



ESCUELA DE ARQUITECTURA
FACULTAD DE ARQUITECTURA, DISEÑO
Y ESTUDIOS URBANOS

mase

CULTURA DE LEÑA: CONSUMO Y ALMACENAMIENTO

Estrategias de diseño para mejorar el desempeño energético de las viviendas
en la ciudad de Valdivia y reducir el consumo residencial de leña

Por
CAMILA PAZ REYES BRAM

Profesores Guía:
Felipe Encinas
Alejandra Schueftan

Ayudante:
Mariana Andrade

Tesis para optar al título de Arquitecto y al grado de Magíster en Arquitectura Sustentable y Energía

Enero, 2021
Santiago, Chile

© 2021, Camila Paz Reyes Bram



ABSTRACT

La Región de Los Ríos es la segunda región que más consume leña en el país, después de la Región de Los Lagos, con un consumo de 498.000 m³ de leña al año en el sector residencial, con la ciudad de Valdivia como principal consumidor con el 44% del total. Este elevado consumo de leña para calefacción es una de las principales causas del alto índice de contaminación atmosférica en la ciudad, al ser responsable del 94,1% de las emisiones totales anuales de materiales particulados (MP_{2,5}). Esto se origina principalmente por tres factores: la mala calidad de la envolvente de las viviendas, que provoca que éstas tengan un mal desempeño energético frente a las condiciones climáticas de la zona y requieran una mayor cantidad de leña para ser calefaccionadas; la baja eficiencia de los calefactores, provocada por la combustión lenta o ahogada; y el alto porcentaje de humedad en la leña utilizada, debido a que la compra de leña certificada no es obligatoria y se requiere de un espacio adecuado para su correcto almacenamiento, para evitar que ésta adquiera grandes porcentajes de humedad y empeore su calidad. Si bien se han implementado medidas con el objetivo controlar la elevada contaminación atmosférica en el sector, como el recambio de calefactores o el incentivo del consumo de leña seca, falta que éstas propongan soluciones de transición energética que consideren los patrones de uso de la energía en las viviendas. Patrones asociados a los aspectos sociales, culturales y económicos que determinan el comportamiento de los usuarios y su relación diaria con el consumo de leña. En base a esto, se estudian las poblaciones Yáñez Zabala y Pablo Neruda, dado que cumplen con las características de referente para el análisis del problema, con el objetivo de optimizar el consumo de leña en sus hogares y reducir proporcionalmente su contaminación atmosférica, a través de estrategias de diseño, como el reacondicionamiento térmico de las viviendas y la propuesta de un espacio intermedio destinado al almacenamiento de este combustible, en respuesta a un estudio previo de los patrones de consumo de los residentes en el sector estudiado.

PALABRAS CLAVE

Transición energética – Comportamiento del usuario – Patrones de consumo – Leña – Almacenamiento

ÍNDICE

ABSTRACT

1. FORMULACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

- 1.1 INTRODUCCIÓN
- 1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA
- 1.3 PREGUNTAS
- 1.4 HIPÓTESIS
- 1.5 OBJETIVO GENERAL
- 1.6 OBJETIVOS ESPECÍFICOS
- 1.7 METODOLOGÍA

2. MARCO TEÓRICO

- 2.1 CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
- 2.2 TRANSICIÓN ENERGÉTICA
- 2.3 COMPORTAMIENTO DEL USUARIO
- 2.4 CONSUMO DE LEÑA

3. CONSUMO DE LEÑA Y CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

- 3.1 CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA Y CONSUMO RESIDENCIAL DE LEÑA
- 3.2 MÉTODOS DE COMPRA

4. CONTEXTO: POBLACIONES YÁÑEZ ZABALA Y PABLO NERUDA

- 4.1 ORIGEN DE LAS POBLACIONES: CAMPAMENTOS EL ROBLE Y CHORRILLOS
- 4.2 CARACTERIZACIÓN Y SITUACIÓN ACTUAL DEL SECTOR
- 4.3 ASPECTOS CULTURALES Y SOCIOECONÓMICOS
- 4.4 PATRONES DE CONSUMO DE LOS USUARIOS: ALMACENAMIENTO Y CONSERVACIÓN

5. ESTRATEGIAS DE DISEÑO PARA REDUCIR LA CONTAMINACIÓN DEL CONSUMO RESIDENCIAL DE LEÑA

- 5.1 CASO DE ESTUDIO: TIPOLOGÍA DE VIVIENDA
 - 5.1.1 LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO
 - 5.1.2 DESEMPEÑO ENERGÉTICO ACTUAL
 - 5.1.3 CONSUMO DE LEÑA ACTUAL
- 5.2 PROPUESTA DE MEJORA PARA LA ENVOLVENTE
- 5.3 DESEMPEÑO ENERGÉTICO Y CONSUMO DE LEÑA POSTERIOR A MEJORA EN LA ENVOLVENTE
- 5.4 ESTUDIO DE CABIDA DE LA VIVIENDA

6. IMPLEMENTACIÓN

- 6.1 ESPACIALIDAD Y USUARIO
 - 6.1.1 ESPACIO INTERMEDIO
 - 6.1.2 AMPLIACIONES
- 6.2 DISEÑO DE SOLUCIONES ARQUITECTÓNICAS
- 6.3 CÁLCULO DESEMPEÑO ENERGÉTICO DE PROPUESTA Y COMPARACIÓN CON VIVIENDA ORIGINAL

7. SÍNTESIS PROYECTUAL

8. CONCLUSIONES

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

10. ANEXOS

1. FORMULACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

La leña es el principal combustible utilizado para calefaccionar las viviendas en la Región de Los Ríos. En el caso de Valdivia, el 96% de las viviendas utiliza leña como combustible para calefacción y/o cocina, lo que se traduce en un consumo estimado de leña de 391.612 m³ por año (Ortega et al., 2016). Este alto consumo se explica principalmente por las bajas temperaturas en la zona desde marzo hasta octubre, la alta demanda energética de las viviendas debido a su mala aislación térmica, el bajo precio de venta de este combustible en comparación a otros como gas, parafina y electricidad (fig. 2), su disponibilidad local y el arraigo cultural presente en la población. Este consumo doméstico de leña es una de las principales causas del alto índice de contaminación atmosférica en la ciudad, debido a que es responsable del 94,1% de las emisiones totales anuales de materiales particulados (MP_{2,5}) y otros gases (fig. 1). Esta contaminación es originada principalmente por la baja eficiencia de los calefactores, la mala aislación de las viviendas y el alto porcentaje de humedad en la leña consumida (Ortega et al., 2016).

Si bien, ante esta situación, la primera solución que se podría plantear es reemplazar el consumo de leña por otro combustible, al comparar económicamente distintos sistemas de calefacción (fig. 2), queda en evidencia que con los actuales niveles de consumo de energía no es posible realizar este reemplazo sin empeorar significativamente las condiciones de temperatura dentro de las viviendas, debido a que, para las familias de escasos recursos, no es posible acceder a otra alternativa de calefacción a corto plazo. Frente a este contexto, para estas familias, se deberían proponer soluciones de transición energética que, a corto plazo, contribuyan a la reducción del consumo de leña y a alcanzar la mayor eficiencia al momento de su combustión, con el fin de, a largo plazo, reemplazar este combustible por otro para el sistema de calefacción de las viviendas. Al respecto, las políticas no deberían atacar el síntoma, es decir, el consumo de leña, sino la enfermedad, y lo que está enfermando a las ciudades del sur del país es la ineficiencia de las viviendas asociadas a un contexto de pobreza (Ortega et al., 2016).

La tipología y baja eficiencia energética de las viviendas provoca que estas tengan un mal desempeño térmico frente a las condiciones climáticas de la zona y requieran mayor cantidad de leña para ser calefaccionadas. Se estima que el mejoramiento de la aislación en la envolvente de las viviendas aporta entre un 25 y un 30% al cumplimiento de las metas de reducción de concentración de MP_{2,5} establecidas (MINVU, 2016). Sin embargo, las regularizaciones y subsidios dirigidos al reacondicionamiento térmico de las viviendas no establecen prioridades para la implementación de sus medidas, aplicándolas simultáneamente y quedando la decisión en manos del usuario, que no está debidamente informado, pudiendo incluso empeorar la situación en algunos casos (Schueftan et al., 2016). Es por esto que, medidas como el mejoramiento de los sistemas de calefacción a leña, el reacondicionamiento de las viviendas o la promoción del uso de leña seca, deben ir de la mano con estudios previos del comportamiento de los usuarios.

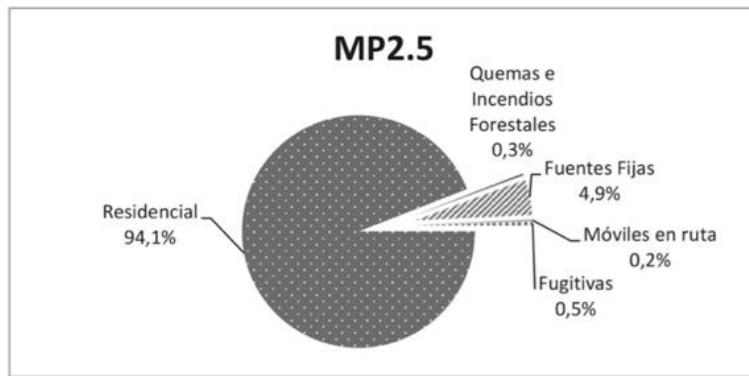


Fig 1. Gráfico fuentes de emisión de MP2.5. MMA, 2017.

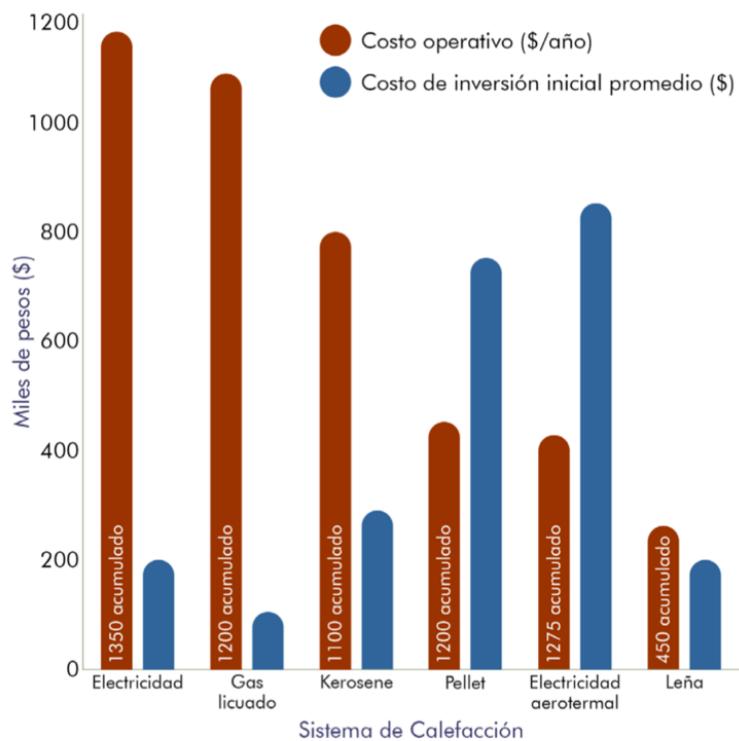


Fig 2. Gráfico de comparación de sistemas de calefacción y sus gastos operativos e inciales. Nieva, 2019.

En cuanto al uso de leña seca, encontramos que no es obligatorio comprar leña certificada, porque su precio es mayor al de la leña sin certificación y usualmente las viviendas no cuentan con una instalación para su correcto almacenamiento. La calidad de la leña que se consume es de suma importancia ya que en la medida en que la leña certificada realmente cumpla con el estándar del 25% de humedad, en base seca, contribuye a disminuir las concentraciones de MP (Ortega et at., 2016).

Si bien la compra de leña certificada no es obligatoria, la mayoría de las familias que utilizan leña para calefaccionar sus viviendas sabe reconocer la leña seca y preferirla al momento de comprar, por más que no se encuentre certificada, esto se debe a la “cultura de leña” en el centro y sur de Chile, donde las familias son participantes activos en mejorar las condiciones y la eficiencia de la combustión de leña, y sus patrones de consumo juegan un rol fundamental para lograr este objetivo. Si las familias compran de manera anticipada (entre octubre y marzo), pueden acceder a leña de mejor calidad, pero, para que ésta conserve su calidad, se requiere además de una instalación adecuada para su correcto almacenamiento, es decir, un espacio cerrado, seco, ventilado, protegido de la lluvia y elevado del piso (Ministerio de Energía, 2014) (fig. 3).

Las familias que no compran de manera anticipada, es decir, que compran de forma gradual, según su necesidad, se arriesgan a comprar leña de peor calidad, con un alto porcentaje de humedad. Pero esta decisión de comprar gradualmente generalmente no es voluntaria, se debe a la combinación de bajos ingresos con la falta de instalaciones adecuadas para almacenar la leña de forma correcta (fig. 4), lo que se ve reflejado en que el valor de las casas de quienes compran anticipadamente es un 64% más alto que el valor de la propiedad de quienes compran gradualmente (Schueftan, Gonzalez, 2016).

Por otra parte, frente a las condiciones climáticas de la ciudad de Valdivia, los espacios intermedios en las viviendas se vuelven primordiales para poder realizar actividades exteriores sin exponerse a los vientos y precipitaciones que caracterizan esta zona del país a lo largo del año, entendiendo por espacios intermedios aquellos que funcionan como un nexo o mediador entre interior y exterior (Suarez, 2013). Sin embargo, las viviendas de las familias de escasos recursos no cuentan con estos espacios, por lo que generalmente se ven bajo la necesidad de autoconstruirlos.

En este sentido, al entender que la calidad de la leña, al momento de ser consumida, depende de la accesibilidad, patrones de consumo e instalaciones para almacenamiento con que cuentan las viviendas, se propone integrar el almacenamiento de este combustible, como un espacio intermedio, al plan de reacondicionamiento térmico, ya que este implica una intervención en la vivienda, y esa intervención podría incluir la provisión o la mejora del depósito de leña (Schueftan, Gonzalez, 2016).



Fig 3. Almacenamiento cerrado, leña seca. *Ministerio de Energía, 2014.*



Fig 4. Almacenamiento bajo un alero, leña húmeda. *Schueftan, Gonzalez, 2016.*

1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La ciudad de Valdivia presenta un alto índice de contaminación atmosférica a causa del elevado consumo de leña en el sector residencial, potenciado por una baja eficiencia en las estufas, un consumo de leña de mala calidad, con alto porcentaje de humedad, y una aislación térmica deficiente en las viviendas. Ante esta situación, se han destinado regulaciones y subsidios para mejorar la combustión, por medio del suministro de leña seca y la utilización de equipos de combustión más eficientes. Sin embargo, considerando los hábitos de la población y la actual ineficiencia térmica de las viviendas, los programas implementados presentan muy bajo potencial para reducir la contaminación del aire (Schueftan, Gonzalez, 2016).

Si bien, las medidas tomadas por estos programas podrían presentar una solución, no han tenido los resultados esperados debido a que el principal problema radica en la mala aislación de las viviendas, por lo que se deberían enfocar en priorizar el reacondicionamiento térmico y considerar el correcto almacenamiento de leña. Medidas como el recambio de calefactores, por ejemplo, no son efectivas si la vivienda se encuentra mal aislada, debido a que no conserva la temperatura a su interior y se continúa consumiendo grandes cantidades de leña a pesar de contar con un equipo más eficiente.

En el caso del incentivo o suministro de leña seca, si no se consideran los patrones de consumo ni las instalaciones con las que cuentan las familias para almacenar este combustible, no se puede asegurar que la leña entregada, en base seca, conserve esta calidad para el momento de ser consumida, debido a que puede adquirir grandes porcentajes de humedad si no se almacena en un espacio cerrado, seco, protegido de la lluvia y elevado del piso.

El ingreso de las familias, por su parte, influye fuertemente en los patrones de consumo y en la calidad de la leña que compran. Las familias de escasos recursos no pueden acceder a leña de buena calidad, debido a su elevado precio y a la falta de un espacio adecuado para almacenarla de manera correcta, arriesgándose a consumir leña con altos porcentajes de humedad, que libera grandes emisiones de MP_{2,5}. Las medidas actualmente implementadas no han presentado soluciones para estas familias, debido a que no consideran sus hábitos de consumo que se ven determinados principalmente por su contexto social, económico y cultural.

Por ende, el problema radica en que las viviendas se encuentran mal aisladas, por lo que presentan un desempeño energético ineficiente y requieren grandes cantidades de leña para ser calefaccionadas, pero las familias de escasos recursos no pueden pagar ni almacenar la cantidad de leña necesaria para alcanzar un estado de confort térmico al interior de la vivienda (entre 18 y 24°C) y acceden a leña de mala calidad. Debido a estas malas prácticas de consumo de leña, se generan grandes emisiones de MP_{2,5} y, por consecuencia, un alto índice de contaminación atmosférica en la ciudad. De lo anterior surge la problemática de investigar el almacenamiento de la leña, para asegurar que ésta presente la mejor calidad posible al momento de ser consumida, y su relación con la arquitectura, considerando que la relación de los usuarios con este espacio de almacenamiento es diaria.

1.3 PREGUNTAS

¿Cuáles son los aspectos que determinan el comportamiento de los usuarios ante el consumo residencial de leña?

¿Cómo responder desde la arquitectura el problema del almacenamiento de leña para que ésta se conserve de manera adecuada, sin adquirir mayores porcentajes de humedad, considerando la relación de los usuarios con este espacio?

1.4 HIPÓTESIS

Entender los patrones de consumo de leña de los usuarios permite diseñar un espacio eficiente para el correcto almacenamiento de este combustible y que responda a los hábitos de los residentes. De esta manera, al intervenir también la vivienda para mejorar la calidad de la envolvente y responder a la falta de espacio, se estima que se mantenga la temperatura confort al interior del hogar y que la leña se conserve de manera óptima alcanzando una mejor calidad al momento de ser consumida, para reducir, así, proporcionalmente la cantidad requerida para calefaccionar y, por consiguiente, su contaminación atmosférica.

1.5 OBJETIVO GENERAL

Proponer una solución arquitectónica asociada a una etapa de transición energética, considerando las brechas ligadas al comportamiento de los usuarios, a través del diseño de estrategias que mejoren el desempeño energético de las viviendas y la calidad de la leña que utilizan los residentes para reducir la contaminación que conlleva el elevado consumo de este combustible en los hogares de la ciudad de Valdivia.

1.6 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 1.** Comprender el contexto de la zona de estudio en términos culturales, sociales, económicos, de vivienda y de usuario.
- 2.** Reconocer los patrones y aspectos determinantes del consumo de leña en el sector.
- 3.** Analizar intervenciones para el mejoramiento del desempeño energético de una tipología de vivienda representativa.
- 4.** Incorporar los requerimientos prioritarios de los usuarios en propuesta de soluciones arquitectónicas.

1.7 METODOLOGÍA

1. Comprender el contexto de la zona de estudio en términos culturales, sociales, económicos, de vivienda y de usuario:

- 1.1 Caracterización general del sector a estudiar (poblaciones Yáñez Zabala y Pablo Neruda) en base a registros bibliográficos y planimétricos existentes.
- 1.2 Análisis sobre la situación actual del lugar y de sus usuarios, en base a encuesta a residentes.

2. Reconocer los patrones y aspectos determinantes del consumo de leña en el sector estudiado:

- 2.1 Caracterización general del lugar de estudio (poblaciones Yáñez Zabala y Pablo Neruda) y de sus usuarios en base a registros bibliográficos, planimétricos y encuesta realizada a los residentes.
- 2.2 Levantamiento bibliográfico sobre la cultura de leña en la zona, las modalidades de venta, los usuarios, sus distintos patrones de consumo, su conservación y almacenamiento, en base a encuesta a los residentes de las poblaciones.
- 2.3 Análisis de la contaminación atmosférica causada por la leña, elementos y prácticas que aumentan su consumo y agudizan el problema, a través de análisis de estudios cuantitativos y cualitativos existentes.

3. Analizar intervenciones para el mejoramiento del desempeño energético de una tipología de vivienda representativa:

- 3.1 Levantamiento planimétrico y bibliográfico de la situación actual de la tipología estudiada en base a imágenes satelitales, planimetrías y estudios existentes.
- 3.2 Propuesta para el reacondicionamiento térmico de la vivienda, a través de una mejora en la envolvente de muros y techo.
- 3.3 Cálculo del volumen de leña que consume la vivienda tras incorporar mejoras en la envolvente, a través de simulación en software de desempeño energético.

4. Incorporar los requerimientos prioritarios de los usuarios en propuesta de soluciones arquitectónicas:

- 4.1 Definición de la ubicación y dimensiones del espacio destinado para el almacenamiento de la leña, y otras actividades, definido por cálculo de leña necesaria para calefaccionar la vivienda.
- 4.2 Diseño de soluciones arquitectónicas para los requerimientos principales de los locatarios, en base a investigación previa del contexto, de la situación actual en el lugar y encuestas realizadas a los residentes de las poblaciones.
- 4.3 Cálculo de la eficiencia energética de la vivienda, al incorporar todas las intervenciones, a través de software de desempeño energético y comparación de vivienda original con propuesta final.

