



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE
Facultad de Arquitectura, Diseño y Estudios Urbanos
Magíster en Arquitectura Sustentable y Energía

Galería acristalada como dispositivo para la amortiguación térmico-espacial

Reacondicionamiento de viviendas mediante la incorporación de una galería
acristalada en la ciudad de Valdivia.

Por
MACARENA FARÍAS FUENTES

Tesis presentada a la Escuela de Arquitectura de la Pontificia
Universidad Católica de Chile, para optar al título de
Arquitecto y Magister en Arquitectura Sustentable y Energía

Profesores guías
Felipe Encinas Pino | Alejandra Schueftan Hochstetter

Enero, 2021
Santiago, Chile
© 2021, Macarena Farías Fuentes

© 2021, Macarena Farías

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento

*Dedicada a todos quienes me han brindado su apoyo y tiempo,
A mis padres, Marcos y Jovita quienes me brindaban ánimos a la distancia,
A Marcelo, que estuvo presente en los momentos más difíciles,
Y a mis amigas, Paula y Antonia con las que compartí toda mi carrera.*

Galería acristalada como dispositivo para la amortiguación térmico-espacial

Reacondicionamiento de viviendas mediante la incorporación de una galería acristalada en la ciudad de Valdivia.

Resumen:

A pesar de que en Chile la pobreza energética es un problema multidimensional de larga data y de grave implicancia en la calidad de vida de las personas, recientemente se adoptó una definición de acceso, calidad y equidad de la energía, donde una vivienda se encuentra en pobreza energética, cuando no se tiene acceso equitativo a servicios de calidad para cubrir sus necesidades básicas y fundamentales. Se toma la ciudad de Valdivia como caso de estudio, para ejemplificar un problema que posee toda la zona centro sur de Chile. En Valdivia, debido a la falta del correcto acondicionamiento térmico de la envolvente, existe un alto consumo energético, lo que se traduce en excesivos consumos de leña, que provocan contaminación ambiental. En la actualidad, para solucionar esta problemática, se utilizan Planes de Descontaminación Atmosférica instaurados por el Ministerio del Medio Ambiente. Sus líneas de acción se centran en, la regularización del mercado y uso de la leña, cambios de equipos de calefacción y el reacondicionamiento térmico de la envolvente. Esta última, propone soluciones en el ámbito más técnico del reacondicionamiento de la envolvente, sin embargo, no se analiza desde el punto de vista de la espacialidad de la vivienda. Es por esto que, en la presente tesis se analiza la posibilidad de potenciar las soluciones actuales, añadiendo como elemento de reacondicionamiento térmico, una galería acristalada. Se propone que, este espacio funcione como una zona térmica intermediaria, entre el ambiente y el espacio intradomiciliario, recuperando igualmente, características de las tipologías de influencia alemana en Valdivia. Este espacio debe ser parte integra de las ampliaciones posibles que se le realizan a la vivienda. Para lograr esto, se llevó a cabo un estudio de las características de la situación actual e histórica de las tipologías de viviendas, además de una revisión de las necesidades espaciales que se tienen y un análisis bibliográfico y experimental del alcance de las estructuras propuestas. En síntesis, se definieron que características espaciales, materiales y formales debe tener la galería para que forme parte del reacondicionamiento térmico y cumpla con ser un espacio útil para la vivienda. Estas características sirven tanto para el caso elaborado como para su posterior replicabilidad.

Palabras Claves: Galería acristalada, Confort espacial, Confort térmico, Espacio de transición.

Índice de Capítulos

Resumen	3
----------------	----------

Capítulo 1: Formulación de la investigación

1.1	Introducción	9
1.2	Formulación del problema de investigación	12
	-Definición del problema	12
	-Pregunta de investigación	14
	-Hipótesis	14
	-Objetivo general.....	14
	-Objetivos específicos	15
	-Metodología	15

Capítulo 2: Espacio de transición solar

2.1	Espacios de transición	18
2.2	Espacios de recolección solar.....	20
2.3	Comportamiento energético	21
2.4	Revisión de referentes	23

Capítulo 3: Caracterización de la ciudad de Valdivia

3.1	Caracterización de la ciudad de Valdivia	36
3.2	Análisis climático	39
3.3	Caracterización de las tipologías actuales de vivienda en Valdivia	43
3.4	Edificaciones con influencia alemana con estructuras vidriadas en Valdivia	52
3.5	Selección del caso de estudio	59

Capítulo 4: Galería acristalada como estrategia proyectual

4.1	Parámetros de la galería acristalada.....	64
4.2	Modelación experimental	66
4.3	Análisis de relaciones de la galería con la vivienda	74
4.4	Estrategias para el sobrecalentamiento.....	76

Capítulo 5: Síntesis Proyectual

5.1	Estrategias proyectuales.....	81
5.2	Aplicación de estrategias a viviendas en la ciudad de Valdivia	85
	-Reacondicionamiento espacial	85
	-Reacondicionamiento térmico.....	89
5.3	Replicabilidad dentro del conjunto.....	92
	-Aplicación de estrategia de vivienda en el conjunto.....	92
	-Aproximación de asoleamiento	93

Conclusiones	97
---------------------	-----------

Bibliografía	98
---------------------	-----------

CAPÍTULO 1

FORMULACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Formulación de la investigación

1.1 Introducción

Existen variadas definiciones sobre pobreza energética, sin embargo, en el último periodo se define internacionalmente como un problema que no solo tiene que ver con lo económico, si no que es un problema multidimensional de consumo energético, en el que no se satisfacen las necesidades básicas (Amigo et al., 2019). A nivel global, es un problema reconocido por distintas identidades y actores, el cual se establece dentro de los programas de las Naciones Unidas. El concepto de pobreza energética varía según el país en el que se encuentre (Scarpellini et al., 2015). En países desarrollados, como en Europa, se relaciona a variables económicas de equidad energética, en cambio, en países de bajos ingresos la pobreza energética se atribuye a el acceso y disponibilidad a energía (Bouzarovski, 2017). Por otro lado, en países medios es necesario abordar esta problemática desde ambas perspectivas, añadiendo además la variable de calidad de las energías.

Para un país en vías de desarrollo como Chile, se entenderá por pobreza energética, la situación en que no existe una asequibilidad equitativa a servicios energéticos de alta calidad para cubrir las necesidades básicas y fundamentales. Las necesidades fundamentales se relacionan con aspectos de la salud de las personas, como la disponibilidad de servicios eléctricos o la cocción y conservación de alimentos. Las necesidades básicas, están relacionadas con aspectos contextuales como la cultura o características del territorio, por lo tanto, se vuelve una problemática compleja, multidimensional, que involucra distintos aspectos culturales, sociales, ambientales, tecnológicos, entre otros (Amigo et al., 2019)

Debido a las diferencias climáticas, socioculturales y económicas a lo largo de Chile, la pobreza energética se manifiesta mediante diversos factores, que están fuertemente ligados al territorio en el que se encuentran. En la zona centro-sur y sur del país, presentan problemas de excesivos consumos de calefacción que provocan contaminación atmosférica (Amigo et al., 2019).

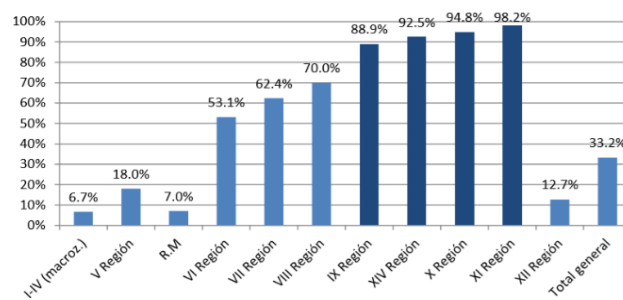


Figura 1. Penetración de leña respecto al total de viviendas.
Fuente: Corporación de Desarrollo Tecnológico

En los últimos años, esta zona es la que presenta mayores niveles de concentración de material particulado fino MP2.5, cuya principal fuente recae en la combustión de leña, utilizada como principal sistema de calefacción de las viviendas. (Schueftan y Gonzalez, 2016) (Figura 1). Su gran utilización se debe a la gran disponibilidad de este material y a su bajo costo en comparación con otros combustibles (Figura 2), además del arraigo cultural que este presenta (Schueftan y González, 2015).

La exposición a bajas temperaturas al interior del hogar y a la contaminación ambiental se vincula directamente con enfermedades respiratorias y cardiovasculares. “Las mayores repercusiones de la pobreza energética son los impactos en la salud como resultado de la quema de madera y residuos. Los estudios demuestran que la contaminación del aire interior aumenta el riesgo de contraer muchas enfermedades, especialmente entre mujeres y niños y los ancianos, que pasan más tiempo en el hogar” (González Eguino, 2015).

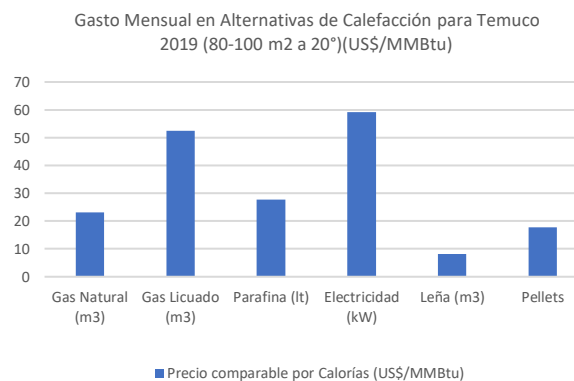


Figura 2. Gasto Mensual en Alternativas de Calefacción para Temuco 2019 (80-100 m2 a 20°)(US\$/MMBtu). Fuente: Elaboración propia en base a datos de Intergas.

Pese al alto consumo de leña del sector residencial, se observa que las viviendas de la zona centro sur presentan bajas temperaturas intradomiciliarias (Schueftan & Gonzalez, 2016). La Organización Mundial de la Salud recomienda que, la temperatura interior de la vivienda durante los periodos fríos, en climas templados o fríos sea de 18° C, permitiendo evitar los efectos nocivos y riesgos para la salud que produce el frío (Organización Mundial de la Salud, 2018). Sin embargo, en el estudio realizado por Bustamante en el 2009, donde se hicieron mediciones al interior de la vivienda se encontró que, en los periodos fríos, la temperatura media del aire fue de 14,3°C en Concepción y 16,5°C en Puerto Montt (Bustamante et al., 2009).

Dentro de las principales causas que provocan este alto consumo de leña se encuentran, la calidad de la envolvente de la vivienda, la calidad de la leña y su posterior almacenamiento. La calidad de la envolvente es crucial para evitar problemas de infiltraciones de aire y perdidas de calor por transmitancia, que suman humedad al interior y provocan el ingreso de aire contaminado a la vivienda. Asimismo, la baja calidad de la envolvente provoca que existan riesgos de condensación al interior de la vivienda, generando el su deterioro y provocando un mayor consumo de calefacción (V. Ortega et al., 2015).

Actualmente, se definen como zonas saturadas, o latentes, las ciudades en las que se supera la norma de calidad del aire. Posteriormente a su categorización se establecen Planes de Descontaminación o prevención, que tienen como objetivo establecer medidas específicas según corresponda (Ministerio del Medio Ambiente, 2014).

Se toma a la ciudad de Valdivia como caso ejemplificador de este problema que abarca la zona centro sur del país. En el año 2014 la comuna de Valdivia fue declarada una zona saturada por material particulado respirable MP10 y material fino particulado respirable MP2.5 como concentración diaria y anual. A partir de esto, se creó el Plan de Descontaminación Atmosférica de Valdivia, publicado el año 2017.

Los Planes de Descontaminación Atmosférica, tienen como objetivo es lograr disminuir las concentraciones de material particulado MP 10 y MP2.5 acorde a la norma, en un plazo de 10 años. Este plan unifica las medidas planteadas en relación con la contaminación atmosférica. (Ministerio del Medio Ambiente, 2017)

En sus lineamientos del sector residencial se pueden separar en tres áreas de trabajo, el combustible, los dispositivos de calefacción y la vivienda. La primera, se centra en el fomento de una adecuada comercialización y manejo de la leña, en virtud de las diferencias que existen entre el uso de leña seca y húmeda, siendo la primera más eficiente y menos contaminante. Para esto se han implementado programas de capacitación y sistemas de certificación de leña para los comerciantes y campañas educativas para los consumidores.

La segunda área de trabajo que involucra a los equipos de calefacción está a cargo del Ministerio del Medio Ambiente, se lleva a cabo mediante el programa “Recambio de Calefactores” y tiene como objetivo disminuir las partículas contaminantes emitidas por la combustión de leña. Tal como lo indica su nombre es un subsidio que permite a los beneficiarios cambiar su equipo de calefacción por uno más eficiente.

Por último, se encuentra el área de la vivienda, que se separa en dos tipos de soluciones, para la vivienda existente y para las construcciones nuevas. Para viviendas existentes, se entregarán subsidios para proyectos de reacondicionamiento térmico. Estos proyectos tienen estándares mayores de transmitancia térmica, además de indicaciones para problemas de condensación e infiltración de aire y la consideración de un sistema de ventilación. Para viviendas nuevas, además de las indicaciones tomadas en la vivienda existente, se exige cumplimiento de estanqueidad al viento de puertas y ventanas y el control de ganancias solares y de aislamiento térmico de sobrecimientos (Ministerio del Medio Ambiente, 2017).

En síntesis, se tiene que en la zona centro sur de Chile, gran parte de la población se encuentra en una situación de pobreza energética, donde el problema principal está en el alto consumo de leña, debido a la baja calidad de la envolvente de la vivienda. Esta situación tiene como consecuencias la exposición a bajas temperaturas y a altos niveles de contaminación, que provocan diferentes problemas a la salud. Como solución se presentan los Planes de Descontaminación Atmosférica, que abarcan el problema desde: el mercado de leña, el sistema de calefacción y la parte técnica del reacondicionamiento de la envolvente.

1.2 Formulación del problema de investigación

Definición del Problema

Las soluciones que abordan el problema de la vivienda presentadas anteriormente tienen un enfoque mayoritariamente técnico, que incluso en algunos puntos no es suficiente. En relación a las viviendas existentes, si bien existen subsidios para proyectos de reacondicionamiento térmico, en muchos casos, estos no son utilizados (Schueftan & Gonzalez, 2016), debido a diversos factores, por ejemplo, tener otras prioridades en relación con la vivienda, como la ampliación de esta. Es por esto que existe la necesidad de revisar esta problemática desde un punto de vista espacial, complementario a la parte técnica entregada por el PDA, en donde el reacondicionamiento térmico al mismo tiempo sea un reacondicionamiento espacial de la vivienda.

Al examinar la ciudad de Valdivia se puede ver que una gran parte de ella las casas han sido ampliadas (Figuras 3 y 4), ya sea en el primer nivel como la incorporación de un nuevo piso. En el estudio realizado por Figueroa, sobre la geografía urbana de la ciudad de Valdivia, el 100% de los entrevistados en su encuesta, recalcaron la necesidad de algún tipo de obra, ya sea de ampliación o reestructuración y/o reparaciones, destacándose la necesidad ampliación con un 44% de los encuestados (Figueroa et al., 1998). Estas ampliaciones cumplen con diversos propósitos en su utilización, como el aumento de metros cuadrados en el primer nivel, nuevos dormitorios, cerramientos de patios, etc. Conforme a lo anterior, según lo revisado visualmente, existen ciertas necesidades espaciales presentes en el área de estudio, demostradas en los espacios que se agregan a la vivienda inicial. Este punto será analizado posteriormente en la investigación.



Figura 3. Ejemplo de ampliación de vivienda en Valdivia. A la izquierda el modelo inicial y a su derecha la ampliación. Fuente: Google StreetView



Figura 4. Ejemplo de ampliación de vivienda en Valdivia. A la izquierda el modelo inicial y a su derecha la ampliación. Fuente: Google StreetView

Otro factor para considerar es la relación que se tiene con el exterior de la vivienda, es decir, la posible interacción con el patio de la vivienda. Tanto el clima de Valdivia, con presencia de lluvias durante todo el año, como el problema encadenado a la pobreza energética de contaminación atmosférica, hacen que la posible utilización del espacio exterior sea poco viable. Una consecuencia de lo anterior se ve reflejada en los cerramientos y techos que se les hacen a los patios (Figura 5). Estos espacios, a su vez son utilizados para el almacenamiento de objetos y leña.



Figura 5. Ejemplo de patios techados en la ciudad de Valdivia Fuente: Google Streetview.

Desde este punto de vista, surge como potencial la posibilidad de que estos nuevos espacios incorporados a la vivienda formen parte de la solución al problema de la envolvente de la vivienda y al vínculo interior – exterior.

Cabe destacar además que, en las construcciones tipológicas con influencia alemana presentes tanto en Valdivia como a lo largo del sur de Chile, existen zonas intermedias, denominadas galerías o corredores (Tilleria González & Vela Cossio, 2017). Una de las influencias alemanas, es la incorporación a la edificación de “galerías vidriadas en reemplazo de los corredores porticados exteriores” que hizo posible la utilización de este espacio especialmente en días de invierno y de lluvia (Cherubini, 2016) (Figura 7). Estas serán estudiadas más adelante, en la investigación que, sin embargo, se presentan como una manera de solucionar la necesidad espacial de las tipologías de vivienda actuales.

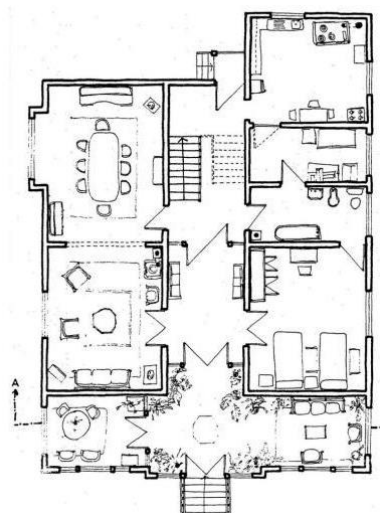


Figura 6. Ejemplo de las galerías presentes en las tipologías alemanas construidas en el sur de Chile. Fuente: La escuela de carpinteros alemanes de Puerto Montt, su formación e influencia más allá de las fronteras Cheribinni (2016)

Preguntas de Investigación

¿Qué estrategia espacial se puede aplicar a las tipologías de vivienda existentes de la ciudad de Valdivia, para la disminución del consumo en calefacción mejorando su confort térmico y espacial? ¿Cómo integrarlo a proyectos de ampliación de la vivienda?

Hipótesis

Se propone que, mediante la incorporación de un espacio de transición de galería acristalada, que forme parte íntegra de las ampliaciones de la vivienda, se puede disminuir la demanda de calefacción y uso de leña, y, además, resolver las necesidades espaciales de los usuarios.

Objetivo General

Incorporar a la vivienda una galería acristalada, como un espacio de transición entre la vivienda y el exterior, con la función de ser un amortiguador climático, que permita reducir en medida el consumo de calefacción y resolver las necesidades espaciales, aportando así tanto al confort térmico como espacial de los usuarios.

Objetivos Específicos

1. Caracterizar la situación actual e histórica de las viviendas en Valdivia, reconociendo las tipologías de viviendas actuales y edificaciones tradicionales. Generar un análisis sobre la utilización de los espacios remodelados de la vivienda.
2. Comprender el alcance de los espacios transitorios que se utilizan como mediadores térmicos de la vivienda y su exterior, revisando referentes y los elementos que lo componen.
3. Desarrollar un experimento que permita develar estrategias de diseño para la galería acristalada en la zona estudiada, con la finalidad de obtener las cualidades necesarias para que el espacio funcione eficientemente.
4. Aplicar lo desarrollado en la investigación mediante una propuesta espacial en un conjunto de viviendas en Valdivia.

Metodología

- 1.a Levantamiento de información, fotografías y planimetrías de vivienda y sus ampliaciones, entendiendo su utilización y necesidades energéticas, para una posterior selección tipológica y representativa de vivienda a reacondicionar. Utilizando como herramientas, servidores de mapas, recopilaciones planimétricas, fotografías.
- 1.b Revisión bibliográfica sobre crecimiento de la ciudad y su cultura, enfatizando las edificaciones tradicionales alemanas, a través de estudios realizados sobre la zona y recopilación planimétrica y bibliográfica histórica.
- 2.a Revisión bibliográfica de espacios intermedios como amortiguadores climáticos. Con la finalidad de analizar los espacios vidriados como espacio intermedio entre la vivienda y el exterior, enfatizando la comprensión de su uso en distintos climas y épocas del año y las variables que influyen en su eficiencia.
- 3.a Realización de simulaciones iterativas, variando parámetros morfológicos y materiales que permitan determinar mediante su análisis, las características que el artefacto u dispositivo deba tener para que funcione eficientemente en la zona estudiada. A través de una simulación de desempeño energético en régimen dinámico (software Design Builder).
- 4.a Desarrollo de propuesta espacial en un conjunto de viviendas de la ciudad de Valdivia, considerando el análisis y estrategias estudiadas previamente.

CAPÍTULO 2

ESPACIO DE TRANSICIÓN SOLAR

Espacio de transición solar

En esta investigación, se busca integrar a la vivienda una galería solar como un espacio de transición con la finalidad de, disminuir la demanda de calefacción. Para esto, es necesario en primer lugar definir un espacio de transición, entendiendo sus tipologías y su desarrollo. Posteriormente, revisar los espacios solares como espacios de transición de acumulación de calor, analizando su aporte a la vivienda y su comportamiento energético. Finalmente realizar una revisión breve de referentes arquitectónicos que han empleado este tipo de estrategias.

2.1 Espacios de Transición

Los espacios de transición, se definen como las zonas ubicadas entre ambientes interiores y exteriores, actúan como espacios intermedios o buffers (Pitts & Saleh, 2007). Son zonas adyacentes a la construcción, que conectan el interior con el exterior de la edificación, como por ejemplo un atrio, un hall, balcón, terraza o un solárium (Chun et al., 2004).

Existen diferentes tipologías de espacios de transición, con distintas configuraciones de cerramientos y posicionamientos dentro del edificio. (Hui & Jie, 2014)(Figura 7). Se pueden ordenar en tres grupos, espacios contenidos por el edificio, espacios adyacentes y espacios no contenidos (Chun et al., 2004).

Según la investigación realizada por Hui y Jie en el año 2014, en relación al confort térmico del usuario en espacios intermedios, muestra que los usuarios tienen rangos de confort más amplios que en espacios convencionales, las personas tienen un rango de tolerancia más alta a temperaturas fuera de la zona de confort térmico, obteniendo una tolerancia aproximada del 10% por sobre o bajo la temperatura de confort (Hui & Jie, 2014).

En relación al uso o programa de estos espacios, se observa en la investigación de Chun, que las acciones son similares a los comportamientos que se realizan en espacios como las oficinas o en casa, tales como, estar de pie o sentado, a excepción de caminar (en espacios diseñados para el traspaso) (Chun et al., 2004).

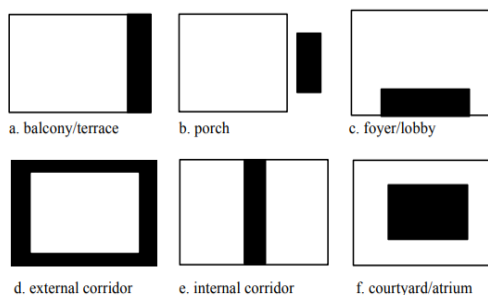


Figura 7. Tipologías de espacios de transición. Fuente: Chun, C., Kwok, A., & Tamura, A. (2004)



Figura 8. Espacio intermedio de acceso a la cocina, casa del puente, Toconao. Fuente: Kapstein, G. (1988).

En Chile, estos espacios han sido revisados e implementados con mayor profundidad en el norte del país. En el trabajo de investigación de Kapstein en el 1988, se hace referencia a cómo la arquitectura vernácula da indicios de que maneras enfrentar el clima en el desierto de atacama y ha sido utilizado como un referente para tratar el habitar en el desierto (Figura 8 y 9).

En el caso de la zona centro-sur del país, al igual que en la zona norte estos espacios están presentes en la arquitectura patrimonial, en forma de corredores, pérgolas, patios techados y galerías abiertas o cerradas, cuyas influencias provienen de Europa (Villanueva, 1996) (Figura 10). Estas han sido estudiadas como elementos tipológicos en diferentes localidades como por ejemplo, en la provincia de Arauco, donde las viviendas patrimoniales cuentan con la presencia de chifloneras o exclusas de acceso, además de galerías vidriadas (Gonzalo et al., 2012), en Chiloé se encuentra la presencia de los zaguanes como protección contra el viento (Berg Costa & Rojas Vega, 2013) o como otro caso, en Puerto Montt se presentan como elementos las galerías vidriadas (Tilleria González & Vela Cossio, 2017). A diferencia de la zona norte, en las obras de arquitectura actuales de la zona central y sur, estos espacios no han sido abordados en profundidad como una estrategia de diseño que responda a las condiciones climáticas.

Si bien, en la zona sur de Chile el uso de estos espacios en la vivienda no es común, es posible su implementación, todo depende de la conexión entre el las características del espacio de transición y el lugar en el que se utilice (Chun et al., 2004). En el caso de estudio, el problema de pobreza energética de las viviendas recae en el excesivo uso de energía para la calefacción, debido a la falta de acondicionamiento térmico de la envolvente. No obstante, como se expuso en el capítulo anterior, existen propuestas desde el ámbito técnico, sin embargo, hay una carencia desde el punto de vista de una solución espacial. Para la ciudad de Valdivia, se requiere que este espacio de transición permita aportar térmicamente a la vivienda y así disminuir del consumo de leña. Dentro de las búsquedas exploratorias hechas para la investigación de los espacios de transición, una de las soluciones más utilizadas para reducir la demanda de energía en los periodos fríos es la implementación de espacios de recolección solar, como las terrazas acristaladas, espacios solares o solárium, también llamadas verandas o galerías solares. Estos espacios de calefacción solar pasiva permiten crear un microclima alrededor de los edificios, posibilitando minimizar las pérdidas de calor y maximizar las ganancias solares (Mihalakakou & Ferrante, 2000). Para la implementación de un sistema de ganancia solar como un espacio intermedio, se requiere de la incorporación de un espacio adicional a la construcción recubierto por material vidriado, otra solución es incorporarla dentro de la estructura principal cerrando con cristales terrazas, logias o balcones (Chwieduk, 2014).



Figura 9. Espacio intermedio de casa Baquedano, Iquique. Fuente: Kapstein, G. (1988).

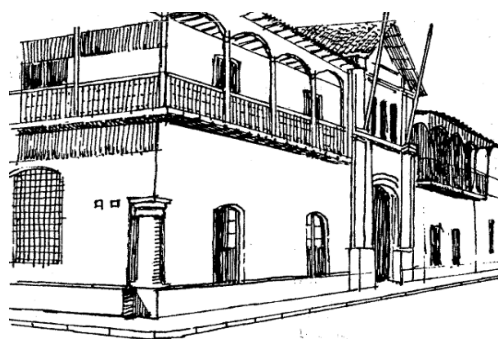


Figura 10. Ejemplo de espacio intermedio. Fuente: Villanueva, A. (2008).

2.2 Espacios de recolección solar

Los espacios solares o solárium, también llamados jardines de invierno, veranda o galerías solares, son estructuras acristaladas adyacentes a otros espacios habitables. Son sistemas pasivos, basados en elementos que colectan, guardan y distribuyen energía (Mihalakakou, 2002). Recaudan y almacenan la radiación solar en un espacio separado de la edificación que posteriormente se transfiere por convección natural a ella (Cleveland & Morris, 2014). La función principal de estos espacios es reducir el consumo de energía. Según Mihalakakou, se obtienen tres tipos de ahorros energéticos, (i) el efecto amortiguador de aislamiento, (ii) el precalentamiento de aire que ingresa a la edificación y (iii) el suministro de aire calentado por la radiación solar. La energía solar utilizada depende tanto del sistema solar como de las condiciones climáticas (Mihalakakou, 2002).

Es un sistema de uso popular en los países europeos y norteamericanos, que se diseña como un espacio independiente dentro de la edificación, contiguo a espacios de alto porcentaje de uso como salas de estar o comedores. Durante los periodos nocturnos el sistema sirve como una zona de amortiguación que evita una pérdida excesiva de calor. En general son lugares sin acondicionamiento térmico, en los que la temperatura fluctúa entre altas diferencias entre el día y la noche, sin embargo se considera que es posible la utilización de estos espacios como una zona de estar, expandiendo así la edificación (Vukadinovic et al., 2018).

Este tipo de dispositivo mezcla las características de ganancias directas, a través del ingreso de radiación solar directa y de muro colector de calor, el cual capta la energía solar utilizando las características del vidrio, para luego ser guardada y distribuida por el muro. El espacio solar adyacente a la vivienda amplía el espacio de la capa de aire y forma un espacio de transición de calor (Jin & Zhou, 2010).

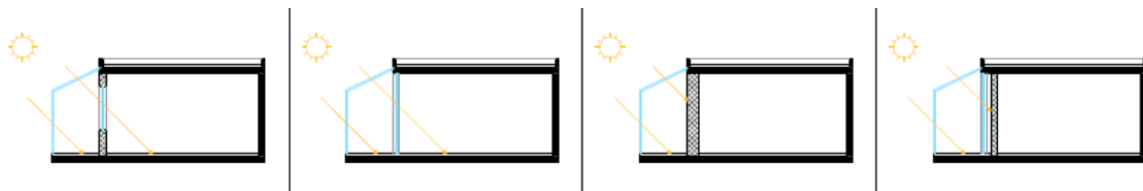


Figura 11. Tipologías de espacios solares. Fuente: Vukadinovic, A., Radosavljević, J., Đorđević, A., Vasovic, D., & Janackovic, G. (2018).

Existen diferentes tipologías de espacios solares (Figura 11) dependiendo de relación del acristalamiento con la envolvente del espacio colindante. Las zonas acristaladas en la envolvente del espacio habitacional permiten el paso directo de la radiación solar del espacio solar, por otro lado, al tener materiales opacos, estos actúan como masa térmica, aprovechando la energía solar indirectamente (Chwieduk, 2014). Según Mihalakakou y Ferrante, el uso de espacios de vidrio conectados al edificio puede mejorar la apariencia del edificio, producir un área de construcción más grande y reducir los requisitos de calefacción, aumentando la temperatura interior durante los períodos fríos (Mihalakakou & Ferrante, 2000).

Al ser sistemas pasivos, que se fundamentan en componentes físicos de recaudación, almacenamiento y distribución de la energía, dependen de variables materiales y morfológicas. Es por esto que, para que estos espacios cumplan con reducir las necesidades de demanda energética de la vivienda, es necesario entender las variables que determinan su comportamiento energético.

2.3 Comportamiento energético

La eficiencia energética de los espacios solares depende de sus variables constructivas y del clima en el que se encuentre. Dentro de las variables constructivas, que afectan al desarrollo de los solárium o espacio solar, se encuentran la orientación, la materialidad, masa térmica, aperturas, protecciones solares y el comportamiento del usuario (Bataineh & Fayez, 2011)(Mihalakakou & Ferrante, 2000) (Oliveti et al., 2005) (Torra et al., 1988)(Aelenei et al., 2014).

Orientación: La orientación más utilizada para el calentamiento de las viviendas durante el invierno es la sur (en el hemisferio norte), expuesto en el estudio de Aeleni (Aelenei et al., 2014). Aunque, en la investigación realizada por Rempel, se atribuyen gran porcentaje de las ganancias solares a la radiación difusa, por lo que sugiere una tolerancia de hasta 30° respecto al norte (en el hemisferio sur).

Materialidad: De acuerdo con el estudio realizado por Chiesa, el uso de espacios solares en edificaciones puede reducir el uso de calefacción independientemente del tipo de vidrio escogido, ya sea simple, doble o triple. Por lo que el uso de vidrio simple es una solución que reduce el consumo de energía evitando los altos costos (Chiesa et al., 2017). Otro factor de estudio, estudiado por Monge y Sánchez fue la opacidad de los muros de menor extensión del espacio solar. Al utilizar muros opacos, se obtiene una demanda de calefacción mayor. Al contrario, el uso de muros vidriados aprovecha de mayor manera la radiación solar en invierno, disminuyendo la demanda energética (Monge-Barrio & Sánchez-Ostiz, 2015).

Masa Térmica: El tamaño de la masa térmica en los espacios solares impacta en la distribución del calor y la variación de la temperatura. Se recomienda que para incrementar el calor durante la noche, se debe considerar un mínimo de 6 cm de masa térmica de espesor de un material con alta inercia en el piso y cuanto más masa térmica sea posible en los muros (Bastien & Athienitis, 2018). En otro estudio realizado por Zhu, en el que se comparó el comportamiento térmico y las emisiones de Co2 de dos viviendas de la misma materialidad con diferentes grosores en su envolvente, obtuvo como resultado un mejor rendimiento en la vivienda con mayor espesor de muro (Zhu et al., 2014). La capacidad de almacenamiento también fue estudiada por Bastien y Athienitis, obtuvieron que el uso de masa térmica (entre 0.1m y 0.2m) en la pared opuesta a la extensión de vidrio y en el suelo reduce la oscilación de temperatura (Bastien & Athienitis, 2017).

Ganancias Solares: En el libro sobre estrategias solares en climas fríos de Porteous y Macgregor, se hace referencia a la eficacia de espacios solares en climas fríos y lluviosos, incluso teniendo mayores beneficios que en lugares soleados con altos valores de radiación, esto debido a las ganancias indirectas que se obtienen del espacio solar y de la protección que ejerce sobre la envolvente térmica. Estos espacios intermedios, generan un resguardo de la lluvia y el viento, asimismo, permiten el ingreso de aire a mayor temperatura a la vivienda (Porteous & Macgregor, 2005). En climas nublados, las terrazas acristaladas son capaces de transmitir suficiente energía a la necesaria para un espacio de una vivienda. La radiación difusa genera ganancias solares que pueden contribuir a la reducción de la energía requerida por la vivienda. Se afirma que aproximadamente un 50% de la energía proveniente de la radiación solar se origina por radiación difusa. En su trabajo igualmente destaca la incorporación de la techumbre como un elemento acristalado en los espacios solares, con la función de disminuir el factor de sombra generado por los árboles (Rempel et al., 2012).

