

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO
FACULTAD DE INGENIERIA, ARQUITECTURA Y DISEÑO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y TECNOLOGIA

MAESTRÍA Y DOCTORADO EN ARQUITECTURA, URBANISMO Y DISEÑO



HABITABILIDAD AMBIENTAL EN LAS TIPOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS DE LA VIVIENDA AUTOPRODUCIDA EN SAN QUINTÍN, BAJA CALIFORNIA

T E S I S

que para obtener el grado de

MAESTRO EN ARQUITECTURA, URBANISMO Y DISEÑO

Presenta

ABNER JACOB OCAMPO MENDOZA

Directora de Tesis

DRA. CRISTINA SOTELO SALAS

Co-Director de Tesis

DR. GONZALO BOJÓRQUEZ MORALES

ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, ENERO 2025

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y DISEÑO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y LA TECNOLOGÍA



MAESTRÍA EN ARQUITECTURA, URBANISMO Y DISEÑO

HABITABILIDAD AMBIENTAL EN LAS TIPOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS DE LA
VIVIENDA AUTOPRODUCIDA EN SAN QUINTÍN, BAJA CALIFORNIA
TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO
DE MAESTRO EN ARQUITECTURA, URBANISMO Y DISEÑO PRESENTA

ABNER JACOB OCAMPO MENDOZA

Correo electrónico: abner.ocampo@uabc.edu.mx
Identificador ORCID: 0000-0001-8589-8275

Director de tesis: Dra. Cristina Sotelo Salas
Identificador ORCID: 0000-0001-8685-4290

Co-Director de tesis: Dr. Gonzalo Bojórquez Morales
Identificador ORCID: 0000-0001-9303-9278

Revisor de tesis: Dr. Julio César Rincón Martínez
Identificador ORCID: 0000-0002-1946-3609

Revisor de tesis: Dra. Claudia Eréndira Vázquez Torres
Identificador ORCID: 0000-0002-5388-0780

Revisor de tesis: Dr. Daniel Antonio Olvera García
Identificador ORCID: 0000-0002-9293-7604

Ensenada, B.C. 14 de enero de 2025

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y DISEÑO

MAESTRÍA EN ARQUITECTURA, URBANISMO Y DISEÑO

**HABITABILIDAD AMBIENTAL EN LAS TIPOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS
DE LA VIVIENDA AUTOPRODUCIDA EN SAN QUINTÍN, BAJA
CALIFORNIA.**

TESIS

Que para obtener el grado de Maestría en Arquitectura, Urbanismo y Diseño presenta:

Abner Jacob Ocampo Mendoza

Aprobada por:

Dra. Cristina Sotelo Salas
Directora de tesis

Dr. Gonzalo Bojorquez Morales
Co-director de tesis

Dra. Claudia Eréndira Vázquez Torres
Miembro del comité tutorial

Dr. Julio César Rincón Martínez
Miembro del comité tutorial

Dr. Daniel Antonio Olvera García
Miembro del comité tutorial

Ensenada, Baja California, México. Enero 2025

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y DISEÑO

MAESTRÍA EN ARQUITECTURA, URBANISMO Y DISEÑO

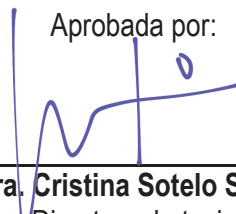
**HABITABILIDAD AMBIENTAL EN LAS TIPOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS
DE LA VIVIENDA AUTOPRODUCIDA EN SAN QUINTÍN, BAJA
CALIFORNIA.**

TESIS

Que para obtener el grado de Maestría en Arquitectura, Urbanismo y Diseño presenta:

Abner Jacob Ocampo Mendoza

Aprobada por:



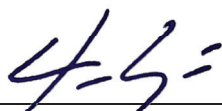
Dra. Cristina Sotelo Salas
Directora de tesis



Dr. Gonzalo Bojórquez Morales
Co-director de tesis



Dr. Julio César Rincón Martínez
Sinodal



Dr. Daniel Antonio Olvera García
Sinodal



Dra. Karen Estrella Martínez Torres
Sinodal

Ensenada, Baja California, México. Enero 2025

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Declaro que la tesis que se presenta contiene material original que no ha sido presentado para la obtención de un grado académico o diploma en esta u otra institución de educación superior. Asimismo, declaro que hasta donde yo sé no contiene material previamente publicado o escrito por otra persona excepto donde se reconoce como tal a través de las citas.

Ensenada, B.C., 14 de enero de 2025



Abner Jacob Ocampo Mendoza

AVAL DE TERMINACIÓN DE TESIS

Fecha: 14 de enero de 2025

DR. JULIAN ISRAEL AGUILAR DUQUE
Director de la Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
Presente.-

Para dar cumplimiento al artículo 106 del ESTATUTO ESCOLAR DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA, en su TÍTULO CUARTO DE LOS TÍTULOS PROFESIONALES, GRADOS ACADÉMICOS Y DIPLOMAS, CAPÍTULO ÚNICO, sobre los requisitos para la obtención del grado de **Maestría en Arquitectura, Urbanismo y Diseño**, como director de tesis en la Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento de Arquitectura y Medio Ambiente de la Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño Se emite la presente acta que avala que el estudiante:

ABNER JACOB OCAMPO MENDOZA

ha concluido su tesis de grado titulada:

HABITABILIDAD AMBIENTAL EN LAS TIPOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS DE LA VIVIENDA AUTOPRODUCIDA EN SAN QUINTÍN, BAJA CALIFORNIA.

Lo anterior en virtud de que se realizaron las correcciones y recomendaciones del comité tutorial, por lo que ha sido aprobada para el proceso de presentación de examen de grado.

DIRECTOR DE TESIS

DRA. CRISTINA SOTELO SALAS



FIRMA

DEDICATORIA

A mis padres, Francisco Jacob Ocampo Aranda y Pompeya Mendoza Vera, mi mayor fuente de orgullo. Les debo todo lo que soy y agradezco profundamente su apoyo incondicional, su aliento constante y su fe inquebrantable en mí.

A mis tíos, Albertina Mendoza Vera y Román Ponce Esquivel, por su cariño, amor, comprensión y paciencia, que siempre me han acompañado en este camino.

A mis sobrinos, Estefanía Piedra Ponce, Carolina Isabel Piedra Ponce, Pedro Ramos Mendoza, Delia Catalina Ramos Mendoza, Román Salvador Ponce Sánchez, Lena Harumi Hirata Ponce, Eva Isami Hirata Ponce, Andrea Ramos Mendoza y Valentina Ramos Mendoza, quienes son una inspiración constante y una razón para superarme y aspirar a ser la mejor versión de mí mismo.

AGRADECIMIENTOS

A mis directores, la Dra. Cristina Sotelo Salas y el Dr. Gonzalo Bojórquez Morales, de la Facultad de Arquitectura y Diseño, por su invaluable guía, su generosidad al compartir conocimientos y la facilitación de materiales esenciales para el desarrollo de esta investigación. A mis asesores, por sus valiosas orientaciones y aportaciones, que fueron fundamentales para la realización de este trabajo.

A mis maestros de la maestría, quienes enriquecieron este proceso con sus conocimientos y sugerencias para mejorar constantemente. Agradezco especialmente a la Dra. Karen Estrella Martínez Torres por su apoyo y disponibilidad en todo momento, así como al Dr. Julio César Rincón Martínez, cuyo contenido impartido en clase fue de gran utilidad para esta investigación.

A mis padres, por ser mi mayor fortaleza y brindarme un apoyo constante. En especial, a mi papá, por su participación activa en las actividades de campo necesarias para este trabajo. A mis sobrinos, Pedro, Catalina y Andrea, por su ayuda en los recorridos fotográficos, y en particular a Pedro, por su disposición y apoyo adicional en la aplicación de cuestionarios.

A mis compañeras de la maestría, América, Brenda, Nohemy y Vanessa por hacer más llevadera esta experiencia académica, y a mi amiga Yatzumi, por su apoyo.

A doña Josefina, por su disposición para facilitar el contacto con las personas de la localidad y su colaboración como traductora en diversas ocasiones. A las familias que me abrieron las puertas de sus hogares, confiándome su tiempo y datos.

Al Laboratorio de Diseño Ambiental de la Facultad de Arquitectura y Diseño, por el préstamo de instrumentos de medición esenciales para esta investigación. Asimismo, agradezco a la Facultad de Arquitectura, Ingeniería y Diseño por la oportunidad de formar parte de este programa de estudios y el apoyo económico otorgado para participar en un congreso internacional. A la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación por el respaldo financiero que facilitó la realización de este proyecto.

RESUMEN

Las viviendas de autoproducción componen el 57 % del parque habitacional de México y se caracterizan por ser una alternativa más asequible para acceder a la vivienda. Sin embargo, la falta de asesoría técnica en su construcción suele derivar en deficiencias constructivas que impactan negativamente la calidad ambiental interior y, en consecuencia, en la calidad de vida de sus habitantes. Este estudio tiene como objetivo evaluar la habitabilidad ambiental interior de cuatro tipologías constructivas de viviendas autoproducidas en San Quintín, Baja California con el fin de identificar sus principales deficiencias y oportunidades de mejora. Se analizaron 1,076 viviendas en la localidad de estudio y se identificaron tipologías con base en sus características constructivas compartidas. La evaluación de la habitabilidad ambiental adoptó un enfoque mixto. Por un lado, se monitorearon la concentración de CO₂, la temperatura de bulbo seco y la humedad relativa en dos habitaciones de una vivienda representativa de cada tipología durante el período frío y período cálido. Por otro lado, se aplicaron encuestas exploratorias en 27 viviendas para evaluar la percepción de los ocupantes sobre cuatro parámetros cruciales de la habitabilidad ambiental, complementadas con mediciones in situ. Los hallazgos evidenciaron problemas significativos, como el bajo calentamiento y los altos niveles de humedad relativa durante ambos períodos. En dos viviendas, las concentraciones de CO₂ superaron los 1,000 ppm durante más de la mitad del tiempo monitoreado. Las encuestas indicaron que la temperatura fue el parámetro con mayor nivel de insatisfacción, seguida de la calidad del aire interior, la iluminación y el ruido. Los resultados subrayan la necesidad de intervenir en estas viviendas para mejorar su habitabilidad ambiental, particularmente en los parámetros térmicos y de calidad del aire interior, según lo evidenciado por ambas aproximaciones metodológicas.

Palabras clave: Viviendas autoproducidas, Calidad ambiental interior, Evaluación de habitabilidad, Deficiencias constructivas, Percepción del habitante

ABSTRACT

Self-built housing accounts for 57% of Mexico's housing stock and is characterized as the most affordable alternative for accessing housing. However, the lack of technical guidance during construction often leads to structural deficiencies that negatively affect indoor environmental quality and, consequently, the quality of life of its inhabitants. This study aims to evaluate the indoor environmental habitability of four self-built housing typologies in San Quintín, Baja California, in order to identify their main deficiencies and opportunities for improvement. A total of 1,076 homes in the study area were analyzed, and typologies were identified based on shared construction characteristics. The evaluation of environmental habitability adopted a mixed-method approach. On one hand, CO₂ concentration, dry-bulb temperature, and relative humidity were monitored in two rooms of a representative dwelling from each typology during both cold and warm periods. On the other hand, exploratory surveys were conducted in 27 homes to assess occupants' perceptions of four key parameters of environmental habitability, complemented by on-site measurements. The findings revealed significant issues, such as inadequate heating and high relative humidity levels during both periods. In two typologies, CO₂ concentrations exceeded 1,000 ppm for more than half of the monitored time. Surveys indicated that temperature was the parameter with the highest level of dissatisfaction, followed by air quality, lighting, and noise. The results highlight the need for interventions in these homes to improve their environmental habitability, particularly regarding thermal conditions and air quality, as evidenced by both methodological approaches.

Keywords: Self-built housing, Indoor environmental quality, Habitability evaluation, Construction deficiencies, Occupant perception

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE TABLAS	XIV
LISTADO DE ABREVIATURAS, CARACTERES Y SÍMBOLOS	XVII
GLOSARIO	XVIII
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.1. Planteamiento del Problema	5
1.2. Justificación	6
1.3. Antecedentes	8
1.3.1. Viviendas de autoproducción y tipologías	11
1.3.2. Viviendas de autoproducción y habitabilidad ambiental	13
1.3.3. Estudios de HA de carácter exploratorio	15
1.3.4. Estado del arte	17
1.4. Pregunta de investigación e Hipótesis	26
1.5. Objetivos de investigación	26
1.5.1. Objetivo general	26
1.5.2. Objetivos específicos	26
1.6. Alcances y Limitaciones	27
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	30
2.1. Vivienda	31
2.1.1. Vivienda adecuada y vivienda digna	33
2.1.2. Rezago habitacional y la carencia por calidad y espacios de la vivienda	34
2.1.3. Vivienda de autoproducción	36
2.1.4. Tipologías constructivas	38
2.1.5. Normativa	40
2.2. Habitabilidad	41
2.2.1. Habitabilidad ambiental	42

2.2.2.	Confort térmico	43
2.2.3.	Calidad del aire interior	46
2.2.4.	Confort lumínico.....	48
2.2.5.	Confort acústico.....	49
2.2.6.	Modelos de HA	52
2.2.7.	Características constructivas	54
2.2.8.	Características de los ocupantes.....	56
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA.....		58
3.1.	Diseño de la investigación	59
3.1.1.	Objeto de Estudio	65
3.2.	Procedimiento Experimental	65
3.2.1.	Área de estudio.....	65
3.2.2.	Selección de muestra	69
3.2.3.	Unidades de análisis.....	71
3.2.3.1.	V1. Vivienda T1	72
3.2.3.2.	V2. Vivienda T2	75
3.2.3.3.	V3. Vivienda T3	79
3.2.3.4.	V4. Vivienda T4	84
3.2.4.	Periodo de estudio.....	89
3.2.4.1.	Análisis térmico	94
3.2.5.	Herramientas, instrumentos y programas de cómputo	95
3.2.5.1.	Estudio preliminar.....	95
3.2.5.2.	Aplicación de cuestionarios	96
3.2.5.3.	Monitoreo.....	99
3.2.6.	Recolección virtual o real de datos	100
3.2.6.1.	Estudio preliminar.....	100
3.2.6.2.	Aplicación de cuestionarios	106
3.2.6.3.	Monitoreo.....	108
3.2.7.	Diseño del cuestionario	114
3.2.7.1.	Cuestionario proceso constructivo y servicios	115
3.2.7.2.	Cuestionario habitabilidad ambiental.....	117

3.2.7.3.	<i>Formulario características constructivas de la vivienda</i>	122
----------	--	-----

CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 124

4.1.	Resultados estudio preliminar.....	125
4.1.1.	Características físicas de las viviendas	125
4.1.1.1.	<i>Planta arquitectónica</i>	126
4.1.1.2.	<i>Muros</i>	127
4.1.1.3.	<i>Acabados</i>	127
4.1.1.4.	<i>Techos</i>	129
4.1.1.5.	<i>Elementos adosados</i>	133
4.1.1.6.	<i>Proceso constructivo</i>	135
4.1.1.7.	<i>Otros criterios</i>	135
4.1.1.8.	<i>Observaciones</i>	136
4.1.2.	Desarrollo de tipologías	138
4.2.	Resultados del monitoreo	140
4.2.1.	Primer monitoreo	140
4.2.1.1.	<i>V1. Análisis higrotérmico y calidad del aire interior</i>	141
4.2.1.2.	<i>V2. Análisis higrotérmico y calidad del aire interior</i>	147
4.2.1.3.	<i>V3. Análisis higrotérmico y calidad del aire interior</i>	153
4.2.1.4.	<i>V4. Análisis higrotérmico y calidad del aire interior</i>	159
4.2.1.5.	<i>Discusión</i>	165
4.2.1.6.	<i>Comparación entre viviendas</i>	168
4.2.2.	Segundo monitoreo	170
4.2.2.1.	<i>Comparación entre períodos</i>	179
4.3.	Resultados de la aplicación de cuestionarios	181
4.3.1.	Proceso constructivo de las viviendas	181
4.3.2.	Características de las viviendas	186
4.3.2.1.	<i>Espacios de la vivienda</i>	191
4.3.2.2.	<i>Materiales empleados</i>	193
4.3.2.3.	<i>Ventanas</i>	197
4.3.3.	Habitabilidad ambiental	199
4.3.3.1.	<i>Habitabilidad psicosocial</i>	199

4.3.3.2.	<i>Confort térmico</i>	201
4.3.3.3.	<i>Calidad del aire interior.....</i>	203
4.3.3.4.	<i>Confort lumínico</i>	208
4.3.3.5.	<i>Confort acústico.....</i>	212
4.3.3.6.	<i>Satisfacción con la habitabilidad ambiental</i>	216
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES		222
REFERENCIAS		230
ANEXOS Y/O APENDICES		248

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de flujo para la selección de literatura	18
Figura 2 Lugar de procedencia de los estudios analizados.....	21
Figura 3 Número de estudios que monitorean los indicadores ambientales	23
Figura 4 Ruta cuantitativa de la investigación	62
Figura 5 Etapas del desarrollo de la investigación	64
Figura 6 Delegaciones que componen la Región de San Quintín	66
Figura 7 Identificación de la localidad de estudio	67
Figura 8 Delimitación del área de estudio	69
Figura 9 Ubicación de las viviendas por tipología y las unidades de análisis.....	71
Figura 10 Ubicación de V1	72
Figura 11 Planta arquitectónica de V1	73
Figura 12 Exterior de V1	74
Figura 13 Ubicación de V2	75
Figura 14 Planta arquitectónica de V2	76
Figura 15 Exterior de V2	77
Figura 16 Interior V2.....	78
Figura 17 Ubicación de V3	79
Figura 18 Planta arquitectónica V3	80
Figura 19 Interior de V3 en la primera visita.....	81
Figura 20 Interior de V3 segunda visita	82
Figura 21 Comparación del exterior de la vivienda primera y tercera visita	83
Figura 22 Ubicación de V4	84
Figura 23 Planta arquitectónica V4	85

Figura 24 Exterior de V4	86
Figura 25 Interior de V4.....	86
Figura 26 Sistema de agrupación bioclimática local.....	89
Figura 27 Comportamiento de la temperatura de bulbo seco anual de la región de San Quintín	91
Figura 28 Comportamiento de la radiación solar anual de la región de San Quintín	92
Figura 29 Comportamiento de la precipitación anual de la región de San Quintín.....	93
Figura 30 Instrumentos y alturas empleados para la medición y el registro de variables físicas.....	98
Figura 31 Formato para el control del recorrido	101
Figura 32 Procedimiento aplicación de encuestas	107
Figura 33 Emplazamiento de la estación meteorológica portátil AcuRite Atlas modelo 06059	108
Figura 34 Ubicación del equipo en ambos periodos.....	110
Figura 35 Equipos colocados al interior durante el período frío	111
Figura 36 Ubicación de los instrumentos de monitoreo.....	113
Figura 37 Cuestionario sección proceso constructivo y servicios.....	116
Figura 38 Sección de cuestionario habitabilidad psicosocial.....	117
Figura 39 Sección de cuestionario habitabilidad ambiental.....	119
Figura 40 Escala gráfica de apoyo	121
Figura 41 Sección final del cuestionario	122
Figura 42 Formulario de características de las viviendas (sección 1-2)	122
Figura 43 Formulario de características de las viviendas (sección 3-9)	123
Figura 44 Recorrido solar en la localidad de estudio.....	126

Figura 45 Color de las viviendas	128
Figura 46 Tipos de techos	129
Figura 47 Categorías de elementos adosados identificados	133
Figura 48 Cantidad de viviendas con algún tipo de pórtico por orientación	134
Figura 49 Ventanas en las viviendas.....	137
Figura 50 Filtro para la creación de tipologías.....	138
Figura 51 Dendograma jerárquico para la identificación de las tipologías	139
Figura 52 V1. Desempeño higrotérmico durante el día representativo	144
Figura 53 V1. Resultado monitoreo de CO ₂	146
Figura 54 V2. Desempeño higrotérmico durante el día representativo	150
Figura 55 V2. Resultado monitoreo de CO ₂	152
Figura 56 V3. Desempeño higrotérmico durante el día representativo	156
Figura 57 V3. Resultado monitoreo de CO ₂	158
Figura 58 V4. Desempeño higrotérmico durante el día representativo	162
Figura 59 V4. Resultado monitoreo de CO ₂	164
Figura 60 Colindancias de V2	166
Figura 61 Comparación de desempeño térmico entre viviendas.....	168
Figura 62 Comparación de desempeño de HR entre viviendas	169
Figura 63 Comportamiento térmico el día representativo del segundo monitoreo	175
Figura 64 Comportamiento de HR el día representativo del segundo monitoreo	178
Figura 65 Comparación de desempeño térmico entre ambos periodos de monitoreo	179
Figura 66 Comparación de desempeño de HR entre ambos periodos de monitoreo	180

Figura 67 Cantidad de años cada vivienda ha sido habitada	182
Figura 68 Modalidad de propiedad de la vivienda por tipología	182
Figura 69 Proceso constructivo de las viviendas por tipología	183
Figura 70 Acciones de mejora realizadas en los últimos 5 años a la vivienda ...	184
Figura 71 Proceso de mejora de las viviendas por tipología	185
Figura 72 Disponibilidad de servicios	186
Figura 73 Actividades por espacio	191
Figura 74 Instalaciones sanitarias por tipología	192
Figura 75 Número de recámaras por tipología	192
Figura 76 Acabados en piso	193
Figura 77 Emplaste en muros	194
Figura 78 Pintura en muros	194
Figura 79 Acabados en cara interna del techo	195
Figura 80 Características de las puertas exteriores	196
Figura 81 Empleo de ventanas y cortinas por tipología.....	197
Figura 82 Cantidad de ventanas y superficie promedio por tipologías y orientación	198
Figura 83 Habitabilidad psicosocial	199
Figura 84 Deseos de mejora en la vivienda	200
Figura 85 Tolerancia de las temperaturas en las viviendas	201
Figura 86 Medidas de adaptación térmica por tipología.....	202
Figura 87 Frecuencia e intensidad de olores provenientes del exterior por tipología	203
Figura 88 Principales fuentes externas de olores molestos	204
Figura 89 Espacio más oloroso de la vivienda	204

Figura 90 Frecuencia e intensidad de olores generados en el interior por tipología	205
Figura 91 Polvo al interior de las viviendas	206
Figura 92 Frecuencia de apertura de ventanas o puertas para ventilar	206
Figura 93 Distribución de la percepción de olores y los niveles de CO ₂	207
Figura 94 Espacios mejor y peor iluminados por tipología	208
Figura 95 Medidas de control lumínico.....	209
Figura 96 Distribución de la percepción de iluminación y los niveles de lux	210
Figura 97 Intensidad y frecuencia de ruidos provenientes del exterior por tipología	212
Figura 98 Fuentes exteriores de ruido.....	213
Figura 99 Intensidad y frecuencia de ruidos generados al interior por tipología	213
Figura 100 Fuentes al interior de ruidos molestos.....	214
Figura 101 Distribución de la percepción de ruidos y los niveles de ruido registrados	215
Figura 102 Satisfacción media por indicador y parámetro evaluado	216
Figura 103 Satisfacción e importancia por parámetro	217
Figura 104 Nivel de satisfacción por tipología	218
Figura 105 Importancia de cada variable media total	219
Figura 106 Satisfacción general con la habitabilidad ambiental	221

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Búsqueda inicial para la revisión sistemática.....	17
Tabla 2 Indicadores de habitabilidad ambiental estudiados en las viviendas	19
Tabla 3 Cantidad de estudios que investigan cada parámetro por enfoque	22
Tabla 4 Clasificación de la vivienda por precio promedio	32
Tabla 5 Elementos de la vivienda adecuada	33
Tabla 6 Características de las viviendas con carencia por calidad y espacios y en rezago habitacional	35
Tabla 7 Tipologías de la vivienda progresiva.....	37
Tabla 8 Clasificación del proceso de autoconstrucción	38
Tabla 9 Piezas habitables.....	40
Tabla 10 Dimensiones mínimas de la vivienda.....	41
Tabla 11 Clasificación de estudios de campo.....	46
Tabla 12 Niveles de iluminación recomendados por espacio en la vivienda	49
Tabla 13 Exposición al ruido.....	51
Tabla 14 Factores que afectan la percepción acústica.....	52
Tabla 15 Características de las rutas de investigación.....	59
Tabla 16 Estrategias del enfoque mixto.....	60
Tabla 17 Características de las rutas de investigación.....	61
Tabla 18 Comparación de indicadores en las localidades de mayor población en San Quintín	68
Tabla 19 Cantidad de viviendas por tipología y cantidad de muestra.....	70
Tabla 20 Comparación de las características de las unidades de análisis	88
Tabla 21 Zona de Confort durante los meses monitoreados	94
Tabla 22 Equipo para obtención de imágenes.....	95

Tabla 23 Equipo de medición	96
Tabla 24 Instrumentos de monitoreo de condiciones ambientales al interior de las viviendas	97
Tabla 25 Instrumentos de monitoreo de condiciones meteorológicas	99
Tabla 26 Instrumentos de monitoreo continuo.....	100
Tabla 27 Criterios para el registro de características de la vivienda.....	102
Tabla 28 Recolección de datos meteorológicos	109
Tabla 29 Parámetros monitoreados periodo frío.....	109
Tabla 30 Escala de sensación puntual	118
Tabla 31 Parámetros por variable y escalas de satisfacción	119
Tabla 32 Planta arquitectónica	126
Tabla 33 Materiales de muros empleados de las viviendas	127
Tabla 34 Características de los techos.....	130
Tabla 35 Características de las cubiertas principales.....	131
Tabla 36 Características de las cubiertas secundarios.....	132
Tabla 37 Características de las principales tipologías encontradas	140
Tabla 38 V1. Desempeño térmico medio durante los 10 días monitoreados.....	141
Tabla 39 V1. Cantidad de tiempo en zona de confort y rango óptimo	142
Tabla 40 V1. Valores horarios monitoreados el día representativo	143
Tabla 41 V1. Niveles promedio de CO ₂	145
Tabla 42 V2. Desempeño térmico medio durante los 10 días monitoreados.....	147
Tabla 43 V2. Cantidad de tiempo en zona de confort y rango óptimo	148
Tabla 44 V2. Valores horarios monitoreados el día representativo	149
Tabla 45 V2. Niveles promedio de CO ₂	151
Tabla 46 V3. Desempeño térmico medio durante los 10 días monitoreados.....	153

Tabla 47 V3. Cantidad de tiempo en zona de confort y rango óptimo	154
Tabla 48 V3. Valores horarios monitoreados el día representativo	155
Tabla 49 V3. Niveles promedio de CO ₂	157
Tabla 50 V4. Desempeño térmico medio durante los 10 días monitoreados.....	159
Tabla 51 V4. Cantidad de tiempo en zona de confort y rango óptimo	160
Tabla 52 V4. Valores horarios monitoreados el día representativo	161
Tabla 53 V4. Niveles promedio de CO ₂	163
Tabla 54 Comparación de desempeño de CO ₂ entre viviendas	170
Tabla 55 Desempeño térmico medio durante los seis días monitoreados.....	171
Tabla 56 Porcentaje de tiempo en ZC durante el segundo monitoreo	171
Tabla 57 Desempeño de HR medio durante los seis días monitoreados	172
Tabla 58 Porcentaje de tiempo de HR en rango óptimo durante el segundo monitoreo	172
Tabla 59 Valores horarios monitoreados de TBS el día representativo del segundo monitoreo	174
Tabla 60 Valores de HR horarios monitoreados el día representativo del segundo monitoreo	177
Tabla 61 Características constructivas de las viviendas comparado con la normativa	188
Tabla 62 Características constructivas promedio por tipología.....	190

LISTADO DE ABREVIATURAS, CARACTERES Y SÍMBOLOS

ACNUDH	Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos
AS	Área social
CA	Confort acústico
CAI	Calidad del aire interior
CL	Confort lumínico
CO₂	Dióxido de carbono
CONAVI	Comisión Nacional de Vivienda
CT	Confort térmico
dB A	Decibelio ponderado A
DF	Daylight factor (Factor de luz del día)
DOF	Diario Oficial de la Federación
ENVI	Encuesta Nacional de Vivienda
HA	Habitabilidad ambiental
HR	Humedad relativa
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
INFONAVIT	Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores
ONU	Organización de las Naciones Unidas
SEDATU	Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano
SEDESOL	Secretaría de Desarrollo Social
SEE	Síndrome del Edificio Enfermo
TA	Temperatura del aire
TBS	Temperatura de bulbo seco
T_{med}	Temperatura media mensual
T_n	Temperatura neutral
T1	Tipología 1
T2	Tipología 2
T3	Tipología 3
T4	Tipología 4
VOCs	Compuestos Orgánicos Volátiles
VV	Velocidad del viento
V1	Vivienda tipología 1
V2	Vivienda tipología 2
V3	Vivienda tipología 3
V4	Vivienda tipología 4
ZC	Zona de confort

GLOSARIO

Asistencia técnica	Asesoría calificada en el diseño de presupuestos, materiales, procesos y sistemas constructivos, así como en la inspección técnica de la construcción.
Autoconstrucción	Etapa de construcción en la que los usuarios construyen ellos mismos la vivienda.
Autoproducción	La autoproducción es un modelo de vivienda donde los futuros habitantes controlan procesos como la ubicación, materiales, diseño y construcción.
Calidad del aire interior	La calidad del aire dentro y alrededor de edificios y estructuras, especialmente en lo que se refiere a la salud y la comodidad de los ocupantes del edificio.
Confort acústico	El confort acústico es el estado percibido de bienestar y satisfacción con las condiciones acústicas de un entorno.
Confort térmico	El confort térmico es aquella condición mental que expresa satisfacción con el ambiente térmico.
Confort lumínico	Condición subjetiva de bienestar visual inducida por el entorno visual.
Habitabilidad Ambiental	Se refiere a la calidad del ambiente interior de un edificio, mientras que se debe promover la salud y el bienestar de los ocupantes del edificio.
Modelo de habitabilidad ambiental	Una puntuación o clasificación numérica, que combina el rendimiento del edificio en varios aspectos de IEQ y proporciona un resumen de medición numérica de los datos de rendimiento del factor discreto de IEQ.
Rango óptimo	El rango de humedad relativa (HR) establecido entre el 30 % y el 70 % que fue definido para esta investigación con base en lo reportado por otros autores.
Rezago habitacional	Es un parámetro para identificar a las viviendas inadecuadas por las instituciones gubernamentales en México, se basa en la presencia de materiales de desecho en muros o techos, piso de tierra, hacinamiento o falta de sanitario y acceso a servicios.

Ruido	El sonido dentro del rango audible que interrumpe el silencio, afecta un sonido deseado, causa molestias o pone en riesgo la salud.
Síndrome del edificio enfermo	SEE describe un grupo de síntomas que no tienen una etiología clara y son atribuibles a la exposición a un entorno de construcción en particular.
Temperatura de bulbo seco	La temperatura del aire, sin considerar otros factores ambientales como son la radiación, humedad o movimiento del aire.
Tipologías constructivas	Categorización de edificios de acuerdo a características físicas u otras características que interesen en el estudio que se va a realizar
Vivienda adecuada	Viviendas que cumplen con los siguientes criterios: seguridad en la tenencia, disponibilidad de servicios, asequibilidad, habitabilidad, accesibilidad, ubicación y adecuación cultural.
Vivienda digna	Las condiciones reglamentarias que presenta una vivienda en las que no se compromete la salud y el bienestar del usuario al ser habitada.
Zona de confort	Amplitud térmica en relación a la Tn para no advertir malestar.

INTRODUCCIÓN

La vivienda es un espacio construido cuyo propósito práctico es ser habitada y permitir que las personas desarrollen actividades básicas en su interior. Sus condiciones determinan en gran medida la calidad de vida de las personas que la ocupan (ONU-Habitat, 2018).

En países como México, existen tres modalidades principales para la creación de vivienda: la promovida por el sector privado, la gestionada por el gobierno y la autoproducción. Esta última se distingue por la ausencia de intermediarios y la intervención directa de los usuarios en su construcción, lo que la convierte en una opción accesible, aunque no exenta de desafíos (Ortiz Flores, 2012).

La habitabilidad, entendida como la capacidad de los espacios para satisfacer las necesidades subjetivas y objetivas de sus ocupantes, integra aspectos físicos, psicológicos y sociales, en interacción con los procesos medioambientales (Casals-Tres et al., 2013).

Dentro de este amplio concepto, el presente trabajo se enfoca en la habitabilidad ambiental interior, que se centra en la interacción entre las personas y su entorno inmediato, considera parámetros como el confort térmico, la calidad del aire interior, el confort lumínico y el confort acústico. Estos factores tienen un impacto directo en la salud, productividad y bienestar general de los ocupantes (Mujan et al., 2019), aunque su relevancia relativa puede variar en función del contexto (Leccese et al., 2021).

La percepción de estos parámetros está influenciada por factores inherentes al ocupante, como su fisiología y vestimenta, los cuales determinan cómo interactúa con las condiciones ambientales y, en consecuencia, cómo las percibe. Dado que la percepción es subjetiva, suele evaluarse mediante encuestas, una herramienta relativamente accesible y versátil, ya que puede aplicarse incluso de forma remota.

Por otro lado, las condiciones ambientales pueden medirse objetivamente con el equipo adecuado. Un factor importante que determina las condiciones ambientales de un espacio además de las condiciones meteorológicas son las características de la construcción, ya que tienen un impacto directo en todos los parámetros de la habitabilidad ambiental (Mewomo et al., 2023).

El sitio de estudio es la localidad Emiliano Zapata en San Quintín Baja California, a 200 kilómetros al sur de la frontera con Estados Unidos. La agricultura es la principal actividad económica del municipio, con altos niveles de inmigración principalmente indígena de otras partes del país para dedicarse a esta actividad. En consecuencia, la región lleva décadas en crecimiento y pasa por un proceso en el cual el medio rural tiende a la urbanización (Gobierno del Estado de Baja California, 2003).

El objetivo de este trabajo es realizar una evaluación de la habitabilidad ambiental en las viviendas autoproducidas del municipio de San Quintín. Para lograrlo, esta investigación se estructuró en tres etapas: un estudio preliminar para la caracterización de las tipologías constructivas en la localidad de estudio, el monitoreo de unidades de análisis y la aplicación de encuestas para evaluar la percepción de habitabilidad de los ocupantes.

La primera etapa fue necesaria para identificar las unidades de análisis. Para ello se realizó un levantamiento fotográfico de las viviendas habitadas en la localidad de estudio para identificar las características de forma de la planta arquitectónica, material de muros, material y forma de los techos y la presencia de elementos como pórticos. Se hicieron agrupamientos jerárquicos de acuerdo con las características previamente señaladas y se seleccionaron los cuatro conjuntos más grandes de las viviendas.

La segunda parte fue el monitoreo de cuatro viviendas representativas de las cuatro tipologías más comunes. Se realizó en periodo frío y de transición del frío al cálido. Los parámetros monitoreados fueron la temperatura de bulbo seco (TBS), humedad relativa (HR), y concentración de CO₂. Los resultados se contrastaron con los valores sugeridos por la literatura.

La tercera parte es la evaluación de la percepción de los habitantes respecto a los cuatro parámetros de la habitabilidad. Se realizó con una encuesta apoyado con equipo de medición para medir los siguientes parámetros: temperatura de bulbo seco (TBS), humedad relativa (HR), velocidad del aire (VA), concentración de CO₂, niveles de iluminación y de sonido.

Este documento se organiza en cinco capítulos. El primero presenta la problemática, justificación, preguntas de investigación, hipótesis, objetivos, alcances y limitaciones. Además, incluye antecedentes que integran estudios sobre vivienda de autoproducción y habitabilidad ambiental, complementados con un breve análisis del estado del arte en el estudio de la habitabilidad ambiental en espacios residenciales.

El capítulo dos aborda el marco teórico que presenta las bases teóricas que sustentan la investigación. Este se divide en dos grandes temas, vivienda y habitabilidad ambiental. El tercer capítulo presenta el diseño metodológico y el proceso experimental de la investigación, así mismo se ahonda en las unidades de análisis y el diseño del cuestionario.

En el capítulo cuatro se presentan los resultados organizados según las fases de la investigación: estudio preliminar, resultados del monitoreo y resultados de la aplicación de cuestionarios. La discusión de los resultados se aborda después de su presentación, se analizan los hallazgos en relación con trabajos previos de otros autores. Finalmente, el capítulo cinco cierra con las conclusiones, seguido de las referencias utilizadas y los anexos.

El propósito de este trabajo es generar conocimiento sobre las prácticas constructivas en la región y su impacto en la habitabilidad ambiental, particularmente en un contexto marcado por un significativo rezago habitacional. Se pretende identificar los principales problemas que afectan la salud y el bienestar de los ocupantes, así como sus posibles causas. Además, se busca sentar las bases para futuras investigaciones que profundicen en este tema.

CAPÍTULO 1. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del Problema

La vivienda adecuada es un derecho humano cuyas condiciones son determinantes para la calidad de vida de las personas y su acceso a otros derechos como la salud, educación, y el trabajo (ACNUDH & ONU-Habitat, 2010). De acuerdo con la OMS, (2022), las condiciones de las viviendas contribuyen a desigualdades sociales, ya que las malas condiciones habitacionales impactan negativamente en la calidad de vida y el bienestar.

Una característica esencial de una vivienda adecuada es contar con las condiciones materiales que proporcionen un espacio habitable suficiente para garantizar la seguridad y la salud de sus habitantes (ONU-Habitat, 2018). Sin embargo, En México el 57 % del parque habitacional está compuesto por viviendas autoproducidas, donde los propios ocupantes toman las decisiones principales sobre su construcción. Solo el 3.5 % de estas viviendas contaron con la asesoría de profesionales como arquitectos o constructoras (INFONAVIT, 2021).

Aunque son una alternativa económica, la falta de conocimientos técnicos, la ausencia de una adecuada planeación previa a la construcción y la discontinuidad en los procesos de producción son aspectos recurrentes en este tipo de viviendas (Salazar & Flores-Gutiérrez, 2018). Estas carencias generan diversas problemáticas, como la (INEGI, 2021) incoherencia entre los espacios, una ventilación inadecuada y una iluminación deficiente (Argüello et al. 2012).

Esto da lugar a espacios con una habitabilidad ambiental deficiente que, en algunos casos, pueden implicar riesgos significativos para la salud. La exposición prolongada a condiciones interiores insalubres aumenta considerablemente la probabilidad de desarrollar el Síndrome del Edificio Enfermo, un conjunto de afecciones que pueden impactar a las personas tanto a corto como a largo plazo, e incluso generar consecuencias permanentes (Subri et al., 2024).

San Quintín experimentó un desarrollo agrícola significativo entre 1970 y 1980 que demandaba trabajadores de otros estados, como Oaxaca, Guerrero y Michoacán, debido a la escasa población local. Este proceso generó una migración circular de

trabajadores que eventualmente se establecieron en la región junto con sus familias. Para afrontar esta realidad, se establecieron colonias populares y se construyeron campamentos con materiales de desecho, mientras que la invasión de tierras ejidales impulsó el rápido crecimiento de algunas localidades lo que transformó a la región de San Quintín en la zona más marginada de Baja California (Espejel et al., 2005).

En el año 2020 San Quintín logra convertirse en municipio, ese mismo año la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI) identifica que el 81% de las viviendas del municipio presenta rezago habitacional. A nivel nacional, es el doceavo municipio en cantidad de viviendas en rezago habitacional en términos absolutos con 28,712 viviendas (CONAVI, 2020). El término de rezago habitacional identifica a las viviendas que presentan materiales de desecho o deficientes en la construcción, presencia de hacinamiento y/o la falta de acceso a servicios como drenaje, agua potable y electricidad (Díaz Duarte et al., 2021).

Esta investigación tiene como objetivo analizar las características constructivas de las viviendas autoproducidas en San Quintín, así como las deficiencias y problemáticas relacionadas con la habitabilidad ambiental. Su finalidad es identificar los principales problemas que afectan las condiciones de habitabilidad y su impacto en la calidad de vida de los habitantes, y establecer bases para investigaciones futuras que profundicen en esta temática.

1.2. Justificación

La habitabilidad ambiental influye de manera significativa en la salud, la productividad y el bienestar de los ocupantes de un espacio, además de estar estrechamente vinculada al gasto energético y a la contaminación generada por medidas de adaptación ante espacios inadecuados (Frutos et al., 2021).

Estudios señalan que, mediante cambios sencillos, es posible mejorar la habitabilidad ambiental; una adecuada selección de materiales y un diseño eficiente pueden prevenir problemas a bajo costo (Sarkar & Bardhan, 2020; Yilmaz & Yilmaz, 2021). Asimismo, un enfoque arquitectónico bien planificado desde el inicio permite evitar estas dificultades sin generar costos adicionales (Argüello et al., 2012).

La zona de estudio presenta un clima cálido semiárido (BWh) según la clasificación climática de Köppen-Geiger, se caracteriza por tener temperatura media anual sobre los 18°C y lluvias menores a 250 mm (Peel et al., 2007). Aunque las temperaturas no son particularmente extremas, las edificaciones con características constructivas deficientes pueden generar un impacto negativo significativo en la calidad de vida de sus ocupantes. Esto afecta sobre todo a personas de nivel socioeconómico bajo que no pueden invertir lo necesario en la mejora de la HA (Becerra et al., 2018; Recek et al., 2019).

Especialmente, frente a los efectos del cambio climático, es necesario contar con viviendas adaptadas para enfrentar temperaturas más variables. Esto exige viviendas más resilientes capaces de hacer frente a las condiciones climáticas presentes y futuras (Šujanová et al., 2019).

Por otro lado, situaciones como la cuarentena derivada de la pandemia de SARS-CoV-2, también conocida como COVID-19, evidenciaron la necesidad de crear ambientes domésticos adecuados para el bienestar de las personas. Durante este período, muchas actividades laborales y académicas se trasladaron a la modalidad desde casa o fueron canceladas (Fernández Villalobos, 2021). En este contexto, la ventilación adecuada se convirtió en un factor crucial para reducir el riesgo de contagio, incluso dentro del hogar (Sari & Kayan, 2022).

La necesidad de vivienda en el municipio es evidenciada por los altos niveles de rezago habitacional en la zona. Sin embargo, este indicador carece de un diagnóstico integral. Aspectos clave como la distribución de los espacios, sus dimensiones, funcionalidad, o, como señalan López Estrada & Leal Iga, (2013), la calidad de los materiales utilizados y los procedimientos constructivos empleados, suelen ser omitidos.

Es necesario comprender cómo se construyen las viviendas en el municipio de San Quintín para identificar los problemas más comunes y sus causas. Este objetivo solo puede alcanzarse mediante una investigación de enfoque mixto, que vincule los atributos físicos de las viviendas con la percepción de los ocupantes, ya que estudios que se centran exclusivamente en uno de estos aspectos ofrecen una visión incompleta de la habitabilidad ambiental (Carre & Williamson, 2018).

En el ámbito nacional, se contribuye a cumplir con el objetivo de la vivienda adecuada, presente en la Ley de Vivienda (2006) y que forma parte importante de los objetivos del Plan Nacional de Vivienda 2021-2024 y el Plan Nacional de Desarrollo. Además, el tema de la vivienda se encuentra dentro de los Programas Nacionales Estratégicos (PRONACES) con lo que la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHIT) “busca lograr una vivienda adecuada y un acceso justo al hábitat ... para generar y aplicar conocimiento que permita gestionar y dar seguimiento a las demandas nacionales prioritarias de vivienda” (2025).

Además, al contribuir a conocer con mayor profundidad el fenómeno de la autoproducción se puede impulsar el desarrollo de políticas públicas específicas y fomentarla regulación de ese mercado mediante la introducción de nuevos productos y servicios (Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores, 2021).

A nivel mundial, la vivienda desempeña un papel fundamental en la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, específicamente en los objetivos 10, 11 y 12. El objetivo 10 trata sobre la reducción de las desigualdades, el objetivo 11 se centra en comunidades y ciudades sostenibles, y el objetivo 12 aborda la producción y el consumo responsables (ONU-Habitat, 2018).

Como esta investigación se enfoca en describir las características físicas y las condiciones de habitabilidad ambiental de las viviendas autoproducidas, su resultado puede contribuir al desarrollo de guías y recomendaciones enfocadas en la mejora de la habitabilidad ambiental de las viviendas ya construidas y de las que estén por construirse.

1.3. Antecedentes

La vivienda adecuada es un tema de interés mundial presente en las agendas globales desde mediados del siglo XX. En la Declaración Universal de los Derechos Humanos de 1948, se reconoce por primera vez como parte del derecho a un nivel de vida adecuado (ACNUDH & ONU-Habitat, 2010). En 1976 se celebra la primera Conferencia de las Naciones Unidas sobre Asentamientos Humanos, conocida como Hábitat I. En ella se urgía a los países a integrar políticas nacionales en materia de

asentamientos humanos (ONU, 1976, p.14) debido al acelerado crecimiento de las ciudades alrededor del mundo que se vivía esos años.

Dos años más tarde, en 1978, se conformó el programa de Naciones Unidas ONU-Hábitat con el objetivo de promover asentamientos sostenibles social y ambientalmente (ONU, s.f.) y sigue en funciones actualmente.

En 1996, durante la conferencia Hábitat II, se consideró el respaldo estatal a la autoproducción como una medida para abordar la falta de acceso a viviendas adecuadas en los sectores de bajos ingresos (ONU, 1996, p.46). Veinte años después, en la Tercera Conferencia de las Naciones Unidas sobre Vivienda y Desarrollo Urbano Sostenible (Hábitat III), se adoptó la Nueva Agenda Urbana. En esta, se destaca el papel crucial de la vivienda adecuada en las agendas globales al identificarla como clave para enfrentar los desafíos climáticos y de desigualdad a nivel mundial (ONU, 2017).

A nivel nacional, el papel de la vivienda en las políticas públicas también ha experimentado transformaciones a lo largo de los años, según identifica ONU-Habitat (2018). Se distinguen tres etapas: de 1960 a 1992, con intervención directa del Estado en el sector habitacional al actuar como desarrollador; de 1992 a 2006 un enfoque orientado a facilitar la construcción de viviendas de interés social por empresas privadas; y de 2006 hasta hoy, un nuevo sistema de vivienda alineado con los compromisos globales de desarrollo sostenible (p.70).

Este último período comenzó con la promulgación de la Ley de Vivienda de 2006, el primer instrumento legal que reconoció la vivienda autoproducida como forma legítima de producción. En ella, la vivienda se considera "un área prioritaria para el desarrollo del país" (Ley de Vivienda, 2006). A partir de esto, se implementaron acciones de apoyo a la autoproducción social de viviendas (Andrade, 2011), con el objetivo de proporcionar viviendas adecuadas a la población vulnerable.

Este cambio se debe al reconocimiento de las ventajas de la autoproducción frente a otras formas de producción habitacional. Estudios previos han demostrado que tanto las viviendas de interés social promovidas por el cómo las desarrolladas por empresas privadas (Salazar & Flores-Gutiérrez, 2018) no logran satisfacer las necesidades

específicas de las familias, debido a su estandarización y masificación, al ofrecerse como productos terminados.

Según Hastings (2011), esto dificulta las modificaciones de su morfología por parte de los habitantes, y cuando se realizan, tienden a empeorar las condiciones de habitabilidad ya que no están pensadas para ello. Sin embargo, lo contrario se observa en la vivienda de autoproducción, donde las condiciones tienden a mejorar con el tiempo.

En concordancia con este cambio, para el año 2023, de acuerdo con la Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano (SEDATU, 2021) existen tres grandes programas gubernamentales enfocados en promover la autoproducción de vivienda en México:

1. *Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 (PND)*: Prioriza la vivienda social, se enfocan en el mejoramiento, ampliación y sustitución de viviendas.
2. *Programa Sectorial de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano*: Su objetivo es garantizar que la vivienda adecuada sea accesible para todos, con un enfoque en derechos humanos y pertinencia cultural y regional.
3. *Programa Nacional de Vivienda 2021-2024*: Busca asegurar el derecho a una vivienda adecuada, especialmente para grupos vulnerables, mediante soluciones financieras, técnicas y sociales, al medir la asequibilidad en los primeros cinco deciles de ingresos.

Aunado a esto, se creó la Estrategia Nacional de Autoproducción, la cual se orienta a mejorar el acceso al suelo, financiamiento y asistencia técnica para la autoproducción de vivienda, con un enfoque en fortalecer la toma de decisiones de las familias. Está encabezada por la SEDATU e integra diferentes programas alineados a la misma de diversas instituciones públicas (SEDATU, 2021). Los principales son realizados por la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI), institución que tiene como objetivo otorgar subsidios a personas con las siguientes condiciones: rezago habitacional, alto índice de marginación, alto índice de violencia, personas con discapacidad y poblaciones originarias (Comisión Nacional de Vivienda, 2024).

A continuación, se presentan estudios que adoptan enfoques similares al de esta investigación. Primero, se revisan investigaciones centradas en este tipo de viviendas, donde se desarrollaron tipologías que no necesariamente consideran la habitabilidad ambiental (HA). Luego, se analizan artículos que abordan la HA en viviendas autoproducidas. Por último, se incluyen estudios cuyo objetivo es evaluar la HA de manera integral, y consideran sus principales parámetros.

1.3.1. Viviendas de autoproducción y tipologías

En un estudio cualitativo realizado por Kowaltowski (1998) en Campinas, Brasil, se examinaron viviendas construidas por familias propietarias en fraccionamientos privados. El objetivo fue describir las características estéticas de estas viviendas autoconstruidas y proponer un mecanismo para mejorar su calidad con ayuda profesional.

La autora identificó diversos elementos de diseño que influyen en la apariencia de las viviendas en el entorno urbano, como el cercado del lote, la terminación del exterior, el tamaño y la forma de la casa, entre otros. Estos elementos se agruparon en 18 tipologías de fachada, divididas en cuatro categorías generales: casas sin terminar, casas detrás del lote, casas simples pero sólidas, y casas estilo mediterráneo y colonial.

Como resultado, se observó una falta de comprensión sobre aspectos como la función de elementos constructivos como la baranda, además de defectos de construcción y malestar ambiental en muchas de las casas, lo que indica la necesidad de intervención profesional tanto a nivel de barrio como individual.

Mehlomakulu & Marais (1999), realizaron una investigación en Sudáfrica también de carácter cualitativo para evaluar la satisfacción y las percepciones de los habitantes en viviendas autoproducidas con materiales formales y las construidas por el gobierno del país. Se utilizó un cuestionario dividido en cuatro secciones, complementado con entrevistas en profundidad a cinco hogares de cada sistema.

Sus principales resultados sugieren que cuando los propietarios controlan el proceso de construcción, son menos críticos con la calidad. Además, las viviendas autoproducidas comúnmente están basada en planos esquemáticos con divisiones

básicas del espacio sin considerar la orientación solar o la ventilación y no saben sacar partido de las ventajas que ofrece el sistema estructural, lo que acelera la construcción, pero compromete la independencia estructural y la eficiencia espacial.

En otro estudio, Argüello et al. (2012), retoman las tipologías propuestas por Bazant (2003) con el propósito de identificar las características físicas de las viviendas populares de construcción progresiva en Tuxtla, Gutiérrez, en cuanto a materiales, sistemas constructivos y tiempos de construcción. Identificaron estas tipologías en asentamientos de diferente antigüedad dentro de la ciudad: asentamientos iniciales con menos de 10 años, asentamientos en consolidación con entre 10 y 20 años y asentamientos consolidados con más de 20 años.

Emplearon encuestas, levantamientos arquitectónicos y registros fotográficos para la recolección de datos con la finalidad de identificar las características de la construcción y patologías constructivas. Identificaron que los procesos de mejoramiento y ampliación son similares entre las viviendas estudiadas, y determinaron que la producción informal de vivienda popular construida de manera progresiva genera características físicas inadecuadas a lo largo de su existencia. Estas viviendas poseen problemas de seguridad, estabilidad y durabilidad debido a la falta de asesoría técnica en su edificación.

En su investigación, Guzmán-Ramírez & Ochoa-Ramírez (2018), estudiaron una colonia de León, Guanajuato, caracterizada por alta pobreza y marginación. Analizaron 215 de las 701 viviendas existentes, utilizaron fichas para recopilar datos generales, funciones programáticas y características constructivas. Buscaron determinar las características específicas de transformación espacial de los comercios dentro de la vivienda para la identificación tipológica de las etapas de desarrollo de estas.

Encontraron que las viviendas se amplían horizontalmente antes de crecer de manera vertical, además de la colocación inadecuada de elementos arquitectónicos como escaleras y pasillos, que, junto con el cierre de espacios destinados a la iluminación y ventilación natural con la finalidad de generar nuevos espacios, genera falta de luz y aire, lo que convierte los espacios en inhabitables o incómodos para la vida diaria. Se encontraron actividades comerciales y de servicio principalmente en la planta baja,

pero también en azoteas y terrazas. Identificaron tres tipologías principales: habitacional de uno y dos niveles, habitacional-comercio y taller de servicio de un nivel, y habitacional-comercio dos niveles.

1.3.2. Viviendas de autoproducción y habitabilidad ambiental

En un estudio en Cuenca, Ecuador, Quesada & Bustillos (2018) analizaron el confort en viviendas para lo cual consideraron temperatura, calidad del aire interior e iluminación natural, combinaron datos subjetivos con medidas físicas. Mediante un diseño de muestra probabilístico, encuestaron a 280 hogares y seleccionaron ocho viviendas representativas de concreto y ladrillo para monitoreo. Los datos se recolectaron durante una semana en verano e invierno, emplearon sensores para temperatura, HR, CO₂ y radiación solar, además de simulaciones en Ecotect Analysis para la iluminación. Los resultados mostraron que, aunque las viviendas cumplían normativas en calidad del aire e iluminación, la temperatura interior era un factor de insatisfacción para los usuarios.

Aguillón-Robles et al. (2020), desarrollaron su investigación en La Huasteca, una región al sur de México, donde la temperatura media anual oscila entre 21.5 °C y 31.9 °C. El objetivo fue valorar las condiciones del comportamiento térmico en la vivienda huasteca por lo que además buscaron caracterizar las tipologías de vivienda y su conformación espacial.

Se identificaron cuatro tipos de viviendas según sus materiales de construcción: casas tradicionales con materiales vegetales y sistemas constructivos típicos de la región, algunas con planta circular y otras con planta rectangular; casas híbridas que utilizan bloques de concreto en las paredes, pero conservan techos tradicionales; y casas reemplazadas que usan exclusivamente concreto tanto en paredes como en techos.

Monitorearon 11 casas distribuidas en tres localidades durante nueve meses. Los resultados muestran que, durante la temporada cálida, las casas con elementos vegetales presentaron un mejor rendimiento térmico, mientras que aquellas construidas completamente con concreto respondieron mejor en invierno.

García-Arellano et al. (2022), llevaron a cabo otro estudio en la región de la Cuenca Baja del Río Papaloapan, ubicada en el sur de México, donde las temperaturas oscilan entre 15 °C y 42 °C durante todo el año. El estudio examinó 77 viviendas en 17 comunidades diferentes, las caracterizaron según el material de sus techos. Se observaron cuatro tipos comunes de materiales para techos en viviendas autoconstruidas: zinc, asbesto, concreto y hojas de palma.

Realizaron un análisis comparativo del confort térmico interior mediante la simulación del rendimiento térmico a lo largo de un año. Los resultados indicaron que las viviendas con techos de palma presentaron el mejor desempeño térmico, mientras que aquellas con techos de zinc mostraron los peores resultados. Además, se observó que la instalación de un falso techo o plafón tuvo un efecto estandarizador en el rendimiento térmico de todos los tipos de techos evaluados.

Sari & Kayan (2022) realizaron un estudio en Indonesia, en cinco viviendas de autoproducción. Seleccionaron las unidades de análisis con una muestra intencionada, ya que buscaron en las que habitaran personas infectadas por COVID-19, además de identificar las viviendas de concreto que poseen las características más representativas de la región. Las cinco presentaban características constructivas que las hacían distintas entre sí, con superficies que iban de los 143 m² a los 310 m².

Realizaron mediciones entre los meses de abril y marzo. Debido a la limitación en cuanto al número de instrumentos, realizaron el monitoreo de cada vivienda de manera alternada. Midieron la concentración de dióxido de carbono (CO₂), compuestos orgánicos volátiles totales (TVOC) y formaldehído (HCHO), en relación a la CAI, la temperatura de bulbo seco (TBS), velocidad del aire (VA) y humedad relativa (HR) para el confort térmico además de los niveles de iluminación.

Encontraron que las salas de estar estaban mal iluminadas con luz natural, lo que requería iluminación artificial adicional. También encontraron que cuando los datos térmicos aumentan, la CAI tiene un rendimiento más pobre. Lo contrario sucede cuanto mayor sea la VA en las casas, lo que reduce la cantidad de contaminantes, como el HCHO, TVOC y el CO₂. En su estudio concluyen que los principales problemas que

ocurren en las viviendas son la circulación del aire y los niveles de luz natural, que plantean serias preocupaciones especialmente frente a una pandemia.

En un estudio realizado en China, Li et al. (2022) llevaron a cabo 177 encuestas de campo y mediciones simultáneas para estudiar la adaptabilidad térmica y el confort de las personas mayores en edificaciones rurales chinas. Los hallazgos revelaron que las construcciones mostraban un rendimiento térmico deficiente, y quedaron fuera de los rangos de confort para estas personas.

También en China, Shao & Jin (2020) examinaron viviendas en tres ubicaciones diferentes con latitudes distintas para observar su rendimiento térmico y compararlo. Emplearon mediciones de parámetros ambientales *in situ* y administraron cuestionarios subjetivos simultáneamente. Descubrieron que a medida que aumenta la latitud, la temperatura neutra, los límites superior e inferior del rango aceptable y la temperatura esperada también aumentan.

En Mongolia, Gado & Games (2018) llevaron a cabo una investigación cuyo objetivo principal fue mejorar el rendimiento energético de las casas autoconstruidas típicas en Ulaanbaatar. El trabajo se desarrolló en cuatro fases: un análisis preliminar del diseño y los materiales comunes mediante 33 fotografías, una encuesta en terreno a 16 viviendas para comprender mejor los casos de estudio y recopilar datos, el monitoreo de casos para validar modelos de comportamiento térmico, y un estudio computacional para simular térmicamente y optimizar el diseño de las casas típicas en términos de eficiencia energética.

Los hallazgos revelaron que todas las casas autoconstruidas examinadas tenían deficiencias en su construcción, lo que impacta negativamente su eficiencia energética y contribuye al aumento del consumo de carbono y madera como combustible, con lo que empeoran los niveles de contaminación del aire en la ciudad.

1.3.3. Estudios de HA de carácter exploratorio

Jara-Baeza et al. (2023) realizaron un estudio cualitativo en departamentos de vivienda social de gran altura en Melbourne, Australia, para evaluar la percepción de los

residentes sobre la habitabilidad ambiental y su relación con el confort, bienestar y problemas de salud vinculados al síndrome del edificio enfermo (SEE). Con una muestra de 94 participantes distribuidos según seis tipologías de edificios, el estudio evaluó satisfacción y relevancia de factores como temperatura, humedad, luz natural, calidad del aire interior, ventilación y ruido.

Pidieron a las personas evaluar su satisfacción con cada uno de los parámetros, así como el nivel de importancia que le atribuían a cada uno. Bajo el supuesto de que la HA se puede modelar a partir de cada una de sus variables, los autores emplearon el análisis de regresión lineal y la correlación semiparcial para determinar la ponderación de cada parámetro de la HA.

Hallaron que una mayor satisfacción en cualquiera de estos parámetros mejoraba la percepción general de habitabilidad, aunque no encontraron correlación entre la importancia atribuida a cada parámetro y la satisfacción reportada, lo cual de acuerdo con el autor, sugiere que los residentes compensan parámetros de bajo rendimiento con otros de alto desempeño al evaluar su satisfacción general.

En un estudio exploratorio llevado a cabo en Malasia por Kamaruzzaman & Azmal, (2018), se exploró la percepción de la HA de los habitantes de dos edificios de residencias de vivienda accesible. Se realizó con un enfoque cualitativo. Aplicaron 15 encuestas en cada edificio entregadas a mano. Manejaron variables relacionadas a síntomas relacionados al SEE, la HA y la cantidad de tiempo durante el día que pasaban en las viviendas.

Encontraron que los síntomas más comunes del SEE eran la fatiga y mareos seguido por dolor de cabeza. Además, también encontraron afectaciones a la salud mental. Más de la mitad de los encuestados de ambos edificios manifestaron haber sufrido de ansiedad y estrés relacionado con permanecer en su bloque de residencia.

Respecto a la HA, se le pidió a los encuestados calificar su satisfacción con 20 diferentes parámetros asociados directamente a la HA de la unidad y el nivel de importancia que les conceden a estos factores. En general, encontraron una relación importante entre la HA y los síntomas de salud relacionados a las construcciones SEE.

1.3.4. Estado del arte

Para la conformación del estado del arte se realizó una búsqueda con una metodología propia basada en la metodología del "Collaboration for Environmental Evidence" (CEE) con adaptaciones del método PSALSAR (Protocol, Search, Appraisal, Synthesis, Analysis, Report). El objetivo fue identificar los enfoques, metodologías, variables, indicadores e instrumentos empleados para estudiar la HA en diferentes tipologías de viviendas.

En la Tabla 1 se presentan los términos empleados y los resultados de una búsqueda inicial. Se optó por limitar la búsqueda a los resultados de la siguiente cadena de búsqueda: ("indoor environmental quality" OR "ieq") AND ("dwellings" OR "hous*").

Tabla 1

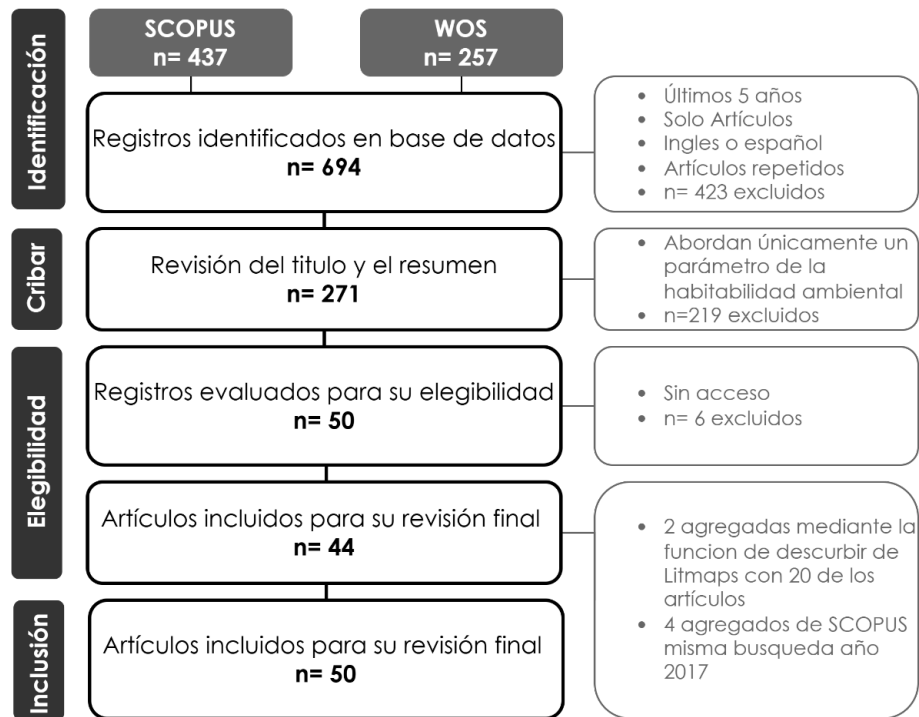
Búsqueda inicial para la revisión sistemática

Base de datos	Cadena de búsqueda y términos de búsqueda	No. de artículos	Fecha de adquisición
Scopus	TITLE-ABS-KEY: (("thermal") AND ("visual" OR "lighting" OR "luminous" OR "luminosity") AND ("aural" OR "acosutic" OR "acoustic quality") AND ("indoor air quality" OR "iaq" OR "air quality")) OR ("indoor environmental quality" OR "ieq" OR "indoor environment") AND ("dwellings" OR "hous*")	3714	17/04/2023
Web of Science	TITLE-ABS-KEY: (("indoor environmental quality" OR "ieq" OR "indoor environment") AND ("dwellings" OR "hous*"))	1667	17/04/2023
Scopus	TITLE-ABS-KEY: (("indoor environmental quality" OR "ieq" OR "indoor environment") AND ("dwellings" OR "hous*"))	3713	17/04/2023
Web of Science	TITLE-ABS-KEY: (("indoor environmental quality" OR "ieq" OR "indoor environment") AND ("dwellings" OR "hous*"))	1646	17/04/2023
Scopus	TITLE-ABS-KEY: (("indoor environmental quality" OR "ieq") AND ("dwellings" OR "hous*"))	437	17/04/2023
Web of Science	TITLE-ABS-KEY: (("indoor environmental quality" OR "ieq") AND ("dwellings" OR "hous*"))	257	24/04/2023

Se obtuvieron 694 resultados. Los criterios de inclusión fueron: (1) Solo artículos, (2) Últimos 5 años, (3) Estudios que aborden más de dos parámetros de habitabilidad ambiental, (4) Idioma español o inglés. La Figura 1 muestra el diagrama de flujo del proceso de selección de los artículos adaptado de PRISMA.

Figura 1

Diagrama de flujo para la selección de literatura



En la Tabla 2 se presenta una recopilación de los 50 artículos analizados en la revisión final. Algunos no estudian casos en concreto, pero presentan información valiosa respecto a la forma de aproximarse al análisis de los indicadores que componen la HA.

Tal es el caso de Rohde et al., (2019) y Larsen et al., (2020) cuyas investigaciones se orientan a la creación de una herramienta para calificar el rendimiento de las viviendas respecto a diferentes parámetros objetivos. En el caso de Laskari et al., (2017) centran su investigación en el desarrollo de un instrumento para el monitoreo y registro de la satisfacción de los ocupantes de viviendas de una manera más económica y práctica.

Se identificaron cuatro métodos principales, dos subjetivos y dos objetivos. Los primeros fueron la aplicación de cuestionarios a los ocupantes de los espacios analizados y en menor medida la consulta con expertos en el tema, como constructores y académicos. Esto principalmente para la creación de índices de habitabilidad ambiental. Los métodos objetivos fueron el monitoreo y la simulación. Esta última en estudios cuyo objetivo principal era crear recomendaciones de mejora a las condiciones actuales.

Tabla 2

Indicadores de habitabilidad ambiental estudiados en las viviendas

Referencia	País	Tip.	Parámetros					Método			
			CT	CAI	CL	CA	HA	C	M	S	E
M. A. Navas-Martín & Cuervo-Vilches, (2023)	España	V, A	x*	x	x	x		x			
Jara-Baeza et al., (2023)	Australia	A	x	x	x	x	x	x			
Clèries et al., (2023)	España	A	o**	o	x	x		x	x		
Quesada-Molina & Astudillo-Cordero, (2023)	Chile	V	o	x	o	x	x	x	x	x	
Hoxha & Pallaska, (2023)	Kosovo	A	x			x			x		
M. Á. Navas-Martín et al., (2022)	España	V, A	x	x	x	x		x			
Oginawati et al., (2020)	Indonesia	VI	x	x	x				x		
Yao et al., (2022)	China	A	x	x					x		
Elsayed et al., (2023)	Italia	A	o	x	x	x		x			
Sari & Kayan, (2022)	Indonesia	VAP	x	x	x				x	x	
Frutos et al., (2021)	España	A	o	o	x	x		x	x		
Batista et al., (2021)	Portugal	V	x	x					x		
Pedersen, Borell, et al., (2021)	Suecia	A	x	x	x	x		x			
Pedersen, Gao, et al., (2021)	Suecia	A	x	x	x	x		x			
Kabele, (2021)	R. Checa	V	x	x	x	x			x		
Caro & Sendra, (2021)	España	EV	o	o					x	x	
Liu et al., (2021)	China	V	x	x					x		
Yilmaz & Yilmaz, (2021)	Turquía	V	x		x				x		
Naji et al., (2021)	Australia	V	x	x	x	x				x	
Mo & Vil', (2020)	Eslovaquia	V	x	x					x		
Pereira et al., (2020)	Portugal	H	o	o				x	x		
Mukhopadhyay, (2019)	E.U.A.	TH	o	o				x	x		
Sarran et al., (2020)	Dinamarca	V	x	x				x			
Serrano-jim et al., (2020)	España	A	o	o				x	x		
Rohde et al., (2019)	Dinamarca	na	x	x	x	x	x				x
Larsen et al., (2020)	Dinamarca	na	x	x	x	x	x				x
Tanasa et al., (2020)	Rumania	V	x	x						x	
Sarkar & Bardhan (2020)	India	A	x	x						x	
Recek et al., (2019)	Eslovenia	V, A	x	x	x	x		x			
Abdul et al., (2019)	Suecia	EV							x		
Noguchi et al., (2019)	Australia	EV	o	x	o			x	x		
Kamaruzzaman & Azmal, (2018)	Malasia	A	x	x	x	x		x			
Vakalis et al., (2019)	Canadá	A	o	x				x	x		
Kamaruzzaman et al., (2019)	Malasia	A	x	x	x	x		x			
Barmmparesos et al., (2019)	Grecia	EV	x	x			x		x		
Fernández-Agüera et al., (2019)	España	A	x	x					x		

Referencia	País	Tip.	Parámetros					Método			
			CT	CAI	CL	CA	HA	C	M	S	E
Colclough et al., (2018)	Irlanda	V	o	o		x		x	x		
Becerra et al., (2018)	Chile	V	x	x					x		
Quesada & Bustillos, (2018)	Ecuador	V	o	o	o			x	x	x	
Haverinen-shaughnessy et al., (2018)	Finlandia y Lituania	EV	x	x					x		
Fan et al., (2018)	China	A, V	x	x					x		
Z. Wang et al. (2018)	China	V, A	o	o		x		x	x		
Kamaruzzaman et al., (2018)	Malasia	A	x	x	x	x		x			
Akom et al., (2018)	Canadá	A	o	o	o	o		x	x		
Carre & Williamson, (2018)	Australia	H	o	o	o	o		x	x		
Costanzo et al., (2018)	Italia	A	x	x					x		
Synnefa et al., (2017)	Grecia	EV	x	x					x		
Laskari et al., (2017)	Grecia	na	x	x				x			
Fan et al., (2017)	China	A	x	x					x		
García et al., (2017)	E.U.A.	V	x	x					x		

Nota. V: vivienda, A: Apartamento, VAP: vivienda de autoproducción, EV: edificio de vivienda, H: habitación, TH: "tiny house", CT: confort térmico, CAI: calidad del aire interior, CL: confort lumínico, CA: Confort acústico, HA: Habitabilidad ambiental. C: cuestionarios, M: monitoreo, S: Simulación E: Consulta de expertos. *La x sobre los parámetros representa que se midió con un método. **La o indica que ese parámetro se analizó con más de un método.

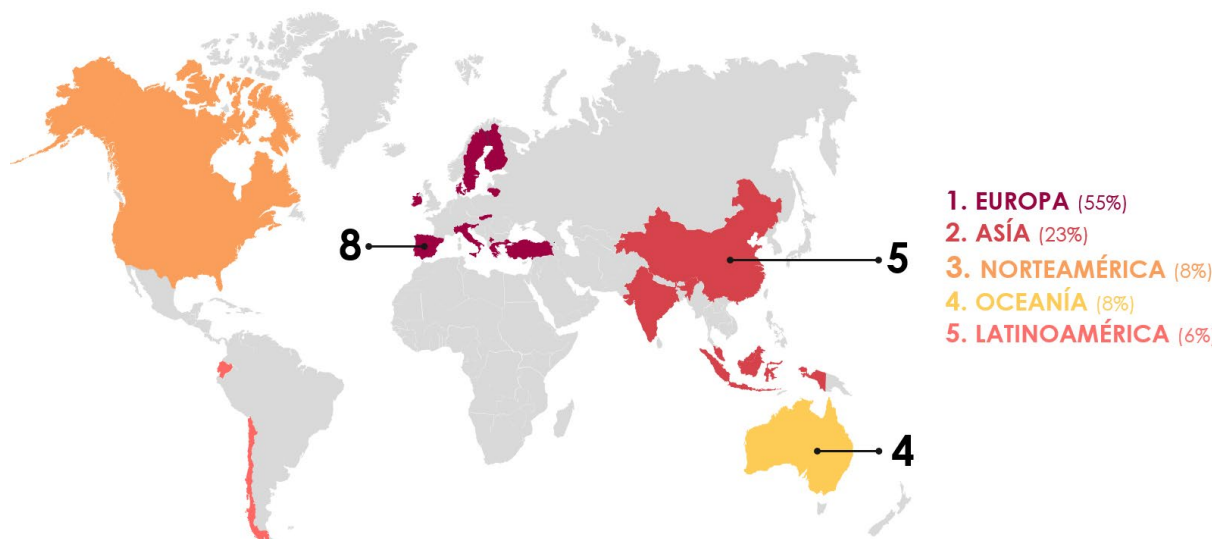
Más de la mitad de los estudios se realizaron en Europa (Figura 2), principalmente en España donde se llevaron a cabo ocho investigaciones. De ahí que buena parte de las tipologías de vivienda abordadas sean apartamentos, pertenecientes a edificios de viviendas con gran presencia en esa región del mundo. En algunos casos incluso, los estudios abordan los edificios de vivienda en su conjunto (Abdul et al., 2019; Barmparesos et al., 2019; Caro & Sendra, 2021; Haverinen-shaughnessy et al., 2018; Noguchi et al., 2019; Synnefa et al., 2017).

El continente asiático es el segundo por número de estudios con 11 en total. Destaca el realizado por (Sari & Kayan, 2022) en Indonesia, al ser el único que abordó explícitamente tipologías de vivienda de autoproducción. En Canadá y Estados Unidos de América (E.U.A.) se realizaron cuatro, igual número que Australia.

La región con menor cantidad de estudios a excepción de África y la Antártida es Latinoamérica con tres estudios. Dos investigaciones realizadas en Chile (Becerra et al., 2018; Quesada-Molina & Astudillo-Cordero, 2023) y una en Ecuador (Quesada & Bustillos, 2018). La distribución de los estudios se presenta en la Figura 2.

Figura 2

Lugar de procedencia de los estudios analizados



Sobre la cantidad de variables, de los 50 artículos revisados, 24 se enfocan únicamente en dos parámetros, siete abordan tres y 19 abordan los cuatro parámetros de HA. De estos últimos, solo cinco abordan la HA de manera general con el uso de algún modelo de HA.

Los que hacen uso de un modelo de HA fue mediante dos enfoques, en el caso de Quesada-Molina & Astudillo-Cordero, (2023), Rohde et al., (2019) y Larsen et al., (2020) desarrollaron un modelo por ellos mismos basados en la revisión de normativa y consulta con expertos. En el caso de Jara-Baeza et al., (2023) y Kamaruzzaman et al., (2019) lo realizaron a través de encuestar directamente a los ocupantes y el empleo de análisis estadísticos.

En cuestión del enfoque, 44% son cuantitativos, 24% cualitativos y 32% mixtos. El mixto es considerado es más apropiado para el estudio de la HA, ya que relaciona las experiencias subjetivas a parámetros ambientales medibles (Carre & Williamson,

2018). Si embargo, cuando hay limitaciones presupuestarias o los objetivos de la investigación así lo requieren se emplea un único enfoque.

Respecto a los parámetros abordados, los 50 estudios analizan el confort térmico (CT), 48 la calidad del aire interior (CAI), 24 el confort lumínico (CL) y 23 el confort acústico (CA). La cantidad de estudios que usan variables con determinados enfoques se presenta en la Tabla 3.

Tabla 3

Cantidad de estudios que investigan cada parámetro por enfoque

Parámetro	Enfoque			Total
	Cualitativo	Cuantitativo	Mixto	
Confort térmico (CT)	12 (24%)	21 (42%)	17 (34%)	50
Calidad del aire interior (CAI)	16 (33%)	18 (38%)	14 (29%)	48
Confort lumínico (CL)	16 (66%)	4 (17%)	4 (17%)	24
Confort acústico (CA)	16 (70%)	5 (22%)	2 (1%)	23

Nota. El porcentaje está basado al total de estudios por parámetro

Se observa que los parámetros más estudiados con diferencia son el CT y la CAI, en estos mismos parámetros predomina el enfoque cuantitativo. Mientras tanto el CL y el CA predomina el enfoque cualitativo, esta predominancia es muy marcada. Se ha identificado una dificultad para medir el CA en las viviendas y el CL tienen mayor estudio en entornos de trabajo donde el usuario no tiene tanta libertad de movimiento.

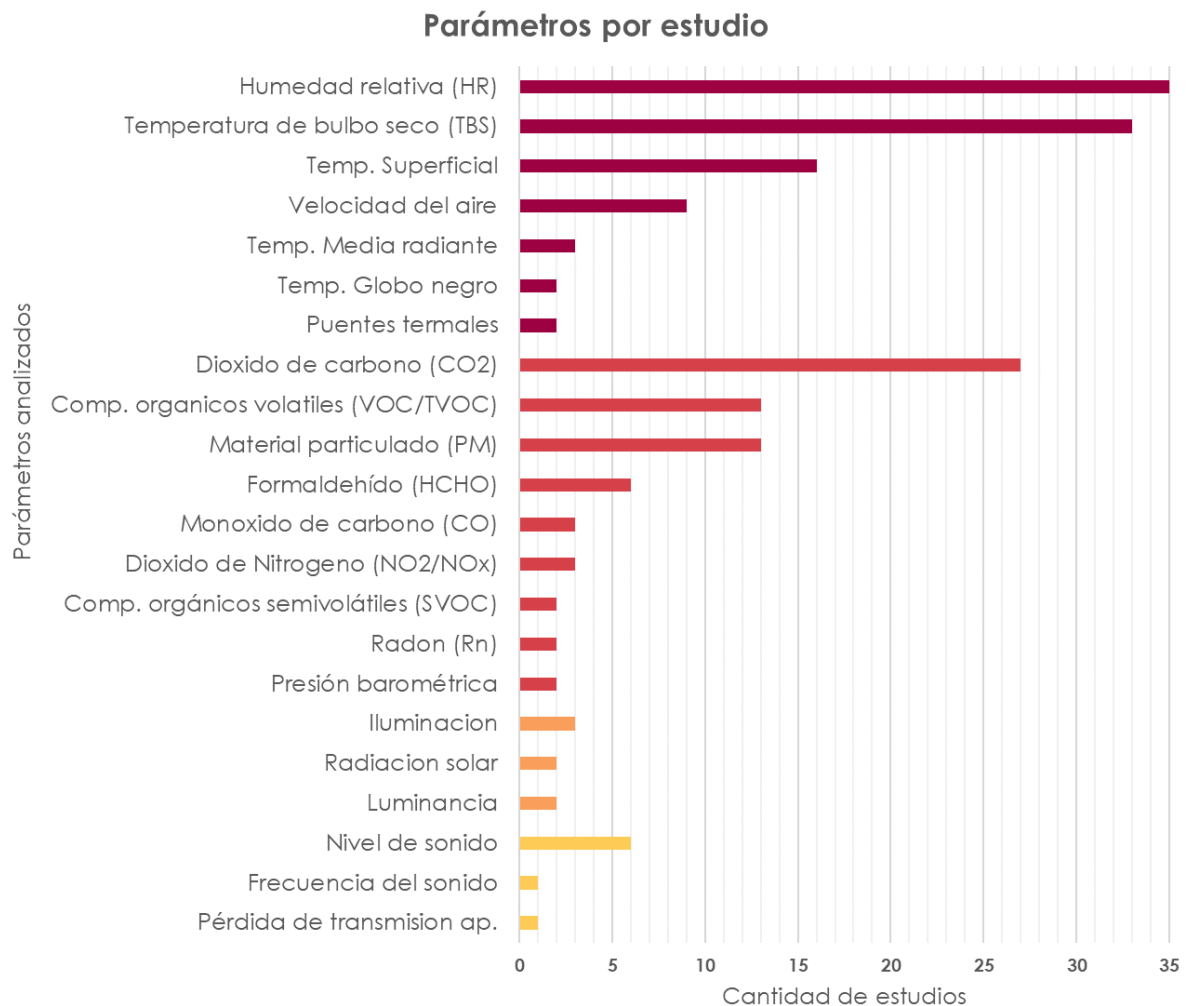
De las 50 investigaciones analizadas, 25 estudios utilizaron monitoreo y tanto los periodos de estudio como los intervalos de medición variaron entre los alcances de cada estudio. Cinco se realizaron durante un año continuo, hubo dos que se realizaron en dos años y uno empleó datos recolectados hasta de tres años continuos.

La mayoría sin embargo se concentraron en una o dos estaciones específicas por periodo durante algunos días o semanas. Predominaron los realizados en invierno que fue el caso de cinco ya que es un periodo crítico sobre todo en los países en latitudes altas donde se concentran la mayoría de estudios. Dos se hicieron únicamente en verano y tres tanto en verano como en invierno para abordar el periodo más frío y cálido del año.