2. MARCO TEÓRICO

Este estudio busca proponer soluciones de transición energética para un grupo particular de familias, a través del diseño de estrategias para mejorar el desempeño energético de las viviendas, con el fin de reducir proporcionalmente su consumo de leña y la contaminación atmosférica que conlleva. Para esto, se debe entender cuáles son los aspectos que determinan los patrones de consumo de energía en los hogares, para poder diseñar soluciones que no solo respondan a la cantidad de leña que se necesita para calefaccionar las viviendas, sino también a los hábitos y comportamiento de los usuarios. Con este propósito, se realiza una revisión bibliográfica sobre los distintos temas que ayudan a comprender la dinámica de los usuarios y los patrones de uso de energía de las viviendas.

En primer lugar, se estudian artículos que tratan el tema de la transición energética en distintos países, como Chile, Colombia, Nigeria, España y Canadá, para analizar las propuestas que estos países han entregado como solución para resolver sus problemas medioambientales y reflexionar en la efectividad y fallas éstos han tenido, con principal énfasis en entender la importancia del comportamiento de los usuarios para introducir las medidas de transición energética en el sector residencial.

En segundo lugar, se revisan artículos que nos permiten comprender, definir y dimensionar cuáles son los factores predominantes que influyen en el comportamiento de los usuarios respecto al uso residencial de energía.

Por último, se analizan artículos sobre el consumo de leña en diversos países y localidades chilenas, con el fin de entender cuáles son los principales patrones de consumo y las dinámicas de los usuarios con esta fuente de energía.

2.1 CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

Gran parte de las ciudades del centro-sur de Chile se ven afectadas por la contaminación atmosférica a causa del consumo masivo de leña para cocina y calefacción en el sector residencial. La quema de leña en estufas tecnológicamente inefficientes genera grandes cantidades de contaminación atmosférica que resulta de una combustión incompleta, incluyendo partículas, monóxido de carbono, óxido de nitrógeno, óxido de azufre, polímeros, hidrocarburos y diversas sustancias orgánicas (Naeher et al., 2007). En los últimos años, varios estudios en las ciudades del centro-sur de Chile sobre el impacto en la salud provocado por la exposición diaria a una mala calidad del aire, exterior e interior, han identificado al material particulado grueso (MP_{10}) y material particulado fino ($MP_{2.5}$), emitido por la combustión de leña, como la principal causa de consultas médicas y muertes prematuras en el sector del país (Díaz-Robles et al., 2014).

El año 2014, Valdivia fue considerada como zona saturada por $MP_{2.5}$ y MP_{10} . Esta designación es requisito para calificar a un Plan de Descontaminación Atmosférica (PDA). Los PDA son normativas que regulan y promueven la colaboración de diferentes sectores para controlar la contaminación a través de programas e incentivos. Los objetivos de estos programas están enfocados

en la mejora de estufas y aparatos de calefacción en las viviendas, la mejora del combustible que se consume, el aislamiento térmico de las viviendas y las campañas educativas (Boso et al., 2019).

En 2017, se decreta el PDA para la ciudad de Valdivia, enfocado principalmente en disminuir las emisiones generadas por el consumo de leña en el sector residencial, que es responsable del 94% de las emisiones totales de la ciudad. Sin embargo, estas medidas no han entregado los resultados esperados y la contaminación atmosférica a causa del elevado consumo de leña sigue siendo un problema difícil de resolver. Incluso, un ranking elaborado por Marcelo Mena (2020), sitúa a Valdivia como una de las comunas con mayor índice de contaminación atmosférica del país, con el noveno lugar (fig. 5).

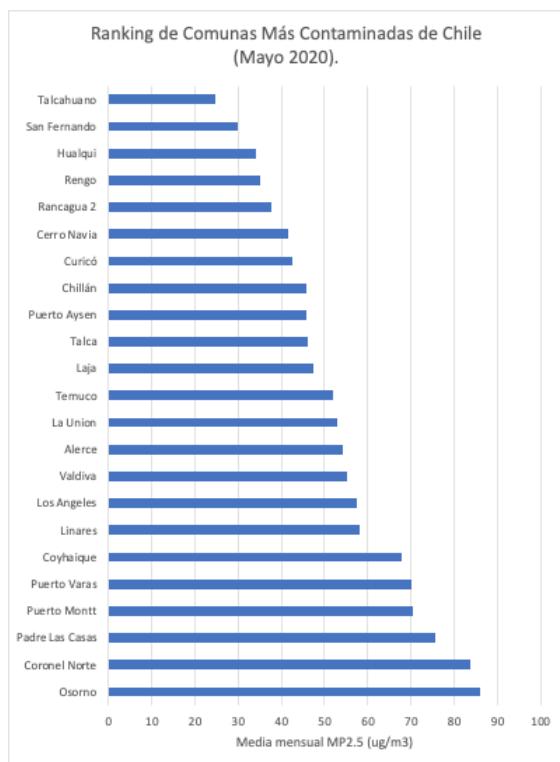


Fig 5. Gráfico ranking de comunas más contaminadas de Chile. *Mena, 2020.*

En respuesta a esta situación, se han incorporado en la ciudad medidas que restringen el uso de calefactores, cocinas y calderas a leña durante los días más críticos. Estas medidas han generado gran controversia debido a que el 92,5% de los hogares consume leña para calefaccionar y/o cocinar. Además, gran cantidad de estos hogares pertenece a sectores vulnerables y reemplazar el consumo de leña por otra fuente de energía, como pellets, gas, parafina o electricidad, significaría un problema económico. Es por esto que, frente a la difícil tarea de reducir la contaminación atmosférica causada por el elevado consumo de leña, se deben considerar propuestas de transición energética que consideren el comportamiento de los usuarios y los patrones de uso de energía en las viviendas.

Algunas características demográficas, culturales y contextuales son cruciales para comprender el variado comportamiento de los usuarios. Estudios realizados en diferentes países han demostrado que estas diferencias pueden estar asociadas a factores como la satisfacción y el apego un barrio, edad, estado socioeconómico, nivel educacional, género, sentimiento de pertenencia a un grupo minoritario, entre otros (Bickerstaff y Walker, 2001).

Para comprender cuáles son los aspectos determinantes del uso residencial de energía, se desarrolla un estudio bibliográfico de diversos autores, nacionales e internacionales, enfocados en los temas de transición energética, comportamiento de los usuarios y consumo de leña para cocina y calefacción, con el objetivo de proponer estrategias de transición energética para reducir el consumo de leña en las viviendas de la ciudad de Valdivia.

2.2 TRANSICIÓN ENERGÉTICA

En el siglo XX y hasta el día de hoy el mundo utilizó como fuentes energéticas primarias (de manera prioritaria) los denominados combustibles fósiles, a saber, el petrolero, el carbono y el gas natural. Sin embargo, los efectos sobre el ambiente que han dado lugar al cambio climático han generado una tendencia cada vez más creciente a reemplazar estas energías por fuentes más limpias como la eólica, la solar o la geotérmica. Aun se plantean acciones más radicales como reducir el consumo de energía de forma drástica para evitar una catástrofe global de proporciones inimaginables. Este proceso se ha denominado “la transición energética”, que sin lugar a duda se viene desarrollando en mayor o menor medida en casi todos los países del así llamado “primer mundo” (Corredor, 2017). Esta transición energética consta de una transición gradual hacia sistemas energéticos sostenibles y renovables, que comprende supuestos de eficiencia energética, asequibilidad, fiabilidad e independencia energética. Y en los países en desarrollo, en particular, también conlleva expectativas de desarrollo económico, inclusión social y sostenibilidad ambiental (Vanegas, 2020).

Las condiciones globales en materia ambiental y de desarrollo tecnológico han conducido a muchos gobiernos nacionales a plantear con seriedad la transición energética hacia fuentes de energía más limpias. El mundo se enfrenta a dos desafíos urgentes, por un lado, limitar el calentamiento global a 1.5°C y, por otro lado, posibilitar un desarrollo socioeconómico inclusivo y adaptativo (Vanegas, 2020). Estos desafíos no deben abordarse por separado, sino que deben considerarse como soluciones simultáneas y complementarias.

En el caso de nuestro país, hemos visto como el sector energético ha cambiado en forma radical en los últimos años. Los avances tecnológicos, con gran potencial renovable, la innovación, las políticas consensuadas y el empuje empresarial han permitido un fuerte desarrollo del sector que ha logrado proyectar a una transición energética y apuntar a la carbono neutralidad al 2050. De esta manera, se propone incorporar medidas concretas de corto, mediano y largo plazo para acercar a la ciudadanía los avances tecnológicos y de precios que se han logrado en los últimos años (Ministerio de Energía, 2020).

Si bien, las soluciones de transición energética suelen basarse en estudios cuantitativos sobre la calidad del aire en las ciudades, como, por ejemplo, mediciones sobre la cantidad de material particulado (MP) en el aire, gases de efectos invernadero (GEI) y otros elementos nocivos, estas medidas no logran ser suficientes para proyectar una propuesta que entregue resultados eficientes (Grabe, 2016).

Se plantea, entonces, la necesidad de transformar los hábitos de consumo de la humanidad, eliminando los consumos superfluos y haciendo más eficientes las actividades cotidianas. Cambios del estilo de vida, de las maneras de producción, y de los patrones de consumo que den prioridad al cuidado de los bienes comunes y armonía con la naturaleza: el agua, el aire, el sol, el viento, la tierra, la fauna, la flora y la sociedad de manera integral. Para lograr estos cambios en los hábitos de consumo de los usuarios es necesario entender cuáles son los aspectos que determinan este comportamiento (Corredor, 2017).

2.3 COMPORTAMIENTO DEL USUARIO

Según Winter y Koger (2010), elementos que pueden influir en el comportamiento de los usuarios a largo plazo son las normas sociales, los valores y el control percibido sobre la conducta de los actores. En términos de comportamiento de conservación de energía, McKenzie-Mohr (2011) afirma que un enfoque basado en una comprensión más profunda del comportamiento de los usuarios y las barreras potenciales para lograr un comportamiento deseado aumentará la probabilidad de transición de comportamiento y una efectiva transición energética.

Se han encontrado grandes diferencias entre el consumo energético esperado y real en viviendas que han adoptado medidas de transición energética. Estas diferencias se deben, en parte, al comportamiento de los usuarios (Guerra-Satin et al., 2017). Al implementar medidas de transición energética para el sector residencial es importante entender el contexto y los hábitos de los usuarios, principalmente por dos motivos:

1. **Aceptación social:** Lograr que los usuarios se interesen y accedan a adoptar las medidas propuestas.
2. **Energy gap:** Hacer coincidir los resultados entregados al implementar estas medidas con los resultados previamente estimados.

En base al primer punto, en el área de la energía la aceptación social se ha convertido cada vez más en un tema, entre varios, que dan forma a la implementación exitosa de nuevos desarrollos y políticas. La aceptación social se ha convertido en uno de los conceptos de ciencias sociales más relevantes para las políticas en el campo de las tecnologías energéticas (Upham, Oltra y Boso, 2015). Comprender los factores involucrados en las reacciones de la comunidad ante los proyectos de transición energética es una tarea importante pero difícil. Oltra et al (2012) menciona que las

propuestas que se centran en un solo factor tienden a simplificar el sistema de relaciones causales y a sobreestimar el papel de algunos factores, por lo que se destaca la necesidad de considerar la diversidad de factores en relación con las propuestas. La relación entre la propuesta, su promotor y la comunidad local juega un rol importante en la forma en que la comunidad reacciona ante una medida propuesta, aunque ésta rara vez será el único factor principal involucrado. Entre los factores que generan aceptación, o rechazo, entre los usuarios frente a las distintas propuestas se encuentran su percepción del riesgo, las influencias grupales, procesos de formación, identidad social, predisposiciones culturales y respuestas emocionales ante nuevos hábitos.

Aunque, por otra parte, Boso et al. (2019) menciona que por más que las personas reconozcan la gravedad de los problemas de salud derivados de la contaminación del aire, estudios muestran que tienden a negar el impacto potencial sobre ellos mismos y, por consiguiente, se resisten a cambiar sus hábitos. Esto se debe en gran parte a preocupaciones inmediatas y personales de los usuarios (por ejemplo, consideraciones económicas), así como a la existencia de ciertas creencias y prácticas entre los usuarios vinculadas a factores culturales, sociales y de identidad propios de cada comunidad. Frente a esto, para lograr la aceptación social frente a las propuestas de transición energética, Oltra et. al (2012) propone considerar con mayor énfasis las características del proyecto, el proceso de participación, las percepciones del público, las acciones de las partes interesadas, las características de la comunidad y el contexto sociopolítico. Estos elementos pueden influir en la probabilidad de generar una reacción local negativa a un proceso de ubicación. Pero ningún factor por sí solo puede garantizar el éxito o el fracaso de las medidas propuestas, se deben estudiar en conjunto.

Respecto al segundo punto, en las simulaciones de edificios, que a menudo se utilizan para predecir numéricamente el comportamiento térmico y el consumo de energía de edificios recientemente planificados, es esencial predecir la interacción humana para lograr resultados realistas (Grabe, 2016). La participación de los residentes podría permitirles encontrar su propia motivación para la renovación y estar abiertos a las nuevas experiencias, en una forma que también proporciona a los equipos de diseño e inversores expectativas realistas para el uso de energía después de la renovación. Para lograr que los residentes se involucren con las propuestas de transición energética se debe tener una aproximación desde su propia mirada. Estudiar y entender su contexto se vuelve un factor clave para entender su relación con las fuentes de energía y poder diseñar propuestas que sean acorde a su realidad. Así, al complementar los estudios cualitativos (como el comportamiento de los usuarios) y cuantitativos, se obtendrán resultados más realistas al momento de simular la implementación de cualquier medida de transición energética (Guerra-Satin et al., 2017).

En cuanto a los hábitos de los usuarios, son muchos los factores que afectan su dinámica con la energía. Según al IEA (International Energy Agency, 2013), hay seis factores que influyen directamente en el consumo energético de las viviendas. Tres de ellos están relacionados con la estructura y ubicación: clima, envolvente del edificio y edificio de servicios. Y los otros tres están relacionados con la influencia del comportamiento del usuario dentro de la vivienda: actividades y

comportamiento de los ocupantes, calidad ambiental interior proporcionada y la operación y mantenimiento de la vivienda (Rojo, Fissore, De Herde, 2018).

Hasta ahora se revisó la relación entre las propuestas de transición energética y el comportamiento de los usuarios. El paso siguiente es aplicar lo anterior a las medidas que tratan la contaminación atmosférica causada por el consumo de leña.

2.4 CONSUMO DE LEÑA

El consumo ineficiente de leña emite grandes cantidades de material particulado al ambiente, causando elevados índices de contaminación atmosférica, lo que trae consigo severos problemas de salud. Frente a esta situación, a lo largo del mundo se han implementado diversas propuestas de transición energética para incentivar el consumo eficiente de este combustible, con el fin de, a largo plazo, erradicarlo y reemplazarlo por fuentes de energía más limpias. Algunas de las medidas implementadas en nuestro país corresponden a mejorar la aislación de las viviendas, el recambio de calefactores por equipos con tecnologías más recientes y mejoradas, y promover el consumo de leña seca (Chávez, Gómez, Briceño, 2009). Si bien, se estima que estas medidas mejoren la situación atmosférica de las ciudades afectadas, estas no han entregado los resultados esperados. Esto debido a que las dificultades de la vida real superan las expectativas creadas por las medidas implementadas y esto provoca que surja entre los usuarios una resistencia al cambio, cuya inercia puede durar años (Boso et al., 2020). Las familias de escasos recursos no pueden costear los combustibles asociados a sistemas de calefacción más eficientes, debido a que la leña es el combustible de menor costo en Chile (fig. 6). Además, es un combustible propio de la zona sur del país, por lo que el arraigo cultural y emocional que se tiene con la leña hace que reemplazarla se vuelva una tarea aún más compleja. La estufa es vista como el corazón del hogar (Cortés y Ridley, 2013).

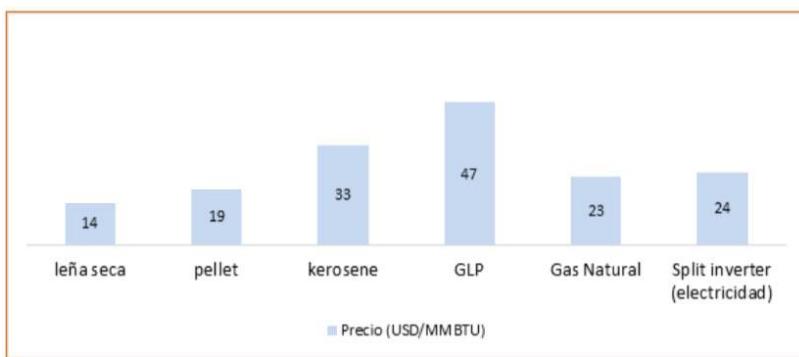


Fig 6. Costos unitarios de calefacción en USD por MMBTU según energético. MMA, 2020.

Ante la complejidad del proceso de implementación de los programas de transición energética para los hogares que consumen leña, Bélanger et al. (2008) propuso una serie de recomendaciones. Para Canadá y otras regiones en situaciones similares, sería apropiado implementar programas nacionales a largo plazo sobre calefacción residencial de leña para reducir las emisiones contaminantes de esta

fuente. Este programa podría incluir simultáneamente medidas de adaptación factibles del tipo "sin remordimientos" (que son medidas con beneficios climáticos y no climáticos). Dicho enfoque incluiría medidas educativas (Ej. Observancia de buenas prácticas), incentivos (Ej. Ayuda financiera para reemplazar un aparato convencional y su reciclaje) y medidas legislativas que incluyan diversas estrategias de control (Ej. Prohibición de la venta de leña no certificada o prohibición de calentar leña en días de smog). Además de mecanismos simultáneos para asegurar su aplicación (Ej. multas para usuarios contaminantes). También, sería necesario un seguimiento estrecho y continuo de la evolución de la calefacción de leña residencial, incluidas las variables relacionadas con los contaminantes atmosféricos e interiores, los aparatos, su uso real, instalación y mantenimiento, los usuarios, el entorno natural (Ej. viento, características topográficas) y las viviendas (Ej. ventilación de la vivienda).

Son múltiples los factores que condicionan los hábitos de los usuarios y su dinámica con la energía, por lo que las propuestas de transición energética deben ser analizadas desde diferentes perspectivas, como social, tecnológica, económica, cultural, infraestructural, institucional y política (Vadén et al., 2019). Éstas deben integrar asuntos como la justicia social y la igualdad económica, los valores y las preocupaciones ambientales y las normas sociales, así como elementos importantes de diseño e implementación de políticas (Edling, Danks, 2018). Entonces, considerar los aspectos sociales, como el comportamiento de los usuarios, es un factor fundamental para diseñar soluciones eficientes de transición energética, como es el caso de las medidas que buscan la reducción de emisiones contaminantes liberadas por el consumo residencial de leña. Como postulan Timm y Deal (2016), el comportamiento de los usuarios es un factor clave para muchos de nuestros problemas ambientales globales más importantes. Por lo tanto, es imperativo que basemos las estrategias destinadas a resolver estos problemas en una sólida comprensión de la naturaleza humana. Las estrategias exitosas pueden hacer más que proporcionar información, que tradicionalmente se ha considerado el factor clave para generar un cambio en el comportamiento humano. Las normas sociales, el control del comportamiento percibido, los valores, los hábitos y las experiencias pasadas influyen en la transición hacia comportamientos más sustentables. De todas maneras, este enfoque en el comportamiento de los usuarios debe complementarse con estudios cuantitativos del desempeño de los edificios para poder entregar resultados realistas (Grabe, 2016). Así, para poder entender de mejor manera el comportamiento de los usuarios con los que se está trabajando, es importante entender, a la vez, el contexto en el que se encuentran inmersos.

3. CONSUMO DE LEÑA Y CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

3.1 CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA Y CONSUMO RESIDENCIAL DE LEÑA

Como ya se ha mencionado anteriormente, la ciudad de Valdivia presenta un alto índice de contaminación atmosférica debido al elevado consumo de leña en el sector residencial (fig. 7). Esta situación es causada principalmente por tres factores:

1. Baja eficiencia en los calefactores
2. Mala aislación en las viviendas
3. Alto porcentaje de humedad en la leña

Las políticas en Chile se han centrado en resolver estos aspectos a través cuatro medidas: mejorar la calidad de los equipos de combustión, mejorar la calidad del combustible, mejorar las viviendas existentes, e implementar programas educativos (Schueftan, González, 2016).

En cuanto a la mejora de los calefactores, esta medida no resulta tan efectiva debido a que el problema radica en las malas prácticas como la combustión lenta, es decir, en el tiraje del aire ahogado para ahorrar leña. El mayor inconveniente de esta práctica se encuentra en que la combustión ahogada emite mayor material particulado a la atmósfera y, debido a las prácticas habituales de operar en modo de combustión lenta, los equipos nuevos rara vez logran cumplir los límites normados de emisiones (Schueftan, González, 2016). Entonces, se podría estimar que quemar leña con una cantidad adecuada de aire reduce considerablemente las emisiones de material particulado, sin embargo, la baja eficiencia térmica de las viviendas hace que en estas condiciones el consumo de leña aumente. Por lo tanto, el mejoramiento de los sistemas de calefacción a leña debe ir de la mano con el mejoramiento de las viviendas (Ortega et. al, 2016).



