembre. (Gómez, A.X., et al, 2011)

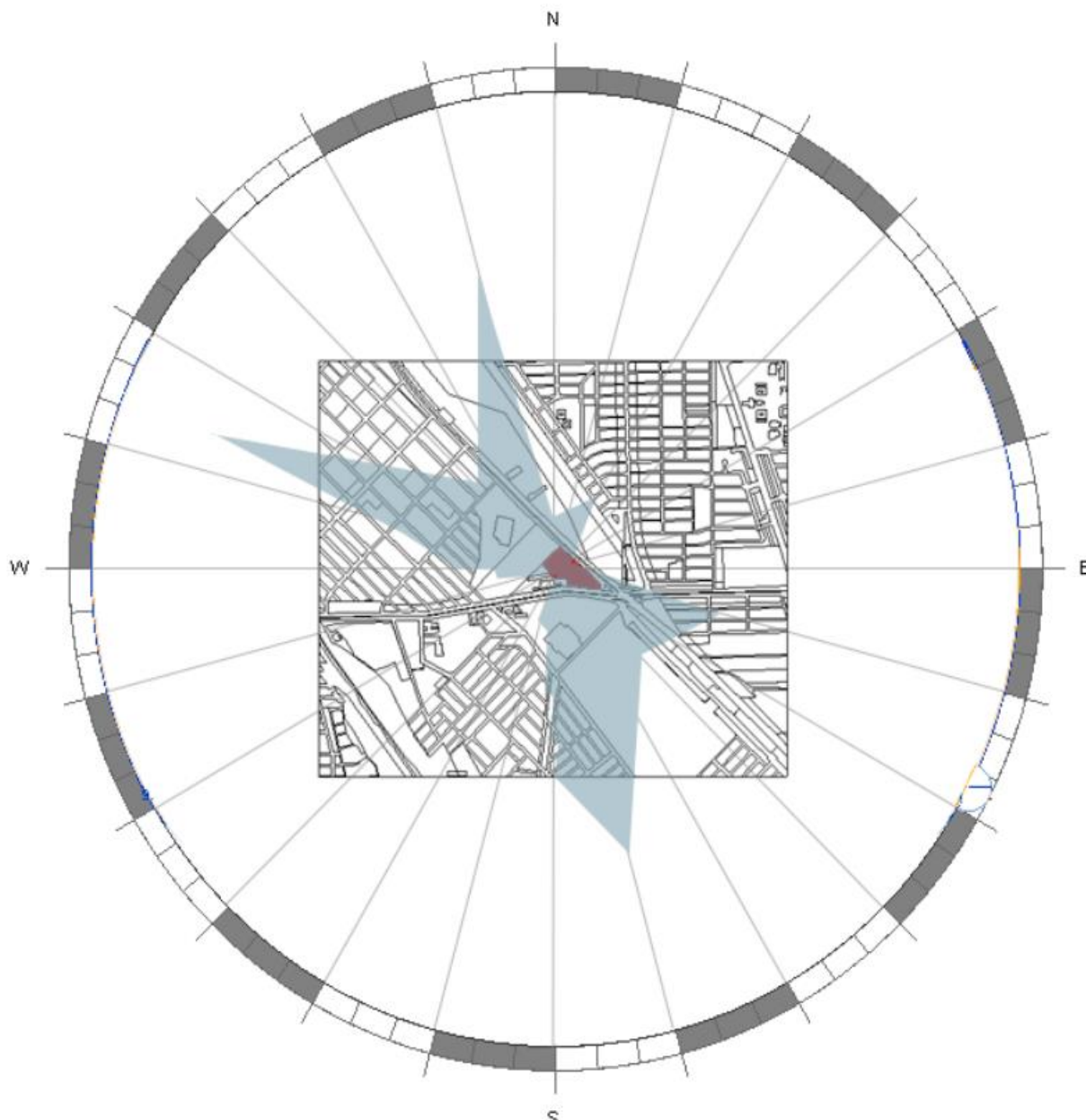


Ilustración 28. Rosa de vientos del Predio 4 en Mexicali, B.C.

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del aeropuerto local. Mexicali airport

2019

Potencial de efectos de islas de calor

Basado en lo anterior, se observa el potencial de efecto de islas de calor que se pueden generar alrededor del predio debido a la concentración de luz solar en superficies de colores oscuros, edificios altos que bloquean el viento o el calor producido por vehículos.

El hecho de estar ubicado en una esquina, y en colindancia con espacios abiertos de alturas reducidas facilita el paso del viento hacia el terreno, sin embargo, se encuentra rodeado de zonas pavimentadas no permeables y de flujo vehicular constante por lo que la temperatura del entorno se puede ver afectada y, al mismo tiempo, fomentar incomodidad térmica y smog. (USGBC, 2017)

4.5 Diseño conceptual urbano y arquitectónico

Como se ha mencionado en apartados anteriores, la ciudad de Mexicali presenta un modelo urbano de expansión hacia la periferia y los conjuntos habitacionales desarrollados tradicionalmente se conforman de viviendas unifamiliares de 1 a 2 niveles. Al ser situados fuera de zonas intraurbanas se fomenta la dependencia de las familias hacia el automóvil, por lo tanto, dentro del conjunto tradicional también se considera el espacio para 1 o 2 cajones de estacionamiento para cada vivienda, así como las vías de circulación vehicular necesarias para la accesibilidad del usuario. En estos casos, aun cuando se busca el aprovechamiento máximo de la superficie del terreno para la construcción de un mayor número de viviendas, como resultado se obtiene un conjunto habitacional de baja densidad, en el que, además, las áreas verdes y recreativas suelen ser sacrificadas, con el fin de maximizar las áreas vendibles.

Por lo tanto, como parte de este trabajo, se buscó identificar qué mejoras, en términos de aprovechamiento sustentable del suelo y los espacios comunes se podrían lograr al comparar dos modelos distintos, uno de baja densidad y otro de alta densidad.

Las características generales de los dos modelos se plantean a continuación.

- Escenario 1: Se propone un conjunto de vivienda vertical de alta densidad H-5 con estrategias sustentables con reducción del 40% de los cajones de estacionamiento.
- Escenario 2: Se plantea una tipología de conjunto habitacional que se utiliza tradicionalmente en la ciudad de Mexicali, el cual se compone de vivienda unifamiliar de uno o dos niveles y áreas verdes que representen el 5% del terreno.

El primer escenario se llevó a cabo con base en la relación ciudad-espacio-usuario, mencionada en el capítulo 2.1.2. En términos de sustentabilidad, los criterios de diseño que se aplicaron surgieron de la recopilación de lineamientos y recomendaciones por parte de INFONAVIT, NAMA, CONAVI y del programa de certificación LEED.

Es importante señalar que en México actualmente no existe una metodología específica para el diseño sustentable de vivienda de interés social. Por tal razón en este proyecto se desarrolló una metodología propia basada en las buenas prácticas de las instituciones y programas citados anteriormente. Por otro lado, con el fin de apegarse a la realidad local, el diseño del proyecto se fundamentó en los reglamentos y normativas impuestos por el Plan de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Mexicali, el Reglamento de Edificaciones del Municipio de Mexicali, y SEDESOL.

Respecto del Escenario 1, los criterios de diseño que rigieron el proyecto conceptual fueron los siguientes:

- **Verticalidad:** Promover un mayor aprovechamiento de la superficie del terreno para generar áreas y espacios comunes que aumenten la calidad de vida de los usuarios, así como la reducción de la huella del edificio para minimizar la alteración de suelos, de ecosistemas y del ciclo hidrológico. Esto mediante la máxima verticalidad permisible para edificaciones de interés social, pues al tratarse de viviendas para un sector socioeconómico bajo la verticalidad se limita a H 5, con el fin de no elevar los costos de construcción debido a la estructura y refuerzos constructivos.
- **Movilidad:** Reducir del uso del automóvil y diseñar circulaciones al interior del proyecto que le den prioridad al peatón y al ciclista.
- **Accesibilidad universal:** Contar con espacios y circulaciones que permitan y faciliten el acceso, tránsito y adaptación para personas que cuenten con algún tipo de discapacidad motriz.
- **Flexibilidad:** Crear una configuración espacial de modo que permita al usuario adaptar los espacios interiores de la vivienda a las diversas etapas de su vida.
- **Bioclimatismo:** Implementar en el proceso de diseño estrategias pasivas de diseño bioclimático para promover el confort térmico, mediante la protección de espacios

interiores ante las variaciones climáticas del exterior, y para reducir el consumo energético.

- **Diseño compacto:** Brindar viviendas limitadas en superficie de modo que sean económicamente accesibles para hogares de sectores socioeconómicos que perciben entre 1 y 5 salarios mínimos mensuales.

Respecto del Escenario 2, para su desarrollo se tomó como base la lotificación de fraccionamientos existentes que cuentan con el dimensionamiento convencional de lotes de 6 metros de ancho y 13 de fondo, con espacio para uno o dos cajones de estacionamiento y una vivienda compacta de 38 m².

En la Ilustración 29 se presenta la vista general en planta del conjunto de acuerdo con ambos escenarios descritos. Como puede observarse, cada uno de los dos escenarios presenta variantes que resultan tanto de la tipología de vivienda, como de la cantidad de cajones de estacionamiento y su agrupación dentro del conjunto, lo que conduce a cambios significantes en cuanto al aprovechamiento del espacio del terreno.

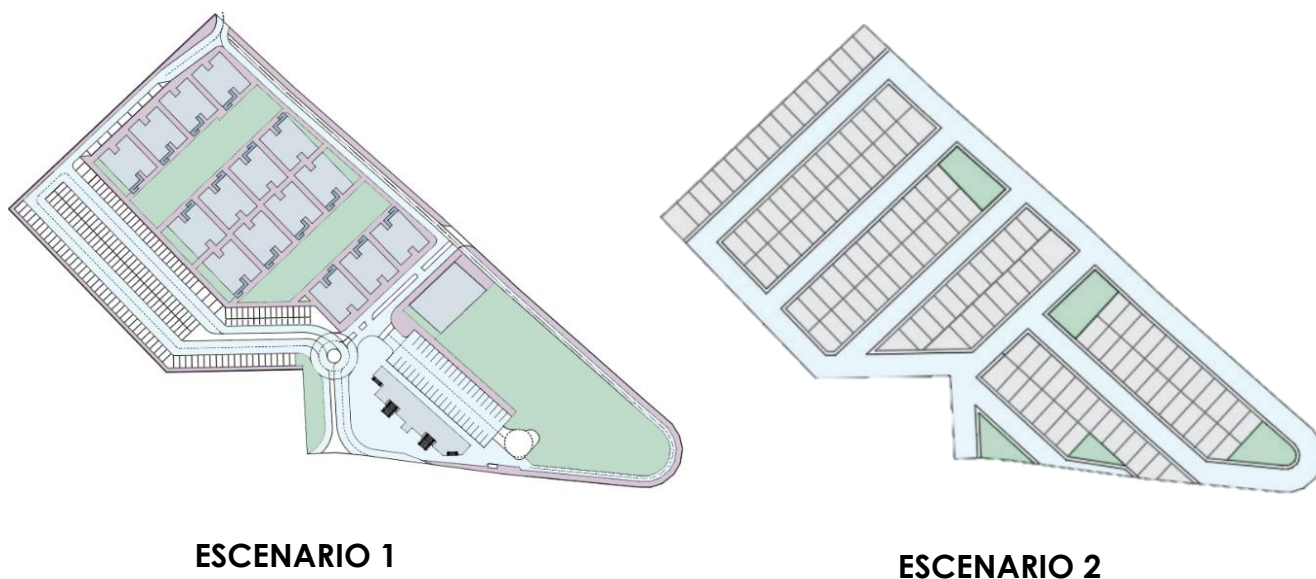


Ilustración 29. Comparación de Escenario 1 y Escenario 2.

Fuente: Elaboración propia.

TIPOLOGÍA			Escenario 1		Escenario 2	
			Multifamiliar		Unifamiliar	
CANTIDAD DE UNIDADES DE VIVIENDA			300		136	
CANTIDAD DE CAJONES DE ESTACIONAMIENTO			180		272	
TIPO DE SUPERFICIE			SUPERFICIE (m²)	PORCIÓN DEL TERRENO	SUPERFICIE (m²)	PORCIÓN DEL TERRENO
TERRENO			26751	100%	26751	100%
SUPERFICIE NO CONSTRUIBLE	ESTACIONAMIENTO		2874	11%	9139	34%
	CIRCULACIONES VEHICULARES		5224	20%	9227	34%
	CIRCULACIONES PEATONALES		5988	22%	1880	7%
	ÁREAS VERDES		7551	28%	1338	5%
SUPERFICIE CONSTRUIBLE	DESPLANTE TOTAL DE EDIFICACIÓN	DESPLANTE DE VIVIENDA	4128	15%	5168	19%
		DESPLANTE DE ÁREA COMERCIAL	494	2%	0	0%
		DESPLANTE DE CENTRO COMUNITARIO	494	2%	0	0%
ÁREA VENDIBLE	RESIDENCIAL (m²)		13590	(5 NIVELES)	5168	(1 NIVEL)
	COMERCIAL (m²)		988	(2 NIVELES)	0	
ÁREA DONADA	CENTRO DE DESARROLLO COMUNITARIO (m²)		988	(2 NIVELES)	0	

Tabla 27. Comparación de Escenario 1 Multifamiliar y Escenario 2 Unifamiliar.

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la tabla, en el Escenario 2 Unifamiliar, una de las áreas que requieren de mayor superficie del terreno es la del estacionamiento con 34%, debido a que se consideraron 2 cajones por vivienda, es decir, 272 cajones en total, mismos que usan parte de la superficie de cada predio. En el caso del Escenario 1 Multifamiliar, al considerar que se encuentra en una zona intraurbana de la ciudad de Mexicali, con alta conectividad a diversos usos de suelo y se fomenta el uso de medios de transporte alternativos, se realizó una reducción del 40% de los cajones de estacionamiento. Como resultado, el Escenario 2 Multifamiliar cuenta con un total de 180 cajones, los cuales representan el 11% de la superficie total del terreno, es decir 23% menos que el Escenario 2 Unifamiliar. Además, en el Escenario 1 Multifamiliar, se concentraron la totalidad de cajones en áreas comunes, esto permitió la reducción de las circulaciones vehiculares ya que representa 20% del total del terreno, a diferencia del Escenario 2 Unifamiliar que, debido al esparcimiento de los cajones sobre todo el conjunto, el área de circulación vehicular representa 34% de la superficie total del terreno.

Por otro lado, en el caso del Escenario 1 Multifamiliar, el tipo de superficie que predomina es destinado a áreas verdes con un 28%, las cuales incrementan un 465% con respecto al Escenario 2 Unifamiliar.

En cuanto al desplante total de edificación, en ambos escenarios representa el 19% de la superficie total del terreno. No obstante, en el caso del Escenario 1 Multifamiliar, dentro de tal porcentaje están considerados 4,128 m² de desplante de viviendas, 494 m² de desplante comercial y 494 m² de desplante de área donada para el Centro de Desarrollo Comunitario, mientras que en el caso del Escenario 2 Unifamiliar el 19% representa 5,168 m², los cuales pertenecen únicamente al desplante de viviendas, ya que el conjunto no cuenta con áreas de uso de suelo distinto al residencial.

Aun cuando la superficie de desplante de viviendas es menor en el Escenario 1 Multifamiliar, debido a la verticalidad de 5 niveles que se propuso, este cuenta con un área vendible residencial de 13, 482m², la cual es 2.6 veces superior a la del Escenario 2 Unifamiliar. Como resultado, el Escenario 1 Multifamiliar cuenta 300 unidades de vivienda, es decir 164 más de las que se tienen en el otro conjunto.

En la propuesta de diseño urbano aquí planteada, al cambiar la tipología unifamiliar horizontal tradicional a una multifamiliar vertical y al reducir la cantidad de cajones de estacionamiento, se puede incrementar la cantidad de viviendas y tener mayor superficie aprovechable destinada a espacios como áreas verdes, comerciales, de asistencia social y de recreación, mismos que contribuyen a mejorar la calidad de vida de los usuarios y al cumplimiento del uno de los Objetivos de Desarrollo Sustentable de la ONU, el número 11 Comunidades y Ciudades Sustentables.

Así mismo, la tipología de vivienda en la ciudad de Mexicali se ha desarrollado tradicionalmente bajo un diseño que se basa principalmente en la reducción de espacios, esto, con el fin de minimizar el consumo de materiales y disminución de la superficie del terreno requerida por la construcción, lo que se refleja en el gasto económico necesario para el desarrollo de viviendas dirigidas a personas de bajos recursos. No obstante, dentro de la

implementación de tal modelo no han sido consideradas las necesidades del usuario, ya sea a largo plazo, en caso de vejez que se requiera de adecuaciones especiales para su fácil movilidad dentro del hogar, o bien, para personas que cuenten con alguna discapacidad motriz.

Por lo tanto, se desarrolló una comparación de prototipo de viviendas en la que se analizaron las variantes que se pueden obtener en el dimensionamiento y distribución interna al aumentar ligeramente la superficie total de construcción. Los prototipos analizados cuentan con las siguientes características:

- Vivienda 1: se diseñó con base en los criterios de diseño correspondiente al Escenario 1 Multifamiliar ya mencionados, principalmente accesibilidad, flexibilidad, diseño compacto, y bioclimatismo. Consta de 48 m² con dos habitaciones, un baño completo, cocina y sala-comedor.
- Vivienda 2: se desarrolló de acuerdo al modelo tradicional de vivienda que existe en el mercado en la ciudad de Mexicali, correspondiente al Escenario 2 Unifamiliar el cual consta de 38 m² con dos habitaciones, un baño completo, cocina y sala-comedor.

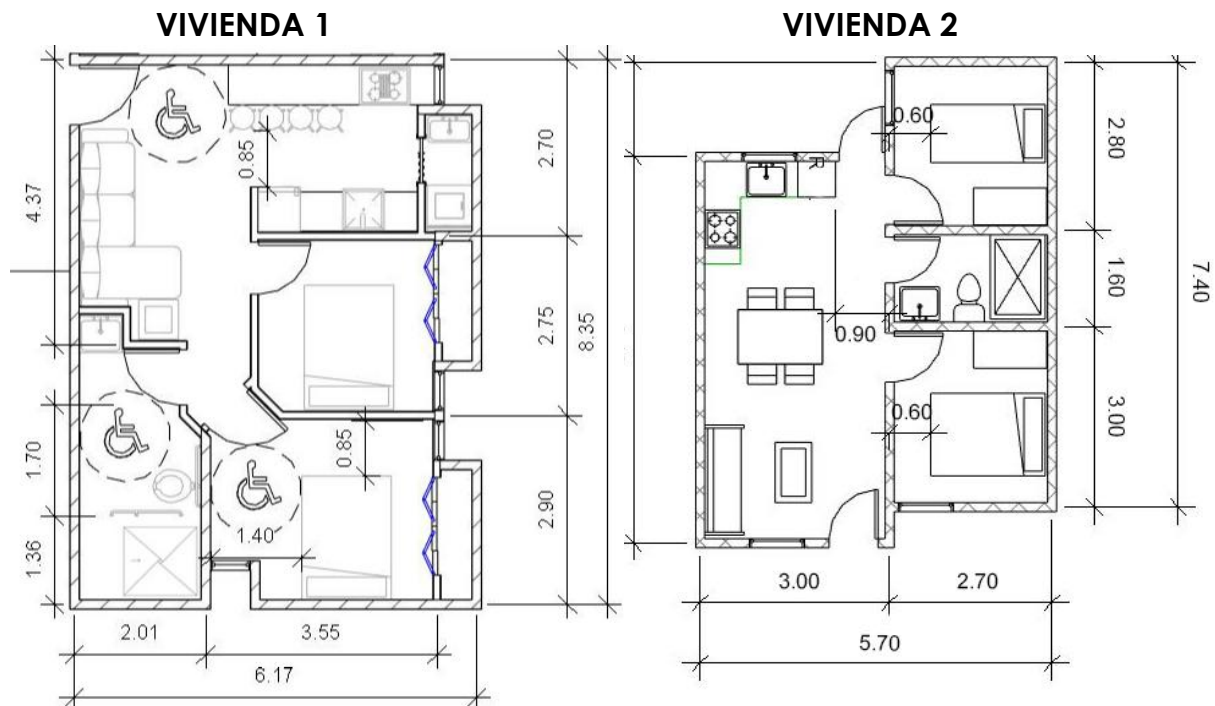


Ilustración 30. Comparación de Vivienda 1 y Vivienda 2.

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la Ilustración 30, la Vivienda 2 cuenta con espacios de circulación sumamente reducidos, mismos que representan un obstáculo para la movilidad de un individuo en una silla de ruedas dentro del hogar.

En cuanto a la Vivienda 1, esta cuenta con el mismo número de habitaciones y espacios, sin embargo, tanto la distribución y las dimensiones han sido adecuadas al radio de giro de una silla de ruedas, lo que le facilita al usuario transitar en caso de contar con alguna discapacidad motriz, así como el poder realizar futuras adaptaciones a su hogar de acuerdo a sus necesidades o preferencias.

Como resultado de tales atributos espaciales se aumentó en 10 m² la superficie total de la vivienda, lo que sugiere que el diseño del prototipo que se ha desarrollado tradicionalmente, es decir, la Vivienda 2 se enfoca únicamente en la reducción de costos para que sea accesible a familias de un nivel socioeconómico bajo y no ha sido diseñada bajo las consideraciones de la diversidad de necesidades de un individuo dentro de las distintas etapas de su vida.

Dicho lo anterior, a continuación, se describe la propuesta conceptual de diseño del conjunto habitacional multifamiliar de interés social sustentable, en la ciudad de Mexicali, es decir, el Escenario 1.

4.5.2 Proyecto de conjunto

Para el diseño del conjunto se utilizó una combinación de estrategias de arquitectura, urbanismo y sustentabilidad. Dentro de ellas, se proponen distintos usos de suelo, los cuales fueron divididos en componentes residenciales y no residenciales.

Para la zonificación, se optó por dividir el terreno en dos secciones correspondientes a cada componente, de modo que el área pública se ubique en la zona más próxima al Boulevard Lázaro Cárdenas, y así en la zona habitacional se perciba una mayor privacidad para los residentes.

Dado que se busca una densidad de vivienda superior a la tradicional, así como economizar en cuestiones de estructura y construcción, se proponen 15 edificaciones multifamiliares con 5 niveles.

Cabe señalar, que, con el propósito de atender la accesibilidad universal, se proponen 2 tipos de edificios:

- El edificio A, que cuenta con el 100% de las unidades de vivienda con diseño universal, así como con un elevador para facilitar la circulación vertical. Se cuenta con 3 de ellos en todo el conjunto.
- El edificio B, que carece de elevador y consta de 80% de unidades de vivienda compacta y 20% de unidades de vivienda con adaptaciones necesarias para personas con alguna discapacidad, ubicadas en planta baja. El proyecto contiene 12 de estos. (Ambos se describirán a detalle en el siguiente apartado.)

El conjunto se planteó de manera que toda edificación habitacional cuente con acceso directo a un espacio abierto, con el fin de promover la recreación y cohesión social de los residentes. De estos espacios, uno fue destinado para juegos infantiles, y otro para canchas deportivas. El estacionamiento para uso residencial, se ubicó en el límite del proyecto que

no colinda con las vialidades primarias, con el fin de mantener más seguros los vehículos de los usuarios, y de no contaminar visualmente las fachadas principales. Debido a que se pretende reducir la huella de estacionamiento para tener una mayor superficie aprovechable, el número de cajones se redujo un 40%, lo cual se discute en el punto 4.6.1.2.8.

Ahora bien, como parte del componente no residencial, se cuenta con un Centro de Desarrollo Comunitario dirigido principalmente a los residentes dentro del proyecto, pero de igual manera se plantea para la asistencia social de comunidades aledañas.

Por lo que se refiere a las circulaciones, uno de los objetivos del proyecto, es fomentar el desplazamiento libre y seguro del peatón, por lo que se propone mantener las vialidades vehiculares en el perímetro de la zona residencial, y concentrar la circulación peatonal de manera interna, misma que genera una conectividad entre los edificios de modo que el usuario pueda transitar fácilmente con la interferencia mínima del automóvil. En cambio, en el caso de la ciclovía, esta se propone sobre la zona perimetral de ambos componentes para permitir la conexión de las viviendas, sin afectar al peatón, hacia el cruce sobre el Boulevard López Mateos, así como a la parada de autobús que se propone sobre el Boulevard Lázaro Cárdenas.

Además, dentro del área no residencial se tienen locales comerciales, una plaza pública y un jardín vecinal, de tal forma que se tenga diversidad de usos, se generen empleos, y mantengan la zona activa durante horarios y días variables.

Para fines de simplificación, la Ilustración 31 muestra un esquema conceptual del plan maestro del conjunto.

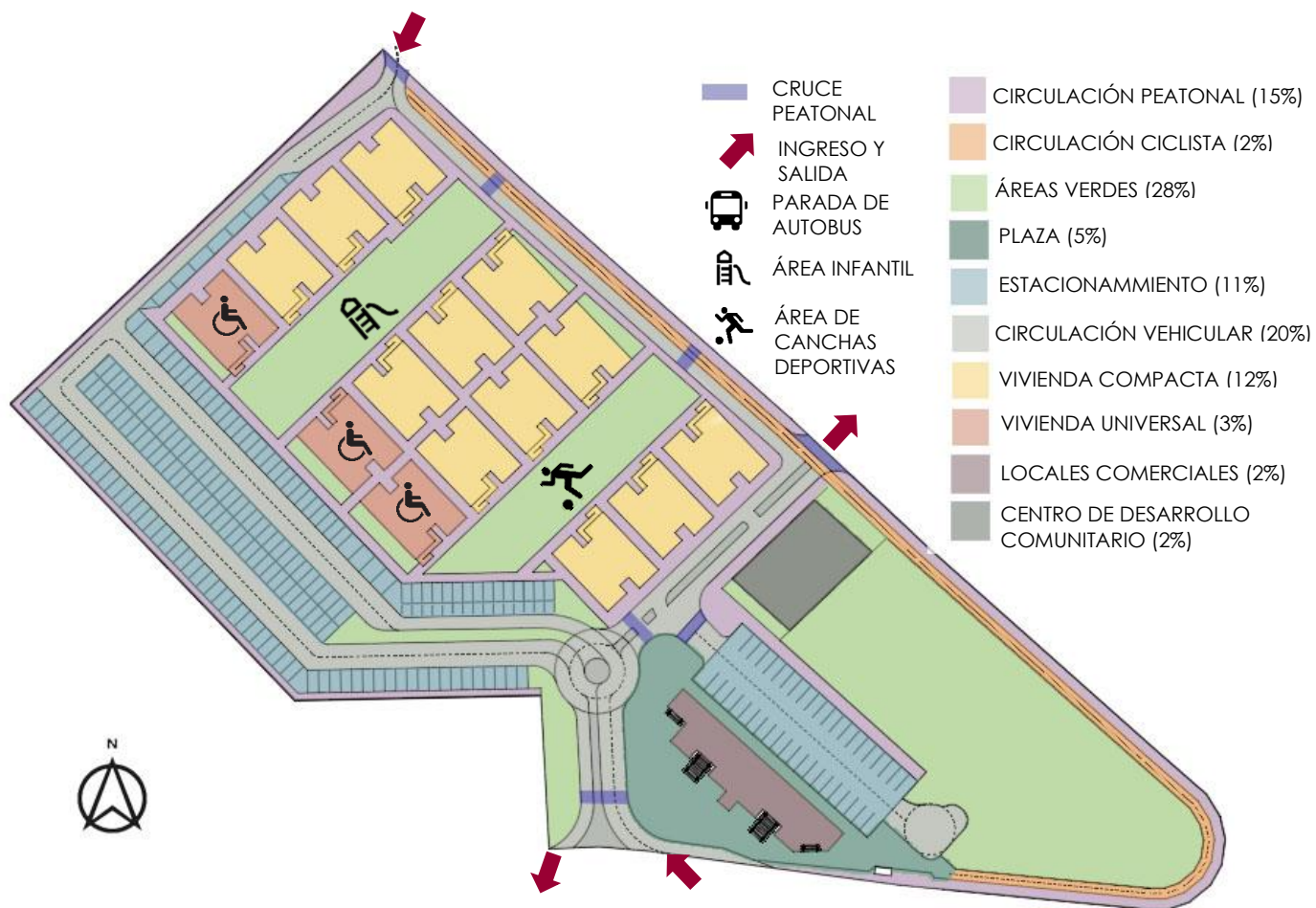


Ilustración 31. Zonificación y porcentajes de Conjunto Habitacional de Interés Social Sustentable

Fuente: Elaboración propia.

4.5.3 Proyecto arquitectónico

Acerca de las edificaciones propuestas, como se mencionó anteriormente, se tienen 2 prototipos cuyas variables que los diferencian son el elevador, y el tipo de vivienda que los compone. Dentro de los atributos destacables, se tiene la variación en superficies, la cual le ofrece al usuario la opción de elegir el tipo de vivienda que mejor se adapte a sus necesidades, ya sea en dimensiones, en accesibilidad, o socioeconómicas.

A continuación, se procede a la descripción de los dos tipos de edificios.

Edificio Vivienda Compacta

El edificio consta de 5 niveles con 4 viviendas cada uno, como se observa en la ilustración 32. La modulación se determinó a partir de un eje central cuya función principal es la vestibulación y distribución entre las unidades de vivienda. En él, se concentran las circulaciones verticales y horizontales, así como el depósito de separación de residuos los cuales se conducen a través de un ducto vertical desde los niveles superiores hacia planta baja.

Este prototipo se compone de los 3 tipos de vivienda que se describen más adelante.

Se decidió situar las viviendas tipo A y B en planta baja, así como rampas de acceso que cumplen con los artículos 153 y 154 del Reglamento de Edificaciones para el Municipio de Mexicali, de modo que se incluya la accesibilidad universal en la edificación. Para contar con la opción de viviendas asequibles, y evitar la incorporación del elevador en el edificio para reducir la inversión del proyecto, se proponen del Nivel 1 al Nivel 4 la vivienda tipo C, que no está diseñada para contar con accesibilidad universal.



Ilustración 32. Edificio Vivienda Compacta, Planta Baja.

Fuente: Elaboración propia.

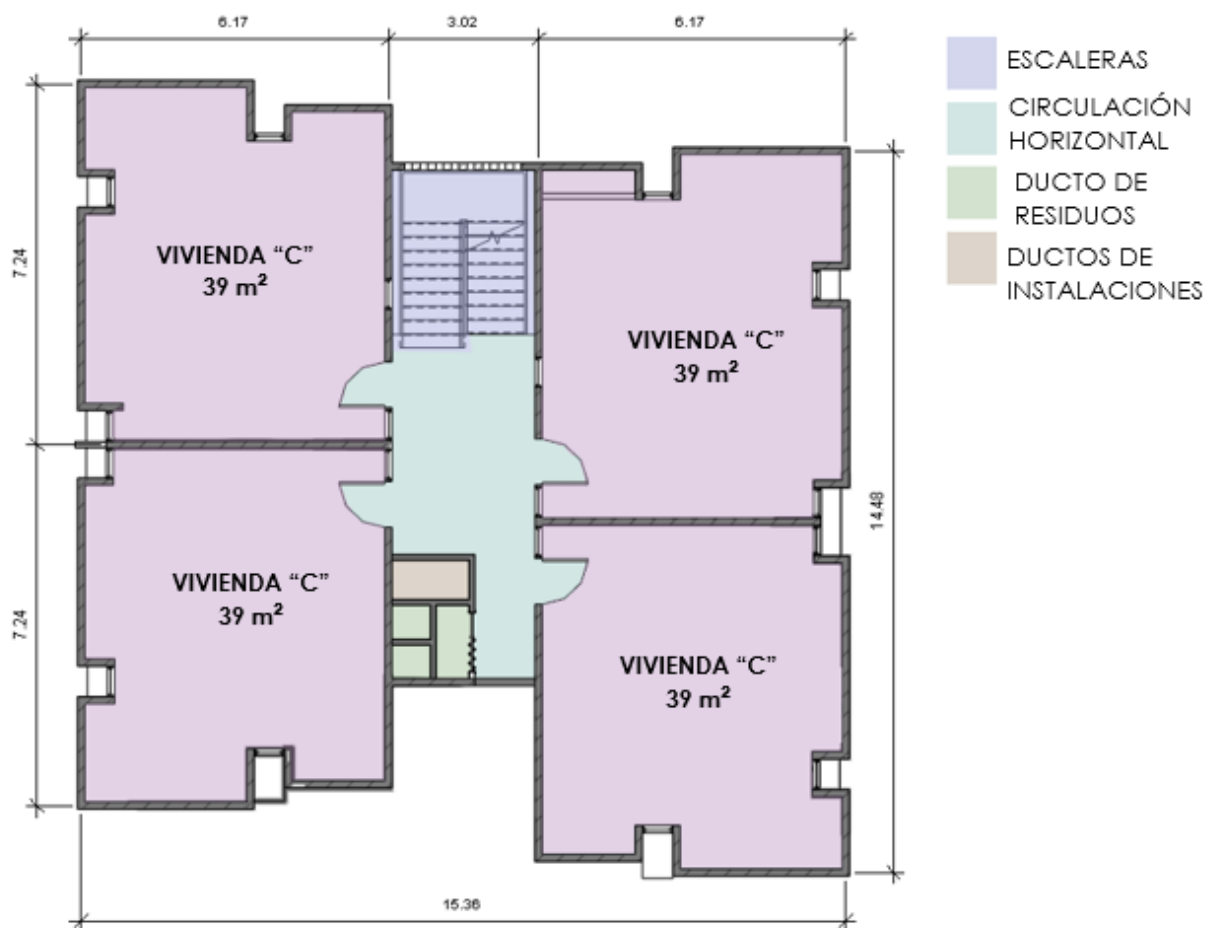


Ilustración 33. Edificio Vivienda Compacta, Nivel 1 al Nivel 4.

Fuente: Elaboración propia.

Edificio Vivienda Universal

Al igual que el edificio compacto esta cuenta con 5 niveles con 4 viviendas cada uno, así mismo, se realizó la distribución con base en el eje central, sin embargo, dado que la totalidad del edificio se compone de viviendas de tipo A y B, es decir, viviendas accesibles (Ver ilustración 34) en este caso, además de contar con rampas de acceso que cumplen con los artículos 152 y 153 del reglamento de edificaciones local, se cuenta con un elevador como parte de la circulación vertical adicional a las escaleras, esto para el cumplimiento del artículo 226 del mismo reglamento del municipio.

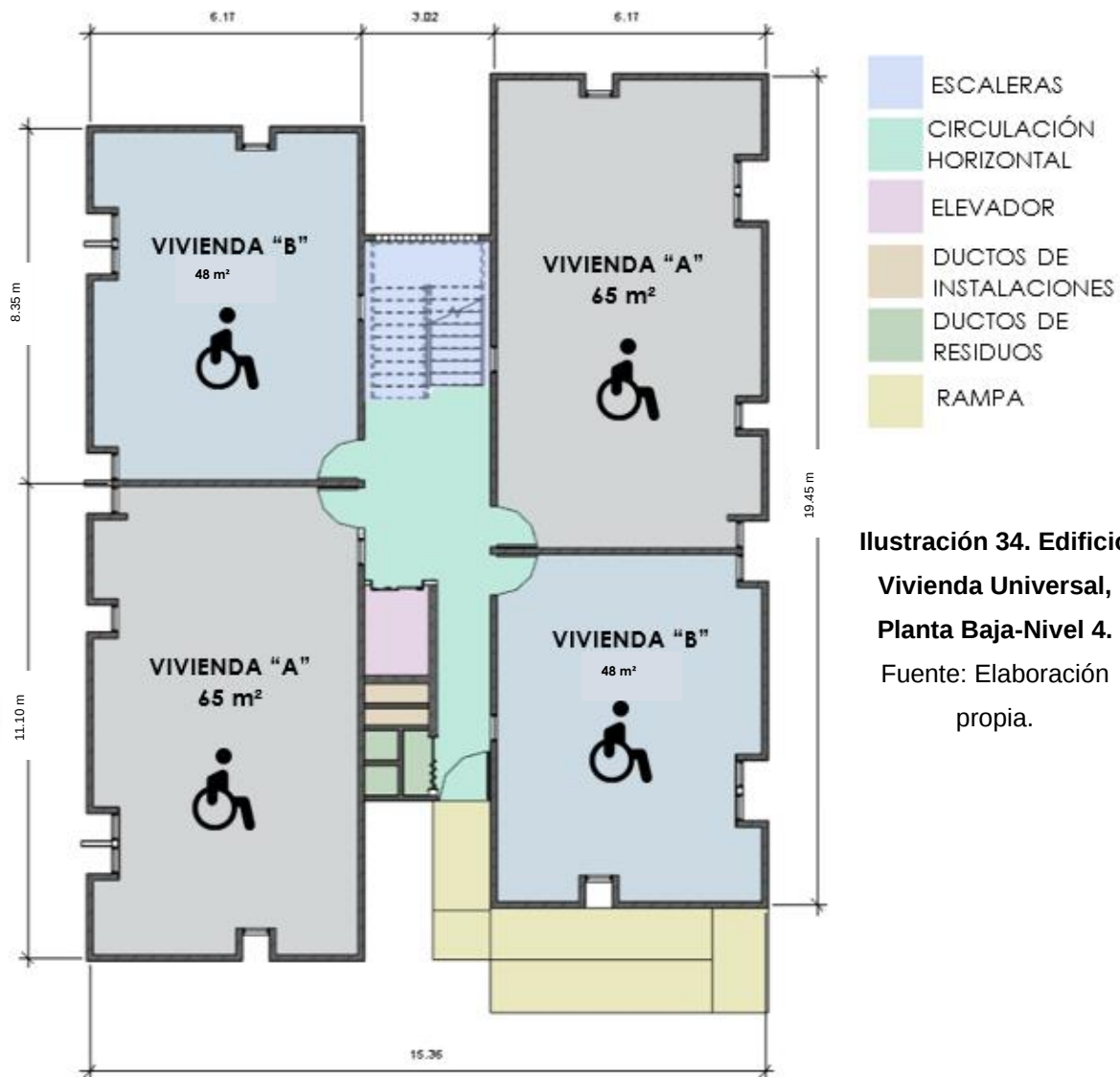


Ilustración 34. Edificio Vivienda Universal, Planta Baja-Nivel 4.

Fuente: Elaboración propia.

Una vez mencionada la distribución de cada edificio, ahora se procede a la descripción de los 3 tipos de vivienda que los componen:

Vivienda tipo “A”

Consta de 65 m², compuesta de 3 recámaras, 2 baños completos, cocina, área de servicio y estancia. Tanto la estancia, como las circulaciones hacia la recámara y baño principal, han sido dimensionadas de acuerdo a los lineamientos del Código de Edificación de Vivienda referidos en el capítulo 2.1.3, con base en el radio de giro de una silla de ruedas, de modo que una persona que presente algún tipo de discapacidad pueda desplazarse fácilmente.

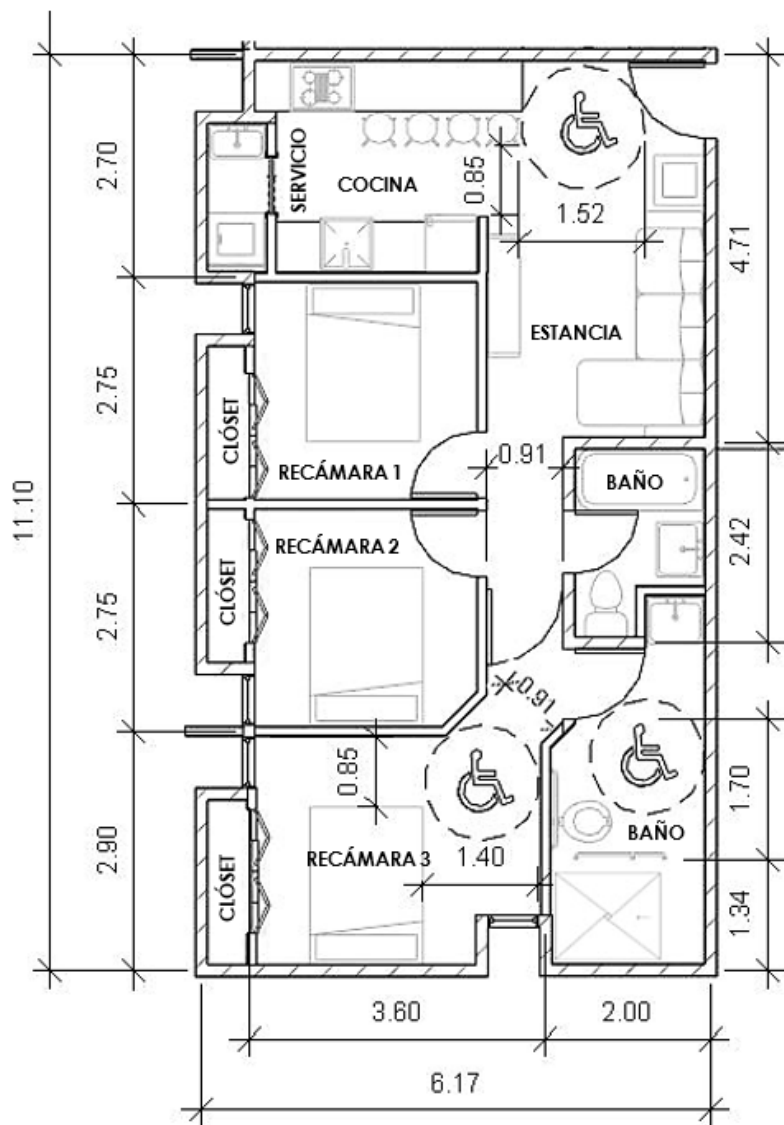


Ilustración 35. Planta arquitectónica de Vivienda tipo “A”

Fuente: Elaboración propia.

Vivienda tipo “B”

Consta de 48 m², compuesta de 2 recámaras, 1 baño completo, cocina, área de servicio y estancia. Al igual que la Vivienda Tipo “A”, cuenta con espacios adaptados para la accesibilidad de personas discapacitadas.

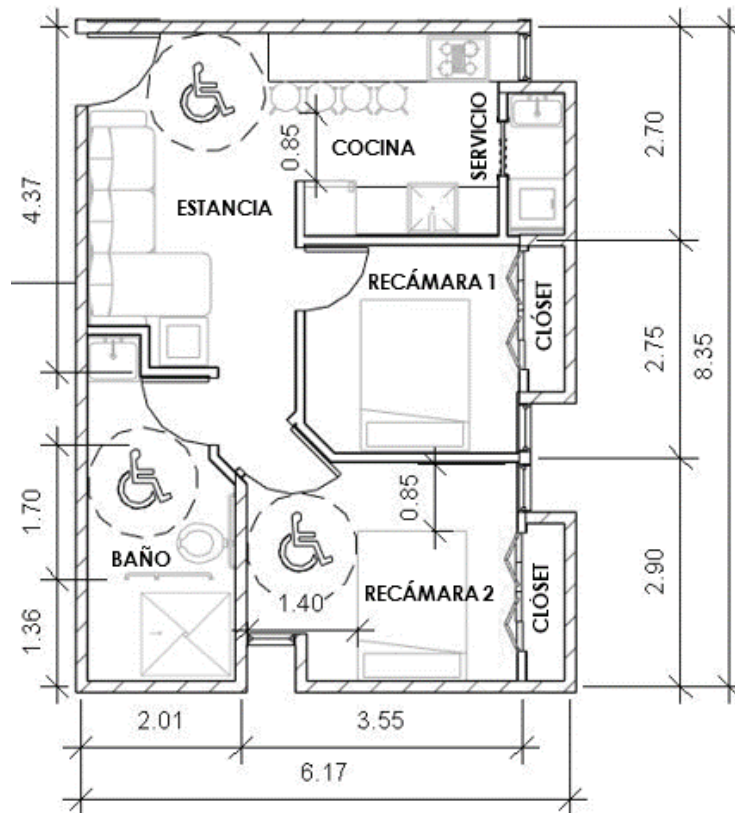


Ilustración 36. Planta arquitectónica de Vivienda tipo “B”

Fuente: Elaboración propia.

Vivienda tipo “C”

Por último, se desarrolló un prototipo cuya superficie es de 39 m², compuesta de 2 recámaras, 1 baño completo, cocina, área de servicio y estancia. A diferencia de los prototipos anteriores, esta no cuenta con accesibilidad universal.

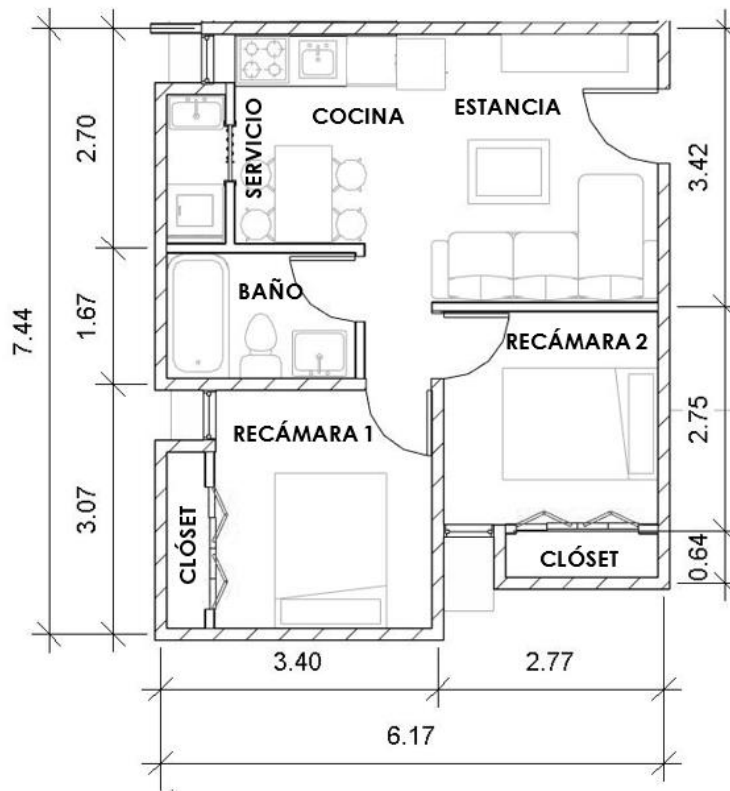


Ilustración 37. Planta arquitectónica de Vivienda tipo “C”

Fuente: Elaboración propia.

Centro de Desarrollo Comunitario

Dentro del proyecto se propone un Centro para el Desarrollo Comunitario dirigido tanto a los usuarios del conjunto, como a la población perteneciente a las comunidades aledañas. Este se incluyó debido a las recomendaciones y el cumplimiento del crédito C-DC-C1.4 por parte del Subsidio Federal CONAVI, así como las indicaciones por parte de la certificación LEED, que, aunque no requiere la incorporación de un centro dirigido a la asistencia social, sí pide cumplir con las normas nacionales y locales.

EL Subsidio Federal que se indica que para la obtención de puntos se requiere como mínimo un espacio de administración y un baño.

No obstante, debido a la falta de estos espacios en la zona urbana inmediata al proyecto y a los beneficios que puede aportar a la sociedad, se optó por tomar como base el programa arquitectónico propuesto por SEDESOL, ya que este tiene como objetivo proporcionar un equipamiento más completo que atienda diversas necesidades de asistencia social.

Por lo tanto, el Centro de Desarrollo Comunitario de este proyecto contiene los siguientes componentes arquitectónicos:

Oficinas de gobierno

- Coordinación general
- Trabajo social
- Asistencia Jurídica
- Área administrativa

Servicios generales

- Baños, vestidores y lockers del personal
- Baños, vestidores para usuarios
- Comedor para empleados y usuarios
- Cocina y Almacén de víveres
- Bodega de recursos materiales

Servicios de apoyo a la comunidad

- Consultorio Médico
- Farmacia

Enseñanza y Capacitación

- Biblioteca, aulas y talleres
- Recreación y convivencia
- Aulas de usos múltiples

La Ilustración 38 presentan las plantas propuestas para el Centro de Desarrollo Comunitario. La edificación consta 988 m² en total y se compone de 2 plantas de 494 m² cada una, mismas que se conectan mediante escaleras y un elevador de capacidad mínima para personas discapacitadas.

En la planta baja se encuentra el área de oficinas y administración, 2 aulas, 1 taller, 1 bodega general, sanitarios para los usuarios, tanto hombres como mujeres con regaderas y lockers, y una cafetería que se compone de cocina, almacén y mesas para usuarios.

En planta alta se cuenta con consultorios médicos y psicológicos, así como 2 aulas de uso múltiple, 1 biblioteca y sanitarios para los empleados con regaderas y lockers.

El dimensionamiento de cada espacio se hizo con base en la superficie mínima que indica la normativa de SEDESOL. En cuanto al diseño y distribución espacial se realizó de manera general, ya que para los propósitos de este proyecto únicamente se pretende plantear la cantidad de espacios y atributos con los que puede contar dentro del conjunto.

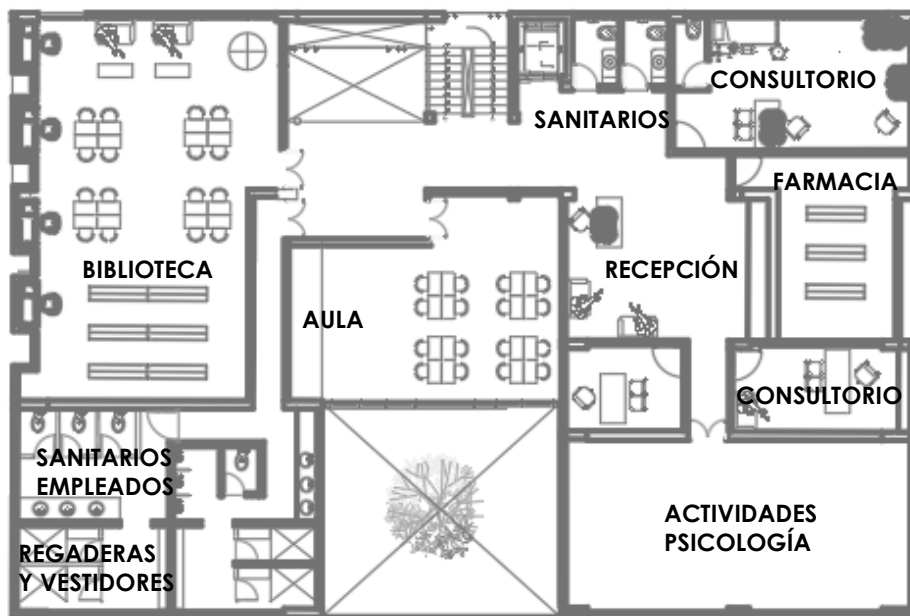
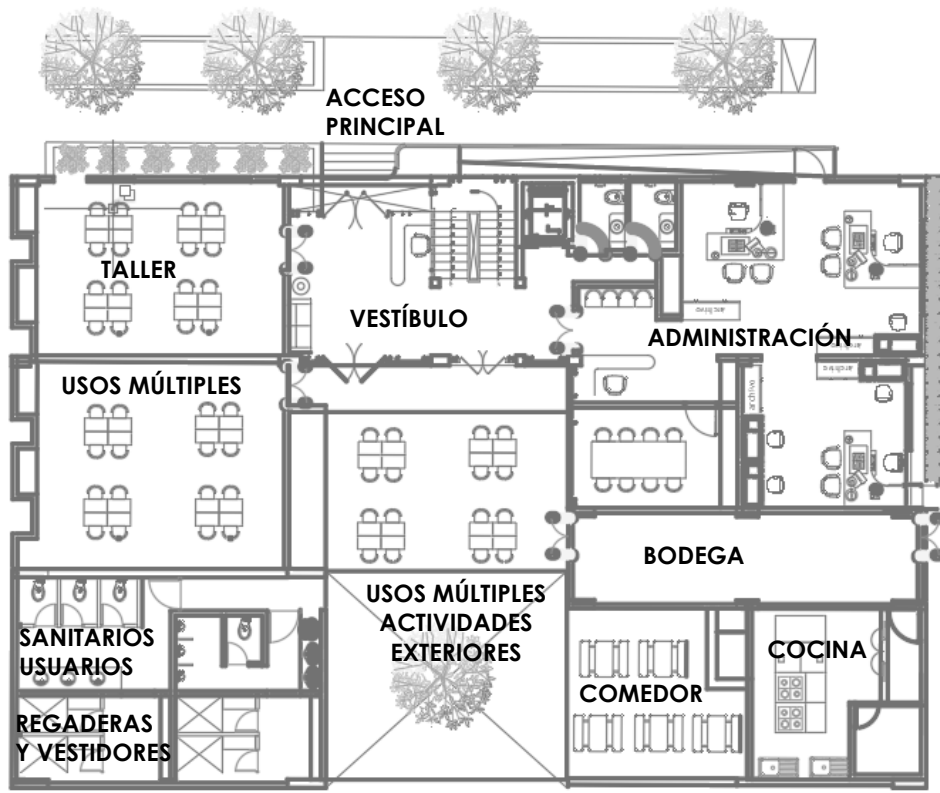


Ilustración 38. Plantas arquitectónicas de Alta de Centro de Desarrollo Comunitario.

Fuente: Elaboración propia.

4.6 Estrategias sustentables

En este apartado se explicarán las diversas estrategias sustentables aplicadas al proyecto, tanto de diseño bioclimático, como aquellas que se plantearon a nivel de conjunto con base en los lineamientos del programa certificador LEED Desarrollo Urbano.

Las estrategias aplicadas se basan en los criterios previamente mencionados en el capítulo 4.5, como se observa en la Ilustración 39, se pretende fomentar la separación de residuos mediante la implementación de ductos para residuos orgánicos e inorgánicos.

Con respecto a la distribución espacial, la vivienda se diseñó de tal manera que se tenga la alternativa de modificar el espacio y amplificarlo o reducirlo con el paso del tiempo dependiendo de la etapa de vida en la que se encuentre el usuario. (Ver Ilustración 39)

Ahora bien, en respuesta al aspecto bioclimático, se consideraron las altas temperaturas que presenta la región, y se resolvió de modo que los espacios que son habitables durante más tiempo fueran protegidos por áreas de servicio, baños y clósets, de modo que funcionen como amortiguamiento térmico. De este modo, es posible reducir la cantidad de muros con aislamiento y se eligieron solo aquellos que quedan expuestos a la mayor radiación solar, es decir, hacia el sur.

Así mismo, las ventanas se ubicaron de manera estratégica, con el fin de generar ventilación cruzada. El remetimiento que presentan, en conjunto con la implementación de parasoles y aleros, permite la iluminación natural, mas no el deslumbramiento o entrada de luz solar directa. (Ver Ilustración 39)

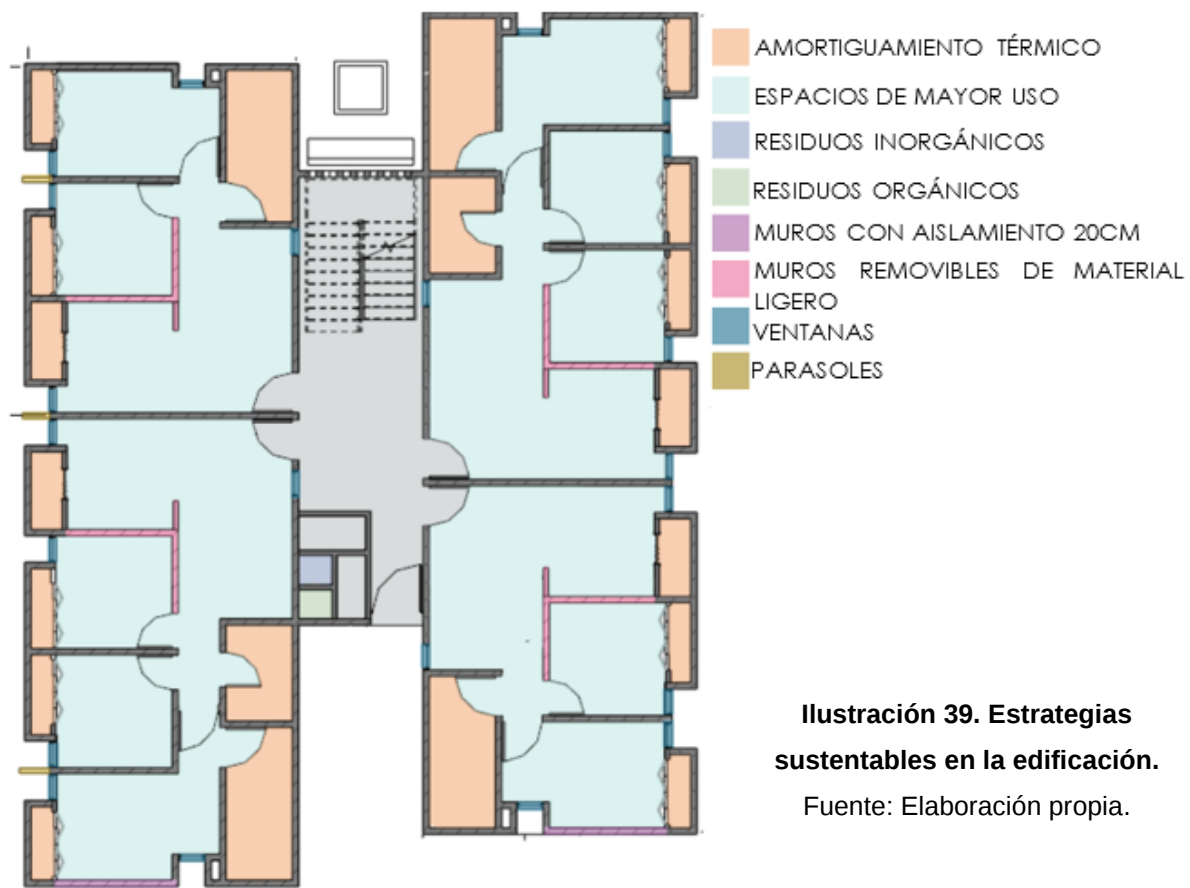


Ilustración 39. Estrategias sustentables en la edificación.

Fuente: Elaboración propia.

Para determinar las dimensiones de los aleros, primeramente, se tomaron en cuenta las horas críticas en las que se deben evitar las ganancias de calor, mismas que se definieron a través del software Climate Consultant con los datos meteorológicos proporcionados por CONAGUA. Como se muestra en la imagen se tiene un rango de 10 am a 6 pm en el que se superan los 100 grados Fahrenheit o 37° C. Al contar con tal información se llevó a cabo un análisis solar a través de un software BIM, de modo que se asignó una hora crítica dependiente de la orientación de las fachadas de la edificación, el resultado fue:

- Orientación Noreste: 10:30 a.m. (Ver Ilustración 40)
- Orientación Sureste: 12:00 p.m. (Ver Ilustración 41)
- Orientación Suroeste: 5:00 p.m. (Ver Ilustración 42)



Ilustración 40. Fachada Noreste a las 10:30 a.m.

Fuente: Elaboración propia.

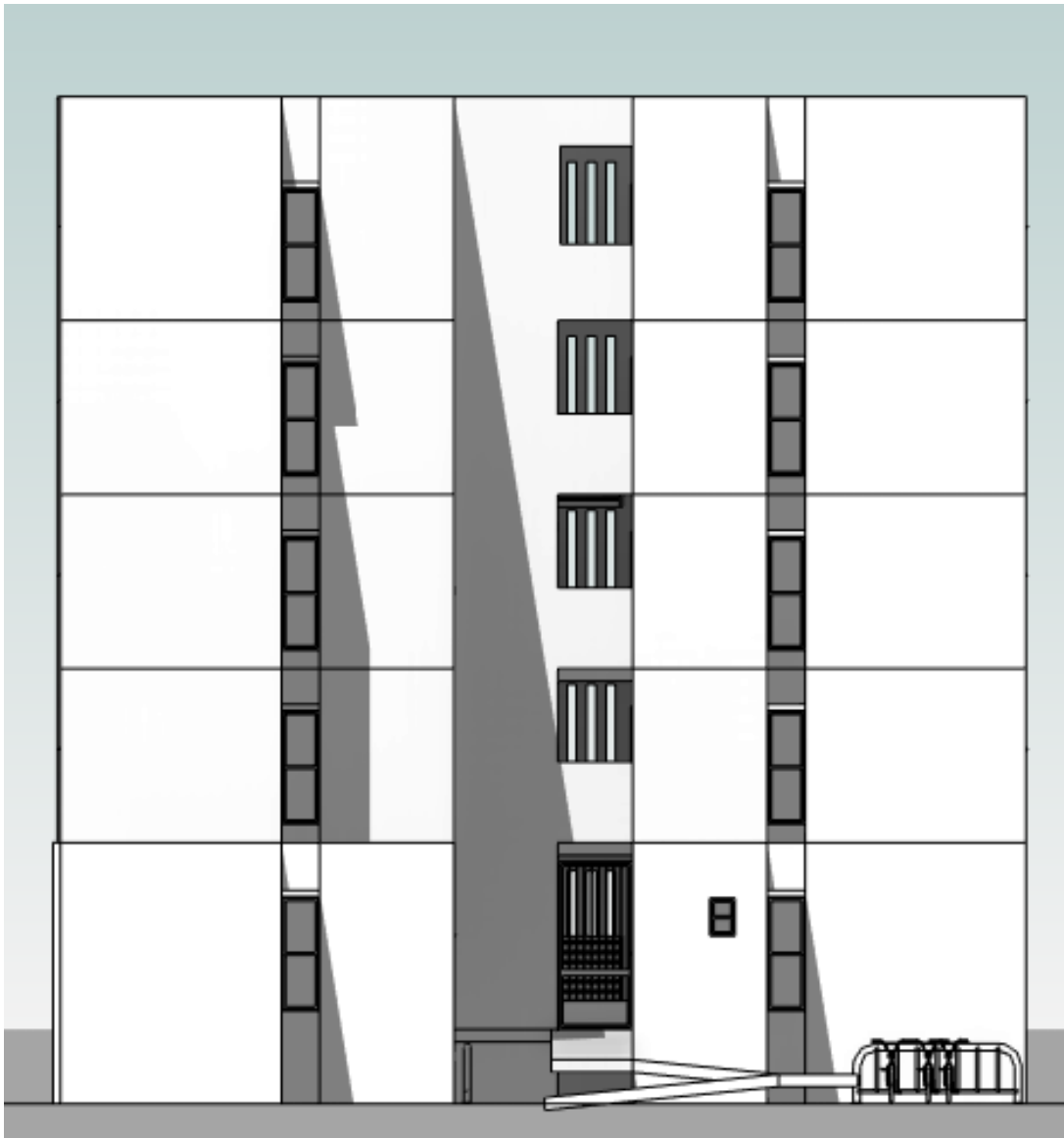


Ilustración 41. Fachada Sureste a las 12:00 p.m.

Fuente: Elaboración propia.

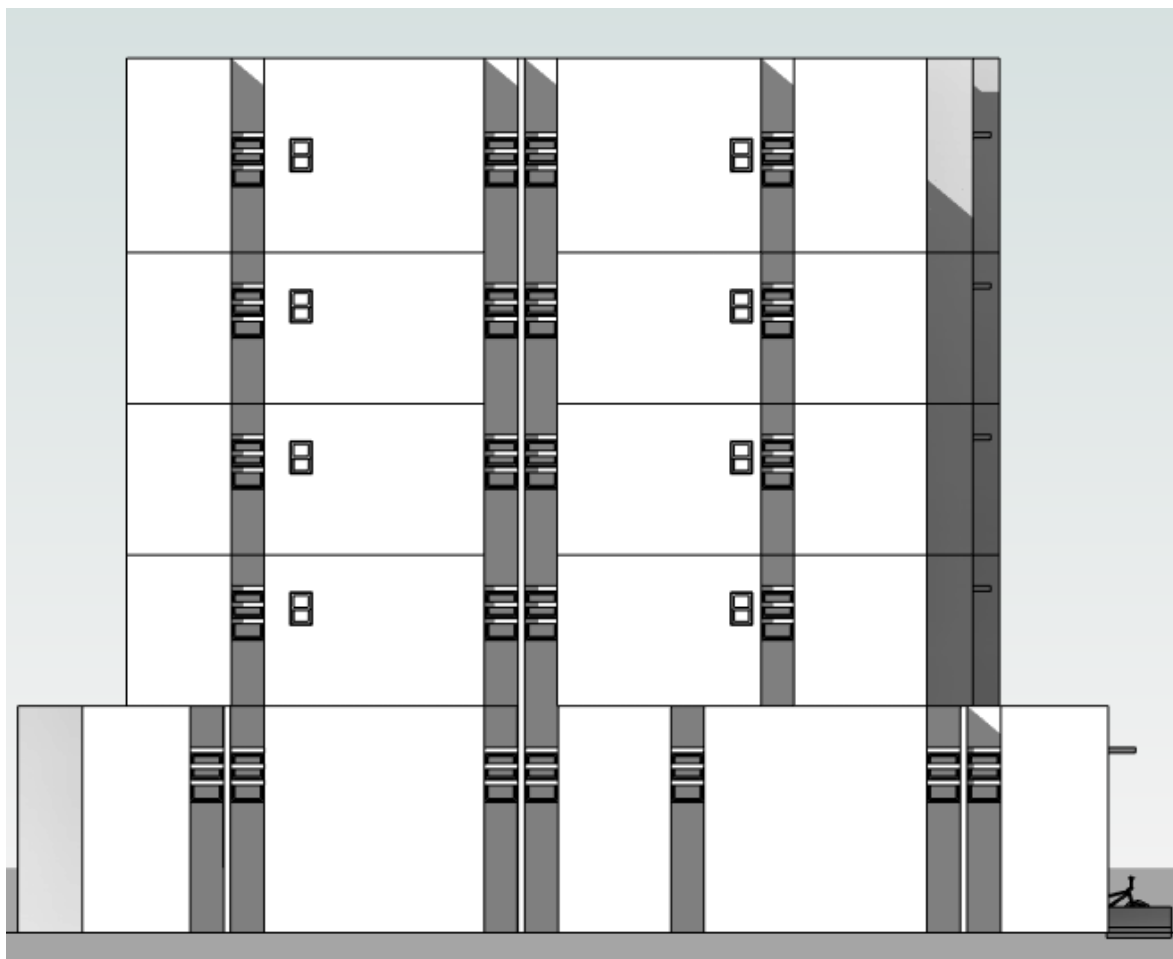


Ilustración 42. Fachada Suroeste a las 5:00 p.m.

Fuente: Elaboración propia.

4.6.1 Cumplimiento de Criterios LEED Desarrollo Urbano.

Visto en el apartado 2.1.6, LEED se compone de diversos sistemas de certificación adaptables al tipo y necesidades de cada proyecto. Para los propósitos de este proyecto, se desarrolló el conjunto de vivienda de interés social bajo los criterios de sustentabilidad necesarios para obtener la certificación de LEED Desarrollo Urbano. De acuerdo a la revisión de los requerimientos mínimos del programa, también mencionados en el capítulo 2.1.6, el proyecto es planteado en un sitio con límites razonables, es de carácter permanente, y el conjunto se compone de una superficie de 2.67 hectáreas el cual consta de más de 2 edificaciones habitables. Por lo tanto, se cumple con los requisitos previos, el cual consta de 5 categorías:

- Ubicación Inteligente
- Diseño y Patrón del Conjunto
- Infraestructura Verde
- Innovación
- Prioridad Regional

Estas se componen de prerrequisitos y créditos que tuvieron cierta influencia en el diseño conceptual del conjunto. Sin embargo, al tratarse de un programa de origen norteamericano aplicado a un desarrollo urbano situado en la ciudad de Mexicali, Baja California, se tiene como reto comprobar si sus lineamientos se logran adaptar o no a la realidad del país.

En pocas palabras, el proyecto cumple con los requerimientos mínimos y se puede proceder a la etapa de evaluación, misma que se describe en los siguientes apartados.

4.6.1.1 Ubicación Inteligente y Vinculación

El modelo urbano convencional tiende a ser expansivo con viviendas de baja densidad, segregadas y ubicados en áreas periféricas. Esto puede dañar el medio ambiente natural, debido a la alteración de terrenos vírgenes, promover la dependencia del automóvil, y la generación de contaminación; lo cual afecta la salud y calidad de vida de los habitantes.

Por ello, el objetivo de esta categoría es crear comunidades habitables y minimizar el impacto negativo que genera la ubicación inadecuada y dispersa de los nuevos desarrollos, mediante la selección estratégica del sitio del proyecto en zonas cercanas a ciudades o pueblos existentes, con acceso a opciones de tránsito de calidad, sitios consolidados o previamente urbanizados. (USGBC, 2017)

Por lo que se refiere a la propuesta de diseño conceptual del presente proyecto, éste logró una puntuación de 13 sobre 28. En este apartado se discutirá la ruta de cumplimiento para la obtención de la siguiente puntuación dentro de cada crédito, así como aquellos que requirieron de una adaptación al país, y en los que no fue posible cumplirlos, ya sea por la carencia de información, o porque no era aplicable al tipo de proyecto.

Sí	?	No		
13	0	15	UBICACIÓN INTELIGENTE Y VINCULACIÓN	28
Y			Prereq Ubicación Inteligente	Requerido
Y			Prereq Comunidades ecológicas	Requerido
Y			Prereq Conservación de humedales y cuerpos de agua	Requerido
Y			Prereq Conservación de tierras agrícolas	Requerido
Y			Prereq Evitar inundaciones	Requerido
8		2	Credit Ubicació preferente	10
0	NA	2	Credit Sitios contaminados	2
0	IND	7	Credit Acceso a transporte de calidad	7
1		1	Credit Infraestructura ciclista	2
3		0	Credit Proximidad a empleos y vivienda	3
0	NA	1	Credit Protección de pendientes pronunciadas	1
1		0	Credit Diseño del sitio para la conservación de hábitat y cuerpos de agua	1
0	IND	1	Credit Restauración del hábitat, humedales y cuerpos de agua	1
0	IND	1	Credit Plan de gestión y conservación del hábitat, humedales y cuerpos de	1
NA	NO APLICA PARA EL TIPO DE PROYECTO			
IND	INFORMACIÓN NO DISPONIBLE			
AD	REQUIRIÓ DAPTACIÓN			

Tabla 28. Puntuación obtenida en este proyecto de categoría Ubicación Inteligente y Vinculación

Como se mencionó en el punto 4.3 Selección del predio, los prerrequisitos mencionados en la tabla anterior, han sido utilizados como base para la elección de la ubicación del proyecto, por lo tanto, el proyecto cumple satisfactoriamente con ellos. (Ver Tabla 21)

Al igual que los prerrequisitos, los créditos que hacen referencia a la ubicación preferente del proyecto se tomaron en cuenta como criterios de selección del predio. Aunque ya se ha mencionado la puntuación obtenida previamente en el apartado 4.3, Tabla 23, a continuación, se describe la manera en que se obtuvieron los puntos, o no, junto con el resto de los créditos pendientes de la misma categoría.