Es importante diseñar estos espacios considerando el clima a lo largo del año. Si bien su función principal es aportar al confort térmico durante los periodos fríos, durante el verano existe la posibilidad de sobrecalentamiento. Para enfrentar esta problemática es necesario incluir en el diseño sistemas de refrigeración pasivas como la ventilación nocturna o sistemas de protección solar. (Mihalakakou, 2002). Según el estudio realizado por Bataineh y Fayez, emplear técnicas de ventilación, sistemas de protección mejoran significativamente el comportamiento térmico de espacio adyacente a la terraza acristalada. Asimismo, la utilización de cortinas al interior del espacio solar, disminuyen las pérdidas energéticas durante las noches de invierno. (Bataineh & Fayez, 2011).

Comportamiento del usuario: Además de las estrategias acorde el clima, la forma y las características físicas, un factor importante en la eficiencia de los ahorros energéticos, está relacionado al comportamiento del usuario. El usuario, a través del control de aperturas de ventilación y puertas y el uso de cortinas o dispositivos de sombra, puede modificar las condiciones de estos espacios de acuerdo a sus necesidades (Aelenei et al., 2014). Las preferencias de los ocupantes son parte de las razones de la diferencia que existe entre el rendimiento energético pronosticado y el que realmente tiene la edificación. Suele pasar que al diseñar elementos que disminuyan el consumo energético no se considere el factor de ocupación, sin embargo, las elecciones del usuario pueden aumentar o disminuir la eficiencia energética (Paone & Bacher, 2018).

En el trabajo realizado por Monge y Sánchez, a través de la medición continua de variables higrotérmicas y de encuestas a los usuarios de diferentes espacios solares, notaron que la inapropiada utilización de estos dispositivos generaba severas respuestas durante los periodos más cálidos. No ventilar estos lugares generaba aumentos en las temperaturas interiores del solárium y también al interior de las viviendas. Sin embargo, en los casos donde si existía un adecuado uso de las aperturas y cortinas, los espacios mantenían temperaturas iguales o menores a las exteriores. En su estudio además se pone énfasis en la importancia de incorporar elementos de protección solar, que hacen a este espacio un lugar habitable durante todo el año (Monge-Barrio & Sánchez-Ostiz, 2015).

A nivel local, si bien no son muchos los estudios sobre este tipo de instalaciones en viviendas, en la investigación realizada por Müller en el año 2008, se revisa la implementación de invernaderos adosados como parte de un estudio de estrategias solares pasivas. Su análisis se basa en simulaciones dinámicas comparativas de grados-hora diarios de calor y frío (Kh/d) en dos zonas contiguas al invernadero, una sala de estar y un dormitorio. Sus resultados son positivos en relación a estos espacios, en combinación a una buena aislación, se muestra una reducción de la cantidad de grados-hora de frío en comparación con el caso base (Müller, 2008).

Tanto Chile como en el resto de América Latina los espacios de recolección solar más utilizados son los invernaderos, en general se utilizan en la agricultura, gracias a las condiciones higrotérmicas que se pueden generar en su interior permite benéficos vinculado a la calidad y producción de las especies. Sin embargo, tienen cualidades materiales y de terminaciones, que no se elaboran con destino al uso habitacional. En la exploración realizada por Ganem, se examina desde este punto de vista, pero con la visión de adosamiento a la vivienda. En este caso se revisa la implementación de un invernadero adosado a un dormitorio en la ciudad de Mendoza. Desde el punto de vista térmico, se midieron las temperaturas al interior del dormitorio, con y sin el invernadero, se obtuvo como resultado un beneficio en el confort térmico al interior del dormitorio (Ganem et al., 2002).

2.4 Revisión de referentes

Con el objetivo de comprender diferentes modos de aplicación de las galerías acristaladas en proyectos de vivienda, se revisaron 5 referentes de proyectos habitacionales que utilizan galerías acristaladas como estrategia proyectual. Se llevo a cabo una búsqueda de casos provenientes de diferentes países con enfoque en comprender sus características y condición de habitabilidad e integración de este espacio a la vivienda.

Caso 1: Galería solar casa Kapstein

Como primer caso de estudio, se toma un referente nacional, la Galería Solar Climática en casa Kapstein, ubicada en el Quisco en la Región de Valparaíso, del año 1998 (Figura 12). La vivienda se encuentra inserta en un clima mediterráneo con alta nubosidad, veranos secos y tibios e inviernos húmedos. Se encuentra adosada al muro medianero norte y oriente, dejando expuestas las fachadas poniente y sur. Su acceso principal se encuentra en la fachada sur. La galería se introduce a la vivienda como una remodelación, que busca acondicionar la fachada sur que se presentaba como húmeda y fría, afectada por los vientos dominantes provenientes del suroeste. Este espacio se conforma por una estructura de madera que se ve envuelta herméticamente por vidrio. (Figura 13) Tiene una base de piedra, que funciona como un elemento acumulador de calor o masa térmica. Si bien es un espacio que genera el acceso a la vivienda, tiene dimensiones suficientes para realizar actividades asociadas al estar.

Con el objetivo de aumentar la captación solar, la galería vidriada se diseña con una altura y largo mayores a las de la vivienda, además los elementos estructurales verticales se direccionan para permitir el ingreso de radiación de media tarde (Figura 14 y 15). Esta estructura presenta diferentes distanciamientos entre sí, generando dos situaciones, que corresponden con el uso que tiene el espacio al interior de la vivienda. Por un lado, hacia la zona oriente la estructura se vuelve más densa, dando más privacidad al dormitorio que enfrenta y por otro lado la estructura frente a usos más públicos, como lo son la sala de estar y la cocina, se vuelve más abierta, generando otro nivel de permeabilidad.



Figura 12. Vista suroeste de Galería solar casa Kapstein. Fuente: Revista AoA N°9, 2008.



Figura 13. Galería solar casa Kapstein. Fuente: Revista AoA N°9, 2008.

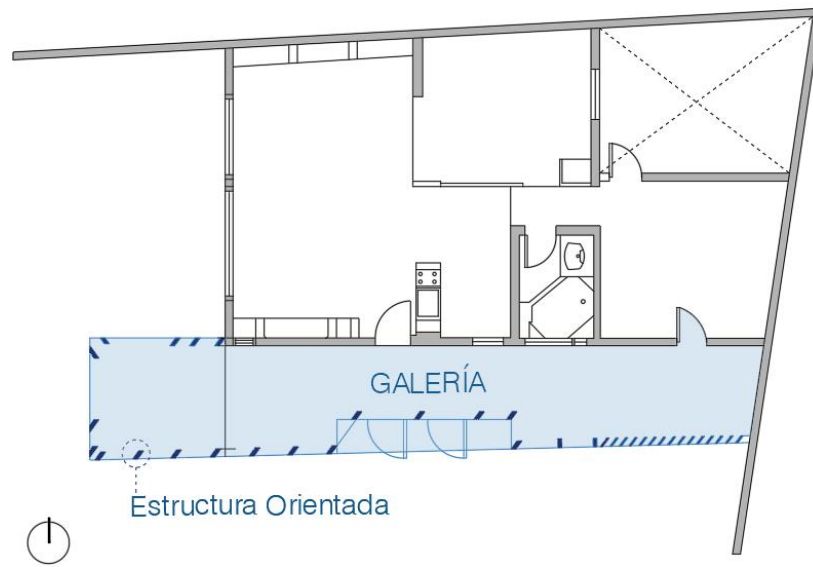


Figura 14. Planta Galería solar casa Kapstein. Fuente: Elaboración propia en base a revista AoA N°9, 2008.

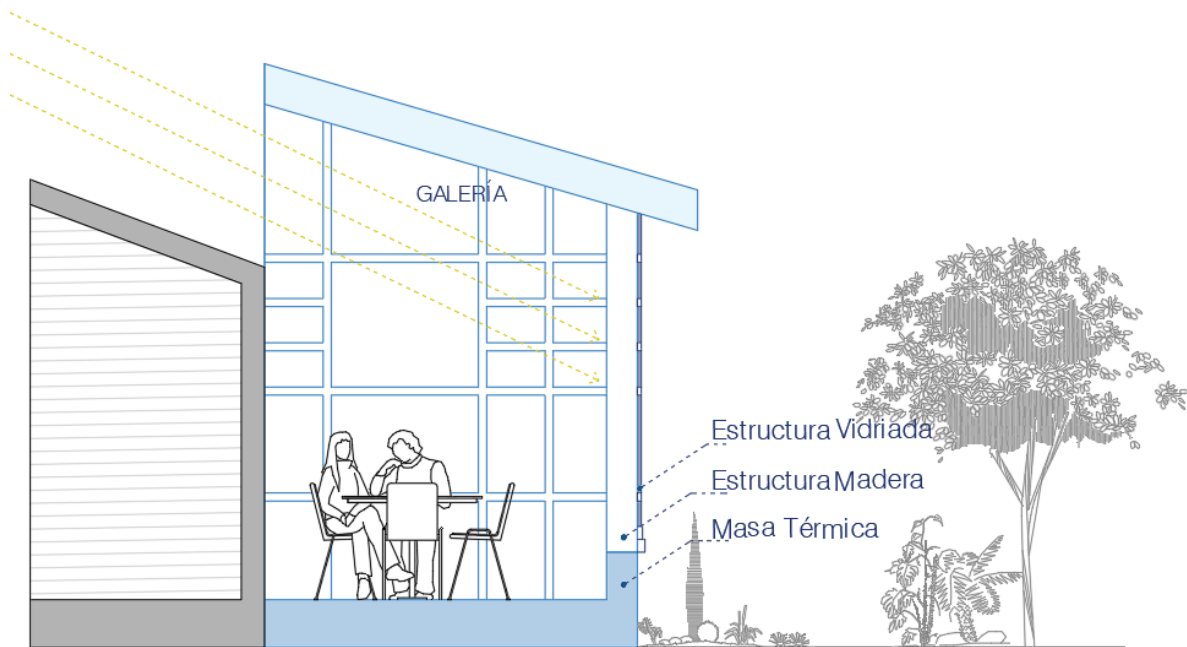


Figura 15. Corte esquemático Galería solar casa Kapstein. Fuente: Elaboración Propia

Caso 2: Casa en Sonobe, Tato Architects.

Como segundo caso de estudio se presenta una vivienda en Nantan Kioto, Japón, hecha por el grupo Tato Architects, en el año 2017. Esta casa se encuentra en un clima cálido, templado y húmedo con precipitaciones durante todo el año. Este proyecto se piensa en función de las residencias y formas de vida locales, los arquitectos identificaron una situación común en las casas de la zona, el cerramiento de terrazas que se utilizaba como lugares de almacenamiento y secado de ropa, similar al caso de Valdivia.

El elemento principal de la vivienda es una gran terraza acristalada, que ocupa toda la fachada sur (Figura 16), que es la de mayor exposición solar. La estructura de la terraza acristalada es de madera con paneles de policarbonato corrugado, su interior está terminado con un material que capta la luz y regula la humedad. Según la época del año este espacio se abre o cierra al exterior mediante paneles corredizos, permitiendo pasar de una galería solar a un espacio al aire libre (Figura 18). Este espacio posee una gran iluminación ya que además de tener una fachada translúcida, su techumbre también se incorpora a esta materialidad.

Una característica interesante de esta vivienda es la incorporación de la circulación a la galería, ya que en ella se encuentra la escalera de acceso a la planta superior. En relación con el resto de la vivienda, la galería se vincula principalmente con la cocina y el comedor mediante un ventanal (Figura 17).

La adaptabilidad de la fachada juega un rol importante en la utilización de este espacio, en un sentido se amplía la vivienda con una zona bien iluminada, que contiene circulaciones y espacios de estar y en otro sentido esta ampliación permite ser modificada para que se una directamente al patio, permitiendo ampliarlo, generando un espacio recreacional, vinculado al exterior (Figura 18).



Figura 16. Casa en Sonobe, fachada sur. Fuente: Tato Architects.



Figura 17. Interior de galería acristalada de casa en Sonobe. Fuente: Tato Architects.



Figura 18. Interior de galería acristalada de casa en Sonobe. Fuente: Tato Architects.

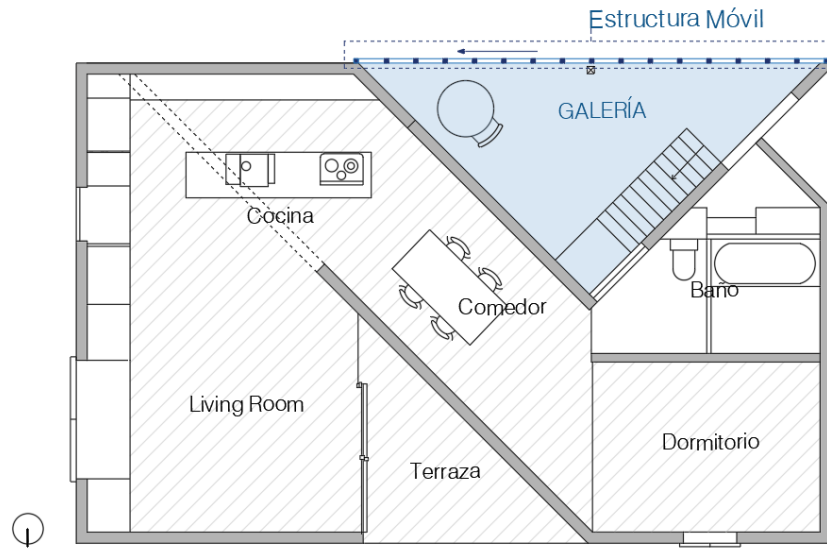


Figura 19. Planta primer nivel de casa en Sonobe. Fuente: Elaboración propia en base a Tato Architects.

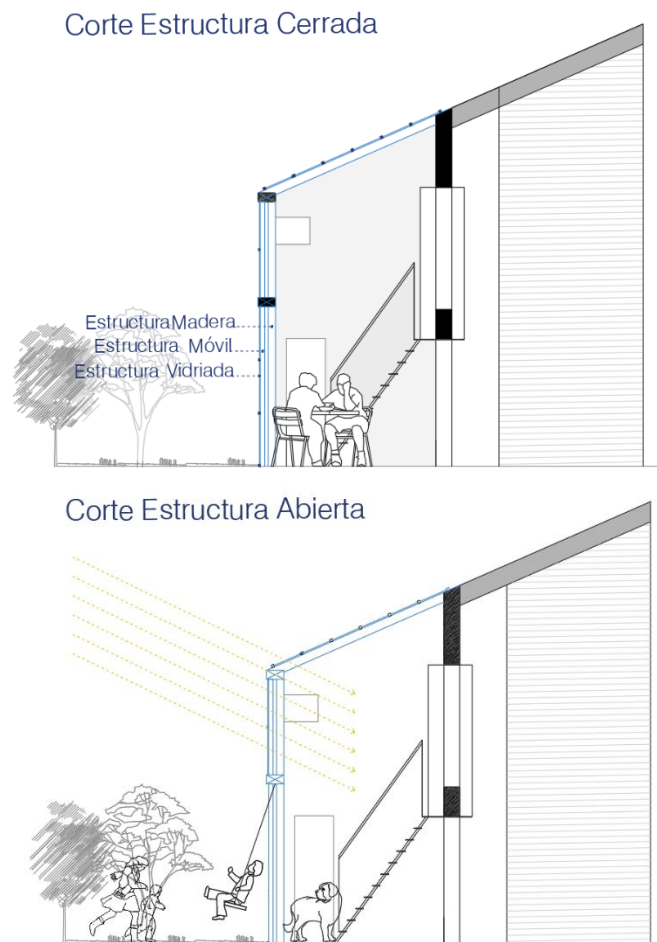


Figura 20. Cortes esquemáticos casa en Sonobe. Fuente: Elaboración Propia

Caso 3: Casa en Dordoña, Lacaton y Vassal.

En el caso de la casa en Dordoña, Francia, diseñada por los arquitectos Lacaton y Vassal, en el año 1997. Se encuentra en un clima templado con veranos cálidos e inviernos fríos. Una de las principales características de esta residencia es la relación que se tiene con su entorno. Se tiene como idea principal desarrollar una apertura al exterior, y generar una continuidad con el paisaje que rodeaba a la casa.

Al igual que el caso anterior esta vivienda tiene como particularidad la movilidad de su fachada. Las fachadas de la edificación están compuestas en un 50% por paneles de vidrios móviles (Figura 21). Sin embargo la zona más translúcida y que tiene más relación con las características de una galería acristalada, es la sala de estar de la vivienda (Figura 22). Esta zona posee una cubierta traslúcida, que en combinación con la fachada es la zona de mayor exposición lumínica. Este espacio a se encuentra inserto en medio de la edificación, dividiéndola en dos unidades, por un lado, se encuentran los espacios correspondientes a lo habitacional y por el otro lado se encuentra una zona de almacenamiento y una habitación de invitados (Figura 23).

La movilidad de la fachada y las diferentes materialidades de la vivienda hacen que sea cambiante, con ambientes variables a lo largo del año. Permite a los habitantes encontrar un mayor confort a lo largo del día o según la temporada. Al permanecer cerrado este espacio funciona como el comedor y sala de estar de la vivienda, como se concibe normalmente. Por otro lado, al abrirse al exterior, permite generar una comunicación continua con el exterior circundante, provocando otras cualidades espaciales (Figura 24).



Figura 21. Casa en Dordoña, fachada oriente.
Fuente: Lacaton & Vassal.



Figura 22. Interior de galería acristalada de casa en Dordoña. Fuente: Lacaton & Vassal.

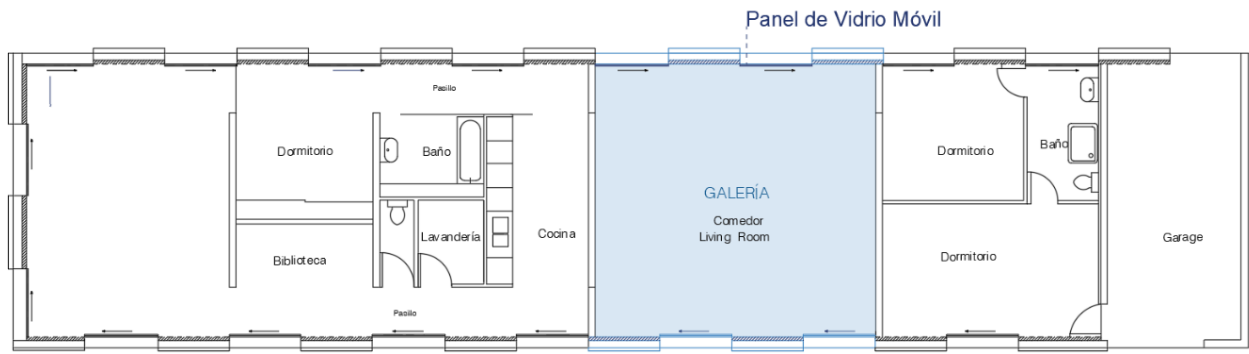
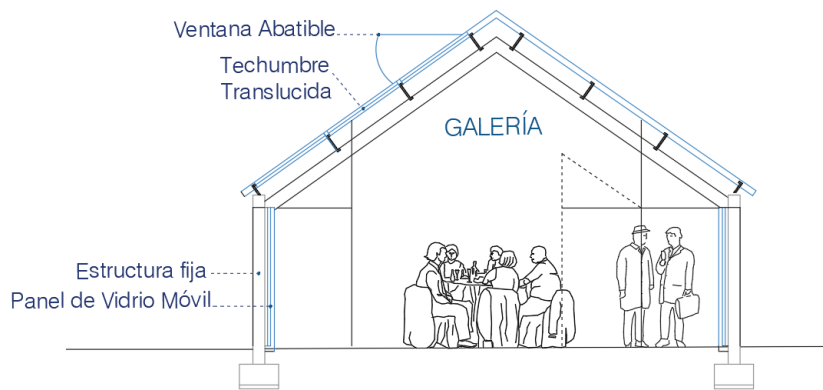


Figura 23. Planta de casa en Dordña. Fuente: Elaboración Propia en base a Lacaton & Vassal.

Corte Estructura Cerrada



Corte Estructura Abierta

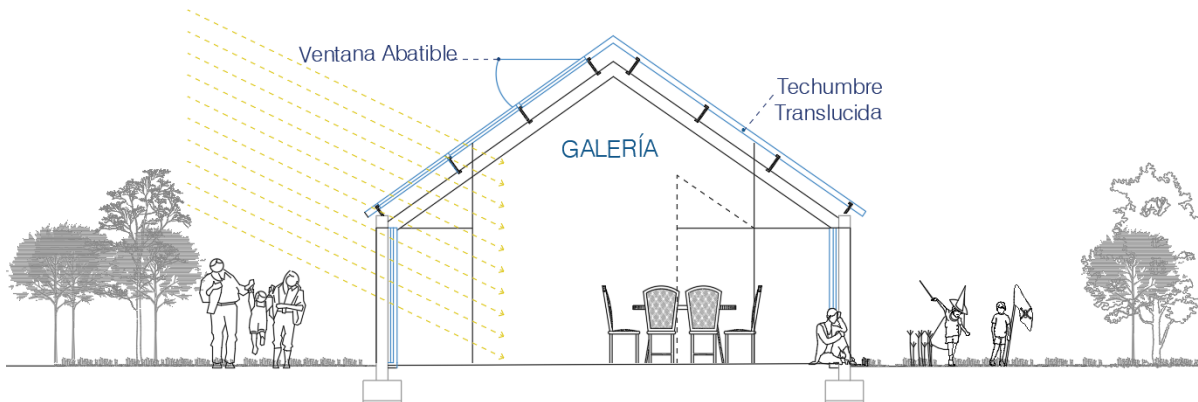


Figura 24. Cortes esquemáticos casa en Dordña. Fuente: Elaboración Propia

Caso 4: Casa en Latapie, Lacaton y Vassal.

La casa en Latapie, en Florac Francia de Lacaton y Vassal del año 1993. Se encuentra inserta en un clima con veranos e inviernos marcados, con una gran cantidad de días nublados. Esta casa, al igual que el caso anterior, posee variabilidad y adaptabilidad mediante cambios en las fachadas. Se compone de un volumen simple sobre una base cuadrada con dos plantas libres (Figura 28).

Tiene dos fachadas modificables, la fachada que da hacia la calle y la fachada que da al patio interior. En cuanto a la fachada expuesta a la calle, se presenta un cerramiento metálico (Figura 25), mientras que la fachada interior presenta una relación permeable, con un cerramiento de policarbonato transparente (Figura 26) . Este último recinto genera la galería acristalada que funciona como invernadero. Este espacio tiene orientación oriente y capta ganancias solares durante la mañana, posee aperturas para la ventilación durante el verano (Figura 29).

El muro intermediario entre estas dos zonas también tiene como característica el ser móvil, generando una relación directa con la vivienda (Figura 28). La galería puede ser utilizada como comedor, ya que al interior de la vivienda el espacio que más se vincula con la galería es la cocina.

La galería genera una zona habitable, variable que permite modificar su iluminación, transparencia, privacidad, ventilación y niveles de protección según las necesidades y estaciones. A su vez también varía en su ocupación, pasando de una sala de estar o comedor -cuando se cierra la estructura- a formar parte del jardín -cuando la estructura se abre- (Figura 29).



Figura 25. Casa en Latapie, fachada norte.
Fuente: Lacaton & Vassal.



Figura 26. Casa en Latapie, fachada sur.
Fuente: Lacaton & Vassal.



Figura 27. Interior de galería acristalada de casa en Latapie. Fuente: Lacaton & Vassal.

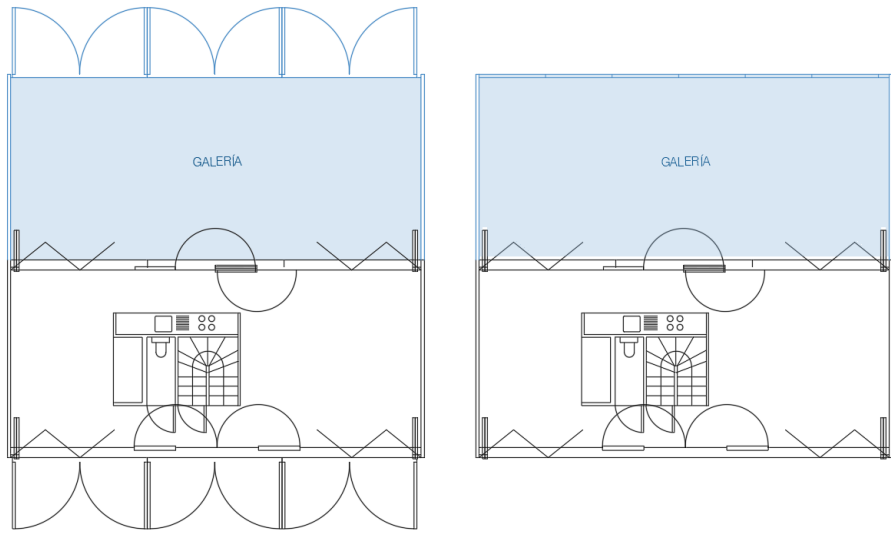


Figura 28. Plantas de casa en Latapie Fuente: Elaboración propia en base a Lacaton & Vassal.

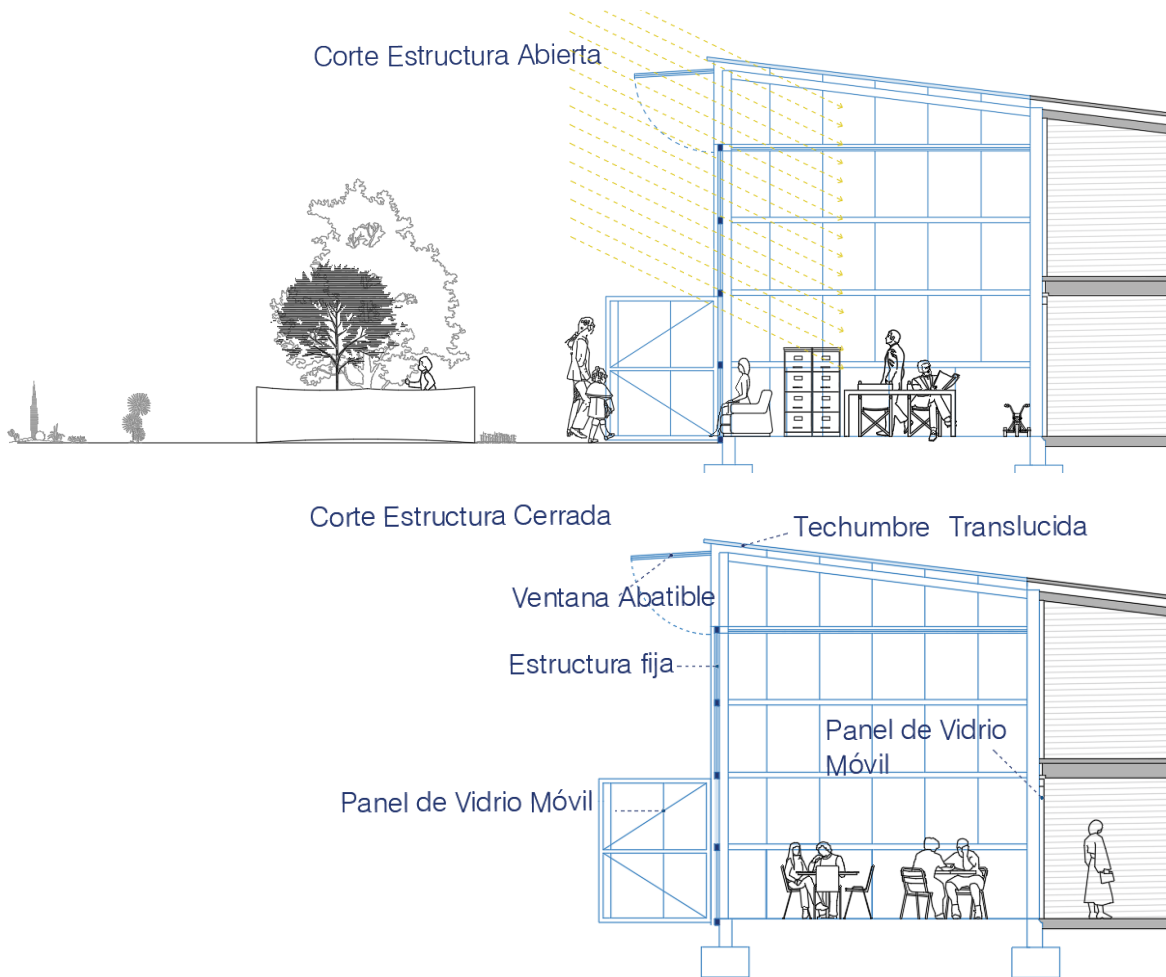


Figura 29. Cortes Esquemáticos de casa en Latapie. Fuente: Elaboración propia

Caso 5: Glass Ribbon, Scullion Architects

Por último, se presenta como caso la vivienda Glass Ribbon del grupo Scullion Architects ubicada en Dublín, Irlanda, en el año 2019. A diferencia de las anteriores esta vivienda se encuentra en un clima marítimo con inviernos suaves y veranos frescos, sin temperaturas extremas.

Es una remodelación de una vivienda de los años 30, que incluye una ampliación y replanificación de la casa. Debido a que se encuentra en un clima sin grandes variaciones de temperatura, en esta restructuración se incluye una extensión acristalada con un vínculo mayor que las viviendas anteriores, en esta zona se encuentran el comedor, un estudio y la unión al salón, formando parte íntegra de la casa, sin elementos intermediarios entre la vivienda y la galería (Figura 31).

La galería se compone por paneles de vidrios fijos con un techo cerrado en la mayoría de su extensión, sin embargo, sobre la zona del comedor, presenta una lucarna (Figura 35). Este espacio fue diseñado con un elemento característico, un grosor de muro en la base de la estructura de acero, que funciona tanto como estantería y elemento de masa térmica (Figura 35).

La galería acristalada de la vivienda hace que los límites del interior y del exterior, se vuelvan difusos, generando una conexión con el jardín circundante. A su vez, genera una mayor iluminación al interior de la vivienda, principalmente de la zona de la cocina y el comedor.



Figura 32. Exterior de galería acristalada de Glass Ribbon. Fuente: Scullion Architects



Figura 30. Glass Ribbon, fachada poniente. Fuente: Scullion Architects

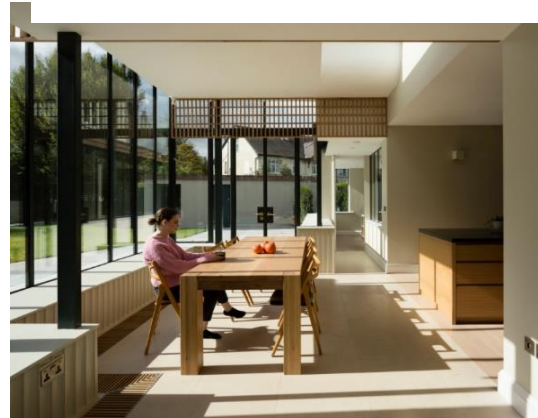


Figura 31. Interior de galería acristalada de Glass Ribbon. Fuente: Scullion Architects



Figura 33. Interior de galería acristalada de Glass Ribbon. Fuente: Scullion Architects

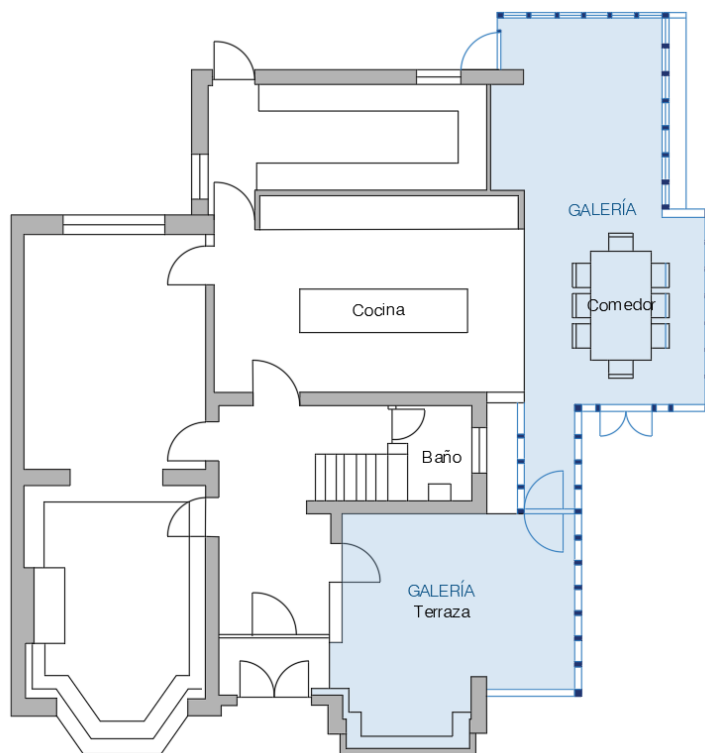


Figura 34. Planta primer nivel de Glass Ribbon. Fuente: Elaboración propia en base a Scullion Architects

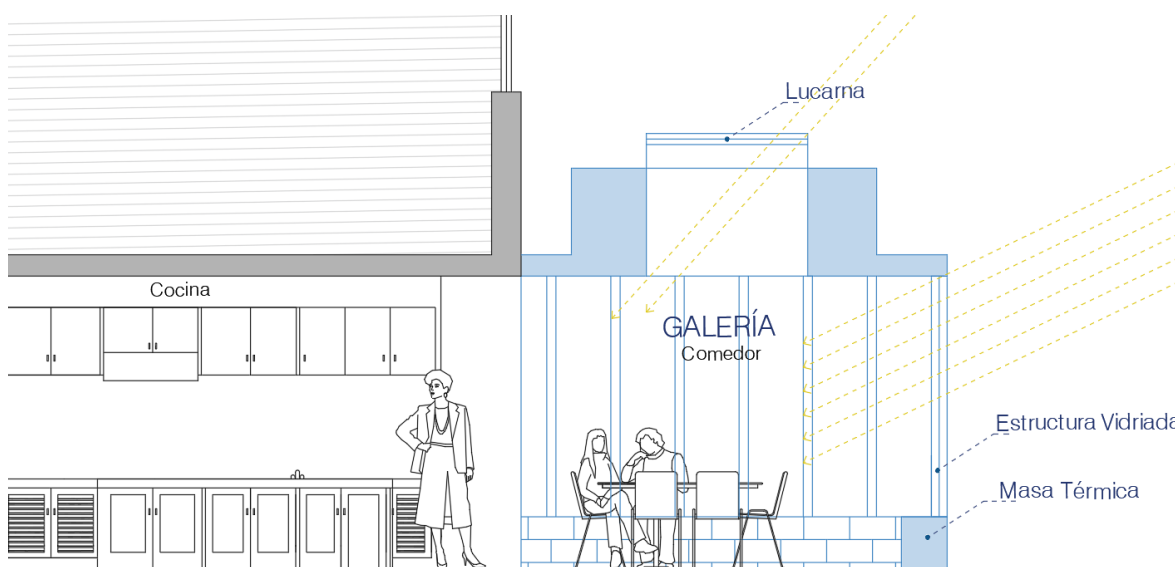


Figura 35. Corte de Glass Ribbon. Fuente: Elaboración Propia

De los referentes analizados se destacan tres conceptos principales, la **adaptabilidad de la envolvente**, la **flexibilidad de su ocupación** y la **conexión con el exterior**. La adaptabilidad de la envolvente puede ser una forma interesante para desarrollar dentro de la propuesta en Valdivia, en los meses de mayor temperatura este espacio se vincularía directamente con el patio exterior, también puede ser un elemento que permita diferentes vínculos de la vivienda con la galería, permitiendo que las variables de iluminación, transparencia y el nivel de protección tengan la posibilidad de modificarse según las necesidades y las estaciones. La flexibilidad de su ocupación se puede ver desde dos puntos de vista, por un lado, la que se encuentra vinculada al concepto anterior, en la que su uso va a variar según se disponga de la envolvente, y por otro lado, la flexibilidad que se da dentro de este espacio, que puede ser usado como un espacio de estar, como una sala extra o un comedor, o un espacio de tránsito que posee sistemas de circulación. Y como finalmente este espacio, en cada uno de los proyectos, otorga a la vivienda una manera diferente de conectarse con el exterior, generando bordes difusos que permite una relación con el espacio circundante durante todo el año.