Fig. 7. Fotografía del humo emitido por la leña en los meses de invierno de Valdivia.. CEA, 2016.

Actualmente, gran parte de las viviendas del sector presentan una mala calidad en su envolvente, lo que se traduce en un bajo nivel de eficiencia energética, afectando la salud de los residentes de dos maneras distintas: emitiendo grandes concentraciones de material particulado (MP) y manteniendo bajas temperaturas al interior de la vivienda. Estudios realizados en Nueva Zelanda demostraron que la baja temperatura interior incrementa significativamente la mortalidad invernal, con 1600 personas mayores de 65 años muriendo cada año, lo que representa aproximadamente un 16% del total de muertes registradas durante los meses de invierno (Howden Chapman y Chapman, 2012). Mantener la temperatura de la vivienda bajo los 16°C somete al aparato respiratorio a un estado de estrés, y si es inferior a 12°C, es el sistema cardiovascular el que se ve afectado. Además, las viviendas frías suelen ser húmedas, causa de la proliferación de moho, lo que también afecta al aparato respiratorio (Schueftan, González, 2016).

En el caso de Valdivia, el nivel de humedad es muy alto durante la temporada de calefacción (fig. 8). La ciudad está situada en la costa del Pacífico, al nivel del mar y está rodeada por ríos y zonas pantanosas. Lo que normalmente ocurre en las viviendas sin buen aislamiento térmico y sistemas de ventilación controlada es que cuando el flujo de calor no logra compensar la pérdida del mismo, el revestimiento de paredes interiores se enfria hasta alcanzar la temperatura del punto de rocío.

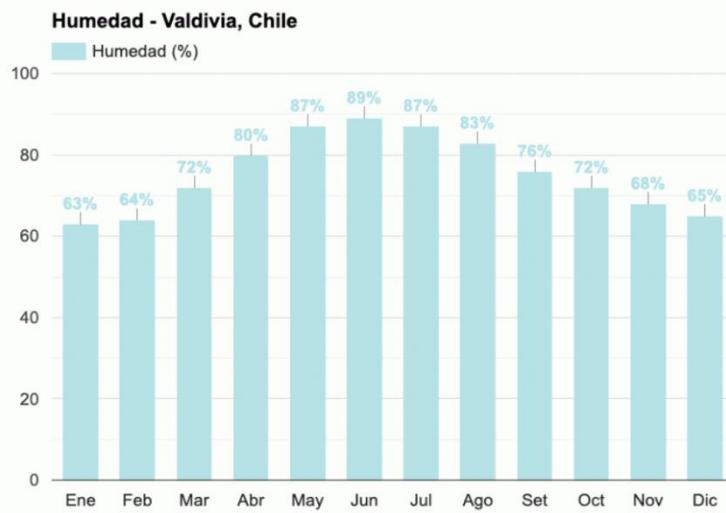


Fig. 8. Humedad media por mes en Valdivia. *Weather Atlas*, 2020.

Mejorar la calidad de los equipos de combustión podría de alguna forma ayudar, sin embargo, paredes sin aislamiento térmico requieren un flujo constante de calor debido a su baja capacidad para retenerlo dentro de las habitaciones (Schueftan, González, 2016), lo que se traduce en un elevado consumo de leña y, por consiguiente, se libera una mayor cantidad de material particulado y aumenta la contaminación atmosférica.

Para mejorar la calidad de las viviendas existe un subsidio de acondicionamiento térmico, cuyo propósito es mejorar la aislación térmica de las casas con el fin de generar ahorro en calefacción y reducir la condensación interior. Este subsidio es parte de la iniciativa denominada “Programa de

Protección del Patrimonio Familiar” que incluye 3 tipos de subsidios: subsidio para reparación y mejoramiento de viviendas; subsidio para ampliación de la vivienda y subsidio para acondicionamiento térmico de la vivienda (Chile, 2006). El programa está dirigido a familias socialmente vulnerables y se basa en instrumentos de estratificación social considerando solamente viviendas sociales construidas por el gobierno. Sin embargo, el subsidio considera sólo las mejoras necesarias para cumplir con la reglamentación térmica del año 2007 (Chile, 2006) y se ha demostrado que este reglamento no es muy exigente desde la perspectiva de la eficiencia (Schueftan, González, 2013).

A pesar de la aplicación de estas políticas, la contaminación atmosférica en Valdivia siguió aumentando, razón por la cual a partir del 2014 se comenzó a restringir el uso de leña durante días críticos. La medida fue muy impopular porque aproximadamente un 95% de los hogares usa leña para calefacción, y un número importante de ellos no es capaz de comprar otros combustibles (gas licuado, parafina o electricidad), dado que son 4 a 6 veces más caros (Schueftan, González, 2016). Debido a esto, la mejora en la aislación de las viviendas debe responder a mayores exigencias térmicas y complementarse con el consumo de leña seca, principalmente para los grupos que no pueden acceder a otros combustibles a causa de la falta de recursos.

Con respecto al mercado de la leña, existe una iniciativa de carácter público-privada que promueve su regulación (Conway, 2012). El programa de certificación de leña está en funcionamiento desde 2005. Esta iniciativa definió un contenido de humedad máximo del 25% en base seca para la leña comercializada en áreas urbanas, y disposiciones para velar por la sustentabilidad de su origen (planes de manejo de bosque nativo). Sin embargo, a la fecha, el uso de leña certificada no es obligatorio y hay muy pocos proveedores (SNCL, 2016)(fig. 9).



Fig. 9. Venta de leña no certificada en la ciudad de Valdivia. Ortega et. al, 2016.

De todos modos, la leña comprada de manera informal podría ser aún más seca que la leña certificada, vendida bajo la regulación gubernamental con el contenido máximo de humedad del 25%. Incluso, según una encuesta realizada por Schueftan y González (2016), del 96% de los hogares encuestados que utilizan leña para calefacción, el 93% manifestó saber reconocer la leña seca, lo que coincide con la larga tradición de manejo de leña en el sur y centro de Chile, donde las familias son participantes activos en mejorar las condiciones y la eficiencia de la combustión de leña. Si bien, solo un 3% de la leña utilizada en los hogares de la Región está certificada, a pesar de que el programa ha estado vigente desde el año 2005, esta falta de interés por leña certificada no significa que los hogares no estén interesados en usar leña seca. Por el contrario, la leña de alta calidad se puede obtener a través de diferentes canales de comercialización y la mejor calidad posible al momento de usarla se logra obtener dependiendo de la accesibilidad e instalaciones para almacenamiento con que cuentan las viviendas (Schueftan, González, 2016).

El almacenamiento es muy importante para que la leña seca no recupere humedad en los meses lluviosos de otoño e invierno (fig. 10) y la recomendación general es que el depósito sea cerrado, ventilado, seco y que la leña esté elevada del piso (Ministerio de Energía, 2014). Además, en estudios en Temuco (SNCL, 2016) se mostró que el trozado acelera el secado significativamente, lográndose alcanzar en 4 meses 25% de humedad en leña cortada de 33 cm., por lo que se recomienda almacenar la leña en trozos de esta medida.

En este sentido, para mejorar los espacios de almacenamiento en las viviendas, podría trabajarse en forma conjunta con el programa de aislamiento térmico, ya que éste implica una intervención en la vivienda, y esa intervención podría incluir la provisión o la mejora del depósito de leña (Schueftan, González, 2016). Esta intervención debería, además, considerar los distintos patrones de consumo de los usuarios para garantizar que la leña posea la mejor calidad posible al momento de ser consumida.

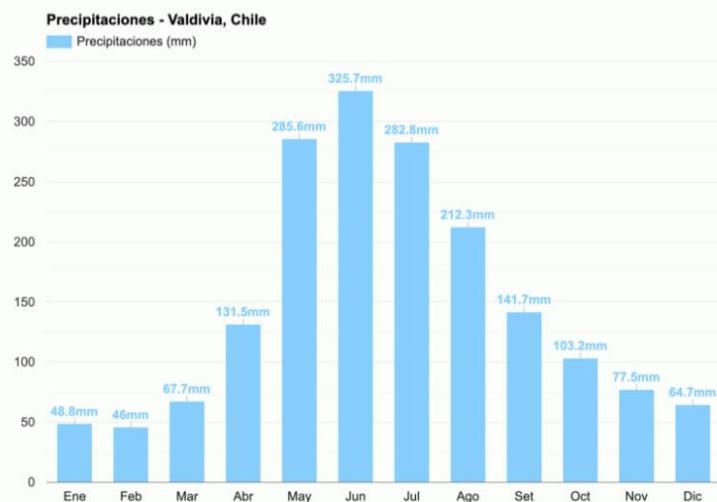


Fig. 10. Precipitación media por mes en Valdivia. *Weather Atlas*, 2020.

3.2 MÉTODOS DE COMPRA

En la Región de Los Ríos, donde se encuentra la ciudad de Valdivia, los usuarios suelen comprar leña a través de dos métodos: 1) La compra anticipada (entre los meses de octubre y abril, primavera y otoño) y 2) La compra gradual (a medida que los hogares van necesitando abastecerse).

La compra anticipada se realiza entre los meses de octubre y abril y la leña se reserva, idealmente en leñeras, para poder ser usada durante los meses de invierno. Esta modalidad de compra de leña en Valdivia comúnmente incluye tres pasos (fig. 11): Primero, la leña es ofrecida por medio de distribuidores en camiones directo a domicilio, donde los trozos de aproximadamente 1 m de largo se descargan haciendo rumas (fig. 12). Este paso es muy importante para poder considerar la calidad de leña. El vendedor ofrece su leña, el comprador la revisa y determina su calidad. Después de llegar a un acuerdo, la leña se descarga y se hace un segundo control de cantidad y calidad antes de pagar. El segundo paso consiste en buscar a alguien que corte la leña. Usualmente se trata de un trabajador propietario de una sierra motorizada portátil que corta la leña en trozos de aprox. 0,33 m. de largo. Generalmente, para el tercer paso, el mismo contratista traslada la leña dentro de la propiedad y normalmente se deja apilada en una bodega en el patio trasero. (Schueftan, González, 2016)

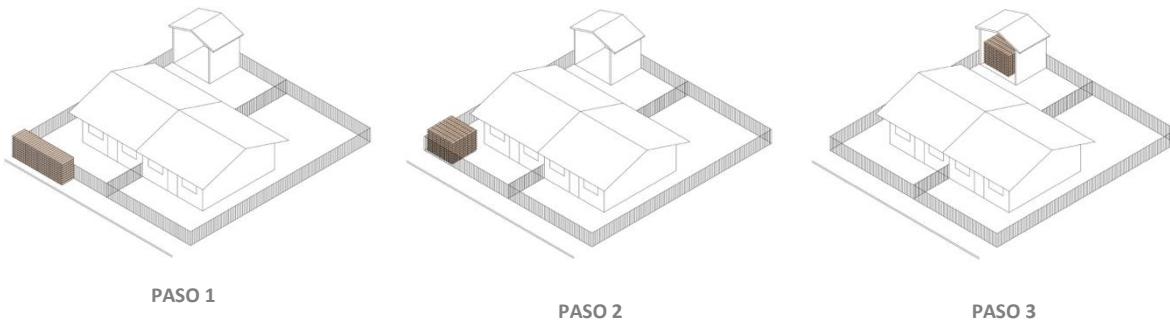


Fig. 11. Pasos compra de leña domiciliaria. *Elaboración propia.*



Fig. 12. Leña comprada con anticipación, apilada al exterior de una vivienda en Valdivia. *Schueftan, 2020.*

Según una encuesta realizada por Schueftan y González (2016), el 62% de los hogares de la ciudad de Valdivia prefiere comprar con anticipación (fig. 13) debido a que se puede conseguir un mejor precio antes de la temporada de calefacción, hay una oferta más variada, con distintos niveles de calidad y contenido de humedad en la leña, y se puede acceder a leña nativa de mayor densidad.

En la Figura 19 se ve que el 2% de los hogares compra leña entre mayo y septiembre y el 36% respondió que compra de manera gradual, según su necesidad. Estos grupos se arriesgan a comprar leña con un alto nivel de humedad. Por otra parte, el valor de las viviendas de quienes compran anticipadamente es 64% más alto que el valor de las propiedades de quienes compran de manera gradual. Por lo tanto, la decisión de comprar gradualmente puede ser la combinación de bajos ingresos con la falta de instalaciones adecuadas para almacenar leña de forma correcta (Schueftan, González, 2016). Es por esto que, al proponer soluciones ante el problema de la contaminación atmosférica residencial, se debe conocer profundamente el contexto y el usuario al que van dirigidas las propuestas.

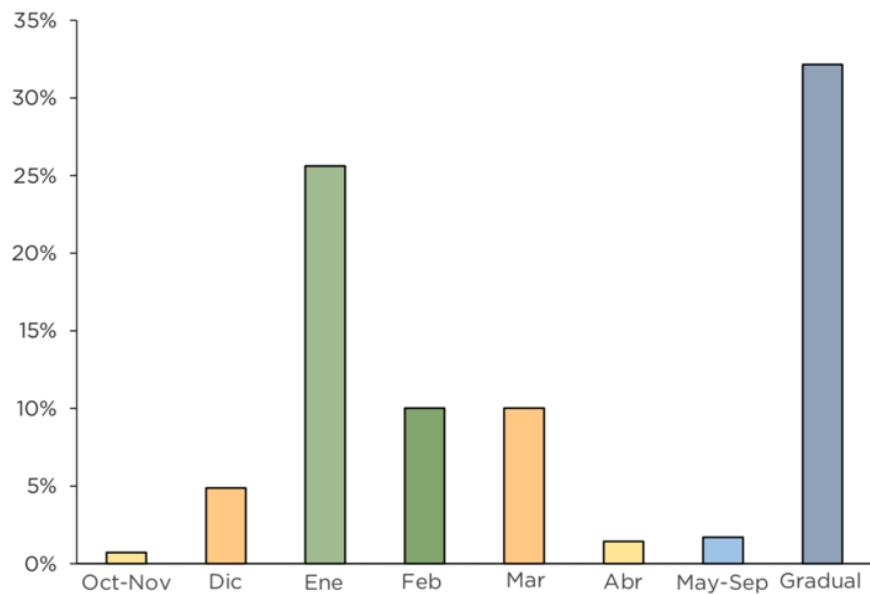


Fig. 13. Porcentaje de hogares que compran leña en función del período de compra. *Schueftan, González, 2016*

4. CONTEXTO: POBLACIONES YÁÑEZ ZABALA Y PABLO NERUDA

4.1 ORIGEN DE LAS POBLACIONES: CAMPAMENTOS EL ROBLE Y CHORRILLOS

En Valdivia, tras el terremoto de 1960, comienzan a aparecer las primeras “tomas urbanas” a causa del déficit habitacional ocasionado por el sismo. En respuesta a esto, en 1970 la municipalidad traslada a las familias sin hogar a la Pampa Krahmer, donde permanecerán hasta 1991 viviendo en condiciones de pobreza (Aucapan, 2015). Así, como relata Luis Caro, quien vivió en estas tomas, surge el campamento Chorrillos (fig. 14), una de las primeras “poblaciones callampa” de la ciudad.

“En 1970 pasamos a los campos terrenos del señor Krahmer. Lo facilitaba o se los arrendó a la Municipalidad para que sea Chorrillos. Ya eran más gentes, empieza a llegar gente. Novecientas familias. Crece tanto que la Muni se aparta y le pasa la hegemonía a la gente militar.” (L. Caro, 2009).

En este proceso los encontró el golpe militar de 1973. Las nuevas autoridades no sólo les negaron una solución habitacional, sino que intervinieron política y socialmente el campamento. Designaron a un miembro de las Fuerzas Armadas como encargado y reemplazaron el nombre dado por los pobladores de la toma por uno alusivo a las batallas ocurrida en suelo peruano hacia 1881 en el contexto la guerra del Pacífico (1879-1884): Las Batallas de Chorrillos y Miraflores. (Aucapan, 2015)

“La idea era que nosotros en un año o dos años obtuviéramos una casa, entonces lo que era el clamor de toda la gente es que nos dieran una casa donde vivir. Porque para nosotros no era bueno vivir en un campamento, porque no teníamos los servicios básicos, no teníamos luz, no teníamos agua, no teníamos alcantarillado, no teníamos letrina, pozos negros. Teníamos pozo donde sacábamos el agua y todas las noches plata pa’ la vela. Entonces no era satisfactorio para nosotros eso. Eso era lo más denigrante, así que todos esperábamos, todos reclamábamos por una vivienda. A lo mejor hubiéramos tenido una solución más adelante si hubiera seguido el gobierno de izquierda de ese entonces, pero el golpe militar en vez de favorecernos nos tira más al hoyo, ahí se nos pierden todas las esperanzas imagínate viviendo en un campamento hasta el ‘91” (L. Caro, 2009).

Como solución a la presión habitacional de las familias valdivianas, los militares, además instalaron a sus alrededores un nuevo campamento, el campamento El Roble (fig. 15).

“Había otro campamento al frente que se llama El Roble. Ese campamento es formado después del Chorrillos con gente igual que venía de los Barrios Bajos, ese fue hecho por los militares. Ellos instalan ese campamento al frente del Chorrillos y le llamaron El Roble. Ese campamento desaparece primero que el Chorrillos y la gente que no tenía plata en ese entonces para postular a casa o por diferentes motivos no puede irse del campamento El Roble. Trasladan esa gente a Los Chorrillos. Toda esa gente que quedó y que no tenía para irse llegó a Chorrillos. Se llamó a eso la Ampliación de Chorrillos que estaba a la entrada del campamento, pero eso ya ocurre como en el ‘90” (L. Caro 2009).

El campamento El Roble fue erradicado el año 1988 y en su lugar se conformó la población Yáñez Zabala. Posteriormente, Chorrillos se erradica por completo entre octubre y noviembre del año 1991 hacia lo que actualmente se conoce como la población Pablo Neruda.



Fig 14. Campamento Chorillos. *Valdivia Histórico*



Fig 15. Campamento El Roble. *Valdivia Histórico*



Fig 16. Mapa Poblaciones. *Elaboración propia.*

4.2 CARACTERIZACIÓN Y SITUACIÓN ACTUAL DEL SECTOR

Las poblaciones Yáñez Zabala y Pablo Neruda se encuentran al sur de la ciudad de Valdivia (fig. 16) entre las calles Pedro Montt, Av. Francia y Nueva San Martín, y rodeadas por los humedales del Parque Kramer. Separadas por la Av. Circunvalación Sur, ambas poblaciones en conjunto suman alrededor de 2000 viviendas, ocupando una superficie de aprox. 430.000 m².

Cada población funciona de manera independiente, con su propia dirigencia, la junta de vecinos nº 69 “Gente de Trabajo” en Yáñez Zabala y la junta de vecinos nº 41 en Pablo Neruda, aunque desde 2017 ambas conforman el “Consejo Vecinal Desarrollo” con el fin de solucionar en conjunto los diversos problemas del sector.

Si bien, en sus inicios, hacia la década del ‘90, las poblaciones se encontraban a la periferia de la ciudad, sin equipamientos y desconectadas de los servicios básicos, hoy la situación ha cambiado, cuentan con buses y colectivos que cruzan las calles principales de las poblaciones, además de contar con equipamientos básicos dentro del sector, tales como jardines, colegios, liceos, comisaría, consultorio y supermercados.

En cuanto a sus viviendas, el sector se constituye por 2.180 en total, de las cuales 1.687, es decir, el 77% corresponde a la misma tipología de vivienda; viviendas pareadas de un piso, de 30 m² emplazadas en terrenos de 105 m², con materialidad de madera y techo de zinc (fig. 17).



Fig 17. Tipología de vivienda representativa en Yáñez Zabala. *Google Street View*

Actualmente, el 78% de estas viviendas se encuentran ampliadas, debido a la escasez de espacio en la tipología original, con remodelaciones poco normadas y usualmente autoconstruidas (fig. 18). Estas ampliaciones se encuentran hacia el patio delantero, segundo piso, medianero y/o patio trasero, añadiendo recintos a la vivienda acorde a las necesidades de las familias, dentro de los que destacan como prioritarios dormitorios, baños y lugares de estar (Quijón, 2020).



Fig 18. Tipología de vivienda ampliada en Pablo Neruda. *Google Street View*

4.3 ASPECTOS CULTURALES Y SOCIOECONÓMICOS

Para conocer los aspectos culturales y socioeconómicos del lugar de estudio, se realizó una encuesta de 15 preguntas a los residentes de las poblaciones. La encuesta consideró aspectos de hogar y vivienda, de usuario, de consumo y almacenamiento de leña, y de sensación térmica.

Del universo muestral de 2000 viviendas aprox. que componen las poblaciones, dada la condición de pandemia, cuarentena y cordones sanitarios, se realizó la encuesta utilizando, principalmente, el método online, a través de la difusión vía Facebook de un formulario realizado con Google Forms.