Tres estudios se realizaron durante el confinamiento causado en todo el mundo a raíz de la pandemia de COVID-19 (Frutos et al., 2021; Oginawati et al., 2020; Sari & Kayan, 2022). Uno durante la primavera (Pereira et al., 2020) este último debido a que la primavera es una estación con pocas acciones de los ocupantes que pudiesen afectar los resultados. Los parámetros empleados para abordar cada variable con monitoreo se presentan en la Figura 3.

Figura 3

Número de estudios que monitorean los indicadores ambientales



Nota. Indicadores del CT (Rojo), CAI (naranja oscuro), CL (naranja), CA (amarillo)

Como se observa, en relación con el confort térmico (CT), la humedad relativa (HR) fue monitoreada en todos los estudios. La temperatura de bulbo seco (TBS) se registró

en 33 estudios y fue uno de los parámetros más medidos, tanto por la facilidad de obtención de estos datos como por su utilidad para una variedad de análisis. La velocidad del aire se midió principalmente en estudios centrados en el análisis del confort térmico, aunque algunos también la emplearon para evaluar la calidad del aire interior (CAI).

Sobre la CAI, el indicador con mayor uso fue la concentración de partículas de CO₂. Este indicador además de su facilidad para ser medido, permite dar una idea de la ventilación en los espacios (Serrano-jim et al., 2020) y la presencia de personas (Colclough et al., 2018), lo que lo convierte en un indicador de gran utilidad. El segundo indicador es el material particulado (PM por sus siglas en inglés) en varios tamaños, sobre todo PM 2.5, esto se refiere a partículas con un diámetro de 2.5 micrómetros o menor. Debido a su pequeño tamaño tienen la capacidad de atravesar los pulmones e ingresar al cuerpo a través del torrente sanguíneo, e impactar a los principales órganos del cuerpo.

Los siguientes parámetros fueron compuestos químicos presentes en el aire, como lo son los compuestos orgánicos volátiles (VOC y TVOC), el formaldehído (HCHO), y los óxidos de nitrógeno (NO_x). Estos son compuestos desprendidos al ambiente por productos empleados en el hogar y los propios materiales de construcción (Vilčeková et al., 2020). Sin embargo, requieren una recolección de muestra del aire para el análisis en laboratorio lo que dificulta y encarece su estudio.

El CV considera sobre todo los niveles de iluminación de la luz natural y artificial. Algunos consideraron la radiación solar para el cálculo del DF (Daylight factor) a través de simulación (Quesada-Molina & Astudillo-Cordero, 2023).

El CA es con diferencia el parámetro de la HA menos monitoreado en sitio. Solo seis estudios llevaron a cabo monitoreo para el análisis del confort acústico. Todos estos consideraron el nivel de sonido. En el caso de Akom et al., (2018) midieron los niveles de sonido de fondo en conjunto con la pérdida de transmisión de sonido aparente. Carre & Williamson, (2018) además del nivel de sonido consideraron su frecuencia.

Los principales espacios para el emplazamiento de los instrumentos fueron la sala (19) y la recámara (17), en 11 estudios se monitorearon ambos espacios en conjunto, en

tres únicamente la sala y en uno únicamente una recámara. En cinco investigaciones se registraron la sala y la recámara, pero en conjunto con otros espacios principalmente la cocina (3) y el baño (3).

Los indicadores cualitativos presentan una mayor variación entre los estudios. Algunos manejan directamente la satisfacción o la percepción con alguno o los cuatro parámetros de HA. Los que recurren a esto, suelen preguntar sobre la satisfacción con el ambiente térmico en invierno y verano (Carre & Williamson, 2018; Elsayed et al., 2023; Jara-Baeza et al., 2023; Recek et al., 2019; Vakalis et al., 2019).

Otros abordan en una variedad de indicadores específicos para cada parámetro, como es el caso de Vakalis et al. (2019). En su estudio la calidad del aire interior tuvo un rol predominante. Contemplaron la percepción de los ocupantes con respecto a diferentes fuentes de olores: los producidos al cocinar al interior de la vivienda, los producidos al cocinar por los vecinos, los causados por fumadores vecinos y aquellos olores provenientes del exterior del edificio.

Otros estudios (Kamaruzzaman et al., 2018, 2019; Kamaruzzaman & Azmal, 2018) abordan la HA a través de 20 indicadores distintos, entre los que contemplan la salud de los ocupantes mientras están al interior de las viviendas. Sin embargo, la mitad de estos indicadores están relacionados directamente con el CV, cuatro relativos a la iluminación y el resto a la apariencia y percepción del espacio: Cantidad de luz diurna, cantidad de luz eléctrica, nivel de deslumbramiento alrededor de las habitaciones, nivel de deslumbramiento en la unidad, aspecto exterior de la unidad, atractivo de la unidad, colores de la unidad, cantidad de espacio, privacidad en la unidad.

Otros parámetros considerados son el comportamiento del usuario, las acciones adaptativas y su control sobre el entorno. Estos son el comportamiento al abrir o cerrar ventanas y/o puertas o el control que percibido sobre los sistemas mecánicos cuando estos están presentes. Otras investigaciones tuvieron como objeto de estudio principal el comportamiento de los ocupantes (Fernández-Agüera et al., 2019; M. Navas-Martín & Cuerdo-Vilches, 2023).

1.4. Pregunta de investigación e Hipótesis

¿Cuáles son las condiciones de habitabilidad ambiental que presentan las diferentes tipologías constructivas de la vivienda autoproducida en San Quintín, Baja California?

- ¿Qué características constructivas presentan las viviendas autoproducidas en San Quintín, Baja California?
- ¿Cuál es el desempeño higrotérmico y de calidad del aire interior de las diferentes tipologías de viviendas autoproducidas en San Quintín, Baja California?
- ¿Cuál es la percepción de los habitantes respecto a la habitabilidad ambiental?

Hipótesis

Las viviendas autoproducidas en San Quintín presentan deficiencias en la habitabilidad ambiental, evidenciadas por un bajo confort térmico y una mala calidad del aire interior, lo que genera altos niveles de insatisfacción entre sus habitantes. Estas problemáticas se manifiestan en bajas temperaturas durante la mayor parte del día y concentraciones elevadas de CO₂ durante la noche. Los problemas son más severos en viviendas construidas con paredes delgadas de madera y una provisión insuficiente de ventanas. Por el contrario, las viviendas con muros más robustos y una mayor proporción de ventanas respecto a la superficie del suelo logran un desempeño ambiental significativamente superior.

1.5. Objetivos de investigación

1.5.1. Objetivo general

Evaluar la habitabilidad ambiental en las cuatro principales tipologías constructivas de la vivienda autoproducida en San Quintín, Baja California mediante un cuestionario exploratorio y el monitoreo constante de viviendas representativas.

1.5.2. Objetivos específicos

- Agrupar la vivienda autoproducida en tipologías constructivas de acuerdo con su planta arquitectónica, materiales de muros, así como materiales y forma del techo.

- Medir la temperatura de bulbo seco, humedad relativa y concentraciones de CO₂ de una vivienda representativa de cada tipología durante dos periodos climáticos distintos.
- Investigar la percepción de las personas con respecto a la habitabilidad ambiental a través de un cuestionario y el monitoreo de datos en sitio.

1.6. Alcances y Limitaciones

Los alcances de este estudio resultaron de las necesidades de la investigación, a continuación, se describen los alcances.

- *Delimitación del Área de Estudio:* Se seleccionó una localidad específica basada en criterios sociodemográficos proporcionados por INEGI.
- *Registro Fotográfico de Viviendas:* Se creó un registro fotográfico de las viviendas en el sitio de estudio, se les asignó un número para su identificación y localización.
- *Creación de Cédula Digital:* Se desarrolló una cédula digital para recopilar sistemáticamente las características constructivas visibles desde el exterior de las viviendas basadas en el registro fotográfico.
- *Clasificación de Viviendas:* Las viviendas se agruparon según las características constructivas identificadas y recopiladas mediante un agrupamiento jerárquico, de la forma de la planta, materiales de muros, material de techo, forma del techo, uso de elementos como pórtico o garaje.
- *Selección de Viviendas Representativas:* Se identificaron viviendas representativas de cada tipología para llevar a cabo el monitoreo. Se consideró la disponibilidad de los habitantes y el espacio suficiente para la colocación de los aparatos sin entorpecer el funcionamiento normal de la vivienda.
- *Aplicación de cuestionarios:* Se adaptó un cuestionario a las necesidades de la investigación para recopilar información sobre las características constructivas y la habitabilidad ambiental de las viviendas. Se aplicó durante el periodo más frío del año. Debido a la cantidad de respondientes fue de carácter exploratorio.

- *Monitoreo en período frío:* Se midió TBS, HR y concentraciones de CO₂ en dos habitaciones de las cuatro viviendas representativas en el período más frío del año durante 10 días de manera alternada.
- *Monitoreo en período de transición:* Se midió TBS y HR en tres viviendas durante seis días de manera simultánea.
- *Comparación con Modelos de Confort Térmico:* Se comparó el desempeño de las viviendas con modelos de confort térmico establecidos por otros autores.

Las principales limitaciones del estudio fueron las siguientes:

- *No todas las viviendas fueron fotografiadas:* Algunas viviendas no fueron visibles debido a la altura de las bardas o por razones de privacidad, ya que no se podía capturar el interior de las mismas sin consentimiento.
- *No todas son lo que parecen:* Algunas viviendas aparentemente habitadas estaban desocupadas o desempeñaban una función distinta.
- *Clasificación de las viviendas:* Información clave como la superficie construida y la ratio de ventana/área no fueron considerados para la creación de las tipologías de las viviendas debido a la dificultad para obtener esa información.
- *Baja tasa de respuesta en cuestionarios:* La baja cantidad de respondientes limitó su representatividad, aunque los resultados obtenidos siguen siendo relevantes para comprender la percepción de los usuarios.
- *Dificultades en la comprensión de preguntas abstractas:* Algunas personas tuvieron dificultades para entender ciertas preguntas, a pesar de los esfuerzos por simplificar y explicar.
- *Limitaciones de tiempo para el monitoreo:* El monitoreo se realizó durante un período limitado de tiempo (10 días en el frío y 6 días en el intermedio), lo que impide una comprensión completa del comportamiento de las viviendas en diferentes circunstancias.

- *Monitoreo no paralelo:* Debido a la cantidad limitada de equipo, se monitorearon las viviendas de manera alternada, lo que dificulta la comparación directa entre ellas.
- *No se consideró la estación más cálida:* Debido a restricciones de tiempo, no se pudo monitorear durante la estación más cálida, optando por el mes de mayo como periodo de transición del periodo frío al cálido.
- *Limitaciones en la información climática:* La información climática se basó en una estación meteorológica ubicada a 30 km del sitio de estudio, y no se contó con un modelo de confort térmico específico de la localidad, utilizando referencias de otros autores.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se presentan las bases teóricas que sustentan la investigación, estructuradas en dos secciones principales: vivienda y habitabilidad ambiental. En la primera sección, se exponen las definiciones clave para el análisis de las cualidades constructivas de las viviendas, así como la normativa aplicable. En la segunda sección, se abordan los cuatro parámetros fundamentales y otros factores que influyen en la HA.

2.1. Vivienda

La vivienda es definida por la Real Academia Española como "un lugar cerrado y cubierto construido para ser habitado por personas" (s.f.-b, definición 1). La CONAVI (2017) la describe como "el ámbito físico-espacial que presta el servicio para que las personas desarrollen sus funciones vitales básicas" (p.57). Al atender a estas definiciones se puede entender como un tipo de edificación cuyo propósito principal es ser habitada por personas.

Guzmán-Ramírez & Garfías Molgado (2014) definen la vivienda como una construcción humana que surge y se desarrolla dentro de un contexto cultural específico. Por lo que más de ser un lugar físico, representa un escenario vital crucial en la vida diaria de las personas.

En sí mismo, representa un bien costoso por la cantidad de recursos y esfuerzo humano que conlleva su producción (Ortiz Flores, 2012). Esto la vuelve difícil de reemplazar y un gasto considerable para muchas familias.

Según Ortiz Flores (2012) existen dos formas de entender la vivienda: como una mercancía o como un derecho humano. Bajo la primera concepción, la vivienda se orienta a las personas acorde a su situación económica y no a sus necesidades específicas. En cambio, la visión de la vivienda como un derecho implica que es responsabilidad del Estado y de la sociedad en su conjunto asegurar el acceso a una vivienda adecuada para todos.

Otra manera de clasificar la vivienda es en relación a su precio. Como se observa en la Tabla 4, las cualidades de la vivienda mejoran conforme el precio de la vivienda aumenta.

Tabla 4

Clasificación de la vivienda por precio promedio

Promedios	Interés social			Media	Residencial	Residencial plus
	Económica	Popular	Tradicional			
<i>Superficie</i>	40 m ²	50 m ²	71 m ²	102 m ²	156 m ²	> 188 m ²
<i>Costo UMA*</i>	<118	118.1 a 200	200.1 a 350	350.1 a 750	750 a 1,500	>1500
<i>Costo en pesos:</i>	<\$389,462	\$389,462 a \$660,106	\$660,106 a \$1,155,185	\$1,155,185 a \$2,475,397	\$2,475,397 a \$4,950,795	>\$4,950,795
<i>Número de cuartos y cajones de estacionamiento</i>	Cocina 1 Baño Área de usos múltiples	Cocina 1 Baño Estancia-comedor 1 a 2 Rec. 1 Cajón de estacionamiento	Cocina 1 y ½ Baño Estancia-comedor 2 a 3 Rec. 1 Cajón de estacionamiento	Cocina 2 a 3 Baño Sala 2 a 3 Rec. 1 Cuarto de servicio 2 Cajón de estacionamiento	Cocina 3 a 4 Baño Sala 3 a 4 Rec. 1 Cuarto de servicio 3 Cajón de estacionamiento Sala familiar	Cocina 2 a 5 Baño Sala 3 > Rec. 2 Cuarto de servicio 3> Cajón de estacionamiento Sala familiar Gimnasio Salón de juegos Jardín

Nota. Adaptado de *Código de Edificación de vivienda* (p.61), por CONAVI, 2017.

*UMA (Unidad de medida de Actualización), su valor se actualiza anualmente. Para 2024 un UMA mensual equivale a \$ 3,300.53 pesos mexicanos (INEGI, 2024).

La vivienda también se clasifica en función de su capacidad para brindar calidad de vida a sus ocupantes. Se emplean los términos vivienda adecuada y vivienda digna cuando sus condiciones son las óptimas. Vivienda en rezago habitacional y con carencia por calidad de espacios se utilizan cuando ocurre lo contrario.

2.1.1. Vivienda adecuada y vivienda digna

El término *vivienda adecuada* alude a las viviendas que cumplen con siete criterios (Tabla 5). ONU-Habitat (2018) lo identifica como clave para promover el bienestar, aliviar la pobreza, impulsar la equidad, proteger la vida y la salud de sus ocupantes.

Tabla 5

Elementos de la vivienda adecuada

Criterio	Definición
<i>Seguridad de la tenencia</i>	<i>Contar con garantías de protección legal contra el desalojo, acoso y riesgos similares.</i>
<i>Disponibilidad de servicios</i>	<i>Incluye el suministro de agua limpia, instalaciones sanitarias apropiadas, energía para cocinar, calentar e iluminar, además de conservación de alimentos y eliminación de desechos.</i>
<i>Asequibilidad</i>	<i>Los habitantes destinan menos del 30% de su ingreso en gastos asociados a la vivienda.</i>
<i>Habitabilidad</i>	<i>Condiciones que aseguren la integridad física de los residentes y ofrezca un espacio habitable suficiente, además de resguardarlos contra condiciones climáticas adversas y peligros estructurales.</i>
<i>Accesibilidad</i>	<i>El diseño y los materiales utilizados en la vivienda deben tener en cuenta las necesidades particulares de grupos vulnerables.</i>
<i>Ubicación</i>	<i>La ubicación de la vivienda debe brindar acceso a empleo, servicios médicos, escuelas, guarderías y otros servicios y facilidades sociales, además de estar situada en áreas seguras y sin contaminación.</i>
<i>Adecuación cultural</i>	<i>La vivienda debe ser respetuosa y considerar la manifestación de la identidad cultural de quienes la habitan.</i>

Nota. Adaptado de *El derecho a una vivienda adecuada* (p.4), por ACNUDH & ONU-Hábitat, 2010.

La vivienda digna, es la forma mínima de una vivienda en la que las necesidades básicas de las personas no se vean comprometidas (CONAVI, 2017). Comparte la mayoría de las características de la vivienda adecuada, sin embargo, vivienda digna

integra una dimensión relacionada a la integridad del ser humano que lo diferencia de la vivienda adecuada (Mejía-Escalante, 2016).

De acuerdo con CONAVI (2017), otros elementos que se suman a vivienda digna y la vivienda adecuada no considera directamente son los siguientes:

- Estar ocupada por una familia.
- No tener más de 2.5 habitantes por cuarto habitable.
- No estar deteriorada.
- Condiciones de higiene suficientes para reducir enfermedades patógenas imputables a las características de la casa habitación (ventilación, asoleamiento e iluminación).
- Espacio útil por ocupante que evite proximidad obligada, persistente, interferencia entre los ocupantes de un recinto o vivienda.
- Debe permitir privacidad externa e interna, comodidad y funcionalidad mediante un diseño idóneo y uso correcto de los materiales de construcción que propicie la expresión cultural de sus ocupantes (p. 58).

La Constitución Política De Los Estados Unidos Mexicanos (1917) dispone en el artículo 4º el derecho de todas las familias a disfrutar de una vivienda digna y decorosa, y la Ley establecerá los instrumentos y apoyos necesarios a fin de alcanzar tal objetivo.

La Ley de Vivienda, (2006) establece a la vivienda como un área prioritaria para el desarrollo nacional, y que el Estado impulsará y organizará las actividades inherentes a la materia por sí y con la participación de los sectores social y privado.

2.1.2. Rezago habitacional y la carencia por calidad y espacios de la vivienda

El rezago habitacional es el término utilizado en México por la CONAVI para identificar a las viviendas en condiciones de hacinamiento, construidas con materiales inadecuados y sin instalaciones sanitarias adecuadas. La carencia por calidad de espacios de la vivienda, es empleado por el Coneval como parte de su medición multidimensional de la pobreza (Madrigal & Morales, 2018).

Ambos son indicadores que comparten la mayoría de sus criterios. La distinción es que este último identifica viviendas en una situación particularmente vulnerable frente a las otras condiciones de rezago habitacional Madrigal & Morales, (2018). Los parámetros se presentan en la (Tabla 6).

Tabla 6

Características de las viviendas con carencia por calidad y espacios y en rezago habitacional

Variables	Categoría (Material o condición)	Carencia por calidad y espacios	Rezago habitacional
<i>Paredes</i>	<i>Materiales de desecho</i>	x	x
	<i>Lámina de cartón</i>	x	x
	<i>Carrizo, bambú o palma</i>	x	x
	<i>Embarro o bajeraque</i>	x	x
	<i>Lámina de asbesto o metálica</i>	x	x
	<i>Madera</i>		
<i>Techo</i>	<i>Material de desecho</i>	x	x
	<i>Lámina de cartón</i>	x	x
	<i>Palma o paja</i>		x
	<i>Lamina metálica</i>		x
	<i>Lámina de asbesto</i>		x
	<i>Madera o tejamanil</i>		x
	<i>Teja</i>		x
<i>Piso</i>	<i>Tierra</i>	x	x
<i>Hacinamiento</i>	<i>Promedio <2.5 personas/cuarto</i>	x	x
<i>Excusado</i>	<i>Sin excusado</i>		x

Nota. Adaptado de *El rezago habitacional y la carencia por calidad y espacios de la vivienda: un análisis comparativo* (p.4), por Madrigal & Morales, 2018.

Ambos indicadores ofrecen un acercamiento a la calidad de la vivienda, sin embargo, hace un análisis muy superficial de los elementos. Algunos elementos que no consideran el diseño funcional de los espacios construidos, la presencia de patologías constructivas o la calidad del material empleado más allá del tipo (López Estrada & Leal Iga, 2013).

Ortiz Flores, (2012) propone una clasificación de la vivienda según su sistema de producción que se divide en tres grupos: producción pública (realizada por el gobierno para los sectores sociales de bajos ingresos), producción mercantil (llevada a cabo por empresas privadas a cambio de dinero) y producción social (producida por individuos o grupos sin fines de lucro). La autoproducción de vivienda se encuentra en este último grupo.

2.1.3. Vivienda de autoproducción.

La autoproducción es una modalidad de producción de viviendas que involucra la gestión de suelo y construcción de vivienda bajo el control de los usuarios (SEDATU, 2021). Resulta en un modo más asequible de acceder a una vivienda debido a la eliminación de intermediarios lo cual reduce costos. Esto además permite que se construyan acorde a las necesidades de los ocupantes.

Pacheco (2011) ha identificado una mayor satisfacción de los usuarios de estas viviendas en comparación con las viviendas de interés social, ya que generan dinámicas sociales, como una sensación de arraigo, apoyo entre vecinos o la creación de un patrimonio familiar. También hace que los usuarios sean menos críticos con las condiciones que otras modalidades de vivienda.

Según la Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano (2021), el proceso de autoproducción es el siguiente:

1. Identificación y acceso al suelo o espacio donde se llevará a cabo el proyecto.
2. Diseño del proyecto y planeación de la obra.
3. Planeación financiera que incluye la identificación y el acceso a fuentes de financiamiento u otro tipo de recursos como puede ser las aportaciones familiares y/o sociales en efectivo, materiales y/o mano de obra.
4. Gestión de trámites y permisos.
5. Selección de materiales de construcción y logística para que lleguen a la obra.
6. Ejecución de la obra que incluye la construcción y la supervisión.
7. Uso y mantenimiento.

Si bien esos son los pasos, es común que el diseño y la planeación de la obra se pasen por alto debido a cuestiones económicas o por ser una necesidad inmediata. De ahí que la espontaneidad este muy relacionada en las viviendas de autoproducción que carecen de asesoramiento profesional (Kowaltowski, 1998).

Según Bazant (2003) también se les conoce como *viviendas progresivas* debido a que son construcciones realizadas a lo largo de periodos prolongados, y son adaptadas a las necesidades cambiantes de sus ocupantes, como el crecimiento familiar o el aumento de ingresos. Aunque los diseños son diversos, los procesos de mejora y ampliación siguen patrones similares, lo que permitió al autor identificar cinco etapas de desarrollo, las cuales clasifiqué en tipologías descritas en la Tabla 7.

Tabla 7

Tipologías de la vivienda progresiva

Tipo	Nombre	Características físicas	Superficie (m ²)	SM
1	<i>Vivienda precaria</i>	• Materiales de desecho • Formas básicas	20-30	2
2	<i>Asentamiento inicial</i>	• Materiales permanentes • Sin servicios entubados	30-50	2-3
3	<i>Vivienda progresiva en etapa de expansión</i>	• Construcción progresiva • 3-4 cuartos	40-70	3-5
4	<i>Vivienda progresiva en etapa de consolidación</i>	• Ampliaciones de varios cuartos	60-100	4-7
5	<i>Vivienda progresiva en etapa de acabados</i>	• Énfasis en los acabados	90-100	7

Nota. SM (salarios mínimos por familias). Adaptado de *Viviendas progresivas. Construcción de viviendas por familias de bajos ingresos* (pp. 17-18), por Bazant, (2003), Editorial Trillas, S.A. de C.V.

De hecho, Guzman-Ramírez y Garfias Molgado (2014) se refieren a la autoproducción como el proceso en el que la población habita y construye simultáneamente la vivienda. Esta flexibilidad facilita la ampliación de la vivienda con habitaciones nuevas o con locales comerciales o de oficio. Sin embargo, no debe confundirse el término con la autoconstrucción si bien están altamente relacionados. La autoconstrucción es el proceso de construcción realizada por los mismos usuarios, sea en grupo o de

manera individual (INEGI, 2021). De acuerdo con Ortiz Flores (2012) se puede categorizar en función de quien la promueve y controla y por sus alcances (Tabla 8).

Tabla 8

Clasificación del proceso de autoconstrucción

Según quien la promueve	Por sus alcances
1. <i>Autogestiva:</i> <i>Realizada y ejecutada por los propios usuarios.</i>	1. <i>Pura:</i> <i>Cuando los usuarios realizan todo el proceso y no recurren a mano de obra pagada.</i>
2. <i>Dirigida:</i> <i>Organizada y ejecutada en coordinación con un tercero, sea una entidad pública, empresa privada u otro productor social.</i>	2. <i>Mixta:</i> <i>Cuando se combina el trabajo de los usuarios con el de terceros contratados.</i>

Nota. Adaptado de *Producción social de la vivienda y el hábitat, bases conceptuales y correlación con los procesos habitacionales* (pp 63-64), por Ortiz Flores, (2012).

De acuerdo con datos del ENVI 2020 (Citados en INFONAVIT, 2021), solo en el 24,6 % de las viviendas autoproducidas alguna persona del hogar interviene en el proceso de construcción, tanto en su modalidad mixta como pura. Sin embargo, esta última se presenta sobre todo en viviendas marginales.

2.1.4. Tipologías constructivas

Describir el inventario edificado de una localidad o región puede hacerse desde dos enfoques, la aproximación a cada una de las edificaciones o mediante tipologías constructivas. Este último facilita el proceso de describir el parque edificado ya que identifican tipos de edificios con características representativas para representar de todo el parque construido (Dong et al., 2023).

Otras formas de referirse a las tipologías de construcción, son: *edificios de referencia*, arquetipos o *modelos de referencia*. Los estudios que trabajan con tipologías, difieren en cuanto a las características físicas o predefinidas que se eligen para clasificar los edificios, así como en los objetivos de investigación que se buscan (Muringathuparambil et al., 2017).

Existen tres métodos para aproximarse a este enfoque, de acuerdo con Dong et al. (2023):

- *Arquetipos de muestra:* Los modelos de arquetipos de muestra se desarrollan en base a edificios reales. Se realiza un análisis estadístico para determinar las características geométricas y constructivas promedio de cada categoría específica, y se seleccionan edificios reales que muestran características similares a las características promedio.
- *Arquetipos teóricos:* Los arquetipos teóricos, son una combinación estadística de las características encontradas dentro de una categoría de edificios en el inventario. El resultado es un edificio "virtual" caracterizado por un conjunto de propiedades detectadas estadísticamente en una categoría de edificios.
- *Arquetipos de ejemplo:* Los modelos de edificios de ejemplo se desarrollan completamente en base a la experiencia de los expertos. El enfoque de edificios de ejemplo es adecuado cuando no se dispone de datos estadísticos. Todos los parámetros de entrada se derivan de manuales, manuales de diseño, estándares y códigos, por lo que los edificios de ejemplo también son edificios virtuales. Tiene especial aplicación en edificios no residenciales donde las características construidas son más diversas (pp. 4-5).

En una revisión a los sistemas de clasificación de la vivienda informal, Dreifuss-Serrano et al. (2018) encontraron que la clasificación depende de la investigación, los objetivos y aquello que se quiera demostrar. Identificaron seis aspectos que suelen emplearse para categorizar la vivienda informal: sus características físicas, características del proceso constructivo, aspectos socioeconómicos de las familias, grupos sociales, el marco legal y el estado de consolidación.

En el aspecto de las características físicas, destacan variables como la ocupación del lote, superficie construida, material predominante, sistemas constructivos, distribución interior, estado de conservación, cantidad de piso y actividades productivas.

2.1.5. Normativa

En lo que respecta al marco legal de las características constructivas la que tiene mayor aplicación es el reglamento de construcción local, que en México es a nivel municipal. Para el caso de San Quintín, si bien se constituyó como municipio en 2020 su reglamento de construcción vigente para la fecha de realización de este trabajo es el Reglamento de la Ley de Edificaciones para el municipio de Ensenada, Baja California (2007).

En el artículo 75 del reglamento, se presentan los conceptos de vivienda mínima y vivienda progresiva. Una vivienda mínima debe contar con una recámara, otra área habitable, cocina y baño completos, y tener al menos una superficie de 30.42 m². Una vivienda progresiva es una construcción destinada a programas de vivienda subsidiada o de autoconstrucción para uso propio, que no cumple inicialmente con los estándares de vivienda mínima, pero requiere un proyecto de ampliación futura para alcanzarlos. Los espacios habitables y no habitables se presentan en la Tabla 9.

Tabla 9

Piezas habitables

Habitacional (habitable)		Complementario (No habitable)	
• Dormitorios • Alcoba • Comedores • Espacios de recreación	• Salas • Estancia • Cuarto de televisión • Cuarto de costura	• Cocinas • Servicios sanitarios • Lavaderos • Circulaciones • Vestíbulos	• Cuarto de Planchar • Espacios destinados a almacenamiento

Nota. Adaptado del *Reglamento de la Ley de Edificaciones para el Municipio de Ensenada, Baja California* (2007).

De acuerdo con el artículo 79, se requiere de iluminación diurna natural por medio de ventanas que den directamente al exterior. El artículo 80 establece que el área de ventanas para iluminación debe representar al menos el 17.5 % del área del espacio, o el 15 % en áreas complementarias. Para ventilación, el área mínima debe ser del 5 % del espacio. Las dimensiones mínimas de los espacios de la vivienda de acuerdo al artículo 76 se presentan en la Tabla 10.

Tabla 10

Dimensiones mínimas de la vivienda

Local	Área mínima entre muros	Lado menor libre en metros	Altura mínima libre en metros
<i>Recámaras</i>	7.29	2.7	2.3
<i>Sala o estancia</i>	7.29	2.7	2.3
<i>Comedor</i>	7.29	2.7	2.3
<i>Alcoba</i>	4.59	1.7	2.3
<i>Cocina</i>	3.75	1.5	2.3
<i>Baños y sanitarios</i>	3	1.2	2.3
<i>½ baño</i>	1.54	.8	2.1
<i>Cuarto de lavado</i>	2.88	1.6	2.1
<i>Estancia/comedor/cocina</i>	17.01	2.7	2.4
<i>Sala/comedor</i>	14.31	2.7	2.4

Nota. Adaptado del *Reglamento de la Ley de Edificaciones para el Municipio de Ensenada, Baja California* (2007).

2.2. Habitabilidad

De acuerdo con Organista-Camacho (2019) el acto de habitar puede entenderse como la conexión del ser humano con su entorno, mediada por el espacio. A partir de esta idea surge el concepto de habitabilidad, un fenómeno estrechamente ligado al espacio existencial, lo cual implica que abarca más que solo la vivienda en sí.

Hastings (2011) define a la habitabilidad como “el grado de adecuación entre el habitante y el espacio construido, y el nivel en que las necesidades habitacionales son satisfechas para cada familia de acuerdo con su percepción” (p. 127) para ello, también considera el rol que juega el entorno en el individuo a distintas escalas territoriales.

Para la CONAVI, la habitabilidad se refiere a las condiciones en las que una familia ocupa una vivienda, determinadas por las características físicas del espacio y su entorno, así como por los aspectos psicosociales de la familia, que se reflejan en sus hábitos y conductas (CONAVI, 2017).

Mercado-Moraga (2011) analiza la habitabilidad desde dos enfoques: material e inmaterial. La habitabilidad material se refiere a las características físicas del espacio, que son más flexibles, mientras que la habitabilidad inmaterial está relacionada con la

cultura y las aspiraciones de las personas, que tienden a ser más estables. Según el autor, la habitabilidad inmaterial es "un deseo determinado por las necesidades, aspiraciones y expectativas" (p. 111).

Salazar & Flores-Gutiérrez, (2018), destacan la relación del usuario y el espacio. Añaden un elemento de consideración, la progresividad: "un espacio es habitable en la medida en la que puede ser modificado o adaptado según gustos o necesidades de quien lo ocupa" (p. 29).

En conjunto, la habitabilidad puede entenderse como el grado en que un espacio permite a sus ocupantes realizar todas sus actividades, desde las más básicas hasta las psicofísicas, y cómo esta puede ajustarse a los requerimientos cambiantes de quienes lo habitan. La habitabilidad ambiental, en particular, representa una faceta específica de este concepto más amplio, lo que facilita su estudio.

2.2.1. Habitabilidad ambiental

La habitabilidad ambiental (IEQ por sus siglas en inglés) se refiere al "desempeño de una construcción para proveer de un ambiente interior a sus ocupantes que cumple con las expectativas de mantener la salud, el bienestar y la productividad de los ocupantes" (Liang et al., 2014, p.232). Diversos problemas de salud han sido asociados a la HA, como el SEE, que incluye síntomas respiratorios, cognitivos y cutáneos (Mewomo et al., 2023).

Los estudios sobre la habitabilidad ambiental suelen centrarse en los parámetros físicos del entorno y la fisiología de los ocupantes en relación con cuatro factores principales: confort térmico, confort acústico, confort lumínico y calidad del aire interior (Ortiz et al., 2017). Aunque existen otros parámetros, estos cuatro son los que más impactan el confort, la salud y la productividad de los habitantes (Mujan et al., 2019). A pesar de que los cuatro afectan directamente la habitabilidad ambiental, no lo hace al mismo grado, razón por la cual; se emplean herramientas como los modelos de HA para identificar estas discrepancias (Leccese et al., 2021).

Los estudios sobre habitabilidad ambiental pueden clasificarse en monofactoriales y multifactoriales. Los estudios monofactoriales analizan únicamente un factor de la habitabilidad ambiental, mientras que los multifactoriales combinan dos o más factores.

Estos últimos son más efectivos, ya que permiten identificar interrelaciones que afectan diversos aspectos del confort, lo que propicia una investigación más integral de las variables involucradas (Andargie et al., 2019).

Esto se debe a que los factores ambientales interactúan entre sí, y estas interacciones pueden ser objetivas o subjetivas. La interacción objetiva se produce cuando un factor ambiental influye físicamente en otro, la interacción subjetiva se manifiesta cuando la percepción o satisfacción humana respecto a un elemento se ve afectada por otro, a pesar de que sus indicadores físicos permanezcan inalterados (Tang et al., 2020).

Además de los parámetros físicos medibles de la HA otros factores, como el tipo de espacio, el diseño del edificio y las condiciones laborales, también influyen en la satisfacción de los ocupantes con respecto a la HA (Andargie et al., 2019; Šujanová et al., 2019; Yao et al., 2022).

2.2.2. Confort térmico

El confort térmico es la "Condición de la mente que expresa satisfacción con el ambiente térmico y se valúa mediante evaluación subjetiva" (ANSI/ASHRAE, 2023). Es el principal parámetro estudiado en la mayoría de los estudios relacionados con la HA, tanto en los monofactoriales como multifactoriales (Andargie et al., 2019).

Aunque hay estudios relacionados al tema desde 1775 con Blagden y su equipo quienes estudiaron la tolerancia térmica de las personas en un entorno controlado, fue hasta el año de 1970 que el estudio adquiere un enfoque cuantitativo, con el desarrollo del modelo Voto Medio Previsto (PMV por sus siglas en inglés) para estimar el confort térmico mediante un modelo matemático. Posteriormente, se han desarrollado diferentes modelos para el estudio del confort térmico, cada cual con sus ventajas y deficiencias (Zhao et al., 2021).

Actualmente, gracias al avance de la tecnología y la capacidad de recolectar y almacenar una gran cantidad de datos en tiempo real, ha llevado al desarrollo de modelos de confort personal que buscan predecir la respuesta individual y no el comportamiento promedio de una población. Lo que permite una mayor precisión, e

incorporar una mayor cantidad de variables muy específicas a cada individuo (Kim et al., 2018).

Sin embargo, los modelos más utilizados y ampliamente aceptados son el modelo predictivo y el modelo adaptativo. Estos métodos son fundamentales en la elaboración de normativas relacionadas con el confort térmico (CT) a nivel global, como el European Standard EN 15251, el ANSI/ASHRAE Standard 55 y la ISO 7730 (Halawa & Van Hoof, 2012; Zhao et al., 2021). A continuación, se describen las principales características de estos modelos.

Modelo predictivo

El PMV es un modelo matemático desarrollado por Fanger para estimar el confort térmico que emplea los seis parámetros principales que lo afectan: Temperatura del aire (TA), temperatura radiante, humedad relativa (HR), velocidad del viento (VV), resistencia térmica de la ropa y actividad (Zhao et al., 2021).

El PMV es un índice que estima el voto promedio de un grupo en la escala de sensación térmica de siete puntos, basado en el equilibrio térmico del cuerpo humano, que se logra cuando la producción de calor interno es igual a la pérdida de calor hacia el entorno. En ambientes moderados, el sistema termorregulador ajusta la temperatura de la piel y la sudoración para mantener este equilibrio.

Por otro lado, el PPD también creado por Fanger, es un índice que proporciona una estimación cuantitativa del porcentaje de personas que se sienten térmicamente insatisfechas, ya sea porque tienen demasiado frío o demasiado calor (ISO, 2005).

Los modelos PMV y PPD se consideran aplicables a todos los tipos de edificios en todo el mundo. No obstante, numerosos estudios han intentado ajustar las desviaciones de estos modelos, que no tienen en cuenta factores climáticos, geográficos y de vestimenta, pero no han logrado las mejoras esperadas. La efectividad de los índices PMV y PPD está condicionada a la exactitud de los parámetros de entrada utilizados (Zhao et al., 2021).

Modelo adaptativo

En 1998 se integra el concepto de modelo adaptativo de confort térmico. Identifican tres categorías dentro del proceso de adaptación; conductual, psicológico y fisiológico. Parte de la idea de que en espacios donde los ocupantes regulan las condiciones térmicas mediante la apertura y cierre de ventanas, las respuestas térmicas dependen del clima exterior y difieren de aquellas en edificios con HVAC centralizado (de Dear & Brager, 1998).

La hipótesis adaptativa sugiere que los factores contextuales y la experiencia térmica previa afectan las expectativas y preferencias térmicas de los ocupantes, quienes en climas cálidos prefieren temperaturas interiores más altas que los que viven en climas fríos (Halawa & Van Hoof, 2012).

De acuerdo con estos autores, uno de los principales avances del enfoque adaptativo al confort térmico es la expresión de la temperatura de confort interior como una función de la temperatura exterior, expresada de la siguiente manera:

$$T_n = A * T_{med} + B$$

Donde:

T_n = Temperatura neutra.

T_{med} = Temperatura exterior media mensual

A y B: Constantes

Calidad de los estudios de campo

Además del modelo utilizado para analizar el CT, los instrumentos de recolección de datos son un factor diferenciador en los estudios sobre el tema. Según de Dear & Brager, (1998), los tipos de datos recopilados en estudios de campo pueden organizarse de acuerdo con la precisión de los instrumentos de medición y los métodos empleados en el monitoreo de los datos. Esta clasificación se divide en tres categorías como muestra la Tabla 11.

.

Tabla 11

Clasificación de estudios de campo

Clasificación	Requerimientos
<i>Clase I</i>	<i>Todos los sensores y procedimientos cumplen al 100% con las especificaciones contenidas en las normas ASHRAE 55 e ISO 7730. Se realizaron mediciones a tres alturas sobre el nivel del suelo (0,1, 0,6 y 1,2 m).</i>
<i>Clase II</i>	<i>Experimentos de campo en los cuales todas las variables ambientales físicas (temperatura del aire, temperatura radiante, temperatura del globo, humedad relativa, aislamiento térmico de la ropa, tasa metabólica) necesarias para el cálculo del equilibrio de calor SET* y los indicadores de PMV/PPD se recopilaron al mismo tiempo y en el mismo lugar donde se administró el cuestionario térmico, aunque probablemente solo en un lugar.</i>
<i>Clase III</i>	<i>Estudios de campo basados en mediciones sencillas de la temperatura en interiores y posiblemente la humedad a una altura de medición sobre el suelo. Posiblemente mediciones físicas asincrónicas y no contiguas (temperatura) y mediciones subjetivas (cuestionario).</i>

Nota. Adaptado de *Thermal adaptation in the built environment: A literature review* (p. 88), por Brager & De Dear, (1998).

2.2.3. Calidad del aire interior

La calidad de aire o calidad de aire interior (IAQ por sus siglas en inglés) es con diferencia el parámetro de la HA más estudiado después del CT, tanto en estudios monofactoriales como multifactoriales (Andargie et al., 2019).

Está principalmente relacionado con la falta de incomodidad provocada por olores e irritaciones sensoriales que pueden generar los visitantes en los espacios interiores. Cuando no hay contaminantes ni olores dañinos en un ambiente cerrado, se considera que la calidad del aire interior es adecuada (Mewomo et al., 2023). Los edificios y actividades humanas pueden generar estas sustancias nocivas que se han relacionado con problemas de salud que incluso pueden ser fatales (World Health Organization, 1998).

Los contaminantes que se pueden encontrar en el aire se clasifican en tres categorías principales de acuerdo a su naturaleza según Riffelli (2021):

- *Contaminantes físicos:* radón, fibras minerales artificiales y campos electromagnéticos no ionizantes.
- *Contaminantes biológicos:* virus, bacterias, hongos, mohos, polen, ácaros y bacilos.
- *Contaminantes químicos:* se dividen en contaminantes orgánicos (compuestos orgánicos volátiles (COV)) e inorgánicos que incluyen: monóxido y dióxido de carbono, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, ozono.

Los edificios debido al material con el que están contruidos pueden desprender los contaminantes (Vilčeková et al., 2020), pero también la estructura del edificio, los sistemas mecánicos de calefacción o ventilación que emplean y la distribución de los espacios afecta la presencia y distribución de los contaminantes (Mujan et al., 2019).

En lo que respecta a actividades humanas, el cocinar, fumar o incluso emplear productos de uso cotidiano como productos de limpieza o insecticidas pueden causar problemas a la salud (Batista et al., 2021). Sin embargo, el mero hecho de respirar puede traer consecuencias negativas en la CAI, ya que el ser humano exhala CO₂, gas que en altas concentraciones puede generar problemas de salud. Este contaminante es el más estudiado en lo que responde a la CAI, ya que el CO₂ es un indicador del olor corporal y a su vez de la ventilación de un espacio (ASHRAE, 2022).

Al exterior, las concentraciones de CO₂ promedio son de 420 ppm en 2021. Pero cuando las concentraciones al interior superan los 1,000 ppm se asocian con un aumento de síntomas del síndrome del edificio enfermo (SEE), aunque estos hallazgos no controlaron otros contaminantes. Altos niveles de CO₂ pueden indicar ventilación inadecuada que eleva la concentración de contaminantes (ASHRAE, 2022).

De ahí que la ventilación efectiva tenga un papel importante para la HA, ya que reduce los niveles de concentración de contaminantes en el aire, así como el riesgo a transmitir enfermedades como el COVID-19 (Oginawati et al., 2020; Sari & Kayan, 2022). La CAI puede controlarse de manera natural a través de ventanas y aberturas o de forma artificial con sistemas de aire acondicionado (Šujanová et al., 2019).

Una interacción objetiva entre parámetros se suele dar con el confort térmico, debido a que a menores temperaturas al exterior las ventanas se abren con menor frecuencia lo que aumenta la concentración de CO₂ al interior de la vivienda (Caro & Sendra, 2021; Liu et al., 2021).

Además de la medición de parámetros ambientales, en estudios subjetivos sobre las causas de insatisfacción con la CAI encontraron que el olor, el aire viciado y el polvo afectan los niveles de satisfacción con la CAI (Andargie et al., 2019).

2.2.4. Confort lumínico

El confort lumínico (CL) se define como la condición subjetiva de bienestar visual inducida por el entorno visual. Otros términos que se emplean para referirse a ella son: luz, calidad de la luz, calidad de la iluminación y confort visual (Leccese et al., 2021).

El CL está determinado por la interacción entre la iluminación, el espacio y el usuario, por lo que debe tenerse en cuenta el propósito del lugar y las actividades realizadas (Allan et al., 2019). Incluye una dimensión psicológica, pero también una objetiva que se evalúa mediante propiedades físicas del entorno de manera cuantitativa (Mewomo et al., 2023) la principal herramienta que se emplea es el luxómetro, instrumento que mide la intensidad de la luz sobre un punto en el espacio.

Una cantidad adecuada de luz resulta en buena visibilidad y en el correcto desempeño de las actividades de los ocupantes. Cuando la luz es demasiado débil o demasiado intensa, puede generar diversos problemas (Riffelli, 2021). Además de los niveles de iluminación, otros de los aspectos principales de la luz que impactan el CL interior son: el deslumbramiento, los altos contrastes, la vista exterior, la luz natural y la uniformidad de la iluminación (Andargie et al., 2019).

En lo que se refiere a la normativa, lo más común es que se centren en los niveles de iluminación, aunque se enfocan principalmente para actividades comerciales o industriales. En el caso del *Reglamento de la Ley de Edificaciones para el Municipio de Ensenada, Baja California* (2007) en su artículo 85 se indican los niveles de iluminación requeridos para distintos espacios, sin embargo, en lo que concierne a viviendas únicamente considera las circulaciones para las cuales el nivel de los debe ser de 50 lux.

Otros datos sugeridos por fabricantes de lámparas de iluminación se presentan en la Tabla 12. Como se observa, los espacios que exigen mayor iluminación son los cuales llevan a cabo tareas visualmente más exigentes como en el área de trabajo en la cocina.

Tabla 12

Niveles de iluminación recomendados por espacio en la vivienda

Espacios de la vivienda	Ledrise^a (Lux)	Tekled^b (Lux)	illuminating Engineering Society^c (Lux)
<i>Salas de estar</i>	50-150	150-300	-
<i>Lectura casual</i>	150	-	108-215
<i>Estudio</i>	150-750	300-750	-
<i>Recamara</i>	50-150	150-300	538-1076
<i>Cocina</i>	150	-	215-538
<i>Cocina (área de trabajo)</i>	400	400-800	215-538
<i>Baños</i>	150-300	400-800	538-1,076
<i>Pasillos y vestíbulos</i>	100-150	-	215-538
<i>Escaleras</i>	100-150	-	54-108
<i>Comedores</i>	150-450	150-300	-

Nota. ^aLedrise Led Professional (2023). ^bDere (2023). ^cLauren Scott (2024).

Sin embargo, en diferentes investigaciones se ha encontrado que los ocupantes se sienten conformes con niveles de iluminación inferiores a los recomendados en espacios como el dormitorio y la sala de estar. Esta preferencia por niveles más bajos de iluminación de acuerdo con Andargie et al. (2019) podría explicarse tanto por su capacidad para ajustar la iluminación como por sus propias expectativas.

2.2.5. Confort acústico

El confort acústico (CA), también es conocido como confort auditivo, calidad del ruido, y entorno acústico (Leccese et al., 2021). Se refiere a un entorno acústico óptimo para los ocupantes de un edificio, que permita preservar su propósito original y, al mismo tiempo, proteja a los ocupantes del ruido (Mujan et al., 2019). Este confort es subjetivo y depende de características personales y sociales, como la sensibilidad al ruido y la percepción de su origen (Azar et al., 2020) ya que los ruidos se definen como sonidos no deseados (Öztürk et al., 2012).

Existen los sonidos de fuentes naturales y de fuentes artificiales. Algunos aspectos como los sonidos naturales como el cantar de las aves pueden tener un impacto positivo en la salud de los ocupantes (Jara-Baeza et al., 2023). Las fuentes artificiales son aquellos producidos por las actividades humanas.

El sonido es un fenómeno físico producido por ondas de presión en el aire que se originan en una fuente vibrante y estimulan el sentido del oído en las personas. Se conforma de tres componentes principales, la frecuencia (tono), longitud de onda y amplitud (volumen). El oído humano percibe algunos sonidos como más fuertes que otros, incluso con el mismo nivel de decibelios (dB). Es menos sensible a frecuencias bajas (especialmente por debajo de 100 Hz) y más sensible a las cercanas a 4000 Hz (Robert B., 2011).

Los sonómetros son instrumentos empleados para medir el nivel de presión sonora en decibeles (dB). Este dispositivo ofrece dos escalas principales: la escala "A" y la escala lineal. La escala "A" ajusta las mediciones para representar con mayor precisión cómo el oído humano percibe el sonido, debido a que tiene en cuenta que su sensibilidad varía según la frecuencia (Owens Corning, 2004).

El oído humano, en condiciones óptimas, es capaz de notar variaciones de hasta 1 dB, aunque generalmente se requiere un cambio mínimo de 3 dB para que sea perceptible. Un cambio de 10 dB se interpreta como el doble o la mitad de la intensidad sonora (Robert B., 2011).

El ruido excesivo afecta la salud física y psicológica, puede generar problemas cardíacos, fatiga y estrés (Wang et al., 2015) e incluso puede dañar la audición. Se sabe que un solo evento sonoro a un nivel alto, como 130 dB A, puede provocar sordera, y que la exposición continua a niveles superiores a 85 dB A puede causar una pérdida auditiva gradual (Šujanová et al., 2019). La NOM-011-STPS-2001 señala los límites máximos permisibles de exposición de una persona a ruidos tanto estables como inestables, estos se presentan en la Tabla 13.

Tabla 13

Exposición al ruido

Nivel de exposición al ruido	Tiempo
90 dB (A)	8 horas
93 dB (A)	4 horas
96 dB (A)	2 horas
99 dB (A)	1 hora
102 dB (A)	30 minutos
105 dB (A)	15 minutos

Nota. Adaptado de *Normas y Especificaciones. Habitabilidad y Funcionamiento* (p. 28), por el Instituto Nacional de Infraestructura Física Educativa (2014).

Dentro de una edificación, el CA depende de la transmisión de sonido a través de paredes y ventanas, vibraciones estructurales y materiales de construcción (Wang et al., 2015). También se puede identificar la fuente de ruido de acuerdo al lugar que provienen. Las fuentes de ruido exterior generalmente incluyen el tráfico de automóviles. El ruido producido por estas fuentes se propaga a través del aire y entra al edificio a través de su envolvente. Las fuentes de ruido interior pueden encontrarse tanto en el entorno en cuestión como en otros entornos vecinos (Riffelli, 2021).

La pérdida de transmisión del sonido (STL por sus siglas en inglés) es una característica de los materiales que se refiere a la diferencia, medida en decibeles, entre la energía sonora presente en un lado de una pared o piso y la que se propaga al otro lado. A mayor pérdida de transmisión del sonido, menor será la cantidad de energía sonora que logra atravesar, lo que resulta en una disminución del ruido percibido (National Timber Development Council, 1999).

Al igual que otros parámetros de la HA, la percepción del ruido se ve afectada por factores en principio poco relacionados, como la temperatura de la habitación, los niveles de NO₂ al exterior y las molestias por olores (Torresin et al., 2019). En la Tabla 14 se muestra una serie de factores distintos que se ha identificado afectan la percepción acústica.

Tabla 14

Factores que afectan la percepción acústica

Clasificación	Factores
<i>Acústico</i>	<i>Nivel de sonido, contenido espectral, rugosidad, volumen, fuerza de fluctuación, número de eventos sonoros, distancia de la fuente, predominio del sonido, duración de los eventos sonoros, intermitencia, frecuencia de molestia, combinación de múltiples fuentes, tipo de sonido</i>
<i>Contexto urbano</i>	<i>Presencia de espacios verdes, vista al mar desde la casa, acceso a un lado tranquilo, visibilidad de la fuente, agrado visual y otros aspectos visuales, espaciamiento de edificios y distancia de separación entre edificios, satisfacción por la zona residencial</i>
<i>Relacionado con la casa</i>	<i>Ubicación de la habitación, aislamiento del edificio, posición de apertura de la ventana</i>
<i>Relativo a la persona</i>	<i>Edad, género, sensibilidad al ruido, estado de salud física y mental, aptitud audiovisual personal, control percibido del ruido, opinión sobre la fuente de ruido, percepción del riesgo asociado a la fuente de sonido, consideración de la importancia del ruido, atención prestada al paisaje sonoro, estado de ánimo, estilo de pensamiento, hábitos de cierre de ventanas y remedios relacionados con el ruido</i>
<i>Socio-económico</i>	<i>Nivel de educación, ingresos, situación familiar, desempleo familiar, propiedad de la vivienda, beneficio económico de la fuente de ruido, tipo de vivienda, país</i>
<i>Situacional</i>	<i>Contexto en estudios de laboratorio, contexto de encuesta, ubicación, actividad o tarea, compañía de otras personas, período del día</i>
<i>Ambiental</i>	<i>Temperatura, contaminación ambiental, molestias por olores.</i>

Nota. Adaptado de *Assessment methods and factors determining positive indoor soundscapes in residential buildings: A systematic review* (p.10), por Torresin et al., (2019).

2.2.6. Modelos de HA

Un modelo de HA es una herramienta de evaluación utilizada para medir la calidad ambiental en espacios interiores, considera los cuatro aspectos principales relacionados con la habitabilidad ambiental. También se le conoce como sistema de calificación IEQ, índice IEQ y puntuación IEQ (Roumi, Zhang, Stewart, et al., 2022).

Estos modelos combinan los valores de varios indicadores correspondientes a diferentes aspectos de la habitabilidad ambiental en un índice general. Su objetivo es proporcionar información cuantitativa que permita identificar tanto el aspecto más débil

como el más importante para optimizar la satisfacción general de la HA (Zhang et al., 2023). Por lo general se centran en los 4 componentes principales de la HA, pero llegan a considerar otros de carácter psicosocial, como la cantidad de espacio, el entorno visual o incluso los campos electromagnéticos (Leccese et al., 2021).

La categoría de ponderación de la HA depende del tipo de edificio, de sus características y de sus ocupantes. Esto debido a que las ponderaciones de los factores HA cambian significativamente en función de las expectativas/satisfacción del ocupante para los factores HA correspondientes (Riffelli, 2021).

Los factores de HA con menor rendimiento suelen tener un impacto predominante en la satisfacción general de los ocupantes en relación con el IEQ. Esto se explica no solo porque los ocupantes en distintos edificios valoran de forma diferente los factores ambientales según sus necesidades específicas, sino también porque es común que califiquen como más relevante el factor que encuentran menos satisfactorio (Roumi, Zhang & Stewart, 2022; Tang et al., 2020).

Existen tres tipos de modelos de Habitabilidad Ambiental (HA): subjetivos, objetivos y subjetivo-objetivos. Los modelos objetivos se basan en mediciones objetivas y comparan los datos con valores estándar para determinar la categoría de evaluación. Los modelos subjetivo-objetivos buscan correlaciones entre medidas subjetivas y objetivas de IEQ, y generan ecuaciones para predecir la satisfacción de los ocupantes en los parámetros individuales. Por último, los modelos puramente subjetivos dependen de la información proporcionada por ocupantes o expertos a través de entrevistas o encuestas, y requieren una amplia cantidad de edificaciones y personas para mejorar su efectividad (Fassio et al., 2014; Roumi, Zhang & Stewart, 2022).

Así como diferentes modelos matemáticos empleados para el análisis de los datos. Los principales empleados son: Regresión no lineal, regresión lineal, regresión lineal múltiple, regresión lineal multivariada, análisis de correlación de Pearson, Proceso Analítico Jerárquico (PJA), análisis de Correlación de Spearman.

En lo que respecta a los modelos de HA subjetivos, Leccese et al. (2021) presentan tres maneras distintas de llevarlo a cabo en base al modo en que se configura el cuestionario y se redactan las preguntas.

1. Consiste en descomponer cada factor en preguntas más específicas cuyas opciones de respuesta están dadas en una escala Likert de 5 puntos. La puntuación de cada factor se obtiene al promediar las respuestas relacionadas y emplear la regresión lineal múltiple con la puntuación de confort general como variable dependiente y las puntuaciones de los cuatro factores ambientales como variables independientes.
2. Se basa en crear una clasificación directa entre los 4 factores ambientales, la escala es de 1-4, el 1 indica el parámetro que se considera más importante. Se emplea el proceso analítico jerárquico para el análisis de resultados, ya que funciona bien en listas de prioridades con diferentes alternativas.
3. Parte de un conjunto completo de todas las posibles comparaciones por pares entre los cuatro factores ambientales analizados. La escala de evaluación utilizada para las comparaciones fue una escala simétrica de 9 puntos. La estructura esta creada para facilitar la aplicación del proceso analítico jerárquico.

En general, estos modelos se adaptan a las necesidades del estudio y el tipo de edificación en la que se desarrolla ya que los parámetros que consideran suelen variar entre estudios, así como los modelos matemáticos que se emplean.

2.2.7. Características constructivas

Las características constructivas pueden influir directamente en los factores ambientales de la habitabilidad ambiental (HA) o hacerlo de forma indirecta al afectar la percepción de estos parámetros por parte de los ocupantes, incluso cuando las condiciones objetivas sean las mismas. Un ejemplo de esta influencia indirecta es el tipo de edificio, que se ha demostrado que impacta en la percepción térmica (Frontczak & Wargocki, 2011).

Entre los parámetros que tienen un impacto directo en la HA se incluyen la orientación, el diseño, el grado de confinamiento, los materiales de construcción, la superficie construida y la exposición al sol, ya que afectan los parámetros físicos de la HA (M. Á. Navas-Martín et al., 2022; Noguchi et al., 2019).

El diseño interior y la distribución desempeñan un papel crucial, ya que elementos como los muros interiores y la ubicación del mobiliario son determinantes en el flujo de aire, la temperatura y la dispersión de contaminantes en interiores (Sarkar & Bardhan, 2020). Además, tienen un efecto psicológico, ya que la disposición adecuada de los espacios reduce el estrés y promueve la actividad física, mientras que un diseño inadecuado incrementó la fatiga cognitiva (Riva et al., 2022).

Las ventanas son una de las características constructivas más importantes de una construcción en lo que respecta al confort debido a que impactan directamente los cuatro parámetros de la HA a la vez. Por un lado, representan el principal punto tanto para las ganancias como para la pérdida de calor, son esenciales para la ventilación (Liu et al., 2021) y actúan como vías para la transmisión de ruido (Torresin et al., 2019) así como permiten la entrada de luz natural además de permitir las vistas al exterior (Andargie et al., 2019). Secretaria de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación

La ratio de fenestración juega un rol importante en el confort térmico de las construcciones. Ya que un aumento en las corrientes de aire está relacionado con el malestar térmico en invierno y verano. Las mayores fuentes de corrientes de aire son las ventanas y las puertas (Vakalis et al., 2019). Además, ventanas muy pequeñas afectan la comodidad por falta de luz y vista exterior, mientras que ventanas grandes generan incomodidad térmica, deslumbramiento y problemas de privacidad (Andargie et al., 2019).

Sin embargo, de acuerdo con (Yılmaz & Yılmaz, 2021) además del material y el tamaño de las ventanas una distribución óptima y una buena orientación tiene la capacidad de mejorar las condiciones térmicas del espacio sin afectar de manera significativa los niveles de iluminación.

El aislamiento de la envolvente está directamente relacionado con las condiciones climáticas exteriores y el consumo energético ya que frente a condiciones exteriores adversas un mayor aislamiento permite que con un menor consumo energético las condiciones sean de confort (Barmparesos et al., 2019). La elección de los materiales es un punto clave para lograr una envolvente adecuada (Mewomo et al., 2023).

Además de mejorar el confort térmico, los materiales más pesados y densos son más eficaces para bloquear el sonido que los materiales livianos (Owens Corning, 2004). Factores como la insonorización, el nivel del piso y la orientación de las ventanas también influyen en la percepción del ruido, especialmente en áreas expuestas al tráfico (Wang et al., 2015).

Por esto, elementos como las ventanas de doble acristalamiento mejoran el rendimiento térmico al aislar de mejor manera la envolvente, sin embargo, su costo elevado a las opciones tradicionales hace que sea poco empleado (Naji et al., 2021).

Otro aspecto ligado al aislamiento de la envolvente de un edificio es la infiltración, que es el intercambio de aire con el exterior por medio de fisuras o aberturas de manera inintencionada. Esto dificulta un aislamiento eficiente de la envolvente, pero puede ser beneficioso respecto a la CAI al permitir expulsar gases como el CO₂ (Fernández-Agüera et al., 2019).

2.2.8. Características de los ocupantes

La literatura ha demostrado que las características de los ocupantes impactan en sus niveles de confort. Factores como la edad, el género, el nivel socioeconómico, el estado civil, la tenencia de la propiedad, el estilo de vida y la salud, la relación con los vecinos, el empleo, el orgullo por la vivienda y los años de ocupación de la residencia desempeñan un papel significativo (Andargie et al., 2019).

En el caso de las viviendas, el régimen de ocupación afecta el nivel de satisfacción con la HA (M. Á. Navas-Martín et al., 2022). Además, el bajo nivel de ingresos también se asocia con una mayor tolerancia a los cambios de temperatura (Becerra et al., 2018; Recek et al., 2019).

Sin embargo, los ocupantes de un espacio pueden influir en las condiciones de HA del mismo. Entre los factores más relevantes se encuentran el número de ocupantes, las actividades que realizan dentro del espacio (Pereira & Ramos, 2020) y las medidas de adaptación implementadas para mejorar la HA.

Las medidas de adaptación que tome el usuario especialmente en lo que respecta a la apertura de ventanas juegan un rol importante en la HA de los espacios (Fernández-

Agüera et al., 2019). Sobre todo, se ha identificado comportamientos distintos en lo que respecta a la apertura de ventanas durante el transcurso del día en búsqueda de minimizar el consumo energético (Frutos et al., 2021).

Además, cuando los ocupantes enfrentan una CAI deficiente, causada por la ausencia de sistemas de calefacción, medidas térmicas adaptativa, o la presencia de personas en el espacio tienden a modificar los patrones de ventilación para facilitar el intercambio de aire con el exterior (M. Á. Navas-Martín et al., 2022).

La capacidad de controlar las condiciones que ofrece un entorno permite interactuar directamente con estas para mejorar la HA. Sin embargo, en algunos casos es necesario con creer que se tiene el control para percibir una mejora de la HA, aunque no se haga uso de ellas (Chen et al., 2020).

La sensación de control sobre las condiciones del entorno reduce los problemas de salud relacionados con el estrés, e incrementa la satisfacción y el bienestar general. Elementos como la operabilidad de ventanas, la personalización de la decoración, la privacidad y la interacción social permiten a los ocupantes ejercer control sobre su entorno, y así evitar resultados indeseables o lograr condiciones más favorables (Ortiz et al., 2017). Un bajo nivel de control percibido sobre los parámetros de HA está asociado con una percepción negativa del desempeño ambiental de un espacio (Pedersen et al., 2021).

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

En este capítulo se describe la metodología empleada para desarrollar la investigación, estructurada en dos apartados principales. En el primero, *diseño de investigación*, se explica la estructura de la investigación y los fundamentos que la sustentan. En el segundo apartado, *procedimiento experimental*, se detallan los pasos seguidos durante el desarrollo del estudio. Además, en esta sección se presentan las unidades de análisis y se describe el diseño del cuestionario utilizado.

3.1. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación establece la estructura que sigue una investigación para encontrar resultados y relacionarlos con la hipótesis y el problema planteados. Este diseño implica una serie de actividades sucesivas y organizadas, adaptables a las características de cada investigación, que definen los pasos y pruebas a realizar, así como las técnicas para recolectar y analizar los datos (Tamayo, 2003).

Existen dos enfoques principales para dirigir una investigación, los cuales responden al planteamiento del problema, al contexto del investigador y a los recursos disponibles: cuantitativo y cualitativo. Los dos parten de paradigmas distintos, por lo que difieren significativamente en la forma en que se estructura la investigación. Sus principales características se muestran en la Tabla 15.

Tabla 15

Características de las rutas de investigación

Cuantitativo	Cualitativo
<i>Las metas de estos estudios se centran en: Describir, explicar, comprobar o confirmar y predecir los fenómenos</i>	<i>Explorar, describir, comprender e interpretar los fenómenos, a través de las percepciones y significados producidos por las experiencias de los participantes</i>
<i>El proceso de la investigación es deductivo. Va de lo general a lo particular</i>	<i>Proceso inductivo donde se parte de lo particular a lo general</i>
<i>El investigador trata de ser Neutral e imparcial. Emplea procedimientos rigurosos</i>	<i>El investigador reconoce sus propios valores y los considera como fuentes de datos</i>
<i>Instrumentos estandarizados. Su aplicación es uniforme en todos los casos</i>	<i>Instrumentos flexibles que se construyen conforme avanza la investigación</i>

Cuantitativo	Cualitativo
<i>La muestra se conforma con la cantidad de casos estadísticamente representativos de la población estudiada</i>	<i>La muestra la componen un conjunto de casos con propiedades de interés para la investigación</i>
<i>Datos numéricos, confiables y duros (objetivos)</i>	<i>Datos narrativos que generan significados y revelen una experiencia subjetiva</i>

Nota. Adaptado de *Metodología de investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (pp. 13-14), por Hernández-Sampieri & Mendoza (2018).

Hay un tercer enfoque que combina elementos de los otros dos enfoques, y se conoce como enfoque mixto. Bajo este enfoque, se puede centrar en alguno de ellos u otorgar el mismo peso a ambos. Pueden ser de forma pura cuando ambas aproximaciones conservan sus procedimientos originales o bien conformar la forma modificada de los métodos mixtos en la que los métodos son adaptados para efectuar la investigación y lidiar con los costos del estudio (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018). Algunas estrategias empleadas en el enfoque mixto se presentan en la Tabla 16.

Tabla 16

Estrategias del enfoque mixto

Complementariedad	Combinación	Triangulación
<i>Incluye una doble y autónoma perspectiva de los hechos, cualitativa y cuantitativa, de manera que una complementa a la otra sin superponerse. Resulta en un informe con dos secciones claramente diferenciadas</i>	<i>Integra un método en otro con el fin de fortalecer las conclusiones generadas por el considerado como principal</i>	<i>Busca reconocer un mismo aspecto de la realidad social desde ambas aproximaciones. Es útil para validar mediciones comparadas y aumentar la confianza en los resultados al articular los métodos cualitativo y cuantitativo (De Pelekais, 2000)</i>

Nota. Adaptado de *La dicotomía cualitativo-cuantitativo: posibilidades de integración y diseños mixtos*, por Sánchez-Gómez (2015).

Los estudios cuantitativos pueden ser experimentales o no experimentales. A diferencia de los estudios experimentales que emplean una manipulación intencional de las variables, los no experimentales estudian hechos y variables en su propio contexto sin manipulación (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

Dentro de las investigaciones no experimentales se encuentran las longitudinales y las transversales o transeccionales. Las investigaciones longitudinales recolectan datos sobre categorías, sucesos, comunidades, contextos, variables o sus relaciones en dos o más momentos, para evaluar los cambios en estas. Por otro lado, las investigaciones transversales realizan observaciones en un momento puntual, con el objetivo de describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento específico. A su vez, las investigaciones transeccionales se dividen en 3 diferentes como se muestra en la Tabla 17.

Tabla 17

Características de las rutas de investigación

Exploratorios	Descriptivos	Correlacionales-causales
<i>Recopilan datos sobre una nueva área sin ideas preconcebidas. Abre camino a futuras investigaciones</i>	<i>Recogen datos sobre categorías, variables o fenómenos y comunican lo que estos datos revelan</i>	<i>Describen las relaciones entre categorías o variables en momentos específicos. Puede ser de correlación o relación de causa- efecto</i>

Nota. Adaptado de *Metodología de investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*, por Hernández-Sampieri & Mendoza (2018).

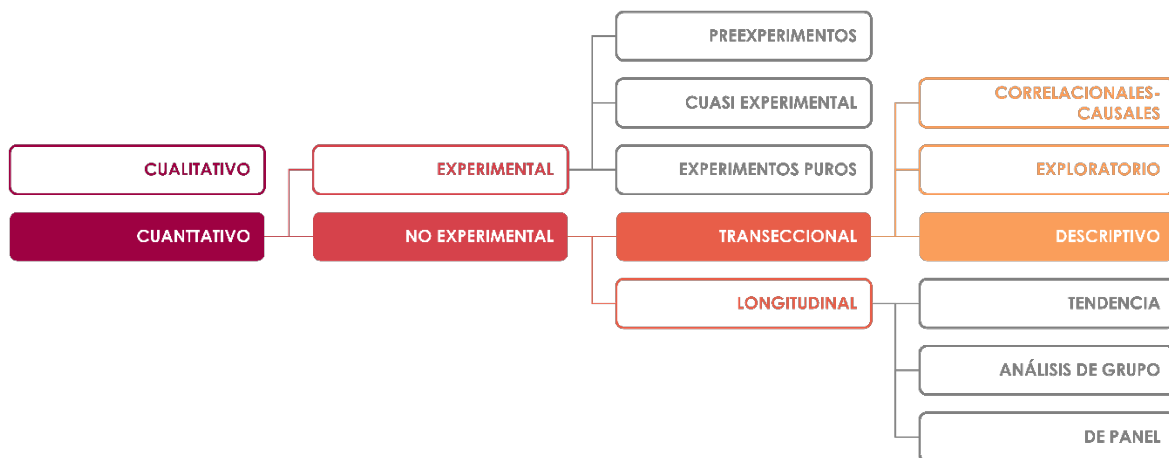
Por otro lado, una de las características más importantes de las técnicas cualitativas de investigación es que procuran captar el sentido que las personas dan a sus actos, a sus ideas, y al mundo que les rodea (Murillo & Chyntia, 2010). Con este propósito se hace uso de las siguientes técnicas: observación, entrevistas, grupos de enfoque, revisión de documentos, registros, materiales, artefactos, biografías e historias de vida.

La observación destaca al ser necesaria en todos los estudios de carácter cualitativo. Requiere estar atento a los detalles, sucesos, eventos e interacciones. Su principal propósito es explorar y describir ambientes e identificar problemas sociales.

Para esta investigación se adoptó un enfoque mixto, de manera que se utilizó una estrategia de combinación en la que el enfoque cuantitativo actúa como principal, mientras que el cualitativo desempeña un papel complementario. La metodología cuantitativa seguida en este estudio se presenta en Figura 4.

Figura 4

Ruta cuantitativa de la investigación



Las herramientas cuantitativas de la investigación y su objetivo son las siguientes:

- Observación: Identificar y llevar registro de las características físicas de las viviendas de manera sistematizada.
- Cuestionarios: Administrados personalmente con preguntas cerradas y abiertas que permitan matizar las respuestas.
- Escala de Likert: Cuantificar conceptos subjetivos, consiste en presentar afirmaciones y solicitar al sujeto que exprese su reacción al elegir uno de los cinco puntos de la escala, a los cuales se les asigna un valor numérico.
- Instrumentos electrónicos: Medir diferentes indicadores ambientales.

El enfoque cualitativo se aborda con la finalidad de reforzar y entender mejor los resultados cuantitativos. Las herramientas cualitativas y su propósito son las siguientes:

- Observación cualitativa: Analizar el estado del exterior e interior de las viviendas y la manera en que las personas interactúan con el espacio en el tiempo que se desarrolla la entrevista.
- Entrevista no estructurada: Dialogar directamente con las personas sobre su relación con la vivienda, permitiendo profundizar en las preguntas de la encuesta cuando surja la oportunidad. Este enfoque facilita abordar aspectos subjetivos que no pueden ser cuantificados.

La Figura 5 presenta las etapas del desarrollo de la investigación, estructuradas en tres grandes fases: estudio preliminar, levantamiento de datos y redacción del documento.

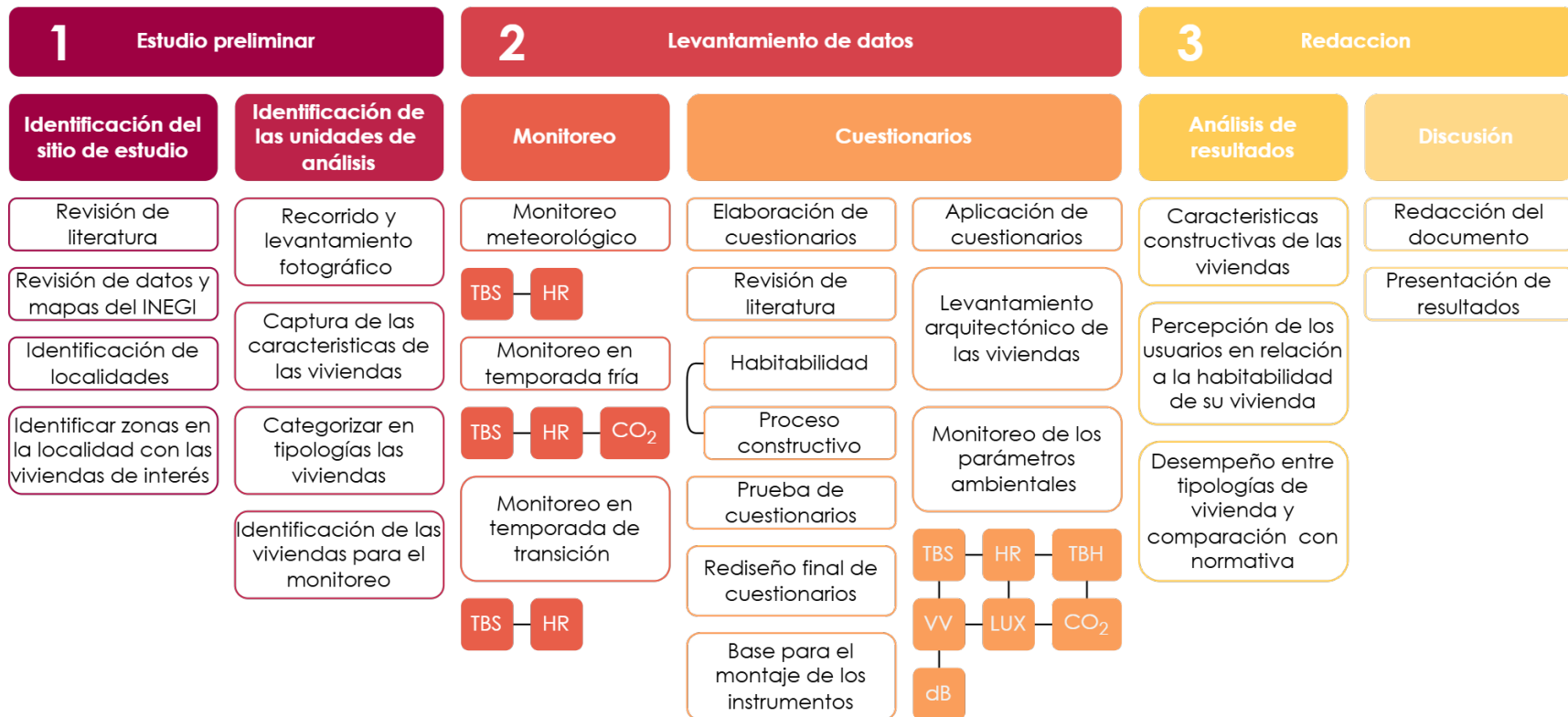
En la primera fase, correspondiente al estudio preliminar, se llevaron a cabo los pasos iniciales necesarios para establecer las bases del proyecto. Esto incluyó la identificación del sitio de estudio y las unidades de análisis, las cuales se definieron a partir de una revisión exhaustiva de la literatura, la delimitación de los parámetros de interés y un levantamiento fotográfico de la localidad que permitió identificar tipologías constructivas representativas.

La segunda fase, de levantamiento de datos, se dividió en dos etapas principales. La primera etapa consistió en el monitoreo de las unidades de análisis, realizado en dos periodos específicos: durante la temporada más fría del año y durante la transición de frío a cálido. La segunda etapa se centró en la aplicación de cuestionarios, para lo cual fue necesario desarrollar los instrumentos correspondientes. Esto implicó la revisión de literatura para adaptar un cuestionario preexistente, tomando en cuenta investigaciones previas y evaluando su efectividad. Durante esta etapa también se llevó a cabo el levantamiento arquitectónico de las viviendas y la medición de parámetros ambientales específicos, para complementar los datos obtenidos.

La tercera fase correspondió a la redacción y análisis de los resultados. En esta etapa, se integraron las características constructivas de las viviendas, la percepción subjetiva de los ocupantes obtenida a través de los cuestionarios y el desempeño de las viviendas en comparación con las normativas aplicables. Finalmente, se elaboraron las conclusiones y los apartados finales del documento.

Figura 5

Etapas del desarrollo de la investigación



Nota. Los recuadros rellenos indican los parámetros registrados en cada etapa.

3.1.1. Objeto de Estudio

El objeto de estudio es la habitabilidad ambiental, al ser un fenómeno complejo se aborda en dos vertientes. Por un lado, la percepción de los ocupantes de las viviendas respecto a la habitabilidad ambiental, e integra los cuatro parámetros: confort térmico, calidad del aire interior, confort lumínico y confort acústico. Por otro lado, el rendimiento de parámetros objetivos del confort térmico y la calidad del aire interior durante dos periodos distintos en viviendas representativas de cada tipología.

3.2. Procedimiento Experimental

3.2.1. Área de estudio

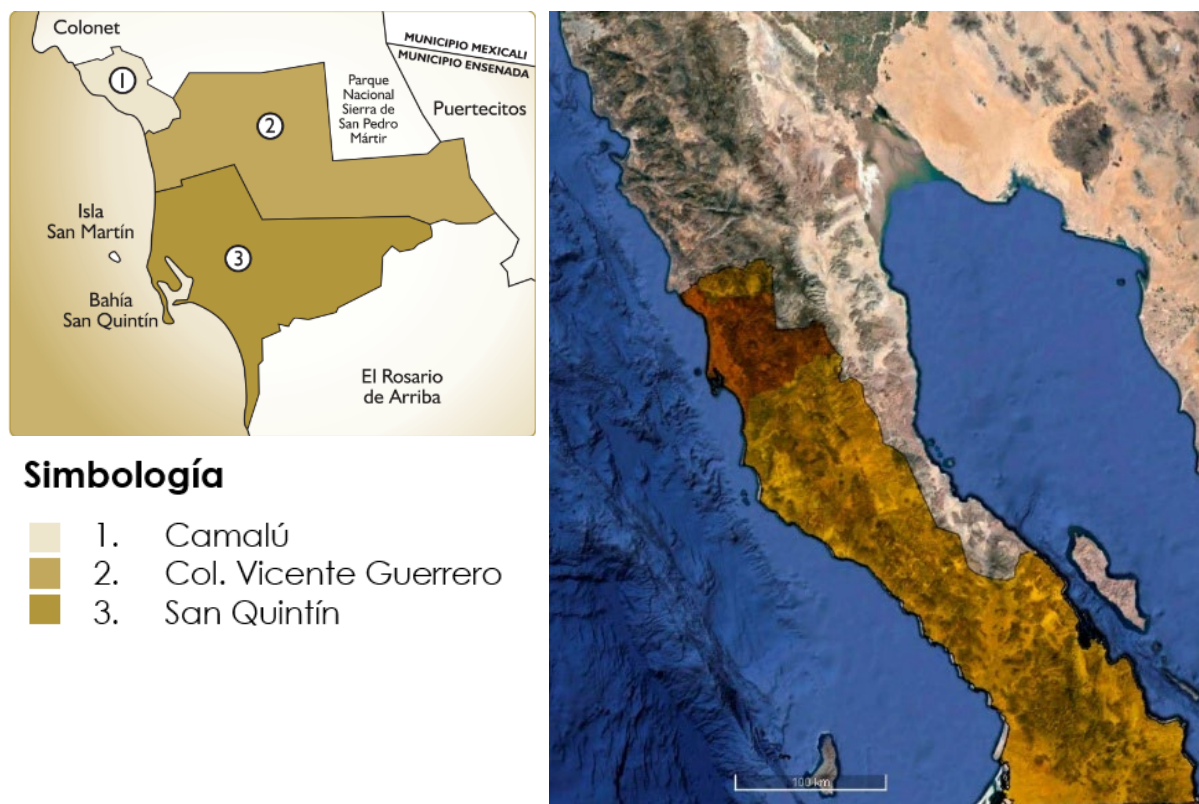
El sitio de interés para la investigación es la Región de San Quintín. Existe además un municipio y una localidad con el mismo nombre que no deben confundirse. San Quintín como municipio se constituyó oficialmente en el año 2020 ((El Sol de Tijuana, 2020)) como una escisión del municipio de Ensenada. Con 32,953 km² abarca el 46 % del territorio del estado y tiene la menor densidad poblacional con un promedio de 3.6 hab/km².

En 2007, el Instituto Metropolitano de Investigación y Planeación de Ensenada, B., C. (IMIP) publicó el *Programa de Desarrollo Regional para la Región San Quintín*, en el cual se identifica a esta como la zona que comprende el territorio de la delegación municipal de Camalú, Vicente Guerrero y San Quintín.

La justificación es que además de estar geográficamente adyacentes, tienen una identidad y arraigo propio diferenciado del resto del municipio debido a las dinámicas sociales y económicas que ahí se generan. Por esta razón se consideró más preciso el termino región. Su localización y extensión se presentan en la Figura 6.

Figura 6

Delegaciones que componen la Región de San Quintín



Nota. Obtenido del *Programa de Desarrollo Regional para la Región San Quintín* por IMIP (2007). Imagen derecha; en amarillo el municipio de San Quintín, en naranja la región de San Quintín.