En este sentido se reconocen algunos elementos con los que se puede trabajar y variar, la movilidad o apertura que puedan tener los muros, tanto de la galería como el muro intermedio, el vínculo que se tenga con la vivienda, es decir, con el uso interior directo o más cercano a la galería, el uso de la galería en sí y la implementación de elementos que funcionen como masa térmica (Figura 36).

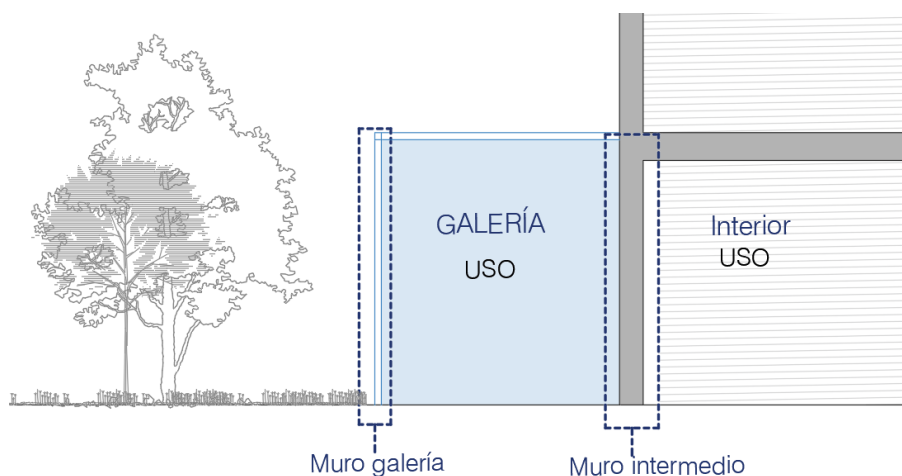


Figura 36. Esquema. Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO 3

CARACTERIZACIÓN DE LA CIUDAD DE VALDIVIA

Caracterización de la ciudad de Valdivia

Con el fin de comprender el contexto en el que se trabajará, se realiza una caracterización de la ciudad de Valdivia, incluyendo un análisis climático. Asimismo, debido a que el enfoque de la investigación está en la vivienda, se hará una revisión tipológica de las viviendas actuales y sus ampliaciones. Igualmente, se hace un estudio de las tipologías tradicionales con influencia alemana que contienen espacios acristalados, en virtud de la iniciativa de incorporar este espacio a la vivienda.

3.1 Caracterización de la ciudad de Valdivia

Valdivia es la capital de la Región de los Ríos, se encuentra ubicada en las coordenadas geográficas $39^{\circ}49''S$ y $73^{\circ}14'45''O$, tiene una población de 166.080, según el censo del año 2017. La ciudad de Valdivia se encuentra en medio del cruce de los ríos Cau-Cau, Calle - Calle y Cruces (Figura 37), es una de las pocas zonas llanas insertas en el sistema fluvial (Figura 38). Se caracteriza por presentar una gran cantidad de humedales cercanos a los ríos y al interior de la ciudad.

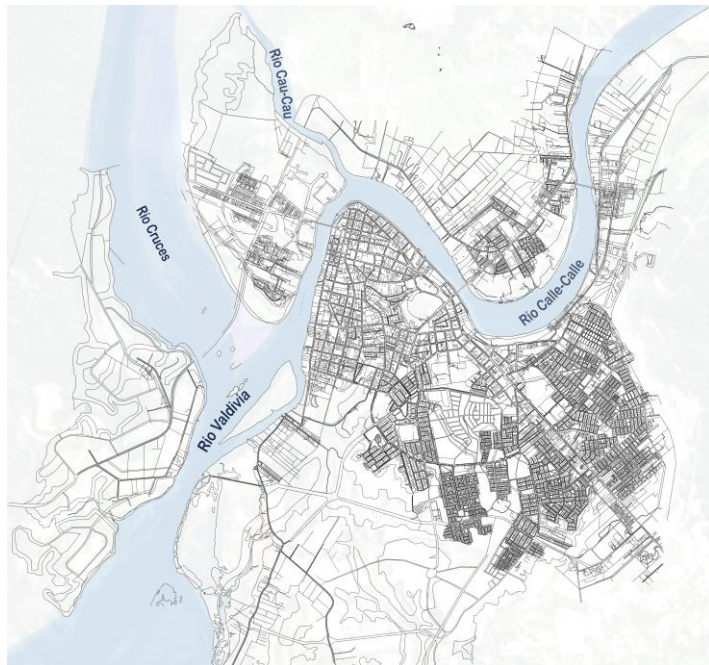


Figura 37. Plano de Valdivia con la identificación de los ríos que rodean a la ciudad. Fuente: Elaboración propia en base planimetría de plano regulador y vistas aéreas.

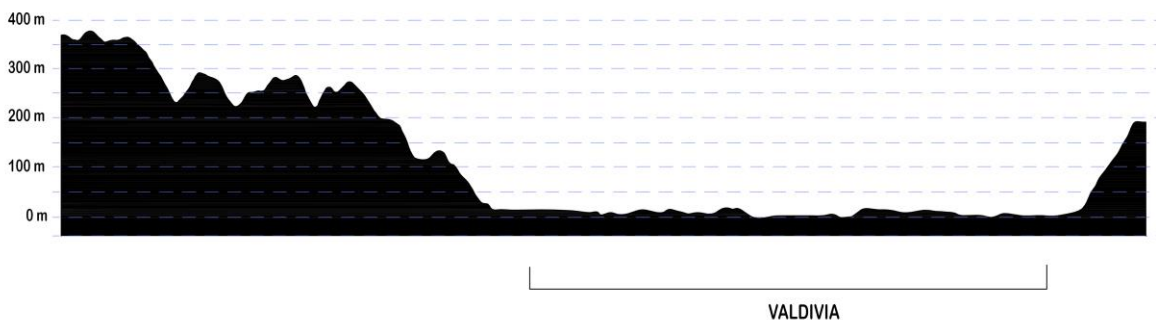


Figura 38. Sección de la zona territorial de Valdivia. Fuente: Fuente: Imagen de elaboración propia en base a perfil territorial de Google Earth.

La ciudad fue fundada en el año 1552, siendo de las primeras ciudades de Chile. Su crecimiento se ve afectado por diversos eventos naturales, transformaciones geográficas y transformaciones sociales, tales como el incendio de 1909, la llegada del ferrocarril, el terremoto de 1960, la adjudicación de ser la capital de la región y la consolidación urbana debido al proyectos inmobiliarios (Espinoza & Zumelzu, 2016). Su morfología además se ve condicionada por la presencia de humedales, que funcionan como límites (Espinoza et al., 2016).

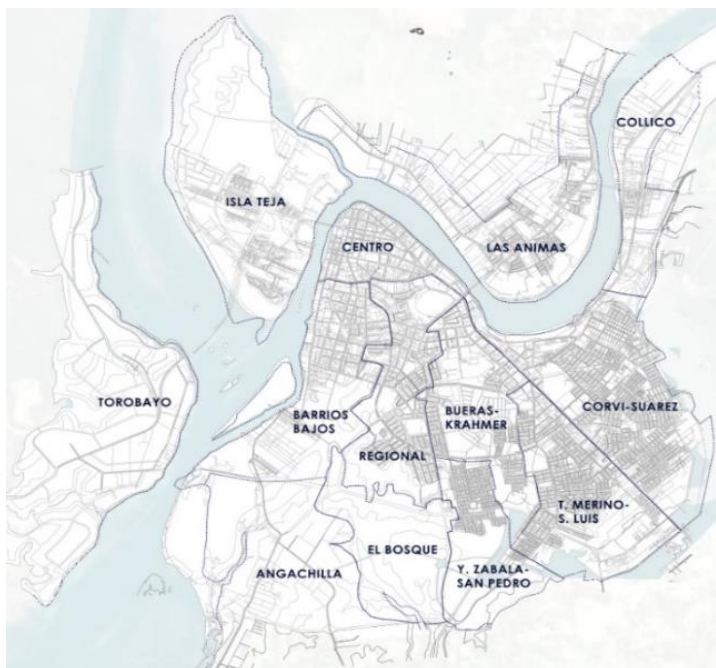


Figura 39. Barrios de Valdivia. Fuente: Elaboración propia en base a datos de Activa Valdivia.

Actualmente la ciudad de Valdivia posee una densidad alta densidad ocupacional en su zona central y cercanas, dejando libres las zonas de humedales, es una ciudad primordialmente residencial, con una tendencia a tener viviendas entre uno y dos pisos y la presencia de algunas edificaciones mayores. La ciudad de Valdivia tiene 14 barrios, definidos por agrupaciones de unidades vecinales (Figura 34). En general la ciudad es mayoritariamente compuesta por viviendas, sin embargo, posee importante centro histórico con edificaciones patrimoniales, ubicado en el barrio centro, zonas universitarias en los barrios centro e isla teja, zonas industriales ubicadas en las animas además, posee una gran cantidad de parques y abundantes zonas naturales distribuidas por la ciudad.

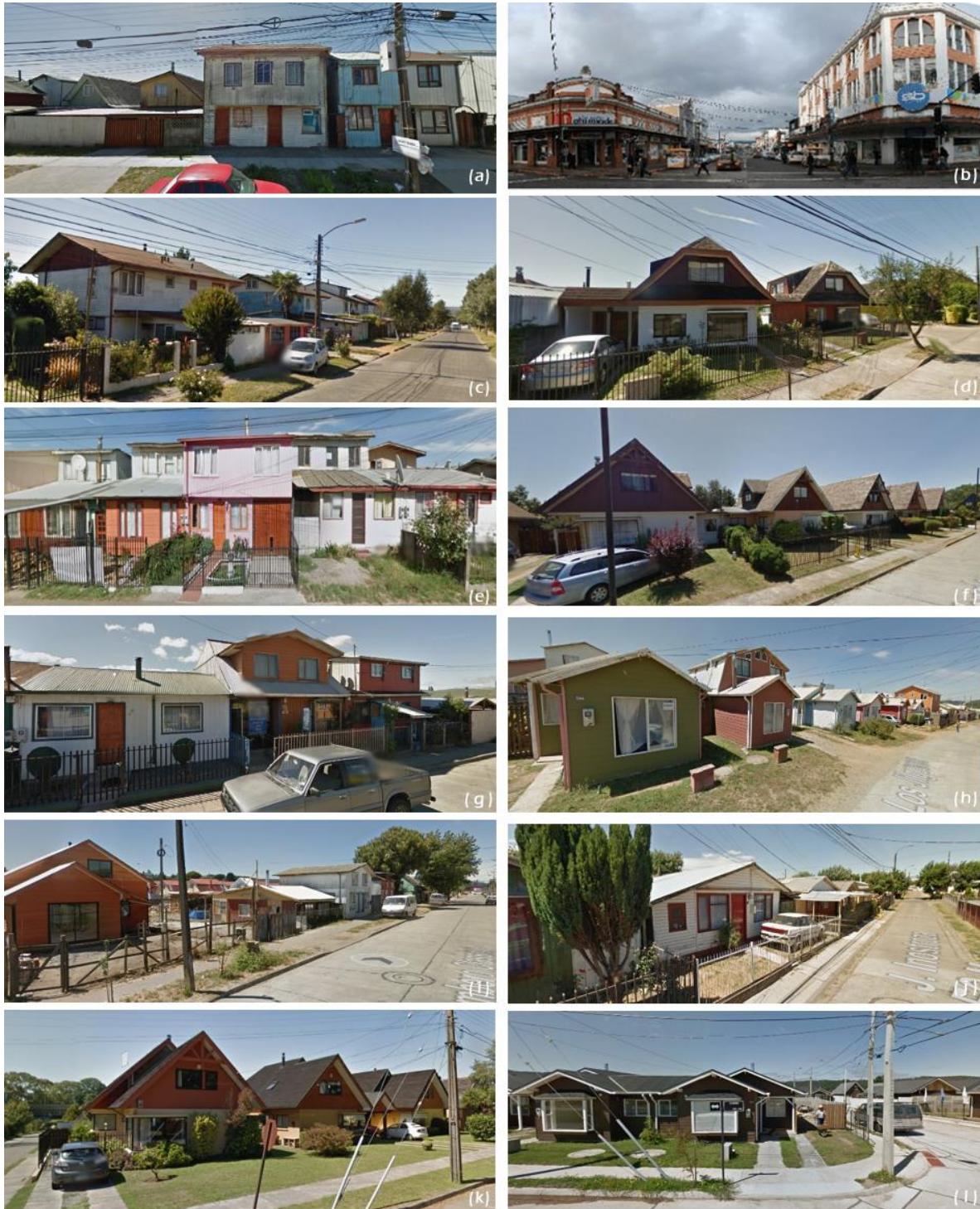


Figura 40. Imágenes de los barrios: Barrios Bajos (a), Centro (b), Regional (c), Regional (d), Bueros Krahmer(e), El Bosque (f), Zabala(g), T. Merino (h), I. Suarez (i), Las animas (j), Isla teja (k) y Collico (l) . Fuente: Google Maps.

3.2 Análisis climático

Al ser la galería acristalada un espacio que se ve influenciado por el exterior, se necesita comprender acabadamente las características climáticas de Valdivia, incluyendo información sobre temperatura, precipitaciones y vientos. Además, como este espacio basa su funcionamiento en la colección de radiación solar, se incluyen análisis de nubosidad y de sobrecalentamiento.

Según la clasificación de Köppen la ciudad de Valdivia pertenece al tipo Cfb, correspondiente a un clima templado húmedo, que carece de una estación seca. Tiene temperaturas promedio que varían entre los 5°C y los 22°C grados. Durante los periodos fríos (junio, julio y agosto) las temperaturas máximas bordean los 11°C y las mínimas tienen valores de 5°C, teniendo valores absolutos mínimos de hasta -10°C. En cambio, durante los meses más cálidos (diciembre, enero y febrero) las temperaturas máximas promedio se aproximan a 22°C, existiendo máximas absolutas registradas por sobre los 30°C (Figura 41).

Se presentan precipitaciones durante todos los meses de año, alcanzando un promedio de 162mm. Con una máxima de 339mm en el mes de junio y una mínima de 53mm en el mes de enero. La cantidad de días con precipitaciones mensuales varía de 8 días en enero a un máximo de 22 días de precipitaciones mensuales en los meses de mayo, junio y julio (Figura 42).

Referente a los vientos, se dispone que durante el invierno prima la dirección norte y en el verano predominan los vientos provenientes desde el oeste y sur (Figura 44). Los vientos se caracterizan por estar presentes durante varias horas durante el día y tienen variaciones leves a lo largo del año. La velocidad promedio es de 10 km/h.

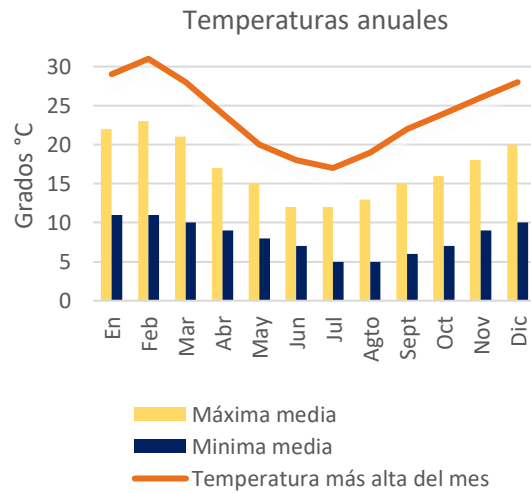


Figura 41. Temperaturas mensuales medias máximas y mínimas. Fuente: Elaboración propia en base a datos de Meteoblue.

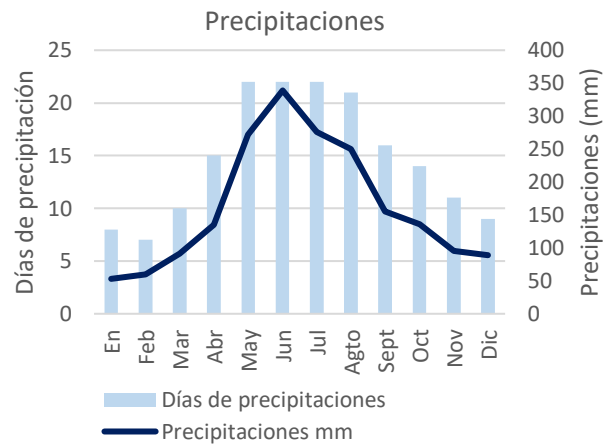


Figura 42. Precipitaciones medias mensuales. Fuente: Elaboración propia en base a datos de Meteoblue.

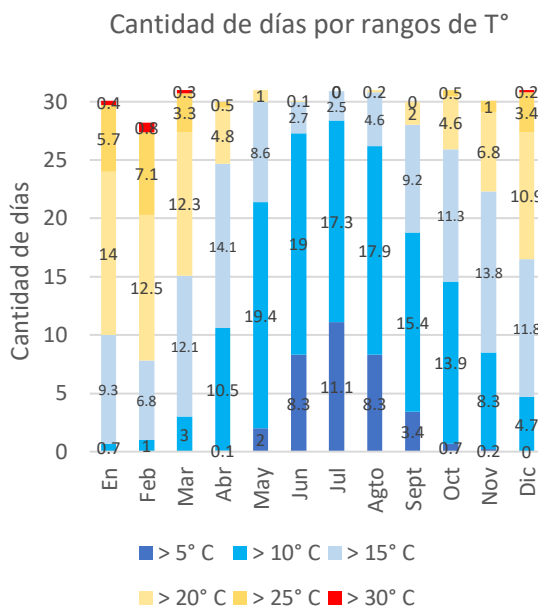


Figura 43. Temperaturas máximas diarias. Fuente: Elaboración propia en base Meteoblue.

En cuanto a la condición de asoleamiento, predominan los días parcialmente nublados y nublados con un promedio de 150 días anuales (42%). En promedio anual se denotan un total de 68 días de sol, que representan un 20% del año.

Tras lo analizado se comprende que, Valdivia se caracteriza principalmente por tener una alta cantidad de días lluviosos, con un gran número de días fríos y con nubosidad, los cuales se encuentran fuera de los niveles de confort y fuera de los rangos de temperaturas saludables (18°C, recomendados por la OMS). Por esto, la necesidad del uso de elementos para el acondicionamiento térmico es indispensable, especialmente en los días de bajas temperatura, que suceden a lo largo del año, teniendo un 74,5% del año con temperaturas máximas diarias iguales o menores a 15°C. Así también se justifica el cerramiento de espacios exteriores, que, debido a las condiciones climáticas y atmosféricas, su uso como un espacio exterior a lo largo del año es poco probable.

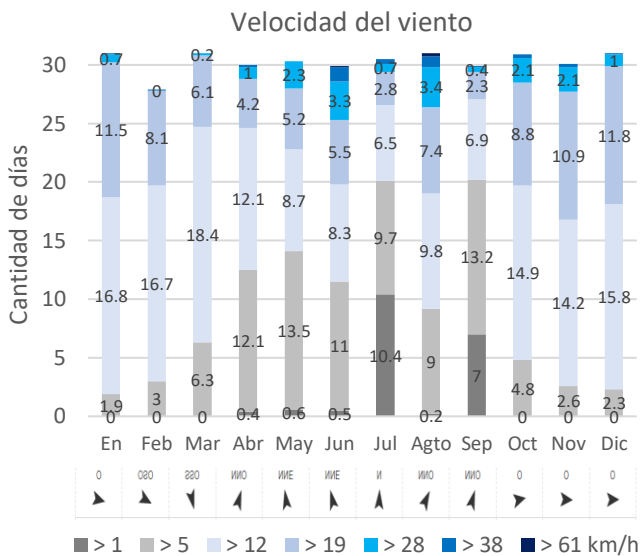


Figura 44. Velocidad y dirección del viento mensual. Fuente: Elaboración propia en base a datos de Windfinder.

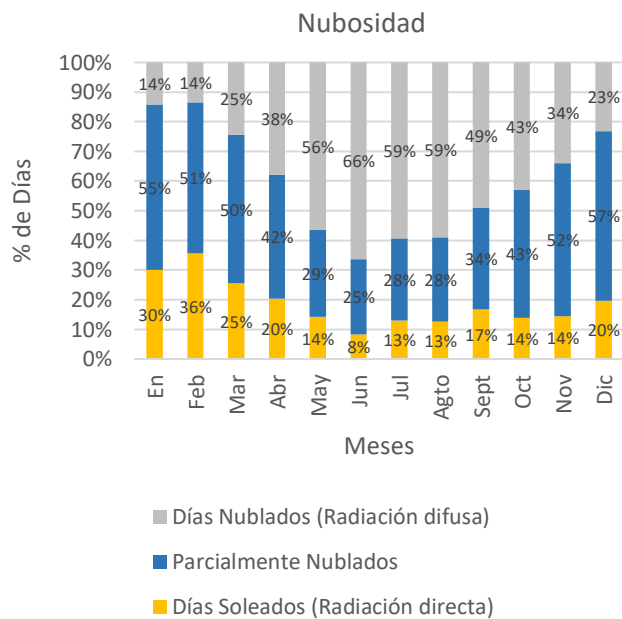


Figura 45. Porcentaje de nubosidad mensual Fuente: Elaboración propia en base a datos de Meteoblue.

Un espacio vidriado que sirva como un mediador climático, puede generar una disminución en la relación que tiene la vivienda con el clima inmediato, produciendo un efecto de amortiguación, tanto como de la temperatura y del aire que ingresan a la vivienda. Además, considerando la gran cantidad de días de lluvia, que se dan incluso en los periodos cálidos, un lugar como este, permitiría que los habitantes tuvieran una mayor relación con el exterior. Por otro lado, considerando la predominancia de días con parcial nubosidad, que se presenta en la zona de estudio, este espacio posibilita un aprovechamiento de la iluminación natural, de la cual se obtienen beneficios cognitivos (Gao et al., 2018), psicológicos (Lambert et al., 2002) y sobre el sistema inmunológico (Agmon-Levin et al., 2013).

Posibilidad de sobrecalentamiento

Según lo analizado anteriormente, tanto en este capítulo como en el anterior, en relación con las temperaturas mensuales y las temperaturas máximas mensuales (Figura 46 y 47), los meses de enero y febrero son los que tienen mayores posibilidades de tener temperaturas por sobre los 25°C. Estas temperaturas pueden generar sobrecalentamiento al interior de la galería acristalada.

Para tener un mayor detalle sobre en qué momentos del día se tienen estas temperaturas se hizo una revisión de las temperaturas por horas de los meses de enero y febrero recién pasados.

Según el análisis, se observa que las mayores temperaturas del día se presentan durante la tarde, tanto en el mes de enero como en febrero. En ambos meses estas temperaturas parten desde las 13:00 hrs. y se concentran entre los horarios de 17:00 hrs. a 20:00 hrs.

Posteriormente estas observaciones se llevaron a un análisis solar, para determinar los ángulos solares incidentes durante esos horarios. Estos análisis se hicieron sobre tres orientaciones, norte, oriente y poniente (Figuras 44, 45 y 46). En color amarillo, se representan los momentos en los que las temperaturas anuales están por debajo de los 25° C y en azul los periodos en que la radiación puede provocar sobrecalentamiento en la estructura vidriada.

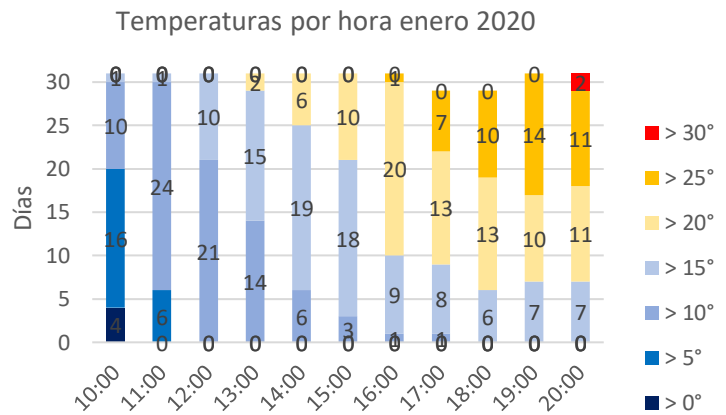


Figura 46. Temperaturas por horas del mes de enero del 2020
Fuente: Elaboración propia en base a datos de Meteoblue.

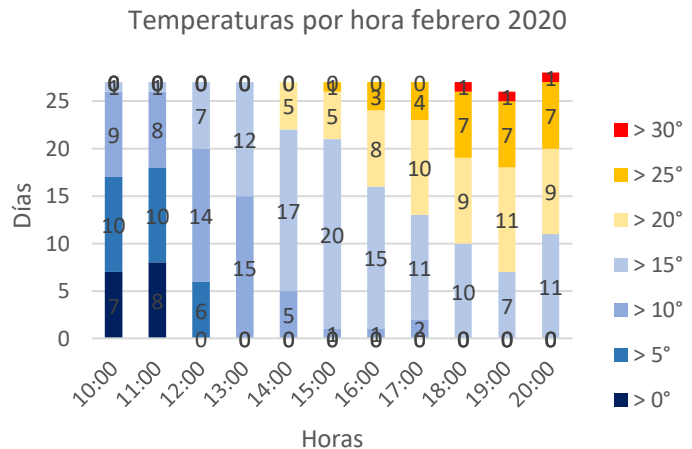


Figura 47. Temperaturas por horas del mes de febrero del 2020
Fuente: Elaboración propia en base a datos de Meteoblue.

En el análisis se presenta que, en la orientación norte (Figura 48), los ángulos incidentes durante el periodo de los meses de enero y febrero, sobre las 13:00 hrs. Tienen una altitud promedio de 50° con un azimut que parte en 270° y va hasta 355°. En el caso de la orientación oriente (Figura 49), no se presenta la posibilidad de sobrecalentamiento debido a que recibe rayos solares durante la mañana. En la orientación poniente (Figura 50) por otra parte, la cantidad de incidencia solar en los horarios con las mayores temperaturas es mayor que en las dos orientaciones anteriores con azimut de 245° a 359° con altitud promedio de 35°.

Debido a que se trabaja en viviendas existentes, la solución para estas situaciones es incorporar sistemas de protecciones solares. Esta información sirve para diseñar soluciones según sea necesario, ya que dentro del conjunto se puede dar una u otra situación.

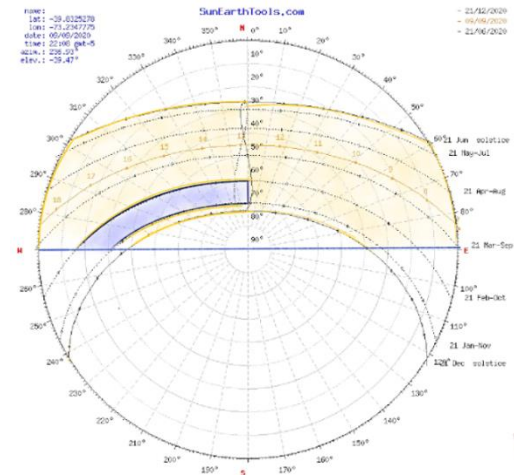


Figura 48. Análisis en fachada con orientación norte. En azul se representan los momentos anuales con posibilidad de sobrecalentamiento. Fuente: Elaboración Propia.

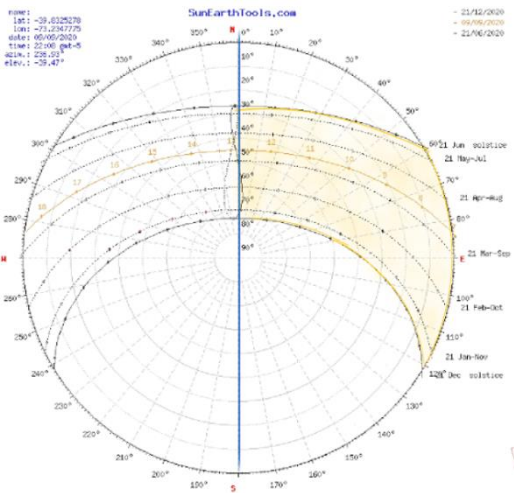


Figura 49. Análisis en fachada con orientación oriente. En azul se representan los momentos anuales con posibilidad de sobrecalentamiento. Fuente: Elaboración Propia.

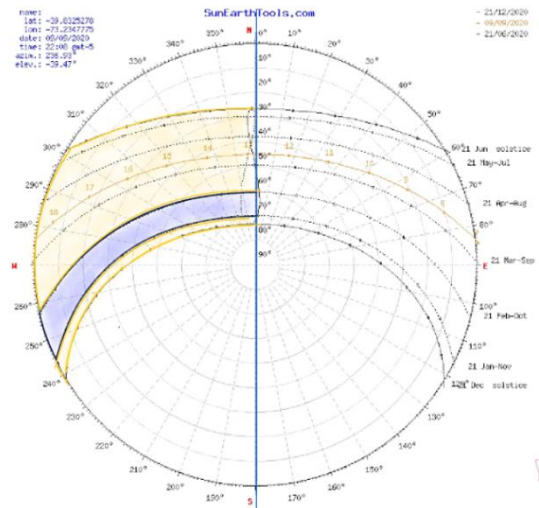


Figura 50. Análisis en fachada con orientación poniente. En azul se representan los momentos anuales con posibilidad de sobrecalentamiento. Fuente: Elaboración Propia.

3.3 Caracterización de las tipologías actuales de vivienda de Valdivia.

En este apartado se busca comprender las principales características actuales de las viviendas en la ciudad. Para esto, en primer lugar, se realiza una caracterización general de las viviendas y posteriormente se realiza un análisis tipológico.



Figura 51. Fotografía área de Valdivia. Fuente: Servicio Nacional de Turismo

Según la información del Censo 2012, la comuna de Valdivia contaba con un total de 44.839 viviendas de las cuales el 92% se ubican en zonas urbanas y un 8% en la zona rural. La mayoría de las viviendas y las construcciones de la zona urbana se caracterizan por tener una altura máxima dos pisos, debido a que los suelos suelen ser inestables y poseer un alto porcentaje de humedad y por ende se vuelve más difícil y costoso construir en altura. Sin embargo, existen algunas edificaciones de hasta 10 pisos aproximadamente.

Conforme el análisis realizado por Schueftan en el año 2016, gran parte de las viviendas no tienen los requerimientos térmicos necesarios, que provocan un mayor consumo de leña (Schueftan et al., 2016). Este alto consumo no solo afecta a las viviendas de los sectores más vulnerables de la ciudad, ya que según la investigación de Schueftan en el año 2013, existe una relación directa entre la cantidad de ingresos y el consumo de leña. En este sentido las viviendas de mayores ingresos tienen un mayor de energía de consumo total, siendo un problema que abarca a gran parte de la población (Schueftan & González, 2013).