Esto impone dos limitaciones, la primera es el acceso a las cuentas de los encuestados en redes sociales, y la segunda, es que la muestra obtenida corresponde a usuarios activos en redes sociales, lo que se ve reflejado en un sesgo etario y de género. (fig. 19 y 20)

En total, se recibieron respuestas de 34 hogares, (30 de manera online y 4 por llamadas telefónicas) en un período de difusión de 3 semanas.

En cuanto a los usuarios, la mayoría de los residentes que respondieron se identifican con el género femenino y se encuentran entre los 30 y 45 años (fig. 19). Si bien, ningún adulto mayor respondió la encuesta, como se mencionaba anteriormente, esto no significa que no existan adultos mayores en las poblaciones, sino que se debe a que las personas que conforman este grupo etario no son usuarios activos de las redes sociales, por lo que entrevistarlos por este medio fue una limitante. A pesar de esto, se intentó encuestar a algunos por teléfono, sin resultados efectivos.

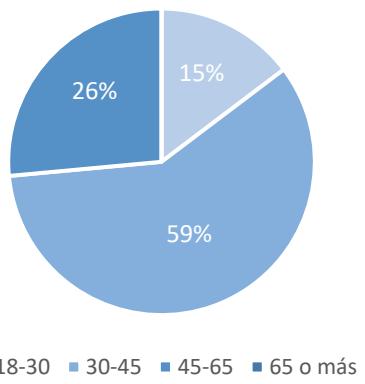


Fig 19. Gráfico edades. *Elaboración propia.*

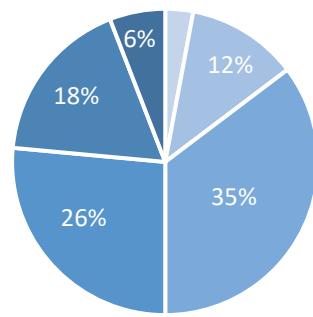


Fig 20. Gráfico cantidad de personas en la vivienda. *Elaboración propia.*

En términos de hogar, en las viviendas residen, principalmente, entre 3 y 4 personas (fig. 20). Para el caso de los hogares de 3 personas, predomina como composición familiar las parejas con hijos menores a 6 años, mientras para el caso de los hogares de 4 personas, predominan las familias compuestas por parejas con hijos entre 6 y 18 años (tabla 1), composición que también predomina en el resultado general de la encuesta.

Tabla 1. Cantidad de personas en la vivienda/Composición familiar..

¿Cuántas personas viven en su hogar?	¿Cómo describiría su hogar?								
	Pareja con hijos menores a 6 años	Pareja con hijos entre 6 y 18 años	Pareja con hijos mayores a 18 años	Pareja con hijo menor a 6 años y mayor a 18 años	Soltero/a	Soltero/a con hijos entre 6 y 18 años	Soltero/a con hijos mayores a 18 años	Soltero/a con hijos menores a 6 años	Hermanos e hijos menor de 6 años
1	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
2	0%	33%	33%	0%	33%	0%	0%	0%	0%
3	27%	18%	18%	0%	0%	18%	9%	9%	0%
4	11%	78%	11%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
5	0%	33%	33%	16%	0%	16%	0%	0%	0%
6 o más	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%
Total	12%	37%	18%	8%	8%	8%	3%	3%	3%

Elaboración propia

Respecto a los aspectos socioeconómicos, la mayoría de los hogares se encuentran en los sectores socioeconómicos D y E (fig. 21), lo que implica que su ingreso promedio mensual se encuentra entre los \$324.000 y los \$562.000. Según GFK Adimark (2019), la mayoría de los usuarios del grupo socioeconómico E (54%) sólo tiene enseñanza básica, mientras el 34% del grupo socioeconómico D alcanza la enseñanza media completa. Esto se ve reflejado en los resultados de las encuestas, donde la mayoría respondió que el último nivel de estudio alcanzado por los/las jefes/as de hogar corresponde a educación media (fig. 22).

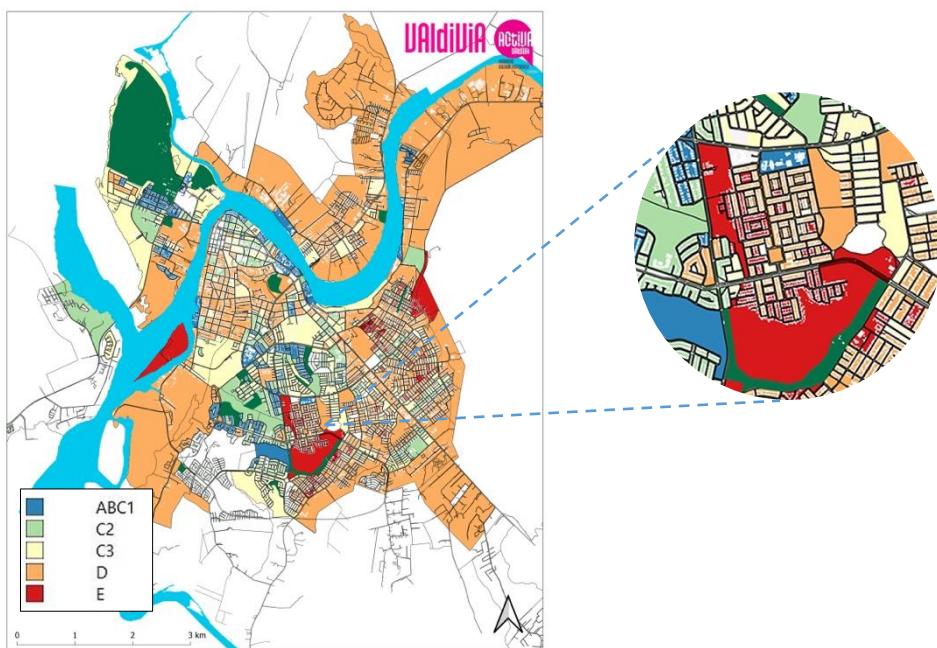


Fig 21. Mapa sectores socioeconómicos de Valdivia. *Activa Valdivia. 2019*

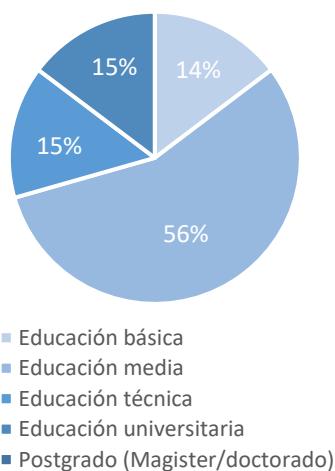


Fig 22. Gráfico último nivel de educación alcanzado por los/las jefes/as de hogar. *Elaboración propia.*

Por último, en cuanto a las viviendas, la mayoría se calefacciona con estufa a leña (fig. 23), lo que se ve reflejado también en que la mayoría de los encuestados reconoció utilizar la leña principalmente para calefaccionar (tabla 2).

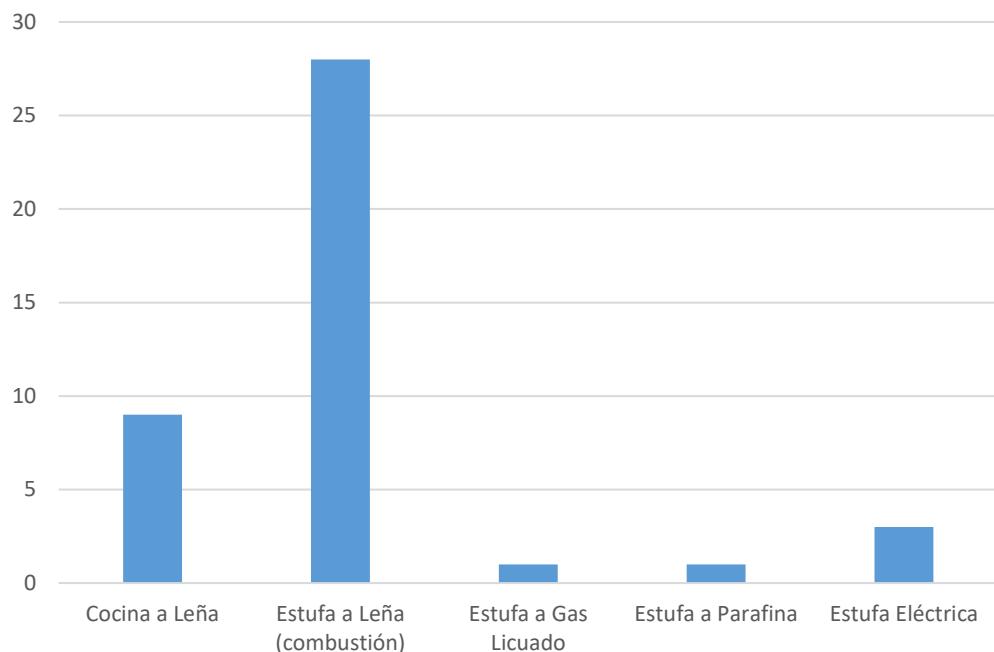


Fig 23. Gráfico método para calefaccionar la vivienda. *Elaboración propia.*

Tabla 2. Método para calefaccionar la vivienda/Uso de leña.

¿Qué método utiliza para calefaccionar su vivienda? (Puede marcar más de una)	¿Qué uso le da a la leña en su vivienda?		
	Solo Cocina	Solo Calefacción	Ambos (Cocina + Calefacción)
Cocina a leña	0%	67%	33%
Cocina a leña + Estufa a leña	0%	0%	100%
Cocina a leña + Estufa a leña + Estufa a parafina	0%	0%	100%
Cocina a leña + Estufa eléctrica	50%	0%	50%
Estufa a leña	0%	100%	0%
Estufa a leña + Estufa a gas licuado	0%	50%	50%
Estufa a leña + Estufa eléctrica	0%	100%	0%
Total General	3%	74%	23%

Elaboración propia

4.4 PATRONES DE CONSUMO DE LOS USUARIOS: ALMACENAMIENTO Y CONSERVACIÓN

En el caso de las poblaciones Yáñez Zabala y Pablo Neruda, la mitad de los residentes compra leña de manera anticipada (una vez al año) y la otra mitad compra de manera gradual (acorde a su necesidad) (fig. 24). Comprar leña de manera anticipada, como se mencionaba anteriormente, se vuelve complejo para las familias de escasos recursos debido a que adquirir una gran cantidad de leña por adelantado implica una gran inversión, en términos económicos, y además se requiere de espacio para poder almacenar y mantener protegida la leña adquirida. En la tabla 3, se muestra que, de quienes compran una vez al año, el 70% almacena la leña en una leñera, por lo que se estima que quienes compran de manera gradual se debe, en parte, a que no cuentan con un espacio para almacenar la cantidad de leña requerida en una compra anticipada.



Tabla 3. Frecuencia de compra de leña / Lugar de almacenamiento.

Frecuencia de compra de leña	¿Dónde almacena la leña?				
	A la intemperie	Bajo plástico	Bajo techo	Bodega	Leñera
Una vez a la semana	0%	0%	100%	0%	0%
Gradualmente	6%	13%	50%	13%	19%
Una vez al año	0%	6%	24%	0%	71%
Total general	3%	9%	38%	6%	44%

Elaboración propia

Fig 24. Gráfico frecuencia de compra de leña. *Elaboración propia*

A pesar de esto, como se puede ver en la tabla 4, solo un 3,5% de los usuarios cuenta con un espacio con las condiciones adecuadas para el almacenamiento de leña (cerrado, ventilado, seco y elevado del suelo), lo que significa que la leña no se encuentra protegida de las condiciones climáticas de la zona, como fuertes vientos y lluvias, arriesgándose a perder su calidad al adquirir mayores porcentajes de humedad.

Tabla 4. Lugar de almacenamiento / Características

¿Dónde almacena la leña?	¿Qué características identifican su espacio de almacenamiento?									
	Ventilado	Cerrado	Elevado del suelo	C + V	C + V + S	V + E.S	S + V	C + V + S + E.S	Seco	S + E.S
Bajo techo	36%	18%	9%	0%	0%	18%	9%	0%	9%	0%
Bodega	0%	0%	0%	50%	0%	0%	0%	50%	0%	0%
Leñera	27%	20%	20%	13%	13%	0%	0%	0%	0%	7%
Total gral.	29%	18%	14%	11%	6%	6%	4%	4%	4%	4%

Elaboración propia

Esto se ve reflejado en que, de los usuarios que cuentan con leñera, más del 50% reconoció que la leña que utilizan se encuentra húmeda tanto a veces como la mayoría de las veces (tabla 5). Esto repercute, además, en el confort térmico de los usuarios, lo que queda demostrado en la tabla 6, donde el total de los encuestados que reconocieron que la leña que utilizan se encuentra húmeda la mayoría de las veces, respondió que su vivienda en invierno se caracteriza por ser entre muy fría, fría y ligeramente fría. Mientras más del 50% de los usuarios que respondieron que la leña nunca se encontraba húmeda siente que su vivienda en invierno no es ni fría ni calurosa e, incluso, la caracterizaron como ligeramente calurosa. Lo que presenta que el problema se encuentra tanto en la calidad de la leña que se consume, como en la calidad de la envolvente de las viviendas.

Tabla 5. Lugar de almacenamiento / Frecuencia humedad en leña.

		Cuando utiliza la leña ¿se encuentra húmeda?		
¿Dónde almacena la leña?		Nunca	A veces	La mayoría de las veces
A la intemperie		0%	100%	0%
Bajo plástico		0%	33%	67%
Bajo techo		38%	46%	15%
Bodega		0%	100%	0%
Leñera		47%	40%	13%
Total general		35%	47%	18%

Elaboración propia

Tabla 6. Humedad en la leña / Sensación térmica

		En términos de sensación térmica, su vivienda en invierno es:					
Cuando utiliza la leña ¿se encuentra húmeda?		Muy fría	Fría	Ligeramente fría	Ni fría ni calurosa	Ligeramente calurosa	Calurosa
Nunca	17%	8%	17%	25%	33%	0,00%	
A veces	6%	0%	13%	44%	31%	6%	
La mayoría de las veces	67%	17	17%	0%	0%	0%	
Total general	21%	6%	15%	29%	26%	3%	

Elaboración propia

5. ESTRATEGIAS DE DISEÑO PARA REDUCIR LA CONTAMINACIÓN DEL CONSUMO RESIDENCIAL DE LEÑA

5.1 CASO DE ESTUDIO: TIPOLOGÍA DE VIVIENDA

LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO

Se estudia una tipología de vivienda representativa de Valdivia y del problema estudiado. Esta tipología, se encuentra en las poblaciones Yáñez Zabala y Pablo Neruda, con 1687 ejemplares, ocupando el 77% del sector, de los cuales un 70% del total se encuentra en Yáñez Zabala y el 30% restante en Pablo Neruda.

Como se presentó en el punto 4.2, la tipología consiste en viviendas pareadas de 30 m² distribuidos en un piso, emplazadas en terrenos de 105 m², con envolvente de madera (fig. 25 y 26). Al interior, cada vivienda cuenta con dos dormitorios, un baño, cocina y living – comedor (fig. 27, 28, 29 y 30). En cuanto a sus sistemas de calefacción, como se presentó en Figura 23, la mayoría de las viviendas se calefaccionan con estufa a leña de combustión lenta, con unas pocas excepciones.



Fig 25. Caso de estudio: Tipología de vivienda en Yáñez Zabala. *Google Street View*



Fig 26. Caso de estudio: Tipología de vivienda en Pablo Neruda. *Google Street View*

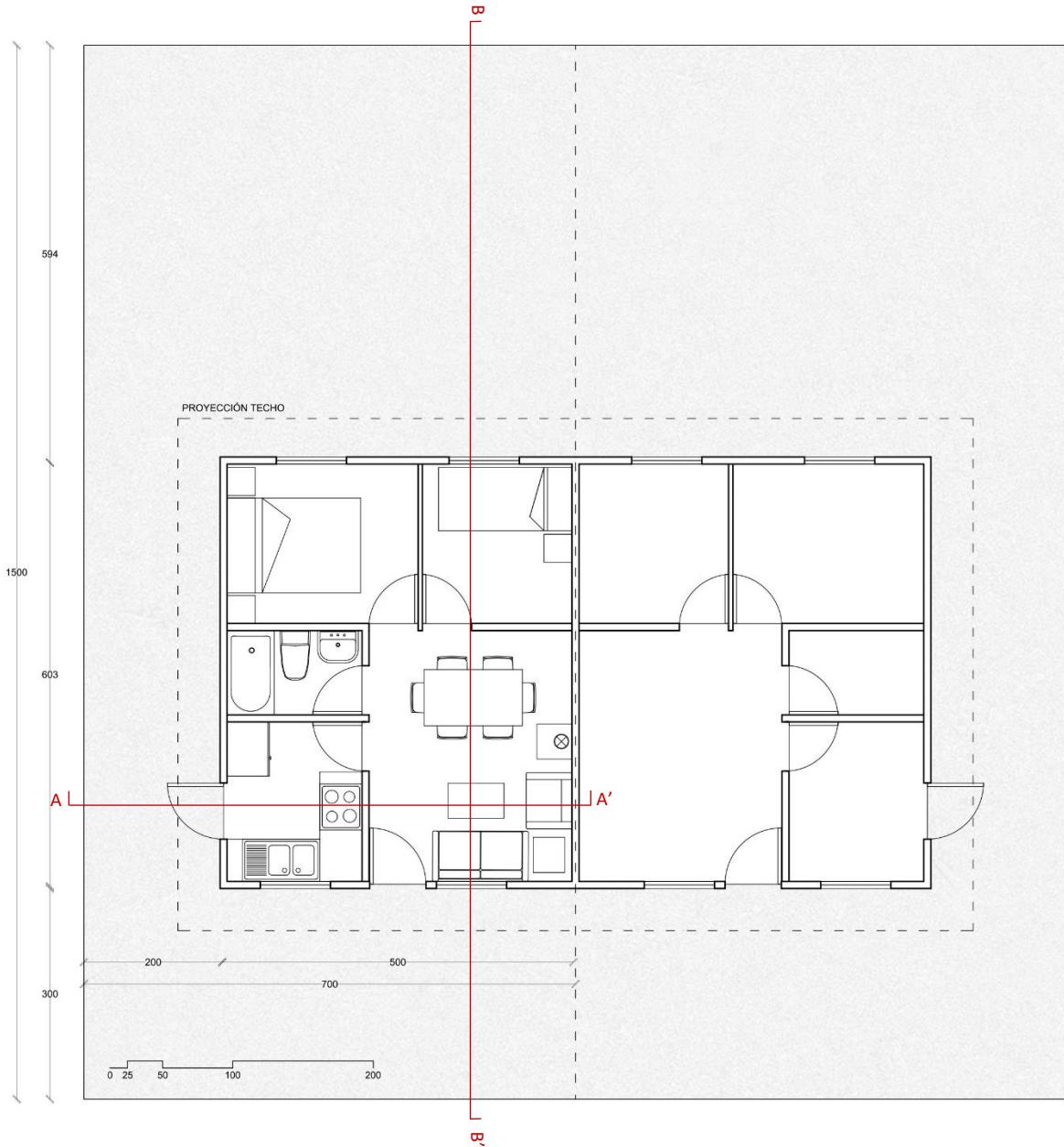


Fig 27. Planta tipología de vivienda estudiada. *Elaboración propia*

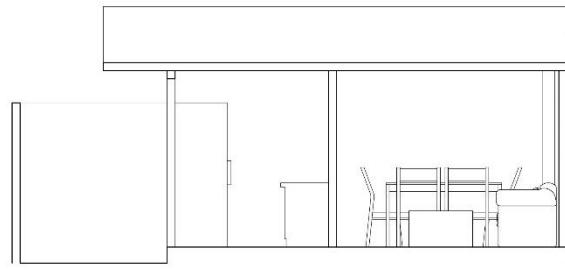


Fig 28. Corte A-A' vivienda estudiada. *Elaboración propia*

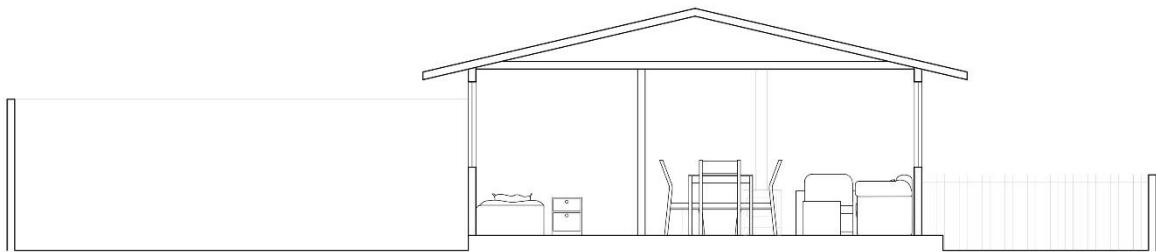


Fig 29. Corte B-B' vivienda estudiada. *Elaboración propia*

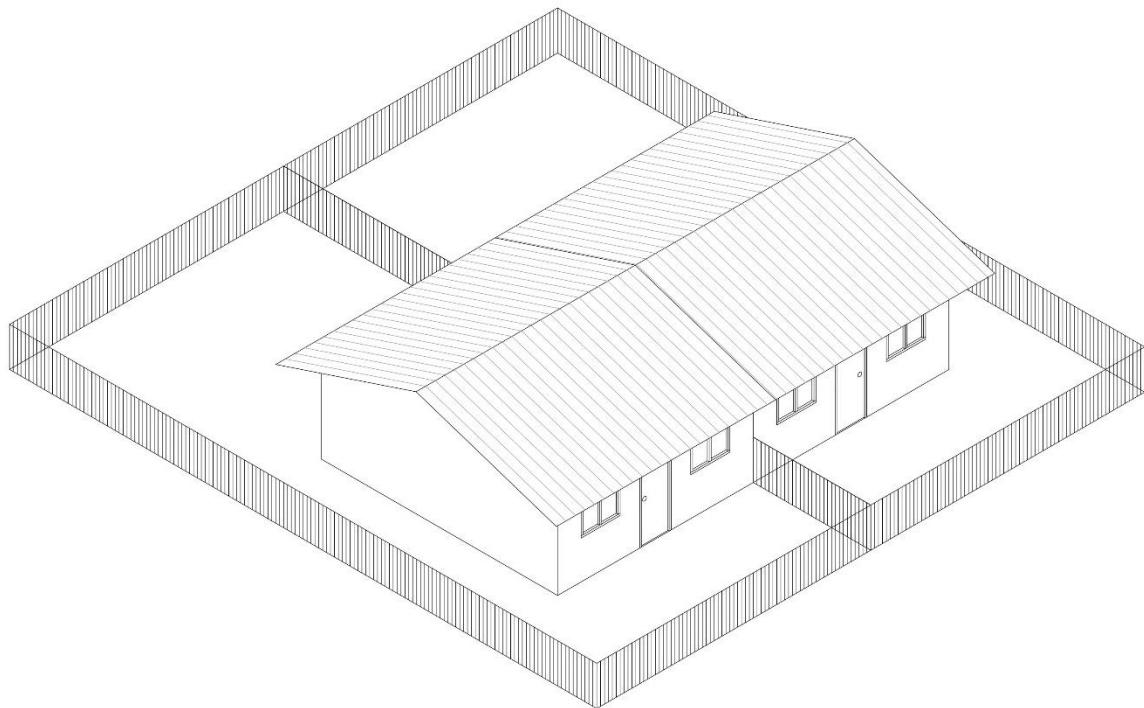


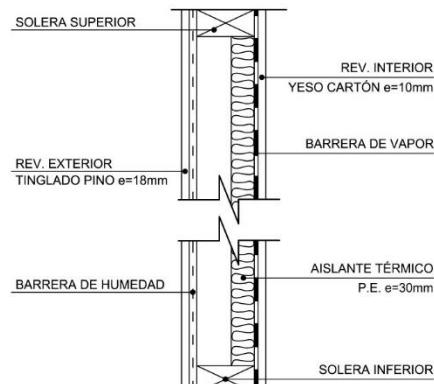
Fig 30. Volumetría vivienda estudiada. *Elaboración propia*