Para la delimitación de la zona de estudio se buscó una localidad representativa. El primer paso fue localizar las cinco localidades de mayor población y cantidad de viviendas en la región. Estas son: Lázaro Cárdenas, Vicente Guerrero, Camalú, Ejido Emiliano Zapata y San Quintín (Figura 7). En conjunto estas localidades poseen 58,367 habitantes, el 49.6 % del total de todo el municipio de San Quintín (INEGI, 2020).

Figura 7

Identificación de la localidad de estudio



Nota. En rosa la localidad de Camalú, en azul el Ejido Emiliano Zapata, en verde la Colonia Vicente Guerrero, en naranja San Quintín y en amarillo la Colonia Lázaro Cárdenas. Mapa adaptado de Google Earth Pro (2023).

Posteriormente, se comparó la cantidad de viviendas particulares habitadas de cada localidad en relación a los indicadores de rezago habitacional. Se emplearon los datos del Inventario Nacional de Vivienda (INV) que proporciona el INEGI. En la Tabla 18 se presenta la comparación los datos considerados.

Tabla 18

Comparación de indicadores en las localidades de mayor población en San Quintín

Indicadores/Localidad	Lázaro Cárdenas	Vicente Guerrero	Camalú	Emiliano Zapata	San Quintín
<i>Población</i>	18,829	13,878	11,272	9,636	4,754
<i>Viviendas particulares habitadas</i>	5,585	3,750	3,218	2,422	1,459
<i>Ocupantes por vivienda</i>	3.35	3.67	3.5	3.97	3.26
<i>Ocupantes por cuarto</i>	1.09	1.15	1.34	1.42	0.91
<i>Viviendas con 3 o más ocupantes por cuarto</i>	11.9 %	11.7 %	17.8 %	18 %	5 %
<i>Piso de tierra</i>	3.4 %	4 %	4.3 %	8.8 %	2.5 %
<i>Sin electricidad</i>	4.3 %	2.9 %	8.9 %	6.6 %	2.4 %
<i>Sin sanitario</i>	40.9 %	39.7 %	57.3 %	69.3 %	20.4 %
<i>Sin drenaje</i>	34.7 %	31%	45.3 %	57.3 %	10.6 %

Nota. Adaptado de *Espacios y datos. Inventario Nacional de Vivienda*, por INEGI (s.f.)

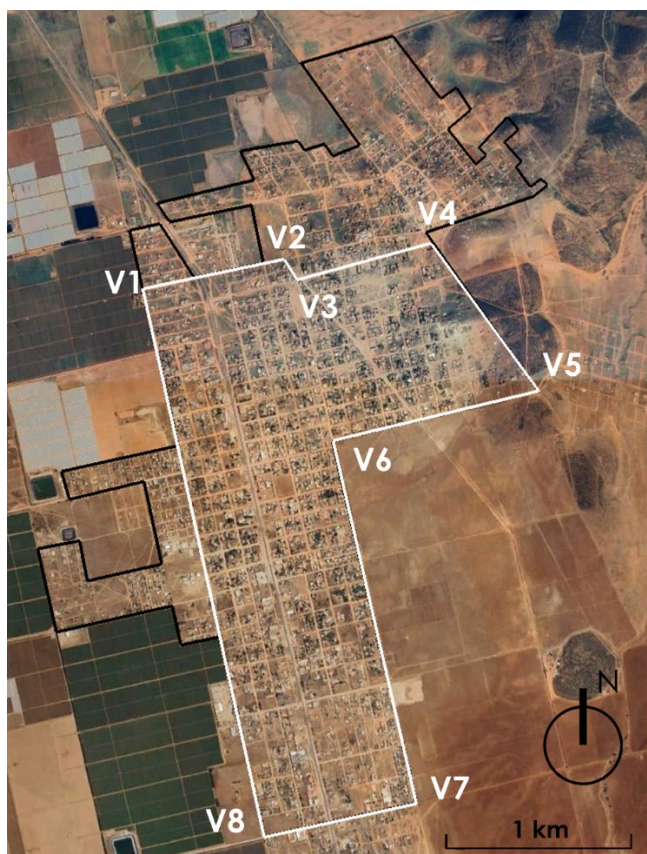
Como se muestra en la tabla, la localidad Ejido Emiliano Zapata (30° 46' 04.585" N, 116° 00' 27.222" O) registra los porcentajes más altos en todos los indicadores de rezago habitacional, con excepción de la disponibilidad de energía eléctrica.

Aunque los datos provienen del censo oficial, se detectaron discrepancias, la más notable fue la inexistencia de drenaje en la localidad, a pesar de que el INEGI reporta que gran parte de la población dispone de este servicio.

A pesar de estas limitaciones, se seleccionó Ejido Emiliano Zapata como el sitio de estudio. No obstante, debido a su extensión, se decidió acotar la investigación a la zona que fue posible recorrer durante las primeras tres semanas de agosto (Figura 8), periodo en el que se realizó el levantamiento fotográfico de las viviendas. Esta área recorrida abarca el 66 % de la superficie de la localidad y concentra el 72 % de las viviendas, con un total de 1,761 viviendas particulares habitadas.

Figura 8

Delimitación del área de estudio



- V1**
(30° 46' 34.69" N, 116° 0' 53.94" O)
- V2**
(30° 46' 39.51" N, 116° 0' 26.54" O)
- V3**
(30° 46' 36.02" N, 116° 0' 23.99" O)
- V4**
(30° 46' 42.22" N, 115° 59' 58.01" O)
- V5:**
(30° 46' 17.45" N, 115° 59' 36.90" O)
- V6**
(30° 46' 9.11" N, 116° 0' 16.99" O)
- V7**
(30° 45' 8.38" N, 116° 0' 0.71" O)
- V8**
(30° 45' 2.68" N, 116° 0' 30.43" O)

Nota. Adaptado de Google Earth Pro (2023).

3.2.2. Selección de muestra

Para recolectar datos, es esencial identificar los elementos mediante la selección de muestra, un proceso que varía según las características de la investigación. Las muestras son subgrupos de la población total, que incluyen todos los casos con ciertas características específicas (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

Las investigaciones cuantitativas, utilizan principalmente muestras probabilísticas, que permiten trabajar con menos casos sin perder representatividad. Esto facilita hacer estimaciones de variables en toda la población con un margen mínimo de error. También existen las muestras no probabilísticas, en las que la selección se orienta por las características de la investigación, más que por un criterio estadístico de generalización (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

En esta investigación, se optó por la muestra no probabilística para la selección de las unidades de análisis para el monitoreo y una probabilística para el estudio de la percepción en una primera instancia, sin embargo, debido a la baja tasa de respuesta no se alcanzó la cantidad necesaria para ser estadísticamente significativo.

Aplicación de cuestionarios

La muestra estratificada es un tipo de muestra probabilística que funciona al dividir la población en segmentos y seleccionar una muestra de cada uno. Para este caso los segmentos se determinaron con las cuatro tipologías de vivienda definidas en el estudio preliminar desarrollado en esta investigación. Al total de viviendas por tipología se le aplicó el muestreo simple mediante la calculadora de la Oficina de Estadísticas Australiana (Australian Bureau of Statistics, 2024) con un nivel de error del 5 % y un nivel de confianza del 95 % (Tabla 19).

Tabla 19

Cantidad de viviendas por tipología y cantidad de muestra

	Cantidad de población	Cantidad de muestra
<i>Tipología 1 (T1)</i>	57	37
<i>Tipología 2 (T2)</i>	55	35
<i>Tipología 3 (T3)</i>	48	31
<i>Tipología 4 (T4)</i>	29	19
<i>Total</i>	189	124

Una vez determinada la cantidad mínima necesaria de viviendas, no se optó por una selección aleatoria, ya que se anticipó que algunas no podrían incluirse debido a errores en el registro o a la posible indisposición de los ocupantes.

Monitoreo

Se seleccionó una vivienda por tipología, se consideró las características de la vivienda y del entorno, que tuvieran espacio suficiente para alojar el equipo de monitoreo además de estar habitadas por una familia propietaria de la vivienda. El criterio más importante, sin embargo, fue la disposición de los ocupantes de participar en el estudio.

3.2.3. Unidades de análisis

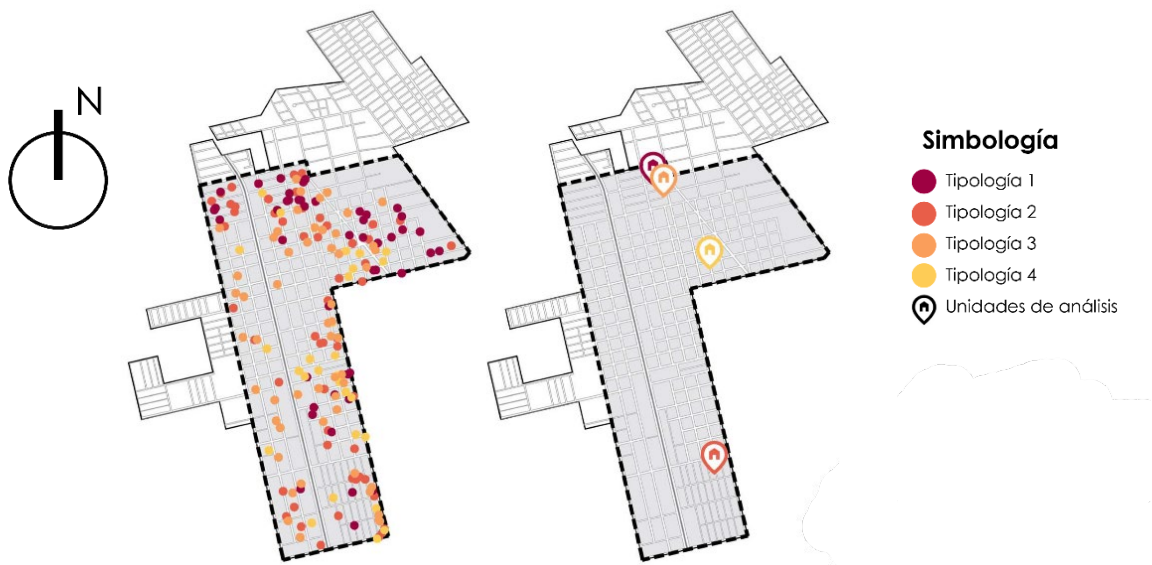
Las cuatro tipologías que dieron pie a la selección de las unidades de análisis fueron resultado del estudio preliminar realizado para esta investigación. Se conformaron con las siguientes características:

- **T1:** Planta rectangular, muros de bloque de concreto y techo de madera a dos aguas.
- **T2:** Planta rectangular, muros de bloque de concreto y techo plano de losa de concreto.
- **T3:** Planta rectangular, muros de madera y techo de madera a dos aguas.
- **T4:** Planta cuadrada, muros de bloque de concreto y techo plano de losa de concreto.

Todas viviendas de un nivel, independientes, además que no emplean elementos como pórticos o cocheras adosadas a la casa. En la Figura 9 se ve su ubicación.

Figura 9

Ubicación de las viviendas por tipología y las unidades de análisis



Nota. A la izquierda la ubicación del total de viviendas por tipología. A la derecha la ubicación de los casos de estudio

3.2.3.1. V1. Vivienda T1

La vivienda se encuentra en dos terrenos compartidos con una dimensión total de 30 m x 22 m. Es habitada por cinco personas, sin infantes ni adultos mayores. Fue construida en el año 2019 por los propios habitantes con la ayuda de otros familiares. Cuenta con servicios de electricidad y agua, pero carece de drenaje y fosa séptica. No tiene construcciones ni árboles que le proporcionen sombra. En el mismo terreno se encuentra otra casa de madera al oeste, un área de lavado techada y una letrina (Figura 10).

Figura 10

Ubicación de V1

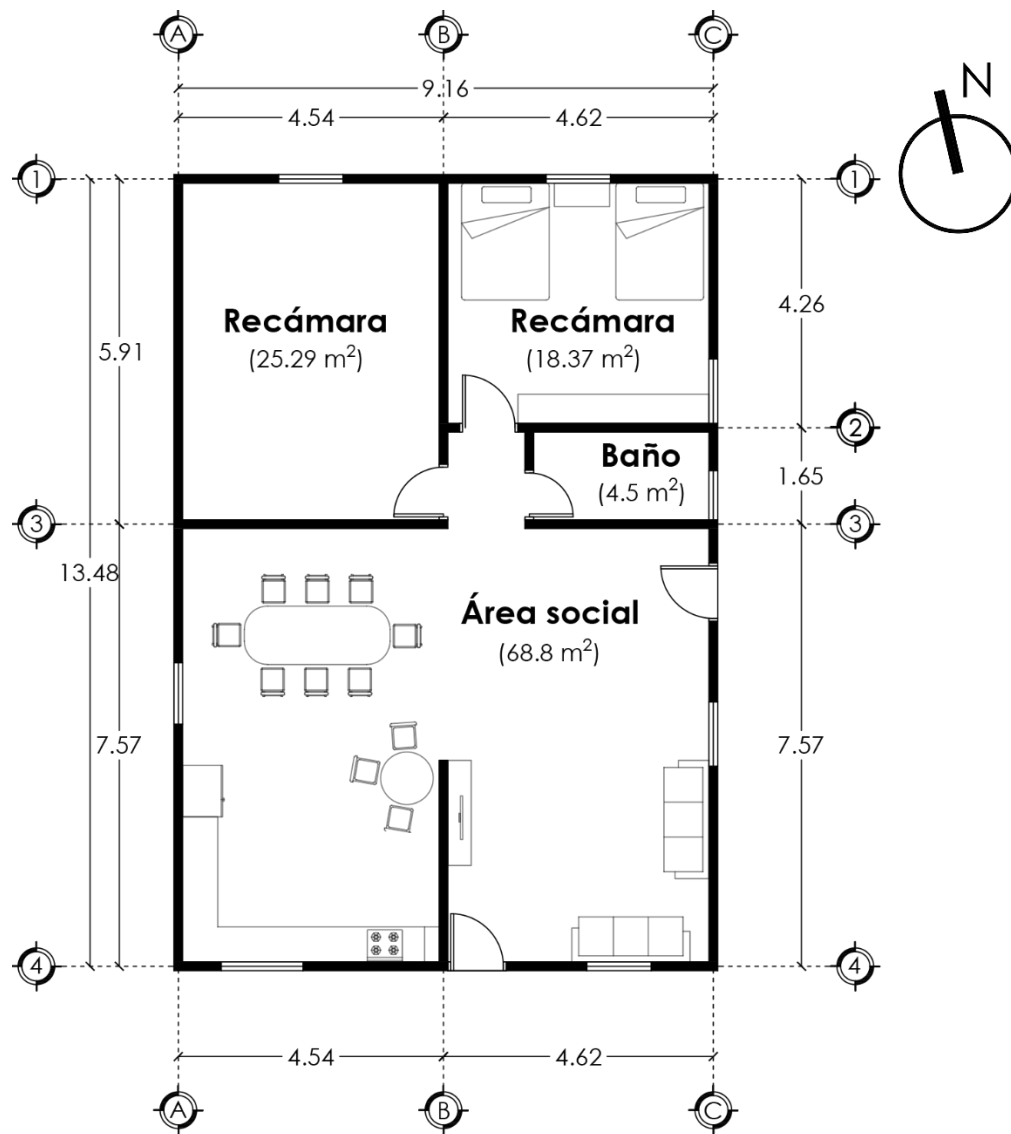


Nota. Imagen obtenida de Google Earth Pro (2023).

El área construida es de 108 m², cuenta con dos recámaras ubicadas al norte, un baño, y un área abierta de 68 m² aquí referida como área social, que incluye la sala, la cocina y el comedor (Figura 11). Además, hay un pequeño vestíbulo de 2.18 m² en el centro que conecta todos los espacios. El baño se usa para bañarse, pero no cuenta con ducha ni sanitario, por lo que utilizan una letrina situada a unos metros de la casa.

Figura 11

Planta arquitectónica de V1



Tiene dos puertas de tambor que dan al exterior, ambas con puertas de mosquitero de madera en el área social; una está orientada al sur y la otra al este. Las ventanas están distribuidas de la siguiente manera: en la fachada sur hay dos y suman un total de 2.36 m², al oeste hay una ventana de 1.5 m², al norte hay dos ventanas que suman 3 m² y al este hay tres ventanas que suman 4 m². Todas las ventanas cuentan con rejas metálicas negras como medida de seguridad.

No cuentan con dispositivos mecánicos para el control de temperatura, la ventilación es natural y se regula mediante la apertura de puertas y ventanas. Las cortinas son el único elemento de control solar.

Está construida en su mayor parte con un sistema de mampostería de bloques de concreto de 0.15 m x 0.2 m x 0.4 m, reforzados con castillos de concreto armado (Figura 12). El suelo es un firme de concreto elevada algunos centímetros respecto al exterior. El techo está sostenido por una viga de concreto reforzado en el centro, con vigas de madera como soporte secundario. Se compone de paneles de OSB (Oriented Strand Board por sus siglas en inglés) cubiertos con cartón arenado en el exterior.

Figura 12

Exterior de V1



Nota. Fotografía tomada por el autor el 6 de enero de 2023 a las 14:00 h.

En el exterior, los muros tienen un acabado aparente. En el interior, están emplastados con cemento y tienen un acabado en pintura blanca. El piso en el área social y el vestíbulo tiene un acabado de loseta de cerámica color café, mientras que el baño cuenta con loseta de cerámica blanca. Las habitaciones no cuentan con loseta. El techo tiene la estructura visible, ya que no cuenta con plafón, excepto en el vestíbulo y el baño.

3.2.3.2. V2. Vivienda T2

La vivienda está situada en un terreno de 30 m x 20 m y tiene una superficie construida de 85 m². Fue construida en los últimos 5 años por albañiles y es propiedad de sus ocupantes, una familia de cuatro personas. Cuenta con los servicios de luz y agua, con un tinaco para su almacenamiento sobre el techo, además de una fosa séptica. Al sur colinda con una vivienda de dos pisos que proyecta una sombra constante sobre la casa (Figura 13).

Figura 13

Ubicación de V2

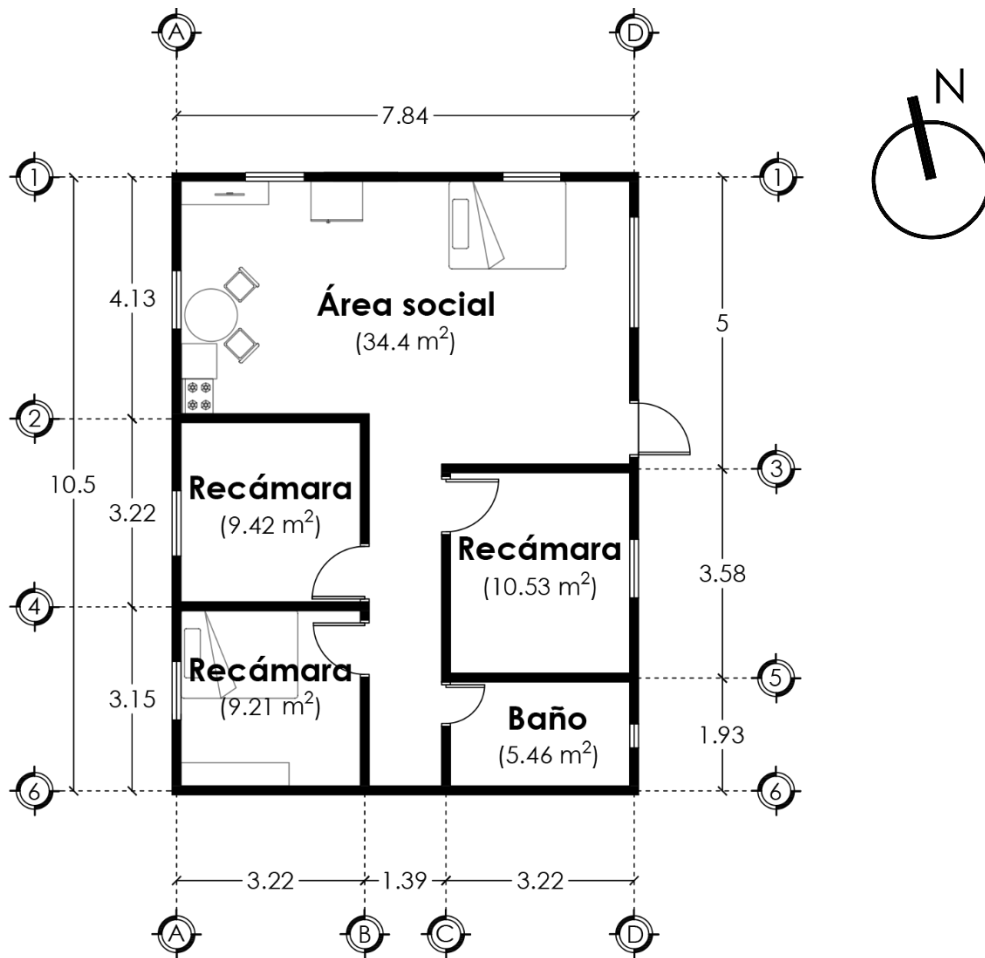


Nota. Imagen obtenida con dron en junio del 2023

La vivienda cuenta con cinco espacios claramente diferenciados. Un área social que sirve como cocina, comedor y estancia, además de fungir como espacio para dormir ocasionalmente con un colchón adicional. Hay tres recámaras de dimensiones similares y un baño completo con sanitario y ducha funcionales. Estos espacios se conectan mediante un pasillo de 6.83 m² al área social (Figura 14). Se planea expandirla en el futuro con otra recámara en un segundo piso.

Figura 14

Planta arquitectónica de V2



La entrada única desde el exterior está ubicada al este, con una puerta metálica con mosquitero. La vivienda cuenta con tres ventanas al oeste que suman 3.88 m², dos ventanas al norte que suman 2.35 m², y tres ventanas al este que suman 4 m², todas ellas con rejas metálicas negras. Tanto las ventanas como la puerta están equipadas con cortinas delgadas y translúcidas. No hay aparatos para el control ambiental; la temperatura se regula mediante cambios de ropa y la apertura o cierre de puertas y ventanas.

La entrada principal se observa en la Figura 15, como se aprecia, la vivienda colinda con una casa vecina de dos pisos en la cara sur.

Figura 15

Exterior de V2



Nota. Fotografía tomada por el autor el 18 de diciembre del 2023 a las 16:18 h.

La construcción se realizó con un sistema de mampostería con bloques de concreto de 0.15 m x 0.2 m x 0.4 m, encofrado en castillos de concreto armado y recubiertos exteriormente con emplaste de cemento-arena. El piso es un firme de concreto elevado algunos centímetros respecto al exterior. El techo es una losa de concreto reforzado sin recubrimiento exterior, con castillos que sobresalen para la futura ampliación.

Al interior, el piso está cubierto con loseta de cerámica negra en toda la casa, excepto en el baño. Los muros están emplastados con cemento y tienen un acabado de pintura blanca, al igual que el techo (Figura 16). Sin embargo, debido a problemas de humedad y filtraciones, el techo se encuentra en mal estado.

Figura 16

Interior V2



Nota. Fotografías tomadas el 7 y 18 de diciembre de 2023. Imagen superior izquierda se presenta la puerta principal de la vivienda. Imagen superior derecha muestra el colchón que emplean para dormir en el AS. Imagen inferior se presenta la cocina/comedor que forman parte del AS.

3.2.3.3. V3. Vivienda T3

Es una vivienda propia habitada por una familia extendida de seis personas. Fue construida a mediados de 2023 con la ayuda de familiares. Está ubicada al fondo de un terreno de 10 x 25 m. Colinda al oeste con una vivienda de tres niveles de altura, al norte con una vivienda de un nivel en obra negra, y al este con una vivienda de renta con características similares. En la Figura 17 se muestra la ubicación de la vivienda, aunque la fotografía es anterior a su construcción.

Figura 17

Ubicación de V3



Nota. Imagen obtenida de Google Earth Pro (2023).

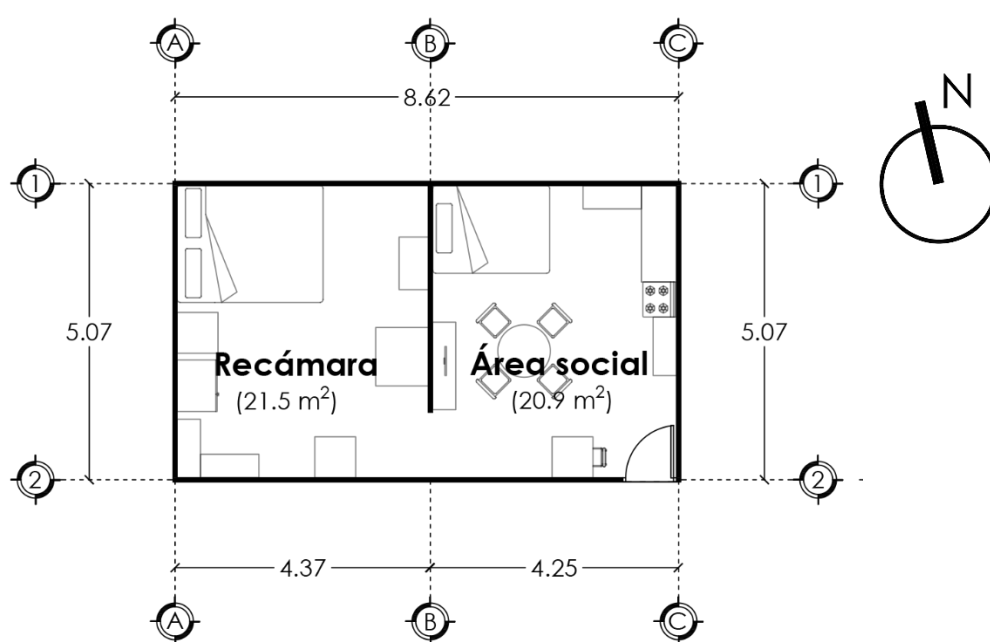
La vivienda cuenta con agua entubada y energía eléctrica. Utilizan contenedores plásticos de 220 lts para el almacenamiento de agua y no disponen de fosa séptica, por lo que utilizan una letrina alejada de la casa. También tienen una construcción separada de la vivienda para bañarse a jicarazos.

Durante el desarrollo del estudio, la vivienda experimentó transformaciones. En la primera visita (momento en que se realizó el levantamiento) y la segunda visita (cuando se llevó a cabo el monitoreo del período frío), la configuración espacial era la

misma. La vivienda consistía en dos cuartos en los que se desarrollaban diversas actividades (Figura 18). Para fines de la investigación, se consideró como recámara la habitación en la que dormían la mayor cantidad de personas, aunque también se utilizaba para el almacenamiento y preparación de alimentos. En la otra habitación dormían dos personas, pero cumplía la función de cocina y comedor, y era donde se encontraba la única televisión disponible. Por esta razón, se le designó como AS.

Figura 18

Planta arquitectónica V3



No cuenta con ninguna ventana, solo tiene una puerta de madera de acceso desde el exterior hacia el AS. Al interior, ambos espacios están conectados directamente sin puerta o cortina que ofrezca privacidad.

Los muros, tanto exteriores como interiores, están contruidos con barrotes de madera de 0.0762 m x 0.127 m (3" x 5"). como postes, con triplay de madera de pino en el lado externo únicamente. No están recubiertos ni pintados, tanto en el interior como en el exterior. El techo está conformado por barrotes de las mismas dimensiones y paneles de OSB. La cubierta es de cartón arenado oscuro en el exterior. No cuenta con plafón y la estructura queda expuesta.

En la primera visita el 28 de noviembre de 2023, se notó que los muros tenían huecos en la conexión con la cubierta, lo que permitía la entrada de iluminación indirecta. Además, el muro divisor interior no llegaba al techo y no había puerta. La recámara tenía un suelo de concreto con acabado aparente, mientras que en el AS había piso de tierra (Figura 19).

Figura 19

Interior de V3 en la primera visita



Nota. Fotografías tomadas por el autor el 28 de noviembre de 2023 a las 12:10 h.

Para la segunda visita el 30 de enero de 2024, se observó que los huecos entre el muro y el techo, tanto en el perímetro exterior como en el muro interior, ya habían sido tapados (Figura 20). Además, el suelo que previamente era de tierra lo habían cubierto con un firme de concreto. Los demás elementos no variaron entre visitas.

Figura 20

Interior de V3 segunda visita



Nota. Fotografías tomadas por el autor el 30 de enero de 2024 a las 16:25 h.

Para la tercera visita que corresponde al segundo periodo de monitoreo, realizada el 3 de mayo de 2024, ya se habían realizado cambios mayores en la casa. Como se puede ver en la Figura 21, se construyó un cuarto adosado a la construcción original. Además, se dividió completamente el espacio de la vivienda original, de manera que en la práctica son dos viviendas unidas.

Figura 21

Comparación del exterior de la vivienda primera y tercera visita



Nota. Imagen superior primera visita, tercera visita imagen inferior.

3.2.3.4. V4. Vivienda T4

La vivienda se encuentra en un terreno de 20 x 40 m (Figura 22). Es habitada por una señora mayor de edad. La vivienda no es propia, es prestada por uno de sus hijos. En el terreno también se encuentra un cuarto de renta, un pequeño almacén de madera, un área de lavado sin techar, una letrina y una cocina de leña.

Figura 22

Ubicación de V4

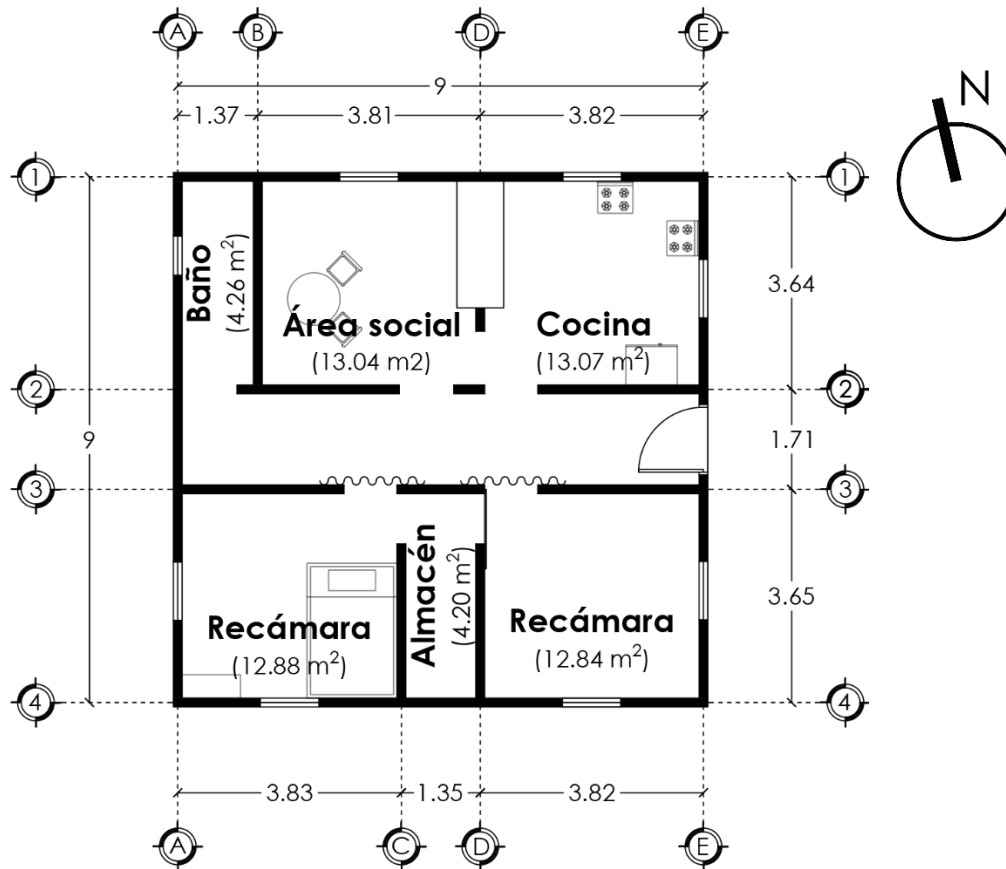


Nota. Imagen obtenida con dron en junio del 2023.

Con una superficie total de 75.2 m², cuenta con un pasillo central de 13.81 m² que conecta todos los cuartos. Como se observa en la Figura 23, las recámaras están al sur, aunque una de ellas funciona más como espacio de almacenamiento que como dormitorio. Al norte se encuentran la cocina y el comedor, separados parcialmente por una barra. El baño, ubicado en la esquina noroeste, aún no está habilitado y se utiliza como almacén.

Figura 23

Planta arquitectónica V4



Nota. Las líneas onduladas en el plano representan cortinas

La casa tiene una sola puerta de acceso de madera sólida y no cuenta con puertas interiores, para las divisiones internas, utiliza cortinas en las entradas de las recámaras. Tiene dos ventanas por orientación, siete de ellas de igual tamaño con un área de 0.79 m² cada una, mientras que la ventana del baño es más pequeña, con un área de 0.145 m².

Está construida con un sistema constructivo de mampostería con bloque de concreto de 15 m x 0.2 m x 0.4 m encofrado en castillos de concreto reforzado recubiertos al exterior con cemento y un acabado aparente. Por fuera esta emplastado con cemento-arena con un acabado de pintura café claro (Figura 24). El suelo es un firme de concreto elevado algunos centímetros respecto al exterior. El techo es una losa de concreto reforzado sin recubrimiento exterior que tiene castillos que sobresalen.

Figura 24

Exterior de V4

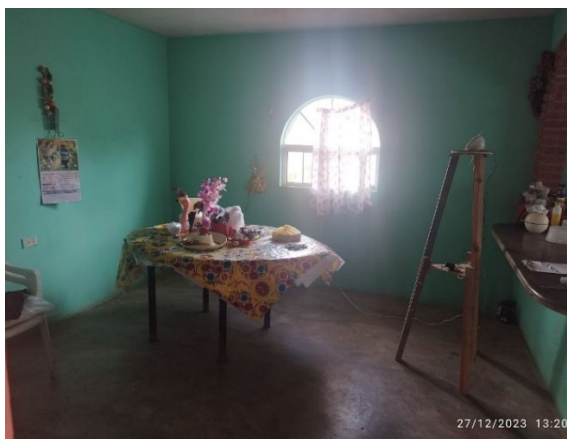


Nota. Fotografía tomada por el autor durante el estudio preliminar.

Al interior, el piso es un firme de concreto aparente. Los muros están emplastados con cemento y acabado de pintura rosa claro en los muros del pasillo. Las habitaciones están pintadas de verde claro. El techo es de acabado aparente y presenta problemas de humedad y goteras en tiempo de lluvias (Figura 25).

Figura 25

Interior de V4



Nota. Fotografías tomadas por el autor el 27 de diciembre de 2023 a las 13:30 h.

Para concluir esta sección, la Tabla 20 compara las principales características de las cuatro viviendas analizadas. Destacan las diferencias en ocupantes, superficie construida y materiales utilizados en su construcción. Como se observa, la V4 es la que asigna una mayor proporción de su superficie a espacios de circulación.

Los materiales presentan poca variación entre las viviendas, y ninguna de ellas cumple con los requisitos mínimos de iluminación establecidos en el Reglamento de la Ley de Edificaciones del municipio de Ensenada, Baja California (2007). En cuanto a ventilación, solo la vivienda V2 cumple con los requisitos, aunque por un margen reducido.

Según los criterios de rezago habitacional, V3 muestra condiciones de hacinamiento, es además la de menor superficie y mayor cantidad de ocupantes. En cuanto a la densidad, las viviendas V1 y V2 presentan valores similares, mientras que la V4, al contar con un único habitante, es, con diferencia, la menos densa.

Tabla 20

Comparación de las características de las unidades de análisis

	V1	V2	V3	V4
Área	108 m ²	85 m ²	44 m ²	75.2 m ²
Altura promedio	2.85 m	2.4 m	2.45 m	2.8 m
No. Recámaras	2	3	1	2
Porcentaje de circulación	2 %	8 %	-	18 %
Ocupantes	5	4	6	1
Densidad	21.6 m ² /hab	21.25 m ² /hab	7.33 m ² /hab	75.23 m ² /hab
Habitantes por cuarto	2.5	1.33	6	0.5
Material de muros	Bloque de concreto de 0.15 m x 0.2 m x 0.4 m	Bloque de concreto de 0.15 m x 0.2 m x 0.4 m	Triplay de madera de pino	Bloque de concreto de 0.15 m x 0.2 m x 0.4 m
Material de techo	Panel OSB con vigas de madera	Losa de concreto reforzado	Panel OSB con una trabe central de concreto armado y vigas de madera	Losa de concreto reforzado
Forma de techo	2 aguas	Plano	2 aguas	Plano
Cuenta con falso techo	Solo en el baño	No	No	No
Cuenta con material de aislamiento	No	No	No	No
Material de ventanas	Vidrio simple con marco de aluminio	Vidrio simple con marco de aluminio	-	Vidrio simple con marco de aluminio
Ratio ventana/área	12.04 %	7.66 %	0 %	6.35 %
Ratio ventilación	3.18	6.02	0 %	3.83 %

Nota. En gris los valores que cumplen con algún criterio de rezago habitacional o no cumplen con algún requerimiento del Reglamento de la Ley de Edificaciones para el Municipio de Ensenada, Baja California (2007).

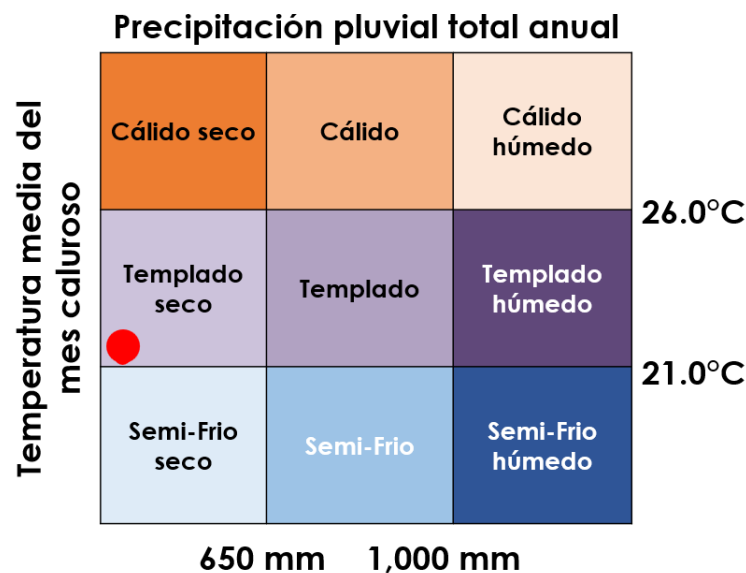
3.2.4. Periodo de estudio

Las condiciones climatológicas se categorizan como *desierto cálido* (BWh) según la clasificación climática de Köppen-Geiger (Peel et al., 2007). La temperatura media anual es de 17 °C, con una humedad relativa (HR) del 79 % y una precipitación media anual de 80.4 mm. En el mes más frío, la temperatura media es de 13.7 °C, y en el mes más cálido, de 21.2°C.

De acuerdo con Fuentes-Freixanet (2022), para determinar la agrupación bioclimática del sitio de estudio, es necesario relacionar la temperatura media del mes más cálido con la precipitación pluvial total anual. La Figura 26 muestra de manera esquemática la relación entre ambas variables climáticas. Con base en ello, la agrupación bioclimática local de la región de San Quintín, corresponde al bioclima templado seco.

Figura 26

Sistema de agrupación bioclimática local



Nota. Adaptado de *Apuntes de arquitectura bioclimática*, por Fuentes-Freixanet (2022).

Con el propósito de determinar el periodo de estudio de manera más precisa, se realizó un análisis paramétrico de la región de San Quintín. Para ello se utilizaron los datos obtenidos de la Estación Meteorológica Automática (EMA) San Quintín, durante un periodo de registros que comprende aproximadamente 22 años, desde el mes de abril del año 2000 a septiembre del año 2022. Dicha estación pertenece al Servicio

Meteorológico Nacional (SMN-CONAGUA), y está ubicada en las siguientes coordenadas geográficas: 30° 31' 54.0" N, 115° 50' 15.0" W, altitud 32 msnm.

El análisis paramétrico consiste en analizar las variables climáticas presentadas en el sitio de estudio con la finalidad de observar su comportamiento mensual y anual. Para el caso de este análisis, las variables analizadas fueron TBS, HR, radiación solar y precipitación.

Para ello, a partir de los datos de estas cinco variables obtenidos de la EMA San Quintín, se realizó un tratamiento de los datos, para posteriormente graficar la información relevante con el uso de Excel y se constataron con la aplicación informática Bioclimatic Analysis Tool (BAT) desarrollada por Rincón & Fuentes (2014).

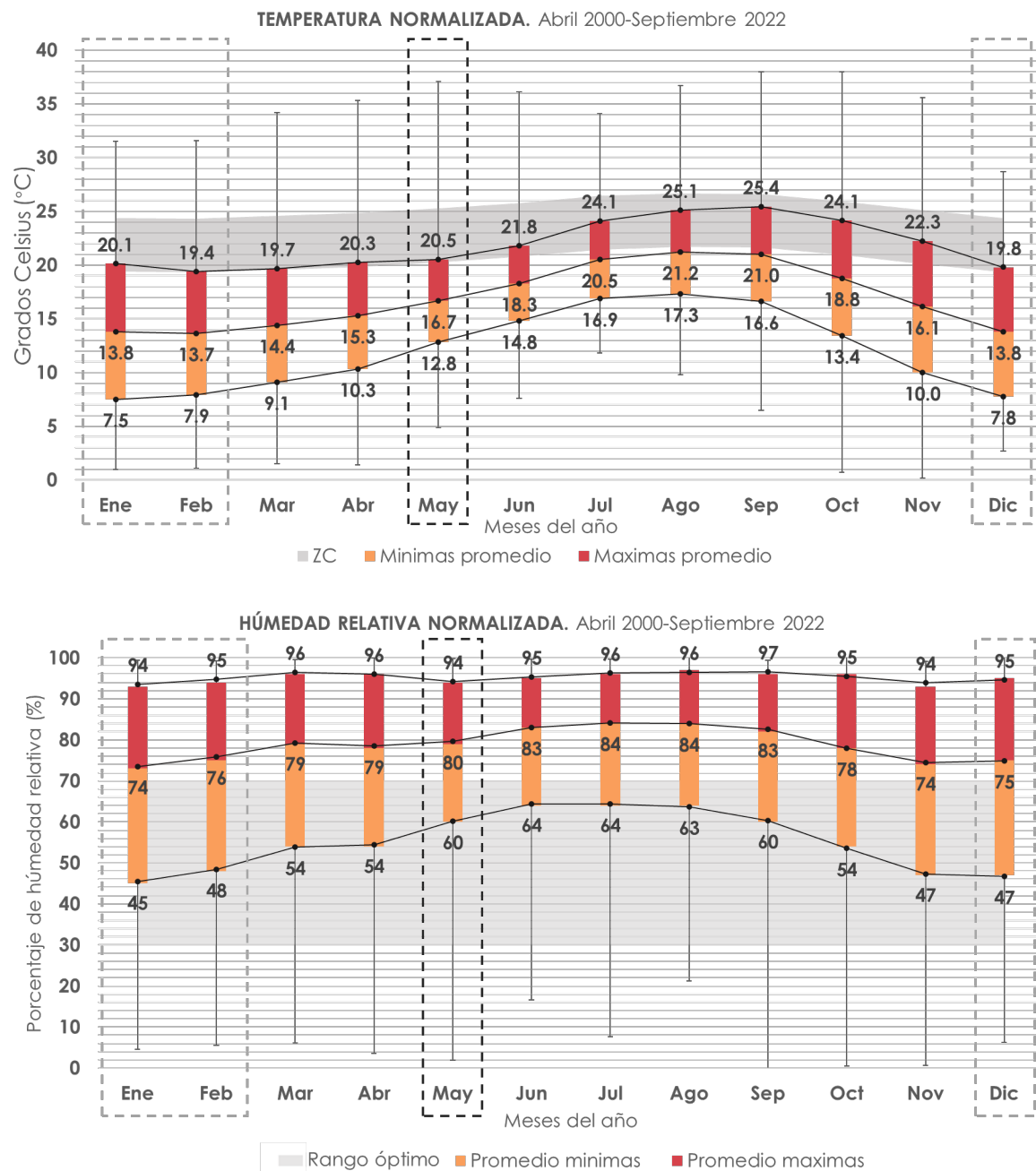
En la Figura 27 se observa que las temperaturas promedio son inferiores a 16 °C entre los meses de diciembre y abril, mientras que de junio a octubre superan los 18 °C. Los meses de mayo y noviembre registran temperaturas promedio entre 16 °C y 17 °C. Por otro lado, la HR es especialmente alta entre mayo y septiembre, con valores medios por encima del 80 % y mínimos promedios superiores al 60 %.

Por esta razón, se seleccionó el periodo de diciembre a febrero para realizar el primer monitoreo en la época más fría del año, caracterizada además por una HR relativamente baja en comparación con el resto del año. En este periodo también se llevó a cabo la aplicación de cuestionarios que, aunque planeaba realizarse dos veces, debido a la baja participación y las dificultades que se presentaron se decidió limitarlo a una única aplicación.

Para garantizar una comparación bajo condiciones distintas, se eligió llevar a cabo un segundo monitoreo al finalizar el periodo frío, por lo que se seleccionó el mes de mayo. Este mes presenta temperaturas y niveles de HR superiores a los de los meses fríos, además de mayores valores de radiación solar y precipitaciones como se describe a continuación.

Figura 27

Comportamiento de la temperatura de bulbo seco anual de la región de San Quintín



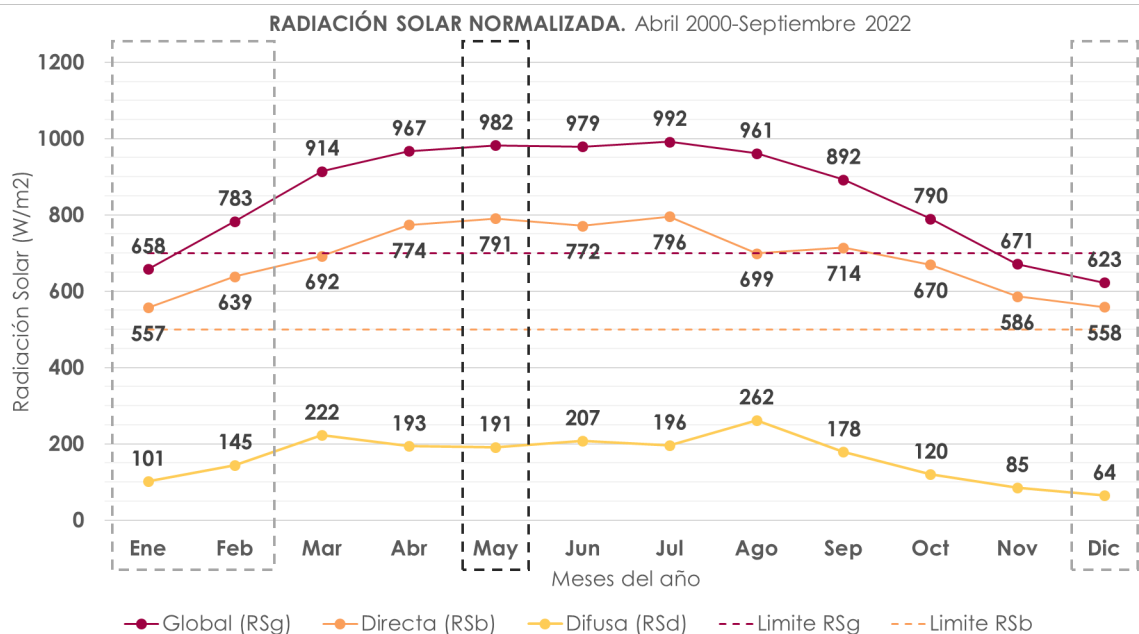
Nota. Los recuadros grises abarcan el primer monitoreo. El recuadro gris oscuro indica el segundo monitoreo.

Para analizar la radiación solar se analizó fue necesario recurrir al estudio de Fernández-Zayas & Estrada-Cajigal (1983) para estimar la Radiación Difusa (RSd) y la Radiación Global (RSg), dado que la EMA solo obtiene datos de la Radiación Solar Directa (RSb). Los límites utilizados para identificar valores altos de RSg y RSb se basaron en Fuentes (2002), así que se estableció en 700 W/m² para la global y 500 W/m² para la directa.

En la Figura 28 se observa que la RSg presenta niveles altos durante la mayor parte del año, con excepción de los meses de noviembre, diciembre y enero. Por su parte, la RSb mantiene niveles altos todo el año. La RSd varía significativamente a lo largo del año, es especialmente baja entre septiembre y febrero, con niveles por debajo de los 200 W/m². Durante los meses seleccionados para el primer monitoreo la RSg es aproximadamente 200 W/m² menor que la registrada en mayo, mientras que la RSb es más de 100 W/m² inferior.

Figura 28

Comportamiento de la radiación solar anual de la región de San Quintín



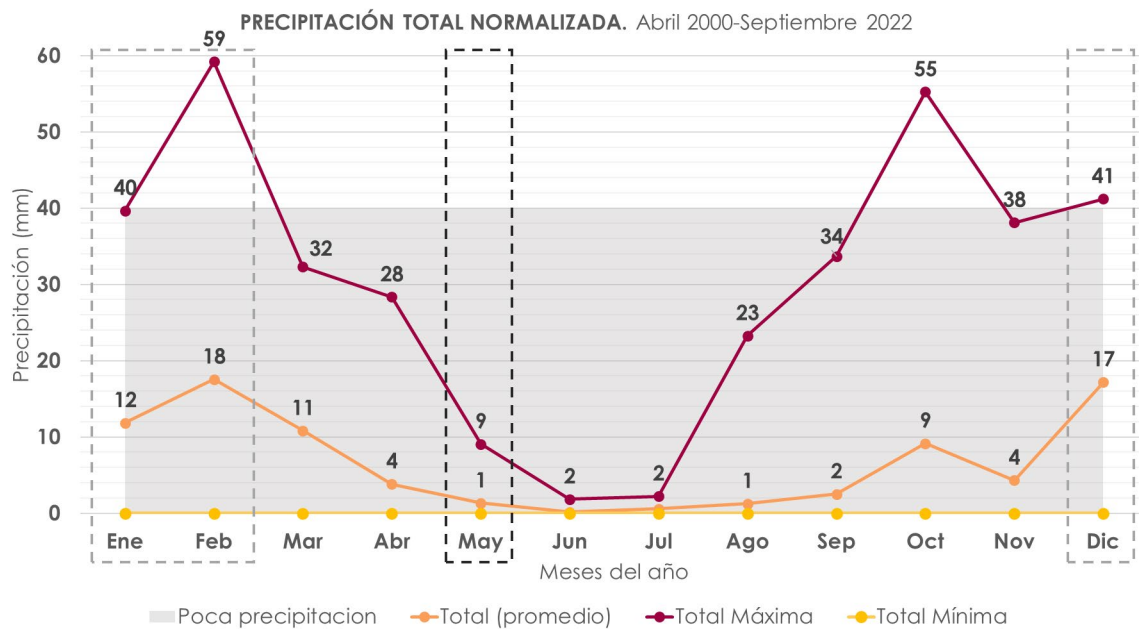
Nota. Los recuadros grises abarcan el primer monitoreo. El recuadro gris oscuro indica el segundo monitoreo.

De acuerdo con Fuentes (2004), se considera lluvia fuerte cuando son sobrepasados los 150 mm de precipitación total en un mes, poca lluvia cuando es menor a los 40 mm y lluvia moderada cuando se está dentro de ambos límites.

Como se puede observar en la Figura 29, la precipitación promedio se encuentra incluso por debajo de los 20 mm en todos los meses, es el valor la mitad de lo requerido para considerarse lluvia moderada. Por tanto, puede inferirse que se trata de una región seca. Solo las precipitaciones máximas extremas en los meses de octubre y febrero han pasado el límite para considerarse moderadas. Nuevamente se observa como mayo presenta niveles de precipitación claramente diferenciados de los meses identificados dentro del periodo frío.

Figura 29

Comportamiento de la precipitación anual de la región de San Quintín



Nota. Los recuadros grises abarcan el primer monitoreo. El recuadro gris oscuro indica el segundo monitoreo.

3.2.4.1. Análisis térmico

Para analizar la Temperatura y su relación con los requerimientos térmicos de la población, se utiliza la Temperatura Neutra (T_n) que es la temperatura ideal para que las personas no adviertan malestar relacionado a las condiciones térmicas del ambiente. Por practicidad, se usó la ecuación lineal de Auliciems (1981) ya que es ampliamente aceptada alrededor del mundo. La ecuación permite obtener la T_n , a partir de la temperatura media exterior, y es la siguiente:

$$T_n = 17.6 + 0.31T_{med}$$

Donde:

T_n = Temperatura neutra.

T_{med} = Temperatura media del periodo de estudio (mensual/anual)

A partir de obtener la T_n (Auliciems & Szokolay (1997) proponen una amplitud térmica de entre $\pm 2,0K$ a $\pm 2,5K$ sobre la T_n para periodos anuales, lo cual constituye la Zona de Confort (ZC), debido a que basta con acercarse a la T_n para no advertir malestar. De modo que los límites para la ZC de la localidad de San Quintín se obtienen de la siguiente forma:

- $ZC_s = T_n + 2,5K$
- $ZC_i = T_n - 2,5K$

En la Tabla 21 se presenta la T_n y la ZC de cada mes que fue monitoreado.

Tabla 21

Zona de Confort durante los meses monitoreados

	<i>Periodo frio</i>			<i>Transición</i>
	<i>Diciembre</i>	<i>Enero</i>	<i>Febrero</i>	<i>Mayo</i>
<i>T_{med}</i>	13.8 °C	13.8 °C	13.7 °C	16.7 °C
<i>T_n</i>	21.9 °C	21.9 °C	21.8 °C	22.8 °C
<i>ZC_i</i>	19.4 °C	19.4 °C	19.3 °C	20.3 °C
<i>ZC_s</i>	24.4 °C	24.4 °C	24.3 °C	25.3 °C

Nota. Límite de Zona de Confort inferior (ZC_i), límite de zona de Confort superior (ZC_s).

3.2.5. Herramientas, instrumentos y programas de cómputo

En este apartado se presentan las herramientas e instrumentos utilizados para la investigación. Para fines de una mejor organización la presentación de estos equipos se dividió en tres partes: estudio preliminar, monitoreo y aplicación de cuestionarios.

3.2.5.1. Estudio preliminar

El estudio preliminar consistió principalmente del levantamiento fotográfico, un teléfono celular se usó como instrumento principal para capturar imágenes de las viviendas a nivel de calle. Además, se empleó un dron para obtener imágenes aéreas que facilitaran la identificación de la forma en planta de las viviendas. En algunas zonas, donde no fue posible el levantamiento con dron, se utilizó el programa Google Earth Pro (2023), como se muestra en la Tabla 22.

Tabla 22

Equipo para obtención de imágenes

Dron	Google Earth Pro	Telefono celular
		

Otros programas de computadora de ayuda durante esta fase:

- *Google drive*: Se empleó la aplicación de diapositivas para ordenar las fotografías y asignarles una clave. Se optó por esta opción ya que facilita el trabajo colaborativo.
- *Excel*: Se creó un sistema de captura y una base de datos para el registro de las características de las viviendas de manera sistematizada.

3.2.5.2. Aplicación de cuestionarios

Para el levantamiento de las características físicas de las viviendas, se utilizó un flexómetro y un medidor láser para obtener las dimensiones de las viviendas y de elementos como las ventanas (Tabla 23).

Tabla 23

Equipo de medición

Instrumento	Indicador	Rango operativo	Precisión
Medidor laser GLM 40 Professional			
	<i>Distancia</i>	<i>0.15–40 metros</i>	<i>±1.5 mm</i>
		<i>Condiciones desfavorables 20 metros</i>	<i>Condiciones desfavorables ±3.0 mm</i>
	<i>Distancia</i>	<i>0-8 metros</i>	<i>-</i>

Nota. Manual de usuario

Se utilizaron cuestionarios de preguntas cerradas para recopilar datos básicos de los ocupantes, su opinión sobre diversos indicadores de habitabilidad ambiental (HA) y detalles sobre las características físicas y el proceso constructivo de sus viviendas. Esto con el propósito de obtener información subjetiva sobre la percepción de los habitantes en relación con las condiciones ambientales y el espacio construido.

Los detalles del cuestionario se abordan en mayor profundidad en el apartado 3.3 Diseño del cuestionario.

Para el monitoreo de las condiciones ambientales se emplearon diferentes instrumentos de acuerdo a los datos que se requieran recolectar. Estos se detallan en la Tabla 24.

Tabla 24

Instrumentos de monitoreo de condiciones ambientales al interior de las viviendas

Instrumento	Indicador	Rango operativo	Precisión
Carbon Dioxide Meter Model CO240			
	CO ₂	0 a 9,999 ppm	± (75 ppm + 5 % de lectura) 0 a 2,000 ppm
	Temperatura	-10 a 50 °C (0.1° resolución)	± 1.0 °C
	Humedad relativa (HR)	10 a 90 %	± 5 % a 25 °C
	Temperatura de bulbo húmedo (TBH)	-11 a 48.2 °C (0.1 °C resolución)	
Heat Stress WBGT Meter Model HT30			
	Temperatura de bulbo húmedo (TBH)	0 °C a 50 °C	Calculado a partir de parámetros medidos
	Temperatura de Globo Negro (TG)	0 a 80 °C	± 2°C (4°F) interiores ± 1°C (1.8°F) exteriores
	Temperatura del Aire	0 °C a 50 °C	± 1°C (1.8°F)
	Humedad relativa (HR)	0 a 100 %	± 3 % (10 a 95 % HR)
White LED Light Meter Model LT40			
	Iluminación	0 – 400, 000 lux	Luz led Blanca ± 3 % Lux Otra Fuente de luz ± 8 % Lux
Digital Sound Level Meter 407730			
	Nivel de presión del sonido	40 a130 dB (A wtg), 45 a 130 dB (C wtg)	± 2 dB @1 kHz (bajo condiciones de referencia) / 0.1 dB

Mini Hygro Thermo-anemometer Model 45158



Velocidad del viento

0.50 a 28.00 m/s
(0.01 m/s resolución)

$\pm (3 \% + 0.2 \text{ m/s})$

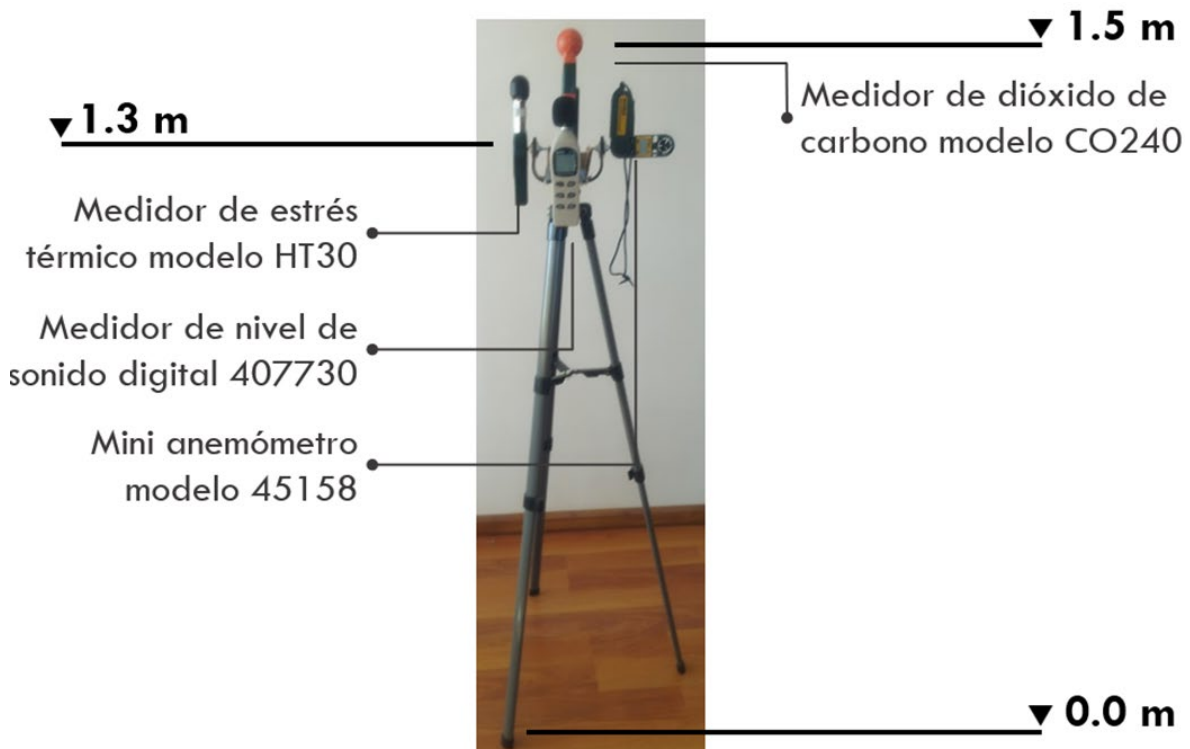
Nota. Adaptado del respectivo manual de usuario.

Todos los instrumentos con excepción del luxómetro se montaron en un trípode adaptado para acomodarlos. De acuerdo con la normativa ANSI/ASHRAE Standard 55-2023 (ANSI/ASHRAE, 2023) para la medición de la temperatura del aire se sugiere entre otras una altura de 1.1 m para personas sentadas y 1.6 m a personas de pie.

Por cuestiones prácticas, se decidió emplazar el medidor térmico a una altura intermedia de 1.3 m al igual que el sonómetro y el anemómetro como se observa en la Figura 30. Por otro lado, el medidor de CO₂ se colocó a una altura de 1.5 m, como la norma ISO 16000 (2017) sugiere.

Figura 30

Instrumentos y alturas empleados para la medición y el registro de variables físicas



3.2.5.3. Monitoreo

Monitoreo de condiciones climáticas

Para la recolección de las condiciones meteorológicas se empleó una estación meteorológica portable AcuRite Atlas modelo 06059. Su información operativa se presenta en la Tabla 25.

Tabla 25

Instrumentos de monitoreo de condiciones meteorológicas

Instrumento	Indicador	Rango operativo	Precisión
AcuRite Atlas modelo 06059			
	<i>Temperatura</i>	-40 °C a 70 °C	±0.55 °C
	<i>Humedad relativa</i>	1-100 %	±2 % HR
	<i>Velocidad del viento</i>	0-257 km/h	±1.6 km/h ≤16 km/h ±10 % >16 km/h
	<i>Dirección del viento</i>	360°	±3°
	<i>Lluvia</i>	mm	±5 %

Nota. Adaptado del respectivo manual de usuario.

Monitoreo al interior de las viviendas

Para el monitoreo al interior de las viviendas se emplearon diferentes equipos en los dos periodos de monitoreo. Durante el primer período se utilizaron dos CO210 Extech data loggers y durante el segundo se emplearon cinco Elitech RC-31H. Sus características se presentan en la Tabla 26.

Tabla 26

Instrumentos de monitoreo continuo

Instrumento	Indicador	Rango operativo	Precisión
Desktop Indoor Air Quality CO2 Extech CO210 cantidad 2			
	CO ₂	0 a 9,999 ppm	± 5 % de lectura + 50 ppm
	Temperatura	-10 a 60 °C (0.1 °C resolución)	± 0.6 °C
	Humedad relativa	10 a 90 %HR	± 3 % (10 a 90 %) ± 5 % (< 10 a > 90 %)
Elitech® RC-51H cantidad 5			
	Temperatura	-30 °C ~+70 °C (0.1° resolución)	± 0.5 °C (-20 a 40 °C) ± 1 °C (< -20 o > 90 °C)
	Humedad relativa	10 %~95 % (0.1 % resolución)	± 3% (20 a 90%) ± 5 % (< 20 % o > 90 %)

Nota. Adaptado del respectivo manual de usuario.

3.2.6. Recolección virtual o real de datos

Este apartado presenta las estrategias empleadas para la recolección de los datos en campo mediante el uso de los equipos previamente descritos. Al igual que la sección anterior, esta se divide en tres partes: estudio preliminar, aplicación de cuestionarios y monitoreo.

3.2.6.1. Estudio preliminar

Se realizó un recorrido a pie en la zona de estudio para identificar las características presentes en las viviendas de autoproducción. Se tomaron fotografías de cada vivienda visible desde la calle.

Para facilitar el levantamiento fotográfico se dividió la localidad en diferentes zonas identificadas con una letra y a cada manzana se le asignó un número. Se imprimieron hojas con las manzanas por cada zona para llevar el registro de las viviendas fotografiadas (Figura 31).

Finalmente, se logró identificar un total de 1,308 viviendas que fueron fotografiadas y organizadas por zona y por manzana, a las cuales se les asignó un código único de acuerdo a la zona y manzana en que se ubican. Posteriormente, se recopilaron en una base de datos las características físicas de estas viviendas para permitir su clasificación en diferentes tipologías constructivas.

La Tabla 27 presenta los criterios empleados para el registro de las características de la vivienda a través de las fotografías recolectadas. Esta es una adaptación de la guía creada y usada con este propósito originalmente.

Tabla 27

Criterios para el registro de características de la vivienda

Ubicación de lote:
1. <u>Esquina</u> si el lote está en la esquina de la manzana 2. <u>Centro</u> si se encuentra entre lotes solo colinda una calle 3. <u>2 calles</u> si no se encuentra en esquina y está colinda con 2 calles paralelas 4. <u>3 calles</u> si el terreno está en un extremo de la manzana y colinda con 3 calles distintas
Calle del lote:
Orientación en que la o las calles colindantes se encuentran respecto al terreno. En el caso de 3 calles seleccionar la calle del medio únicamente. 1. Norte, 2. Sur, 3. Este, 4. Oeste, 5. S/O, 6. O/N 7. N/E, 8. E/S, 9. E/O, 10. N/S
Vivienda en el lote:
Ubicación de la Vivienda dentro del terreno. 1. Centro, 2. Frente, 3. Fondo, 4. Laterales, 5. Esquina fondo, 6. Esquina frente, 7. Esquina 2 calles.
Dimensión vivienda/terreno:
Proporción aproximada de la superficie de la vivienda respecto a la superficie del lote. 1. <25 %, 2. 25-50 %, 3. 50-75 %, 4. >75 %
Al límite del terreno
Si la vivienda está directamente colindando con la calle u otro terreno, en caso de que este cerca pero no directamente ya que aparte allá una barda no se considera al límite. 1. Si, terreno colindante, 2. Si, calle, 3. Si, calle y terreno, 4. No
Otras construcciones
Si existen construcciones dentro del terreno además de la vivienda analizada. Otras viviendas dentro del terreno, techos de material que se observen en la imagen del dron y no estén identificadas como viviendas o no se distinga que son. Las letrinas o elementos que formen parte de la vivienda y se consideren más adelante no se consideran como otras construcciones. 1. Si, junto a la casa, 2. Si, junto y separadas, 3. No

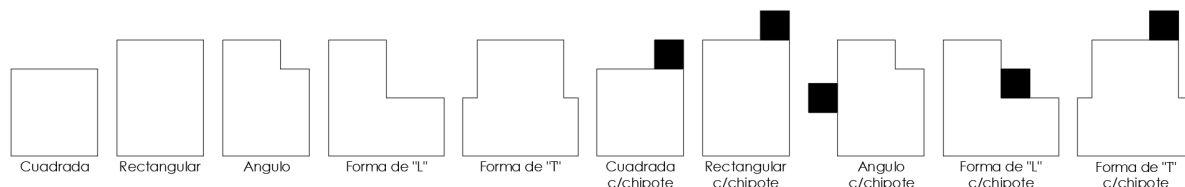
Planta arquitectónica

Es la forma del primer nivel de la vivienda, no se consideran elementos adosados (pórticos, etc.).

*Rectangular cuando a simple vista se distingue que un lado es mayor que el otro.

*Forma de "L", Ángulo y "T" pueden tener proporciones variadas y diferentes orientaciones mientras tengan esa forma.

*C/chipote quiere decir que tiene un volumen distinto de un tamaño mucho menor al principal adosado y que en conjunto modifica la forma de la planta.



Orientación fachada más larga



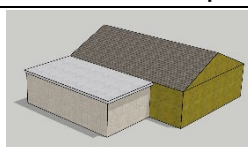
Niveles

1 si es solo de 1 nivel, 2 si es de 2 y el segundo nivel cubre el **total del área** que el primer nivel. 2 parcial significa que la vivienda es de 2 niveles, pero el segundo nivel solo abarca parcialmente el área que el primer nivel. El mismo criterio aplica en el caso del 3 para el tercer nivel y 3 parcial.

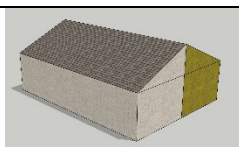
Volúmenes distintos

Si existen partes de la casa con un sistema constructivo diferente en muros, en techos o de ambos. En caso de no existir variación solo se considera 1 volumen. Si se presentan más de dos se selecciona la opción >2. En el registro únicamente se pondrán los datos de los dos principales.

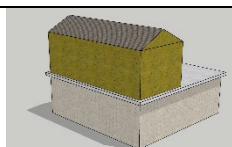
Posición 2 volumen | Negocio



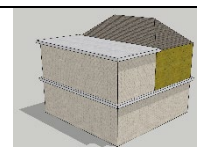
1. Adosado



2. Integrado



2 nivel



2 nivel parcial

Material de muros

Material visible de los muros exteriores. En el caso de estar cubierto marcar como bloque de concreto.



Bloque de concreto



Madera



Triplay ranurado



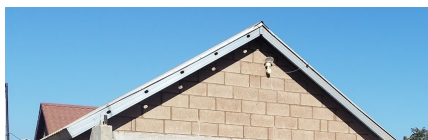
Siding

Estructura del techo

Se refiere al material que porta el techo. En algunos casos es visible y en su mayoría son barrotes de madera. En caso de que no sea visible se selecciona esa opción.



Barrote de madera



Metal sistema



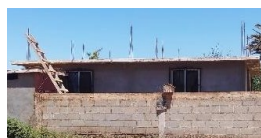
Polines metálicos

Material de techo

La mayoría son losas de concreto o de madera. Los de madera presentan mayor variedad de formas y tienen más combinaciones con diferentes tipos de cubiertas.



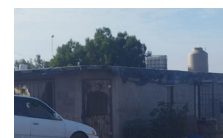
Madera



Losa de concreto



Lámina



Bolsa de plástico

Material de la cubierta



Teja asfáltica



Cartón arenado



Tejas de plástico



Plástico



Lamina

Vista aérea:

- En caso de que el techo sea **losa de concreto**, puede ser aparente o con impermeabilizante. Aparente se identifica en la vista aérea, significa que está el concreto expuesto directamente por lo que tiene esa apariencia. **Impermeabilizante** si esta coloreado de color rojo u otro.
- En los techos de madera si no se identifica claramente si es cartón arenado o teja asfáltica desde las fotos de la calle, se selecciona la opción "Teja asfáltica o cartón arenado".

Forma de la cubierta

La forma de la cubierta se hace por volumen. En el caso que haya 2 formas como en las imágenes se ponen ambas, una en cada opción. En caso de que el techo no se ajuste a ninguna definición o tenga más variaciones que solo 2 se selecciona la opción "**Otra**".

1. Inclinado, 2. 2 aguas, 3. 4 aguas, 4. Otra, 5. No se distingue



Inclinado | Inclinado



2 aguas| Inclinado



2 aguas | 2 aguas

Recubrimiento/emplaste Pintura
<u>Sin recubrimiento</u> si el material de construcción no esté cubierto la casa y el material de construcción queda directamente visible. <u>Parcial</u> si solo una parte está cubierta. <u>Total</u>, si la totalidad de la vivienda tiene emplaste. <u>No visible</u> si no se alcanza a apreciar en las fotografías.
Tonalidad
Se refiere al tono general de la pintura: 1. Oscuro, 2. Intermedio, 3. Claro
Pórtico Balcón Cochera
1. <u>Integrado</u> si forma parte del mismo volumen y comparten la misma cubierta. 2. <u>Adosado</u> si se encuentra adosado, puede ser o no del mismo material o sistema constructivo que la vivienda, pero no es la misma cubierta. 3. La opción <u>puerta</u> es para pórticos adosados pequeños que únicamente cubren la entrada principal. (También indicar orientación respecto a la casa.)
Chimenea Escalera exterior Cisterna
Únicamente indicar si tiene o no una chimenea.
Tinaco
Posición del tinaco. Pueden ser Rotoplas, cúbicos o incluso rojos, eso resulta indiferente. 1. Sobre la casa, 2. Integrado, 3. Estructura independiente, 4. Otro lugar, 5. N/A
Letrina Cisterna Paneles/calentador solar AC Tanque estacionario
1. Si (en caso de contar con ese elemento) 2. No
Espacios en construcción
1. Ampliación 1 piso, 2. Ampliación 2 piso, 3. Espacio aislado
Elementos futura ampliación
 Castillos en techo  Castillos en suelo  Firme de concreto  Material de construcción
Patologías constructivas
1. Pandeo en losas 2. Erosión basal 3. Humedad, 4. Grietas
Rejas en ventana
En caso de existir rejas en las ventanas se elige el color de las mismas, aunque no todas las ventanas tienen rejas. En el caso de existir rejas de diferentes colores indicar aquel color que predomina.

Material de la barda
Seleccionar el material principal de la barda que está hacia la calle. En caso de que no haya barda limitando con la calle se selecciona N/A. Las puertas de las bardas no cuentan, solo la barda. Por ejemplo, si el muro es de bloque de concreto y únicamente las puertas son de herrería, el material de la barda es bloque de concreto y no bloque y herrería.
Vegetación
Es la vegetación que está dentro del terreno. No cuenta la que está en la calle. 1. Los <u>árboles/palmeras</u> también contemplan a los pinos y a la vegetación que sea más alta que un nivel de una vivienda. 2. <u>Arbustos</u> es aquella vegetación que no entra en categoría de ornato o cultivo y su altura es menor a la de un nivel de una vivienda. 3. <u>Árboles y arbustos</u> se emplea cuando hay algún tipo de árbol (palmera, pino, árbol) y además arbustos. 4. <u>Ornato</u> se refiere a la presencia de plantas ornamentales, con flores o que estén puestas con fines estéticos. 5. <u>Cultivo</u> se refiere a que tenga una zona de cultivo, como por ejemplo de maíz.

Nota. Esta es una adaptación de la guía original creada y usada con este propósito.

Elementos como el material del piso o relación de ventanas con los muros no se recolectaron en el recorrido debido a las limitaciones asociadas a no acceder a las viviendas. Algunas viviendas se descartaron por ser registradas erróneamente en el paso anterior, por lo que se redujo a un total de 1,076 viviendas.

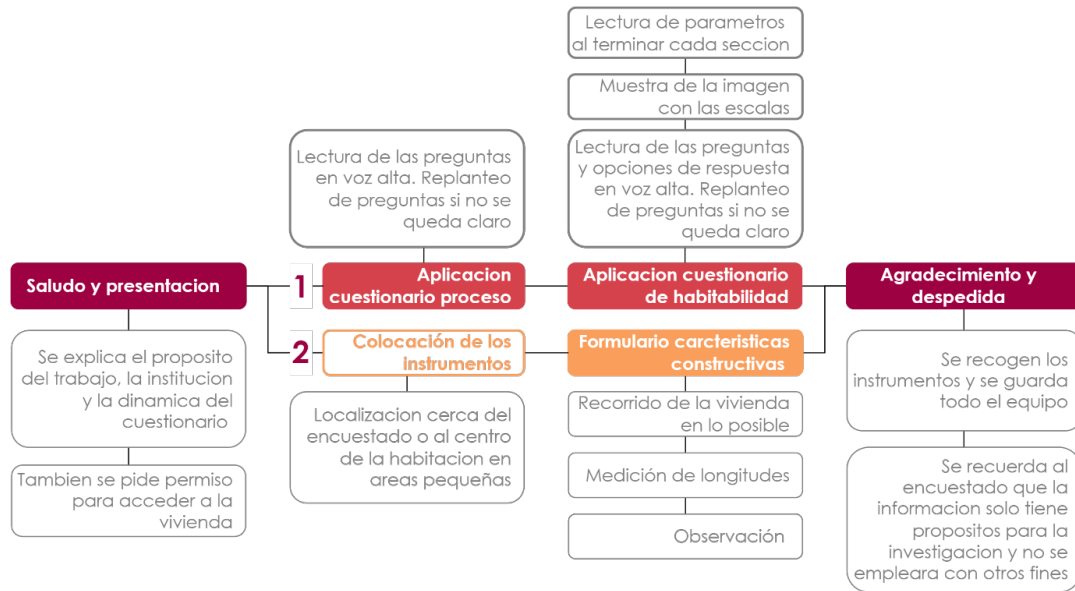
3.2.6.2. Aplicación de cuestionarios

La aplicación del cuestionario requirió de dos personas y se realizó en un lapso de dos semanas, del 5 al 19 de enero de 2024. Durante la primera semana se recorrieron las viviendas identificadas y se aplicaron las encuestas en los casos posibles. En la última semana se realizó una segunda visita para completar las encuestas pendientes.

El protocolo de aplicación se muestra en la Figura 32. Mientras uno de los encuestadores formulaba preguntas sobre el proceso constructivo, el otro preparaba y encendía los equipos. Posteriormente, mientras uno aplicaba el cuestionario de habitabilidad, la otra persona solicitaba permiso para realizar un recorrido rápido por la vivienda, para así observar sus características y tomar las mediciones necesarias para completar el formulario de características constructivas.

Figura 32

Procedimiento aplicación de encuestas



Las variables ambientales se registraron a medida que se avanzaba en el cuestionario, con la excepción de la iluminación. Para esta última, se utilizó un luxómetro de forma independiente, sostenido a la altura de la cadera, y se realizaron mediciones en tres puntos de la habitación: el más oscuro, al centro y el más iluminado (generalmente cerca de una ventana o puerta) similar al método aplicado por Akom et al. (2018) Estas mediciones se realizaron al finalizar el cuestionario para no interrumpir su flujo.

En los casos en que no se permitió el acceso a la vivienda, el cuestionario se aplicó en el exterior, generalmente desde la calle. En estas situaciones, los instrumentos se ubicaron lo más cerca posible del encuestado para obtener los parámetros térmicos y de sonido, mientras que las mediciones de iluminación y CAI no fueron relevantes al estar al aire libre. Al final del cuestionario, se les consultaba a los ocupantes sobre las características físicas de la vivienda y si conocían sus dimensiones, ya que no era posible verificarlas directamente.

Tanto en el exterior como en el interior, el proceso tuvo una duración promedio de 30 minutos, aunque en algunos casos se prolongó debido a las opiniones de los participantes. Al concluir, se agradeció a los ocupantes por su tiempo y colaboración.

3.2.6.3. Monitoreo

Monitoreo de condiciones climáticas

Para la recolección de los datos meteorológicos la estación meteorológica portátil *AcuRite Atlas modelo 06059* fue colocada en el techo de una vivienda. Aunque la Organización Meteorológica Mundial recomienda una altura de 10 m para la colocación de sensores (WMO, 2018), por cuestiones de accesibilidad se emplazó a una altura de 9.5 m respecto al suelo. Sin embargo, se respetó la altura de 1.5 m en relación al techo que establece el manual de la estación meteorológica para evitar la radiación de calor de las superficies. Por seguridad, se le colocaron tensores para disminuir la alteración en los datos. En la Figura 33 se presenta la ubicación de la estación.

Figura 33

Emplazamiento de la estación meteorológica portátil AcuRite Atlas modelo 06059



Nota. Estación meteorológica portable emplazada en el sitio (izquierda). Ubicación de la estación dentro de la localidad Emiliano Zapata (derecha). Mapa adaptado de Google Earth Pro (2023).

Los datos recolectados, su unidad de medición, el intervalo de tiempo en que fueron recolectados y el tiempo que estuvo operativa la unidad se presentan en la Tabla 28.

Tabla 28

Recolección de datos meteorológicos

Indicador	Unidad de medición	Intervalo	Período de operación
<i>Temperatura</i>	°F	30 s	-
<i>Humedad relativa</i>	%	30 s	-
<i>Velocidad del viento</i>	mph	10 s.	-
<i>Dirección del viento</i>	°	30 s.	-

Nota. Adaptado del respectivo manual de usuario.

Monitoreo al interior de las viviendas

Previo a la colocación de los instrumentos, se realizó un levantamiento arquitectónico de las viviendas a monitorear con el apoyo del medidor laser y el flexómetro empleado también durante la aplicación de cuestionarios.

Durante el periodo frío se disponía de dos aparatos únicamente, por lo que ambos se emplazaron una vivienda a la vez durante 10 días en un lapso de 2 meses. En el periodo de transición, se realizó el monitoreo de manera paralela en tres de las cuatro viviendas lo cual permite una comparación directa del desempeño. Los parámetros registrados en cada periodo se presentan en la Tabla 29.