4.6.1.1.1 Crédito L-UIV-C1: Ubicación Preferente

La intención del crédito es promover el desarrollo dentro de ciudades, pueblos o comunidades existentes, y así reducir el daño al medio ambiente y la salud pública, como consecuencia de la expansión urbana. Los requerimientos se muestran en la siguiente tabla. (USGBC, 2017)

CRÉDITO	REQUERIMIENTOS	PUNTOS
UBICACIÓN PREFERENTE CLAVE: L-UIV-C1	Obtener cualquier combinación de las 3 opciones hasta obtener 10 puntos.	
	OPCIÓN 1 Ubicar el proyecto en alguna de las siguientes opciones:	
	TIPO DE UBICACIÓN En un sitio previamente desarrollado que no sea colindante a un sitio adyacente o consolidado.	1
	En un sitio adyacente que además es un sitio previamente desarrollado	2
	En un sitio consolidado que no es un sitio previamente desarrollado	3
	En un sitio consolidado que además es un sitio previamente desarrollado	4
	OPCIÓN 2 Medir la conectividad en 800 metros del límite del	
	Intersecciones	
	CONECTIVIDAD 78-96	1
	97-115	2
	116-134	3
	135-153	4
	> 154	5
	OPCIÓN 3 Ubicar el proyecto en alguna de las siguientes	
	Prioridades nacionales de la EPA	
	Zona Federal de Empresas	
	Sitio de la comunidad de Renovación Federal	
	Comunidad de bajos ingresos calificada del Fondo del Tesoro para el Desarrollo de la Comunidad	
	Un sitio en el Área de Censos Calificados, del Depto. de vivienda y Desarrollo Urbano de los EUA o área de Desarrollo Difícil.	
	Un programa local equivalente administrado a nivel nacional para proyectos fuera de EUA.	
	ALTA PRIORIDAD	3

Tabla 29. Requerimientos y puntuación de Crédito L-UIV-C1

Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida de USGBC, (2017).

Ruta de cumplimiento

Como se demostró en la sección 4.3, el terreno es un sitio consolidado debido a su amplia conectividad que presenta. Sin embargo, aún no ha sido alterado por pavimentación o construcción por lo que no puede ser considerado un sitio previamente desarrollado. Así pues, este obtiene el valor de 3 puntos en la Opción 1.

En cuanto a la Opción 2, se simuló un buffer de 800 metros alrededor del sitio del proyecto, como se observa en la Ilustración 43, en la que se demuestra que el conjunto cuenta con 193 intersecciones, por lo que se obtienen 5 puntos.

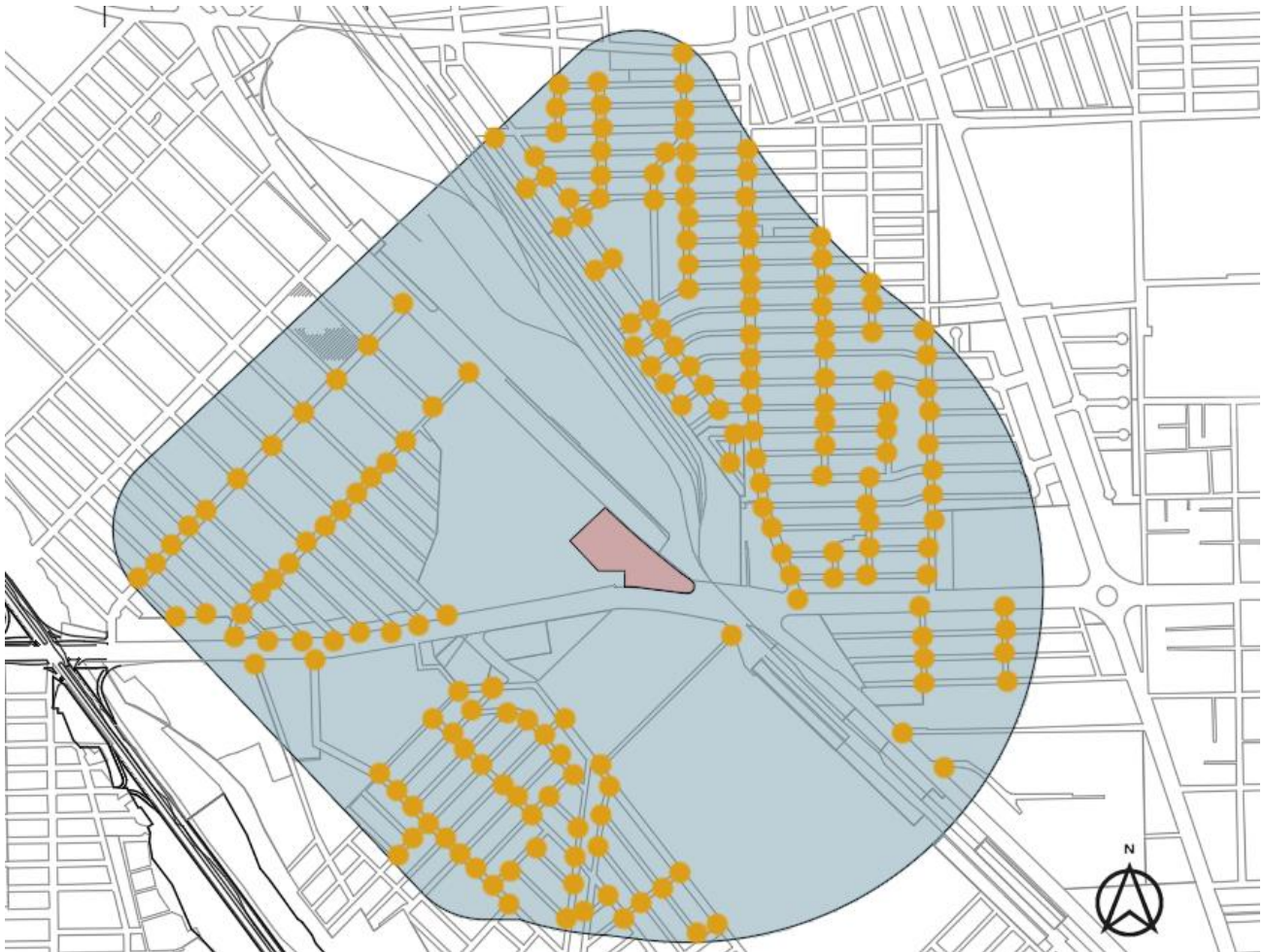


Ilustración 43. Número de intersecciones en un buffer de 800 metros alrededor del conjunto.

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos de INEGI.(2018)

Por otro lado, la zona en la que se situó el proyecto no cumple con las características de la Opción 3, llamadas de alta prioridad, y se obtienen cero puntos. De modo que se cumple el crédito con un total de 8 puntos.

4.6.1.2.2 Crédito L-UIV-C2: Sitios Contaminados

El objetivo del crédito es fomentar la remediación y limpieza de tierras y sitios de desarrollo que han sido identificados como contaminados. Los requerimientos se muestran en la siguiente tabla. (USGBC, 2017)

CRÉDITO		REQUERIMIENTOS	PUNTOS
SITIOS CONTAMINADOS	CLAVE: L-UIV-C2	Cumplir con alguna de las dos opciones	
		OPCIÓN 1	
		SITIO CONTAMINADO Ubicar el proyecto en un sitio previamente contaminado y desarrollar el plan de remediación.	1
		OPCIÓN 2 Ubicar el proyecto en alguna de las siguientes opciones:	
		Prioridades nacionales de la EPA	
		Zona Federal de Empresas	
		Sitio de la comunidad de Renovación Federal	
SITIO DE ALTA PRIORIDAD		Comunidad de bajos ingresos calificada del Fondo del Tesoro para el Desarrollo de la Comunidad	2
		Un sitio en el Área de Censos Calificados, del Depto. de vivienda y Desarrollo Urbano de los EUA o área de Desarrollo Difícil.	
		Un programa local equivalente administrado a nivel nacional para proyectos fuera de EUA.	

Tabla 30. Requerimientos y Puntuación de Crédito L-UIV-C2

Fuente: Elaboración propia, con base en información obtenida de USGBC. (2017)

Ruta de cumplimiento

Los sitios del proyecto que no tienen contaminación para remediar no son elegibles para este crédito. Por lo tanto, no se obtiene una puntuación para este proyecto.

4.6.1.1.3 Crédito L-UIV-C3: Acceso a Transporte de Calidad

Este crédito pretende promover el desarrollo en zonas que cuenten con múltiples tipos de transporte con el fin de reducir el uso vehicular y, en consecuencia, la generación de gases de efecto invernadero, contaminación del aire, y afectaciones a la salud pública. Los requerimientos se muestran en la siguiente tabla.

CRÉDITO		REQUERIMIENTOS		PUNTOS
TRANSPORTE DE CALIDAD	CLAVE: L-UIV-C34	Cumplir con ambos:		
		a)	Ubicar el proyecto en un sitio en el que el 50% de las viviendas y usos no residenciales estén a 400m de distancia caminable de al menos una parada de autobús.	
		b)	Cumplir con el número mínimo de viajes:	
			Lun-Vier Sáb-Dom	
			60 40	1
			76 50	2
			100 65	3
			132 85	4
			80 130	5
			246 150	6
			320 200	7

Tabla 31. Requerimientos y Puntuación de Crédito L-UIV-C3

Fuente: Elaboración propia, con base en información obtenida de USGBC. (2017)

Ruta de cumplimiento

Tal como se demostró en el punto 4.3, en la Ilustración 19. Proximidad de equipamientos y servicios, aunque las paradas de autobús más cercanas se encuentran dentro de un radio de 300 metros al predio, al convertirse en distancia caminable excede la longitud mínima requerida de 400 metros, por lo tanto, no califica para este crédito.

4.6.1.1.4 Crédito L-UIV-C4: Infraestructura ciclista

El propósito del crédito es fomentar la utilización de la bicicleta y la reducción del uso del automóvil, para mejorar la salud pública por medio de la actividad física. (USGBC, 2017)

Los requerimientos se muestran en la siguiente tabla.

CRÉDITO		REQUERIMIENTOS	PUNTOS
INFRAESTRUCTURA CICLISTA	CLAVE: L-UIV-C4	90% de los edificios deben contar con ciclopuestos para el 2.5% de los visitantes pico a no más de 30 m de la entrada principal, y 30% de los habitantes a no más de 30 m de cualquier entrada funcional.	
		Cumplir ambas, o alguna de las dos opciones:	
		OPCIÓN 1. Ubicar el proyecto en un sitio a 400 m de una ciclovía existente que se prolongue 4.8km, y conecte al menos con uno:	
		a) 10 usos diversos	1
		b) Escuela o centro de empleo	
		c) Parada de transporte rápido	
		OPCIÓN 2. Diseñar el proyecto de modo que el 50% de las unidades de vivienda estén ubicadas sobre una ciclovía existente o planeada, que se prolongue 4.8 km y conecte con al menos uno:	
		a) 10 usos diversos	1
		b) Escuela	
		c) Centro de empleo	

Tabla 32. Requerimientos y Puntuación de Crédito L-UIV-C4

Fuente: Elaboración propia, con información obtenida de USGBC. (2017)

Ruta de cumplimiento

Primeramente, se analizó la posibilidad de la ubicación del proyecto en una zona que cuente con una red de circulación para bicicletas ya existente, no obstante, en la ciudad de Mexicali tal tipo de infraestructura es muy escasa. Por lo que se optó por la Opción 2, en la que se propone incluir una ciclovía dentro del diseño del conjunto.

Como se mostró en la Ilustración 30 en el apartado 4.5.2. la ciclovía se situó en la zona perimetral sobre las vialidades principales con las que colinda el terreno, de tal modo, se permite la conectividad de las viviendas hacia otras alternativas de transporte como la parada de autobús que se propone sobre el Boulevard Lázaro Cárdenas.

La longitud total del circuito es de 9.4 kilómetros, lo que supera la longitud mínima establecida por el crédito. Además, cabe destacar que las avenidas y calles sobre las que se propone la circulación ciclista cuentan con amplias aceras y vialidades en cuestión de anchura, de modo que no se requieren adaptaciones de los carriles existentes.

A detailed map of the Centro Histórico de Bogotá showing the project site and a proposed bicycle route. The project site is highlighted in red, and the bicycle route is marked with an orange line. The map includes various icons representing different types of facilities: shopping (shopping cart), healthcare (stethoscope, syringe, pills), recreation (gym equipment, scales), education (book), and community services (group of people, tree). A north arrow is located in the bottom left corner.

SITIO DEL PROYECTO
CICLOVÍA

Fuente: Elaboración propia.

CATEGORÍAS Y TIPOS DE USOS		
CATEGORÍA	TIPO DE USOS	SÍ
Comida	Súper mercado	1
	Establecimientos con sección de productos	1
Servicio comunitario	Tienda de conveniencia	
	Mercado de agricultores	
	Ferretería	2
	Farmacia	2
	Otro comercio	2
Servicios	Banco	5
	Instalaciones de entretenimiento familiar	1
	Instalaciones deportivas o gimnasios	1
	Cuidado del cabello	
	Lavandería, Tintorería	
	Restaurante, café	3
Instalaciones cívicas o comunitarias	Cuidado de adultos o personas mayores	
	Guardería	
	Centro comunitario o recreativo	1
	Instalación de artes culturales	1
	Instalación educativa	2
	Oficina del gobierno con atención al público	2
	Clínica médica u oficina que atiende pacientes	
	Lugar de adoración	
	Estación de policía o bomberos	
	Oficina postal	
	Biblioteca Pública	1
	Parque público	1
	Centro de servicios sociales	
TOTAL		26

Tabla 33. Categoría y cumplimiento de usos diversos.

Fuente: Elaboración propia, con información obtenida de USGBC.(2017)

Acto seguido, definir la cantidad de almacenamiento de bicicletas necesaria. Para ello, el cálculo se basa en la cantidad de unidades de vivienda y visitantes de cada edificio. Cada edificio consta de 20 viviendas, y ya que el dato de visitantes se consulta directamente con el usuario, al tratarse de un proyecto conceptual se tomará la cantidad mínima mencionada anteriormente, que es de 4 espacios por edificio.

Por lo tanto, cada edificación debe contar con ciclo puertos con una capacidad de almacenamiento para 24 bicicletas en total. Su ubicación se muestra en la Ilustración 45, a una distancia de 5.83 y 1.77 metros de la entrada principal, y se propone de tipo de almacenamiento vertical para disminuir sus dimensiones.

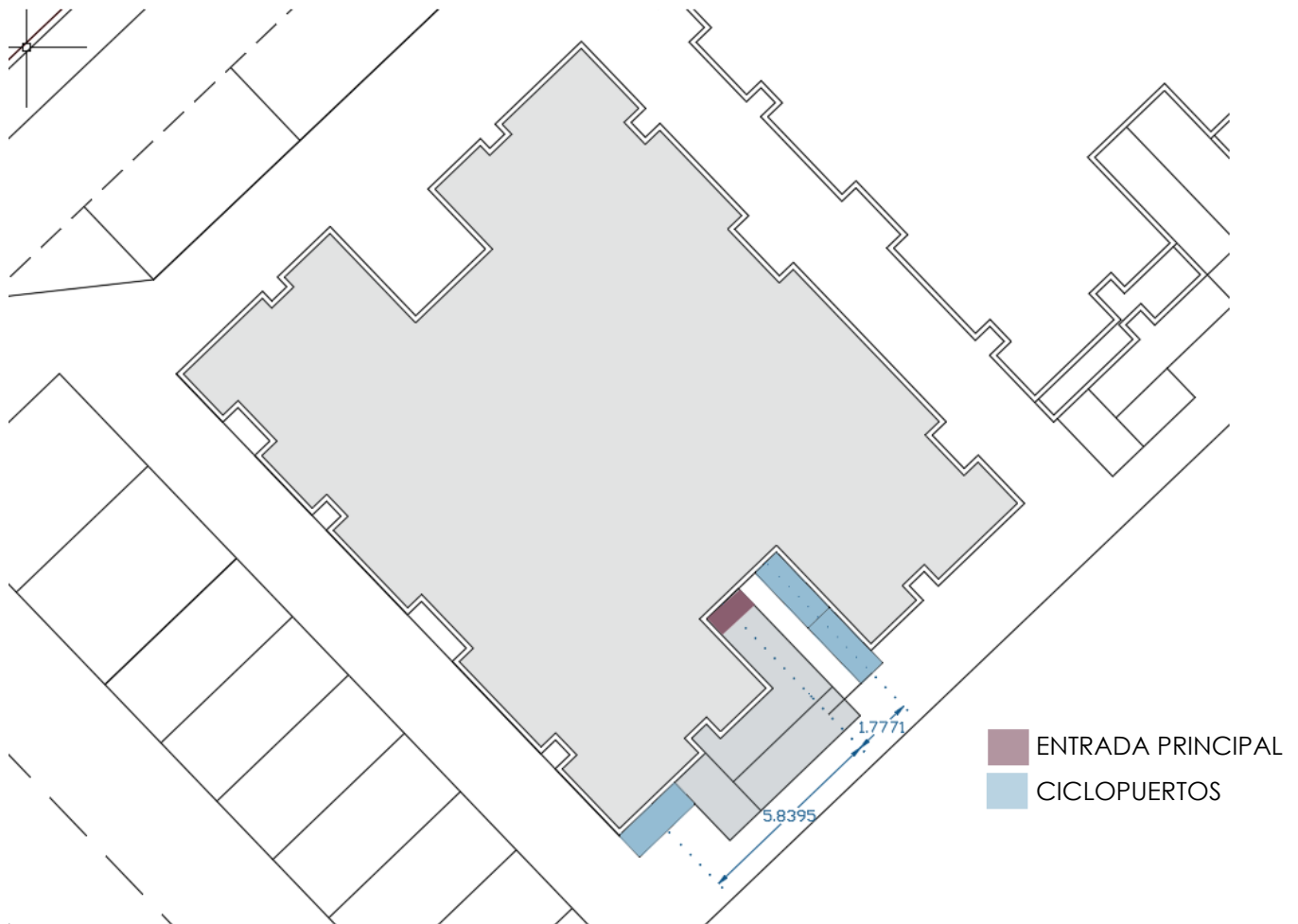


Ilustración 45. Ubicación de ciclopuertos.

Fuente: Elaboración propia.

Al tratarse de edificios de uso residencial, no son necesarias áreas de aseo y vestidores extra además de con las que cuenta cada vivienda.

De tal manera, se obtiene el cumplimiento de este crédito con 1 punto.

4.6.1.1.5 Crédito L-UIV-C5: Proximidad a empleos y vivienda

El crédito se enfoca en fomentar el equilibrio de las comunidades mediante la proximidad a oportunidades habitacionales y de empleo. (USGBC, 2017) Los requerimientos se muestran en la siguiente tabla.

CRÉDITO		REQUERIMIENTOS	PUNTOS
PROXIMIDAD A EMPLEOS Y VIVIENDA	CLAVE: L-UIV-C5	Cumplir con alguna de las tres opciones:	
		OPCIÓN 1.	
		Incluir componentes residenciales de 30% o más del total del área construida del proyecto	
		Diseñar el proyecto de modo que su centro geográfico esté a 800 m de distancia caminable de un centro de empleo que exceda o iguale el número de viviendas.	3
		Obtener al menos un punto en el crédito de vivienda asequible.	
		OPCIÓN 2.	
		Incluir componentes residenciales de 30% o más del total del área construida del proyecto	
		Diseñar el proyecto de modo que su centro geográfico esté a 800 m de distancia caminable de un centro de empleo que exceda o iguale el número de viviendas.	2
		OPCIÓN 3.	
		Ubicar el proyecto en un sitio consolidado y diseñarlo de modo que al menos 30% del total del área construida sea componente no residencial	
		Diseñar el proyecto de modo que su centro geográfico esté a 800 m de distancia caminable de parada de transporte rápido y unidades de vivienda que equivalen al 50% de empleos	1

Tabla 34. Requerimientos y Puntuación de Crédito L-UIV-C5

Fuente: Elaboración propia, con información obtenida de USGBC. (2017)

Ruta de cumplimiento

Como se muestra en la Ilustración 46, el proyecto se sitúa en una zona con alta diversidad de usos de suelo, en donde se cuenta con uso habitacional, así como equipamientos, industria, comercios y servicios, lo que representa grandes oportunidades de empleo. Por lo tanto, para mantener un equilibrio y diversidad entre los usos, se propone un conjunto que conste mayormente de uso habitacional, de modo que los residentes cuenten con empleos existentes a distancias caminables.

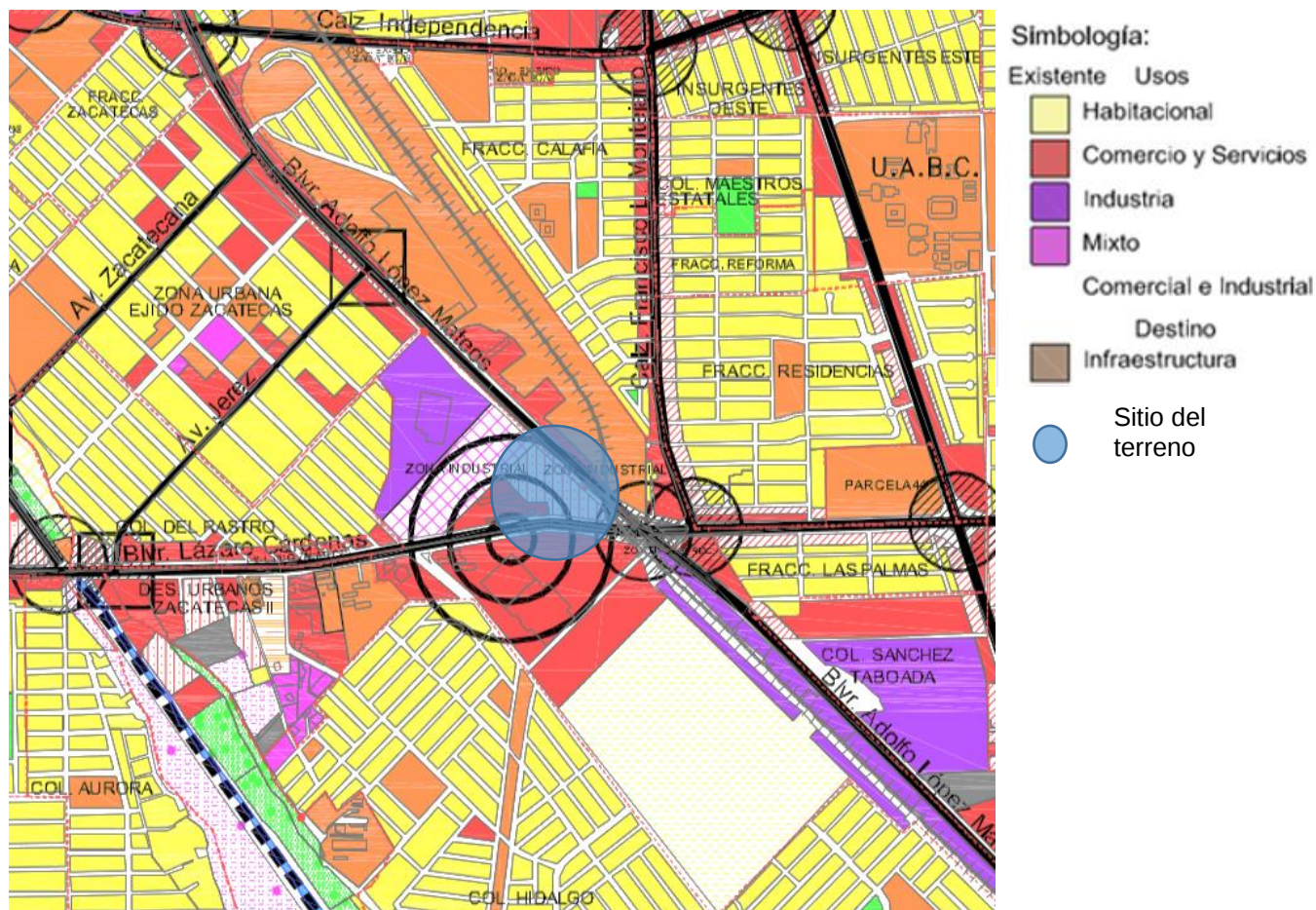


Ilustración 46. Diversidad de usos de suelo con respecto al sitio del proyecto.

Fuente: Elaboración propia, con información obtenida de PDUCP de Mexicali 2025.

Cabe mencionar que, el cálculo del porcentaje de componentes residenciales y no residenciales del conjunto, se obtiene con base en la superficie construible del terreno. De acuerdo al sistema certificador, se le denomina superficie construible, a la superficie total del terreno que excluye las restricciones impuestas por la ley codificada o el reglamento local.

Puesto que el proyecto se ubica en un terreno con industrias colindantes de mediana escala, así como vialidades primarias, según las Restricciones de Uso de Suelo, Art. 7, del Reglamento de Construcción de Mexicali “Para protección del uso de suelo habitacional,

deberá guardarse una distancia o reservarse una franja de amortiguamiento en relación a otros usos, considerando lo siguiente: II.- De 10 m, de zonas industriales ligeras, industrias de mediana escala, abasto y almacenaje de mediana escala o vialidades primarias y secundarias de acceso controlado” (1998). Por ello, ser de 2.67 hectáreas la superficie del terreno, la superficie construible se reduce a 2.05 hectáreas.

Ahora bien, como se indica en la ilustración y en el siguiente cálculo, se demuestra el cumplimiento del primer requerimiento del crédito, pues el componente residencial supera el 30% de la superficie construible del terreno.

$$\frac{13774 \text{ m}^2}{20,558 \text{ m}^2} \times 100 = 67\%$$

(SUPERFICIE CONSTRUIBLE RESIDENCIAL)
(SUPERFICIE CONSTRUIBLE DEL TERRENO) (COMPONENTE RESIDENCIAL DE SUPERFICIE CONSTRUIBLE)

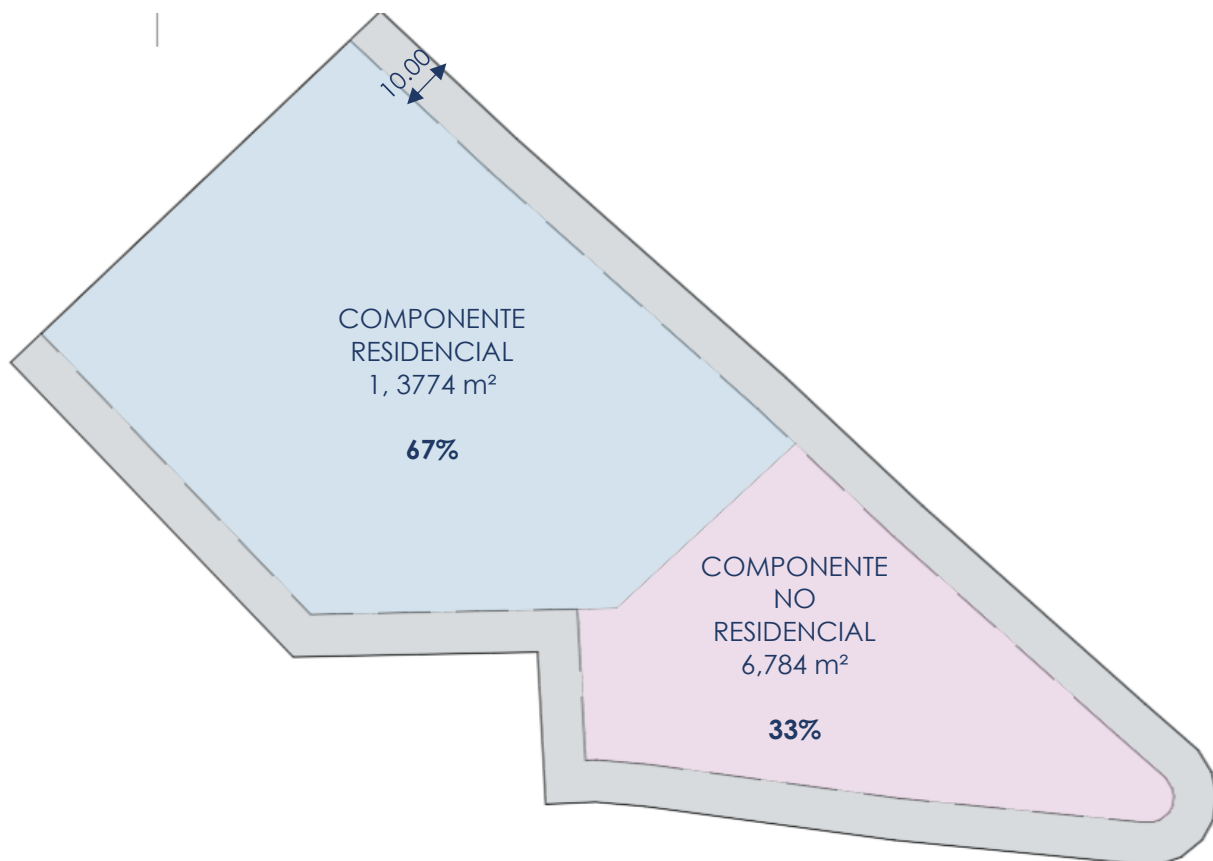


Ilustración 47. Porcentaje de componentes residenciales y no residenciales.

Fuente: Elaboración propia.

Después, se localizaron las empresas y establecimientos que se encuentran a 800 metros de distancia caminable del centro geográfico del predio del proyecto. Una vez identificados, se consultó en diversas empresas como: Ford, Walmart, Starbucks, y Mitsubishi; la cantidad de puestos con los que se cuenta generalmente, de modo que se demostrara la capacidad de empleos que puede brindarle la zona a los habitantes del conjunto, sin necesidad de recurrir al uso del automóvil. (Ver Ilustración 48)

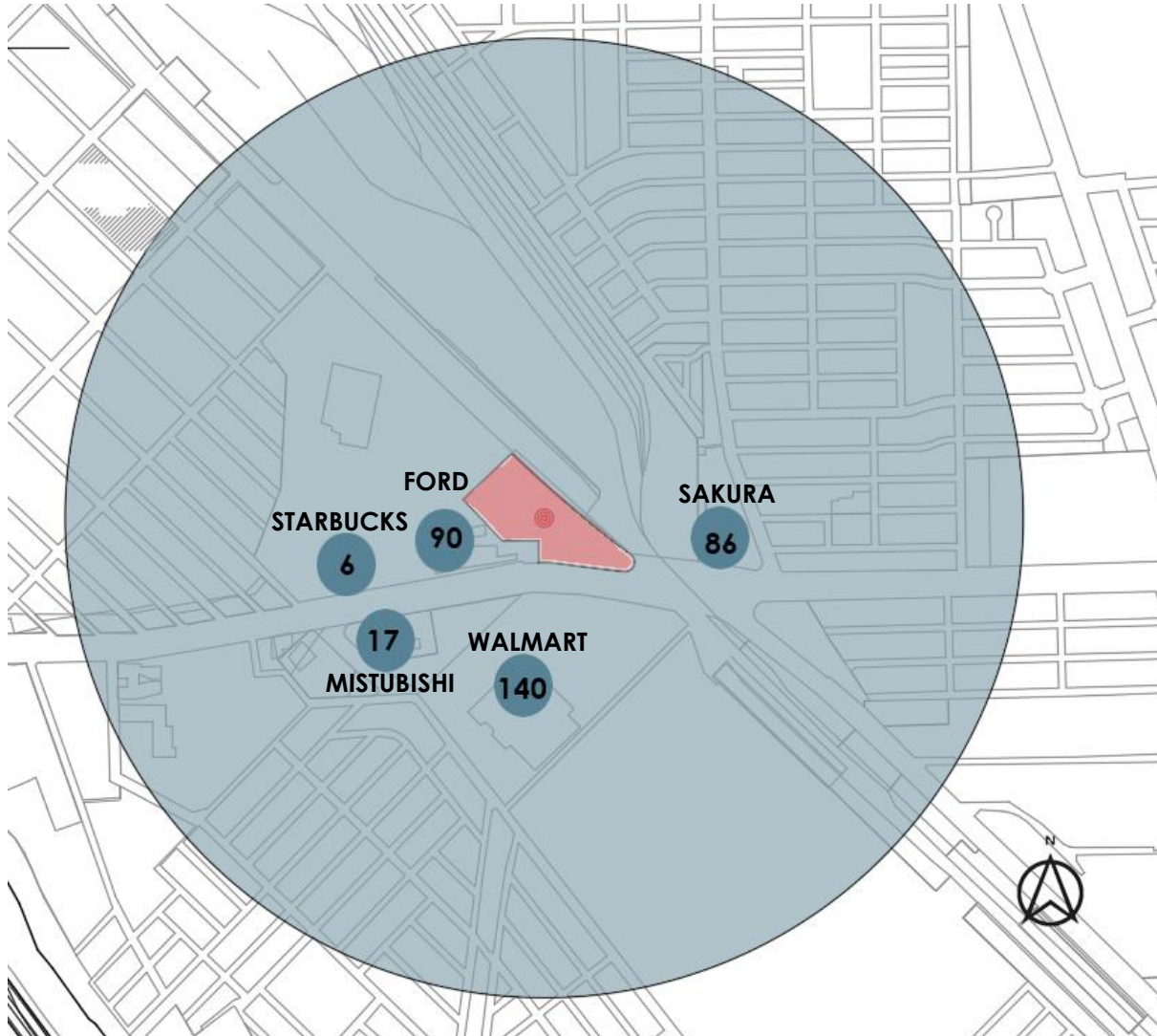


Ilustración 48. Oportunidad de empleo.

Fuente: Elaboración propia.

Puesto que, con tan solo esas empresas y establecimientos se tiene un total de 339 empleos, el número rebasa las 300 unidades de vivienda creadas dentro del proyecto. Por lo que se cumple con el crédito.

Por otro lado, para poder obtener la mayor puntuación es necesario cumplir con la Opción 2 del crédito de Vivienda Diversa y Asequible, perteneciente a la categoría de Diseño y Patrón del Desarrollo. Debido a que el proyecto ha sido dirigido hacia un sector socioeconómico bajo, este obtiene satisfactoriamente el punto deseado, su cumplimiento se describe a detalle en su capítulo correspondiente.

El crédito se cubre con un total de **3 puntos**.

4.6.1.1.6 Crédito L-UIV-C6: Protección de Pendientes Pronunciadas

El objetivo del presente crédito es para minimizar la erosión y reducir la presión sobre los sistemas hídricos. (USGBC, 2017) No obstante, es dirigido a los proyectos ubicados en sitios cuyas elevaciones cuenten con pendientes mayores al 15%. Como se mostró en el punto 4.4 Análisis del sitio, el proyecto consta de una topografía uniforme sin pendientes significativas, por lo que el crédito no aplica en el desarrollo de este proyecto.

4.6.1.1.7 Crédito L-UIV-C7: Diseño del Sitio para la Conservación del Hábitat, Humedales y Cuerpos de Agua.

La intención del crédito es la conservación de las plantas nativas, el hábitat salvaje, humedales y cuerpos de agua. (USGBC, 2017) Los requerimientos se muestran en la siguiente tabla.

CRÉDITO		REQUERIMIENTOS	PUNTOS
DISEÑO DEL SITIO PARA LA CONSERVACIÓN DEL HÁBITAT, HUMEDALES Y CUERPOS DE AGUA	CLAVE: L-UIV-C7	CASO 1	
		Para sitios sin hábitat significativo, o humedales y cuerpos de agua.	
		Ubicar el proyecto a una distancia mínima de 30 metros del hábitat, humedal o cuerpo de agua significativo.	1
		CASO 2.	
		Para sitios con hábitat significativo, o humedales y cuerpos de agua.	
		OP.1 Donar las áreas que puedan ser afectadas a una organización de conservación o realizar un plan de manejo y protección para estas.	1
		OP.2 Diseñar el proyecto de modo se conserve el 100% de los cuerpos de agua, humedales y tierra, con el apoyo de un biólogo calificado.	

Tabla 35. Requerimientos y Puntuación del Crédito L-UIV-C7

Fuente: Elaboración propia, con base en la información obtenida de USGBC.(2017)

Ruta de cumplimiento

Como se vio en las secciones 4.3.2 Análisis de predios y 4.4 Análisis del sitio, el proyecto se encuentra en una zona en la que no se cuenta con una cantidad significativa de plantas nativas (Ver Ilustración 21), así como en un área fuera de humedales o cuerpos de agua que cumple con el prerrequisito L-UV3P (Ver Tabla 21 e Ilustración 13). Por lo que se cumple satisfactoriamente con el Caso 1 y se obtiene **1 punto** en el crédito.

4.6.1.1.8 Crédito L-UIV-C8: Restauración del Hábitat, Humedales y Cuerpos de Agua

El propósito del crédito es la restauración de plantas, la vida salvaje, humedales y cuerpo de agua que han sido dañados previamente por la actividad humana. (USGBC, 2017)

Los requerimientos se muestran en la siguiente tabla.

CRÉDITO		REQUERIMIENTOS	PUNTOS
RESTAURACIÓN DEL HÁBITAT, HUMEDALES Y CUERPOS DE AGUA	CLAVE: L-UIV-C8	Usar solo plantas nativas para restaurar comunidades ecológicas, cuerpos de agua o humedales nativos antes del desarrollo en el sitio del proyecto en un área igual o superior al 10% de la huella de desarrollo. Trabaje con un biólogo calificado para asegurarse de que las áreas restauradas tengan los conjuntos de especies nativas, la hidrología y otras características del hábitat que probablemente ocurrieron en las condiciones previas al desarrollo.	1

Tabla 36. Requerimientos y Puntuación del Crédito L-UIV-C8

Fuente: Elaboración propia, con base en la información obtenida de USGBC.(2017)

Ruta de cumplimiento

Como se vio en el Crédito L-UIV-C7, a causa de la zona en la que se situó el proyecto, no es necesaria la restauración de comunidades ecológicas o cuerpos de agua nativos, pues no contaba con ellos antes del desarrollo. No obstante, para la obtención de puntos se requiere de información referente al estado natural del sitio antes de la urbanización de la región. Actualmente, en el país tal información no se encuentra disponible por lo que su cumplimiento no es viable.

4.6.1.1.9 Crédito L-UIV-C9: Plan de Gestión y Conservación del Hábitat, Humedales y Cuerpos de Agua.

Este crédito, tiene como objetivo crear e implementar un plan de manejo a largo plazo, al menos 10 años, para los hábitats nativos, cuerpos de agua y humedales existentes o recientemente restaurados en el sitio. Igualmente, se pide una fuente de financiamiento garantizado para el manejo. (USGBC, 2017) Sin embargo, se requiere de la misma información del crédito anterior, por lo que no es posible obtener una puntuación.

4.6.1.2 Diseño y Patrón del Conjunto

El diseño del conjunto puede generar grandes beneficios en la calidad de vida de los habitantes, empleados y visitantes, así como al medio ambiente. De este modo, se utiliza la tierra y la infraestructura de manera eficiente, se evita la fragmentación del hábitat de la vida silvestre, la pérdida de las tierras agrícolas, se conservan los recursos económicos y retardan la expansión del desarrollo de baja densidad en el paisaje de una región. Simultáneamente, la conectividad y el aumento de áreas verdes promueve un ambiente más amigable hacia el peatón y se generan espacios comunes de calidad en donde se fomenta la interacción social, y la recreación activa. (USGBC, 2017)

Por ello, esta categoría se enfoca en crear desarrollos urbanos compactos, caminables y de usos mixtos, criterios que fueron considerados dentro del diseño del conjunto habitacional, mismo que obtuvo una puntuación de 24 sobre 41, como se observa en la siguiente tabla.

24	0	17	Neighborhood Pattern & Design	41
Y			Prereq Calles caminables	Requerido
Y			Prereq Desarrollo compacto	Requerido
Y			Prereq Conectividad y comunidad abierta	Requerido
7		2	Credit Calles caminables	9
4		2	Credit Desarrollo compacto	6
3		1	Credit Usos mixtos	4
3	AD	4	Credit Vivienda Diversa y asequible	7
1	AD	0	Credit Reducción de huella de estacionamiento	1
0		2	Credit Comunidad conectada y abierta	2
1		0	Credit Instalaciones de tránsito	1
0	NA	2	Credit Demanda y gestión de transporte	2
1		0	Credit Acceso a plazas y espacios públicos	1
1		0	Credit Acceso a zonas recreativas	1
1		0	Credit Diseño Universal	1
1	AD	1	Credit Participación comunitaria	2
0		1	Credit Producción local de alimentos	1
1		1	Credit Calles arboladas y sombreadas	2
0		1	Credit Escuelas vecinales	1
NA	NO APLICA PARA EL TIPO DE PROYECTO			
IND	INFORMACIÓN NO DISPONIBLE			
AD	REQUIRIÓ DAPTACIÓN			

Tabla 37. Puntuación obtenida de categoría Diseño y Patrón del Conjunto.

Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida de USGBC, (2017).

A continuación, se describirá la manera en que cada crédito influyó en la propuesta conceptual, así como aquellos que requirieron de adaptaciones.

4.6.1.2.1 Pre- requisito L-DPC-P1: Calles caminables

El requisito previo se enfoca en el mejoramiento de la salud pública a través de calles seguras y cómodas que fomentan la actividad física diaria. (USGBC, 2017)

Los requerimientos se muestran en la siguiente tabla.

PRE-REQUISITO		REQUERIMIENTOS
CALLES CAMINABLES	CLAVE: L-DPC-P1	Diseñar y construir de acuerdo a lo siguiente:
		a) 90% de los nuevos edificios deben tener una entrada funcional hacia una red de circulación o hacia un espacio público. La entrada debe estar conectada hacia una acera y el espacio público debe tener al menos 15 metros de profundidad medido de manera perpendicular hacia la entrada.
		b) Al menos el 15% de la longitud de bloque de las redes de circulación del proyecto debe tener una relación mínima de altura de edificio a línea central de 1: 1.5 de ancho (desde la línea central de la calle hasta la fachada del edificio).
		c) Proporcionar aceras continuas para peatón o ciclista a lo largo del 90% de la longitud del bloque de la red de circulación, incluida la parte que limita con el proyecto.
		Las aceras deben tener al menos 2.5 m de ancho en bloques de uso mixto Las aceras deben tener al menos 1.2 m de ancho en bloques de uso residencial
		c) No más del 20% de la red de circulación dentro del proyecto debe estar directamente enfrente de aberturas de garaje y compartimientos de servicio.

Tabla 38. Requerimientos y Puntuación del Crédito L-DPC-P1

Fuente: Elaboración propia, con base en la información obtenida de USGBC.(2017)

Ruta de cumplimiento

Dicho prerequisite fue considerado como base de diseño desde el inicio, por lo tanto, esto influyó en la configuración de todo el conjunto.

- a) Primeramente, como se observa en la Ilustración 49 el 100% de las entradas de los edificios se localizan directamente frente a áreas recreativas que constan de un parque infantil y un parque deportivo para el área residencial, y una plaza pública para el área comercial.
- b) El área comercial representa el 15% de la longitud del bloque de redes de circulación de todo el proyecto, como se muestra en la Ilustración 50, cuenta con una relación mínima de 1:1.5 de ancho desde la línea central de la calle hasta la fachada del edificio.
- c) Todo el conjunto se encuentra conectado a través de aceras peatonales. La anchura se manejó de 2.5 metros en zonas residenciales, de 3 metros en zona comercial y de 1.2 metros en aquellas ubicadas en la parte que limita con el proyecto. (Ver ilustración 49)
- d) Puesto que los edificios multifamiliares no cuentan con garajes, ya que se separaron de las circulaciones vehiculares y áreas de estacionamiento, además solamente se cuenta con una bahía de descarga en el área comercial, no se supera el 20% de red de circulaciones señalado en el prerequisite.



Ilustración 49. Aceras y Espacio Público según Prerrequisito L-DPC-P1

Fuente: Elaboración propia.

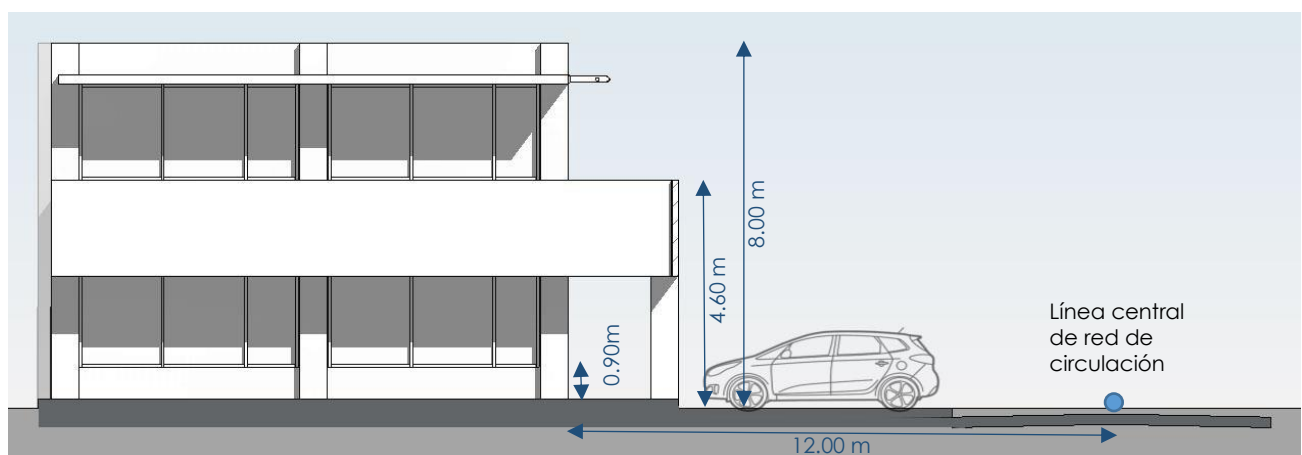


Ilustración 50. Corte transversal, relación 1:1.5 de Altura de fachada a línea central de vialidad.

Fuente: Elaboración propia.

4.6.1.2.2 Pre- requisito L-DPC-P2: Desarrollo compacto

El propósito del prerrequisito es la conservación de las tierras, y la mejora de la salud pública mediante la actividad física y reducción del uso del automóvil. (USGBC, 2017)

Los requerimientos para su cumplimiento se muestran en la siguiente tabla:

PRE-REQUISITO		REQUERIMIENTOS
DESARROLLO COMPACTO	CLAVE: L-DPC-P2	Diseñar y construir de acuerdo a las densidades especificadas:
		CASO 1 Para los proyectos que cuenten con al menos 2 puntos en el crédito L-UIV-C3
		Para los componentes residenciales que se encuentren dentro de las distancias caminables del transporte de calidad, contar con una densidad de al menos 30 unidades de vivienda por hectarea.
		Para los componentes residenciales que se encuentren fuera de las distancias caminables del transporte de calidad, contar con una densidad de al menos 17.5 unidades de vivienda por hectarea.
		Para los componentes no residenciales que se encuentren dentro de las distancias caminables del transporte de calidad, contar con una Relación de área del suelo (FAR) de 0.80 o más para el terreno edificable.
		Para los componentes no residenciales que se encuentren fuera de las distancias caminables del transporte de calidad, contar con una Relación de área del suelo (FAR) de 0.50 o más para el terreno edificable.
		CASO 2 Para los demás proyectos:
		Todos los componentes residenciales deben tener una densidad mínima de 17.5 unidades de vivienda por hectárea.
		Todos los componentes no residenciales deben tener una Relación de área del suelo (FAR) mínima de 0.50.

Tabla 39. Requerimientos y Puntuación de Pre-requisito L-DPC-P2

Fuente: Elaboración propia, con base en información obtenida de USGBC.(2017)

Ruta de cumplimiento

Debido a que no se obtuvieron puntos en el crédito L-UIV-C3 perteneciente a la categoría anterior, se optó por seguir con la ruta del Caso 2.

El cálculo de densidades se realiza con base en los porcentajes de área construible de los componentes residenciales y no residenciales, mismos que se muestran en la Ilustración 47, en el capítulo 4.6.1.1.5

$$\begin{array}{lcl}
 \frac{300}{1.38 \text{ ha}} & = & 217 \text{ UV/Ha} > 17.5 \text{ UV/Ha} \\
 \text{(UNIDADES DE VIVIENDA)} & & \text{COMPONENTES RESIDENCIALES} \\
 \text{(SUPERFICIE RESIDENCIAL CONSTRUIBLE)} & & \\
 \\
 \frac{2481.18 \text{ m}^2}{6,784 \text{ m}^2} & = & 0.36 \text{ FAR} < 0.50 \text{ FAR} \\
 \text{(SUPERFICIE DEL SUELO)} & & \text{COMPONENTES NO RESIDENCIALES} \\
 \text{(SUPERFICIE NO RESIDENCIAL CONSTRUIBLE)} & &
 \end{array}$$

Como se ha mencionado anteriormente, una de las bases para el diseño del proyecto es la verticalidad, de modo que sea posible aumentar la densidad de unidades de vivienda por hectárea. Por ello, como se demuestra en las ecuaciones, se cuenta con alta densidad de vivienda, mientras que en el caso del componente no residencial no se cubre el porcentaje mínimo. No obstante, de acuerdo al sistema certificador LEED, si un componente de un proyecto, ya sea residencial o no residencial, no cumple con una densidad mínima, mientras que el otro componente excede el mínimo, es posible aplicar la siguiente ecuación para el componente que califica.

$$\begin{array}{lcl}
 \text{DENSIDAD AJUSTADA} & = \frac{\text{COMPONENTE EXCEDENTE}}{\text{ÁREA TOTAL CONSTRUIBLE}} = \frac{300}{2.05 \text{ ha}} & = 217 \text{ UV/Ha} > 17.5 \text{ UV/Ha} \\
 & \text{(UNIDADES DE VIVIENDA)} & \text{COMPONENTES RESIDENCIALES} \\
 & \text{(SUPERFICIE RESIDENCIAL CONSTRUIBLE)} &
 \end{array}$$

Y así, la densidad ajustada excede la densidad mínima, se cumple el requisito previo.

Cabe destacar, que a pesar de que el propósito del sistema certificador es promover el diseño compacto, al estar basado en un modelo estadounidense en el que el desarrollo urbano es aún más disperso y expansivo que el modelo general de México, las densidades mínimas requeridas aún son bajas. Al tomar en cuenta que se trata de un proyecto destinado a viviendas de interés social y ha sido planteado en una zona intraurbana, cuyo valor del suelo económico suele ser mayor a las áreas periféricas, se considera de gran relevancia superar la densidad mínima de 17.5 UV/Ha, de modo que el proyecto sea viable económicamente para el desarrollador.

4.6.1.2.3 Pre- requisito L-DPC-P3: Conectividad y Comunidad Abierta

El objetivo del prerrequisito es fomentar proyectos que cuenten con altos niveles de conectividad interna y hacia las comunidades aledañas, de modo que se mejore la salud pública mediante la actividad física, y se motive a utilizar diversos métodos de transporte para reducir el uso vehicular. (USGBC, 2017) Los requerimientos para su cumplimiento se presentan en la siguiente tabla.

PRE-REQUISITO		REQUERIMIENTOS
CONECTIVIDAD Y COMUNIDAD ABIERTA	CLAVE: L-DPC-P3	Diseñe y construya el proyecto con al menos una conexión de paso (de la red de circulación) que se interseca o termina en el límite del proyecto al menos cada 245 metros, o en los intervalos e intersecciones existentes de la red de circulación.
		Toda circulación del proyecto vinculada a tal conectividad debe estar abierta al público general.
		Cumplir con alguno de las siguientes condiciones:
		CASO 1 Conectividad alrededor
		Elegir la ubicación del proyecto de modo que en un buffer de 400 metros del límite del terreno exista un mínimo de 35 intersecciones.
		CASO 2 Conectividad interna
		Diseñar el conjunto de modo que se cuente con 54 intersecciones internas.

Tabla 40. Requerimientos y Puntuación de Prerrequisito L-DPC-P3

Fuente: Elaboración propia, con base en información obtenida de USGBC.(2017)

Ruta de cumplimiento

Como se observa en la Ilustración 51, se trazó un buffer de 400 metros a partir del límite del terreno, y se detectaron 46 intersecciones dentro de él, lo cual supera las 35 mínimas requeridas en el Caso 1.



Ilustración 51. Conectividad dentro de buffer de 400 metros con respecto al sitio del proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

Así mismo, en la siguiente ilustración se señala la distancia entre los accesos libres a todo público en general, vehiculares, peatonales o ciclistas, cuyas distancias no superan los 250 metros entre ellas. Por lo que se tiene el cumplimiento del prerequisite.

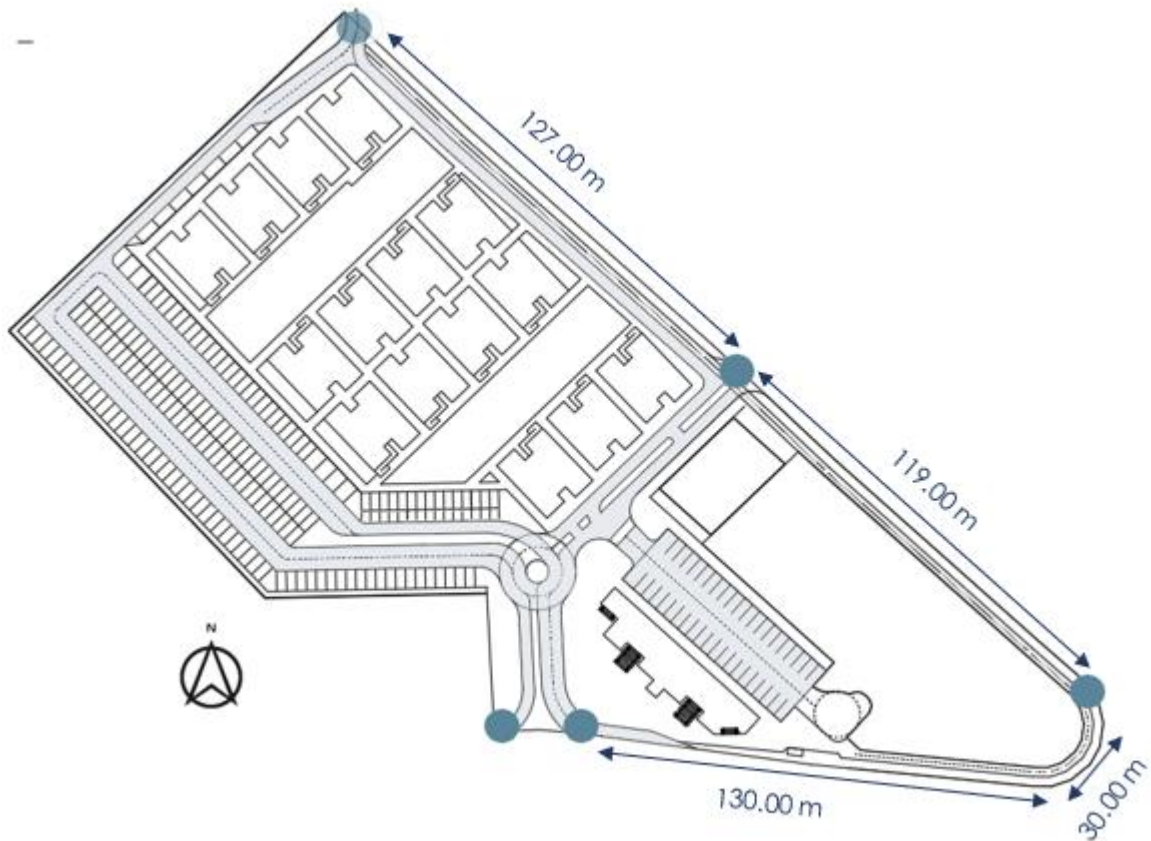


Ilustración 52. Distancia entre conexiones al límite del proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

4.6.1.2.4 Crédito L-DPC-C1: Calles caminables

El crédito tiene el mismo enfoque que el prerequisite L-DPC-P1 ya mencionado, sin embargo, en este caso se brinda una puntuación que depende de los requerimientos cumplidos y no es obligatorio su cumplimiento. Tales requerimientos se presentan a continuación:

CRÉDITO	REQUERIMIENTOS
CALLES CAMINABLES CLAVE: L-DPC-C1	Cumplir con mínimo 2 y máximo 16 de las siguientes opciones:
	Fachadas y Entradas
	a) Al menos 80% del total de la distancia de las fachadas frente a la red de circulación del proyecto no están a más de 7.5 metros de la línea de propiedad
	b) Al menos 50% del total de la distancia de las fachadas frente a la red de circulación del proyecto no están a más de 5.5 metros de la línea de propiedad
	c) Al menos 50% del total de la distancia de las fachadas de uso mixto o no residencial frente a la red de circulación del proyecto no están a más de 3 metros de una acera o ruta caminable.
	d) En componentes no residenciales, las entradas funcionales deben estar a cada 23 metros o menos.
	e) En componentes no residenciales, las entradas funcionales deben estar a cada 9 metros o menos.
	d) y e) son acumulativos.
	Nivel de piso y estacionamientos
	f) Todos los usos en planta baja no residenciales deben tener al menos 60% de la fachada cristalizada entre 900 y 2500 milímetros sobre el nivel del piso.
	g) Si una fachada se extiende a lo largo de la acera, no más del 40% de su longitud o 15 metros (el que sea menor) deberá estar sin ventanas o puertas.
	h) Cualquier uso en planta baja no residencial frente a la red de circulación debe de mantenerse visible durante la noche (sin persianas o cobertores)
	i) El estacionamiento se proporciona en al menos 70% de ambos lados de la longitud del bloque de todas las partes motorizadas de la red de circulación, incluido el lado del proyecto de circulación fronteriza

Tabla 41. Requerimientos de Crédito L-DPC-C1, Parte I.

Fuente: Elaboración propia, con base en datos obtenidos de USGBC.(2017)

CALLES CAMINABLES	L-DPC-C1	j)	Las aceras continuas o rutas caminables deben estar disponibles en ambos lados de la red de circulación completa, incluyendo el lado fronterizo. Las rutas nuevas deben medir al menos 3 metros en las zonas de uso mixto y al menos 1.5 metros en los demás bloques.
		k)	Si el proyecto tiene unidades de vivienda en planta baja al menos 50% de las viviendas deben estar elevadas al menos 60cm sobre el nivel de banqueta.
		l)	En proyectos de usos mixtos el 50% o más del número total de oficinas. Incluye la venta por menor en planta baja o a lo largo del 60% de la longitud de la fachada a nivel de calle.
		m)	Al menos 40% del bloque de longitud de la red de circulación debe tener una proporción de altura-longitud de calle 1:1.5.
		Velocidades para la seguridad del peatón y ciclista	
		n)	75% de la longitud de la red de circulación motorizada en el área residencial está diseñada para no superar los 30 km/h
		o)	70% de la longitud de la red de circulación motorizada en el área residencial está diseñada para un máximo de 40km/h. Los cruces peatonales deben estar a no más de cada 245 metros.
		Intrusiones en la acera	
		p)	Los cruces de acceso representan no más del 10% de la longitud de las aceras dentro del proyecto.

Tabla 42. Requerimientos de Crédito L-DPC-C1, Parte II.

Fuente: Elaboración propia, con base en datos obtenidos de USGBC.(2017)

La puntuación obtenida depende de la cantidad de opciones que se cumplan dentro del diseño:

PUNTUACIÓN L-DPC-C1	
CONDICIONES	PUNTOS
2 a 3	1
4 a 5	2
6 a 7	3
8 a 9	4
10 a 11	5
12	8
12	7
14	6
15 a 16	5

Tabla 43. Puntuación de Crédito L-DPC-C1, Parte II.

Fuente: Elaboración propia, con base en datos obtenidos de USGBC.(2017)

Ruta de cumplimiento

Las condiciones de este crédito también fueron utilizadas como base de diseño.

Tal como se indica en la Ilustración 53, la línea punteada representa la distancia de 7.5 metros que parte desde el límite del terreno hacia adentro, por lo que se demuestra que el 100% de las edificaciones se encuentran dentro de una distancia mínima de 7.5 metros y se cumple con el inciso a), así como el inciso b).

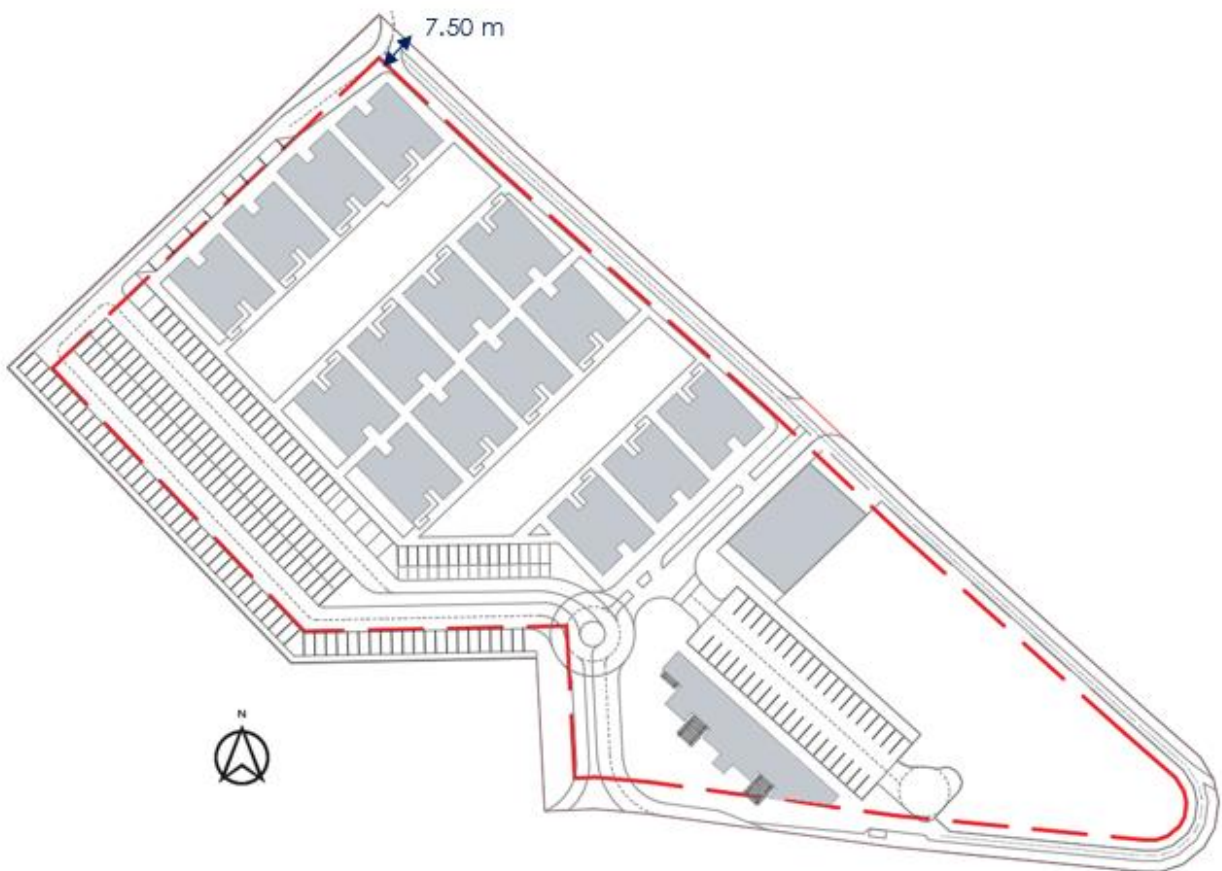


Ilustración 53. Distancia entre fachadas y límite del terreno.

Fuente: Elaboración propia.

Además, en la Ilustración 54, se muestra la ubicación de las entradas funcionales de los componentes no residenciales, de las cuales ninguna supera los 23 metros de distancia entre ellas, y solamente 3 accesos cuentan con una distancia mayor a 9 metros los cuales representan el 18% del total. Simultáneamente se puede observar que la totalidad de entradas funcionales dan directamente hacia una acera o ruta caminable, por lo que se cumple con el inciso c), d) y e).

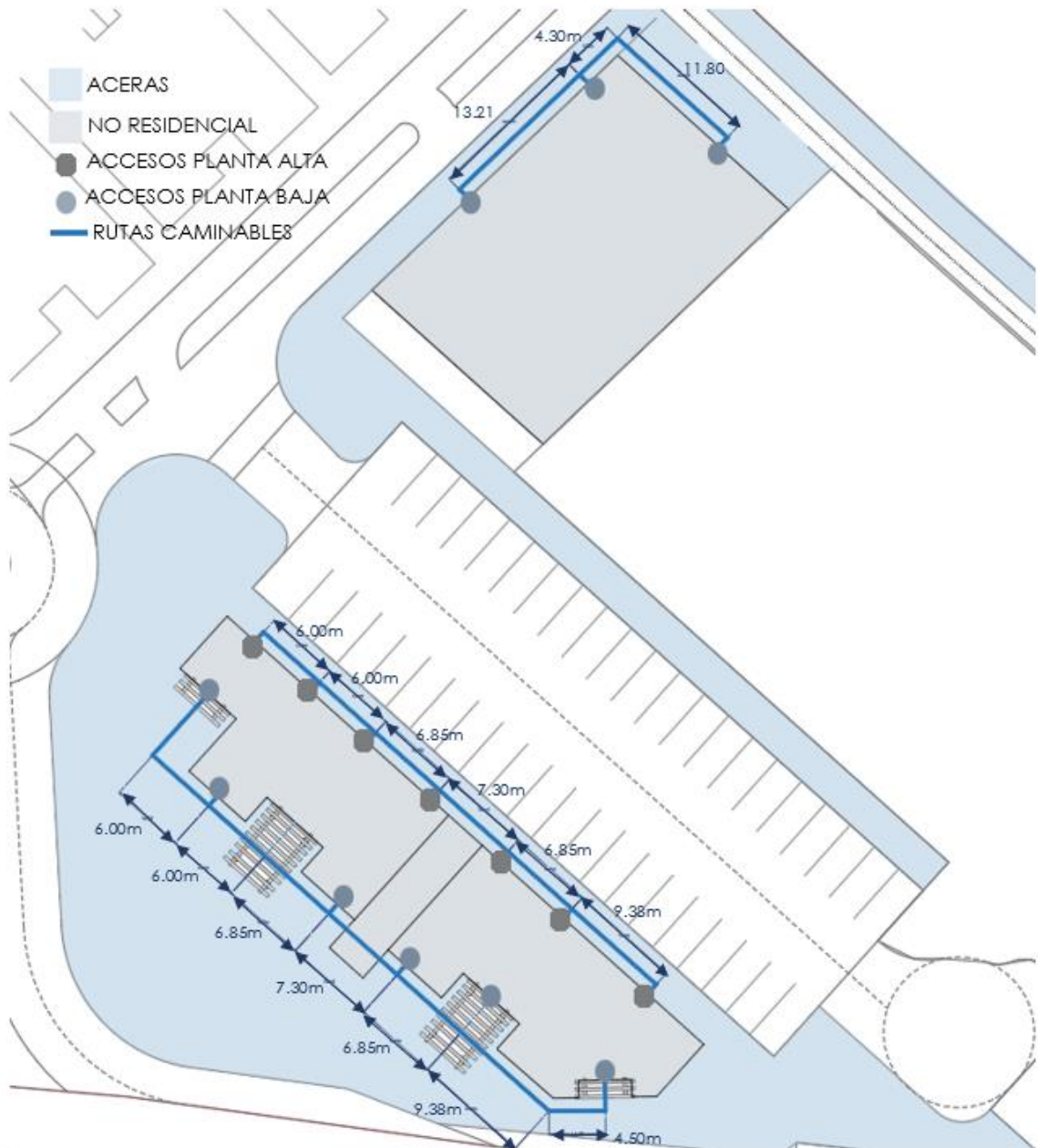


Ilustración 54. Distancia entre accesos y rutas caminables.

Fuente: Elaboración propia.

En la Ilustración 55, se muestra la distribución de acristalamiento en las fachadas de los locales comerciales, los cuales representan el 74% de la longitud de la fachada en planta baja.



Ilustración 55. Distribución de acristalamiento de locales comerciales.

Fuente: Elaboración propia.

Así mismo, como se vio en la Ilustración 50, en el prerequisite L-DPC-P1, estos están elevados a 900 milímetros del nivel de piso, por lo tanto, se cumple con el inciso f), y ya que se supera el 40% indicado por el inciso g), este también es cumplido. Ahora bien, para cubrir el inciso h), como parte del reglamento de la zona comercial, se prohibirá el uso de persianas o cobertores sobre las áreas acristaladas, de modo que se mantenga visible a toda hora. Para lograr tal cumplimiento se implementan elementos de sombreado de modo que los usuarios no tengan necesidad de cubrirlas como método de protección solar.

Por otro lado, como se muestra en la ilustración 56, el conjunto ha sido diseñado para darle prioridad al peatón, por lo que se compone de aceras continuas a lo largo de la red de circulación completa, con una anchura mínima de 1.5 metros en las zonas que limitan el desarrollo, de 2.5 metros en las zonas residenciales y 3 en las no residenciales. Así mismo, se implementaron elementos como la glorieta en el acceso vehicular principal y topes, para la reducción de velocidad dentro del conjunto. Tales estrategias permiten el cumplimiento de los incisos j), n), o) y p).