De acuerdo a el Programa del Instituto Forestal “Observatorio de los Combustibles Derivados de la Madera” (Instituto Forestal et al., 2015) en Valdivia un 95% de las residencias utiliza leña, con un consumo de 275.630 m³ sólidos/año, representando el 43% del consumo total de la Región. El consumo de leña en Valdivia en promedio estimado por vivienda dentro del radio urbano de la comuna es de 10,1 m³ estéreo/año (Ministerio del Medio Ambiente 2015), equivalentes a 400kwh /m² aproximadamente. Tal como mencionado anteriormente, cabe recalcar que, este elevado consumo de leña no equivale a que al interior de la vivienda existan temperaturas mínimas recomendadas (Schueftan & Gonzalez, 2016).

Tipologías de vivienda:

A través de un levantamiento fotográfico de viviendas mediante la herramienta Google Maps, se clasificaron las diferentes tipologías encontradas según su altura y a su sistema de adosamiento. Además, se realizó un levantamiento de distintas elevaciones que permiten entender cómo funcionan las ampliaciones de cada tipología. En conjunto a esto, se utilizó información de la encuesta CIVA (Certificación e Investigación de la Vivienda Austral UCh (CIVA), 2012), para tener conocimientos sobre la materialidad, superficie, demanda energética anual promedio.

Viviendas pareadas de un piso:

Esta tipología representa un 37% del total de viviendas. Son viviendas de materialidad liviana o de ladrillo, con valores de transmitancia en muros que van desde $0.74 \text{ W/m}^2\text{K}$ en muros con aislación a $2.38 \text{ W/m}^2\text{K}$ en muros sin aislación y en techos de $4.72 \text{ W/m}^2\text{K}$ cuando no se tiene aislación a $0.33 \text{ W/m}^2\text{K}$ en techos que cumplen con la aislación mínima. (Figuras 53 y 54). Tienen una superficie de entre 30m^2 a 70m^2 . Esta tipología tiene una demanda anual de calefacción promedio de $7254,05 \text{ kWh-año}$, con un mínimo de $4946,81 \text{ kWh-año}$ y un máximo de 10029.33 kWh-año .



Figura 52. Viviendas pareadas de un piso. Fuente: Google Maps

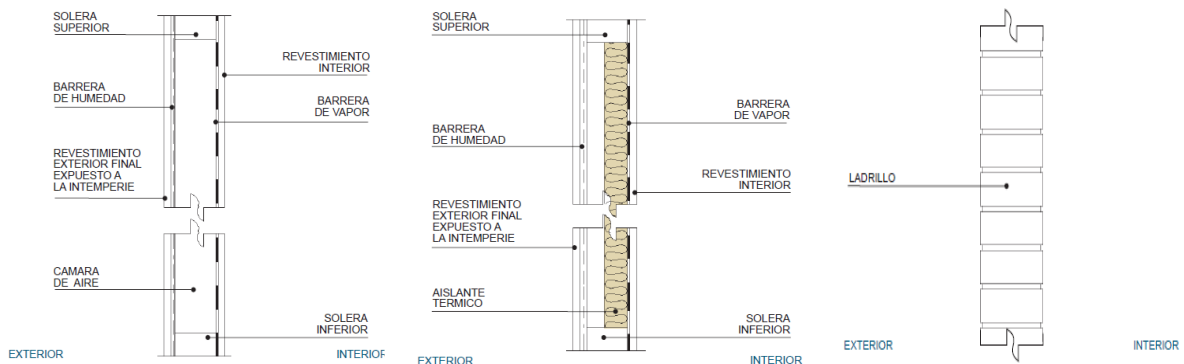


Figura 53. Materialidad muros viviendas pareadas de un piso. Fuente: CIVA,2012

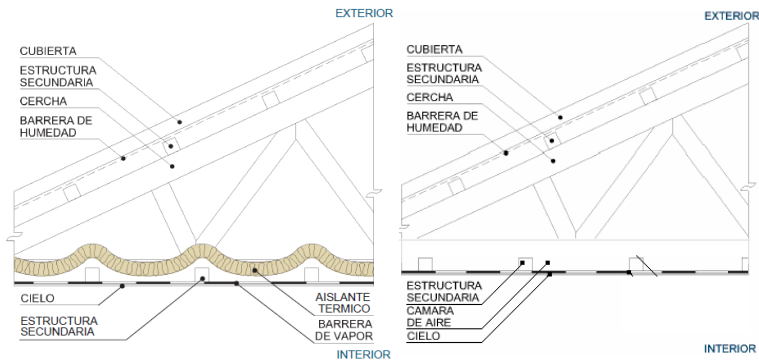


Figura 54. Materialidad techumbre viviendas pareadas de un piso. Fuente: CIVA,2012

En cuanto a las ampliaciones, se generan ampliaciones segundos pisos, ampliaciones hacia el antejardín , cerramientos de cubierta del antejardín y del acceso a la vivienda (Figura 55). Estos espacios se utilizan en primer lugar para ampliar los metros cuadrados útiles de la casa, en segundo lugar, como protección de la lluvia, tanto del ingreso (cerramiento del acceso) como lugares de estar, o de acopio de leña u otros elementos.

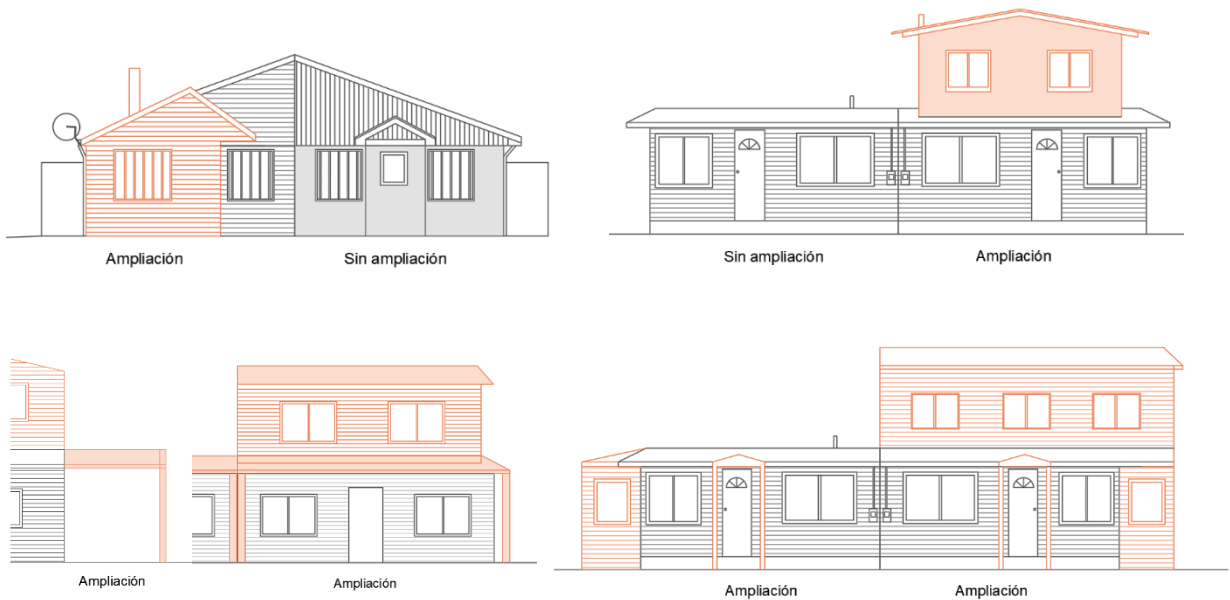


Figura 55. Ampliaciones de vivienda un piso pareada Fuente: Elaboración Propia.

Viviendas pareadas de dos pisos:

Esta tipología representa un 21% del total de viviendas. Son construcciones de materialidad liviana o de ladrillo en su primer piso y livianas en su segundo piso, con valores de transmitancia de muro de $0.83 \text{ W/m}^2\text{K}$ a $2.11 \text{ W/m}^2\text{K}$, dependiendo de la aislación y la materialidad y en techos de $0.83 \text{ W/m}^2\text{K}$ a $4.68 \text{ W/m}^2\text{K}$ (Figura 57), tienen una superficie promedio de 52m^2 , con una demanda promedio de 8961.02 kWh-año .



Figura 56. Viviendas pareadas de dos pisos. Fuente: Google Maps

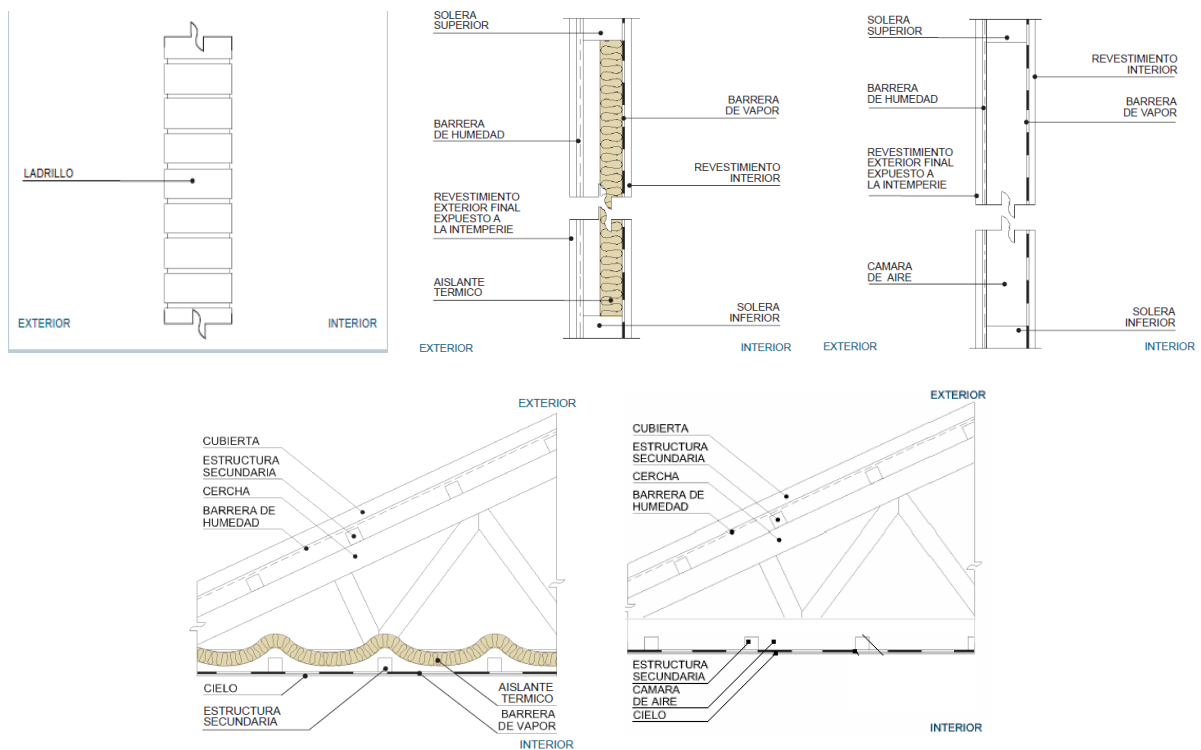


Figura 57. Materialidad viviendas pareadas de dos pisos. Fuente: CIVA,2012

Las ampliaciones de esta tipología se centran en modificaciones hacia los costados de la vivienda, llegando a los muros medianeros, son ampliaciones tanto de aumento de los metros cuadrados interiores como el de cerramiento de patios. Al igual que en el caso anterior, se presentan cerramientos de cubierta en el acceso de la vivienda. Por el contrario, en esta tipología se presentan ampliaciones de mayor escala, ampliándose en todas las direcciones posibles, modificando completamente la vivienda.



Figura 58. Ampliaciones de vivienda dos pisos pareada Fuente: Elaboración Propia.

Viviendas aisladas de un piso:

Las viviendas aisladas de un piso representan un 22% del total de viviendas. Tienen de materialidad liviana o de ladrillo con valores de transmitancia en muros que van desde los $0.71 \text{ W/m}^2\text{K}$ en muros con aislación a $2.11 \text{ W/m}^2\text{K}$ en muros de ladrillo sin aislación y en techos de $1.24 \text{ W/m}^2\text{K}$ a $4.72 \text{ W/m}^2\text{K}$. Posen una superficie promedio de 60m^2 , que va desde los 40m^2 a los 100m^2 . La demanda anual promedio de calefacción de esta tipología es de $7254,05 \text{ kWh-año}$.



Figura 59. Viviendas aisladas de un piso. Fuente: Google Maps

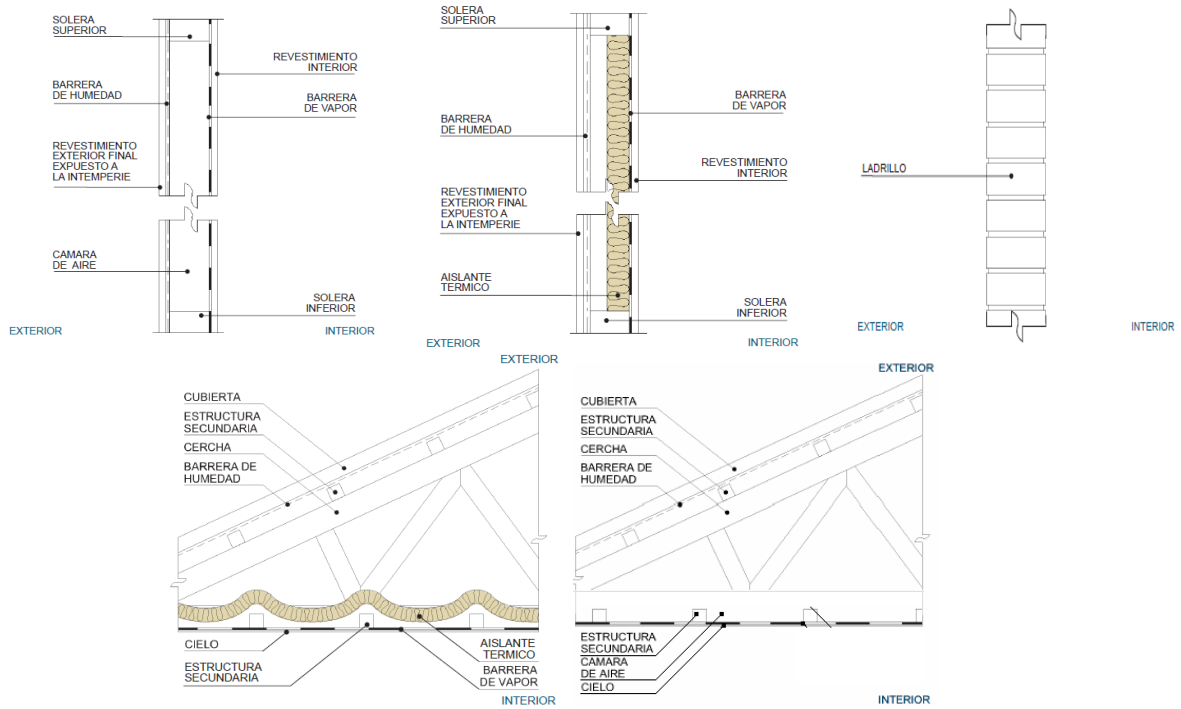


Figura 60. Materialidad viviendas pareadas de dos pisos. Fuente: CIVA,2012

Para esta tipología, en la mayoría de los casos vistos, las ampliaciones consisten en generar un segundo piso y ampliaciones en ambos costados de la vivienda, transformando la característica de ser una vivienda aislada a ser una vivienda pareada. Del mismo modo que los casos anteriores, se utilizan cerramientos en la entrada y en los patios laterales.

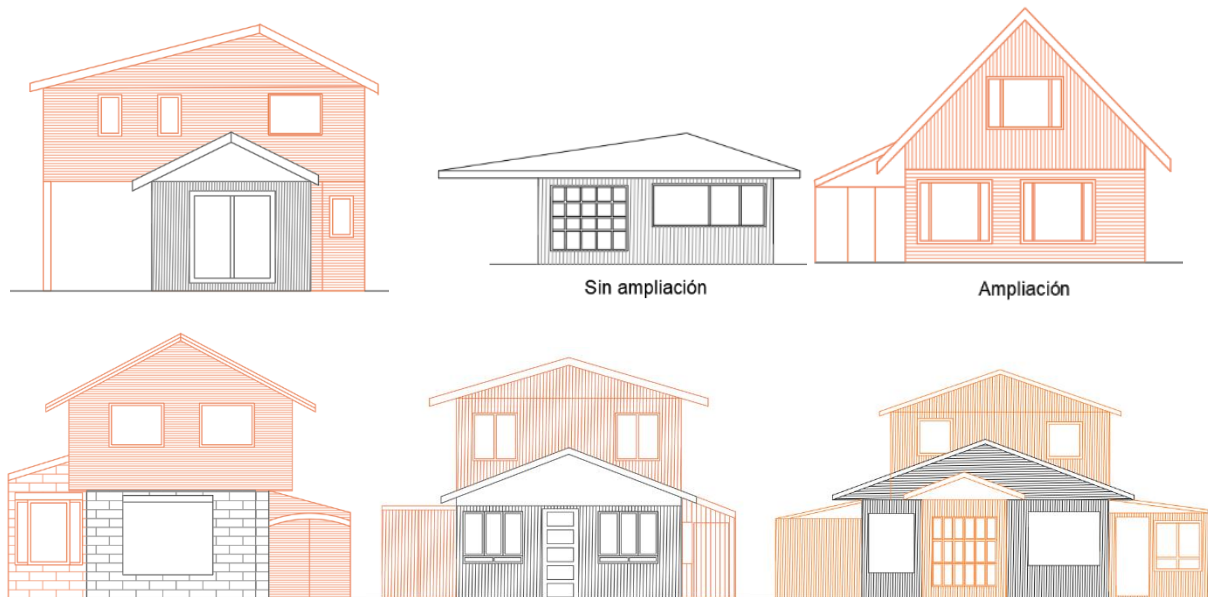


Figura 61. Ampliaciones de vivienda un piso aislada Fuente: Elaboración Propia.

Viviendas aisladas de dos pisos:

Esta tipología representa un 19% del total de viviendas. Tienen como materialidad sólida en el primer piso y con una materialidad liviana en el segundo nivel, con transmitancia térmica en muros de $0.42\text{W/m}^2\text{K}$ en los muros con aislación y $2.11\text{W/m}^2\text{K}$ en los muros de ladrillo sin aislación y en techos de $0.41\text{W/m}^2\text{K}$ a $1.35\text{W/m}^2\text{K}$. Una superficie de 100m^2 promedio, que va desde los 70m^2 a los 140m^2 . La demanda de calefacción promedio de esta tipología es de $15249,3\text{kWh-año}$.



Figura 62. Viviendas aisladas de dos pisos. Fuente: Google Maps

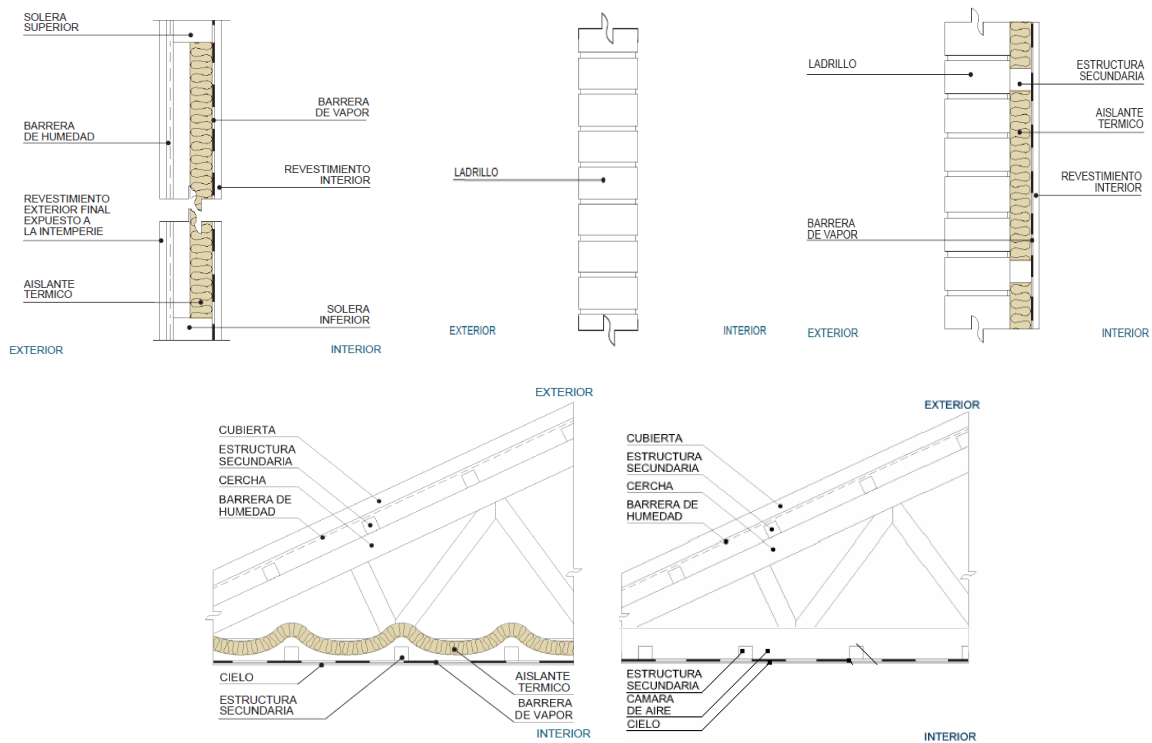


Figura 63. Materialidad viviendas aisladas de dos pisos. Fuente: CIVA,2012

Similar que, en el caso de las viviendas pareadas de dos pisos, las ampliaciones de las viviendas aisladas de dos pisos se realizan en los laterales de la vivienda. Son ampliaciones que cierran parte del jardín y aumentan los metros cuadrados interiores de la vivienda (Figura 64).



Figura 64. Ampliaciones de vivienda dos pisos aislada Fuente: Elaboración Propia.

Vivienda en altura:

Son edificaciones de 3 hasta 10 pisos de altura, con departamentos con un promedio de 50m². Son una tipología que se presenta en menor cantidad, se encuentran distribuidos principalmente en la zona central y cercano a la costanera e isla teja (Figura 65).

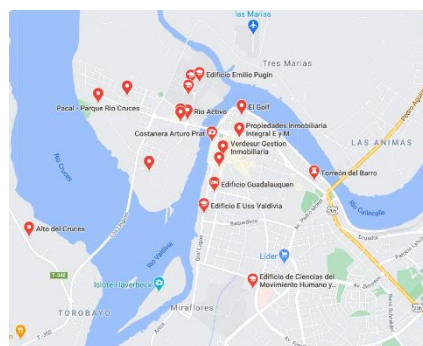


Figura 65. Vivienda en altura en Valdivia. Fuente: Google Maps



Figura 50. Viviendas pareadas de dos pisos. Fuente: Google Maps

En esta exposición de información sobre las viviendas en Valdivia, se hace notorio el requerimiento de proyectos de reacondicionamiento térmico de la vivienda, ya que en todos los casos se presenta una **alta demanda de calefacción, debido a la baja o nula aislación de muros y techumbre**. Incluso en los casos en los que se tiene un mejor valor de transmitancia térmica, se siguen teniendo altas demandas, como en el caso de la tipología de dos pisos aislada.

Un análisis importante de esta descripción de tipologías de vivienda, son observaciones realizadas sobre las **ampliaciones** de las tipologías, que se dan en gran parte de las viviendas, esto se da debido a que existe a una necesidad que no resuelven las tipologías por sí mismas, llevando al usuario a implementar modificaciones en su vivienda. De lo analizado se pueden encontrar 3 tipos de extensiones, **ampliaciones de la vivienda**, ya sea en un segundo piso o hacia un costado de la vivienda, **cerramientos de patios y cerramientos o cubiertas en la zona del acceso a la vivienda**. Esta acotación, es importante de considerar e implementar en las estrategias proyectuales.

Tras realizado el análisis, se comprende que las viviendas en Valdivia tienen una necesidad de reacondicionamiento térmico, que haga énfasis en la hermeticidad de la vivienda y de acondicionamiento espacial, que es necesario que se evalúen en conjunto y no de forma separada como se hace actualmente.

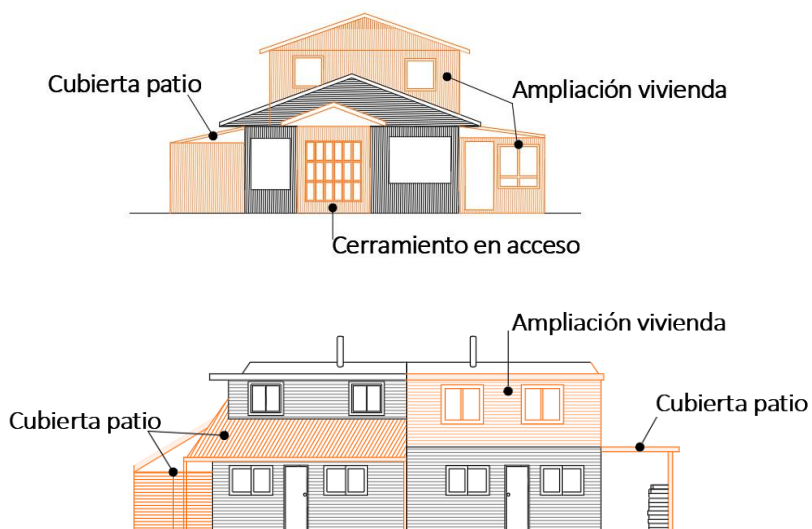


Figura 66. Ejemplos de ampliaciones. Fuente: Elaboración Propia.

3.4 Edificaciones con influencia alemana con estructuras vidriadas en Valdivia

La arquitectura tradicional de la zona sur de Chile proviene de un proceso de adaptación vernácula de distintas tecnologías y tipologías que provienen de Europa. En este proceso, la ciudad de Valdivia se convirtió en un centro de extensión de sistemas, materiales y tipologías para el resto de la región. Además, el proceso ayudó a generar un crecimiento urbano y arquitectónico de la ciudad. (Tilleria González & Vela Cossio, 2017). La mayoría de las edificaciones de este tipo fue construida como vivienda de materialidad de madera, con una tipología común en cuanto a la distribución y orden de planta. Se basa en un eje axial construido por un pasillo o si tiene mayores dimensiones de hall, que remata en una zona vidriada orientada hacia el norte (Cerdea Brintrup, 2009). En la actualidad algunas de estas edificaciones han sido restauradas para el uso público y universitario, formando parte de la Universidad Austral. Son utilizadas como centros culturales, edificios educacionales y están concentradas en dos sectores principales, en Isla Teja y en la zona cercana a la calle Yungay-General Lagos.

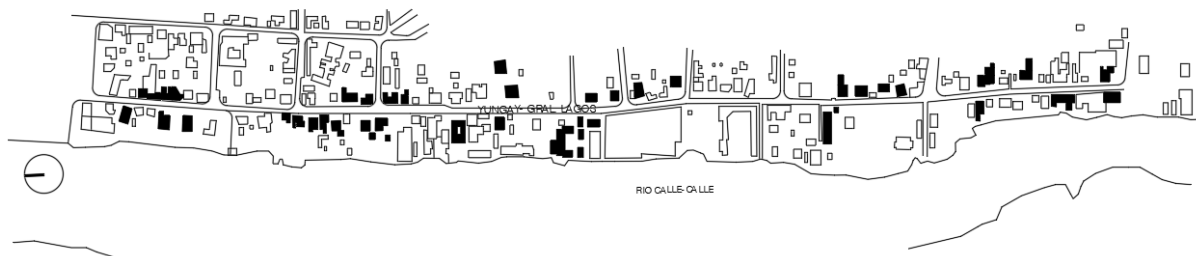


Figura 67. Viviendas tradicionales en Calle Yungay-General Lagos. Fuente: Elaboración propia en base a Conjuntos Urbanos Histórico-Arquitectónicos, Valdivia, S XVIII-XIX.

Así como se expuso anteriormente, en las edificaciones de arquitectura tradicional de la ciudad de Valdivia, como en otras de la zona sur, se pueden encontrar estructuras vidriadas. Dentro de las adaptaciones que se introdujeron en las viviendas, una fue la composición de fachadas, se aumentó la incorporación de vanos y se incrementó el tamaño de estos, ocasionando mayor iluminación en el interior de la vivienda. Asimismo, se integraron galerías vidriadas en reemplazo de los corredores exteriores, transformando este espacio en un nuevo lugar iluminado que se puede utilizar en los días nublados. Su construcción se estandariza para ser fabricado en talleres especializados (Cherubini, 2016) (Figura 68).

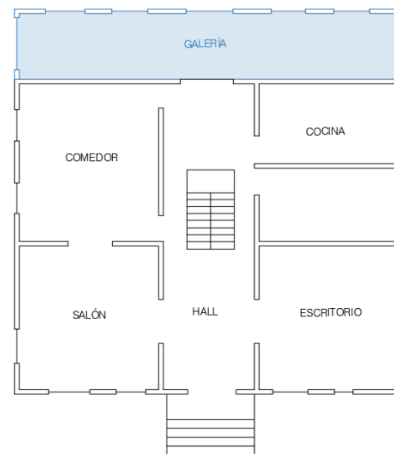


Figura 68. Ejemplo de galería vidriada en vivienda Casa dos Miradores, en Osorno. Fuente: Elaboración propia en base Arquitectura tradicional de Osorno y La Unión.

Casa Familia Lunecke

Es una vivienda del siglo XIX ubicada en la calle Picarte. La galería acristalada se encuentra ubicada en la zona izquierda de la fachada principal, generando un acceso secundario a la vivienda (Figura 70). Este espacio forma parte del primer nivel de la vivienda, cuya estructura se compone de una zona vidriada que no cubre la totalidad del muro (Figura 69). La fachada de este espacio es simétrica con el eje en la puerta central.



Figura 69. Fotografía de casa Familia Lunecke. Fuente: Elaboración propia en base Conjuntos Urbanos Histórico-Arquitectónicos, Valdivia, S XVIII-XIX.



Figura 70. Elevación de casa Familia Lunecke, se representa en azul la galería acristalada. Fuente: Elaboración propia en base Conjuntos Urbanos Histórico-Arquitectónicos, Valdivia, S XVIII-XIX.

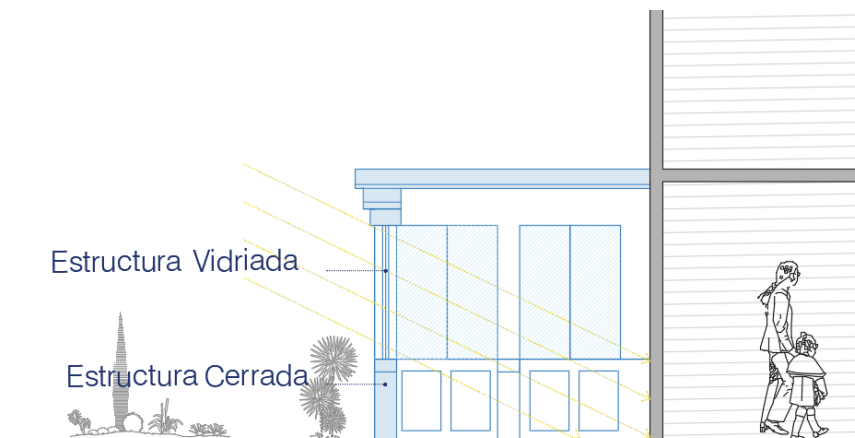


Figura 71. Corte esquemático. Fuente: Elaboración propia

Casa Von Stillfried

La Casa Von Stillfried, fue construida en 1911 por Werkmeister. Actualmente es la facultad de Filosofía y Educación de la Universidad Austral. Su materialidad es principalmente de madera con revestimientos de fierro galvanizado y hojalata. La galería acristalada se encuentra vinculada a una habitación distinta a la del acceso y del eje ordenador (Figura 70). Este espacio tiene una forma en planta semi hexagonal, que en su fachada posee elementos ornamentales(Figura 69).



Figura 72. Fotografía de casa Von Stillfried. Fuente: Conjuntos Urbanos Histórico-Arquitectónicos, Valdivia, S XVIII-XIX.



Figura 73. Elevación de casa Von Stillfried, se representa en azul la galería acristalada. Fuente: Elaboración propia en base Conjuntos Urbanos Histórico-Arquitectónicos, Valdivia, S XVIII-XIX.

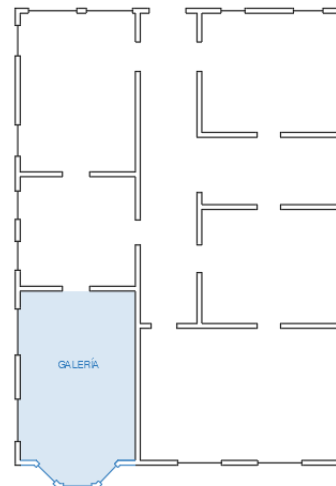


Figura 74. Planta de casa Von Stillfried, se representa en azul la galería acristalada. Fuente: Elaboración propia en base Conjuntos Urbanos Histórico-Arquitectónicos, Valdivia, S XVIII-XIX.

Casa Burschenschaft Vulkania

Esta casa, construida en el año 1906 se encuentra en la zona sur de la isla teja, en su frontis delimita con el Río Valdivia (Figura 75). Es un centro universitario para el perfeccionamiento del idioma alemán. En esta casa la galería vidriada toma como forma la de un gran pasillo acristalado (Figura 77) que es el acceso a la vivienda. Este espacio iluminado se conforma como un elemento articulador de las circulaciones, en su interior tiene una división en la zona cercana a la puerta principal, produciendo una “chiflonera” o recibidor que permite evitar el ingreso de viento helado y generar una zona previa de ingreso a la vivienda. La galería acristalada en este caso la galería funciona como un espacio intermedio de circulaciones, con vistas al río (Figura 78).