Tabla 29

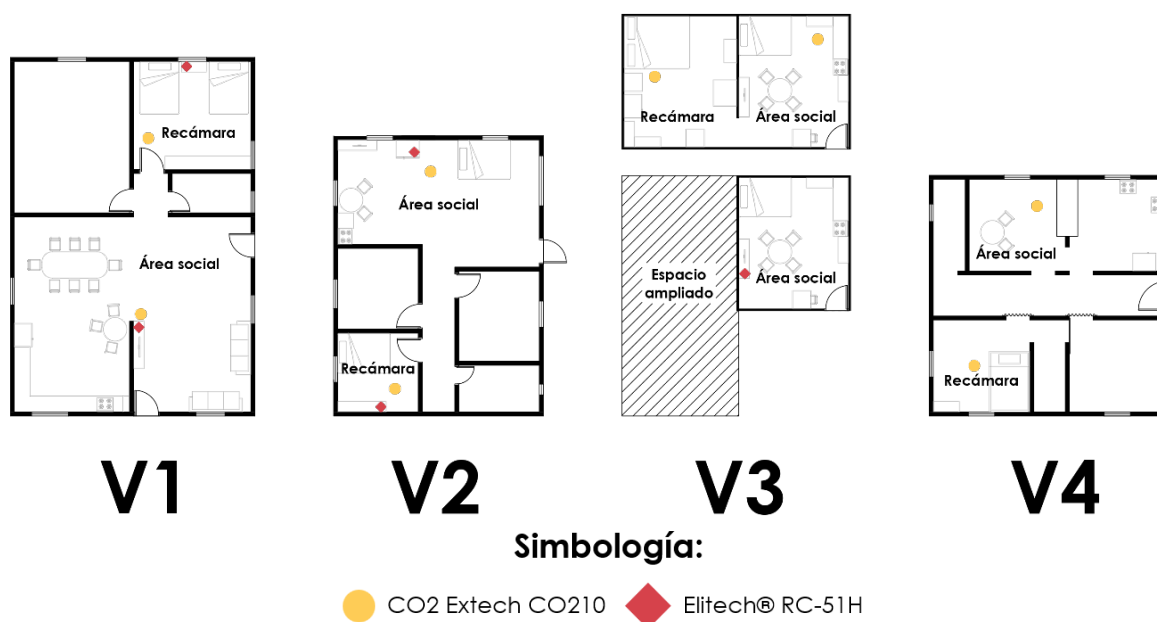
Parámetros monitoreados periodo frío

Indicador	Unidad de medición	Intervalo	Período de operación
Periodo frío			
<i>Temperatura</i>	°C	15 min	10 días
<i>Humedad relativa</i>	%	15 min	10 días
CO ₂	ppm	15 min	10 días
Periodo de transición			
<i>Temperatura</i>	°C	5 min	6 días
<i>Humedad relativa</i>	%	5 min	6 días

La distribución de los dispositivos en las viviendas se muestra en la Figura 34. Debido a la indisposición de los ocupantes, la vivienda V4 no pudo ser monitoreada en el segundo período, y en la vivienda V3 solo se tuvo acceso al área social. Se procuró colocar los dispositivos lo más al centro posible de cada habitación sin interferir con las actividades de los ocupantes.

Figura 34

Ubicación del equipo en ambos periodos

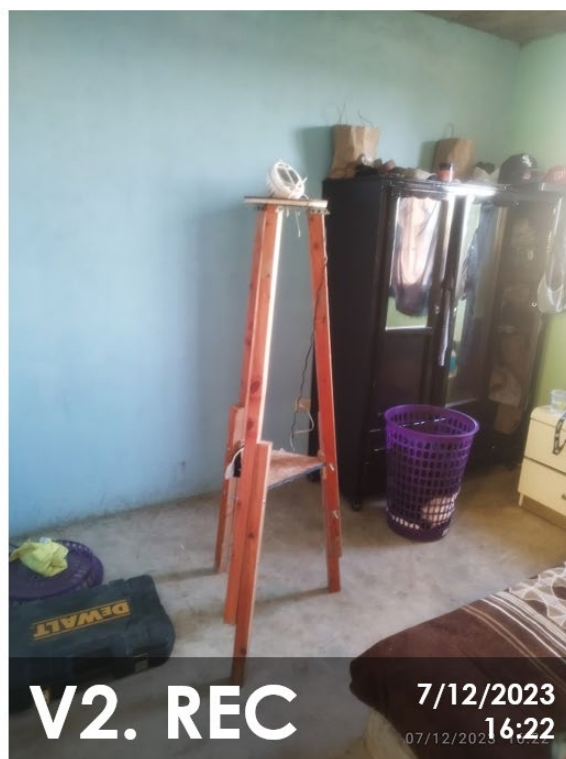
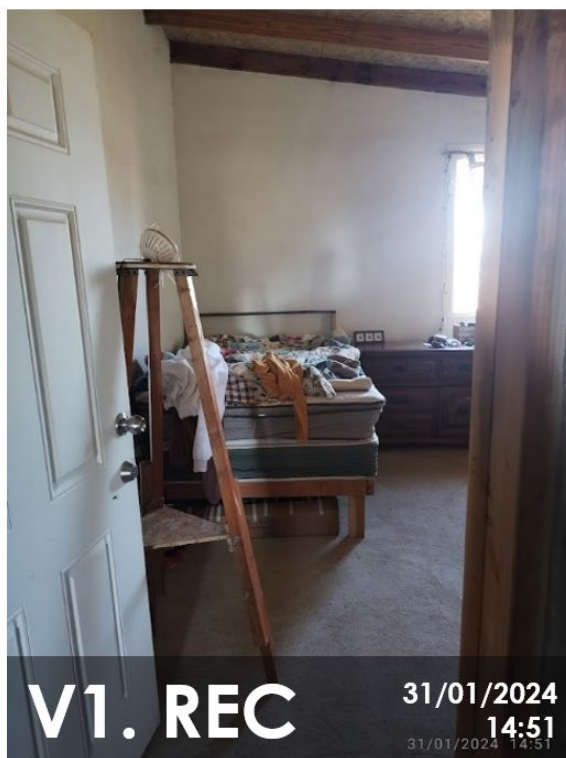


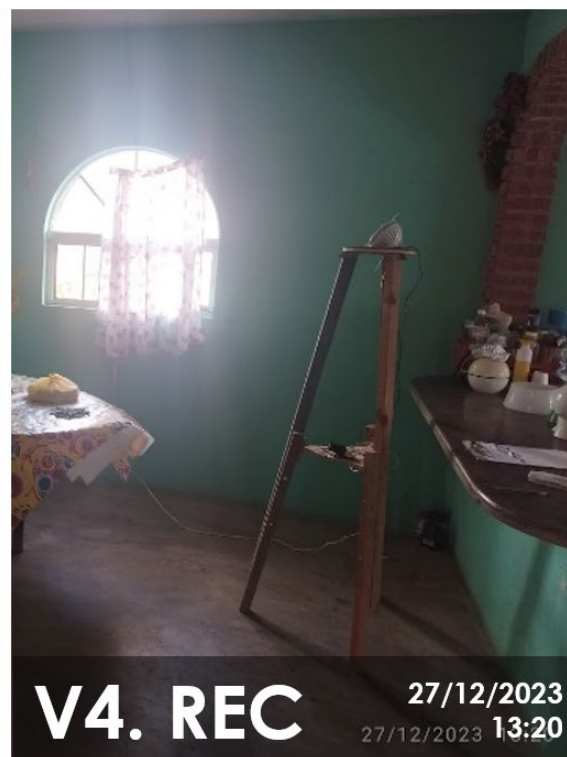
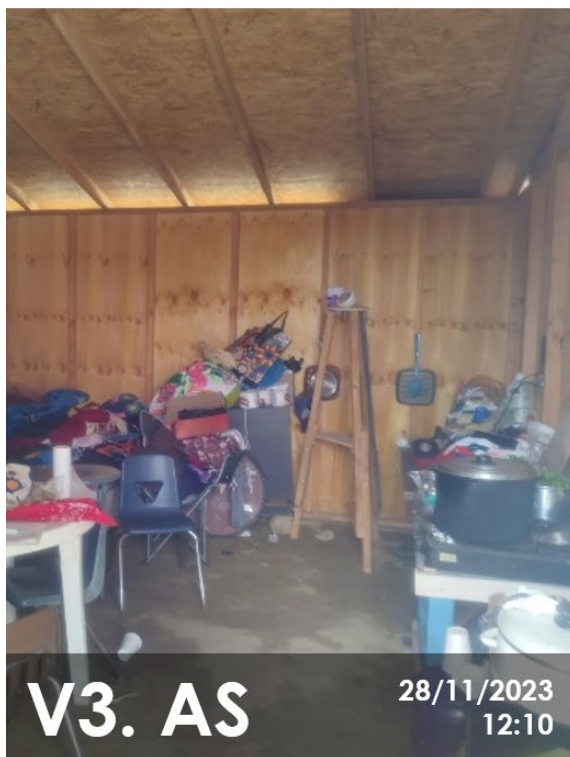
Nota. Se presenta V3 antes (superior) y después de las modificaciones (inferior).

Durante el periodo frío, la disposición de los instrumentos se realizó con la medición de CO₂ en el aire como prioridad. De acuerdo con la norma ISO 16000 (2017), en estancias de hasta 50 m² basta con un único punto de muestreo, el cual debe ubicarse a una altura de 1.5 m y a una distancia mínima de 1-2 m respecto a las paredes. Otros estudios también recomiendan esta altura como óptima para la medición de CO₂ (Yao et al., 2022). Para asegurar la estabilidad del dispositivo y prevenir movimientos o caídas, se colocó sobre una base de madera sólida y pesada como se observa en la Figura 35.

Figura 35

Equipos colocados al interior durante el período frío



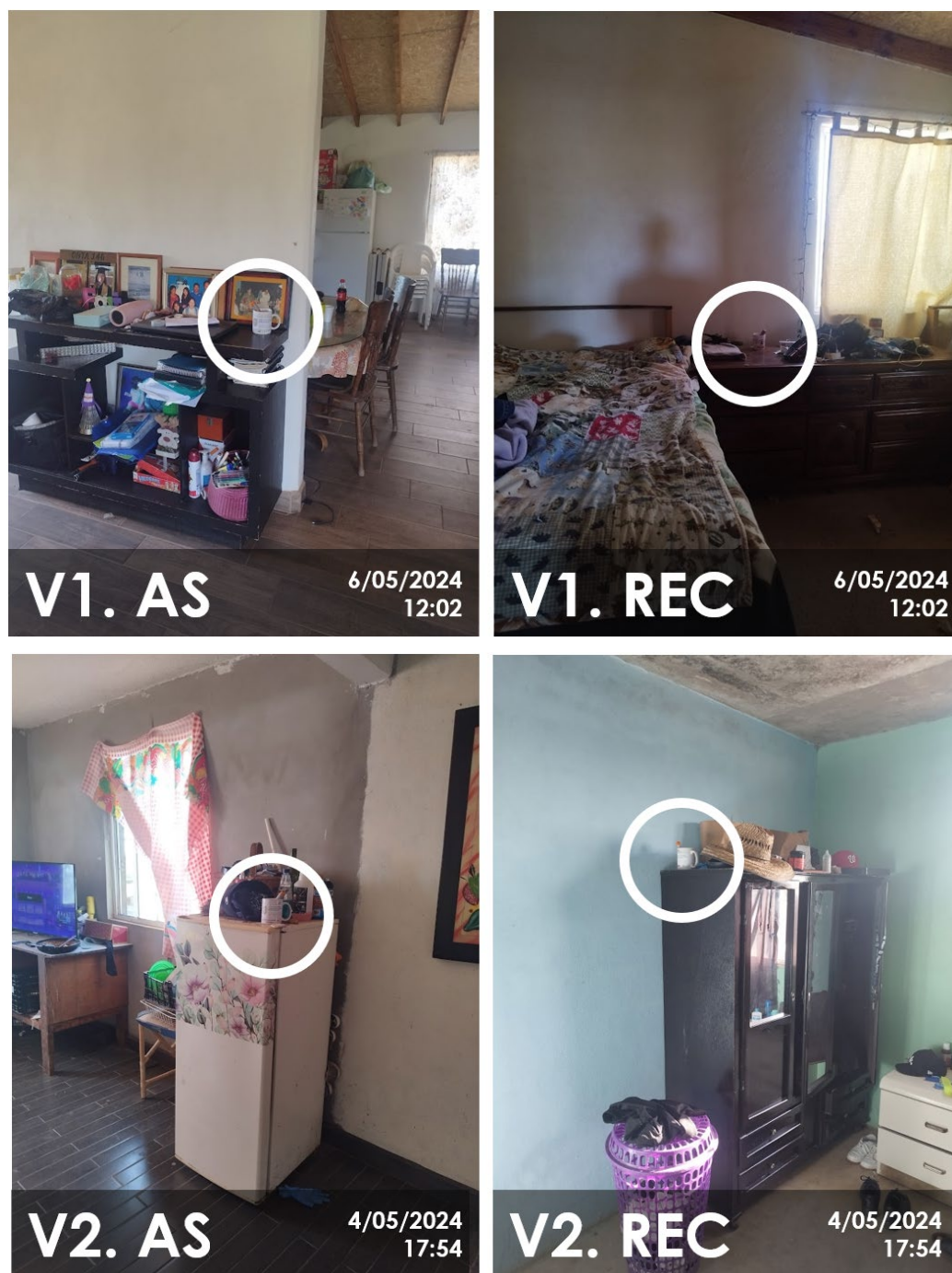


Nota. Fotografías tomadas por el autor, la fecha y hora se indica en cada imagen.

Dado que los dispositivos utilizados durante el segundo período son de menor tamaño, se colocaron en tazas las cuales se ubicaron sobre el mobiliario de las viviendas según conveniencia, sin una altura fija específica (Figura 36).

Figura 36

Ubicación de los instrumentos de monitoreo





Nota. Fotografías tomadas por el autor, la fecha y hora se indica en cada imagen.

3.2.7. Diseño del cuestionario

El cuestionario se basó en gran medida en el proyecto de *Vivienda adecuada, hábitat sustentable y cohesión social. Alternativas para mejorar las condiciones de pobreza urbana en zonas vulnerables de atención prioritaria en tres ciudades de México (Ciudad Juárez, Mérida y Mexicali)* con Clave 321261 que forma parte de los *Proyectos Nacionales de investigación e incidencia para una vivienda adecuada y acceso justo al hábitat*.

Se realizaron adaptaciones específicas alineadas con los objetivos de la presente investigación, las cuales se dividen en dos partes. La primera consiste en un cuestionario estructurado en dos apartados: el primero enfocado en el proceso constructivo y los servicios, y el segundo en la habitabilidad ambiental. La segunda parte corresponde a un formulario diseñado para registrar las características constructivas de la vivienda mediante observación directa. Cada componente se organiza en diferentes secciones que se describen a continuación.

3.2.7.1. Cuestionario proceso constructivo y servicios

La primera sección del cuestionario es para los datos de control como fecha y hora de la encuesta y la clave de la vivienda. Le sigue una sección para la captura de la información demográfica, como edad del encuestado, género, número de habitantes de la vivienda y parentesco. También se pregunta sobre la propiedad de la misma, si es propia, de algún familiar que no viva ahí o es rentada.

La tercera sección aborda el proceso constructivo que la vivienda haya atravesado. Como la literatura indica, las viviendas autoproducidas tienen un carácter progresivo. Para aproximarse a esto, se pregunta sobre la construcción de la vivienda y procesos de ampliación o remodelación realizados en los últimos 5 años. Debido a que en la mayoría de casos no hay manera de estar seguro de las fechas en que se realizan esas actividades, se optó por hacer referencia a un periodo relativamente reciente con el propósito de evitar confusión de los respondientes.

La cuarta sección hace referencia a ampliaciones o remodelaciones que se tengan contempladas a futuro. Comparte las mismas preguntas que la sección anterior, lo que difiere es la temporalidad. En la quinta sección se abordan los servicios que a veces no son visibles a simple vista. Además del equipamiento como boiler o tanque de gas del que se disponga. La estructura del cuestionario se presenta en la Figura 37.

.

Figura 37

Cuestionario sección proceso constructivo y servicios

HABITABILIDAD AMBIENTAL EN LAS TIPOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS DE LA VIVIENDA AUTOPRODUCIDA EN SAN QUINTÍN, BAJA CALIFORNIA.
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA, FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y DISEÑO
Arq. Abner Jacob Ocampo Mendoza, Dr. Gonzalo Bojórquez Morales, Dra. Cristina Sotelo Salas
(abner.ocampo@uabc.edu.mx, cristina.sotelo@uabc.edu.mx, gonzalobojorquez@uabc.edu.mx)
Universidad Autónoma de Baja California
Cedula de CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS, Ciudad: Ejido Emiliano Zapata, Baja California Versión 1.1



Cedula de CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS
Localidad: Ejido Emiliano Zapata, San Quintín, B.C.
Versión 1.1

Esta cedula tiene el propósito de recabar información que permita proponer acciones para mejorar las condiciones de calidad de vida de la vivienda en San Quintín. Por ello, se solicita de su ayuda para contestar las preguntas de este cuestionario, lo que le llevará alrededor de 20 minutos. La información que proporcione será confidencial.
INSTRUCCIONES: Dibuje una marca de verificación (facha) "X", en el área correspondiente a la respuesta. En algunos casos, se debe llenar el campo indicado. Las preguntas con asterisco (*) corresponden a información a llenar, sin preguntarla al encuestado.

01. DATOS DE CONTROL			
1*. Folio de cuestionario: []	2. Fecha (dd/mm/aa): []	3*. Hora inicial (hh:mm): []	4*. Hora final (hh:mm): []
5*. Encuestadores (nombre, apellido):		6*. Captura (nombre, apellido):	
7. Clave de la vivienda:		8. Tipología:	

02. DATOS DEL ENCUESTADO			
9. Género: [M] [F]	10. Edad: [] años	11. Años viviendo en la vivienda: [] años	12. Siempre ha vivido en la localidad []
13. Lugar donde vivía antes: []		14. Número de personas que viven en la vivienda []	
15a. [] 0 a 14 años	15b. [] 60 y más	16. Crecimiento familiar []	17. Propiedad de la vivienda []
18. [] Propia		19. [] Prestada de algún familiar [] Comprada	

03. PROCESO CONSTRUCTIVO			
20. ¿La vivienda se construyó en los últimos 5 años? [] Si [] No			
21. ¿Quién participó en la construcción? [] Habitantes de la viv. [] Otros familiares [] Amigos [] Vecinos [] Albañil [] Otro: []			
22. ¿Se realizó alguna ampliación a la vivienda en los últimos 5 años? [] Si [] No			
23. En caso de haberse realizado una ampliación ¿Qué tipo de ampliación fue? [] Ninguna [] Ampliación de espacio existente [] Espacio nuevo [] Otro: []			
24. Tipo de espacio [] Cocina [] Comedor [] Sala [] Recámara [] Otro: []			
25. [] Baño completo [] Baño s/sanitario [] Baño s/ducha [] Cuarto lavado [] Cochera []			
26. ¿Quién participó en la construcción de la ampliación? [] Habitantes de la viv. [] Otros familiares [] Amigos [] Vecinos [] Albañil [] Otro: []			
27. ¿Se realizó alguna remodelación en los últimos 5 años? [] Si [] No			
28. Tipo de remodelación menor [] Emplaste ext. [] Emplaste interior [] Pintura al interior [] Pintura exterior [] Otro: []			
29. [] Instalación eléctrica sanitaria [] Instalación hidráulica [] Reparaciones menores []			
30. Tipo de remodelación mayor [] Cambio de material de muro [] Cambio material de techo [] Construcción de muro divisorio [] Derrumbe de algún muro [] Abrir un vano []			
31. ¿En caso de haberse realizado una remodelación, a quien recurrió? [] Habitantes de la viv. [] Otros familiares [] Amigos [] Vecinos [] Albañil [] Otro: []			
32. [] Arquitecto [] Ingeniero civil [] Otro: []			

04. PROCESO CONSTRUCTIVO (PROSPECCIÓN)			
33. ¿Planea alguna ampliación en los siguientes 5 años? [] Si [] No			
34. En caso de no tenerla planeada ¿Le gustaría hacer alguna ampliación? [] Si [] No			
35. ¿Qué tipo de ampliación sería? [] Ninguna [] Ampliar espacio existente [] Espacio nuevo [] Segundo piso [] Otro: []			
36. Tipo de espacio [] Cocina [] Comedor [] Sala [] Recámara [] Otro: []			
37. [] Baño completo [] Baño s/sanitario [] Baño s/ducha [] Cuarto lavado [] Cochera []			
38. ¿En caso de ampliar a quien recurriría? [] Habitantes de la viv. [] Otros familiares [] Amigos [] Vecinos [] Albañil [] Otro: []			
39. [] Arquitecto [] Ingeniero civil [] Otro: []			
40. ¿Planea alguna remodelación en los próximos 5 años? [] Si [] No			
41. En caso de no tenerla planeada ¿Le gustaría hacer alguna remodelación? [] Si [] No			
42. Tipo de remodelación menor [] Emplaste ext. [] Emplaste interior [] Pintura al interior [] Pintura exterior [] Otro: []			
43. [] Instalación eléctrica (contactos, focos) [] Instalación tubería sanitaria [] Instalación tubería hidráulica [] Reparaciones menores []			
44. Tipo de remodelación mayor [] Cambio de material de muros externos [] Cambio material de muros internos [] Cambio material de techo [] Cambio de material de cubierta [] Otro: []			
45. [] Abrir un vano para ventana [] Tumbiar algún muro [] Construir muro divisorio []			
46. ¿En caso de remodelar a quien recurriría? [] Habitantes de la viv. [] Otros familiares [] Amigos [] Vecinos [] Albañil [] Otro: []			
47. [] Arquitecto [] Ingeniero civil [] Otro: []			

05. SERVICIOS			
48. ¿La vivienda cuenta con fosa séptica? [] No [] Aguas grises [] Aguas negras [] Otro: []			
49. ¿La vivienda cuenta con Tinaco? [] No [] 1 [] 2 [] Otro: []			
50. ¿La vivienda cuenta con Cisterna? [] No [] Si [] Otro: []			
51. ¿La vivienda cuenta con Agua entubada? [] No [] Si [] Otro: []			
52. ¿La vivienda cuenta con Gas? [] No [] Cilindro de gas [] Tanque estacionario [] Otro: []			
53. ¿La vivienda cuenta con Boiler? [] No [] Estacionario [] De paso [] Otro: []			

Nota. Adaptado de *Vivienda adecuada, hábitat sustentable y cohesión social. Alternativas para mejorar las condiciones de pobreza urbana en zonas vulnerables de atención prioritaria en tres ciudades de México (Ciudad Juárez, Mérida y Mexicali).*

3.2.7.2. Cuestionario habitabilidad ambiental

El apartado de habitabilidad presenta una sección preliminar de 6 preguntas enfocadas a la habitabilidad psicosocial (Figura 38). Estas son tomadas del proyecto *Vivienda adecuada, hábitat sustentable y cohesión social. Alternativas para mejorar las condiciones de pobreza urbana en zonas vulnerables de atención prioritaria en tres ciudades de México (Ciudad Juárez, Mérida y Mexicali)*. Se seleccionaron las que se consideraron más relevantes a los objetivos de la investigación con el fin de evitar extender innecesariamente el cuestionario.

Figura 38

Sección de cuestionario habitabilidad psicosocial

		06. HABITABILIDAD PSICOSOCIAL			
	Escala	1	2	3	
06	Seguridad - 44. ¿Se siente seguro en su vivienda?	☐ Nunca	☐ A veces	☐ Siempre	
	Funcionalidad - 45. ¿Considera que los espacios de la vivienda están distribuidos de forma adecuada?	☐ Nunca	☐ A veces	☐ Siempre	
	Dimensión - 46. ¿Cómo considera el tamaño de su vivienda para albergar a su familia?	☐ Mala	☐ Regular	☐ Buena	
	47. ¿Cómo considera la altura interior de su vivienda?	☐ Mala	☐ Regular	☐ Buena	
	Placer - 48. ¿Considera acogedora su vivienda?	☐ Nunca	☐ A veces	☐ Siempre	
	49. ¿Qué le gustaría que tuviera su vivienda?	☐ Más espacio	☐ Mejor temperatura ambiente	☐ Mayor privacidad	☐ Mayor seguridad

Nota. Adaptado del cuestionario del proyecto *Vivienda adecuada, hábitat sustentable y cohesión social. Alternativas para mejorar las condiciones de pobreza urbana en zonas vulnerables de atención prioritaria en tres ciudades de México (Ciudad Juárez, Mérida y Mexicali)*.

Las cuatro secciones posteriores (7-10) abordan los cuatro parámetros de HA de interés para esta investigación. Cada uno contiene preguntas en diferentes categorías para abordar la satisfacción del ocupante.

Fisiología: Si el respondiente o el resto de los ocupantes cuenta con una condición que altere la manera en que perciben los parámetros físicos.

Medidas de adaptación: Se pregunta sobre las medidas del usuario para ajustarse o ajustar el entorno (e.g. frecuencia de apertura de ventanas/puertas)

Complementarias: Preguntas orientadas a dar mayor comprensión de cada variable tanto de los ocupantes como de los espacios en la vivienda.

Sensación puntual: Se investiga la sensación de los encuestados durante la encuesta para correlacionarla con las mediciones del equipo de monitoreo. Las respuestas se

registran en una escala de siete puntos basada en ASHRAE 55 (ASHRAE, 2023) y la ISO 730 (ISO, 2005) para evaluar el confort térmico, que va de -3 (Mucho frío) a +3 (Mucho calor), e incluye una opción neutral (0).

Se realizó una prueba piloto del cuestionario y se detectó que los encuestados tenían dificultades para interpretar la escala de siete puntos. Por ello, se simplificó a una escala de cinco puntos, como se ha hecho en otros estudios que enfrentaron el mismo problema (Shao et al., 2020, Shao & Jin, 2020). Para el resto de variables se mantuvo la escala original de 5 puntos (Tabla 30).

Tabla 30

Escala de sensación puntual

Voto	Escala
Sensación térmica	1 Frío, 2 Algo de frío, 3 Ni calor ni frío, 4 Algo de calor, 5 Calor.
Preferencia térmica	1 Mas frío, 2 Un poco más frío, 3 Sin cambio, 4 Un poco más de calor, 5 Mas calor
Percepción iluminación	1 Muy mala, 2 Mala, 3 Regular, 4 Buena, 5 Muy buena
Percepción de ruido	1 No se percibe, 2 Débil, 3 Medio, 4 Fuerte, 5 Muy fuerte
Percepción de olores	1 Inaceptable, 2 Algo inaceptable, 3 Regular, 4 Algo aceptable, 5 Aceptable

Nota. Adaptado del cuestionario del proyecto *Vivienda adecuada, hábitat sustentable y cohesión social. Alternativas para mejorar las condiciones de pobreza urbana en zonas vulnerables de atención prioritaria en tres ciudades de México (Ciudad Juárez, Mérida y Mexicali)*.

Satisfacción: Cada variable se dividió en varios parámetros para un análisis más profundo. Las preguntas sobre la satisfacción del ocupante se dirigieron a los diferentes parámetros de cada variable sin hacer referencia a un momento específico como lo hicieron Jara-Baeza et al. (2023).

Se empleo una escala de cinco puntos similar a la empleada por Leccese et al., (2021): 1="Malo", 2="Pobre", 3="Suficiente", 4="Bueno", 5="Excelente". Sin embargo, se adaptó para hacer hincapié en la satisfacción. En la Tabla 31 se muestran los parámetros empleados por variable y la escala empleada.

Tabla 31

Parámetros por variable y escalas de satisfacción

Variable	Parámetro		Escala
Confort térmico	Periodo cálido		1. Insatisfecho
	Periodo frío		
Confort lumínico	Luz natural		2. Algo insatisfecho
	Luz artificial		3. Ni insatisfecho, ni
Confort acústico	Ruido interior		satisfecho
	Ruido exterior		
Calidad de aire	Olor		4. Algo satisfecho
	Ventilación		
	Polvo		

En la Figura 39 se presentan la estructura de estas cuatro secciones. Las preguntas se marcaron de acuerdo con la categoría a la que pertenecen.

Figura 39

Sección de cuestionario habitabilidad ambiental

		07. HABITABILIDAD TÉRMICA					
		Escala 1	2	3	4	5	
07	Sensación térmica - 50. ¿Cómo se siente en este momento?	[] Frío	[] Algo de frío	[] Ni calor, ni frío	[] Algo de calor	[] Calor	
	Preferencia térmica - 51. ¿Cómo preferiría sentirse en este momento?	[] Más frío	[] Un poco más frío	[] Sin cambio de calor	[] Un poco más de calor	[] Más calor	
	Tolerancia personal - 52. ¿Qué tan tolerable es la temperatura en la vivienda, en general?	[] Muy intolerable	[] Intolerable	[] Regular	[] Tolerable	[] Muy tolerable	
	Satisfacción del ambiente - 53. En general ¿Qué tan satisfecho está con la temperatura en la vivienda en periodo cálido?	[] Insatisfecho	[] Algo insatisfecho	[] Ni satisfecho, ni insatisfecho	[] Algo satisfecho	[] Satisfecho	
	54. En general ¿Qué tan satisfecho está con la temperatura en la vivienda en periodo frío?	[] Insatisfecho	[] Algo insatisfecho	[] Ni satisfecho, ni insatisfecho	[] Algo satisfecho	[] Satisfecho	
	Adaptabilidad térmica - 55. ¿Qué medidas toma para ajustar la temperatura?	[] 1. Cambio de ropa	[] 2. Abrir/cerrar ventanas	[] 3. Abrir/cerrar puertas	[] 4. Prender algún aparato	[] 6. Otro: []	
	Control ambiental- 56. ¿Qué aparatos para evitar frío o calor tiene?	[] 1. Ninguno	[] 2. Ventilador de piso o techo	[] 3. Cooler (Enfriador evaporativo)	[] 4. Aire acondicionado	[] 5. Calentador o calefacción	[] 6. Otro: []
	57. ¿A qué temperatura pone su aire acondicionado?	[] 1. De 16-18°C (60-65°F)	[] 2. De 19-21°C (66-70°F)	[] 3. De 22-24°C (71-76°F)	[] 4. De 25-27°C (77-81°F)	[] 5. De 28-30°C (82-86°F)	
	58a. Tiempo dentro de la vivienda antes de la encuesta:	[] 1. Menos de 30 minutos	[] 2. Más de 30 minutos	58b. Nivel de actividad que desarrollaba antes de la encuesta	[] 1. Pasiva	[] 2. Moderada	[] 3. Intensa
	59*. Vestimenta:	[] 1. Muy ligera (Short, playera ligera)	[] 2. Ligera (Pantalón ligero, playera manga corta)	[] 3. Normal (Pantalón y camisa)	[] 4. Abrigada (Pantalón, camisa manga larga y saco o sudadera)	[] 5. Muy abrigada ((Pantalón, camisa y chamarra)	
60*. Variables del ambiente térmico:	[] 1. Temperatura bulbo seco exterior (TA)	[] 2. Temperatura globo negro exterior (TG)	[] 3. Humedad relativa exterior (%)	[] 4. Temperatura bulbo seco interior (TA)	[] 5. Temperatura globo negro interior (TG)	[] 6. Humedad relativa interior (%)	
					[] 7. Temperatura del suelo (°C)		

08. HABITABILIDAD LUMINICA					
	Escala 1	2	3	4	5
Fisiología - 61. ¿Tiene problemas de la vista?	☐ Nunca		☐ A veces		☐ Siempre
62. ¿Usa lentes de aumento?	☐ Nunca		☐ A veces		☐ Siempre
Sensación lumínica - 63. ¿Cómo siente la luz natural en este espacio de la vivienda en este momento?	☐ Muy mala	☐ Mala	☐ Regular	☐ Buena	☐ Muy buena
Satisfacción del ambiente - 64. En general, ¿Qué tan satisfecho está con la iluminación natural en la vivienda?	☐ Insatisfecho	☐ Algo insatisfecho	☐ Ni satisfecho, ni insatisfecho	☐ Algo satisfecho	☐ Satisfecho
65. En general, ¿Qué tan satisfecho está con la iluminación artificial en la vivienda?	☐ Insatisfecho	☐ Algo insatisfecho	☐ Ni satisfecho, ni insatisfecho	☐ Algo satisfecho	☐ Satisfecho
08 Control solar - 66. ¿Con qué frecuencia están abiertas las cortinas y/o persianas de su vivienda para iluminar?	☐ Nunca		☐ A veces		☐ Siempre
67. ¿En qué horarios utiliza la luz artificial?	☐ 1. En la mañana (07-11 h)	☐ 2. Mediodía (12-16 h)	☐ 3. Tarde-noche (16-20 h)	☐ 4. Noche (20-06 h)	
68. ¿Cuál es el espacio con MEJOR luz natural en la vivienda?	☐ Sala	☐ Cocina	☐ Recamaras	☐ Baños	☐ Otro: []
69. ¿Cuál es el espacio con PEOR luz natural en la vivienda?	☐ Sala	☐ Cocina	☐ Recamaras	☐ Baños	☐ Otro: []
70* Principal tipo de luz artificial en la vivienda	☐ 1. Fluorescente	☐ 2. Incandescente	☐ 3. Led	☐ Otro: []	
71* Variables del ambiente lumínico (LUZ INTERIOR ENCENDIDA):	1. Punto con menor luz ☐ 1.1. Mínimo (Lux) ☐ 1.2. Máximo (Lux)	2. Punto con media luz ☐ 2.1. Mínimo (Lux) ☐ 2.2. Máximo (Lux)	3. Punto con mayor luz ☐ 3.1. Mínimo (Lux) ☐ 3.2. Máximo (Lux)		
72* Variables del ambiente lumínico (LUZ INTERIOR APAGADA):	1. Punto con menor luz ☐ 1.1. Mínimo (Lux) ☐ 1.2. Máximo (Lux)	2. Punto con media luz ☐ 2.1. Mínimo (Lux) ☐ 2.2. Máximo (Lux)	3. Punto con mayor luz ☐ 3.1. Mínimo (Lux) ☐ 3.2. Máximo (Lux)		

09. HABITABILIDAD ACÚSTICA					
	Escala 1	2	3	4	5
Fisiología - 73. ¿Con qué frecuencia algún miembro de la familia padece enfermedades para oír?	☐ Nunca		☐ A veces		☐ Siempre
Sensación acústica - 74. ¿Percibe ruido en este momento?	☐ No se percibe ruido	☐ Se percibe ruido débil	☐ Se percibe ruido medio	☐ Se percibe ruido fuerte	☐ Se percibe ruido muy fuerte
Ruido exterior - 75. ¿Con qué frecuencia escucha ruidos de otras viviendas o de la calle?	☐ Nunca		☐ A veces		☐ Siempre
76. En general, ¿Como es la intensidad de los ruidos externos al interior de la vivienda?	☐ Baja		☐ Media		☐ Alta
77. ¿Cuál es la fuente de ruido externo más molesta?	☐ Viento	☐ Ladrillo perros	☐ Vehículos	☐ Ruido vecinos	☐ Otro: []
Satisfacción del ambiente acústico - 78. En general, ¿Qué tan satisfecho está con el nivel de ruido proveniente del exterior?	☐ Insatisfecho	☐ Algo insatisfecho	☐ Ni satisfecho, ni insatisfecho	☐ Algo satisfecho	☐ Satisfecho
Ruido interior - 79. ¿Con qué frecuencia escucha ruidos de otros espacios de la vivienda?	☐ Nunca		☐ A veces		☐ Siempre
80. ¿En general como es la intensidad de los ruidos al interior de la vivienda?	☐ Baja		☐ Media		☐ Alta
81. ¿Cuál es la fuente de ruido interior más molesta?	☐ Televisión	☐ Platica	☐ Electrodoméstico		☐ Otro: []
Satisfacción del ambiente acústico - 82. En general, ¿Qué tan satisfecho está con el nivel de ruido proveniente de otras habitaciones?	☐ Insatisfecho	☐ Algo insatisfecho	☐ Ni satisfecho, ni insatisfecho	☐ Algo satisfecho	☐ Satisfecho
Frecuencia de ruidos - 83. ¿En qué horarios se escuchan más ruidos?	☐ 1. En la mañana (07-11 h)	☐ 2. Mediodía (12-16 h)	☐ 3. Tarde-noche (16-20 h)	☐ 4. Noche (20-06 h)	
Variables del ambiente acústico:	84*. Medición EN SILENCIO ☐ 1. Mínimo (dB)(REC MIN)	☐ 2. Máximo (dB)(REC MAX)	85*. Medición CON SONIDO AMBIENTAL ☐ 1. Mínimo (dB)(REC MIN)	☐ 2. Máximo (dB)(REC MAX)	

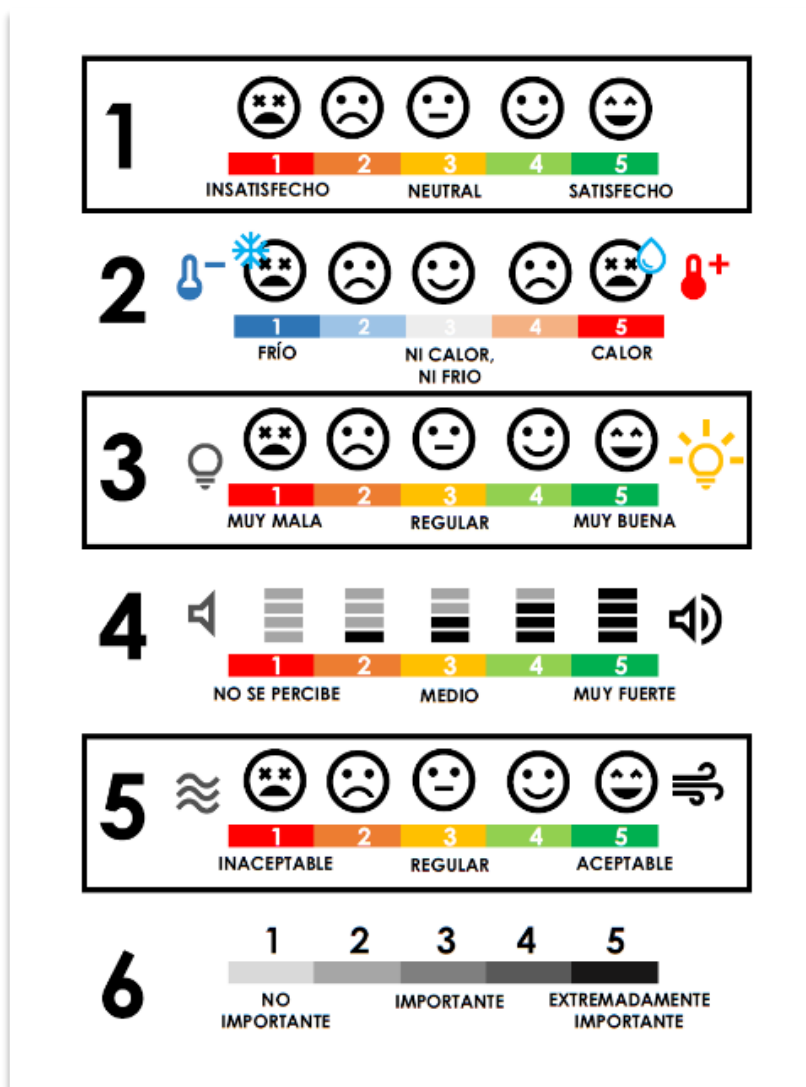
10. CALIDAD DEL AIRE					
	Escala 1	2	3	4	5
Fisiología- 86. ¿Con qué frecuencia algún miembro de la familia padece de enfermedades respiratorias?	☐ Nunca		☐ A veces		☐ Siempre
Aceptación del ambiente - 87. ¿Cómo percibe los olores en este momento?	☐ Muy inaceptable	☐ Inaceptable	☐ Regular	☐ Aceptable	☐ Muy aceptable
Privacidad olfativa - 88. En general ¿Percibe olores de otras viviendas o de la calle?	☐ Nunca		☐ A veces		☐ Siempre
Intensidad de olores - 89. En general ¿Como es la intensidad de los olores provenientes del exterior de la vivienda?	☐ Débil		☐ Medio		☐ Fuerte
90. ¿Cuál es la fuente de olor exterior más molesta?	☐ Quema de basura	☐ Agua sucia	☐ Cigarrillo	☐ Fuego para cocinar	☐ Otro: []
91. En general ¿Percibe olores de otros espacios dentro de la vivienda?	☐ Nunca		☐ A veces		☐ Siempre
Intensidad de olores - 92. En general ¿Como es la intensidad de los olores al interior de la vivienda?	☐ Débil		☐ Medio		☐ Fuerte
93. ¿Qué espacio de la vivienda presenta olores molestos?	☐ Baño	☐ Cocina	☐ Recamaras	☐ Otro []	
Satisfacción del ambiente - 94. En general, ¿Qué tan satisfecho está con los olores en la vivienda?	☐ Insatisfecho	☐ Algo insatisfecho	☐ Ni satisfecho, ni insatisfecho	☐ Algo satisfecho	☐ Satisfecho
95. ¿Con qué frecuencia percibe polvo en el aire dentro de la vivienda?	☐ Nunca		☐ A veces		☐ Siempre
96. ¿Con qué frecuencia el polvo en el aire dentro de la vivienda le causa molestias?	☐ Nunca		☐ A veces		☐ Siempre
97. En general, ¿Qué tan satisfecho está con el nivel de polvo al interior de su vivienda?	☐ Insatisfecho	☐ Algo insatisfecho	☐ Ni satisfecho, ni insatisfecho	☐ Algo satisfecho	☐ Satisfecho
Frecuencia de olores - 98. ¿En qué horarios se perciben olores desagradables?	☐ 1. En la mañana (07-11 h)	☐ 2. Mediodía (12-16 h)	☐ 3. Tarde-noche (16-20 h)	☐ 4. Noche (20-06 h)	
Ventilación - 99. ¿Con qué frecuencia están abiertas las puertas y/o ventanas de su vivienda para ventilar?	☐ Nunca		☐ A veces		☐ Siempre
100. En general, ¿Qué tan satisfecho está con su capacidad de ventilar la vivienda cuando lo considera necesario?	☐ Insatisfecho	☐ Algo insatisfecho	☐ Ni satisfecho, ni insatisfecho	☐ Algo satisfecho	☐ Satisfecho
101* Variables del ambiente olfativo (Calidad del aire):	☐ 1. Registro de CO ₂ Inicial (ppm)		☐ 2. Registro de CO ₂ Final (ppm)		

Nota. Adaptado de del cuestionario del proyecto *Vivienda adecuada, hábitat sustentable y cohesión social*. Sensación puntual (verde), fisiología (morado), complementarias (rojo), satisfacción (amarillas), adaptación (azul).

Como apoyo se empleó una escala gráfica (Figura 40) que se presentó al encuestado al momento de realizar las preguntas con la finalidad de ayudar al respondiente a comprender las opciones de respuesta.

Figura 40

Escala gráfica de apoyo



El último apartado es sobre la HA en general, se pregunta sobre la satisfacción en este aspecto y el nivel de importancia que el encuestado le asigna a cada parámetro de HA en una escala de 5 puntos. Se dejó al final para que el encuestado tuviera claro los conceptos y pueda valorar la importancia de cada uno de mejor modo (Figura 41).

Figura 41

Sección final del cuestionario

11. HABITABILIDAD AMBIENTAL					
	Escala 1	2	3	4	5
102. ¿Qué tan satisfecho está con la habitabilidad ambiental en su vivienda?	☐ Insatisfecho	☐ Algo insatisfecho	☐ Ni satisfecho, ni insatisfecho	☐ Algo satisfecho	☐ Satisfecho
103. ¿Cuál es la importancia de la temperatura para sentirse confortable con el ambiente al interior?	☐ 1. No importante	☐ 2. Algo importante	☐ 3. Importante	☐ 4. Muy importante	☐ 5. Extremadamente importante
104. ¿Cuál es la importancia de la iluminación para que se sienta confortable con el ambiente?	☐ 1. No importante	☐ 2. Algo importante	☐ 3. Importante	☐ 4. Muy importante	☐ 5. Extremadamente importante
105. ¿Cuál es la importancia del nivel de ruido para que se sienta confortable?	☐ 1. No importante	☐ 2. Algo importante	☐ 3. Importante	☐ 4. Muy importante	☐ 5. Extremadamente importante
106. ¿Cuál es la importancia de la calidad del aire para que se sienta confortable?	☐ 1. No importante	☐ 2. Algo importante	☐ 3. Importante	☐ 4. Muy importante	☐ 5. Extremadamente importante

Nota. Adaptado del cuestionario del proyecto Vivienda adecuada, hábitat sustentable y cohesión social. Alternativas para mejorar las condiciones de pobreza urbana en zonas vulnerables de atención prioritaria en tres ciudades de México (Ciudad Juárez, Mérida y Mexicali).

3.2.7.3. Formulario características constructivas de la vivienda

Esta sección consta de nueve secciones. La primera es para registrar los datos de control, idéntica al primer cuestionario. En la segunda sección se recopilan las dimensiones generales de la vivienda y los espacios con los que cuenta. Aquí se hace diferencia entre aquellos espacios que forman parte del cuerpo principal y aquellos que constructivamente están separados, pero funcionalmente la integran (Figura 42).

Figura 42

Formulario de características de las viviendas (sección 1-2)

01. DATOS DE CONTROL					
01	1*. Folio de cuestionario: []	2. Fecha (dd/mm/aa): []	3*. Hora inicial (hh:mm): []	4*. Hora final (hh:mm): []	
	5*. Encuestadores (nombre, apellido):		6*. Captura (nombre, apellido):		
	7. Clave de la vivienda:		8. Tipología:		
06. ESPACIOS					
02	9. Altura promedio de la vivienda [] m	10. Altura punto más alto de la vivienda [] m	11. Altura punto más bajo [] m		
	12. Dimensión del terreno [] m ²	13. Lado más largo de la vivienda [] m	14. Superficie construida [] m ²		
	15. *Espacios en el cuerpo principal de la vivienda (poner la cantidad de cada espacio)	Total de espacios []	Cocina []	Comedor []	Sala []
		Recámaras []	Cocina/comedor []	Comedor/Sala/Cocina []	Sala/Cocina []
		Baño s/sanitario []	Baño s/ducha []	Otro: []	Cuarto de lavado []
16. *Espacios separados del cuerpo principal	Cuarto de lavado []	Almacén []	Baño completo []	Letrina []	Recámaras []
	Área de lavado techada (sin muros) []	Cochera []	Cocina de leña []	Otra casa []	
	Área de lavado (sin muro ni techo) []	Cuartos de renta []	Local de negocio []	Otro: []	

Nota. Adaptado del cuestionario del proyecto Vivienda adecuada, hábitat sustentable y cohesión social. Alternativas para mejorar las condiciones de pobreza urbana en zonas vulnerables de atención prioritaria en tres ciudades de México (Ciudad Juárez, Mérida y Mexicali).

A partir de la tercera a la novena sección (Figura 43) se recopila directamente los detalles constructivos. Cada elemento tiene su propia sección, estas son las siguientes: cimentación, piso, muros exteriores, muros interiores, techo, ventanas y puertas.

Figura 43

Formulario de características de las viviendas (sección 3-9)

03		03. CIMENTACIÓN					
17. Tipo de cimentación	☐ Zapatas de concreto armado	☐ Losa de concreto	☐ No saben	☐ Otro:			
04		04. PISO					
18. *Altura promedio del piso en relación al exterior	m						
19. Material del piso	☐ Firme de concreto	☐ Loseta	☐ Piso laminado	☐ Piso vinílico	☐ Otro:		
20. *Acabados. Color predominante en piso	☐ Claro	☐ Intermedio	☐ Oscuro	☐ Sin pintar	☐ Otro:		
21. *Patologías constructivas. Piso	☐ Desnivelado	☐ Grietas	☐ Desprendimientos	☐ Humedad	☐ Otro:		
05		05. MUROS EXTERIORES					
22. * Grosor del muro	cm						
23. * Material del muro	☐ Bloque de concreto	☐ Madera	☐ Tablaroca	☐ Ladrillo	☐ Otro:		
24. *Sistema constructivo	☐ Mampostería	☐ Madera	☐ Steel frame	☐ Otro:			
25. * Acabados. Emplaste en muros	☐ Ninguno	☐ Cemento	☐ Yeso	☐ Otro:			
26. *Color predominante en muros externos	☐ Claro	☐ Intermedio	☐ Oscuro	☐ Sin pintar	☐ Color:		
27. *Patologías constructivas. Muros exteriores	☐ Grietas	☐ Humedad	☐ Erosión basal	☐ Termitas	☐ Otro:		
	☐ Huecos en la pared	☐ Moho	☐ Desprendimientos	☐ Pudrición			
28. Aislamiento térmico	☐ Ninguno	☐ Lana	☐ Fibra de vidrio	☐ Otro:			
29. Ubicación de aislamiento térmico	☐ Norte	☐ Sur	☐ Este	☐ Oeste	☐ Otro:		
06		06. MUROS INTERIORES					
30. * Grosor del muro	cm						
31. *Material del muro	☐ Bloque de concreto	☐ Madera	☐ Tablaroca	☐ Ladrillo	☐ Otro:		
32. *Sistema constructivo	☐ Mampostería	☐ Madera	☐ Steel frame	☐ Otro:			
33. *Acabados. Emplaste en muros	☐ Ninguno	☐ Cemento	☐ Yeso	☐ Otro:			
34. *Color predominante en muros internos	☐ Claro	☐ Intermedio	☐ Oscuro	☐ Sin pintar	☐ Color:		
35. *Patologías constructivas. Muros interiores	☐ Grietas	☐ Humedad	☐ Erosión basal	☐ Termitas	☐ Otro:		
	☐ Huecos en la pared	☐ Moho	☐ Desprendimientos	☐ Pudrición			
36. Aislamiento térmico	☐ Ninguno	☐ Lana	☐ Fibra de vidrio	☐ Otro:			
37. Ubicación de aislamiento térmico	☐ Norte	☐ Sur	☐ Este	☐ Oeste	☐ Otro:		
07		07. TECHO					
38. *Techo. Sistema constructivo predominante	☐ Concreto	☐ Madera	☐ Lamina	☐ Otro:			
39. *Sistema estructural predominante en techo.	☐ Losa de concreto	☐ Vigueta y bovedilla	☐ Vigueta y casetones	☐ Armadura de Madera	☐ Armadura de Steel Frame		
	☐ Vigas de madera	☐ Vigas de madera	☐ Vigas de madera	☐ Otro:			
40. *Material de cubierta exterior	☐ Cartón arenado	☐ Teja asfáltica	☐ Impermeabilizante	☐ Aparente	☐ Otro:		
41. *Material de plafón	☐ Ninguno	☐ Madera	☐ Panel de yeso	☐ Otro:			
42. *Acabados. Color predominante en techo interno	☐ Claro	☐ Intermedio	☐ Oscuro	☐ Sin pintar	☐ Color:		
43. *Patologías constructivas. Techo	☐ Grietas	☐ Humedad	☐ Erosión basal	☐ Termitas	☐ Otro:		
44. Aislamiento térmico	☐ Ninguno	☐ Lana	☐ Fibra de vidrio	☐ Otro:			
08		08. VENTANAS					
45. *Cantidad de ventanas por orientación	☐ Sur	☐ Oeste	☐ Norte	☐ Este	☐ Otro:		
46. *Área de ventanas por orientación	☐ Sur	☐ Oeste	☐ Norte	☐ Este	☐ Otro:		
47. *Tipo de ventana predominante	☐ Marco de aluminio	☐ Marco de madera	☐ Marco de PVC	☐ Vidrio doble	☐ Otro:		
48. *Norte. Tipo de protección solar en ventana	☐ Sombra de árbol	☐ Sombra	☐ Persianas	☐ Cortinas	☐ Otro:		
49. *Sur. Tipo de protección solar en ventana	☐ Sombra de árbol	☐ Sombra	☐ Persianas	☐ Cortinas	☐ Otro:		
50. *Este. Tipo de protección solar en ventana	☐ Sombra de árbol	☐ Sombra	☐ Persianas	☐ Cortinas	☐ Otro:		
51. *Oeste. Tipo de protección solar en ventana	☐ Sombra de árbol	☐ Sombra	☐ Persianas	☐ Cortinas	☐ Otro:		
09		09. PUERTAS					
52. *Material de puerta con mosquitero	☐ No tiene	☐ Metal	☐ Madera	☐ Otro:			
53. *Material de puerta principal	☐ Madera sólida	☐ Metal	☐ De tambor	☐ Cortina	☐ Otro:		
54. *¿Todas las habitaciones cuentan con puerta?	☐ Si ☐ No						
55. *Cantidad de puertas por material	☐ Madera sólida	☐ Metal	☐ De tambor	☐ Cortina	☐ Otro:		

Nota. Adaptado del cuestionario del proyecto Vivienda adecuada, hábitat sustentable y cohesión social. Alternativas para mejorar las condiciones de pobreza urbana en zonas vulnerables de atención prioritaria en tres ciudades de México (Ciudad Juárez, Mérida y Mexicali).

CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se presentan los resultados organizados por fases de investigación: el estudio preliminar, que describe las características constructivas identificadas en el sitio y el desarrollo de tipologías; el monitoreo, que incluye los resultados obtenidos y la comparación del desempeño entre viviendas y periodos; y la aplicación de cuestionarios, cuyos resultados se comparan entre tipologías.

4.1. Resultados estudio preliminar

En esta sección se muestran los resultados obtenidos durante el estudio preliminar en dos apartados. El primero la recolección de datos sobre características de las viviendas registradas. La segunda aborda el proceso para el desarrollo de las tipologías de viviendas y sus características.

4.1.1. Características físicas de las viviendas

De las 1,761 viviendas del área de estudio (INEGI, 2020), se capturaron imágenes de 1,308. Tras descartar viviendas con características de cuarterías, imágenes poco claras, otro uso o sin habitar, se registraron 1,076 viviendas (61 %). De estas, 957 son de un nivel, 115 de dos niveles y 4 de tres niveles.

El 40 % de las viviendas son la única construcción en el terreno. En el 42 % de los lotes se encontraron otras edificaciones, como negocios, cuartos de renta, almacenes u otras casas, aunque separadas de la vivienda principal. En el 6 % de los casos, las construcciones adicionales están o pegadas o a pocos metros de la vivienda, mientras que en el 12% existen tanto edificaciones próximas como alejadas.

El 64% ocupa menos de una cuarta parte, mientras que el 28 % cubre entre una cuarta parte y la mitad. Solo 58 viviendas abarcan entre el 50 % y el 75 % del terreno, y únicamente 22 ocupan más del 75 %.

En cuanto a la ubicación respecto a la calle, el 47 % de las viviendas se encuentran cerca de la vía, el 25 % se sitúa más alejado de la calle y el 28 % está en una posición más central. Un total de 84 viviendas están construidas directamente hacia la calle. Además, 277 colindan con terrenos adyacentes, y 100 colindan tanto con calles como con terrenos.

4.1.1.1. Planta arquitectónica

Por medio de las imágenes aéreas, se identificaron plantas arquitectónicas en su mayoría sencillas, con formas rectilíneas, especialmente rectangulares y cuadradas (Tabla 32). Aquellas que presentaron elementos poco comunes como paredes curvas, o fueron difíciles de agrupar se agruparon en la categoría *Otro*.

Tabla 32

Planta arquitectónica

Planta arquitectónica/ Orientación de vivienda	Ninguna	Diagonal	Norte- Sur	Este- Oeste	Total
1. Rectangular	0	1	227	240	468 (43%)
2. Cuadrada	168	0	0	0	168 (16%)
3. Angulo	9	1	57	51	118 (11%)
4. Otro	27	2	52	63	144 (13%)
5. Rectangular c/saliente	0	0	38	40	78 (7%)
6. Forma de "L"	15	0	20	30	65 (6%)
7. Cuadrada c/saliente	31	0	0	0	31 (3%)
8. No se distingue	2	0	0	2	4 (>1%)
<i>Total</i>	252	4	394	426	1076

La orientación de la vivienda en su mayoría responde al eje de las calles, con excepción de cuatro viviendas. Las que captan más Sol son las de orientación norte-sur (Figura 44), aunque la este-oeste fue la más común.

Figura 44

Recorrido solar en la localidad de estudio



Nota. Obtenido de SunEarthTools, (2024).

4.1.1.2. Muros

Se observó que las viviendas están construidas principalmente con dos materiales: bloque de concreto y/o triplay de madera. En la mayoría de los casos se emplea un solo material, aunque algunas viviendas combinan más de uno en sus muros. Los materiales utilizados en los muros se detallan en la Tabla 33, donde también se incluyen las viviendas que emplean múltiples materiales.

Tabla 33

Materiales de muros empleados de las viviendas

Material de los muros	Total
1. <i>Bloque de concreto</i>	794 (73.8 %)
2. <i>Madera</i>	169 (15.7 %)
3. <i>Bloque de concreto y madera</i>	55 (5.1 %)
4. <i>Bloque de concreto y no visible</i>	29 (2.7 %)
5. <i>Madera y bloque de concreto</i>	12 (1.1 %)
6. <i>Madera y no visible</i>	4 (> 1 %)
7. <i>Ladrillo</i>	3 (> 1 %)
8. <i>Bloque de concreto y ladrillo</i>	1 (> 1 %)
9. <i>No visible</i>	9 (> 1 %)
<i>Total</i>	1076 (100 %)

Nota. El material predominante va primero en caso de presentar dos materiales.

Se encontraron algunos casos aislados de muros construidos con ladrillo. No se identificó ninguna vivienda que utilizara sistemas tradicionales, como el adobe.

En cuanto a las patologías constructivas en los muros, estas fueron más difíciles de detectar debido a la distancia que se capturaron las fotografías. Se registraron 59 casos de erosión basal, 23 de grietas y 69 de humedad en los muros.

4.1.1.3. Acabados

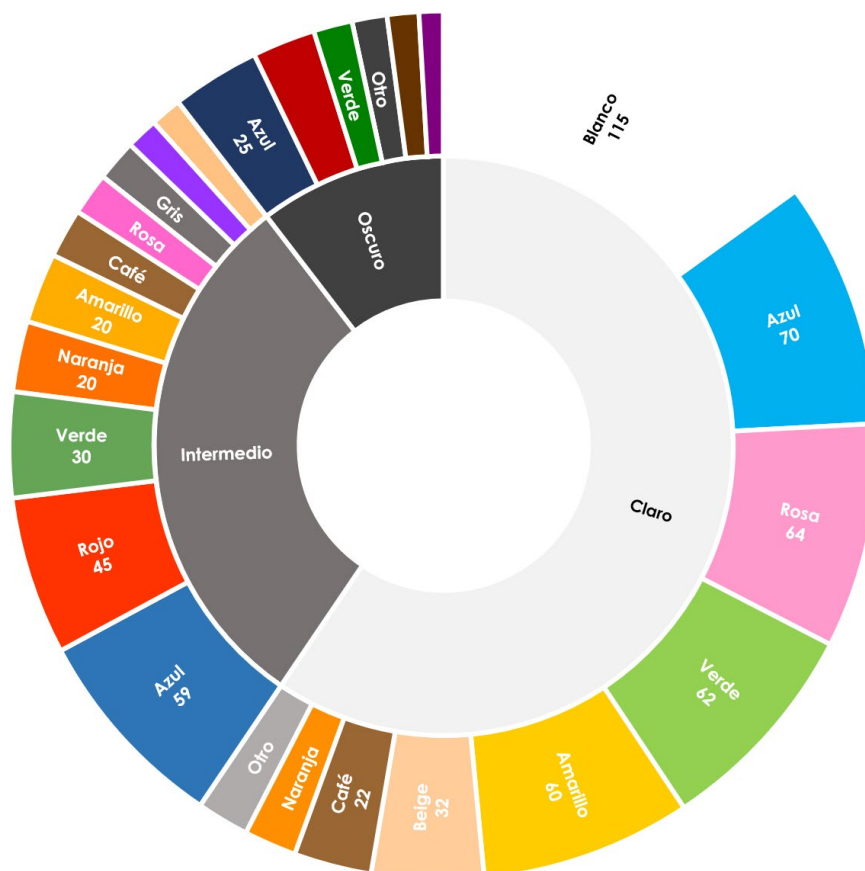
De las 879 viviendas construidas principalmente con bloque, el 11 % no tiene emplaste en las superficies visibles, el 22 % solo de manera parcial, lo que implica que solo algunas caras o zonas del muro están recubiertas, y el 67 % presentan un emplaste total.

De las 185 viviendas con muros de madera, el 80 % no tiene recubrimiento, el 20 % tiene emplaste parcial, y solo dos presentan emplaste total. Es posible que algunas de estas viviendas fueran confundidas con muros de bloque debido al emplaste. En cuanto a pintura, el 23 % de las viviendas de bloque no están pintadas, el 26 % tienen pintura parcial y el 51 % están completamente pintadas. En las viviendas de madera, el 12 % no tienen pintura, el 34 % están pintadas parcialmente, y el 54 % están totalmente pintadas.

En la Figura 45 se observa que, de las 1,076 viviendas registradas, predominan los colores claros (60 %), seguidos de tonos intermedios (30 %) y oscuros (10 %). Los colores predominantes son el azul en sus tres tonalidades (20 %), el blanco (15 %), el verde (13 %), y el amarillo y rosa (10 % cada uno).

Figura 45

Color de las viviendas



4.1.1.4. Techos

Para el análisis de los materiales de los techos, se identificaron tres componentes principales: el elemento estructural, el material principal del techo y el material de la cubierta. Este último corresponde al material aplicado en la superficie externa del techo, utilizado frecuentemente para mejorar la protección y durabilidad del conjunto.

Además, se tuvo en cuenta la forma del techo. La mayoría de ellos presentaba diseños sencillos y fáciles de clasificar, como el techo a dos aguas. No obstante, algunos combinaban formas simples, por lo que se categorizaron como compuestos. Las estructuras con diseños más complejos se clasificaron en la categoría *Otras*.

En el caso de viviendas con techos compuestos por diferentes materiales, se consideró como *segundo techo* aquel de menor prevalencia, y se registraron de manera independiente todas sus características (Figura 46).

Figura 46

Tipos de techos



Nota. Forma compuesta (izq.), forma otra (der.), con techo secundario (inferior).

Como se observa en la Tabla 34, el material de techo más común, independientemente del tipo de muros de la vivienda, es la madera, y generalmente se utiliza como único material. La losa de concreto fue el segundo material más frecuente; sin embargo, su uso se limitó a viviendas con muros de bloque como material principal, ya que este es el único sistema identificado compatible con dicho tipo de techo. En general, predominan los techos compuestos por un único material.

Tabla 34

Características de los techos

Material muros		Techo principal*		Techo secundario**	
				<i>Sin</i>	<i>Con</i>
<i>Bloque</i>	794	<i>Madera</i>	486 (61 %)	394 (81 %)	92 (19 %)
		<i>Losa</i>	288 (36 %)	236 (82 %)	52 (18 %)
<i>Madera</i>	169	<i>Madera</i>	169 (100 %)	155 (92 %)	14 (8 %)
<i>Bloque-Madera</i>	52	<i>Madera</i>	35 (60 %)	8 (23 %)	27 (77 %)
		<i>Losa</i>	17 (27 %)	-	17 (100 %)
<i>Madera-Bloque</i>	12	<i>Madera</i>	11 (97 %)	5 (45 %)	6 (55 %)
		Total		825	208

Nota. *El porcentaje esta dado en base al total de material de muros. **El porcentaje esta dado en base al total de material de techo principal.

El desglose de los materiales de la estructura, la cubierta y la forma de los techos principales se presenta en la Tabla 35. Los techos de madera mostraron una mayor variedad en cuanto a formas y materiales utilizados tanto en la estructura como en la cubierta. Los materiales de cubierta predominantes fueron el cartón arenado y la teja asfáltica. Aunque en algunos casos no fue posible distinguir entre ambos debido a su apariencia similar en las imágenes aéreas, en conjunto representan el 81% de los techos de madera. La forma más común, con una notable diferencia, fue el techo a dos aguas.

El segundo material más utilizado, fue el concreto, generalmente en sistemas de losa plana, aunque se identificaron algunas excepciones con otras formas. Solo un pequeño porcentaje de estos techos presentaba una cubierta de color, lo que sugiere el uso de algún tipo de impermeabilizante.

Asimismo, se encontraron techos de lámina, aunque en un porcentaje insignificante. En similar cantidad, se identificó la lámina como material de cubierta superpuesto a techos de madera.

Tabla 35

Características de las cubiertas principales

Madera 727 (68 %)					
Estructura		Cubierta		Forma	
Barrote de M.	524 (72 %)	Cartón O Teja	185 (25 %)	2 aguas	424 (58 %)
Metal S.	45 (6 %)	Cartón arenado	182 (25 %)	Inclinado	70 (10 %)
Polines m.	4 (1 %)	Teja asfáltica	225 (31 %)	Otra	55 (8 %)
No visible	152 (21 %)	Plástico	36 (5 %)	4 aguas	28 (4 %)
		Lamina	24 (3 %)	Plano	17 (2 %)
		Tejas	9 (2 %)	Compuesto	128 (18 %)
		No visible	69 (9 %)	No distingue	5 (1 %)
Concreto 317 (29 %)					
Estructura		Cubierta		Forma	
Losa	-	Aparente	281 (89 %)	Plano	300 (95 %)
		Impermeabilizante	28 (9 %)	2 aguas	7 (2 %)
		No visible	7 (2 %)	Inclinado	5 (2 %)
Lamina 23 (2 %)					
Estructura		Cubierta		Forma	
Barrote de M.	14 (61 %)	Aparente	20 (87 %)	2 aguas	15 (65 %)
Polines m.	4 (17 %)	Plástico	2 (9 %)	Inclinado	7 (30 %)
Metal S.	2 (9 %)			Plano	1 (4 %)
No visible	3 (13 %)				

Nota. El porcentaje de cada material de techo se calcula en relación con el total de viviendas analizadas (1,076). Los porcentajes presentados dentro de la tabla corresponden al total específico de cada material de techo.

En relación con los techos secundarios, la Tabla 36 muestra que los materiales utilizados se mantuvieron en proporciones similares a los de los techos principales. La principal diferencia radicó en que, entre los techos de madera, predominaban las estructuras inclinadas.

Tabla 36

Características de las cubiertas secundarios

Madera 134 (61 %)					
Estructura		Cubierta		Forma	
<i>Barrote de M.</i>	90 (67 %)	<i>Cartón O Teja</i>	37 (28 %)	<i>2 aguas</i>	32 (24 %)
<i>Metal S.</i>	8 (6 %)	<i>Cartón arenado</i>	35 (26 %)	<i>Inclinado</i>	73 (54 %)
<i>Polines m.</i>	1 (1 %)	<i>Teja asfáltica</i>	22 (16 %)	<i>Otra</i>	3 (2 %)
<i>No visible</i>	35 (26 %)	<i>Plástico</i>	13 (10 %)	<i>4 aguas</i>	6 (4 %)
		<i>Lamina</i>	1 (1 %)	<i>Plano</i>	11 (8 %)
		<i>Tejas</i>	1 (1 %)	<i>Compuesto</i>	8 (6 %)
		<i>No visible</i>	24 (18 %)	<i>No distingue</i>	3 (2 %)
Concreto 71 (32 %)					
Estructura		Cubierta		Forma	
<i>Losa</i>	-	<i>Aparente</i>	64 (89 %)	<i>Plano</i>	69 (96 %)
		<i>Impermeabilizante</i>	7 (10 %)	<i>2 aguas</i>	2 (3 %)
		<i>No visible</i>	1 (1 %)	<i>No visible</i>	1 (1 %)
Lamina 15 (7 %)					
Estructura		Cubierta		Forma	
<i>Barrote de M.</i>	7 (47 %)	<i>Aparente</i>	14 (93 %)	<i>2 aguas</i>	4 (27 %)
<i>Polines m.</i>	1 (7 %)	<i>Tejas plásticas</i>	1 (7 %)	<i>Inclinado</i>	8 (53 %)
<i>No visible</i>	7 (47 %)			<i>Plano</i>	3 (20 %)

Nota. El porcentaje de cada material de techo se calcula en relación con el total de viviendas con techo secundario (220). Los porcentajes presentados dentro de la tabla corresponden al total específico de cada material de techo.

Adicionalmente, se identificó deflexión evidente en las losas de concreto en ocho de las 317 viviendas que utilizan este material como techo. En 213 viviendas (67 %) se observaron castillos sobresalientes en el techo; de estas, 193 correspondían a viviendas de un nivel y 20 a viviendas de dos niveles. Este detalle sugiere claramente la intención de los ocupantes de realizar futuras ampliaciones en sus viviendas.

4.1.1.5. Elementos adosados

Se encontró el uso de pórticos y balcones en algunas viviendas. Se agruparon en seis categorías distintas:

1. *Pórticos integrados*: forman parte de la estructura del techo de la vivienda. Esta característica se encontró en un total de 118 viviendas.
2. *Pórticos adosados*: son cubiertas independientes, con estructura propia que abarca completamente una fachada. Solo se identificaron en 25 viviendas.
3. *Pórticos parciales adosados*: similares a los pórticos adosados, pero cubren únicamente una sección de la fachada. Se encontraron en 29 viviendas.
4. *Pórticos de puerta*: son cubiertas que protegen exclusivamente el área de la entrada. Este fue el segundo elemento más común, presente en 56 viviendas.
5. *Balcones*: se registraron en 27 viviendas.
6. *Balcón integrado*: se encontraron en 9 viviendas.

Estos elementos reflejan una diversidad en el diseño de las fachadas y soluciones arquitectónicas en las viviendas analizadas como se visualiza en la Figura 47.

Figura 47

Categorías de elementos adosados identificados

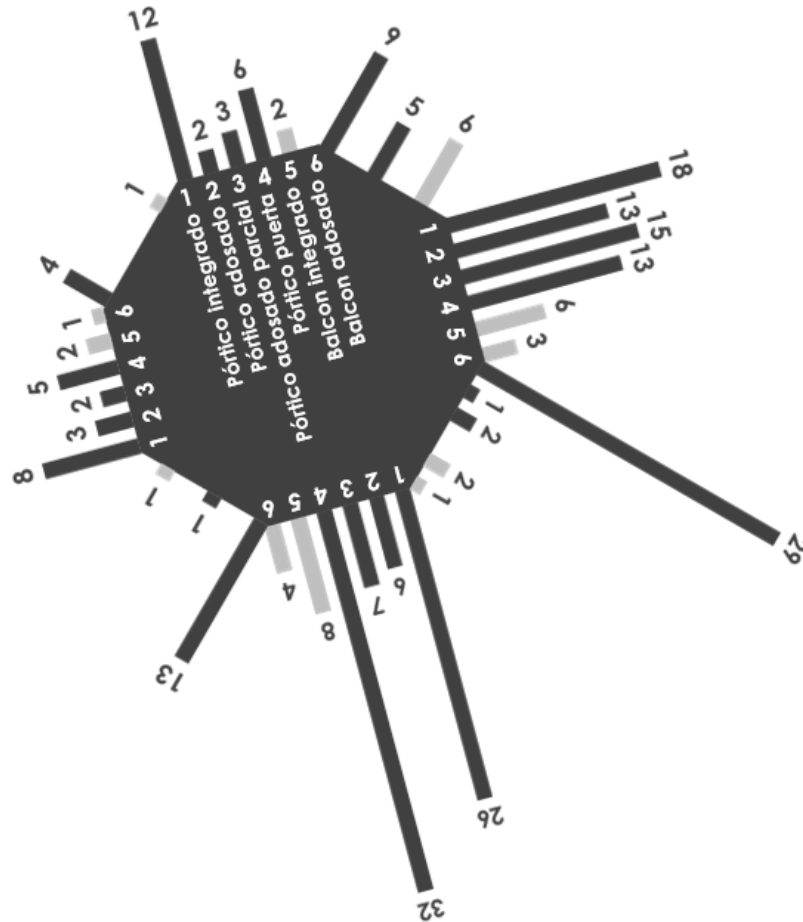


Nota. 1) pórtico integrado, 2) pórtico adosado, 3) pórtico parcial adosado, 4) pórtico puerta, 5) balcón integrado y 6) balcón adosado.

En la Figura 48 se observa que la mayor parte de elementos se ubican en la orientación este (68), sureste (35) y sur (83) de las viviendas.

Figura 48

Cantidad de viviendas con algún tipo de pórtico por orientación



Nota. Las orientaciones intermedias indican elementos ubicados en esquinas.

Los elementos como pórticos y balcones cumplen diversas funciones en una vivienda. Una de las principales es el control solar, ya sea para reducir la exposición a la radiación y las altas temperaturas, o para evitar deslumbramientos (Ribeiro et al., 2020).

La orientación más eficiente para este propósito es hacia el oeste, ya que, durante las tardes en el periodo más cálido, el Sol se encuentra en esa posición con un ángulo más paralelo al suelo, lo que hace especialmente necesarios los elementos de control solar.

Sin embargo, la distribución observada sugiere que esta consideración no fue prioritaria en el diseño, lo que limita su efectividad en este aspecto. A pesar de ello, los

pórticos y balcones aportan funciones estéticas y crean un espacio de transición entre el exterior y el interior de la vivienda, protegido de la lluvia. Esto fue similar a lo encontrado en Brasil por Kowaltowski (1998).

4.1.1.6. *Proceso constructivo*

Respecto al proceso constructivo, se identificó que 31 viviendas estaban en proceso de ampliación de la planta baja, 22 ampliaban hacia arriba, principalmente segundos pisos, y en 30 lotes se construían espacios separados de la vivienda. Estos espacios adicionales, aunque podrían complementar la funcionalidad de la vivienda, también podrían tener otros propósitos. No obstante, impactan el entorno inmediato de la vivienda.

Entre los elementos que indican una futura ampliación destacan las varillas y, en algunos casos, castillos de varillas que sobresalen del techo, utilizados con la intención de construir en el futuro. Este fenómeno, común en viviendas autoproducidas de toda Latinoamérica, se conoce como *varillas de la esperanza*. Este término refleja el sueño de las familias de algún día ampliar su vivienda verticalmente (Moreno, 2020).

Adicionalmente, se observaron castillos a nivel del suelo en 8 viviendas y materiales de construcción almacenados dentro del lote, e incluso en la calle, en 89 casos.

4.1.1.7. *Otros criterios*

Los otros elementos que se consideraron al momento de registrar las características de las viviendas fueron las siguientes:

- *Tinaco*: 404 viviendas contaban con tinaco, 227 lo ubicaron sobre la casa a la vista, 2 lo integraron al diseño de la fachada y 84 construyeron una estructura independiente para soportar el tinaco.
- *Letrina*: se distinguieron claramente en 201 viviendas.
- *Chimenea*: un total de 15 viviendas tienen chimenea.
- *Aire acondicionado*: solo 7 viviendas tenían equipamiento visible al exterior.

- *Energía solar:* solo en 11 viviendas (1 %) se identificó algún tipo de panel o calentador de agua solar.
- *Rejas de ventanas:* 295 viviendas tienen rejas de las cuales 279 son de bloque de concreto.
- *Vegetación en el lote:* 240 viviendas tenían árboles o palmeras, 194, arbustos, 128 de ornato y 6 cultivo principalmente de maíz
- *Escalera exterior:* De 120 viviendas de más de un nivel, se identificó escalera al exterior en 27 (22.5 %)

La evaluación de las características adicionales de las viviendas muestra un bajo uso de elementos para el acondicionamiento ambiental, como chimeneas o aire acondicionado. Esto sugiere que las condiciones climáticas no son lo suficientemente extremas para justificar su costo.

Elementos como letrinas o escaleras exteriores obligan a los ocupantes a salir al exterior para actividades esenciales, lo que los expone a condiciones climáticas adversas, especialmente durante lluvias o noches frías.

4.1.1.8. Observaciones

Otros elementos no registrados sistemáticamente, pero igualmente relevantes, están relacionados con las ventanas, como se muestra en la Figura 49. Se identificaron viviendas habitadas con vanos para ventanas, pero sin tenerlas instaladas además de ventanas en colindancias lo cual va en contra del Reglamento de la Ley de Edificaciones para el Municipio de Ensenada, Baja California (2007).

Algunas de estas aperturas estaban cubiertas con materiales provisionales, principalmente triplay delgado, lo que sugiere una solución temporal probablemente debido a limitaciones económicas más que a una decisión funcional. Esta situación elimina los beneficios de las ventanas, como el aprovechamiento de ganancias térmicas solares, la iluminación natural y la ventilación (Yılmaz & Yılmaz, 2021), mientras mantiene las desventajas, como pérdidas de calor debido a la menor capacidad de aislamiento y la infiltración de aire (Gado & Games, 2018).

También se observaron vanos completamente sellados con materiales de construcción. Este fenómeno refleja que la falta de previsión obliga a cerrar las aberturas, lo que genera costos adicionales y reduce el de por si bajo número de ventanas.

Por otro lado, las ventanas en colindancias presentan un riesgo significativo de quedar bloqueadas por futuras construcciones vecinas. Aunque los terrenos suelen ser amplios, muchas viviendas están ubicadas cerca de las colindancias, lo que limita las ganancias solares, especialmente cuando las construcciones vecinas son de varios pisos y están orientadas al sur o al oeste. Esta situación puede afectar negativamente el confort térmico al interior de las viviendas.

Figura 49

Ventanas en las viviendas



Nota. 1) Triplay sobrepuesto en vano de ventanas, 2) vano tapado, 3) ventanas en colindancias.

4.1.2. Desarrollo de tipologías

Para la identificación de tipologías constructivas, se aplicaron una serie de filtros a los datos de las viviendas para excluir los criterios con poca concurrencia o que pueden dar lugar a una gran variación con grupos muy pequeños. El proceso y los datos descartados se visualizan en la Figura 50.

Figura 50

Filtro para la creación de tipologías

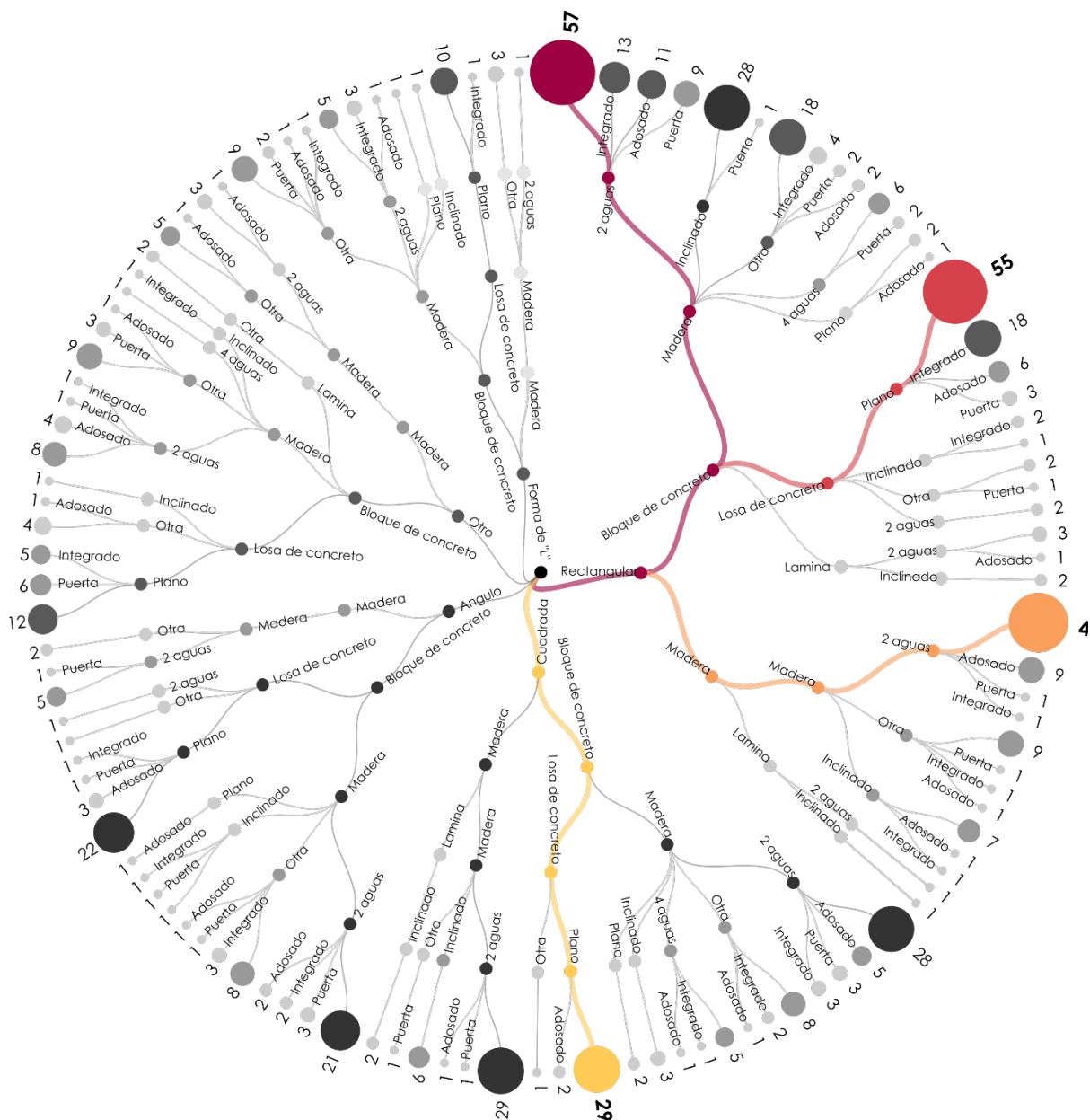


Después de la aplicación de los filtros se consideraron los siguientes criterios en el orden mostrado para la definición de las tipologías: 1) planta arquitectónica, 2) material de los muros, 3) material del techo, 4) forma del techo y 5) tipo de pórtico.