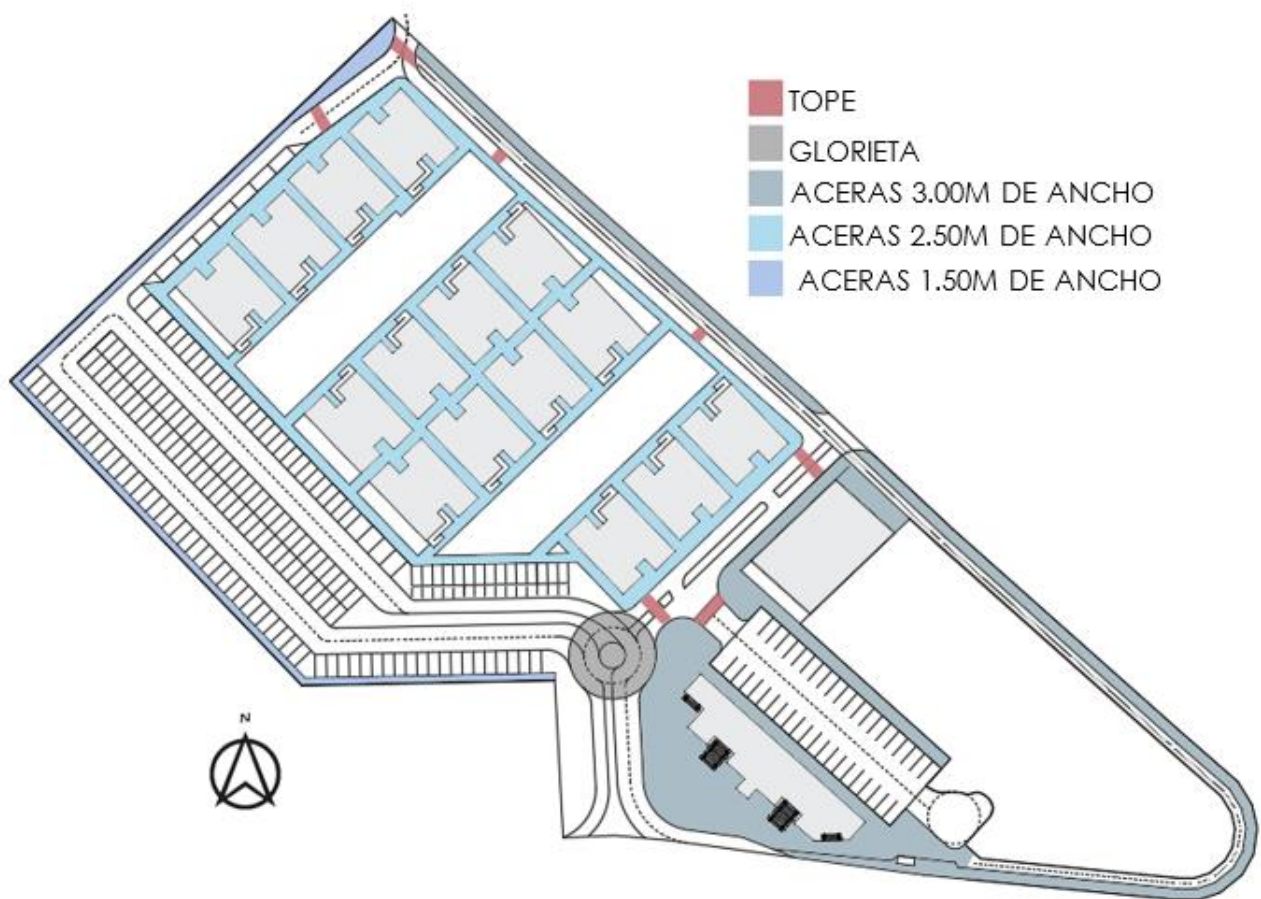


Ilustración 56. Aceras y reductores de velocidad.

Fuente: Elaboración propia.

Por último, en la Ilustración 57, se tiene la fachada del área residencial en el que se decidió elevar el primer nivel de viviendas a 1.20 metros como método de protección de privacidad hacia el usuario, así pues, se cumple con el inciso k).

Por lo tanto, se tiene un total de 12 condiciones cumplidas, lo que le brinda al proyecto una puntuación de 7 en el presente crédito.



Ilustración 57. Distancia entre accesos y rutas caminables.

Fuente: Elaboración propia.

4.6.1.2.5 Crédito L-PDC-C2: Desarrollo Compacto

El propósito del crédito es proteger las tierras agrícolas y la vida salvaje, así como la reducción del uso del automóvil y mejorar la salud pública. Ello, a través del desarrollo de conjuntos habitables y caminables, en áreas con infraestructura existente. (USGBC, 2017) Los requerimientos se presentan en la siguiente tabla.

CRÉDITO		REQUERIMIENTOS		PUNTOS
DESARROLLO COMPACTO	CLAVE: L-PDC-C2	Diseñar y construir el conjunto de acuerdo a las densidades por hectarea de los componentes residenciales y no residenciales.		
		Densidad residencial UV/Ha	Densidad no residencial (FAR)	
		> 25 y ≥32	> 0.75 y ≥1.0	1
		> 32 y ≥45	> 1.0 y ≥1.25	2
		> 45 y ≥62	> 1.25 y ≥1.75	3
		> 62 y ≥94	> 1.75 y ≥2.25	4
		> 94 y ≥156	> 2.25 y ≥3.0	5
		> 156	> 3.0	6

Tabla 44. Requerimientos y Puntuación de Crédito L-PDC-C2

Fuente: Elaboración propia, con base en información obtenida de USGBC.

Ruta de cumplimiento

A diferencia del prerrequisito L-PDC-P2, la densidad es independiente de las áreas que cuentan, o no, con proximidad a servicios de transporte.

Dado que se trata de un proyecto de usos mixtos, de acuerdo al USGBC, si las densidades residenciales y no residenciales ganan valores de puntos diferentes, se debe usar un cálculo promedio ponderado por área construible para determinar los puntos ganados. El porcentaje de superficie construible de cada componente se basa en la delimitación ya vista en el crédito L-UIV-C5, señalado en la Ilustración 47. Dicho esto, se procede con los siguientes cálculos:

$$\begin{aligned}
 \text{COMPONENTES RESIDENCIALES} &= \frac{300 \text{ (UNIDADES DE VIVIENDA)}}{1.38 \text{ ha (SUPERFICIE RESIDENCIAL CONSTRUIBLE)}} = 217 \text{ UV/Ha} \\
 \text{COMPONENTES NO RESIDENCIALES} &= \frac{2481.18 \text{ m}^2 \text{ (SUPERFICIE NO RESIDENCIAL TOTAL)}}{6,784 \text{ m}^2 \text{ (SUPERFICIE NO RESIDENCIAL CONSTRUIBLE)}} = 0.36 \text{ FAR}
 \end{aligned}$$

Si se comparan los resultados anteriores con la Tabla 44, se muestra, que en el caso de los componentes residenciales se obtienen 6 puntos, no obstante, en el caso de los componentes no residenciales se obtienen cero. Por lo que, al considerar sus respectivos porcentajes correspondientes, se obtiene la puntuación final con el siguiente cálculo:

$$(67\% \times 6) + (33\% \times 0) = 4.02 = 4 \text{ PUNTOS}$$

4.6.1.2.6 Crédito L-DPC-C3: Usos mixtos

El crédito se enfoca principalmente en la reducción de la dependencia del automóvil, así como fomentar medios de transporte diversos, el ciclismo y la caminata diaria, a través del acceso a diversos usos de suelo. (USGBC, 2017)

Los requerimientos se presentan en la siguiente tabla.

CRÉDITO		REQUERIMIENTOS	PUNTOS
USOS MIXTOS	CLAVE: L-PDC-C3	Localizar y diseñar el proyecto de modo que el 50% de sus unidades de vivienda estén a una distancia caminable de 400 metros de un número determinado de usos diversos.	
		Usos diversos	
		4 a 7	1
		8 a 11	2
		12 a 19	3
		≥ 20	4

Tabla 45. Requerimientos y Puntuación de Crédito L-PDC-C3.

Fuente: Elaboración propia, con base en información obtenida de USGBC.(2017)

Ruta de cumplimiento

Como se muestra en la Ilustración 58, la mayor parte de los usos diversos han sido incluidos dentro del conjunto, por lo que el 100% de las unidades de vivienda se encuentran a menos de 400 metros de 8 usos diversos, sin embargo, para aquellos usos fuera del conjunto, el 50% de los componentes residenciales tienen acceso a 12 usos distintos en una distancia caminable menor a 400 metros. (Ver Tabla 46)

Cabe mencionar, que las rutas caminables han sido trazadas con base en las aceras y cruces peatonales, tanto diseñados como existentes. Las distancias se tomaron a partir de la vivienda más lejana, así como hasta el uso menos próximo.

De tal forma, se obtiene **una puntuación de 3** en el presente crédito.

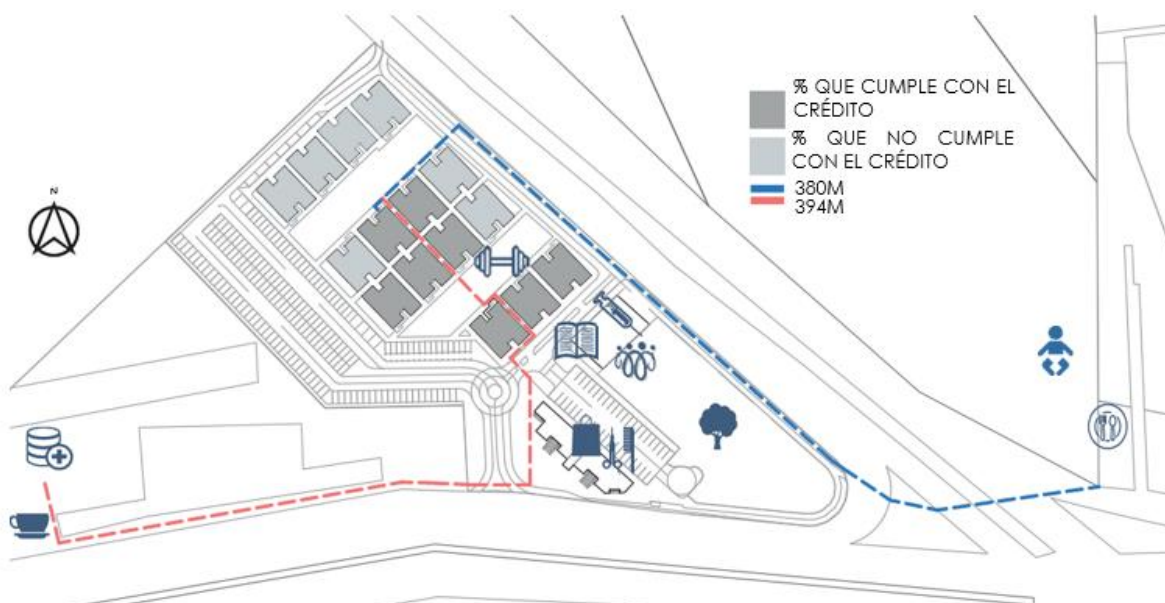


Ilustración 58. Proximidad de componentes residenciales hacia usos diversos.

Fuente: Elaboración propia.

CATEGORÍAS Y TIPOS DE USOS		
CATEGORÍA	TIPO DE USOS	A 400M
Comida	Súper mercado	
	Establecimientos con sección de productos	
Servicio comunitario	Tienda de conveniencia	
	Mercado de agricultores	
	Ferretería	
	Farmacia	1
	Otro comercio	1
	Banco	1
Servicios	Instalaciones de entretenimiento familiar	0
	Instalaciones deportivas o gimnasios	1
	Cuidado del cabello	1
	Lavandería, Tintorería	0
	Restaurante, café	2
	Cuidado de adultos o personas mayores	0
Instalaciones cívicas o comunitarias	Guardería	1
	Centro comunitario o recreativo	1
	Instalación de artes culturales	0
	Instalación educativa	0
	Oficina del gobierno con atención al público	0
	Clínica médica u oficina que atiende pacientes	1
	Lugar de adoración	0
	Estación de policía o bomberos	0
	Oficina postal	0
	Biblioteca Pública	1
	Parque público	1
	Centro de servicios sociales	0
	TOTAL	12

Tabla 46. Usos diversos a 400 metros de distancia.

Fuente: Elaboración propia.

4.6.1.2.7 Crédito L-DPC-C4: Vivienda Diversa y Asequible

El objetivo del crédito consiste en promover la equidad social y desarrollos asequibles al permitir que residentes de una amplia gama de niveles económicos, tamaños de hogares y grupos de edad vivan en una comunidad. (USGBC, 2017)

Los requerimientos necesarios para el cumplimiento de este, se presentan a continuación.

CRÉDITO		REQUERIMIENTOS	PUNTOS
VIVIENDA DIVERSA Y ASEQUIBLE	CLAVE: L-PDC-C4	Cumplir con una o más de las siguientes opciones.	
		OPCIÓN 1 DIVERSIDAD	
		Incluir una variedad suficiente de tamaños y tipos de viviendas en el proyecto, de modo que se obtenga una puntuación del Índice de diversidad Simpson superior a 0.5	1 a 3
		OPCIÓN 2 ASEQUIBILIDAD	
		Incluir una proporción de unidades de vivienda nuevas para alquiler y/o venta con precios para hogares que ganan menos que el ingreso promedio del área (AMI)	1 a 3
		OPCIÓN 3 DIVERSIDAD Y ASEQUIBLE	
		El proyecto puede obtener un punto adicional al tener al menos 2 puntos en cada opción.	1

Tabla 47. Requerimientos y Puntuación de Crédito L-PDC-C4

Fuente: Elaboración propia, con base en información obtenida de USGBC (2017)

Ruta de cumplimiento

Opción 1.

El índice de diversidad de Simpson calcula la probabilidad de que dos unidades de vivienda seleccionadas al azar en un proyecto sean de un tipo diferente. (USGBC, 2017) Las categorías que determinan la diversidad según su superficie se señalan en la siguiente tabla.

CATEGORÍAS DE VIVIENDA	
TIPO	M2
Unidad de vivienda en edificio multifamiliar con/sin elevador, grande	>116
Unidad de vivienda en edificio multifamiliar con/sin elevador, mediano	>70 a ≤116
Unidad de vivienda en edificio multifamiliar con/sin elevador, chico	≤70

Tabla 48. Categorías de Vivienda según USGBC.

Fuente: Elaboración propia, con base en datos obtenidos de USGBC.(2017)

Como se puede observar, de acuerdo a las categorías de vivienda impuestas por el sistema certificador, aún al tratarse de la unidad de vivienda chica, el rango de metros cuadrados se encuentra muy alto. Por ello, si se llegase a calcular la diversidad entre las viviendas propuestas dentro del conjunto, aún al tratarse de 3 prototipos distintos que varían en tipo y superficie, estos quedarían dentro de la misma categoría que corresponde a unidad de vivienda en edificio multifamiliar con/sin elevador, chico de $\leq 70 \text{ m}^2$, razón por la que no sería posible obtener un índice superior a 0.5.

Sin embargo, al tomar la clasificación de vivienda que se tiene en México, la cual se mencionó en la Tabla 6, en el capítulo 2.1.1, cada prototipo propuesto entra en una categoría distinta lo que posibilita calcular su diversificación, tal como se indica en la siguiente tabla.

DISTRIBUCIÓN DE UNIDADES DE VIVIENDA			
CATEGORÍA	M2	Cantidad (n)	(n/N) ²
Popular	35-50	192	0.4096
Tradicional	50-75	54	0.0324
Media	65-130	54	0.0324
	$\Sigma N =$	300	0.4744
ÍNDICE	1-0.66	=	0.5256

Tabla 49. Distribución y tipos de unidades de vivienda.

Fuente: Elaboración propia, con base en datos obtenidos de Mexican Housing (2016)

De tal forma, el índice de diversidad de Simpson supera el 0.5 requerido, por lo que se obtiene **1 punto**.

Opción 2

De acuerdo a dicho crédito, es necesario incluir en el proyecto una porción de 5-15% del total de unidades de vivienda, con un valor igual o menor de Ingresos Medios del Área (AMI, por sus siglas en inglés) de 60% a 80% para renta, o 100-120% para venta.

Al comparar la información de la Tabla 6, en el capítulo 2.1.1, en donde fueron definidas las categorías de vivienda a desarrollar en este proyecto, con la distribución de viviendas que se tiene, se observa que el 64% de las unidades en este proyecto pertenecen a la categoría popular, destinada al sector socioeconómico bajo. Por lo tanto, se cumple con el objetivo de brindar viviendas asequibles.

Opción 3

Dado que en la primera opción solamente se obtuvo 1 punto, no es posible obtener el punto extra de esta opción.

4.6.1.2.8 Crédito L-DPC-C5: Reducción de huella de estacionamiento

El propósito del crédito es minimizar el daño ambiental asociado a la infraestructura relacionada a estacionamientos y la dependencia al automóvil en general. (USGBC, 2017)
Para su cumplimiento se requiere lo siguiente.

CRÉDITO	REQUERIMIENTOS	PUNTOS
REDUCCIÓN DE HUELLA DEL ESTACIONAMIENTO	Evitar espacios de estacionamiento frente a las fachadas que enfrentan la red de circulación.	1
	Utilizar no más del 20% de la huella de desarrollo y no más de 0.8 hectáreas	
	Proveer cajones preferentes para vehículo compartido de al menos 10% de cada componente residencial o no residencial. Los cajones deben estar a menos de 60 metros de una distancia caminable de la entrada del edificio.	

Tabla 50. Requerimientos y Puntuación de Crédito L-PDC-C5.

Fuente: Elaboración propia, con base en información obtenida de USGBC.(2017)

Ruta de cumplimiento

Primeramente, se definió el número de cajones de estacionamiento que se pide de acuerdo a las normas locales del proyecto, en este caso el Reglamento de Edificaciones para el Municipio de Mexicali (REMM), y SEDESOL, tal como se indica en la Tabla 51.

ESTACIONAMIENTO		
Tipología	Norma	Cajones
Vivienda	REMM: 1 cada unidad de vivienda	300
Centro de Desarrollo Comunitario	SEDESOL	5
Locales Comerciales	REMM: 1 cada 30 m ²	30
Jardín Vecinal	SEDESOL	12
TOTAL		347

Tabla 51. Número de cajones de estacionamiento en el conjunto.

Fuente: Elaboración propia, con base en datos del Ayuntamiento de Mexicali (1998) y SEDESOL (s.f.)

No obstante, como se mencionó en el apartado 4.5.3, dado que el proyecto se plantea en una zona céntrica, con proximidad a empleos, paradas de transporte de calidad, y usos diversos; se optó por tomar como referencia los Lineamientos y Recomendaciones sobre la Gestión de Servicios en Conjuntos de Vivienda Social Sostenible Alineados a la Agenda 2030, la cual sugiere la “reducción de los cajones de estacionamiento a un número 40% menor de lo que especifica la norma” (ONU-Hábitat, Programas de Infonavit y ODS, 2018).

Ello fue aplicado para el estacionamiento de los componentes residenciales, y en el caso de los componentes no residenciales solo se redujo el 15%. De tal modo, de 300 cajones requeridos para el área residencial, se proponen 180, y de 47 destinados para el resto, se proponen 40.

Como se muestra en la Ilustración 59, se realizó la zonificación de estacionamientos de modo que no tuvieran un impacto visual negativo en fachadas principales, y no interrumpieran el paso peatonal o ciclista.

Ahora bien, de acuerdo al Reglamento de Edificaciones para el Municipio de Mexicali (1998), por cada 50 cajones se deben asignar 2 para discapacitados, lo que da un total de 7 de 180. Además, en caso de contar con más de 20 cajones en un establecimiento, se permite que el 30% del total sea cajón compacto, que equivale a 54 cajones de 180, lo cual implica contar con 119 cajones regulares.

Para la zona no residencial, con base en el Artículo 125, del mismo reglamento se tiene que:

Se acondicionarán cajones de estacionamiento para personas discapacitadas a razón de dos por cada 50 cajones o fracción, En edificaciones que requieran de 6 a 12 cajones deberán destinar 1 para discapacitados, y menores de 6 quedarán exentos de esta obligación, ubicándose en el punto que permita el menor recorrido al acceso de la edificación o instalación. (1998)

Puesto que se trata de 3 usos diversos: locales comerciales con 25 cajones, centro comunitario con 5, y jardín vecinal con 10; de los 40 cajones, se asignaron dos para discapacitados.

Por otro lado, al tomar en cuenta los lineamientos del crédito por el sistema certificador, de 180 cajones del uso habitacional se tomó el 10%, equivalente a 18 cajones, y de 40 cajones de la otra zona, se tomaron 4, los cuales se asignaron para aquellos con vehículo compartido.

Como se muestra en la Ilustración 59, los cajones asignados para vehículo compartido y discapacitados fueron situados en un área preferente, con mayor cercanía a la zona habitable y comercial igual o menor a 60 metros de la entrada al edificio.

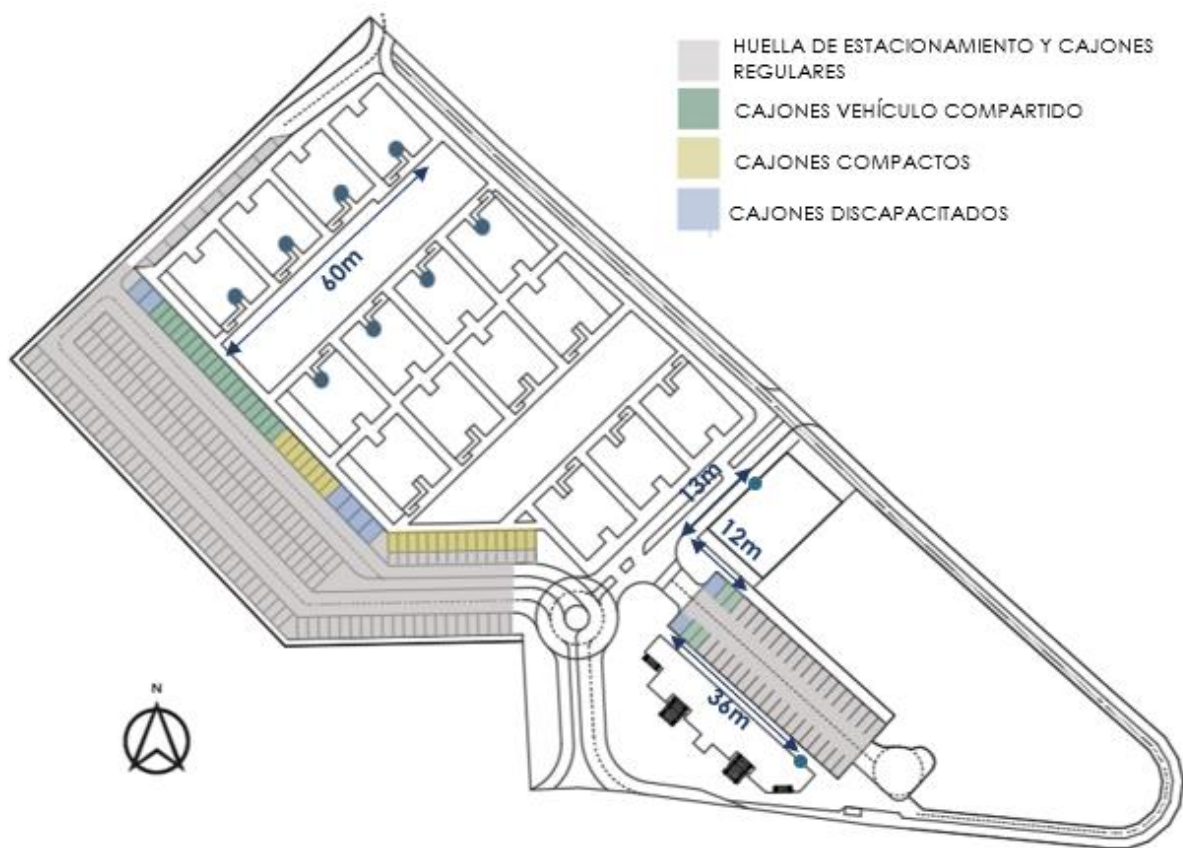


Ilustración 59. Ubicación de estacionamiento y tipo de cajones.

Fuente: Elaboración propia.

Las medidas que se tomaron en cuenta tanto para los carriles de circulación como el tipo de cajón correspondiente, fueron obtenidas del Artículo 122 Reglamento de Edificaciones para el Municipio de Mexicali (1998), y son las siguientes:

- I. Cajón regular- De 5.40 m de largo y 2.65 m de ancho;
- II.- Cajón compacto- De 4.80 m de largo y 2.40 m de ancho;
- III.- Cajón de discapacitados- De 5.40 m. de largo y 3.80 m de ancho.

No obstante, a pesar de la reducción y que la superficie requerida para el estacionamiento es de 0.58 hectáreas, menor a las 0.8 hectáreas mínimas, su porcentaje con respecto a la huella del desarrollo es superior al 20%, por lo que no es posible obtener el punto del crédito.

Sin embargo, en los lineamientos del crédito la huella de estacionamiento se compara con la huella del desarrollo, referente a las superficies impermeables de todo el conjunto, dado que el estacionamiento se propone como un área no pavimentada, es decir, permeable, en este caso se obtendrá el porcentaje con base en la superficie total del terreno.

$$\frac{\begin{array}{c} \mathbf{5,241\ m^2} \\ \text{(SUPERFICIE DE ESTACIONAMIENTO)} \end{array}}{\begin{array}{c} \mathbf{26,751\ m^2} \\ \text{(SUPERFICIE TOTAL DEL TERRENO)} \end{array}} \times 100 = \mathbf{20\% \text{ HUELLA DE ESTACIONAMIENTO}}$$

Por lo tanto, al cubrir con los requisitos de porcentaje y área mínima, con lugares preferentes para vehículos compartidos, y la zonificación del estacionamiento; el conjunto cumple satisfactoriamente con el crédito y obtiene un punto.

4.6.1.2.9 Crédito L-DPC-C6: Comunidad Conectada y Abierta

La prioridad del crédito es la conservación de tierras y promover la diversidad en medios de transporte, ello, mediante el desarrollo de comunidades con altos niveles de conectividad, así como con comunidades aledañas. (USGBC, 2017)

Los requerimientos a seguir se presentan a continuación.

CRÉDITO	REQUERIMIENTOS	PUNTOS
COMUNIDAD CONECTADA Y ABIERTA	CLAVE: L-PDC-C6	Cumplir con las siguientes condiciones:
		Todas las partes consideradas para conectividad deben estar abiertas al público sin control de acceso. No más del 10% del área del proyecto debe contar con control de acceso.
		Ubicar o diseñar el proyecto de modo que las conexiones internas del proyecto terminen sobre el límite al menos cada 122 metros en los intervalos de contacto e intersecciones existentes de la red de circulación existente, cualquiera que sea la menor distancia.
		Ubicar o diseñar el proyecto de modo que cuente con la conectividad interna de la tabla. Si el proyecto no tiene conectividad interna, trazar un radio de 400 metros de distancia a partir del límite del proyecto.
	Número de intersecciones	
		116-154
		> 154
		1
		2

Tabla 52. Requerimientos y Puntuación de Crédito L-PDC-C6

Fuente: Elaboración propia, con base en datos obtenidos de USGBC.(2017)

Ruta de cumplimiento

Tal como se vio en el prerrequisito de conectividad, en el capítulo L-DPC-C6, el proyecto cuenta con tan solo 69 intersecciones en un buffer de 400 metros simulado alrededor del límite del proyecto, por lo tanto, no es posible cumplir con lo requerido para obtener una puntuación en el presente crédito.

4.6.1.2.10 Crédito L-PDC-C7: Instalaciones de tránsito

El crédito se enfoca en proporcionar áreas de tránsito convenientes, seguras y cómodas; con el fin de promover el uso de medios de transporte alternos para la reducción del uso del automóvil. (USGBC, 2017) Los requerimientos para su cumplimiento se mencionan en la siguiente tabla.

CRÉDITO	REQUERIMIENTOS	PUNTOS
Instalaciones de tránsito		
	Identificar las paradas de transporte existentes.	
	Si no se cuenta con paradas existentes cerca del proyecto, trabajar con las agencias de transporte para proponer nuevas.	
	Si se cuenta con ellas determinar si necesitan mejoramiento para que cuenten con las siguientes condiciones:	1
	Los refugios deben estar cubiertos, estar al menos parcialmente cerrados para amortiguar el viento y la lluvia, tener asientos e iluminación, y una señalización que muestre los horarios de tránsito y la información de la ruta.	

Tabla 53. Requerimientos y Puntuación de Crédito L-PDC-C7

Fuente: Elaboración propia, con base en datos obtenidos de USGBC (2017)

Ruta de cumplimiento

Primeramente, como se muestra en la ilustración 60 se identificaron 2 paradas de autobús existentes cercanas al proyecto, ambas sobre Boulevard Lázaro Cárdenas, pero en distintos sentidos. La Parada A de Este a Oeste, y la Parada B, de Oeste a Este.

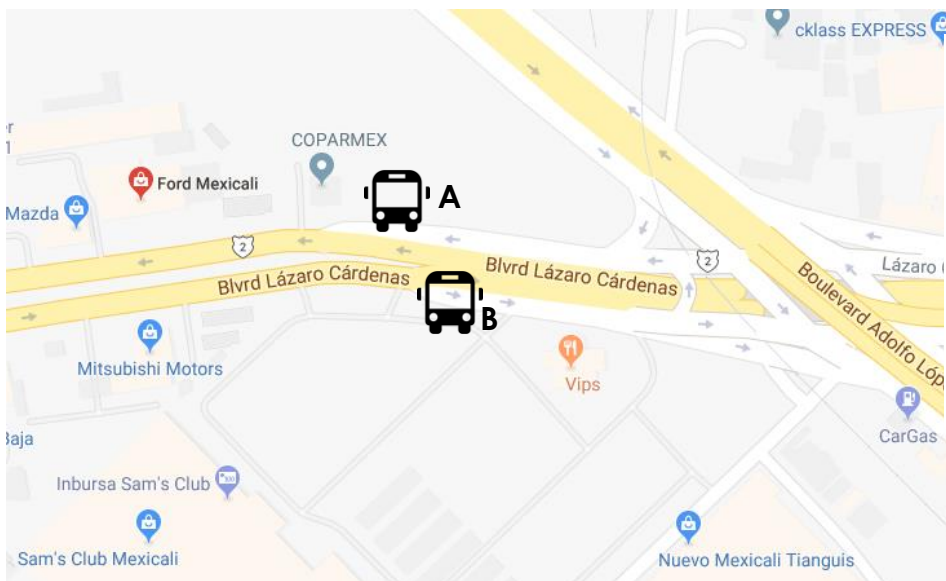


Ilustración 60.
Ubicación de paradas de transporte colectivo.

Fuente: Elaboración propia, con base en datos obtenidos de Google Maps.(2019)

De acuerdo a la información concedida por el Departamento de Planeación Sistema Municipal del Transporte, del Ayuntamiento de Mexicali, las dos paradas se encuentran sobre diversas rutas de transporte colectivo de autobuses.

En el caso de la Parada A, a pesar de que no se cuenta con algún tipo de instalación o señalamiento que indique su ubicación, se corroboró su existencia a través de informantes que trabajan por la zona y confirman que el autobús perteneciente a la Ruta 4 Río Presidio realiza paradas constantes diariamente. Puesto que su ubicación es frente al sitio del proyecto, se propone una parada oficial sobre el límite del conjunto que colinda con el Boulevard Lázaro Cárdenas.

Para su diseño se proponen materiales reciclados como madera, pallets y láminas de acero. Además, se tomaron en cuenta las condiciones solicitadas por el crédito, tal como se muestra en la Ilustración 61. El mismo prototipo será utilizado para la Parada C.



Ilustración 61. Propuesta de diseño de parada de autobús dentro del conjunto.

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la Parada B, como se observa en la Ilustración 62, se encuentra en mejores condiciones, sin embargo, carece de señalamientos con información de las rutas, al igual que protecciones verticales e iluminación. Por lo que se propone su mejoramiento mediante la instalación de una pantalla vertical de lámina de acero en la parte trasera, de modo que no estorbe visualmente a los usuarios y los proteja del entorno. Igualmente, se sugiere la instalación de señalamientos en donde se encuentre la información del transporte y la ruta a seguir, e iluminación de tipo LED solar para exteriores.



Ilustración 62. Condiciones de Parada B.

Fuente: Fotografía obtenida de Google Maps.(2019)

4.6.1.2.12 Crédito L-DPC-C9: Acceso a Plazas y Espacios Públicos.

El crédito se enfoca en proporcionar a empleados y/o residentes espacios abiertos para mejorar la participación comunitaria y la salud pública. (USGBC, 2017) Las condiciones para su cumplimiento se muestra a continuación.

CRÉDITO		REQUERIMIENTOS	PUNTOS
ACCESO A PLAZAS Y ESPACIOS PÚBLICOS	CLAVE: L-DPC-C9	Situar el 90% de las entradas de las unidades de vivienda y los usos no residenciales, a una distancia mínima de al menos un espacio cívico y pasivo. (Parque o plaza)	
		Los espacios deben constar de al menos 0.067 hectáreas. Los espacios menores a 0.4 hectárea debe tener una proporción, no más estrecha que 1 unidad de ancho a 4 unidades de longitud.	
		Proyectos mayores a 4 hectáreas deben tener un espacio medio de al menos 0.4 hectáreas.	1

Tabla 54. Requerimientos y Puntuación de Crédito L-DPC-C9

Fuente: Fotografía obtenida de Google Maps.

Ruta de cumplimiento

Como se observa en la Ilustración 63, el 100% de las entradas de las unidades de vivienda del conjunto dan directamente hacía un espacio abierto, mismo que puede utilizarse como área destinada a actividades físicas como reuniones comunitarias.

Ya que la superficie de dichos espacios es menor a 0.4 hectáreas, se opta por la primera opción del crédito en el cual consiste en tener una proporción de 1:4, al contar con 15 metros de profundidad y 73-75 metros de longitud, se cumple con el crédito y se obtiene un punto.



Ilustración 63. Acceso a espacios públicos.

Fuente: Elaboración propia.

4.6.1.2.13 Crédito L-DPC-C10: Acceso a áreas recreativas.

El propósito del crédito es facilitar la actividad física y la interacción social mediante la proporción de espacios recreativos en la zona. (USGBC, 2017) Sus requerimientos son los siguientes:

CRÉDITO		REQUERIMIENTOS	PUNTOS
ACCESO A ÁREAS RECREATIVAS	CLAVE: L-DPC-C10	Localizar o diseñar el proyecto de modo que el 90% de las unidades de vivienda se encuentre a una distancia caminable de 800 metros de, ya sea un área recreativa exterior de al menos 0.4 hectáreas, o un espacio recreativo interior de al menos 2,325 m ² .	1

Tabla 55. Requerimientos y Puntuación de Crédito L-DPC-C10.

Fuente: Elaboración propia, con base en información obtenida de USGBC (2017)

Ruta de cumplimiento

Según los lineamientos de LEED, las zonas previamente asignadas como espacio público no pueden ser llamadas también áreas de recreación, por lo tanto, el conjunto cuenta con un jardín vecinal de 3,742 m², que se compone de áreas de recreación infantil, asadores, canchas deportivas y pistas para correr, el cual ha sido considerado para el cumplimiento del crédito.

Como se muestra en la Ilustración 64, se han trazado tres opciones de rutas caminables a partir de los componentes residenciales con mayor lejanía al jardín vecinal, estas varían dependiendo de la ubicación de las unidades de vivienda. Y así, se demuestra que tal espacio recreativo se encuentra a una distancia menor a 800 metros del 100% de los componentes residenciales, razón por la que se cumple satisfactoriamente con el crédito.



Ilustración 64. Acceso a espacios recreativos.

Fuente: Elaboración propia.

4.6.1.2.14 Crédito L-DPC-C11: Diseño Universal

El objetivo del crédito consiste en aumentar la proporción de áreas utilizables por un amplio espectro de personas, independientemente de la edad o la capacidad. (USGBC, 2017) Las condiciones de su cumplimiento se presentan en la siguiente tabla.

CRÉDITO		REQUERIMIENTOS	PUNTOS
DISEÑO UNIVERSAL	CLAVE: L-DPC-C11	CASO 1. PROYECTOS CON NUEVAS UNIDADES DE VIVIENDA	
		Para viviendas unifamiliares: Diseñar al menos el 20% de las unidades de vivienda de acuerdo a ICCA117.1 Tipo C.	
		Cada unidad debe contar con cocina, estancia, recámara y baño completo en un nivel accesible.	
		Para edificios multifamiliares con 4 o más Uvs, diseñe al menos el 20% de acuerdo a una de las siguientes opciones.	
		OPCIÓN 1. DISEÑO UNIVERSAL EN TODA LA VIVIENDA	
		Incluir al menos 5 de las siguientes condiciones dentro del hogar:	
		Manijas de puertas de fácil agarre	
		Manijas de gabinetes y cajones de fácil agarre	
		Manijas de grifo de una sola palanca	
		Interruptores fáciles de tocar o de manos libres	
		Iluminación con detector de movimiento en la entrada en pasillos y escaleras.	
		Impresión grande de alto contraste para controles, señales y números de casa o unidad.	
		Estante, banco o mesa fuera de la puerta con protección ante la interperie.	
Ancho libre mínimo de apertura de puerta de 80cm			
Pisada en entrada, escaleras, y áreas de posible deslizamiento, con diferencia de contraste de color entre peldaños.			
Superficies interiores del piso que proporcionen fácil acceso a una silla de ruedas o un andador, con contraste de color entre superficies y moldura.			
			1

Tabla 56. Requerimientos y Puntuación de Crédito L-DPC-C11, Parte I.

Fuente: Elaboración propia, con base en información obtenida de USGBC.(2017)

DISEÑO UNIVERSAL	CLAVE L-DPC-CT2	OPCIÓN 2.	COCINA ADAPTADA	1
		Ubicar la cocina en el piso principal, con pisos de superficie dura, tuberías con controles de una sola palanca, y un radio de giro de 1.5m, y al menos 4 de las siguientes características:		
		Superficies de trabajo de altura variable o ajustables, como encimeras, fregaderos y estufas.		
		Espacio libre para las rodillas debajo del fregadero y placas de cocción.		
		Un área de patadas en la base de los gabinetes inferiores con una altura de 23 cm, y cajones y estantes de extensión total, en al menos la mitad de los gabinetes.		
		Tratamiento de contraste de color entre las encimeras, bordes y piso.		
		Estantes regulables en altura en armarios de pared		
		Iluminación de tareas sin deslumbramiento.		
		OPCIÓN 3. RECÁMARA Y BAÑO ADAPTADO		
		En la planta baja del edificio, (o en otro si se cuenta con elevador) incluir en al menos una recámara accesible, todo lo siguiente:		
		Ajustar el tamaño de la habitación para acomodar una cama doble con un radio de giro de 1.5		
		Instalar un armario de ropa con una abertura libre de 80cm con barras y estantes.		
		Al menos un baño completo en el mismo piso que el dormitorio.		
		Proporcionar un espacio de maniobra adecuado con un espacio libre de 75 por 120 cm en cada accesorio.		
		Centrar el inodoro a 45cm de cualquier pared lateral y dejar espacio libre de 90cm en el frente.		
		Incluir barras de apoyo		
		Proporcionar espacio para las rodillas debajo del lavabo.		

Tabla 57. Requerimientos y Puntuación de Crédito L-DPC-C11, Parte II.

Fuente: Elaboración propia, con base en información obtenida de USGBC.(2017)

ACCESO A ÁREAS RECREATIVAS	CLAVE: L-DPC-C10	CASO 2. PROYECTOS SIN VIVIENDAS NUEVAS
		Diseñe, construya o modifique el 90% de los derechos de paso y las rutas de viaje de acuerdo a las pautas de accesibilidad ADA-ABA, según corresponda, o el equivalente local para proyectos fuera de EUA, lo que sea más estricto. 1

Tabla 58. Requerimientos y Puntuación de Crédito L-DPC-C11, Parte III.

Fuente: Elaboración propia, con base en información obtenida de USGBC.(2017)

Ruta de cumplimiento

Uno de los objetivos principales del proyecto es brindarles a los usuarios la opción de poder elegir el tipo de vivienda que mejor se adapte a sus necesidades, entre ellas, las de discapacidad.

Como ya se vio en la sección 4.5, el componente residencial que se propone consta de 15 edificios multifamiliares, mismos que se dividen en dos tipos de edificaciones. La variante que los diversifica es la cantidad de unidades de vivienda con diseño universal con las que cuenta cada uno.

Ahora bien, de 15 edificios que se proponen en el conjunto habitacional, 3 constan de 20 viviendas cada uno, con adaptaciones para la habitabilidad de personas con alguna discapacidad. Por otro lado, los 12 edificios restantes se componen de 20 unidades de vivienda cada uno, y solo 4 de ellas cuentan con las mismas adaptaciones para discapacitados.

Por lo tanto, de un total de 300 unidades de vivienda, se tienen 108 con diseño universal, el cual representa el 36% del componente residencial.

En cuanto al diseño universal de dichas viviendas, como se vio en el punto 4.5.3, se tomaron en cuenta los lineamientos indicados por el Código de Edificación de Vivienda de CONAVI en el que se sugieren características que coinciden con la Opción 3 del presente crédito de

LEED, en la que se propone una recámara y un baño completo con las adaptaciones indicadas. (Ver ilustraciones 34 y 35, en el punto 4.5.3)

Con base en lo anterior, se obtiene el cumplimiento del crédito con **1 punto**.

4.6.1.2.15 Crédito L-DPC-C12: Participación Comunitaria

El propósito del crédito es la involucración de las comunidades en la planeación y tomas de decisión del proyecto para fomentar la responsabilidad comunitaria. (USGBC, 2017)

Sus requerimientos se mencionan a continuación.

CRÉDITO	REQUERIMIENTOS	PUNTOS
PARTICIPACIÓN COMUNITARIA	OPCIÓN 1. PARTICIPACIÓN COMUNITARIA	
	PREDISEÑO Reunirse con el propietario del conjunto, dueños DISEÑO PRELIMINAR Realizar una reunión a modo de comunidad abierta en el que se reciban comentarios sobre el concepto del proyecto preliminar. Trabajar directamente con las asociaciones comunitarias, y el gobierno local. Recolectar y resumir los comentarios generados durante la reunión.	1
	Modificar el proyecto preliminar con base en los comentarios y sugerencias recolectadas. SEGUIMIENTO A LA COMUNICACIÓN Establecer reuniones que le den seguimiento a la comunicación entre el desarrollador y la comunidad durante el proceso de diseño y construcción.	
	OPCIÓN 2. RESPALDO	
	Cumpla con la Opción 1, y obtenga un respaldo de un programa no gubernamental local o regional en curso que revise y respalde sistemáticamente los proyectos de desarrollo de crecimiento inteligente bajo un sistema de clasificación o de jurado.	2

Tabla 59. Requerimientos y Puntuación de Crédito L-DPC-C12

Fuente: Elaboración propia, con base en información obtenida de USGBC.(2017)

Ruta de cumplimiento

Como se vio en el apartado 4, se llevaron a cabo encuestas y entrevistas tanto a usuarios de vivienda habitacional de interés social, como a desarrolladores especializados en el área. Con base en tales técnicas de investigación se llevó a cabo un análisis y se obtuvieron una serie de hallazgos aprovechables, mismos que contribuyeron para el desarrollo de la propuesta. No obstante, ya que se trata de un proyecto conceptual de un conjunto habitacional que no cuenta con un propietario existente, y no es destinado a una comunidad o un desarrollador en específico, no es posible darles seguimiento a las reuniones generadas para la discusión sobre el concepto del proyecto.

Sin embargo, al tratarse de un proyecto hipotético, las reuniones previas se consideran válidas para el cumplimiento del crédito.

4.6.1.2.16 Crédito L-DPC-C13: Producción local de alimentos

El crédito se enfoca en la producción comunitaria de alimentos, con el fin de mejorar la nutrición y la economía de los usuarios con acceso a productos frescos. (USGBC, 2017)

Los requerimientos de este se presentan en la siguiente tabla.

CRÉDITO		REQUERIMIENTOS	PUNTOS
PARTICIPACIÓN COMUNITARIA	CLAVE: L-PDC-C13	OPCIÓN 1. JARDINES VECINALES	
		Dedicar espacios permanentes en el proyecto	
		Reunirse con el propietario del conjunto, dueños	
		UV/Ha	Área de producción (m2/UV)
		> 17.5 y ≤ 35	18.5
		> 35 y ≤ 55	9
		> 55 y ≤ 69	7.5
		> 69 y ≤ 87	6.5
		> 87	5.5
		OPCIÓN 2. AGRICULTURA APOYADA POR COMUNIDADES	
		Compre acciones en un programa de agricultura apoyado por la comunidad ubicado a 150 millas (240 kilómetros) del sitio del proyecto para al menos el 80% de las unidades de vivienda dentro del proyecto	1
		OPCIÓN 3. PROXIMIDAD A MERCADOS DE AGRICULTORES	
		Localizar el proyecto a no más de 800 metros del centro geográfico de un mercado de agricultores. El mercado debe vender solamente productos provenientes de un radio máximo de 240km del sitio del proyecto.	1

Tabla 60. Requerimientos y Puntuación de Crédito L-DPC-C13

Fuente: Elaboración propia, con base en información obtenida de USGBC.(2017)

Ruta de cumplimiento

Debido a que el conjunto consta de una densidad superior a 87 Unidades de Vivienda por hectárea, se requieren de 5.5 m² de producción por unidad de vivienda, es decir, 1,650 m² para todo el proyecto. En este caso se busca dar el mayor aprovechamiento a los espacios abiertos para espacios cívicos y áreas de recreación, por lo que no se tomará en cuenta la Opción 1.

Con respecto a las otras dos opciones, no se tiene un mercado de agricultores próximo al sitio del proyecto, y se considera que la compra de acciones podría encarecer el proyecto. Por lo tanto, no se cumple con los requerimientos del crédito.

4.6.1.2.17 Crédito L-PDC-C14: Calles arboladas y sombreadas

El propósito del crédito es la reducción de los efectos de isla de calor, mejorar la calidad ambiental, incrementar la evapotranspiración, reducir las cargas de enfriamiento de los edificios y fomentar la actividad física. (USGBC, 2017) Las condiciones para su cumplimiento se mencionan a continuación.

CRÉDITO		REQUERIMIENTOS	PUNTOS
CALLES ARBOLADAS Y SOMBREADAS	CLAVE: L-PDC-C14	OPCIÓN 1. BLOQUES ARBOLADOS	
		Proporcionar árboles en intervalos no mayores a 12 metros a lo largo de 60% del total de la longitud del bloque planificado, así como los bloques que se encuentran en el límite del terreno, y sobre camellones (si hay).	1
		OPCIÓN 2. ACERAS SOMBREADAS	
		Y/O Proporcionar sombra de árboles o estructuras permanentes en al menos el 40% de la longitud total de las aceras del proyecto. Usar el diámetro estimado de la corona para calcular la longitud de la acera sombreada.	1
		OPCIÓN 3. PARA TODOS LOS PROYECTOS	
		Y Obtenga una determinación de que los detalles de plantación son apropiados para cultivar árboles sanos, teniendo en cuenta las especies de árboles, el medio radicular, el ancho y el volumen del suelo de tiras de plantación o pozos, y que las especies de árboles seleccionadas no se consideran invasoras en el contexto del proyecto según el USDA.	1

Tabla 61. Requerimientos y Puntuación de Crédito L-DPC-C14

Fuente: Elaboración propia, con base en información obtenida de USGBC.(2017)

Ruta de cumplimiento

Para la adquisición del presente crédito, se optó por la Opción 2, ya que en este caso no se requiere de un intervalo mínimo entre árboles y es posible distribuir la vegetación de una manera más equilibrada entre las distintas áreas del conjunto.

El primer paso es la definición y medición de las aceras dentro del proyecto, ya sea existentes, planeadas y/o aquellas que se encuentren sobre el límite del terreno.

De acuerdo al USGBC, sus dimensiones deben ser tomadas según se muestra en la siguiente Ilustración.

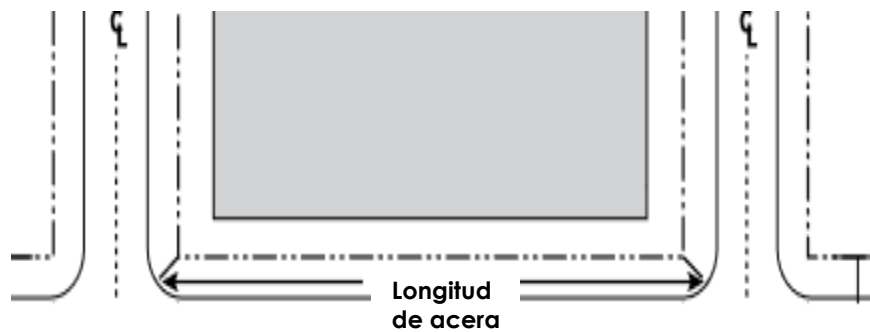


Ilustración 65. Medición de longitud de acera.

Fuente: Elaboración propia, con base en información obtenida de USGBC.(2017)

Para el cálculo es permisible excluir tanto callejones, como espacios dentro de plazas públicas, por lo que no se tomaron en cuenta los encaminamientos que conectan los edificios residenciales y los parques. Por tanto, como resultado de la sumatoria de la longitud de las aceras señaladas en la Ilustración 66 se tiene un total de **1,275** metros lineales.

Una vez determinada la longitud, se realizó la propuesta de arbolado sobre los encaminamientos. La selección del tipo de árbol que se propone, se realizó con apoyo de la Base de Datos Global de Especies Invasoras, realizada por el Grupo de Especialistas de Especies invasivas, así como la Guía de Forestación para el Municipio de Mexicali, llevada a cabo por el Ayuntamiento de la ciudad. De acuerdo a sus características de mantenimiento, dimensiones y adaptabilidad en aceras y/o espacios abiertos se eligió el árbol Palo Verde, planta nativa que puede presentar una copa de diámetro de 8 metros en un crecimiento dentro de 10 años; y el Tabachín, el cual alcanza un diámetro de 6 metros dentro del mismo lapso. Dado que, a diferencia del Palo Verde, el Tabachín no es apto para

ser situado en banquetas, este segundo se propone situarlo en las áreas ajardinadas que estén próximas a las aceras para que puedan proporcionar sombreado sobre ellas. La selección y características de tales especies se discuten más adelante dentro del capítulo 4.6.1.3.7 Crédito L-IEV-C4: Reducción de consumo de agua exterior.

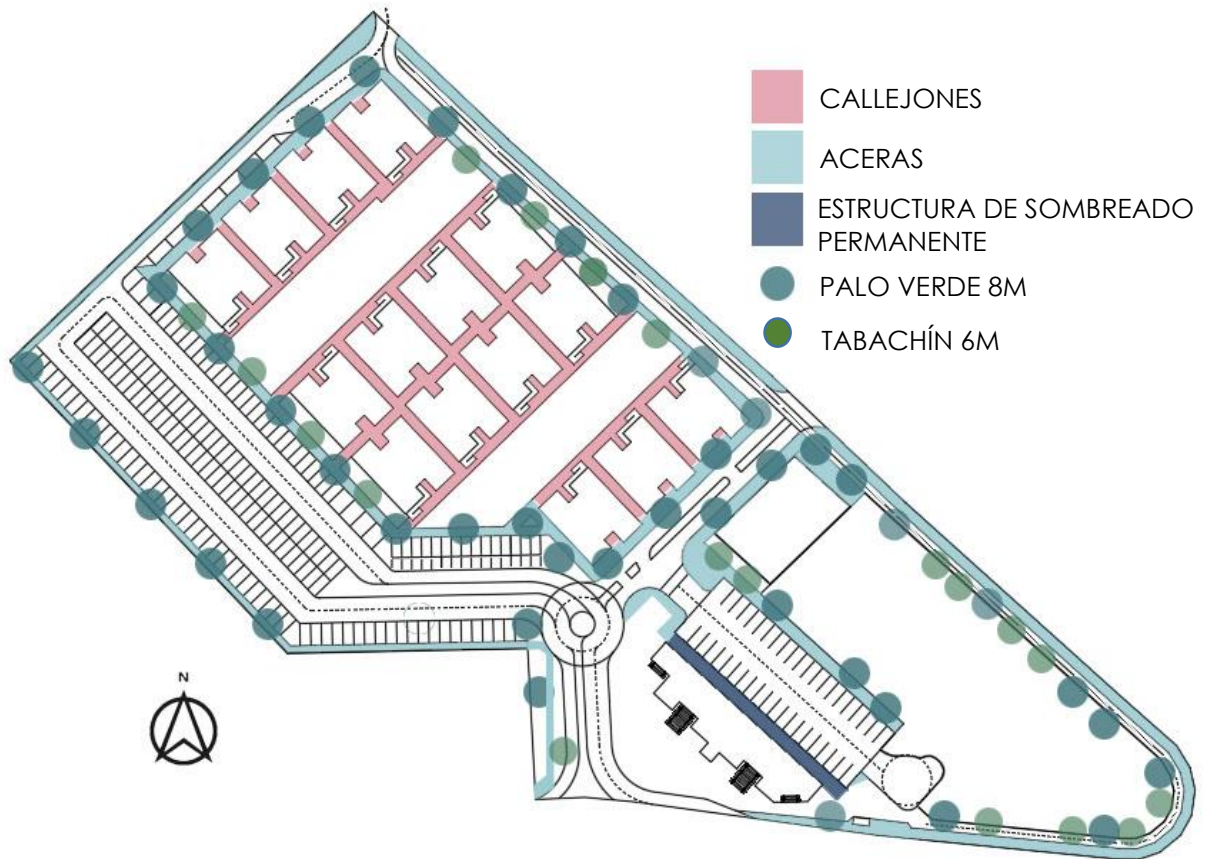


Ilustración 66. Aceras arboladas.

Fuente: Elaboración propia.

Cabe mencionar, que como se vio la sección 4.6.1.2.4, de Calles Caminables, se cuentan con aceras de 2.5 metros de anchura en la zona residencial, y de 3 metros en los componentes no residenciales, por lo que el espacio necesario para jardineras ya se encuentra incluido dentro de tales dimensiones.

Así mismo, se propone en un fragmento de la longitud de aceras, una estructura de sombreado permanente correspondiente a los locales comerciales.

Como resultado, al sumar el conjunto de la longitud de elementos de sombreado se obtiene un total de **458** metros lineales, lo cual corresponde al **40%** de la longitud de aceras dentro del proyecto. (Ver Tabla 62) Por lo tanto, el crédito se cumple satisfactoriamente.

ELEMENTOS DE SOMBREADO				
ARBOLADO				
Palo Verde	Cantidad de árboles	43	m	
	Diámetro de copa	8	m	
Tabachín	Cantidad de árboles	19	m	
	Diámetro de copa	6	m	
Longitud total		458	m	
ESTRUCTURA PERMANENTE				
Longitud total		51	m	
PORCENTAJE DE SOMBREADO				
$\frac{509}{1275}$		m	x 100 =	40%
		m		

Tabla 62. Porcentaje de sombreado.

Fuente: Elaboración propia.

4.6.1.2.18 Crédito L-PDC-C15: Escuelas Vecinales

El crédito se enfoca en promover la interacción y responsabilidad comunitaria mediante la integración de escuelas al desarrollo. (USGBC, 2017) Los requerimientos se mencionan en la siguiente tabla.

CRÉDITO		REQUERIMIENTOS	PUNTOS
ESCUELAS VECINALES	CLAVE: L-DPC-C15	Incluya en el proyecto al menos el 30% de componentes residenciales, y ubique o diseñe al menos el 50% de las unidades de vivienda dentro de 1/2-milla (800 metros) 1 milla (1600 metros) de distancia desde el edificio funcional de una escuela primaria o secundaria existente o nueva, o la distancia a pie de la entrada del edificio funcional de una escuela secundaria nueva o existente.	1

Tabla 63. Requerimientos y Puntuación de Crédito L-DPC-C15

Fuente: Elaboración propia, con base en información obtenida de USGBC.

Ruta de cumplimiento

A pesar de que al momento de llevarse a cabo la selección del sitio se detectaron tanto escuelas primarias, como secundarias dentro de un radio de 300 metros alrededor del sitio del proyecto, al convertirse en distancias caminables estas superan los 800 metros de distancia, razón por la que no es posible el cumplimiento del crédito.

4.6.1.3 Infraestructura y edificios verdes

Dado que, tanto en el proceso de construcción, como durante la operación de las edificaciones, se consume una gran parte de recursos y materiales vírgenes, en esta categoría se promueve la implementación de tecnologías sustentables, cuya función es la reducción de desperdicios y materiales, junto con el uso energético y de agua. De tal forma, se pretenden disminuir las consecuencias que se tienen por parte del sector de la construcción sobre el medio ambiente y la calidad de vida de las personas. (USGBC, 2017)

Mediante diversas estrategias y ecotecnologías aplicadas a este proyecto se obtuvo una puntuación de 9, como se observa en la siguiente tabla.

INFRAESTRUCTURA Y EDIFICIOS VERDES			
	Prereq	Edificios con Certificación Sustentable	Requerido
	Prereq	Rendimiento Energético Mínimo	Requerido
	Prereq	Reducción de consumo de agua interno	Requerido
5	Crédito	Certified Green Buildings	5
0	Crédito	Optimize Building Energy Performance	2
1	Crédito	Indoor Water Use Reduction	1
2	Crédito	Outdoor Water Use Reduction	2
0	Crédito	Building Reuse	1
0	Crédito	Historic Resource Preservation and Adaptive	2
0	Crédito	Minimized Site Disturbance	1
0	Crédito	Rainwater Management	4
1	Crédito	Heat Island Reduction	1
0	Crédito	Solar Orientation	1
0	Crédito	Renewable Energy Production	3
0	Crédito	Wastewater Management	2

Tabla 64. Puntuación obtenida de categoría Infraestructura y Edificios Verdes

Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida de USGBC, (2017).

A continuación, se describirá la manera en que cada crédito influyó en la propuesta conceptual, así como aquellos que requirieron de adaptaciones.

4.6.1.3.1 Prerrequisito L-IEV-P1: Edificios con certificación sustentable

El propósito del prerrequisito, es fomentar el diseño, construcción y operación de edificios que utilicen prácticas sustentables. Por lo tanto, se requiere de la certificación de al menos un edificio dentro del conjunto. La certificación puede ser bajo el programa de LEED, u otro sistema alternativo, no obstante, en caso de no ser LEED, este debe ser aprobado previamente por un certificador externo, acreditado por el Foro Internacional de Acreditación (IAF, por sus siglas en inglés). (USGBC, 2017)

Ruta de cumplimiento

Dado que las edificaciones a certificar en este proyecto son dirigidas a un sector socioeconómico bajo, se optará por la certificación EDGE. Como se mencionó en el punto 2.1.5, LEED y EDGE no son contrarios, sino que estos se complementan entre sí, de modo que se atiendan diversos escenarios y se facilite el alcance sustentable, razón por la que se implementará la integración de ambos sistemas en este proyecto.

El procedimiento para la obtención de esta certificación fue la siguiente:

1. Se utilizó la plataforma en línea conocida como Aplicación EDGE, y se introdujo información referente a los detalles del proyecto como la tipología de la edificación, datos de su ubicación, superficie general y la categoría de ingresos a la que va dirigida.
2. Se añadió información detallada referente al edificio como la cantidad de viviendas, así como la cantidad de dormitorios y superficies de los espacios interiores de cada unidad de vivienda.
3. Se generó un caso de línea base para realizar la comparación y reducción de consumo con respecto a la propuesta realizada. Para ello, se proporcionaron los datos de los costos de servicios públicos dentro de la localidad de Mexicali con base en su tarifa actual, mismas que se convirtieron en dólares estadounidenses para la compatibilidad de unidades que se utiliza en el software.

Supuestos para la línea base

	Por defecto	Entrada del usuario
Combustible utilizado para el agua caliente	LPG	Resistencia eléctrica ▼
Combustible utilizado para la calefacción	Electricidad	Electricidad ▼
Costo de la electricidad	0.08	0.03 \$/kWh
Costo del combustible diésel	0.73	0.99 \$/L
Costo del GLP/Gas Natural	0.67	0.58 \$/L
Costo del agua	0.50	3.18 \$/kL

Tabla 65. Costo de servicios públicos de Mexicali para línea base.

Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida EDGE buildings (2019)

- Se introdujeron datos climáticos de la región de Mexicali proporcionados por la herramienta ClimateConsultant,

	Promedio mensual de temperatura exterior (Celsius)	
	Por defe...	Entrada d...
Ene.	13.6	12.8
Feb.	14.3	14.4
Mar.	18.9	18.3
Abr.	23.1	21.1
Mayo	26.8	26.7
Jun.	31.8	30.6
Jul.	33.5	33.9
Ago.	33.0	33.3
Sept.	31.5	30.0
Oct.	22.9	23.3
Nov.	17.7	16.7
Dic.	12.8	11.7
	Latitud	
	32.0	32.64 Grados

Tabla 66. Promedio mensual de temperatura exterior de Mexicali.

Fuente: EDGE buildings (2019)

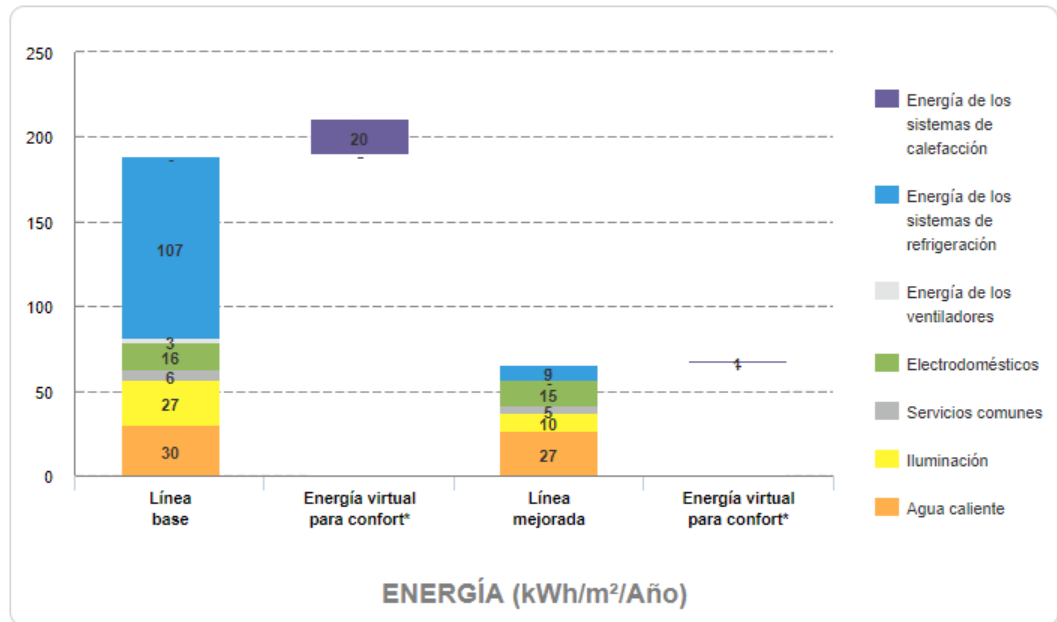
5. Una vez determinados los datos generales del proyecto, se procedió a la categoría de energía, en la que se analiza la reducción de su consumo de acuerdo a la línea base generada previamente. Algunas de las estrategias referentes a la reducción de energía y materiales se basan en una ruta prescriptiva del estándar estadounidense ASHRAE 90.1-2010 el cual es requerida por parte del USGBC para la obtención del prerrequisito de LEED L-IEV-P2: Rendimiento Energético Mínimo, mismo que se describirá detalladamente su modo de aplicación en el siguiente capítulo. Así mismo, se tomaron en cuenta los lineamientos del Subsidio CONAVI, que se basan en las normas oficiales como la NMX C-460-ONNCCE-2009 y NOM-003-ENER-2011. Las estrategias que se introdujeron al proyecto son las siguientes:

- Reducción de la proporción de vidrio en la fachada exterior; WWR% 7.40.
- Control solar externo- Factor promedio de sombreado anual de 0.35
- Aislamiento térmico del techo- Valor U: 0.0316 W/m²K.
- Aislamiento térmico de paredes externas- Valor U: 0.149 W/m²K.
- Ventilación natural
- Sistema de aire acondicionado- COP 5.42.
- Bombillas ahorradoras de energía-Espacios Internos.
- Bombillas ahorradoras de energía- -Áreas comunes y espacios externos.
- Medidores Inteligentes

Mediante el diseño pasivo de la edificación, así como la selección de accesorios y ecotecnologías eficientes se obtuvo una reducción de **68.09%** con respecto a la línea base generada, por lo que se cumple satisfactoriamente la norma EDGE al superar el 20% requerido. La descripción de ecotecnologías mencionará a detalle en el capítulo 4.6.1.3.2., y las estrategias de diseño bioclimático se pueden consultar a detalle en el capítulo 4.6.2.8.2

Gráfico 12.
Reducción de
consumo de
energía.

Fuente: EDGE
buildings (2019)



6. Categoría de agua: Para la reducción requerida se utilizaron diversas estrategias que se complementan con los lineamientos requeridos por el prerequisite L-IEV-P3, y crédito de L-IEV-C3 de LEED, los cuales se describen a detalle en los siguientes capítulos. Adicionalmente, se tomaron en cuenta los lineamientos del Subsidio CONAVI, ya que su medición se realiza conforme a la normatividad aplicable y están alineadas a medidas correspondientes a programas de INFONAVIT como Hipoteca Verde. Las estrategias implementadas son las siguientes:

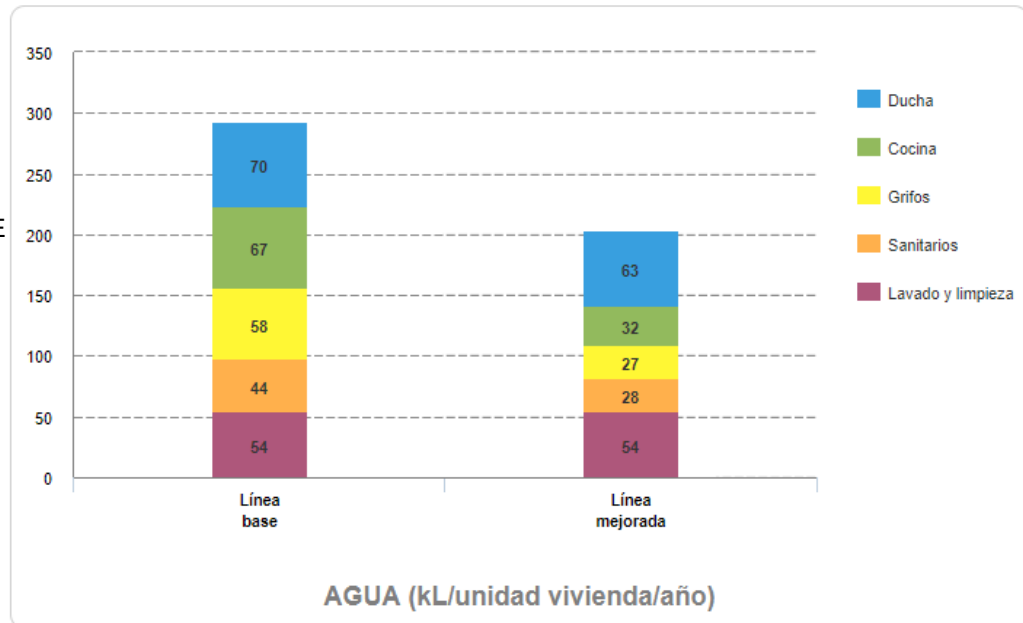
- Duchas de bajo flujo: 6.30 litros/minuto.
- Grifos de bajo flujo para cocina: 4 litros/minuto.
- Grifos de bajo flujo para baños: 3.7 litros/minuto.
- Sanitarios de descarga simple: 3.9 litro por descarga.

La selección del mobiliario y los accesorios eficientes se describe en el capítulo 4.6.1.3.3. A través de su incorporación, se obtuvo una reducción del consumo de agua de **30.25%** lo cual supera el 20% mínimo requerido por la norma EDGE, por lo que se logra su cumplimiento.

30.25% Cumple con la norma EDGE en materia de consumo de agua

Gráfico 13.
Reducción de
consumo de
agua.

Fuente: a EDGE
buildings (2019)



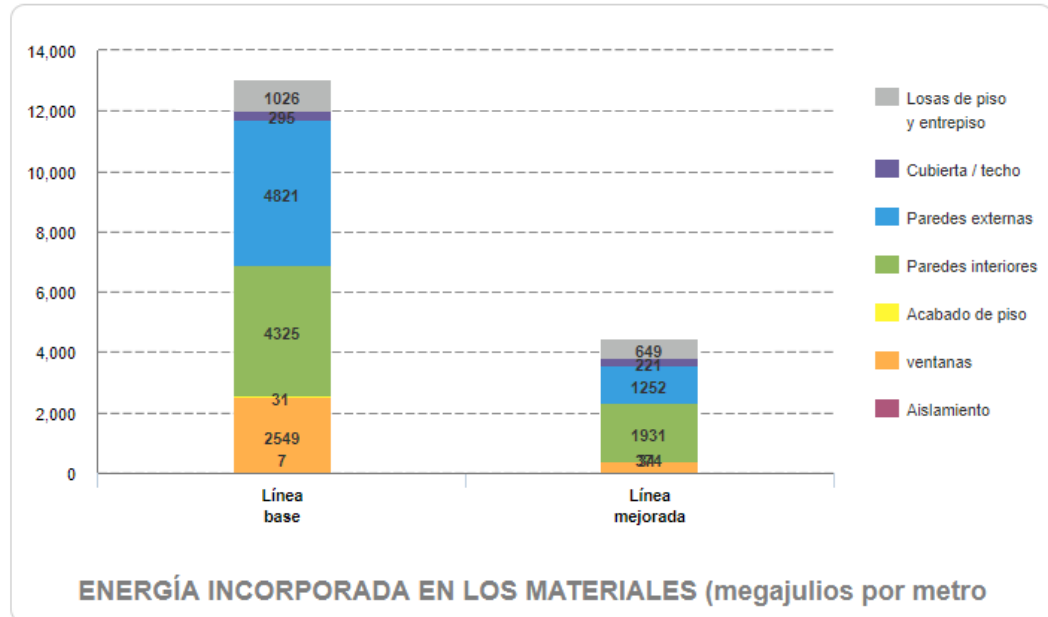
7. Por último, se introdujeron las estrategias que se aplicaron dentro del proyecto pertenecientes a la categoría de materiales. Los sistemas constructivos de cada componente de la envolvente fueron determinados con base en el estándar ASHRAE 90.1-2010 requerido para el prerrequisito L-IEV-P2, y la norma oficial mexicana NMX-C-460-ONNCCE-2009, estos son los siguientes:

- Losa de piso y entrepiso: Losa aligerada de concreto de 200mm de grosor
- Construcción del techo: Losa aligerada de concreto con bloques de poliestireno de 200mm de grosor.
- Paredes exteriores: Bloques de concreto celular de 200mm de grosor.
- Paredes interiores: Placas de yeso sobre montantes metálicos.
- Acabado de piso: Baldosa cerámica.
- Marcos de ventana: PVC no plastificado.