Figura 75. Fotografía casa Burschenschaft Vulkania. Fuente: Casas de Valdivia, Herencia Alemana , 2013



Figura 76. Fotografía galería Burschenschaft Vulkania. Fuente: Casas de Valdivia, Herencia Alemana , 2013



Figura 77. Fotografía interior de galería Burschenschaft Vulkania. Fuente: Casas de Valdivia, Herencia Alemana , 2013

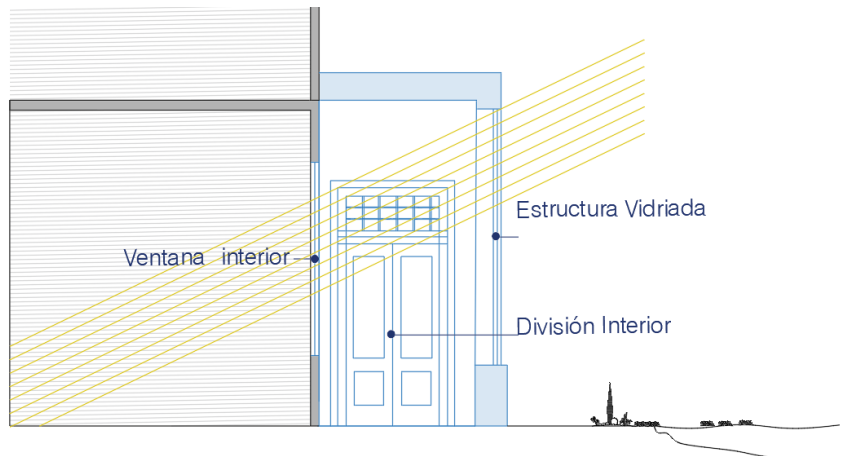


Figura 78. Corte esquemático de galería Burschenschaft Vulkania. Fuente: Elaboración Propia

Casa Río Cruces

Esta casa forma parte del Fundo corcovado, se sitúa cercana al Río Cruces rodeada por jardines (Figura 79). La galería de esta vivienda se encuentra en la fachada orientada hacia el río, al igual que el ejemplo anterior, este espacio es una zona intermedia que provee un acceso a la vivienda y da paso a otras habitaciones. Tiene una forma alargada que se encuentra desplazada del volumen principal (Figura 81). La galería se utiliza como una zona de estar o comedor, aprovechando la iluminación y vistas que tiene esta zona (Figura 80).



Figura 79. Fotografía casa Río Cruces. Fuente: Casas de Valdivia, Herencia Alemana , 2013



Figura 80. Fotografía interior galería casa Río Cruces. Fuente: Casas de Valdivia, Herencia



Figura 81. Fotografía galería casa Río Cruces. Fuente: Casas de Valdivia, Herencia Alemana ,

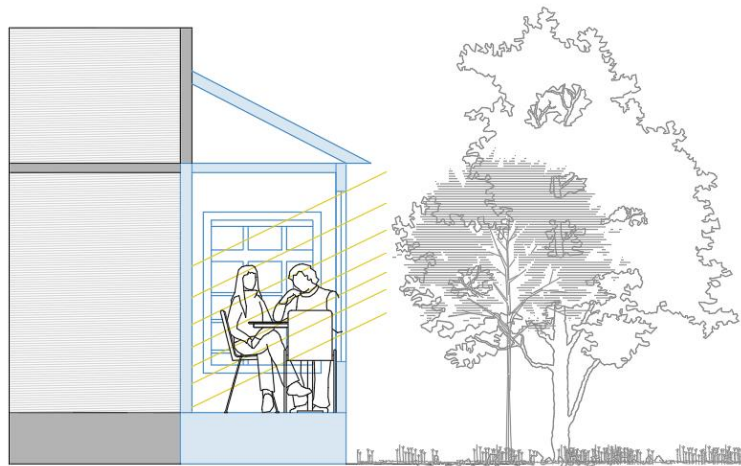


Figura 82. Corte esquemático de galería Casa Cruces. Fuente: Elaboración Propia

Casa Los Ciruelos

La casa de los Ciruelos del año 1936 es parte del fundo los Ciruelos. En esta vivienda la galería se ubica en la fachada posterior, a diferencia de los casos vistos anteriormente, se incluye en la edificación y no queda como un volumen aparte (Figura 84). La galería se encuentra en el primer piso y utiliza la mitad de la fachada. Se repite tener como característica, el ser una zona utilizada como un acceso a la vivienda y que tenga proporciones de ser un espacio de circulación o espacio intermediario entre la vivienda y otras habitaciones (Figura 85).



Figura 83. Fotografía casa Los Ciruelos. Fuente: Casas de Valdivia, Herencia Alemana , 2013

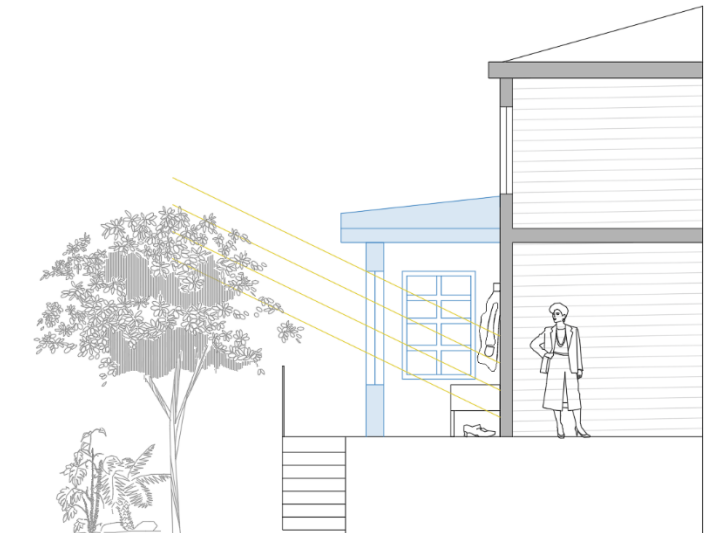


Figura 84. Corte esquemático casa Los Ciruelos. Fuente: Elaboración Propia



Figura 85. Fotografía interior Los Ciruelos. Fuente: Casas de Valdivia, Herencia



Figura 86. Otras edificaciones patrimoniales con áreas vidriadas o galerías acristaladas. Fuente: Conjuntos Urbanos Histórico-Arquitectónicos, Valdivia, S XVIII-XIX, Google Maps y Universidad Austral de Chile.



Figura 87. Edificaciones en Calle Picarte y Pasaje Behrens, se representa en azul la galería acristalada. Fuente: Elaboración propia en base Conjuntos Urbanos Histórico-Arquitectónicos, Valdivia, S XVIII-XIX.

En la mayoría de los casos revisados, las galerías se utilizan como espacios de acceso a la vivienda, ya sea un acceso principal o secundario. Tienen la cualidad de ser espacios intermedios, con la propiedad de vincular a la vivienda con su entorno, en las casas exploradas esto tiene relación con su ubicación, ya que se encuentran emplazadas cercanas a los bordes de río o rodeadas por jardines o vistas hacia los volcanes de la zona. Dentro de la volumetría de las edificaciones este espacio tiende a ser un **elemento externo al volumen principal**, con dimensiones más bien alargadas y angostas.

Por otro lado, además de que estos espacios tienden a ser **articuladores** de las habitaciones de la vivienda, como un elemento conductor o distribuidor, también sirven como **recibidor o chiflonera**, en las fotografías interiores se puede ver que se utilizan elementos como bancas o colgadores de ropa cercanos a la puerta de acceso. Esta característica es importante de valorizar e incorporar al modelo de vivienda en una zona como Valdivia, en la que el cambio de condiciones climáticas entre el exterior y el interior de la vivienda requiere de modificaciones en el vestuario e implementos, tales como botas o paraguas o chaquetas.

En resumen, se tiene que, en las viviendas tradicionales de Valdivia, las galerías se caracterizan por ser **espacios intermedios de acceso** que cumplen con la función de proteger a la vivienda y funcionar como una **chiflonera o recibidor** de la vivienda.

3.5 Selección del caso de estudio

Ya que el objetivo es incorporar la galería acristalada como un dispositivo de reacondicionamiento térmico y espacial de forma íntegra a la vivienda. Se busca una tipología que permita tener crecimiento, es decir que se pueda generar una ampliación. Entonces, el caso de estudio se determina por sus posibilidades de ampliación y extensión, permitiendo tener una mayor holgura a la hora de proyectar, y así además generar una intervención completa, que vaya desde el reacondicionamiento térmico de la envolvente hasta el reacondicionamiento espacial de la vivienda. Por esta razón, se utiliza como tipología la vivienda de un piso aislada, que, de acuerdo con el análisis de tipologías realizado, es la que mayor diversidad de ampliaciones permite (Figura 79).

En base a este objetivo, se decide seleccionar como caso de estudio el conjunto señalado (Figura 88). El conjunto fue construido en el año 2005 aproximadamente (Figura 91) y según lo revisado a través de Street View, pocas viviendas han sido intervenidas. En cuanto al consumo de leña, según la cartografía del Observatorio de ciudades UC (Figura 89), el conjunto se encuentra en una zona de consumo de leña de 350 a 500 lm^3/ha . El conjunto se compone por 107 viviendas de 60 m^2 , con una sala de estar, cocina, dos habitaciones y un baño (Figura 94). En cuanto a la materialidad, se estima que la vivienda es de albañilería con aislación y ventanas de vidrio simple, de acuerdo a las fotografías y a similitudes con viviendas levantadas por la encuesta CIVA.

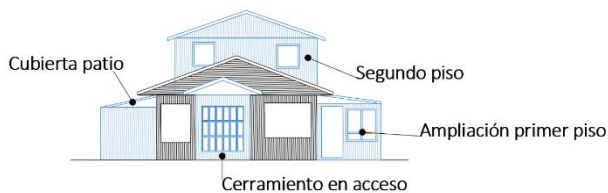


Figura 90. Ampliaciones tipologías de un piso aislada. Fuente: Elaboración propia.

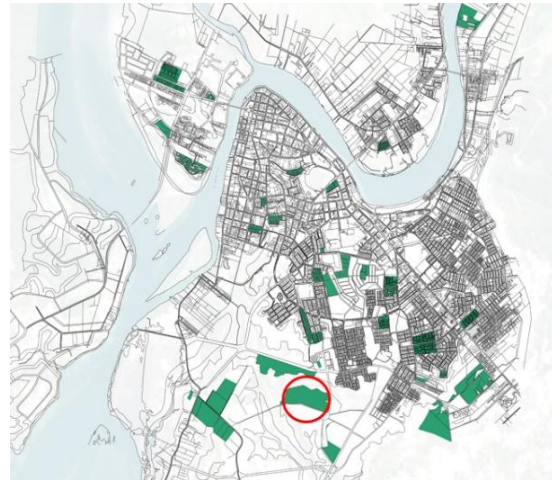


Figura 88. Levantamiento de tipología 1 piso aislada. Fuente: Elaboración propia.

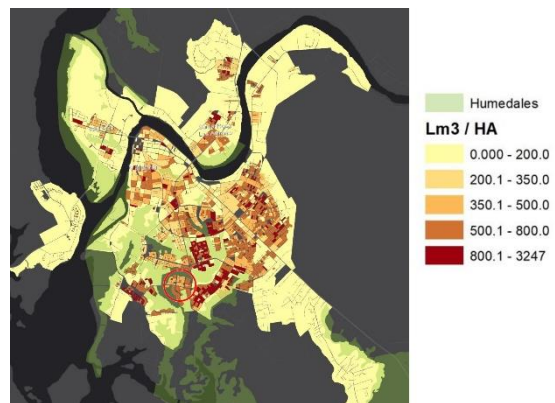


Figura 89. Cartografía consumo de leña en Valdivia. Fuente: Observatorio de ciudades UC 2019.

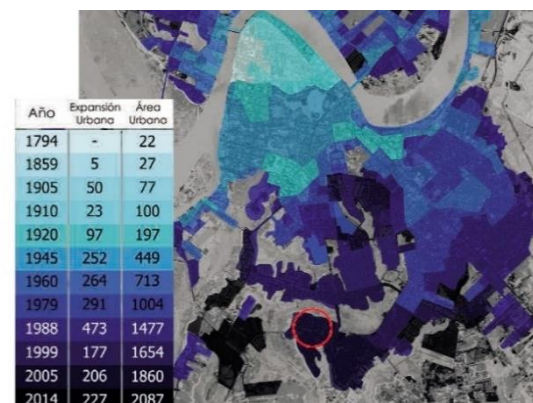


Figura 91. Cartografía Evolución Área Urbana de Valdivia (1794-2014) . Fuente: Valdivia y su evolución Post Terremoto 1960, 2016



Figura 92. Planta de conjunto. Fuente: Elaboración propia.



Figura 93. Fotografías de viviendas. Fuente: Google Maps

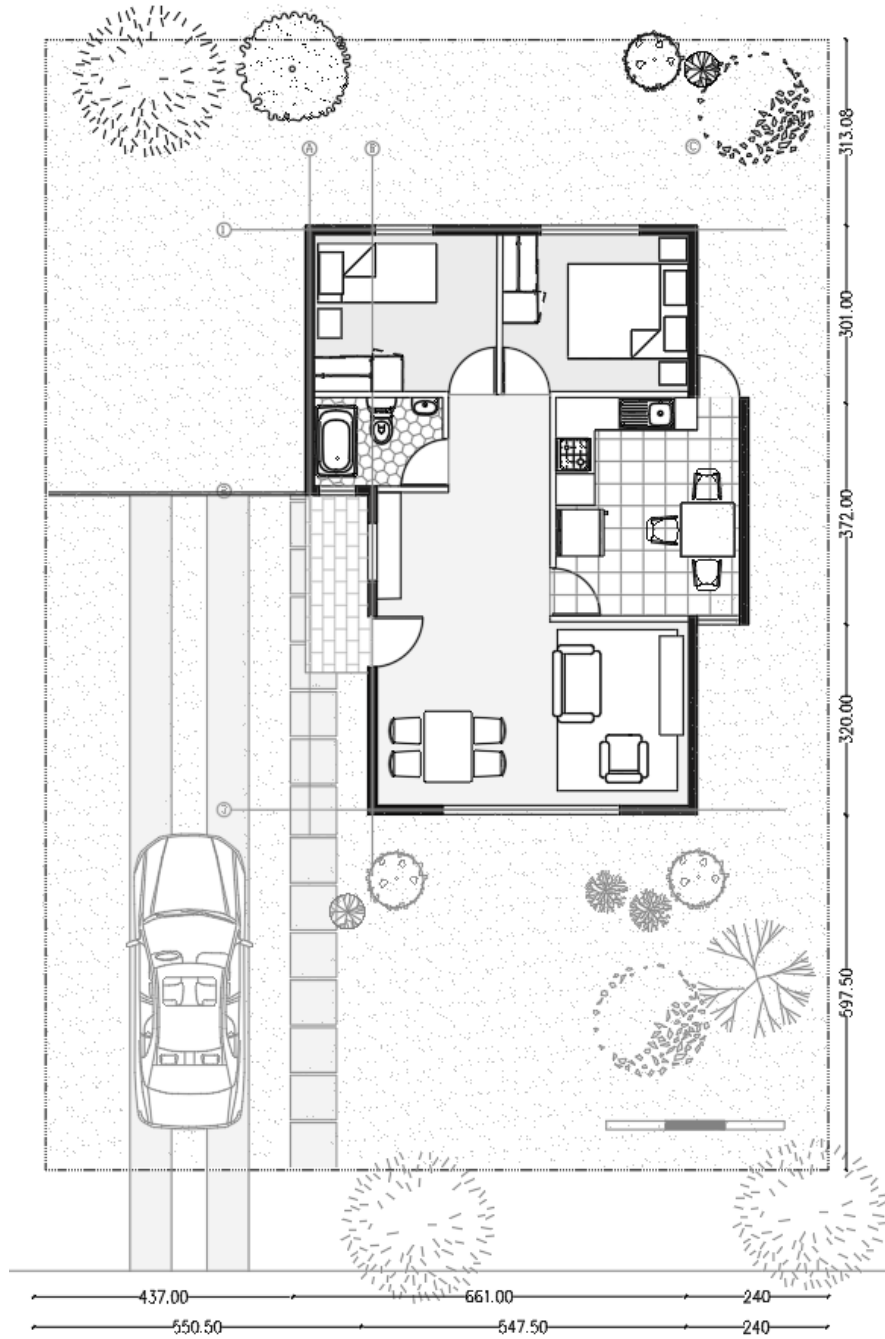


Figura 94. Planta de la vivienda. Fuente: Elaboración propia.

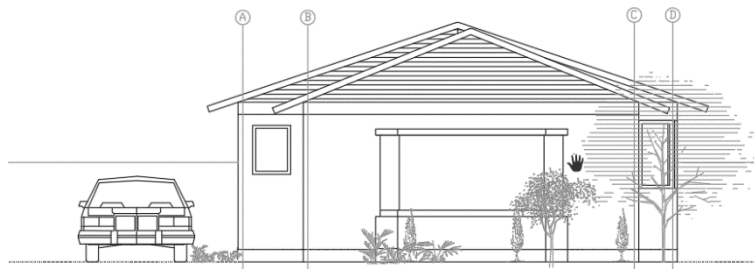


Figura 95. Elevación de la vivienda. Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO 4
GALERÍA ACRISTALADA COMO ESTRATEGIA
PROYECTUAL

Galería acristalada como estrategia proyectual

Con el objetivo de que este espacio cumpla en la reducción del consumo energético de la vivienda, se realiza un experimento a través de la modelación de simulaciones energéticas para determinar qué parámetros son fundamentales para su posterior replicabilidad.

En la primera parte de este capítulo se genera una identificación de las variables que conforman espacialmente a las galerías acristaladas, posteriormente se presenta la modelación experimental con el caso base a comparar, un análisis de estrategias para el sobrecalentamiento y finalmente un análisis de posibles vínculos de la galería acristalada con la vivienda.

4.1 Parámetros de la galería acristalada

Según los ejemplos y definiciones revisadas anteriormente, se puede decir que la galería acristalada, se define en su espacialidad principalmente por su morfología, materialidad y uso.

Morfología: Morfológicamente, la configuración de la galería acristalada depende generalmente de tres parámetros, ancho, alto y largo de la estructura. Normalmente se caracteriza por ser un espacio uniforme sin divisiones interiores. Estas variables generan diversos tipos de volúmenes según sus combinaciones, que influyen sobre la cantidad de acristalamiento de la estructura y por ende de sus ganancias energéticas provenientes de las radiaciones solares. (Figura 96). La morfología de la galería acristalada es una variable que puede definir otras características del espacio, como la ocupación o uso que se le pueda dar a la galería.

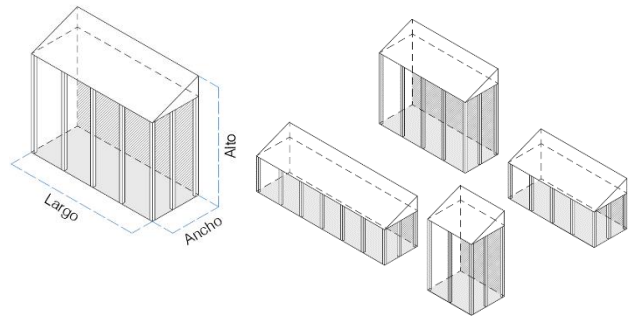


Figura 96. Parámetros morfológicos y ejemplos de sus combinaciones. Fuente: Elaboración propia.

Materialidad: En este caso, como se considera la aplicación de una galería acristalada es a una vivienda existente, la galería se transforma en un espacio contiguo a la estructura preexistente. En este sentido, el factor material se puede separar en dos conjuntos, aquellos que forman parte de la vivienda existente aquellos relacionados a la estructura nueva (Figura 97). En la estructura nueva se divide en diferentes sistemas, de muros, cubierta y suelos. En general las galerías acristaladas tienen sus muros compuestos por

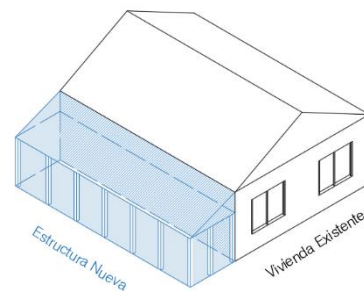


Figura 97. Estructura nueva y vivienda existente. Fuente: Elaboración Propia.

paneles de vidrio, con una estructura de madera o metálica. La cubierta por otro lado tiene como posibilidad de formar parte del acristalamiento o ser estructuras opacas que en vivienda comúnmente se realizan con sistemas constructivos de madera. Los suelos de este tipo de espacio varían en dependencia del uso y de la conexión que se tenga con la estructura contigua, pudiendo tener distintas materialidades tales como, baldosas, madera, piedras u hormigón (Figura 98). Vinculado a la estructura existente se encuentra como elemento el muro contiguo a la nueva estructura que incluye sus aberturas (Figura 99). En este caso, la vivienda tiene muros de ladrillo con ventanas de vidrio simple. Este elemento es de bastante importancia en cuanto a la comunicación que se pudiese dar entre la vivienda y el nuevo espacio, ya que dependiendo de la cantidad de aberturas el espacio estará más o menos comunicado con la vivienda. En el contexto del caso de estudio, en vista del consumo energético que presentan las viviendas, un factor importante en cada elemento material expresado en este punto es su valor de coeficiente global de transferencia de calor, más conocido como transmitancia térmica o valor U, ya que esto influye en la hermeticidad de la vivienda, reduciendo o aumentando las demandas de consumo de energía.

Uso: El uso que se le puede dar a este espacio es variable, debido a que las condiciones ambientales que se presentan en su interior dependen de las condiciones higrotérmicas del exterior. De acuerdo con los ejemplos vistos en capítulos anteriores, este espacio tiene como posibles configuraciones ser un espacio de estar durante los periodos más cálidos del día o del mes. (Figura 100). Un espacio en el que se producen circulaciones, tanto de verticales como horizontales, transformándose en un articulador tanto como con la vivienda y el exterior y con espacios dentro de la misma vivienda (Figura 101). A su vez este espacio puede asociarse a una actividad productiva vinculado al cultivo agrícola

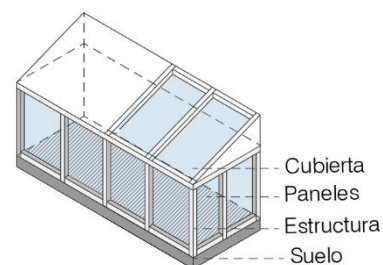


Figura 98. Partes de la galería acristalada. Fuente: Elaboración Propia.

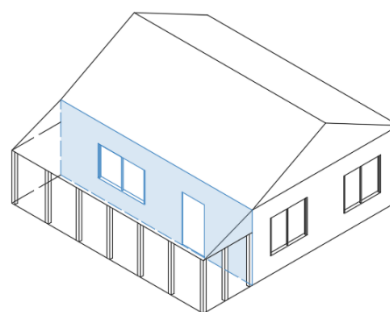


Figura 99. Muro contiguo a la nueva estructura que incluye sus aberturas. Fuente: Elaboración Propia.

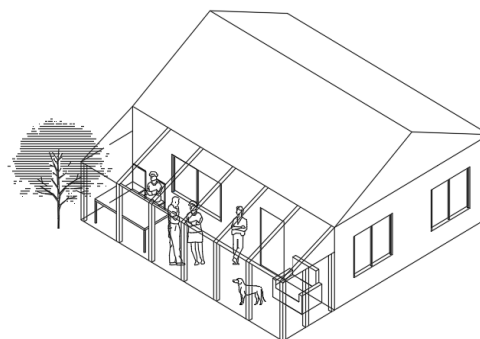


Figura 100. Esquema de configuración de la galería acristalada como una zona de estar. Fuente: Elaboración Propia.

doméstico, debido a que las condiciones interiores generadas son beneficiosas para ciertas especies. (Figura 102). Debido a que este espacio es cambiante en sus condiciones ambientales, se podría pensar en que el uso de este espacio también cambia a lo largo del año.

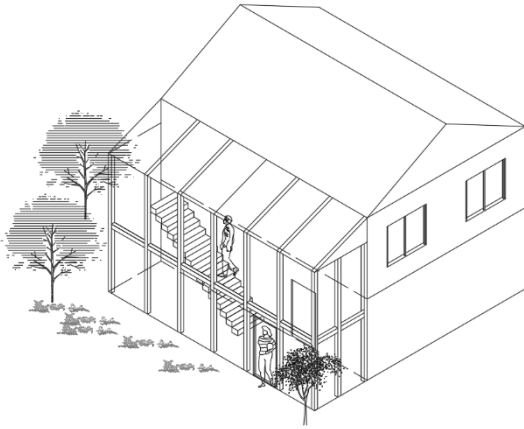


Figura 101. Esquema de configuración de la galería acristalada como una zona de circulación. Fuente: Elaboración Propia.

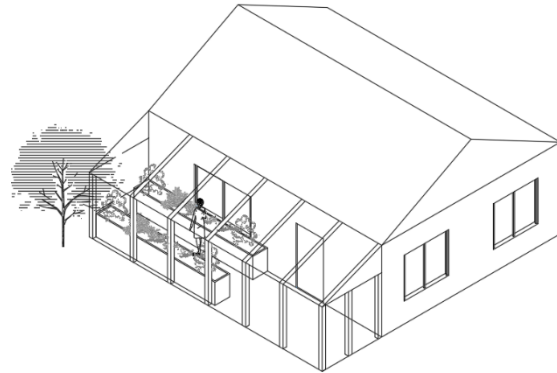


Figura 102. Esquema de configuración de la galería acristalada como una zona de cultivo. Fuente: Elaboración Propia.

4.2 Modelación experimental de parámetros de diseño de la galería acristalada

Con la finalidad de determinar qué características debe tener la galería acristalada para que cumpla con el objetivo de reducir el consumo energético de la vivienda, se realizan mediciones experimentales de diferentes combinatorias de parámetros revisados anteriormente. Este experimento, permite obtener como resultado la combinación de parámetros más efectiva, que según lo analizado genere una estructura que contribuya con una disminución de la demanda energética de la vivienda, por otro lado, permite determinar que parámetros son más relevantes dentro de la combinación. Los resultados obtenidos permiten entender cómo se debe diseñar este espacio para su posterior replicabilidad.

Metodología:

A través de simulaciones energéticas experimentales de demanda de calefacción, se busca obtener las características que debe tener la galería acristalada. Para esto se desarrolla un modelo experimental, de una serie de simulaciones energéticas que incluyen variabilidad en los parámetros de altura, ancho, largo de la estructura vidriada, el uso de una techumbre acristalada, el porcentaje de acristalamiento de muro contiguo y el valor de transmitancia de la envolvente. Las simulaciones se llevan a cabo mediante del programa Design Builder y se busca como resultado de la simulación la demanda energética de la vivienda.

Pasos modelamiento y análisis:

1. Modelamiento sobre caso base: Vivienda ampliada.
2. Adición de la galería por la fachada norte.
3. Variación de la galería en 6 parámetros con dos indicadores cada uno: altura, largo y ancho de la estructura vidriada, techumbre vidriada, transmitancia envolvente de la vivienda y la apertura del muro contiguo
4. Resultado: Demanda de calefacción.
5. Comparación y análisis de resultados.
6. Correlación de Spearman.
7. Histogramas acumulativos.

En virtud de los análisis anteriores, y al tomarse como tema las ampliaciones, se ocupa como caso base la vivienda seleccionada como caso de estudio más la ampliación de un segundo nivel. A esta vivienda, se le añade la galería por su fachada norte debido a ser la de mayor captación de radiación solar (Figura 103). La galería se modelará en base a diferentes combinaciones de variables. Debido a que la cantidad de combinaciones posibles entre todos los parámetros es alta, se decide escoger 6 variables de los tres parámetros vistos, a cada variable se le asignarán dos indicadores. Se opta por los parámetros morfológicos, de altura, largo y ancho de la estructura vidriada y la capacidad de que esta estructura tenga una techumbre vidriada, por la materialidad de la envolvente y la apertura del muro contiguo entre la vivienda y la galería. Esta decisión se basa en la repercusión de estas variables sobre la posterior propuesta y en que son elementos con menor estudio dentro de la revisión bibliografía anterior, que sin embargo pueden ser relevantes para la reducción del consumo energético.

Los indicadores para cada variable se desarrollan en base a las posibilidades proyectuales que se tienen de la vivienda. En el caso de la altura, se asocia a los niveles de construcción que se dan comúnmente en Valdivia, de un nivel o de dos niveles. (Figura 104) Para el largo, sus indicadores se vinculan a vivienda escogida como caso de estudio, 10m y 5m. (Figura 106). En cuanto al ancho, los valores escogidos se establecen mediante la medición de los espacios disponibles de edificación permitidos y con un mínimo para que este espacio sea habitable, 2m y 3 m. (Figura 105).

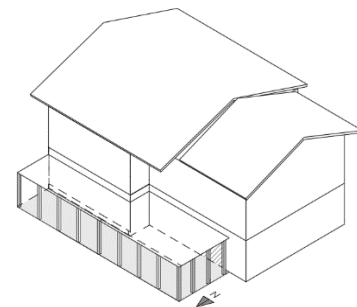


Figura 103. Esquema de configuración de modelado de la galería acristalada. Fuente: Elaboración Propia.

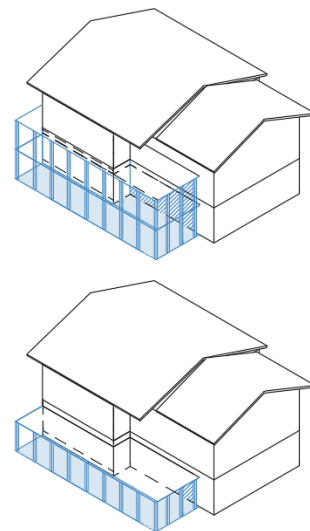


Figura 104. Esquema de configuración de la galería acristalada, indicadores de altura. Fuente: Elaboración Propia.

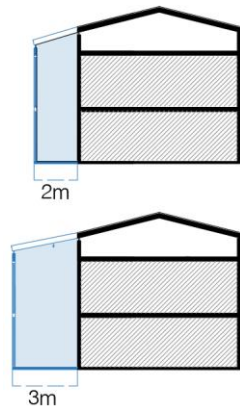


Figura 105. Esquema de configuración de la galería acristalada, indicadores de ancho. Fuente: Elaboración Propia.

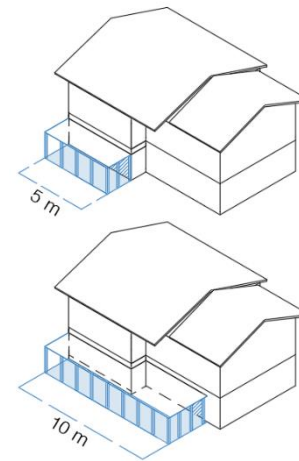


Figura 106. Esquema de configuración de la galería acristalada, indicadores de largo. Fuente: Elaboración Propia.

La materialidad se evaluará mediante valores de transmitancia térmica, se toma como primer indicador, la materialidad de la envolvente actual, el cual se calculó según un promedio de valores de transmitancia de viviendas similares que se encontraron en la investigación realizada por el INFOR, de valor $1.2 \text{ w/m}^2\text{k}$ y vidrio simple de $5.4 \text{ w/m}^2\text{k}$, y como segundo indicador los valores de transmitancia que se encuentran dentro del Plan de Descontaminación Atmosférica $0,4 \text{ w/m}^2\text{k}$ en muros y $3.6 \text{ w/m}^2\text{K}$ en vidrios. Por último, la apertura del muro contiguo se modela en base a porcentajes, en primer lugar, se decide mantener el nivel de apertura original del muro, que equivale a un 5% y como segundo punto se decide aumentar esto a una mayor conexión, en un aumento del 20% quedando en un 25% de vanos. Con estas variables se tiene un total de 64 combinaciones (Tabla 1).

COMBINACIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8
Acho	2m	3m	2m	3m	2m	3m	2m	3m
Alto	Un piso	Un Piso	Dos pisos	Dos pisos	Un Piso	Un piso	Dos pisos	Dos pisos
Largo	10m	10m	10m	10m	5m	5m	5m	5m
Techo	Cerrado	Cerrado	Cerrado	Cerrado	Cerrado	Cerrado	Cerrado	Cerrado
Envolvente	Actual	Actual	Actual	Actual	Actual	Actual	Actual	Actual
%Acríst. M.I	Actual	Actual	Actual	Actual	Actual	Actual	Actual	Actual
COMBINACIÓN	9	10	11	12	13	14	15	16
Acho	2m	3m	2m	3m	2m	3m	2m	3m
Alto	Un piso	Un Piso	Dos pisos	Dos pisos	Un Piso	Un piso	Dos pisos	Dos pisos
Largo	10m	10m	10m	10m	5m	5m	5m	5m
Techo	Abierto	Abierto	Abierto	Abierto	Abierto	Abierto	Abierto	Abierto
Envolvente	Actual	Actual	Actual	Actual	Actual	Actual	Actual	Actual
%Acríst. M.I	Actual	Actual	Actual	Actual	Actual	Actual	Actual	Actual
COMBINACIÓN	17	18	19	20	21	22	23	24
Acho	2m	3m	2m	3m	2m	3m	2m	3m
Alto	Un piso	Un Piso	Dos pisos	Dos pisos	Un Piso	Un piso	Dos pisos	Dos pisos
Largo	10m	10m	10m	10m	5m	5m	5m	5m
Techo	Cerrado	Cerrado	Cerrado	Cerrado	Cerrado	Cerrado	Cerrado	Cerrado
Envolvente	PDA	PDA	PDA	PDA	PDA	PDA	PDA	PDA
%Acríst. M.I	Actual	Actual	Actual	Actual	Actual	Actual	Actual	Actual

COMBINACIÓN	25	26	27	28	29	30	31	32
Acho	2m	3m	2m	3m	2m	3m	2m	3m
Alto	Un piso	Un Piso	Dos pisos	Dos pisos	Un Piso	Un piso	Dos pisos	Dos pisos
Largo	10m	10m	10m	10m	5m	5m	5m	5m
Techo	Abierto	Abierto	Abierto	Abierto	Abierto	Abierto	Abierto	Abierto
Envolvente	PDA	PDA	PDA	PDA	PDA	PDA	PDA	PDA
%Acrist. M.I	Actual	Actual	Actual	Actual	Actual	Actual	Actual	Actual
COMBINACIÓN	33	34	35	36	37	38	39	40
Acho	2m	3m	2m	3m	2m	3m	2m	3m
Alto	Un piso	Un Piso	Dos pisos	Dos pisos	Un Piso	Un piso	Dos pisos	Dos pisos
Largo	10m	10m	10m	10m	5m	5m	5m	5m
Techo	Cerrado	Cerrado	Cerrado	Cerrado	Cerrado	Cerrado	Cerrado	Cerrado
Envolvente	Actual	Actual	Actual	Actual	Actual	Actual	Actual	Actual
%Acrist. M.I	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%
COMBINACIÓN	41	42	43	44	45	46	47	48
Acho	2m	3m	2m	3m	2m	3m	2m	3m
Alto	Un piso	Un Piso	Dos pisos	Dos pisos	Un Piso	Un piso	Dos pisos	Dos pisos
Largo	10m	10m	10m	10m	5m	5m	5m	5m
Techo	Abierto	Abierto	Abierto	Abierto	Abierto	Abierto	Abierto	Abierto
Envolvente	Actual	Actual	Actual	Actual	Actual	Actual	Actual	Actual
%Acrist. M.I	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%
COMBINACIÓN	49	50	51	52	53	54	55	56
Acho	2m	3m	2m	3m	2m	3m	2m	3m
Alto	Un piso	Un Piso	Dos pisos	Dos pisos	Un Piso	Un piso	Dos pisos	Dos pisos
Largo	10m	10m	10m	10m	5m	5m	5m	5m
Techo	Cerrado	Cerrado	Cerrado	Cerrado	Cerrado	Cerrado	Cerrado	Cerrado
Envolvente	PDA	PDA	PDA	PDA	PDA	PDA	PDA	PDA
%Acrist. M.I	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%
COMBINACIÓN	57	58	59	60	61	62	63	64
Acho	2m	3m	2m	3m	2m	3m	2m	3m
Alto	Un piso	Un Piso	Dos pisos	Dos pisos	Un Piso	Un piso	Dos pisos	Dos pisos
Largo	10m	10m	10m	10m	5m	5m	5m	5m
Techo	Abierto	Abierto	Abierto	Abierto	Abierto	Abierto	Abierto	Abierto
Envolvente	PDA	PDA	PDA	PDA	PDA	PDA	PDA	PDA
%Acrist. M.I	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%

Tabla 1. Combinaciones de parámetros analizados. Fuente: Elaboración Propia.

Caso base:

En primera instancia se realizó una evaluación de la vivienda ampliada sin añadirle la galería acristalada como elemento. Para esto se utiliza la configuración de planta existente en el primer nivel y una estimación de lo que podría ser una configuración de planta en el segundo nivel. La vivienda ampliada tiene un total de 122m².

Se obtuvo como resultado una demanda anual de 15934.2kWh o de **132.78 kWh/m²**.

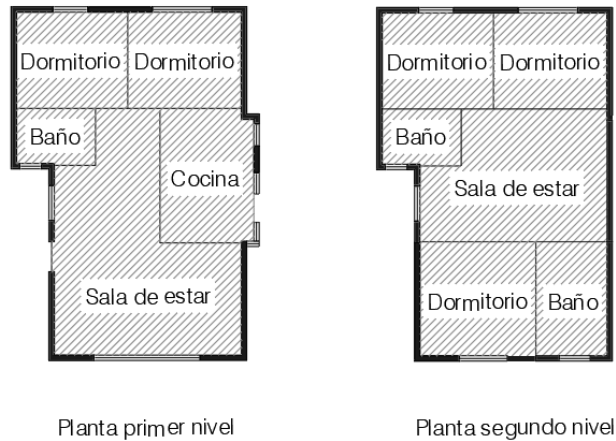


Figura 107. Esquema de configuración de vivienda caso base. Fuente: Elaboración Propia.

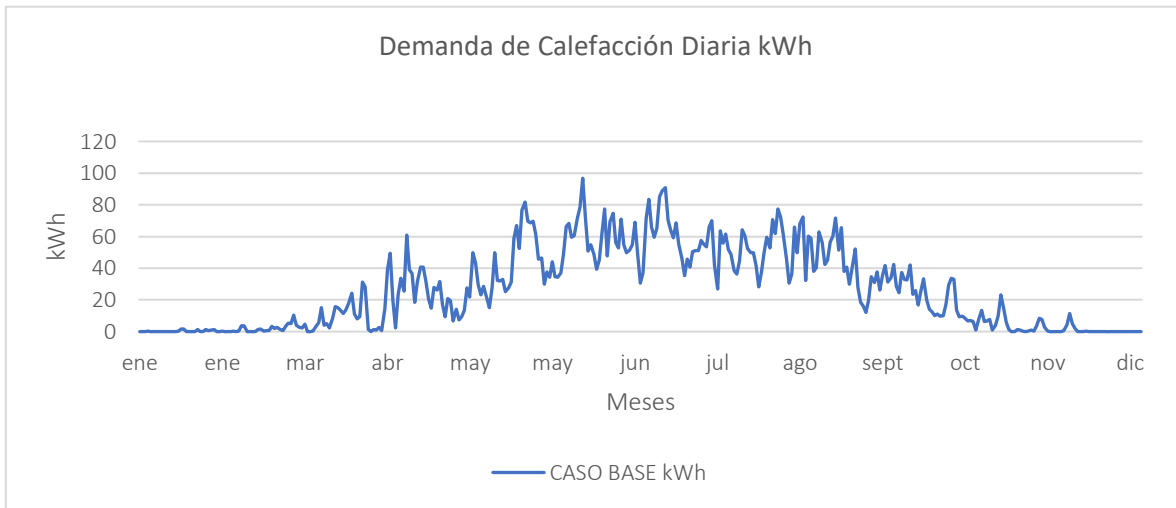


Figura 108. Demanda de calefacción diaria para la vivienda "caso base". Fuente: Elaboración Propia.

La vivienda presenta demanda de calefacción entre los meses de marzo y octubre. En los meses de mayo, junio, julio y agosto es donde más se necesita calefaccionar la vivienda. Este periodo concuerda con el análisis climático en ser los meses con temperaturas más bajas.

Resultados:

Se realizó una tabulación de las demandas de calefacción obtenidas en cada combinación, se utilizó como métrica de comparación la de kWh/m². Los resultados son los siguientes (Tabla 2):

COMBINACIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8
Demanda kwh/m ²	108,5	105,1	114,6	119,6	74,5	70,5	87,5	82,7
COMBINACIÓN	9	10	11	12	13	14	15	16
Demanda kwh/m ²	51,1	57,0	68,5	67,1	52,6	52,0	72,4	72,0
COMBINACIÓN	17	18	19	20	21	22	23	24
Demanda kwh/m ²	66,9	66,3	71,3	51,5	78,9	77,1	51,8	57,5
COMBINACIÓN	25	26	27	28	29	30	31	32
Demanda kwh/m ²	47,2	49,7	72,7	62,3	64,8	62,5	69,2	78,0
COMBINACIÓN	33	34	35	36	37	38	39	40
Demanda kwh/m ²	53,3	55,5	62,8	62,1	59,2	59,5	58,2	60,2
COMBINACIÓN	41	42	43	44	45	46	47	48
Demanda kwh/m ²	54,2	53,5	56,8	57,7	57,0	51,6	56,2	62,8
COMBINACIÓN	49	50	51	52	53	54	55	56
Demanda kwh/m ²	61,1	60,3	52,7	51,7	59,2	59,1	56,2	57,1
COMBINACIÓN	57	58	59	60	61	62	63	64
Demanda kwh/m ²	49,6	50,1	56,1	55,1	57,6	50,5	57,5	60,2

Tabla 2. Resultados de simulaciones, en amarillo se marcan las que tienen menor demanda de calefacción.
Fuente: Elaboración Propia.

En comparación con el caso base, cuya demanda era de 132.78 kWh/m², se puede ver en la tabla 2 que en todos los casos la demanda de calefacción disminuye con la incorporación de la galería acristalada a la vivienda. Sin embargo, en las combinaciones que se incluye un reacondicionamiento de la envolvente, la disminución de la demanda de calefacción es aún mayor. En una primera revisión, los valores menores de demanda de calefacción, como la combinación 25, 26, 46, 57, 58 y 62 tienden a ser estructuras acristaladas de un piso con la techumbre acristalada, largo de 10 metros, con envolvente acorde a los valores de transmitancia del PDA.

Tras las modelaciones y simulaciones realizadas, se realizó una comparación entre los valores del 10% de combinaciones con menor demanda. Para esta comparación se utilizó la demanda diaria de calefacción, de esta manera se logra mostrar el comportamiento de la demanda a nivel anual. (Figura 109). En línea continua y celeste se muestra el caso base y con líneas punteadas las 6 combinaciones con menor demanda.

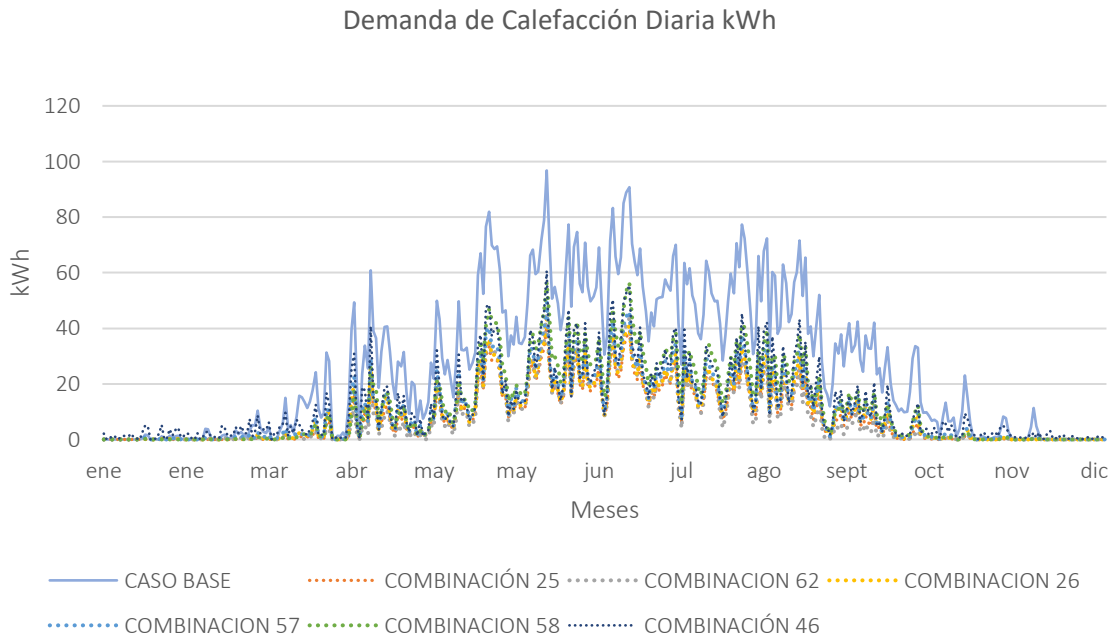


Figura 109. Comparación de demanda de calefacción diaria. Fuente: Elaboración Propia.

Las combinaciones con menores demandas de calefacción corresponden en la forma de la curva del caso base, sin embargo, tienen menores valores de energía. Otra diferencia es que, se genera una diferencia del inicio y termino del periodo de uso de la calefacción. En el caso base el periodo comienza en el mes de marzo y termina en octubre, en cambio en las combinaciones se tiene la tendencia de comenzar en abril y terminar en septiembre.

-Correlación de Spearman

Para determinar qué parámetros son los que más influyen en el desempeño energético del proyecto, se realiza una correlación de variables, en este caso se utiliza la correlación de Spearman, que es una medida de asociación o interdependencia entre variables aleatorias, una prueba no paramétrica que mide la relación entre las variables, ordenándolas según su dependencia, donde la influencia del parámetro se determina por su cercanía al valor 1 (R. M. M. Ortega et al., 2009). Para esto se utilizó una herramienta complementaria a Excel, que genera análisis estadísticos, XLSTAT.

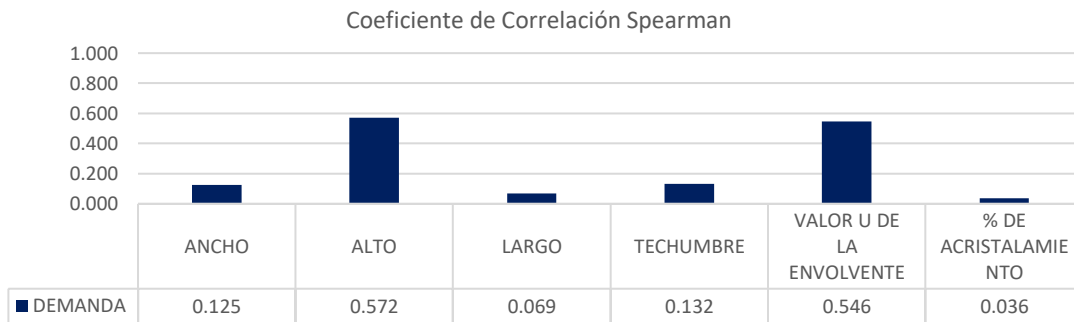


Figura 110. Correlación de Spearman. Fuente: Elaboración Propia.

En términos de la modelación, del total de parámetros analizados, esta correlación permite ordenar en un ranking su influencia sobre la demanda de calefacción. Del análisis, se obtuvo que los parámetros que más influyen son: el valor de transmitancia de la envolvente (0.546) y la altura de la estructura vidriada (0.57) en tercer lugar, con menor influencia se tiene la techumbre de la estructura acristalada (0.13) (Figura 110). Esta información permite comprender que estos parámetros, son los más relevantes dentro del proceso de diseño del proyecto y que son los que se deben considerar tanto en el desarrollo del proyecto de esta investigación como en la posterior replicabilidad de una intervención que implique una galería acristalada.

-Histogramas acumulativos:

Tras realizada la correlación de Spearman y obteniendo como resultado que los parámetros que tienen mayor influencia en la eficiencia del proyecto son la transmitancia de la envolvente y la altura de la estructura acristalada, se necesita determinar el indicador correspondiente en cada caso. Para esto, a través de la misma herramienta estadística anterior, XLSTAT, se desarrollan histogramas acumulativos para cada uno de los parámetros. Los histogramas acumulativos permiten mostrar las frecuencias acumuladas de cada uno de los indicadores, en este caso, de las demandas de calefacción.

En el caso de la transmitancia térmica de la envolvente el histograma acumulativo (Figura 111), señala que el indicador que posee un mejor desempeño energético corresponde a el valor de transmitancia del PDA. Para la altura de la estructura vidriada (Figura 112), se tiene como indicador la altura de un piso. Estos indicadores permiten determinar las características principales que debe tener este espacio para que se genere un aporte en la disminución de la demanda de calefacción de la vivienda.

De la experimentación realizada, en general la incorporación de una galería acristalada a la vivienda genera una diferencia en la demanda de calefacción, disminuyendo la energía necesaria para temperar la vivienda, esto puede darse debido a que funciona como una segunda capa de la envolvente, disminuyendo las pérdidas calor y protegiendo a la vivienda de los vientos.

Otro punto relevante es que se demuestra la importancia del **reacondicionamiento de la envolvente**, aumentando su hermeticidad. En este caso, es uno de los factores más relevantes de incorporar al proyecto, si bien se utilizan valores relacionados al PDA, se debe tener en cuenta la hermeticidad de

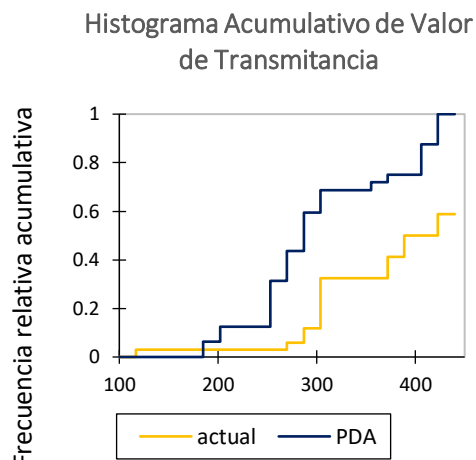


Figura 111. Histograma acumulativo de transmitancia. Fuente: Elaboración Propia.

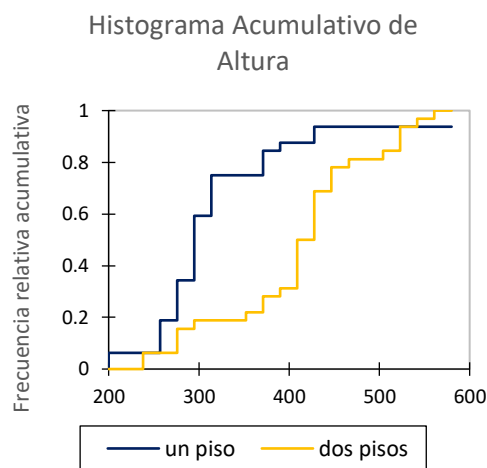


Figura 112. Histograma acumulativo de altura. Fuente: Elaboración Propia.

la envolvente, en los puntos críticos, como lo son las uniones, que tienden a generar puentes térmicos.

En cuanto a las características de la galería acristalada, se debe considerar en el proyecto que la **altura de la estructura sea de un piso**, y que en lo posible tenga una **techumbre acristalada**. Se estima que estos resultados, relacionados con el espacio acristalado, pueden tener relación con el proceso de convección que se genera en el espacio y con las pérdidas generadas por el acristalamiento de mayor área.

Asimismo, se generan otras observaciones importantes en relación con los **parámetros que no tienen mayor influencia** sobre la demanda de calefacción, como el largo y ancho de la estructura, que, al ser parámetros secundarios, permite generar diferentes **oportunidades de implementación**, es decir que en cuanto a la replicabilidad se tienen un mayor rango de **flexibilidad en su diseño**. Del mismo modo, el porcentaje de acristalamiento del muro interior, que permite generar distintas conexiones con la galería, permitiendo aumentar la posibilidad de tener vanos en este muro contiguo.

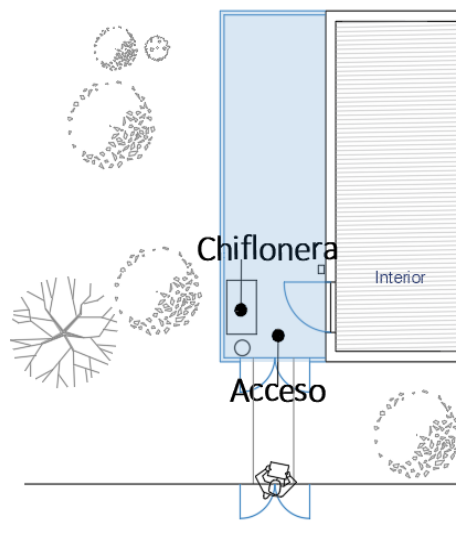
4.3 Análisis de relaciones de la galería con la vivienda

En esta parte se busca explorar diversas formas de conexión de la vivienda con la galería acristalada, para esto se realizan esquemas de plantas de diferentes situaciones de uso posibles. Con este análisis, por otro lado, se expone la versatilidad que pueda desarrollar este espacio.

Con la implementación de un muro intermedio corredero y paneles de vidrio móviles, permite que el espacio de la galería acristalada se vincule con la vivienda y el exterior en diferentes situaciones, permitiendo variadas formas de utilizar el espacio, según sea necesario por razones de uso o debido a las condiciones ambientales. Algunos de los usos que se pueden producir son la de generar una zona transitoria que, de paso al acceso a la vivienda, una extensión de las zonas de estar, un espacio vinculado a la cocina y al comedor o como un espacio que articula el vínculo interior, exterior de la galería y la vivienda.

Espacio de acceso: Al posicionar la galería acristalada en la zona de acceso de la vivienda, se genera un espacio transitorio entre la vivienda y su entorno circundante, permitiendo proteger el espacio interior y otorgar un espacio de preparación para el traspaso de los habitantes entre el exterior y el interior (Figura 113). Este uso, debe ser complementario al de generar un lugar de estar, debido a la necesidad de aumentar los metros cuadrados.

Extensión de las zonas de estar: A causa de la incorporación de un muro intermedio móvil, la galería acristalada puede tener uso como una extensión de las zonas de estar, ampliando el interior de la vivienda, aportando una mayor cantidad de iluminación natural (Figura 114).



Conexión con la cocina: De igual modo que en el caso anterior, el espacio se puede utilizar como una ampliación de la zona del comedor y además puede ser utilizado como un lugar de producción de productos vegetales para el consumo del hogar (Figura 115).

Articulador interior- exterior: Además, este espacio puede ser utilizado como un articulador de los vínculos que existen entre la vivienda la galería acristalada y el exterior. Con la apertura o cierre de ambos elementos móviles, es posible generar traspasos entre los espacios y a vez conectar la vivienda con el exterior (116).

Figura 113. Esquema de ocupación. Fuente: Elaboración propia.

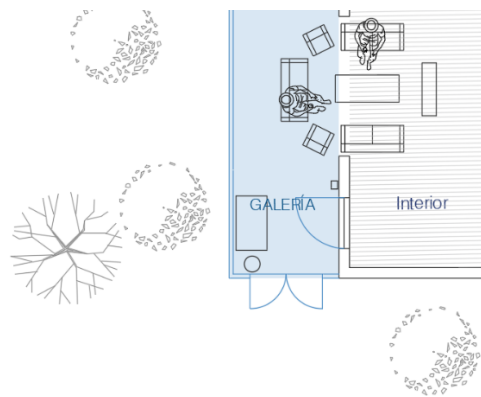


Figura 114. Esquema de ocupación. Fuente: Elaboración propia.

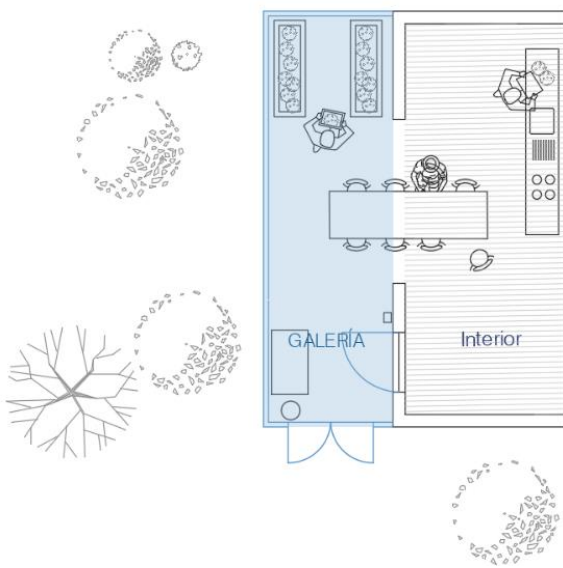


Figura 115. Esquema de ocupación. Fuente: Elaboración propia.

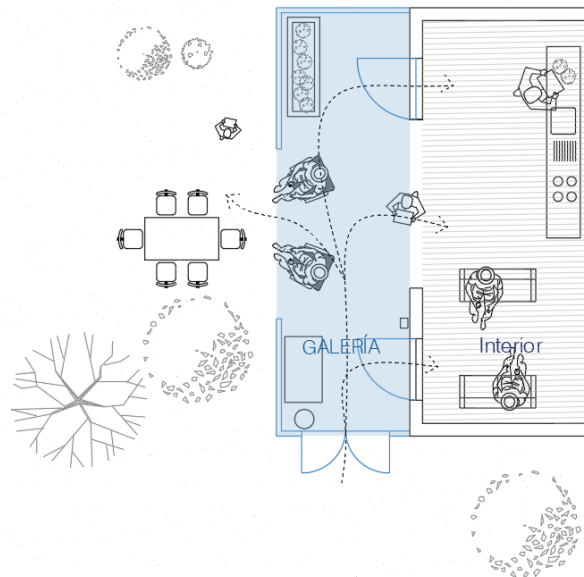


Figura 116. Esquema de ocupación. Fuente: Elaboración propia.

Además de los usos descritos, la galería podría ser utilizada de otras formas, como un espacio de secado de ropa u almacenamiento de elementos del hogar o leña, etc. En conclusión, este espacio adicional a la vez de obtener beneficios sobre la demanda de calefacción de la vivienda aporta espacialmente a la casa, mejorando las cualidades espaciales de las zonas de mayor utilización como el comedor y la sala de estar, expandiendo el interior y funcionando como un espacio articulador de transición, así como también, se genera un aporte de la iluminación natural de la vivienda, relevante en climas como el de Valdivia, donde predominan los cielos parcialmente nublados. La galería añade un espacio de características variables que permiten al usuario modificar su uso según estime

conveniente, teniendo diferentes posibilidades debido a la posibilidad de modificar los límites de estos espacios.

4.4 Estrategias para el sobrecalentamiento

Por último, en este apartado se realiza una breve investigación sobre dos formas abordar el problema de sobrecalentamiento al interior de la estructura vidriada que se pudiese generar en los periodos más cálidos del año, con la finalidad de entender los requerimientos y consideraciones que se deben tener.

Como se expuso en capítulos pasados, en Valdivia, en los meses de enero y febrero se presentan temperaturas que pueden generar sobrecalentamientos e incomodidad térmica en la galería acristalada, debido al efecto que se genera en estos espacios vidriados. Es por esto que es importante diseñar elementos que se puedan adaptar al entorno y aprovechar la energía solar, evitando su exceso, favoreciendo tanto a la disminución de consumo como al bien estar de las personas que utilizan estos espacios (Hellicar, 2020). Para enfrentar esta problemática es necesario incluir en el diseño sistemas de refrigeración pasivos como la ventilación natural o sistemas de protección solar. (Mihalakakou, 2002).

Ventilación natural

En el análisis realizado por Palme, 2020, se evaluó el potencial de refrigeración por ventilación natural dirigida por viento, en diferentes partes del país. En el sur de Chile se obtuvo que la capacidad de evacuación de calor por ventilación natural puede llegar a ser casi del 100%, cuando se tenga una orientación de aperturas correspondiente a la dirección de los vientos (Palme et al., 2020).

En el diseño de elementos que permitan la ventilación natural, se necesita considerar principalmente las variables cuantitativas de dirección, frecuencia de direcciones y la velocidad del viento (Fuentes & Rodríguez, 2004). La dirección del viento se determina por el rumbo, referido a los puntos cardinales. En Valdivia los vientos tienen rumbo norte y oriente (Figura 118)

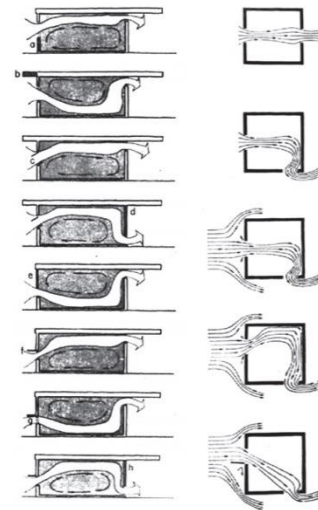


Figura 117. Esquemas de ventilación natural. Fuente: La arquitectura y el aire: ventilación natural

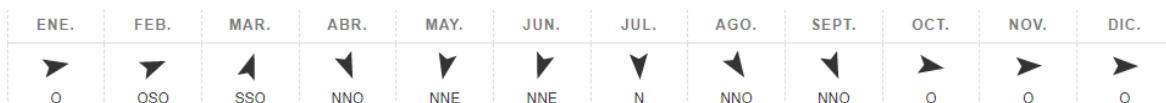


Figura 118. Dirección de vientos mensuales en Valdivia. Fuente: Windfinder

La frecuencia de direcciones permite estimar la dirección dominante, esto se puede ver gráficamente en la rosa de los vientos. En este caso, la dirección dominante es norte (Figura 119). Para el análisis se utiliza una velocidad promedio anual, que en el caso de Valdivia es de 1m/s o 4km/h. En relación con las velocidades, se debe considerar como afecta al interior de la vivienda, Según Fuentes y Rodríguez, 2004, 1 m/s es agradable generalmente cuando el clima es confortable o caliente y es el nivel máximo aceptable de confort nocturno.

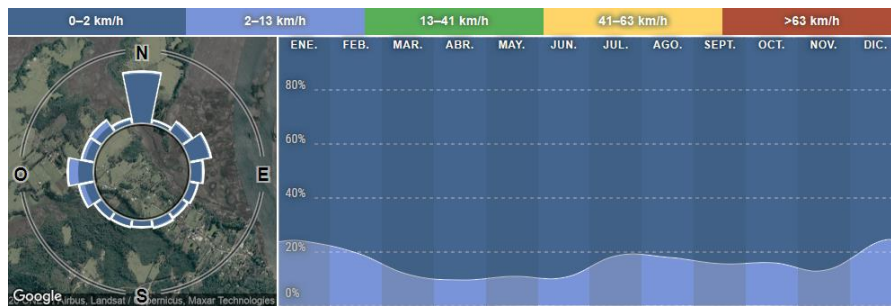


Figura 118.Rosa de los vientos y velocidad de los vientos promedio. Fuente: Windfinder

Si bien la dirección de vientos predominante es norte, para efectos del caso analizado, se necesita que la ventilación natural funcione como estrategia para el sobrecalentamiento durante los meses de enero y febrero, por lo que se utiliza como referente la dirección oriente (Figura 116). En cuanto a la velocidad, en este periodo se encuentran en los rangos agradables de incorporar al interior, por lo que no existiría un mayor problema.

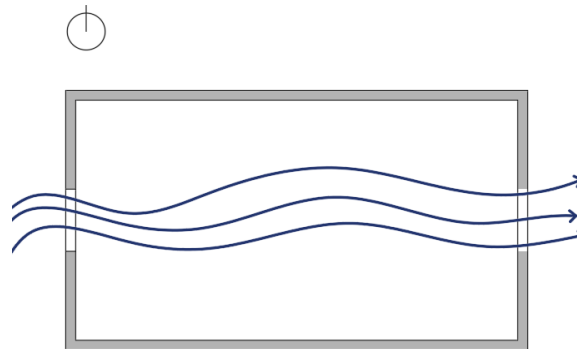


Figura 119.Esquema de ventilación natural. Fuente elaboración propia

Protecciones solares

Para el diseño de protecciones solares se deben estudiar la geometría solar, considerando la incidencia de los rayos solares sobre el edificio, reconociendo en qué momento es necesario o no la carga térmica que aporta la radiación directa (Gascón & Higón, 2018). En el análisis climático, desarrollado anteriormente en la investigación, se determinó que para este caso es necesario aplicar protecciones solares en las orientaciones, norte y poniente durante los meses de enero y febrero. Considerando que, en el periodo crítico, los rangos de altitud del sol van desde los 70° a los 0° en el caso de la orientación poniente y de los 70° hasta los 20° en la fachada norte, la utilización de protecciones solares horizontales, evitarían gran parte de la incidencia solar que se busca incorporar.

En cambio, protecciones solares verticales, serían más adecuadas en ambas orientaciones, ya que permitirían el ingreso de radiaciones durante la mañana y a media tarde.

Si bien en las imágenes de análisis de incidencia solar, se marca como inicio de zona problemática como las 13:00 hrs, la concentración de temperaturas altas se da entre las 17:00 hrs y 20:00 hrs.

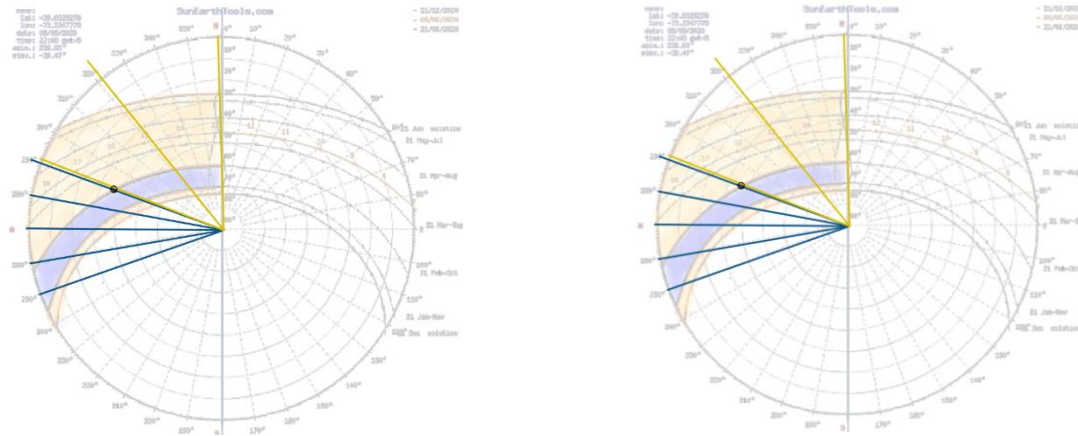


Figura 120. Análisis de incidencia solar. En azul se marcan los ángulos solares que se deben evitar. Fuente: Elaboración propia

Con esta información se desarrollaron esquemas de protecciones solares para ambos casos, en la fachada norte, se utilizan lamas de 5cm de largo separadas por 14 cm con 70° de inclinación. En la fachada poniente lamas de 10cm de largo con 19.5cm de separación y 17° de inclinación.