Los datos correspondientes a estos criterios se utilizaron para crear un dendrograma jerárquico, también llamado dendrograma radial, un gráfico que muestra cómo se agrupan jerárquicamente distintas entidades en un diseño circular. Esto facilita la visualización y clasificación de las relaciones entre elementos de un grupo (Ribecca, 2024). Así, se identificó el conjunto de características con mayor incidencia, que se consideraron como tipologías para este estudio, como se observa en la Figura 51.

Figura 51

Dendograma jerárquico para la identificación de las tipologías



Nota. El grafico parte del total de viviendas y se divide en diferentes ramas conforme los criterios se acumulan. Los cuatro grupos con mayor valor se identificaron en color de rojo a amarillo en escala cromática en orden descendente.

Las cuatro tipologías más comunes en conjunto representan el 16 % del total de viviendas registradas. En la Tabla 37 se desglosan sus características.

Tabla 37

Características de las principales tipologías encontradas

	Características	Cantidad de viviendas	
T1	<i>Viviendas de planta rectangular, con muros de bloque de concreto, techo de madera a dos aguas, sin pórtico</i>	57	4.8 %
T2	<i>Vivienda de planta rectangular, con muros de bloque de concreto, techo de losa de concreto plano, sin pórtico</i>	55	4.7 %
T3	<i>Vivienda de planta rectangular con muros de madera, techo de madera a dos aguas, sin pórtico</i>	47	4 %
T4	<i>Vivienda de planta cuadrada, con muros de bloque de concreto, techo de losa de concreto plano, sin pórtico</i>	29	2.5 %
Total		188	16%

Nota. El porcentaje es en base al total de viviendas registradas (1,076).

4.2. Resultados del monitoreo

En este apartado se presentan los resultados obtenidos durante el monitoreo de las cuatro unidades de análisis en los dos periodos de monitoreo. La sección se subdivide de acuerdo con el periodo de monitoreo. Los resultados de TBS se analizan con relación a la Tn y ZC establecida para cada mes. Para la HR se establecido un rango óptimo entre el 30% y 70% como lo han manejado otros autores (Quesada & Bustillos, 2018; Rincón & Fuentes, 2014). Para la calidad de aire el límite con el que se comparo es de 1,000 ppm establecido por la ISO 16000 (2017).

4.2.1. Primer monitoreo

En este apartado, los resultados se organizan por vivienda, en el que se aborda: 1) el análisis de condiciones higrotérmicas durante todo el periodo monitoreado, 2) el comportamiento en un día representativo del mes, 3) la calidad de aire interior y, finalmente, 4) la discusión de los hallazgos.

4.2.1.1. V1. Análisis higrotérmico y calidad del aire interior

La V1 fue la última de las cuatro en ser monitoreada durante el primer periodo. La recolección de datos se llevó a cabo del 2 al 11 de febrero del año 2024. La Tn para este periodo se estableció en 21.8 °C con un rango para la ZC de ± 2.5 °C, lo que define un intervalo de 19.3 °C a 24.3 °C según las temperaturas promedio de febrero.

Como se observa en la Tabla 38, durante los 10 días registrados ambos espacios interiores fueron más cálidos con menores niveles de HR que el exterior, en especial el AS. Esto resulto positivo debido a que los valores exteriores en temperaturas son bajos respecto a la ZC y la HR es alta en relación al rango óptimo establecido.

Sin embargo, el valor mínimo promedio de HR en la recámara fue mayor que el registrado en el exterior, aunque se mantuvo dentro del rango óptimo.

Tabla 38

V1. Desempeño térmico medio durante los 10 días monitoreados

	Temperatura de bulbo seco °C			Humedad relativa %		
	REC	AS	EXT	REC	AS	EXT
Máximo	18.8 (+2)	21.2 (+4.4)	16.8	78 (-10)	78 (-10)	88
Promedio	15.2 (+2.5)	16.1 (+3.4)	12.7	73 (-3)	67. (-9)	76
Mínimo	12.4 (+3.7)	12.6 (+3.9)	8.7	65 (+7)	56 (-2)	58
Oscilación	6.4 (-1.7)	8.6 (+0.5)	8.1 °C	13 (-17)	22 (-8)	30%

Nota. Los valores dentro de la ZC y el rango óptimo se marcan en gris.

En la **Tabla 39** se aprecia que las temperaturas exteriores se encontraron en todo momento en condiciones de bajo calentamiento, mientras que la recámara entró en la ZC el 6 % del tiempo, y el AS un 15 %.

En cuanto a la HR, el mayor tiempo dentro del rango optimo fue también del AS que supero en poco más del doble del tiempo al exterior. Por otro lado, la recamara estuvo en el rango optimo un porcentaje de tiempo menor al exterior, lo que indica un pobre rendimiento del espacio en cuanto a las necesidades ambientales de los ocupantes.

Tabla 39

V1. Cantidad de tiempo en zona de confort y rango óptimo

	Debajo del confort			Confort			Sobre confort		
	REC	AS	EX	REC	AS	EX	REC	AS	EX
Temperatura	94 %	85 %	100 %	6 %	15 %	-	-	-	-
Humedad R.	-	-	-	23 %	63 %	30 %	78 %	37 %	70 %

Nota. Representa el porcentaje de horas que los valores registrados de temperatura y HR entraron en una de las tres categorías de confort. En gris el porcentaje más grande por espacio y parámetro.

Día representativo

Para un análisis horario, se seleccionó el día 4 de febrero como día representativo por tener mayor similitud a los datos de temperatura y HR de un día típico del mes (Figura A1). Según la Tabla 40, las temperaturas exteriores comenzaron a incrementarse a las 6:00 h, mientras que en el interior de la vivienda lo hicieron a partir de las 8:00 h. La TBS máxima al exterior se alcanzó a las 12:00 h (en un lapso de siete horas), mientras que en la recámara y el AS se registró a las 14:00 h (también en un lapso de siete horas), pero con un desfase de dos horas respecto al exterior.

El espacio más cálido fue el AS, con una TBS promedio de 17.2 °C, superó los 15.9 °C promedio en la recámara y los 13 °C al exterior. La disparidad térmica fue más evidente en los valores máximos, como se observa en la Figura 52. La TBS máxima en el AS fue 5.6 °C superior a la del exterior y 3.1 °C mayor que la de la recámara. El AS alcanzó temperaturas dentro de la ZC durante 8 horas, entre las 11:00 h y las 18:00 h, mientras que la recámara solo lo hizo por 5 horas, entre las 12:00 h y las 16:00 h. El exterior, en ningún momento, alcanzó la ZC.

En cuanto a la HR, la Tabla 40 muestra que el exterior estuvo dentro del rango óptimo ocho horas, entre las 10:00 h y las 17:00 h. En la recámara, este rango se mantuvo durante 10 horas, de las 11:00 h a las 20:00 h, mientras que el AS permaneció dentro del rango todo el día. Como se aprecia en la Figura 52, las habitaciones interiores redujeron significativamente la oscilación de HR en comparación con el exterior.

Tabla 40

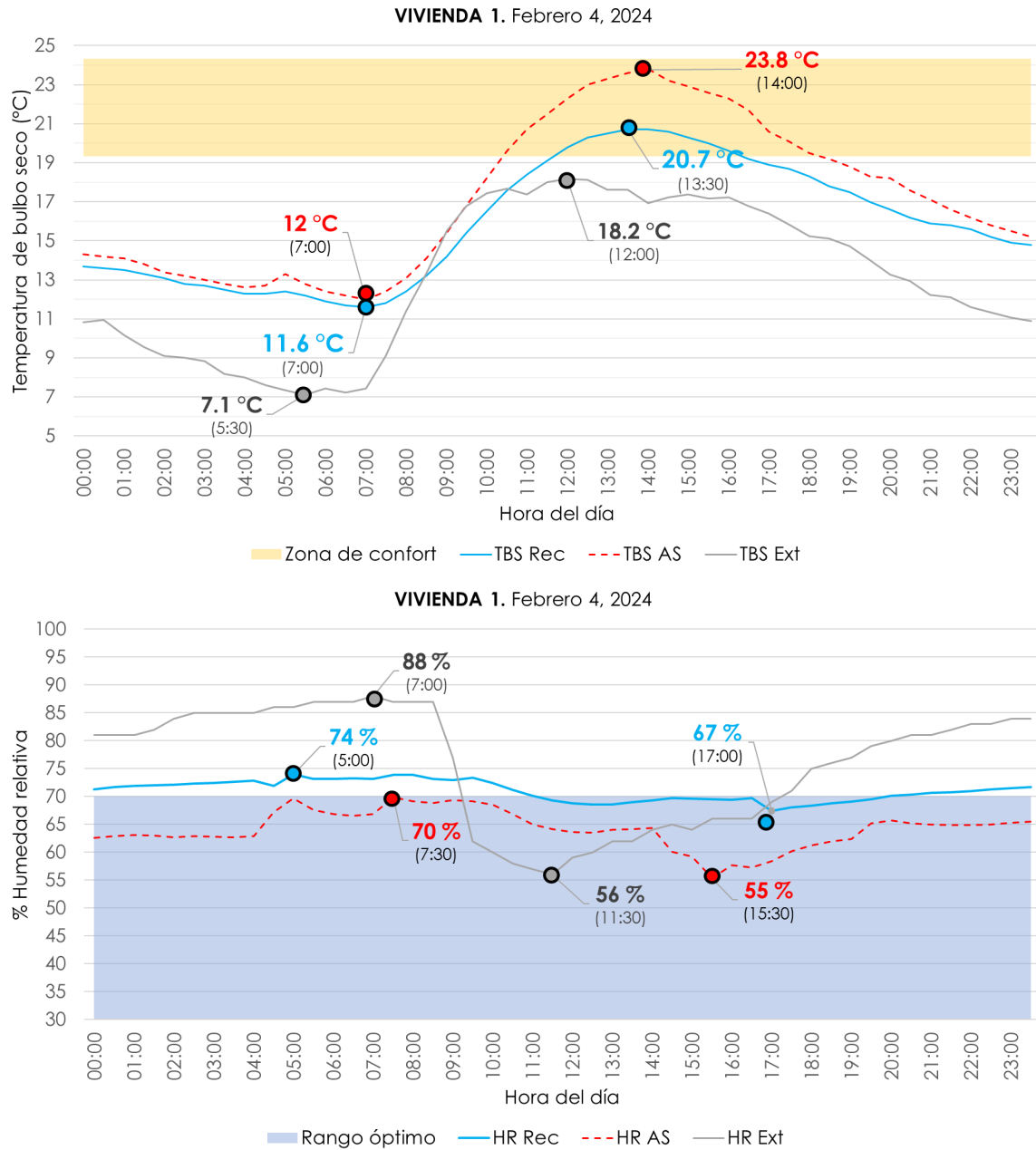
V1. Valores horarios monitoreados el día representativo

Hora	Exterior		Recámara		Área Social	
	TBS (°C)	HR (%)	TBS (°C)	HR (%)	TBS (°C)	HR (%)
00:00	10.8	81	13.7	71	14.3	63
01:00	10.2	81	13.5	72	14.1	63
02:00	9.1	84	13.1	72	13.4	63
03:00	8.8	85	12.7	72	13	63
04:00	8.0	85	12.3	73	12.6	63
05:00	7.3	86	12.4	74	13.3	70
06:00	7.4	87	11.9	73	12.4	67
07:00	7.4	88	11.6	73	12	67
08:00	11.4	87	12.4	74	13.1	69
09:00	15.5	77	14.2	73	15.4	69
10:00	17.4	60	16.5	72	18.2	69
11:00	17.4	57	18.4	70	20.7	65
12:00	18.2	59	19.8	69	22.3	64
13:00	17.6	62	20.5	69	23.3	64
14:00	16.9	64	20.7	69	23.8	64
15:00	17.4	64	20.3	70	22.9	59
16:00	17.2	66	19.6	69	22.3	58
17:00	16.4	69	18.9	67	20.6	58
18:00	15.2	75	18.3	68	19.5	61
19:00	14.7	77	17.5	69	18.8	62
20:00	13.3	80	16.6	70	18.2	66
21:00	12.2	81	15.9	71	17.1	65
22:00	11.6	83	15.6	71	16.2	65
23:00	11.1	84	14.9	72	15.5	65

Nota. La tabla representa los valores mínimos y máximos de TBS y HR diarios en cada espacio monitoreado. La escala de color indica los valores máximos (rojo) a los mínimos (azul) de cada columna. En negrita los valores en ZC y rango óptimo.

Figura 52

V1. Desempeño higrotérmico durante el día representativo



Nota. Las gráficas se realizaron con los datos obtenidos cada 30 minutos. Los puntos indican los valores máximos y mínimos por espacio.

Calidad del aire interior

La Tabla 41 presenta los niveles promedio de CO₂ registrados en el espacio AS y la recámara. Los valores máximos promedio en ambas habitaciones prácticamente duplicaron el límite establecido de 1,000 ppm. No obstante, la recámara mostró los niveles más altos de CO₂, con valores que permanecieron por debajo del límite solo durante la mitad del tiempo monitoreado.

En contraste, en el AS, la CAI se mantuvo aceptable la mayor parte del tiempo, aunque en un 25 % del período se registraron niveles elevados de CO₂. Los valores mínimos promedio en ambos espacios fueron similares a los niveles estimados en el exterior, que, aunque no se midieron directamente, se estimó que rondaban los 400 ppm.

Tabla 41

V1. Niveles promedio de CO₂

	AS	Recámara	Diferencia
<i>Máximo</i>	1,934 ppm	2,270 ppm	336 ppm
<i>Promedio</i>	831 ppm	1,156 ppm	325 ppm
<i>Mínimo</i>	412 ppm	416 ppm	4 ppm
<i>Tiempo en confort</i>	177 (74%)	114.5 (48 %)	26%

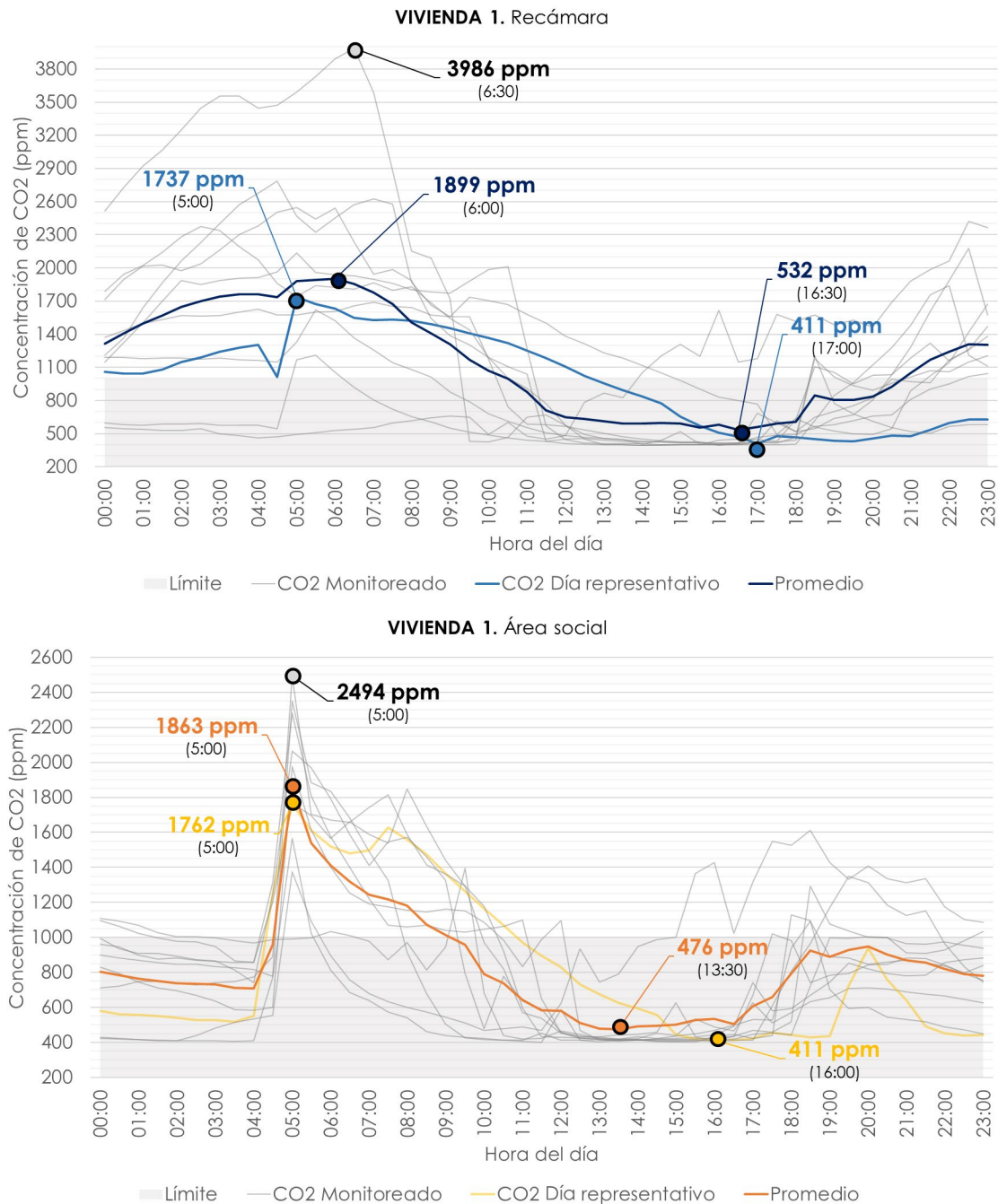
Nota. En gris el valor con las peores condiciones por habitación.

La Figura 53 muestra los niveles de CO₂ registrados por hora durante los 10 días en ambos espacios. En la recámara, los niveles de CO₂ superaron, en promedio, los 1000 ppm entre las 21:00 h y las 11:00 h, con un lapso continuo de 11 h, alcanzó los valores máximos a las 6:00 h. Uno de los días registró niveles cercanos a los 4,000 ppm a las 6:30 h, lo que representó más de cuatro veces el límite recomendado.

En el AS, los niveles promedio superaron el límite únicamente entre las 4:30 h y las 9:00 h. Las concentraciones más altas se registraron, en promedio, a las 5:00 h, una hora antes que en la recámara y con solo 30 ppm menos. Sin embargo, el nivel máximo registrado en el AS fue de 2,500 ppm, también a las 5:00 h, con una diferencia de más de 1,500 ppm respecto a la recámara. Los valores mínimos en el AS se observaron a las 13:00 h, tres horas antes que en la recámara.

Figura 53

V1. Resultado monitoreo de CO₂



Nota. El día representativo es el día empleado para el análisis horario higrotérmico.

4.2.1.2. V2. Análisis higrotérmico y calidad del aire interior

La V2 fue la primera vivienda monitoreada en orden cronológico. El monitoreo se realizó entre el 8 y el 17 de diciembre de 2023. La Tn establecida para este período fue de 21.9 °C, con una ZC que abarcó de 19.4 a 24.4 °C, según las temperaturas promedio normalizadas de diciembre.

Como se detalla en la Tabla 42, tanto la recámara como el AS presentaron TBS con una variación menor a 1 °C entre ellas. En comparación con el exterior, las TBS mínimas interiores fueron más de 3 °C superiores, mientras que las medias incrementaron en más de 1 °C. Sin embargo, la TBS máximas interiores fueron inferiores: 2.3 °C menos en la recámara y 1.3 °C menos en el AS, lo que redujo la oscilación térmica diaria al interior.

En cuanto a la HR, el promedio en el AS fue muy similar al registrado en el exterior, mientras que en la recámara presentó un valor ligeramente más alto. No obstante, los valores mínimos de HR en ambos espacios interiores fueron más de un 20 % superiores a los del exterior, y los máximos resultaron ligeramente menores. Esto provocó que la oscilación de HR en el interior fuera aproximadamente un 30 % menor que la registrada en el exterior.

Tabla 42

V2. Desempeño térmico medio durante los 10 días monitoreados

	Temperatura de bulbo seco °C			Humedad relativa %		
	REC	AS	EXT	REC	AS	EXT
<i>Máximo</i>	18.8 (-2.3)	19.8 (-1.3)	21.1	83 (-4)	77 (-10)	87
<i>Promedio</i>	15.4 (+1.2)	15.8 (+1.6)	14.2	79 (+7)	71 (-1)	72
<i>Mínimo</i>	12.3 (+3.9)	12 (+3.6)	8.4	68 (+26)	63 (+21)	42
<i>Oscilación</i>	6.5 (-6.2)	7.8 (-4.9)	12.7	15 (-30)	14 (-31)	45

Nota. Los valores dentro de la ZC y el rango óptimo se marcan en gris.

Como se observa en la Tabla 43, las temperaturas de bajo calentamiento predominaron, especialmente en la recámara, que no alcanzó la ZC en ningún momento. El exterior permaneció dentro de la ZC el 17 % del tiempo, casi el doble que el AS.

Respecto a la HR, el AS destacó por su mejor rendimiento, se mantuvo dentro del rango óptimo casi la mitad del tiempo. El exterior ocupó el segundo lugar, con un 36 %, mientras que la recámara presentó un desempeño significativamente inferior, entró en el rango óptimo apenas durante una sexta parte del tiempo en relación con las condiciones exteriores.

Tabla 43

V2. Cantidad de tiempo en zona de confort y rango óptimo

	Debajo del confort			Confort			Sobre confort		
	REC	AS	EX	REC	AS	EX	REC	AS	EX
Temperatura	100 %	91 %	83 %	-	9 %	17 %	-	-	-
Humedad R.	-	-	1 %	6 %	48 %	36 %	94 %	52 %	63 %

Nota. Representa el porcentaje de horas que los valores registrados de temperatura y HR entraron en una de las tres categorías de confort. En gris el porcentaje más grande por espacio y parámetro.

Día representativo

Para el análisis horario se seleccionó el día ocho de diciembre debido a que presenta los valores de temperatura y HR con mayor similitud a los del mes de diciembre normalizado (Figura A2). Como se observa en la Tabla 44, el exterior comenzó a calentarse a las 7:00 h y llegó a su máximo a las 14:00 h (7h), mientras que la recámara y el AS comenzaron dos horas después, aunque llegaron a las máximas dos horas después también, entre las 9:00 h y las 16:00 h (7h).

En la Figura 54 se observa que, desde el inicio del aumento de las temperaturas interiores, el AS presentó temperaturas superiores a las de la recámara. Sin embargo, esta tendencia se invirtió alrededor de las 22:00 h.

En la Tabla 44 se observa que la HR exterior alcanzó sus mínimos junto con las temperaturas más altas, mientras que la recámara y el AS registraron sus máximos al mediodía, en lugar de durante la noche o madrugada. La oscilación de HR fue mucho menor en los interiores, con 6 % en la recámara y 8 % en el AS, frente al 30 % del exterior.

Tabla 44

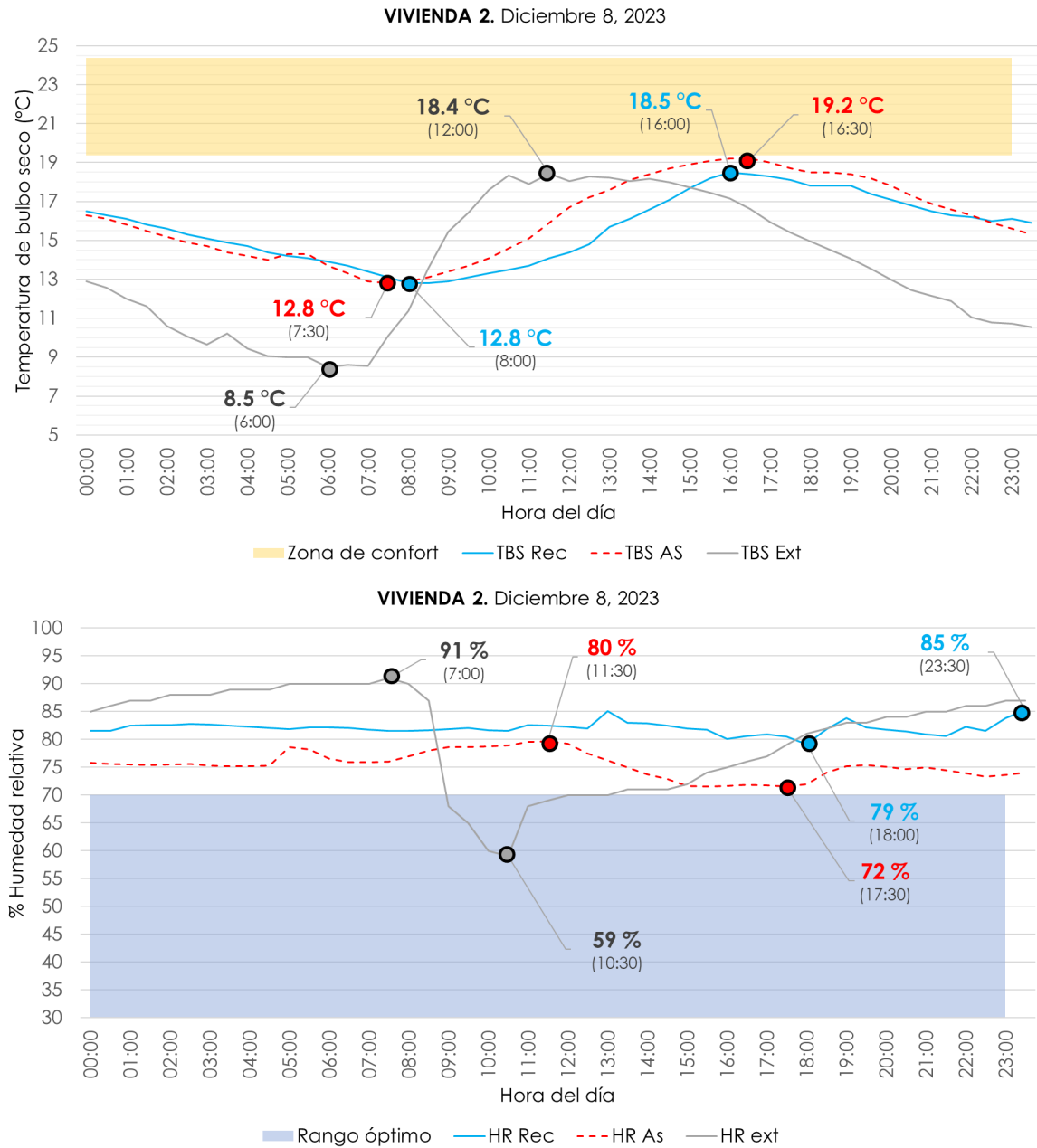
V2. Valores horarios monitoreados el día representativo

Hora	Exterior		Recámara		Área Social	
	TBS (°C)	HR (%)	TBS (°C)	HR (%)	TBS (°C)	HR (%)
00:00	12.9	85	16.5	82	16.3	76
01:00	12.0	87	16.1	83	15.8	76
02:00	10.6	88	15.6	83	15.2	76
03:00	9.7	88	15.1	83	14.7	75
04:00	9.4	89	14.7	82	14.2	75
05:00	9.0	90	14.2	82	14.3	79
06:00	8.5	90	13.9	82	13.7	77
07:00	8.6	90	13.4	82	12.9	76
08:00	11.4	90	12.8	82	12.9	77
09:00	15.4	68	12.9	82	13.4	79
10:00	17.6	60	13.3	82	14.1	79
11:00	17.9	68	13.7	83	15.1	80
12:00	18.1	70	14.4	82	16.7	79
13:00	18.2	70	15.7	85	17.6	76
14:00	18.2	71	16.6	83	18.4	74
15:00	17.7	72	17.7	82	18.9	72
16:00	17.2	75	18.5	80	19.2	72
17:00	15.9	77	18.3	81	19	72
18:00	14.9	81	17.8	79	18.5	72
19:00	14.1	83	17.8	84	18.4	75
20:00	13.0	84	17.1	82	17.8	75
21:00	12.2	85	16.5	81	16.9	75
22:00	11.1	86	16.2	82	16.3	74
23:00	10.7	87	16.1	84	15.6	74

Nota. La tabla representa los valores mínimos y máximos de TBS y HR diarios en cada espacio monitoreado. La escala de color indica los valores máximos (rojo) a los mínimos (azul) de cada columna. En negrita los valores en ZC y rango óptimo.

Figura 54

V2. Desempeño higrotérmico durante el día representativo



Nota. Las gráficas se realizaron con los datos obtenidos cada 30 minutos. Los puntos indican los valores máximos y mínimos por espacio.

Calidad del aire interior

En la Tabla 45 se muestran los valores promedio registrados durante los 10 días. Se observa que la recámara mostró niveles de CO₂ significativamente más altos que el AS, con una diferencia promedio de 700 ppm. Mientras que la concentración promedio en el AS se mantuvo por debajo del límite establecido, la recámara lo superó en 400 ppm.

La disparidad es aún más notable en los valores máximos, donde la recámara registró promedios que duplicaron los del AS. Estas diferencias resultaron en que el AS permaneciera por debajo del límite el 96 % del tiempo monitoreado, en contraste con solo el 41 % en el caso de la recámara.

Tabla 45

V2. Niveles promedio de CO₂

	AS	Recámara	Diferencia
<i>Máximo</i>	1,254 ppm	2,691 ppm	(1,437 ppm)
<i>Promedio</i>	665 ppm	1,403 ppm	(738 ppm)
<i>Mínimo</i>	433 ppm	477 ppm	(44 ppm)
<i>Tiempo en confort</i>	231 (96 %)	98.5 (41 %)	55%

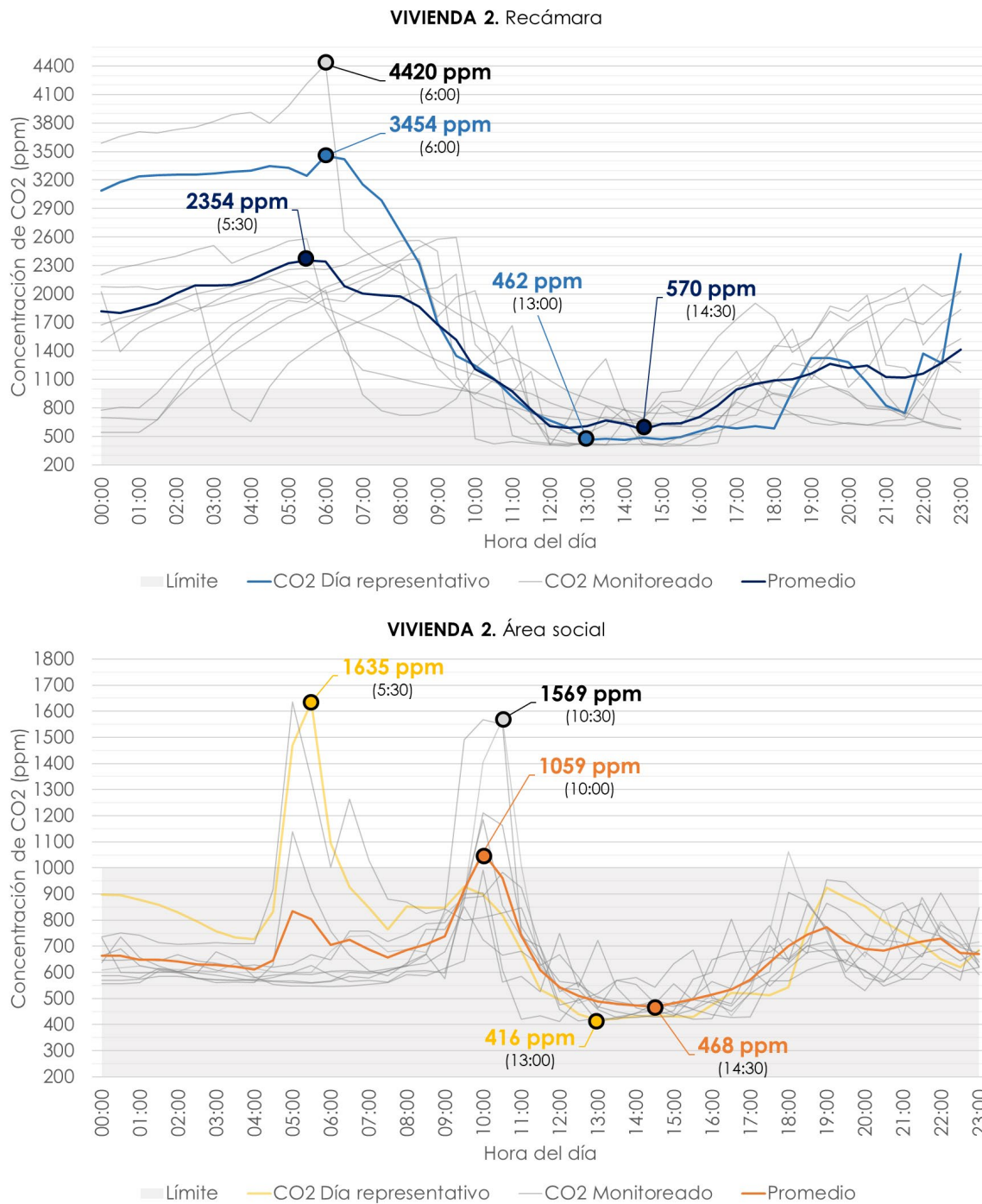
Nota. En gris el valor con las peores condiciones por habitación.

En la Figura 55 se observa que las concentraciones promedio de CO₂ en la recámara superaron el límite entre las 17:00 h y las 11:00 h, (18 h). Los niveles más altos se registraron alrededor de las 5:30 h, con un promedio que superó en más del doble el límite de 1,000 ppm. Además, se aprecia que en otros días se alcanzaron niveles similares hasta las 10:00 h. El valor máximo registrado fue de 4,420 ppm a las 6:00 h, lo que representa más de cuatro veces el límite establecido.

En cuanto al AS, los valores promedio solo superaron los 1,000 ppm a las 10:00 h, aunque se mantuvo en su mayoría por debajo de los 800 ppm durante el resto del tiempo. A diferencia de la recámara, el AS mostró picos en dos momentos del día con valores similares: alrededor de las 5:00 h y las 10:00 h. Al analizar los datos, se identificó que dichos picos ocurrieron en días distintos.

Figura 55

V2. Resultado monitoreo de CO₂



Nota. El día representativo es el día empleado para el análisis horario higrotérmico.

4.2.1.3. V3. Análisis higrotérmico y calidad del aire interior

El monitoreo, realizado entre el 20 y el 29 de enero de 2024, fue el tercero en orden cronológico. La Tn establecida para este periodo fue de 21.9°C, con un rango de ZC entre 19.4 °C y 24.4°C, según las temperaturas normalizadas de enero.

En la Tabla 46 se observa que las temperaturas interiores fueron superiores a las exteriores, mientras que la HR fue menor, especialmente en la recámara. La diferencia en las temperaturas fue más evidente en los valores máximos promedio. Además, la oscilación térmica diaria en el interior superó en poco más del 50 % a la registrada en el exterior.

En cuanto a la HR, se identificó una disminución constante en los valores mínimos promedio, promedio general y máximos promedio. Como resultado, ambos espacios interiores presentaron una oscilación de HR muy similar a la exterior, aunque ligeramente menor.

Tabla 46

V3. Desempeño térmico medio durante los 10 días monitoreados

	Temperatura de bulbo seco °C			Humedad %		
	REC	AS	EXT	REC	AS	EXT
<i>Máximo</i>	26.5 (+7.1)	25.6 (+6.2)	19.4	81 (-9)	84 (-6)	90
<i>Promedio</i>	18.1 (+3.3)	17.5 (+2.7)	14.8	71 (-8)	73 (-6)	79
<i>Mínimo</i>	13.6 (+2.2)	13.2 (+1.8)	11.4	53 (-7)	55 (-5)	60
<i>Oscilación</i>	12.9 (+4.9)	12.4 (+4.4)	8	28 (-2)	29 (-1)	30

Nota. Los valores dentro de la ZC y el rango óptimo se marcan en gris.

En la Tabla 47 se observa que predominan las condiciones de bajo calentamiento y alta HR. No obstante, a diferencia de las demás viviendas monitoreadas en este periodo, tanto la recámara como el AS alcanzaron temperaturas por encima de la ZC durante el 14 % y 12 % del tiempo, respectivamente, mientras que el exterior solo lo hizo en un 1 %.

El tiempo dentro de la ZC fue igual para ambas habitaciones, y el tiempo en el rango óptimo de HR fue muy similar entre ellas. Ambos parámetros prácticamente duplicaron el tiempo de confort ofrecido por las condiciones externas.

Tabla 47

V3. Cantidad de tiempo en zona de confort y rango óptimo

	Debajo del confort			Confort			Sobre confort		
	REC	AS	EX	REC	AS	EX	REC	AS	EX
Temperatura	73 %	75 %	92 %	13 %	13 %	7 %	14 %	12 %	1 %
Humedad	1 %	-	2%	39 %	37 %	21 %	60 %	63 %	77 %

Nota. Representa el porcentaje de horas que los valores registrados de temperatura y HR entraron en una de las tres categorías de confort. En el porcentaje más grande por espacio y parámetro.

Día representativo

Para el análisis horario, se seleccionó el día 26 de enero de 2024 debido a su similitud con los valores horarios de enero normalizados (Figura A3). En la Tabla 48 se observa que las temperaturas exteriores comenzaron a incrementarse a partir de las 8:00 h, alcanzaron su máximo a las 11:00 h y disminuyeron durante las tres horas siguientes. Posteriormente, volvieron a aumentar a las 15:00 h antes de descender nuevamente. En el AS y la recámara, la temperatura aumentó de manera constante entre las 8:00 h y las 15:00 h (8 h). Además, entre las 11:00 h y las 15:00 h, ambas habitaciones superaron la ZC, y permanecieron dentro del rango durante solo tres horas en el día.

Como se aprecia en la Figura 56, las temperaturas al interior de la vivienda fueron superiores a las exteriores en todo momento, los valores máximos superaron en más de 9 °C al valor máximo exterior.

La HR exterior comenzó a disminuir a partir de las 9:00 h, volvió a incrementarse desde las 12:00 h hasta alcanzar un pico a las 14:00 h, para luego bajar y experimentar un nuevo aumento dos horas más tarde. En el interior, la HR también empezó a descender a las 9:00 h, de manera continua hasta llegar al mínimo a las 14:00 h, tras lo cual aumentaron de forma más estable, sin las fluctuaciones observadas en el exterior. Como se muestra en la Figura 50, la HR en la recámara fue consistentemente inferior a la exterior, mientras que el AS superó la HR exterior durante una hora, entre las 9:30 h y las 10:30 h.

Tabla 48

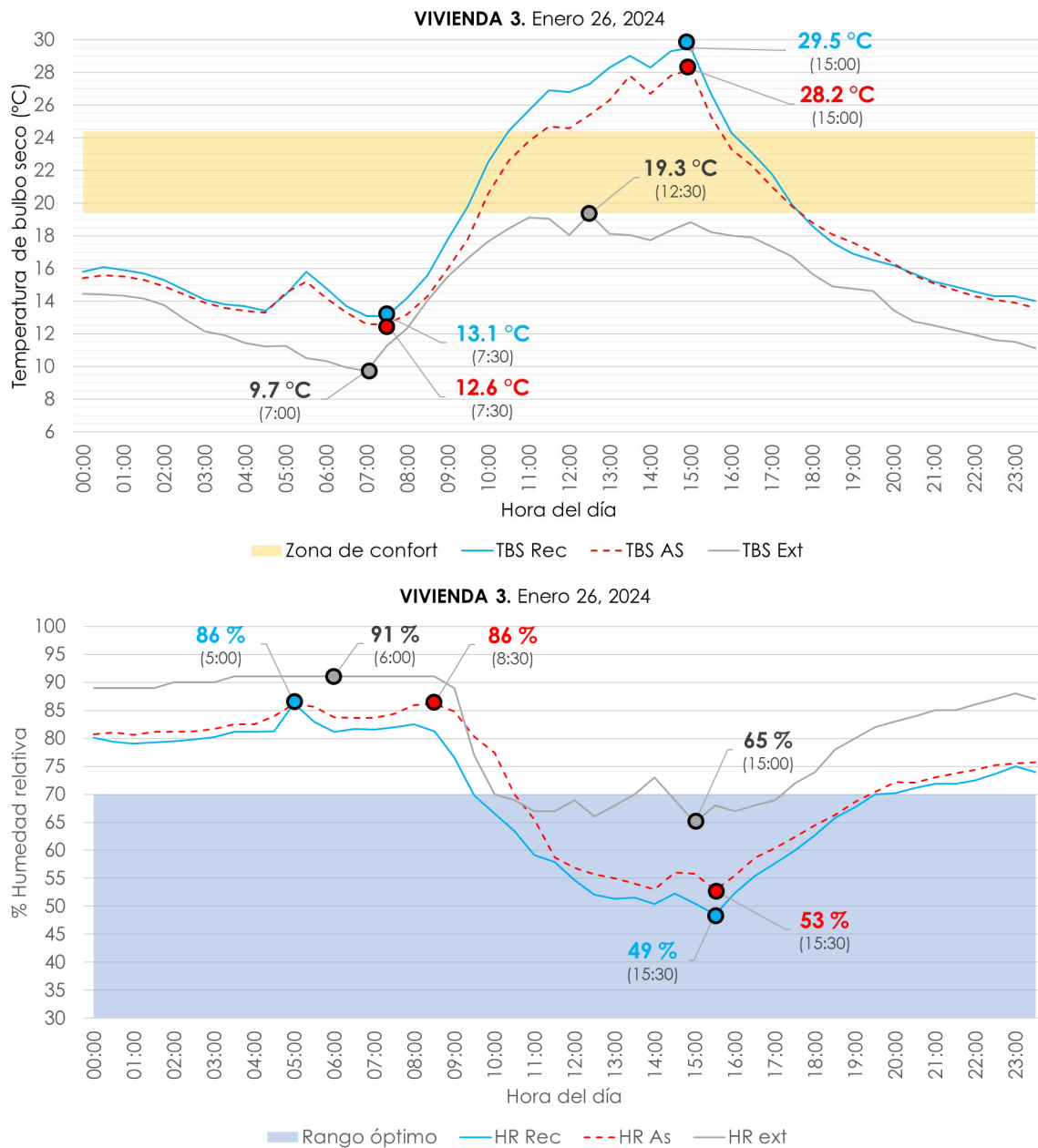
V3. Valores horarios monitoreados el día representativo

Hora	Exterior		Recámara		Área Social	
	TBS (°C)	HR (%)	TBS (°C)	HR (%)	TBS (°C)	HR (%)
00:00	14.4	89	15.8	80	15.4	81
01:00	14.3	89	15.9	79	15.5	81
02:00	13.8	90	15.3	80	14.9	81
03:00	12.2	90	14.1	80	13.9	82
04:00	11.4	91	13.7	81	13.4	83
05:00	11.3	91	14.4	86	14.5	86
06:00	10.3	91	14.8	81	14.2	84
07:00	9.7	91	13.1	82	12.6	84
08:00	12.3	91	14.2	83	13.2	86
09:00	15.5	89	17.8	77	16	85
10:00	17.7	70	22.5	67	20.6	77
11:00	19.1	67	25.7	59	23.8	66
12:00	18.1	69	26.8	55	24.6	57
13:00	18.1	68	28.3	51	26.3	55
14:00	17.7	73	28.3	50	26.7	53
15:00	18.8	65	29.5	51	28.2	56
16:00	18.0	67	24.3	52	23.3	56
17:00	17.3	69	21.8	58	21	60
18:00	15.7	74	18.6	63	18.8	65
19:00	14.8	80	16.9	68	17.6	69
20:00	13.4	83	16.2	70	16.3	72
21:00	12.5	85	15.2	72	15.1	73
22:00	11.9	86	14.6	73	14.3	74
23:00	11.5	88	14.3	75	13.9	76

Nota. La tabla representa los valores mínimos y máximos de TBS y HR diarios en cada espacio monitoreado. La escala de color indica los valores máximos (rojo) a los mínimos (azul) de cada columna. En negrita los valores en ZC y rango óptimo.

Figura 56

V3. Desempeño higrotérmico durante el día representativo



Nota. Las gráficas se realizaron con los datos obtenidos cada 30 minutos. Los puntos indican los valores máximos y mínimos por espacio.

Calidad del aire interior

En la Tabla 49 se presentan los valores promedio de CO₂ registrados en ambas habitaciones durante los 10 días. Se observa que la concentración de CO₂ fue ligeramente mayor en la recámara. El AS permaneció por debajo del límite establecido el 82 % del tiempo monitoreado, mientras que la recámara lo hizo durante el 75 %.

Tabla 49

V3. Niveles promedio de CO₂

	AS	Recámara	Diferencia
<i>Máximo</i>	1,808 ppm	2,139 ppm	(331 ppm)
<i>Promedio</i>	729 ppm	777 ppm	(48 ppm)
<i>Mínimo</i>	416 ppm	436 ppm	(20 ppm)
<i>Tiempo en confort</i>	198 (82 %)	181 (75 %)	7%

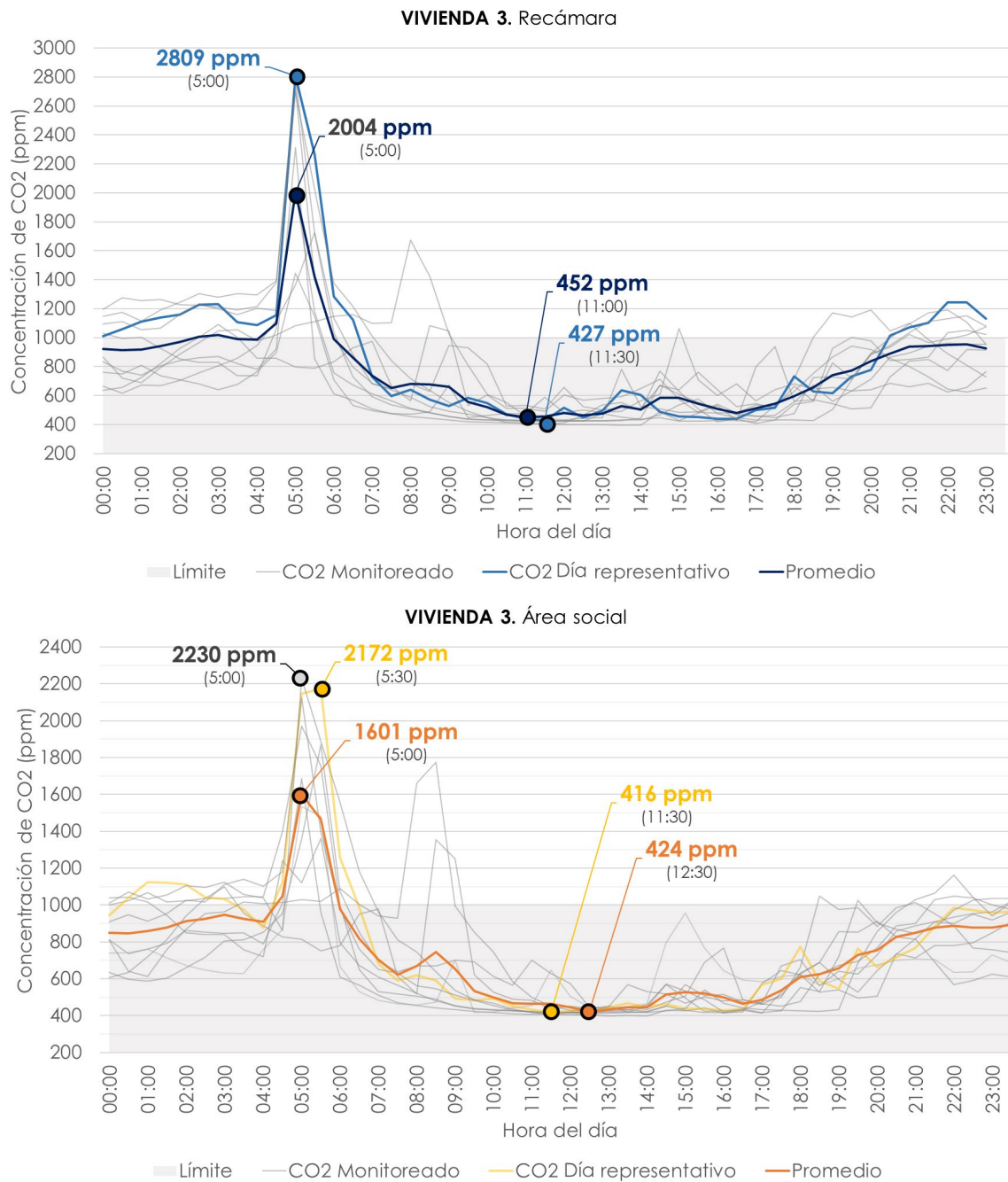
Nota. En gris el valor con las peores condiciones por habitación.

En la Figura 57 se presentan las concentraciones de CO₂ registradas en ambas habitaciones durante los 10 días de monitoreo, junto con los valores promedio horarios. En la recámara se observa que, el límite se superó únicamente en las mañanas, entre las 4:00 h y las 6:00 h (2 h), alcanzó la concentración promedio más alta a las 5:00 h, momento en el que los niveles duplicaron lo recomendado.

En el AS, las concentraciones también superaron el límite entre las 4:30 h y las 6:00 h de manera similar a la recámara; sin embargo, la concentración máxima promedio fue 400 ppm menor. Asimismo, el pico máximo registrado en todo el monitoreo fue 600 ppm inferior en el AS en comparación con la recámara.

Figura 57

V3. Resultado monitoreo de CO₂



Nota. El día representativo es el día empleado para el análisis horario higrotérmico.

4.2.1.4. V4. Análisis higrotérmico y calidad del aire interior

El monitoreo se llevó a cabo entre el 28 de diciembre de 2023 y el 6 de enero de 2024. La T_n establecida para este periodo fue de 21.9 °C, con un rango para la ZC que abarcó de 19.4 °C a 24.4 °C, conforme a las temperaturas normalizadas de enero.

Según se ilustra en la Tabla 50, la TBS al interior fue superior y tuvo una menor oscilación en comparación con el exterior. Entre las habitaciones, la recámara fue la más cálida. Esta diferencia se amplió al analizar las temperaturas máximas promedio, con una variación de 3.5 °C. En contraste, la diferencia en la temperatura media fue de 1.5 °C, mientras que las mínimas mostraron una discrepancia inferior a 1 °C.

En cuanto a la HR, la recámara presentó un mejor desempeño frente al exterior, con una mayor reducción de los niveles de humedad. Así, el valor promedio de HR en la recámara se ubicó dentro del rango óptimo, condición que no se cumplió en el AS. En esta última habitación, incluso se registraron valores superiores al exterior, lo cual resulta desfavorable en un ambiente caracterizado por alta humedad.

Tabla 50

V4. Desempeño térmico medio durante los 10 días monitoreados

	Temperatura del aire °C			Humedad relativa %		
	REC	AS	EXT	REC	AS	EXT
<i>Máximo</i>	22.1 (+4)	18.6 (+0.5)	18.1	71 (-19)	78 (-12)	90
<i>Promedio</i>	17.0 (+4.3)	15.5 (+2.8)	12.7	66 (-12.8)	73 (-5.7)	79
<i>Mínimo</i>	13.6 (+5.6)	13 (+5)	8	57 (±0)	70 (+13)	57
<i>Oscilación</i>	8.5 (-1.6)	5.6 (-4.5)	10.1	14 (-19)	18 (-15)	33

Nota. Los valores dentro de la ZC y el rango óptimo se marcan en gris.

En la Tabla 51 se observa que la recámara presentó las condiciones más favorables en ambos parámetros. Permaneció dentro de la ZC aproximadamente una cuarta parte del tiempo, en contraste con el 3 % registrado en el AS. Asimismo, estuvo dentro del rango óptimo de HR el 79 % del tiempo, superó por más de tres veces el tiempo correspondiente al exterior y hasta siete veces el del AS.

Tabla 51

V4. Cantidad de tiempo en zona de confort y rango óptimo

	<i>Debajo del confort</i>			<i>Confort</i>			<i>Sobre confort</i>		
	<i>REC</i>	<i>AS</i>	<i>EX</i>	<i>REC</i>	<i>AS</i>	<i>EX</i>	<i>REC</i>	<i>AS</i>	<i>EX</i>
<i>Temperatura</i>	77 %	97 %	100 %	23 %	3 %	-	-	-	-
<i>Humedad R.</i>	-	-	-	79 %	11 %	24 %	21 %	89 %	76 %

Nota. Representa el porcentaje de horas que los valores registrados de temperatura y HR entraron en una de las tres categorías de confort. En gris el porcentaje más grande por espacio y parámetro.

Día representativo

Se seleccionó el cuatro de enero para el análisis horario debido a que sus valores se asemejan a los datos horarios normalizados del mes (Figura A4). En la Tabla 52

Tabla 52 se observa que las temperaturas exteriores comenzaron a aumentar a las 8:00 h y alcanzaron su máximo a las 13:00 h (6 h). La recámara también inició su calentamiento a las 8:00 h, pero alcanzó su temperatura máxima 10 horas después, a las 17:00 h. Por su parte, el AS empezó a calentarse una hora más tarde, a las 9:00 h, y llegó a su máximo a las 16:00 h, una hora antes que la recámara.

Como se muestra en la Figura 58, la TBS en la recámara fueron consistentemente superiores a las del AS, con una diferencia máxima de 4.9 °C a las 17:00 h. La oscilación térmica en la recámara (8.3 °C) fue similar a la del exterior (8.7 °C), mientras que en el AS fue menor (5.1 °C). Además, la recámara fue el único espacio que alcanzó la ZC, y se mantuvo en esta durante 5 horas, entre las 14:00 h y las 18:00 h.

En cuanto a la HR, el exterior permaneció dentro del rango óptimo durante 9 horas, mientras que la recámara y el AS lo hicieron durante 15 y 11 horas, respectivamente. El AS mostró una menor oscilación de HR (11 %) en comparación con la recámara (22 %), aunque esta última logró reducir la variación respecto al exterior, que presentó una oscilación del 32 %.

Tabla 52

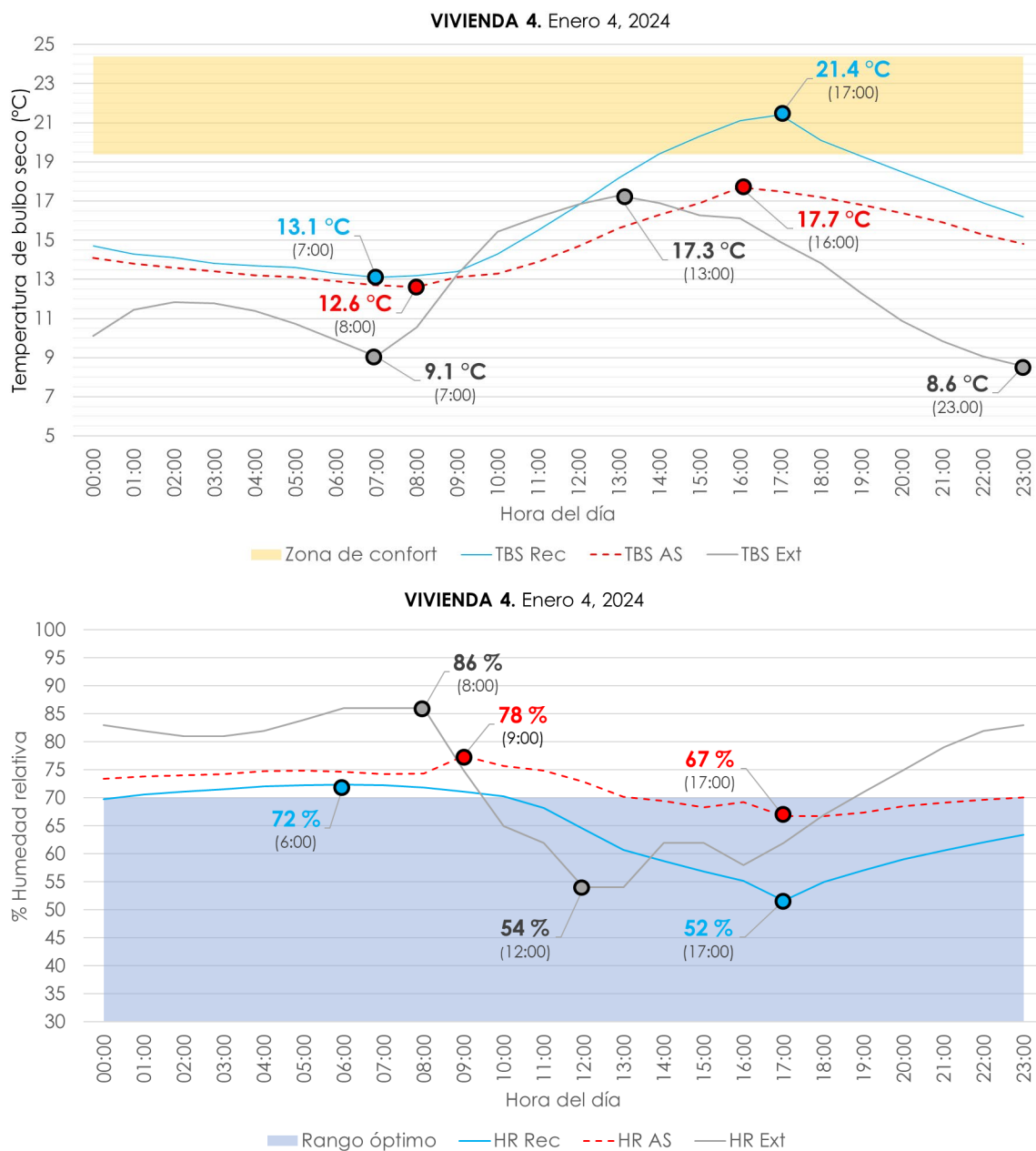
V4. Valores horarios monitoreados el día representativo

Hora	Exterior		Recamara		Área Social	
	TBS (°C)	HR (%)	TBS (°C)	HR (%)	TBS (°C)	HR (%)
00:00	10.1	83	14.7	70	14.1	73
01:00	11.4	82	14.3	71	13.8	74
02:00	11.8	81	14.1	71	13.6	74
03:00	11.8	81	13.8	72	13.4	74
04:00	11.4	82	13.7	72	13.2	75
05:00	10.7	84	13.6	72	13.1	75
06:00	9.9	86	13.3	72	12.9	75
07:00	9.1	86	13.1	72	12.7	74
08:00	10.6	86	13.2	72	12.6	74
09:00	13.2	75	13.4	71	13.1	78
10:00	15.4	65	14.3	70	13.3	76
11:00	16.2	62	15.5	68	13.9	75
12:00	16.8	54	16.8	65	14.7	73
13:00	17.3	54	18.2	61	15.6	70
14:00	16.9	62	19.4	59	16.3	70
15:00	16.3	62	20.3	57	16.9	68
16:00	16.1	58	21.1	55	17.7	69
17:00	14.9	62	21.4	52	17.5	67
18:00	13.8	67	20.1	55	17.2	67
19:00	12.3	71	19.3	57	16.8	67
20:00	10.9	75	18.5	59	16.4	69
21:00	9.8	79	17.7	61	15.9	69
22:00	9.1	82	16.9	62	15.3	70
23:00	8.6	83	16.2	63	14.8	70

Nota. La tabla representa los valores mínimos y máximos de TBS y HR diarios en cada espacio monitoreado. La escala de color indica los valores máximos (rojo) a los mínimos (azul) de cada columna. En negrita los valores en ZC y rango óptimo.

Figura 58

V4. Desempeño higrotérmico durante el día representativo



Nota. Las gráficas se realizaron con los datos obtenidos cada hora. Los puntos indican los valores máximos y mínimos por espacio.

Calidad del aire interior

La Tabla 53 presenta las concentraciones promedio de CO₂ en la V4. Se observa que, en general, tanto el AS como la recámara permanecieron la mayor parte del tiempo por debajo del límite establecido. Además, ambos espacios registraron concentraciones promedio casi iguales. No obstante, a diferencia de las demás viviendas, el AS mostró una concentración máxima promedio 260 ppm superior a la de la recámara, lo que lo posiciona ligeramente por encima del límite, con un excedente de poco más de 100 ppm.

Tabla 53

V4. Niveles promedio de CO₂

	AS	Recámara	Diferencia
Máximo	1,109 ppm	842 ppm	(267 ppm)
Promedio	567 ppm	568 ppm	(1 ppm)
Mínimo	422 ppm	423 ppm	(1 ppm)
Tiempo en confort	232.5 (97 %)	239.5 (100 %)	3 %

Nota. En gris el valor con las peores condiciones por habitación.

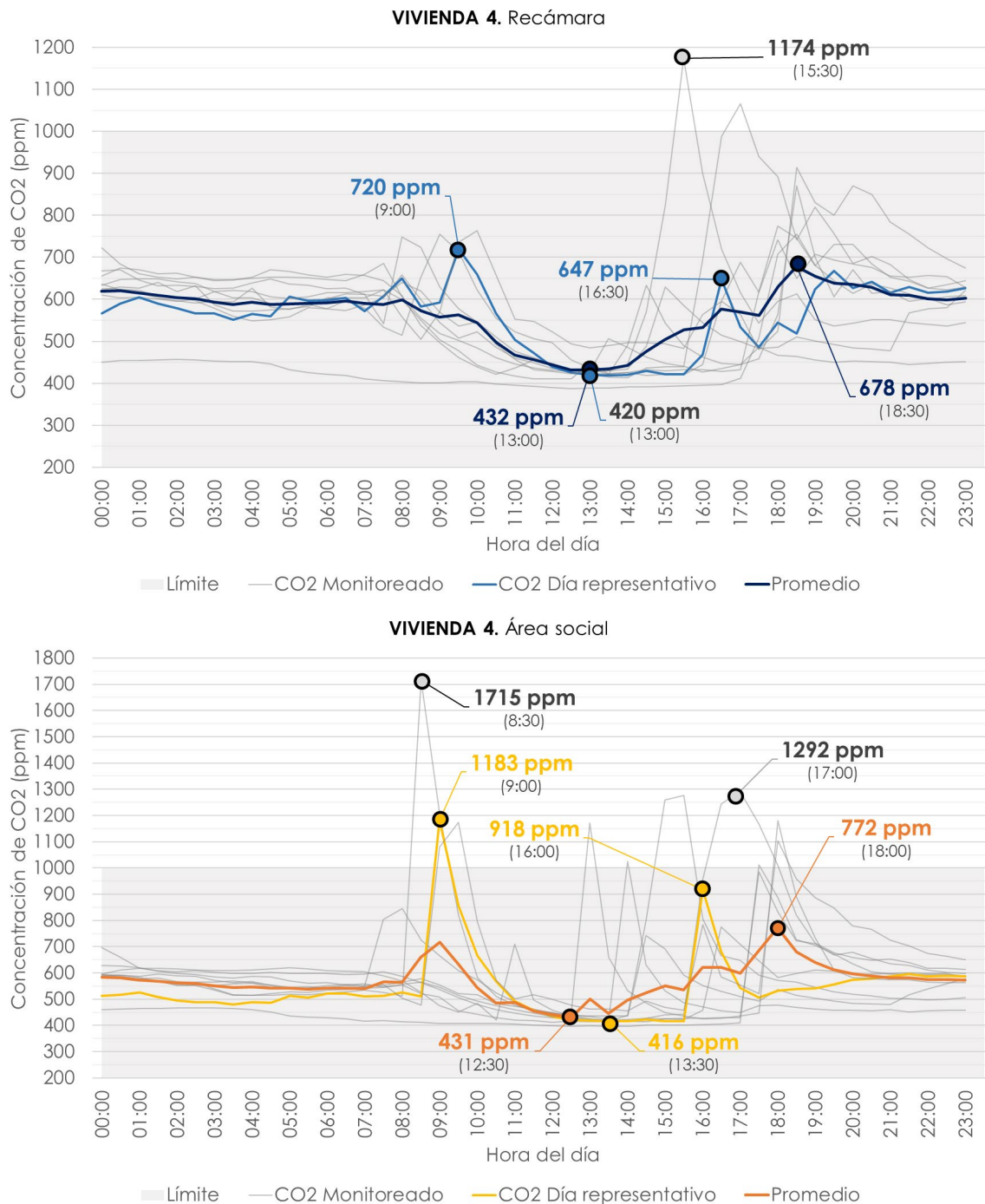
La Figura 59 muestra que, en la recámara, los valores promedio permanecieron dentro del límite en todo momento, con excepciones puntuales en dos días distintos, cuando se registraron picos que no superaron una hora de duración. El pico más alto fue de 1,174 ppm y ocurrió a las 15:30 h, aunque las mayores concentraciones generalmente se observaron a las 18:30 h.

En el AS, aunque el promedio no superó el límite, se identificaron varios picos por encima de este. El más alto alcanzó los 1,715 ppm a las 8:30 h, seguido de otro de 1,292 ppm a las 17:00 h, además de otros picos menores registrados en días distintos.

En ambos espacios, las concentraciones de CO₂ se mantuvieron alrededor de los 600 ppm durante gran parte del tiempo. En la recámara, este nivel predominó entre las 21:00 h y las 8:00 h (11 horas), descendieron al mínimo a las 13:00 h antes de aumentar nuevamente. En el AS, los 600 ppm se mantuvieron desde las 20:00 h hasta las 8:00 h (12 h).

Figura 59

V4. Resultado monitoreo de CO₂



Nota. El día representativo es el día empleado para el análisis horario higrotérmico.

4.2.1.5. *Discusión*

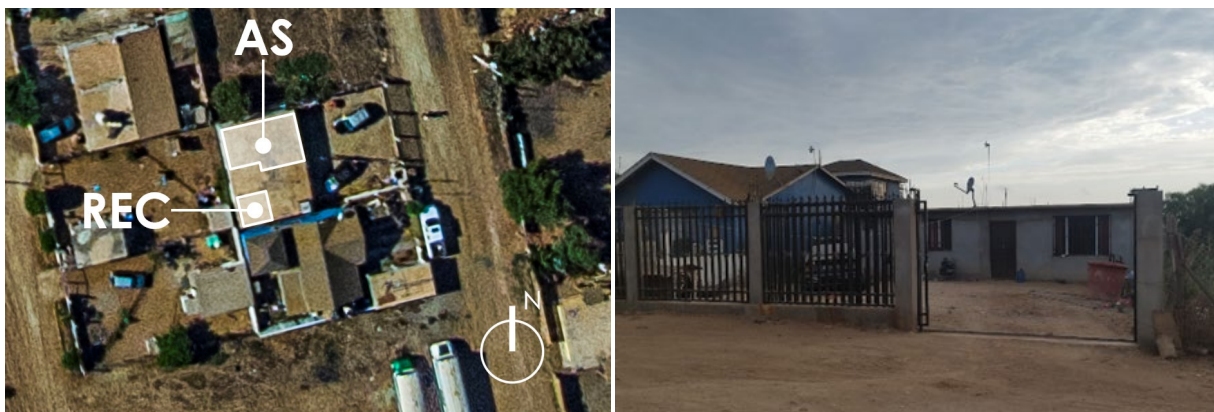
En V1 el AS presentó un mejor comportamiento higrotérmico en comparación con la recámara. Este desempeño puede atribuirse a la ubicación y orientación del AS, cuyas paredes exteriores están orientadas al este, sur y oeste, lo que permite una mayor exposición solar durante todo el día y, por ende, mayores ganancias térmicas. En contraste, la recámara, ubicada en una esquina con orientación norte y este, recibe exposición solar solo durante unas pocas horas por la mañana.

En cuanto a la calidad del aire, la recámara registró los niveles más altos de CO₂, en concordancia con lo reportado en la literatura (Frutos et al., 2021). Esto ocurre porque los ocupantes permanecen en este espacio reducido durante la noche, usualmente con las ventanas cerradas para evitar la pérdida de calor. En el AS, los picos de CO₂ se concentraron por la mañana debido al uso de la estufa, ya que el espacio permanece poco ventilado debido a las bajas temperaturas típicas de esas horas. Sin embargo, con el aumento de la temperatura conforme avanza el día, la ventilación mejora y la cantidad de ocupantes en la vivienda disminuye, lo que provoca un rápido descenso de los niveles de CO₂.

En V2 ambos espacios mostraron un rendimiento higrotérmico deficiente, aunque las diferencias entre estos no fueron tan marcadas como en V1, la recámara tuvo un peor desempeño a lo largo del día. Como se observa en la Figura 60, la vivienda está ubicada al fondo del terreno, en relación con la calle, y colinda directamente al sur con una casa de dos pisos, que genera sombra constante a lo largo del día y reduce significativamente las ganancias térmicas. La recámara, es el espacio más próximo a esta casa, tiene una fachada oeste parcialmente cubierta por otra construcción, lo que limita aún más sus ganancias térmicas frente al AS.

Figura 60

Colindancias de V2



Nota. Fotografías tomadas por el autor el 28 de julio del 2023 a las 18:40 h.

En términos de CAI, la recámara presentó las concentraciones de CO₂ más altas, especialmente durante la noche, a pesar de que solo una persona duerme en ella. Esto sugiere que la puerta permanecía cerrada, lo que permitió que las concentraciones alcanzaran niveles hasta cuatro veces superiores a lo recomendado y se mantuvieran altas hasta cerca del mediodía. No obstante, esta práctica ayudó a mantener temperaturas ligeramente más cálidas durante la noche (22:00 h a 8:00 h) en comparación con el AS.

Por su parte, el AS es un espacio tres veces más grande, con un diseño abierto que incluye ventanas para ventilación cruzada y una puerta de metal con malla metálica y cortina delgada. Estas características mejoran significativamente la ventilación y la calidad del aire interior, ya que la puerta principal del AS permite un intercambio constante de aire con el exterior, incluso si las ventanas están cerradas. Esto se refleja en niveles bajos de CO₂ durante todo el día. En dos momentos puntuales por la mañana se mostraron picos de CO₂ consistentes durante varios días, lo cual sugiere el uso de la estufa, ubicada en este espacio, ya que, como señala Wharton (2024), su uso aumenta los niveles de CO₂.

La V3 mostró valores más uniformes entre ambos espacios en términos de desempeño higrotérmico y niveles de CO₂. Esto es esperable debido a sus dimensiones reducidas y la conexión directa entre sus dos únicos espacios.

Durante el periodo analizado, esta vivienda alcanzó las temperaturas interiores más altas entre todas las monitoreadas. Esto se explica por su construcción en triplay de madera, un material delgado con alta transmisibilidad térmica que permite un rápido aumento de la temperatura interior cuando la temperatura exterior sube. Sin embargo, este mismo material provoca que la vivienda se enfríe rápidamente cuando las temperaturas exteriores descienden (CONAVI, 2022).

En términos de calidad del aire, a pesar de albergar a seis ocupantes y no contar con ventanas, los niveles de CO₂ se mantuvieron mayormente en rangos aceptables, salvo en momentos puntuales. Esto se debe a las deficiencias constructivas, como los huecos en la envolvente, que generan infiltraciones constantes de aire y favorecen la ventilación (Mansouri et al., 2022). El único momento en que se superó el límite de CO₂ fue a las 5:00 h de la mañana, cuando las temperaturas exteriores eran más bajas y la puerta permanecía cerrada mientras los ocupantes cocinaban, una situación similar a la observada en V1.

En V4 Las diferencias de desempeño entre ambos espacios, al igual que en V1 y V2, se atribuyen a la orientación de la vivienda y al hecho de que el AS es un espacio con un diseño más abierto. La recámara está ubicada en la esquina suroeste de la vivienda, mientras que el AS tiene mayor exposición hacia el norte y el este, lo que limita la incidencia directa del sol.

Esta orientación provoca que la recámara retenga calor por más tiempo y alcance temperaturas más altas durante el día. En contraste, el AS, con menor exposición solar, presenta ganancias térmicas reducidas, lo que resulta en temperaturas más bajas y niveles de HR más elevados.

En términos de calidad del aire, esta vivienda registró los niveles más bajos de CO₂ entre todas las monitoreadas. Aunque cuenta con un único ocupante, este factor no garantiza por sí solo una buena calidad del aire interior, como se observó en la

recámara de la V2. La diferencia en ambos casos radica en el uso de cortinas delgadas para dividir los espacios interiores, lo que facilita la circulación de aire entre las habitaciones. Esto permite que el CO₂ producido por el ocupante se disperse hacia el resto de la vivienda, de modo que mantuvo niveles similares en ambos espacios durante la noche, aunque con valores ligeramente más altos en la recámara.

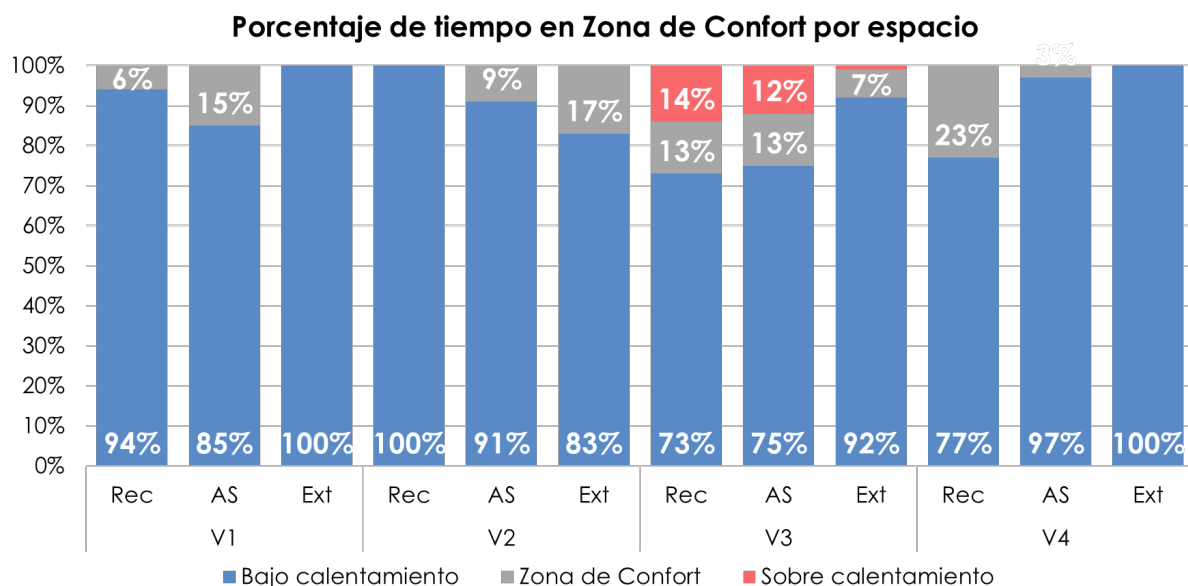
4.2.1.6. Comparación entre viviendas

En la Figura 61 se observa que el espacio con la mayor mejora respecto a las condiciones exteriores fue la recámara de la V4, seguido del AS de la V1. Ambos espacios están orientados hacia el suroeste, una dirección que recibe la mayor radiación solar. A diferencia de la V2, que también cuenta con esta orientación, estas viviendas no presentan obstáculos que proyecten sombra sobre ellas.

En contraste, la V2 mostró el peor desempeño, ya que sus condiciones interiores resultaron menos favorables que las exteriores. Por otro lado, V3 fue la única vivienda que alcanzó temperaturas de sobrecalentamiento, con un tiempo en este rango comparable al que permaneció dentro de la ZC.

Figura 61

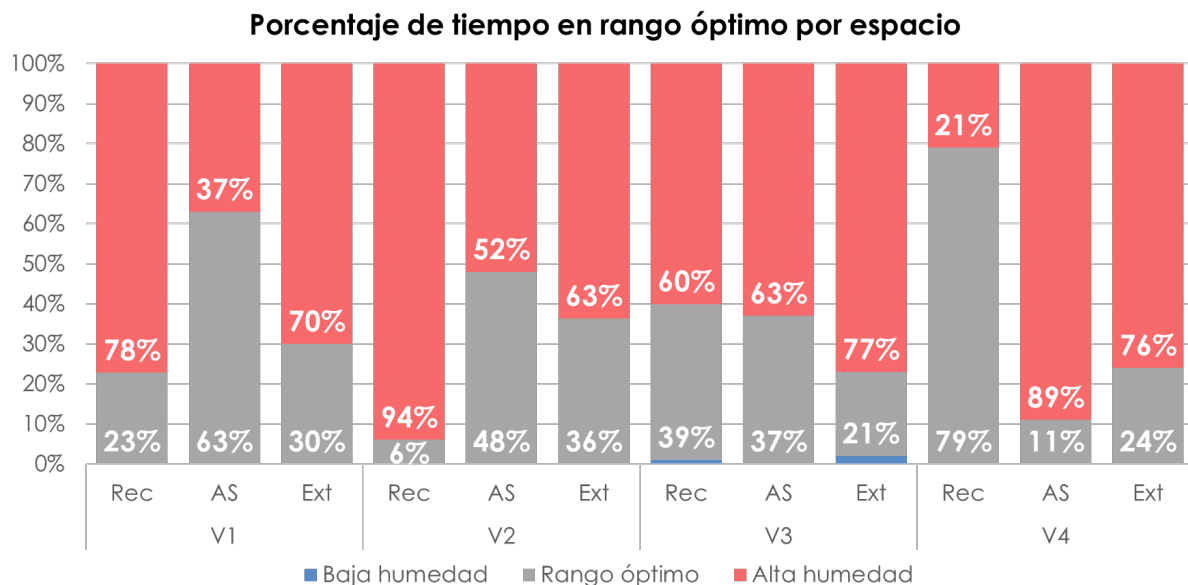
Comparación de desempeño térmico entre viviendas



En cuanto a la HR, se observa un patrón similar: los espacios que permanecieron más tiempo dentro del rango óptimo lograron mantener niveles de HR reducidos durante un periodo más prolongado (Figura 62). La recámara de la V4 fue el espacio que pasó más tiempo en el rango óptimo, seguida del AS de la V1. Estos mismos espacios también registraron los mayores incrementos de temperatura. En contraste, la V2, que presentó temperaturas interiores inferiores a las exteriores, mostró una HR más alta en comparación con el exterior.

Figura 62

Comparación de desempeño de HR entre viviendas



En cuanto a las concentraciones de CO₂, en la Tabla 54 se observa que los niveles promedio fueron más altos en las recámaras de todas las viviendas. V1 y V2 presentaron las mayores diferencias entre habitaciones, debido al reducido intercambio de aire con el resto de la vivienda, lo que facilita la acumulación de CO₂ durante la noche, cuando puertas y ventanas se cierran para conservar el calor (M. Navas-Martín & Cuervo-Vilches, 2023).

En el caso de V3, la diferencia entre habitaciones fue menor debido a la conexión directa entre los espacios y al alto intercambio de aire con el exterior, facilitado por infiltraciones a través de las aberturas entre los muros y el techo. Por último, la V4 presentó la menor diferencia entre los espacios, atribuible a que cuenta con un único

habitante y a la ausencia de puertas en los espacios interiores, lo que dificulta la acumulación prolongada de CO₂.

Tabla 54

Comparación de desempeño de CO₂ entre viviendas

	Ocupantes/Área		Promedio de CO₂		Tiempo bajo el límite	
	Recámara	AS	Recámara	AS	Recámara	AS
V1	2 (18 m ²)	5 (69 m ²)	1,156 ppm	831 ppm	48 %	74%
V2	1 (9.2 m ²)	4 (34.4 m ²)	1,403 ppm	665 ppm	41 %	96 %
V3	4 (21.5 m ²)	6 (20.9 m ²)	777 ppm	729 ppm	75 %	82 %
V4	1 (12.9 m ²)	1 (13 m ²)	568 ppm	567 ppm	100 %	97%

En general, estos resultados destacan la importancia de la orientación al momento de ubicar la vivienda y distribuir los espacios en su interior, ya que tiene un gran impacto en el desempeño higrotérmico. Asimismo, el material y método constructivo juegan un papel clave, como lo demuestra el caso de la V3, la única vivienda construida completamente con materiales ligeros, que presentó el peor desempeño higrotérmico.

Otro criterio importante fue la ventilación entre espacios interiores para evitar las altas concentraciones de CO₂, debido a que para hacer frente a las temperaturas frías es necesario limitar la ventilación con el exterior para evitar la pérdida de calor.