Con esto, se obtuvo una reducción de **65.84%** referente a la energía incorporada en los materiales de construcción.

65.84% Cumple con la norma EDGE relativa a los materiales

Gráfico 14.
Reducción de
consumo de
materiales.
Fuente: EDGE
buildings (2019)



En síntesis, se tiene que, a través de las diversas estrategias implementadas dentro de la edificación mediante la introducción de ecotecnologías, implementación de materiales, y diseño pasivo se obtuvo la reducción de:

- **68.09% en consumo de energía**
- **30.25% en consumo de agua**
- **65.84% en consumo de energía y embalaje relacionado con materiales.**

Por lo tanto, se cumple con la norma EDGE y se cumple con la certificación del edificio requerido para el cumplimiento del presente prerrequisito de LEED.

4.6.1.3.2 Prerrequisito L-IEV-P2: Rendimiento Energético Mínimo

El propósito del prerrequisito es el diseño y construcción de edificaciones energéticamente eficientes, de modo que fomenten la reducción de contaminación del aire, agua y suelos. generada por la producción y consumo de energía. (USGBC, 2017) Para su cumplimiento, se requiere que al menos el 90% del total del área construable del proyecto debe cumplir con lo siguiente:

PRE-REQUISITO		REQUERIMIENTOS
RENDIMIENTO ENERGÉTICO MÍNIMO	CLAVE: L-IED-P2	OPCIÓN 1. SIMULACIÓN ENERGÉTICA
		Demostrar un mejoramiento de al menos 5% para edificios nuevos, en comparación con un caso de línea base, de acuerdo al estándar ASHRAE 90.1-2010.
		OPCIÓN 2. MODO PRESCRIPTIVO: ASHRAE 50% GUÍA DE DISEÑO DE ENERGÍA AVANZADA
		○ Cumplir con las disposiciones prescriptivas de la Norma ANSI/ASHRAE/IESNA 90.1-2010, de acuerdo a la Guía de diseño de energía avanzada y zona climática de ASHRAE 50%, de oficinas, retail, comercio, escuelas, y hospitales.
		OPCIÓN 3. CUMPLIMIENTO PRESCRIPTIVO: GUÍA DE DESEMPEÑO DE EDIFICIOS AVANZADOS
		(Para ser elegible el proyecto debe tener menos de 9,290 metros cuadrados)
		Cumplir con las disposiciones prescriptivas de la Norma ANSI/ASHRAE/IESNA 90.1-2010:
		Sección 1: Estrategias del proceso de diseño
		Sección 2: Núcleo, requisitos de desempeño
		Sección 3: Estrategias de desempeño mejoradas
		3.5 Restablecimiento de la temperatura del área de suministro
		3.9 Premium Economizer Performance
		3.10 Control de velocidad variable.

Tabla 67. Requerimientos y Puntuación de Crédito L-IEV-P2

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos de USGBC.(2017)

Ruta de cumplimiento

El estándar ASHRAE 90.1-2010 es un documento estadounidense dirigido a la optimización y eficiencia energética que establece lineamientos y especificaciones generales involucradas en el desarrollo de una edificación referentes a: la envolvente del edificio; sistemas de calefacción ventilación y aire acondicionado; calentamiento del agua; Iluminación; y otros equipos.

Para el cumplimiento del estándar primero se disponen de lineamientos obligatorios y luego se ofrecen tres rutas:

- Método prescriptivo
- Método de compensación de la envolvente
- Método de Coste Presupuestado de Energía.

Dado que en este proyecto se seleccionó la Opción 2 del presente prerrequisito de LEED, se siguió la ruta del método prescriptivo, el cual tiene especificaciones para cada uno de los elementos mencionados anteriormente, mismos que se describen a continuación.

Envolvente del edificio

La envolvente se refiere a todos los elementos que componen un edificio, cuya función es separar los espacios interiores del exterior. Tales elementos se dividen con base en el tipo de superficie: opaca o traslúcida.

Superficies opacas

Este tipo de superficies son aquellas que no permiten el traspaso de luz al interior de los edificios, como: muros, cubiertas, y entrepisos.

Ahora bien, tanto la Norma Oficial Mexicana NMX C-460-ONNCCE-2009, como el estándar ASHRAE 90.1 establecen que los elementos constructivos que componen la envolvente del edificio deben contar con una Resistencia Térmica (Valor R) mínima con base la zona climática en la que se localice el proyecto.

Para la determinación de la zona climática se implementó el sistema de clasificación climática Köppen, el cual indica la zona en función a las temperaturas y precipitaciones del sitio. Con base en lo anterior, se establece que la localidad de Mexicali pertenece a la zona climática 2, debido a su clima Árido Desértico con precipitaciones anuales inferiores a la evaporación y temperatura media anual por encima de 18 °C. (DOF, 2009)

Además de la zona climática, por un lado, la norma mexicana indica que el valor R se define de acuerdo al propósito inmediato del aislamiento de la envolvente, el cual puede ser el mínimo, para lograr habitabilidad o para obtener un ahorro de energía.

Zona térmica No.	Techos m ² K/W (ft ² h°F/BTU)			Muros m ² K/W (ft ² h°F/BTU)			Entrepisos Ventilados m ² K/W (ft ² h°F/BTU)		
	Miníma	Habitabilidad	Ahorro de Energía	Miníma	Habitabilidad	Ahorro de Energía	Miníma	Habitabilidad	Ahorro de Energía
1	1,40 (8,00)	2,10 (12,00)	2,65 (15,00)	1,00 (5,70)	1,10 (6,00)	1,40 (8,00)	NA	NA	NA
2	1,40 (8,00)	2,10 (12,00)	2,65 (15,00)	1,00 (5,70)	1,10 (6,00)	1,40 (8,00)	0,70 (4,00)	1,10 (6,00)	1,20 (7,00)
3A , 3B 3C	1,40 (8,00)	2,30 (13,00)	2,80 (16,00)	1,00 (5,70)	1,23 (7,00)	1,80 (10,00)	0,90 (5,00)	1,40 (8,00)	1,60 (9,00)
4A , 4B 4C	1,40 (8,00)	2,65 (15,00)	3,20 (18,00)	1,00 (5,70)	1,80 (10,00)	2,10 (12,00)	1,10 (6,00)	1,80 (10,00)	1,90 (11,00)

Tabla 68. Valor R mínimo.

Fuente: NMX-C-460-ONNCCE-(2009).

El estándar ASHRAE 90.1 define los espacios acondicionados como un espacio cerrado dentro de un edificio que cuenta con un sistema de enfriamiento o de calefacción, cuya categorización es la siguiente:

- Espacio residencial acondicionado: Espacios dentro de edificaciones utilizados primordialmente para habitar o dormir.
- Espacio no residencial acondicionado: Todos los espacios que no sean residenciales.
- Espacio semi calefaccionado: Un espacio cerrado dentro de un edificio que se calienta mediante un sistema de calefacción en el espacio a una velocidad superior a 3 ac.

Como se observa en la siguiente tabla, también asigna el Valor R con base en la zona climática, el tipo de espacio y el tipo de sistema constructivo del proyecto.

<i>Opaque Elements</i>	<i>Nonresidential</i>		<i>Residential</i>		<i>Semiheated</i>	
	<i>Assembly Maximum</i>	<i>Insulation Min. R-Value</i>	<i>Assembly Maximum</i>	<i>Insulation Min. R-Value</i>	<i>Assembly Maximum</i>	<i>Insulation Min. R-Value</i>
<i>Roofs</i>						
<i>Insulation entirely above deck</i>	U-0.220	R-4.4 c.i.	U-0.220	R-4.4 c.i.	U-0.982	R-0.9 c.i.
<i>Metal building^a</i>	U-0.233	R-1.8 + R-3.3 FC	U-0.233	R-1.8 + R-3.3 FC	U-0.545	R-2.8
<i>Attic and other</i>	U-0.153	R-6.7	U-0.153	R-6.7	U-0.300	R-3.3
<i>Walls, above Grade</i>						
<i>Mass</i>	U-0.857 ^b	R-1.0 c.i. ^b	U-0.701	R-1.3 c.i.	U-3.293	NR
<i>Metal building</i>	U-0.533	R-0 + R-1.7 c.i.	U-0.533	R-0 + R-1.7 c.i.	U-0.920	R-2.3
<i>Steel-framed</i>	U-0.479	R-2.3 + R-0.7 c.i.	U-0.365	R-2.3 + R-1.3 c.i.	U-0.705	R-2.3
<i>Wood-framed and other</i>	U-0.504	R-2.3	U-0.504	R-2.3	U-0.504	R-2.3
<i>Wall, below Grade</i>						
<i>Below-grade wall</i>	C-6.473	NR	C-6.473	NR	C-6.473	NR
<i>Floors</i>						
<i>Mass</i>	U-0.606	R-1.9	U-0.496	R-1.5	U-1.825	NR
<i>Steel joist</i>	U-0.214	R-5.3	U-0.214	R-5.3	U-0.390	R-2.3
<i>Wood-framed and other</i>	U-0.188	R-5.3	U-0.188	R-5.3	U-0.376	R-2.3
<i>Slab-on-Grade Floors</i>						
<i>Unheated</i>	F-1.264	NR	F-1.264	NR	F-1.264	NR
<i>Heated</i>	F-1.558	R-1.8 for 600 mm	F-1.489	R-2.6 for 600 mm	F-1.766	R-1.3 for 300 mm
<i>Opaque Doors</i>						
<i>Swinging</i>	U-2.101		U-2.101		U-3.975	
<i>Nonswinging</i>	U-1.760		U-1.760		U-8.233	

Tabla 69. Valor R con base a la zona climática y tipo de espacio.

Fuente: estándar ANSI/ASHRAE/IESNA 90.1-(2010)

Visto en el capítulo 4.6.1 las unidades de vivienda fueron diseñadas de modo que los espacios habitables se rodearan de espacios, ya sea de servicio, o no habitables como lo son los closets, con el fin de brindar un amortiguamiento térmico a las áreas de mayor uso. (Ver Ilustración 68)

Por lo tanto, de acuerdo a la norma oficial mexicana, dentro de los espacios habitables es necesario que la envolvente cumpla con los valores para ahorro de energía, ya que la zona

climática del proyecto indica que es común el uso de equipos de climatización. Por otra parte, en los espacios no habitables es permissible aplicar los valores mínimos.

De manera similar, el estándar ASHRAE 90.1 indica que los espacios habitables sean contemplados como espacios residenciales acondicionados, y los no habitables como no residenciales acondicionados, los cuales cuentan con el Valor R mínimo.



Ilustración 68. Zonas Residenciales y no Residenciales.

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al tipo de sistema constructivo seleccionado se optó por cubierta completamente aislada, muros y entrepisos de mampostería, y puertas abatibles.

Ahora bien, una vez determinado los factores anteriores se realizó una comparativa de los valores requeridos por parte de la norma mexicana y el estándar estadounidense, con el fin de definir el más exigente para su implementación.

COMPARACIÓN DE VALOR R PARA ZONA CLIMÁTICA 2					
ELEMENTO	TIPO	RESISTENCIA TÉRMICA (VALOR R m ² K/W)			
		No residencial/mínimo		Residencial/Ahorro energético	
		ASHRAE 90.1-2010	NMX-C-460	ASHRAE 90.1-2010	NMX-C-460
TECHOS	Aislamiento completo	3.5	1.4	3.5	2.65
MUROS	Masa	1	1	1.3	1.4
ENTREPISOS	Masa	1.1	0.7	1.5	1.2

Tabla 70. Comparación de valor R para zona climática 2.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de NMX-C-460-ONNCE-(2009) y ASHRAE 90.1-(2010).

Como se observa en la tabla de los elementos destinados a los espacios no habitados por lo que se refiere los techos y entrepisos, los valores del estándar ASHRAE 90.1 son mayores que la norma mexicana, y en el caso de los muros los valores de ambos lineamientos son iguales.

De los elementos para espacios residenciales acondicionados, en el caso de la resistencia térmica mínima requerida para el techo y el entrepiso, el estándar ASHRAE 90.1 resulta ser mucho más exigente que el de la norma local. No obstante, en el caso de los muros la norma oficial impone un rango mayor al del estándar estadounidense.

Una vez determinados los valores de resistencia térmica mínimos, se seleccionó el sistema constructivo de la envolvente y se identificaron las conductividades térmicas para cada componente como se indica a continuación.

MUROS

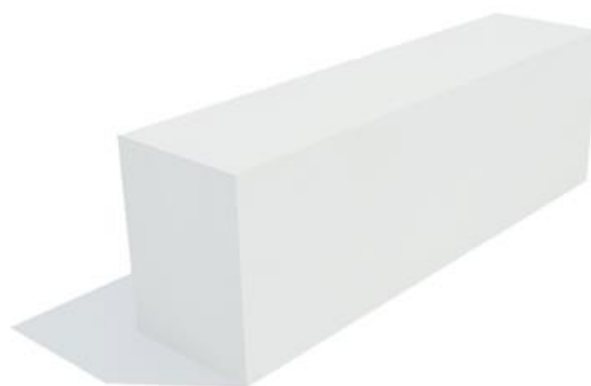
Tal como se muestra en la Ilustración 68, el tipo de muro varía en función a su propósito. En cuanto a los muros destinados a un espacio acondicionado no residencial, su Valor “R” no debe ser menor a 1 m²K/W, de acuerdo a ASHRAE 90.1 y la NOM-C460. Por ello, se

seleccionó el sistema constructivo Block Hebel, el cual consta de bloques sólidos de 12.5 cm de espesor a base de concreto celular que trabajan bajo el sistema tradicional de albañilería confinada. Dicho sistema fue elegido debido a sus múltiples beneficios como el ahorro en tiempo y costos de construcción, y sobre todo por su ahorro de energía en consumo de climatización. Adicionalmente, cuenta con certificaciones como NOM, ONNCCE, ASTM y UL (Xella, 2017) Como se indica en la tabla, el Valor R calculado mediante el procedimiento y ecuación establecida por la NOM-C460, es igual a **1.02 m²K/W**. Valor que supera la resistencia térmica mínima establecida por ambos lineamientos, por lo que se cumple con ellos.

Por otra parte, se tienen los muros destinados a espacios acondicionados residenciales, mismos que deben cumplir con un Valor R mínimo de 1.4 m²K/W, según lo indica la norma mexicana. Para su cumplimiento se propone el mismo sistema constructivo que los espacios acondicionados no residenciales de Block Hebel, no obstante, para obtener una mayor resistencia térmica se optó por el aumento de espesor a 20 cm. Mediante tal variación de espesor, se obtuvo un Valor “R” de **1.53 m²K/W**, por lo que se cumple con la norma mexicana y el estándar estadounidense. Cabe mencionar que ambos bloques de concreto celular seleccionados han superado la norma y el estándar, aún cuando dentro del cálculo de resistencia térmica no se tomaron en cuenta otros componentes como impermeabilizantes o aplanados, mismos que pueden influir y aumentar el resultado final del Valor “R”.

Ilustración 69. Block Hebel AAC-6

Fuente: Hebel.(2019)



BLOCK HEBEL AAC-6 PARA MUROS DE ESPACIOS ACONDICIONADOS NO RESIDENCIALES		
Longitud=	0.61	m
Peralte=	0.2	m
Espesor (L)=	0.125	m
HE=	13	W/m ² K
HI=	8.1	W/m ² K
Conductancia térmica (λ)=	0.149	W/mK
Resistencia térmica (Valor R)=	1.04	m ² K/W
<i>*He= Conductancia superficial exterior, igual a 13 W/m²K</i>		
<i>*Hi= Conductancia superficial interior, igual a 8.1 W/m²K para muros.</i>		
Valor R= $1/He + 1/Hi + L/\lambda$		

Tabla 71. Block Hebel AAC-6 de 12.5 cm

Fuente: Hebel(2019)

BLOCK HEBEL AAC-6 PARA MUROS DE ESPACIOS ACONDICIONADOS RESIDENCIALES		
Longitud=	0.61	m
Peralte=	0.2	m
Espesor (L)=	0.2	m
HE=	13	W/m ² K
HI=	8.1	W/m ² K
Conductancia térmica (λ)=	0.149	W/mK
Resistencia térmica (Valor R)=	1.54	m ² K/W
<i>*He= Conductancia superficial exterior, igual a 13 W/m²K</i>		
<i>*Hi= Conductancia superficial interior, igual a 8.1 W/m²K para muros.</i>		
Valor R= $1/He + 1/Hi + L/\lambda$		

Tabla 72. Block Hebel AAC-6 de 20 cm.

Fuente: Hebel.(2019)

ENTREPISOS

Dado que horizontalmente los espacios acondicionados no residenciales son mínimos y el Valor R asignado varía por 0.4 m²K/W, se propone utilizar el mismo tipo de sistema sobre la superficie total, es decir, tomar como valor mínimo la resistencia térmica del espacio acondicionado residencial de ASHRAE 90.1-2010 para todo el entrepiso.

El sistema seleccionado se trata de elementos de concreto celular reforzado autoclaveado para la construcción de losas, conocido como Panel Hebel AAC-6 de 20cm de espesor, mismo que funciona simplemente al apoyarse sobre los muros de mampostería. Al igual que los bloques utilizados para los muros, los paneles aportan a las edificaciones un ahorro en costos de construcción y climatización, así mismo, se cuenta con certificaciones como NOM, ONNCCE, ASTM y UL (Xella, 2017)

Como se muestra en la siguiente tabla, se calculó su resistencia térmica con base en la ecuación obtenida de la NOM-C-460-ONNCCE-2009, en la que se obtuvo como resultado **1.53 m²K/W** que supera el valor mínimo requerido por ASHRAE 90.1-2010 de 1.5 m²K/W, por lo que cumple con ambos lineamientos.

En este caso, para el cálculo del Valor “R” también se tomó en cuenta el Panel como único componente del sistema constructivo, por lo tanto el resultado puede aumentar al considerar otros elementos como aplanados y /o acabados en losa.



Ilustración 70. Panel Hebel AAC-6 para losa de entepiso.

Fuente: Hebel.(2019)

PANEL HEBEL AAC-6 PARA LOSA DE ENTREPISO		
Longitud=	6	m
Ancho=	0.61	m
Espesor (L)=	0.2	m
HE=	13	W/m²K
HI=	6.6	W/m²K
Conductancia térmica (λ)=	0.149	W/mK
Resistencia térmica (Valor R)=	1.57	m²K/W
<i>*He= Conductancia superficial exterior, igual a 13 W/m²K</i>		
<i>*Hi= Conductancia superficial interior, 6.6 W/m²K para techos</i>		
Valor R= $1/He + 1/Hi + L/\lambda$		

Tabla 73. Panel Hebel AAC-6 para losa de entepiso.

Fuente: Hebel.

TECHOS

En cuanto a la cubierta, dado que se requiere de una mayor resistencia térmica de 3.5 m²K/W de acuerdo al estándar ASHRAE-90.1, tanto en las superficies de espacios acondicionados residenciales como no residenciales, se propone un sistema constructivo a base de paneles m16 de 15cm de espesor el cual se compone de poliestireno expandido, y se estructura con postes de acero galvanizado tipo “C” de calibre 22. (Ver ficha técnica en Anexos) Este sistema cuenta con las mismas certificaciones que los anteriores.

Como se muestra en la tabla, el Valor “R” es igual a **4.98 m²K/W**, lo que supera considerablemente la norma mexicana y el estándar estadounidense.



Ilustración 71. Panel M16 para losa de azotea.

Fuente: Novidesa.(2019)

PANEL m16 PARA LOSA DE AZOTEA		
Longitud=	6	m
Ancho=	0.61	m
Espesor (L)=	0.15	m
HE=	13	W/m ² K
HI=	6.6	W/m ² K
Conductancia térmica (λ)=	0.0316	W/mK
Resistencia térmica (Valor R)=	4.98	m ² K/W
<i>*He= Conductancia superficial exterior, igual a 13 W/m²K</i>		
<i>*Hi= Conductancia superficial interior, 6.6 W/m²K para techos</i>		
Valor R= 1/He + 1/Hi + L/λ		

Tabla 74. Panel m16 losa de azotea.

Fuente: Novidesa.(2019)

Superficies traslúcidas

Estas superficies se refieren a los elementos que permiten el paso de luz proveniente del exterior hacia el interior. Esta categoría incluye ventanas, puertas acristaladas, bloques de vidrio o paneles plásticos transparentes. Las pérdidas térmicas que pueden brindar tales elementos al edificio dependen de tres factores:

- Transmitancia térmica (Valor “U”): Flujo unidireccional de calor por unidad de superficie de un material que se produce mediante la inducción de una diferencia de temperatura unitaria en ambos lados de la solución.
- Coeficiente de ganancia de solar (SHGC): Corresponde al porcentaje de ganancia solar por unidad de superficie que entra en un espacio en relación a la radiación solar incidente.
- Transmitancia de luz visible (VLT): Representa la fracción del espectro de radiación visible que traspasa una superficie transparente, es decir el nivel de iluminación natural que se tendrá en el interior de la edificación.

(Varela, S.A., 2011)

El equipo o sistema de distribución que provee, ya sea de manera colectiva o individual, el proceso de calefacción, ventilación, o aire acondicionado a un edificio o a una porción de este, se le denomina Sistema HVAC, conocido así por sus siglas en inglés, que quieren decir *Heating, Ventilating, and Air Conditioning*. (ASHRAE, 2016)

La selección del sistema HVAC a implementar dentro del edificio depende de diversos criterios como: las necesidades del proyecto, la capacidad de carga térmica, el dimensionamiento del equipo y las restricciones arquitectónicas.

Dentro de las necesidades del proyecto, ya que en la región de Mexicali predomina el clima cálido extremoso durante 8 meses del año (Ramos, S., Prieto, F. & Cuellar, I., 2004), y las temporadas frías son eventuales, en este proyecto se requiere únicamente de ventilación o aire acondicionado y se descarta el requerimiento de calefacción.

El dimensionamiento y selección del equipo de climatización se realiza en función a las cargas térmicas de refrigeración. Por lo tanto, el sistema de aire acondicionado debe contar con la capacidad de compensar las ganancias térmicas en el día de mayor temperatura en un espacio determinado. (Varela, S.A., 2011)

En el caso de este proyecto, se pretende acondicionar el área común, lo que corresponde a la estancia-cocina, y la habitación principal de cada unidad de vivienda, que cuentan con las superficies señaladas en la Ilustración 72.

La capacidad de los equipos refrigerantes se mide en BTUs o en toneladas. Existen diversos métodos de cálculo de cargas térmicas, mismos que han sido reconocidos por el estándar estadounidense para seleccionar la capacidad adecuada del equipo, como el método de la función de transferencia y el método de cargas por temperatura diferencial y factores de carga de enfriamiento (CLTD/CLF) (Bhatia, A., 2014) No obstante, debido a la complejidad de cálculo, se requiere de asistencia y simulación computarizada.

Para los propósitos y el alcance del presente proyecto conceptual, se llevará a cabo un cálculo de carga térmica aproximada que permite determinar la capacidad del equipo mediante la siguiente ecuación:

En donde:

C= Capacidad de aire acondicionado

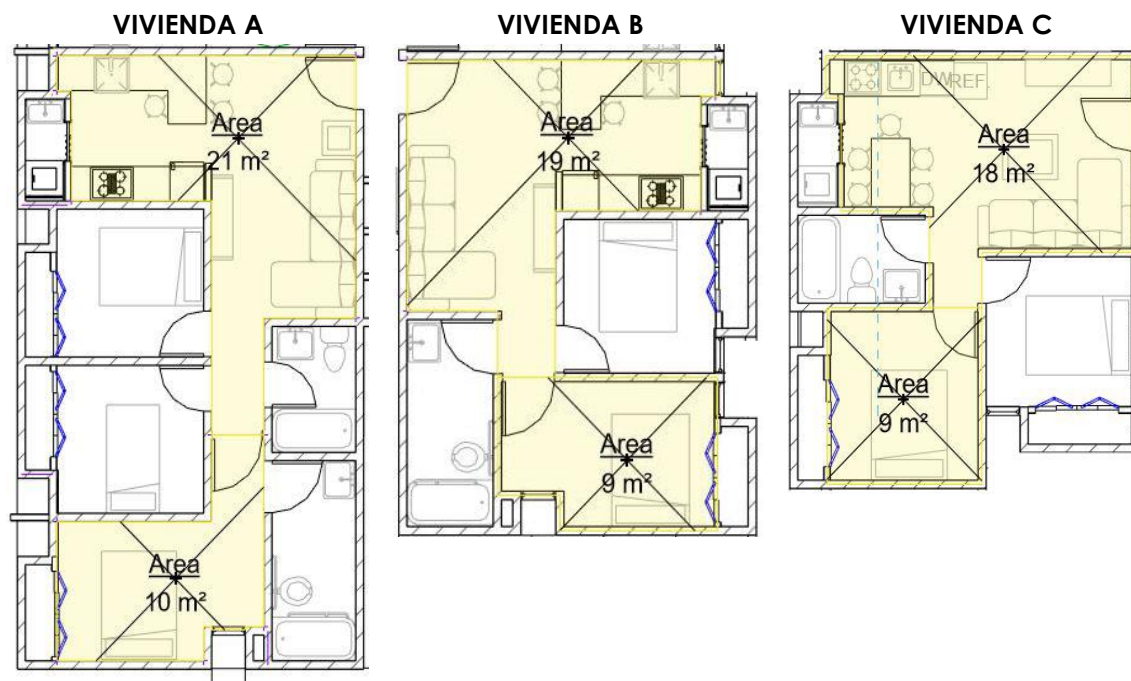
230 = Factor calculado para América Latina de Temperatura máxima de 40 °C (dado en BTU/hm³)

V= Volumen del espacio a acondicionar (m³): Largo x Ancho x Altura.

P= Número de personas que habitan la vivienda.

E= Número de electrodomésticos instalados en el espacio.

460= Factores de ganancia y pérdida aportado por cada persona y/o electrodoméstico (en BTU/h)



**Ilustración 72. Área de espacios
acondicionados en viviendas**

Fuente: Elaboración propia.

Con base en lo anterior, se realizó el cálculo para cada espacio:

PROTOTIPO	ESPACIO	ÁREA (m²)	ALTURA (m)	PERSONAS	ELECTRODOMÉSTICOS	BTU	TONELADAS
Vivienda A	Área común	21	2.7	4	5	17325	1.44
	Recámara	10	2.7	2	1	7638	0.64
Vivienda B	Área común	19	2.7	4	5	16083	1.34
	Recámara	9	2.7	2	1	7017	0.58
Vivienda C	Área común	18	2.7	3	5	14986	1.25
	Recámara	9	2.7	2	1	7017	0.58

*NOTA: 1 BTU = 12,000 TONELADAS

Tabla 75. Capacidad de aire acondicionado de acuerdo a áreas de espacios.

Fuente: Elaboración propia.

Cabe mencionar, que las condiciones pueden variar al considerar el número de ventanas y orientación, el tipo de material y sistema constructivo, así como la ubicación del área a acondicionar.

Dado que los equipos de refrigeración se fabrican en las capacidades de ½, 1, 1 ½, 2, 3, 4 y 5 Toneladas o su equivalente en BTU, las capacidades de cada espacio se redondearon a los valores comerciales.

Dentro de las categorías y tipos de equipos existentes, al tratarse de un equipo que debe proporcionar la entrega directa de aire acondicionado a un espacio, habitación o zona cerrada, se optó por un “aire acondicionado de habitación”, el cual se define como un conjunto encapsulado diseñado para ser montado en una ventana o a través de una pared o como una consola. (ASHRAE, 2016)

De acuerdo a los lineamientos del estándar ASHRAE 90.1-2010, la selección del equipo se debe realizar con base en su capacidad, de modo que cubra la carga térmica requerida por cada espacio, así como su eficiencia, misma que se determina por el Coeficiente de Rendimiento (COP, por sus siglas en inglés), el cual se refiere a “la relación entre la tasa de eliminación de calor y la tasa de entrada de energía, en unidades constantes, para un sustento de refrigeración completo o alguna parte específica de este sistema bajo las condiciones de operación designadas.” (ASHRAE, 2016) Por lo tanto, la eficiencia mínima determinada por el estándar es el siguiente:

TIPO DE EQUIPO	CAPACIDAD		EFICIENCIA MINIMA	
	Kw	Btu/h	COP	SEER
Aire acondicionado de habitación	>2.3 y < 5.9	>7,847 y < 20,131	2.49	9.04

*SEER: Relación de eficiencia energética estacional, indica cantidad relativa necesaria para proporcionar una salia de refrigeración específica.

*NOTA: 1 COP = 3.23 SEER

Tabla 76.
Eficiencia mínima de equipos de aire acondicionado.

Fuente:
ANSI/ASHRAE/IES
NA 90.1-2010.

Con base en lo anterior, se definieron los modelos para cada unidad:

PROTOTIPO	ESPACIO	CAPACIDAD	TONELADAS	MODELO	SEER	PRECIO
Vivienda A	Área común	18,000	1.50	Minisplit inverter LG VM182C7	17.5	\$12,699.00
	Recámara	12,000	1.00	Minisplit inverter Jet Cool VM12257	17.5	\$10,999.00
Vivienda B	Área común	18,000	1.50	Minisplit inverter LG VM182C7	17.5	\$12,699.00
	Recámara	12,000	1.00	Minisplit inverter Jet Cool VM12257	17.5	\$10,999.00
Vivienda C	Área común	18,000	1.50	Minisplit inverter LG VM182C7	17.5	\$12,699.00
	Recámara	12,000	1.00	Minisplit inverter Jet Cool VM12257	17.5	\$10,999.00

Tabla 77. Equipos de aire acondicionado por vivienda.

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la Tabla 77 los equipos seleccionados cuentan con una relación de eficiencia energética estacional mayor a la indicada en la Tabla 76, por lo tanto, cumple con los requerimientos mínimos de eficiencia del estándar estadounidense. Adicionalmente, ambos equipos se encuentran en el catálogo de productos autorizados por Hipoteca Verde, lo que indica que, en cuanto a equipos de aire acondicionado, los estándares nacionales de eficiencia se encuentran dentro de los estándares de ASHRAE 90.1-2010.

Ahora bien, como parte del método prescriptivo del estándar ASHRAE-90.1 se indica que todos los equipos HVAC, deben contar con un economizador de aire, es decir, con la

disposición de conductos o compuertas y un control automático que en conjunto permiten que un sistema de refrigeración suministre aire exterior para reducir o eliminar la necesidad de refrigeración mecánica. No obstante, el estándar indica que los economizadores no son necesarios en los sistemas destinados a espacios residenciales cuya capacidad del sea menor a la que se indica en la siguiente tabla.

Climate Zone	Cooling Capacity for which an Economizer Is Required
0A, 0B, 1A, 1B	No economizer requirement
2A, 2B, 3A, 4A, 5A, 6A, 3B, 3C, 4B, 4C, 5B, 5C, 6B, 7, 8	≥16 kW

Tabla 78. Capacidad de enfriamiento

Fuente: ANSI/ASHRAE/IESNA 90.1-(2010).

Puesto que se trata de la zona climática 2, y la capacidad de los equipos es menor a 16 kW (47, 768 BTU/hr), no se requiere de un economizador.

Calentamiento de agua

Dentro del sector residencial, el calentamiento de agua se utiliza principalmente para la preparación y consumo de alimentos, así como fines de higiene personal y lavado de ropa. (Procasol, 2009)

Existen distintos métodos de calentamiento de agua que dependen de qué tipo de energía utilizan, como: calentadores de depósito eléctrico o a gas, calentadores de paso eléctrico o a gas, y calentador solar.

Las características de incidencia solar con las que cuenta la ciudad de Mexicali permiten el aprovechamiento de la luz solar para implementar calentadores de agua cuyo funcionamiento sea a través de paneles fotovoltaicos. No obstante, ya que las edificaciones se plantearon de huella compacta no hay suficiente superficie aprovechable en las azoteas para este tipo de dispositivos. Por lo tanto, en este proyecto se propone la utilización de un calentador de paso a gas, ya que por su ausencia de tanque de almacenaje no hay necesidad de mantener el agua almacenada continuamente caliente, de modo que se tiene un ahorro de energía y de espacio.

Para fines de este proyecto se define la capacidad del calentador con un cálculo aproximado, en el cual se debe tener en cuenta los puntos de agua caliente que hay por unidad de vivienda y cuáles de esos puntos se utilizarían de manera simultánea. Con base en la Tabla 79, para mayor comodidad de los residentes se optó por una capacidad de 13 l/min.

CAPACIDAD	CONSUMO DE AGUA CALIENTE	ESPECIFICACIONES
5 l/min	Para un fregadero o un lavabo	
11 l/min	Para un fregadero o una ducha o para un lavabo o una ducha	
13 l/min	Para un fregadero más una ducha O para un lavabo más una ducha O para llenar una bañera	Permite el uso de dos puntos de agua caliente a la vez siempre que el salto térmico no sea superior a 25°C
16 l/min	Para un fregadero más una ducha O para un lavabo más una ducha O para dos duchas a la vez O para una bañera	*Permite el uso de dos puntos de agua caliente a la vez. *Ideal para viviendas con 2 baños.

Tabla 79. Capacidad de calentador de agua según consumo de agua caliente.

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos de www.cointra.es sf

Para determinar el equipo se buscó que cumpliera con la capacidad requerida, así como la eficiencia térmica indicada por ASHRAE 90.1-2010 que debe ser mínimo del 80%. No obstante, de acuerdo a la norma oficial mexicana NOM-003-ENER-2011, dirigida a la eficiencia térmica de calentadores de agua para uso doméstico y comercial, se indica que el porcentaje mínimo debe ser de 84%, por lo que se toma en cuenta el estándar de mayor exigencia, que en este caso se trata de la norma mexicana. Para ello, se implementó el equipo indicado en la tabla, el cual se encuentra dentro de los productos autorizados por Hipoteca Verde, mismo que presenta una capacidad de 13 litros, y una eficiencia térmica de 87%, por lo que cumple con los requerimientos del estándar estadounidense y de la norma mexicana.



Ilustración 73. Calentador de agua instantáneo.

Fuente: Homedepot(2019)

CALENTADOR DE AGUA INSTANTÁNEO			
CAPACIDAD	MODELO	EFICIENCIA ENERGÉTICA	PRECIO
13 litros	Calentador Calorex Instantaneo COXDPI 13	87%	\$ 5,299.00

Tabla 80. Características del calentador de agua instantáneo.

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos de Homedepot(2019)

Electricidad

El sistema de monitoreo de consumo eléctrico permite el control de la calidad y el costo de la energía eléctrica dentro de la vivienda. Por lo tanto, el estándar ASHRAE 90.1-2010 promueve la implementación de dispositivos de medición instalados dentro de las edificaciones, de modo que se permita el monitoreo del consumo de energía de:

- a. La energía total
- b. Sistemas HVAC
- c. Iluminación interior
- d. Iluminación exterior

Para ello, se propone la instalación de un medidor de electricidad, el cual funciona a través de un contacto inteligente controlado mediante una aplicación descargable en el celular llamada Smart Life App o Tuya App.

Se seleccionó este dispositivo debido a su facilidad de uso (requiere de conexión a internet), ya que, una vez instalada, el usuario puede consultar y medir la energía que consumen sus electrodomésticos, la iluminación y sistemas de HVAC, así como programar y automatizar el apagado de cada dispositivo por hora y fecha para lograr un ahorro de energía significativo. Adicionalmente, la aplicación almacena y muestra el historial de consumo.

El contacto inteligente tiene un precio de \$469.00 pesos mexicanos y la aplicación requerida se descarga de manera gratuita.



**Ilustración 74. Contacto inteligente
para medición de energía.**

Fuente: Mercadolibre (2019)

Iluminación

Actualmente, las nuevas tecnologías en sistemas de iluminación presentan una vida útil mayor en comparación a los sistemas convencionales debido a su bajo consumo de energía. Principalmente esto se debe a que la iluminación convencional requiere de gran parte de la energía para generar calor y lo poco restante va dirigido a su función, que es iluminar. (SENER, 2015)

El estándar ASHRAE 90.1 fomenta la implementación de luminarias eficientes a través de la asignación de potencias máximas admisibles, tanto para sistemas de iluminación interiores, como exteriores. (Varela, S.A., 2011)

Al tratarse de un proyecto constituido por unidades de vivienda, de acuerdo al estándar estadounidense, como requerimiento obligatorio se deben utilizar lámparas con una eficacia de al menos 55 lm/W en el 75% de la iluminación instalada permanentemente, paralelo a esto, la norma oficial mexicana NOM-030-ENER-2012 impone la misma cantidad mínima de eficacia. Por otra parte, el Subsidio CONAVI incentiva la implementación de lámparas LED que presenten una eficacia mínima de 80 lm/W en el 50% de la iluminación. Esto indica que a pesar de que el estándar ASHRAE 90.1 tiene mayor exigencia en cuanto a la cantidad de luminarias eficientes, el Subsidio Federal solicita un rango mayor para la eficacia mínima. Cabe destacar que, en el caso del subsidio tal requerimiento forma parte de un crédito y no un requisito obligatorio como lo es para el estándar ASHRAE. La eficacia se refiere a la relación entre el flujo luminoso total emitido por una fuente de luz y la potencia en watts total de la lámpara, expresada en lm/W (SENER, 2015)

Para este proyecto se optó por la implementación de focos LED A19 de la marca Philips. El modelo emite 806 lúmenes y requiere de 9W de potencia para su funcionamiento, por lo tanto, se tiene una eficacia de 89.5%, la cual cumple con la cantidad mínima requerida por ASHRAE 90.1, la norma oficial mexicana, y el Subsidio Federal. Así mismo, el producto se encuentra dentro del catálogo de modelos autorizados por Hipoteca Verde, con un precio de \$65.00 pesos mexicanos.

Adicionalmente a los requerimientos anteriores, como parte del método prescriptivo del estándar ASHRAE 90.1, se debe determinar la asignación de energía de iluminación interior según el método del área de construcción. La densidad de potencia de iluminación (LPD, por sus siglas en inglés) se refiere al área de la unidad de potencia de iluminación de un edificio, espacio o área exterior expresada en W/m².

Para el cumplimiento del estándar primero se determinó el tipo de área de construcción apropiada de la siguiente tabla y la correspondiente asignación de LPD. Dado que se trata de un edificio multifamiliar la densidad de potencia de iluminación es de **7.3 W/m²**.

Building Area Type^a	LPD, W/m²
Automotive facility	7.6
Convention center	8.2
Courthouse	9.7
Dining: Bar lounge/leisure	9.7
Dining: Cafeteria/fast food	8.5
Dining: Family	8.4
Dormitory	6.6
Exercise center	7.0
Fire station	5.7
Gymnasium	7.3
Health-care clinic	8.8
Hospital	11.3
Hotel/motel	8.1
Library	8.4
Manufacturing facility	9.7
Motion picture theater	8.9
Multifamily	7.3
Museum	11.4
Office	8.5
Parking garage	1.6
Penitentiary	8.1
Performing arts theater	12.7
Police station	8.6
Post office	7.2
Religious facility	10.1
Retail	11.4
School/university	8.7
Sports arena	9.4
Town hall	8.6
Transportation	6.6
Warehouse	5.2
Workshop	

**Tabla 81. Densidad de potencia de
iluminación máxima**

Fuente: ANSI/ASHRAE/IESNA 90.1-2010

Después se determinó la superficie bruta iluminada del tipo de área de construcción y se multiplicaron las áreas brutas del piso iluminado sobre la LPD como se muestra a continuación:

- Vivienda A: $65 \text{ m}^2 * 7.2 \text{ W/m}^2 = \mathbf{468 \text{ W}}$
- Vivienda B: $48 \text{ m}^2 * 7.2 \text{ W/m}^2 = \mathbf{345 \text{ W}}$
- Vivienda C: $39 \text{ m}^2 * 7.2 \text{ W/m}^2 = \mathbf{281 \text{ W}}$

Como se muestra en las siguientes Ilustraciones, la Vivienda A, cuenta con 7 focos LED de 60 Watts lo que en total suma una densidad de potencia de 420 W, que queda dentro del rango definido.

La vivienda B, cuenta con 5 focos del mismo tipo, que en conjunto suman una densidad de potencia de 300 W, también dentro del rango requerido.

Por último, la vivienda C, que cuenta con 4 focos LED de 60 Watts, y uno de 40 Watts para el baño, cuya sumatoria da 280 Watts en total que igualmente se encuentra dentro del rango. Por lo tanto, el sistema lumínico de las viviendas no excede la tolerancia de potencia de iluminación interior y se cumple con método prescriptivo del estándar ASHRAE 90.1-2010.

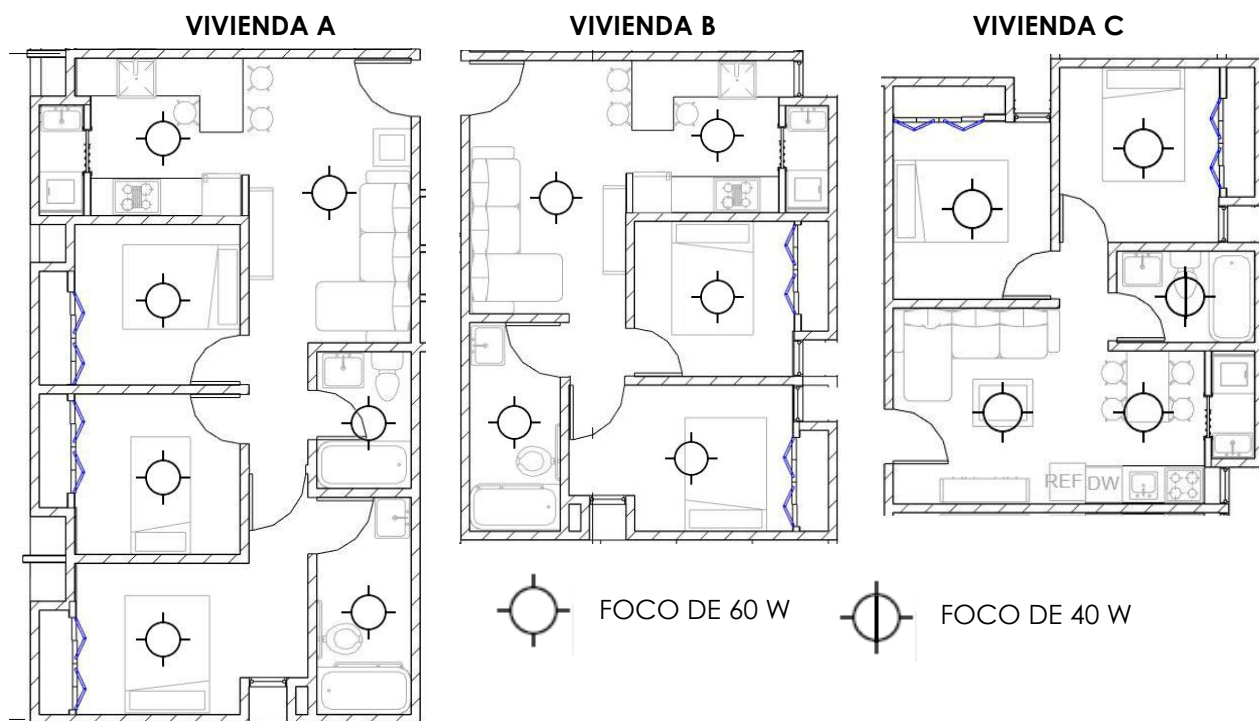


Ilustración 75. Densidad de potencia de iluminación de prototipos de vivienda.

Fuente: Elaboración propia.

4.6.1.3.3 Prerrequisito L-IEV-P3: Reducción de consumo de agua interior

El prerrequisito tiene como objetivo principal la reducción del consumo de agua en las zonas interiores tales como sanitarios, cocinas, y áreas de lavado.

Para su cumplimiento, se requiere que los muebles y accesorios como: inodoros, mingitorios, lavabos, y regaderas; cuenten con la etiqueta de WaterSense, “programa de asociación voluntaria por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, el cual garantiza que, tanto productos como servicios, hacen un uso eficiente del agua” (EPA, s.f.). Al tratarse de un proyecto situado fuera de los Estados Unidos, de acuerdo al USGBC, se valida la implementación de una etiqueta de equivalencia local. sin embargo, se requiere que cada equipo o accesorio cumpla o supere una reducción de 20% sobre los consumos de la línea base señalados en la Tabla 82. Así mismo, como requerimiento del prerrequisito se pide que se reduzca el consumo del recurso hídrico al menos un 20% de la totalidad del uso interno en el proyecto en comparación con un caso base, mismo que se calcula como un promedio ponderado del uso de agua para los edificios construidos como parte del proyecto en función de su área de piso.

TABLE 1. Baseline water consumption of fixtures and fittings		
Fixture or fitting	Baseline (IP units)	Baseline (SI units)
Toilet (water closet)*	1.6 gpf	6 lpf
Urinal*	1.0 gpf	3.8 lpf
Public lavatory (restroom) faucet	0.5 gpm at 60 psi all others except private applications	1.9 lpm at 415 kPa, all others except private applications
Private lavatory faucet*	2.2 gpm at 60 psi	8.3 lpm at 415 kPa
Kitchen faucet (excluding faucets used exclusively for filling operations)	2.2 gpm at 60 psi	8.3 lpm at 415 kPa
Showerhead*	2.5 gpm at 80 psi per shower stall	9.5 lpm at 550 kPa per shower stall

* WaterSense label available for this product type

gpf = gallons per flush

gpm = gallons per minute

psi = pounds per square inch

lpf = liters per flush

lpm = liters per minute

kPa = kilopascals

Tabla 82. Línea base de consumo de agua de accesorios y muebles.

Fuente: Elaboración propia con base en dato obtenidos de USGBC (2017)

Ruta de cumplimiento

De acuerdo al Artículo XVII-11 del Reglamento de la Ley de Edificaciones del Estado de Baja California, “Todos los edificios destinados a habitaciones estarán provistos de instalaciones de agua potable que puedan suministrar al día 150 litros por cada habitante.” (1998) Ahora bien, si se calcula la cantidad de litros por persona diarios requeridos de acuerdo a la línea base impuesta por LEED, como se observa en la Tabla 83, el resultado varía 30.7 litros más que el consumo mínimo requerido por el Reglamento, lo que demuestra que la norma local tiene mayor exigencia que el sistema estadounidense, por lo tanto, en los próximos cálculos al hacer referencia al caso de línea base se considera en conjunto el consumo obligatorio impuesto por la norma local.

CONSUMO DIARIO POR PERSONA CASO LÍNEA BASE LEED				
ACCESORIO	CONSUMO (litros por minuto)	USOS POR PERSONA	DURACIÓN DE USO (minutos)	CONSUMO DIARIO (litros por persona por accesorio)
INODORO	6	5	1	30
GRIFO DE BAÑO	8.3	5	1	41.5
GRIFO DE COCINA	8.3	4	1	33.2
REGADERA	9.5	1	8	76
			litros por persona por día	180.7

Tabla 83. Consumo diario por persona de línea base de LEED

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos de USGBC (2017)

Para la selección de los accesorios a utilizar dentro del proyecto, se tomó como base el catálogo de ecotecnologías que ofrece el programa nacional de Hipoteca Verde, un monto adicional incluido en los créditos de vivienda para que el derechohabiente tenga acceso a productos que disminuyen el consumo de agua, electricidad y gas. (Infonavit, 2019) Los productos seleccionados fueron aquellos que representaban un menor consumo dentro del catálogo (Ver fichas técnicas en Anexos), representados en la siguiente tabla:

TIPO DE MUEBLE/ACCESORIO	CONSUMO lpf/lpm	FABRICANTE	MODELO
INODORO	3.9	LAMOSA	URBAN ONE
GRIFO DE BAÑO	12	DICA	4048V
GRIFO DE COCINA	13.2	DICA	4317
REGADERA	6.3	DICA	4501BV

Tabla 84. Consumo de accesorios seleccionados de Hipoteca Verde.

Fuente: Elaboración propia con base en dato obtenidos de Vive Verde.(2019)

Una vez determinados los accesorios a utilizar, se debe seleccionar la ruta de cumplimiento del prerequisite. El sistema LEED ofrece dos opciones:

1. MODO PRESCRITIVO

Los accesorios seleccionados deben encontrarse dentro del rango de eficiencia de la siguiente tabla:

TABLE 2. Maximum installed flush or flow rates for prescriptive path				
Fixture or fitting	Maximum installed flush or flow rate			
	IP		SI	
Toilet (water closet)*	1.28	gpf**	4.8	lpf**
Urinal*	0.50	gpf	1.9	lpf
Public lavatory (restroom) faucet	0.40	gpm	1.5	lpm
Private lavatory faucets*	1.50	gpm	5.7	lpm
Kitchen faucet	1.75	gpm	6.7	lpm
Showerhead*	2.00	gpm	7.6	lpm

Tabla 85. Consumo máximo de accesorios por modo prescriptivo.

Fuente: Elaboración propia con base en dato obtenidos de USGBC.(2017)

2. CÁLCULO BASADO EN EL USO

Se calcula el consumo de agua interior mediante el método de USGBC, que se basa en la ocupación del edificio, la duración de uso, y el consumo de cada accesorio.

El modo prescriptivo aplica solo para el cumplimiento del prerrequisito, más no para la obtención de puntos para el crédito de Reducción de Consumo de Agua Interior que se verá más adelante en la sección 4.6.1.3.6. Ya que se pretende conseguir puntos en dicho crédito, se optó por la segunda opción que se basa en el cálculo del consumo.

Sin embargo, como análisis previo se comparó el consumo de las ecotecnologías impuestas por Hipoteca Verde con el consumo máximo permitido recomendado por el USGBC de accesorios eficientes dentro del modo prescriptivo de LEED.

COMPARACIÓN DE CONSUMO DIARIO POR PERSONA			
ACCESORIO	CONSUMO DIARIO POR PERSONA		
	LÍNEA BASE LEED	HIPOTECA VERDE	MODO PRESCRIPTIVO LEED
INODORO	30	19.5	24
GRIFO DE BAÑO	41.5	60	28.5
GRIFO DE COCINA	33.2	52.8	26.8
REGADERA	76	50.4	60.8
TOTAL (litros diarios por persona)	180.7	182.7	140.1

Tabla 86. Comparación de consumo diario.

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos de USGBC (2017) y Vive Verde(2019).

Como se indica en la tabla, el inodoro que está dentro de los estándares de Hipoteca Verde tiene una mayor eficiencia con respecto a la línea base de LEED, con una reducción de consumo diario por persona de 10.5 litros. Inclusive, es más eficiente que el Modo prescriptivo de LEED con una reducción de consumo de 4.5 litros.

De igual forma, la regadera que se propone de Hipoteca Verde demuestra un decremento de consumo en comparación a la línea base de LEED, con una diferencia de 25.6 litros. También presenta mayor eficiencia que el Modo Prescriptivo de LEED con una reducción de 10.4 litros diarios por persona.

Por el contrario, en el caso de los grifos tanto de baño como de cocina, se tiene un aumento de consumo. El grifo de baño de Hipoteca Verde consume 18.5 litros más que la línea base de LEED, y 31.5 litros más que el Modo Prescriptivo LEED. Por lo que es más deficiente que ambos casos.

En cuanto el grifo de cocina, el modelo de Hipoteca Verde genera un incremento de 19.6 litros en comparación con la Línea Base de LEED, así como un incremento de 26 litros con respecto al Modo Prescriptivo de LEED, por lo que se demuestra que es menos eficiente en el ahorro de agua.

Con base en lo anterior, si se utilizan los accesorios basados en los estándares de Hipoteca Verde, se tendría un aumento de 8% del consumo diario por persona con respecto a la línea base de LEED. Dado que el objetivo del prerrequisito es lograr una reducción de consumo interno de al menos el 20% de la línea base, al utilizar los accesorios de Hipoteca Verde su cumplimiento no sería posible. Por lo tanto, se propone sustituir los dos accesorios de Hipoteca Verde que presentaron una deficiencia en ahorro de agua por dos productos fuera de tal catálogo pertenecientes a una marca nacional (Ver fichas técnicas en Anexos).

ACCESORIO	MARCA	MODELO	CONSUMO DIARIO (lpm)	PRECIO ACCESORIO (MXN)
HIPOTECA VERDE	GRIFO DE BAÑO	DICA 4048V Ecológica 4"	18.5	\$ 447.76
	GRIFO DE COCINA	DICA 4317 Ecológica 8"	19.2	\$ 567.00
PROPUESTA	GRIFO DE BAÑO	URREA 55ES Mezcladora 4"	0	\$ 1,775.72
	GRIFO DE COCINA	DICA 4079 Ecológica 8"	12	\$ 2,202.84

Tabla 87. Comparación de precios y eficiencia de accesorios.

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos de Hipoteca Verde, URREA y DICA.(2019)

*NOTA: El precio de servicio mensual fue calculado con base en la tarifa de agua de Mexicali, B.C.

Como se observa en la Tabla 87, el consumo de los accesorios propuestos sí se encuentra dentro del rango de eficiencia de LEED. En el caso del grifo de baño el modelo propuesto tiene un consumo 69% menor que el de Hipoteca Verde, y en cuanto al grifo de cocina el consumo se reduce un 64%.

No obstante, el precio entre ambos casos también varía considerablemente, pues los modelos que se proponen tienen un incremento de 297% para el baño y 289% para la cocina.

Sin embargo, debido a la reducción del consumo del recurso hídrico en conjunto, se tiene un ahorro anual de \$1,658.12 pesos mexicanos del servicio público de agua, razón por lo que se seleccionarán los accesorios propuestos.

AHORRO EN SERVICIO ANUAL						
ACCESORIO	MARCA	MODELO	CONSUMO DIARIO (lpm)	PRECIO ACCESORIO (MXN)	PRECIO SERVICIO ANUAL POR ACCESORIO (MXN)	PRECIO SERVICIO ANUAL (MXN)
HIPOTECA VERDE	GRIFO DE BAÑO	DICA 4048V Ecológica 4"	60	\$ 447.76	\$ 1,324.73	\$ 2,490.49
	GRIFO DE COCINA	DICA 4317 Ecológica 8"	52.8	\$ 567.00	\$ 1,165.76	
PROPUESTA	GRIFO DE BAÑO	URREA 55ES Mezcladora 4"	18.5	\$ 1,775.72	\$ 408.46	\$ 832.37
	GRIFO DE COCINA	DICA 4079 Ecológica 8"	19.2	\$ 2,202.84	\$ 423.91	
PRECIO DE SERVICIO MENSUAL (\$/kl)		61.33	AHORRO ANUAL			\$ 1,658.12

Tabla 88. Ahorro en servicio de agua anual.

Fuente: Elaboración propia con base en dato obtenidos de Vive Verde (2019), URREA(2019), DICA(2019) y CESPM(2019).

*NOTA: El precio de servicio mensual fue calculado con base en la tarifa de agua de Mexicali, B.C.

Una vez definidos los accesorios a implementar, se procede al cálculo de consumo basado en el uso.

De acuerdo a USGBC, para definir la ocupación se requiere la cantidad de dormitorios que contiene cada unidad de vivienda y se le añade un ocupante extra. Dado que se tiene dos edificaciones compuestas por distintos tipos de viviendas, se separó el análisis por cada prototipo de edificación, tal como se muestra en la Tabla 89.

OCUPANTES			
EDIFICIO UNIVERSAL	HABITACIONES	CANTIDAD	TOTAL
VIV A	4	10	40
VIV B	3	10	30
TOTAL DE OCUPANTES			70
EDIFICIO COMPACTO			
VIV A	4	2	8
VIV B	3	2	6
VIV C	3	16	48
TOTAL DE OCUPANTES			62

Tabla 89. Comparación de consumo diario.

Fuente: Elaboración propia con base en dato obtenidos de USGBC.(2017)

Al contar con la cantidad de ocupantes por edificio se obtuvo la duración de uso de cada accesorio, información que se encuentra predeterminada por USGBC.

DURACIÓN DE USO RESIDENCIAL		
Tipo	Duración (seg)	Usos por día
Inodoro	n/a	5
Lavabo Baño	60	5
Regadera	480	1
Lavabo Cocina	60	4

Tabla 90. Duración de uso residencial.

Fuente: Elaboración propia con base en dato obtenidos de USGBC.(2017)

Con ayuda de los datos anteriores y la Tabla 90, se realizaron los cálculos del consumo interno de un caso de línea base, a través de la siguiente ecuación:

EQUATION 1. Basic indoor water use reduction calculation								
Daily water use for each fixture type	=	Fixture flush or flow rate	×	Duration of use	×	Users	×	Uses per person per day

CONSUMO DIARIO-LÍNEA BASE							
EDIFICIO TIPO:	UNIVERSAL	CANTIDAD EN PROYECTO	3	USO DIARIO POR TIPO DE EDIFICIO			37947
TIPO DE MUEBLE/ACCESORIO	CONSUMO lpf/lpm	PRESIÓN	DURACIÓN DE USO (min)	OCUPANTES	USOS POR PERSONA POR DÍA	USO DIARIO	
INODORO	6	n/a	1	70	5	2100	
GRIFO DE BAÑO	8.3	415 kPa	1	70	5	2905	
GRIFO DE COCINA	8.3	415 kPa	1	70	4	2324	
REGADERA	9.5	550 kPa	8	70	1	5320	
TOTAL						12649	
EDIFICIO TIPO:	COMPACTO	CANTIDAD EN PROYECTO	12	USO DIARIO POR TIPO DE EDIFICIO			134440.8
TIPO DE MUEBLE/ACCESORIO	CONSUMO lpf/lpm	PRESIÓN	DURACIÓN DE USO (min)	OCUPANTES	USOS POR PERSONA POR DÍA	USO DIARIO	
INODORO	6	n/a	1	62	5	1860	
GRIFO DE BAÑO	8.3	415 kPa	1	62	5	2573	
GRIFO DE COCINA	8.3	415 kPa	1	62	4	2058.4	
REGADERA	9.5	550 kPa	8	62	1	4712	
TOTAL						11203.4	

Tabla 91. CONSUMO DIARIO-LÍNEA BASE

Fuente: Elaboración propia.

Después se llevó a cabo el mismo cálculo, pero se sustituyó el consumo de línea base por los productos que se utilizarán dentro de la propuesta, como se muestra en la tabla:

CONSUMO DIARIO -PROPUESTA							
EDIFICIO TIPO:	UNIVERSAL	DAD EN PROYECTO	3	USO DIARIO POR TIPO DE EDIFICIO			22596
TIPO DE MUEBLE/ACCESORIO	CONSUMO lpf/lpm	FABRICANTE	MODELO	DURACIÓN DE USO (min)	OCUPANTES	USOS POR PERSONA POR DÍA	CONSUMO DIARIO
INODORO	3.9	LAMOSA	RBAN ONE PIEC	1	70	5	1365
GRIFO DE BAÑO	3.7	URREA	55ES	1	70	5	1295
GRIFO DE COCINA	4.8	DICA	4079	1	70	4	1344
REGADERA	6.3	DICA	4501BV	8	70	1	3528
							7532
EDIFICIO TIPO:	COMPACTO	DAD EN PROYECTO	12	USO DIARIO POR TIPO DE EDIFICIO			80054.4
TIPO DE MUEBLE/ACCESORIO	CONSUMO lpf/lpm	FABRICANTE	MODELO	DURACIÓN DE USO (min)	OCUPANTES	USOS POR PERSONA POR DÍA	USO DIARIO
INODORO	3.9	LAMOSA	RBAN ONE PIEC	1	62	5	1209
GRIFO DE BAÑO	3.7	URREA	55ES	1	62	5	1147
GRIFO DE COCINA	4.8	DICA	4079	1	62	4	1190.4
REGADERA	6.3	DICA	4501BV	8	62	1	3124.8
							6671.2

Tabla 92. Comparación de consumo diario.

Fuente: Elaboración propia.

Una vez obtenido el consumo de ambos casos, se calculó el porcentaje de ahorro, por medio de la siguiente ecuación:

INTERNO DE AGUA				
EDIFICIO UNIVERSAL				
37947	X	100	=	40%
37947				
EDIFICIO COMPACTO				
134440.8	X	100	=	40%
134440.8				

Tabla 93. Reducción de consumo interno de agua.

Fuente: Elaboración propia.

Como se demuestra, a través de la implementación de las ecotecnologías se logró una reducción de consumo interno de agua mayor al 20% requerido para el cumplimiento del prerrequisito de LEED.

4.6.1.3. 4 crédito L-IEV-C1: Certificación de Edificios

El objetivo del crédito es el mismo que el prerequisite L-IEV-P1 visto anteriormente.

Sin embargo, la puntuación obtenida se basa en el porcentaje del área construable del conjunto que se encuentra bajo una certificación, como se indica en la tabla.

TABLE 1. Points for green building certification	
Percentage of total floor area certified	Points
≥ 10% and < 20%	1
≥ 20% and < 30%	2
≥ 30% and < 40%	3
≥ 40% and < 50%	4
≥ 50%	5

Tabla 94. Puntos por certificación sustentable.

Fuente: Elaboración propia, con datos de USGBC.(2017)

Ruta de cumplimiento

Tal como se vio en el prerequisite L-IEV-P1, se optó por la certificación EDGE, la cual analiza la eficiencia y reducción de al menos 20% del consumo de energía, agua, y materiales. Este fue aplicado a la totalidad de los componentes residenciales, que consta de los edificios denominados universal y compacto, mismos que representan el 90% del área construable total del conjunto.

A ambos tipos de edificio se les aplicaron las mismas estrategias, cuyo resultado fue el siguiente:

- **Ahorro en energía: 68.09%**
- **Ahorro en agua: 30.25%**
- **Reducción de energía y embalaje relacionado con materiales: 65.84%**

Las estrategias implementadas se discuten a detalle en el capítulo 4.6.3 Cumplimiento de certificación EDGE.

Puesto que se cubre el 20% de reducción dentro de los tres componentes requeridos en dicha certificación aplicada a más del 50% del área construible del conjunto, se obtiene una **puntuación de 5.**

4.6.1.3.5 Crédito L-IEV-C2: Optimizar el Rendimiento Energético del Edificio

El crédito tiene como propósito fomentar el diseño y construcción de edificios eficientes energéticamente para reducir la contaminación del aire, agua y suelos que se genera mediante la producción y el consumo de energía. (USGBC) Para su cumplimiento se requiere lo siguiente.

CRÉDITO		REQUERIMIENTOS		
OPTIMIZAR EL RENDIMIENTO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO	CLAVE: L-IEV-C2	OPCIÓN 1.	SIMULACIÓN ENERGÉTICA	
			Demostrar un mejoramiento de al menos 20% para edificios nuevos, en comparación con un caso de línea base de acuerdo al estándar ASHRAE 90.1-2010	2
		OPCIÓN 2.	MODO PRESCRIPTIVO: ASHRAE 50% GUÍA DE DISEÑO DE ENERGÍA AVANZADA	
		Y	Cumplir con todas las disposiciones prescriptivas de la Norma ANSI/ASHRAE/IESNA 90.1-2010, de acuerdo a la Opción 2 del prerequisite L-IEV-P2. Adicionalmente cumplir con las recomendaciones de la Guía Avanzada de Diseño Energético ASHRAE 50% correspondiente:	
			*Guía Avanzada de Diseño Energético ASHRAE 50% para Oficinas pequeñas y medianas.	2
			*Guía Avanzada de Diseño Energético ASHRAE 50% para edificacios de retail.	
		*Guía Avanzada de Diseño Energético ASHRAE 50% para Escuelas		
		*Guía Avanzada de Diseño Energético ASHRAE 50% para Hospitales de gran escala.		

Tabla 95. Requerimientos y puntuación para crédito L-IEV-C2

Fuente: Elaboración propia, con datos de USGBC.(2017)

Ruta de cumplimiento

Tal como se vio en el prerequisite L-IEV-P2, para su cumplimiento se optó por la Opción 2, por lo tanto, no se llevó a cabo una simulación energética. No obstante, en este crédito adicionalmente se requiere del cumplimiento de las disposiciones de las Guías Avanzadas mencionadas en la tabla, dado que se trata de una edificación residencial multifamiliar, en el caso de este proyecto el tipo de edificio no corresponde a las categorías que determinan al tipo de Guía Avanzada a utilizar.

4.6.1.3.6 Crédito L-IEV-C3: Reducción de consumo de agua interior

El crédito tiene el mismo propósito que el prerrequisito L-IEV-P3 ya mencionado, no obstante, para su cumplimiento, se requiere de una reducción del consumo de agua interior del 40% en lugar del 20%.

Ruta de cumplimiento

Visto en el punto 4.6.1.3.3, se llevó a cabo el cálculo de USGBC, basado en la ocupación del edificio, la duración de uso, y el consumo de cada accesorio propuesto.

Mediante la selección de accesorios provenientes de marcas nacionales con etiqueta ecológica se logró obtener una reducción mayor al 40% por lo que se cumple satisfactoriamente con el crédito, y se adquiere un punto. Sin embargo, para alcanzar tal ahorro se requirió de una inversión adicional de \$2,963.00 MNX pesos mexicanos, debido a la sustitución de grifos de baño y cocina de Hipoteca Verde, por otros de mayor eficiencia.

REDUCCIÓN DE CONSUMO INTERNO DE AGUA

EDIFICIO UNIVERSAL

$$\frac{37947}{37947} \times 100 = 40\%$$

EDIFICIO COMPACTO

$$\frac{134440.8}{134440.8} \times 100 = 40\%$$

**Tabla 96. Reducción de consumo
interno de agua.**

Fuente: Elaboración propia.

4.6.1.3.7 Crédito L-IEV-C4: Reducción de consumo de agua exterior

El propósito del crédito es la reducción del agua exterior a través de alguna de las siguientes opciones:

CRÉDITO		REQUERIMIENTOS	
REDUCCIÓN DE CONSUMO DE AGUA EXTERIOR	CLAVE: L-IEV-C4	OPCIÓN 1. RIEGO NO REQUERIDO	
		○ Demostrar que las áreas verdes no requieren de un riego permanente más allá de un periodo máximo de 2 años.	2
		OPCIÓN 2. REDUCCIÓN DE RIEGO	
		Reducir el requerimiento de riego al menos un 30% en comparación a un caso de línea base para el mes de riego máximo del sitio. Las reducciones deben lograrse primero a través de la selección de especies de plantas y la eficiencia del sistema de riego, tal como se calcula en la herramienta para el presupuesto de agua de WaterSense de la EPA.	
		PORCENTAJE DE REDUCCIÓN	PUNTOS
		30%	1
		50%	2

Tabla 97. Requerimientos y puntuación de Crédito L-IEV-C4.

Fuente: Elaboración propia, con base en datos de USGBC.(2017)

Ruta de cumplimiento

El conjunto cuenta con una superficie de 5,265 m² de áreas verdes, lo cual representa el 20% del total del terreno. Para el diseño de paisajismo, se optó por un paisaje xerófilo, de poco mantenimiento.

Para la selección de plantas primeramente se verificó la Base de Datos Global de Especies Invasoras, realizada por el Grupo de Especialistas de Especies invasivas (ISSG, por sus siglas en inglés), en donde fueron identificadas 9 especies foráneas invasivas en el país pertenecientes al hábitat desértico. Tales son: Acacia Saligna (árbol), Arundo Donax (hierba), Boa Constrictor Imperator (reptil), Brassica Tournefortii (hierba), Canis Lupus

Una vez identificadas las especies de las cuales se debe evitar su introducción en el proyecto, se establecieron aquellas que sí son aptas para este. Para ello, se consultó la Guía de Forestación para el Municipio de Mexicali, la cual cuenta con un listado de 66 plantas nativas de la región. La vegetación para el proyecto se seleccionó principalmente con base en tres factores:

- Cabe mencionar que, dentro de las especies nativas recomendadas por la Guía de Forestación para el Municipio de Mexicali, algunos casos como la Acacia Saligna, Acacia Faleciana, y Agave Americano, a pesar de que cuentan con características favorables en cuanto al mantenimiento, crecimiento y tipo de área a plantar; también se encuentran dentro de las especies de carácter invasivo señaladas por la Base de Datos Global de Especies Invasoras. Razón por la que se descartaron de la selección de plantas dentro del proyecto.

VEGETACIÓN												
TIPO	NOMBRE COMÚN	CARACTERÍSTICAS	MANTENIMIENTO		TIPO DE ÁREA A PLANTAR							
			RIEGO	EXPOSICIÓN SOLAR	MELLÓN	ACIOS	BIERTOS	UETAS/MA	ETEROS	ORDINES	A BARDAS	EFFECTA

ÁRBOLES	Laurel Enano 	90cm-1.2m de altura	Poco	Sol pleno	X	X		X	X
	Mezquite 	Caducifolio. Altura: 6-9 m. Diámetro de tronco: 40cm-1m. Diámetro de copa: 7-8m	Poco	Sol pleno	X	X			
	Palo verde 	Altura: 4.5-11 m. Diámetro de copa: 4-8m	Poco	Sol pleno	X	X	X	X	
	Tabachin 	Caducifolio. Altura: 12-15m. Diámetro de copa: 5-6m.	Poco	Sol pleno	X	X			
	Cepillo rojo 	Perennifolio. Altura: 4.5m. Diámetro de copa: 3-3.50m	Poco	Sol pleno	X	X		X	
	Cubresuelos 	Crecimiento rastrero	Poco	Sol pleno		X		X	

Tabla 99. Vegetación seleccionada para el proyecto, Parte II.