DESEMPEÑO ENERGÉTICO ACTUAL

Acorde al estudio realizado por el CIVA (2012), esta tipología de vivienda, denominada por ellos como “Modelo 59 – tipología 6”, tiene una elevada demanda en calefacción para su reducido tamaño. Esta demanda se resume en:

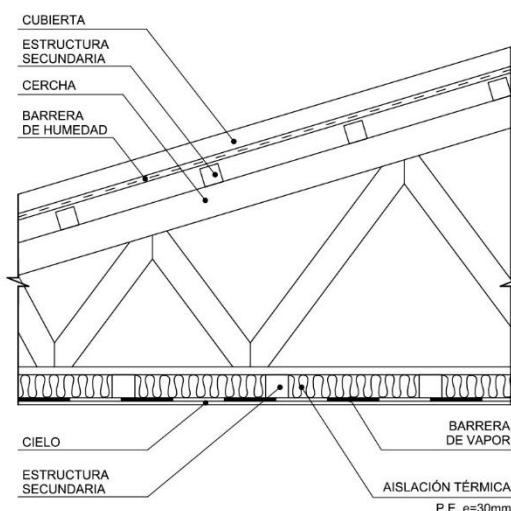
1. Demanda de Energía: 8875,7 (kWh/año)
2. Demanda de Energía por m²: 295,9 (kWh/m²/año)
3. Demanda de Energía para calefacción: 1297,7 (kWh/año)

Esta elevada demanda se debe principalmente a que la envolvente de la vivienda no cumple con la reglamentación térmica establecida por el PDA 2017, presentando índices de transmitancia térmica mayores a los establecidos tanto en sus muros exteriores (fig. 31) como en su complejo de techumbre (fig. 32).



U actual:	0,96 W/m ² °C
U máximo:	0,40 W/m ² °C
Estado:	No Cumple

Fig 31. Escantillón y transmitancia térmica muro exterior. *Elaboración propia*



U actual:	1,26 W/m ² °C
U máximo:	0,28 W/m ² °C
Estado:	No Cumple

Fig 32. Escantillón y transmitancia térmica complejo de techumbre. *Elaboración propia*

CONSUMO DE LEÑA ACTUAL

Esta elevada demanda energética en calefacción se traduce a la vez en un elevado consumo de leña, con un volumen de 8,47 m³ al año (fig. 33). Además, por su parte, la tipología original no cuenta con un espacio destinado al almacenamiento de leña y los residentes deben construir una instalación por su propia cuenta.

Si bien, la mayoría de los usuarios (70% de los encuestados) reconoció almacenar la leña en una leñera, solo el 3,5% de ellos reconoció conservarla en un espacio con las condiciones adecuadas según las sugerencias del Ministerio de Energía (2014), es decir, en un espacio cerrado, ventilado, seco y elevado del suelo; por lo que las familias de estas viviendas no solo consumen una gran cantidad de leña, sino que además calefaccionan sus viviendas con leña de mala calidad, húmeda, al no contar con un espacio que proteja a este combustible de las precipitaciones características de la zona, lo que es perjudicial tanto para su salud como para el medio ambiente.

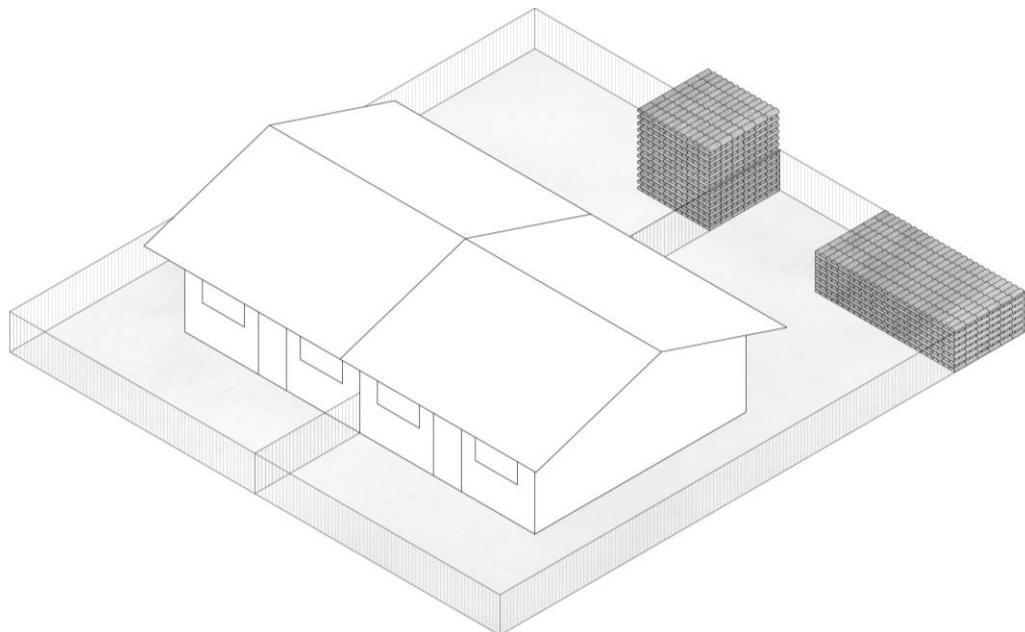
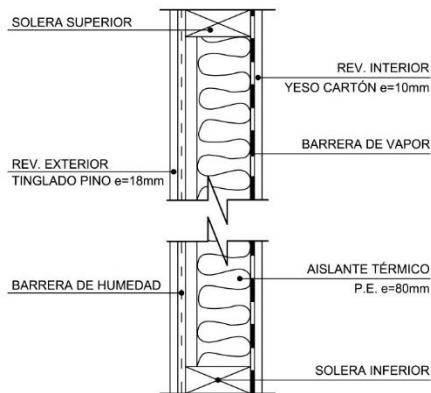


Fig 33. Volumen de leña (representado en dos distribuciones) en relación con la vivienda. *Elaboración propia*

5.2 PROPUESTA DE MEJORA EN LA ENVOLVENTE

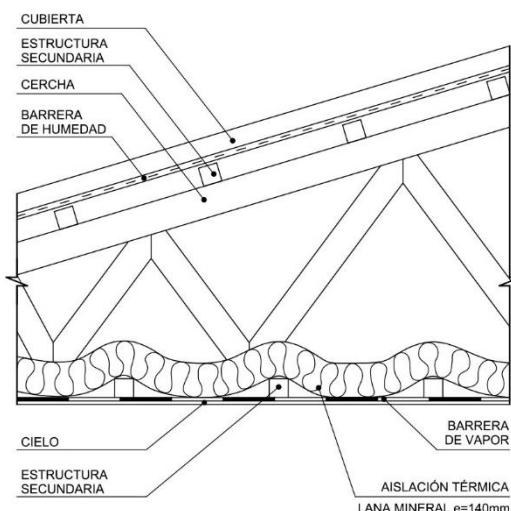
Frente a la situación actual de la vivienda se propone, en primer lugar, mejorar la calidad de la envolvente a través del reacondicionamiento térmico de la vivienda para cumplir con los estándares máximos de transmitancia térmica establecidos por el PDA 2017.

En los muros, se reemplaza la aislación térmica de poliestireno expandido de 30 mm por planchas de la misma materialidad, pero de un espesor de 80 mm (fig. 34). Para el caso del complejo de techumbre, se retira la aislación actual de poliestireno expandido de 30 mm y se reemplaza por lana de vidrio de 140 mm (fig. 35), cumpliendo así, ambos casos, con la reglamentación térmica.



U actual:	0,40 W/m ² °C
U máximo:	0,40 W/m ² °C
Estado:	Cumple

Fig 34. Escantillón y transmitancia térmica muro exterior mejorado. *Elaboración propia*



U actual:	0,27 W/m ² °C
U máximo:	0,28 W/m ² °C
Estado:	Cumple

Fig 35. Escantillón y transmitancia térmica complejo de techumbre mejorado. *Elaboración propia*

5.3 DESEMPEÑO ENERGÉTICO Y CONSUMO DE LEÑA POSTERIOR A MEJORA EN LA ENVOLVENTE

Al implementar las mejoras previamente expuestas en la envolvente, la demanda energética de la vivienda disminuye considerablemente con las siguientes cifras:

1. Demanda de Energía: 6047,7 (kWh/año)
2. Demanda de Energía por m²: 201,6 (kWh/m²/año)
3. Demanda de Energía para calefacción: 574,1 (kWh/año)

La mejora con la propuesta corresponde a un 31,8%, con una demanda de energía por m² al año de la tipología de vivienda actual de 295,9 kWh/m²/año, que disminuye a 201,6 kWh/m²/año con la envolvente propuesta.

Este desempeño energético se traduce en un consumo de leña estimado de 5,62 m³ al año (fig. 36), lo que implica una reducción del volumen actual de un 34% (fig. 37).

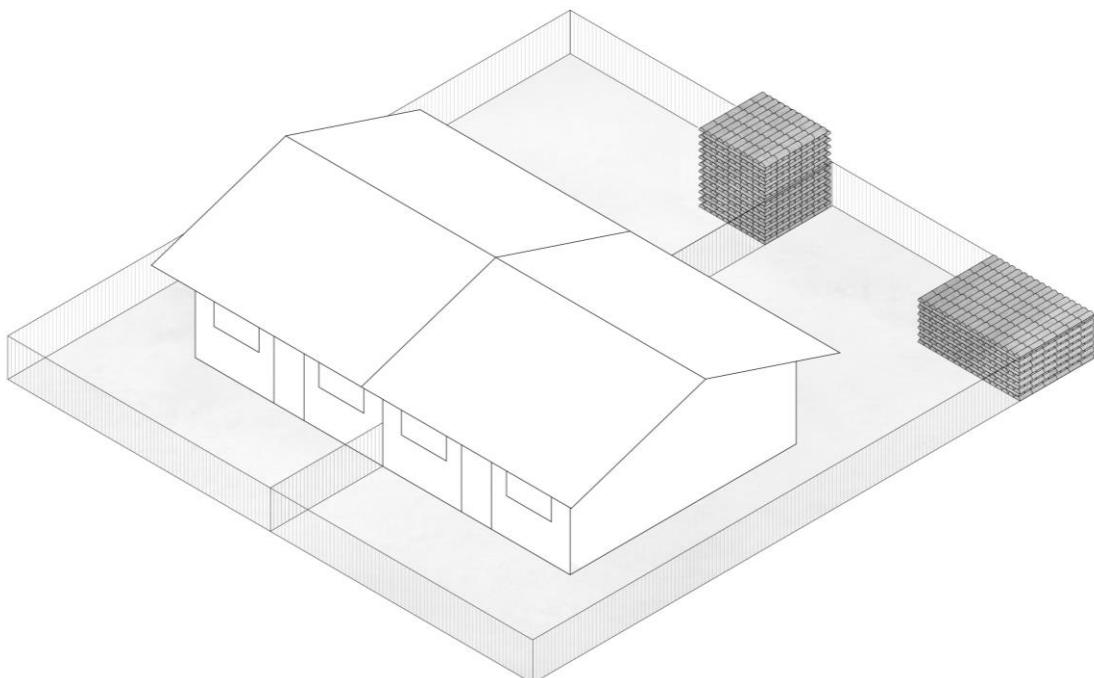
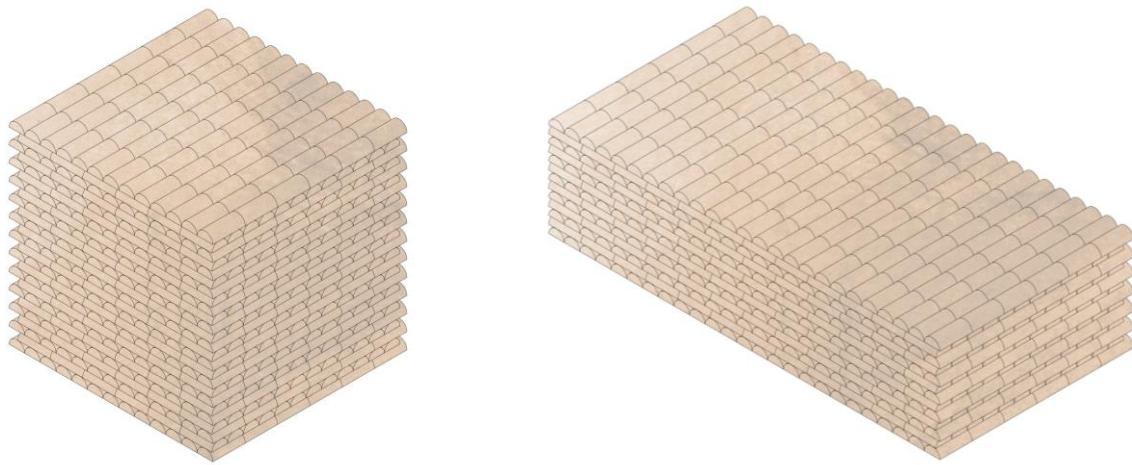


Fig 36. Volumen de leña (representado en dos distribuciones) en relación con la vivienda propuesta. *Elaboración propia*

Volumen consumo de leña actual ($8,47 \text{ m}^3$ al año)



Volumen consumo de leña propuesta ($5,62 \text{ m}^3$ al año) – Ahorro del 34% (2,85 m^3)

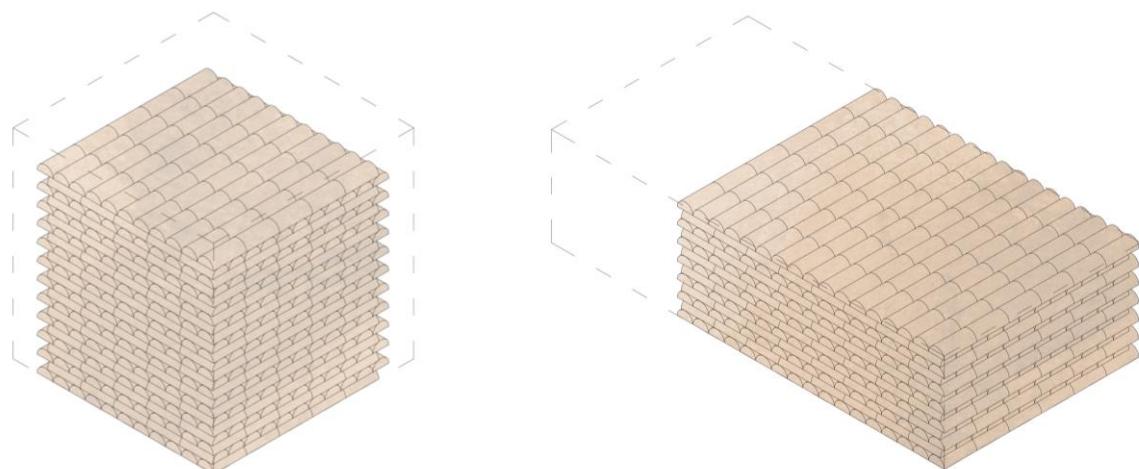


Fig 37. Volumen de leña propuesto en comparación a volumen de leña actual (representado en dos distribuciones).
Elaboración propia

5.4 ESTUDIO DE CABIDA DE LA VIVIENDA

Una vez definido el volumen de leña que consumiría la vivienda tras implementar la mejora en su envolvente, se realiza un estudio de cabida, en base al Plan Regulador Comunal (PRC) de Valdivia modificado (2019), para reconocer cuáles son los límites normativos para avanzar al siguiente paso que consiste en diseñar propuestas arquitectónicas que incorporen el almacenamiento de la leña al programa de vivienda y continuar apuntando al objetivo de mejorar el desempeño energético de las viviendas y la calidad de la leña que utilizan para reducir la contaminación que conlleva el elevado consumo de este combustible en los hogares de la ciudad.