4.2.2. Segundo monitoreo

El segundo periodo de monitoreo se llevó a cabo del siete al 12 de mayo. En este lapso, debido a modificaciones realizadas en la V3, solo se pudo monitorear el AS. En el caso de la V4, no fue posible realizar el monitoreo por la indisposición de su ocupante. La temperatura normalizada para este periodo fue de 22.8 °C, con una ZC que abarca de 20.3 °C a 25.8 °C, según los valores de mayo.

La Tabla 55 muestra que la V1 alcanzó temperaturas notablemente más cálidas al interior en comparación con el exterior, destacó el AS, que superó por 1.2 °C la temperatura promedio de la recámara.

En la V2, la TBS de ambas habitaciones fueron prácticamente iguales, con una oscilación térmica muy cercana a la registrada en el exterior. En la V3, el AS presentó una temperatura promedio similar a las otras habitaciones de las primeras viviendas,

pero registró las máximas promedio más altas, con una diferencia superior a 12 °C respecto al exterior. Además, las temperaturas mínimas promedio fueron las más bajas entre las tres viviendas, lo que resultó en una oscilación térmica diaria de más de 16 °C, casi 10 °C por encima del exterior. Esto contrasta con las otras casas, cuya oscilación difiere menos de 1 °C respecto al exterior.

Tabla 55

Desempeño térmico medio durante los seis días monitoreados

	V1		V2		V3	EXT
	REC	AS	REC	AS	AS	
Máximo	23.6 (+4.7)	25.1 (+6.2)	24.2 (+5.3)	24.1 (+5.2)	31.5 (+12.6)	18.9
Promedio	19.5 (+4)	20.7 (+5.2)	20.4 (+4.9)	20.5 (+5)	20.9 (+5.4)	15.5
Mínimo	16.4 (+4.3)	17.4 (+5.3)	17.5 (+5.4)	17.5 (+5.4)	14.9 (+2.8)	12.1
Oscilación	7.2 (+0.4)	7.7 (+0.9)	6.7 (-0.1)	6.6 (-0.2)	16.6 (+9.8)	6.8

Nota. Los valores dentro de la ZC se marcan en gris.

En la Tabla 56 se muestra que la TBS registrada en todos los espacios presentó condiciones de bajo calentamiento la mayor parte del tiempo. La V2 destacó por presentar las mejores condiciones, ya que ambas habitaciones superaron el 40 % del tiempo en ZC, y el AS se acercó al 50 %.

La V1 muestra un comportamiento similar, aunque la recámara y el AS difieren en un 8 %, el doble de la diferencia observada entre las habitaciones de la V2. Por su parte, la V3 presenta el peor rendimiento, ya que, como se observa en la tabla, solo el 13 % del tiempo estuvo dentro de la ZC, y un porcentaje considerable del 27 % experimentó sobrecalentamiento. De esta manera, la V3 es la única que presenta este problema.

Tabla 56

Porcentaje de tiempo en ZC durante el segundo monitoreo

	Bajo calentamiento			Zona de Confort			Sobre calentamiento		
	REC	AS	EX	REC	AS	EX	REC	AS	EX
V1	67 %	58 %		34 %	42 %		-	-	
V2	57 %	53 %	100 %	43 %	47 %	-	-	-	-
V3	-	60 %		-	13 %		-	27 %	

Nota. Porcentaje de horas en cada categoría de confort térmico: en gris, el mayor porcentaje por espacio y parámetro.

En la Tabla 57 se observa que todas las habitaciones presentan niveles de HR promedio inferiores al exterior en al menos 10 %, lo que permite que estos valores se mantengan dentro del rango óptimo. En la V1 y V2, la variación de HR entre habitaciones es mínima (~6 %) y presentan oscilaciones ligeramente inferiores o similares al exterior. En V3, se registró la mayor disminución de HR promedio respecto al exterior, pero también la mayor oscilación pues superó el 10 %.

Tabla 57

Desempeño de HR medio durante los seis días monitoreados

	V1		V2		V3	EXT
	REC	AS	REC	AS	AS	
Máximo	74 (-11)	68 (-17)	77 (-8)	73 (-12)	71 (-14)	85
Promedio	66 (-11)	59 (-18)	67 (-10)	62 (-15)	55 (-22)	77
Mínimo	55 (-9)	49 (-15)	54 (-10)	53 (-11)	39 (-26)	64
Oscilación	19 (-2)	19 (-2)	23 (+2)	20 (-1)	32 (+11)	21

Nota. Los valores dentro del rango óptimo se marcan en gris.

Como se observa en la Tabla 58, ningún espacio registró valores por debajo del límite inferior de 30 % de HR. Además, en los espacios interiores la HR se mantuvo la mayor parte del tiempo dentro del rango óptimo.

En la V1, existe una diferencia notable entre las habitaciones: mientras que la recámara se encuentra dentro del rango el 64 % del tiempo, el AS lo hace durante la totalidad del periodo monitoreado. En la V2, también hay una discrepancia entre los dos espacios, fue la recámara la que permaneció menos tiempo dentro del rango óptimo entre todos los interiores evaluados.

Tabla 58

Porcentaje de tiempo de HR en rango óptimo durante el segundo monitoreo

	Baja humedad			Rango óptimo			Alta humedad		
	REC	AS	EX	REC	AS	EX	REC	AS	EX
V1	-	-		64 %	100 %		36 %	-	
V2	-	-	-	56 %	88 %	21 %	44 %	12 %	79 %
V3	-	-		-	99 %		-	1 %	

Nota. Porcentaje de horas en cada categoría de humedad relativa: en gris, el mayor porcentaje por espacio y parámetro.

Día representativo

Se seleccionó el nueve de mayo de 2024 para el análisis horario, ya que los datos monitoreados al exterior en este día presentan la mayor similitud con los valores normalizados de mayo (Figura A5).

Según la Tabla 59, la TBS al exterior comenzó a aumentar a las 8:00 h, alcanzó su máximo a las 11:00 h, descendió 3 °C y luego subió nuevamente a las 14:00 h, para finalmente disminuir durante el resto del día. En la V1, ambas habitaciones iniciaron el calentamiento al mismo tiempo que el exterior, pero la recámara alcanzó su TBS máxima 8 horas después, mientras que el AS lo hizo una hora antes. Sin embargo, la recámara mantuvo temperaturas más altas que el AS en todo momento.

En la V2, la TBS fue similar entre ambas habitaciones, aunque ligeramente superiores en el AS. Estas comenzaron a aumentar a las 10:00 h, con un retraso de dos horas respecto al exterior, y continuaron así hasta las 19:00 h, lo que generó un período de 10 horas de calentamiento. Ambas habitaciones permanecieron dentro de la ZC durante toda la tarde y hasta altas horas de la noche, incluso después de la ausencia de luz solar.

En la V3, la TBS comenzó a subir al mismo tiempo que el exterior, pero alcanzó su máximo antes que, en las demás viviendas, a las 13:00 h, y descendieron de manera constante durante el resto del día. A excepción de un aumento puntual de 1 °C registrado a las 5:00 h, comportamiento que no se observó en ningún otro espacio, las temperaturas siguieron una tendencia descendente. Este aumento puntual podría atribuirse a una acción directa del ocupante.

Al comparar los espacios, se observa que la V2, a diferencia del resto de las viviendas, construida completamente de concreto, tardó más en calentarse. Sin embargo, una vez que comenzó a ganar calor, este se mantuvo por más tiempo en el interior.

Por otro lado, la V3 fue la vivienda que se calentó más rápidamente, comenzó a ganar calor al mismo ritmo que el exterior. No obstante, también fue la primera en enfriarse, en un comportamiento térmico similar con las variaciones de la TBS exterior.

Tabla 59

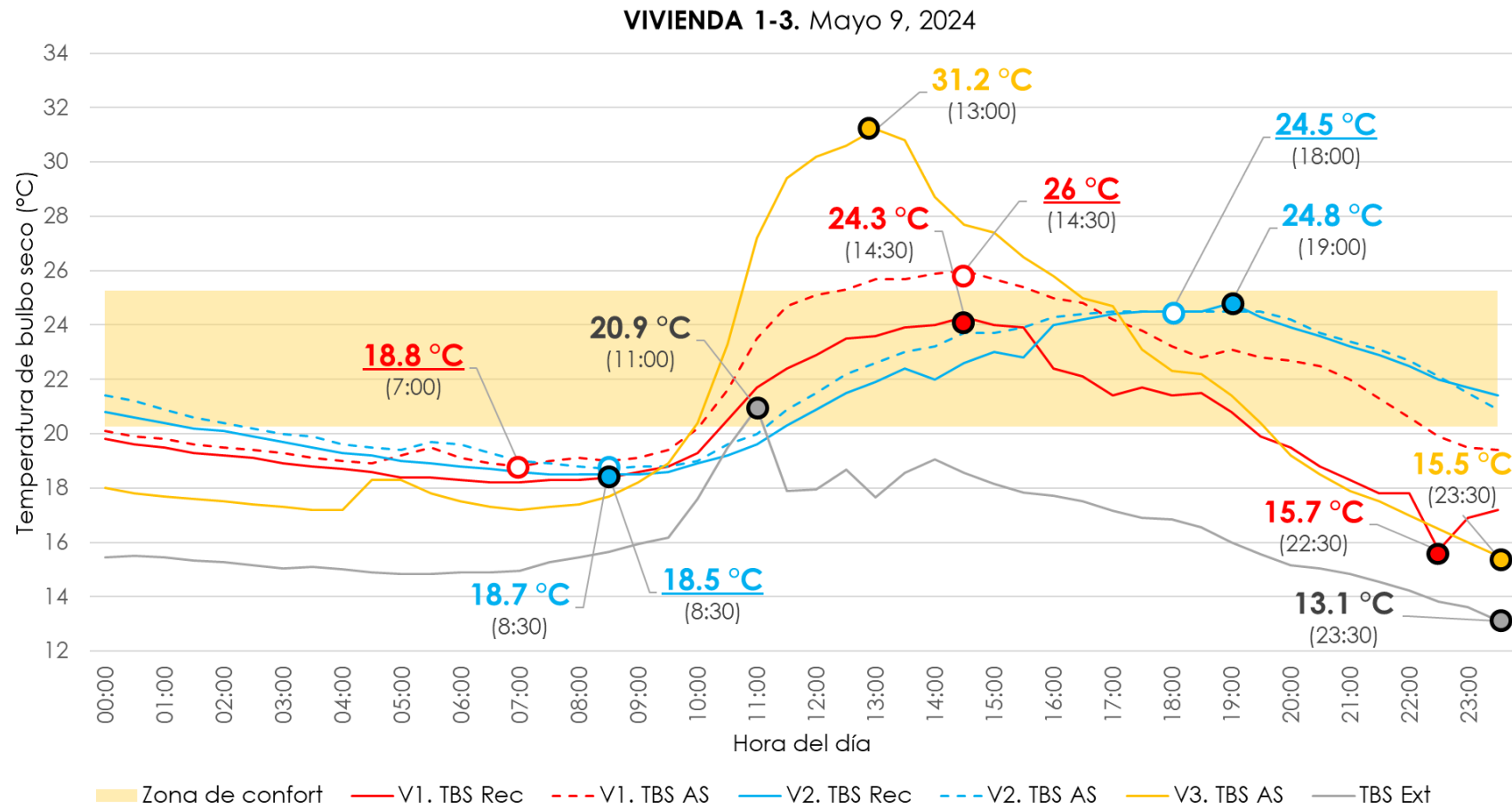
Valores horarios monitoreados de TBS el día representativo del segundo monitoreo

Hora	Exterior	Vivienda 1		Vivienda 2		V3
		Rec.	AS	Rec.	AS	AS
00:00	15.4	19.8	20.1	20.8	21.4	18
01:00	15.4	19.5	19.8	20.4	20.9	17.7
02:00	15.3	19.2	19.5	20.1	20.4	17.5
03:00	15.1	18.9	19.3	19.7	20	17.3
04:00	15.0	18.7	19	19.3	19.6	17.2
05:00	14.8	18.4	19.2	19	19.4	18.3
06:00	14.9	18.3	19.1	18.8	19.6	17.5
07:00	14.9	18.2	18.8	18.6	19	17.2
08:00	15.4	18.3	19.1	18.5	18.8	17.4
09:00	15.9	18.6	19.1	18.5	18.8	18.2
10:00	17.6	19.3	20.2	18.9	19	20.4
11:00	20.9	21.7	23.5	19.6	20	27.2
12:00	17.9	22.9	25.1	20.9	21.5	30.2
13:00	17.7	23.6	25.7	21.9	22.6	31.2
14:00	19.1	24	25.9	22	23.2	28.7
15:00	18.2	24	25.7	23	23.7	27.4
16:00	17.7	22.4	25	24	24.3	25.8
17:00	17.2	21.4	24.2	24.4	24.5	24.7
18:00	16.8	21.4	23.2	24.5	24.5	22.3
19:00	16.0	20.8	23.1	24.8	24.5	21.4
20:00	15.2	19.5	22.7	23.9	24.2	19.2
21:00	14.8	18.3	22	23.2	23.4	17.9
22:00	14.2	17.8	20.6	22.5	22.7	17
23:00	13.6	16.9	19.5	21.7	21.5	16

Nota. La tabla representa los valores mínimos y máximos de TBS y HR diarios en cada espacio monitoreado. La escala de color indica los valores máximos (rojo) a los mínimos (azul) de cada columna. En negrita los valores en ZC.

Figura 63

Comportamiento térmico el día representativo del segundo monitoreo



Nota. La gráfica se realizó con los datos obtenidos cada 30 minutos. Los puntos indican los valores máximos y mínimos por espacio.

Según la Tabla 60, la HR exterior comenzó a disminuir entre las 7:00 h y las 11:00 h (5 h), y se mantuvo dentro del rango óptimo entre las 10:00 h y las 18:00 h (9 h). En la V1, la recámara registró niveles de HR superiores al rango óptimo entre las 3:00 h y las 9:00 h (7 h), mientras que el AS permaneció dentro del rango óptimo durante todo el periodo.

En la V2, al igual que en la V1, el AS se mantuvo dentro del rango óptimo en todo momento. Sin embargo, la recámara tuvo el peor desempeño de todos los espacios monitoreados, con niveles elevados de HR desde la madrugada hasta después del mediodía, un total de 13 h fuera del rango óptimo.

En la V3, los niveles de HR se mantuvieron constantemente dentro del rango óptimo, a parte tuvo los valores más bajos durante la mayor parte del tiempo. No obstante, por la mañana y por la noche, superó ligeramente los niveles registrados en el AS de V1.

Tabla 60

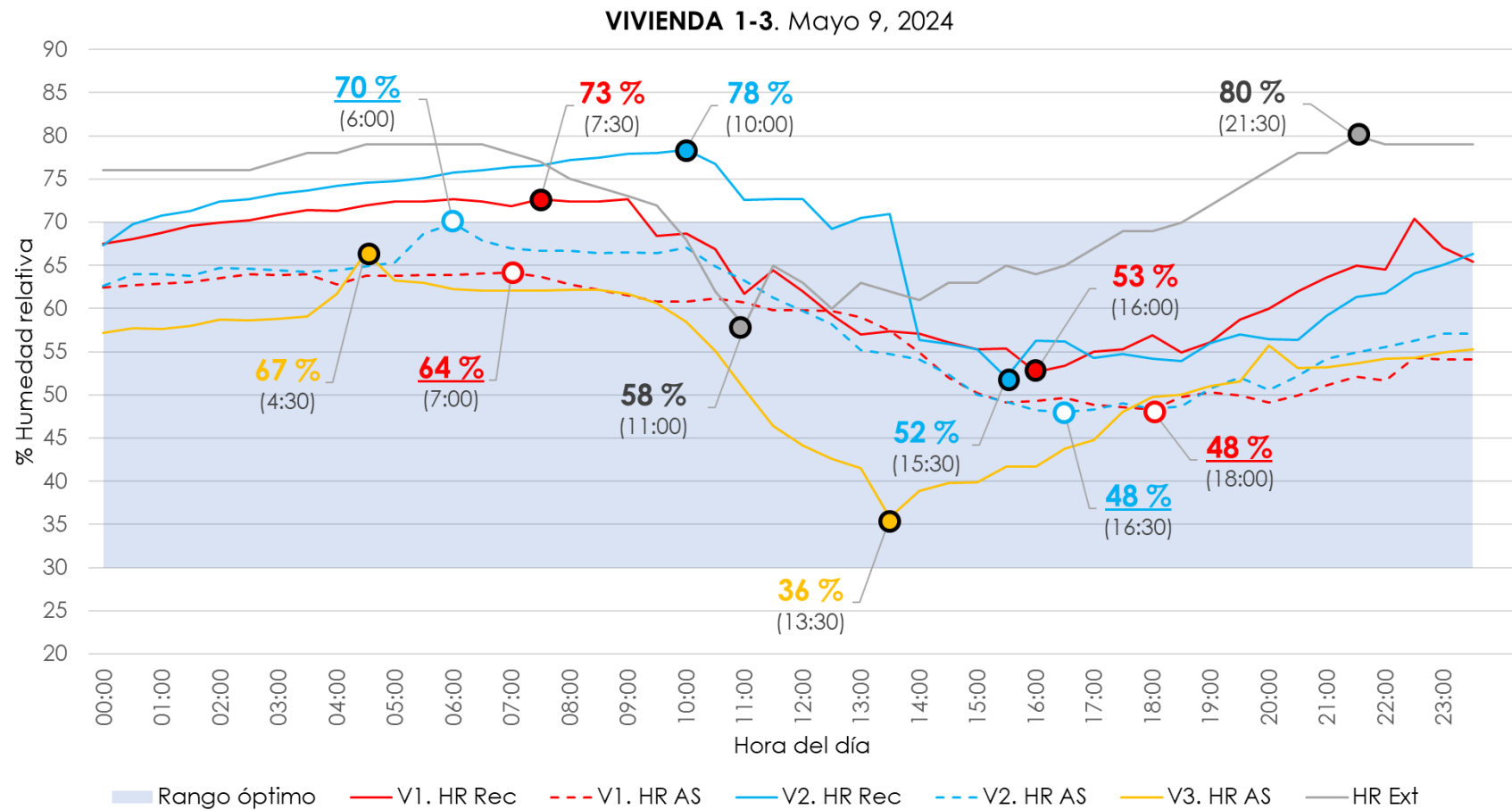
Valores de HR horarios monitoreados el día representativo del segundo monitoreo

Hora	Exterior	Vivienda 1		Vivienda 2		V3
		Rec.	AS	Rec.	AS	AS
00:00	76	68	62	67	63	57
01:00	76	69	63	71	64	58
02:00	76	70	64	72	65	59
03:00	77	71	64	73	64	59
04:00	78	71	63	74	64	62
05:00	79	72	64	75	65	63
06:00	79	73	64	76	70	62
07:00	78	72	64	76	67	62
08:00	75	72	63	77	67	62
09:00	73	73	62	78	67	62
10:00	68	69	61	78	67	59
11:00	58	62	61	73	63	51
12:00	63	62	60	73	60	44
13:00	63	57	59	71	55	42
14:00	61	57	55	56	54	39
15:00	63	55	50	55	50	40
16:00	64	53	49	56	48	42
17:00	67	55	49	54	48	45
18:00	69	57	48	54	48	50
19:00	72	56	50	56	51	51
20:00	76	60	49	57	51	56
21:00	78	64	51	59	54	53
22:00	79	65	52	62	56	54
23:00	79	67	54	65	57	55

Nota. La tabla representa los valores mínimos y máximos de TBS y HR diarios en cada espacio monitoreado. La escala de color indica los valores máximos (rojo) a los mínimos (azul) de cada columna. En negrita los valores en rango óptimo.

Figura 64

Comportamiento de HR el día representativo del segundo monitoreo



Nota. La gráfica se realizó con los datos obtenidos cada 30 minutos. Los puntos indican los valores máximos y mínimos por espacio.

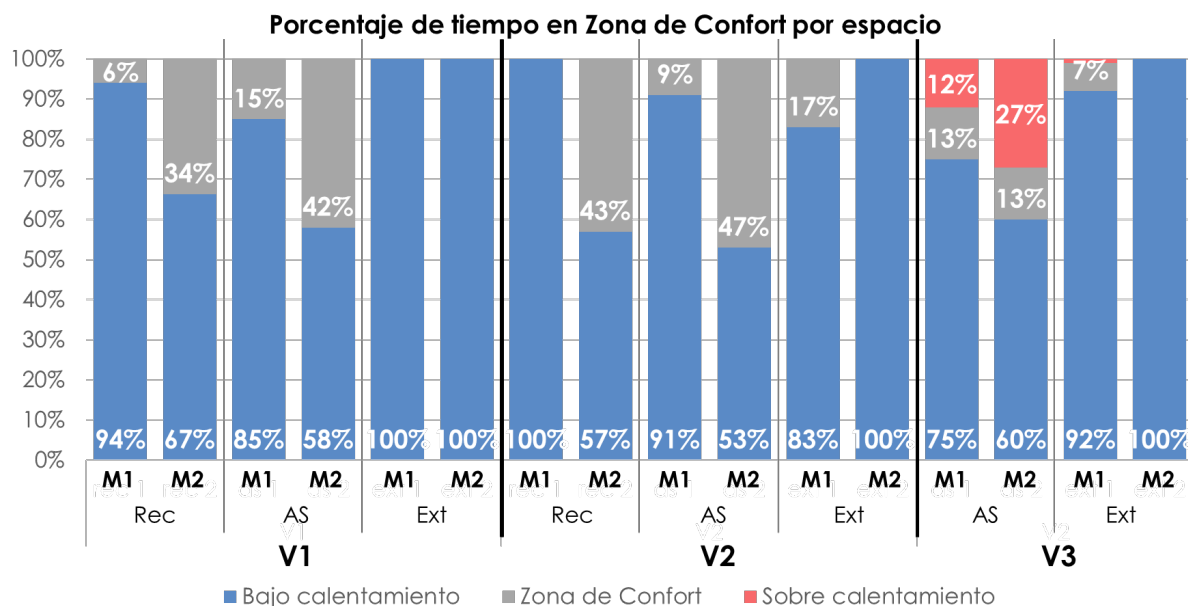
4.2.2.1. Comparación entre períodos

En la Figura 65 se observa que V1 tuvo un mejor desempeño en el segundo periodo que fue más cálido. A pesar de que en el exterior no se alcanzó la ZC en ningún momento en ambos periodos, las habitaciones si aumentaron el tiempo en ZC la misma cantidad de tiempo.

La V2 fue la que mostró el mayor cambio, en ambos espacios se registró un aumento de aproximadamente el 40 %, aunque es más notable en la recámara. De hecho, la V2 fue la vivienda que alcanzó el mayor tiempo en la ZC durante el segundo periodo entre todas las viviendas monitoreadas. Esto puede atribuirse a que, al incremento en la exposición solar durante el día debido a días más largos y una inclinación solar mayor, lo cual además redujo la sombra proyectada por la vivienda al sur. Combinado con sus materiales más densos en muros y techos, permitió un mejor aislamiento térmico. Esto ayudo a acumular calor durante el día y emitirlo al interior durante la noche, lo que favoreció el mantenimiento de las cargas térmicas por periodos prolongados (CONAVI, 2022).

Figura 65

Comparación de desempeño térmico entre ambos periodos de monitoreo



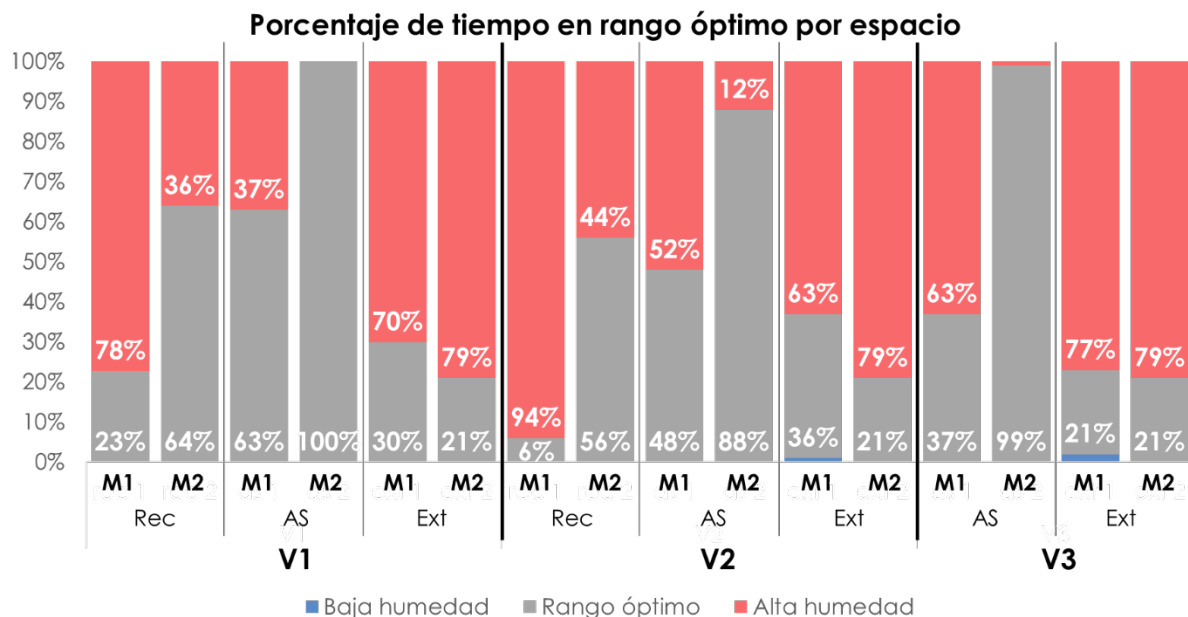
En contraste, la V3 no presentó mejoras en el tiempo dentro de la ZC. Aunque disminuyó el tiempo en condiciones de bajo calentamiento, esta reducción se tradujo en un aumento del tiempo en condiciones de sobrecalentamiento. Esto se debe a que los materiales de la vivienda no proporcionan un aislamiento efectivo, lo que provoca que las temperaturas en la ZC solo se alcancen de manera transitoria entre los extremos térmicos. En este sentido, el comportamiento de la V3 fue similar en ambos periodos.

Como se aprecia en la Figura 66 el tiempo en el rango óptimo mejoró en las tres viviendas. En V1 y V2, la HR exterior en el segundo monitoreo estuvo más tiempo en el rango, pero dentro de las viviendas, el tiempo en rango óptimo aumentó considerablemente, especialmente en V2, que presentó las mayores temperaturas durante el monitoreo.

La mejora más notable se observó en la V3. Esta vivienda logró permanecer dentro del rango óptimo el 99% del tiempo, representó un aumento del 60% frente al primer monitoreo. Esto se vincula directamente con el incremento de la temperatura, ya que pasó de una TBS promedio de 17.4 °C en el primer monitoreo a 20.9 °C en el segundo.

Figura 66

Comparación de desempeño de HR entre ambos periodos de monitoreo



4.3. Resultados de la aplicación de cuestionarios

En esta sección se presentan los resultados de los cuestionarios aplicados en el marco de esta investigación. Esta sección se organiza en dos partes, la primera aborda el proceso constructivo y las características constructivas de la vivienda y la segunda parte la habitabilidad ambiental, tanto subjetiva como las mediciones.

Dado el bajo índice de respuestas obtenidas, el alcance de esta parte del estudio es de carácter exploratorio. Aunque no fue posible obtener datos estadísticamente representativos, los resultados permitieron identificar algunos problemas percibidos por los habitantes desde su propia perspectiva.

De las 184 viviendas identificadas inicialmente, 70 (38 %) fueron descartadas por errores en la identificación: 21 estaban deshabitadas, 13 eran cuarterías, dos eran almacenes o recámaras, y 31 fueron mal categorizadas. De las restantes, 87 viviendas (47 %) no se obtuvo respuesta en la mayoría por ausencia de los habitantes en los momentos de la visita o negativa a participar. Finalmente, solo se lograron 27 (15 %) encuestas válidas, de las cuales 10 se realizaron fuera de la propiedad, lo que limitó la capacidad de obtener algunas mediciones.

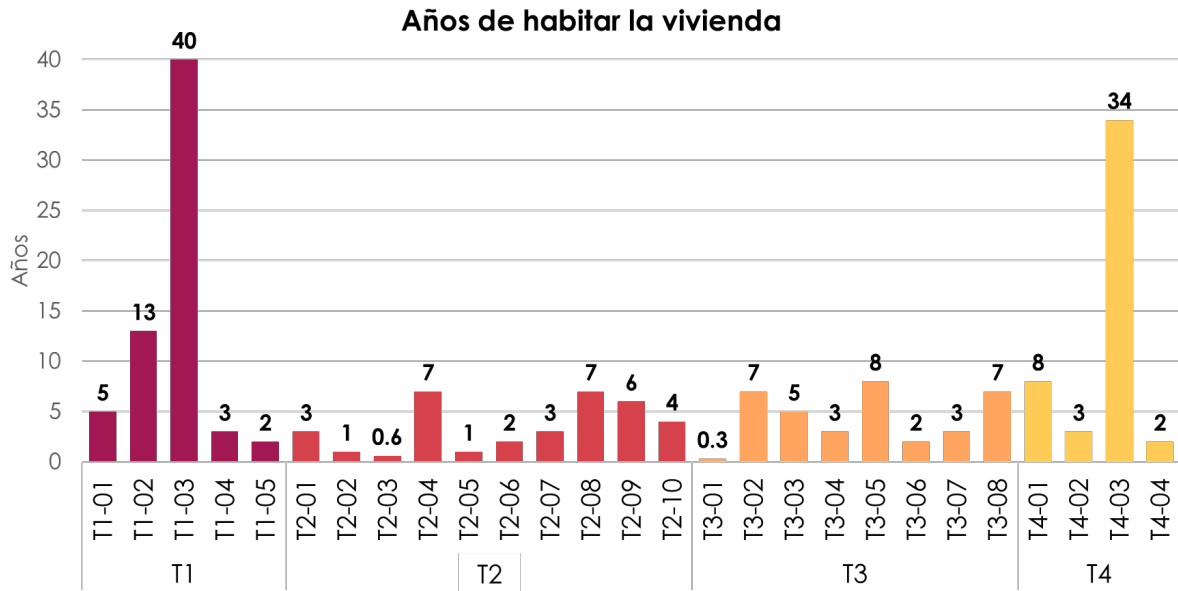
La mayoría de los resultados se presentan por tipología; sin embargo, cuando fue relevante, se analizaron por vivienda. A cada vivienda se le asignó una clave compuesta por la tipología y el orden en que se aplicó el cuestionario (e.g., T1-01). Para facilitar un seguimiento más detallado, las características de las viviendas se encuentran en los ANEXOS B.

4.3.1. Proceso constructivo de las viviendas

Del total de viviendas analizadas, el 81% está habitado por familias nucleares y el 19% por familias ampliadas. Como se muestra en la Figura 67 el tiempo de ocupación de las viviendas varía considerablemente. Con excepción de tres casos, ninguna vivienda ha sido habitada por más de 10 años. Entre las de ocupación más reciente, destaca la vivienda T3-01, construida apenas cuatro meses antes de la aplicación del cuestionario.

Figura 67

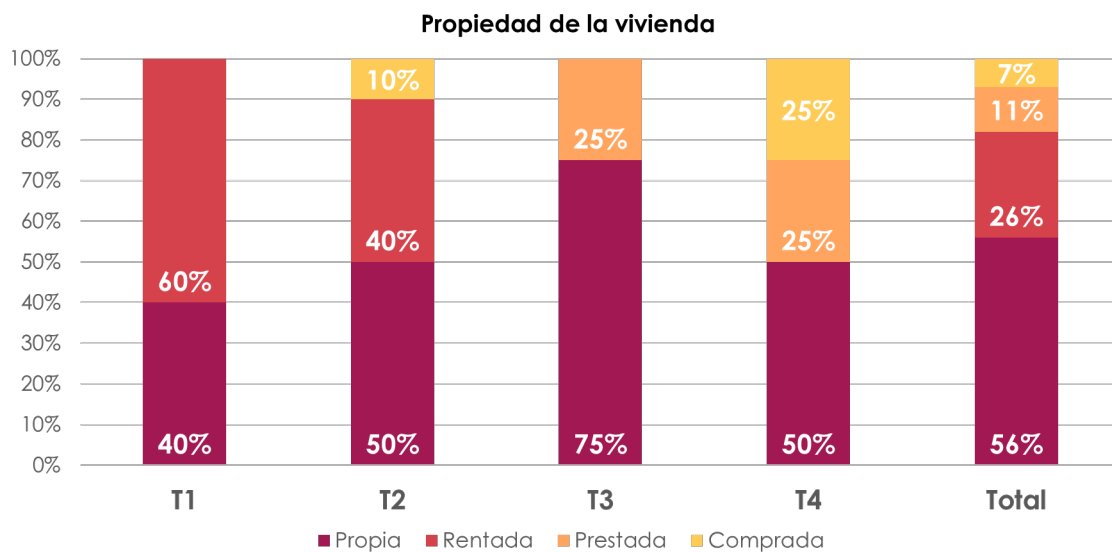
Cantidad de años cada vivienda ha sido habitada



Respecto a la propiedad de la vivienda, como se observa en la Figura 68, la mayoría son de propiedad familiar, lo cual coincide con lo esperado para este tipo de construcciones (Ortiz Flores, 2012). La segunda modalidad más común es la vivienda en renta, predominante en las tipologías T1 y T2.

Figura 68

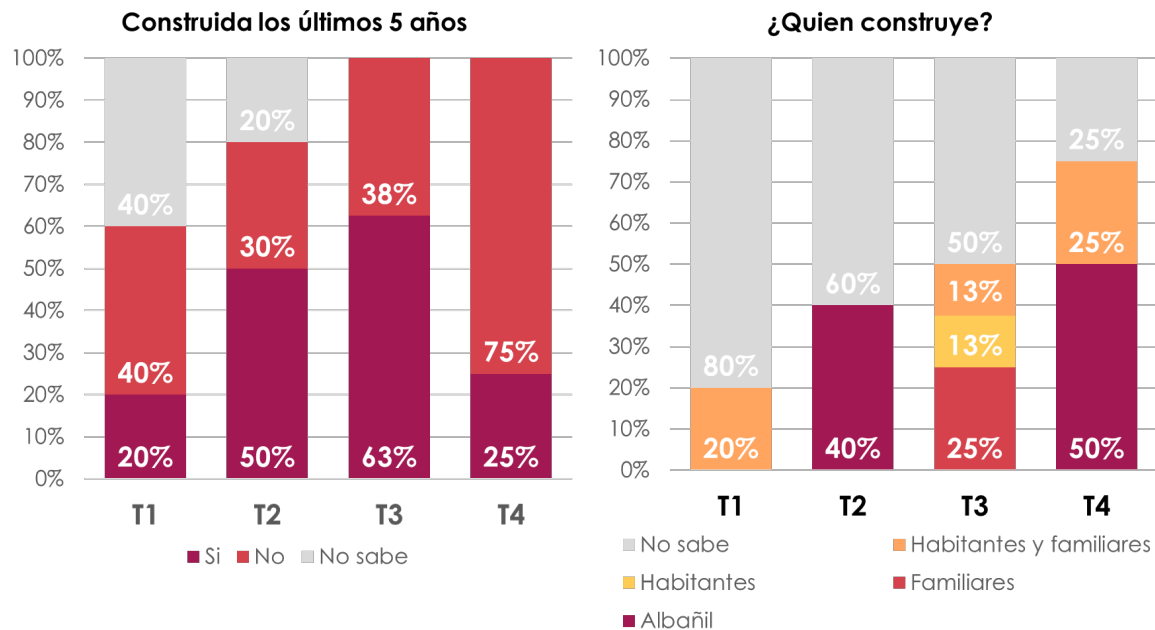
Modalidad de propiedad de la vivienda por tipología



Como se observa en la Figura 69, la mayoría de las viviendas T3 son de reciente construcción y fueron edificadas por los propios habitantes, en algunos casos con el apoyo de familiares. En el caso de las viviendas T2, solo la mitad son recientes, pero todas fueron construidas mediante la contratación de un albañil. Por otro lado, en las tipologías T1 y T4, únicamente se identificó una vivienda reciente en cada caso; sin embargo, en la T4, la mitad de los habitantes señalaron que su vivienda fue construida por un albañil.

Figura 69

Proceso constructivo de las viviendas por tipología



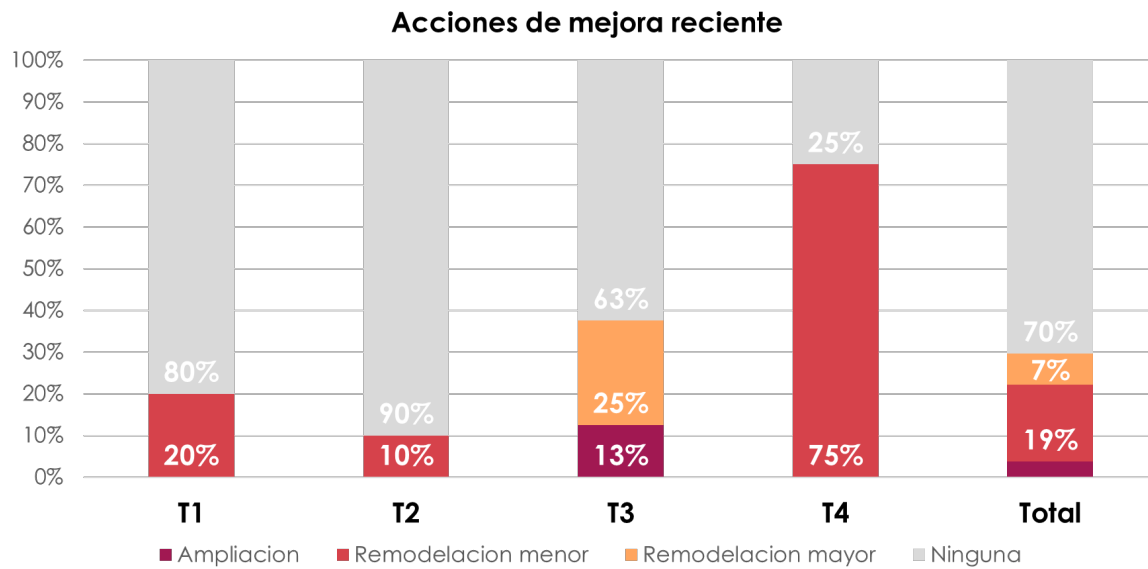
En la Figura 70 se muestra la cantidad de viviendas por tipología que han pasado por un proceso de mejora. La única ampliación reciente se realizó en la vivienda T3-02, donde se construyó una recámara con una pequeña cocina en un mismo espacio, destinada a ser utilizada cuando su hijo los visite.

Las remodelaciones menores se centraron en acabados: dos incluyeron pintura interior, una combinó pintura interior y exterior, otra añadió pintura interior y loseta, y una más consistió en el emplaste interior del techo.

Por otro lado, las dos remodelaciones mayores en viviendas de la tipología T3 implicaron la colocación de paneles de yeso en muros interiores y el reemplazo del triplay del techo por uno más nuevo.

Figura 70

Acciones de mejora realizadas en los últimos 5 años a la vivienda



En las proyecciones futuras (Figura 71), la principal ampliación planificada se centra en la creación de nuevas recámaras. En las viviendas de tipología T1 y T3, construidas en madera, los propietarios indicaron que desean ampliar la base de la vivienda actual. Por otro lado, los ocupantes de las tipologías T2 y T4 planean construir de forma vertical, para aprovechar que el sistema constructivo lo permite.

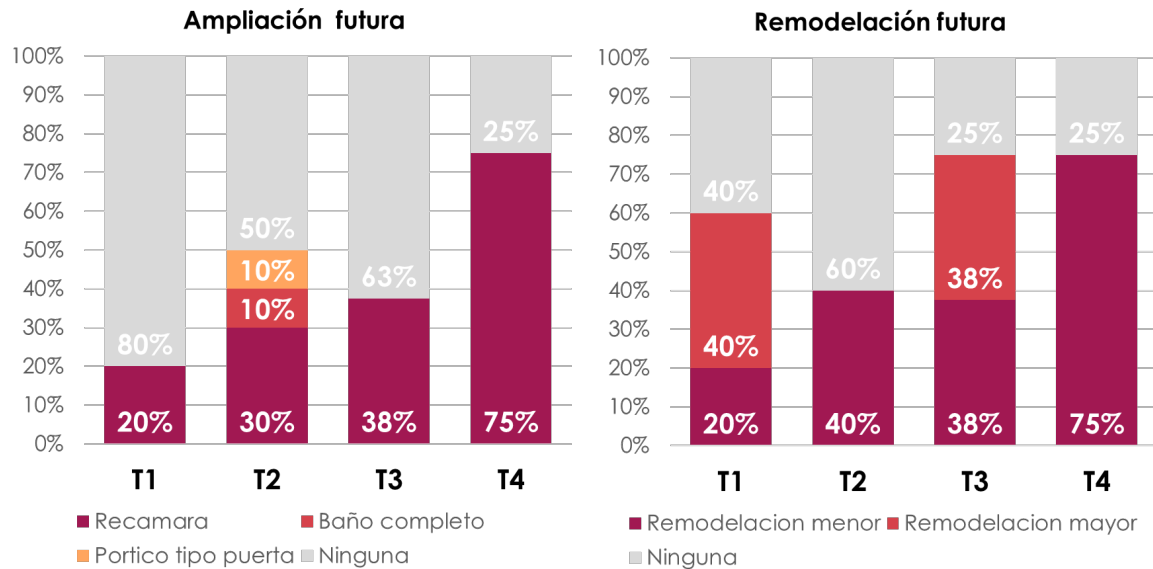
Otros proyectos mencionados incluyen la construcción de un baño completo al interior de la vivienda T2-09. Aunque no se trata de una ampliación propiamente dicha, en T2-06 se señaló la intención de construir un pórtico para proteger la entrada durante las lluvias. Además, en T3-06 la ocupante comentó que la vivienda era temporal y planeaba sustituirla en un futuro por una de bloque de concreto para la cual ya contaba con el emplazamiento dentro del mismo terreno.

En cuanto a remodelaciones, un porcentaje significativo mostró interés en realizarlas, especialmente en las viviendas T1 y T3. Un caso destacado es el de T3-02, donde la respondiente, una mujer de 54 años originaria de Oaxaca, expresó su deseo de

sustituir los muros de su vivienda por adobe. Según comentó, esta práctica es común en su localidad de origen, y reconoce las ventajas térmicas del material. Esta opinión sugiere la importancia de la cultura y el contexto previo de la persona para sus preferencias, similar a lo encontrado por Cravioto & Mosqueda (2021).

Figura 71

Proceso de mejora de las viviendas por tipología



Al analizar los resultados de esta sección, destaca la relativa poca cantidad de años que tienen los respondientes de habitar las viviendas examinadas. Esto resulta especialmente relevante al considerar que las viviendas de autoproducción suelen requerir hasta tres décadas para completar su proceso de construcción (Bazant, 2003).

Este fenómeno podría estar relacionado con los criterios empleados para la selección de las viviendas estudiadas, ya que se identificaron aquellas con formas más sencillas y menor complejidad constructiva. Como señala Bazant (2003), las viviendas tienden a transformarse y volverse más complejas con el paso del tiempo. Sin embargo, en este caso, el corto tiempo de antigüedad no ha permitido que dichos procesos ocurran.

Además, una proporción significativa de las viviendas analizadas corresponde a propiedades rentadas. Este tipo de vivienda, por un lado, no presenta incentivos para mejoras bajo la lógica de la autoproducción y, por otro, suele estar habitada por períodos más breves debido a su naturaleza de alquiler.

4.3.2. Características de las viviendas

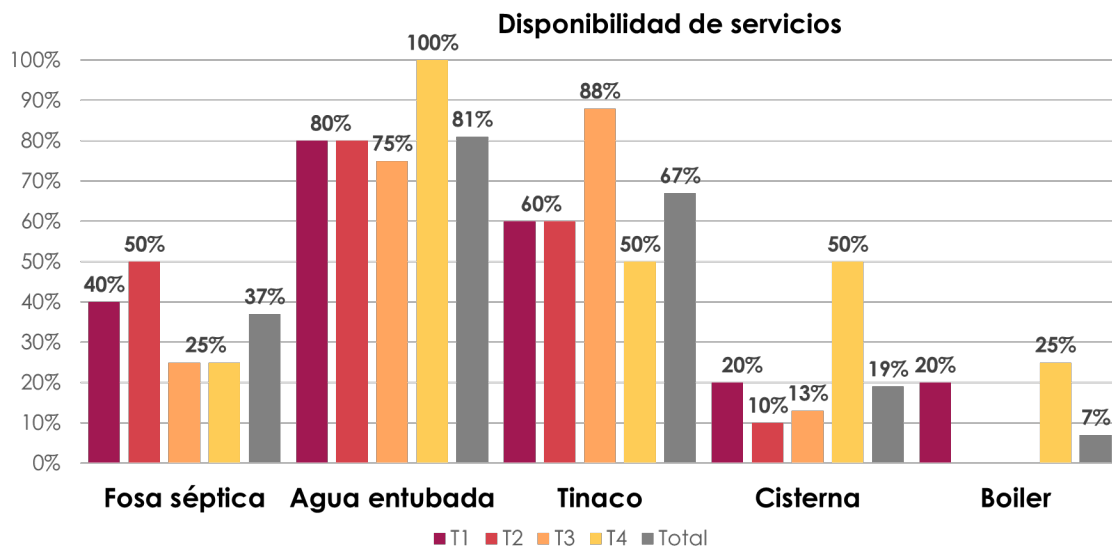
En cuanto a los servicios (Figura 72) la localidad carece de sistema de drenaje, lo que obliga a depender de fosas sépticas en caso de realizar instalaciones sanitarias. En este aspecto, la tipología T2 presenta la mayor cobertura, ya que la mitad de las viviendas cuentan con este tipo de infraestructura.

El servicio de agua entubada está disponible para la mayoría de las viviendas, aunque aún no cubre toda la localidad. Además, su suministro no es continuo, lo que obliga a sus ocupantes a disponer de medios para almacenar agua. Entre los dispositivos de almacenamiento, el tinaco es el más común en todas las tipologías. La cisterna se emplea con menor frecuencia, salvo en las viviendas T4, donde su uso es similar al de los tinacos. Las viviendas que no cuentan con estas opciones suelen utilizar tambos para el almacenamiento de agua.

Por último, el uso de boiler para calentar agua es limitado, se encontró únicamente en dos de las 27 viviendas estudiadas.

Figura 72

Disponibilidad de servicios



En lo que respecta al gas, el 100% de las viviendas lo emplea, la mayoría con cilindros de gas también conocidas como *minitas de gas*. La única excepción fue la vivienda T4-04 que contaba con tanque estacionario.

En la Tabla 61 se presentan características generales de las viviendas investigadas, en ella observamos lo siguiente por tipología.

- **T1:** Áreas de 44.56 m² a 108 m². La más pequeña, T1-02, con cinco ocupantes en un área tan limitada, esta vivienda tiene la mayor densidad y condiciones de hacinamiento. Además, presenta similitudes formales con las viviendas T3, excepto por el material de los muros. Con dos habitaciones los espacios interiores se dividen mediante cortinas.
- **T2:** Áreas de 35 m² a 150 m². La vivienda más pequeña, T2-06, tiene solo área social y recámara, con una cocina exterior construida en madera. Por otro lado, T2-08, de 42 m², incluye casi todas las funciones de una vivienda, salvo el baño. Esta vivienda cuenta con dos cuartos adicionales de madera en su lado norte, inicialmente considerados erróneamente como una vivienda independiente.
- **T3:** Áreas de 32 m² a 72.2 m². La más grande, T3-03, destaca por sus características constructivas, como plafón en las recámaras, paneles de yeso en algunos muros interiores y loseta en el suelo. La segunda más grande, T3-02, de 50 m², está pensada por sus habitantes para funcionar en un futuro próximo como dos casas independientes funcionalmente, por lo que sería un área de 25 m² por casa.
- **T4:** Áreas de 64 m² a 132 m². La vivienda más grande, además de ser la mejor equipada en términos de servicios, cuenta con la mayor cantidad y variedad de espacios funcionales. Es la única con un cuarto de servicios y dos baños.

Como también se observa en la tabla, todas las viviendas incumplen en uno o varios criterios del Reglamento de la Ley de Edificaciones para el Municipio de Ensenada, Baja California (2007). Sobre todo, ninguna de las viviendas cumple con el requisito del 17.5 % de la ratio de ventana/área para iluminación y la mayoría no cumple con el 5% requerido en ventilación.

También se encontró hacinamiento, sobre todo en las viviendas T3 lo que aunado a la baja área de ventanas y falta de sanitarios las hacen las peores en términos de rezago habitacional.

Tabla 61

Características constructivas de las viviendas comparado con la normativa

Dimensiones				Ocupantes				Ventanas		Espacios								
Clave	Área (m2)	Lado menor (m)	Altura promedio (m)	Ocupantes	Densidad m²/hab.)	Habitantes por cuarto	Cantidad de ventanas	Ratio ventana/área	Ratio ventilación	Interiores							Exteriores	
										Cantidad de espacios	Recamaras	Baño	Comedor	Cocina	Sala	Otro	Letrina	Área de lavado
T1-01	108	9	2.85	5	21.6	2.5	8	6.40%	3.20%	3	2	x	⅓	⅓	⅓	-	1	1
T1-02	44.5	5.2	2.98	5	8.9	5	2	-	-	2	1	x	⅓	⅓	⅓	-	1	1
T1-03	67.5	7.5	2.55	3	22.5	1.5	5	6.90%	3.40%	4	2	x	½	½	1	-	1	1
T1-04	67.2	7	2.6	3	22.4	1.5	8	5.60%	2.80%	4	2	1	⅓	⅓	⅓	-	-	1
T1-05	108	9	-	2	54	0.7	8	7.50%	3.70%	5	3	D	-	½	½	-	1	-
T2-01	85	8	2.4	4	21.2	1.3	8	12.00%	6.00%	5	3	1	⅓	⅓	⅓	-	-	-
T2-02	93	8.2	2.6	3	31	1.5	11	10.40%	5.20%	4	2	E	⅓	⅓	⅓	-	1	1
T2-03	103.8	8	2.7	5	20.8	1.7	5	7.70%	3.80%	5	3	1	⅓	⅓	⅓	-	-	1
T2-04	120	10	2.74	6	20	3	8	6.70%	3.30%	5	2	½	½	½	-	-	1	-
T2-05	150	10	2.53	2	75	0.5	7	6.10%	3.00%	5	4	1	⅓	⅓	⅓	-	1	1
T2-06	35	5	-	2	17.5	2	4	-	-	2	1	x	½	-	½	-	1	1
T2-07	120	12	2.8	6	20	1.5	11	8.10%	4.00%	5	4	x	⅓	⅓	⅓	-	1	1
T2-08	42	6	-	9	4.7	3	10	-	-	5	3	D	⅓	⅓	⅓	-	1	-



Clave	Área (m ²)	Lado menor (m)	Altura promedio (m)	Ocupantes	Densidad (m ² /hab.)	Habitantes por cuarto	Cantidad de ventanas	Ratio ventana/área	Ratio ventilación	Cantidad de espacios	Recamaras	Baño	Comedor	Cocina	Sala	Otro	Letrina	Área de lavado
T2-09	96	8	2.66	7	13.7	1.8	9	15.90%	7.90%	6	4	½	⅓	⅓	⅓	-	-	1
T2-10	99.7	5.9	2.63	3	33.2	1.5	5	8.20%	4.10%	4	2	X	½	1	½	-	1	-
T3-01	44	5	2.45	6	7.3	6	0	0.00%	0.00%	2	1	x	½	½	-	-	1	-
T3-02	50	5	2.5	3	16.7	1.5	1	1.00%	0.50%	4	2	x	⅓	⅓	⅓	-	1	1
T3-03	72.2	7.6	2.95	4	18.1	1.3	5	9.10%	4.60%	4	3	x	⅓	⅓	⅓	-	1	1
T3-04	40	4	-	3	13.3	3	0	0.00%	0.00%	2	1	x	½	½	-	-	1	-
T3-05	47.5	5	2.6	3	15.8	3	0	0.00%	0.00%	2	1	x	⅓	⅓	⅓	-	1	1
T3-06	32	4	2.43	4	8	4	0	0.00%	0.00%	2	1	x	⅓	⅓	⅓	-	1	1
T3-07	41.7	4.3	2.55	4	10.4	4	4	5.70%	2.80%	2	1	x	⅓	⅓	⅓	-	1	-
T3-08	36	4	-	4	9	4	3	-	-	2	1	A	½	½	-	-	-	-
T4-01	75.2	8.5	2.8	1	75.2	0.5	8	7.70%	3.80%	7	2	E	½	½	-	-	1	1
T4-02	46.9	6.8	2.6	3	15.6	1.5	4	10.60%	5.30%	4	2	x	½	½	1	AL	1	-
T4-03	64	8	2.35	3	21.3	1.5	7	13.80%	6.90%	4	2	½	⅓	⅓	⅓	-	1	1
T4-04	132	12	3	4	33	2	8	-	-	6	2	2	⅓	⅓	⅓	CL	-	-

Nota. En amarillo las que no cumplen con el Reglamento de la Ley de Edificaciones para el Municipio de Ensenada, Baja California (2007) o los criterios de rezago habitacional.

En la Tabla 62 se presenta una comparación de los valores promedios de cada tipología en diferentes parámetros

- **T1:** Tiene dimensiones promedio y número de ocupantes intermedios, pero ninguna vivienda cumple con los mínimos de ventilación o iluminación, y solo una cuenta con baño.
- **T2:** Destaca por sus mejores características constructivas, con mayor superficie, recámaras y ventanas. Aunque ninguna vivienda cumple con los requisitos de iluminación, el 30 % supera el mínimo de ventilación.
- **T3:** Tiene la menor superficie y peor relación espacio por habitante, ventanas y ventilación. Solo una vivienda tiene instalaciones sanitarias, pero separadas de la estructura principal.
- **T4:** Combina una superficie similar a T1 con la menor densidad de ocupantes. Aunque no tiene más ventanas, lidera en ratio ventana/área.

En general, se observa que la T3 presenta valores por debajo del promedio en todos los parámetros, excepto en la cantidad de ocupantes lo cual no es del todo positivo. En contraste, las viviendas T4 superaron el promedio en todos los aspectos evaluados.

Tabla 62

Características constructivas promedio por tipología

Tipología	Área (m ²)	Lado menor (m)	Altura promedio (m)	Ocupantes	Densidad	Habitantes por cuarto	Cantidad de ventanas	Ratio ventana/área	Ratio ventilación	Cantidad de espacios	Recamaras
T1	79.1	7.5	2.7	3.6	25.9	2.2	6.2	6.6%	3.3%	3.6	2.0
T2	94.4	8.1	2.6	4.7	25.7	1.8	7.8	9.4%	4.7%	4.5	2.8
T3	45.4	4.9	2.6	3.9	12.3	3.4	1.6	2.3%	1.1%	2.5	1.4
T4	79.5	8.8	2.7	2.8	36.3	1.4	6.8	10.7%	5.3%	5.3	2.0
Total	74.9	7.2	2.6	4	23.3	2.3	5.5	6.8%	3.4%	3.9	2.1

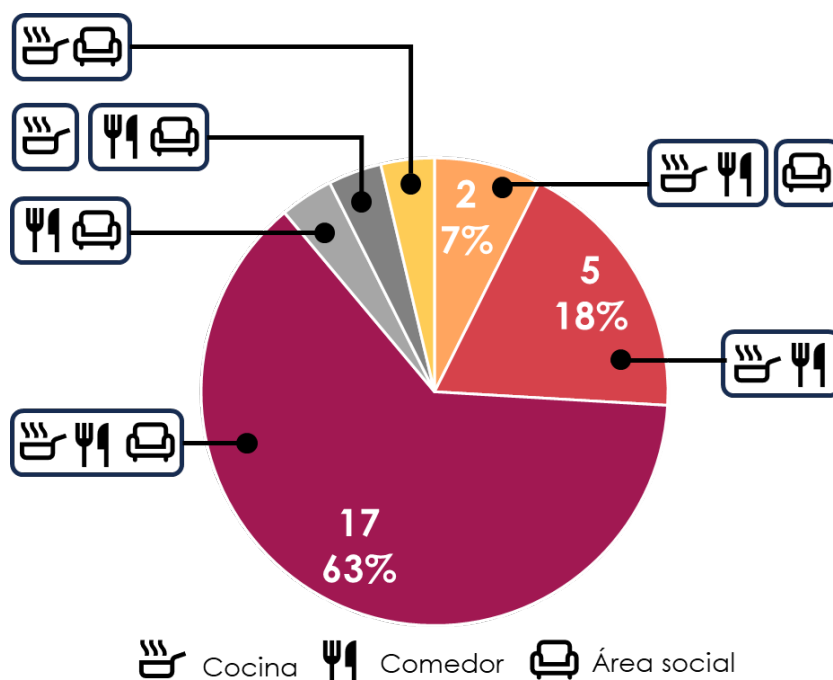
Nota. La escala de colores utilizada indica qué tipología presenta el mejor valor en cada parámetro evaluado. Los colores varían de rojo oscuro (mejor desempeño) a amarillo (peor desempeño).

4.3.2.1. Espacios de la vivienda

En cuestión de espacios se encontró una limitada variedad. La mayoría consisten de un espacio común y recamaras. El espacio en común que predomina es un monoambiente que conjuga las actividades de una cocina, comedor y sala de estar como se observa en la Figura 73. Únicamente tres viviendas tuvieron estos espacios separados. Y en el caso de T2-06 la cocina se encontraba en una construcción separada del cuerpo principal de la vivienda.

Figura 73

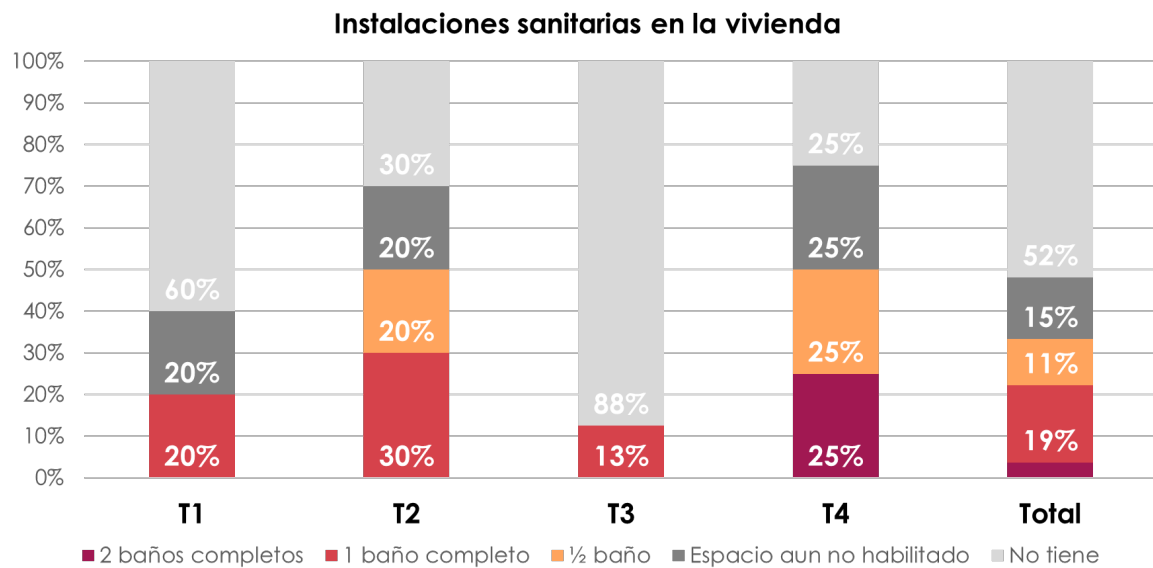
Actividades por espacio



En cuanto a instalaciones sanitarias, en la Figura 74 se observa que más de la mitad no tiene ningún espacio dedicado al baño dentro de la vivienda. El 19 % tiene las instalaciones sanitarias completas lo que incluye sanitario y ducha. En el caso de T3-08 el baño se ubicó en una construcción de bloque de concreto separada de la vivienda. Algo que se observó, es que en algunas viviendas contaban con sanitario al interior, pero la ducha en un espacio aparte fuera. Entiéndase por ducha al espacio para bañarse. En dos casos en viviendas T2 y T4, se encontró que tenían un espacio destinado, pero no habilitado, por lo que lo usaban de almacén.

Figura 74

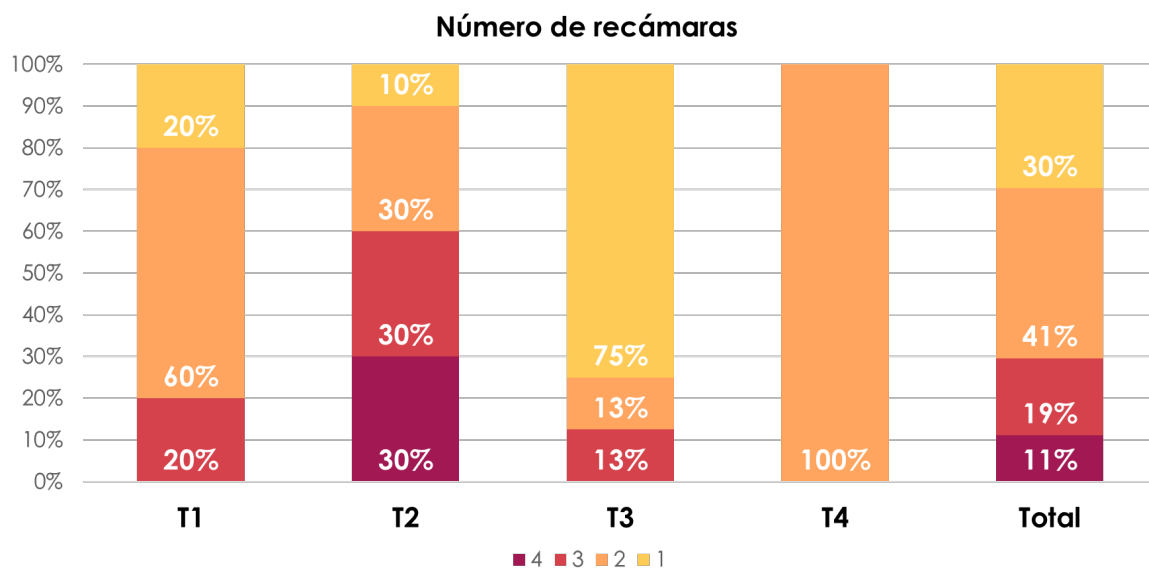
Instalaciones sanitarias por tipología



Respecto a las recamaras, lo más común en T1 y T4 fueron las viviendas de dos recamaras. En el caso de T2 hubo una mayor variación en la cantidad de recámara, se encontraron viviendas con cuatro recamaras a diferencia del resto de tipologías. En T3 predominaron las viviendas con una única recámara (Figura 75).

Figura 75

Número de recámaras por tipología

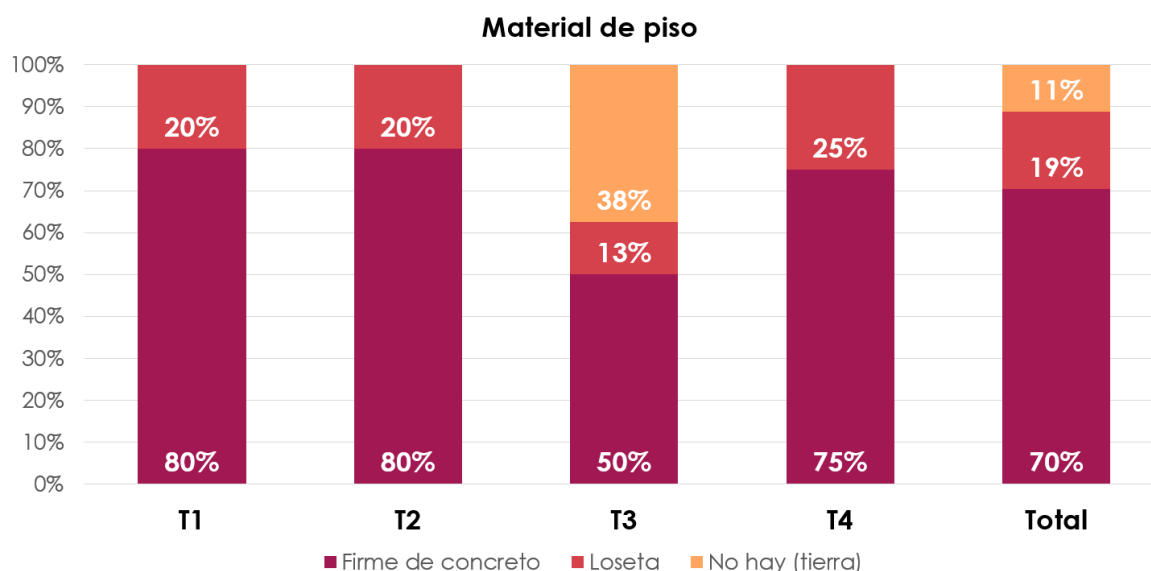


4.3.2.2. *Materiales empleados*

La mayoría de las viviendas cuentan con un firme de concreto sin acabados como piso. Sin embargo, como se observa en la Figura 76, en la tipología T3 se encontraron viviendas con piso de tierra. En menor medida, se identificaron viviendas con loseta, en porcentajes similares en las cuatro tipologías.

Figura 76

Acabados en piso

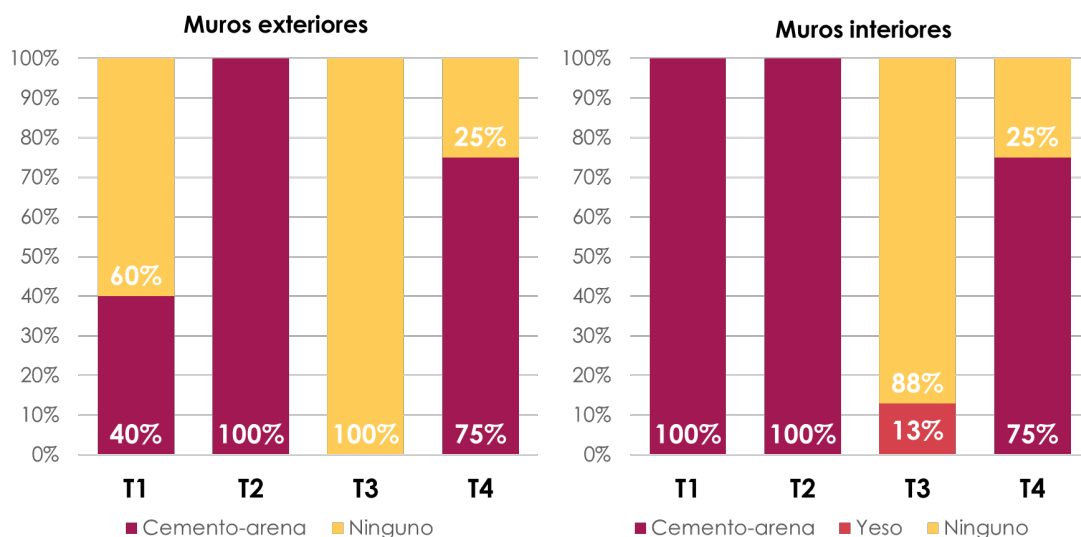


En cuanto a las condiciones de los muros, ninguna vivienda contaba con aislamiento térmico. En las viviendas T3 con muros de madera, la mayoría consistía en un único panel de triplay al exterior, sin panel interior. La única excepción fue la vivienda T3-03, que presentaba paneles de yeso en la cara interna de los muros, cubiertos con una capa de yeso.

Respecto a los acabados, como se muestra en la Figura 77, la tipología T2 fue la única en la que los muros externos tenían cobertura total. En contraste, en las viviendas T3 con muros de madera, ninguno presentó emplaste en sus muros exteriores. En el interior, la tipología T1 mostró un avance significativo, el porcentaje de muros emplastados pasó del 40% al 100%.

Figura 77

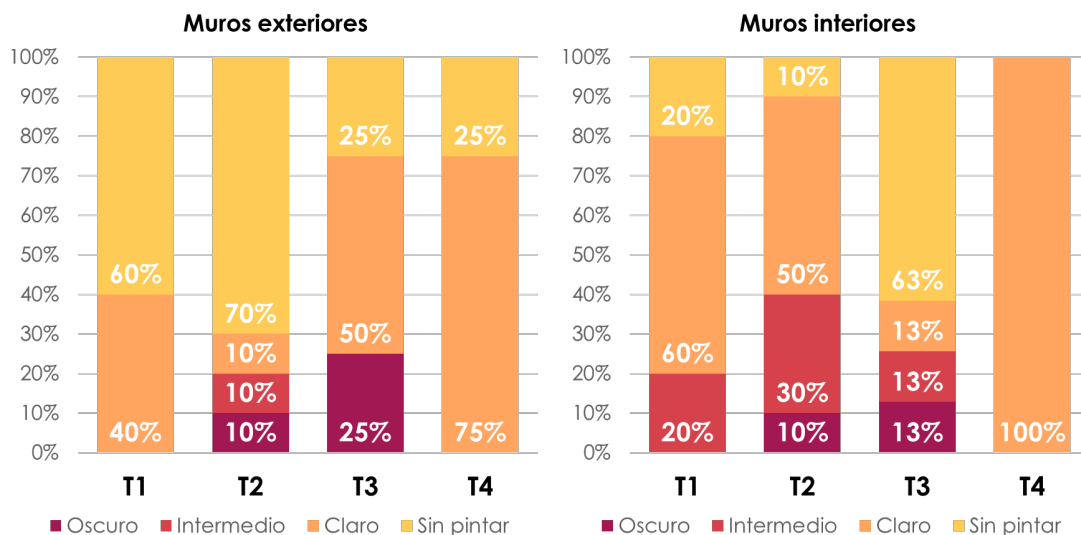
Emplaste en muros



En cuanto a pintura, como se observa en la Figura 78, en los muros externos predominaron las tonalidades claras en todas las tipologías, excepto en T2, donde hubo una distribución equilibrada entre las tres categorías de color. Además, tanto en T1 como en T2 predominan las viviendas sin pintar. Al interior, también predominaron los colores claros, aunque el porcentaje de viviendas pintadas fue mayor en comparación con el exterior en todas las tipologías, a excepción de T3.

Figura 78

Pintura en muros



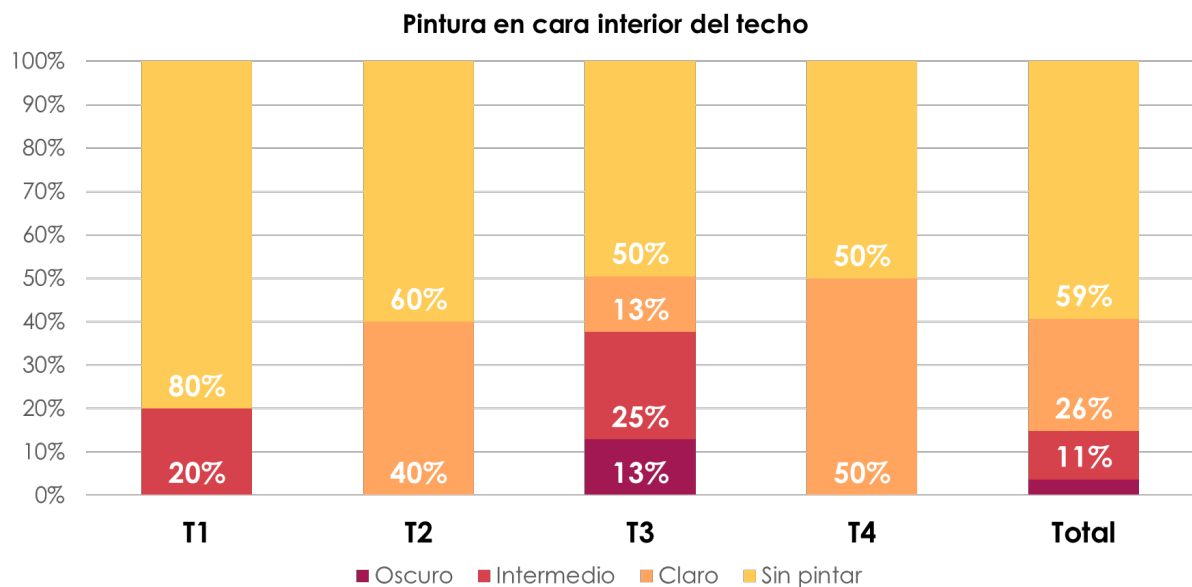
Al exterior la pintura más conveniente en una región donde predomina el bajo calentamiento son los colores oscuros en muros que permitan una mayor captura del sol y por ende un mayor calentamiento de la vivienda. Especialmente en invierno cuando el sol tiene un ángulo con mayor inclinación por lo que incide en mayor tiempo en las paredes. Sin embargo, predominaron los muros sin pintar.

Al interior los colores claros resultan ventajosos ya que permiten una mejor iluminación de los espacios debido a la reflectividad de la luz que ofrecen (Bellia & Fragliasso, 2021). En este sentido las peores fueron las viviendas T3 ya que con excepción de esta, en todas las demás predominaron los colores claros.

En lo que respecta a los techos, se encontró que el plafón fue un elemento usado únicamente en tres viviendas con techo de madera, aunque solo parcialmente. Como se observa en la Figura 79 el techo se pintó con menor frecuencia que los muros.

Figura 79

Acabados en cara interna del techo



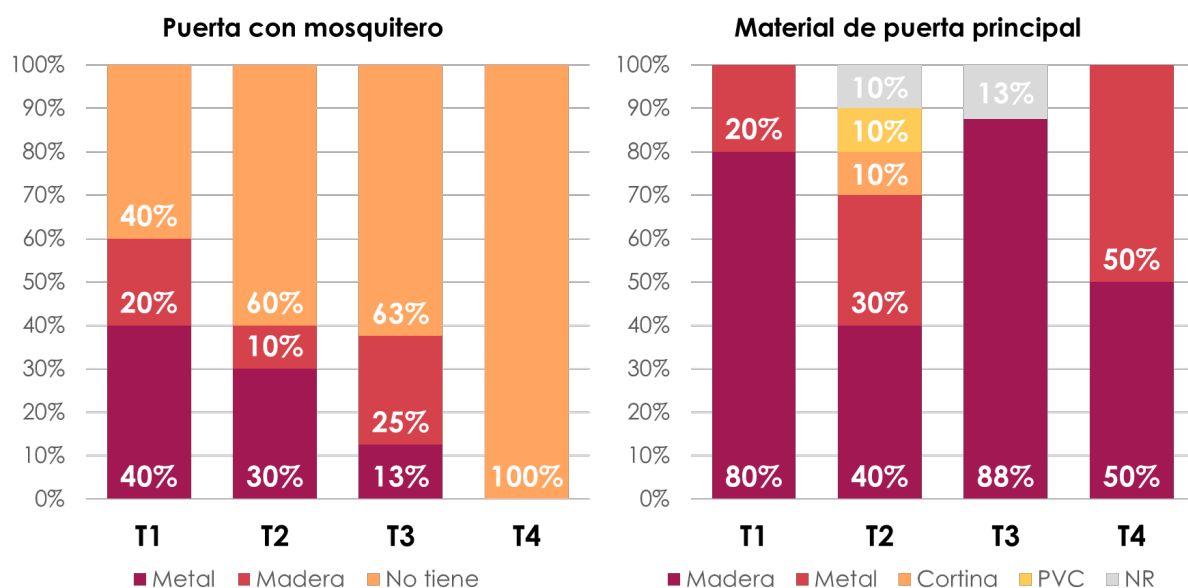
Los problemas más comunes en techos de madera fue la presencia de termitas, seguido de humedad. En los techos de losa de concreto se encontraron grietas, seguido de humedad y solo un caso de goteras en la vivienda T4-01. En cuestión de pintura predominaron los techos sin pintar.

En cuanto a las puertas (Figura 80), se identificó el uso de puertas con mosquitero, que permiten la ventilación al exterior y el paso difuso de iluminación a la vez que mantienen la privacidad y evitan la entrada de insectos. Estas puertas, fabricadas en metal o madera, fueron más comunes en la tipología T1, mientras que en las demás tipologías predominaban viviendas sin este tipo de puertas.

Respecto al material de la puerta principal, la madera fue el más utilizado en las cuatro tipologías, aunque también se encontraron puertas de metal en porcentajes significativos. La tipología T2 presentó mayor diversidad de materiales, incluye una vivienda con una cortina combinada con una puerta de mosquitero metálica (T2-01) y otra con una puerta de PVC (T2-07).

Figura 80

Características de las puertas exteriores



La puerta con mosquitero ofrece mayor flexibilidad a la adaptación del ambiente interior ya que permite tener una ventilación constante sin permitir la entrada de insectos además de mantener la privacidad al interior y permitir la entrada de mayor iluminación por el vano de puerta. Las puertas de metal ofrecen poco aislamiento para la envolvente lo que facilita la pérdida de calor con el exterior lo cual resulta poco conveniente.

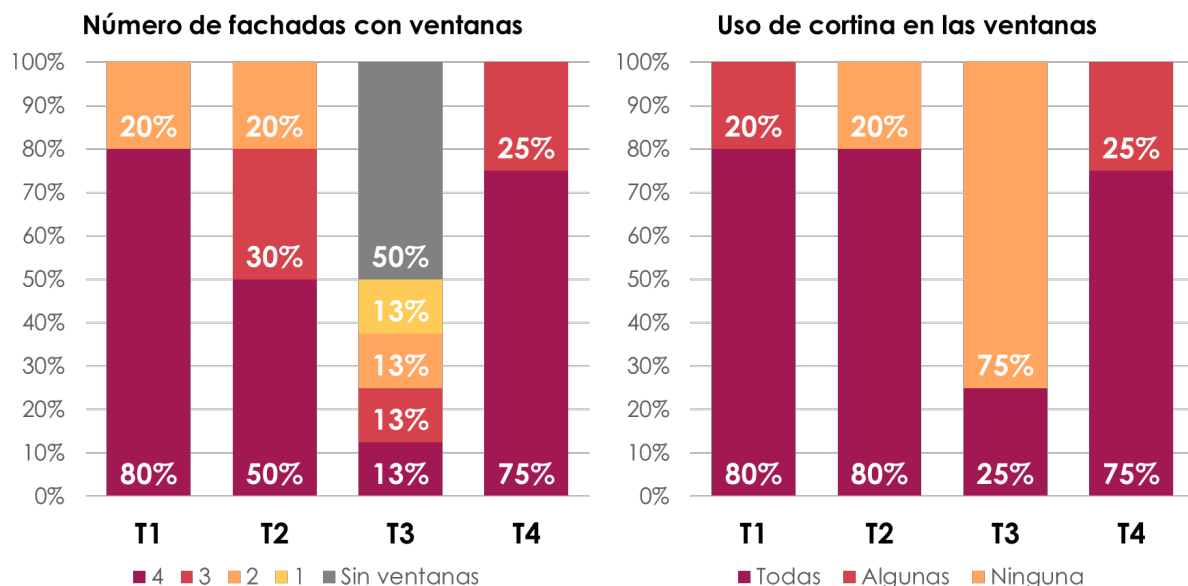
4.3.2.3. Ventanas

En la Figura 81 se muestra la cantidad de fachadas con ventanas en las viviendas. Se observa que en la tipología T3, la mitad no cuenta con ventanas, mientras que en el resto de las tipologías predominan las viviendas con ventanas en las cuatro fachadas. Durante la aplicación del cuestionario y las observaciones, se identificó que el único elemento de control solar utilizado en las viviendas eran las cortinas.

La mayoría de las viviendas emplea cortinas en todas las ventanas, con excepción de algunas en T3 y un caso en T2. Este último corresponde a la vivienda T2-09, que, a pesar de contar con la mayor superficie de ventanas de todas (15.2 m² en total), no utiliza cortinas porque sus ocupantes prefieren evitar riesgos de accidentes, ya que tienen niños pequeños que podrían jalarlas de acuerdo con sus palabras.