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la Guía de Forestación del Municipio de Mexicali.(2005)

Como se muestra en la siguiente ilustración, la vegetación determinada anteriormente se distribuyó dentro del conjunto de modo que la composición cuente con variedad de colores y proporcione sombreado en las áreas necesarias para hacer los espacios públicos vistosos y agradables.

En el caso de los arbustos, estos se situaron como elementos decorativos distribuidos en espacios abiertos, y camellones. No obstante, aquellas especies que presentan espinas se considera que podrían presentar algún peligro hacia los infantes por lo que se evitó situarlas en zonas infantiles y recreativas. De modo que se utilizaron como remate visual en la zona perimetral de la plaza pública, y camellón de acceso.

En cuanto al arbolado, como se observa en la Tabla 100, todas las especies seleccionadas son aptas para camellones y espacios abiertos, sin embargo, solamente el Palo Verde es apto para aceras y maceteras, razón por la que se sitúa sobre los encaminamientos peatonales.

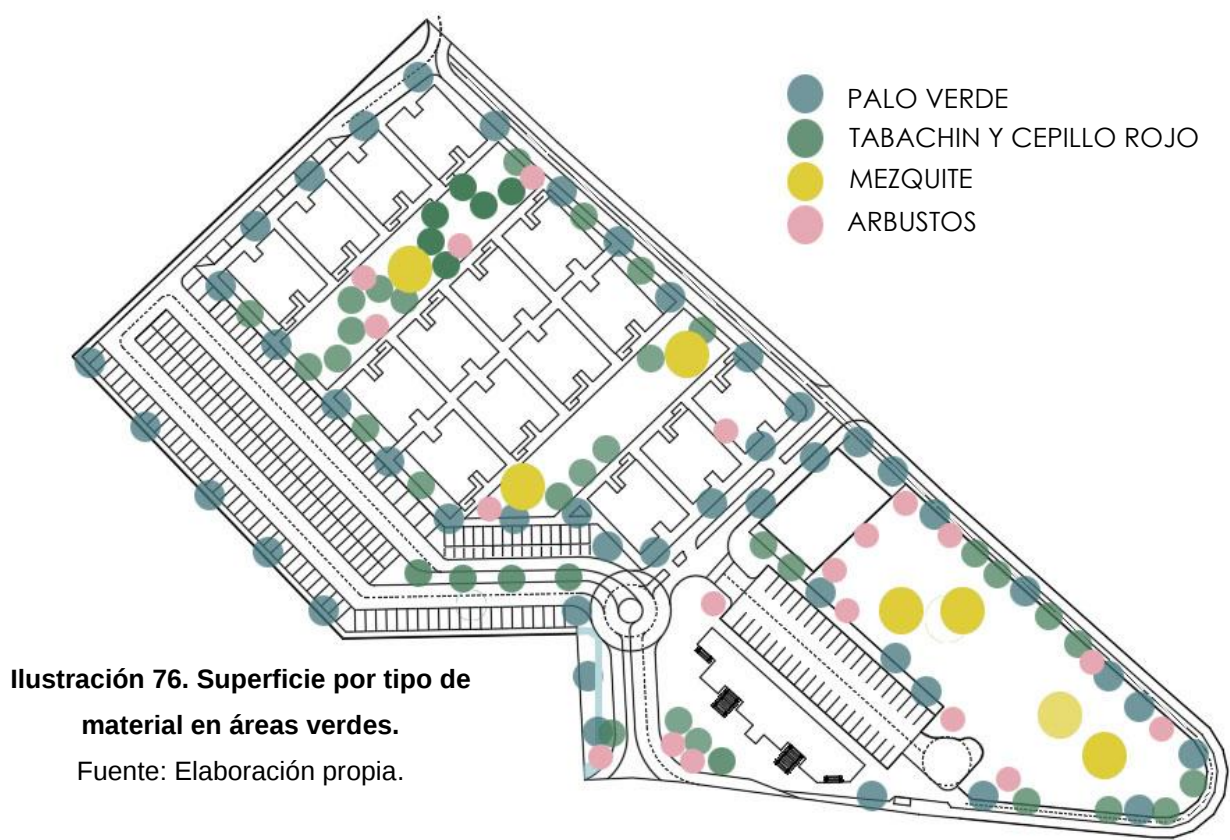


Ilustración 76. Superficie por tipo de material en áreas verdes.

Fuente: Elaboración propia.

Ahora bien, se muestra en la siguiente tabla la superficie requerida de cada componente:

SUPERFICIE TOTAL: 7551 M2		
TIPO DE MATERIAL	SUPERFICIE M2	PORCENTAJE %
NO VEGETADO		69%
Impermeable	1050	20%
Permeable	4190	80%
Total	5240	100%
VEGETADO		31%
Césped	694	30%
Arbustos	540	23%
Árboles	19	1%
Cubresuelos	1058	46%
Total	2311	100%

Tabla 100. Superficie por tipo de material en áreas verdes.

Fuente: Elaboración propia.

Como se indica, el área verde se compone mayormente de áreas no vegetadas con el fin de reducir el requerimiento hídrico. Tales áreas constan de materiales no permeables destinado a las áreas de asadores y canchas deportivas; y materiales permeables como tezontle, arena lavada, y gravas para encaminamientos, juegos infantiles, y decoración. Por otro lado, se tienen las áreas vegetadas que requieren de riego y mantenimiento, el cual representa el 31% de las áreas verdes, con **2, 311 m²**, cantidad que será considerada para el cálculo de riego.

Una vez determinada la superficie y el tipo de vegetación a implementar se procede al cálculo de reducción de riego a través de la herramienta de *WaterSense Water Budget* la cual se utiliza para garantizar una medida de eficiencia y la idoneidad regional de la cantidad de agua aplicada a un paisaje según los datos del clima local. (EPA, s.f.)

Dicha herramienta proporciona datos climatológicos de la ciudad, el promedio mensual de evapotranspiración de referencia y la precipitación pluvial, a través de un medio llamado *Water Budget Data Finder*, cuya función es obtener tales datos a través de la introducción del código postal para sitios dentro de los Estados Unidos y Canadá. Al tratarse de una región fuera de dichos países es posible obtener la información al consultar los datos meteorológicos, ya sea en la Organización Meteorológica Mundial, o con las autoridades correspondientes a cada país. La precipitación pluvial mensual debe ser un valor promedio

que considere al menos 10 años de datos de monitoreo de una fuente confiable. (USGBC,2017)

En el caso de este proyecto, los datos se obtuvieron del documento Estadísticas Climatológicas Básicas Del Estado De Baja California (Periodo 1961-2003), en el que se presenta un proceso de recopilación y análisis de datos climatológicos monitoreados dentro de un periodo de 42 años (Ruiz, J., et al. 2006)

En dicho estudio se cuenta con los datos de 10 estaciones ubicadas dentro del municipio de Mexicali, no obstante, como se indica en la tabla, se seleccionó la estación que presenta mayor similitud a las condiciones del proyecto, con respecto a la Latitud, Longitud, y Altitud.

		Longitud	Latitud	Altitud
	Municipio	Oeste	Norte	msnm
PROYECTO	Mexicali	115° 46'	32° 39'	8.23
ESTACIONES				
Betaques	Mexicali	115° 04'	32° 33'	70
Belén	Mexicali	115° 29'	32° 11'	555
Mexicali Campo Agrícola Experimental	Mexicali	115° 28'	32° 33'	10
Rancho Williams	Mexicali	114° 52'	32° 27'	25
San Pedro Mártir	Mexicali	114° 12'	31° 02'	2080
La ventana	Mexicali	115° 03'	31° 26'	75
Col. Mariana	Mexicali	115° 19'	32° 15'	19
Compuertas Benassini	Mexicali	115° 06'	32° 34'	20
San Felipe	Mexicali	114° 51'	31° 02'	12
Presa Morelos	Mexicali	114° 44'	32° 43'	35

Tabla 101. Estaciones climatológicas en Mexicali.

Fuente: Elaboración propia, con datos de Estadísticas Climatológicas Básicas Del Estado De Baja California (Ruiz-Corral, J. A., et al (2010)

Al analizar los datos de la estación seleccionada, se determinó que el mes en el que se requiere de riego máximo es junio ya que es el que ha presentado la menor cantidad de precipitación con 0.2 mm. (Ver Tabla 102)

ESTACIÓN CAMPO AGRÍCOLA EXPERIMENTAL													
Variable	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura máxima maximorum °C	33.0	35.0	40.0	45.0	46.0	49.1	49.3	49.5	48.0	47.4	38.4	35.0	49.5
Temperatura mínima minimorum °C	-6.0	-3.2	-3.0	2.5	2.7	9.1	14.0	13.0	9.0	-2.5	-2.6	-5.0	-6.0
Temperatura media °C	12.9	15.1	17.3	20.9	25.1	29.8	33.5	33.2	29.9	23.7	17.2	12.6	22.6
Precipitación (mm)	10.2	9.4	6.7	1.5	0.6	0.2	2.8	13.4	8.6	8.8	6.4	14.9	83.5
Precipitación máxima en 24 horas (mm)	33.8	65.0	28.5	11.0	8.0	3.5	25.0	58.0	52.0	73.8	25.5	61.0	73.8

Tabla 102. Datos climatológicos de Estación Campo Agrícola Experimental.

Fuente: Elaboración propia, con datos de Estadísticas Climatológicas Básicas Del Estado De Baja California Ruiz-Corral, J. A., et al (2010)

Se llevó a cabo el cálculo de la evapotranspiración potencial mediante la fórmula de Hargreaves que es la siguiente:

$$ET_0 = .0023 (T_{med} + 17.78) * R_0 * (T_{max} - T_{min}) ^{0.5}$$

Donde:

ET₀= Evapotranspiración potencial

T_{med}= Temperatura media

T_{max}= Temperatura Máxima

T_{min}= Temperatura Mínima

R₀= Radiación solar extraterrestre = Radiación solar diaria que se reciba sobre una superficie horizontal situada en el límite superior de la atmósfera. Se obtiene con base en la latitud y el mes del sitio. (Ver en anexos)

(Sánchez, F. s.f)

Con base en lo anterior, se tiene que:

$$ET_0 = .0023 (29.8 \text{ °C} + 17.78) * 19.9 \text{ mm/día} * (49.1 \text{ °C} - 9.1 \text{ °C}) ^{0.5}$$

$$ET_0 = \underline{13.76 \text{ mm/día}}$$

A través de *Water Budget* se llevó a cabo el proceso de cálculo de reducción de agua exterior que se divide en tres etapas. Como se mencionó anteriormente, para el presente cálculo se toman en cuenta únicamente las áreas que requieren de riego, por lo que la superficie es de **2, 311 m²**. El detalle y desglose de los cálculos pueden consultarse en Anexos.

- En la primera parte del análisis, se determinó la línea base, que es la cantidad de agua de riego requerida en el sitio con base en su superficie durante el mes de riego máximo si se riega al 100 por ciento de la evapotranspiración de referencia. Como resultado se obtuvo **213,372 galones/mes**, equivalente a **807 m³/mes**. También se estableció la asignación de agua del paisaje que se calcula al multiplicar la línea base por 0.70, cuyo resultado es de **149,354 galones/mes**, equivalente a **565m³/mes**.
- En la segunda parte, se determinó el requerimiento mensual de agua específico del paisaje diseñado, esto en función de su mes de riego máximo, así como el área, tipo de riego y cantidad de agua requerida por cada componente implementado, que son: arbustos, árboles, cubre suelos y césped. Con base en ello, se determinó que el proyecto requiere de **101,741 galones/mes**, equivalente a **385 m³/mes**.
- Por último, se determinó si el paisaje diseñado cumple con el requerimiento de agua ideal. Si el requerimiento de agua del paisaje es menor que la asignación de agua del paisaje, entonces se cumple con el criterio de *WaterBudget*, en caso de ser mayor entonces el paisajismo y/o el sistema de riego deben ser rediseñados para usar menos agua. Dado que el resultado obtenido en la primera etapa de **565 m³/mes** resultó mayor que el segundo **385 m³/mes**, sí se cumple con el criterio.

La conclusión del uso de esta metodología en este caso es que, a través de la vegetación de poco mantenimiento seleccionada para este proyecto, se cumple satisfactoriamente con una reducción de 52%,

Cabe mencionar, que otra forma de reducir el consumo de agua por riego en áreas exteriores sería utilizar aguas residuales para un segundo uso mediante su tratamiento.

Las aguas residuales domésticas son aquellas provenientes de cocinas, baños, lavadoras, y similares de viviendas (Creus, A., et al, s.f.) Estas se dividen en aguas grises y aguas negras, lo que depende de su proveniencia como se muestra en la imagen.

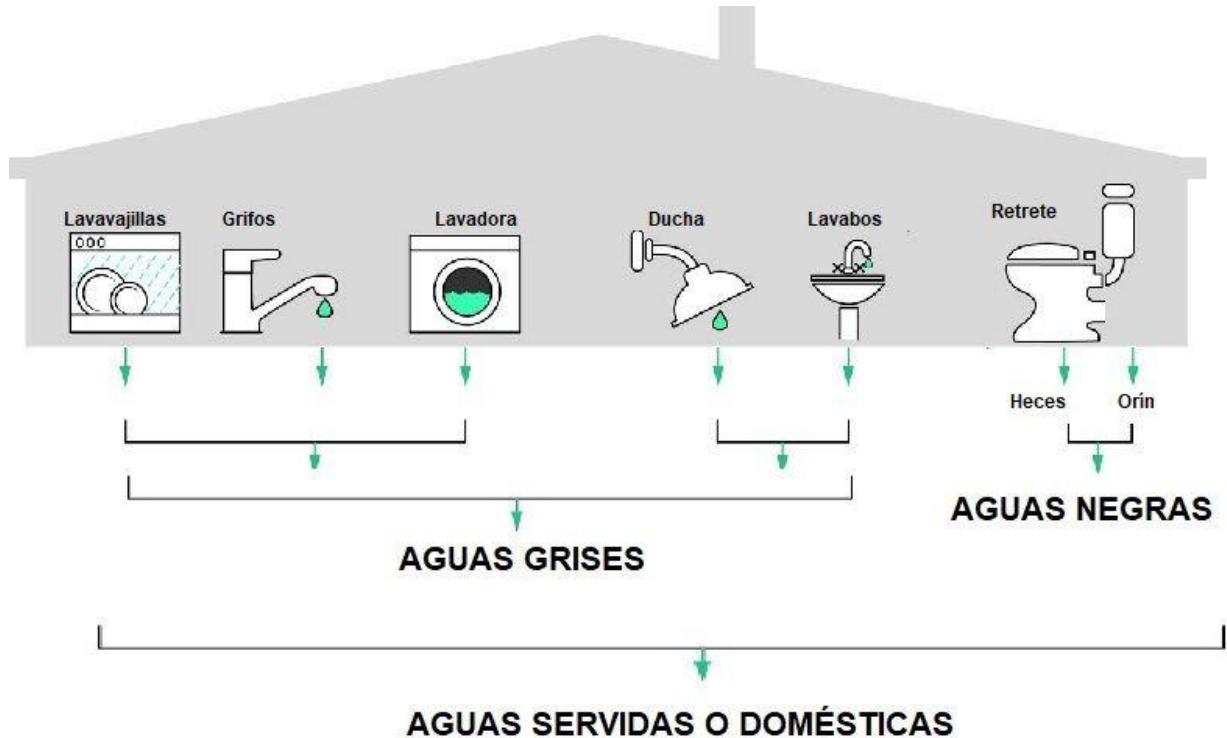


Ilustración 77. Aguas grises y negras.

Fuente: Área Ciencias (sf)

Para el diseño de una instalación de recuperación se deben considerar factores como:

- Demanda de agua tratada
- Producción de agua residual doméstica estimada
- Tipos de tratamiento
- Recepción de las aguas
- Almacenamiento de agua tratada

El tipo de proceso depende del destino final del agua tratada, establecido por las Normas Oficiales Mexicanas, en este caso los siguientes:

Norma a cumplir	Uso de agua tratada	Tipo de proceso
NOM - 003 - SEMARNAT - 1997, CD	Lavado de autos, riego de jardines, llenado de fuentes y canales artificiales recreativos	Anaerobio + Aerobio
NOM - 003 - SEMARNAT - 1997, CI	Riego de jardines y camellones, campos de golf, abastecimiento de sistemas contra incendio, llenado de fuentes y lagos artificiales no recreativos	Anaerobio + Aerobio

Tabla 103. Proceso para agua tratada determinado por Normas Oficiales Mexicanas según su uso.

Fuente: Rotoplas(2019)

Debido a la alta concentración de contaminantes que contienen las aguas negras, deben ser sometidas a un tratamiento más elaborado el cual generalmente consiste en 4 etapas:

1. Pretratamiento: se eliminan arenas y grasas.
2. Tratamiento primario: se eliminan gran parte de los sólidos de mayor tamaño.
3. Tratamiento secundario: se produce la oxidación de la materia orgánica por medio de un proceso biológico
4. Tratamiento avanzado: se enfoca en la reducción de nutrientes como nitrógeno y fósforo. (Asociación Vivamos Mejor, 2017)

En el caso de las aguas grises, su tratamiento es mucho más sencillo que el de aguas negras ya que se tiene un menor número de contaminantes. Estos se clasifican en dos tipos:

- Sin tratamiento: el agua gris puede ser dirigida directamente al jardín sin tratamiento previo, no obstante, para que las condiciones del agua no representen un peligro para las plantas se debe evitar la utilización de productos como compuestos de sal y sodio, boro, blanqueadores a base de cloro, y detergentes en polvo.
- Con tratamiento: Generalmente incluyen etapas como captación y almacenamiento, tratamiento, almacenamiento e impulsión de agua tratada.

La recuperación del recurso hídrico puede llegar a aportar grandes beneficios a un proyecto. En el caso de este proyecto la demanda de agua de consumo interno pudo reducirse en 42%, lo que reduce también el agua residual en la misma proporción. En lo que corresponde al agua de riego este se logró reducir 52%. Estas reducciones se lograron con acciones de diseño y con una adecuada selección del mobiliario de baños y cocinas.

Lograr mayor eficiencia en el uso de agua a través del tratamiento requeriría de inversiones adicionales por cuestiones de inversión de infraestructura, de operación y mantenimiento.

Tales aspectos elevarían el valor final de la vivienda, y muy probablemente las cuotas de mantenimiento en el largo plazo, debido a que se trata de un conjunto de interés social en el que se pretende mantener un precio accesible para personas de un sector socioeconómico bajo se optó por no implementar medidas de tratamiento de agua residual para darles un segundo uso.

4.6.1.3.8 Crédito L-IEV-C5: Reutilización del Edificio

El objetivo del crédito consiste en extender el ciclo de vida de los edificios, para la conservación de recursos, disminución de residuos, y la reducción del impacto al medio ambiente proveniente de la fabricación y transporte de materiales. (USGBC, 2017)

No obstante, este está dirigido a proyectos que cuenten con edificios existentes que requieran de alguna renovación, de modo que sea posible la reutilización de una porción de la superficie total de dichas edificaciones. Dado que el conjunto se plantea en un terreno que no ha sido previamente desarrollado, y se compone 100% de edificaciones nuevas, este no califica para su cumplimiento.

4.6.1.3.9 Crédito L-IEV-C6: Conservación histórica de recursos y Reutilización Adaptativa

El propósito del crédito es fomentar la preservación y la reutilización adaptativa de edificios históricos y espacios culturales.

Este crédito está disponible para proyectos con al menos un edificio histórico, que contribuya a la construcción de un distrito histórico, o un paisaje cultural en el sitio del proyecto. (USGBC, 2017)

Como se vio en el capítulo 4.3.1, el predio del proyecto se ubica dentro del sector “C”, en donde se encuentra el centro histórico y la zona más antigua de la ciudad, por lo que se considera una zona de interés por su potencial de reactivación. No obstante, el conjunto no es considerado parte del centro histórico, ya que se encuentra a una distancia aproximada de 6.0km y no cuenta con algún componente histórico. Por lo que no califica para el crédito.



Ilustración 78. Sitio del proyecto y centro histórico.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Ramos, S., Prieto, F. & Cuellar, I..
(2004).

4.6.1.3.10 Crédito L-IEV-C7: Minimizar la alteración del sitio

El objetivo del crédito es la preservación de las superficies permeables, plantas nativas y no invasivas. (USGBC, 2017) Los requerimientos para su cumplimiento se mencionan a continuación.

CRÉDITO		REQUERIMIENTOS		
MINIMIZAR LA ALTERACIÓN DEL SITIO	CLAVE: L-IEV-C7	OPCIÓN 1. ÁREAS PREVIAMENTE DESARROLLADAS		
		○ Ubicar 100% de la huella del desarrollo y un sitio previamente desarrollado		1
		OPCIÓN 2. PORCIÓN DEL PROYECTO SIN ALTERACIONES		
		No alterar una porción del sitio que no haya sido previamente desarrollada con base en la densidad del proyecto.		1
		Área no desarrollada mínima, por densidad de proyecto		
		Densidad Residencial (Unidad de vivienda/hectárea)	FAR No Residencial	Área Mínima
		< 32	< 0.5	20%
		> 32 y ≤45	> 0.5 y ≤1	15%
		> 45	> 1	10%

Tabla 104. Requerimientos y Puntuación de Crédito L-IEV-C7.

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos de USGBC.(2017)

Ruta de cumplimiento

Visto en el capítulo 4.6.1.2.5 Crédito L-DPC-C2, el proyecto tiene una densidad residencial de 217 unidades de vivienda (UV) por hectárea y una densidad no residencial de 0.36 piso área (FAR). El área de piso residencial general del proyecto es el 67% del área de piso total, y el área no residencial representa el 33% restante. El porcentaje requerido de área no perturbada es del 10% para el área residencial y del 20% para el área no residencial (según la Tabla 104).

De acuerdo a LEED, el proyecto puede utilizar el porcentaje de área no perturbada para la densidad aplicable más baja (20%) o el resultado del cálculo del promedio ponderado:

$$\begin{array}{l} \text{\% DE ÁREA} \\ \text{MÍNIMA SIN} \\ \text{DESARROLLAR} \end{array} = \left[\begin{array}{l} \text{\% DE ÁREA} \\ \text{DE PISO} \\ \text{RESIDENCIAL} \end{array} \times \begin{array}{l} \text{\% DE ÁREA} \\ \text{SIN} \\ \text{ALTERACIÓN} \\ \text{SEGÚN} \\ \text{DENSIDAD} \end{array} \right] + \left[\begin{array}{l} \text{\% DE ÁREA} \\ \text{DE PISO NO} \\ \text{RESIDENCIAL} \end{array} \times \begin{array}{l} \text{\% DE ÁREA} \\ \text{SIN} \\ \text{ALTERACIÓN} \\ \text{SEGÚN} \\ \text{DENSIDAD} \end{array} \right]$$

Por tanto:

$$(67\% \times 10\%) + (33\% \times 20\%) = 13.3\%$$

Lo que equivale a **3, 557 m²**, de 26,751 m² correspondientes a la superficie total del terreno.

Ahora bien, LEED define a las zonas sin alteración como aquellas que no cuenten con pavimentación, construcción y/o uso de la tierra que normalmente habrían requerido de permisos regulatorios, por lo que reconoce como tierras sin desarrollar a los paisajes alterados por el desmonte o relleno actual o histórico, así como los que son de uso de áreas naturales preservadas. (USGBC, 2017)

Como se discutió en el Crédito L-IEV-C4, el conjunto consta de una superficie de 7, 551 m² de áreas verdes, que se compone de áreas vegetadas y no vegetadas. De las no vegetadas el 14% corresponde a superficies no permeables que pueden ser consideradas como zonas de alteración. Sin embargo, lo que resta de la superficie, equivalente a **6,501 m²**, representa las tierras sin desarrollar.

Dentro del mismo crédito de Reducción de agua exterior, se definió el tipo de vegetación implementada y se verificó que no fueran especies invasivas de la región.

Sin embargo, para el cumplimiento del crédito también se solicita que las áreas sin alteración se encuentren fuera de las zonas de impacto en la construcción. Tales zonas incluyen tanto la huella del desarrollo, como donde circularían trabajadores y equipos durante la construcción delimitadas de la siguiente manera:

- 12 metros más allá del perímetro del edificio.
- 3 metros más allá de las pasarelas, patios, estacionamientos en la superficie y servicios públicos.
- 4.5 metros más allá de las aceras y las trincheras de las sucursales de servicios públicos principales.
- 7.5 metros más allá de las áreas construidas con superficies permeables, como áreas de pavimentación permeables, instalaciones de retención de aguas pluviales, campos de juego, que requieren áreas adicionales para limitar la compactación en la zona.

Las áreas no vegetadas permeables se componen de encaminamientos y áreas de juegos que dependen de la compactación de tierra. Además, las áreas vegetadas se encuentran dentro de las delimitaciones mencionadas. Por lo tanto, La superficie determinada anteriormente no puede ser considerada como área sin alteración, razón por la que no es posible el cumplimiento del crédito.

4.6.1.3.12 Crédito L-IEV-C8: Reducción de isla de calor

El crédito tiene como objetivo principal la reducción de los efectos que se tienen en los microclimas y el hábitat humano y salvaje, mediante la reducción de las islas de calor. (USGBC, 2017) Los requerimientos se mencionan a continuación.

CRÉDITO		REQUERIMIENTOS	
REDUCCIÓN DE ISLAS DE CALOR	CLAVE: L-IEV-C9	OPCIÓN 1. ÁREAS NO CUBIERTAS	
		Utilizar cualquier combinación de las siguientes estrategias para el 50% de las superficies pavimentadas no cubiertas:	1
		Instalar plantas que proporcionen sombra sobre las áreas de pavimentación en el sitio.	
		Instalar macetas a nivel o levantados. El material vegetal no puede incluir césped artificial.	
		Proporcionar sombra con estructuras cubiertas por sistemas de generación de energía, como colectores solares térmicos, fotovoltaicos y turbinas eólicas.	
		Proporcionar sombra con dispositivos arquitectónicos o estructuras que tengan un valor de reflectancia solar de tres años de al menos .28 SR.	
		Utilizar materiales de pavimentación con un valor de reflectancia solar de 3 años de al menos .28 SR	
		Utilizar un sistema de pavimento de rejilla abierta (al menos 50% sin consolidar)	
		OPCIÓN 2. CUBIERTAS CON VEGETACIÓN Y DE ALTA REFLECTANCIA	
		Utilizar materiales que tengan un SR igual o mayor a los siguientes valores, en al menos el 75% del área de la cubierta de las nuevas edificaciones, o instalar vegetación en al menos el 75% de las cubiertas	1
		REFLECTANCIA SOLAR MÍNIMA	
		SRI Inicial	3 años
		< 2:12	82 64
		> 2:12	39 32

Tabla 105. Requerimientos y puntuación de Crédito L-IEV-C8

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de Mexicali (Mexico). (2005)

Ruta de cumplimiento

Visto en capítulos anteriores, para la obtención de puntos en otros créditos se han llevado a cabo diversas estrategias que tienen una aportación para la reducción de islas de calor, tales como la disminución de la huella de estacionamiento, y la implementación de arbolado para el sombreado de los encaminamientos dentro del conjunto. Con el fin de continuar con el mejoramiento relacionado con tales estrategias, se optó por la Opción 1 para el cumplimiento del crédito mediante la combinación que se representa en la siguiente Ilustración.

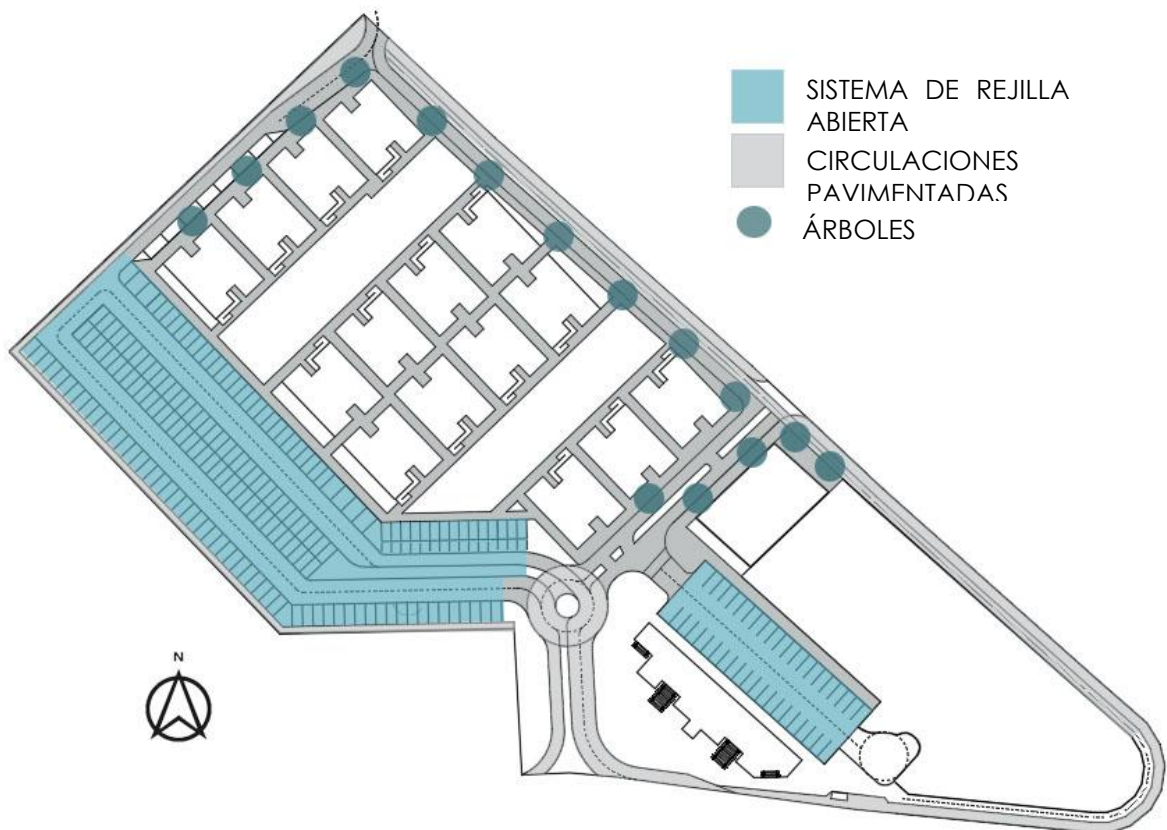


Ilustración 79. Estrategias de reducción de isla de calor.

Fuente: Elaboración propia.

Las áreas destinadas a encaminamientos y cajones de estacionamiento, aún con la reducción generada, tienen predominancia en el conjunto con una superficie de 12,429.30 m², lo que representa el 46% del total del terreno.

Como se muestra en la Ilustración 79, se plantea la utilización de un sistema modular de rejillas de plástico 100% reciclado, sobre las áreas de estacionamiento que constan de 5,498 m², tanto de la zona residencial como no residencial.

El sistema propuesto proviene de la marca Gravalock, se compone de módulos que se ensamblan entre sí para ser rellenos con grava y formar un piso firme y permeable para bajas velocidades con gran capacidad de carga o aplicaciones peatonales (Gravalock, s.f.) Cada módulo mide 56 cm de largo x 56 cm de ancho, y permite la recuperación de los mantos acuíferos gracias a su alta permeabilidad del 80%, por lo que supera el porcentaje mínimo requerido por LEED para su validación. (Ver ficha técnica en anexos)

Por otro lado, como segunda estrategia, se propone la plantación de árboles sobre las áreas de pavimentación. Como se mencionó en el capítulo 4.6.1.2.17 Crédito L-PDC-C14: Calles arboladas y sombreadas, se situaron dos especies de árboles a lo largo de las aceras y camellones para proporcionarles sombra, no obstante, por su falta de adaptabilidad, el Tabachín fue situado sobre las áreas ajardinadas y no sobre la acera, así como la vegetación propuesta sobre la zona del jardín vecinal. Por tal motivo, para el cálculo del porcentaje de sombreado de este crédito únicamente se tomaron en cuenta los árboles señalados en la Ilustración 79, ya que son los que proporcionan sombreado totalmente sobre zonas no permeables. Como se observa, se cuenta con 17 árboles con un diámetro de 8m, lo cual indica que tienen un área total de 854 m², equivalente al sombreado que proporcionan.

Por último, como se indica en la siguiente tabla, se realizó la sumatoria de las superficies de ambas estrategias y como resultado se obtuvo un porcentaje de 51%, por lo que sí se califica para la obtención del punto en el crédito.

SISTEMA DE REJILLA	5498	m ²
ARBOLADO	854,08	m ²
ÁREA DE ESTRATEGIAS	6352,08	m ²
ÁREA PAVIMENTADA	12,429,30	m ²
6,352,08 m ²	X 100 =	51%
12429,30 m ²		

Tabla 106. Porcentaje de estrategias L-IEV-C8.

Fuente: Elaboración propia.

4.6.1.3.13 Crédito L-IEV-C9: Orientación Solar

El propósito del crédito es promover la eficiencia energética mediante la optimización y el uso de estrategias solares pasivas. (USGBC, 2017) Las opciones para su cumplimiento se mencionan a continuación.

CRÉDITO		REQUERIMIENTOS	
ORIENTACIÓN SOLAR	CLAVE: L-IEV-C10	OPCIÓN 1. ORIENTACIÓN DEL BLOQUE	
		○ Esta opción es para los proyectos que hayan obtenido al menos 2 puntos en el crédito L-DPC-C2.	
		Diseñar el proyecto o ubicarlo en bloques existentes, de modo que un eje del 75% de los bloques esté dentro de 15 grados de la zona geográfica este-oeste, y que el eje sea al menos tan larga como las longitudes de norte-sur.	1
		OPCIÓN 2. ORIENTACIÓN DEL EDIFICIO	
		Diseñar y orientar el 75% del total del área edificable, de modo que un eje del edificio sea al menos 1.5 veces más largo que el otro, y el lado más largo esté dentro de 15 grados de la zona geográfica este-oeste.	1

Tabla 107. Requerimientos y Puntuación de Crédito L-IEV-C9.

Fuente: Elaboración propia.

Ruta de cumplimiento

A pesar de que el proyecto ha obtenido una puntuación de 4 en el crédito de L-DPC-C2, como se muestra en la imagen este no califica para la Opción 1, ni Opción 2, ya que tanto los bloques como las edificaciones se encuentran a una orientación de 45° de la zona geográfica este-oeste. Además, el eje de mayor longitud es 1.25 veces más largo que el otro.

Sin embargo, como se vio en el apartado 4.6.1, para el dimensionamiento de los elementos de sombreado que protegen los acristalamientos de las edificaciones residenciales de este proyecto, se tomó en cuenta la orientación, además, se proporcionaron estrategias para la adecuación térmica de los espacios independientemente de su posición con respecto al asoleamiento.



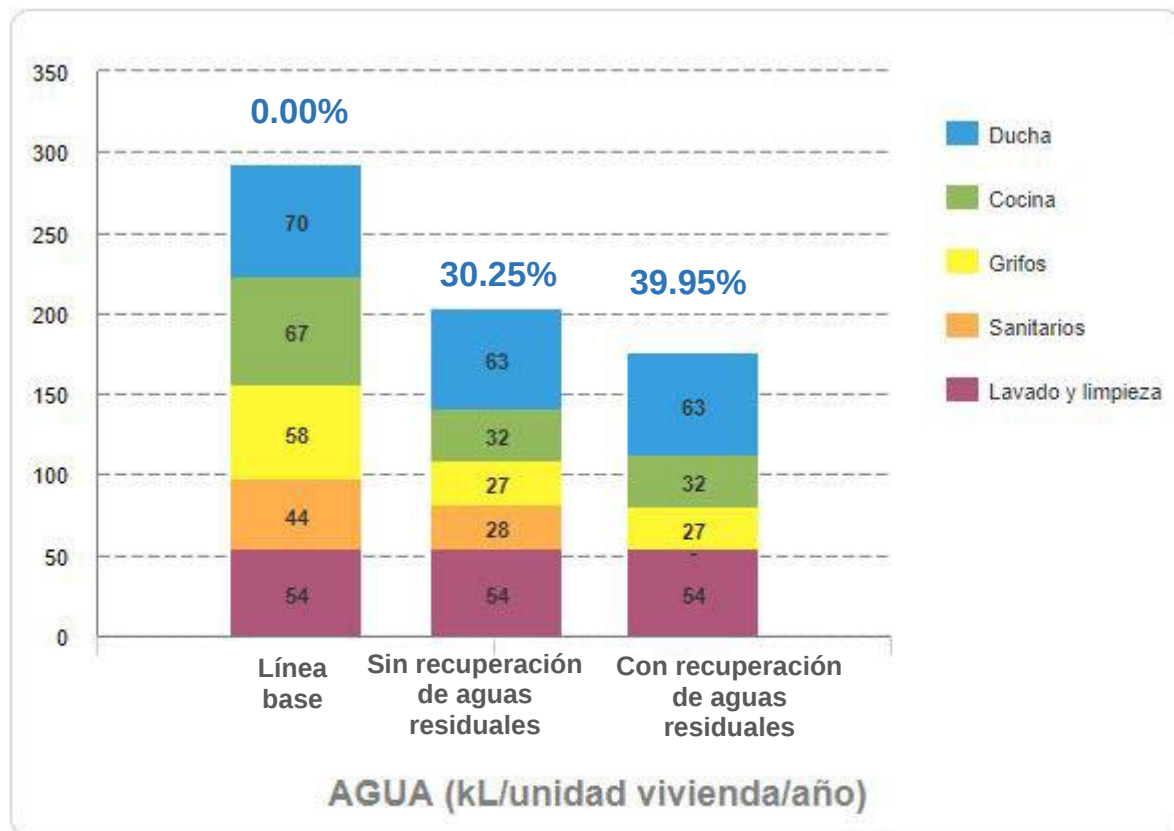
Ilustración 80. Orientación de bloques y edificaciones del proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

4.6.1.3.14 Crédito L-IEV-C10: Gestión de aguas residuales

El objetivo del crédito es la reducción de la contaminación proveniente de aguas residuales, así como fomentar su reutilización. Para su cumplimiento, se requiere que el proyecto sea diseñado y construido con la capacidad de retener al menos el 25% de las aguas residuales promedio anual generadas en el sitio, así mismo, tratarla para su reutilización como agua potable. (USGBC, 2017)

Como se muestra en el siguiente gráfico, se utilizó como software comparativo la aplicación EDGE, para analizar el impacto que se tendría mediante la recuperación de aguas grises y negras para el segundo uso que sería destinado a los inodoros. Tal estrategia disminuye el 100% del requerimiento de agua para sanitarios, y se tiene una reducción general de 9.95% del consumo de agua.



Exención de responsabilidad: EDGE fue diseñado como un software comparativo y no como una herramienta de diseño. Por lo tanto, los resultados previstos para energía, agua y materiales pueden ser distintos que los resultados reales.

Gráfico 15. Comparación de estrategias de reducción de consumo de agua interior.

Fuente: EDGE buildings 2019

Cabe destacar, que tal herramienta únicamente considera las estrategias para el uso de agua interno, lo cual indica que se podría tener una mayor eficiencia si se tomara en cuenta el agua destinada al riego de áreas verdes.

Sin embargo, como se discutió en el capítulo 4.6.1.3.7 Crédito L-IEV-C4, se han implementado diversas estrategias para la reducción del consumo hídrico tanto interno, como externo, mismas que facilitaron el cumplimiento del prerrequisito L-IEV-P2, y la obtención de puntos para los créditos L-IEV-C3 y L-IEV-C4.

Por lo tanto, a pesar de que la reutilización de agua proporciona grandes beneficios, tales como la disminución del uso de agua potable, la reducción del gasto en servicios públicos y la proporción de una fuente alterativa para riego (Allen, L., 2015), se considera que los costos de inversión, operación, energía y mantenimiento que presenta la implementación del tratamiento de aguas residuales no son necesarios dentro del proyecto para obtener la certificación y encarecerían el precio de la vivienda de interés social. Por lo tanto, se optó por no incorporarlo en este proyecto.

4.6.1.4 Innovación y Proceso de Diseño

Las estrategias y medidas relacionadas con el diseño sustentable suelen encontrarse en constante evolución y mejora. Por ello, esta categoría tiene como enfoque incentivar mediante la otorgación de puntos extra, a aquellos proyectos cuyas prácticas de planificación y características de construcción sustentable sean innovadoras.

En el caso de este proyecto se obtuvo 1 punto sobre 6 posibles, de acuerdo a los créditos señalados en la tabla.

INNOVACIÓN Y PROCESO DE DISEÑO		
1	Credit Innovation	5
0	Credit LEED® Accredited Professional	1

Tabla 108. Puntuación obtenida de categoría Innovación y Proceso de Diseño.

Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida de USGBC, (2017).

A continuación, se describirá el objetivo y modo de cumplimiento de los créditos.

4.6.1.4.1 Crédito L-IPD-C1 Innovación

Este crédito tiene como objetivo fomentar el desarrollo de proyectos con un desempeño excepcional o innovador. (USGBC, 2017) Su cumplimiento es posible a través de las siguientes opciones.

CRÉDITO		REQUERIMIENTOS	
INNOVACIÓN	L-IPD-C1	OPCIÓN 1. INNOVACIÓN	
		Aplicación de una estrategia dentro del proyecto que no esté incluida dentro del sistema de evaluación LEED.	1
		OPCIÓN 2. CRÉDITOS PILOTO:	
		Medición del rendimiento energético	
		Formación ecológica para contratistas, comercios, operadores y trabajadores de servicios.	
		Equidad social dentro de la comunidad	1
		Proceso integrador	
		Certificados de restauración de agua	
		Diseño de información con análisis de triple línea base.	
		OPCIÓN 3. DESEMPEÑO EJEMPLAR	
		Cumplir con aquellos créditos que permitan la obtención de puntos extra por desempeño ejemplar.	1 a 2

Tabla 109. Requerimientos y puntuación de Crédito L-IPD-C1.

Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida de USGBC, (2017).

Ruta de cumplimiento

OPCIÓN 1. Se refiere a la implementación de una o varias estrategias que no se incluyan dentro de los lineamientos o sugerencias del sistema de evaluación LEED. Puesto que este proyecto no incluyó medidas o estrategias sustentables que se mantuvieran dentro del estándar de la certificación no se cumple con esta opción.

OPCIÓN 2. Se refiere a créditos que puede proponer cualquier miembro de USGBC, que aún se encuentran en evaluación para ser incluidos dentro de los lineamientos de LEED. Estos se proponen de acuerdo al sistema de evaluación que rige la certificación del proyecto, en este caso LEED Desarrollo Urbano, por lo tanto, se tienen los créditos piloto que se muestran en la Tabla 109., sin embargo, estos involucran el proceso completo desde su diseño hasta su operación. Dado que el presente proyecto se trata de un diseño conceptual, no se obtuvo el cumplimiento de los créditos piloto.

OPCIÓN 3. Como se muestra en la siguiente tabla, ciertos créditos cuentan con la opción de desempeño ejemplar, esto quiere decir que en algunos casos al superar los estándares requeridos para el cumplimiento del crédito es posible obtener una puntuación extra dentro de esta categoría.

De los créditos señalados en la tabla, este proyecto únicamente logró el desempeño ejemplar en el caso del crédito L-IEV-C1: Certificación de Edificios, ya que se logró la certificación del 90% del área construible total del conjunto, por lo tanto, se adquiere **1 punto**.

TABLE 5 (CONTINUED). Scorecard and policy areas			
Prerequisite/ Credit	Credit name	Points	Exemplary performance
GIB Green Infrastructure and Buildings			
P	Certified Green Building	Required	
P	Minimum Building Energy Performance	Required	
P	Indoor Water Use Reduction	Required	
P	Construction Activity Pollution Prevention	Required	
C	Certified Green Buildings	5	Y
C	Optimize Building Energy Performance	2	Y
C	Indoor Water Use Reduction	1	Y
C	Outdoor Water Use Reduction	2	Y
C	Building Reuse	1	Y
C	Historic Resource Preservation and Adaptive Reuse	2	
C	Minimized Site Disturbance	1	
C	Rainwater Management	4	Y
C	Heat Island Reduction	1	Y
C	Solar Orientation	1	Y
C	Renewable Energy Production	3	Y
C	District Heating and Cooling	2	Y
C	Infrastructure Energy Efficiency	1	Y
C	Wastewater Management	2	Y
C	Recycled and Reused Infrastructure	1	Y
C	Solid Waste Management	1	
C	Light Pollution Reduction	1	

Tabla 110. Créditos con opción de Desempeño Ejemplar.

Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida de USGBC, (2017).

4.6.1.4.1 Crédito L-IPD-C2: Profesional Acreditado LEED

El crédito tiene como propósito fomentar la integración del equipo requerida para el desarrollo de un proyecto LEED, así como la agilización durante el proceso de certificación. (USGBC, 2017)

Dado que el presente proyecto no contó con un integrante profesional acreditado LEED, no fue posible el cumplimiento del crédito.

4.6.1.5 Prioridad Regional

Cada localidad cuenta con problemas ambientales específicos de la región, mismas que requieren distintas prioridades. Por ello, esta categoría tiene como enfoque mejorar la capacidad de los equipos de proyectos LEED para abordar problemas ambientales críticos en todo el mundo, por lo tanto, USGBC estableció seis créditos para cada ubicación y cada sistema de clasificación. (USGBC, 2017) Mediante estrategias desarrolladas en categorías anteriores, el presente proyecto obtuvo la siguiente puntuación.

PRIORIDAD REGIONAL		
1	Reducción de uso de agua interior	1
1	Usos mixtos	1
1	Reducción de uso de agua exterior	1
1	Acceso a espacios cívicos y públicos	1

Tabla 111. Puntuación obtenida en categoría de Prioridad Regional.

Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida de USGBC, (2017).

Al tratarse de un proyecto bajo el sistema de evaluación LEED Desarrollo Urbano, situado en la región de Mexicali, Baja California, de acuerdo al USGBC, los créditos que pueden aportar una puntuación extra se muestran en la siguiente tabla, así como la puntuación mínima que se requiere para el otorgamiento de puntos extra mediante esta categoría.

CLAVE	CRÉDITO	PUNTOS REQUERIDOS	PUNTOS OBTENIDOS
L-IEV-C4	Reducción del uso de agua en exteriores	1	5
L-IEV-C10	Producción de energía renovable	2	0
L-IEV-C3	Reducción del uso de agua en interiores	1	1
L-DPC-C3	Usos mixtos	3	3
L-DPC-C9	Acceso a espacios cívicos y públicos	1	1
L-IEV-C11	Producción de energía renovable	2	0

Tabla 112. Créditos de prioridad regional.

Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida de usgbc.org/rpc

Como se muestra en la tabla, este proyecto cumple con la puntuación mínima en cuatro créditos de los seis que son considerados de prioridad regional, por lo que se obtiene un punto por cada uno.

Globalmente, mediante la variedad de estrategias sustentables integradas al diseño conceptual de este proyecto, se logró el cumplimiento de los requisitos obligatorios de cada categoría de LEED Desarrollo Urbano.

En conjunto, la puntuación adquirida por cada crédito se obtuvo un total de **51 puntos**, por lo tanto, de acuerdo a los niveles de certificación mencionados en el capítulo 2.1.10.2, el presente proyecto logra el nivel plata del sistema de certificación LEED Desarrollo Urbano.

CERTIFICACIÓN LEED DESARROLLO URBANO			
CATEGORÍAS	PUNTAJE MÁXIMO QUE OFRECE LEED	PUNTAJE OBTENIDO EN ESTE PROYECTO	% DE CUMPLIMIENTO POR CATEGORÍA
UBICACIÓN INTELIGENTE Y VINCULACIÓN	28	13	46%
DISEÑO Y PATRÓN DEL CONJUNTO	41	24	59%
INFRAESTRUCTURA Y EDIFICIOS VERDES	31	9	29%
INNOVACIÓN Y PROCESO DE DISEÑO	6	1	17%
PRIORIDAD REGIONAL	4	4	100%
PUNTUACIÓN TOTAL	110	51	46%

Tabla 113. Puntuación final de propuesta en certificación LEED Desarrollo Urbano.

Fuente: Elaboración propia.

Como se indica en la tabla, la categoría que mayor influencia tuvo para que este proyecto lograra el nivel plata fue la de Diseño y Patrón del Conjunto, misma que al comparar el puntaje obtenido con el puntaje máximo que ofrece LEED, se muestra que se logró el cumplimiento del 59% de los requerimientos de tal apartado, lo cual representa el 47% del puntaje total de la certificación.

Así mismo, en el caso de la Ubicación Inteligente y Vinculación se logró cubrir el 46% del puntaje que ofrece la categoría, lo que representa el 25% del puntaje total de la certificación.

Dado que las dos categorías mencionadas representan en conjunto el 72% del puntaje total obtenido para la certificación, se puede considerar que la ubicación, vinculación, y el patrón del diseño son elementos clave para el desarrollo de un conjunto habitacional sustentable, que aún sin infraestructura verde integrada puede tener un impacto positivo en la calidad de vida de los usuarios. Con base en lo anterior, se garantiza que, al aplicar tales estrategias

dentro de un desarrollo, aunque no se alcance un nivel de certificación LEED, es posible alcanzar un nivel de sustentabilidad.

En cuanto a las categorías restantes, estas representan el 27% del puntaje total obtenido en la certificación. Al tratarse de un conjunto habitacional de interés social, es necesario seleccionar las ecotecnologías de manera estratégica para no encarecer el proyecto. Por ello, se optó por darle prioridad a las infraestructuras y ecotecnologías necesarias para cumplir satisfactoriamente con los requisitos obligatorios de la categoría Infraestructura y Edificación Verde de LEED, así como los créditos de la misma que el USGBC ha determinado que merecen ser prioridad de la región (mencionadas en el capítulo 4.6.1.5). Por tal motivo, la categoría de Infraestructura y Edificación Verde presenta un porcentaje de 29 con respecto al puntaje máximo que ofrece la categoría, mientras que la categoría de Prioridad Regional presenta el 100% del puntaje total de la categoría.

4.6.2 Cumplimiento de Subsidio CONAVI

Subsidio CONAVI es un beneficio que otorga el gobierno federal a trabajadores por medio de la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI), para permitirles complementar el pago de la casa que desean adquirir. Este se dirige a la población de bajos ingresos con necesidades de vivienda que puede aportar un ahorro previo. Fue creado con el objetivo de ampliar el acceso al financiamiento para soluciones habitacionales en un entorno de crecimiento urbano ordenado y sustentable. (CONAVI, 2017)

Previamente, se llevó a cabo un análisis FODA basado en opiniones y recomendaciones de expertos tanto en desarrolladoras de vivienda de interés social, como en el área de consultoría de la certificación LEED en México. Dentro del análisis se determinó que una de las amenazas del proyecto es el requerimiento de un apoyo financiero, dado que para la implementación de algunas estrategias sustentables se requiere de mayor inversión inicial en comparación con la vivienda tradicional. Según indican los expertos en el área, a pesar de las grandes aportaciones que tales estrategias brindan, entre ellas un retorno de inversión y ahorro en servicios significativo, los usuarios suelen elegir las opciones más económicas al momento de la adquisición. (Ver análisis en la sección 4.2 y entrevistas en Anexos) Por tal motivo, se optó por cumplir simultáneamente con los lineamientos de la certificación LEED y los requerimientos del Subsidio CONAVI.

En relación a los tipos de subsidio y lineamientos de evaluación, el subsidio federal desarrolló cuatro modalidades que son:

- Adquisición de Vivienda, nueva o usada
- Ampliación y/o Mejoramiento
- Adquisición de Lote con Servicios
- Autoproducción de Vivienda.

Para los propósitos de este proyecto, se optó por la modalidad de adquisición de vivienda nueva. La puntuación se asigna de acuerdo a las estrategias que se incorporen en el conjunto, mismas que se describen a continuación, junto con los montos correspondientes.

4.6.1 Montos del subsidio

Los beneficiarios tendrán derecho a un monto máximo del subsidio con base en la siguiente lista de categorías y matriz:

- I. Vivienda con un valor mayor que 175 y hasta 190 veces la UMA.
- II. Vivienda con un valor mayor que 158 y menor o igual a 175 veces la UMA.
- III. Vivienda con un valor mayor que 136 y menor o igual a 158 veces la UMA.
- IV. Vivienda con un valor mayor que 60 y menor o igual a 136 veces la UMA.
- V. Vivienda con un valor mayor que 60 y menor o igual a 136 veces la UMA, adquirida por una Beneficiaria o un Beneficiario con ingreso menor o igual a 1.4 veces el valor de la UMA.

Rango de Ingreso Hasta 2.8 UMAS														
Categoría	Valor de la Vivienda (UMAS)	Rango de Puntaje												
		0 hasta <350	≥350 hasta <400	≥400 hasta <450	≥450 hasta <500	≥500 hasta <550	≥550 hasta <600	≥600 hasta <650	≥650 hasta <700	≥700 hasta <750	≥750 hasta <800	≥800 hasta <850	≥850 hasta <900	≥900 hasta 1000
		Montos Máximos de Subsidio Federal en UMAS												
I	> 175 hasta 190						13	14	15	16	17	18	19	20
II	> 158 hasta 175						18	19	20	21	22	23	24	25
III	≥ 136 hasta 158				18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
IV	≥ 60 hasta 136		18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
V	≥ 60 hasta 136		25	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
Categoría I – Viviendas con superficie construida igual o mayor a los valores mínimos por estado establecidos por la Instancia Normativa y difundidos a través del Manual de Procedimientos o Guía de Aplicación referido en el Anexo 2.														
Categoría V-Rango de Ingreso hasta 1.4 UMAS														

Tabla 114. Monto máximo del subsidio con base en categorías CONAVI.

Fuente: CONAVI.(2017)

UMA se refiere a la “Unidad de Medida de Actualización que corresponde a la referencia económica mensual en pesos para determinar la cuantía del pago de las obligaciones y supuestos previstos en las leyes federales.” (CONAVI, 2017) Según INEGI, el valor del UMA mensual actual, es decir, del año 2019, es equivalente a \$2,568.50 pesos mexicanos.

Por lo tanto, los valores de las viviendas son los siguientes:

CATEGORÍA	VALOR DE LA VIVIENDA							
	(UMAS)				PESOS MEXICANOS			
I	>	175	hasta	190	=	>	\$449,487.50	hasta \$ 488,015.00
II	>	158	hasta	175	=	>	\$405,823.00	hasta \$ 449,487.50
III	≥	136	hasta	158	=	≥	\$349,316.00	hasta \$ 405,823.00
IV	≥	60	hasta	136	=	≥	\$154,110.00	hasta \$ 349,316.00
V	≥	60	hasta	136	=	≥	\$154,110.00	hasta \$ 349,316.00

Tabla 115. Valor de viviendas en UMAS y pesos mexicanos.

Fuente: INEGI (2018)

Ahora bien, como se ha visto en capítulos anteriores, en este proyecto se proponen tres tipos de viviendas que varían en superficies y características, por lo tanto, de acuerdo a la clasificación de vivienda mencionada en el apartado 2.1.1, los prototipos pueden ser considerados de tipo popular, tradicional y media. Tal como se indica en la tabla, se tiene un rango de precios asignado para cada una. Al comparar el valor de vivienda referido en la Tabla 116 con el rango de precios de la Tabla 115, se tiene que los prototipos propuestos en este proyecto pertenecen a las categorías I y II.

Popular	35-50 m ²	Cocina, sala-comedor, 1-2 recámaras, 1 baño, 1 cajón de estacionamiento, escriturada, todos los servicios. Casas y departamentos.	MXN \$262,153- \$444,327 US \$16,613- \$28,158
Tradicional	50-75 m ²	Cocina, sala-comedor, 2-3 recámaras, 1 baño, 1 cajón de estacionamiento, escriturada, todos los servicios. Casas y departamentos.	MXN \$444,327- \$777,572 US \$28,158- \$49,276
Media	65-130m ²	Cocina, sala, comedor, 2-3 recámaras, 2-3 baños, 1-2 cajones de estacionamiento, escriturada, todos los servicios. Casas y departamentos en condominio.	MXN \$777,572- \$1,666,225 US \$49,276- \$105,591

Tabla 116. Clasificación de vivienda.

Fuente: INEGI(2018)

Una vez establecidas las categorías de vivienda, se debe realizar el cálculo de puntaje obtenido según los criterios de evaluación determinados por el Subsidio Federal, lo que conlleva a identificar el monto máximo del Subsidio al que tendrían derecho los beneficiarios.

4.6.2 Criterios de Evaluación

Al igual que el sistema de certificación LEED, el presente subsidio consta tanto de prerequisites (de carácter obligatorio) como criterios a los que ha sido asignada una puntuación determinada. Estos categorizan de la siguiente manera (Ver ficha en Anexos)

- Ubicación
- Equipamientos y Servicios
- Movilidad y Conectividad
- Densificación
- Diseño del conjunto
- Diseño de la vivienda
- Eficiencia en uso de agua
- Eficiencia energética
- Manejo de residuos sólidos.

4.6.2.1 Ubicación

Como se vio en capítulos anteriores, esta categoría que también ofrece el sistema de evaluación de LEED, fue utilizada como método de selección del predio en donde se sitúa el proyecto.

En el caso del subsidio se tiene que cumplir de manera obligatoria lo siguiente:

CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL SITIO					
INST/ORG	CATEGORÍA	CLAVE	Pre-requisitos	Descripción	Ruta para su cumplimiento
CONAVI	Ubicación	C-U1P	Fuera de zonas de riesgo	Zonas de afectación o peligros geológicos, hidrometeorológico, químico, sanitario, o socio-organizativo.	
		C-U2P	Dentro de áreas autorizadas en los planes de desarrollo urbano.	Compatibilidad del sitio hacia los predios vecinos para el uso habitacional.	
		C-U3P	Dentro de Perímetros de Contención	Ubicar el proyecto dentro de cualquiera de los tres contornos: U1, U2, U3.	
		C-U4P	Servicios de luz, agua, drenaje o equivalente.	Ubicar el proyecto en un sitio que cuente con infraestructura de luz, agua y drenaje existente.	

Tabla 117. Criterios de evaluación de Subsidio Federal CONAVI

Fuente: Elaboración propia con base en dato obtenidos de CONAVI.(2017)

Ruta de cumplimiento

Visto en el punto 4.3.2, Análisis de predios, se verificó que el sitio se encontrara en una zona que cumpliera con todas las condiciones anteriores, por lo que se cumple con todos los prerequisites.

Por otro lado, dentro de la misma categoría se cuenta con criterios de evaluación que otorgan un puntaje, misma que también fue considerada para la selección del predio.

4.6.2.1.1 Crédito C-U-C1: Perímetros de Contención Urbana

El propósito del crédito es darle prioridad a predios ubicados dentro de zonas cercanas a los servicios como transporte público, vialidades, fuentes de empleo y las actividades recreativas. La puntuación varía como se muestra en la siguiente tabla.

CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DE LAS SOLUCIONES HABITACIONALES DEL SUBSIDIO FEDERAL CONAVI				
CATEGORÍA	CLAVE	CRÉDITO	RUTA DE CUMPLIMIENTO	PUNTAJE QUE OTORGA CONAVI
UBICACIÓN	C-U-C1	PCU	U1	400
			U2	350
			U3	250

Tabla 118. Requerimiento y Puntaje de Crédito C-U-C1

Fuente: Elaboración propia con base en dato obtenidos de CONAVI.(2017)

Ruta de cumplimiento

Su cumplimiento se discute en el punto 4.3.2, en el que se valida que el sitio del proyecto está ubicado dentro del Perímetro de Contención Urbana U1, por lo que se obtienen **400 puntos**.

4.6.2.2 Equipamientos y Servicios

La categoría se enfoca en promover el desarrollo de conjuntos ubicados en sitios que cuenten con servicios y equipamientos existentes para favorecer la calidad de vida de los usuarios. Aunque la categoría no ha sido considerada como requisito obligatorio del subsidio, esta otorga una puntuación determinada con base en la cercanía a cada servicio como se muestra en la siguiente tabla.

CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DE LAS SOLUCIONES HABITACIONALES DEL SUBSIDIO FEDERAL CONAVI				
CATEGORÍA	CLAVE	CRÉDITO	RUTA DE CUMPLIMIENTO	PUNTAJE QUE OTORGA CONAVI
EQUIPAMIENTOS Y SERVICIOS	C-ES-C1	Centro de salud	0 a 1,500m	60
			1,500 a 2,500 m	100- (distancia/25)
	C-ES-C2	Guardería	0 a 700 m	40
			700 a 1,000 m	133.33- (distancia/7.5)
	C-ES-C3	Jardín de niños	0 a 700m	60
			700 a 1,000 m	133.33- (distancia/7.5)
	C-ES-C4	Escuela Primaria	0 a 1,000m	60
			1,000 a 2,000 m	80- (distancia/25)
	C-ES-C5	Escuela Secundaria	0 a 2,000m	40
	C-ES-C6	Tienda de abasto existente hasta 700m o mercado construido a menos de 2km		10
	C-ES-C7	Infraestructura de acceso a banda ancha cableada o inalámbrica		10

Tabla 119. Requerimiento y Puntaje de Crédito C-ES-C1, al C-ES-C7.

Fuente: Elaboración propia con base en dato obtenidos de CONAVI.(2017)

Ruta de cumplimiento

Como se demostró en la selección de predios, la ubicación elegida para el proyecto tiene cercanía a todos los elementos referidos en los créditos C-ES-C1, C-ES-C2, C-ES-C3, C-ES-C4, C-ES-C5, C-ES-C6, C-ES-C7, y C-ES-C8 (Ver Ilustración 81).

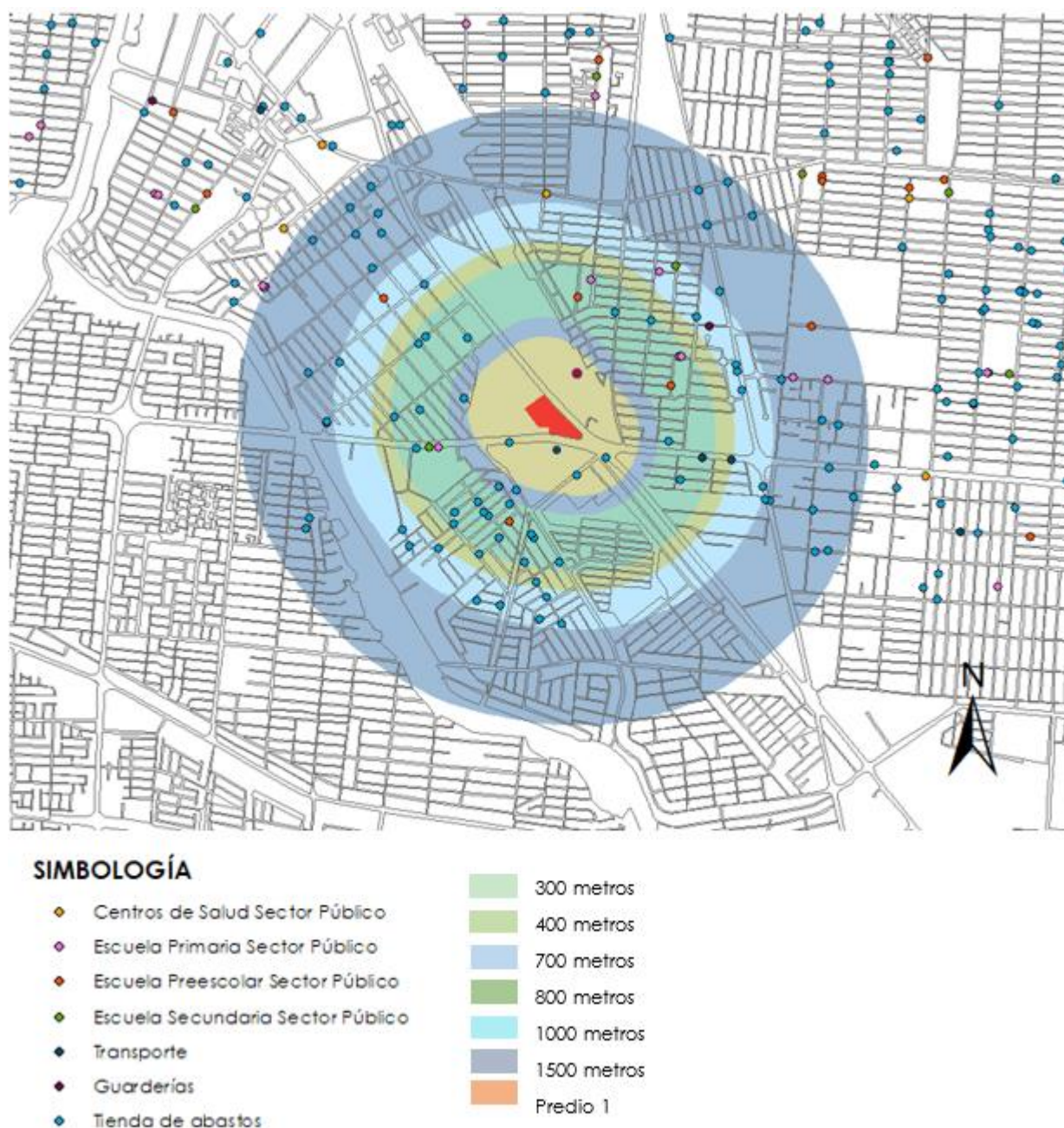


Ilustración 81. Proximidad de equipamientos y servicios al sitio del proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

El rango de distancia de proximidad y la puntuación obtenida en este proyecto se indica en la siguiente tabla, con un total de **270 puntos** en la categoría.

PUNTUACIÓN DE SUBSIDIO CONAVI OBTENIDA EN EL PROYECTO				
CATEGORÍA	CLAVE	CRÉDITO	RUTA SELECCIONADA	PUNTAJE DE ESTE PROYECTO
EQUIPAMIENTOS Y SERVICIOS	C-ES-C1	Centro de salud	0 a 1,500m	60
	C-ES-C2	Guardería	0 a 700 m	40
	C-ES-C4	Escuela Primaria	0 a 1,000m	60
	C-ES-C5	Escuela Secundaria	0 a 2,000m	40
	C-ES-C6	Tienda de abasto existente hasta 700m o mercado construido a menos de 2km		10
	C-ES-C7	Infraestructura de acceso a banda ancha cableada o inalámbrica		10
	TOTAL			270

Tabla 120. Puntuación del proyecto de Categoría de Equipamientos y Servicios de CONAVI.

Fuente: Elaboración propia con base en dato obtenidos de CONAVI.(2017)

4.6.2.3 Movilidad y Conectividad

La categoría se enfoca en crear desarrollos que promuevan la reducción del uso del automóvil mediante medios de transporte alternativos ya sea público o no motorizado. Este proyecto adquirió **121 puntos** a través de diversas estrategias que se tomaron en cuenta para el diseño del conjunto. Su modo de cumplimiento se discute a continuación.

4.6.2.3.1 Crédito C-MC-C1: Paradas de Transporte Público

El crédito tiene como propósito proporcionar paradas de transporte público a una distancia de hasta 300 metros del conjunto y más de una ruta en un radio de 300 metros.

Ruta de cumplimiento

Como se muestra en la Ilustración 61, se encuentra una parada de autobús oficial sobre el Boulevard Lázaro Cárdenas que transita en dirección de oeste a este, misma que se encuentra en un radio de 300 metros.

Por otra parte, para el cumplimiento del crédito L-DPC-C7 de LEED, se propone una parada de autobús extra. Esta sería situada dentro de los límites del proyecto, sobre el Boulevard Lázaro Cárdenas en dirección de este a oeste. (Ver Ilustración 61, en capítulo 4.6.1.2.10) Por ello, se cuenta con dos paradas de autobús con rutas diversas dentro de un radio de 300 metros, por lo que se obtienen **25 puntos** en el crédito del Subsidio.

4.6.2.3.2 Crédito C-MC-C2: Ciclismo

El objetivo del crédito es fomentar la actividad física y reducir la dependencia al automóvil a través de la proporción de infraestructura ciclista. Para su cumplimiento se requiere de lo siguiente:

CLAVE	CRÉDITO	RUTA SELECCIONADA	PUNTAJE DE ESTE PROYECTO
C-MC-C2	Ciclismo	Ciclovía con confinamiento físico que comunique a vivienda con el equipamiento y/o el servicio de transporte público.	15
		Conectividad con ciclovía con el sistema de transporte al exterior del conjunto	20
		Bici estacionamientos	6

Tabla 121.
Puntuación del
proyecto de Crédito
C-MC-C2 de CONAVI.

Fuente: Elaboración propia con base en dato obtenidos de CONAVI.(2017)

Ruta de cumplimiento

Como se mencionó en la sección 4.5.2, la ciclovía se diseñó sobre la zona perimetral de modo que conecte la zona residencial con la parada de autobús que se propone sobre el Boulevard Lázaro Cárdenas. Además, para la obtención de puntos dentro del crédito L-UIV-C4: Infraestructura Ciclista de LEED, como se muestra en la Ilustración 44, se propone la prolongación del circuito que consta de 9.4 km de longitud a lo largo de las avenidas señaladas, el cual permite la vinculación del conjunto hacia los usos diversos mencionados en la Tabla 29.

Adicionalmente, para el cumplimiento del crédito L-UIV-C4 de LEED, se propuso la colocación de ciclo puertos con capacidad de almacenamiento de 24 bicicletas por edificio, cantidad que responde al número de unidades de vivienda y visitantes de cada edificación. En conjunto, el puntaje de las estrategias suma un total de **41 puntos** dentro del crédito del Subsidio Federal.

4.6.2.3.3 Crédito C-MC-C3: Banquetas

El objetivo del crédito es mejorar la salud y seguridad pública, al desarrollar conjuntos caminables que cuenten con aceras seguras y accesibles. Sus requerimientos y puntuación se señalan a continuación.

CLAVE	CRÉDITO	RUTA DE CUMPLIMIENTO	PUNTAJE QUE OTORGA CONAVI
C-MC-C3	Banquetas	Banqueta mínimo 2.5 m de ancho.	15
		Banquetas de mínimo 2 m de ancho con al menos un árbol a cada 20 m en cada una de las aceras	20

Tabla 122. Puntuación del proyecto de Crédito C-MC-C3 de CONAVI.(2017)

Fuente: Elaboración propia con base en dato obtenidos de CONAVI.