La normativa del PRC se resume en la siguiente tabla y planimetrías (fig. 38, 39 y 40):

Tabla 7. Normativa PRC Valdivia

NORMA	RESIDENCIAL
Superficie de subdivisión predial mínima	200 m ²
Coeficiente de ocupación de suelo	0,6
Coeficiente de constructibilidad	1,2
Sistema de agrupamiento de las edificaciones	Aislado, pareado
Densidad bruta máxima	150 hab/há
Altura máxima de edificación	7 m/2 pisos
Adosamiento	Permitido
Antejardín	3 m

Ilustre Municipalidad de Valdivia (2019)

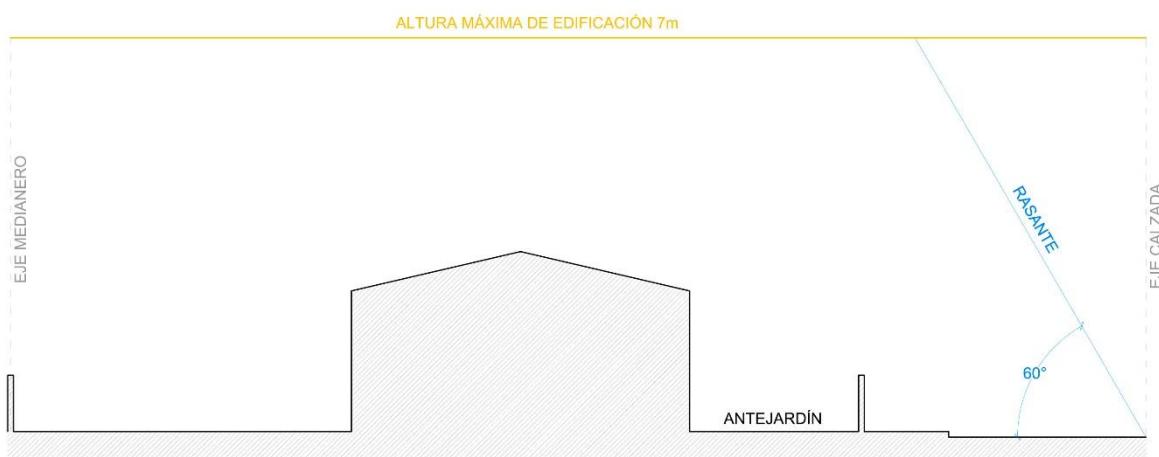


Fig 38. Corte cabida vivienda según PRC Valdivia (2019). *Elaboración propia.*

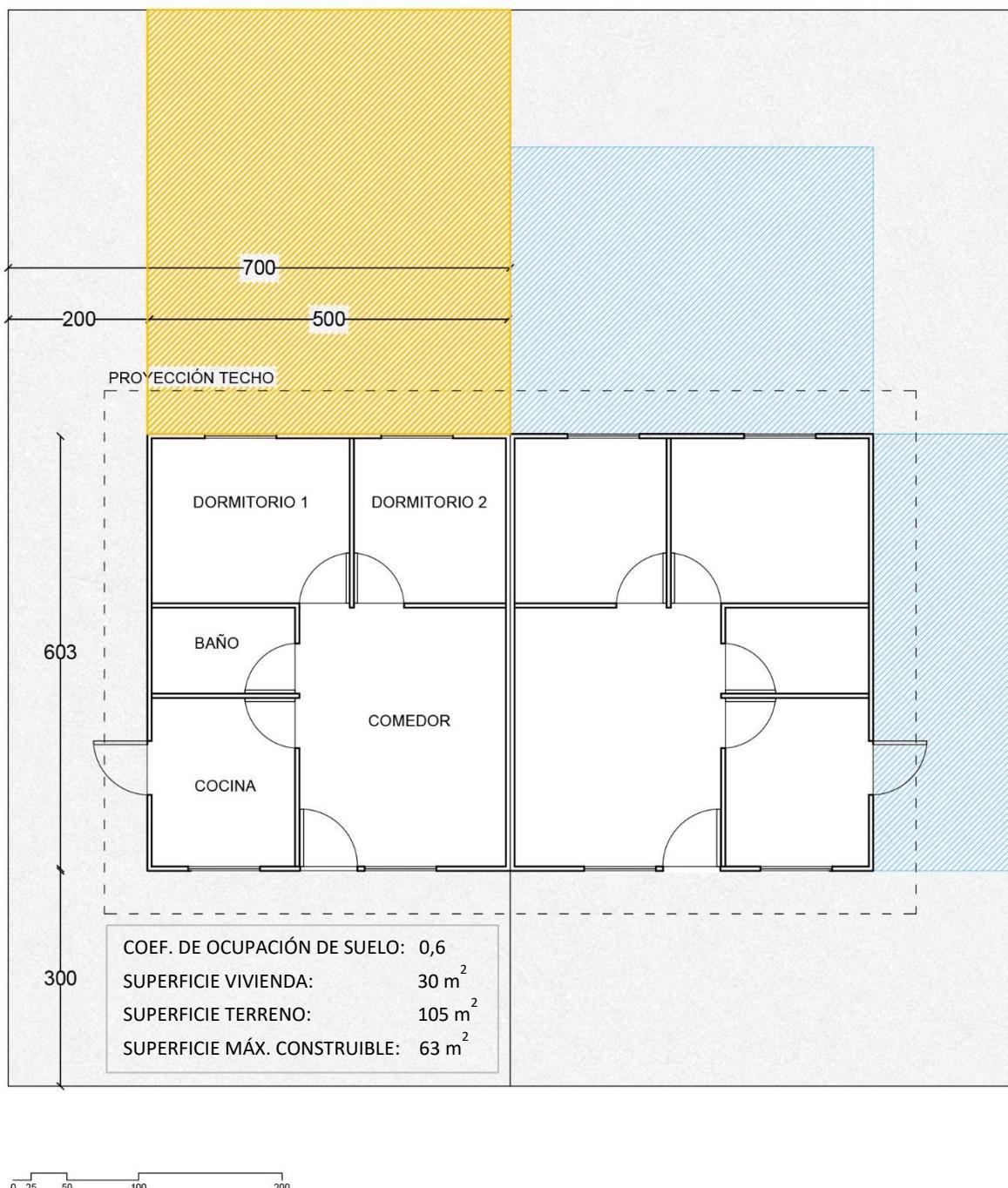


Fig 39. Esquema planta Coeficiente de ocupación de suelo según PRC Valdivia (2019). Elaboración propia.

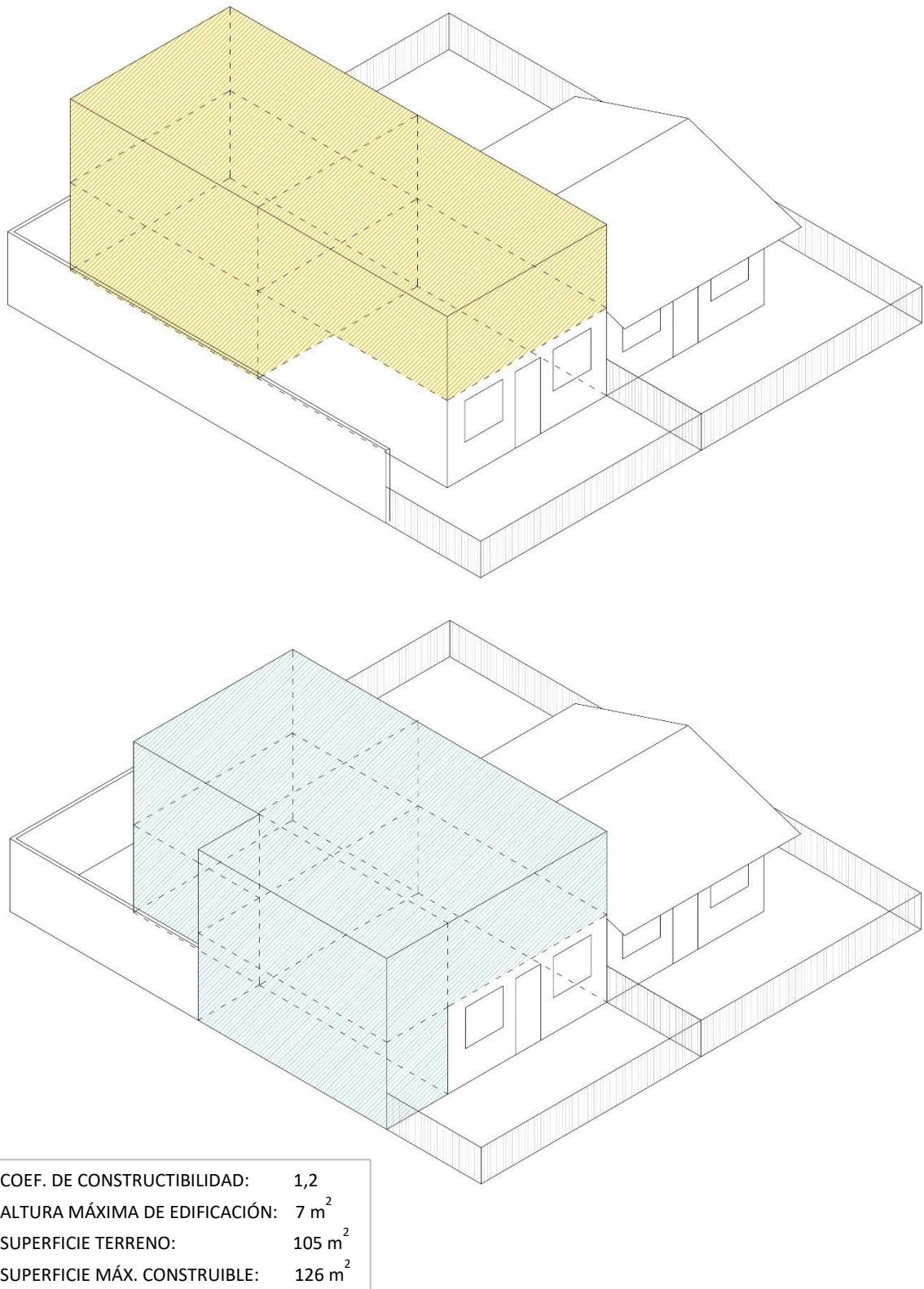


Fig 40. Esquema volúmenes Coeficiente de constructibilidad según PRC Valdivia (2019). *Elaboración propia.*

6. IMPLEMENTACIÓN

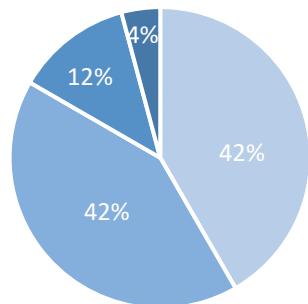
6.1 ESPACIALIDAD Y USUARIO

ESPAZIO INTERMEDIO

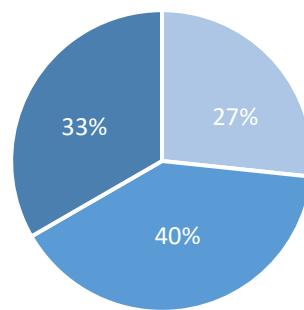
Una vez establecidos los aspectos técnicos para intervenir la vivienda, se estudian también los requerimientos prioritarios de los usuarios para diseñar un espacio intermedio que, además de estar destinado al almacenamiento de leña, acoja los demás usos que los residentes manifestaron, a través de la encuesta presentada anteriormente y de entrevistas, atribuirle a este espacio.

En base a la encuesta, el 58% de los residentes reconoció entrar leña desde la leñera a la vivienda todos los días más de una vez al día, mientras el 30% reconoció hacerlo todos los días una sola vez al día, es decir, casi el 90% de los encuestados frecuenta la leñera todos los días (fig. 41). Considerando las frecuentes precipitaciones que caracterizan la zona, es importante que el trayecto a este lugar de almacenamiento se encuentre protegido para que la leña no adquiera grandes porcentajes de humedad al trasladarla de la leñera a la vivienda.

Además, el 40% de los encuestados reconoció utilizar la leñera para guardar cosas, además de almacenar leña, y un 27% dijo utilizar este espacio para el secado ropa. Mientras el 33% restante manifestó no utilizar este espacio para otro uso que no sea el almacenamiento de leña (fig. 42).



- Todos los días, más de una vez al día
 - Todos los días, una vez al día
 - Día por medio
 - Una vez por semana



- Si, para secar ropa
 - Si, para guardar cosas
 - No

Fig 41. Gráfico: ¿Con qué frecuencia entra leña de la leñera a la vivienda?
Elaboración propia.

Fig 42. Gráfico: ¿Utiliza la leñeraa para otros usos?
Elaboración propia.

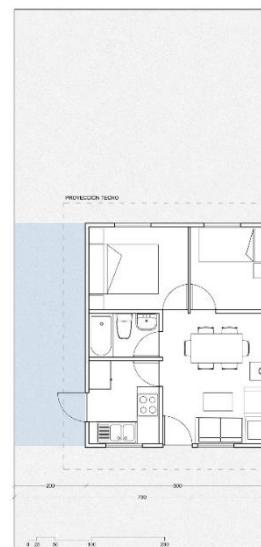


Fig 43. Esquema planta área que familias techan para espacio de servicio o leñera.
Elaboración propia.



Fig 44. Patio delantero techado para colgar de ropa, guardar cosas y lugar de estar. *Google Street View*.

Por su parte, Marco Quijón (2020)¹, residente de la población Yáñez Zabala y presidente del Consejo de Desarrollo Vecinal Pablo Neruda-Yáñez Zabala desde 2019, encargado de estudiar las necesidades y proyecciones que presenta el sector para su posterior mejora y fortalecimiento; mencionó que “la mayoría de las familias cierra el espacio que queda entre la vivienda y el medianero (fig. 43) para usarlo como un espacio de servicio, tipo logia, o para dejarlo como leñera” (Quijón, 2020).

Asimismo, tras un estudio del sector desde Google Street View, se pudo apreciar que varias viviendas techaron su patio delantero para incorporar los programas anteriormente mencionados, incluyendo mobiliario para armar una zona de estar (fig. 44).

Por otra parte, un espacio característico de las viviendas de esta zona y que no se encuentra incorporado en la tipología estudiada, son las chifloneras (fig. 45 y 46). Espacio que, como define Antonia Moro (2013), quien reside en el sector, impide que entre el frío al interior de la vivienda, gracias a su doble puerta que detiene la “chifla”, es decir, la corriente de viento que se forma al abrir las puertas que dan hacia el exterior (...) Antiguamente, los visitantes o los extraños que llegaban a la casa no entraban directamente a los lugares más íntimos, sino que se recibían aquí y solo si lo ameritaba, podían pasar al interior. Es lo que invita a entrar, la síntesis de la casa, refleja cómo es la familia que vive adentro, si hay niños, si son outdoors, desordenados o prolijos. En mi caso, aquí guardo mochilas y evito que el resto de la casa quede lleno de chaquetas y carteras. Aquí ocurre el acto de ingresar, donde mis hijos se sacan las chaquetas y dejan las botas embarradas. Es una estación previa, me prepara para entrar y salir cuando me saco las pantuflas de lana. (Moro, 2013).



Fig 45. Chiflonera cerrada en una vivienda de Chiloé. MAM Chiloé



Fig 46. Chiflonera abierta en una vivienda de Maullín. Soc. Constructora Caavent Spa.

¹ Anexo 3. Entrevista

La chiflonera, entonces, se entiende como un espacio intermedio, es decir, un espacio que funciona como nexo o mediador entre interior y exterior (Suarez, 2013). Frente a las condiciones climáticas de la ciudad de Valdivia, estos espacios intermedios se vuelven primordiales para poder realizar actividades sin exponerse a los vientos y precipitaciones que caracterizan esta zona del país a lo largo del año y es importante considerarlos al momento de proponer soluciones arquitectónicas para viviendas situadas en este contexto.

Bajo este análisis, se propone incorporar a la intervención de la vivienda, un espacio intermedio, que funcione como acceso a la vivienda, que incorpore los programas de chiflonera, de almacenamiento de leña, de espacio de servicio, como logia y secado de ropa, de guardado de cosas, como bodegaje y de estar.

AMPLIACIONES

Otro aspecto importante para tener en cuenta en estas intervenciones es la falta de espacio en las viviendas. Como se presentó en el punto 4.3, la mayoría de las familias se componen por tres a cuatro integrantes y, si bien, la tipología considera dormitorios para tres residentes, de igual manera el 78% de las viviendas se encuentran ampliadas debido al reducido espacio con el que cuentan.

Según Marco Quijón (2020), la mayoría de las casas se amplían hacia arriba, construyendo un segundo piso (fig. 47), ya que tiene menor costo botar el techo que hacer un radier hacia atrás. En estas ampliaciones, las familias construyen principalmente dormitorios, baños y lugares de estar, que es lo que más les hace falta a las viviendas originales (Quijón, 2020). Sin embargo, estas ampliaciones se encuentran poco normadas y usualmente son autoconstruidas, llegando, en algunos casos, a empeorar el desempeño energético de la vivienda.

Ante esta situación, se propone diseñar un sistema de ampliaciones hacia el segundo piso, en conjunto al diseño del espacio intermedio anteriormente mencionado, que responda a las necesidades de las familias manifestadas en la encuesta y en entrevistas.



Fig 47. Viviendas ampliadas hacia el segundo piso. *Google Street View*.

6.2 DISEÑO DE SOLUCIONES ARQUITECTÓNICAS

Tras considerar todos los aspectos anteriormente expuestos, se propone, en primer lugar, cerrar el espacio demarcado en la fig. 43 para destinarlo al espacio intermedio que acogerá los programas de almacenamiento de leña, chiflonera, guardado de cosas, servicio y estar.

Luego, se diseñan las ampliaciones hacia el segundo piso, incorporándolas al espacio intermedio a través de la doble altura de este espacio y colocando la escalera en este recinto para, a la vez, darle una mayor amplitud al acceso.

Para diseñar esta intervención, se comienza por redistribuir la planta del primer piso, sacando los tabiques, dejando el espacio libre. Se destina el primer piso para los programas comunes, como living, comedor y cocina, además del espacio intermedio con los programas ya mencionados, y el segundo piso para los programas más privados, como dormitorios. (fig. 48).

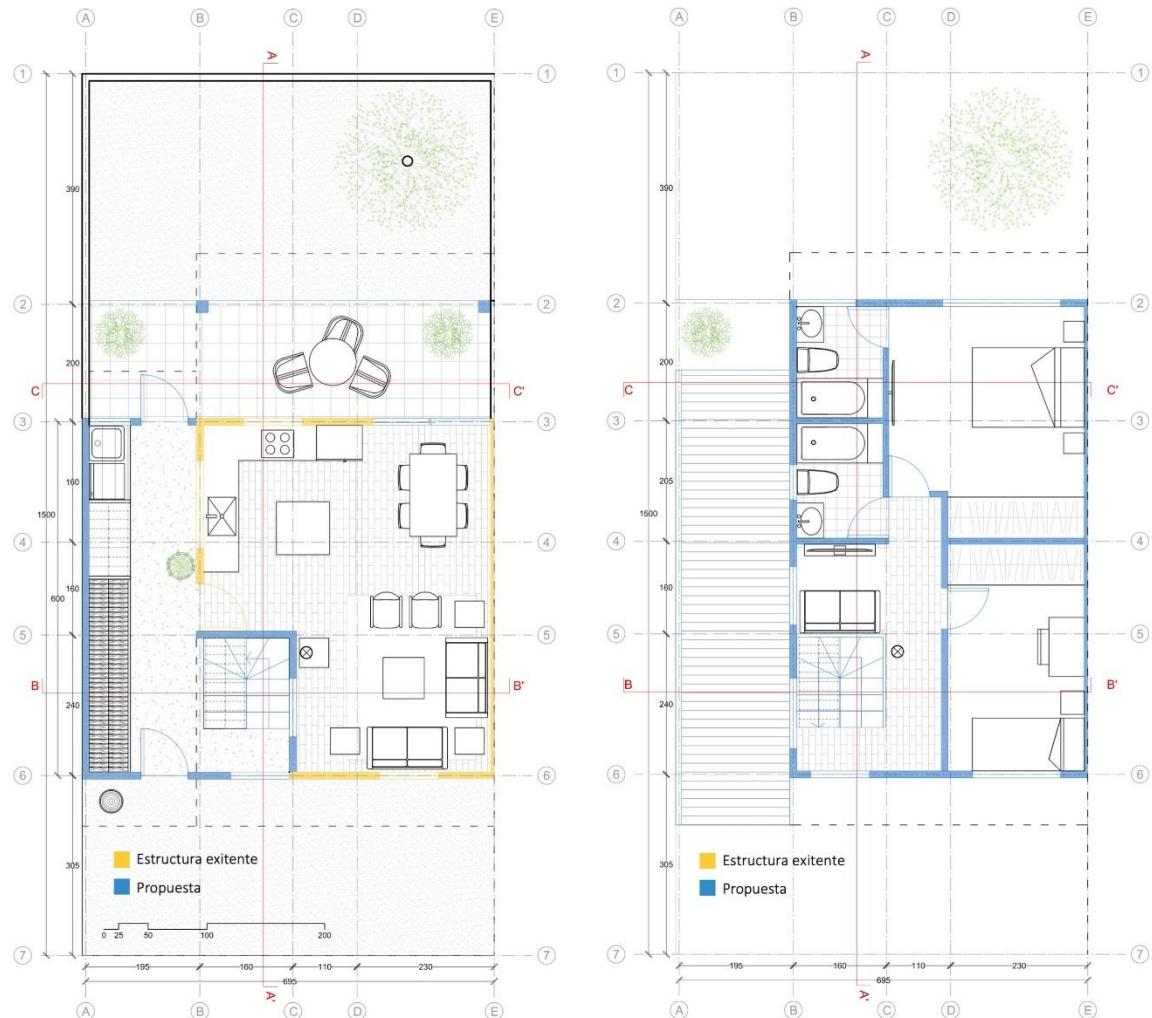


Fig 48. Plantas primer y segundo piso: Propuesta intervención a la vivienda para familia de 3 integrantes. *Elaboración propia.*

Para el diseño del segundo piso, se considera incorporar dos dormitorios, uno principal y otro para uno o dos hijos (fig. 49), considerando que el resultado de la encuesta arrojó que la mayoría de las familias se compone por 3 o más integrantes, como se presentó en el punto 4.3, y que éstas se conforman principalmente por parejas con hijos menores a 6 años o parejas con hijos entre 6 y 18 años (fig. 50). Además, en base a lo mencionado por Quijón (2020), quien destacó que los espacios que más hacían falta eran dormitorios, baños y áreas de estar, se incorporan dos baños, ya que la vivienda original solo contaba con uno, y se incorpora una sala de estar, que a la vez se abre hacia el espacio intermedio al vincularse con la baranda de la escalera, armando un pequeño balcón hacia el primer piso (fig. 51).

Por otra parte, el segundo piso sobresale dos metros hacia el patio trasero, formando un espacio techado bajo el cual se diseña una terraza pensada para armar un lugar de estar al aire libre, los días en que el clima lo permita, y así despejar el patio delantero, cuyos usos actuales se distribuyen entre el espacio intermedio y la terraza.