Figura 81

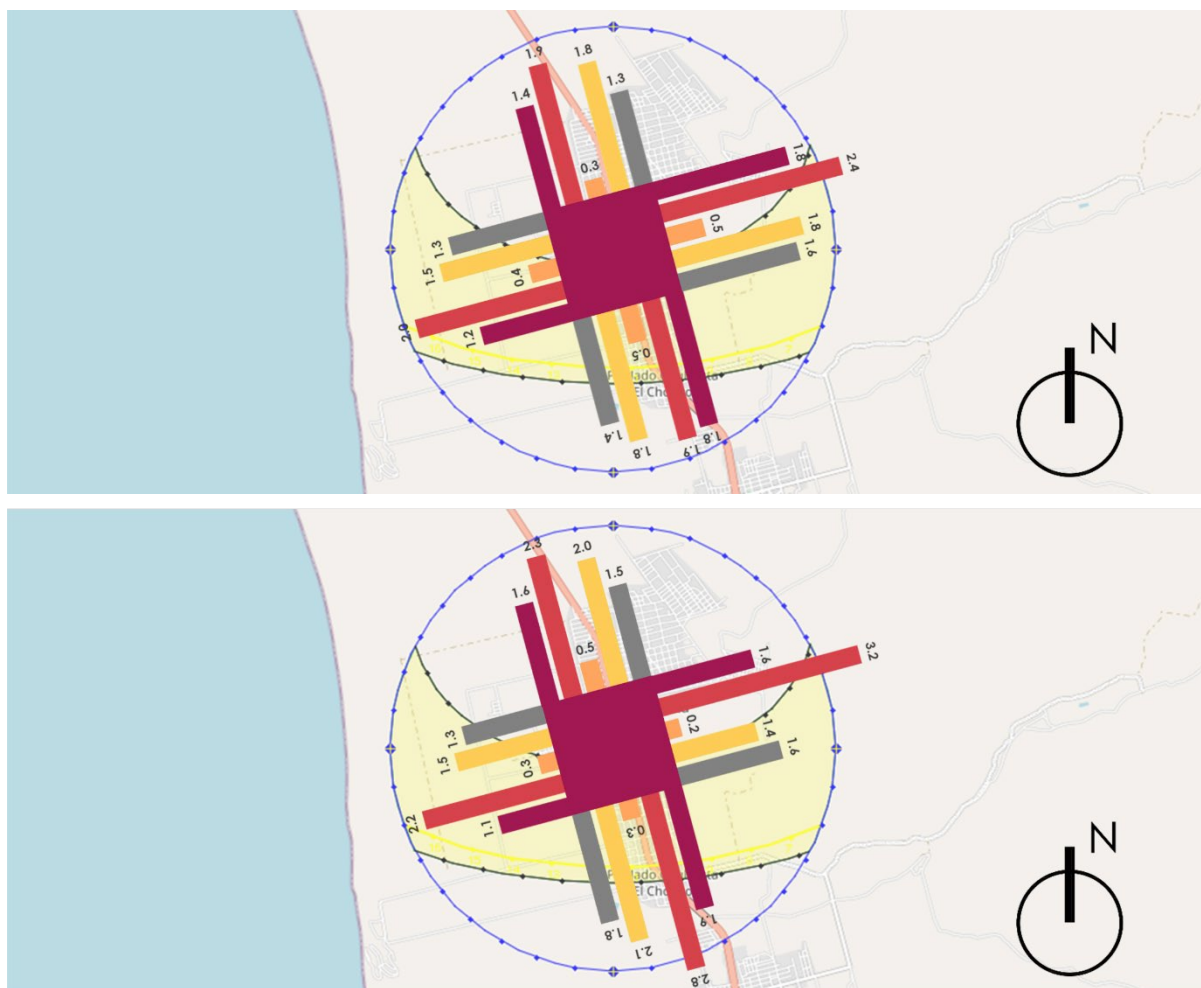
Empleo de ventanas y cortinas por tipología



Como se observa en la Figura 82, la distribución de las ventanas, tanto en cantidad como en superficie, fue muy similar en las cuatro tipologías, independientemente de la orientación. Esto, junto con los comentarios de los habitantes, sugiere una falta de consideración hacia la orientación al momento de ubicar las ventanas. Lo óptimo era tener una mayor área de fenestración al sur, donde se concentran la mayoría de ganancias térmicas y aprovechamiento de la luz natural (Yılmaz & Yılmaz, 2021).

Figura 82

Cantidad de ventanas y superficie promedio por tipologías y orientación



Nota. Cantidad de ventanas promedio por orientación y tipología (superior). Área promedio de ventanas por orientación y tipología (inferior).

Además de la orientación, el área de las ventanas es deficiente como lo demuestra el incumplimiento Reglamento de la Ley de Edificaciones para el Municipio de Ensenada, Baja California (2007). Esto indica que, a pesar de ser un elemento constructivo tan importante, no hubo consideración en su diseño e implementación.

4.3.3. Habitabilidad ambiental

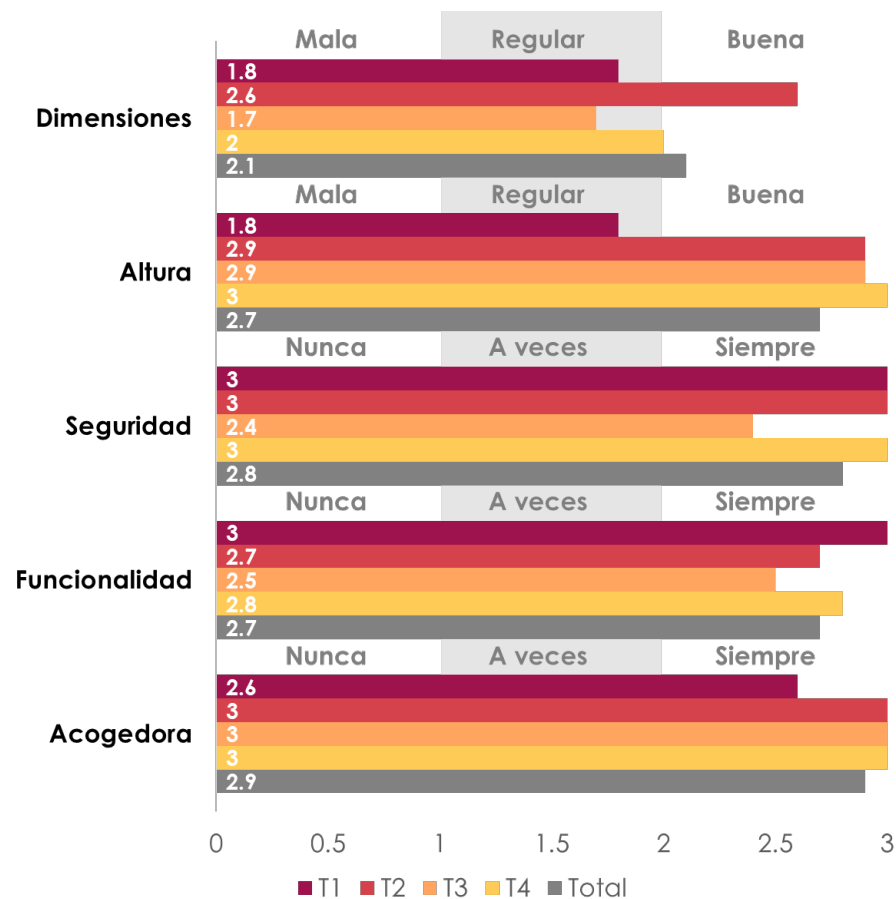
En esta sección se presentan los resultados del cuestionario relacionados con la habitabilidad ambiental según los parámetros analizados. Al final, se incluye un análisis general de la habitabilidad ambiental (HA).

4.3.3.1. Habitabilidad psicosocial

Respecto a la habitabilidad psicosocial, se evaluaron cinco parámetros seleccionados para su análisis. Como se observa en la Figura 83 el criterio que generó mayor inconformidad entre los encuestados fue el relacionado con las dimensiones de la vivienda, mientras que el aspecto que recibió mayor conformidad fue la percepción de la vivienda como un espacio acogedor.

Figura 83

Habitabilidad psicosocial



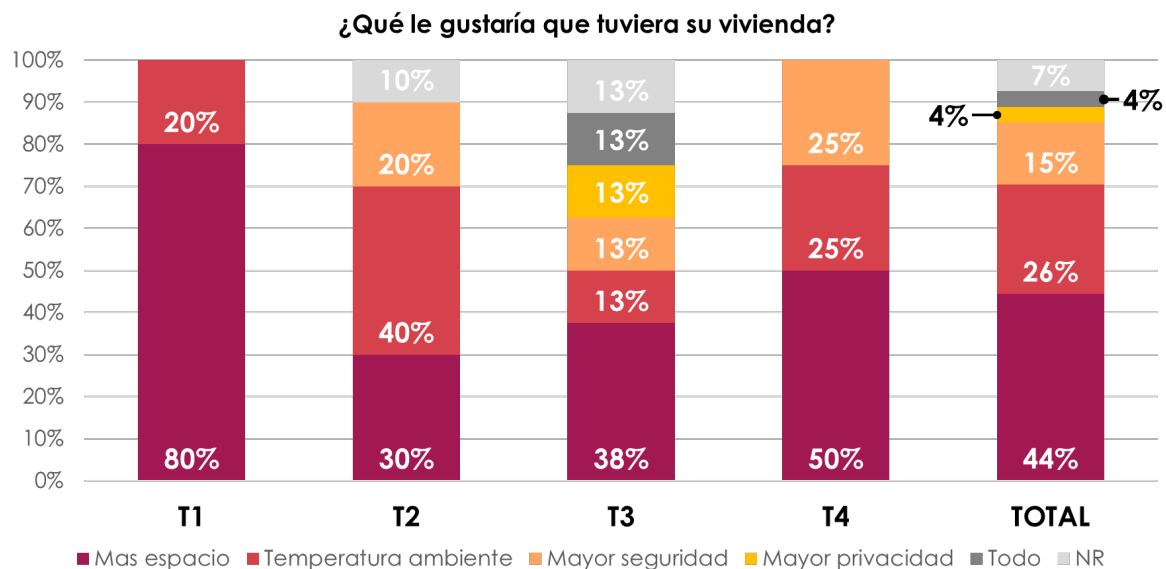
En cuanto a las dimensiones, las viviendas T2 mostraron la mayor satisfacción, lo que corresponde a que, en promedio, son más del doble de grandes que las T3, las cuales registraron la menor satisfacción en este parámetro. Respecto a la altura, la menor satisfacción se observó en las T1, mientras que la mayor correspondió a las T4. Sin embargo, en promedio, ambas presentan alturas similares. Esta discrepancia podría atribuirse a una percepción influida por la forma del techo, ya que incluso la vivienda T4-03 es la única que no cumple con la altura mínima establecida por el reglamento.

En términos de seguridad, únicamente las viviendas T3 reportaron no sentirse seguras siempre. Por otro lado, todas las viviendas indicaron satisfacción constante con la funcionalidad, y también reportaron altos niveles de conformidad respecto a lo acogedor del espacio.

Esto coincide con los deseos de mejora reflejados en la Figura 84, donde la mayoría priorizó la necesidad de más espacio, especialmente notable en las viviendas T1, mientras que este aspecto fue menos relevante en las T2. El siguiente criterio más mencionado fue una mejor temperatura ambiente, que predominó en las T2. En cuanto a las T3, se observó una mayor diversidad en los deseos de mejora, lo que refleja necesidades más variadas en estas viviendas.

Figura 84

Deseos de mejora en la vivienda

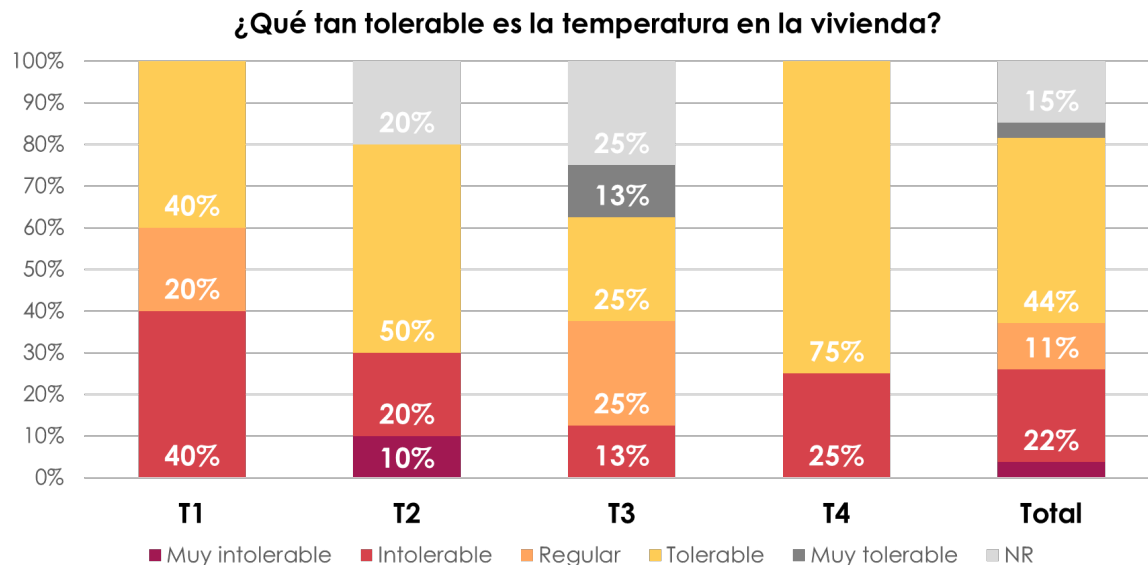


4.3.3.2. Confort térmico

En cuanto al confort térmico de las viviendas, como se muestra en la Figura 85, la mayoría de las personas calificaron su vivienda dentro del rango de *intolerable* a *tolerable*. Solo se registraron dos casos en los extremos: M5-09 fue considerada *muy intolerable*, mientras que E12-11 fue evaluada como *muy tolerable*.

Figura 85

Tolerancia de las temperaturas en las viviendas

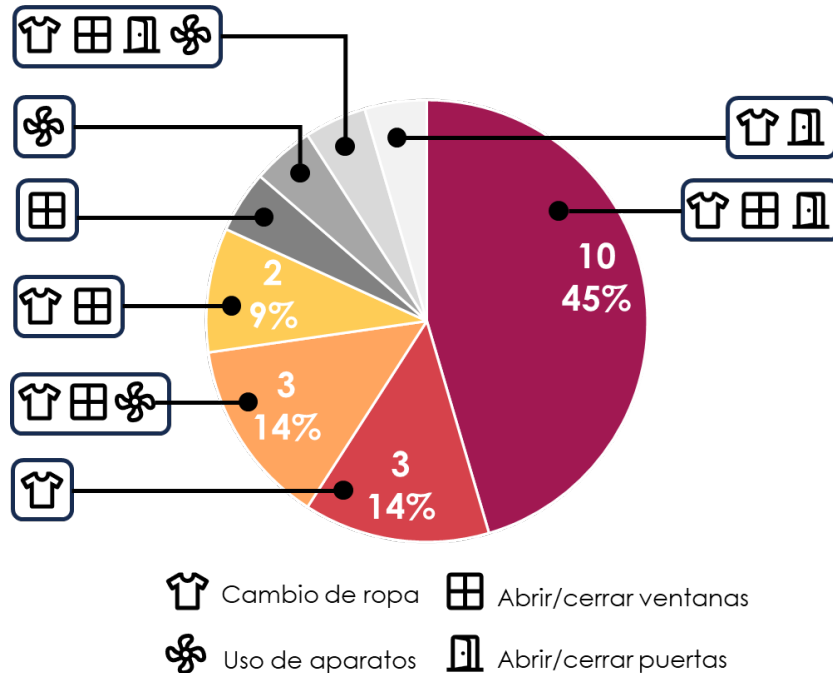


Un caso a destacar es el de la T1-03 quien señaló a su vivienda como intolerable debido a la presencia de una iglesia en su colindancia sur cuya superficie construida abarca la totalidad del predio, además de tener una altura de dos pisos lo que genera una sombra constante sobre la vivienda, lo que hace que tenga bajas temperaturas incluso en verano.

Respecto a las medidas de adaptación térmica, como se muestra en la Figura 86, el cambio de ropa es la acción más comúnmente tomada por las personas, a menudo en combinación con otras medidas. Le sigue la apertura de puertas y ventanas; en las viviendas T3, que carecen de ventanas, únicamente se recurre a las puertas para ventilación.

Figura 86

Medidas de adaptación térmica por tipología



En cuanto a dispositivos de control térmico, en 10 viviendas indicaron contar con ventiladores de piso y dos con calentones. Sin embargo, ninguno emplea sistemas de aire acondicionados ni ventiladores de techo. De las viviendas que poseen ventiladores de piso, mitad indicó utilizarlos únicamente en los días más cálidos del año, mientras que la otra mitad señaló no utilizarlos a pesar de poseerlos.

Respecto a los calentadores, solo dos los cuentan con este tipo de aparatos, sin embargo, en la vivienda T02-04 el aparato no se utiliza, mientras que en K19-02 se emplea de manera regular, aunque exclusivamente en el baño, tras salir de la ducha.

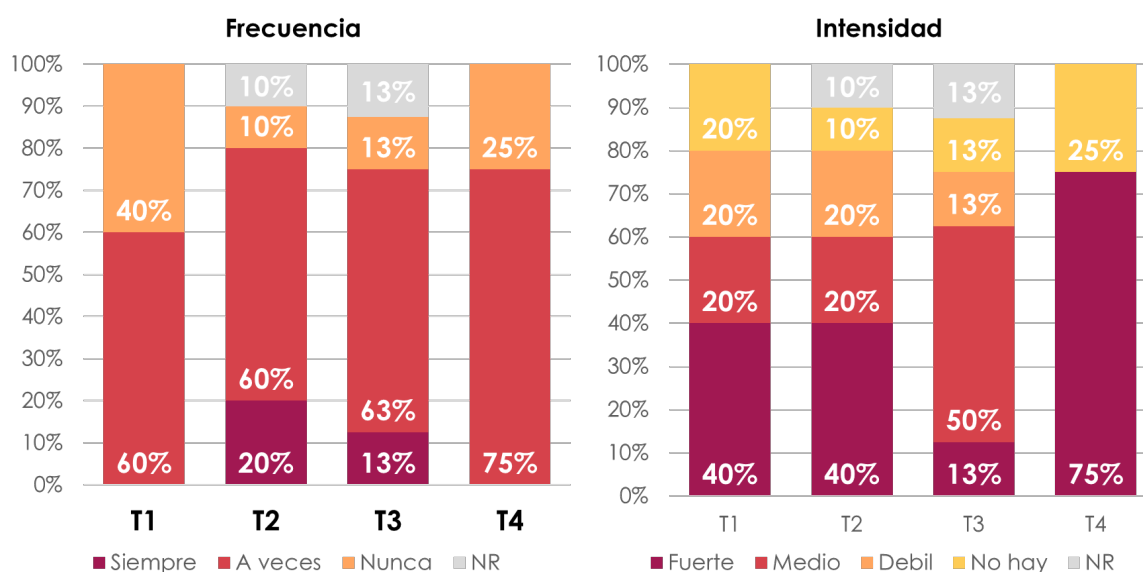
En general, se observó una preferencia por medidas de adaptación simples, como el cambio de ropa y la ventilación natural, en lugar del uso de dispositivos. Además, en T01-01 se mencionó como preocupación el costo de la electricidad, lo que, aunque no fue corroborado por otros respondientes, podría ayudar a explicar el poco uso de sistemas eléctricos de control térmico.

4.3.3.3. Calidad del aire interior

En relación con CAI, el olor es uno de los principales indicadores de una mala CAI. Como se muestra en la Figura 87, los olores percibidos dentro de las viviendas, provenientes de fuentes externas, son comunes en todas las tipologías. La mayoría de los encuestados indicó que estos olores son ocasionales, aunque cuando se presentan, tienden a ser fuertes, especialmente en las viviendas de T4.

Figura 87

Frecuencia e intensidad de olores provenientes del exterior por tipología



En la Figura 88 se observa que la principal fuente de olor que se señaló por generar molestia fue el humo producido por la quema de basura, ya sea por ellos mismos o por sus vecinos. Este problema, se encontró que es prevalente en la comunidad, y tanto el horario como la frecuencia con que sucede depende de quien la realiza.

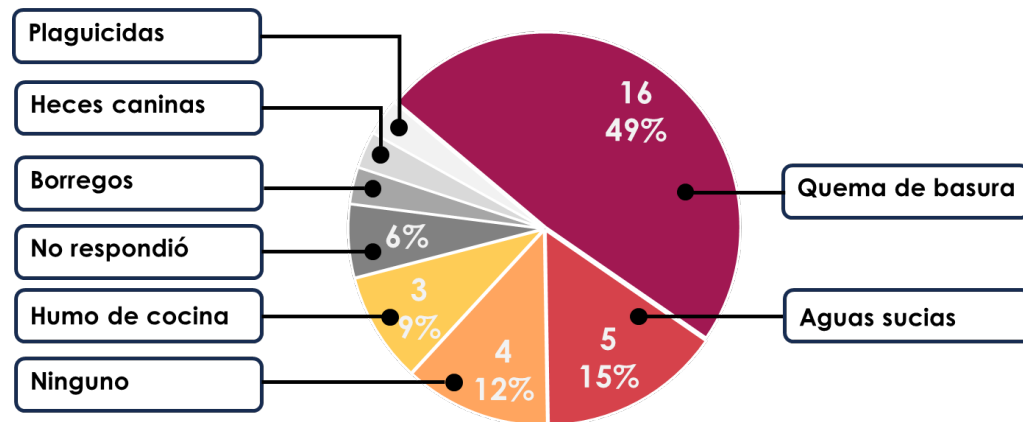
La segunda fuente más común de olores desagradables señalada fue el agua sucia, debido a que las aguas grises suelen ser vertidas en las calles, donde en algunos casos se estancan. Además, los respondientes señalaron que el vaciado de fosas sépticas genera olores particularmente molestos.

Otro problema relativamente frecuente fue el humo generado por cocinas de leña ubicadas en el exterior de las viviendas. Adicionalmente, se identificaron otras fuentes de malos olores, como las heces de perros, el olor de ovejas y los plaguicidas utilizados

en cultivos cercanos. Este último fue el caso de la vivienda T1-04, localizada al borde de la localidad está a 20 m de una zona de cultivo fumigada periódicamente.

Figura 88

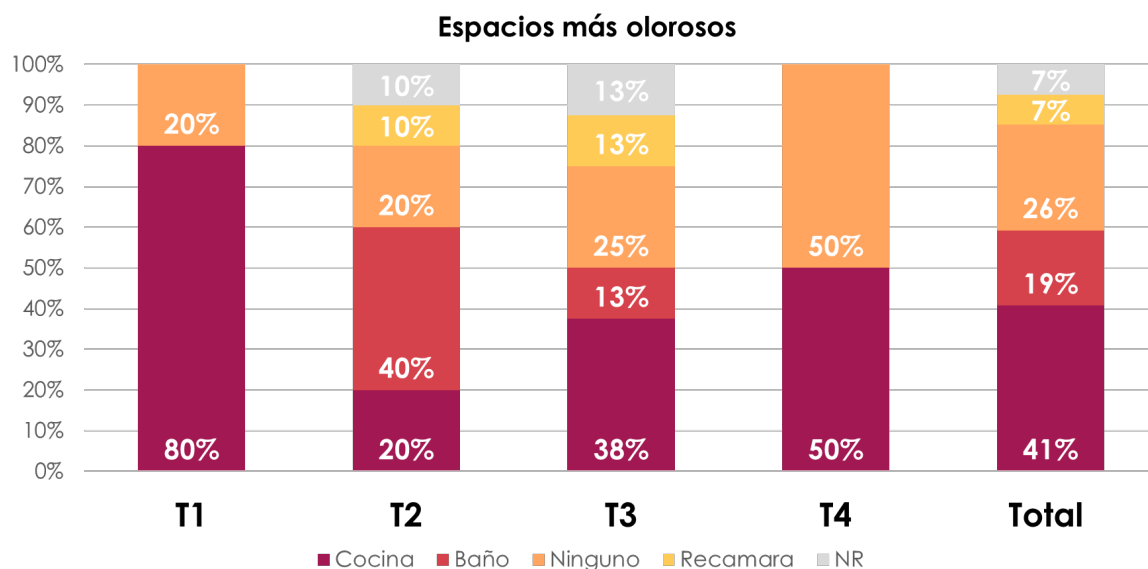
Principales fuentes externas de olores molestos



En cuanto a los olores generados dentro de la vivienda (Figura 89), el espacio más oloroso en todas las tipologías, con excepción de T2, fue la cocina. En esta última, el área más afectada fue el baño. Algunas viviendas señalaron que los olores se generaban, pero no en un espacio específico.

Figura 89

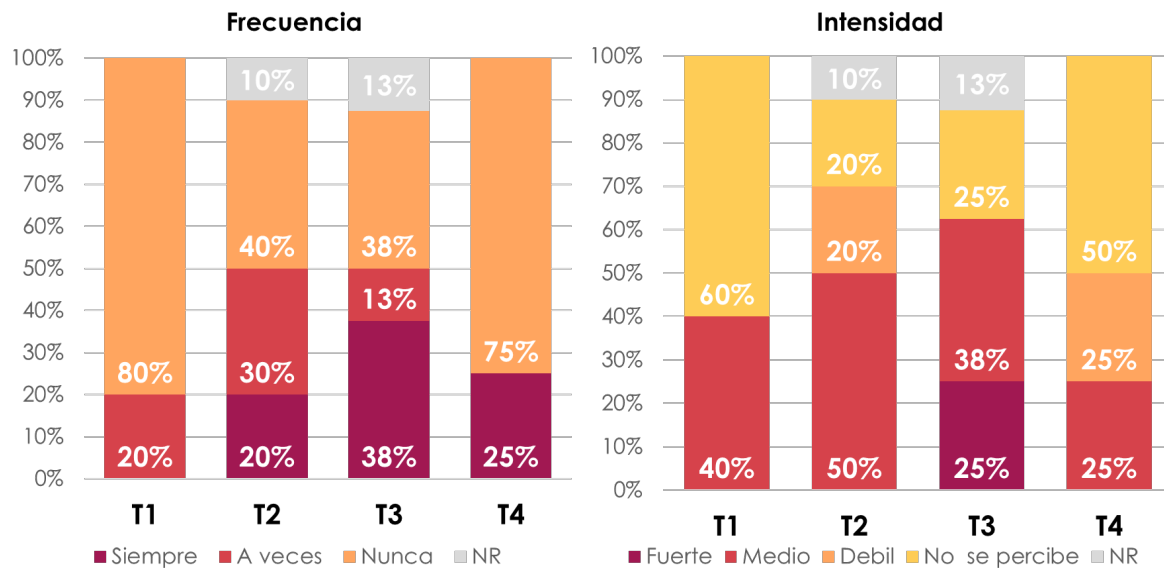
Espacio más oloroso de la vivienda



La mayoría de los encuestados que reportaron olores en los espacios también señalaron que estos no se transferían a otros espacios de la vivienda, como se observa en la Figura 90. No obstante, en las viviendas T3, el traspaso de olores de manera frecuente fue más común. En cuanto a la intensidad de los olores, predominó una intensidad media.

Figura 90

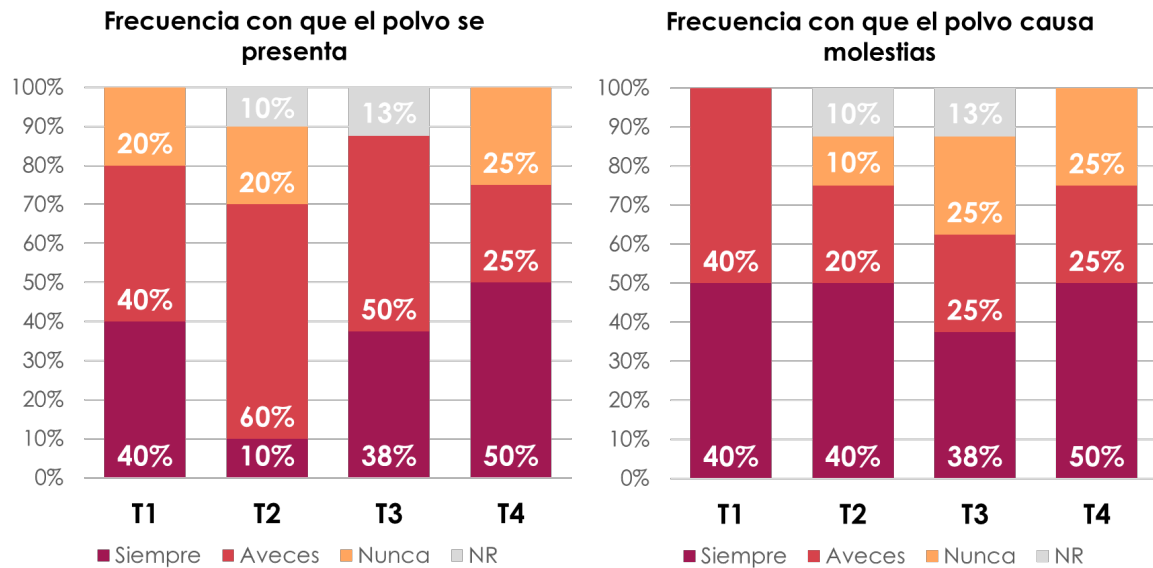
Frecuencia e intensidad de olores generados en el interior por tipología



Otro parámetro considerado fue el polvo, relacionado con las características de la localidad, ya que fuera de la carretera principal no existe pavimentación. En las viviendas T3, todos los residentes expresaron experimentar polvo en el aire dentro de la casa, ya sea ocasionalmente o de manera constante (Figura 91). Aquellos que reportaron la presencia de polvo de manera ocasional indicaron que no siempre les causa molestias. Sin embargo, se encontró que cuando la presencia de polvo es más constante, en todos los casos provoca molestias al respirar, al menos de forma ocasional.

Figura 91

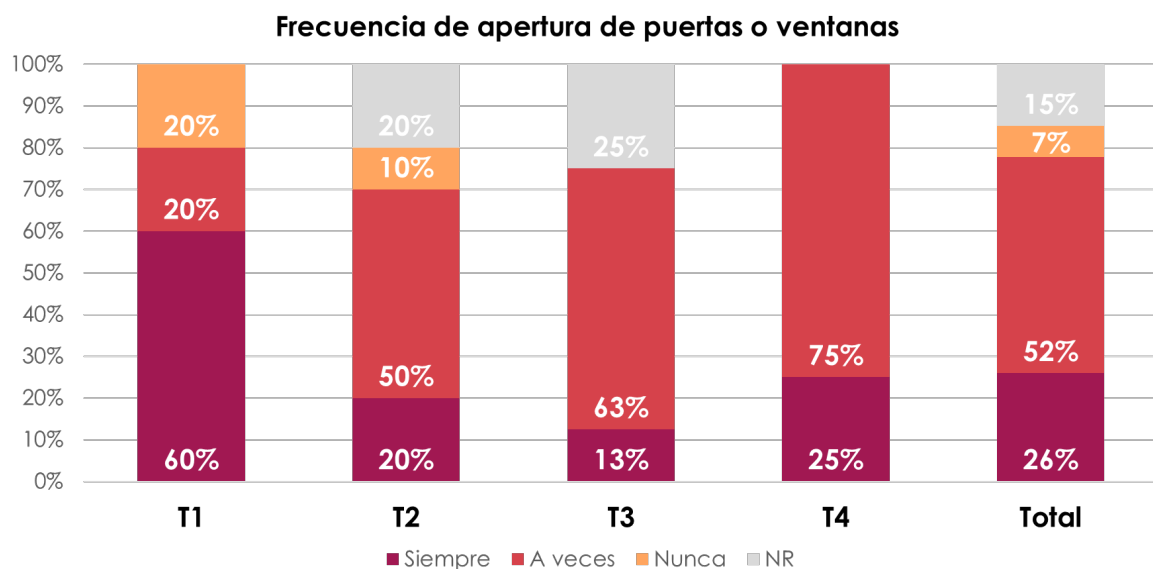
Polvo al interior de las viviendas



En la Figura 92 se observa que solo dos viviendas reportaron no ventilar mediante la apertura de ventanas o puertas. En el caso de T2-05, esto podría deberse a su gran tamaño y baja ocupación, mientras que en T1-03 la ocupante indicó que la causa eran las bajas temperaturas constantes.

Figura 92

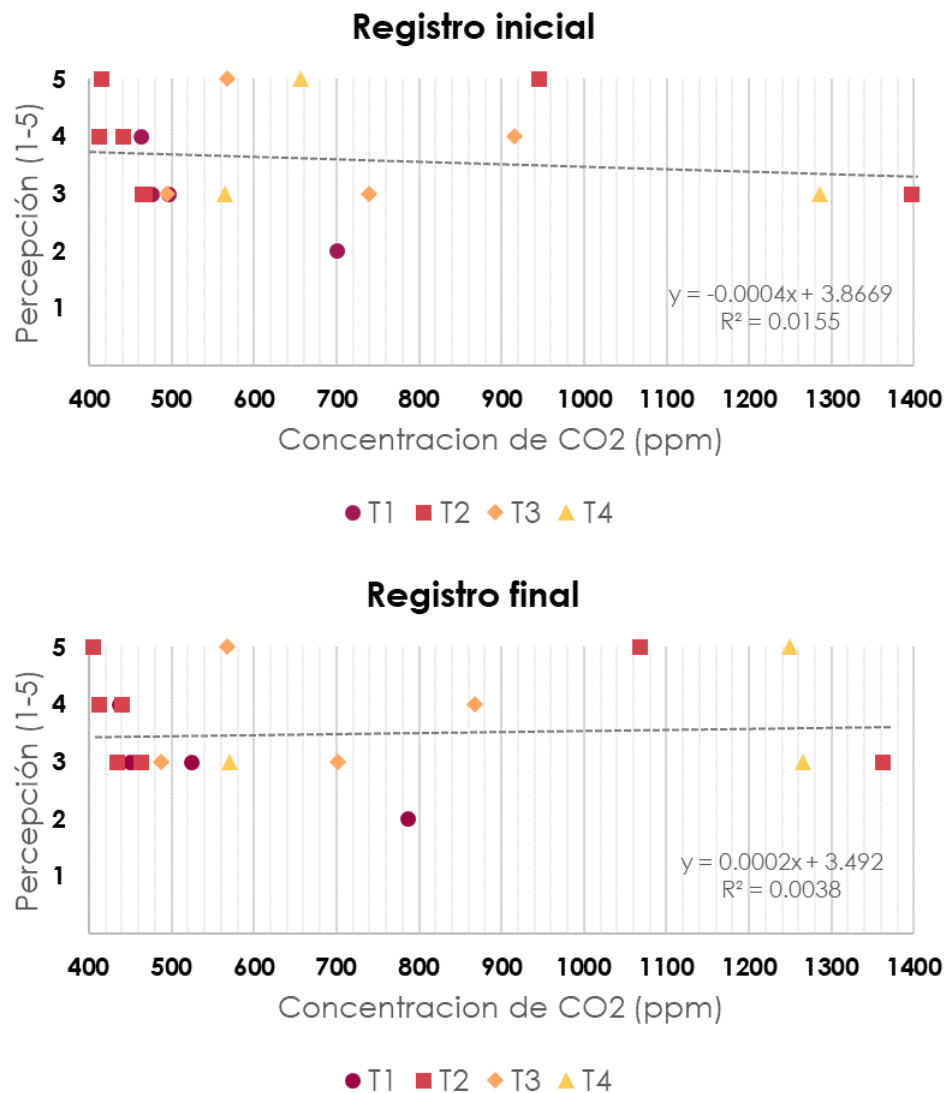
Frecuencia de apertura de ventanas o puertas para ventilar



Los resultados de la medición de CO₂ se presentan en la Figura 93. Debido a la baja cantidad de muestras se observa que los datos están muy esparcidos y no muestran una tendencia clara como lo indica el valor R² por lo que limitó el empleo de los datos (JMP Statistical Discovery LLC., 2024). Sin embargo, como se observa en el primer gráfico dos viviendas sobrepasaron los 1000 ppm de CO₂ sin embargo su percepción fue regular. La valoración más baja se registró en T1-02 con 700 ppm iniciales y 786 ppm finales. No obstante, el respondiente barría al momento de realizar la encuesta, lo que podría haber influido en la percepción de la calidad del aire.

Figura 93

Distribución de la percepción de olores y los niveles de CO₂

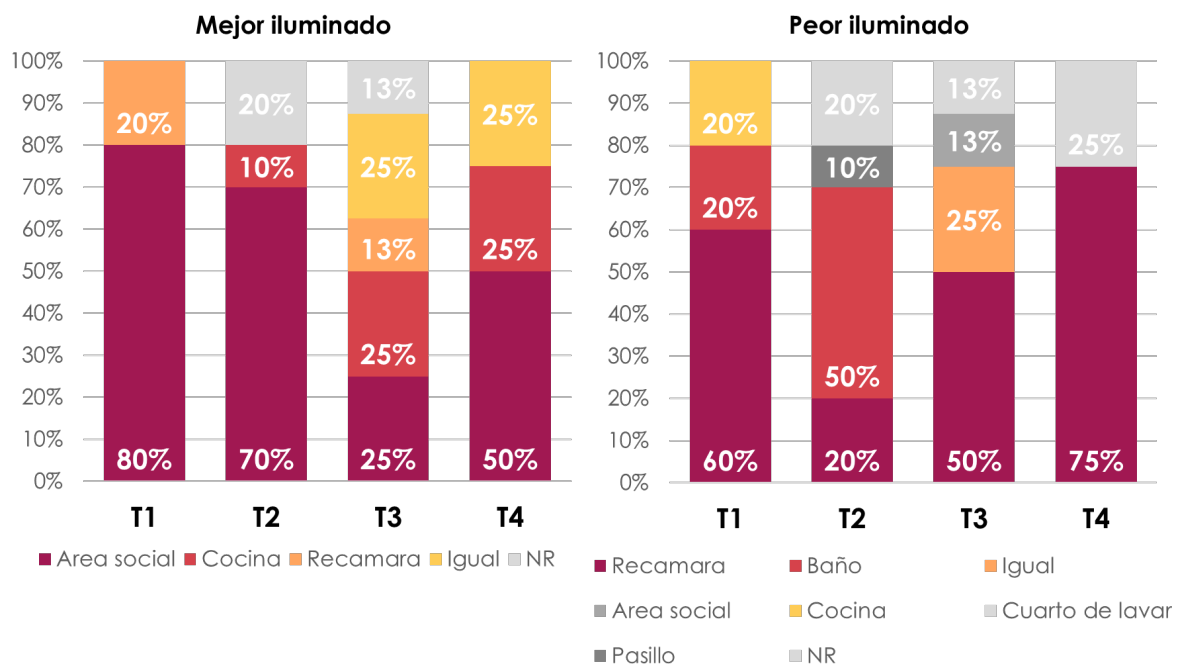


4.3.3.4. Confort lumínico

En relación con la iluminación, se observó que los espacios percibidos por los ocupantes como mejor iluminados corresponden, en su mayoría, a las áreas compartidas. Según se muestra en la Figura 94 el espacio considerado con la mejor iluminación por los habitantes fue la sala, seguido de la cocina, mientras que solo en dos casos se identificó la recámara como tal. Por otro lado, los espacios percibidos como peor iluminados fueron, predominantemente, los de carácter privado, como la recámara. No obstante, en el caso de T2, la mayoría indicó que los baños eran los espacios con peor iluminación.

Figura 94

Espacios mejor y peor iluminados por tipología

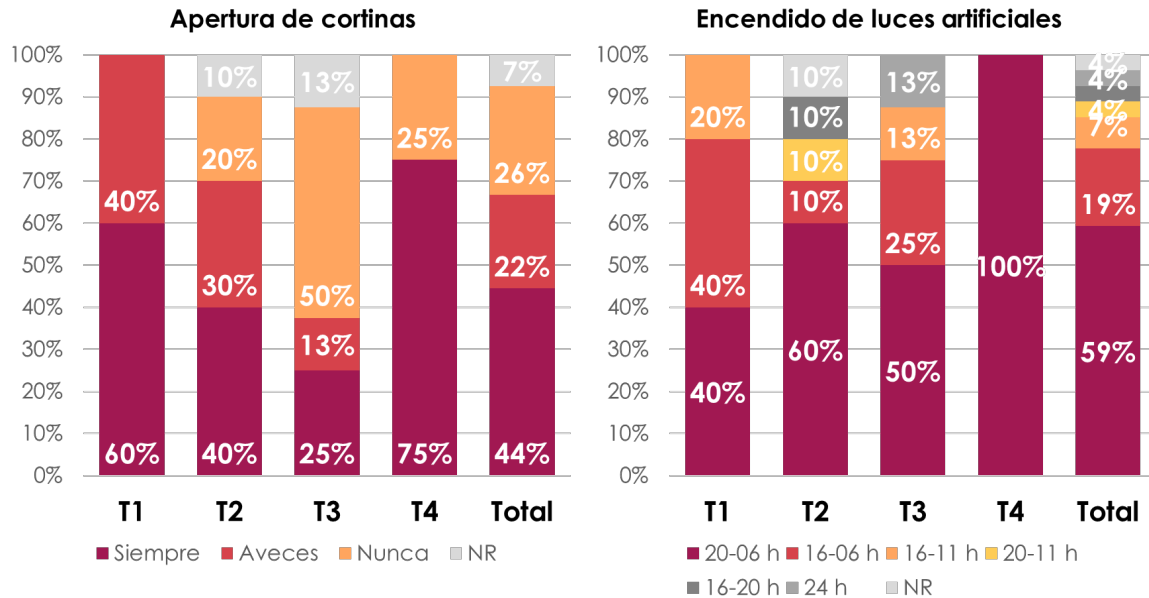


Las medidas de adaptación implementadas para garantizar el confort lumínico consistieron principalmente en la apertura de cortinas, el único elemento de control solar identificado, y en el uso de luz artificial. Según se muestra en la Figura 95, la apertura de cortinas durante todo el día fue una práctica común en la mayoría de las tipologías habitacionales, con excepción de T3, donde la mayoría de los habitantes no utiliza cortinas. Respecto al uso de luz artificial, todas las viviendas cuentan con focos, los cuales son utilizados de manera generalizada durante la noche y en las primeras

horas de la mañana, debido a la oscuridad que prevalece cuando los habitantes suelen levantarse para llevar a los niños a la escuela o dirigirse al trabajo.

Figura 95

Medidas de control lumínico

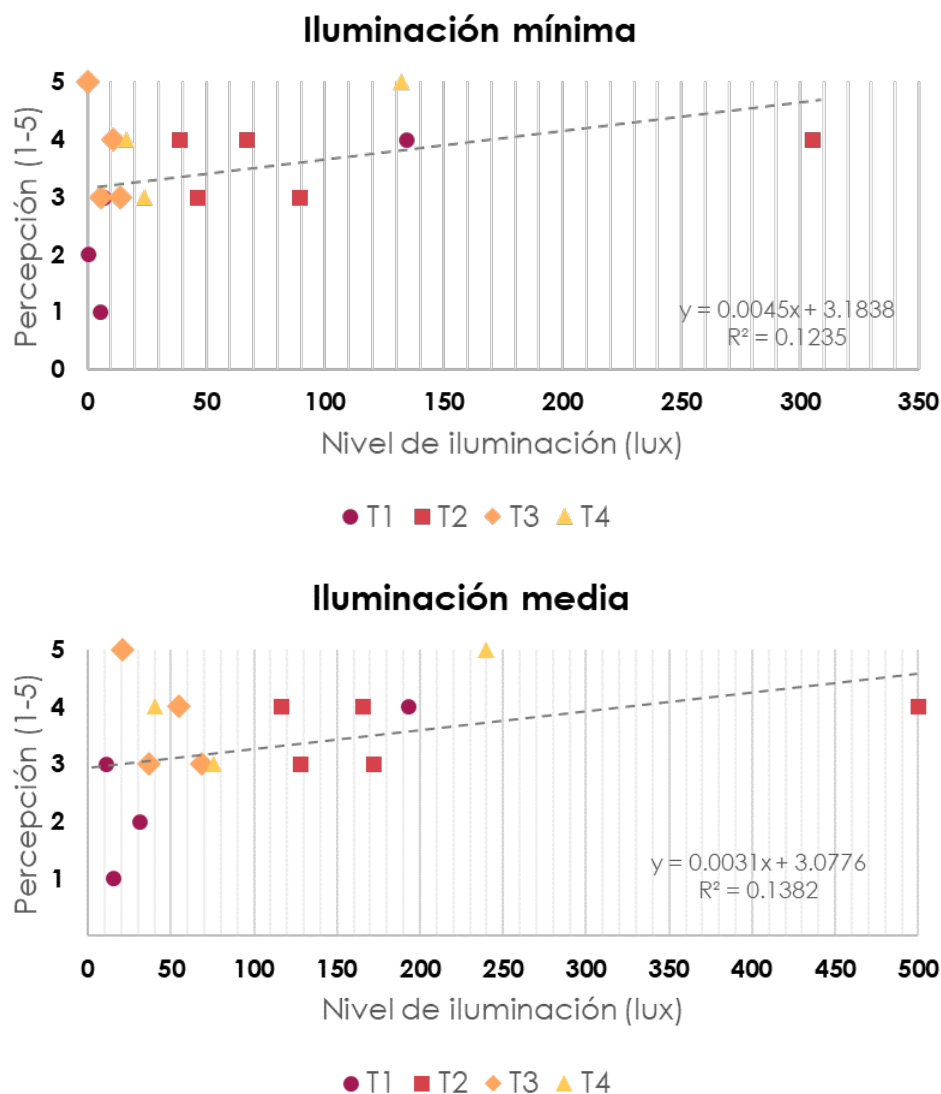


La Figura 96 muestra la distribución de las percepciones sobre la iluminación en relación con los niveles registrados durante las visitas. Sin embargo, dado que los cuestionarios solo se aplicaron en el interior de 16 viviendas, el número de casos analizados fue aún más limitado. La distribución no reveló una relación significativa, como lo indica el bajo valor de R, lo que restringió el aprovechamiento de estos datos.

Únicamente dos viviendas señalaron percibir una iluminación peor que *regular*. En el caso de la vivienda T1-04 la iluminación media con la luz apagada fue de 30 lux y la calificaron como *muy mala*. Sin embargo, el mismo respondiente indicó tener una preferencia por los espacios muy bien iluminados, sin embargo, al ser una vivienda rentada el diseño original, así como la posibilidad de remodelaciones no estaban en sus manos. Por esta razón, usaban la iluminación artificial de manera constante, pero únicamente al estar en el espacio.

Figura 96

Distribución de la percepción de iluminación y los niveles de lux



La otra vivienda fue T1-02, de 44 m² y solo dos habitaciones. La encuesta se realizó en el área social, que pese a no tener ventanas contaba con una puerta orientada al este y un vano que conecta con la recámara. Aunque este último espacio si disponía de ventanas, en ese momento todas estaban cubiertas con cortinas. A pesar de ser un día soleado hacia las 13:00 h, las mediciones indicaron bajos niveles de iluminación, lo que dificultó la lectura de los datos. En el centro de la vivienda se registraron 30 lux, mientras que en las zonas más oscuras los niveles descendían a 0 lux. Sin embargo, las luces estaban apagadas, y el entrevistado comentó solo encenderlas en la noche.

Una de las viviendas donde calificaron la iluminación como *muy buena* fue en la vivienda T3-02, cuya iluminación al centro de la habitación fue alrededor de los 21 lux, con zonas oscuras de menos de un lux ya que la iluminación no se distribuye uniformemente en el espacio. Estos valores se encuentran muy por debajo de los 150 lux recomendados (Dere, 2023; Ledrise, 2023) aun así la respondiente de 54 años indico no tener problema. La otra vivienda con esta misma percepción fue en T4-03 al momento se registraron 240 lux al centro del espacio, la segunda iluminación más alta registrada lo que concuerda con el hecho de que es la segunda vivienda en lo que respecta a la ratio de ventana sobre área, con el 13.8%.

Por otro lado, en T2-09 la vivienda con la mayor ratio de ventana sobre área, se registró el valor más alto de iluminación de 500 lux al centro del espacio, la zona más oscura la iluminación alcanzaban los 300 lux, aun así, el respondiente la calificó únicamente como *buena*.

Un caso que llamó la atención fue T3-05 la cual estaba habitada por una estudiante universitaria de 18 años y su madre de 52 años, quien en ese momento cocinaba. Ambas reportaron el uso de luz artificial durante todo el día debido a la escasa iluminación natural, causada por la ausencia de ventanas y una única puerta con orientación este. Esto se confirmó durante la aplicación del cuestionario, alrededor de las 13:00 h, momento en el cual, incluso con la luz artificial encendida (un único foco incandescente al centro de la habitación), resultaba difícil leer el equipo de medición.

Las mediciones arrojaron 5 lux en el punto más oscuro, 36 lux en áreas de iluminación media y 1320 lux cerca de la puerta. Estos niveles estaban muy por debajo de los 150 lux recomendados para una cocina y especialmente de los 400 lux requeridos en el área de trabajo para facilitar la preparación de alimentos.

Ante la consulta específica sobre su percepción de la iluminación, la señora calificó la luz como *regular* y expresó que no le resultaba molesta ni consideraba necesario instalar ventanas o añadir más focos.

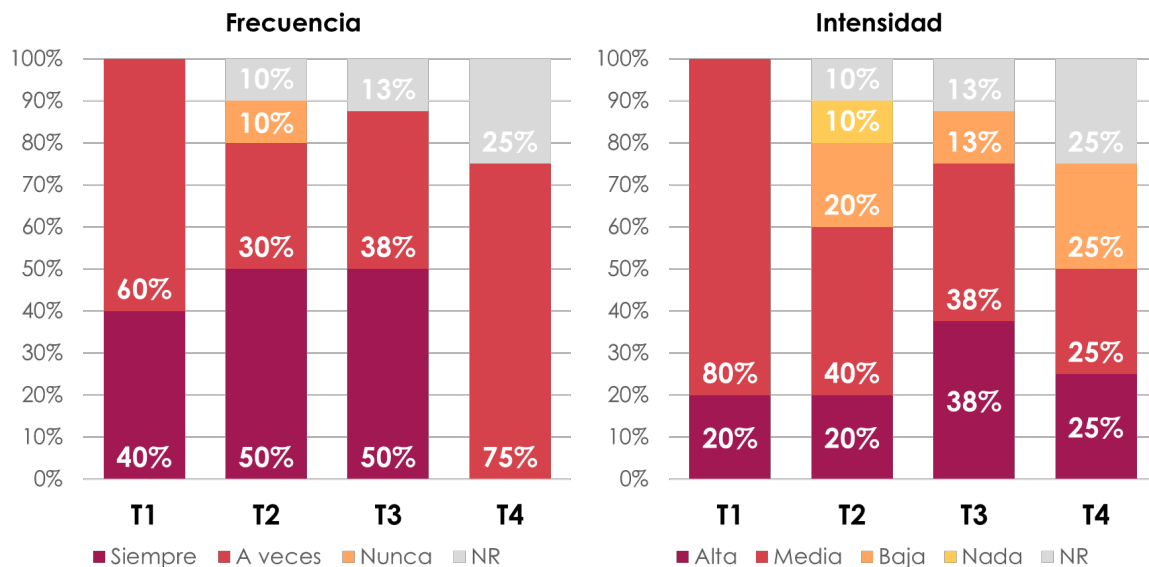
4.3.3.5. Confort acústico

En lo que respecta al ruido proveniente del exterior predominó la sensación de que eran ruidos de intensidad media, seguido de alta (Figura 97). Fueron pocas las que indicaron no percibir ruido en su vivienda, o si bien lo llegaban a percibir ocasionalmente este era de baja intensidad.

Quiénes percibieron mayor intensidad y frecuencia en los ruidos porcentualmente, fue la T3, lo cual era esperable debido al bajo aislamiento acústico que provee la hoja de triplay a comparación del bloque de concreto.

Figura 97

Intensidad y frecuencia de ruidos provenientes del exterior por tipología

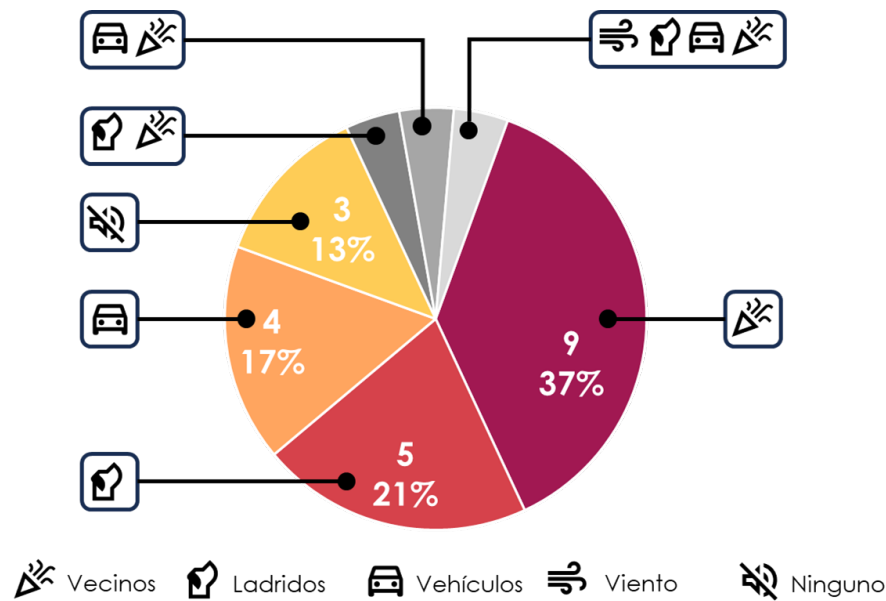


Las tres fuentes de ruido más molestas que se identificaron se muestran en la Figura 98. Algunos indicaron que sus vecinos realizaban fiestas de manera regular, en algunos casos cada semana con música a volumen alto. Los ocupantes de la vivienda T1-03 que colinda directamente con una iglesia, se quejaba del ruido constante que esta generaba, ya que se realizan celebraciones varias veces a la semana.

También, fue común la molesta por ladridos de perros ya que es común que haya perros sueltos en la calle, o en su caso amarrados, algunas veces en el techo por lo que los ladridos llegan a ser frecuentes en algunas zonas. Sin embargo, debido a la variación del entorno de las viviendas es difícil hacer una comparación directa.

Figura 98

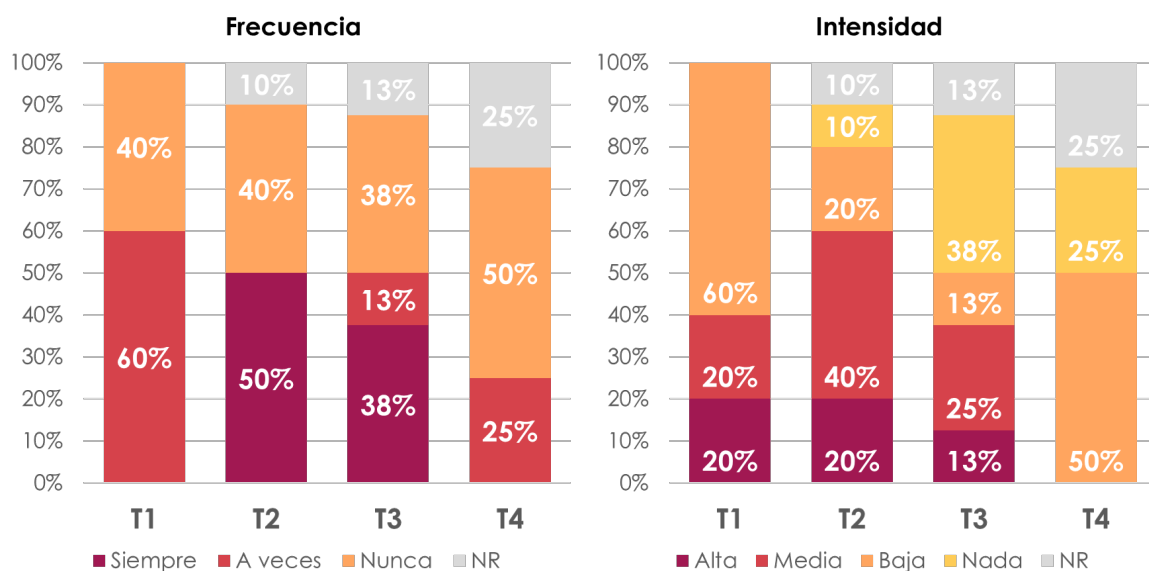
Fuentes exteriores de ruido



Por otro lado, como se observa en la Figura 99 los respondientes en general registraron una menor frecuencia e intensidad en lo que respecta a los ruidos generados al interior de la vivienda compararlos con los provocados por fuentes externas.

Figura 99

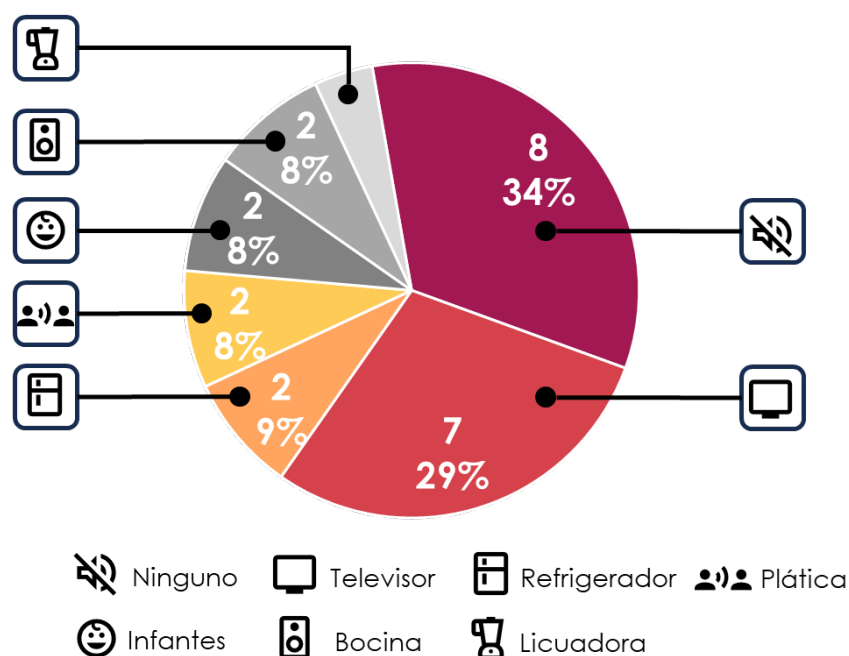
Intensidad y frecuencia de ruidos generados al interior por tipología



En la Figura 100 se visualiza que La principal fuente de ruido fue la televisión, sin embargo, una parte importante indico no escuchar ruidos molestos que traspasen habitaciones.

Figura 100

Fuentes al interior de ruidos molestos

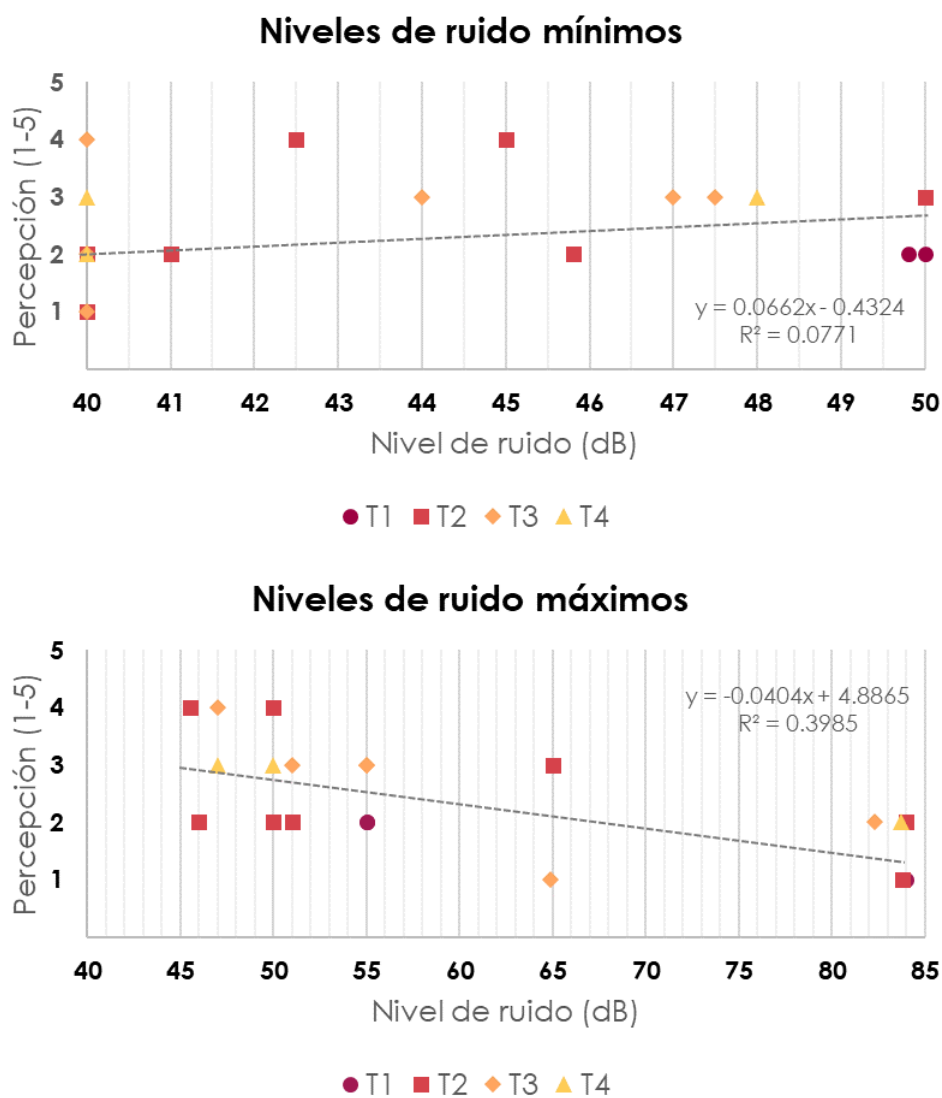


Como se observa en la Figura 101, en la mayoría de las viviendas el sonido ambiente era muy bajo; en 10 de ellas, el valor mínimo ni siquiera pudo ser registrado. Las personas que experimentaron ruidos superiores a 80 dB(A) indicaron no percibir ruido, probablemente debido al contraste entre el momento en que ocurrió el sonido y el momento en que se realizó la consulta. Cabe destacar que se enfatizó que debían describir la percepción del ruido en el instante exacto de la pregunta. Al tratarse de ruidos máximos puntuales, estos ya eran más bajos al momento de responder.

Los ruidos máximos alcanzaron los 85 dB A, sin embargo, era en casos puntuales y no ruidos constantes por lo que difícilmente podrían degenerar la audición a largo plazo (Instituto Nacional de Infraestructura Física Educativa, 2014). Aunque podrían generar estrés y otro tipo de molestias (Wang et al., 2015).

Figura 101

Distribución de la percepción de ruidos y los niveles de ruido registrados



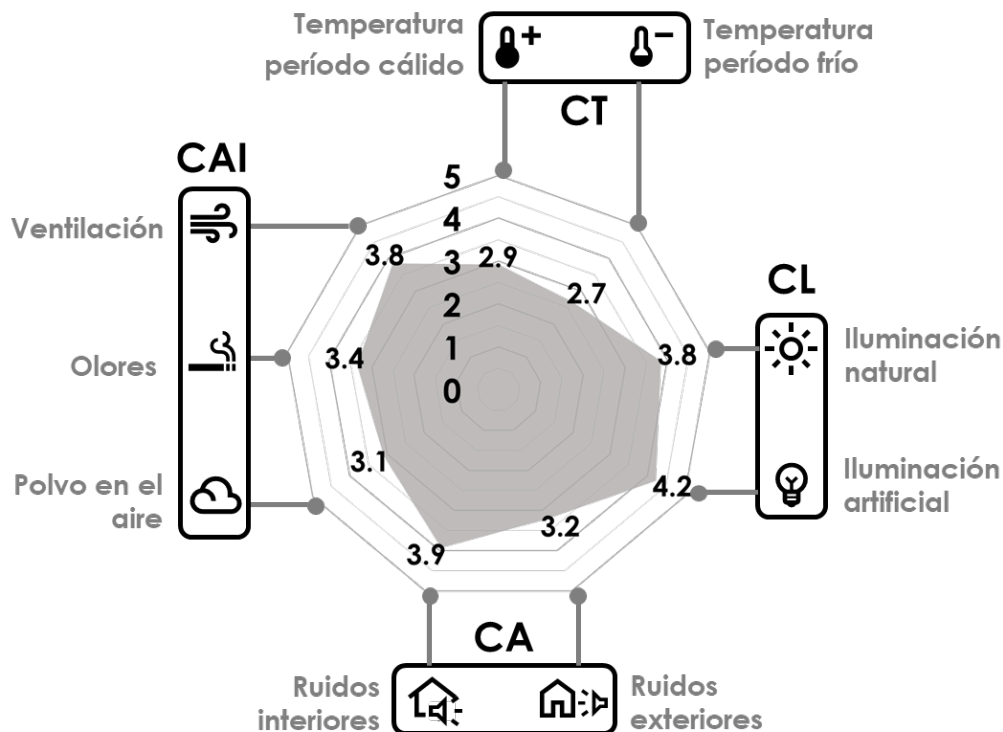
4.3.3.6. Satisfacción con la habitabilidad ambiental

En tanto a lo que respecta al a satisfacción en la Figura 102 se presenta los valores promedio del total de respuestas de la satisfacción por indicador evaluado. Para el CT, CL y CA cuentan con dos mientras que la evaluación de la CAI se compone de tres indicadores.

De media, el indicador con menor satisfacción fueron las temperaturas en periodo frío seguido temperaturas en periodo cálido, ambos del CT en el rango de *insatisfecho*. Mientras el mejor evaluado fue la satisfacción con la iluminación artificial, la única en entrar en el rango de *satisfecho*.

Figura 102

Satisfacción media por indicador y parámetro evaluado

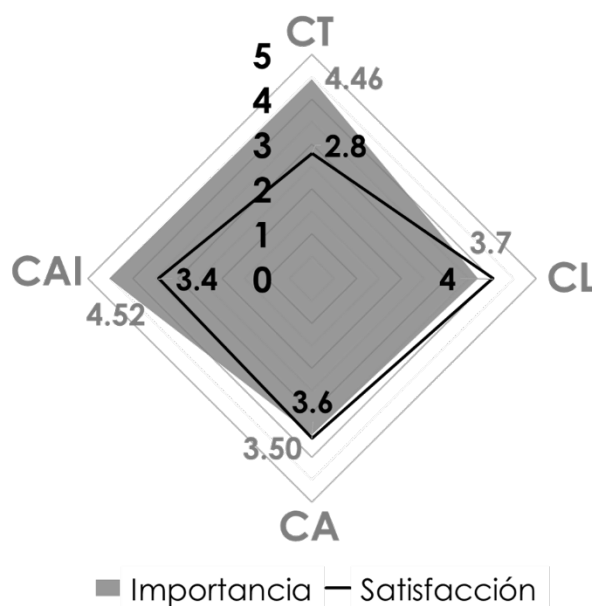


Para obtener una valoración de cada parámetro de HA, se calculó el promedio aritmético de sus indicadores (Leccese et al., 2021). Los resultados se presentan en la Figura 103, junto con la importancia asignada directamente por los respondientes a cada parámetro.

El CT y la CAI fueron los parámetros con menor satisfacción y, a su vez, considerados de mayor importancia. Esto coincide parcialmente con lo reportado por Tang et al. (2022), quienes señalan que las personas tienden a calificar el parámetro más insatisfactorio como el más importante. Por otro lado, el CA fue percibido como el menos importante, aunque ocupó el segundo lugar en satisfacción después del CL.

Figura 103

Satisfacción e importancia por parámetro



Durante la aplicación de los cuestionarios y a partir de los comentarios de los ocupantes, se observó que las condiciones lumínicas en general eran pobres. Sin embargo, el alto nivel de satisfacción registrado sugiere, como señaló Dahlan (2015), que disponer de un control directo sobre la iluminación, ya sea mediante cortinas o luz artificial, contribuye significativamente a aumentar la satisfacción.

En la Figura 104 se desglosa la satisfacción con cada indicador por tipología. Como se aprecia, todas mostraron estar *ni satisfechas, ni insatisfechas* con las temperaturas en periodo frío. No obstante, las viviendas en T1 se mostraron *algo insatisfechas* con

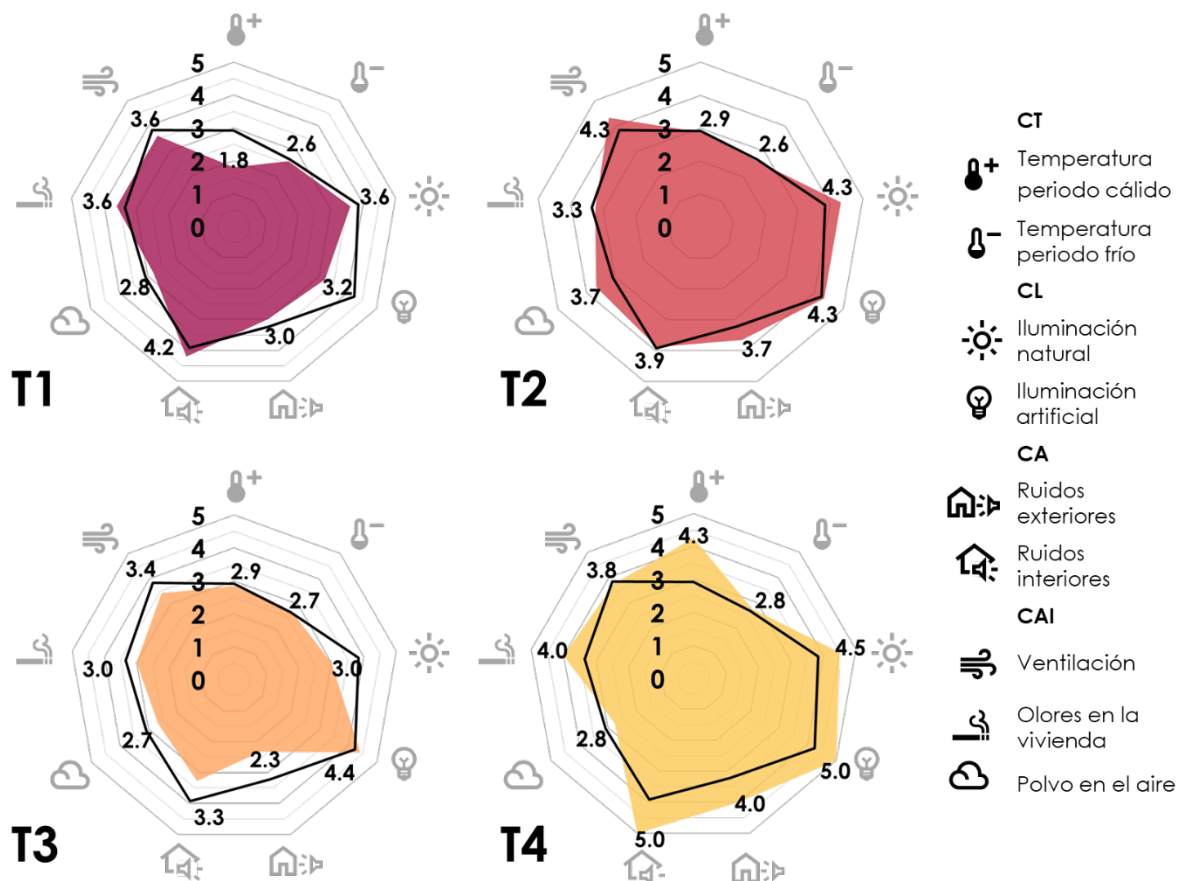
las temperaturas en periodo cálido, mientras que las T4 se encontraron *satisfechas*. Por su parte, las T2 y T3 presentaron niveles de satisfacción similares, a pesar de sus diferencias constructivas.

En cuanto al CL, las viviendas T3 registraron el nivel más bajo de satisfacción respecto a la iluminación natural. Como señalan Jara-Baeza et al. (2023), la satisfacción con la luz natural incrementa a medida que aumentan sus niveles; sin embargo, debido a la escasez de aberturas en las viviendas T3, la iluminación diurna es mínima como además quedo demostrado durante la aplicación del cuestionario.

En el ámbito acústico, T3 también obtuvo los resultados más desfavorables, especialmente en relación a los ruidos provenientes del exterior. Asimismo, en CAI, esta tipología destacó por ser la única en presentar los tres indicadores con niveles de satisfacción por debajo del promedio.

Figura 104

Nivel de satisfacción por tipología

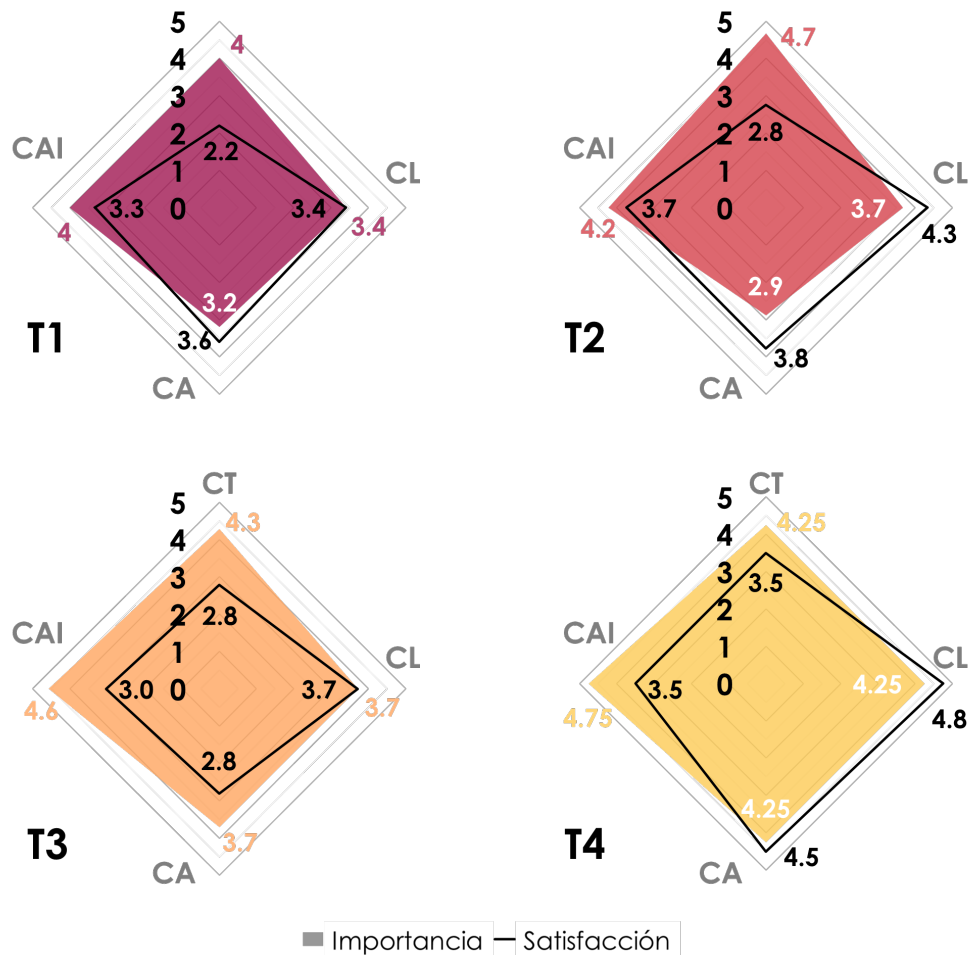


La Figura 105 muestra la relación entre la importancia asignada a cada parámetro y la satisfacción promedio por tipología. En todas las tipologías, los parámetros con menor satisfacción fueron el CT y la CAI, aunque también se destacaron como los más importantes. Esto coincide parcialmente con lo reportado por Riffelli (2021), quien señaló que el indicador que genera mayor insatisfacción suele ser percibido como el más relevante.

No obstante, en este caso, CT y CAI se alternaron entre el primer y segundo lugar tanto en satisfacción como en importancia. De manera similar, CL y CA ocuparon de forma intercambiable las posiciones de menor y penúltima relevancia en ambos aspectos.

Figura 105

Importancia de cada variable media total



Lo expresado en relación al CT y la CAI concuerdan con lo observado durante el monitoreo, ya que se identificaron claras deficiencias en ambos parámetros en las cuatro tipologías de viviendas durante el periodo frío. Sin embargo, las viviendas T1 mostraron una insatisfacción específica con las temperaturas durante el periodo cálido. Los resultados del monitoreo en V1 en el periodo de transición, que fue más cálido, el porcentaje de tiempo dentro de la ZC aumentó. Esto sugiere la necesidad de realizar un monitoreo durante el periodo cálido para obtener un mejor entendimiento y evaluar si las respuestas cambian en función de la temporada.

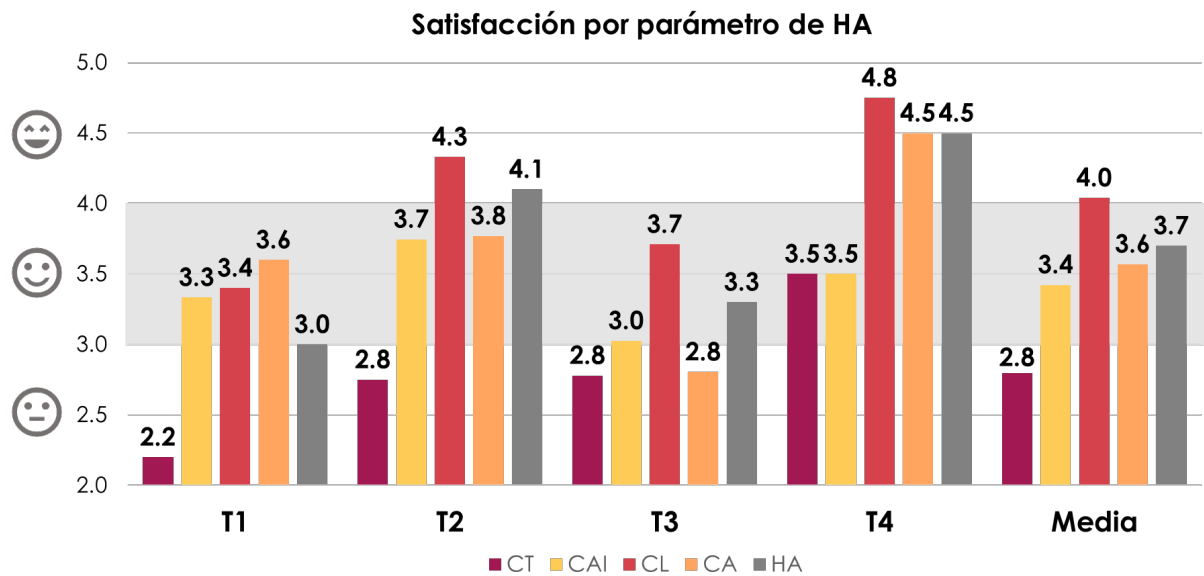
El CL se percibió con relativamente poca importancia, aunque presentó altos niveles de satisfacción, a pesar de las condiciones deficientes de iluminación identificadas durante las visitas y el incumplimiento de los estándares mínimos establecidos en la normativa aplicable. Esta percepción limitada sobre la relevancia de una iluminación adecuada, tanto natural como artificial, puede generar inacción en este aspecto, lo cual podría tener impactos negativos a largo plazo, como problemas de salud en los ocupantes y un deterioro de la vista.

En lo referente al CA, las principales quejas se asociaron al ruido generado por vecinos durante fiestas o reuniones. En algunos casos, estos eventos eran frecuentes y escapaban del control de los ocupantes. Por ello, se identificó la necesidad de mejorar el aislamiento acústico, particularmente en las viviendas de la tipología T3, ya que el ruido intenso y prolongado puede impactar negativamente en la salud de los residentes y contribuir al aumento del estrés.

Como se observa en la Figura 106, al abordar la HA en su conjunto, esta se ve compensada entre los diferentes parámetros. Sin embargo, la relación exacta y la contribución que da cada parámetro hacia a la HA general no se calculó debido a las limitadas respuestas. Se observa que las viviendas con menor satisfacción fueron las T1, seguidas de las T3, T2 y, finalmente, las T4. Este orden es consistente con las características constructivas identificadas, ya que las viviendas con las peores condiciones fueron las T3, seguidas de las T1, T2 y T4, respectivamente.

Figura 106

Satisfacción general con la habitabilidad ambiental



Nota. En gris se muestra la calificación promedio por tipología de la respuesta explícita sobre la satisfacción general con la HA.

A pesar de lo encontrado, es necesario contar con una muestra más amplia para obtener resultados no solo estadísticamente significativos, sino que permitan realizar inferencias más precisas y desarrollar un modelo de HA práctico. Asimismo, una mayor cantidad de datos podría facilitar la definición de criterios de confort específicos para cada parámetro, ajustados al contexto y necesidades de la región.

Es importante destacar que, durante la investigación, la cantidad de viviendas por tipología no fue proporcional. Por ejemplo, se incluyeron 10 viviendas T2, mientras que solo se analizaron 4 de la tipología T4. Esto podría implicar que algunas conclusiones presentadas en este estudio podrían cambiar al realizar un análisis más exhaustivo.

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES

Esta investigación se centró en la habitabilidad ambiental de las viviendas autoproducidas en San Quintín, una región predominantemente rural en proceso de urbanización ubicada al sur del estado. El estudio abordó la habitabilidad ambiental desde dos perspectivas: por un lado, mediante el análisis de la percepción de los ocupantes a través de cuestionarios; y por otro, a través del monitoreo de indicadores ambientales con el uso de instrumentos especializados. La aproximación a las viviendas autoproducidas incluyó la identificación de sus principales características constructivas, lo que permitió su clasificación en cuatro tipologías constructivas.