Ruta de cumplimiento

Por lo que se refiere al dimensionamiento de las aceras dentro del conjunto, tal como se señaló en el punto 4.6.1.2.4 en la Ilustración 56, para el cumplimiento del crédito L-DPC-C1: Calles Caminables del sistema LEED, se dispone de aceras con anchura de 2.5 metros en el área residencial, y de 3 metros en el área no residencial.

Respecto al arbolado, como parte del cumplimiento del crédito L-DPC-C13 de LEED, se propusieron árboles a lo largo del 60% de la longitud lineal de las aceras del conjunto. Tales árboles, como se muestra en la Ilustración 66, se situaron en intervalos de máximo 20 metros y mínimo 10, motivo por el que se obtiene el cumplimiento de ambas condiciones dentro del crédito de CONAVI con un total de **35 puntos**.

4.6.2.3.4 Crédito C-MC-C4: Accesos

El objetivo del crédito es promover la conectividad del conjunto con comunidades aledañas. Para la obtención de puntos se requiere cumplir con ambas o cualquiera de las dos opciones:

CLAVE	CRÉDITO	RUTA DE CUMPLIMIENTO	PUNTAJE QUE OTORGA CONAVI
C-MC-C4	Acceso	Acceso al conjunto adicional que no sea vía carretera federal o estatal (total dos accesos)	20
		Tener 3 accesos al conjunto, con al menos 2 accesos a distintas vías que no sean vía carretera federal o estatal.	35

Tabla 123. Puntuación del proyecto de Crédito C-MC-C4 de CONAVI.

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos de CONAVI.(2017)

Ruta de cumplimiento

Visto en el apartado 4.5.2, el conjunto tiene un acceso sobre cada vialidad, uno sobre el Boulevard Adolfo López Mateos y otro sobre el Boulevard Lázaro Cárdenas, con el fin de agilizar su entrada y salida sin entorpecer el tráfico de las vialidades. Por ello, se obtienen **20 puntos** en el presente crédito.

4.6.2.4 Densificación

El propósito de la categoría es evitar el esparcimiento urbano mediante el desarrollo de conjuntos habitacionales compactos de alta densidad. Los lineamientos y respectiva puntuación se presentan en la siguiente tabla, de los cuales este proyecto obtuvo una **puntuación de 261** en total.

CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DE LAS SOLUCIONES HABITACIONALES DEL SUBSIDIO FEDERAL CONAVI				
CATEGORÍA	CLAVE	CRÉDITO	RUTA DE CUMPLIMIENTO	PUNTAJE QUE OTORGA CONAVI
DENSIFICACIÓN	C-D-C1	Tipología	Vivienda vertical 5 niveles	80
			Dúplex	60
	C-D-C2	Densidad del proyecto	> 90 hasta 120 viv/ha	(Densidad*2.3333)-130
			> 60 hasta 90 viv/ha	(Densidad*2.3333)-60
			≥ 40 hasta 60 viv/ha	(Densidad*2.3333)-50
			PUNTOS EXTRA: Viviendas que se ubiquen dentro de desarrollos con una densidad de 100 viv/ha o más.	50

Tabla 124. Requerimiento y Puntaje de Categoría de Densificación de CONAVI.

Fuente: Elaboración propia con base en dato obtenidos de CONAVI.(2017)

Crédito C-D-C1: Tipología

Como se ha discutido previamente, aunque en la ciudad de Mexicali predomina el modelo de vivienda unifamiliar, en el proyecto se propone la verticalidad con el fin de aprovechar la superficie del terreno para destinarla a espacios de recreación y áreas verdes.

Dado que las edificaciones residenciales se componen de 5 niveles, se cumple con el crédito y se obtienen **80 puntos**.

Crédito C-D-C2: Densidad del proyecto

Al igual que el sistema de evaluación LEED, el Subsidio Federal tiene como objetivo promover los conjuntos de alta densidad. No obstante, como se vio en el prerrequisito L-DPC-P2 el requerimiento obligatorio mínimo para que el proyecto sea apto para la certificación de LEED es de 17.5 Unidades de vivienda por hectárea (UV/ha), mientras que en el crédito L-DPC-C2 de LEED se otorga una puntuación a partir de 25 UV/ha.

Por lo contrario, el Subsidio Federal ofrece una puntuación a partir de 40 UV/ha como densidad mínima, lo que demuestra que en este aspecto el Subsidio y la norma local es más estricta que la certificación LEED.

Otro aspecto que diferencia el método de evaluación de estos dos sistemas, es el modo de calcular la densidad de vivienda del proyecto. Visto en el prerrequisito L-DPC-P2, el cálculo se realiza con base en la superficie residencial construible, el cual es 51% del área total del terreno. Por tal motivo, para el cálculo y cumplimiento del prerrequisito y crédito de LEED se obtuvo una densidad de vivienda de 217 UV/ha. Por otro lado, para las consideraciones del Subsidio Federal la densidad de vivienda se calcula con base en la superficie total del terreno, equivalente a 2.67 ha, constituido por 300 viviendas, por lo tanto, en este caso se obtiene una densidad de 112 UV/ha.

Ahora bien, como se indica en la Tabla 124, el puntaje se calculó de la siguiente manera:

$$(112 \text{ UV/Ha } \times 2.3333) - 130 = 131.32 = \mathbf{131 \text{ PUNTOS}}$$

Adicionalmente, se otorgan **50 puntos** extra debido a que las unidades de vivienda se encuentran dentro de un desarrollo con una densidad mayor a 100 viv/ha.

4.6.2.5 Diseño del Conjunto

La categoría se enfoca en generar desarrollos urbanos de usos mixtos, que cuenten con servicios y espacios abiertos para beneficiar las relaciones comunitarias y la calidad de vida de los usuarios. Esta se compone de los siguientes créditos y puntuación.

CLAVE	CRÉDITO	ruta de cumplimiento	PUNTAJE QUE OTORGA CONAVI
C-CD-C1	Espacios abiertos y áreas libres		
C-ES-C1.1		Cancha deportiva con una superficie de por lo menos 15x30 m, a menos de 1,000 metros de la vivienda.	50 puntos por 3 acciones 39 puntos por 2 acciones 18 puntos por una acción
C-ES-C1.2		Espacio deportivo y recreativo de 200 metros cuadrados a menos de 500 metros de la vivienda.	
C-ES-C1.3		Parque infantil con juegos a menos de 300 metros de la vivienda. Para acceder a la población no debe tener que cruzar vialidad primaria	
C-ES-C1.4		Centro comunitario con al menos baño y área administrativa a menos	
C-ES-C1.5		Área verde: 5% del área vendible destinada como área verde con vegetación endémica.	
C-DC-C2	Huertos urbanos	Instalación y capacitación para la generación de huertos urbanos.	35
C-DC-C3	Azotea verde	Azotea verde sólo en vivienda vertical y/o centros comunitarios.	35
C-DC-C4	Lavado y secado	Centro de lavado y secado con equipos eficientes.	35
C-DC-C5	Usos mixtos	20% del área vendible para comercio y servicios	35
C-DC-C6	Tipología	Más de una tipología de vivienda en al menos el 30% del total de viviendas.	20
C-DC-C7	Muros	Ausencia de muros ciegos que colinden con vialidades o espacios públicos.	6
C-DC-C8	Arbolado	1 árbol por vivienda adecuados al lugar.	6
		2 árboles por vivienda adecuados al lugar.	20

Tabla 125. Requerimiento y Puntaje de Categoría de Diseño del Conjunto, de CONAVI.

Fuente: Elaboración propia con base en dato obtenidos de CONAVI.(2017)

Este proyecto obtuvo **111 puntos** en la presente categoría, a través de las estrategias que se describen a continuación.

4.6.2.5.1 Crédito C-DC-C1: Áreas abiertas y áreas libres

El propósito de este crédito es promover la actividad física y la interacción social a través de la incorporación de espacios abiertos y recreativos. Como se indica en la Tabla 125, este consta de 5 criterios, de los cuales se ha logrado su cumplimiento tal como se menciona en la sección 4.5.2, ya que el conjunto se compone de diversos espacios abiertos con las características requeridas.

Cabe destacar que, para consideraciones del subsidio federal no es necesaria la diferenciación entre espacios públicos y recreativos para la asignación de puntos. Esto a diferencia del sistema LEED, ya que como se vio en los créditos L-DPC-C9 y L-DPC-C10, no era posible contar un mismo espacio como área pública y área recreativa para el cumplimiento de ambos créditos.

4.6.2.5.1.1 Subcrédito C-DC-C1.1: Cancha deportiva

Dentro del conjunto se incorporaron tres canchas deportivas, dos son de uso múltiple para fútbol, básquetbol y vóleybol (cancha A y cancha B); la otra es únicamente para fútbol (Cancha C). Las tres cuentan con las dimensiones mínimas correspondientes de 15 metros de ancho y 30 metros de largo.

La cancha A se situó en el jardín vecinal, la cual se encuentra a una distancia caminable no mayor a 197 metros de las viviendas, tal como se muestra en la Ilustración 64 para el cumplimiento del crédito L-DPC-C10 de LEED.

En cuanto a las canchas B y C, como se muestra en la imagen se situaron en un área libre con conexión directa hacia los accesos principales del 46% de los componentes residenciales, área propuesta para el cumplimiento del prerrequisito L-DPC-P1 de LEED, y la obtención de puntos en el crédito L-DPC-C9 de LEED.

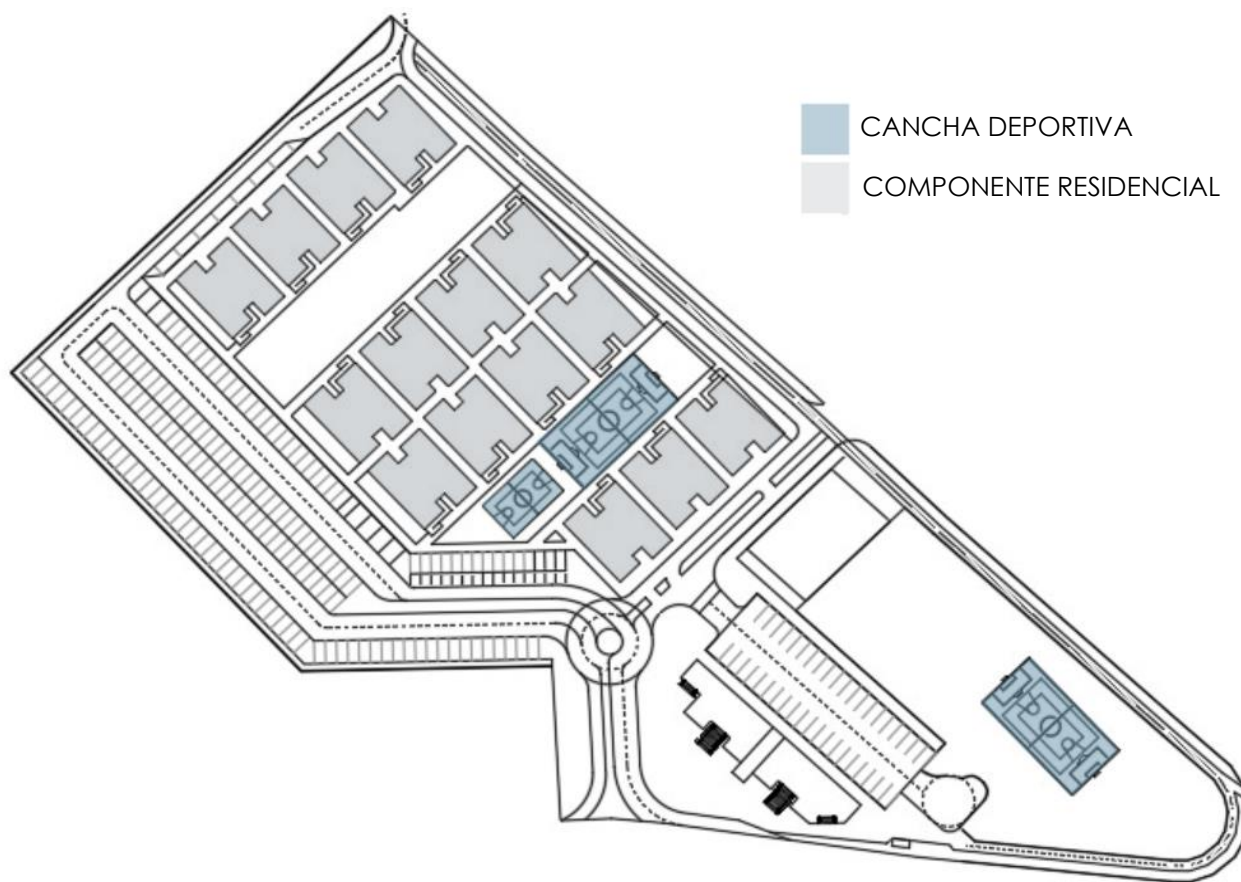


Ilustración 82. Canchas deportivas dentro del conjunto, crédito C-DC-C1.1 de CONAVI.

Fuente: Elaboración propia.

4.6.2.5.1.2 Subcrédito C-DC-C1.2: Espacio Deportivo y Recreativo

Como se mencionó anteriormente, se proponen dentro del conjunto diversos espacios destinados tanto al deporte como a la recreación.

Como se muestra en la imagen se tienen tres espacios que cumplen con los propósitos del presente crédito de CONAVI. El espacio A, constituido por juegos y áreas de recreación infantil, consta de 1, 191 m². El espacio B, que cuenta con canchas deportivas, consta de 1,016 m². Finalmente, el jardín vecinal que se compone de áreas de recreación infantil, asadores, canchas deportivas y pistas para correr, consta de 3,742 m². Ya que tales espacios se encuentran dentro del terreno del proyecto, cumplen tanto con la superficie, como la distancia mínima requerida, por lo que se cumple con los lineamientos de CONAVI.

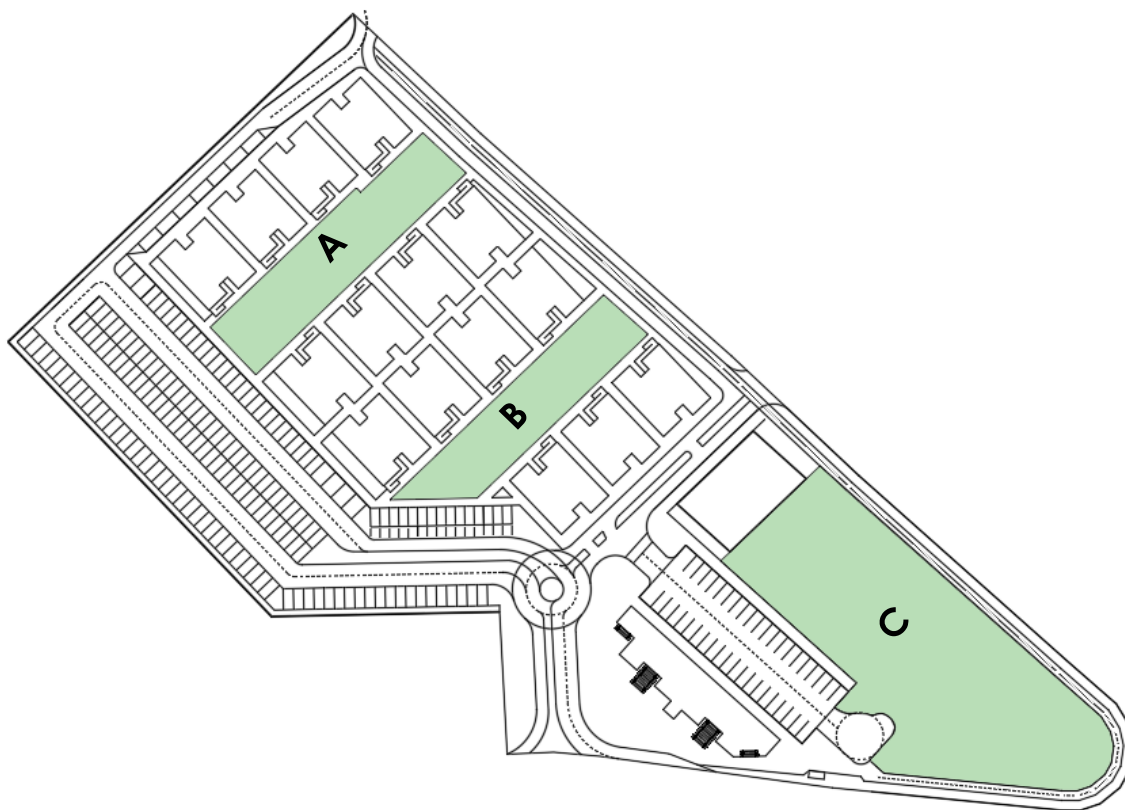


Ilustración 83. Canchas deportivas dentro del conjunto, crédito C-DC-C1.2 de CONAVI.

Fuente: Elaboración propia.

4.6.2.5.1.3 Subcrédito C-DC-C1.3: Parque infantil

Tal como se mencionó en el crédito anterior, el conjunto cuenta con un espacio dirigido a la recreación infantil en el que se encuentran juegos para infantes y asadores. Éste fue ubicado estratégicamente con conexión directa a los accesos de las viviendas con el fin de cumplir con el prerequisite L-DPC-P1 de LEED. Adicionalmente, se evitó a los usuarios cruzar cualquier tipo de vialidad para acceder a estos espacios. De tal manera, se logra el cumplimiento del crédito de CONAVI.

4.6.2.5.1.4 Subcrédito C-DC-C1.4: Centro Comunitario

Dentro del proyecto se incluyó un Centro para el Desarrollo Comunitario dirigido tanto a los usuarios del conjunto, como a la población perteneciente a las comunidades aledañas. Aunque para el cumplimiento del crédito únicamente se requiere de proponer un espacio que conste de al menos un baño y un área administrativa, se optó por seguir el programa arquitectónico propuesto por SEDESOL para el Centro de Desarrollo Comunitario, tal como se describe en el apartado 4.5.3. Esto tiene la ventaja de cumplir con el crédito y proporcionar un equipamiento más completo.

4.6.2.5.1.5 Subcrédito C-DC-C1.5: Área verde

Se han descrito espacios abiertos de los que dispone el conjunto las cuales son consideradas como áreas verdes. Sin embargo, también se cuentan con otras zonas que pueden ser tomadas como tal, que constan de camellones, accesos y jardineras. De tal forma, el área verde total del conjunto consta de 7, 551 m², lo que representa el 28% de la superficie total del terreno.

Así mismo, la selección de la vegetación se realizó de acuerdo a la Base de Datos Global de Especies Invasoras, hecha por el ISSG, así como la Guía de Forestación del Municipio de Mexicali, esto con el fin de proponer plantas endémicas y no invasoras. La selección de vegetación se describe en el punto 4.6.1.3.7, ya que se requirió para el cumplimiento del

crédito L-IEV-C4 de LEED, y permite la obtención de puntos para el presente crédito de CONAVI. Como resultado final del crédito C-DC-C1 Espacios Abiertos y Áreas Libres, se logró una **puntuación de 50**, ya que se realizaron 5 acciones.

4.6.2.5.2 Crédito C-DC-C2: Huertos Urbanos

El crédito tiene como objetivo la producción comunitaria de alimentos a través de huertos urbanos. A diferencia del crédito L-DPC-C13 de LEED, en el cual se requiere de un área de producción en función a la densidad de vivienda del conjunto, el Subsidio Federal no solicita una superficie mínima. No obstante, como se vio en dicho crédito, en el caso de este proyecto se busca dar el mayor aprovechamiento a los espacios abiertos para espacios cívicos y áreas de recreación, por lo que tampoco se obtiene puntuación en el crédito perteneciente al Subsidio Federal.

4.6.2.5.3 Crédito C-DC-C3: Azotea Verde

El propósito del crédito es el aprovechamiento de los beneficios que puede brindar la implementación de una azotea verde sobre las edificaciones, ya sea para la captación de agua pluvial, adecuación térmica, o reducción de islas de calor.

En el caso de la certificación LEED esta estrategia también se sugiere para lograr el cumplimiento de varios créditos, sin embargo, se considera que la inversión de materiales, así como el cuidado y mantenimiento pueden llegar a encarecer el valor final de la vivienda, razón por la que se optó por no añadirla a este proyecto.

4.6.2.5.4 Crédito C-DC-C4: Lavado y secado

El crédito consiste en proporcionarle a los usuarios del conjunto habitacional un centro de lavado y secado que cuente con equipos eficientes. No obstante, dentro de las viviendas se han incluido espacios de servicio en donde se pueden situar lavadoras y lavaderos para la misma función. Motivo por el cual tal centro no se incluyó dentro del conjunto propuesto.

4.6.2.5.5 Crédito C-DC-C5: Usos mixtos

El objetivo del crédito es fomentar el desarrollo de conjuntos con diversidad de usos de suelo para mejorar la calidad de vida de los usuarios. Para su cumplimiento, se requiere que el 20% del área vendible del terreno sea destinado a comercio y servicios.

Ruta de cumplimiento

Como se vio en la sección 4.6.1.1.5, de la superficie construible, equivalente a 20,558 m² hectáreas, se destinaron 6,784 m² a componentes no residenciales, en los cuales se encuentran locales comerciales, un jardín vecinal y un Centro de Desarrollo Comunitario. Tal superficie representa el 33% del área vendible del terreno, por lo tanto, se cumple con el crédito del Subsidio Federal y se obtienen **35 puntos**.

4.6.2.5.6 Crédito CDC-C6: Tipología

El propósito del crédito es fomentar conjuntos habitacionales que cuenten con diversidad de tipos de vivienda para generar sentido de individualidad y pertenencia en aquellos que lo habiten. Para la obtención de puntos se requiere disponer de más de una tipología de vivienda en al menos 30% del total de los componentes residenciales.

Ruta de cumplimiento

Dentro del cumplimiento del crédito L-DPC-C4 de LEED, se propusieron tres tipos de vivienda que varían en superficie, cantidad de recámaras y en adecuaciones para personas discapacitadas. Así mismo, como se vio en capítulos anteriores, la zona residencial se compone de quince edificaciones, tres de ellos son del prototipo “Universal” que consta de dos tipos de vivienda; y los doce restantes son del prototipo “Compacto” que consta de tres tipos de vivienda. Por lo tanto, el 100% de los componentes cuentan con más de una tipología de vivienda y se cumple con el crédito Subsidio Federal con **20 puntos**.

4.6.2.5.7 Crédito C-DC-C7: Muros Ciegos

El objetivo de este crédito es evitar los muros ciegos que colinden con vialidades o espacios públicos para promover la conectividad con comunidades aledañas.

Ruta de cumplimiento

De acuerdo a los lineamientos del prerrequisito L-DPC-P3 de LEED, todas las áreas libres deben estar abiertos al público en general por lo que se prohíbe la implementación de muros y/o enrejados que limiten la accesibilidad. Por ello, este proyecto logra la adquisición de **6 puntos** en el crédito perteneciente al Subsidio.

4.6.2.5.8 Crédito C-ES-C8: Arbolado

El crédito se enfoca en proporcionar espacios arbolados con vegetación adecuada al lugar en el que se sitúa el proyecto.

Ruta de cumplimiento

Como ya se mencionó para el cumplimiento del crédito L-IEV-C9 y L-PDC-C14 de LEED, se incorporó una cantidad considerable de arbolado con el fin de sombrear el 60% de la longitud lineal de las aceras, además de los árboles que se plantean dentro de las áreas verdes. No obstante, la cantidad total de árboles que se proponen en este proyecto es inferior a la cantidad de viviendas que componen la zona residencial, razón por la que no es posible la adquisición de puntos.

4.6.2.6 Diseño de la vivienda

Esta categoría tiene como enfoque proporcionar viviendas con espacios interiores de calidad que favorezcan el confort de sus habitantes. Se compone de los siguientes factores, junto a su respectiva puntuación:

CLAVE	CRÉDITO	RUTA SELECCIONADA	PUNTAJE DE ESTE PROYECTO
C-DV-C1	Superficie	Viviendas con superficie habitable superior a 42 m ²	50
C-DV-C2	Altura	Altura mínima de techo bajo de losa de 2.70m en climas cálidos	25
C-DV-C3	Discapacidad	Vivienda equipada y diseñada para personas con discapacidad	17

Tabla 126. Requerimiento y Puntaje de Categoría de Diseño de Vivienda, de CONAVI.

Fuente: Elaboración propia con base en dato obtenidos de CONAVI.(2017)

Mediante el diseño de este proyecto se logró la adquisición de **92 puntos**, los cuales se describen a continuación.

4.6.2.6.1 Crédito C-DV-C1: Superficie

El objetivo del crédito es promover espacios habitables de superficie suficiente para llevar a cabo las actividades que atiendan las necesidades del usuario.

Ruta de cumplimiento

Visto en los capítulos anteriores, aunque dentro del proyecto predominan prototipos de 39 m², con el fin de proporcionar viviendas asequibles que responden a la superficie mínima sugerida por INFONAVIT, también se proponen prototipos que constan de 48 y 65 m², las cuales se adaptan a las necesidades de una persona con discapacidad y superan la superficie mínima impuesta por los lineamientos del crédito del Subsidio Federal, por lo que se adquieren **50 puntos**.

4.6.2.6.2 Crédito C-DV-C2: Altura

Al igual que el crédito anterior, este tiene como propósito brindarle al usuario espacios habitables que los mantengan en un estado de confort para realizar sus respectivas actividades.

Ruta de cumplimiento

De acuerdo al Reglamento de Edificaciones para el Municipio de Mexicali, los proyectos multifamiliares deben cumplir con una altura libre mínima de 2.40 metros. No obstante, por cuestiones de un mayor confort lumínico, térmico y visual, el crédito perteneciente al Subsidio Federal, sugiere para climas cálidos la proporción de una altura mínima de 2.70 metros dentro de los espacios de la vivienda. Por parte del sistema certificador LEED no se tiene un lineamiento en el que se sugiera una altura mínima, por lo tanto, como se muestra en la Ilustración 84, en este proyecto se tomó como base el lineamiento de Subsidio CONAVI, al ser el estándar más alto.

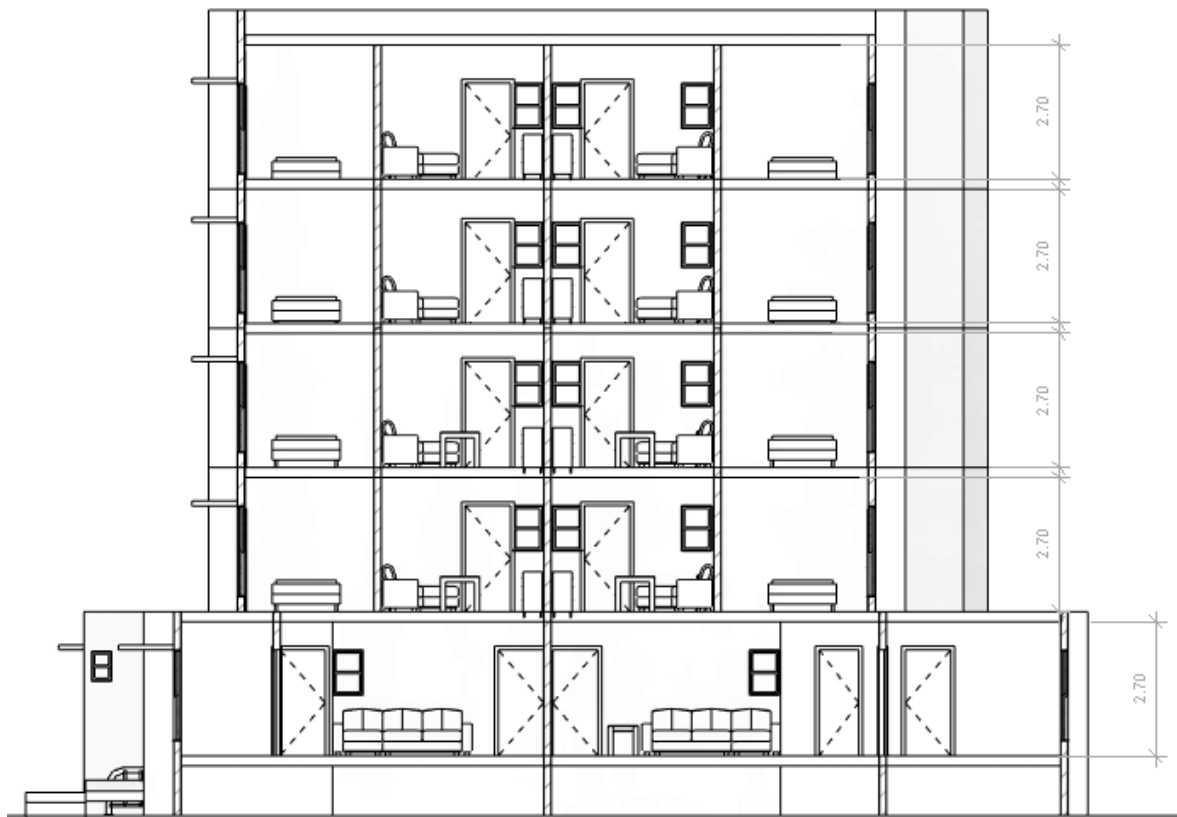


Ilustración 84. Corte longitudinal de Edificación y Altura Libre.

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos de CONAVI.(2017)

4.6.2.6.3 Crédito C-DV-C3: Discapacidad

El propósito del crédito es fomentar el desarrollo de conjuntos de vivienda aptos para la habitabilidad de personas que presenten alguna discapacidad.

Ruta de cumplimiento

Como ya se mencionó, el conjunto cuenta con 108 viviendas de 300 en total, que han sido adecuadas en sus dimensiones con base en el radio de giro de una silla de ruedas. Tales adecuaciones se llevaron a cabo dentro de la habitación principal, el baño y el acceso a la vivienda para el cumplimiento de las condiciones del crédito L-DPC-C11 de LEED, mismo que facilitó la adquisición de 17 puntos para este crédito perteneciente al Subsidio Federal. (Ver Ilustraciones 34 y 35)

4.6.2.7 Eficiencia en consumo de agua

La categoría se enfoca en crear desarrollos que promuevan la reducción de consumo de agua interno y externo, mediante las siguientes estrategias:

CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DE LAS SOLUCIONES HABITACIONALES DEL SUBSIDIO FEDERAL CONAVI				
CATEGORÍA	CLAVE	CRÉDITO	RUTA DE CUMPLIMIENTO	PUNTAJE QUE OTORGA CONAVI
EFICIENCIA EN CONSUMO DE AGUA POTABLE	Prerrequisitos			
	C-ECA-P1	Accesorios eficientes	Inodoros de descarga máxima de 5 litros.	
			Regadera grado ecológico.	
			Llaves con ahorrador de agua que cumplan con la	
			Válvulas de seccionamiento para alimentación en	
	Medidor de flujo que cumpla con la normatividad vigente.			
	Créditos			
	C-ECA-C1	Reducción	Inodoros de descarga máxima de 4 litros.	8
C-ECA-C2	Captación	Sistema de captación de agua pluvial	25	
C-ECA-C3	Tratamiento	Tratamiento de agua para su reúso.	35	

Tabla 127. Requerimientos y Puntaje de Categoría de Eficiencia en consumo de Agua

Fuente: Elaboración propia con base en dato obtenidos de CONAVI.(2017)

En este proyecto se obtuvo una puntuación de 8 dentro de la categoría, el motivo se discute enseguida.

4.6.2.7.1 C-ECA-P1 Prerrequisito: Accesorios eficientes

El propósito del crédito es lograr una reducción del consumo de agua interior a través de la implementación de accesorios eficientes.

Ruta de cumplimiento

Tanto los prerrequisitos del Subsidio Federal, como los del sistema certificador LEED, fueron cumplidos de manera simultánea, ya que para lograr la reducción mínima del 20% del consumo interior del prerrequisito L-IEV-P3 de LEED se implementaron todos los accesorios eficientes mencionados en la Tabla 127 que impone el prerrequisito C-ECA-P1 del Subsidio. La selección de accesorios se hizo al tomar como base principal el catálogo sugerido por Hipoteca Verde. De tal catálogo se eligieron aquellos de menor consumo hídrico y en el caso de grifos de cocina y baño fueron sustituidos por otros provenientes de marcas nacionales que presentan mayor eficiencia, y permitieron más del 40% de reducción del consumo interno, junto con el cumplimiento del crédito L-IEV-C3 de LEED. (Ver discusión en la sección 4.6.1.3.6)

4.6.2.7.2 C-ECA-C1 Crédito: Reducción.

Al igual que el prerrequisito, el crédito tiene como objetivo la reducción del consumo de agua interior generado por el uso de los inodoros dentro de la vivienda.

Ruta de cumplimiento

Como se mencionó anteriormente, el modelo de inodoro para este proyecto se seleccionó del catálogo de Hipoteca Verde. Tal mueble sanitario presenta un consumo de 3.9 litros, por lo que presenta una mayor eficiencia con respecto a la línea base de LEED, con una reducción de consumo diario por persona de 10.5 litros. De igual forma, es más eficiente que el Modo prescriptivo de LEED con una reducción de consumo de 4.5 litros. Y, por último, presenta una reducción de 0.1 litros de consumo diario por persona con respecto al estándar del Subsidio federal para el cumplimiento del presente crédito. Motivo por el que se adquieren **8 puntos**.

4.6.2.7.3 C-ECA-C2 Crédito: Captación

El propósito del crédito es la captación de agua pluvial para su reutilización y de tal forma reducir el consumo hídrico.

Ruta de cumplimiento

Puesto que se cuenta con una precipitación anual escasa de 75mm, no se considera relevante la captación de agua pluvial.

4.6.2.7.4 C-ECA-C3 Crédito: Tratamiento

El objetivo del crédito es disminuir la contaminación proveniente de aguas residuales, así como reducir el consumo de agua potable a través de su reutilización.

Ruta de cumplimiento

Tal como se discute en los puntos 4.6.1.3.7 y 4.6.1.3.14, a pesar de los beneficios que podría aportar a un proyecto el tratamiento de aguas residuales, en este caso se considera que la infraestructura y mantenimiento necesario encarecerían el valor final de la vivienda, por lo que no se implementó dentro de este proyecto.

4.6.2.8 Eficiencia en Energía

La categoría tiene como enfoque la reducción del consumo energético en los desarrollos mediante el diseño y construcción eficiente de las edificaciones, así como la implementación de diversas ecotecnologías.

Como se indica en la Tabla 128, la categoría se compone de prerequisites y créditos de los cuales este proyecto obtuvo 101 puntos en total. A continuación, en este apartado se mencionan las rutas de cumplimiento seguidas dentro del diseño.

CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DE LAS SOLUCIONES HABITACIONALES DEL SUBSIDIO FEDERAL CONAVI			
CATEGORÍA	CLAVE	CRÉDITO	ruta de cumplimiento
EFICIENCIA EN ENERGÍA	Prerrequisitos		
	C-EE-P1	Accesorios eficientes	Lámparas fluorescentes compactas autobalastadas, mínimo de 20 watts en interiores y 13 watts en exteriores.
			Calentador de gas de paso de rápida recuperación o instantáneo.
			Calentador solar de agua. Obligatorio para bioclimas templados y semifríos
			Aislamiento térmico en el techo y en el muro de mayor superficie de insolación, con valor mínimo de R de NMX-C-460-ONNCCE-2009
			Medidor de flujo que cumpla con la normatividad vigente.

Tabla 128. Requerimientos obligatorios de la categoría Eficiencia en Energía de CONAVI.

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos de CONAVI.(2017)

EFICIENCIA EN ENERGÍA	Créditos			
	C-ECA-C1	Calentador de gas	Calentador de gas de paso de rápida recuperación o instantáneo.	8
	C-ECA-C2	Sellado	Sellado en puertas y ventanas	0
	C-ECA-C3	Lámpara LED	Al menos 50% de lámparas LED (de mínimo 3.5W y cumplir con una eficiencia mínima de 80 lm/W, y de tipo omnidireccional)	17
	C-ECA-C4	Partesoles	Incorporación de partesoles opacos, volados y/o ventanas remetidas en fachadas sur, este y oeste.	17
	C-ECA-C5	Equipo eficiente	Refrigerador eficiente	0
	C-ECA-C6	Aislamiento	Aislamiento en muro de mayor asoleamiento (únicamente vivienda vertical)	17
	C-ECA-C7		Aislamiento en último nivel (únicamente en vivienda vertical)	17
	C-ECA-C8	Envoltente térmica	Envoltente térmica (comprobar eficiencia mínima del 20% superior a lo establecido como base en la NOM-020-ENER.	0
	C-ECA-C9	Monitoreo	Monitor electrónico instalado a muro de consumo de energía eléctrica, gas y agua	0
	C-ECA-C10	Ventanas	Ventanas con doble acristalamiento instalado sobre manguetería de PVC.	25
	C-ECA-C12	Diseño	Diseño arquitectónico pasivo y eficiencia energética con calificación SISEVIE-ECOCASA mínimo de ECO.	0
	C-ECA-C13	Material	Sistema de losa con viga y bovedilla de poliestireno expandido que evite los puentes térmicos.	0
	C-ECA-C14	Energía renovable	Paneles fotovoltaicos para el conjunto interconectados a red.	0
	C-ECA-C15	Lámpara LED	Alumbrado público LED con celdas fotosensibles y/o fotovoltaicas	0
	TOTAL			101

Tabla 129. Requerimientos y puntuación obtenida del proyecto.

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos de CONAVI.(2017)

4.6.2.8.1 Prerrequisito C-EE-P1: Accesorios Eficientes

El propósito del requisito obligatorio es reducir el consumo energético de las edificaciones a través de la aplicación de ecotecnologías.

Ruta de cumplimiento

Como se vio en la sección 4.6.1.3.2, para el cumplimiento del prerrequisito L-IEV-P2 del sistema de certificación LEED y del crédito C-EE-C2 del Subsidio que le proporciona al proyecto **17 puntos**, se propone como sistema de iluminación focos LED de 60 y 40 Watts. Como se muestra en la Ilustración 85, una lámpara LED representa una mayor eficiencia y ahorro energético que la lámpara fluorescente. Por lo que se cubre un estándar mayor al requerido por el prerrequisito del Subsidio Federal.

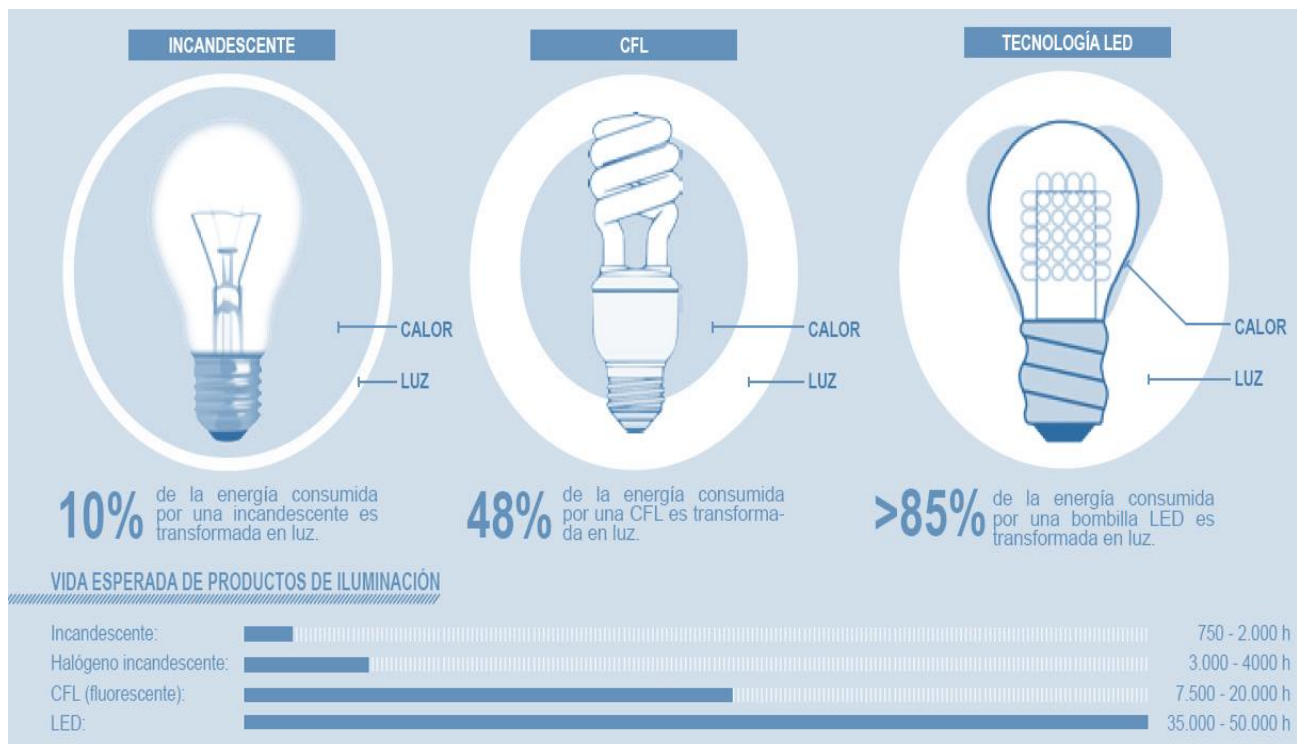


Ilustración 85. Comparación de consumo energético según tipo de lámpara.

Fuente:Ledbox (sf)

Paralelamente, para el cumplimiento del prerrequisito L-IEV-P2 de LEED, se implementó para el calentamiento de agua de las viviendas un calentador de gas de paso de rápida recuperación, por lo que se cumple a la vez con el crédito C-EE-C1 del Subsidio con **8 puntos**. Al tratarse de un proyecto en una región de clima cálido se omitió la introducción de un calentador solar.

En cuanto al aislamiento térmico, se propusieron materiales constructivos con base en el valor R mínimo indicado por el estándar ASHRAE 90.1-2010 (para el cumplimiento del crédito L-IEV-P2), y la norma mexicana NOM-C-460-ONNCCE-2009. Ambos lineamientos indican las especificaciones del aislamiento en muros, techos y entrepisos de acuerdo a la zona climática en la que se encuentra el proyecto y la función de los espacios que cubre la envolvente, y se tomó en cuenta el de mayor exigencia, de modo que se cumpla con ambas regulaciones. Por ello, se cumple simultáneamente con los créditos C-EE-C5 y C-EE-C6 del Subsidio Federal con los que se adquieren **34 puntos**.

Por último, se propuso un medidor del consumo de energía también para el cumplimiento del prerrequisito de sistema certificador LEED. Por lo tanto, todos los requerimientos indicados por el estándar ASHRAE 90.1-2010 aportaron para cumplir con los requisitos obligatorios del Subsidio.

4.6.2.8.2 Crédito C-EE-C3: Diseño Pasivo

El crédito tiene como objetivo la generación del confort térmico dentro de los espacios interiores mediante estrategias de diseño pasivo.

Ruta de cumplimiento

Como se vio en el apartado 4.6.1 se aplicaron diversas estrategias de diseño bioclimático dentro de las viviendas tales como:

- Reducción de porcentaje de vidrioado con respecto a la fachada. Como se muestra en la siguiente tabla se optó por reducir considerablemente el área de ventanas, con el fin de proteger los espacios interiores de las altas temperaturas del exterior. Para ello se tomó en cuenta el Reglamento de Edificaciones para el Municipio de Mexicali que consiste en proporcionar vanos con una dimensión igual o mayor al 10% de la superficie del espacio, esto con el fin de brindar iluminación y ventilación natural. Mediante la reducción mencionada se obtuvo el 7.40% de relación de proporción ventana-muro.

Orientation	Wall Area (m²) Ejemplo: 120	Glazing Area (m²) Ejemplo: 60	Relación en %
Norte			
Sur			
Este			
Oeste			
Noreste	274.00	27.70	10.11
Noroeste	250.00	11.10	4.44
Sudeste	250.00	11.10	4.44
Sudoeste	274.00	27.70	10.11
Total	1,048.00	77.60	
		WWR	7.40%

Tabla 130. Proporción de ventana-muro en el proyecto.

Fuente: Elaboración propia a través de EDGE buildings 2019

- Proporción de aleros. El dimensionamiento de aleros se realizó con base en la orientación de las fachadas, así como las horas críticas de mayor temperatura y exposición solar. De tal forma, los espacios interiores se mantienen protegidos del entorno y se obtuvo un Factor promedio de sombreado anual (AASF, por sus siglas en inglés) de 0.36.

Orientación de la ventana	Área de las ventanas (m²)	Tipo de alero	Profundidad del alero	AASF
Noroeste	11.10	Sin alero	No corresponde	0.00
Noreste	27.7	Alero horizontal	Dh=H/2 (window overhang depth=1/2 window height)	0.37
Sudeste	11.10	Alero horizontal	Dh=H/2 (window overhang depth=1/2 window height)	0.38
Sudoeste	15.00	Alero combinado	Dh=H/2 & Dv=W/2 (horiz. overhang=1/2 window ht, vert. overhang=1/2	0.56

Tabla 131. Proporción de ventana-muro en el proyecto.

Fuente: Elaboración propia a través de EDGE buildings 2019

- Ventilación natural. Como se mencionó anteriormente, para el dimensionamiento de las ventanas se tomaron en cuenta las proporciones mínimas indicadas por el reglamento local, así como los parámetros de la aplicación EDGE para determinar si las aberturas cumplen con los requisitos de área mínima con base en la relación de profundidad de la habitación/altura del techo. Adicionalmente, se situaron las

HME09 - Ventilación natural

Relación profundidad de la habitación/altura del techo (D:H)							
Tipo de espacio	Nombre de la habitación/espacio	Tipo de abertura	Profundidad de la habitación (m) E.g. 5	Altura del techo (m) E.g. 5	D:H máxima permitida	D:H del espacio	¿Está dentro de los límites de D:H máxima?
Dormitorio	D1	Ventilación cruzada	3.75	2.70	5.00	1.39	Yes
Dormitorio	D2	Un solo lado, una sola abertura	2.60	2.70	1.50	0.96	Yes
Cocina	C	Ventilación cruzada	2.70	2.70	5.00	1.00	Yes
Sala de estar	S	Ventilación cruzada	3.80	2.70	5.00	1.41	Yes

Tabla 132. Relación de profundidad de la habitación del techo.

Fuente: Elaboración propia a través de EDGE buildings 2019

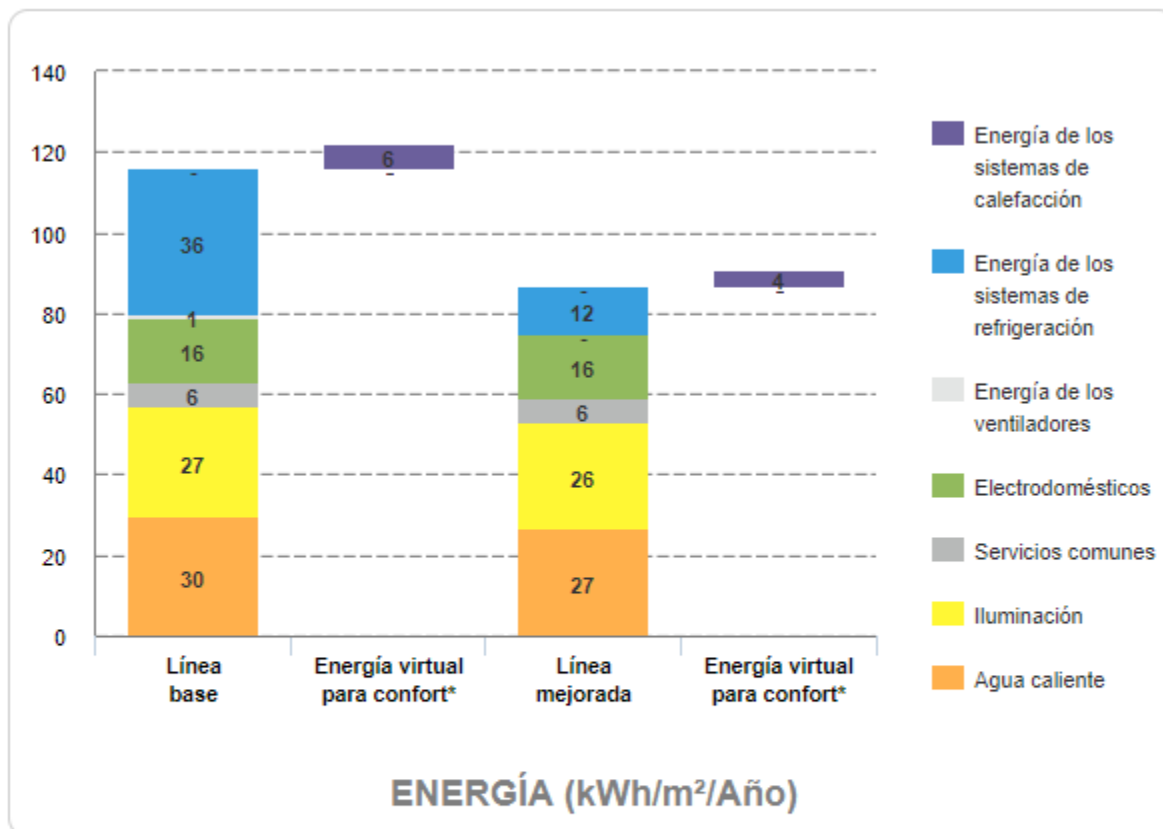
Área mínima de abertura				
Área de la habitación (m²) E.g. 30	Área de la abertura (m²) E.g. 5	Área mínima de la abertura requerida (m²)		¿Cumple los requisitos de área mínima?
9.22	2.22	20%	1.84	Yes
5.20	1.10	20%	1.04	Yes
3.20	1.10	25%	0.80	Yes
6.50	1.65	20%	1.30	Yes

Tabla 133. Área mínima de abertura.

Fuente: Elaboración propia a través de EDGE buildings 2019

Ahora bien, para el cumplimiento del presente crédito del Subsidio Federal se requiere que las estrategias pasivas sean evaluadas con SISEVIVE-ECOCASA, sistema de evaluación desarrollado por INFONAVIT que proporciona herramientas de cálculo para el Diseño Energéticamente Eficiente de la Vivienda. No obstante, para los propósitos y alcances de este proyecto no se llevó a cabo la evaluación mediante tal herramienta, por lo que no se obtiene una puntuación. Sin embargo, se realizó un análisis a través de la aplicación EDGE, la cual funciona como método comparativo con un caso base. Como se observa en el gráfico al aplicar únicamente las estrategias pasivas ya mencionadas se logra el cumplimiento de la norma EDGE en materia de energía al obtener una reducción de consumo energético del 26.18%, porcentaje que se refleja en la energía requerida para los sistemas de refrigeración.

26.18% Cumple con la norma EDGE en materia de energía



+ Mostrar las emisiones/compensación de carbono

*La "energía virtual" es la cantidad de energía que sería necesaria si eventualmente en la casa/departamento se instalara aire acondicionado o calefacción.

Exención de responsabilidad: EDGE fue diseñado como un software comparativo y no como una herramienta de diseño. Por lo tanto, los resultados previstos para energía, agua y materiales pueden ser distintos que los resultados reales.

Gráfico 16. Cumplimiento de norma EDGE en materia de energía.

Fuente: Elaboración propia a través de EDGE buildings 2019

4.6.2.8.3 Crédito C-EE-C4: Equipo eficiente

El propósito del crédito es proporcionar equipos de mayor eficiencia que los de uso convencional.

No obstante, en este proyecto se buscó primordialmente brindarle a los usuarios ecotecnologías y equipos eficientes que se encuentren integrados de manera fija dentro de la vivienda, por lo que no se tuvo adquisición de puntos en este crédito.

4.6.2.8.4 Crédito C-EE-C7: Envolvente térmica

El crédito tiene como objetivo el desarrollo de edificaciones que resguarden el confort térmico a través de la eficiencia y aislamiento de los sistemas constructivos que componen la envolvente.

Ruta de cumplimiento

Como se vio en el apartado 4.6.1.3.1, para el cumplimiento del prerrequisito L-IEV-P2 de LEED, se seleccionaron los sistemas constructivos del entrepiso, muros y cubierta con base en los lineamientos del estándar ASHRAE 90.1-2010 y la norma oficial mexicana NMX-C-460-ONNCCE-2009, de los cuales se tomaron en cuenta los rangos de mayor exigencia.

No obstante, se requiere de la comprobación de la eficiencia mínima de la envolvente de al menos un 20% superior a lo establecido como línea base en la NOM-020-ENER-2011. Para ello es requerido el desarrollo de un método de cálculo impuesto por la norma en el que se analizan los componentes de la envolvente, mismo que no se llevó a cabo en este proyecto, razón por la que no se obtuvo puntuación en el presente crédito del Subsidio.

4.6.2.8.5 Crédito C-EE-C8: Monitoreo

El crédito tiene como propósito la reducción del consumo energético, de agua y de gas, mediante su medición y monitoreo constante.

Como se mencionó anteriormente, para el cumplimiento del prerequisite L-IEV-P2 y el método prescriptivo del estándar ASHRAE 90.1 se propuso un sistema de monitoreo que funciona a través de una aplicación en el celular del usuario. Tal dispositivo permite la programación horaria y por fechas de electrodomésticos e iluminación, así como la medición y el almacenamiento del consumo energético. Sin embargo, el presente crédito del Subsidio además de la medición del consumo de energía se requiere del consumo de agua y gas, por lo tanto, no se adquieren puntos en este caso.

4.6.2.8.7 Crédito C-EE-C10: Parte soles

El crédito tiene como objetivo la proporción de elementos de sombreado como protección a los espacios interiores de la radiación solar.

Ruta de cumplimiento

Visto en las secciones 4.6.1 y 4.6.2.8.4, dentro de las estrategias de diseño pasivo que se implementaron en las edificaciones de este proyecto fue la propuesta de aleros y generación de remetimientos de ventanas. El dimensionamiento de aleros varía en función a su orientación hacia el sureste, suroeste, y noreste, y los remetimientos se tienen en todas las fachadas. Por lo tanto, se obtienen **17 puntos**.

4.6.2.9 Manejo de Residuos

El propósito del crédito es fomentar la separación de residuos domésticos. Esta categoría únicamente se tiene como requisito obligatorio por parte del Subsidio Federal, a diferencia del sistema de certificación LEED en el que se tiene como método de obtención de puntos.

Para su cumplimiento se requiere lo siguiente:

PUNTUACIÓN DE SUBSIDIO CONAVI OBTENIDA EN EL PROYECTO			
CATEGORÍA	CLAVE	CRÉDITO	ruta de cumplimiento
MANEJO DE RESIDUOS	Prerrequisitos		
	C-MR-P1	Separación de residuos	Botes diferenciados para la separación de residuos orgánicos e inorgánicos. Depósitos para la separación de residuos sólidos con tapa y ubicados en un área ventilada y accesible para su recolección.

Tabla 134. Requerimiento de categoría Manejo de Residuos

Fuente: Elaboración propia con base en datos de CONAVI.(2017)

Ruta de cumplimiento

Visto anteriormente, una de las estrategias implementadas en el edificio multifamiliar es la integración de ductos para el depósito de residuos de los residentes. Los ductos se encuentran divididos entre residuos orgánicos e inorgánicos y se conectan desde planta baja hasta el Nivel 5. (Ver ubicación en Ilustración 86).

Así mismo, a nivel de conjunto se ubicaron dos sitios para el depósito de residuos que se encuentran próximos a los accesos para facilitar su recolección y ventilación. (Ver Ilustración 87)

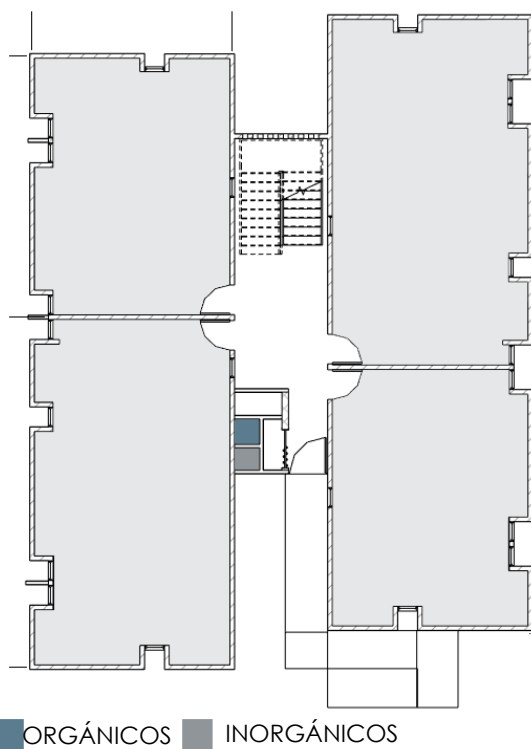
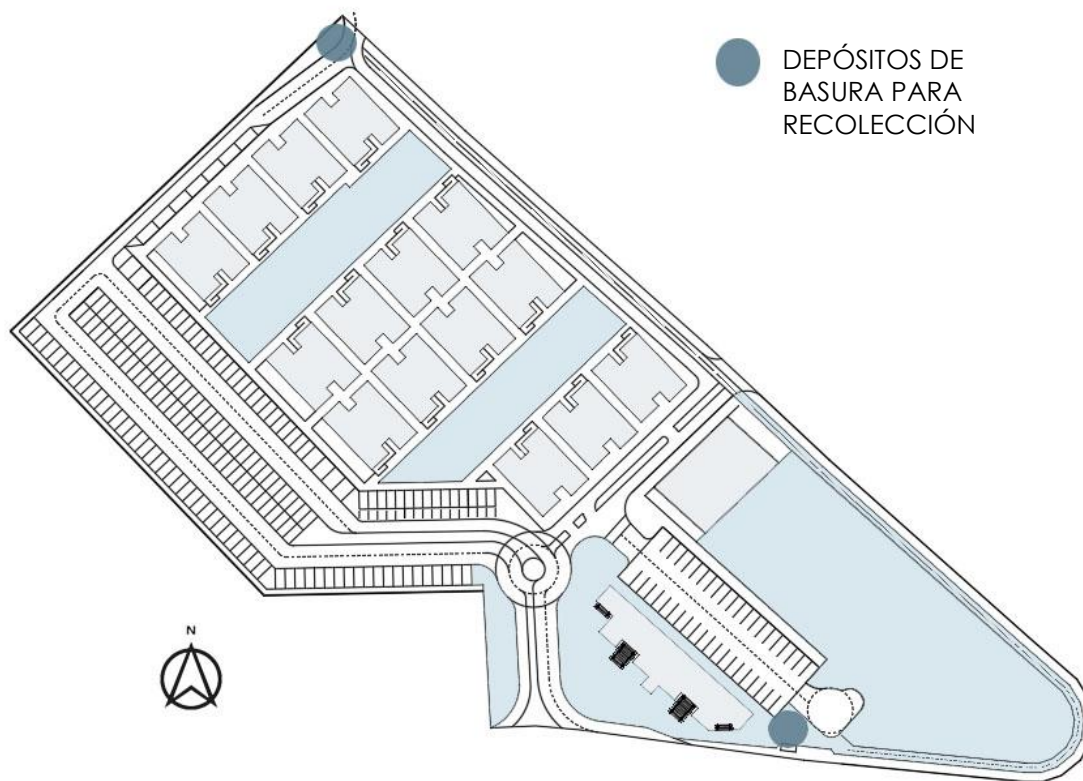


Ilustración 86. Separación de residuos en la edificación

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 87. Depósito de residuos para su recolección.

Fuente: Elaboración propia.



En síntesis, bajo la implementación de diversas estrategias de ubicación, movilidad, diseño, y eficiencia, se logró obtener una puntuación total de **1364** en el Subsidio CONAVI, lo que supera el puntaje máximo.

Vale la pena señalar, que el Subsidio Federal ofrece un rango de puntuación en el que la calificación mínima es de 350 puntos, y la máxima es de 1000 puntos. Por lo tanto, mediante el cumplimiento previo de los prerrequisitos y créditos de la certificación LEED de origen estadounidense, se logró obtener el 136% de los objetivos impuestos por el Subsidio que se basa en las normatividades mexicanas.

Por otra parte, como se mencionó en el punto 4.6.1, el subsidio otorga al derechohabiente un monto máximo en función al puntaje del proyecto, así como la categorización de la vivienda, lo cual se define más adelante en el apartado 4.8 Análisis Financiero.

4.7 Discusión de resultados

En este apartado se discutirán los resultados obtenidos durante el desarrollo del presente proyecto, cuyo objetivo general es el diseño conceptual de un conjunto de vivienda vertical de interés social sustentable, en Mexicali, B.C., bajo los lineamientos de certificación LEED Desarrollo Urbano, para comprobar su factibilidad social, ambiental y económica de modo que se obtenga un progreso hacia la sustentabilidad en tal ciudad y en el país.

Como se vio en el punto 2.1.4, de acuerdo al autor Jaime Morales (2004) el desarrollo sustentable se compone de 7 dimensiones relacionadas con el estilo de vida del hombre: ecológica, social, cultural, política, ética, económica y epistemológica. Por lo tanto, el diseño conceptual del conjunto habitacional que se desarrolló aquí, buscó responder a cada una de las dimensiones para ser considerado sustentable. En este proyecto, por tal motivo, se implementaron diversas estrategias y criterios de diseño, basados principalmente en el sistema de certificación estadounidense LEED Desarrollo Urbano, y el sistema mexicano de evaluación del Subsidio Federal de CONAVI.

A continuación, se menciona el alcance de los resultados de la propuesta de acuerdo con la estructura de desarrollo sustentable ya mencionada:

DIMENSIÓN ECOLÓGICA

El proyecto aquí desarrollado, buscó mantener el bienestar del medio natural, por lo que se implementaron diversas estrategias desde la ubicación del conjunto al situarlo en una zona intraurbana, lo cual evita el esparcimiento de la mancha urbana y la alteración de suelos vírgenes. Simultáneamente, la ubicación del proyecto, al estar rodeado de servicios y equipamientos urbanos, permite la reducción de la dependencia de los usuarios al automóvil, los cuales contribuyen en gran medida a la contaminación del aire y suelos, así como la generación de GEI.

Dentro del diseño del conjunto se realizaron reducciones significantes de huellas de construcción, así como de áreas de estacionamiento, de manera que la mayor parte del

terreno se mantuviera con coberturas y superficies permeables. Esto evita la alteración de la vida salvaje y ecosistemas, así como el ciclo hidrológico al posibilitar la infiltración a través de los suelos.

Adicionalmente, en el interior de las edificaciones se implementaron diversas ecotecnologías que permitieron la reducción del consumo de energía, agua, y materiales, esto también logra reducir los GEI generados por la producción de energía requerida para el funcionamiento de las viviendas, y el abuso desmedido del recurso hídrico y materia prima. No obstante, la capacidad de los conjuntos habitacionales de interés social de mitigar los impactos ecológicos está limitada por el precio de la vivienda, por lo que se optó por evitar estrategias como la producción de energía renovable, o el tratamiento y recuperación de aguas grises dentro del proyecto. Esto debido a que tal tipo de elementos pueden llegar a incrementar el costo final de la vivienda, además del requerimiento de áreas libres las cuales se consideró de mayor importancia dirigirlas para el uso público.

DIMENSIÓN SOCIAL

El propósito de la propuesta de este proyecto, es el incremento en el bienestar y la calidad de vida del usuario, por ello se planteó la ubicación del proyecto en un sitio que se complementa con usos mixtos de equipamientos y servicios que fomenten el desarrollo de los residentes y visitantes. Así mismo, se proporcionaron espacios públicos como medios de transición de lo público a lo privado que promueven la recreación y vinculación de la población.

En cuanto al interior de las edificaciones se implementaron estrategias de diseño bioclimático para brindarle al usuario confort interno que aporta beneficios a la salud y comodidad del residente.

Adicionalmente, se proponen viviendas accesibles para fomentar la integración de la diversidad de capacidades en las personas.

CULTURAL

Como se mencionó anteriormente, en este proyecto se proponen espacios públicos que promueven la convivencia, la cohesión social y, por lo tanto, fomentan la diversidad y tolerancia multicultural.

Así mismo, se plantea la propuesta de un Centro de Desarrollo Comunitario el cual, mediante un modelo de educación comunitario, brinda herramientas y programas para el desarrollo cultural, artístico, deportivo y formativo de las personas.

DIMENSIÓN ÉTICA

El desarrollo de este proyecto busca crear mayor consciencia y sentido de responsabilidad tanto en los desarrolladores, como en los usuarios que habiten los conjuntos de vivienda. Mediante distintas técnicas de investigación, se demostró el impacto negativo que ha tenido el modelo de conjuntos habitacionales que suelen construirse tradicionalmente en la ciudad de Mexicali, ya sea al estar situados en las periferias, como la tipología, materiales, y tecnologías que se implementan. Por otra parte, también se tiene el análisis de los desarrollos que cuentan con certificación DUIS en México, y los efectos negativos que han tenido con el paso del tiempo, tales como generación de inseguridad, fallas por baja calidad de materiales, y ausencia de servicios y equipamientos.

En cuanto a la propuesta, se utilizaron diversos métodos de cálculo basados en la metodología de LEED, así como la herramienta de EDGE para realizar una estimación y demostrar el impacto positivo que se puede tener a través de las estrategias de sustentabilidad aplicadas al proyecto.

Así mismo, el proyecto cuenta con aspectos propuestos para generar hábitos sustentables dentro de la vida cotidiana de los usuarios, tales como los ductos de separación de residuos, la ciclovía, el ciclo puerto, y la reducción del estacionamiento.

DIMENSIÓN POLÍTICA

La propuesta del diseño conceptual desarrollada en este proyecto se basa en los lineamientos de LEED, el subsidio CONAVI, y las normativas locales, sin embargo, se tomaron como punto de partida aquellos estándares de eficiencia de mayor exigencia. Mientras que en algunos aspectos las políticas nacionales superan los lineamientos de LEED, en otros se identificaron oportunidades de mejora en cuanto al marco normativo de las políticas mexicanas. De tal modo, se fomenta el progreso en cuestiones de sustentabilidad dentro de la rama de diseño y construcción, y se construye una sociedad fundamentada.

DIMENSIÓN ECONÓMICA

A través de las estrategias sustentables aplicadas, se fomenta el aprovechamiento de los recursos existentes y la reducción en consumos desmedidos. Esto se ve reflejado en la reducción de inversiones dirigidas a infraestructura hacia los desarrolladores, así como en la disminución de costos de servicios públicos y traslados para los residentes.

Además, para el cumplimiento de un crédito de LEED, se demostró que la zona en la que fue situado el proyecto cuenta con una capacidad de oportunidad de empleos equivalente al número de unidades de vivienda del conjunto, lo cual permite a los residentes contar con trabajos dignos y aumentar su calidad de vida.

DIMENSIÓN EPISTEMOLÓGICA

A lo largo del desarrollo del proyecto, para el cumplimiento de LEED y CONAVI y proponer sistemas innovadores que superen los tradicionales, se consultaron constantemente diversas ciencias en las que se relacionan y vinculan la ecología, el urbanismo, la arquitectura y la construcción.

Por lo tanto, a través de las diversas estrategias aplicadas a este proyecto se logró comprender la vivienda sustentable como parte integral del conjunto, así como parte de la ciudad, mismas que permitieron demostrar distintas maneras de redirigir el modelo de

desarrollo convencional de la ciudad de Mexicali hacia un modelo que puede presentar un mayor equilibrio entre la sociedad, la naturaleza y el gobierno.

4.8 Análisis Financiero

Este proyecto tiene como uno de sus objetivos específicos la evaluación estimada de factibilidad económica del diseño conceptual de un conjunto de vivienda de interés social sustentable.

Una vez determinadas las estrategias de diseño, para evaluar económicamente el proyecto se implementó una estimación de costos de construcción. Existen cinco métodos de estimados, los cuales varían en función a los requerimientos de precisión, el nivel de información con la que se cuenta del proyecto y la disponibilidad del tiempo. Estos métodos son:

- Orden de magnitud o aproximados
- Paramétricos
- Por componentes (fases constructivas sistemas completos)
- Por ensambles (elementos o piezas constructivas)
- Precio Unitario

(Varela Alonso, L., s.f.).

Dado que se trata de un proyecto conceptual se optó por el método de estimado paramétrico cuya variable es la de metros cuadrados construidos. La estimación se realizó con el fin de llevar a cabo una comparación entre dos posibles escenarios, (mismos que se señalaron en el apartado 4.5.2)

- Escenario 1: Conjunto de vivienda vertical de interés social, diseñado con base en criterios de sustentabilidad definidos por el sistema de certificación LEED y el Subsidio CONAVI.
- Escenario 2: Conjunto de vivienda unifamiliar de interés social, planteado de acuerdo al diseño tradicional en el municipio de Mexicali.

Puesto que la primera variable que marca un cambio significativo entre ambos escenarios es la tipología de la edificación, el presente análisis se basa en la valoración del costo por metro cuadrado correspondiente a una vivienda unifamiliar y a una vivienda vertical.

Para ello, se tomó como referencia la valoración de octubre 2018, proporcionada por la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC), la cual determina que el costo promedio nacional por metro cuadrado de la vivienda unifamiliar es **\$7,824.00** y de la vivienda vertical es de **\$6,897.00**, ambos de nivel bajo. Dicho costo incluye el costo directo, indirecto, utilidad, licencias y costo del proyecto aproximado. Tales valores son promedio directo de diversos modelos específicos, obtenidos con base en la investigación de precios que realiza BIMSA en el mes señalado. (CMIC, 2019).

No obstante, para tomar en cuenta las diferenciales de costos de los insumos y mano de obra de una localidad a otra, se consideró el factor inter ciudad (FIC), del municipio de Mexicali que es equivalente a **1.135** (Varela Alonso, L., s.f.). Por lo tanto, en ambas tipologías se tiene un incremento determinado al aplicar dicho factor por lo que el costo paramétrico del metro cuadrado de una vivienda unifamiliar de nivel bajo en Mexicali es de **\$8,880.24** pesos mexicanos, mientras que el de la vivienda vertical es de **\$7,828.10** pesos mexicanos. (Tabla 135).

TIPOLOGÍA	COSTO/M2 PROMEDIO NACIONAL	COSTO/M2 MEXICALI
UNIFAMILIAR	\$ 7,824.00	\$ 8,880.24
VERTICAL	\$ 6,897.00	\$ 7,828.10
*FIC= Factor Inter Ciudad de Mexic		1.135

Tabla 135. Costo promedio por metro cuadrado de vivienda unifamiliar y vertical en Mexicali, B.C.