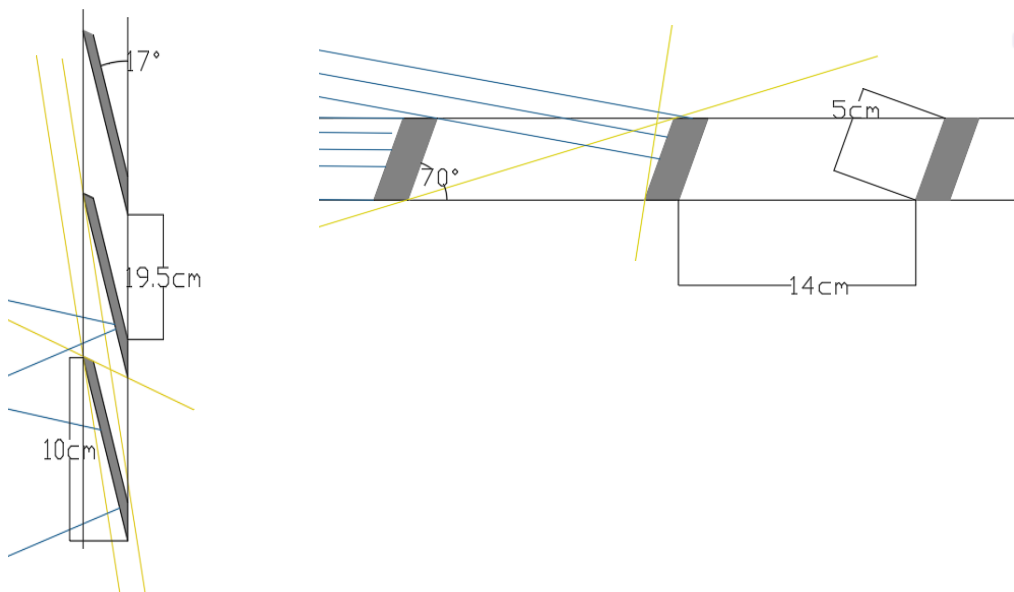


Figura 121. Esquemas de protecciones para las fachadas poniente y norte. En azul se marcan los ángulos solares que se deben evitar. Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 5

SÍNTESIS PROYECTUAL

Síntesis proyectual

Finalmente, para concluir la investigación se realizará una síntesis de estrategias proyectuales y su aplicación a la vivienda, tanto en el reacondicionamiento espacial como reacondicionamiento térmico. Posteriormente se revisará la replicabilidad del proyecto dentro del conjunto de viviendas y su asoleamiento.

5.1 Estrategias proyectuales

En base a los análisis y conclusiones realizadas a lo largo de la investigación se establecerán las estrategias proyectuales del reacondicionamiento de la vivienda e incorporación de la galería acristalada.

En primer lugar, se requiere un reacondicionamiento térmico, que haga énfasis en la calidad de la envolvente térmica de la vivienda y de acondicionamiento espacial, enfocado en el aumento del espacio útil, siendo necesario que se evalúen en conjunto y no de forma separada como se hace actualmente. Entonces, en primera instancia se realizará una ampliación de la vivienda aumentando los metros cuadrados útiles, incorporando un segundo piso, por otro lado, se utilizará la galería acristalada como estrategia relacionada a los cerramientos de patios y cubiertas en el acceso. En conjunto se llevará a cabo un reacondicionamiento térmico, utilizando los valores de transmitancia del PDA, que fueron probados en el modelo experimental. Como se busca que la envolvente sea hermética, se hará énfasis en solucionar las uniones entre muros, suelos y cubiertas (Figura 122).

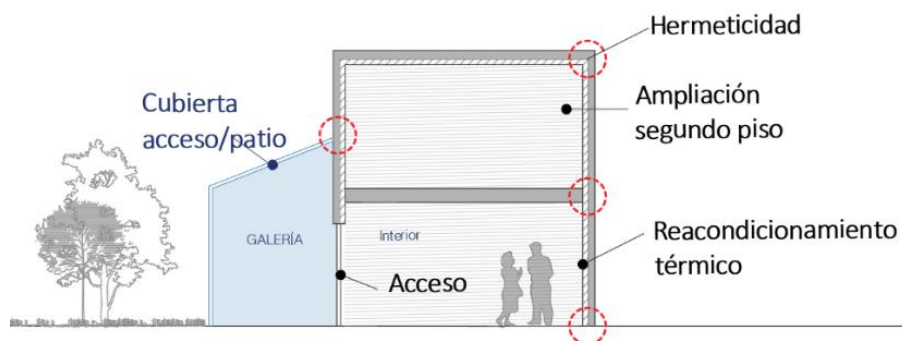


Figura 122. Esquemas de estrategias. Fuente: Elaboración Propia.

Uno de los puntos tratados en esta investigación fue la reincorporación de la galería acristalada a la vivienda como una característica de las viviendas tradicionales con influencia alemana. De este análisis, se obtuvo como principal conclusión que las galerías se caracterizan por ser espacios intermedios de acceso que cumplen con la función de proteger a la vivienda y funcionar como una chiflonera o recibidor de la vivienda, donde se disponen elementos para facilitar el paso entre condiciones interiores a exteriores. La idea es incorporar esta funcionalidad, representativa a la galería acristalada (Figura 123) sin perder la modalidad de que la galería acristalada sea un espacio de permanencia, ya que es una cualidad fundamental para viviendas con pocos metros cuadrados.

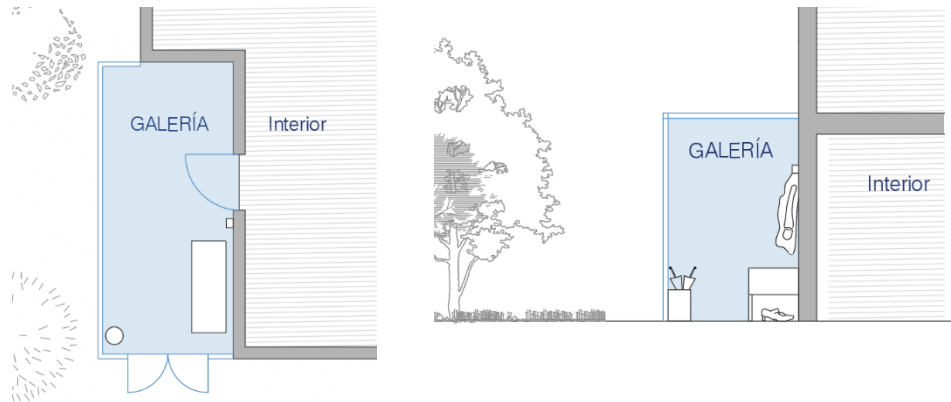


Figura 123. Esquemas de estrategias. Fuente: Elaboración Propia.

De la revisión de referentes que utilizaban este tipo de espacios, la principal característica a incorporar a la vivienda es la capacidad de tener flexibilidad y adaptabilidad de la envolvente. Esta característica permite generar diferentes vínculos entre los espacios exteriores, intermedios e interiores, permitiendo modificarlos según sea pertinente acorde a las necesidades del usuario. En este sentido, en el proyecto se generarán dos instancias de adaptabilidad, primero en la envolvente de la galería, y segundo en el muro intermedio entre la galería y el interior de la vivienda. Además, se buscará que el suelo de la galería funcione como masa térmica (Figura 124).

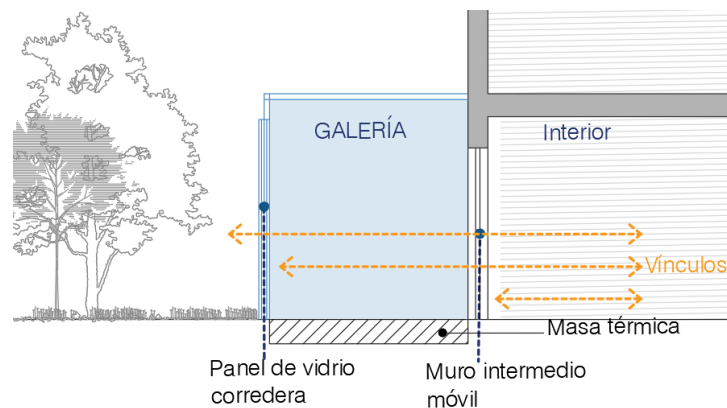


Figura 124. Esquemas de estrategias. Fuente: Elaboración Propia.

Un punto importante en la investigación fue determinar las características necesarias para disminuir la demanda de calefacción, de acuerdo con el modelo experimental, el proyecto debe tener un acondicionamiento térmico, mejorando la transmitancia térmica y la galería acristalada debe tener una altura un piso, y que en lo posible tenga una techumbre acristalada. Además se obtuvo como conclusión que existe una flexibilidad en el diseño tanto en el largo como ancho de la estructura y el porcentaje de acristalamiento del muro interior, debido a que dentro del análisis resultaron ser parámetros insuficientemente relevantes en el desempeño térmico de la estructura (Figura 125).

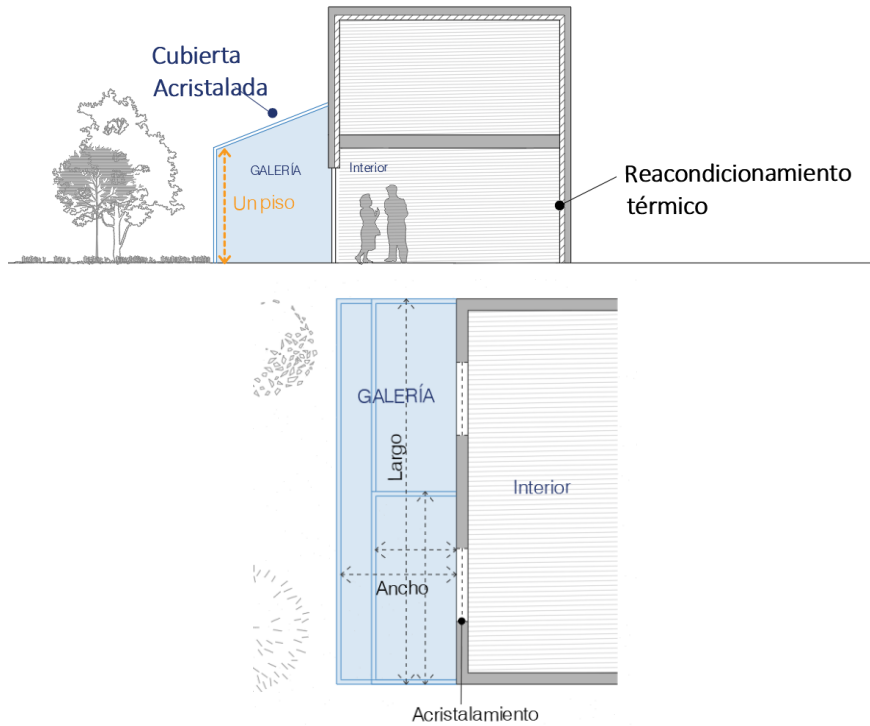


Figura 125. Esquemas de estrategias. Fuente: Elaboración Propia.

Con la implementación de la adaptabilidad de la envolvente, tanto en la galería como en el muro intermedio, genera la posibilidad de utilizar este espacio en torno a diferentes formas de ocupación según sea la temporada o la necesidad del usuario. Permitiendo que este espacio pueda ser utilizado como extensión de las zonas de estar, patio interior, continuidad del patio exterior y articulador de circulaciones. Además, como se expresó anteriormente una función fija para este espacio es ser el espacio intermedio de acceso a la vivienda (Figura 126).

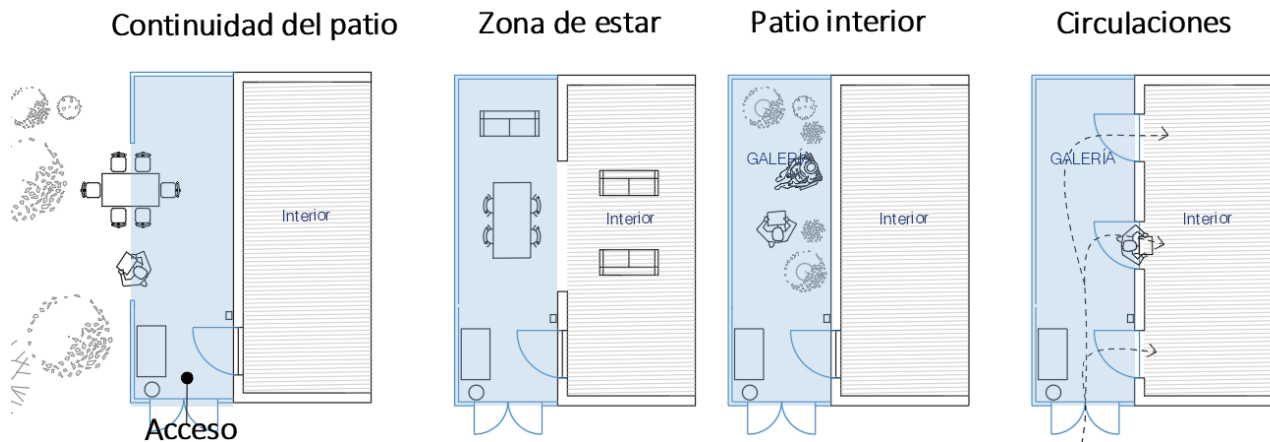


Figura 126. Esquemas de estrategias. Fuente: Elaboración Propia.

Finalmente se tienen las estrategias pasivas para evitar el sobrecalentamiento de la estructura, en este caso se utilizará la ventilación natural, utilizando los vientos con dirección oriente del periodo de verano. Además, se implementarán protecciones solares verticales según corresponda la orientación. Estas protecciones deben seguir la idea de adaptabilidad, por lo tanto, se utilizarán paneles móviles (Figura 127).

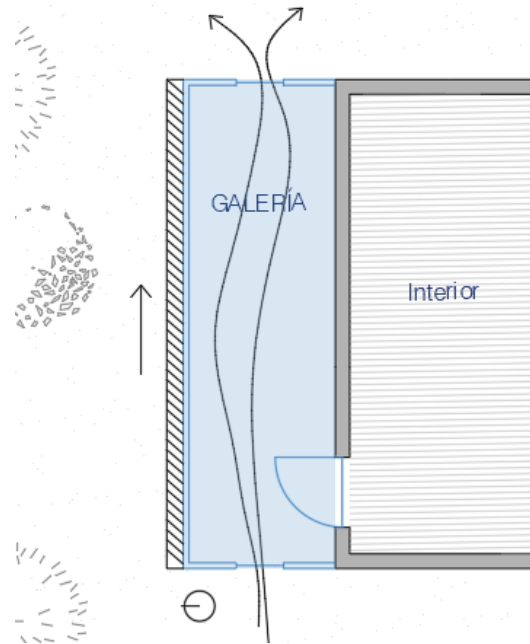


Figura 127. Esquemas de estrategias. Fuente: Elaboración Propia.

5.2 Reacondicionamiento de la vivienda

Como el objetivo principal de la investigación es desarrollar un reacondicionamiento espacial y térmico, en este apartado se desarrollarán ambos aspectos en el caso de estudio seleccionado.

Reacondicionamiento espacial

En cuanto a la modificación espacial de la vivienda, en primer lugar, se decide modificar el muro intermedio entre la vivienda y la galería acristalada, con el objetivo de cambiar las conexiones que se tienen entre ambos espacios. Este muro se modifica en tres zonas, en la zona de la sala de estar y comedor se mueve parte del muro hacia el interior de la vivienda para generar un espacio más amplio en la galería. En esta parte del muro se integra la adaptabilidad de la envolvente interior, mediante un muro corredero, la segunda parte es la zona de la escalera, incluyéndola en la vivienda y por último se genera un nuevo acceso a la vivienda en parte superior de la planta.

La galería acristalada funciona como el acceso principal a la vivienda, generando un espacio de chiflonera o recibidor, se decide separar la galería en dos partes mediante un panel divisorio. En la otra sección de la galería, su envolvente se compone de paneles acristalados móviles y es principal espacio de conexión con la vivienda. Al interior de la vivienda se busca unir la cocina con la sala de estar y comedor, permitiendo crear un espacio continuo entre estos dos espacios y la galería (Figura 133). Por otro lado, se decide expandir un dormitorio transformándolo en el dormitorio principal y modificar el segundo dormitorio en una oficina con conexión directa a la galería (Figuras 128 y 129). Para el segundo piso se tienen dos opciones de diseño, uno en el que la configuración es de 3 dormitorios 1 baño y otra en la que se tienen 3 dormitorios, un baño y una sala de estar. En la última se tiene la posibilidad de ampliar aún más la vivienda posteriormente, en la zona en la que se deja una doble altura (Figura 130).

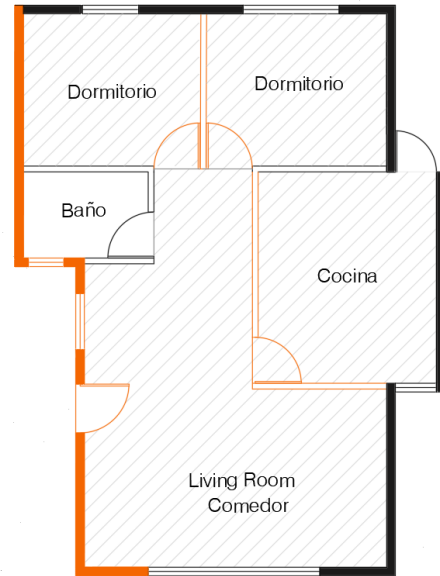


Figura 128. Configuración en planta Fuente: Elaboración Propia.

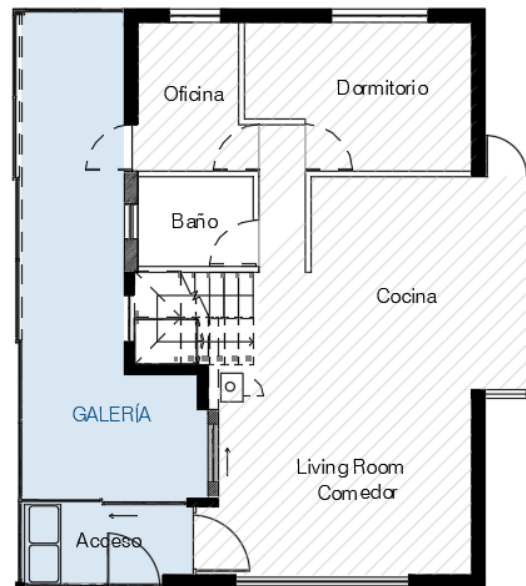


Figura 129. Configuración en planta Fuente: Elaboración Propia.

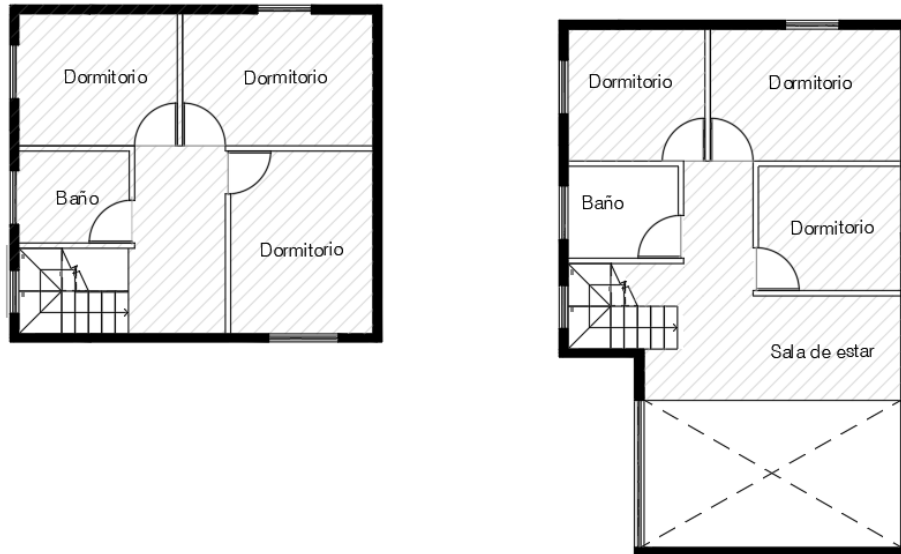


Figura 130. Configuración en planta segundo piso. Fuente: Elaboración Propia.

Con estas estrategias espaciales, se le permite a la vivienda tener diferentes situaciones en su utilización (Figura 131 y 132), que pueden variar según época y clima. En la imagen de la figura 133 se aprecia un ejemplo de cómo se vería y utilizaría la vivienda durante una lluvia en una estación intermedia (Figura 133).

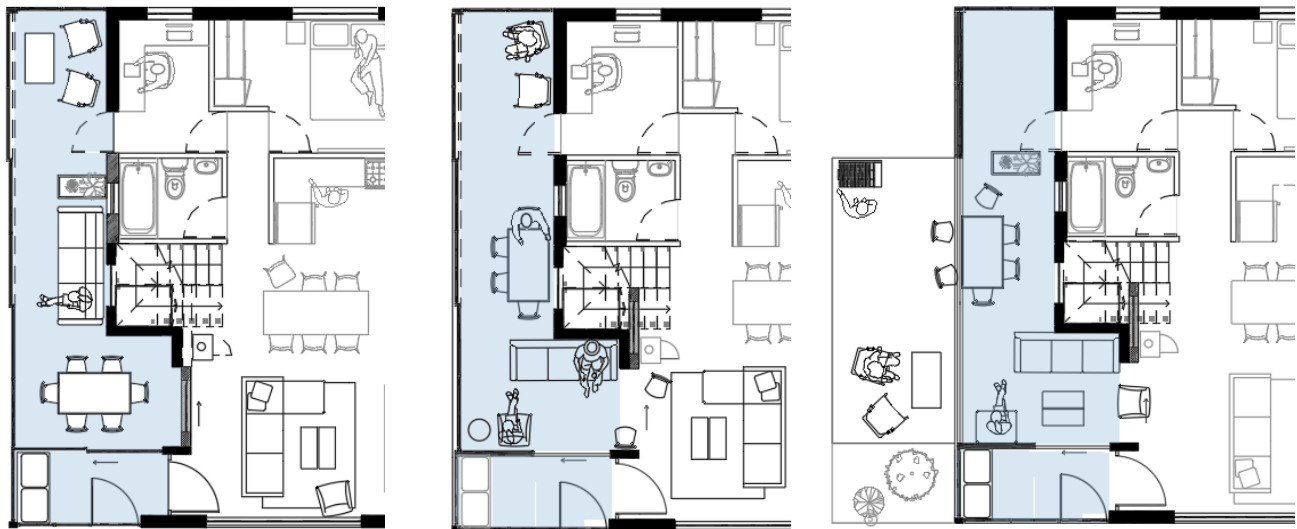


Figura 131. Diferentes situaciones de ocupación. Fuente: Elaboración Propia.

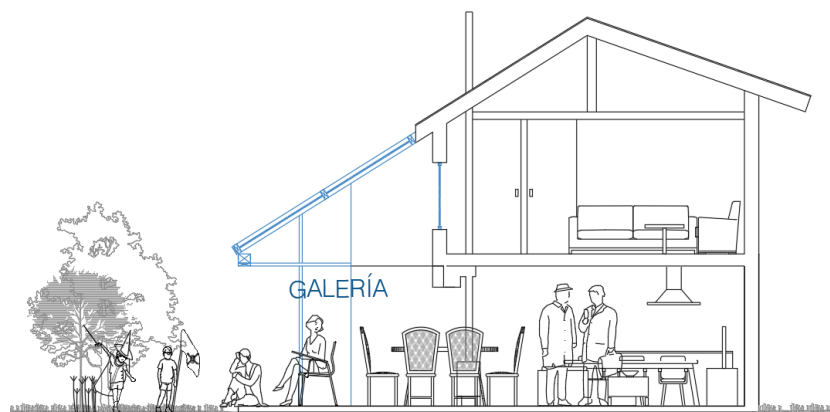
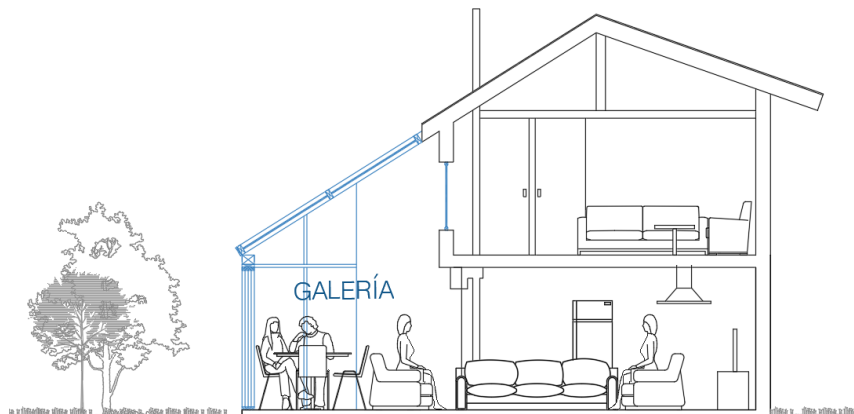
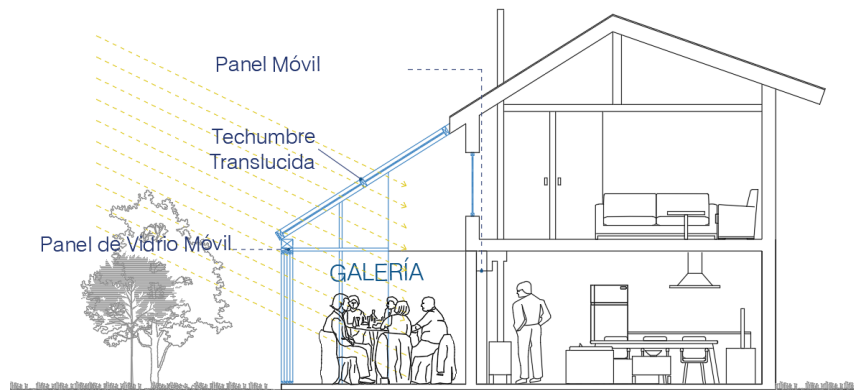


Figura 132. Cortes de vivienda con diferentes situaciones de ocupación. Fuente: Elaboración Propia.



Figura 133. Imagen de vivienda intervenida. Fuente: Elaboración Propia.

Reacondicionamiento térmico

En cuanto al reacondicionamiento térmico, el proyecto se basa en la aplicación de una galería acristalada como elemento de reacondicionamiento, cuya función es reducir la demanda de calefacción de la vivienda. Para lograr esto, como se expuso en el apartado anterior, se debe considerar principalmente la transmitancia de la envolvente. Si bien se tienen los valores de transmitancia a utilizar, es necesario que el desarrollo del reacondicionamiento de la envolvente logre ser hermético.

Para esto se toman como base las soluciones constructivas propuestas por el PDA, sin embargo, en estas soluciones no se hace énfasis en las uniones entre elementos, que son puntos críticos (Figura 134) en los que se producen puentes térmicos. Ya que los puentes térmicos son causa de aumento de condensaciones superficiales en periodos fríos, formación de moho, degradación de componentes constructivos y ponen en peligro a la salud de los habitantes. Por otro lado, estas rupturas en la aislación llevan a un aumento de las pérdidas de calor, aumentando las necesidades energéticas, que se vuelven más relevantes al realizar un aumento en la aislación (Díaz Regodón & Tenorio Ríos, 2005).

De acuerdo esto, se desarrollan una serie de escantillones que se enfocan en solucionar esta problemática (Figura 135, 136, 137 y 138). En las soluciones propuestas, se busca elaborar una continuidad en la aislación y el mantenimiento del calor en las zonas de la vivienda de mayor uso. De la vivienda existente se mantiene el muro de albañilería y los pisos.

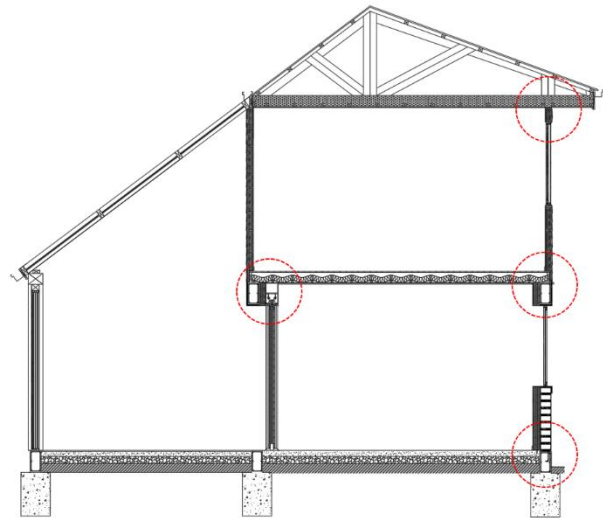
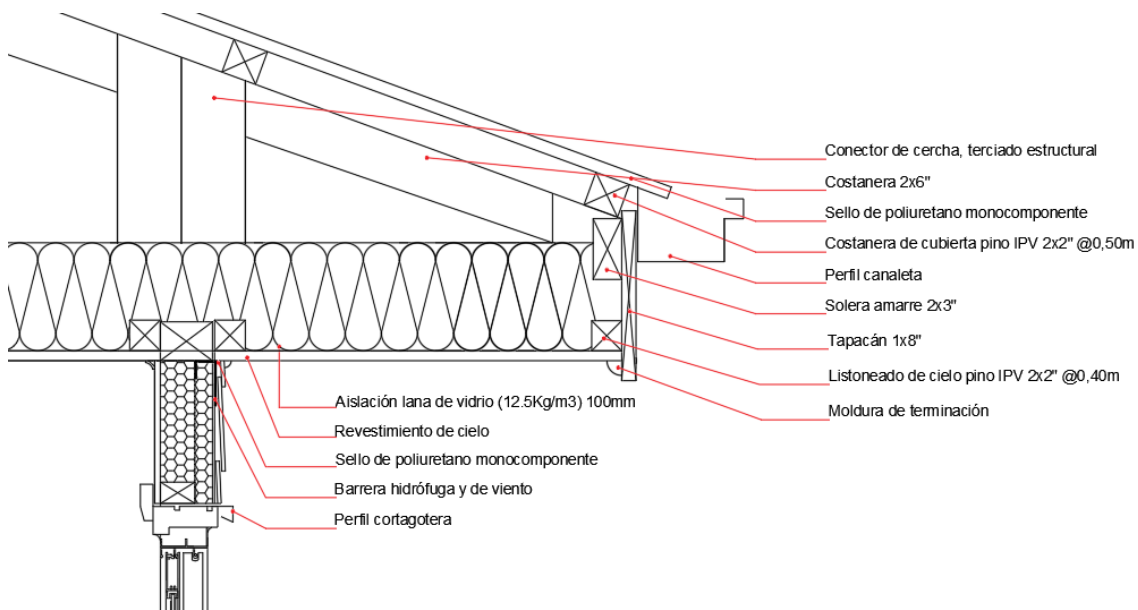


Figura 134. Puntos críticos en la aislación. Fuente: Elaboración Propia.



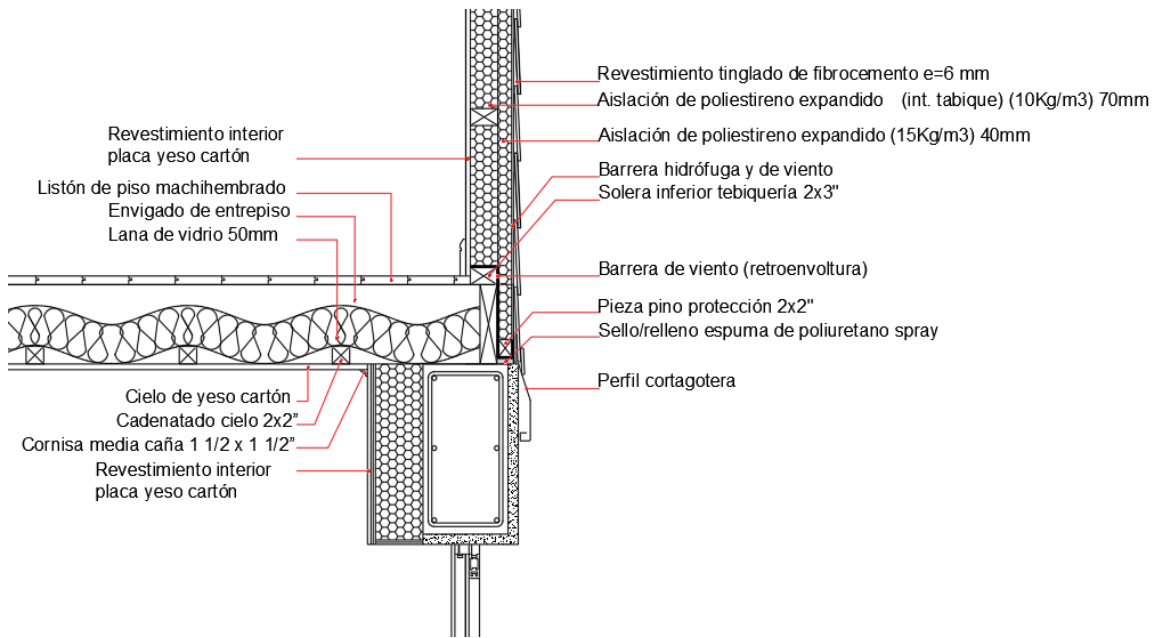


Figura 136. Escantillón muro primer piso- muro segundo piso . Fuente: Elaboración Propia.