Esto permitió responder las preguntas de investigación. En relación con la primera pregunta: *¿Qué características constructivas presentan las viviendas autoproducidas en San Quintín, Baja California?*, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- ***Materiales predominantes:*** Los muros están contruidos principalmente con dos materiales: bloque de concreto y triplay de madera. En cuanto a las cubiertas, los sistemas más comunes son losas de concreto y techos de triplay, generalmente a dos aguas, con acabados de teja asfáltica o cartón arenado.
- ***Variaciones constructivas:*** Los materiales y sistemas mencionados se combinan para generar variaciones en las viviendas, tanto en su forma como en el diseño de las cubiertas y la combinación de materiales.
- ***Control solar limitado:*** No se observó un uso significativo de elementos destinados al control solar. La mayoría de los pórticos están orientados hacia el este o el norte, donde tienen poco impacto térmico o lumínico.
- ***Viviendas progresivas:*** Se identificaron elementos en las viviendas que sugieren deseos de una futura ampliación. Un ejemplo de esto son las llamadas varillas de la esperanza
- ***Viviendas de muro de bloque de concreto con techo de madera (T1):*** Estas viviendas presentan dimensiones y número de ocupantes intermedias en comparación con las demás tipologías. Sin embargo, ninguna de las viviendas de esta tipología cumplió con los mínimos requeridos de ventilación o iluminación por el reglamento de construcción.

- *Viviendas de bloque de concreto y techo de losa de concreto (T2 y T4):* Estas cuentan con las mejores características constructivas. Son, en promedio, las más grandes y están diseñadas para permitir crecimiento vertical. Además, tienen más ventanas y mayor superficie acristalada; no obstante, no cumplen con los estándares normativos. La ubicación de las ventanas no responde a criterios específicos de diseño. Por otro lado, al estar construidas completamente con concreto, material más denso que el triplay de madera, ofrecen mejor aislamiento acústico y retienen las cargas térmicas por más tiempo, incluso cuando la temperatura exterior comienza a disminuir.
- *Viviendas de triplay de madera (T3):* Estas representan construcciones de transición. La mayoría de los habitantes expresaron su intención de ampliarlas, mejorar los materiales en el futuro o sustituirlas completamente. Estas viviendas presentan las características más deficientes, con muros y cubiertas de triplay, un material ligero que ofrecen un aislamiento acústico y térmico muy pobre. Además, la falta de ventanas propicia entornos con poca iluminación natural, y una ventilación inadecuada. Si bien V3 presentó bajos niveles de CO₂ en relación a la cantidad de ocupantes, esto fue a razón de deficiencias constructivas más que del deseo de los ocupantes que no tienen control directo sobre esto.
- *Ventilación natural:* No se identificó el uso de aparatos de aire acondicionado, y el uso de calefacción o sistemas de enfriamiento es poco común. Los habitantes suelen regular la temperatura mediante medidas activas, como cambiar de ropa o abrir puertas y ventanas.
- *Falta de servicios:* Menos de la mitad de las viviendas cuenta con un baño completamente funcional, que incluya sanitario y ducha. La mayoría sigue dependiendo de letrinas. Solo una vivienda dispone de un cuarto de lavar; el resto realiza estas actividades al aire libre, en áreas techadas.
- *Programa arquitectónico similar:* Sin considerar los baños, el 90 % consta de un único espacio de carácter público en el que se desarrollan actividades de

cocina, sala de estar y comedor, además de las de recamaras. En algunas rescinden de alguna de estas actividades.

- *Falta de criterios constructivos:* En todas las tipologías se identificó una falta de comprensión sobre elementos clave como la ubicación de las ventanas. También se observaron problemas recurrentes relacionados con la ubicación de las viviendas dentro del lote, la orientación de las construcciones y la distribución de los espacios interiores.

Respecto a la segunda pregunta: *¿Cuál es el desempeño térmico y de calidad del aire interior de las diferentes tipologías de viviendas autoproducidas en San Quintín, Baja California?*

- V1: Durante el periodo frío, la recámara entro un 6 % del tiempo dentro de la Zona de Confort (ZC) y un 23 % en el rango óptimo de HR; en el área social (AS), estos valores fueron del 15 % y 63 %, respectivamente. En el periodo de transición, el tiempo en ZC aumentó un 28 % en ambas habitaciones respecto al periodo anterior. La humedad relativa (HR) se mantuvo en el rango óptimo el 64 % del tiempo en la recámara y el 100 % en el AS. Los niveles promedio de CO₂ en la recámara fueron de 1156 ppm, superó el límite de 1000 ppm el 52 % del tiempo. En el AS, el promedio fue de 831 ppm, con valores por encima del límite solo el 26 % del tiempo.
- V2: Fue la vivienda con el peor desempeño durante el periodo frío, con menos tiempo en ZC que incluso las condiciones exteriores. Se observó una diferencia entre habitaciones: el AS fue más cálido y tuvo altos niveles de HR el 52 % del tiempo, frente al 94 % de la recámara. Durante el periodo de transición, ambas habitaciones superaron el 40 % de tiempo en ZC, mientras que el tiempo con altos niveles de HR se redujo al 44 % en la recámara y al 12 % en el AS. Las concentraciones promedio de CO₂ en la recámara alcanzaron 1400 ppm, y solo el 41 % del tiempo estuvieron por debajo de los 1000 ppm. En cambio, en el AS, el promedio fue de 665 ppm, permaneció por debajo del límite el 96 % del tiempo.

- V3: Fue la única vivienda en presentar temperaturas de sobrecalentamiento incluso durante el periodo frío. Ambas habitaciones tuvieron un desempeño térmico similar, con un 13 % del tiempo en ZC durante el periodo frío, porcentaje que se mantuvo en el periodo de transición. Sin embargo, el tiempo en sobrecalentamiento aumentó al 27 %. Los niveles promedio de CO₂ variaron ligeramente entre habitaciones: 777 ppm en la recámara y 729 ppm en el AS. A pesar de ello, se superaron los 1000 ppm un 25 % del tiempo en la recámara y un 18 % en el AS.
- V4: Mostró un comportamiento higrotérmico diferenciado entre habitaciones. En la recámara, se alcanzó un 23 % del tiempo en ZC y un 79 % con HR menor al 70 %. En contraste, el AS estuvo en ZC solo el 3 % del tiempo y en el rango óptimo un 11 %. Fue la vivienda con los menores niveles de CO₂, con un promedio de 568 ppm en ambas habitaciones, lo cual se atribuye a la ausencia de puertas internas y a la presencia de solo un ocupante.
- El desempeño térmico fue pobre en general; predominó el bajo calentamiento y la alta humedad durante la mayor parte del tiempo analizado, en todas las tipologías y periodos de estudio.
- Los espacios orientados al suroeste tuvieron un mejor desempeño térmico, y se identificó la importancia de considerar la sombra de construcciones externas al momento de ubicar la vivienda en el terreno.
- En cuanto a los niveles de CO₂, se observó que los espacios con alta densidad de ocupantes pueden mantener niveles relativamente bajos si cuentan con ventilación adecuada, ya sea mediante puertas, ventanas o infiltraciones a través de fisuras. Por otro lado, los espacios poco ventilados, incluso con un único ocupante, pueden generar niveles elevados de CO₂, como ocurrió en la recámara de la V2.

En relación con la tercera pregunta: *¿Cuál es la percepción de los habitantes respecto a la habitabilidad ambiental?*, se identificaron las siguientes observaciones:

- *HA general*: Los parámetros con mayor satisfacción fueron, en orden, el confort lumínico (CL), confort acústico (CA), calidad del aire interior (CAI) y confort térmico (CT). Sin embargo, en términos de importancia, los habitantes priorizaron la CAI, seguida del CT, el CA y, por último, el CL. Al evaluar la habitabilidad ambiental (HA) como un todo, los ocupantes de las tipologías T2 y T4 se declararon *muy satisfechos*, los de T3 algo satisfechos y los de T1 se mostraron *neutrales*, es decir, *ni satisfechos ni insatisfechos*.
- *Confort térmico (CT)*: Este parámetro, compuesto por dos indicadores, presentó la menor satisfacción en todas las tipologías. En general, la satisfacción promedio fue más baja con el periodo frío, sin variaciones significativas entre tipologías. Para las temperaturas en periodo cálido, T2 y T3 tuvieron niveles similares de satisfacción, a pesar de sus diferencias constructivas. En contraste, los habitantes de T1 se mostraron *insatisfechos*, mientras que los de T4 expresaron *muy satisfechos*. Aun así, cerca de la mitad de las viviendas señalaron que, en general, las temperaturas en su interior eran tolerables.
- *Calidad del aire interior (CAI)*: fue el único parámetro evaluado a través de tres indicadores en lugar de dos. El indicador con menor satisfacción fue la presencia de polvo en el aire, mientras que la ventilación obtuvo los niveles más altos de aprobación. Los olores ocuparon un nivel intermedio de satisfacción. La quema de basura fue identificada como una fuente de olores desagradables en la mitad de las viviendas, mientras que los generadores de olores molestos en el interior fueron, principalmente, la cocina y, en el caso de T2, los baños. A pesar de ello, una cuarta parte de los encuestados en todas las tipologías afirmó no percibir olores molestos generados al interior de sus viviendas.
- *Confort lumínico (CL)*: La mayor satisfacción de los nueve indicadores evaluados se encontró en la iluminación artificial. En cuanto a la iluminación natural, las viviendas con una mayor proporción de ventanas respecto a la superficie construida presentaron los niveles más altos de satisfacción, mientras que aquellas con una menor ratio obtuvieron las valoraciones más bajas (T3). Los espacios percibidos como mejor iluminados fueron, en primer lugar, la sala

y, en segundo lugar, la cocina. Por otro lado, los espacios considerados con peor iluminación natural fueron las recámaras, y en el caso de T2, la mayoría de los habitantes indicó a los baños.

- *Confort acústico (CA)*: De los dos indicadores evaluados, la satisfacción con los niveles de ruido al interior de la vivienda fue la segunda más alta después de la iluminación natural. La satisfacción con los ruidos provenientes del exterior fue considerablemente menor. Las viviendas de la tipología T3, construidas íntegramente de madera, presentaron los niveles más bajos de satisfacción en ambos aspectos. La causa de ruidos molestos externos más recurrente fue el ruido generado por los vecinos, que en algunos casos se producía de manera esporádica.

En suma, lo anterior responde a la pregunta: *¿Cuáles son las condiciones de habitabilidad ambiental que presentan las diferentes tipologías constructivas de la vivienda autoproducida en San Quintín, Baja California?* Asimismo, confirma la hipótesis planteada, la cual establece que las viviendas autoproducidas en San Quintín presentan deficiencias en términos de habitabilidad ambiental, tanto en los parámetros objetivos como en la satisfacción percibida por los habitantes. Estos problemas son más pronunciados en las viviendas con las características constructivas más deficientes (T3), mientras que aquellas con mejores características mostraron un desempeño superior (T2 y T4).

En el ámbito de la vivienda autoproducida, se identificó, como señala Kowaltowski (1998), un desconocimiento sobre la funcionalidad de elementos arquitectónicos como balcones y ventanas, los cuales suelen incorporarse más por motivos estéticos que por su contribución a la habitabilidad ambiental (HA). Asimismo, tal como indica Bazant (2003), estas viviendas están estrechamente vinculadas al concepto de progresividad, lo cual se refleja en el deseo de los habitantes de realizar futuras mejoras y en fenómenos característicos como las "varillas de la esperanza," ampliamente observadas en Latinoamérica (Moreno, 2020).

En relación con la HA, se confirmó que el confort térmico (CT) es el aspecto más crítico, como señalan Andargie et al. (2019) y Mujan et al. (2019). Junto con la calidad del aire

interior (CAI), estos fueron los parámetros con menor satisfacción; sin embargo, también fueron percibidos como los más importantes. Esto coincide con lo reportado por Riffelli (2021), quien encontró que los indicadores que generan mayor insatisfacción suelen ser considerados los más relevantes por los usuarios.

La interrelación de ambos temas contribuye a la discusión y comprensión de la HA en diferentes tipologías de edificaciones. Como menciona Leccese et al. (2021), las necesidades de los ocupantes varían según el tipo de edificación, lo que influye en las demandas y expectativas relacionadas con la HA. Además, como destacan Mehlomakulu y Marais (1999) y Pacheco-Martínez (2011), los residentes de viviendas autoproducidas tienden a ser más tolerantes con sus condiciones habitacionales en comparación con los habitantes de otros tipos de vivienda. Este fenómeno subraya la importancia de estudiar estas tipologías para enriquecer el entendimiento general de la HA y su carácter contextual.

Futuras líneas de investigación

Con base en las limitaciones identificadas durante este estudio, se proponen dos líneas de acción para futuros trabajos:

- **Desarrollo de criterios y metodologías:** Es necesario establecer criterios para la clasificación de viviendas autoproducidas de manera confiable, así como desarrollar técnicas que optimicen este proceso. Esto permitiría diseñar una metodología sistematizada que pudiera adaptarse y aplicarse en otros contextos con ajustes mínimos.
- **Ampliación de la muestra y desarrollo de modelos específicos:** Se requiere realizar investigaciones con un mayor número de casos para generar resultados estadísticamente robustos. Además, que permita desarrollar un modelo de habitabilidad ambiental que atienda las necesidades particulares de la región, y establecer rangos específicos de confort para cada parámetro, con especial atención al confort térmico.

REFERENCIAS

- ACNUDH, & ONU-Habitat. (2010). El derecho a una vivienda adecuada Folleto informativo.
- Aguillón-Robles, J., Arista-González, G. J., & Cataño-Barrera, A. M. (2020). Comportamiento térmico de la vivienda rural. *Legado de Arquitectura y Diseño*, 15(28), 102–111.
<https://legadodearquitecturaydiseno.uaemex.mx/article/view/14598>
- Akom, J. B., Sadick, A., Issa, M. H., & Rashwan, S. (2018). THE INDOOR ENVIRONMENTAL QUALITY PERFORMANCE OF GREEN LOW-INCOME SINGLE-FAMILY HOUSING. 13(2), 98–120.
- Allan, A. C., Garcia-Hansen, V., Isoardi, G., & Smith, S. S. (2019). Subjective Assessments of Lighting Quality: A Measurement Review. *LEUKOS - Journal of Illuminating Engineering Society of North America*, 15(2–3), 115–126.
<https://doi.org/10.1080/15502724.2018.1531017>
- Andargie, M. S., Touchie, M., & O'Brien, W. (2019). A review of factors affecting occupant comfort in multi-unit residential buildings. *Building and Environment*, 160(June), 106182. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.106182>
- Andrade, J. (2011). Viviendas en proceso. In J. Andrade & E. Carballo (Eds.), *La vivienda popular en México. Retos para el siglo xxi* (1a ed., pp. 191–222). Universidad Autónoma Metropolitana.
- American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers (2023). ANSI/ASHRAE 55: 2023. Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy, Atlanta
- American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers. (2022). ASHRAE Position Document on. 17.
- Argüello, T., Argüelles, B., & Badillo, R. (2012). Características físicas de la Vivienda popular en la periferia urbana de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. *Quehacer Científico En Chiapas*, 2012(14), 4–13.

- Auliciems, A. (1981). Towards a Psycho-Physiological Model. *Int. J. Biometeor*, 25(2), 109–122.
- Auliciems, A., & Szokolay, S. (1997). Thermal comfort. Notes of Passive and Low Energy Architecture, 3. <https://doi.org/10.1243/PIME>
- Australian Bureau of Statistics. (2024). Sample Size Calculator. <https://www.abs.gov.au/websitedbs/D3310114.nsf/home/Sample+Size+Calculator?opendocument>
- Azar, E., O'Brien, W., Carlucci, S., Hong, T., Sonta, A., Kim, J., Andargie, M. S., Abuimara, T., El Asmar, M., Jain, R. K., Ouf, M. M., Tahmasebi, F., & Zhou, J. (2020). Simulation-aided occupant-centric building design: A critical review of tools, methods, and applications. *Energy and Buildings*, 224, 110292. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.110292>
- Barmparesos, N., Papadaki, D., Karalis, M., Fameliari, K., & Assimakopoulos, M. N. (2019). In Situ Measurements of Energy Consumption and Indoor Environmental Quality of a Pre-Retrofitted Student Dormitory in Athens.
- Batista, R., Fonseca, M., Ramos, E., & Mour, Z. (2021). Indoor environmental quality in households of families with infant twins under 1 year of age living in Porto. 198(September 2020). <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.110477>
- Bazant, J. (2003). *Viviendas Progresivas. Construcción de vivienda por familias de bajos ingresos*. (1a ed.). Editorial Trillas, S.A. de C.V.
- Becerra, M., Jerez, A., Valenzuela, M., Garcés, H. O., & Demarco, R. (2018). Life quality disparity: Analysis of indoor comfort gaps for Chilean households. *Energy Policy*, 121(June), 190–201. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.06.010>
- Bellia, L., & Fragliasso, F. (2021). Good places to live and sleep well: A literature review about the role of architecture in determining non-visual effects of light. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(3), 1–29. <https://doi.org/10.3390/ijerph18031002>

- Brager, G. S., & De Dear, R. J. (1998). Thermal adaptation in the built environment: A literature review. *Energy and Buildings*, 27(1), 83–96. [https://doi.org/10.1016/s0378-7788\(97\)00053-4](https://doi.org/10.1016/s0378-7788(97)00053-4)
- Caro, R., & Sendra, J. J. (2021). Are the dwellings of historic Mediterranean cities cold in winter? A field assessment on their indoor environment and energy performance. *Energy & Buildings*, 230, 110567. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.110567>
- Carre, A., & Williamson, T. (2018). Design and validation of a low cost indoor environment quality data logger. *Energy & Buildings*, 158, 1751–1761. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.11.051>
- Casals-Tres, M., Arcas-Abella, J., & Cuchí Burgos, A. (2013). Aproximación a una habitabilidad articulada desde la sostenibilidad. Raíces teóricas y caminos por andar. *Revista INVI*, 28(77), 193–226. <https://doi.org/10.4067/s0718-83582013000100007>
- Chen, C. F., Yilmaz, S., Pisello, A. L., De Simone, M., Kim, A., Hong, T., Bandurski, K., Bavaresco, M. V., Liu, P. L., & Zhu, Y. (2020). The impacts of building characteristics, social psychological and cultural factors on indoor environment quality productivity belief. *Building and Environment*, 185(May), 107189. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.107189>
- Colclough, S., Kinnane, O., Hewitt, N., & Griffiths, P. (2018). Energy & Buildings Investigation of nZEB social housing built to the Passive House standard. *Energy & Buildings*, 179(2018), 344–359. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2018.06.069>
- Comisión Nacional de Vivienda. (2017). Código de edificación de vivienda 2017 (3a ed.). <https://www.gob.mx/conavi/documentos/codigo-de-edificacion-de-vivienda-3ra-edicion-2017>
- Comisión Nacional de Vivienda. (2020). Cálculo del Rezago habitacional a nivel municipal. Censo de Población y Vivienda 2020. https://siesco.conavi.gob.mx/doc/analisis/2021/Calculo_municipal.pdf

- Comisión Nacional de Vivienda. (2024). ¿Qué hacemos?
<https://www.gob.mx/conavi/que-hacemos>
- Consejo Nacional de Vivienda (CONAVI). (2022). Estrategias de diseño arquitectónico con enfoque bioclimático. 1–108.
[https://siesco.conavi.gob.mx/doc/tecnicos/disenio/Estrategias de Diseño Arquitectonico.pdf?fbclid=IwAR2N8IkF0b0fhoCLq2pdZGoeB4xXcQc2zBbBr7T6heVuty4YeUrov4Nmegg](https://siesco.conavi.gob.mx/doc/tecnicos/disenio/Estrategias%20de%20Dise%C3%B1o%20Arquitectonico.pdf?fbclid=IwAR2N8IkF0b0fhoCLq2pdZGoeB4xXcQc2zBbBr7T6heVuty4YeUrov4Nmegg)
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de febrero de 1917. Última reforma publicada el 28 de 05 de 2021. México.
- Cravioto, J., & Mosqueda, A. (2021). Local Culture and Urban Retrofit: Reflections on Policy and Preferences for Wall and Roof Materials. *Frontiers in Sustainable Cities*, 3. <https://doi.org/10.3389/frsc.2021.638966>
- Dahlan, N. D. (2015). Perceptive-cognitive aspects investigation in relation to indoor environment satisfaction collected from naturally ventilated multi-storey student accommodations in Malaysia. *Indoor and Built Environment*, 24(1), 116–127. <https://doi.org/10.1177/1420326X13506449>
- de Dear, R. J., & Brager, G. S. (1998). Developing an Adaptive Model of Thermal Comfort and Preference. *ASHRAE Transactions*, 104(Pt 1A), 145–167.
- De Pelekais, C. (2000). Métodos cuantitativos y cualitativos: diferencias y tendencias Qualitative and Quantitative Methods: Differences and Tendencies. *Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios En Ciencias Sociales*, 2(2), 347–352. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6436313>
- Dere, E. (2023). What is Illumination? Decoding Illumination: From Basics to Impact. Tekled Blog. <https://tekled.co.uk/blogs/blog/what-is-illumination-decoding-illumination-from-basics-to-impact?srsId=AfmBOoqmYT3Mi5FiqebwlekyoaBkv0Je-Scw6hKubEn-3TWZdFnKCER7>

- Díaz Duarte, S. C., González Escobar, D., Borja Ruíz, M. F., & Puga Navarrete, D. V. (2021). Actualización del Rezago habitacional; Censo de Polbación y Vivienda 2020.
https://sniiv.conavi.gob.mx/doc/analisis/2020/Calculo_Rezago_Habitacional_2020.pdf
- Dong, J., Schwartz, Y., Mavrogianni, A., Korolija, I., & Mumovic, D. (2023). A review of approaches and applications in building stock energy and indoor environment modelling. *Building Services Engineering Research and Technology*, 0(0), 1–22.
<https://doi.org/10.1177/01436244231163084>
- Dreifuss-Serrano, C., Schreier-Barreto, C., & Jumpa, M. (2018). Classification criteria for informal housing: A systematic review prisma as a tool for the establishment and analysis of categories. *Rita Revista Indexada de Textos Academicos*, 6(10), 98–103. [https://doi.org/10.24192/2386-7027\(2018\)\(V10\)\(05\)](https://doi.org/10.24192/2386-7027(2018)(V10)(05))
- El Sol de Tijuana. (2020, February 6). Aprueban en la CGLPC la creación del municipio de San Quintín. *El Sol de Tijuana*.
<https://oem.com.mx/elsoldetijuana/local/aprueban-en-la-cglpc-la-creacion-del-municipio-de-san-quintin-17967480>
- Elsayed, M., Romagnoni, P., Pelsmakers, S., Castaño-, R., & Klammersteiner, U. (2023). The actual performance of retrofitted residential apartments : post-occupancy evaluation study in Italy. <https://doi.org/10.1080/09613218.2022.2121908>
- Espejel, I., Hernández, A., Riemann, H., & Hernández, L. (2005). Propuesta para un nuevo municipio con base en las cuencas hidrográficas. Estudio de caso: San Quintín, B.C. *Gestión y Política Pública*, 14(1), 129–168.
- Fassio, F., Fanchiotti, A., & de Lieto Vollaro, R. (2014). Linear, non-linear and alternative algorithms in the correlation of IEQ factors with global comfort: A case study. *Sustainability (Switzerland)*, 6(11), 8113–8127.
<https://doi.org/10.3390/su6118113>

- Fernández Villalobos, N. (2021). El tiempo en el espacio doméstico. *Anales de Investigación En Arquitectura*, 11(2).
<https://doi.org/10.18861/ania.2021.11.2.3146>
- Fernández-Agüera, J., Domínguez-Amarillo, S., Alonso, C., & Martín-Consuegra, F. (2019). Thermal comfort and indoor air quality in low-income housing in Spain: The influence of airtightness and occupant behaviour. *Energy and Buildings*, 199, 102–114. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.06.052>
- Fernandez-Zayas, J. L., & Estrada-Cajigal, V. (1983). Cálculo de la radiación solar instantánea en la República Mexicana. Universidad Nacional Autónoma de México. <http://datosabiertos.unam.mx/IINGEN:RUSI:472>
- Frontczak, M., & Wargocki, P. (2011). Literature survey on how different factors influence human comfort in indoor environments. *Building and Environment*, 46(4), 922–937. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.10.021>
- Frutos, F. De, Cuervo-vilches, T., Alonso, C., Mart, F., Frutos, B., Oteiza, I., & Miguel, Á. (2021). Indoor Environmental Quality and Consumption Patterns before and during the COVID-19 Lockdown in Twelve Social Dwellings in Madrid , Spain.
- Fuentes Freixanet, V. A. (2022). Apuntes de arquitectura bioclimática. In Apuntes de arquitectura bioclimática. <https://doi.org/10.24275/uama.1242.9688>
- Fuentes, V. (2002). Metodología de diseño bioclimático. El Análisis Climático [Tesis de doctorado, Universidad Autónoma Metropolitana]. Repositorio Institucional-Zaloamati
- Fuentes, V. (2004). Clima y Arquitectura. México. Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), Unidad Azcapotzalco, México.
- Gado, T., & Games, T. S. (2018). PLEA 2018 HONG KONG A Parametric Study to Optimize the Thermal Performance of Mongolian Self-built Houses in Terms of Energy Efficiency: Towards a Cleaner Environment for Ulaanbaatar.
- García-Arellano, C., Ramírez-Ibáñez, M., & Luna, B. (2022). Comparative study of the indoor apparent temperature of dwellings with different roofing in the Lower

- Papaloapan River Basin region. *Indoor and Built Environment*, 31(2), 537–551.
<https://doi.org/10.1177/1420326X211011700>
- Gobierno del Estado de Baja California. (2003). Programa de Desarrollo Urbano de los Centros de Población San Quintín-Vicente Guerrero.
- Google Earth Pro. (2023). Google Earth Pro. [Software de computadora] Google.
<https://earth.google.com>
- Guzman-Ramírez, A., & Garfías Molgado, A. (2014). Enfoques de análisis sobre el estudio de la vivienda popular en México. *Revista Legado de Arquitectura y Diseño*, 15, 93–108. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=477947303007>
- Guzman-Ramírez, A., & Ochoa-Ramírez, J. (2018). Definición tipológica de la vivienda popular auto-producida. Caso de estudio: Colonia “Los Castillos” en la ciudad de León, Guanajuato. *Revista Legado de Arquitectura y Diseño*, 103–122.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=477957975012>
- Halawa, E., & Van Hoof, J. (2012). The adaptive approach to thermal comfort: A critical overview. *Energy and Buildings*, 51, 101–110.
<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.04.011>
- Hastings, I. (2011). Análisis cualitativo de la vivienda popular en la ciudad de México. . In J. Andrade & E. Carballo (Eds.), *La vivienda popular en México. Retos para el siglo XXI* (1a ed., pp. 121–145). Universidad Autónoma Metropolitana.
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). Metodología De La Investigación : Las Rutas Cuantitativa ,
https://www.academia.edu/43711980/METODOLOGÍA_DE_LA_INVESTIGACIÓN_LAS_RUTAS_CUANTITATIVA_CUALITATIVA_Y_MIXTA
- INEGI. (2021). Comunicado de Prensa. Encuesta Nacional de vivienda (ENVI), 2020 . Principales resultados. Comunicado de Prensa 493/21, 1, 1–30.
<https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2021/envi/ENVI2020.pdf>
- Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores. (2021). Reporte anual de vivienda2021.

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2024). Unidad de Medida y Actualización (UMA). <https://www.inegi.org.mx/temas/uma/>
- Instituto Nacional de Infraestructura Física Educativa. (2014). Normas y Especificaciones. Habitabilidad y Funcionamiento. Normatividad e Investigación, 3(Tomo IV), 1–28. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/105400/Tomo4_Ac_stica.pdf
- ISO. (2005). International Standard - ISO 7730. Iso. www.iso.org
- ISO 16000. (2017). Indoor air — Part 26: Sampling strategy for carbon dioxide (CO₂).
- Jara-Baeza, F., Rajagopalan, P., & Andamon, M. M. (2023). A holistic assessment of indoor environmental quality perception in Australian high-rise social housing. *Energy & Buildings*, 284, 112859. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2023.112859>
- JMP Statistical Discovery LLC. (2024). Coeficiente de correlación. https://www.jmp.com/es_cl/statistics-knowledge-portal/what-is-correlation-coefficient.html#:~:text=El%2520coeficiente%2520de%2520correlaci%25C3%25B3n%2520r,d%25C3%25A9bil%2520es%2520la%2520relaci%25C3%25B3n%2520lineal
- Kamaruzzaman, S. N., & Azmal, A. M. (2018). Evaluation of occupants' well-being and perception towards indoor environmental quality in Malaysia affordable housing. *Journal of Facilities Management*, 17(1, 2019), 90–106. <https://doi.org/10.1108/JFM-11-2017-0070>
- Kamaruzzaman, S. N., Myeda, N. E., & Ishak, N. H. (2019). Environmental Study of Developing Index on the Health and Well-being of Occupants in Affordable Housing in Malaysia. 28(107), 325–335.
- Kamaruzzaman, S. N., Razali, A., Marinie, E., Zawawi, A., Basir, S. A., & Riley, M. (2018). RESIDENTS' SATISFACTION WITH THE INDOOR ENVIRONMENTAL QUALITY OF RE-ENGINEERED AFFORDABLE HOUSING SCHEMES IN MALAYSIA. 501–512.

- Kim, J., Schiavon, S., & Brager, G. (2018). Personal comfort models – A new paradigm in thermal comfort for occupant-centric environmental control. *Building and Environment*, 132(November 2017), 114–124. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.01.023>
- Kowaltowski, D. C. C. K. (1998). *Aesthetics and Self-Built Houses: an Analysis of a Brazilian Setting* (Vol. 22, Issue 3).
- Larsen, T., Rohde, L., Trangbæk, K., Rasmussen, B., Lund, R., Knudsen, H. N., Witterseh, T., & Bek, G. (2020). IEQ-Compass – A tool for holistic evaluation of potential indoor environmental quality. 172. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.106707>
- Laskari, M., Karatasou, S., & Santamouris, M. (2017). A methodology for the determination of indoor environmental quality in residential buildings through the monitoring of fundamental environmental parameters: A proposed Dwelling Environmental Quality Index. *Indoor and Built Environment*, 26(6), 813–827. <https://doi.org/10.1177/1420326X16660175>
- Lauren Scott. (2024). Home Lighting Guide: IES Residential Recommended Lighting Levels. Superbrightleds. <https://www.superbrightleds.com/blog/residential-recommended-lighting-levels.html>
- Leccese, F., Rocca, M., Salvadori, G., Belloni, E., & Buratti, C. (2021). Towards a holistic approach to indoor environmental quality assessment: Weighting schemes to combine effects of multiple environmental factors. *Energy and Buildings*, 245, 111056. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.111056>
- Ledrise. (2023). Home lighting guide and recommended light levels. LedRise LED Lighting Blog. <https://www.ledrise.eu/blog/home-lighting-guide-lr/?srsltid=AfmBOorRFcmp6mraUjGus8jhzgy9pBUyvsk0ActBbU72MN6wcwZfbh3D>
- Ley de Vivienda, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 27 de junio de 2006. Última reforma publicada el 14 de 05 de 2019. México. <https://www.gob.mx/conavi/documentos/ley-de-vivienda>

- Li, Y., Zhou, T., Wang, Z., Li, W., Zhou, L., Cao, Y., & Shen, Q. (2022). Environment improvement and energy saving in Chinese rural housing based on the field study of thermal adaptability. *Energy for Sustainable Development*, 71, 315–329. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2022.10.006>
- Liang, H. H., Chen, C. P., Hwang, R. L., Shih, W. M., Lo, S. C., & Liao, H. Y. (2014). Satisfaction of occupants toward indoor environment quality of certified green office buildings in Taiwan. *Building and Environment*, 72, 232–242. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2013.11.007>
- Liu, Z., Zhou, Q., Yin, H., Xu, W., Yang, X., & Gao, J. (2021). Indoor environmental quality and energy consumption real-time assessment : A field measurement of a nearly zero-energy building in cold region of China. *Energy & Buildings*, 246, 111093. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.111093>
- López-Estrada, R. E., & Leal-Iga, J. (2013). Percepción de la vivienda autoconstruida de familias en pobreza: el caso de la colonia Fernando Amilpa, Área Metropolitana de Monterrey. *Realidades*, 3(2), 33–51. <https://realidades.uanl.mx/index.php/realidades/article/view/67/78>
- Madrigal, Á., & Morales, R. (2018). El rezago habitacional y la carencia por calidad y espacios de la vivienda: un análisis comparativo. https://siesco.conavi.gob.mx/doc/analisis/2018/REVG_El%20rezago%20habitacional%20y%20la%20carencia%20por%20calidad%20y%20espacios.pdf
- Mansouri, A., Wei, W., Alessandrini, J. M., Mandin, C., & Blondeau, P. (2022). Impact of Climate Change on Indoor Air Quality: A Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(23). <https://doi.org/10.3390/ijerph192315616>
- Mehlomakulu, T., & Marais, L. (1999). Dweller perceptions of public and self-built houses: some evidence from Mangaung (Bloemfontein). *Dweller Perceptions of Public and Self-Built Houses: Some Evidence from Mangaung (Bloemfontein)*, 27(2).

- Mejía-Escalante, M. (2016). La vivienda digna y la vivienda adecuada. Cuadernos de Vivienda y Urbanismo, 9(18), 292–307. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cvu9-18.vdva>
- Mercado-Moraga, A. (2011). La habitabilidad de la vivienda pública bajo el régimen del libre mercado. In J. Andrade & E. Carballo (Eds.), *La vivienda popular en México. Retos para el siglo XXI* (1st ed., pp. 65–120). Universidad Autónoma Metropolitana.
- http://dcsh.xoc.uam.mx/pensarelfuturodemexico/Libros/vivienda_popular.pdf
- Mewomo, M. C., Toyin, J. O., Iyiola, C. O., & Aluko, O. R. (2023). Synthesis of critical factors influencing indoor environmental quality and their impacts on building occupants health and productivity. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 21(2), 619–634. <https://doi.org/10.1108/JEDT-10-2021-0595>
- Moreno, P. (2020). State of Play for Circular Built Environment in Latin America and the Caribbean (Issue October).
- Mujan, I., Anđelković, A. S., Muncán, V., Kljajić, M., & Ružić, D. (2019). Influence of indoor environmental quality on human health and productivity - A review. *Journal of Cleaner Production*, 217, 646–657. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.307>
- Municipio de Ensenada. (2007). Reglamento de la ley de edificaciones para el municipio de Ensenada, Baja California (Issue 51).
- Murillo, J., & Chyntia, M. (2010). Investigación etnográfica.
- Muringathuparambil, R. J., Musango, J. K., Brent, A. C., & Currie, P. (2017). Developing building typologies to examine energy efficiency in representative low cost buildings in Cape Town townships. *Sustainable Cities and Society*, 33(May), 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.05.011>
- Naji, S., Aye, L., & Noguchi, M. (2021). Multi-objective optimisations of envelope components for a prefabricated house in six climate zones. *Applied Energy*, 282(PA), 116012. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.116012>

- National Timber Development Council. (1999). Understanding and Improving Sound Transmission Loss (Issue 3).
- Navas-Martín, M. Á., Oteiza, I., & Cuervo-vilches, T. (2022). Dwelling in times of COVID-19: An analysis on habitability and environmental factors of Spanish housing. *Journal of Building Engineering*, 60(April), 105012. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2022.105012>
- Navas-Martín, M., & Cuervo-Vilches, T. (2023). Natural ventilation as a healthy habit during the first wave of the COVID-19 pandemic : An analysis of the frequency of window opening in Spanish homes. 65(November 2022). <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2022.105649>
- Noguchi, M., Mei, C., Woo, M., Chau, H., Zhou, J., Newton, C., Noguchi, M., Mei, C., Woo, M., Chau, H., & Zhou, J. (2019). Physical and perceptual gap in indoor environmental quality : a mixed method study of space and users at an aged care facility in Victoria of space and users at an aged care facility in Victoria. 8628(May). <https://doi.org/10.1080/00038628.2019.1614903>
- Oginawati, K., Nathanael, R. J., Pasaribu, U. S., Mukhaiyar, U., Humam, A., Fadlilah, N., Ilmi, F., & Susetyo, S. H. (2020). Analysis of the Effect and Role of Indoor Environmental Quality in the COVID-19 Transmission. 22(5), 1–12.
- OMS. (2022). Directrices de la OMS sobre vivienda y salud. Directrices de La OMS Sobre Vivienda y Salud. <https://doi.org/10.37774/9789275325674>
- ONU. (1976). INFORME DE HABITAT: CONFERENCIA DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS. <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N76/967/14/PDF/N7696714.pdf?OpenElement>
- ONU. (1996). Habitat II. Conferencia Sobre Asentamientos Humanos (Vol. 02503, Issue Hábitat II). <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/G96/025/03/PDF/G9602503.pdf?OpenElement>
- ONU-Habitat. (2018). Vivienda y ODS en México. In Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos, ONU-Habitat, Impreso en México.

<https://onuhabitat.org.mx/index.php/la-vivienda-en-el-centro-de-los-ods-en-mexico>

- Organista-Camacho, M. (2019). Habitabilidad de los conjuntos habitacionales de interés social en su relación con la ciudad. Caso de estudio: Ensenada, Baja California. [Tesis de doctorado, Universidad Autónoma de Yucatán].
- Organización de las Naciones Unidas. (2017). Nueva Agenda Urbana. <https://habitat3.org/wp-content/uploads/NUA-Spanish.pdf>
- Ortiz Flores, Enrique. (2012). Producción social de la vivienda y el hábitat bases conceptuales y correlación con los procesos habitacionales. Habitat International Coalition.
- Ortiz, M. A., Kurvers, S. R., & Bluysen, P. M. (2017). A review of comfort, health, and energy use: Understanding daily energy use and wellbeing for the development of a new approach to study comfort. *Energy and Buildings*, 152, 323–335. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.07.060>
- Owens Corning. (2004). Noise control design guide.
- Öztürk, T., Öztürk, Z., & Metehan, Ç. (2012). A case study on acoustic performance and construction costs of noise barriers. *Scientific Research and Essays*, 7(50), 4213–4229. <https://doi.org/10.5897/SRE10.1134>
- Pedersen, E., Gao, C., & Wierzbicka, A. (2021). Tenant perceptions of post-renovation indoor environmental quality in rental housing: Improved for some, but not for those reporting health-related symptoms. *Building and Environment*, 189(December 2020), 107520. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.107520>
- Peel, M. C., Finlayson, B. L., & McMahon, T. A. (2007). Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences*, 13(3), 243–249. <https://doi.org/10.1002/ppp.421>
- Pereira, P. F., Ramos, N. M. M., & Ferreira, A. (2020). Room-scale analysis of spatial and human factors affecting indoor environmental quality in Porto residential flats. 186(July). <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.107376>

- Quesada, F., & Bustillos, D. (2018). Indoor Environmental Quality of Urban Residential in Cuenca—Ecuador: Comfort Standard. <https://doi.org/10.3390/buildings8070090>
- Quesada-Molina, F., & Astudillo-Cordero, S. (2023). Indoor Environmental Quality Assessment Model (IEQ) for Houses. *Sustainability*, 15(2), 1276. <https://doi.org/10.3390/su15021276>
- Recek, P., Kump, T., & Dovjak, M. (2019). Indoor environmental quality in relation to socioeconomic indicators in Slovenian households. *Journal of Housing and the Built Environment*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s10901-019-09659-x>
- Ribbecca, S. (2024). Chart Snapshot: Circular Dendrograms. The Data Visualisation Catalogue Blog. <https://datavizcatalogue.com/blog/chart-snapshot-circular-dendrogram/>
- Ribeiro, C., Ramos, N. M. M., & Flores-Colen, I. (2020). A review of balcony impacts on the indoor environmental quality of dwellings. *Sustainability (Switzerland)*, 12(16). <https://doi.org/10.3390/su12166453>
- Riffelli, S. (2021). Global comfort indices in indoor environments: A survey. *Sustainability (Switzerland)*, 13(22). <https://doi.org/10.3390/su132212784>
- Rincón, J. C., & Fuentes, V. A. (2014). An alternative to facilitate and streamline preliminary studies. *Energy Procedia*, 57(55), 1374–1382. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.10.128>
- Riva, A., Rebecchi, A., Capolongo, S., & Gola, M. (2022). Can Homes Affect Well-Being? A Scoping Review among Housing Conditions, Indoor Environmental Quality, and Mental Health Outcomes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(23). <https://doi.org/10.3390/ijerph192315975>
- Robert B., N. (2011). Noise Control for Building. 1–37.
- Rohde, L., Larsen, T. S., Jensen, R. L., Kalyanova, O., Jønsson, K. T., & Loukou, E. (2019). Determining indoor environmental criteria weights through expert panels and surveys. *Building Research & Information*, 0(0), 1–14. <https://doi.org/10.1080/09613218.2019.1655630>

- Roumi, S., Zhang, F., & Stewart, R. A. (2022). Global Research Trends on Building Indoor Environmental Quality Modelling and Indexing Systems—A Scientometric Review. *Energies*, 15(12), 1–26. <https://doi.org/10.3390/en15124494>
- Roumi, S., Zhang, F., Stewart, R. A., & Santamouris, M. (2022). Commercial building indoor environmental quality models: A critical review. *Energy and Buildings*, 263, 112033. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2022.112033>
- Salazar, T., & Flores-Gutiérrez, A. (2018). Vivienda popular mexicana desde los ojos de la habitabilidad. *SketchIN: Revista de Arquitectura y Diseño*, 2(4), 23–34. <https://revistas.uaq.mx/index.php/sketchin/article/view/442>
- Sánchez-Gómez, M. C. (2015). La dicotomía cualitativo-cuantitativo: posibilidades de integración y diseños mixtos The qualitative-quantitative dichotomy: integration possibilities and mixed designs. *Campo Abierto, Monográfico*, 11–30. <https://mascvuex.unex.es/revistas/index.php/campoabierto/article/view/1679>
- Sari, L. H., & Kayan, B. A. (2022). An assessment of indoor environmental quality in COVID-19 affected houses: a case study in Banda Aceh , Indonesia. <https://doi.org/10.1108/IJBPA-02-2022-0033>
- Sarkar, A., & Bardhan, R. (2020). Improved indoor environment through optimised ventilator and furniture positioning: A case of slum rehabilitation housing, Mumbai, India. *Frontiers of Architectural Research*, 9(2), 350–369. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2019.12.001>
- Secretaria de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (2025). Vivienda. Programas Nacionales Estratégicos. <https://secihti.mx/pronaces/pronaces-vivienda/>
- Secretaria de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano. (2021). Autoproducción de vivienda adecuada en México.
- Serrano-jim, A., Lizana, J., & Molina-huelva, M. (2020). Indoor environmental quality in social housing with elderly occupants in Spain : Measurement results and retrofit opportunities. 30(December 2019). <https://doi.org/10.1016/j.job.2020.101264>

- Shao, T., & Jin, H. (2020). A field investigation on the winter thermal comfort of residents in rural houses at different latitudes of northeast severe cold regions, China. *Journal of Building Engineering*, 32. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2020.101476>
- Shao, T., Zheng, W., & Jin, H. (2020). Analysis of the indoor thermal environment and passive energy-saving optimization design of rural dwellings in Zhalantun, inner mongolia, China. *Sustainability* (Switzerland), 12(3). <https://doi.org/10.3390/su12031103>
- Subri, M. S. M., Arifin, K., Sohaimin, M. F. A. M., & Abas, A. (2024). The parameter of the Sick Building Syndrome: A systematic literature review. *Heliyon*, 10(12), e32431. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e32431>
- Šujanová, P., Rychtáriková, M., Mayor, T. S., & Hyder, A. (2019). A healthy, energy-efficient and comfortable indoor environment, a review. *Energies*, 12(8), 1–37. <https://doi.org/10.3390/en12081414>
- SunEarthTools. (2024). Posicion del sol. https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php?lang=es
- Tamayo, M. T. y. (2003). Incluye evaluación y administración de proyectos de investigación. <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Tang, H., Ding, Y., & Singer, B. (2020). Interactions and comprehensive effect of indoor environmental quality factors on occupant satisfaction. *Building and Environment*, 167(July 2019), 106462. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.106462>
- Tang, H., Liu, X., Geng, Y., Lin, B., & Ding, Y. (2022). Assessing the perception of overall indoor environmental quality: Model validation and interpretation. *Energy and Buildings*, 259, 111870. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2022.111870>
- Torresin, S., Albatici, R., Aletta, F., Babich, F., & Kang, J. (2019). Assessment methods and factors determining positive indoor soundscapes in residential buildings: A systematic review. *Sustainability* (Switzerland), 11(19). <https://doi.org/10.3390/su11195290>

- Vakalis, D., Touchie, M., Tzekova, E., Maclean, H. L., & Siegel, J. A. (2019). Indoor environmental quality perceptions of social housing residents. *Building and Environment*, 150(November 2018), 135–143. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.12.062>
- Vilčeková, S., Harčárová, K., Moňoková, A., & Burdová, E. K. (2020). Life cycle assessment and indoor environmental quality of wooden family houses. *Sustainability (Switzerland)*, 12(24), 1–17. <https://doi.org/10.3390/su122410557>
- Wang, C., Si, Y., Abdul-Rahman, H., & Wood, L. C. (2015). Noise annoyance and loudness: Acoustic performance of residential buildings in tropics. *Building Services Engineering Research and Technology*, 36(6), 680–700. <https://doi.org/10.1177/0143624415580444>
- Wharton, R. (2024). Worried About Your Gas Stove? Here's What to Do. *The New York Times Wirecutter*. <https://www.nytimes.com/wirecutter/blog/worried-about-your-gas-stove/>
- WMO. (2018). Guide to Instruments and Methods of Observation (WMO-No. 8). In *Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation: Vols. I & II (Issue 8)*.
- World Health Organization. (1998). WHO guidelines for air quality. *Indian Pediatrics*, 35(8), 812–815.
- Yao, H., Cheng, X., Wei, S., Lv, Y., Li, A., & Shen, X. (2022). Sampling method for long-term monitoring of indoor environmental quality in residential buildings. *Building and Environment*, 215(December 2021), 108965. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2022.108965>
- Yilmaz, Y., & Yilmaz, B. Ç. (2021). A weighted multi-objective optimisation approach to improve based facade aperture sizes in terms of energy, thermal comfort and daylight usage. *Journal of Building Physics*, 44(5), 435–460. <https://doi.org/10.1177/1744259120930047>

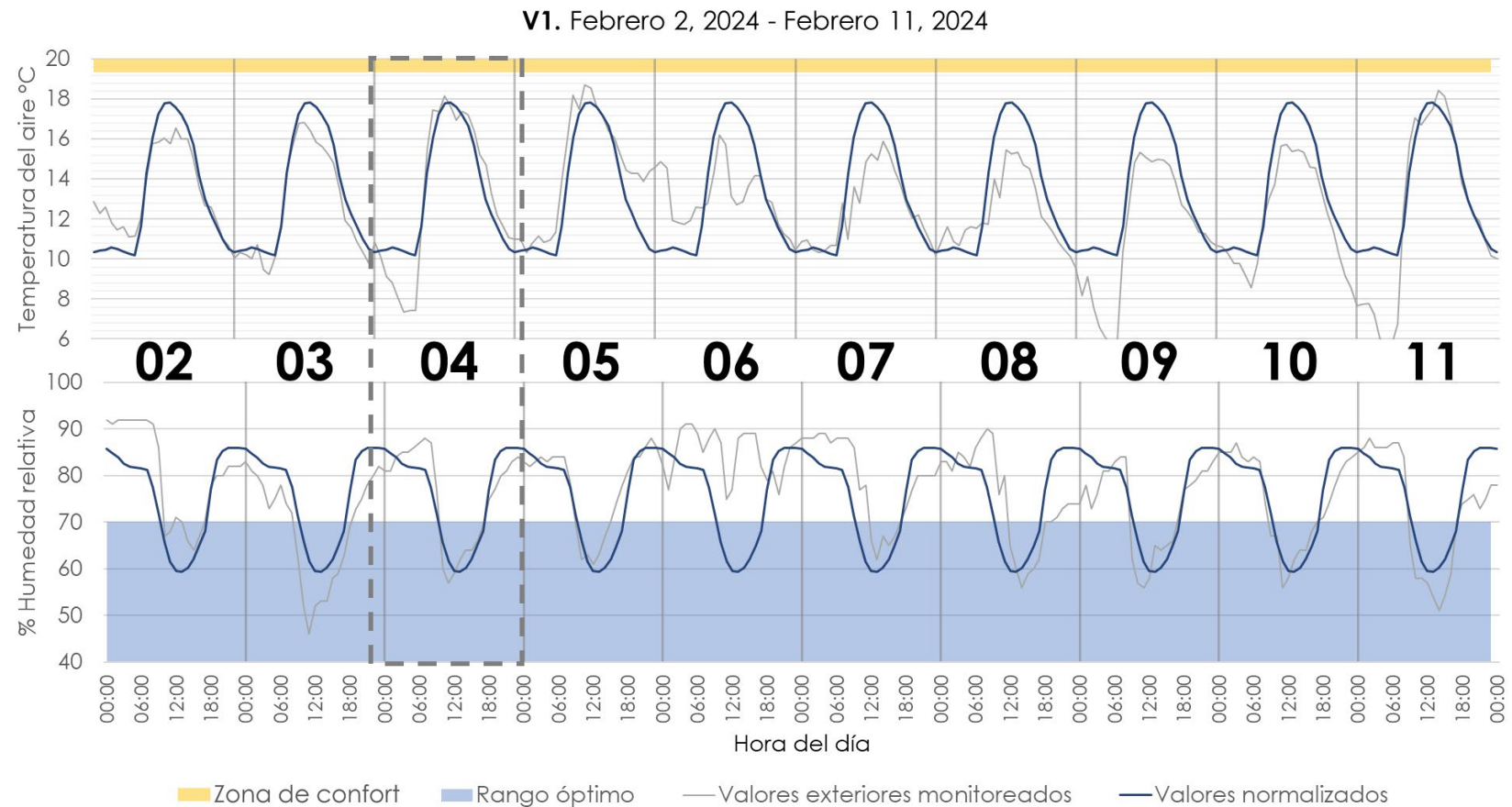
Zhang, D., Mui, K. W., & Wong, L. T. (2023). Ten Questions Concerning Indoor Environmental Quality (IEQ) Models: The Development and Applications. *Applied Sciences (Switzerland)*, 13(5). <https://doi.org/10.3390/app13053343>

Zhao, Q., Lian, Z., & Lai, D. (2021). Thermal comfort models and their developments: A review. *Energy and Built Environment*, 2(1), 21–33. <https://doi.org/10.1016/j.enbenv.2020.05.007>

ANEXOS Y/O APENDICES

Figura A1

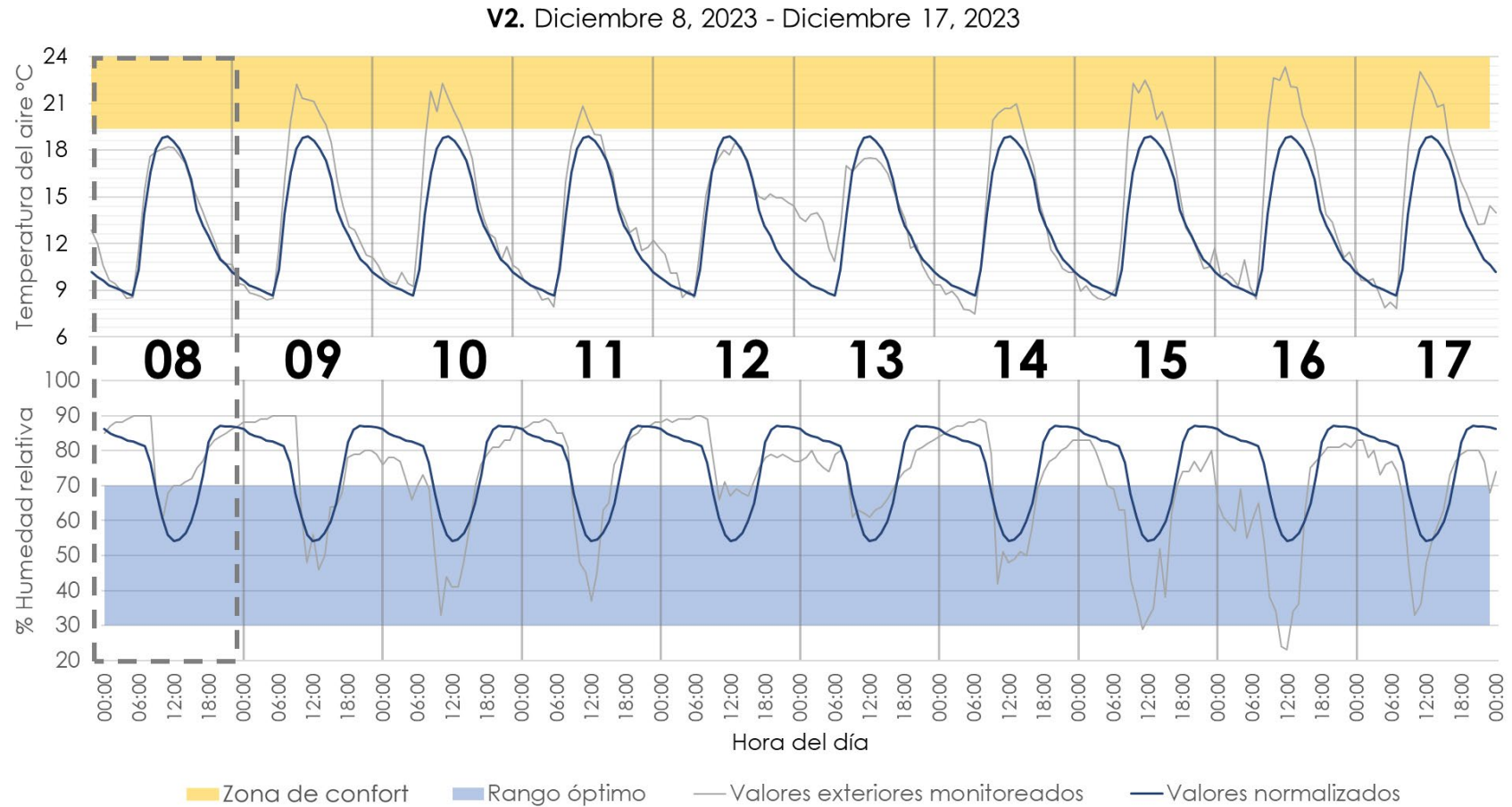
V1. Búsqueda del día representativo del primer monitoreo



Nota. Los valores normalizados son los promedios horarios del mes de febrero del período de 2001 a 2022.

Figura A2

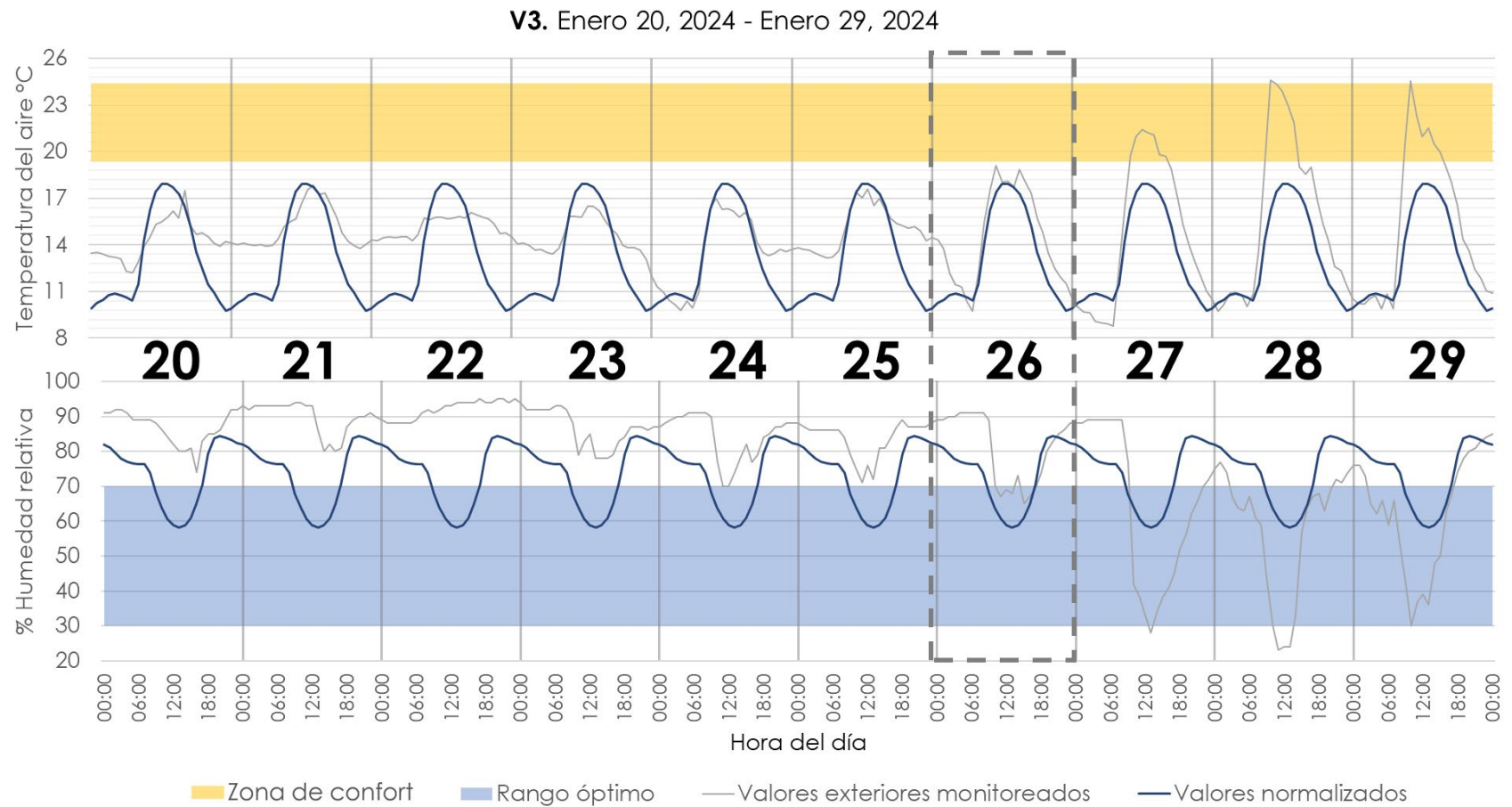
V2. Búsqueda del día representativo del primer monitoreo



Nota. Los valores normalizados son los promedios horarios del mes de diciembre del período de 2000 a 2021.

Figura A3

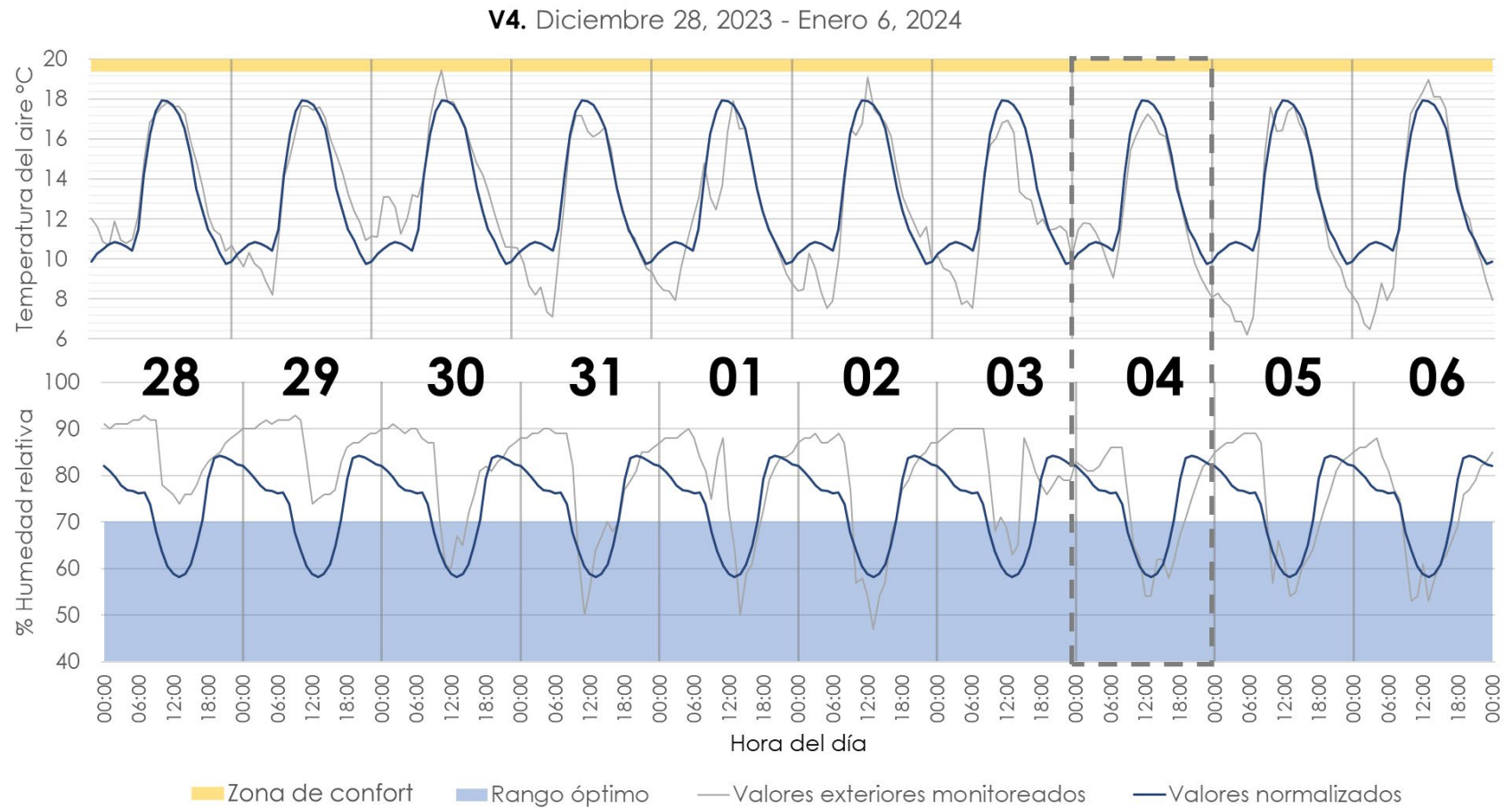
V3. Búsqueda del día representativo del primer monitoreo



Nota. Los valores normalizados son los promedios horarios del mes de enero del período de 2001 a 2022.

Figura A4

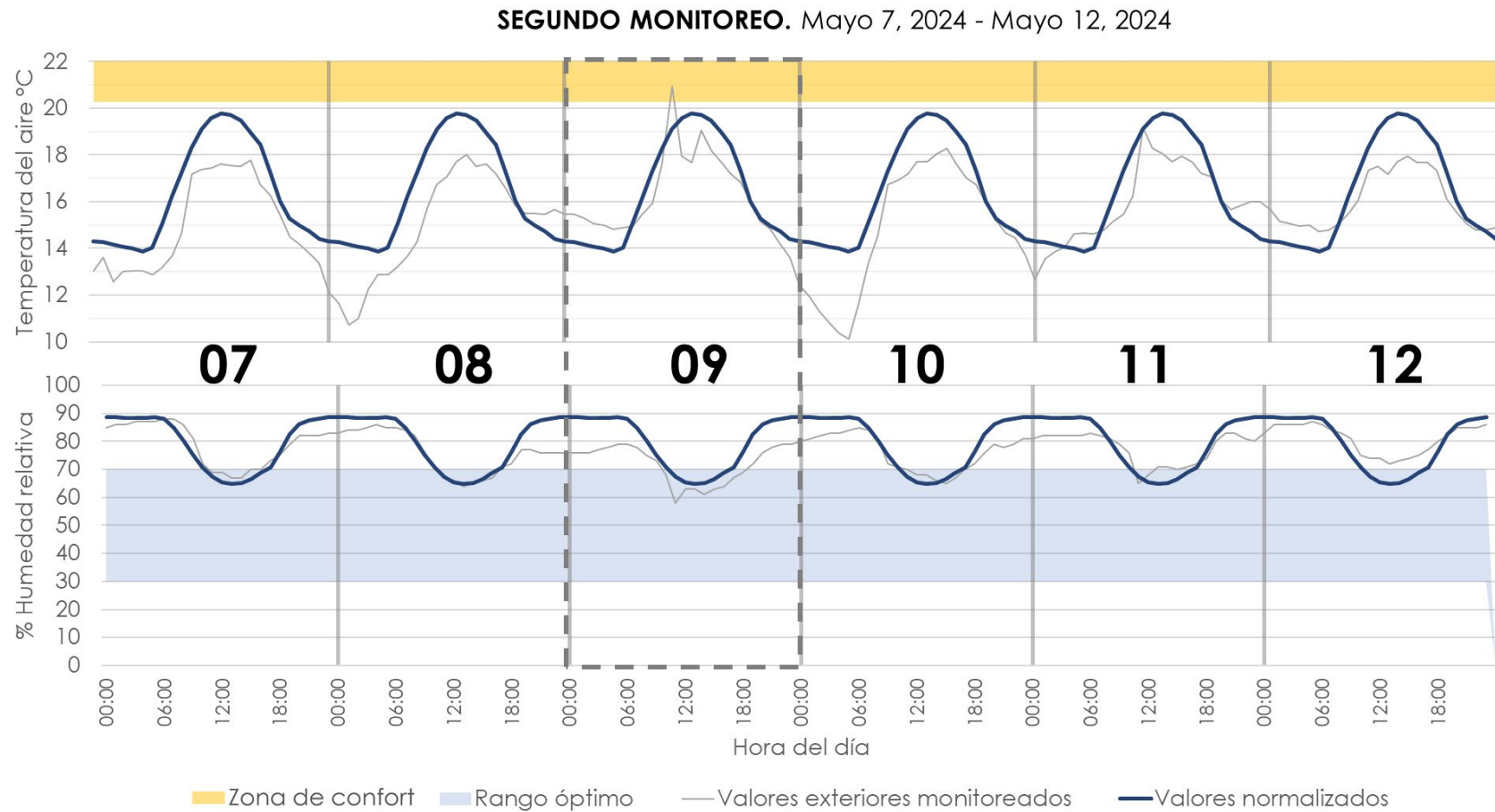
V4. Búsqueda del día representativo del primer monitoreo



Nota. Los valores normalizados son los promedios horarios del mes de enero del período de 2001 a 2022.

Figura A5

V5. Búsqueda del día representativo del segundo monitoreo



Nota. Los valores normalizados son los promedios horarios del mes de mayo del período 2000 a 2022.

Figura B1

Vivienda T1-01



Clave: T1-01

Fecha: 6-01-2024

Inicio: 11:27

Final: 12:58

Genero: Femenino

Edad: 50 años

Propiedad: Propia

Ocupantes: 5 (0) (0)

Anotaciones:

V1: Vivienda seleccionada para llevar a cabo el monitoreo de T1

Nota. Fotografía tomada por el autor el 06 de enero del 2024 a las 14:01 h.

Figura B2

Vivienda T1-02



Clave: T1-02

Fecha: 05-01-2024

Inicio: 12:50

Final: 13:20

Genero: Masculino

Edad: 17 años

Propiedad: Rentada

Ocupantes: 5 (2) (0)

Anotaciones:

Nota. Fotografía tomada por el autor el 05 de enero del 2024 a las 13:21 h.

Figura B3

Vivienda T1-03



Clave: T1-03

Fecha: 05-01-2024

Inicio: 14:00

Final: 14:35

Genero: Femenino

Edad: 55 años

Propiedad: Propia

Ocupantes: 3 (0) (0)

Anotaciones:

La vivienda colinda directamente al sur con una iglesia

Nota. Fotografía tomada por el autor el 05 de enero del 2024 a las 14:36 h.

Figura B4

Vivienda T1-04



Clave: T1-04

Fecha: 13-01-2024

Inicio: 12:15

Final: 12:35

Genero: Masculino

Edad: 33 años

Propiedad: Rentada

Ocupantes: 3 (1) (0)

Anotaciones:

Nota. Fotografía tomada por el autor durante agosto de 2023.

Figura B5

Vivienda T1-05



Clave: T1-05

Fecha: 14-01-2024

Inicio: 12:20

Final: 12:40

Genero: Masculino

Edad: 24 años

Propiedad: Rentada

Ocupantes: 2 (0) (0)

Anotaciones:

La entrevista se realizó en la calle a las afueras de la vivienda

Nota. Fotografía tomada por el autor el 14 de enero del 2024 a las 12:43 h.

Figura B6

Vivienda T2-01



Clave: T2-01

Fecha: 18-12-2023

Inicio: 15:46

Final: -

Genero: Masculino

Edad: 22 años

Propiedad: Propia

Ocupantes: 4 (0) (0)

Anotaciones:

V2: Vivienda seleccionada para llevar a cabo el monitoreo de T2.

Nota. Fotografía tomada por el autor el 18 de diciembre del 2023 a las 16:18 h.

Figura B7

Vivienda T2-02



Clave: T2-02

Fecha: 08-01-2024

Inicio: 10:58

Final: 11:15

Genero: Femenino

Edad: 22 años

Propiedad: Rentada

Ocupantes: 3 (1) (0)

Anotaciones:

Nota. Fotografía tomada por el autor el 08 de enero del 2024 a las 11:22 h.

Figura B8

Vivienda T2-03



Clave: T2-1

Fecha: 15-01-2024

Inicio: 12:24

Final: 13:15

Genero: Masculino

Edad: 34 años

Propiedad: Rentada

Ocupantes: 2 (0) (0)

Anotaciones:

Nota. Fotografía tomada por el autor el 08 de enero del 2024 a las 13:14 h.

Figura B9

Vivienda T2-04



Clave: T2-04

Fecha: 10-01-2024

Inicio: 10:22

Final: 10:44

Genero: Femenino

Edad: 34 años

Propiedad: Comprada

Ocupantes: 6 (3) (0)

Anotaciones:

Nota. Fotografía tomada por el autor durante agosto de 2023.

Figura B10

Vivienda T2-05



Clave: T2-05

Fecha: 10-01-2024

Inicio: 10:58

Final: 11:20

Genero: Masculino

Edad: 28 años

Propiedad: Rentada

Ocupantes: 2 (0) (0)

Anotaciones:

Nota. Fotografía tomada por el autor el 10 de enero del 2024 a las 11:22 h.

Figura B11

Vivienda T2-06



Clave: T2-06

Fecha: 11-01-2024

Inicio: 9:50

Final: 10:15

Genero: Femenino

Edad: 62 años

Propiedad: Propia

Ocupantes: 2 (0) (2)

Anotaciones:

La entrevista se realizó en la calle
a las afueras de la vivienda

Nota. Fotografía tomada por el autor durante agosto de 2023.

Figura B12

Vivienda T2-07



Clave: T2-07

Fecha: 13-01-2024

Inicio: 12:00

Final: 12:24

Genero: Masculino

Edad: 33 años

Propiedad: Rentada

Ocupantes: 6 (2) (0)

Anotaciones:

La entrevista se realizó en la calle
a las afueras de la vivienda

Nota. Fotografía tomada por el autor el 13 de enero del 2024 a las 12:30 h.

Figura B13

Vivienda T2-08



Clave: T2-08

Fecha: 13-01-2024

Inicio: 13:17

Final: 13:50

Genero: Femenino

Edad: 38 años

Propiedad: Propia

Ocupantes: 9 (2) (0)

Anotaciones:

La entrevista se realizó en la calle
a las afueras de la vivienda

Nota. Fotografía tomada por el autor durante agosto de 2023.

Figura B14

Vivienda T2-09



Clave: T2-09

Fecha: 16-01-2024

Inicio: 10:40

Final: 11:26

Genero: Masculino

Edad: 34 años

Propiedad: Propia

Ocupantes: 7 (3) (0)

Anotaciones:

Nota. Fotografía tomada por el autor el 16 de enero del 2024 a las 11:34 h.

Figura B15

Vivienda T2-10



Clave: T2-10

Fecha: 17-11-2023

Inicio: 15:57

Final: 16:06

Genero: Masculino

Edad: -

Propiedad: Rentada

Ocupantes: 3 (1) (0)

Anotaciones:

En esta vivienda únicamente se aplicó el cuestionario de proceso constructivo y características constructivas

Nota. Fotografía tomada por el autor el 12 de noviembre del 2023 a las 14:49 h.

Figura B16

Vivienda T3-01



Clave: T3-01

Fecha: 26-11-2023

Inicio: 12:20

Final: -

Genero: Femenino

Edad: 43 años

Propiedad: Propia

Ocupantes: 6 (2) (0)

Anotaciones:

V3: Vivienda seleccionada para llevar a cabo el monitoreo de T3

No se aplicó el cuestionario de HA

Nota. Fotografía tomada por el autor durante agosto de 2023.

Figura B17

Vivienda T3-02



Clave: T3-02

Fecha: 06-01-2024

Inicio: 10:20

Final: 10:49

Genero: Femenino

Edad: 54 años

Propiedad: Propia

Ocupantes: 3 (1) (1)

Anotaciones:

Nota. Fotografía tomada por el autor el 06 de enero del 2024 a las 10:54 h.

Figura B18

Vivienda T3-03



Clave: T3-03

Fecha: 06-01-2024

Inicio: 12:09

Final: 12:33

Genero: Femenino

Edad: 34 años

Propiedad: Propia

Ocupantes: 4 (1) (0)

Anotaciones:

La entrevista se realizó en la calle
a las afueras de la vivienda

Nota. Fotografía tomada por el autor durante agosto de 2023.

Figura B19

Vivienda T3-04



Clave: T3-04

Fecha: 08-01-2024

Inicio: 11:30

Final: 11:55

Genero: Femenino

Edad: 20 años

Propiedad: Propia

Ocupantes: 3 (1) (0)

Anotaciones:

La entrevista se realizó en la calle
a las afueras de la vivienda

Nota. Fotografía tomada por el autor durante agosto de 2023.

Figura B20

Vivienda T3-05



Clave: T3-05

Fecha: 09-01-2024

Inicio: 12:41

Final: 13:00

Genero: Femenino

Edad: 18 años

Propiedad: Prestada

Ocupantes: 3 (0) (0)

Anotaciones:

Nota. Fotografía tomada por el autor el 09 de enero del 2024 a las 13:05 h.

Figura B21

Vivienda T3-06



Clave: T3-06

Fecha: 13-01-2024

Inicio: 12:38

Final: 12:55

Genero: Femenino

Edad: 26 años

Propiedad: Propia

Ocupantes: 4 (3) (0)

Anotaciones:

La entrevista se realizó en la calle
a las afueras de la vivienda

Nota. Fotografía tomada por el autor durante agosto de 2023.

Figura B22

Vivienda T2-07



Clave: T3-07

Fecha: 14-01-2024

Inicio: 11:05

Final: 11:24

Genero: Femenino

Edad: 25 años

Propiedad: Prestada

Ocupantes: 4 (2) (0)

Anotaciones:

Nota. Fotografía tomada por el autor durante agosto de 2023.

Figura B23

Vivienda T3-08



Clave: T3-08

Fecha: 16-01-2024

Inicio: 11:44

Final: 12:13

Genero: Masculino

Edad: 62 años

Propiedad: Propia

Ocupantes: 4 (1) (1)

Anotaciones:

La entrevista se realizó en la calle
a las afueras de la vivienda

Nota. Fotografía tomada por el autor durante agosto de 2023.

Figura B24

Vivienda T4-01



Clave: T4-01

Fecha: 07-01-2024

Inicio: 12:42

Final: -

Genero: Femenino

Edad: 62 años

Propiedad: Prestada

Ocupantes: 1 (0) (1)

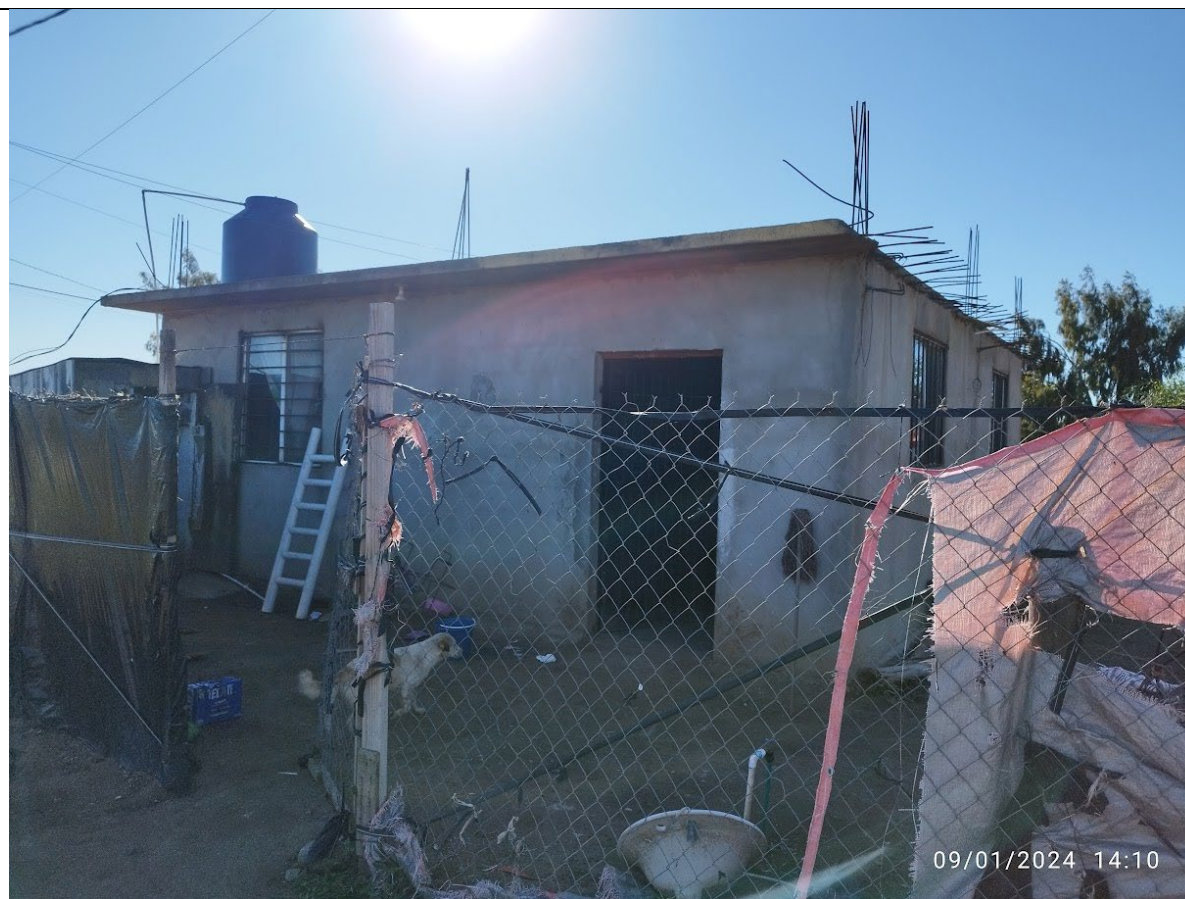
Anotaciones:

V4: Vivienda seleccionada para llevar a cabo el monitoreo de T4

Nota. Fotografía tomada por el autor durante agosto de 2023.

Figura B25

Vivienda T4-02



Clave: T4-02

Fecha: 09-01-2024

Inicio: 13:50

Final: 14:15

Genero: Femenino

Edad: 31 años

Propiedad: Comprada

Ocupantes: 3 (1) (0)

Anotaciones:

Nota. Fotografía tomada por el autor el 09 de enero del 2024 a las 14:10 h.

Figura B26

Vivienda T4-03



Clave: T4-03

Fecha: 14-01-2024

Inicio: 13:15

Final: 13:40

Genero: Masculino

Edad: 45 años

Propiedad: Propia

Ocupantes: 3 (0) (1)

Anotaciones:

Nota. Fotografía tomada por el autor durante agosto de 2023.

Figura B27

Vivienda T4-04



Clave: T4-04

Fecha: 17-01-2024

Inicio: 15:40

Final: 16:00

Genero: Masculino

Edad: 36 años

Propiedad: Propia

Ocupantes: 4 (2) (0)

Anotaciones:

La entrevista se realizó en la calle
a las afueras de la vivienda

Nota. Fotografía tomada por el autor durante agosto de 2023.



HABITABILIDAD AMBIENTAL EN LAS TIPOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS DE LA VIVIENDA
AUTOPRODUCIDA EN SAN QUINTÍN, BAJA CALIFORNIA ■ ARQ. ABNER JACOB
OCAMPO MENDOZA ■ UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA ■
FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y DISEÑO ■ PROGRAMA DE MAESTRÍA
Y DOCTORADO EN ARQUITECTURA, URBANISMO Y DISEÑO