Fuente: Elaboración propia con datos de CMIC (2019) y Varela Alonso, L. (s.f.)

Con base en lo anterior, al comparar los costos de ambas tipologías se determinó de manera preliminar que a través de este método la construcción de la vivienda unifamiliar presentó un incremento de 13% respecto al de la vivienda vertical. Al asignar el costo por metro cuadrado a los prototipos de cada escenario, se determinaron los valores por unidad de vivienda que se muestran en la Tabla 136.

ESCENARIO 1				ESCENARIO 2			
VERTICAL				UNIFAMILIAR			
PROTOTIPO	M2	COSTO PARAMÉTRICO	COSTO DE VIVIENDA	PROTOTIPO	M2	COSTO PARAMÉTRICO	COSTO DE VIVIENDA
TIPO A	65		\$ 508,826.18	ÚNICO	38	\$ 8,880.24	\$ 337,449.12
TIPO B	48	\$ 7,828.10	\$ 375,748.56				
TIPO C	39		\$ 305,295.71				

Tabla 136. Costo de prototipos de viviendas.

Fuente: Elaboración propia.

De la Tabla 136 se desprende que el prototipo C propuesto en el proyecto, que consta de 39 metros cuadrados, presenta un precio menos por 32 mil pesos a una vivienda similar de 38 metros cuadrados. En virtud de que el proyecto propuesto consta de 192 unidades del prototipo C, el ahorro económico ascienda a 6,144 mil pesos.

Como se vio en el apartado 4.6.1, el subsidio CONAVI asigna un monto máximo al derechohabiente con base en la puntuación de las estrategias sustentables implementadas. En este proyecto la puntuación asciende a 1364, lo que lo hace acreedor a dicho apoyo. El monto también depende de la categoría y valor de la vivienda (Consultar Tabla 115 en la página 326). Con base en los valores de la Tabla 137, se identificó que los prototipos que se proponen en este proyecto, es decir, los del Escenario Vertical y que son susceptibles de recibir el subsidio, pertenecen a las siguientes categorías.

PROTOTIPO	M2	COSTO DE VIVIENDA	CATEGORÍA	MONTO (UMAS)	MONTO (PESOS)
TIPO A	65	\$ 508,826.18	N. A.	0	\$ -
TIPO B	48	\$ 375,748.56	III	27	\$ 69,336.00
TIPO C	39	\$ 305,295.71	IV	29	\$ 74,472.00
*Valor de UMA mensual 2019=			\$2,568.00		

Tabla 137. Categorías y montos asignados a los prototipos de este proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa, en el caso del prototipo A, ya que el costo de la vivienda supera el valor máximo asignado para la categoría I, que es igual a \$488, 015.00, no es acreedor al subsidio CONAVI. No obstante, por parte de INFONAVIT se asigna un préstamo determinado principalmente por la edad y el salario de cotización. Como se vio en el punto 2.1.1 en este

proyecto se utilizó como definición de vivienda de interés social aquella que es destinada para trabajadores de un ingreso anual entre \$3,000 y \$9,292.00 dólares estadounidenses, es decir, entre \$58,230.00 y \$180,357.72 pesos mexicanos, según el valor del dólar actual igual a \$19.41 pesos.

A continuación, se evalúa el monto máximo que proporcionaría la institución al considerar un rango de ingreso mensual entre \$4,850.50 y \$15,026.81, a lo que se le añade el monto obtenido por el subsidio en su respectiva categoría. Cabe mencionar que a partir de un ingreso mensual mayor a \$7,200.00 ya no es posible recibir un subsidio. Por lo tanto, los montos totales son los siguientes:

INGRESO MENSUAL	MONTO INFONAVIT	MONTO TOTAL (INFONAVIT+SUBSIDIO CONAVI)	
		CATEGORÍA	CATEGORÍA
		III	IV
\$ 3,800.00	\$ 262,000.00	\$331,349.50	\$336,486.50
\$ 5,000.00	\$ 305,000.00	\$374,349.50	\$379,486.50
\$ 6,400.00	\$ 357,000.00	\$426,349.50	\$431,486.50
\$ 7,200.00	\$ 382,000.00	\$451,349.50	\$456,486.50
\$ 8,000.00	\$ 400,000.00	\$ -	\$ -
\$ 8,500.00	\$ 410,000.00	\$ -	\$ -
\$ 10,000.00	\$ 439,000.00	\$ -	\$ -
\$ 11,000.00	\$ 454,000.00	\$ -	\$ -
\$ 12,000.00	\$ 467,000.00	\$ -	\$ -
\$ 13,000.00	\$ 480,000.00	\$ -	\$ -
\$ 14,000.00	\$ 490,000.00	\$ -	\$ -
\$ 15,000.00	\$ 500,000.00	\$ -	\$ -

*CATEGORÍA III: 27 UMAS
*CATEGORÍA IV: 29 UMAS

Tabla 138. Monto total otorgado.

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos de INFONAVIT (2019) y CONAVI (2017).

Como se muestra, en el caso del prototipo A, a pesar de que no se le otorga subsidio, únicamente con el préstamo de INFONAVIT, al contar con un salario mensual de \$15,000 pesos, se cubre el 98% del valor de la vivienda. En el prototipo B, con un salario mensual de \$5,000.00 pesos, se cubre el 99.63% del valor total de la vivienda mediante el préstamo de INFONAVIT, junto con el monto del subsidio federal. Por último, en el prototipo C, al tener un ingreso mensual de \$5,000.00 se cubre el 100% del valor de la vivienda únicamente con

el apoyo de INFONAVIT, mientras que con un ingreso mensual de \$3,800 y el apoyo del Subsidio Federal CONAVI, se cubre el 100% del costo de dicho prototipo.

La información anterior sugiere lo siguiente:

- 1- El prototipo C propuesto en este proyecto de vivienda vertical sustentable, de 39 metros cuadrados, es accesible para hogares con ingresos de hasta 3,800 pesos mensuales, utilizando el crédito INFONAVIT y el subsidio federal de CONAVI. Esto garantiza que, con el modelo propuesto, los hogares con menor ingreso tengan la posibilidad de comprar una vivienda en las áreas centrales de Mexicali, en lugar de verse obligados a comprar una vivienda unifamiliar en la periferia de la ciudad. Este resultado fortalece dos de las dimensiones de la sustentabilidad, la viabilidad económica y la equidad social.
- 2- El prototipo B propuesto en este proyecto, que consta de 48 metros cuadrados, es accesible para hogares con ingresos mensuales de hasta 5,000 pesos, utilizando el crédito INFONAVIT y el subsidio federal de CONAVI. En este caso también, el siguiente segmento de hogares puede acceder a una vivienda en el conjunto propuesto.
- 3- Finalmente, el prototipo A propuesto en este proyecto, que consta de 65 metros cuadrados, sería accesible a hogares que perciben ingresos mensuales de hasta 7,200 pesos, siempre y cuando cuenten con recursos propios por aproximadamente 150 mil pesos para completar el monto del crédito INFONAVIT y el subsidio federal CONAVI. Esto último es un descubrimiento grave, ya que sugiere que los prototipos con superficies mayores a 48 metros cuadrados, que son los que mejor adaptados están para hogares que cuentan con al menos un integrante con limitaciones motrices, difícilmente están al alcance de los hogares más pobres de Mexicali.

Ahora bien, la valoración de los costos de construcción anterior se basa en modelos que cuenten con el mismo sistema constructivo, así como el mobiliario e instalaciones. Puesto que el Escenario 1 consta de las adecuaciones a la edificación con base en los lineamientos de LEED y el Subsidio CONAVI, se aplicaron materiales y ecotecnologías que no se incluyen en el modelo de vivienda convencional.

Para evaluar la eficiencia de las ecotecnologías propuestas desde el aspecto financiero, se realizó un análisis de cada ecotecnología implementada para el ahorro de agua, gas y electricidad de la vivienda, mismas que se han mencionado en los capítulos anteriores.

El ahorro en consumo anual se calculó con base en la diferencia de consumos de los accesorios que se utilizan convencionalmente y los que se proponen en este proyecto. Para la obtención del ahorro en costo de servicios se utilizó el ahorro en consumo anual, así como las tarifas respectivas para cada servicio de la ciudad de Mexicali.

ECOTECNOLOGÍA	MODELO	COSTO COMERCIAL POR PIEZA	AHORRO ANUAL EN CONSUMO	AHORRO ANUAL EN COSTO DE SERVICIO	RETORNO DE INVERSIÓN	HIPOTECA VERDE
INODORO	LAMOSIA-URBAN ONE PICE	\$ 1,549.00	3.83	\$ 235.05	6.59	SÍ
GRIFO DE BAÑO	URREA-55ES	\$ 1,775.72	8.40	\$ 514.87	3.45	NO
GRIFO DE COCINA	DICA-4079	\$ 2,202.00	5.11	\$ 313.40	7.03	NO
REGADERA	DICA-4501BV	\$ 182.00	9.34	\$ 573.07	0.32	SÍ
AHORRO Y RETORNO TOTAL:		\$ 5,708.72	26.68	\$ 1,636.38	3.49	
CALENTADOR DE AGUA INSTANTÁNEO	CALOREX INSTANTÁNEO-COXDPI 13	\$ 5,299.00	7588.934	\$ 693.05	7.65	SÍ
AHORRO Y RETORNO TOTAL:		\$ 5,299.00		\$ 693.05	7.65	
FOCOS LED 60W	9.29E+09	\$ 59.00	51.1	\$ 29.13	2.03	SÍ
MINISPLIT INVERTER 1.5 ton	Minisplit Inverter LG vm18c7	\$ 12,699.00	1038.8	\$ 592.12	21.45	SÍ
MINISPLIT INVERTER 1 ton	Minisplit inverter Jet Cool VM12257	\$ 10,999.00	666.4	\$ 379.85	28.96	SÍ
AHORRO Y RETORNO TOTAL:		\$ 23,757.00	1756.3	\$ 1,001.09	23.73	
		\$34,764.72		\$ 3,330.52	10.44	AÑOS

Tabla 139. Evaluación de retorno de inversión de ecotecnologías propuestas.

Fuente: Elaboración propia.

Como se muestra en la tabla, de los accesorios y muebles implementados relacionados con el consumo de agua, únicamente el grifo de baño y el grifo de cocina no se encuentran dentro del catálogo de productos autorizados por Hipoteca Verde, no obstante, mediante su aplicación junto con el inodoro y la regadera eficientes que sí están en tal catálogo, se tiene un ahorro anual de 26.68 m³, lo que equivale a un ahorro de \$1,636.38 pesos mexicanos anuales del servicio. Esto indica que, a través de la reducción del consumo de agua, la inversión inicial para la obtención de los equipos de mayor eficiencia se repondría dentro de 3.49 años.

El consumo de gas se evaluó mediante la comparación del tipo de equipo que se implementó para el calentamiento de agua dentro de la vivienda, que en este caso se propone un boiler instantáneo, y se compara con un equipo de calentamiento de depósito, el cual se utiliza tradicionalmente. Como se observa en la tabla, la inversión del equipo se recupera en un lapso de 7.65 años.

Para analizar el consumo energético de la vivienda, se tomaron en cuenta los equipos de climatización e iluminación propuestos. En cuanto al cálculo de consumo de iluminación se consideró su utilización durante un lapso de 8 horas diarias, y el ahorro se obtuvo mediante la diferencia de la potencia requerida de un foco fluorescente ya que actualmente es el que se utiliza convencionalmente.

Por lo que respecta a la climatización interior, se realizó la comparación de los equipos propuestos con mini splits de la misma capacidad, pero, a diferencia de los equipos que se proponen en este proyecto, no cuentan con la tecnología *inverter*, la cual se encarga de la regulación de la velocidad del compresor para que trabaje a una velocidad constante y más eficiente. Se consideró su utilización durante 8 horas diarias y 5 meses al año, que es la cantidad de meses que señalaron los usuarios del Fraccionamiento Valle de las Misiones en las que afirmaron sentir calor extremo en el interior de las viviendas y recurren a la utilización del aire acondicionado. (Análisis de encuestas en capítulo 4.2.2)

De estos equipos se requiere una inversión inicial de \$23,698.00 pesos mexicanos, que permiten ahorrar \$1,001.09 pesos mexicanos al año del costo del servicio y, por lo tanto, el

retorno de inversión es de 24.38 años. Esto representa un desincentivador para la implementación de equipos eficientes, dado que la vida útil del equipo es menor a la que se requiere para la recuperación de su inversión.

En conjunto, para la implementación de todas las ecotecnologías propuestas dentro de este proyecto, se requiere de una inversión de \$34,764.72 pesos mexicanos, no obstante, mediante su aplicación se tiene un ahorro anual de \$3,330.52, lo que permite la recuperación de inversión total en un lapso de 10.44 años.

Al considerar que este proyecto se dirige principalmente a un sector socioeconómico que aspira a un ingreso anual entre \$4,500.00-\$18,000.00, dicho ahorro puede representar entre 74% y 18% de este, por lo que se puede invertir en otros aspectos que aporten al desarrollo de las personas y favorezca su calidad de vida. Por lo tanto, el subsidio en esta lógica sí tiene potencial de generar los beneficios sociales que se esperan de él.

Cabe destacar, que para los alcances de este proyecto el análisis se llevó a cabo únicamente con el fin de la comparación entre los escenarios mencionados para tener una idea general de las limitantes que se podrían presentar en cuanto al interés de los desarrolladores y de los residentes.

Sin embargo, para definir la rentabilidad real del proyecto, se requieren de parámetros de mayor precisión como el costo de: urbanización; la tramitología, y estudios preliminares que implica su desarrollo; proyecto arquitectónico; proyecto ejecutivo; instalaciones; mantenimiento; entre otros.

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

El presente proyecto tiene como objetivo el desarrollo conceptual de un proyecto urbano-arquitectónico para vivienda vertical de interés social en áreas centrales de Mexicali, B.C., para evaluar su factibilidad social, ambiental y económica.

El diseño conceptual se elaboró con base en criterios sustentables definidos por los lineamientos impuestos por un sistema de evaluación estadounidense y otro de origen mexicano. El primero, se trata del sistema de certificación LEED Desarrollo Urbano, en el que, a través de diversas estrategias aplicadas a este proyecto, se logró la adquisición de 51 puntos, lo que correspondería a obtener nivel de certificación plata. Por otro lado, el sistema nacional implementado en este proyecto fue el subsidio que proporciona el gobierno federal y se rige por lineamientos impuestos por CONAVI, de los cuales, mediante su cumplimiento, se obtuvieron 1360 puntos en total.

A continuación, se describen las conclusiones obtenidas a lo largo de la elaboración del proyecto, mismas que se estructuran en los siguientes apartados:

- Sistemas de Evaluación
- Ubicación Inteligente
- Diseño y patrón
- Ahorro energético
- Ahorro en consumo de agua
- Aspecto Financiero

5.1.1 SISTEMAS DE EVALUACIÓN

Según el análisis comparativo de los conjuntos habitacionales existentes con certificación LEED Desarrollo Urbano alrededor del mundo, así como conjuntos habitacionales con la certificación de Desarrollo Urbano Integral Sustentable (DUIS) realizados en México, al relacionar las estrategias implementadas dentro de cada desarrollo para alcanzar los estándares de sustentabilidad esperados, se encontró que las estrategias que predominan en los conjuntos certificados en México fomentan principalmente el aumento de densidad de vivienda, mediante la verticalidad de las edificaciones, así como el aprovechamiento y manejo eficiente del agua a través de diversas ecotecnologías. No obstante, la mayor parte de los conjuntos mexicanos, aún con la certificación DUIS, presentan fallas que perjudican el bienestar y la calidad de vida de los habitantes, tales como la ausencia de servicios y equipamientos básicos, la mala calidad de materiales e infraestructura y un alto índice delictivo. Por los motivos anteriores este trabajo identificó que se requiere atender dichas carencias a través de estándares más exigentes.

En cuanto a las estrategias sustentables aplicadas dentro de este proyecto, estas fueron implementadas y evaluadas a través de un sistema nacional, que es el subsidio CONAVI otorgado por el gobierno federal, y dos certificaciones internacionales LEED y EDGE. Este trabajo permitió identificar que LEED y el Subsidio Federal se componen de los mismos criterios de evaluación: la ubicación, la movilidad, la alta densidad, las áreas verdes y espacios públicos, la accesibilidad a discapacitados, la eficiencia en el consumo energético, de agua, y de materiales y el manejo de residuos.

En el nivel de diseño arquitectónico conceptual al que se logró llegar dentro de este trabajo, se identificó que mediante el cumplimiento del 46% del puntaje de la certificación LEED Desarrollo Urbano, lo que equivale a 51 puntos, o nivel plata, se logró el 136% del puntaje que otorga el Subsidio Federal, equivalente a 1360 puntos.

Lo anterior sugiere que, aunque el cumplimiento de ciertos prerrequisitos y créditos del sistema LEED impliquen una labor más exhaustiva por su nivel de exigencia, su metodología brinda aportaciones valiosas al desarrollo de un conjunto habitacional sustentable, ya que

permite evaluar qué tan necesarias o aprovechables son las estrategias antes de ser aplicadas.

Por lo que se refiere a la certificación EDGE, esta se enfoca únicamente en la eficiencia del consumo energético, de agua y de materiales. Este sistema de evaluación requiere de una herramienta comparativa en línea, la cual genera la simulación de dos edificaciones que constan de las características generales del proyecto a analizar: el primero se trata de un caso de línea base y el segundo cuenta con las estrategias sustentables a proponer. Dicha herramienta facilita la comprensión del impacto en consumo y en costos que pueden llegar a tener en conjunto las diversas estrategias aplicadas al proyecto. No obstante, se debe utilizar únicamente como método comparativo y no de diseño, ya que los porcentajes de reducción calculados pueden diferir de los reales. Por otro lado, una de sus limitaciones es que sólo se puede utilizar para el análisis de espacios interiores. Por ello, se recomienda su implementación como complemento de otros sistemas de evaluación.

5.1.2 UBICACIÓN INTELIGENTE

Este trabajo permitió identificar que si bien la ciudad de Mexicali, Baja California, tiene un modelo urbano expansivo y disperso, existen 32 predios baldíos ubicados en zonas intraurbanas centrales. De estos, 31 cuentan con alto potencial para el desarrollo de un conjunto habitacional sustentable que se apegue a los lineamientos mínimos considerados tanto en el Subsidio Federal CONAVI como en el programa certificador internacional LEED. El único predio que no cumplía con los requisitos obligatorios mínimos se encontraba en una zona de riesgo.

La ubicación del conjunto habitacional dentro del perímetro de contención urbana 100% consolidado es una estrategia fundamental para lograr la sustentabilidad del desarrollo y la integración urbana. Con tan sólo situar el proyecto en tal perímetro se logra obtener la puntuación mínima requerida para tener derecho a la otorgación del Subsidio Federal (además de los prerrequisitos de cada categoría).

Mediante esta estrategia, se logra dar respuesta a las dimensiones de la sustentabilidad descritas por Jaime Morales (2004):

- Ecológica: se mantiene el bienestar del medio natural mediante el control de las manchas urbanas y la reducción de GEI emitidos por el automóvil.
- Social: se fomenta la justicia para personas de escasos recursos al proporcionarle una ubicación con servicios y equipamientos que aumenten su calidad de vida.
- Cultural: Se genera cohesión social y sentido de identidad a los usuarios a través de espacios de convivencia.
- Ética: Se aporta mayor consciencia y sentido de responsabilidad hacia el desarrollador del impacto que tiene el lugar en el que se sitúa el proyecto.
- Política: se armonizan las políticas nacionales con estándares internacionales.
- Económica: se promueve el aprovechamiento de infraestructura urbana y equipamientos existentes, así como ahorros económicos por traslados.
- Epistemológica: se conjugan ciencias como ecología, topografía, hidrología y urbanismo.

Dentro de los criterios de evaluación relacionados con la ubicación, la certificación LEED presentó mayor dificultad de cumplimiento debido a que se requiere información y documentación que por el momento no se encuentra disponible en la mayor parte del país, con excepción de ciudades metropolitanas. Por ejemplo, información referente al estado natural del sitio antes de la urbanización de la región y la ubicación de paradas de transporte colectivo, así como los datos relacionados con los horarios y el número de viajes que se realiza en cada ruta de autobús. La escasez de información disponible representó una limitante para la aplicación de la metodología LEED en el desarrollo de un conjunto en la ciudad de Mexicali.

Una vez analizados los 31 predios baldíos a través de los requisitos obligatorios de ambas metodologías, CONAVI y LEED, la cantidad de opciones se redujo a 7 predios, lo que sugiere que en la ciudad de Mexicali al menos 7 predios baldíos cuentan con las características mínimas, en cuanto a la ubicación preferente, para calificar dentro de ambos sistemas de evaluación.

Puesto que uno de los objetivos del proyecto era elegir la ubicación más óptima para el desarrollo del conjunto, se optó por seleccionar aquel que contara con la mayor cantidad de puntos de acuerdo a los créditos tanto de LEED como de CONAVI. En el caso de los créditos de LEED, los 7 predios obtuvieron la misma cantidad de puntos, por lo tanto, la selección final del predio que se utilizó para el desarrollo de la propuesta presentada en este trabajo se basó en el puntaje más alto obtenido con base en los créditos del sistema de evaluación del subsidio CONAVI, los cuales dependían de la cantidad de equipamientos y servicios que se encontraban dentro de una distancia determinada, tales como: centros de salud, tienda de abastos, guarderías, escuela preescolar, primaria y secundaria. Los anteriores aspectos tienen como fin mejorar la calidad de vida de los residentes al buscar garantizar la cercanía con diversos servicios y equipamiento.

Cabe destacar, que, aun cuando 7 predios lograron obtener la misma puntuación dentro de la categoría de ubicación preferente del sistema internacional LEED, para la comprobación y obtención de tales puntos se solicita información y cálculos muy detallados, por lo que bajo el desarrollo de este proyecto se consideró que la certificación estadounidense tiene un nivel de exigencia mayor que el del subsidio CONAVI.

Por ejemplo, demostrar la capacidad de empleos que puede brindarle la zona a los habitantes del conjunto sin necesidad de recurrir al automóvil a través del conteo de la cantidad de puestos con los que se cuenta generalmente en las empresas y establecimientos que se encuentran a 800 metros de una distancia caminable del predio. Dicho crédito de LEED permitió demostrar que la ubicación del predio seleccionada, además de contar con equipamientos y servicios cercanos, fomenta un equilibrio entre las comunidades mediante las oportunidades de empleo y habitacionales, aspecto de gran importancia para la prosperidad de los residentes que no se considera dentro de los criterios de evaluación del subsidio CONAVI.

Otro ejemplo de la exigencia del sistema LEED respecto del sistema del Subsidio Federal CONAVI es el diseño de infraestructura ciclista. ya que se requiere primeramente identificar 10 tipos de usos de suelo diversos en una distancia mínima de 4.8km y calcular la capacidad de almacenamiento que deben tener los ciclopuestos en cada edificación, a diferencia del subsidio federal que da puntos por incluir una ciclovía sin necesidad de comprobar que esta sería utilizada y aprovechada de una manera adecuada.

Por otra parte, al situar el proyecto en zonas que estén a distancias caminables de equipamientos, servicios, y usos mixtos, se fomenta la reducción de la dependencia del automóvil. En el caso de este proyecto esto permitió la reducción de un 40% de los cajones de estacionamiento, lo que redujo la huella de estacionamiento y logró que no representara más del 20% del terreno. Este ahorro permitió que una mayor parte de la superficie del predio pudiera ser aprovechada en espacios de uso público, para uso interno de los habitantes y para uso externo de visitantes potenciales que aporten beneficios a la calidad de vida de los residentes.

5.1.3 DISEÑO Y PATRÓN

Uno de los principales descubrimientos de este trabajo es que los precios relativamente altos de los terrenos situados en una zona intraurbana respecto de los bajos precios de predios periurbanos susceptibles a ser desarrollados para vivienda de interés social se pueden contrarrestar mediante el modelo de vivienda de alta densidad. En este caso, si el predio elegido se hubiera desarrollado con vivienda unifamiliar en el modelo tradicional podrían construirse 136 viviendas, mientras que con el modelo de alta densidad H-5 se lograron un total de 300 viviendas, un parque público de 3,742 m², un área de locales comerciales de 988 m² y un centro de desarrollo comunitario de 988 m².

Aunque tanto LEED como el Subsidio Federal fomentan el aumento de densidad de vivienda, cada sistema de evaluación tiene estándares que divergen en cuanto a la densidad mínima requerida. En el caso de LEED, al tratarse de un sistema estadounidense que se basa en un modelo urbano de mayor esparcimiento y disperso que el de México, se incentivan a aquellos desarrollos que tengan una densidad de vivienda de al menos 25.5

unidades de vivienda por hectárea, mientras que el Subsidio Federal tiende a incentivar mayor densidad de vivienda por hectárea que la certificación LEED. En el caso de este proyecto, se logró una densidad por hectárea de 217 viviendas, si se considera solamente la zona residencial, y de 112 viviendas por hectárea, si se considera la superficie completa de todo el predio desarrollado.

De esta manera el cambio de tipología de las viviendas genera grandes cambios en las superficies del conjunto. Al tener edificaciones multifamiliares en lugar de unifamiliares, se tiene un incremento de la cantidad de viviendas y una reducción de la superficie del terreno que estas requieren, lo cual puede ser aprovechado para espacios públicos, áreas verdes, y áreas comerciales, mismos que son considerados de gran importancia tanto en el subsidio Federal como en la certificación LEED, ya que tienen un impacto positivo en la calidad de vida de los usuarios.

Respecto del diseño de la vivienda y la accesibilidad universal, este trabajo permitió identificar que los prototipos tradicionales de vivienda compacta de 38 m² carecen de espacios aptos para personas con necesidades especiales con motricidad. Por lo tanto, estas necesidades de accesibilidad universal fueron resueltas en este proyecto al aumentar la superficie de 48 m², lo que permitió dotarlas de los espacios necesarios sin perder su carácter compacto y económico. Esto sugiere que el diseño del prototipo que se ha desarrollado tradicionalmente, se enfoca únicamente en la reducción de costos para que sea accesible a familias de un nivel socioeconómico bajo y no ha sido diseñada bajo las consideraciones de la diversidad de necesidades de un individuo dentro de las distintas etapas de su vida.

5.1.4 EFICIENCIA ENERGÉTICA

Este trabajo permitió identificar que se puede tener una reducción aproximada del 26.18% en el consumo energético de una edificación, según la herramienta comparativa de EDGE, mediante la aplicación de estrategias de diseño pasivo, como el remetimiento de ventanas,

la ventilación cruzada, la proporción de aleros para protección solar, y la reducción de porcentaje de vidriado con respecto a la fachada.

A través de la metodología del estándar ASHRAE 90.1-2010 y la norma oficial mexicana NOM-C-460-ONNCCE-2009 se puede tener una reducción aproximada de 47% en el consumo energético mediante la implementación de sistemas constructivos eficientes que no se utilizan tradicionalmente en la construcción de viviendas de interés social, tales como: muros y losas de concreto celular y paneles de poliestireno expandido.

Cabe destacar que, de los elementos para espacios residenciales acondicionados, en el caso de la resistencia térmica mínima requerida para el techo y el entrepiso, el estándar ASHRAE 90.1 resulta ser mucho más exigente que el de la NOM-C-460-ONNCCE-2009. No obstante, en el caso de los muros la norma oficial impone un rango mayor al del estándar estadounidense. Por lo tanto, la exigencia de ambos estándares implementados dentro de esta metodología se reforzó mutuamente y como resultado se obtuvo una envolvente mucho más eficiente.

Así mismo, para tal reducción se introdujeron ecotecnologías que se encuentran dentro del catálogo de productos autorizados por Hipoteca Verde referentes a: iluminación, sistemas de aire acondicionado, y calentamiento de agua.

Las ecotecnologías aplicadas en este proyecto referentes a la climatización e iluminación que cumplan con los estándares de eficiencia de LEED y las normas mexicanas, requieren una inversión de \$23,757 pesos mexicanos, los cuales permiten un ahorro del servicio anual de \$1,001.09, por lo que se tiene un retorno de inversión en un periodo de 23.73 años.

En este trabajo el conjunto de estrategias de diseño pasivo, eficiencia en la envolvente, y ecotecnologías permitió lograr una reducción aproximada de 68.09% en el consumo energético del edificio.

5.1.5 EFICIENCIA EN CONSUMO DE AGUA

Respecto del consumo de agua se identificó que el mínimo requerido por el reglamento local tiene mayor exigencia que el caso de línea base indicado en el sistema de certificación LEED, con 150 litros por día por persona, a diferencia del segundo que consta de 180.7 litros de consumo diario por persona. Esto quiere decir que el reglamento local impulsa un consumo de agua más eficiente que la línea base que propone la certificación LEED. Entre otras cosas, esto sugiere que la certificación LEED tiene oportunidades de mejora en cuanto a los estándares mínimos en el uso eficiente de algunos recursos, por ejemplo, en materia de consumo de agua.

Para los fines de este proyecto, mediante la introducción de accesorios y mobiliarios eficientes dentro del edificio se logró obtener una reducción aproximada de 30.25% del consumo de agua interior conforme a la norma EDGE y una reducción de 42%, conforme al cálculo de la metodología de LEED. En este sentido, es la certificación EDGE la que podría ajustar su método de cálculo para impulsar un mayor ahorro de agua en las edificaciones que utilizan su metodología.

En lo que respecta a la eficiencia de cada uno de los usos finales de agua, los modelos del inodoro y la regadera seleccionados del catálogo de productos autorizados por Hipoteca Verde cumplen con los estándares de eficiencia de LEED. Pero en lo que se refiere a los modelos de grifos de baño y de cocina provenientes del mismo catálogo, su implementación representa un aumento del 8% del consumo de agua interno con respecto a la línea base de LEED, por lo que no cumplen con los estándares de eficiencia del sistema estadounidense. En este caso, es el mecanismo de Hipoteca Verde el que tiene áreas de mejora en la determinación de los estándares de consumo de grifos de baño y de cocina.

Por lo tanto, para los fines de este trabajo se seleccionaron accesorios provenientes de marcas nacionales que presentan mayor eficiencia que el método prescriptivo de LEED. No obstante, el cumplimiento de este prerequisite genera un incremento en el precio de accesorios de 297% para el baño y 289% para la cocina. No obstante, debido a la

disminución de consumo en comparación a los accesorios de Hipoteca Verde, los accesorios proporcionarían un ahorro anual del servicio público de agua de \$1,658.12 pesos mexicanos.

En este proyecto se determinó que, mediante la propuesta de elementos eficientes como inodoro, grifo de baño, grifo de cocina y regadera que cumplan con los estándares de LEED se requiere de una inversión de \$5,708.72, lo que permite un ahorro anual del servicio público de agua de \$1,636.38, mismo que permite la recuperación de la inversión en 3.49 años. Por lo tanto, la instalación de equipo eficiente con una mayor inversión inicial sugiere que es conveniente para las familias de escasos recursos pues el ahorro económico proveniente del gasto del servicio hídrico se reflejaría en un periodo de tiempo corto, de modo que sus ingresos económicos puedan ser dirigidos hacia otras necesidades del hogar.

Respecto del consumo de agua exterior, se calculó su reducción a través del uso de la metodología Water Budget de LEED, herramienta que permite determinar si el paisaje diseñado cumple con el requerimiento de agua ideal con base en la superficie del sitio, el tipo de vegetación y el mes de riego máximo de la región. Una vez determinado el requerimiento mensual de agua específico del paisaje propuesto en este proyecto, mediante la comparación con un caso de línea base generado por la herramienta se estableció que a través de medidas como la implementación de vegetación de bajo mantenimiento se logró una reducción de 52% de cantidad de agua requerida para el riego de las áreas verdes del sitio. Por lo tanto, para disminuir el consumo de agua exterior en un conjunto habitacional en la ciudad de Mexicali, el diseño de paisaje es un elemento fundamental y se recomienda utilizar vegetación nativa, o apta para las condiciones de la ciudad como altas temperaturas, poca precipitación, y alta exposición a la radiación solar.

5.1.6 ASPECTO FINANCIERO

En este proyecto, mediante presupuestos paramétricos se pudo establecer que el prototipo de vivienda de 39 metros cuadrados propuesto en este proyecto es accesible para aquellos usuarios con ingresos de hasta 3,800 mensuales y que utilicen el crédito INFONAVIT y el subsidio federal de CONAVI.

Se pudo también determinar que el prototipo de 48 metros cuadrados propuesto, es accesible para hogares con ingresos mensuales de hasta 5,000 pesos, utilizando el crédito INFONAVIT y el subsidio federal de CONAVI.

En cuanto al prototipo que consta de 65 metros cuadrados propuesto en el proyecto, es accesible para hogares con un ingreso mínimo de 7,200 pesos mensuales y no califica para el otorgamiento del subsidio CONAVI, por lo que deben contar con recursos propios para completar el monto del crédito INFONAVIT.

La información anterior sugiere que los hogares de menor ingreso pueden adquirir una vivienda digna como la que se propone en este proyecto, sin necesidad de tener que habitar en desarrollos habitacionales en las periferias de la ciudad de Mexicali, alejados de equipamiento, infraestructura y servicios. De esta manera que se identificó que esta propuesta de un conjunto de vivienda vertical de interés social en las zonas centrales de la ciudad de Mexicali tiene viabilidad económica y contribuye a fomentar la equidad social. Por otra parte, también se encontró que las viviendas con adaptaciones para usuarios con discapacidad motriz, que son los prototipos de 48 y 65 metros cuadrados, no están económicamente al alcance de aquellos hogares que tengan un ingreso mensual menor a 5,000 pesos. Mayores esfuerzos en materia de diseño y financiamiento deben llevarse a cabo para revertir esta limitante.

En el presente trabajo de obtención de grado se llevó a cabo el desarrollo de un conjunto de interés social sustentable bajo una metodología que no ha sido aplicada anteriormente, ya sea en México o en otros países, dado que se desarrolló una metodología propia que permitiera vincular un sistema de evaluación nacional, CONAVI, y dos sistemas internacionales, LEED y EDGE.

A diferencia de la metodología y herramientas de diseño utilizadas habitualmente en el desarrollo de conjuntos habitacionales de interés social en la ciudad de Mexicali, la metodología para la certificación LEED requiere de estudios y documentación más detallada para la comprobación y validación de cada crédito. Lo anterior implica una mayor inversión

dentro de la etapa de prediseño y diseño, tanto de tiempo, como económica debido a los diversos especialistas que es necesario involucrar.

Sin embargo, la aplicación de dichas prácticas fomenta que al momento de diseñar y construir un conjunto de vivienda se tome en cuenta cuidadosamente el impacto que este tiene en la calidad de vida del usuario y en su entorno. Así mismo, los cálculos requeridos por LEED permiten identificar si las estrategias a implementar cumplirán o no con su función. En consecuencia, se disminuyen los riesgos de salud, desperdicio de recursos y una serie de malos hábitos que podrían ser generados en caso de una mala planeación, diseño y construcción.

La implementación de medidas y estrategias sustentables propuestas en el presente proyecto, mismas que fueron adecuadas a la realidad y las necesidades actuales de la ciudad de Mexicali, contribuyen al cumplimiento de cuatro de los Objetivos de Desarrollo Sustentable de la ONU:

1. Fin de la Pobreza, al ser dirigido específicamente a los usuarios de vivienda de un nivel socioeconómico bajo.
7. Energía Asequible y No contaminante, al fomentar un mejor aprovechamiento de los recursos hídricos y energéticos, mediante ecotecnologías más accesibles económicamente.
11. Ciudades y Comunidades Sustentables, al optimizar la densidad, la conectividad, uso de espacios públicos y la diversidad mediante la ubicación, diseño y patrón del conjunto.
13. Acción por el Clima, Al fomentar la movilidad en medios alternativos de transporte, y el consumo de recursos de manera eficiente, así como el decremento de generadores de islas de calor.

Por lo tanto, la metodología desarrollada en este trabajo en el que se manejaron los tres sistemas de evaluación en conjunto, brinda una aportación al desarrollo sustentable de la ciudad y del país.

5.2 Recomendaciones

A lo largo del desarrollo de este proyecto se identificaron ciertas oportunidades de mejora y recomendaciones dirigidas hacia los diversos sistemas de evaluación y desarrolladores de conjuntos habitacionales en la ciudad de Mexicali.

Por lo que se refiere al sistema de certificación estadounidense, se requiere de la adecuación de ciertos requerimientos para que sea posible su cumplimiento en lugares fuera de EUA, ya que, especialmente en la categoría de ubicación y vinculación, había créditos en los que se solicitaba información que actualmente no se encuentra disponible ya sea en el país, o en ciudades que aún se encuentran en desarrollo como Mexicali. Tal información, se refiere a documentación que indique el estado del medio natural original de la región previo a su urbanización, así como datos concretos respecto a las paradas, rutas y la cantidad de viajes del transporte colectivo.

En cuanto a la línea base de consumo diario de agua por persona, se demostró que el Reglamento local del municipio de Mexicali tiene estándares más estrictos, por lo que el sistema certificador LEED podría disminuir el rango de consumo de modo que, al momento de realizar el cálculo de reducción en comparación con los accesorios propuestos, sea posible tener un resultado más eficiente.

En este proyecto se demostró que el programa de Hipoteca Verde y las marcas nacionales tienen estándares de eficiencia mayores a LEED en cuanto a productos como inodoros y regaderas. Sin embargo, pueden mejorar la tecnología referente a la reducción de consumo de productos como grifos de cocinas y baños.

Así mismo, para equipos de climatización dentro del catálogo de Hipoteca Verde, se demostró que la inversión inicial se presenta como un desincentivador, por lo que se debe mejorar su tecnología de modo que incremente su eficiencia y disminuya el retorno de inversión.

Por último, en caso de que los desarrolladores no busquen la certificación LEED, pero pretendan obtener un nivel de sustentabilidad es posible obtenerlo mediante la aplicación

de estrategias referentes a la ubicación, vinculación, patrón y diseño del conjunto, aplicar los elementos para la reducción de consumo de agua indicados en el Subsidio Federal CONAVI, implementar elementos de bajo mantenimiento en cuanto al paisajismo y apearse a las normas nacionales de eficiencia energética como NMX-C-460-ONNCCE-2009 y NOM-020-ENER.

6. Fuentes consultadas

6.1. Referencias conceptuales

Acosta-Montes, I., (2018) Entre desastres, abandonos y complicidades, la vivienda está en las garras del mercado. Recuperado el 20 de febrero de 2017, de sitio web: http://www.antorchacampeina.org.mx/articulos_colaboradores.php?id=41869#.Wo5Bm6jiaUk

Américus, J., (2010). La era de la Sustentabilidad de Altura. Expansión. Recuperado el 10 de julio del 2018 de sitio web: <https://expansion.mx/obras/2010/09/28/y-a-todo-esto-que-son-los-duis#article-1>
Proceso, (2010). Terralta, paraíso engañoso. El proceso. Recuperado el 10 de julio del 2018 de sitio web: <https://www.proceso.com.mx/82171/terralta-paraíso-enganoso>

Anónimo, (2017) En Mexicali antorchistas luchan por programas de vivienda. Recuperado el 20 de febrero del 2017 de sitio web: <http://www.antorchacampeina.org.mx/noticias.php?id=37241#.Wo5DF6jiaUI>

Área Ciencias. (s.f.). Aguas Residuales, Servidas y Grises. Recuperado 10 agosto, 2019, de <https://www.areaciencias.com/biologia/aguas-residuales-servidas-grises.html>

Arellano-Sarmiento, L., (2018), Mueren 304 personas al año por contaminación en Mexicali. La Jornada, Baja California. Recuperado el: 20 de febrero 2018 de sitio web: <http://jornadabc.mx/tijuana/23-01-2018/mueren-304-personas-al-ano-por-contaminacion-en-mexicali>

ANSI/ASHRAE/IES. (2010). Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings (Ed. rev.). Atlanta, Estados Unidos de América: SI Edition.

Ballén, S. A. (2009b). Vivienda Social en Altura. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

Bosch Durán, H. A., (2008). Vivienda de interés social en la arquitectura. [Recurso electrónico]. México: Instituto Politécnico Nacional, 2008.

Catálogo de ecotecnologías. (s.f.). Recuperado 10 agosto, 2019, de <https://www.viveverde.com.mx/catalogo/>

Centro de Mario Molina, (2012). Evaluación de la sustentabilidad de la vivienda en México. Recuperado el 20 de febrero del 2018 de sitio web: <http://infonavit.janium.com/janium/Documentos/035679.pdf>

CESPM. (2019). Calculadora de Consumo. Recuperado 10 agosto, 2019, de <https://www.ecespm.gob.mx/consultasonlineacespm/calculadoraconsumo.aspx>

CONACYT. (s.f.). Los Espacios Públicos Abiertos son una Necesidad Ciudadana. Recuperado 6 agosto, 2019, de <https://centrosconacyt.mx/objeto/epa/>

CONAVI, (2017). ¿De cuánto es el subsidio que otorga la CONAVI para comprar una vivienda nueva? Recuperado el 25 de abril del 2018 de sitio web:

Ledbox. (s.f.). Comparación de consumo energético [Publicación en un blog]. Recuperado de <https://blog.ledbox.es/>

<https://www.gob.mx/conavi/articulos/de-cuanto-es-el-subsidio-que-otorga-la-conavi-para-comprar-una-vivienda-nueva?idiom=es>

CONAVI, SEDATU, (2014). Modelo Geo estadístico Para La Definición De Los Perímetros De Contención Urbana 2014. Recurso electrónico:

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/80337/MODELO_PCU_Reservas_Territoriales_2014.pdf

CONAVI, SEMARNAT, (2008) Desarrollo habitacional sustentable ante el cambio climático. Recurso electrónico:

http://centro.paot.org.mx/documentos/conavi/Programa_Especifico_de_Developmento_Habitacional_Sustentable_ante_el_Cambio_Climatico.pdf

CONAVI (2010). Código de Edificación de Vivienda 2010. Vivir mejor (2da Edición). Recurso electrónico:

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/85460/Codigo_de_Edificacion_de_Vivienda.pdf

Consejo Nacional para Prevenir la Discriminación (Ed.). (2016). Accesibilidad (Ed. rev.). D.F., México: CONAPRED.

Construyendo sus muros con Block Hebel. (2019, 10 agosto). Recuperado de https://www.hebel.mx/es/docs/GI_MampRef_WB_v13.1015.pdf

CMIC (2019) Costos por m2 de construcción. Recuperado en: <http://www.cmic.org.mx/comisiones/Tematicas/costosyp/Custom2/Bimsa/>

David & Maria J., (s.f.). Casa EcoMaya. Recuperado el 05 de octubre del 2017 de sitio web: http://casaecomaya.com/index_es.php

Deffis-Caso, A., (s.f.). Vivienda Sustentable En Ciudad Juarez. Recuperado el 10 de noviembre del 2017 de sitio web: <http://www.armandodeffis.com.mx/cdjuarez.php>

Diario Oficial de la Federación (2014). Programa Nacional de Vivienda 2014-2018. Recuperado el 3 de septiembre del 2018 de Sitio web: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5342865&fecha=30/04/2014

Dica, D. (s.f.). llaves para baño. Recuperado 10 agosto, 2019, de <https://dicalidad.com.mx/productos/subcategoria/4/Llaves%20para%20Ba%C3%B1o>

Dica, D. (s.f.-b). llaves para cocina. Recuperado 10 agosto, 2019, de <https://dicalidad.com.mx/productos/subcategoria/8/Llaves%20para%20Cocina>

Dica, D. (s.f.-c). Regadera. Recuperado 10 agosto, 2019, de <https://dicalidad.com.mx/productos/subcategoria/6/Regadera>

Dominguez, A. (2018), Fortalece Infonavit metas para el 2018, Altos precios frenan desarrollo. La voz. Recuperado: 10 de febrero del 2018 de Sitio web: <https://www.lavozdelafrontera.com.mx/local/fortalece-infonavit-metas-para-el-2018-880652.html>

Elaboración propia con base en datos obtenidos de Bosch, D. H. A. (2009). *Vivienda de interés social en la arquitectura*. Retrieved from <https://ebookcentral.proquest.com>

Elaboración Propia con base en datos obtenidos de Las Diversas Certificaciones Aplicables A Los Edificios Sustentables En México (2014).

Elaboración propia con base en información obtenida EDGE buildings 2019 de app.edgebuildings.com

ERG, ICAR y TransEngineering. 2009. Inventario de Emisiones de Mexicali.

Gobierno del Estado de Baja California. (2007). Sistemas Fotovoltaicos Interconectados A La Red Eléctrica. Recurso electrónico:

https://www2.ineel.mx/proyectofotovoltaico/DESCARGAS/1ER_COLOQUIO_2007/Vecindario%20Fotovoltaico.pdf

Gómez, K. (2014). Fracasa Valle de las Palmas como nueva ciudad satélite de Tijuana. Milenio. Recuperado el 10 de julio del 2018 de sitio web: <http://www.milenio.com/estados/fracasa-valle-palmas-ciudad-satelite-tijuana>

Graizbord, Boris, & González-Alva, Rocío. (2012). Centros de desarrollo comunitario apoyados por el Programa Hábitat: una aproximación cualitativa. Economía, sociedad y territorio, 12(39), 299-332. Recuperado en 06 de agosto de 2019, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-84212012000200002&lng=es&tlng=es.

Gruner, A. et al (s.f.) Proyectos pilotos de la NAMA de Vivienda Nueva: Hermosillo. Recurso electrónico: <http://lossistemasdemicasa.com/uploads/pdf/proyecto-piloto-hermosillo.pdf>

Gutiérrez, F. (2016). CONAVI ve potencial en ocho nuevos desarrollos certificados. El economista. Recuperado el 10 de julio del 2018 en sitio web: <https://www.eleconomista.com.mx/sectorfinanciero/Conavi-ve-potencial-en-ocho-nuevos-desarrollos-certificados-20160112-0099.html>

Google Earth (2018)

Google Earth, consultado el 20 de noviembre del 2018.

Hernández, F., (2017). Vivienda abandonada tiene su nivel más bajo en 10 años. El financiero. Recuperado el 10 de julio del 2018 en sitio web: <http://www.elfinanciero.com.mx/empresas/vivienda-abandonada-tiene-su-nivel-mas-bajo-en-10-anos>

Homedepot, H. (2019, 10 agosto). CALENTADOR DE AGUA INSTANTÁNEO B GAS NATURAL 13 LITROS IDEAL PARA 2 SERVICIOS. Recuperado de <http://www.homedepot.com.mx/plomeria/calentadores-de-agua/instantaneos/calorex-instantaneo-coxdpi-13-nat-380554>

IFC. (s.f.). [EDGE Buildings]. Recuperado 6 agosto, 2019, de https://www.edgebuildings.com/?gclid=CjwKCAjwyqTqBRAYEiwA8K_4O3UDmCZW98_bGMSV8RvCuW85zpTOJmGcOMy9zPLYA-VNECxEfX-exoC6BsQAvD_BwE
INFONAVIT (2012). Manual explicativo del programa "Vida Integral Infonavit: Vivienda Sustentable". Recurso electrónico: <http://portal.infonavit.org.mx/wps/wcm/connect/605a49e8-ab12-428b-b796-f97a99e389ae/Manual+Vida+Integral+Infonavit+Vivienda+Sustentable.pdf?MOD=AJPERES>

Instituto de Investigaciones Sociales, UABC (2011), Atlas de Riesgos del municipio de Mexicali, B.C.

INFONAVIT (2019) ¿Cuánto es lo mínimo y máximo que te presta Infonavit? Recuperado en: <http://www.puntosinfonavit.com.mx/cuanto-es-lo-minimo-y-maximo-monto-de-credito-que-presta-infonavit.html>

INEGI. (2018). Directorio Estadístico de Unidades Económicas. Recuperado 10 agosto, 2019, de <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/>

Joaquin Manuell, (2015). Reclaman olvido de Valle de las Misiones. La Crónica. Recuperado el 10 de julio del 2018 de sitio web: <http://www.lacronica.com/EdicionEnLinea/Notas/Policiaca/13012015/930538-Reclaman-olvido-de-Valle-de-las-Misiones.html>

Johnathan Rose Company, (s.f.) Paseo Verde. Recuperado el 10 de julio del 2018, de Jonathan Rose Companies, sitio web: <http://www.rosecompanies.com/projects/paseo-verde/>

LEED. (2008). Estación Twinbrook. Recuperado el 10 de julio, de USGBC Sitio web: <https://www.usgbc.org/projects/twinbrook-station>

LEED. (2016). Casa Van D. octubre 5, 2017, de USGBC Sitio web: <https://www.usgbc.org/projects/casa-van-d>

LEED. (2017). 9 y calle Berks TOD. Recuperado el 10 de julio, de USGBC Sitio web: <https://www.usgbc.org/projects/9th-and-berks-street-tod-2>

LEED. (2017). Proyecto Siqueiros. octubre 5, 2017, de USGBC Sitio web: <https://www.usgbc.org/projects/proyecto-siqueiros>

LEED. (2017). Teachers Village. Recuperado el 10 de julio, de USGBC Sitio web: <https://www.usgbc.org/projects/teachers-village>

LEED. (2018). Greystone Village. Recupe do el 10 de julio, de USGBC Sitio web: <https://www.usgbc.org/projects/greystone-village>

Ley J., et al. (2018). Evaluación multi peligro de las instalaciones críticas en la ciudad de Mexicali. En J. Ley y J.F. Mas (coords.), Análisis geoespacial en los estudios urbanos (pp.201-217). México: UNAM.
Merlo, E. (2015). Tijuana con las 1ras casas adaptadas para personas con discapacidad. Uniradio Informa. Recuperado de <https://www.uniradioinforma.com/noticias/tijuana/357666/tijuana-con-las-1ras-casas-adaptadas-para-personas-con-discapacidad.html>

m16.(2019,10 agosto).Recuperado de http://www.novidesa.com.mx/detalle_producto.php?idproducto=m16

Mexicali (Mexico). (2005). Guía de forestación para el municipio de Mexicali. Mexicali, Baja California, México: Ayuntamiento de Mexicali.

Mercado libre, M. (s.f.). Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas. Recuperado 10 agosto, 2019, de https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-691723974-2-pack-enchufe-o-contacto-inteligente-wifi-smart-plug-_JM?quantity=1#reco_item_pos=0&reco_backend=machinalis-seller-items&reco_backend_type=low_level&reco_client=vip-seller_items-above&reco_id=bf047423-14d7-442b-bb0a-8cf2802075c1

Moen, D. (s.f.). llaves para baño. Recuperado 10 agosto, 2019, de http://www.moen.com.mx/enes/bathroom/faucets/_/N-670

Mora, M. (2017) Se fracturan casas en colonia de Villagrán. Periódico Correo. Recuperado el 10 de julio del 2018 de sitio web: <https://periodicocorreo.com.mx/se-desmoronan-las-casas-rehilete/>

Morales-Hernández, J. (2004). Sociedades rurales y naturaleza: en busca de alternativas hacia la sustentabilidad. Tlaquepaque, Jalisco: ITESO.

Movimiento Antorchista Baja California, 2017, En Mexicali antorchistas luchan por programas de vivienda (Fotografía), Recuperado de: <http://www.antorchacampesina.org.mx/noticias.php?id=37241#.Wo5DF6jiaUI>

Mújica-Bucio, F. (2010, 30 noviembre). Re-inventando la construcción. Construcción y tecnología en concreto. Recuperado de <http://www.imcyc.com/revistacyt/en11/noticias.htm>

NMX-C-460-ONNCCE-2009.

Novidesa, N. (2019, 10 agosto). Panel para Entrepiso Aislante M16 | NOVIDESA. Recuperado de <https://www.archdaily.mx/catalog/mx/products/4763/panel-para-entrepiso-aislante-m16-novidesa>

Olán F., (2014) Villa El Cielo tiene todo... hasta robos. Tabasco Hoy. Recuperado el 10 de julio del 2018 de sitio web: <http://www.tabascoho.com/nota/227280>

Ortíz, J. A., Masera, O. R., & Fuentes, A. F. (2014). La ecotecnología en México. Morelia, México: Unidad de Ecotecnologías del Centro de Investigaciones en Ecosistemas de la Universidad Nacional Autónoma de México.

ONU México. (s.f.). Objetivos de Desarrollo Sostenible. Recuperado 6 agosto, 2019, de <http://www.onu.org.mx/onu-mexico/>

Panel Hebel para losas de entrepisos y cubiertas. (2019, 10 agosto). Recuperado de https://www.hebel.mx/es/docs/Hebel_Panel_Losas_Entrepisos_y_Cubiertas_Guia_Instalacion_17.09.pdf

Pérez, P. (2010). Green Building Rating Systems: ¿Cómo evaluar la sostenibilidad en la edificación?. Bilbao, España: IHOBE.

PDUCP de Mexicali 2025

Rotoplas.(s.f.). Recuperado 9 agosto, 2019, de <https://rotoplas.com.mx/catalogo/plantas-de-tratamiento-de-aguas-residuales/>

Ramírez, P. (2016). La reinención del espacio público en la ciudad fragmentada. D.F., México: UNAM, Instituto de Investigaciones Sociales.

Ramos, R. (2019, 15 febrero). México está en el Top 10 de Construcción Sustentable LEED 2018. Obras. p. 1.

Ramos, S., Prieto, F. & Cuellar, I.. (2004). PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DE CENTRO DE POBLACION DE MEXICALI 2025. Noviembre 3, 2017, de IMIP Sitio web: <http://www.mexicali.gob.mx/transparencia/administracion/plandesarrollourbano/pduc2025.pdf>

Regional Group (2018). Greystone Village. Recuperto el 10 de julio, de sitio web: <https://regionalgroup.com/featured-projects/greystone-village/>

Rico, G. (2013). Complejo Habitacional de Nogales, con Vistas a la Frontera: Puerta de Anza se extenderá por tres millas a lo largo con frontera de AZ. Recuperado el 10 de julio del 2018 de sitio web: https://tucson.com/laestrella/ciudad/complejo-habitacional-de-nogales-con-vistas-a-la-frontera/article_10cc51d6-dd26-5fcd-9806-dac1e27dac3.html

Ruiz-Corral, J. A., et al (2010). ESTADÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS BÁSICAS DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA (PERIODO 1961-2003). D.F., México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

Sanchez-Corral, J. (2012), La vivienda “social” en México. [Recurso electrónico: http://conurbamx.com/home/wp-content/uploads/2015/05/libro-vivienda-social.pdf](http://conurbamx.com/home/wp-content/uploads/2015/05/libro-vivienda-social.pdf)

SEDESOL. (2010). Documento diagnóstico de rescate de espacios públicos. Recuperado de www.sedesol.gob.mx/work/models/SEDESOL/Sedesol/sppe/.../Diagnostico_PREP.pdf

SENER/British Embassy (2011), Indicadores de Eficiencia Energética en México 5 sectores, 5 retos, México 2011, tabla 94, pp. 90.

Shaver, K. (2011) El desarrollador de Rockville gana el premio de crecimiento inteligente del gobernador. The Washington Post. Recuperado el 10 de julio del 2018 enitio web: https://www.washingtonpost.com/local/rockville-developer-wins-governors-smart-growth-award/2011/10/18/gIQA7cokuL_story.html?noredirect=on&utm_term=.6201b66cdad1

SHF (2013). Desarrollos Certificados: migración de un modelo cuantitativo a uno cualitativo de vivienda en México. Recurso electrónico: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/148037/Boleti_n_Desarrollos_Certificados.pdf

SHF (s.f.) Desarrollos Urbanos Integrales Sustentables. Recurso electrónico: http://www.cmic.org.mx/comisiones/sectoriales/vivienda/2011/shf/taller_duis/Presentaciones/Introducci%C3%B3n.pdf

SNIIV. (2017). Consulta Dinámica de Registro de vivienda. Recuperado el 8 de noviembre del 2017, de CONAVI sitio web: http://www.conavi.gob.mx:8080/oferta/cubo_registro.aspx

SNIIV. (2017). Consulta Dinámica de Vivienda Vigente. Recuperado el 6 de noviembre del 2017, de CONAVI Sitio web: <http://www.conavi.gob.mx:8080/oferta/cuboVivienda.aspx>

Softec s.c, S. (2017). Mexican Housing overview (2ª ed.). México, México: Softec.

The impact of buildings. (s.f.). Recuperado 9 agosto, 2019, de <https://new.usgbc.org/leed>

UCHIDA, H. (2005). Eco-technology - Human Environment Conscious Science & Technology. Linking innovation and entrepreneurship for developing countries. En: Memoria del Simposio Internacional de la Fundación Honda. Hanoi y Ho Chi Minh City.

USGBC. (s.f.). Better buildings are our legacy. Recuperado el 3 de noviembre del 2017, de Sitio web: <https://new.usgbc.org/leed>

Vallejo, V. M. (2014). LAS DIVERSAS CERTIFICACIONES APLICABLES A LOS EDIFICIOS SUSTENTABLES EN MÉXICO (18ª ed.). D.F., México: Multidisciplina.

Valtierra, A. (2012). Un macro proyecto. Construcción y Tecnología en Concreto. Recurso electrónico: <http://www.imcyc.com/revistacyt/noviembre2012/pdfs/vivienda.pdf>

Varela Alonso, L. (s.f.). Costos por metro cuadrado de construcción: volumen I: metodología para antepresupuestos. Varela Ingeniería de Costos. Recuperado de: <http://search.ebscohost.com.ezproxy.iteso.mx/login.aspx?direct=true&db=cat06240a&AN=cp.000324931&lang=es&site=eds-live>

6.2 Bibliografía

CESPM. (s.f.). Aguas Residuales. octubre 8, 2017, de CESPM Sitio web: <http://www.cespm.gob.mx/plantasresiduales.html>

COTUCO. (2016). Mapa de Mexicali. noviembre 10, 2017, Sitio web: <http://www.cotuco.com.mx/mapamexicali/mapa-de-mexicali/>

Ernst & Young. (2011). Análisis de la Industria, Panorama general de la industria de la vivienda en México. octubre 20, 2017, Sitio web: [http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/PDF-Estudio-Industria-Vivienda/\\$FILE/Estudio_Analisis_Industria.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/PDF-Estudio-Industria-Vivienda/$FILE/Estudio_Analisis_Industria.pdf) Sostenibilidad y la vivienda social en México

Hernández, K. & Rivera, N. (2017). Sostenibilidad y la Vivienda Social en México. Sitio web: <http://www.arquitectura.uanl.mx/Cuadernos%20de%20Arquitectura%20y%20Asuntos%20Urbano/pdf/num7/2.%20SOSTENIBILIDAD%20Y%20LA%20VIVIENDA%20SOCIAL%20EN%20MEXICO.pdf>

Hildebrandt Gruppe. (2015). VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA CERTIFICACIÓN LEED. octubre 6, 2017, Sitio web: <http://www.hildebrandt.cl/ventajas-y-desventajas-de-la-certificacion-leed/>

Invest in Baja. (2011). Energía. octubre 8, 2017, de Comisión Estatal de Energía de Baja California Sitio web: <http://www.investinbaja.gob.mx/es/industrias/energia>

SMN. (s.f.). Información Climatológica por Estado. noviembre 10, 2017, de CONAGUA Sitio web: <http://smn.cna.gob.mx/es/informacion-climatologica-ver-estado?estado=bc>

Sierra, J. (s.f.). Los Cabos Real Estate. noviembre 1, 2017, Sitio web: [http://www.loscabosrealestate.org/Panorama general de la industria de la vivienda en México](http://www.loscabosrealestate.org/Panorama%20general%20de%20la%20industria%20de%20la%20vivienda%20en%20M%C3%A9xico)

7. Anexos

7.1. Cuestionario

7.1.1. Diseño de Cuestionario de condiciones de vivienda de Fraccionamiento Valle de las Misiones, Santa Isabel, Baja California.

Objetivo:

Identificar diferentes aspectos positivos y negativos relacionados con las viviendas del Fraccionamiento Valle de las Misiones, que demuestren su nivel de satisfacción ocupacional y confort habitacional, el impacto que se tiene en su calidad de vida al considerar aspectos ambientales, sociales y económicos; así mismo, conocer su nivel de conocimientos e interés de los usuarios sobre la sustentabilidad.

Marco muestral:

El marco muestral que se ha diseñado consiste en un muestreo no probabilístico, por conveniencia al seleccionar 46 informantes de sexo indistinto, que sean residentes con más de un año de habitar en el Fraccionamiento Valle de las Misiones, en Santa Isabel, Baja California. El levantamiento de la información tendrá lugar en el exterior de cada vivienda los días domingo 11 de marzo y viernes 4, sábado 5 y domingo 6 de mayo del 2018. La aplicación de los cuestionarios estará a cargo de la alumna Mayra Brihuega Gamboa, estudiante de segundo semestre de la Maestría en Proyectos y Edificación Sustentable en el ITESO.

Listado de temas:

1. Datos generales del informante
2. Aspectos arquitectónicos
 - 2.1 Tipología y tamaño de los Espacios
 - 2.2 Materiales constructivos empleados
3. Perfil de los Ocupantes
4. Aparatos Electrodomésticos existentes
5. Servicios y equipamientos instalados
6. Impacto económico
7. Confort
 - 7.1 Térmico

7.2 Lumínico

7.3 Acústico

7.4 Calidad del aire interior

8. Hábitos en la vivienda

9. Conocimientos generales sobre sustentabilidad

7.1.2. Formato de Cuestionario de condiciones de vivienda de Fraccionamiento Valle de las Misiones, Santa Isabel, Baja California.

CONDICIONES E IMPACTO DE LA VIVIENDA			
Instituto Tecnológico y Estudios Superiores del Occidente			
Maestría en Proyectos y Edificación Sustentable			
Encuestador:	Fecha:		Hora:
Fraccionamiento:	Folio:		
0 Persona encuestada (jefe del hogar):	☐ Mujer	☐ Hombre	
0.1 Ubicación de la vivienda:			
☐ En esquina	☐ Entre dos viviendas		
0.2 Orientación de fachada principal:			
☐ Norte	☐ Sur	☐ Este	☐ Oeste
☐ Noreste	☐ Noroeste	☐ Sureste	☐ Suroeste
0.3 Sentido del eje longitudinal del predio:			
☐ Norte	☐ Sur	☐ Este	☐ Oeste
☐ Noreste	☐ Noroeste	☐ Sureste	☐ Suroeste
1.DATOS GENERALES			
1.1 ¿Cuánto tiempo lleva residiendo aquí?			
☐ 1-5 años	☐ 5-10 años	☐ Más de 10 años	
1.2 ¿Por qué eligió vivir en esta zona?			
☐ Cercanía a empleo	☐ Cercanía a familiares	☐ Precio más accesible	
☐ Otra			
1.3 Tipo de vivienda:			
☐ Propia	☐ Rentada	☐ Otra	
2. ARQUITECTÓNICO			
2.1 ESPACIOS			
2.1.1 Superficie de construcción de la vivienda			
☐ Entre 35 y 45m ²	☐ Entre 45 y 60m ²	☐ Entre 60 y 80m ²	☐ Mayor a 80m ²
2.1.2 ¿Cuántos niveles tiene la vivienda?			
☐ 1	☐ 2	☐ Más de 2	
2.1.3 ¿Cuántas recámaras tiene la vivienda?			
☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
☐ Más de 4			
2.1.4 ¿Cuántos baños completos hay en la vivienda?			
☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ Más de 3
2.2 AISLANTES TÉRMICOS			
2.2.1 ¿La vivienda cuenta con aislamiento térmico en muros, techos o ventanas?			
☐ Ninguno	☐ Muros	☐ Techo	☐ Ventanas
2.2.2 ¿De qué tipo?			
☐ Poliestireno	☐ Fibra de vidrio	☐ Polarizado	☐ No sé
☐ Fibra de madera	☐ Lana	☐ Otro	
2.2.3 ¿Instalado por su cuenta o estaba incluido al obtener la vivienda?			
☐ Cuenta propia	☐ Incluido		

3. OCUPANTES				
3.1 ¿Cuántas personas habitan la vivienda?				
☐ 1	☐ 2	☐ 4	☐ 5	
☐ 6	☐ Más de 6			
3.2 ¿Cuántos miembros del hogar están en los siguientes rangos de edad?				
☐ 0-12 años	☐ 12-18 años	☐ 18-25 años	☐ 25-50 años	
☐ 50-90 años				
3.3 ¿Cuántos miembros del hogar son hombres o mujeres?				
☐ Mujeres	☐ Hombres			
4. ELECTRODOMÉSTICOS				
4.1 ¿Con cuáles de los siguientes electrodomésticos cuenta el hogar?				
☐	Refrigerador			
☐	Televisión			
☐	Lavadora			
☐	Secadora de ropa			
☐	Microhondas			
☐	Aire acondicionado			
☐	Mini split			
☐	Ventilador			
☐	Calentador solar			
☐	Boiler de paso			
☐	Boiler de depósito			
☐	Computadora			
☐	Internet			
☐	Panel fotovoltaico			
☐	Otro _____			

5. SERVICIOS Y EQUIPAMIENTOS				
5.1 ¿Qué medio de transporte utiliza cotidianamente?				
MEDIO	FRECUENCIA	TIEMPO	DESTINO	
☐ Bicicleta	☐ 1-2 veces al día	☐ 1-10 minutos	☐ Trabajo	
☐ Automóvil propio	☐ 3-4 veces al día	☐ 11-25 minutos	☐ Escuela	
☐ Camión	☐ Más de 5 veces	☐ 25-30 minutos	☐ Compra de viveres	
☐ Raite	☐ al día	☐ Más de 30 minutos	☐ Otro _____	
5.1.1 ¿Cómo evalúa el servicio de transporte público?				
☐ Bueno	☐ Malo	☐ Regular	☐ Otro _____	
5.2 ¿Qué tan eficiente considera el alumbrado público del fraccionamiento?				
☐ Excelente	☐ Bueno	☐ Regular	☐ Malo	
5.3 ¿La recolección de basura es del municipio o del fraccionamiento?				
☐ Municipio	☐ Fraccionamiento	☐ No sé		
5.3.1 ¿Cada cuanto pasa el camión recolector?				
☐ 1 vez cada 2 semanas	☐ 1 vez a la semana	☐ Más de dos veces	☐ Otro _____	
5.4 ¿Qué tan eficiente considera el suministro de agua potable?				
☐ Excelente	☐ Bueno	☐ Regular	☐ Malo	
5.5 ¿Qué tan eficiente considera el servicio de drenaje?				
☐ Excelente	☐ Bueno	☐ Regular	☐ Malo	
5.6 ¿Qué tipo de suministro de gas tiene?				
☐ Tanque estacionario	☐ No			
5.7 ¿Hay parques o zonas verdes cerca?				
☐ Sí	☐ No			
5.8 ¿Cada cuanto hay patrullaje en la zona?				
☐ No hay	☐ Cada: _____			
5.9 ¿Considera insegura la zona?				
☐ Bastante	☐ Regular	☐ Poco	☐ Nada	
5.9.1 ¿Por qué? _____				

6.IMPACTO ECONÓMICO				
6.1 Para financiar la compra o construcción de esta vivienda:				
☐ Se obtuvo crédito	☐ Préstamo de un familiar	☐ Propios recursos		
6.2 Si se obtuvo un crédito, ¿de qué tipo?				
☐ FOVISSSTE	☐ INFONAVIT	☐ Institución pública	☐ Institución privada	
☐ Otro _____				
6.3 ¿Cuál es su gasto bimestral aproximado de electricidad del hogar?				
☐ Menos de \$500.00	☐ \$501.00-\$1500.00	☐ \$1501.00-\$3000.00	☐ Más de \$3000.00	
6.4 ¿Cuál es su gasto mensual aproximado de gas del hogar?				
☐ \$250.00-\$500.00	☐ \$501.00-\$800.00	☐ \$801.00-\$1000.00	☐ Más de \$1500.00	
6.5 ¿Cuál es su gasto mensual aproximado de agua del hogar?				
☐ \$0.00-\$100.00	☐ \$101.00-\$250.00	☐ \$251.00-\$500.00	☐ Más de \$500.00	
6.6 ¿Cuál es su gasto semanal en transporte?				
☐ \$0.00-\$100.00	☐ \$101.00-\$250.00	☐ \$251.00-\$500.00	☐ Más de \$500.00	
7. CONFORT				
7.1 TÉRMICO				
7.1.1 Indique los meses en los que experimenta incomodidad térmica:				
☐ Diciembre-Enero	☐ Febrero-Marzo	☐ Abril-Mayo	☐ Junio-Julio	
☐ Agosto-Sept	☐ Octubre-Noviembre			
7.1.2 Considera que en verano la sensación térmica de la casa es:				
☐ Agradable	☐ Cálida	☐ Muy Cálida	☐ Insoportable	
7.1.3 Considera que en invierno la sensación térmica de la casa es:				
☐ Agradable	☐ Fría	☐ Muy Fría	☐ Insoportable	
7.1.4 Considera que las ventanas brindan la ventilación suficiente a los espacios				
☐ Demasiada	☐ Suficiente	☐ Poca	☐ Nada	
7.1.5 ¿Qué hace normalmente para mejorar el clima interior en su vivienda?				
☐ Abrir ventanas	☐ Ventilador	☐ Aire acondicionado	☐ todas	
7.2 LUMÍNICO				
7.2.1 ¿En cuál de los siguientes espacios considera que la iluminación natural no es suficiente?				
☐ Cocina	☐ Sala	☐ Comedor	☐ Recámaras	
7.2.2 ¿Con cuántos focos cuenta la vivienda en total? (incluyendo lámparas de mesa o luminarias extra)				
☐ 1-4 focos	☐ 5 a 7 focos	☐ 7 a 10 focos	☐ más de 10	
7.2.3 Cuántos de ellos son:				
☐ Halógenos	☐ Led	☐ Fluorescente	☐ Incandescente	
7.3. ACÚSTICO				
7.3.1 ¿Le causan molestia los ruidos provenientes de la calle en el interior de su casa?				
☐ Bastante	☐ Regular	☐ Poco	☐ Nada	
7.3.2 ¿Le causan molestia los ruidos provenientes de los vecinos en el interior de su casa?				
☐ Bastante	☐ Regular	☐ Poco	☐ Nada	
7.4 CALIDAD DEL AIRE INTERIOR				
7.4.1 ¿Algún integrante del hogar padece de enfermedades respiratorias?				
☐ Sí	☐ No			
7.4.2 ¿Algún integrante del hogar padece de alergias?				
☐ Sí	☐ No			
7.4.3 ¿Percibe malos olores desde su casa debido a la contaminación o falta de ventilación?				
☐ Sí	☐ No			

8. HÁBITOS				
8.1 ¿Qué tipo de medidas suelen tener para reducir el consumo de agua del hogar?				
☐	Reutilización de aguas jabonosas para riego			
☐	Tienen inodoros de 4 litros			
☐	Cierran levemente la llave de paso			
☐	Otra _____			
☐	Ninguna			
8.2 ¿Qué tipo de medidas suelen tener para reducir el consumo de electricidad del hogar?				
☐	Uso eficiente de electrodomésticos			
☐	Sustitución de focos ahorradores			
☐	Uso eficiente de climatizadores eléctricos			
☐	Otra _____			
☐	Ninguna			
8.3 ¿Qué tipo de medidas suelen tener en el hogar con respecto a los residuos o desechos generados?				
☐	Se separan			
☐	Se reciclan			
☐	Se reutilizan			
☐	Se reducen			
☐	Ninguna			
9. CONOCIMIENTOS GENERALES				
9.1 Describa brevemente con sus propias palabras, lo que es el cambio climático:				

9.2 Indique si está de acuerdo o no con las siguientes oraciones sobre el cambio climático:				
☐	El cambio climático es un proceso natural de la Tierra			
☐	El cambio climático es un proceso provocado por la actividad humana			
☐	Sus hábitos y actividades cotidianas contribuyen al cambio climático			
☐	El cambio climático me parece un problema actual preocupante.			
9.3 ¿Considera que sus acciones y hábitos contribuyen al cambio climático?				