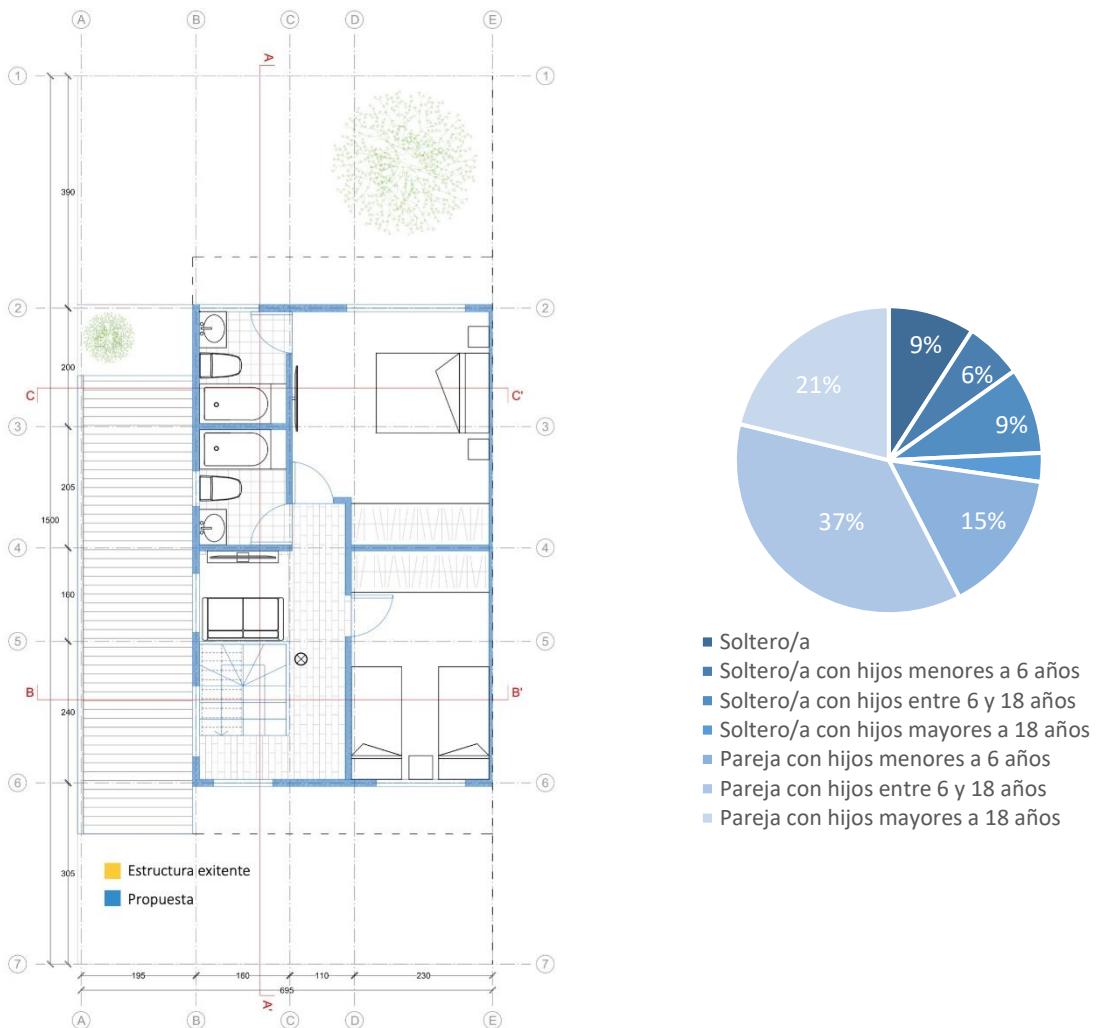


Fig 49. Plantas segundo piso: propuesta de intervención a la vivienda para familia de 4 integrantes. *Elaboración propia.*

Fig 50. Gráfico conformación familiar. *Elaboración propia.*

CORTE A-A'



CORTE B-B'



CORTE C-C'



Fig 51. Cortes: Propuesta intervención a la vivienda. *Elaboración propia.*

En cuanto al espacio intermedio, se pone especial énfasis en que éste no se lea como un agregado inorgánico, sino que se integre al programa de vivienda. Para esto, se propone que la cubierta de este espacio sea translúcida, a fin de iluminar el recinto y abrir vanos hacia el interior del primer piso, a través de ventanas que dan hacia la cocina y el living, para iluminar, a la vez, el interior del primer piso de la vivienda. También, como se mencionó anteriormente, se coloca la escalera en este recinto para conectar con el segundo piso y darle mayor amplitud al acceso junto a la doble altura del espacio (fig. 51).

Para diseñar este espacio, se separa el recinto, de manera esquemática, en tres secciones (fig. 52) dejando junto a la entrada un espacio más amplio, destinado a los programas de chiflonera, estar y almacenamiento de leña (cota azul); luego el espacio se vuelve más angosto y se instalan repisas para el guardado de cosas (cota verde); y por último, se instala el programa de servicio, lo más alejado posible del acceso, considerando que es el programa más privado (cota amarilla).

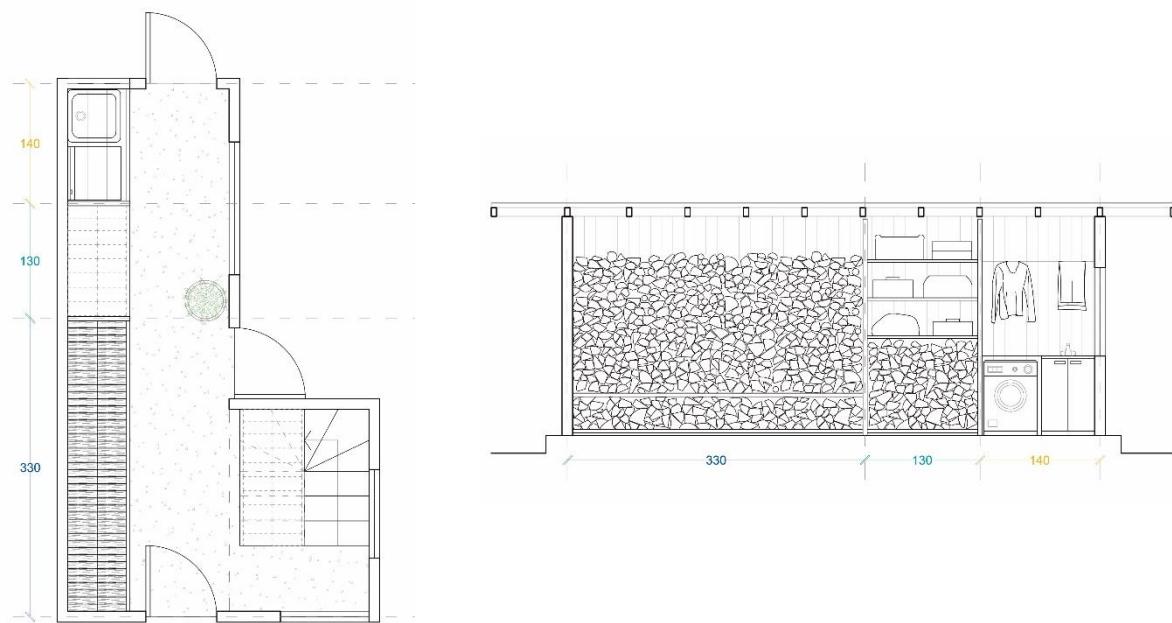


Fig 52. Espacio intermedio: Planta y elevación tercios distribución. *Elaboración propia.*

En base al cálculo del punto 5.3, se considera el almacenamiento de 6 m³ de leña en este espacio, los que se distribuyen entre el mueble que va en el muro del medianero (5 m³) y bajo la escalera, armando una banca en ese lugar (1 m³)(fig. 53 y 54).

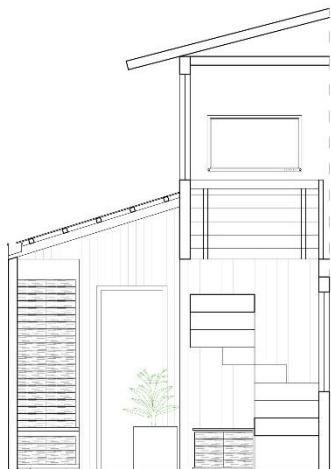


Fig 53. Corte espacio intermedio, relación leña en muro y en banca. *Elaboración propia.*



Fig 54. Vista espacio intermedio desde comienzo de escalera. *Elaboración propia.*

Por otra parte, el consumo y almacenamiento de leña es un proceso dinámico y, por consiguiente, este espacio también debería serlo. La cantidad de leña almacenada varía dependiendo de la estación del año y de la modalidad de compra de los usuarios. Si bien, según la encuesta no hay preferencia por ninguna modalidad de compra (fig. 55), se considera la compra anticipada de los usuarios al ser la más eficiente para que la leña se conserve de buena manera y logre la mejor calidad al momento de consumirse.

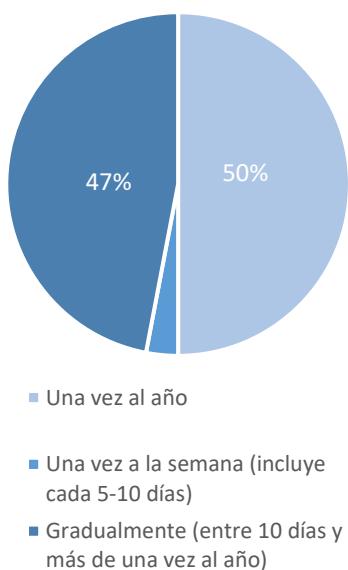


Fig 55. Gráfico frecuencia de compra de leña. *Elaboración propia.*

En cuanto a las estaciones del año, se consideran distintos usos para el espacio acorde a la cantidad de leña que se encuentra almacenada, en verano se compra la leña y se deja secar en este espacio para comenzar a consumirse en otoño, luego en invierno se consume la mayor parte y en primavera hacia comienzos del verano ya se ha consumido casi el total hasta volver a realizar la compra anticipada. Se estima que en los meses de otoño e invierno se consume parte de la leña del mueble del muro (fig. 56, 57 y 58), liberando parte de las repisas para poder guardar más cosas y, hacia los meses de primavera verano, además se estima que el muro se vacía casi por completo para permitir desplegar una superficie, previamente instalada, que permite usar ese espacio como mesón o asiento, dando mayor cabida a los programas de chiflonera y estar al despejar el espacio de acceso (fig. 59, 60 y 61),

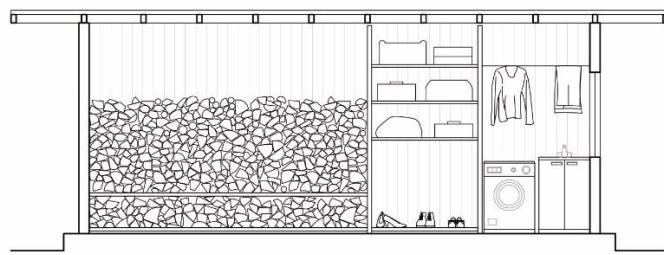


Fig 56. Elevación almacenamiento de leña en muro entre los meses de otoño-invierno. *Elaboración propia.*

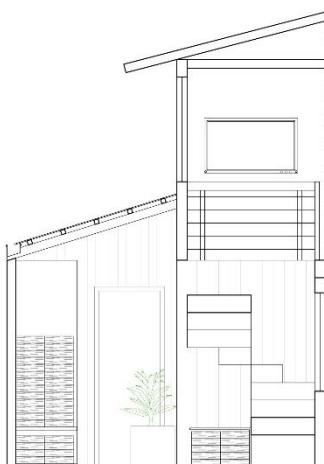


Fig 57. Corte espacio intermedio, relación leña en muro y en banca entre los meses de otoño-invierno. *Elaboración propia.*



Fig 58. Vista espacio intermedio desde comienzo de escalera entre los meses de otoño-invierno. *Elaboración propia.*

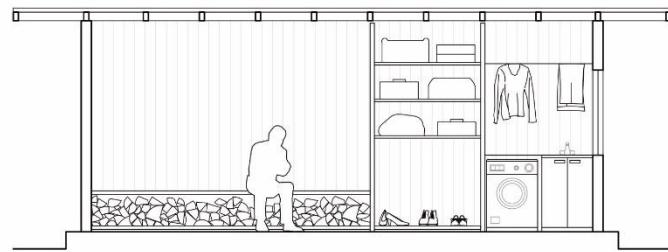


Fig 59. Elevación almacenamiento de leña en muro entre los meses de primavera-verano. *Elaboración propia.*

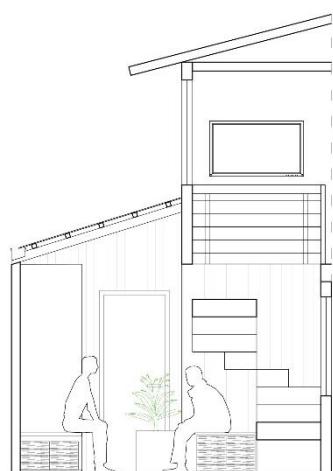


Fig 60. Corte espacio intermedio, relación leña en muro y en banca entre los meses de primavera-verano. *Elaboración propia.*



Fig 61. Vista espacio intermedio desde comienzo de escalera entre los meses de primavera-verano. *Elaboración propia.*

6.3 CÁLCULO DESEMPEÑO ENERGÉTICO DE PROPUESTA Y COMPARACIÓN CON VIVIENDA ORIGINAL

Una vez definido el diseño de la propuesta arquitectónica de la vivienda, se evalúa su desempeño energético, a través de una simulación en el software de análisis energético y medioambiental DesignBuilder, para calcular su demanda de energía para calefacción. Tras esto, se calcula el consumo de leña, en función a los datos obtenidos, considerando el uso de leña en base seca (con 25% de humedad).

En la Tabla 8 se comparan los resultados entregados por la simulación para la propuesta arquitectónica de la vivienda, con los datos del desempeño energético de la vivienda original, sin incorporar la mejora en su envolvente, y los datos de la vivienda original con la envolvente mejorada, presentada anteriormente en el punto 5.2.

Tabla 8. Desempeño energético vivienda estudiada al implementar propuestas

	Demanda total anual de energía para calefacción (kWh/año)	Demanda de energía para calefacción por m ² (kWh/m ² /año)	Consumo total anual de leña (m ³ /año)	Consumo de leña por m ² (m ³ /m ² /año)
Vivienda original (30 m ²)	1297,7	43,2	8,47	0,28
Vivienda original con envolvente mejorada (30 m ²)	574,1	19,1	5,62	0,18
Vivienda propuesta (82 m ²)	442,7	5,4	4,33	0,05

Elaboración propia

En comparación a la vivienda original, la demanda anual de energía para calefacción de la vivienda propuesta disminuye en un 66% y en un 23% respecto de la vivienda original con la envolvente mejorada (fig. 62). Por su parte, la demanda de energía para calefacción por m² disminuye un 87% respecto de la vivienda original y un 72% respecto de la vivienda con envolvente mejorada (fig. 63). Esta reducción en la demanda se traduce en una disminución del consumo total anual de leña en un 49% respecto de la vivienda original y un 23% respecto de la vivienda con la envolvente mejorada (fig. 64 y 66), mientras el consumo de leña por m² disminuye en un 82% respecto de la vivienda original y un 72% respecto de la vivienda con envolvente mejorada (fig. 65).

La disminución de estos valores se debe, principalmente, a la mejora en la calidad de la envolvente de la vivienda, presentada en el punto 5.2, que permite conservar la temperatura confort al interior del recinto, requiriendo una menor cantidad de energía, y de combustible, para ser calefaccionado.

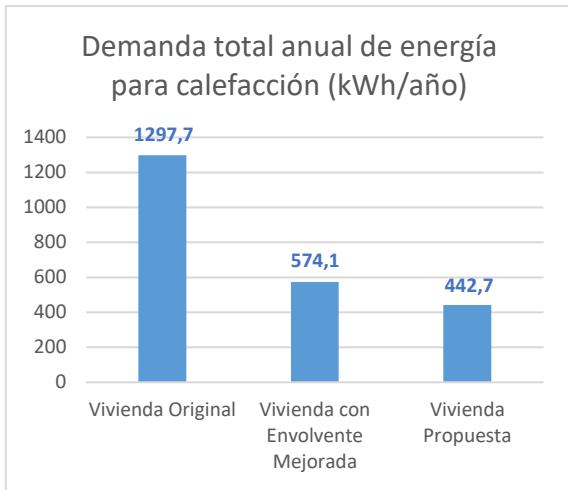


Fig 62. Gráfico Demanda total anual de energía para calefacción. *Elaboración propia.*

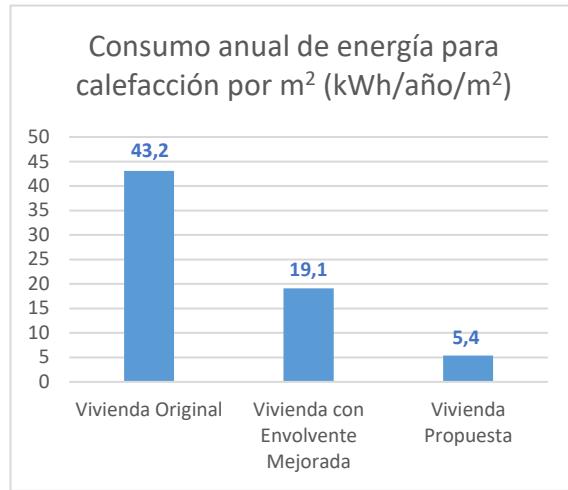


Fig 63. Gráfico Demanda anual de energía para calefacción por m². *Elaboración propia.*

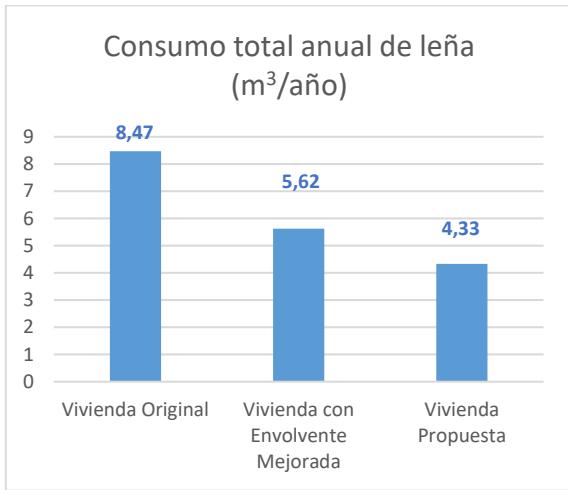


Fig 64. Gráfico Consumo total anual de leña. *Elaboración propia.*

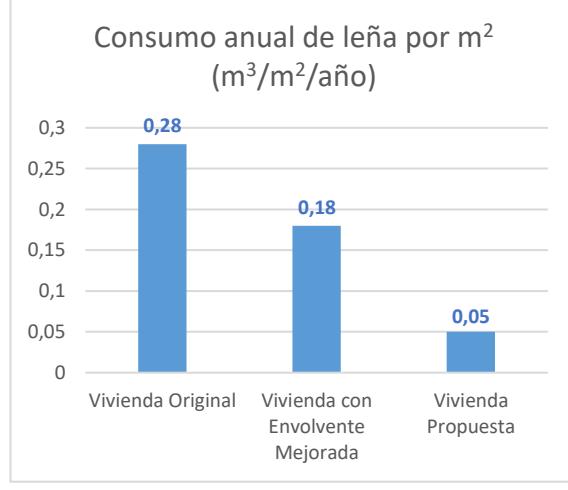


Fig 65. Gráfico Consumo anual de leña por m². *Elaboración propia.*

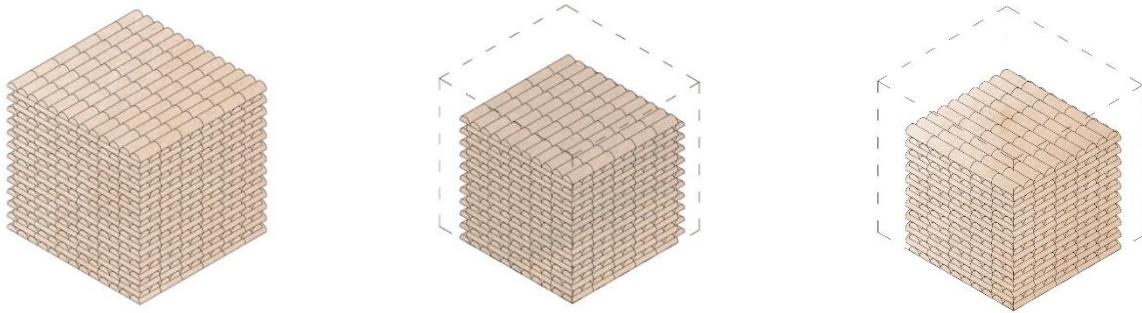


Fig 66. Esquema volúmenes de leña vivienda original – vivienda con mejora en la envolvente – vivienda propuesta. *Elaboración propia.*

A pesar de que al implementar las intervenciones el tamaño de la vivienda aumenta más del doble, su demanda para calefacción y su consumo de leña, tanto totales como por m², disminuyen considerablemente. Esto demuestra la importancia de la calidad de la envolvente de las viviendas, siendo uno de los factores más relevantes para disminuir el consumo residencial de leña.

7. SÍNTESIS PROYECTUAL



Fig 67. Esquema estratégicas proyectuales. *Elaboración propia.*

Como se plantea en la fig. 67, ante el problema de la contaminación atmosférica en la ciudad de Valdivia, a causa del elevado consumo residencial de leña, se proponen soluciones de transición energética desde una perspectiva del comportamiento de los usuarios.