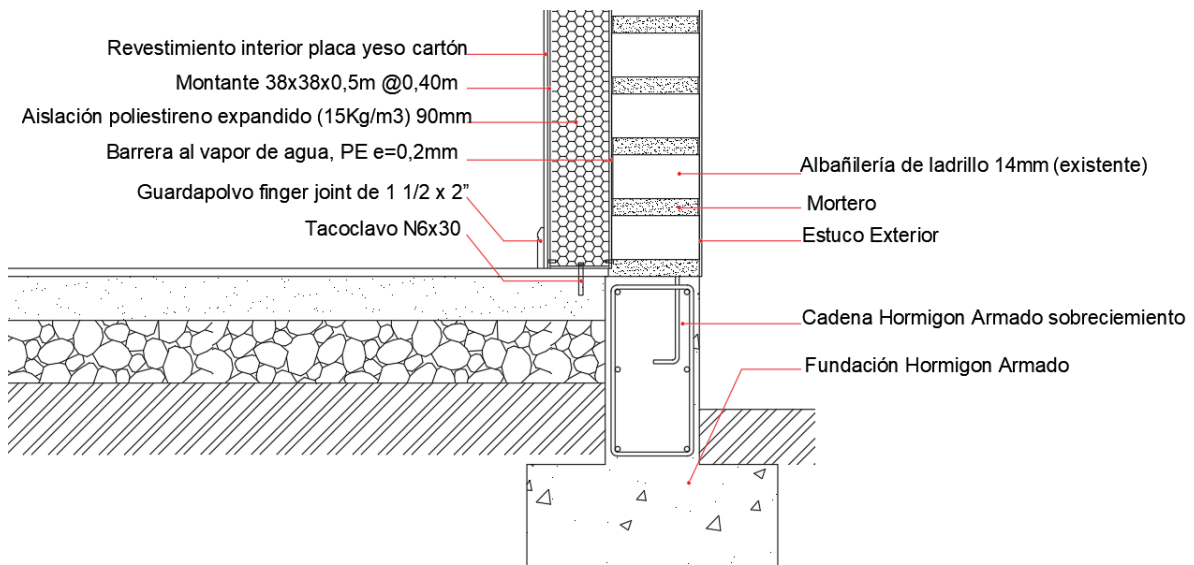


Figura 137. Escantillón muro suelo existente- muro primer piso . Fuente: Elaboración Propia.

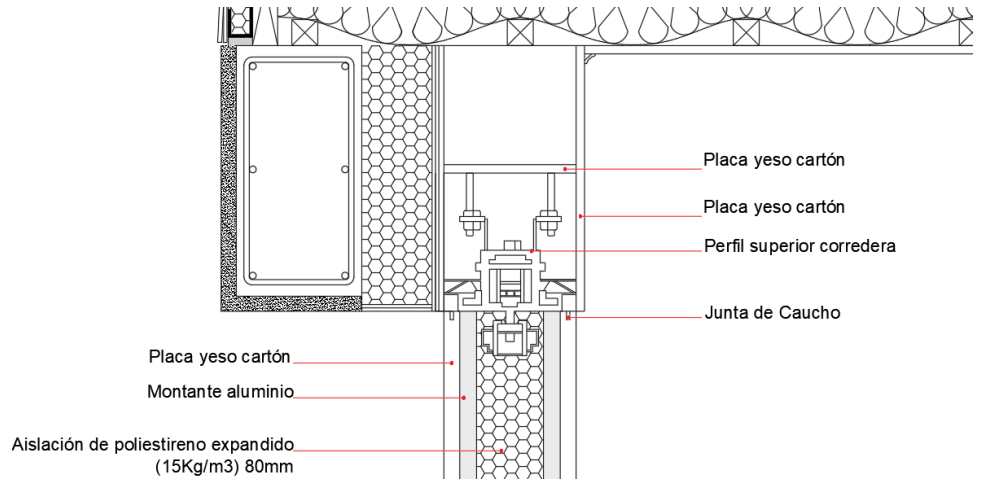


Figura 138. Escantillón muro corredera. Fuente: Elaboración Propia.

5.3 Replicabilidad dentro del conjunto

Dentro de los objetivos de la investigación se tiene como punto relevante la replicabilidad de la intervención, por lo tanto, se realiza un análisis de la aplicación de la intervención en el conjunto de viviendas del caso de estudio y posteriormente se realiza un análisis de asoleamiento del conjunto resultante.

Aplicación de estrategia de vivienda en el conjunto

De acuerdo con las estrategias expresadas anteriormente, se aplica el modelo de intervención desarrollado para el conjunto de viviendas seleccionado. En este caso la disposición de las viviendas genera 4 situaciones comunes, en las que el acceso y la zona de intervención, se posicionan sobre las orientaciones norte, sur, oriente y poniente. De acuerdo con lo revisado, la aplicación del modelo de intervención generado espacialmente es aplicable a las 4 situaciones. Sin embargo, debido a las cualidades de soleamiento de la fachada sur, para este caso se necesita modificar el modelo de intervención para que la fachada principal de la galería tenga acceso a radiación solar directa.

Vivienda con acceso sur

En el caso de la vivienda con el acceso sur (Figura 138) se realiza una intervención sobre el ante jardín de la vivienda, respetando los límites mínimos de distancia de ante jardín de 2 metros, con el objetivo de que la estructura vidriada tenga una fachada oriente o poniente según corresponda. Utilizando los mismos principios y estrategias que en el modelo de intervención realizado anteriormente, se realiza una modificación el muro de la fachada principal y en el muro de acceso de la vivienda, interiormente se realizan las mismas modificaciones de integración de la cocina y modificación de las dimensiones del dormitorio principal, y la incorporación de una oficina. A su vez se considera la incorporación de un segundo piso con ambas opciones de diseño. La galería acristalada se divide en dos, una parte más vinculada a la sala de estar cuyo ingreso es mediante un muro corredera y una zona de acceso, que funciona como espacio transitorio (Figura 139).

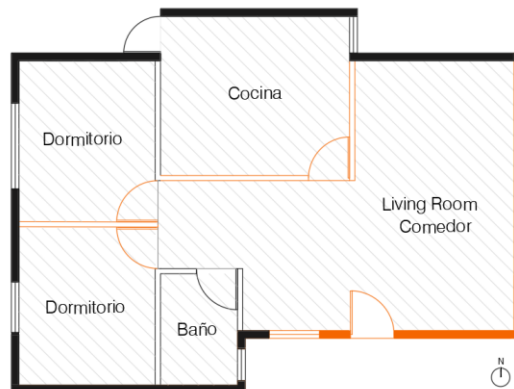


Figura 138. Planta esquemática de modificaciones a la vivienda. Fuente: Elaboración propia.



Figura 139. Planta esquemática de modificaciones a la vivienda. Fuente: Elaboración propia.

Aproximación de asoleamiento

Si bien se realizaron análisis de asoleamiento anteriores, en estos no se considera el sombreado provocado por los elementos circundantes. Para comprender como afecta el contexto sobre las viviendas en las diferentes orientaciones se realizó un análisis de asoleamiento del conjunto de viviendas con la intervención propuesta en cada una de las casas. En primer lugar, se hizo un análisis a nivel anual, considerando los solsticios y equinoccios y posteriormente un análisis en los meses más fríos del año.

A través de un modelo tridimensional del conjunto realizado en el programa Rhinoceros, se evaluó el asoleamiento de la estructura vidriada, para esto se seleccionó una sección del conjunto en la que se presentan las 4 situaciones de mayor frecuencia.

Asoleamiento anual

El análisis de asoleamiento anual (Figura 140), se desarrolló en tres horarios, 9:00 am, 15:00pm y 18:00 pm, en tres momentos del año que definen los cambios estacionales. Según lo analizado, se puede observar que las viviendas y en particular las galerías acristaladas, presentan diferentes condiciones de asoleamiento según la disposición de la vivienda, siendo el caso más favorable la vivienda con galería norte. Por otro lado, el caso menos favorable de acceso a radiación directa corresponde a las viviendas con orientación oriente, causado por las sombras generadas por la misma vivienda y los muros medianeros entre viviendas.

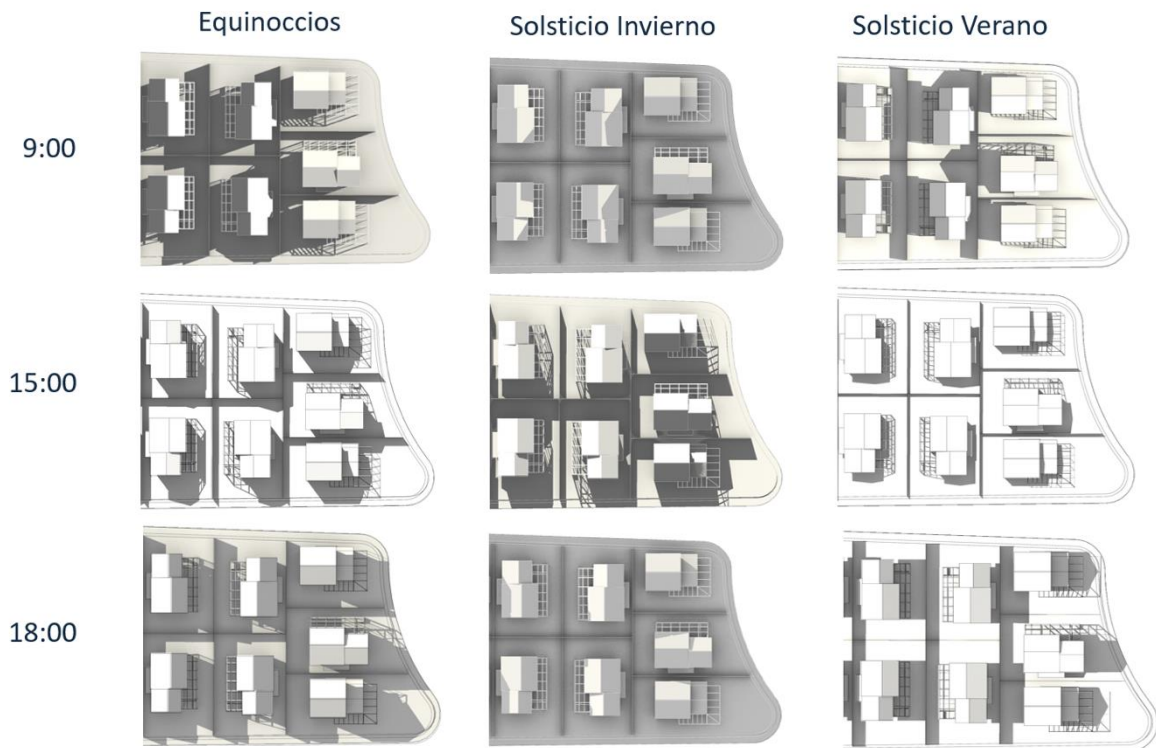


Figura 140. Análisis de asoleamiento anual. Fuente: Elaboración propia.

Análisis invierno

Debido a que el periodo más crítico en cuanto a la demanda energética es en invierno, se realizó el mismo análisis anterior durante los meses más fríos del año (Figura 142). Se tiene que las viviendas reciben radiación solar directa principalmente durante la mañana y media tarde. Al igual que en el análisis anterior, se tiene que las viviendas que tienen la galería acristalada con su fachada direccionada hacia el oriente (A y B) presentan una menor exposición solar, debido a las sombras que se generan, esto no sería benéfico para la función que se busca lograr. Además de igual manera sucede en el caso de las viviendas que se encuentran en el sur de la manzana y tienen la estructura acristalada sobre el antejardín oriente (C) (Figura 141).

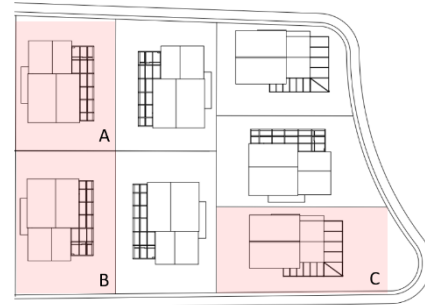


Figura 141. Esquema de ubicación de la vivienda. Fuente: Elaboración propia.

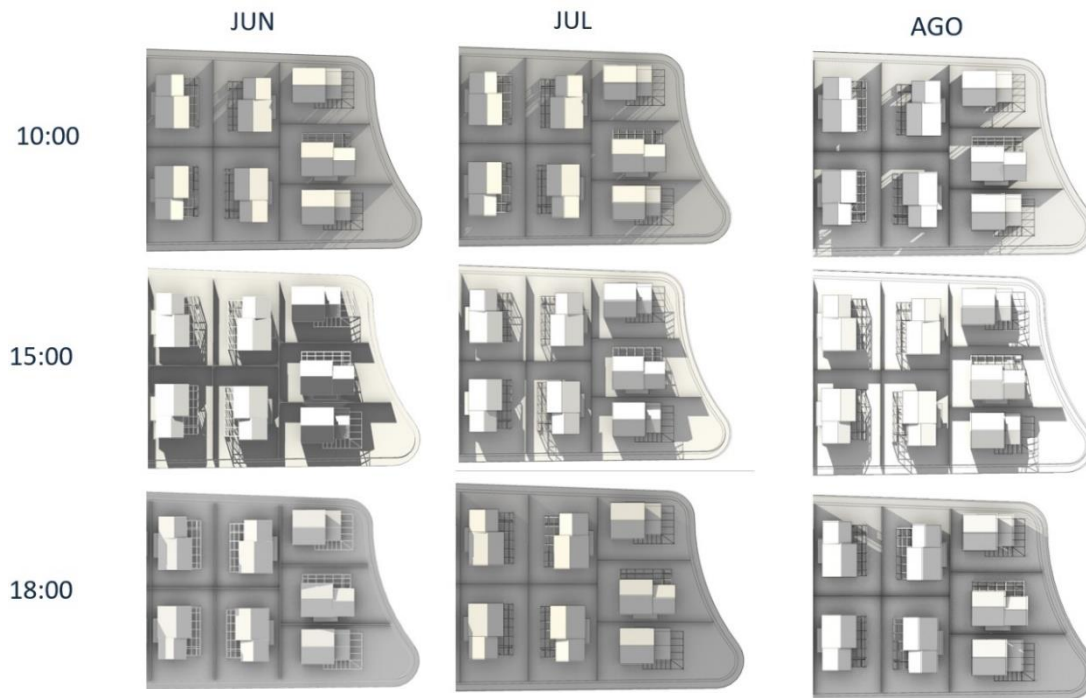


Figura 142. Análisis de asoleamiento en invierno Fuente: Elaboración propia.

Como solución, para las viviendas que tienen orientación de acceso hacia el oriente, con su fachada principal hacia el norte (A), es posible aplicar el modelo de intervención realizado para la vivienda con acceso sur, permitiendo que las galerías se posicionaran sobre el antejardín norte. Sin embargo, para la vivienda con acceso oriente y sur (B y C), que se encuentran en el sur de la manzana se descarta la aplicación de la galería acristalada y se necesita buscar otro tipo de intervención (Figura 143).

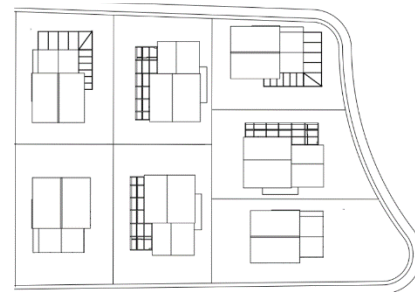


Figura 143. Esquema modificaciones. Fuente: Elaboración propia.

Análisis invierno- modificado

De acuerdo con lo anterior, se tendrían dos modelos de intervención utilizando los mismos principios y estrategias analizados en la investigación, además se debe considerar que en el caso de las viviendas que se encuentren en el sur de la manzana con acceso oriente y sur, no contarán con la galería acristalada. Con estas modificaciones se generó una repetición del análisis anterior (Figura 144), para corroborar su funcionamiento. La modificación de la vivienda con acceso oriente y fachada norte (A), permite una mayor cantidad de tiempo de ingreso de radiación solar, mejorando la situación anterior.

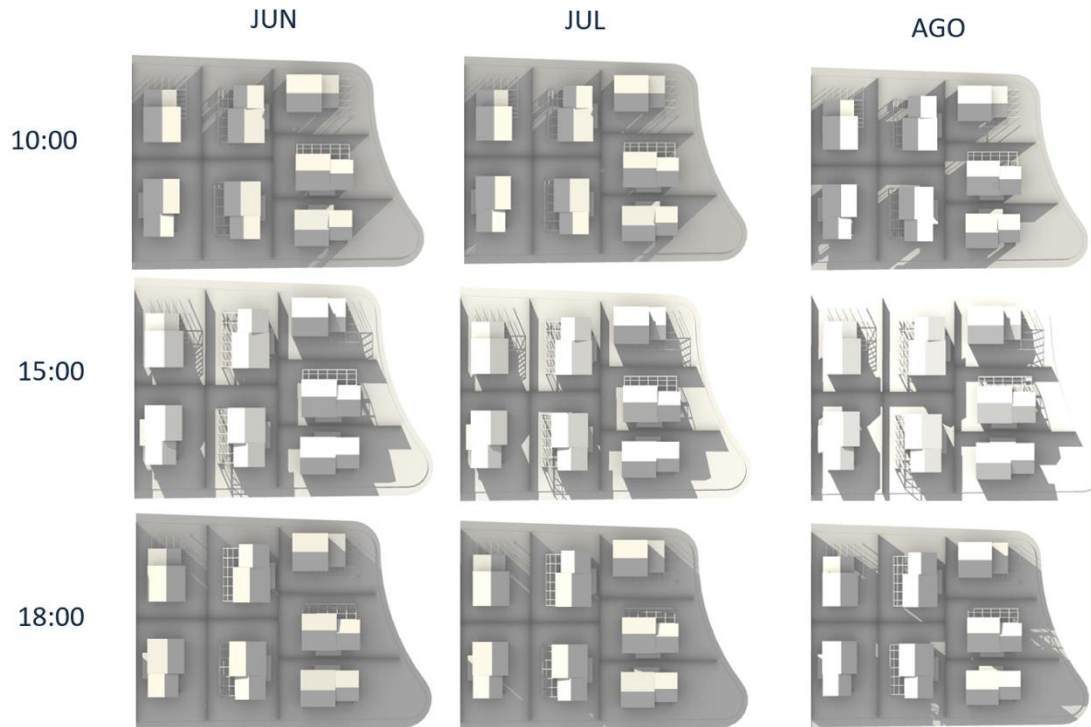


Figura 144. Análisis de asoleamiento en invierno con modificaciones. Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, se tiene que dentro de las situaciones contextuales de la intervención, se presentan limitaciones debido a la orientación de la vivienda, al sombreado de la misma vivienda o de elementos externos como el muro medianero, que imposibilitan aplicar de la misma forma la intervención, sin embargo aunque en algunos casos se modificó el diseño de la intervención, cambiando la ubicación de la galería, en otros no es posible realizar estas modificaciones ya sea por la orientación de la vivienda o por su posición dentro del terreno. Con esto en cuenta es posible desarrollar y aplicar lo analizado al resto del conjunto.

Conclusiones

Actualmente, en la zona centro sur de Chile, gran parte de la población se encuentra en pobreza energética, el problema radica en el elevado consumo de leña, provocado principalmente por la baja calidad de la envolvente de la vivienda. Esta situación tiene como consecuencias la exposición a bajas temperaturas y a altos niveles de contaminación, que provocan diferentes problemas a la salud de las personas. Frente a este acontecimiento, se presenta como solución los Planes de Descontaminación Atmosférica, que abarcan el problema desde el mercado de leña, los sistemas de calefacción y la calidad de la envolvente. Si bien se destaca la importancia de los Planes de Descontaminación Atmosférica, en cuanto a las soluciones de reacondicionamiento atmosférico, se presentan soluciones técnicas que no incluyen la espacialidad de la vivienda.

En base a esta problemática, la investigación se enfoca en el reacondicionamiento térmico y espacial de la vivienda existente, con el objetivo de reducir la pobreza energética, mejorando la calidad de la vida de los usuarios. Se propone que, mediante la incorporación de una galería acristalada, que forme parte de las ampliaciones de la vivienda, se puede disminuir la demanda de calefacción y uso de leña, además de resolver las necesidades espaciales de los usuarios.

Para lograr este objetivo, la propuesta se fundamenta en una serie de análisis sobre las estructuras acristaladas aplicadas a la vivienda y sobre la ciudad que se toma como caso de estudio. De estos análisis, se obtuvieron como resultados criterios que permiten que este espacio cumpla con la hipótesis presentada. Estas estrategias abarcan características morfológicas, materiales y de ocupación, tanto de la galería acristalada como de la vivienda.

Los criterios sobre las estrategias aplicadas permitieron generar un proyecto, que disminuye la demanda de calefacción de la vivienda y mejora su configuración espacial. Desde el punto del reacondicionamiento térmico, se demuestra el hecho de la necesidad que se tiene de mejorar la envolvente, en este sentido, se genera un reacondicionamiento de la vivienda, aumentando su aislación y hermeticidad, por otro lado, la galería acristalada, además de aportar con las ganancias solares, genera una doble envolvente que protege y amortigua a la vivienda. Desde el punto de vista espacial, se buscó generar una propuesta en la que la galería acristalada sea un espacio funcional a que se integre y vincule espacialmente al resto de la vivienda, para esto se utilizaron estrategias de adaptabilidad y flexibilidad de la envolvente, permitiendo crear diferentes situaciones al interior de la vivienda, variando la iluminación, transparencia y niveles de protección.

Si bien la propuesta se hace en un caso específico de vivienda, los análisis y estrategias aplicados, permiten ser utilizados en otras propuestas dentro de la ciudad de Valdivia y de la zona centro sur. Se espera que esta recopilación de estrategias y de criterios de diseño permitan la replicabilidad del proyecto y que sean una base de información para su futuro desarrollo. Por otro lado, se busca que esta investigación ponga en mayor conocimiento una problemática que abarca a gran parte del país y que su solución no sea vista solo desde un punto técnico, sino que se también se incluyan las necesidades espaciales que se presentan.

Bibliografía

- Aelenei, D., De Azevedo Leal, H., & Aelenei, L. (2014). The use of attached-sunspaces in retrofitting design: The case of residential buildings in Portugal. *Energy Procedia*, 48, 1436–1441. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.02.162>
- Agmon-Levin, N., Theodor, E., Segal, R. M., & Shoenfeld, Y. (2013). Vitamin D in systemic and organ-specific autoimmune diseases. *Clinical Reviews in Allergy and Immunology*, 45(2), 256–266. <https://doi.org/10.1007/s12016-012-8342-y>
- Amigo, C., Calvo, R., Cortés, A., & Urquiza, A. (2019). *Pobreza energética. El acceso desigual a energía de calidad como barrera para el desarrollo en Chile*.
- Bastien, D., & Athienitis, A. K. (2017). Passive thermal energy storage, part 2: Design methodology for solaria and greenhouses. *Renewable Energy*, 103, 537–560. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2016.11.041>
- Bastien, D., & Athienitis, A. K. (2018). Passive thermal energy storage, part 1: Design concepts and metrics. *Renewable Energy*, 115, 1319–1327. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2016.04.011>
- Bataineh, K. M., & Fayez, N. (2011). Analysis of thermal performance of building attached sunspace. *Energy and Buildings*, 43(8), 1863–1868. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.03.030>
- Berg Costa, L., & Rojas Vega, E. (2013). Construcciones en Chiloé, sur de Chile. In *RedAVi. Arquitectura vernácula iberoamericana*. (Vol. 1).
- Bouzarovski, S. (2017). Energy Poverty: (Dis)Assembling Europe's Infrastructural Divide. In *Energy Poverty: (Dis)Assembling Europe's Infrastructural Divide*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-69299-9>
- Bustamante, W., Cepeda, R., Martínez, P., & Santa María, H. (2009). Eficiencia energética en vivienda social: un desafío posible. *Camino Al Bicentenario - Propuestas Para Chile*, 253–282.
- Cerda Brintrup, G. (2009). Arquitectura patrimonial de la región de La Araucanía, Chile. *Arquitectura y revista*, 5(1), 55–64. <https://doi.org/10.4013/arq.2009.51.05>
- Certificación e Investigación de la Vivienda Austral UCh (CIVA). (2012). *Informe Final: Evaluación técnica y económica de viviendas más incidentes en demanda térmica en el radio urbano de la ciudad de Valdivia*.
- Cherubini, G. P. (2016). La escuela de carpinteros alemanes de Puerto Montt, su formación e influencia más allá de las fronteras. *Santiago de Chile: Editorial Universitaria*.
- Chiesa, G., Simonetti, M., & Ballada, G. (2017). Potential of attached sunspaces in winter season comparing different technological choices in Central and Southern Europe. *Energy and Buildings*, 138, 377–395. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.12.067>
- Chun, C., Kwok, A., & Tamura, A. (2004). Thermal comfort in transitional spaces-basic concepts: Literature review and trial measurement. *Building and Environment*, 39(10), 1187–1192. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2004.02.003>
- Chwieduk, D. (2014). Passive Utilization of Solar Energy in a Building. In *Solar Energy in Buildings*. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-410514-0.00005-0>

- Cleveland, C. J., & Morris, C. G. (2014). Dictionary of energy - Dielectric Strength. *Dictionary of Energy*, 701. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-096811-7.50019-6>
- Díaz Regodón, M. I., & Tenorio Ríos, J. A. (2005). Pérdidas de calor y formación de condensaciones en los puentes térmicos de los edificios. *Instituto de Ciencias de La Construcción Eduardo Torroja*, 1131–1153. http://digital.csic.es/bitstream/10261/5864/1/Diaz_Regodon_IETCC.pdf
- Espinoza, D., & Zumelzu, A. (2016). *Valdivia Y Su Evolución Post- Terremoto 1960 : Enfoques, Factores escalares y condicionantes*.
- Espinoza, D., Zumelzu, A., Burgos, R., & Mawromatis, C. (2016). *Transformaciones espaciales en ciudades intermedias: el caso de Valdivia- Chile y su evolución post-terremoto* (Arquitectu).
- Figueroa, V., Gayoso, J., Oyarzun, E., & Planas, L. (1998). Investigación aplicada sobre Geografía Urbana: Un caso práctico en la ciudad de Valdivia. *Gestión Turística*, 3, 107–148. <https://doi.org/10.4206/gest.tur.1998.n3-06>
- Fuentes, V., & Rodríguez, M. (2004). *Ventilación natural. Cálculos básicos para arquitectura*.
- Ganem, C., Esteves, A., & Di Fabbio, N. (2002). Invernadero adosado: tecnología solar para acondicionamiento térmico de viviendas y obtención de hortalizas y forrajes en comunidades de bajos recursos. *Avances En Energías Renovables y Medio Ambiente Vol. 6, Nº 1., 6*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Gao, Q., Luan, D., Wang, X., Xin, S., Liu, Y., & Li, J. (2018). Effect of sun exposure on cognitive function among elderly individuals in northeast China. *Clinical Interventions in Aging*, 13, 2075–2082. <https://doi.org/10.2147/CIA.S179355>
- Gascón, E., & Higón, J. L. (2018). *Estrategias de mejora del desempeño energético en edificios existente mediante la aplicación de protecciones solares*.
- González Eguino, M. (2015). Energy poverty: An overview. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 47, 377–385. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.03.013>
- Gonzalo, A., Brintrup, C., Mónica, A., Souza, V. De, Hernán, A., Fernandez, A., & Pablo, A. (2012). *Identidad, patrimonio y desarrollo territorial en la Provincia de Arauco-Chile*. 13.
- Hellicar, C. J. E. (2020). *Estrategias de mejora del desempeño energético en edificios existentes mediante la aplicación de protecciones solares*.
- Hui, S. C. M., & Jie, J. (2014). Assessment of thermal comfort in transitional spaces. *Proceedings of the Joint Symposium 2014: Change in Building Services for Future, 2014*(September), 1–13.
- Instituto Forestal, Ministerio de Energía, & Corporación de Fomento de la Producción. (2015). *Programa: Observatorio de los Combustibles Derivados de la Madera*. <https://observatoriobiomasa.infor.cl/>
- Jin, H., & Zhou, C. (2010). Analysis of the application of passive solar collecting approaches for rural house in super-cold areas of China. *IET Conference Publications, 2010*(565 CP), 116–121. <https://doi.org/10.1049/cp.2010.0423>
- Lambert, G. W., Reid, C., Kaye, D. M., Jennings, G. L., & Esler, M. D. (2002). Effect of sunlight and season on serotonin turnover in the brain. *Lancet*, 360(9348), 1840–1842. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(02\)11737-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(02)11737-5)
- Mihalakakou, G. (2002). On the use of sunspace for space heating/cooling in Europe. *Renewable*

- Energy*, 26(3), 415–429. [https://doi.org/10.1016/S0960-1481\(01\)00138-0](https://doi.org/10.1016/S0960-1481(01)00138-0)
- Mihalakakou, G., & Ferrante, A. (2000). Energy conservation and potential of a sunspace: Sensitivity analysis. *Energy Conversion and Management*, 41(12), 1247–1264. [https://doi.org/10.1016/S0196-8904\(99\)00178-8](https://doi.org/10.1016/S0196-8904(99)00178-8)
- Ministerio del medio Ambiente. (2015). *Establece Plan de Descontaminación Atmosférica para la Comuna de Valdivia*. 55.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2014). *Planes Descontaminación Atmosférica Estrategia 2014 - 2018*.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2017). *Plan de Descontaminación Atmosférica 2017: Comuna de Valdivia* (p. 92).
- Monge-Barrio, A., & Sánchez-Ostiz, A. (2015). Energy efficiency and thermal behaviour of attached sunspaces, in the residential architecture in Spain. Summer Conditions. *Energy and Buildings*, 108, 244–256. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.09.037>
- Müller, E. (2008). *Análisis térmico y recomendaciones para el diseño de casas solares pasivas y la difusión de viviendas sustentables. II Congresso Brasileiro de Energia Solar e III Conferência Regional Latino-Americana da ISES-Florianópolis, 18 a 21 de novembro de 2008 ANÁLISIS*, 13.
- Oliveti, G., Simona, M., & Ruffolo, S. (2005). Solar contribution evaluation for building attached sunspace in the Mediterranean climate. *International Conference Passive and Low Energy Cooling for the Built Environment, May*, 841~847. http://www.inive.org/members_area/medias/pdf/Inive/palenc/2005/Oliveti.pdf
- Organización Mundial de la Salud. (2018). *Directrices de la OMS sobre vivienda y salud*. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/279743/WHO-CED-PHE-18.10-spa.pdf?ua=1>
- Ortega, R. M. M., Pendás, L. C. T., Ortega, M. M., Abreu, A. P., & Cánovas, A. M. (2009). El coeficiente de correlacion de los rangos de spearman caracterizacion. *Revista Habanera de Ciencias Medicas*, 8(2).
- Ortega, V., Schueftan, A., González, A., & Reyes, R. (2015). *Frío , Vivienda y Contaminación : Problemas y oportunidades derivados de la mala aislación*.
- Palme, M., Carrasco, C., & Gálvez, M. Á. (2020). *Estimación del riesgo de sobrecalentamiento y del potencial de refrigeración por ventilación natural de viviendas unifamiliares en ciudades costeras de Chile*.
- Paone, A., & Bacher, J. P. (2018). The impact of building occupant behavior on energy efficiency and methods to influence it: A review of the state of the art. *Energies*, 11(4). <https://doi.org/10.3390/en11040953>
- Pitts, A., & Saleh, J. Bin. (2007). Potential for energy saving in building transition spaces. *Energy and Buildings*, 39(7), 815–822. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2007.02.006>
- Porteous, C., & Macgregor, K. (2005). *Solar Architecture in Cool Climates*.
- Rempel, A. R., Rempel, A. W., Cashman, K. V., Gates, K., Page, C. J., & Shaw, B. (2012). Sunspace thermal dynamics in the pacific northwest: A field and modeling study. *World Renewable Energy Forum, WREF 2012, Including World Renewable Energy Congress XII and Colorado Renewable Energy Society (CRES) Annual Conferen*, 6, 4233–4240.

- Scarpellini, S., Rivera-Torres, P., Suárez-Perales, I., & Aranda-Usón, A. (2015). Analysis of energy poverty intensity from the perspective of the regional administration: Empirical evidence from households in southern Europe. *Energy Policy*, *86*, 729–738. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2015.08.009>
- Schueftan, A., & Gonzalez, A. D. (2016). Mejorar la eficiencia térmica y el control de la contaminación atmosférica en ciudades con alto consumo de leña: estudio de caso en Valdivia. En: *Boletín BES, Bosques - Energía - Sociedad, Año 2. N° 4. Abril 2016. Observatorio de Los Combustibles Derivado de La Madera OCDM. Instituto Forestal, Chile*, 24.
- Schueftan, A., & González, A. D. (2013). Reduction of firewood consumption by households in south-central Chile associated with energy efficiency programs. *Energy Policy*, *63*, 823–832. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.08.097>
- Schueftan, A., & González, A. D. (2015). Proposals to enhance thermal efficiency programs and air pollution control in south-central Chile. *Energy Policy*, *79*, 48–57. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2015.01.008>
- Schueftan, A., Sommerhoff, J., & González, A. D. (2016). Firewood demand and energy policy in south-central Chile. *Energy for Sustainable Development*, *33*, 26–35. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2016.04.004>
- Tillera González, J., & Vela Cossio, F. (2017). Las viviendas de la colonización alemana en el sur de Chile. *Cuaderno de Notas*, *18*, 54. <https://doi.org/10.20868/cn.2017.3598>
- Torra, C., Cusidó, J. A., & Puigdomènech, J. (1988). Some experiences on design and calculation of sunspaces in Mediterranean climates. *Solar and Wind Technology*, *5*(4), 365–378. [https://doi.org/10.1016/0741-983X\(88\)90003-3](https://doi.org/10.1016/0741-983X(88)90003-3)
- Villanueva, A. S. (1996). *Invariantes de una arquitectura reconocible: La vivienda colonial urbana en Chile* (Vol. 29, pp. 24–33).
- Vukadinovic, A., Radosavljević, J., Đorđević, A., Vasovic, D., & Janackovic, G. (2018). Sunspaces As Passive Design Elements for Energy Efficient and Environmentally Sustainable Housing. *VIII International Conference Industrial Engineering and Environmental Protection, October*.
- Zhu, X., Liu, J., Yang, L., & Hu, R. (2014). Energy performance of a new Yaodong dwelling, in the Loess Plateau of China. *Energy and Buildings*, *70*, 159–166. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2013.11.050>