9.4 ¿Qué opción define mejor su idea sobre la sustentabilidad?				
☐	No tengo idea de lo que es			
☐	Conjunto de políticas institucionales para combatir el cambio climático			
☐	Conjunto de políticas institucionales y hábitos personales para combatir el cambio climático			
☐	Es un concepto económico, para disminuir costos con ciertas acciones			
☐	Es un concepto medioambiental, para proteger el planeta			
☐	Sólo es mercadotecnia			
9.5 ¿Cuáles dispositivos conoce que generen energía renovable?				
☐	Paneles solares	☐	Calendator solar	☐
☐	aerogenerador	☐	Otro _____	
9.6 ¿Cuál de las siguientes opciones lo motivarían más para optar por un estilo de vida más sustentable?				
☐	Ahorro económico			
☐	Beneficio al medio ambiente			
☐	Beneficio a la salud			
☐	Mayor confort en el hogar			
☐	Mejor futuro			
☐	Todas las anteriores			
☐	Ninguna de las anteriores			

7.2 Observación directa

7.2.1. Diseño de Observación Directa de Fraccionamiento Valle de las Misiones, Santa Isabel, Baja California.

Objetivo:

La observación se realizará con el objetivo de analizar el cumplimiento de las condiciones de ubicación impuestas por Infonavit para que una vivienda pueda ser considerada como digna y sustentable, además de los requisitos del sistema de evaluación LEED Desarrollo de Barrios, para obtener la certificación como conjunto.

Datos específicos:

El fraccionamiento a evaluar será el de Valle de las Misiones ubicado en la localidad de Santa Isabel, Baja California. La observación se llevará a cabo por la alumna Mayra Brihuega Gamboa de la Maestría en Proyectos y Edificación Sustentable, el día domingo 11 de marzo del 2018 a las 10:00 horas.

Herramientas:

Se utilizará cámara fotográfica para constatar las observaciones a realizar, y hojas y pluma para hacer anotaciones.

Observables:

En el listado siguiente se detallan los observables puntuales:

- a) Servicios e infraestructura:
 - Servicio de transporte a 0.8 km
 - Dispone de alumbrado público
 - Dispone de recolección de basura
 - Dispone de Agua potable
- b) Accesibilidad:
 - Aceras para el peatón
 - Vialidades pavimentadas
- c) Equipamientos:
 - Mínimo 5 usos de suelo distintos a 0.4m
 - Dentro de concentración de mancha urbana
 - Primaria o kínder a 2km
 - Centro comunitario o cancha deportiva a 2km

- Plaza, parque o jardín a 0.3km
 - Vivienda cercana a fuentes de empleo
 - Mercado o súper a 2km
 - Consultorio o centro médico a 2km
- d) Seguridad:
- Vigilancia o patrullaje
 - Signos de vandalismo
- e) Uso de suelo:
- Habitacional
 - Comercial
 - Industrial
 - Servicios
 - Fuera de áreas protegidas
 - Fuera de áreas de inundación

7.2.3. Formato de observación directa aplicada a usuarios de Fraccionamiento Valle de las Misiones, Mexicali, B.C.

CUMPLIMIENTO DE CONDICIONES DE FRACC. VALLE DE LAS MISIONES				
Datos para control interno:				
Nombre del observador:		Mayra Brihuega Gamboa		
Medio de observación:		Personal		
Fecha de observación:		11 de marzo del 2018, a las 10:00 horas.		
Datos del lugar observado:				
Fraccionamiento Valle de las Misiones, Santa Isabel, Baja California. Se encuentra ubicada al oeste de la ciudad de Mexicali, en las coordenadas: 115°34'32" longitud oeste y 32°37'53" de latitud norte.				
ORGANISMO/INSTITUCIÓN	CONDICIONES	CUMPLE		COMENTARIOS
		Si	No	
Ubicación inteligente				
LEED	Servicio de transporte a 0.8km			
INFONAVIT	Alumbrado público eficiente			
INFONAVIT	Recolección de basura eficiente			
LEED	Agua Potable eficiente			
LEED	Drenaje eficiente			
Accesibilidad				
INFONAVIT Y LEED	Dimensión y calidad de aceras suficiente			
INFONAVIT Y LEED	Vialidades pavimentadas			
Equipamientos				
LEED	5 usos de suelo diferentes 0.4 km			
LEED, CONAVI	Dentro del perímetro de contención urbana			
INFONAVIT	Primaria o kinder a 2km			
INFONAVIT	Centro comunitario o cancha deportiva 2km			
INFONAVIT	Plaza, parque o jardín a 0.3km			
INFONAVIT	Mercado o súper 2km			
INFONAVIT	Consultorio o centro médico a 2km			
Seguridad				
INFONAVIT Y LEED	Vigilancia o patrullaje			
INFONAVIT Y LEED	Signos de vandalismo			
INFONAVIT Y LEED	Acceso al conjunto controlado			
Uso de suelo				
LEED	Fuera de áreas protegidas			
LEED	Fuera de áreas de inundación			
PDUCP	Zona ejidal			

7.2.3. Observación directa aplicada a usuarios de Fraccionamiento Valle de las Misiones, Mexicali, B.C.

CUMPLIMIENTO DE CONDICIONES DE FRACC. VALLE DE LAS MISIONES				
Datos para control interno:				
Nombre del observador:		Mayra Brihuega Gamboa		
Medio de observación:		Personal		
Fecha de observación:		11 de marzo del 2018, a las 10:00 horas.		
Datos del lugar observado:				
Fraccionamiento Valle de las Misiones, Santa Isabel, Baja California. Se encuentra ubicada al oeste de la ciudad de Mexicali, en las coordenadas: 115°34'32" longitud oeste y 32°37'53" de latitud norte.				
ORGANISMO/INSTITUCIÓN	CONDICIONES	CUMPLE Sí No		COMENTARIOS
Ubicación inteligente				
LEED	Servicio de transporte a 0.8km	X		
INFONAVIT	Alumbrado público eficiente		X	Sólo prende una luminaria por cuadra.
INFONAVIT	Recolección de basura eficiente	X		Por parte del municipio, pasa 2 veces por semana
LEED	Agua Potable eficiente	X		Buen Servicio
LEED	Drenaje eficiente	X		Genera malos olores el alcantarillado
Accesibilidad				
INFONAVIT Y LEED	Dimensión y calidad de aceras suficiente	X		Buen estado, dimensiones suficientes.
INFONAVIT Y LEED	Vialidades pavimentadas		X	Sólo vialidades secundarias, varios baches y hoyos.
Equipamientos				
LEED	5 usos de suelo diferentes 0.4 km		X	Escuela, Supermercado, centro médico, área deportiva
LEED, CONAVI	Dentro del perímetro de contención urbana		X	
INFONAVIT	Primaria o kinder a 2km			
INFONAVIT	Centro comunitario o cancha deportiva 2km	X		
INFONAVIT	Plaza, parque o jardín a 0.3km	X		Sin áreas verdes y escasa vegetación.
INFONAVIT	Mercado o súper 2km	X		
INFONAVIT	Consultorio o centro médico a 2km	X		
Seguridad				
INFONAVIT Y LEED	Vigilancia o patrullaje		X	Escasa, algunos reciben cuota para dejar laborar a narcomenudista
INFONAVIT Y LEED	Sígnos de vandalismo	X		30% de casas abandonadas, grafitis, robos, drogas, muertes.
INFONAVIT Y LEED	Acceso al conjunto controlado		X	
Uso de suelo				
LEED	Fuera de áreas protegidas	X		
LEED	Fuera de áreas de inundación	X		
PDUCP	Zona ejidal		X	

7.3. Entrevistas

7.3.1. Opinión de expertos acreditados como LEED AP

7.3.1.1. Diseño metodológico de entrevista a acreditado LEED AP sobre vivienda de interés social sustentable con certificación LEED.

Objetivo de la actividad:

Conocer la opinión de un arquitecto, ingeniero o constructor acreditado como asesor LEED AP, que tenga experiencia en la certificación de edificios sustentables LEED, para identificar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas del proyecto de Conjunto de vivienda de interés social sustentable con certificación LEED con base en su perspectiva, sugerencias y recomendaciones.

Informante clave: Arquitecto Pedro A. Paredes Estapé, LEED AP BD+C Director de empresa EOSIS, consultoría independiente para obtener la certificación LEED, con proyectos en la Ciudad de México y Guadalajara. Y Arquitecta María Mederos Henry, LEED GA (LEED Green Associate). Socia y gerente de operaciones de Eosis.

Herramientas:

La entrevista será realizada en el periodo de primavera 2018, con el apoyo de un aparato de grabación para posteriormente realizar la transcripción del contenido.

Tema:

Certificación LEED.

Subtema: Experiencia y trayectoria.

1. Razón por la que se eligió LEED
2. Tipos de proyectos que se han desarrollado y certificado.
3. Certificación LEED Hogares.
4. Certificación LEED Desarrollo de Barrios.

Frases de ayuda para inducir la plática:

- Platíqueme por favor, de todos los sistemas de evaluación y certificación de edificios sustentables ¿cuál es la razón por la que eligió LEED? ¿qué es lo que usted considera que lo pone en ventaja con el resto?
- Cuénteme, ¿qué tipo de proyectos se han llegado a realizar y certificar en su empresa?
- ¿Ha tenido la oportunidad de participar en una certificación de LEED Hogares? ¿qué tipo de vivienda era?
- Tengo entendido que actualmente aún no existe ningún desarrollo habitacional con la certificación LEED ND en México, ¿a qué cree que se deba?

Subtema: Proceso de certificación.

1. Proceso de certificación.
2. Elección de créditos.
3. Importancia de un profesionista LEED AP.

Frases de ayuda:

- ¿Me podría describir de manera breve las distintas etapas o fases que suelen realizar durante el proceso de la certificación?, ¿Cuál de ellas considera que es la más complicada?
- Por lo general, ¿en qué se basan para definir cuáles créditos vale la pena cumplir?
- Aunque la participación de un profesionista LEED AP no es obligatoria para obtener la certificación, ¿qué tan importante considera su apoyo dentro de los proyectos?

Tema:

Fortalezas y debilidades del desarrollo habitacional de interés social con certificación LEED.

Subtema: Ventajas de certificación LEED en conjunto de vivienda de interés social.

1. Aspectos positivos que posea el proyecto
2. Aspectos que resulten explotables del entorno y permitan obtener ventajas.

Frases de ayuda:

- Con base en su experiencia como arquitecto, con qué capacidades especiales considera que el proyecto de “DESARROLLO HABITACIONAL DE INTERÉS SOCIAL CON CERTIFICACIÓN LEED” deba contar para que le permita tener una posición privilegiada frente a la vivienda de interés social convencional.

- ¿Qué aspectos favorables cree que podrían ser aprovechados y tomados como una oportunidad para el desarrollo del proyecto?

Subtema: Desventajas de certificación LEED en conjunto de vivienda de interés social.

1. Posibles retos o amenazas para el logro del objetivo.
2. Debilidades del proyecto
3. Incremento de costo
4. Oposición de constructoras y desarrolladores

Frases de ayuda:

- Ahora dígame, ¿qué posibles situaciones externas cree que puedan llegar a atentar en contra del proyecto?
- Con base en su experiencia, ¿qué aspectos o factores considera que podrían poner en una posición desfavorable este proyecto frente a la vivienda de interés social convencional, y de qué recursos podría llegar a carecer?
- Le agradeceré si me pudiera compartir qué tipo de estrategias o recomendaciones considera importante implementar con el fin de mantener precios accesibles para el producto final.
- Quizá a lo largo de su trayectoria se ha tenido que enfrentar ante constructoras y desarrolladoras que se oponen a este tipo de proyectos, ¿cómo han logrado vencer esta resistencia?

7.3.1.2. Transcripción de entrevista a acreditado LEED AP sobre vivienda de interés social sustentable con certificación LEED.

Datos de los entrevistados:

- Nombre: Pedro A. Paredes Estapé.

Ocupación: Arquitecto LEED AP BD+C, Director de empresa EOSIS, consultoría independiente para obtener la certificación LEED, con proyectos en la Ciudad de México y Guadalajara.

- Nombre: María G. Mederos Henry.

Ocupación: Arquitecta LEED GA (LEED Green Associate). Socia y gerente de operaciones de Eosis.

Datos de la entrevista

- Fecha de realización: martes 17 de abril del 2018
- Lugar: Oficinas Ruba en Boulevard Islas Agrarias S/N, Plutarco Elías Calles, 21736 Mexicali, B.C.
- Hora de inicio/fin: 13:00-13:40.

Datos del entrevistador

- Nombre: Mayra Brihuega Gamboa
 - Rol: estudiante de Maestría en Proyectos y Edificación Sustentable en ITESO.
-

MAYRA BRIHUEGA (MB EN ADELANTE): Primero que nada de todos los sistemas de evaluación y de certificación de edificios sustentables ¿cuál es la razón por la que eligió LEED? ¿Qué es lo que usted considera que lo pone en ventaja con el resto?

MARIA MEDEROS (MM EN ADELANTE): digamos que LEED es de las certificaciones que tienen ya más tiempo y de las más aceptadas a nivel mundial, y tiene la ventaja que es la más conocida.

PEDRO PAREDES (PP EN ADELANTE): Bien, tiene respuesta en la atracción de mercado que tiene, lo que pasa es que la ventaja de LEED es una certificación a nivel internacional entonces está reconocida en varios mercados, se puede adaptar en varios países y en varias condiciones, y eso es lo que hace que sea muy fácil de implementar. Aquí en México tenemos la gran ventaja que somos vecinos de estados unidos donde LEED es predominante en el mercado, hay otros sistemas de certificación de Europa, como el GREAM DGNB, HQUALITY francesa etcétera. Que por la misma configuración del mercado son las más implementadas allá, pero como aquí estamos más cerca de estados unidos LEED funciona como un reconocimiento del mercado, entonces cuando viene una empresa de Estados Unidos a México, piden LEED, entonces por eso que empieza a hacerse como un proceso de reconocimiento de marca en ambos casos y eso le da atracción al proceso de certificación LEED. Muchos de nuestros clientes al inicio salen de esa forma de que les piden LEED y no saben cómo implementarlo y es cuando se acercan a nosotros como consultoría, mi cliente me está pidiendo LEED, pero ya porque vienen de líneas corporativas, de decisiones verticales que dicen “oye procesos de certificación verde, ¿cuál hay?, pues LEED ok todas mis empresas a nivel internacional van a ser LEED, o vamos a tener espacios LEED o un espacio comercial o corporativo tiene que estar en un edificio LEED, por una política corporativa, empresarial y es entonces cuando empiezan a buscar estos temas. Y aquí es cuando se vuelve en un detonador de mercado porque entonces si yo tengo un edificio como el de enfrente que procura un tema de solución de espacios sustentables y aquel de acá tiene LEED, y dicen “bueno a mí mi empresa me está solicitando un espacio LEED si hay disponible pues me voy con el LEED. Entonces bueno ese es como el primero, el segundo es el esquema del control de puntos y la flexibilidad para poderlo implementar, es un proceso que tiene pre requisitos que lo hace exigente en tema de sustentabilidad pero también se vuelve en un esquema flexible y amplio, o sea lo que busca el USGBC a diferencia del *Living Future Institute* que es una certificación muy ambiciosa la de *Living Building Challenge*, es tener un edificio de súper alto desempeño, y LEED es tener muchos edificios de buen desempeño. Entonces es una base muy amplia que son 40 puntos de 110 posibles, donde yo puedo tener un mínimo de indispensables que son los prerrequisitos, y a partir de ahí género o abro un mercado para ser mucho más amplio y ser más atractivo para certificarte, no tengo una mente tan ambiciosa y que de entrada diga “uy no tengo generar el 110 % de la energía que voy que consumir, pues no también LEED es consume un 18% o 7% menos que un edificio eficiente, entonces a partir de ahí digo a bueno entonces no estoy tan arriba pero si estoy generando ciertos niveles de eficiencia por arriba de lo que está el mercado en todo. Entonces eso también hace que LEED se vuelva más fácil de implementar, y el atractivo del mercado es la fácil implementación y la flexibilidad para poderlo adaptar al mercado,

y decir oye yo quiero esto yo quiero aquello, porque también el hecho de que este dividido en diferentes bloques hace que sea también fácil de poder hacer estrategias de acuerdo a las condiciones del proyecto. Tenemos proyectos que se han certificado simplemente por donde están ubicados. Porque tienen una muy buena conexión, hay para transporte público, hay espacios abiertos, etcétera, etcétera. Entonces con eso tienen gran parte de los puntos y ya lo demás consigue otras estrategias de acuerdo a las ambiciones del cliente. Hay otros proyectos que están muy alejados entonces no pueden obtener esos puntos, pero buscan entonces una mayor eficiencia en el consumo de agua eficiencia energética, materiales recursos que sea lo que requieran para su certificación entonces también esa flexibilidad es muy interesante. Y por lo mismo fue por lo que empezamos con LEED. Ahorita estamos... Bueno también hay un nivel de exigencia ¿no? Porque si vienen ahí normas mexicanas, que todavía están ahí un poco... más bien no están al nivel de exigencia de LEED en lo que es la sustentabilidad... ¿cuál es la norma la de 163?... la NMX 163 SSG321... bueno algo así, pero hay una norma mexicana de edificación sustentable, donde están las certificaciones del distrito federal que se basa en las normas pero las normas por ejemplo de envolvente, la que está vigente ahorita para edificios no comerciales, es una norma del 2001, entonces mucho de eso ya está rebasado, no se ha actualizado, entonces nosotros creemos que le da más valor estar con reglamentos más exigentes que realmente logran los objetivos de la sustentabilidad. Estamos trabajando con una que es interesante se llama EDGE, no se si lo has oído, entonces lo que estamos buscando es aplicarlo para otro segmento que a lo mejor LEED es más complejo, o pudiera ser caro por el tema de los consultores, sobre todo procesos que es el modelado energético que pide LEED, en EDGE se resuelve la plataforma en línea. Lo que tiene de ventaja EDGE es que está financiado por el *Internacional Finance Corporation* el *World Bank*, entonces ellos hicieron la base de datos para poder determinar la cantidad de energía que se tiene en interiores que está buenísimo, porque de otra manera tendrías que estar haciendo cálculos desde que ACV y como se componen tus elementos y temas constructivos y tendrías que hacer investigaciones complejas para poder aplicar los protocolos. Aquí te da de una manera bastante intuitiva te dice cual es la intensidad energética de los materiales, y por otro lado también el impacto energético que tienes con ciertas soluciones, o sea por ejemplo si tu pones ay pues voy a tener tanta apertura en relación de ventana muro, automáticamente el programa te hace un cálculo estimado. No es muy preciso en el sentido que no te va a dar métricas así al detalle, pero es bastante acertado, tiene ese valor, entonces está diseñado para que cualquier persona pueda meterse y evaluar su propio proyecto y ve que puede mejorar y ver qué pasa con la relación de muro ventana, el acristalamiento, etcétera Entonces eso permite estar haciendo ciertos ajustes, y eso es muy dinámico y está adaptado al clima y a su región, eso es lo que le da valor a EDGE.

MB: ¿este programa es únicamente para EDGE?

PP: Sí, y también es únicamente para economías emergentes.

MM: No aplica en primer mundo.

PP: Exactamente, porque va sobre uno de los principios de USGBC, que es tratar de llegar a la mayor cantidad de gente. Y lo que detectaron es que en los mercados emergentes las limitantes era el conocimiento tecnológico, y la formación de

profesionales enfocados en temas de sustentabilidad, entonces conseguir un *Commission Agent* que te pide la certificación LEED, y el modelado energético y LEED AP, se volvía complejo y costoso. Entonces se reserva para los edificios o corporativos, etcétera entonces nuevamente era un mercado pequeñito. Entonces es cuando el USGBC como puedo formar una política de construcción sustentable a través de una certificación que pueda llegar a más personas. ¿Cuál es una de las trabas? En tema de costos por consultores, entonces bueno yo genero la plataforma entonces ya no tengo un *Commission Agent*, si tengo un auditor, pero hace varias funciones, restrinjo sin dejar de ser ambicioso, pero si restrinjo lo que voy a evaluar, solamente evalúo energía, consumo de agua y el origen de los materiales, y esas son los tres aspectos que voy a evaluar y certificar, entonces deja de lado temas como ventilación, ubicación, el sitio, etcétera y se concentra en otros aspectos y eso lo hace más sencillo de implementar. Y lo que quieren hacer con eso es llegar a la mayor cantidad de gente posible. Y eso nosotros los estamos promoviendo en México, porque llena justo ese “gap” que dejaban entre edificios LEED y las casas y desarrollos multifamiliares que querían tener niveles de certificación y lo volvía muy complejo y más costoso. La ventaja de LEED es que te da la valoración de un tercero que es por eso que trabajamos con LEED, y también te da lineamientos muy claros sobre el proceso a desarrollar. Si te dicen bueno quiero mi casa verde, ¿Qué te imaginas con verde no? Ahorita ya podemos decir pues verde EDGE o verde LEED ¿no? Entonces pues verde LEED, a pues ¿qué tienes que hacer? Pues cumplir con todo esto como mínimo, entonces ahí ya hay unas guías como muy claras cual es el protocolo qué tienes que hacer, y cómo ser evaluado etcétera, etcétera.

MB: ¿Aquí en EOSIS que tipo de proyectos se han llegado a realizar o certificar?

PP: Uy de todo jaja, no pero como que tipo de proyectos pues comerciales, industriales, habitacionales verticales. Los únicos que no hemos trabajado ahorita es por ejemplo vivienda unifamiliar, porque no hemos entrado a LEED *Homes*, porque no queremos o más bien no hemos visto la necesidad de entrar. LEED *for Homes* apenas se está desarrollando en México, necesitas especialistas como te decía *Green Grade Provider* y otro que se especializa para certificación LEED *for Homes* entonces eso también, LEED estaba como proyecto piloto no se habían dado las condiciones, entonces decidimos que la vivienda unifamiliar ahorita no. Pero los que si aplican de manera natural es la residencia vertical, corporativos, espacios comerciales, naves industriales, de logística, todo eso, prácticamente tenemos una gran diversidad en nuestros proyectos.

MM: si necesitas datos están en nuestra página de internet, ahí están nuestros proyectos que tenemos en vías de certificación o ya certificados que son ya casi 80.

MB: Ok, gracias. Y bueno, tengo entendido que actualmente aún no existe ningún desarrollo habitacional con la certificación LEED ND en México, ¿a qué cree que se deba?

PP: mira, si hay algunos registrados pero creo que todavía están en proceso si no me equivoco.

MM: era el de la Ciudad de México.

PP: Había dos en México y aquí habían registrado uno que se llamaba H-OZO o algo así. No recuerdo bien pero, cual es el principal contra que hemos visto. Porque de los proyectos que han llegado como *Neighborhood*, es que hay un prerrequisito

que tienes que tener cierta cantidad de conexiones, la verdad no se si la versión 4 la hayan modificado o no. Pero tienes que tener un numero de intersecciones abiertas en tu proyecto.

MM: O sea no puede ser un coto.

PP: Exactamente, entonces todos los que han llegado que tienen la capacidad de pagar LEED por así decir, de venderlo LEED, pues desean que sea un espacio cerrado o de acceso controlado, y no están de acuerdo con ese pre requisito y sin él pues ya no pueden obtener tal la certificación. Sí no ha sido fácil implementarlo por eso.

MB: ¿Me podría describir de manera breve las distintas etapas o fases que suelen realizar durante el proceso de la certificación?

PP: ¿internas, externas?

MB: pues internas como por ejemplo, tengo entendido que empiezan a hacer como ¿eco-charretes?

MM: Sí una junta charrete, pero esas se hacen con el cliente.

PP: Sí, casi siempre, o lo mejor es empezar con un proceso integrativo para que todo mundo sepa que tiene que hacer como lo tiene que hacer, y es donde llevamos el *coacheo* por así decirlo, o el acompañamiento, de que vamos llevando al cliente y a su equipo de diseño cuales son los objetivos etcétera, intentar mantener una comunicación abierta, favorecer el intercambio de información, detectar las oportunidades, etcétera, para que la certificación se vaya dando de manera natural, no que tengas que llegar ya a obra y decir hay que quitarle, hay que ponerle, hay que hacerle, porque es lo que hace cara la certificación.

MM: Si, poder prever y más que nada dejarles claro por donde va a ir la cosa. Y es en parte lo que se hace en el *charrette* y luego se hace un documento que se llama el OPR donde pones todas estas condicionantes o características con las que deberá de cumplir el proyecto, son como las bases del juego, sobre todo, todas las ingenierías van a tener que respetar digamos para lograr la certificación.

PP: Si entonces cuando ya tienes todo eso armado, le dices a cada quien lo que tiene que hacer.

MM: Se desarrolla, para empezar, un X PLAN que se llama que es un prerrequisito que es de los más importantes porque es durante el desarrollo de la obra, que es todo un plan que es como se deberá de llevar la obra. Este... porque es como, que pasa con los camiones, que pasa con los accesos, que pasa con la limpieza de obra, que pasa con la separación de materiales, y es todo lo que pasa durante la obra. Y luego también lo que se crea después del OPR, son las Bases de Diseño, los términos de referencia, que es ahora si a ver tu aire acondicionado lo vas a hacer de esta manera y dime como lo vas a hacer, y luego tu iluminación de esta manera, todo eso se pone en el documento, todo mundo firma de acuerdo, y es un poco una garantía para que el cliente sepa cómo va a estar funcionando su edificio y LEED lleve a una certificación. Y bueno dentro de la oficina lo que se hace es RFI se llama, *Request For Information*, y se solicita al cliente los planos los equipos las fichas técnicas, todo esto se va documentando, se suben las evidencias a LEED online, se hace a su vez un modelo energético, que esa es de las grandes partes que se trabajan, ya una vez que se tienen todas las ingenierías, iluminación, aire acondicionado y todos los materiales, y todas estas cosas, se documentan y se sube a LEED online, se manda a revisión y se espera de regreso tienes chance,

bueno te mandan las cosas que hay que clarificar, se corrige lo que se tenga que corregir, se manda la segunda y se obtiene la certificación. En pocas palabras ese es el proceso.

MB: por lo general, ¿en qué se basan para definir cuáles créditos vale la pena cumplir?

PP: se plantea una estrategia desde el principio. Antes que eso se plantean los objetivos del cliente. Por ejemplo, yo quiero LEED Platino o LEED de panzazo, dependiendo de esos que dicen LEED Platino, pues aquí son todos los que puedas, si dejas fuera del cálculo los que no pueden conseguir por sus características, como podría ser donde está o por restauración de suelos dañados, entonces pues si no tienes esas condiciones no puedes contaminar para luego descontaminar y ganar el punto. Entonces se queda fuera de la ecuación, a partir de ahí para el platino pues todos. Pero cuando es una certificación que dicen yo quiero el leed de panzazo si acaso plata, entonces aquí si podemos ver 1 cuanto quiere gastar el cliente, por lo general tratamos de que no sea nada, o sea mucho pensar poco gastar. Y con base en eso pues donde está ubicado.

MM: Se genera un *check list*, que nosotros evaluando un proyecto a primeras, vemos mira esto si lo cumple por donde está puesto por el tipo de edificio por el tipo de estacionamiento ¿no?, vamos haciendo una evaluación rápida de las fortalezas que tiene un proyecto ya en sí. Entonces después le decimos al cliente, mira ahorita como está tu proyecto llegas a tantos puntos, nos gusta siempre tener un colchón hay unas cosas que luego te niegan y luego que no y se van cambiando, y luego dependiendo del objetivo como dice Pedro, le decimos al cliente aquí vas a tener que implementar esta estrategia y aquí esta.

PP: Sí para eso sirve las juntas de proceso integrativo para saber y decir a ver cuáles son los límites del proyecto, porque a lo mejor tú ves un proyecto que tiene muy buenas capacidades de diseño y está bien resuelto, pero otros que no si por ejemplo llega un cliente y te dice que quiere una fachada de cristal al oriente, y le dices “¿oye hay posibilidad de cambiarlo?” Y te dice “No, así va a ser y así se quedará”. Entonces bueno eso limita porque por ejemplo se pueden obtener muchos puntos desde la parte de eficiencia energética entonces tenemos que buscar puntos en otro lado, o al revés. Casi siempre es ¿cuáles son los puntos que ya se dan de manera natural en el proyecto? Por ejemplo en el tema del agua ya es bien fácil lograrlos con los muebles ahorradores entonces, te pregunta el cliente “oye cuánto cuestan los muebles water sense?” “A pues un 10% más que uno normal.” “A ok, y cuánto cuesta uno normal 1000 y este 1200 y el total del proyecto te equivale el 0.005% de incremento en costos”. “A pues no manches, ¡comprado! Y me va a dar 5 puntos por el tema del agua, fabuloso”.

MM: Sí hay cosas que el cliente ve como reflejado muy fácil, y que en realidad no le generan ningún costo y dicen bueno si voy a ahorrar tantos litros de agua bueno perfecto. Pero hay otras cosas que si es más difícil convencerlo que realmente es parte de una estrategia y le va a retribuir a su proyecto.

PP: Sí en realidad va ligado al costo.

MM: Sí, siempre es ¿cuánto me cuesta? y ¿cuánto me va ahorrar?

PP: Si tu edificio es propio entonces puedes implementar una política de vehículos verdes, entonces te va a costar un bote de pintura verde y que pongas un letrero, en la operación implementara una política que dejes un cajón para autos eficientes,

hay clientes que te dicen, bueno si me va a tocar comprar un bote de pintura pues órale. Habrá otros que dicen bueno es que a lo mejor el edificio no es mío, o tengo un sindicato me va a dar pesadillas, la operación va a ser un rollo, me va a decir que estoy discriminando. Todo eso lo vamos viendo sobre la marcha, cada proyecto en ese sentido sí se vuelve particular. También puede ser estrategia como lo son los paneles fotovoltaicos, que no son obligatorios ni son prerrequisito pero te pueden traer muchos puntos, entonces es una buena práctica se propone se fomenta pero se evalúa si es pertinente o no.

MB: Aunque la participación de un profesionista LEED AP no es obligatoria para obtener la certificación, ¿qué tan importante considera su apoyo dentro de los proyectos?

PP: ¿Del 1 al 10?, ¿qué tantos dolores de cabeza quieres? Esa es la pregunta. Además que te da un punto ¿no?, pero cuando nos han hecho esa pregunta, ¿oye podría certificarlo sin ti? Adelante. La ventaja es que nosotros ya nos hemos tropezado con diferentes piedras a lo largo del camino. Ya como LEED AP logramos desarrollar esta sensibilidad en que podamos hacer un *check list* de manera muy rápido y anticipar un chorro de broncas, sabemos dónde se le puede estar cayendo la pelota al equipo de diseño, donde el cliente tuerce la boca, donde el contratista “ni madres que lo hago”. Conocemos eso, entonces ya sabemos cómo llegar y cómo ir sorteando cada dificultad o cada reto que se vaya presentando. Si tú no tienes ese LEED AP entonces todo es nuevo. Nosotros tenemos horas y horas de vuelo que ya nos han chamaqueado y hemos aprendido de esos errores y tropiezos y ahorita ya tenemos bastante experiencia muy importante. Ya hemos platicado con miles de equipos de revisores, hemos trabajado con un chorro de gente y ya sabemos que esperar entonces podemos minimizar el riesgo de que el edificio no se certifique. O si vemos algo que pueda atentar contra la certificación desde un principio ser completamente francos con el cliente y decirle esto no lo puedes certificar, para que ni gastes. Que si no tienes un LEED AP en el equipo no puedes ver eso hasta medio proceso. Entonces ya que tienes un chorro al final te dicen que no se puede certificar entonces pues ni modo cada quien a su casa.

MB: Bueno como les mencioné, mi proyecto trata de hacer un conjunto habitacional de interés social en Mexicali Baja California entonces, con base en su experiencia, ¿con qué capacidades especiales considera que el proyecto de “DESARROLLO HABITACIONAL DE INTERÉS SOCIAL CON CERTIFICACIÓN LEED” deba contar para que le permita tener una posición privilegiada frente a la vivienda de interés social convencional?

PP: Siéndote sincero, si no tienes incentivo fiscal no es viable, pues el cliente no reconoce los costos extras que estás haciendo por darle una edificación de mejor calidad. Sí le dices la vivienda convencional te va a salir en tanto, y la otra pues igual, entonces sí. Pero ellos nunca van a pagar más. Como te mencioné anteriormente, todo se retribuye a los costos.

MM: Sí, por ejemplo ECOCASA o el subsidio CONAVI es algo que te podría ayudar en este tipo de proyectos pues le dan un apoyo de financiamiento a los desarrolladores con base en la aplicación de ciertos criterios de sustentabilidad.

MB: Quizá a lo largo de su trayectoria se ha tenido que enfrentar ante constructoras y desarrolladoras que se oponen a este tipo de proyectos, ¿cómo han logrado vencer esta resistencia?

PP: Pues generalmente, si el cliente no está convencido o interesado desde un principio, es muy complicado lograr hacerlo cambiar de opinión. Es importante que el primer interesado en obtener la certificación sea el cliente de acuerdo a sus principios y por la intención de tener mejores prácticas, no sólo por ahorrar dinero si no que quiera mejorar la calidad y salud de los usuarios.

8.3.1.3. Diseño metodológico de entrevista de acreditado LEED AP sobre vivienda de interés social sustentable con certificación LEED en Mexicali, B.C.

Objetivo de la actividad:

Conocer la opinión de un arquitecto, ingeniero o constructor acreditado como asesor LEED AP, que tenga experiencia en la certificación de edificios sustentables LEED, para identificar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas del proyecto de Conjunto de vivienda de interés social sustentable con certificación LEED con base en su perspectiva, sugerencias y recomendaciones.

Informante clave: M.Arq. Nadia Ayala, acreditada como LEED AP BD+C. Actualmente es fundadora y directora de capacitación de KILTIK Consultoría, consultoría independiente para obtener la certificación LEED, con proyectos en la ciudad de Guadalajara, Jalisco.

Herramientas:

La entrevista será realizada en el periodo de primavera 2018, vía correo electrónico.

Tema:

Certificación LEED.

Subtema: Experiencia y trayectoria.

1. De todos los sistemas de evaluación y certificación de edificios sustentables ¿cuál es la razón por la que eligió LEED? ¿qué es lo que usted considera que lo pone en ventaja con el resto?

LEED es la herramienta de evaluación y certificación de edificación sustentable más usada en el mundo. Está disponible virtualmente para cualquier proyecto de construcción público o privado, colectivo o individual. Aunque no es la primera metodología existente, es la que se encuentra mejor posicionada y la que más se conoce por el público en general. Cada día, se certifican más de 200 mil metros cuadrados construidos bajo este sello, y más de 92,000 proyectos actualmente usan LEED. Este sistema tiene presencia en más de 165 países y

territorios. Una de sus mayores bondades es que es sumamente flexible, y que tiene un subsistema de certificación para cada tipología de proyecto, lo que no solo lo hace idóneo, sino realmente útil. Además, la comunidad de trabajo que engloba el USGBC (U.S. Green Building Council) es capaz de renovar el sistema, y por tanto, mejorarlo, cada que este se vuelve más alcanzable por la industria. Por lo tanto, la L de LEED, que significa liderazgo, es siempre vigente. En nuestro país, también es la certificación más popular, incluso más que las incipientes locales.

2. ¿Qué tipo de proyectos se han llegado a realizar y certificar en su empresa? Kiltik Consultoría fue fundada en 2014. Desde entonces, hemos participado en casi 100,000m2 de construcción en proceso de certificación. La naturaleza de los proyectos es compleja, por lo que hasta la fecha ninguno ha finalizado su construcción, y dado que la certificación sólo se otorga una vez se finaliza la obra, aún no se ha concretado ninguna. Sin embargo, contamos con proyectos densos de uso mixto (habitacional, comercial y corporativo), oficinas, y hemos asesorado a numerosos fabricantes de materiales de la industria de la construcción para el desarrollo de sus productos. Sin embargo, en mi experiencia individual, como colaboradora de otra firma de consultoría en la que empecé mi trayectoria profesional, participé en diversos proyectos certificados en Jalisco, el bajío y la CDMX.

3. ¿Ha tenido la oportunidad de participar en una certificación de LEED Hogares? No, nunca. ¿qué tipo de vivienda era?

4. ¿A qué cree que se deba que actualmente no existe un desarrollo habitacional con la certificación LEED ND en México? Primordialmente a los prerrequisitos, que son atributos obligatorios que no suman puntos. Si estos no se cumplen, el proyecto no se puede certificar. Uno de los prerrequisitos consiste en que exista libre tránsito dentro del desarrollo, es decir, los ingresos no pueden ser controlados. Por tanto, la lógica de los desarrolladores de ofrecer comunidades aisladas con muros y casetas de vigilancia, relacionada al imaginario sobre la inseguridad en México, no es compatible.

Subtema: Proceso de certificación

1. Por lo general, ¿en qué se basan para definir cuáles créditos vale la pena cumplir? Esa decisión es totalmente del cliente y de su equipo de trabajo. Nosotros como consultores tenemos la capacidad de asesorarles en la totalidad de los créditos que decidan intentar, sin embargo, al iniciar un proyecto, hacemos una serie de sesiones para familiarizar a los participantes del proyecto con los requisitos, y son ellos (los especialistas de cada ingeniería, especialidad, etc.) quienes explican las factibilidades e implicaciones de cumplir con lo requerido, incluyendo las técnicas, económicas, de operación e incluso de comercialización al cliente, quien es el tomador de decisión. Por supuesto también tiene que ver qué nivel de certificación es el que desean alcanzar, ya que el número de créditos necesarios será diferente según el objetivo.
2. Aunque la participación de un profesionalista LEED AP no es obligatoria para obtener la certificación, ¿qué tan importante considera su apoyo dentro de los proyectos?

Responderé a la pregunta con la anécdota de que todos los proyectos que conozco que han trabajado sin un consultor en México, han fracasado en el proceso. Esto no necesariamente significa que el proyecto sea malo o no haya cumplido con los objetivos, lo que sí asegura es que el equipo de trabajo no estaba familiarizado con los procesos de documentación, que son fundamentales para lograr la certificación. Al ser un sistema que apela a la buena fe, y a que los revisores requieren la totalidad de la descripción de los procesos y resultados de un proyecto, el ser capaces de plasmar todo lo que un proyecto conlleva en documentos, es básico. Así mismo, hay que recordar que la mayoría de los prerrequisitos y créditos del sistema que hacen referencia a algún estándar existente, se apoyan en publicaciones y normas norteamericanas, aunque en los casos en los que exista legislación igual o más estricta que a la que se hace referencia por defecto en el país en el que

se está trabajando, también se puede usar. Por supuesto lo último supone un conocimiento pleno de ambos instrumentos para poder determinar que son comparables.

Generalmente, los profesionistas que participan de un proyecto LEED tienen ya de por sí muchos factores de los que preocuparse, y difícilmente tendrán el tiempo y la atención de aprender un sistema nuevo que tiene una complejidad considerable y lograr llevar registro de ello, a la par que no descuidan sus otras actividades.

Podríamos decir que un ingeniero de estructuras no puede diseñar un jardín, lo mismo que un paisajista no puede calcular un edificio. Así también, podríamos considerar que la Certificación LEED o cualquiera similar son especialidades y deben tomarse como tal.

8.3.2. Opinión de experto en desarrollos en Mexicali, Baja California.

8.3.2.1. Diseño metodológico de entrevista a desarrollador sobre vivienda de interés social sustentable con certificación LEED.

Objetivo de la actividad:

Conocer la opinión de un arquitecto, ingeniero o constructor que tenga experiencia en el área de desarrollo de conjuntos habitacionales de interés social en Mexicali B.C., para identificar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas del proyecto de Conjunto de vivienda de interés social sustentable con certificación LEED con base en su perspectiva, sugerencias y recomendaciones.

Informante clave: Arq. Yolanda Herrera del área de proyectos de la desarrolladora RUBA.

Herramientas:

La entrevista será realizada en el periodo de primavera 2018, con el apoyo de un aparato de grabación para posteriormente realizar la transcripción del contenido.

Tema:

Ventajas y desventajas de un conjunto de vivienda de interés social sustentable con certificación LEED.

Subtema: Mexicali.

1. Visión de la ciudad de Mexicali y su potencial de crecimiento
2. Ventajas y Desventajas o retos de la ciudad dentro de la rama de construcción.

Frases de ayuda para inducir la plática:

- Considerando que Mexicali, en realidad es una ciudad joven qué tipo de oportunidades cree que tenga de crecimiento, o en general cuál es su visión a mediano o largo plazo.
- En su experiencia en el área de desarrollo y construcción en la ciudad, cuénteme por favor, ante qué tipo de retos o desventajas se han enfrentado sus proyectos.
- Ahora hábleme por favor de qué cosas le han parecido favorables de la ciudad.

Subtema: Perfil de la empresa.

1. Misión y visión de la empresa
2. Descripción general de los conjuntos de vivienda de interés social que se han desarrollado: Tipología, materiales, densidad, alcances, costo general.
3. Calidad de ubicación y amenidades.

Frases de ayuda para inducir la plática:

- Primero que nada, platíqueme por favor un poco sobre su empresa, a qué se dedican exactamente, cuál es su misión y visión.
- Le agradeceré si me describe de manera general los conjuntos de vivienda de interés social que desarrollan en la empresa usualmente, como: su tipología, materiales que implementen con más frecuencia, etc.

Subtema: Sustentabilidad

1. Percepción de la sustentabilidad en la construcción.
2. Implementación de medidas de sustentabilidad en los proyectos de la empresa
3. Experiencias anteriores relacionadas con el desarrollo de viviendas sustentables
4. Conocimiento y opinión respecto a los sistemas de certificación de edificaciones sustentables
5. Factores favorables y explotables de la construcción sustentable ante la empresa

6. Factores desfavorables o negativos de la vivienda sustentable ante la empresa
7. Interés en involucrar a la empresa en el desarrollo de un conjunto de vivienda de interés social sustentable
8. Interés en involucrar a la empresa en el desarrollo de un conjunto de vivienda de interés social sustentable con certificación LEED.

Frases de ayuda para inducir la plática:

- Cuénteme por favor, cual es la percepción que tiene usted de la sustentabilidad y qué opina de la idea de implementarla dentro de la construcción.
- En su experiencia dentro de la empresa, platíqueme si ha tenido la oportunidad del desarrollo de una vivienda sustentable, o si por reglamento ha tenido que empezar a implementar medidas que promuevan la sustentabilidad en la construcción.
- Quizá usted ha escuchado hablar sobre los sistemas de certificación de edificación sustentable, cuénteme al respecto, por favor.
- Muchas empresas desarrolladoras suelen ver la construcción sustentable como una desventaja o incluso una fuente de pérdidas, dígame qué opina usted al respecto.
- Ahora por favor platíqueme, si usted piensa que sea posible que la construcción y medidas sustentables podrían brindar algún beneficio a la empresa.
- Si usted tuviera la oportunidad de involucrarse en el desarrollo de un conjunto de vivienda de interés social sustentable, cuénteme de qué dependería, para que aceptara participar en tal proyecto, o cuál sería su nivel de interés.
- Con base en los beneficios que podría brindarle una certificación sustentable tanto al usuario como a la empresa, ¿consideraría

desarrollar un conjunto de vivienda de interés social bajo los criterios de la certificación?

- Dígame por favor, ante qué tipo de retos cree que se enfrentaría esta clase de proyectos.

8.3.2.2. Transcripción de entrevista a desarrollador sobre vivienda de interés social sustentable con certificación LEED.

Datos del entrevistado

- Nombre: Yolanda Herrera Perea.
- Ocupación: Arquitecta Gerente de Proyectos en la Desarrolladora RUBA, en Mexicali, Baja California.

Datos de la entrevista

- Fecha de realización: martes 13 de marzo del 2018
- Lugar: Oficinas Ruba en Boulevard Islas Agrarias S/N, Plutarco Elías Calles, 21736 Mexicali, B.C.
- Hora de inicio/fin: 15:35-16:15

Datos del entrevistador

- Nombre: Mayra Brihuega Gamboa
- Rol: estudiante de Maestría en Proyectos y Edificación Sustentable en ITESO.

Mayra Brihuega Gamboa (MBG en adelante): Considerando que Mexicali, en realidad es una ciudad joven ¿qué tipo de oportunidades cree que tenga de crecimiento?, o en general ¿cuál es su visión a mediano o largo plazo en el área de la construcción?

Yolanda Herrera (YH en adelante): Amm... pues el “boom” se puede decir que ya pasó, porque cuando yo entré a Ruba, tenía... la empresa entró hace 13 años aquí Mexicali, y URBI ya tenía mucho más avanzado que nosotros, de hecho se habían apoderado de la ciudad, al final nosotros entramos y en estos 13 años que tiene la empresa, sí hay, sí hay todavía para crecer, pero ya no a los ritmos que se estaban desarrollando como en el 2005 y 2006, era de que vendían exagerados números de vivienda, entonces ahorita sí sigue habiendo mercado pero ya un poquito más medio, y va a seguir habiendo, pero va a ir bajando eh, porque todo tiene así sus ciclos y vemos como que el ciclo aquí el de la vivienda ya llegó al tope y ahorita va así como que de bajadita y puede que se reactive pero a lo mejor en otro tipo de productos que es lo que nosotros andamos buscando también.

MBG: ¿Cómo qué otro tipo de productos?

YH: vemos como que por ejemplo las nuevas generaciones están, no quieren compromisos, se van más por la renta, por un condominio, no quieren algo mejor toda una casa completa, si no depas, o condos o por ahí.

MBG: algo más temporal...

YH: Exacto, si la verdad, y lo estamos viendo eh porque aparte de todo pues hacemos nuestros estudios de mercado y socioeconómicos, y la gente “millennial”, no quiere compromisos, no quiere echarse una bronca de 15 años, 20 años no quieres un crédito de una vivienda, entonces prefieren rentar, y si lo hemos visto eh, y nos preguntan oye no tendrás departamentos o condominios, entonces estamos viendo si nos enfocamos por ahí.

MBG: Y bueno, entonces ¿eso lo vería o lo consideraría como un tipo de desventaja para Mexicali?

YH: Pues para la vivienda. Pero diversificándote o sea haciendo no nada más vivienda si no otro tipo de vivienda que al final sigue siendo lo mismo departamentos o condominios o demás. si a largo plazo yo lo veo que va por ahí, porque hay mucha construida y de hecho hay mucha vivienda abandonada, entonces hacen programas para rescatar vivienda abandonada y vuelve a pasar, porque la gente... donde se está construyendo que son en las afueras no hay transporte, batallan mucho, se van todo el día de su casa y cuando regresan está vacía porque no hay seguridad entonces por eso las abandonan, entonces creo, y estoy casi completamente segura que el mismo ayuntamiento ya hizo un límite y ya no permite hacer fraccionamientos de una mancha que ellos marcaron, que de hecho ya llegó, ya todos los fraccionamientos ya llegamos a ese límite, entonces están apoyando para que sea más intraurbano aprovechando la infraestructura que tenemos básicamente, pero te digo, si hay, diversificando pero de que hay futuro si lo hay.

MBG: ¿Identifica alguna otra desventaja de Mexicali con respecto a la vivienda?

YH: Pues fíjate que no de hecho tenemos un área muy benévola en ese aspecto porque pues no tenemos cerros, tenemos agua, ya con la cervecería pues ya no se verdad (risas), pero tenemos agua, tenemos, o sea, nuestra topografía es muy benévola y la verdad no batallamos nada, porque tenemos RUBA Tijuana, y en Tijuana el bombear agua es muy complicado, mucha inversión y de más. Pero la verdad básicamente es eso, que nos estamos yendo demasiado a las orillas y no hay una infraestructura necesaria.

MBG: Bueno, y en la empresa cuál es su misión y visión, o a qué se dedican exactamente.

YH: De la vivienda aquí en RUBA?, básicamente es pura vivienda, o sea nuestra misión es hacer fraccionamientos “sustentables”, o por lo menos crearles, que se creen dentro de áreas de trabajo y a aparte crearles sus áreas tanto de equipamiento escolar, áreas verdes, este... también tenemos en algunas partes como en Tijuana, existen como apoyo para la comunidad, mmm... como casas...

MBG: ¿Centros comunitarios?

YH: Ándale, espacios comunitarios, en donde tienen sus propios huertos, clases de manualidades...

MBG: Aquí en Mexicali no se ha hecho nada de eso...

YH: Aquí en Mexicali no, no lo hemos hecho, lo que pasa es que en Tijuana el fraccionamiento que te comento se llama Natura, pero está fuera de la ciudad, o sea ese si tienes que tomar un autobús...

MBG: y tiene que contar con todos esos espacios...

YH: Así es, tienen que por lo menos mantener ocupados a todas las personas, porque para salir de ahí tendrías que agarrar tu autobús y transportarte 20-30 minutos, y pues aquí no, la ciudad es chica todavía.

MBG: Sí, claro. Y bueno en los conjuntos de vivienda de interés social que ustedes desarrollan generalmente, me podría describir más o menos su tipología, superficie, materiales que suelen utilizar.

YH: Sí. Aquí el de interés social, el único que ya tenemos. Ruba empezó aquí con interés social pero se ha ido cambiando, ahorita tenemos más de residencial y de interés social solo nos queda uno. Y de interés social son vivienda económica que alcanza subsidio federal, que a la gente le ayuda, o sea si no te alcanza tu crédito Infonavit, el gobierno te aporta, estaban dando 60 mil pesos, ahorita parece que va a subir, entonces en eso está. Entonces, es una casa muy pequeña, de 38 metros cuadrados, dos recámaras, un área común que es salita comedor y una cocina muy muy pequeña, cocineta, y es estancia, es decir comparten sala y comedor, si gustas ahorita te enseño una plantita. Y este... son de block, con vigueta y bovedilla, están aisladas, por el tipo de clima, pues no les podemos dejar así el block sin protección ¿no? Y más porque, las viviendas están dentro de un plan también de la CONAVI, que tenemos que dárselas con equipamiento de hipoteca verde, o ecológico.

MBG: Oh ok, entonces ¿sí se las dan con todo el equipo?

YH: Se lo damos con eso, se les da aislamiento en cubierta, y aislamiento en el muro de mayor asoleamiento. Y luego se les da un boiler de paso, que no es el de tanque, sino que solo prende cuando pasa el agua. Se les entrega botes de basura diferenciando orgánico e inorgánico. Se les entrega llaves válvulas seccionadoras de agua para que no desperdicien, los sanitarios son de 4 litros, que son los más ecológicos que hay, las regaderas, todo tiene su válvula de seguridad para el control. Y básicamente el equipamiento ecológico es ese. Y si, se apoya más por el hecho de que sean susceptibles al subsidio también, ósea tiene que cumplir con todas esas características. Y también para el subsidio debe de haber escuelas cerca, una ruta de camiones también, escuelas primarias, secundarias, o sea dependiendo de la distancia de la que están, te dan más puntaje... Está muy padre, creo que eso te ayudaría mucho a lo que estas investigando. Se llama subsidio CONAVI y vas a ver, es para la vivienda económica, eso sí.

MBG: Ok, perfecto. Y en general cuál es la percepción que tiene usted sobre la sustentabilidad, y bueno que opinas a parte de estas técnicas de implementarla en la construcción.

YH: Pues mira, aquí no lo hemos logrado, pero si lo han hecho en Tijuana, el fraccionamiento el que te comento Natura, está catalogado como un... no me acuerdo de las iniciales... pero es un desarrollo sustentable, porque cuenta con toda la infraestructura y requisitos. Entonces pues para allá vamos nosotros también lo queremos lograr, porque pues es el futuro también, o sea realmente el crear la sustentabilidad te da mucha más confianza a ti como desarrollador y a la misma gente a la que vive ahí no?, pues estarles ofreciendo mayor calidad, ojalá y podamos entrar, digo... la verdad aquí, que bueno que exista la inquietud por parte por personas como tú, porque la verdad cuando estas así trabajando te encierras en el día a día, en sacar las ventas, en hacer la vivienda, y la vas dejando y ya te acostumbras a verla y puede que ya tengas una mejora y no lo haces porque estas ciclado en tu rol ¿no?, pero ojalá y se logre.

MBG: Ahora cuéntame, a parte de estas medidas que se implementan para el subsidio, ¿hay algún otro tipo de medidas sustentables en la construcción que se tengan que meter por reglamento?

YH: Pues, fíjate que no eh. O sea, como sustentable, pues básicamente es lo que apoyamos en esto del convenio con CONAVI, y ahí se encierra todo eh... déjame investigarte, o lo busco, porque para ser... no me acuerdo... para lo que está catalogado Natura de Tijuana. Creo que tienen que cubrir muchísimas más características que nosotros, por eso no hemos podido. Creo que deben de tener paneles solares deben de tener mm... como... sombras...

o vegetación... ahorita te digo, como no lo aplicamos no te lo puedo decir muy claro, pero si te gustaría investigarlo y tienes tiempo de ir a Tijuana incluso allá te pueden orientar.

MBG: ¿Natura es de media-alta verdad?

YH: Aquí sí. Pero en Tijuana no, Natura en Tijuana es vivienda, son condominios y es vivienda económica, ósea se llaman igual pero muchas veces no son del mismo segmento o nivel. Por ejemplo, nosotros aquí tenemos Parajes, bueno Parajes, casi todos son económico, pero Verona el de Tijuana por ejemplo es residencial, y nosotros es vivienda media, y así, o sea el que se llamen igual no significa que sean del mismo nivel.

MBG: A ok. Y bueno, muchas empresas desarrolladoras suelen ver la construcción sustentable como una desventaja...o incluso como una fuente de pérdidas por que se tiene que invertir más, y así, tu qué opinas al respecto.

YH: pues mira realmente, es nada más cuestión de a que va enfocado... porque si tú le metes mucha cosa a lo que es la vivienda económica, tiene que ver con nosotros, porque es negocio ¿no? Y lo tienes que reflejar en el precio, y muchas veces no sale, como nos pasa en Parajes, nosotros quisiéramos ponerles paneles solares, y que tuvieran muchísimos más beneficios, pero como el tope de la vivienda económica, tiene un tope, son como 3 mil 300 y tantos mil pesos, entonces nosotros pues como negocio no puedes dejar de ganar, pero si nos vamos a lo que es vivienda residencial, vivienda media, que es lo que tú le metes pues lo metes al costo de la vivienda ¿no?, o lo pagas obviamente, entonces así si no hay ningún problema. Realmente, en donde más se necesita es en la vivienda económica pero por existir este tope pues deja de ser negocio, por eso muchas veces hasta ahí nos quedamos como nos sucede aquí.

MBG: Y crees que pueda haber un beneficio respecto al interés social, si ustedes invirtieran en ello, como con el subsidio por ejemplo.

YH: Sí exacto, por ejemplo si hubiera por parte del gobierno más apoyos, claro que lo haríamos, como con CONAVI, o sea lo hacemos porque paga el subsidio que le va ayudar a la gente a tener una vivienda con mayor calidad o con muchos más atributos al mismo costo. Yo creo que lo que cuesta de más lo cubre el gobierno, entonces, está muy bien. O sea eso está muy bien. Pero respecto que si para nosotros sería un problema, no, mientras exista apoyos, mientras no deje de ser negocio para las empresas.

MBG: Sí claro. Y con esto que me dice, si usted tuviera la oportunidad de involucrarse en un proyecto de un conjunto de interés social, que fuera sustentable y fuera tal vez con apoyos, ¿estaría interesada en participar?

YH: No, claro que sí, claro que sí. Yo creo que pueden existir asociaciones, a parte de la CONAVI, ¿si me explico? Yo digo que podría ir por ahí, por qué este... hay mucho interés, en que se logre, y las empresas obviamente también nos interesa eh... pero, si existiera como CONAVI a lo mejor algunos, de la privada, no necesariamente públicos o de gobierno... por nosotros, seria algo muy beneficioso para todos, tanto como para nosotros como para clientes, no le veo lo malo, ¿sí me explico?

MBG: Y bueno, no sé si hayan escuchado hablar sobre sistemas de certificación de edificación sustentable...

YH: Creo que por ahí va lo que hacen en Natura, veras déjame ver como se llama, cuando tienes lo que ellos tienen...son... IDU, ISO... ¿Cómo se llama? *(busca la información en su computadora)* Lo tiene Tijuana, lo tiene... no me acuerdo... fíjate que no, digo ahorita tendría que hablarle a alguien de Tijuana, son unas iniciales, algo de desarrollo no sé qué sustentable. Entonces están certificados no sé por qué empresa, no sé por... por... pero ellos tienen muchos más beneficios, cuando eres certificada o parte de esta categoría, por

ejemplo a ti nunca se te acaban los subsidios, y a nosotros sí. O sea a ellos nunca se les acaban los subsidios, creo que a ellos también el monto se eleva, este... tiene sus beneficios, entonces no sé, te digo... puede ser la misma CONAVI que vaya y lo evalúe, y dice no pues este es un desarrollo sustentable y vamos a darle prioridad. ¿Por qué? porque cumplen, allá si tienen los paneles, de eso si me acuerdo, y este... no me acuerdo que más. Pero te digo..., mm... yo creo que así debería ser hasta un requisito, para todos, no como ahorita que esta como opción, y vas a ver que lo vamos a tener que hacer, pero ahorita como no nos lo dan como obligatorio y podemos seguir así pues así vamos a seguir (risas). Sí, la verdad, si ya te lo ponen como reglamento, como una norma, como "si no, no vendes", pues entonces veríamos la manera, definitivamente.

MBG: Sí (risas) claro. Y por ejemplo, existen certificaciones que en realidad no te ofrecen ningún subsidio ni nada, más bien es como pues para elevar el estatus o para decir que cumples con ciertos criterios de sustentabilidad, ¿crees que valiera la pena invertir como desarrolladora en eso?

YH: Si están reconocidos si, o sea obviamente, por ejemplo cuando compras... pues... no sé algo, y que te dice certificado por la asociación blablablá, a pues órale es esto, no pues ya, o sea es como cuando te dicen que está reconocida la empresa que te va a certificar súper bien. A mí se me hace muy atractivo. Que todo el mundo lo sepa ¿no? Obviamente, porque puede ser un atractivo para nosotros pero los otros dicen no pues estos quienes son, pero si dice si pasa las normas de la asociación de desarrollo sustentable de... no se... *whatever*... ah no pues que padre, entonces sí, ósea si me explico. Entonces sí, si mientras sea reconocida la empresa.

MBG: mhm, pero si tal vez ¿valdría más la pena, para medio o alto?

YH: Ándale, podría ser, y acá, como se está manejando, como parte de un subsidio o para apoyo del gobierno, está bien. Una asociación no te va, o bueno quien sabe, pero no te va a dar lo que te da CONAVI.

MBG: Este... por ejemplo, no sé si ha escuchado de la certificación LEED

YH: Ajá, exactamente.

MBG: Por ejemplo una como esa que es norteamericana, pero en realidad aquí han tenido varias certificaciones.

YH: Sí, sí, esa esta padre eh. Es como la manufactura esbelta ¿no?, que tiene como exactamente el control de todo. Esa está muy padre. Que la queremos aplicar aquí, pero...híjole, es esta muy padre y ojalá lo logremos, y eso estaría, si existiera una certificación LEED, yo sé que existe, pero no hay una marca que digas tú, a ver esta certificado, porque mi esposo iba en una maestría y le daban eso. Pero no existe como una asociación a lo que voy o una firma que diga, certificado LEED por tal empresa, ¿si me explico? Entonces si existe, sabemos que existe, pero ultimadamente todo son marcas, o reconocimientos, y yo así lo veo. Quizá si existe y no estoy enterada pero si existiera eso tanto como para sustentabilidad, como manufactura esbelta, como todo lo demás

7.4 WaterSense Water Budget

This worksheet determines the baseline and the landscape water allowance (LWA) for a site based on its peak watering month.

The baseline is the amount of water required by the site during the peak watering month if watered at 100 percent of reference evapotranspiration (ET_o). The following formula is used to calculate the baseline:

$$Baseline = ET_o \times A \times C_u$$

Where:

ET_o = Local reference evapotranspiration (inches/month)

A = Landscaped area (square feet)

C_u = Conversion factor (0.6233 for results in gallons/month)

The LWA is the water allotment for the site. The following formula is used to calculate the LWA:

$$LWA = 0.70 \times Baseline$$

Where:

LWA = Landscape water allowance (gallons/month)

Baseline = ET_o x landscaped area x 0.6233

To calculate the Baseline and LWA for a site, enter the designed landscaped area and average monthly reference evapotranspiration for the site's peak watering month. (Enter data in white cells only.)

STEP 1A - ENTER THE LANDSCAPED AREA (A)

24,876 Area of the designed landscape (square feet)

STEP 1B - ENTER THE AVERAGE MONTHLY REFERENCE EVAPOTRANSPIRATION (ET_o)

13.76 Average monthly reference ET (inches/month) for the site's peak watering month

Obtain from Water Budget Data Finder at <https://www.epa.gov/watersense/water-budget-data-finder>

OUTPUT - BASELINE FOR THE SITE

213,363 Monthly baseline (gallons/month) based on the site's peak watering month

OUTPUT - WATER ALLOWANCE FOR THE SITE

149,354 Monthly landscape water allowance (gallons/month) based on the site's peak watering month

Ilustración. Water Budget Tool, Etapa 1.

Fuente: EPA, s.f.

This worksheet determines the monthly landscape water requirement (LWR) for a site based on its peak watering month.

The monthly LWR is the water requirement specific to the designed landscape. The sum of the LWRs for each hydrozone equals the site LWR.

The following formula is used to calculate the LWR for each hydrozone:

$$LWR_H = \frac{1}{DU_{LQ}} \times [(ET_o \times K_L) - R_a] \times A \times C_u$$

Where:

LWR_H = Landscape water requirement for the hydrozone (gallons/month)

DU_{LQ} = Lower quarter distribution uniformity

ET_o = Local reference evapotranspiration (inches/month)

K_L = Landscape coefficient for the type of plant in that hydrozone (dimensionless)

R_a = Allowable rainfall, designated by WaterSense as 25% of average peak monthly rainfall (R)

A = Area of the hydrozone (square feet)

C_u = Conversion factor (0.6233 for results in gallons/month)

To calculate the LWR for the site, enter the information requested below for the site's peak watering month. (Enter data in white cells only.)

STEP 2A - ENTER THE AVERAGE MONTHLY RAINFALL (R) AT THE SITE FOR THE PEAK WATERING MONTH IDENTIFIED IN PART 1

0.01 Average monthly rainfall (inches/month) for the site's peak watering month

Obtain from Water Budget Data Finder at <https://www.epa.gov/watersense/water-budget-data-finder>

STEP 2B - COMPLETE TABLE 1 BELOW (enter data in white cells only)

Enter the area of the hydrozone (square feet). The total area must equal the landscaped area entered in Step 1A.

Choose the plant type from the dropdown list (source data is displayed in Table 2).

Choose the irrigation type from the dropdown list (source data is displayed in Table 3; guidance is displayed in Table 4 and Table 5).

Table 1. Landscape Water Requirement

Zone	Hydrozone/Landscape Feature Area (sq. ft.)	Plant Type or Landscape Feature	Landscape Coefficient (K_L)	Irrigation Type	Distribution Uniformity (DU_{LQ})	LWR_H (gal/month)
1	11,387	Groundcover - Low water requirement	0.2	Drip - Standard	70%	27,880
2	207	Trees - Low water requirement	0.2	Drip - Standard	70%	508
3	5,812	Shrubs - Low water requirement	0.2	Drip - Standard	70%	14,230
4	7,470	Turfgrass - Low water requirement	0.6	Fixed Spray	65%	59,124
5						-
6						-
7						-
8						-
9						-
10						-
11						-
12						-
13						-
14						-
15						-
Total Area =	24,876	Landscape Water Requirement for the Site (gal/month)				101,741

Ilustración. Water Budget Tool, Etapa 2, parte 1.

Fuente: EPA, s.f.

Table 2. Plant Type or Landscape Feature and Associated Landscape Coefficient

Plant Type or Landscape Feature	K _c		
	Water Requirements		
	Low	Medium	High
Trees	0.2	0.5	0.9
Shrubs	0.2	0.5	0.7
Groundcover	0.2	0.5	0.7
Turfgrass	0.6	0.7	0.8
Pool, Spa, or Water Feature	0.8		
Permeable Hardscape	0		
Nonvegetated Softscape	0		

Source: Based on LEED for Homes Rating System 2008.

Table 3. Distribution Uniformity

Irrigation Type	DU _{LQ} or EU*
Drip - Standard	70%
Drip - Press Comp	90%
Fixed Spray	65%
Microspray	70%
Rotor	70%
No Irrigation	NA

*Lower quarter distribution uniformity (DU_{LQ}) applies to sprinkler zones and emission uniformity (EU) applies to drip/microirrigation zones.

Source: (The Irrigation Association, October 2001) in Landscape Irrigation Scheduling and Water Management, IA, 2005.

Table 4. Appropriate Irrigation Types - Landscaped Areas with Irrigation Systems

IF THE PLANT TYPE IS:	THEN THE IRRIGATION TYPE CAN BE:			
	Drip - Standard	Drip - Press Comp	Fixed Spray	Microspray*
Trees	x	x		x
Shrubs	x	x		x
Groundcover	x	x		x
Turfgrass	x	x	x	x

*Microspray may only be used on vegetation other than turfgrass if it meets the definition according to the ASABE/ICC: 802-2014 *Landscape Irrigation Sprinkler and Emitter Standard*. "Microspray. A microirrigation emission device with one or more orifices to convert irrigation water pressure to water discharge with a flow rate not to exceed 30 gallons per hour (113.5 liters per hour) at the largest area of coverage available for the nozzle series when operated at 30 psi (206.8 kPa). Microsprays are inclusive of "microbubblers," "microspinners" and "microspray jets."

Table 5. Appropriate Irrigation Types - Landscaped Areas without Irrigation Systems

IF THE PLANT TYPE OR LANDSCAPE FEATURE IS:	THEN THE IRRIGATION TYPE SHALL BE:		
	Drip - Standard	Fixed Spray	No Irrigation
Trees, Shrubs, or Groundcover with Low Water Requirements (K _c = 0.2)	x		
Trees, Shrubs, or Groundcover with Medium or High Water Requirements (K _c > 0.2)		x	
Turfgrass with Low, Medium, or High Water Requirements (K _c > 0.2)		x	
Pool, Spa, or Water Feature		x	
Permeable Hardscape			x
Nonvegetated Softscape			x

*Please see additional information in the WaterSense Water Budget Approach for landscapes installed without irrigation systems.

OUTPUT - WATER REQUIREMENT FOR THE SITE

101,741 Monthly landscape water requirement (gallons/month) based on the site's peak watering month

Ilustración. Water Budget Tool, Etapa 2, parte 1.

Fuente: EPA, s.f.

WaterSense New Home Specification: Water Budget Tool (V 1.03)

This water budget tool shall be used to determine if the designed landscape meets Criteria 4.1.1 of the specification. Please refer to the WaterSense Water Budget Approach for additional information.

Your Name:	Mayra Brihuega Gamboa
Builder Name:	None
Lot Number/Street Address:	Fracc. Villa Mediterránea
City, State, Zip Code:	Mexicali, Baja California C.P. 21090
Peak Watering Month:	July
Is an irrigation system being installed on this site?	no



This worksheet determines if the designed landscape meets the water budget.

If the landscape water requirement is LESS than the landscape water allowance, then the water budget criterion is met.

If the landscape water requirement is GREATER than the landscape water allowance, then the landscape and/or irrigation system needs to be redesigned to use

Your total landscape area in Step 2B is not equal to the total landscape area in Step 1A. Please complete Step 2B.

STEP 3A - REVIEW THE LWA AND LWR FROM PART 1 AND PART 2

LWA **85,030** (gallons/month) LWR **59,255** (gallons/month)

STEP 3B - REVIEW THE TOTAL AREA OF TURFGRASS* IN THE DESIGNED LANDSCAPE FROM STEP 2B

The designed landscape contains **5,586** square feet of turfgrass.* This is **32%** of the landscaped area.

*This includes the area of any pools, spas, and/or water features, designated by WaterSense to be counted as turfgrass.

OUTPUT - DOES THE DESIGNED LANDSCAPE MEET THE WATER BUDGET?

YES

If YES, then the water budget criterion is met.

If NO, then the landscape and/or irrigation system needs to be redesigned to use less water.

The designed landscape water requirement is a **51%** reduction in water use from the baseline calculated in Part 1.

Ilustración. Water Budget Tool, Etapa 3.

Fuente: EPA, s.f.