Bajo este enfoque, se estudia el contexto del caso seleccionado abarcando principalmente dos áreas: usuario y vivienda. En cuanto a la primera, se caracteriza el usuario tipo del caso de estudio, a través de entrevistas y encuestas, con principal énfasis en entender sus patrones de consumo de leña y su relación con este combustible. Respecto a la vivienda, se analiza su desempeño actual y se propone su reacondicionamiento térmico, a través de una mejora en la calidad de su envolvente de muro y complejo de techumbre, esto reduce proporcionalmente el volumen de leña requerido para calefaccionar la vivienda. Una vez establecido el volumen de leña que consume la vivienda y los aspectos culturales, sociales, económicos y hábitos de los usuarios, se propone el diseño de un espacio intermedio destinado al almacenamiento de la leña, que cumpla con los requerimientos necesarios para su correcta conservación, y que responda a los requerimientos prioritarios de los residentes.

Para el caso de estudio, considerando que la relación de los usuarios con la leñera es diaria e incluso suelen frecuentar este espacio más de una vez al día, se propone, en primer lugar, integrarlo al programa de vivienda. De la misma manera, este espacio responde a las necesidades de los usuarios al abarcar, a través del diseño arquitectónico, los programas que en las encuestas y entrevistas reconocieron como prioritarios, estos son: chiflonera, leñera, bodega, servicio y estar.

Por otra parte, se considera que el consumo de leña es un proceso dinámico, por lo que este espacio también debe serlo. Ante esto, como parte de la propuesta, al ir variando el volumen de leña que contiene el espacio, varían, a su vez, los usos que se le pueden ir destinando durante las distintas épocas del año. En los meses de verano-otoño, el espacio se encuentra lleno y el espacio libre es más reducido, por lo que los usos que se le puede dar también lo son, pero, al ir consumiendo la leña hacia los meses de invierno, este espacio se va despejando permitiendo liberar el acceso y darle mayor cabida a los programas de chiflonera y estar.

8. CONCLUSIONES

A partir de los resultados finales de la investigación y de la propuesta proyectual, es posible observar que, para enfrentar y reducir la contaminación atmosférica causada por el elevado consumo de leña en el sector residencial de la ciudad de Valdivia, se deben considerar propuestas de transición energética que sean analizadas desde diferentes perspectivas, como social, tecnológica, económica, cultural, infraestructural, institucional y política, integrando el estudio del comportamiento de los usuarios y los patrones de uso de energía en las viviendas.

Aunque se han implementado medidas para enfrentar el problema de la contaminación atmosférica, estas no han entregado los resultados esperados debido, en gran parte, a que no consideran los aspectos que condicionan los hábitos de los usuarios, analizando solo la parte técnica del problema que, si bien es necesario, no resulta suficiente sino se complementa con un estudio del contexto y la forma de vivir de los residentes. Es decir, medidas de descontaminación atmosférica pensadas para grandes áreas, como una ciudad o comuna, no resultarán aplicables para toda la población si solo se analiza la parte técnica y no se podrá solucionar el problema del todo, lo que explica por qué estas medidas siguen sin entregar resultados significativos.

Por una parte, la principal causa de la contaminación atmosférica en la ciudad de Valdivia se encuentra en la mala calidad de la envolvente de las viviendas que provoca que los residentes consuman una mayor cantidad de leña de la que se estima deberían consumir realmente, acorde al tamaño de sus viviendas. De hecho, los residentes de las viviendas más pequeñas, de estratos socioeconómicos más bajos, son quienes consumen una mayor cantidad de leña, debido a que sus viviendas suelen ser de peor calidad que las de los usuarios de un estrato socioeconómico más alto. Por otra parte, a este elevado consumo, se suma que la leña que consumen no es de buena calidad, debido a que no cuentan con instalaciones para su adecuado almacenamiento y las medidas de descontaminación atmosférica no consideran este factor. Por ende, por más que los residentes accedan a leña de buena calidad, en base seca, ésta pierde su calidad al momento de ser consumida debido a que no se conserva de manera correcta y se expone a adquirir grandes porcentajes de humedad ante las precipitaciones características de la zona.

Frente a esto, las medidas propuestas para enfrentar la contaminación atmosférica deben tener en cuenta aspectos técnicos y de usuario. En cuanto a los aspectos técnicos, mejorar la envolvente de las viviendas resulta primordial para mantener la temperatura confort al interior de los hogares y así reducir el consumo de leña actual. Además, se debe incorporar el almacenamiento de leña a las intervenciones consideradas en los programas dirigidos a las viviendas, para poder asegurar que, por más que se promueva el consumo de leña seca, ésta se conserve de manera óptima en una instalación adecuada, es decir, un espacio cerrado, seco, ventilado y elevado del suelo. En cuanto al usuario, se debe incentivar la compra anticipada, para que la leña se alcance a secar y cuente con la mejor calidad posible antes de los meses de mayor consumo (otoño, invierno), pero para esto es fundamental que las familias cuenten con un espacio donde quepa la cantidad de leña que requiere la vivienda y que cuente con los requerimientos necesarios para mantener este combustible protegido. Es por esto, que se recalca la importancia de contar con una adecuada instalación para almacenar la leña y evitar que esta adquiera grandes porcentajes de humedad, es decir, una buena “leñera”.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- *Aguayo, C.* Ministerio de Energía. (2016). Guía práctica para el buen uso de la Leña. Leña Seca – Leña Eficiente. Santiago de Chile.
- *Amigo, C., Araya, P., Billi, M., Calvo, R., Oyarzún, T., & Urquiza, A.* (2018). Políticas públicas y pobreza energética en Chile: ¿una relación fragmentada?.
- *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.
- *Amigo, C.* (2019) Cultura y vulnerabilidad energética territorial: el problema de la contaminación en Coyhaique. Facultad de Ciencias Sociales. Universidad de Chile. Santiago de Chile
- *Amigo, C., Cortés, A., Mendoza, P., Billi, M., Calvo, R., Tapia, R., Urquieta, M., Urquiza, A.* (2019) Acceso equitativo a energía de calidad en Chile: Hacia un indicador territorializado y tridimensional de pobreza energética.
- *Akintan, O. Jewitt, S. Clifford, M.* (2018) Culture, tradition, and taboo: Understanding the social shaping of fuel choices and cooking practices in Nigeria. Energy Research and Social Science vol. 40 (14-22)
- *Aucapan, B.* (2015) De damnificados a pobladores: historia local de la población Menzel de la ciudad de Valdivia.
- *Belanger, D. Gosseling, P. Valois, P. Abdous, B.* (2008) Use of residential wood heating in a context of climate change: a population survey in Québec (Canada). BMC Public Health. BioMed Central.
- *Bickerstaff, K., Walker, G.* (2001). Public understandings of air pollution: The “localisation” of environmental risk. Global Environmental Change, 11 (133-145).
- *Biresselioglu, M. Demir, M.Kaplan, M. Solak, B.* (2020) Individuals, collectives, and energy transition: Analysing the motivators and barriers of European decarbonization. Energy Research and Social Science vol. 60
- *Boso, A. Oltra, C. Espluga, J. Prades, A.* (2013) A qualitative study of users' engagement with real-time feedback from in-house energy consumption displays. Energy Research and Social Science vol. 61 (788-792)
- *Boso, A. Hofflinger, A. Oltra, C. Alvarez, B. Garrido, J.* (2018) Public support for wood smoke mitigation policies in south-central Chile. Air Qual Atmos Health (1109-1119)

- *Boso, A. Oltra, C. Hofflinger, A.* (2019) Participation in a programme for assisted replacement of wood-burning T stoves in Chile: The role of sociodemographic factors, evaluation of air quality and risk perception. *Energy Policy* vol. 129 (1220-1226)
- *Boso, A. Alvarez, B. Oltra, C. Hofflinger, A. Vallejos-Romero, A. Garrido, J.* (2019) Examining Patterns of Air Quality Perception: A Cluster Analysis for Southern Chilean Cities. *SAGE Open* (1-11)
- *Boso, A. Garrido, J. Alvarez, B. Oltra, C. Galvez, G.* (2020) Narratives of resistance to technological change: Drawing lessons for urban T energy transitions in southern Chile. *Energy Research and Social Science* vol. 65
- *CDT* (2015). Medición del consumo nacional de leña y otros combustibles sólidos derivados de la madera.
- *Cerda, A. García, L. Bahamondez, A. Poblete, V.* (2010) Disposición a pagar para mejorar la calidad del aire en Talca, Chile: comparación entre usuarios y no usuarios de chimeneas a leña. *Lecturas de economía* No. 72 (195-211). Medellín.
- *Chávez, C. Gómez, W. Briceño, S.* (2009) Costo-efectividad de instrumentos económicos para el control de la contaminación. el caso del uso de leña. *Cuadernos de economía* vol. 49 (197-224)
- *Chile* (2006) DS Nº 255, Reglamenta Programa de Protección del Patrimonio Familiar.
- *CIVA – Universidad Austral de Chile* (2012) Informe final: Estudio “Evaluación técnica y económica de viviendas más incidentes en demanda térmica en el radio urbano de la ciudad de Valdivia”.
- *Conway, F.* (2012) Certification and the State: Market-Driven Governance and Regulation in a Chilean Firewood Program. *Journal of Environment & Development* 21, 4, 438–461.
- *Corredor, G.* (2017) Colombia y la transición energética. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- *Cortés, A. Ridley, I.* (2013) Efectos de la combustión a leña en la calidad del aire intradomiciliario. la ciudad de temuco como caso de estudio. *Revista INVI*.
- *Díaz-Robles, L. A., Fu, J. S., Vergara-Fernández, A., Etcharren, P., Schiappacasse, L. N., Reed, G. D., & Silva, M. P.* (2014). Health risks caused by short term exposure to ultrafine particles generated by residential wood combustion: A case study of Temuco, Chile. *Environment International*, 66, (174-181).

- *Edling, N. Danks, C.* (2018) To adopt or not to adopt? Insights on energy transitions from a study of advanced wood heating. *Energy Research and Social Science* vol. 45 (331-339)
- *Encinas, F. De Herde, A.* (2011) Definition of occupant behaviour patterns with respect to ventilation for apartments from the real estate market in Santiago de Chile. *Sustainable Cities and Society* vol. 1 (38-44)
- *Fabra, N.* (2018) La unión energética: Instrumento para la transición energética en europa
- *Gajardo, N.* (2018) La dimensión humana de la transición energética. prácticas del habitar bajo un plan de descontaminación atmosférica: el caso de Valdivia, chile. Universidad Austral de Chile. Valdivia
- *GFK Adimark* (2019) Estilos de vida de los grupos socioeconómicos de Chile.
- *Grabe, J.* (2016) How do occupants decide their interactions with the building? From qualitative data to a psychological framework of human-building-interaction. *Energy Research and Social Science* vol. 14 (46-60)
- *Guerra-Santin, O. Boess, S. Konstantinou, T. Romero, N. Klein, T. Silvester, S.* (2017) Designing for residents: Building monitoring and co-creation in social housing renovation in the Netherlands. *Energy Research and Social Science* vol. 32 (164-179)
- *Howden-Chapman, P., Chapman, R.* (2012) Health co-benefits from housing related policies. *Environmental Sustainability-Current Opinion*, 4, 414-419.
- *Li, D. Menassa, C. Karatas, A.* (2017) Energy use behaviors in buildings: Towards an integrated conceptual framework. *Energy Research and Social Science* vol. 23 (97-112)
- *McKenzie-Mohr, D.* (2011) Fostering Sustainable Behavior: An Introduction to Community-Based Social Marketing, New Society Publishers.
- *Mielgo, P.* (2018) La transición energética. *Cuadernos de Pensamiento Político* , No. 58 (Abril/Junio 2018), pp. 15-24
- *Ministerio de Energía* (2020) Estrategia de Transición Energética Residencial.
- *Moro, A.* (2013). El Blog de Antonia Moro. Disponible en: frompatagoniawithlove.blogspot.com
- *Nieva, D.* (2019) Sistemas de Aislación y Calefacción para viviendas de ingresos medios en la ciudad de Valdivia. Remodelación espacial y material de viviendas mediante Sistemas de Inercia Térmica. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile.

- *Oltra, C. Upham, P. Riesch, H. Boso, A. Brunsting, S. Dütschke, E. Lis, A.* (2012) Public Responses to CO₂ storage sites: Lessons from five European countries. *Energy & Environment* vol. 23
- *Ortega, V., Reyes, R., Schueftan, A., Rojas, F.* (2016) Contaminación atmosférica: Atacando el síntoma, no la enfermedad. Análisis de los sistemas de calefacción residencial y los programas de descontaminación atmosférica en la Región de Los Ríos. BES nº3.
- *Rojo, C. Fissore, A. De Herde, A.* (2018) The difference between theoretical and measured energy consumption in residential heating: Chilean case.
- *Schueftan, A., González, A. D.* (2013) Reduction of firewood consumption by households in south-central Chile associated with energy efficiency programs. *Energy Policy*, 63, 823-833.
- *Schueftan, A., Gonzalez, A.* (2016) Mejorar la eficiencia térmica y el control de la contaminación atmosférica en ciudades con alto consumo de leña: estudio de caso en Valdivia. BES nº4.
- *Schueftan, A., Sommerhof, J., Gonzalez, A.* (2016) Demanda de leña y políticas de energía en el centro-sur de Chile. BES nº5.
- *SNCL* (2016). Sistema Nacional de Certificación de Leña. Manual de secado. Disponible en: <http://lena.cl/wp-content/uploads/2015/08/Manual-de-secado.pdf>
- *Suarez, M.* (2013). Los espacios intermedios como tema y estrategia de proyecto en arquitectura moderna
- *Timm, S. Deal, B.* (2016) Effective or ephemeral? The role of energy information dashboards in changing occupant energy behaviors. *Energy Research and Social Science* vol. 19 (11-20)
- *Univerdiad Austral de Chile* (2012). *Evaluación técnica y económica de viviendas más incidentes en demanda térmica en el radio urbano de la ciudad de Valdivia.*
- *Upham, P. Oltram, C. Boso, A.* (2015) Towards a cross-paradigmatic framework of the social acceptance of energy systems. *Energy Research and Social Science* vol. 8 (100-112)
- *Vadén, T. Majava, A. Toivanen, T. Järvensivu, P. Hakala, E. Eronen, J. T.* (2019) To continue to burn something? Technological, economic and political path dependencies in district heating in Helsinki, Finland. *Energy Research and Social Science* vol. 58
- *Vanegas, M.* (2020) Of renewable energy, energy democracy, and sustainable development: A roadmap to accelerate the energy transition in developing countries. *Energy Research and Social Science* vol. 70

- *Winter, D. Koger, S.M.* (2010) The Psychology of Environmental Problems, Psychology, Hove.

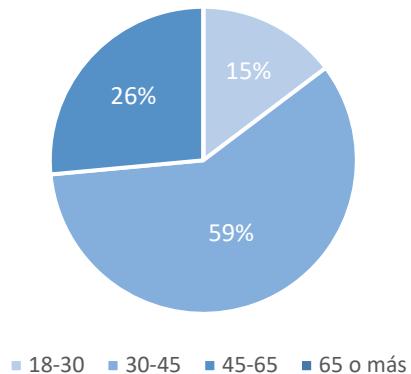
10. ANEXOS

ANEXO 1. BASE DE DATOS ENCUESTA

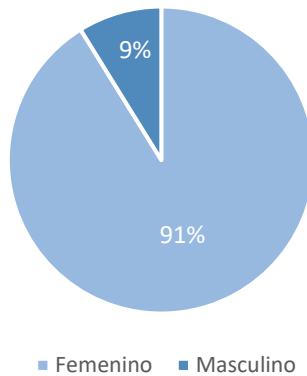
Edad	Género	Último nivel de estudio completado por el/la jefe/a de hogar:	¿Cuántas personas viven en su hogar?	¿Cómo describiría su hogar?	¿Qué método utiliza para calefaccionar su vivienda? (Puede seleccionar más de una)	¿Qué usos le da su hogar?	¿Cada cuánto tiempo compra leña para su vivienda?	¿Cuánta leña compra?
45-65	Femenino	Educación media	2	Hermanos e hijos menor de 6 años	Cocina a leña + Estufa a leña	Ambos	Gradualmente	240 sacos
45-65	Femenino	Educación técnica	6 o más	Pareja con hijos mayores a 18 años	Cocina a leña + Estufa a leña	Ambos	Una vez al año	30 metros
45-65	Femenino	Educación media	2	Pareja con hijos entre 6 y 18 años	Estufa a leña + Estufa a gas licuado	Calefacción	Una vez al año	10 metros
18-30	Femenino	Educación media	3	Pareja con hijos mayores a 18 años	Estufa a leña (combustión)	Calefacción	Una vez al año	10 metros
18-30	Masculino	Educación básica	5	Pareja con hijos mayores a 18 años	Estufa a leña (combustión)	Calefacción	Gradualmente	10 metros
30-45	Femenino	Educación media	5	Pareja con hijos entre 6 y 18 años	Estufa a leña (combustión)	Calefacción	Gradualmente	12 metros
45-65	Femenino	Educación básica	3	Pareja con hijos mayores a 18 años	Estufa a leña (combustión)	Calefacción	Una vez al año	12 metros
18-30	Femenino	Educación universitaria	3	Pareja con hijos menores a 6 años	Estufa a leña + estufa eléctrica	Ambos	Gradualmente	10 metros
30-45	Femenino	Educación media	4	Pareja con hijos entre 6 y 18 años	Estufa a leña (combustión)	Calefacción	Una vez al año	10 metros
30-45	Femenino	Educación media	3	Pareja con hijos menores a 6 años	Estufa a leña (combustión)	Calefacción	Una vez al año	10 metros
30-45	Femenino	Educación básica	3	Soltero/a con hijos entre 6 y 18 años	Cocina a leña + Estufa eléctrica	Cocina	Gradualmente	3 metros
30-45	Femenino	Educación media	2	Pareja con hijos entre 6 y 18 años	Cocina a leña	Calefacción	Una vez al año	9 metros
30-45	Femenino	Educación media	3	Soltero/a con hijos mayores a 18 años	Cocina a leña (combustión)	Calefacción	Una vez al año	10 metros
30-45	Femenino	Educación media	3	Soltero/a con hijos entre 6 y 18 años	Estufa a leña (combustión)	Calefacción	Una vez al año	10 metros
45-65	Femenino	Educación básica	4	Pareja con hijos mayores a 18 años	Estufa a leña (combustión)	Calefacción	Gradualmente	10 metros
30-45	Femenino	Educación media	4	Pareja con hijos entre 6 y 18 años	Estufa a leña + estufa a leña	Calefacción	Una vez al año	4 metros
45-65	Masculino	Educación universitaria	2	Soltero/a	Cocina a leña + estufa a leña	Ambos	Una vez al año	30 metros
30-45	Femenino	Educación universitaria	3	Soltero/a con hijos menores a 6 años	Estufa a leña (combustión)	Calefacción	Gradualmente	2 metros
30-45	Femenino	Educación media	3	Pareja con hijos menores a 6 años	Estufa a leña (combustión)	Calefacción	Gradualmente	6 metros
30-45	Femenino	Educación técnica	5	Pareja con hijos mayores a 18 años	Estufa a leña (combustión)	Calefacción	Una vez al año	5 metros
45-65	Femenino	Educación básica	5	Soltero/a	Cocina a leña + estufa a leña	Ambos	Una vez al año	8 metros
45-65	Femenino	Educación media	1	Soltero/a	Estufa a leña (combustión)	Calefacción	Gradualmente	240 sacos
30-45	Femenino	Educación media	4	Pareja con hijos entre 6 y 18 años	Estufa a leña (combustión)	Calefacción	Gradualmente	7 metros
30-45	Femenino	Educación media	4	Pareja con hijos entre 6 y 18 años	Estufa a leña + Estufa a gas licuado	Ambos	Gradualmente	nulo
30-45	Femenino	Educación técnica	4	Pareja con hijos entre 6 y 18 años	Estufa a leña (combustión)	Calefacción	Gradualmente	8 metros
30-45	Femenino	Educación media	5	Soltero/a con hijos entre 6 y 18 años	Estufa a leña (combustión)	Calefacción	Gradualmente	12 metros
18-30	Femenino	Educación media	1	Soltero/a	Estufa a leña (combustión)	Calefacción	Una vez al año	15 metros
30-45	Femenino	Educación media	5	Pareja con hijos entre 6 y 18 años	Cocina a leña + Estufa a leña + Estufa a parafina	Ambos	Gradualmente	nulo
30-45	Femenino	Educación media	4	Pareja con hijos entre 6 y 18 años	Estufa a leña + Estufa a gas licuado	Calefacción	Gradualmente	6 metros
30-45	Femenino	Educación media	4	Pareja con hijos entre 6 y 18 años	Estufa a leña + Estufa eléctrica	Calefacción	Gradualmente	5 metros
30-45	Femenino	Educación técnica	3	Pareja con hijos entre 6 y 18 años	Cocina a leña	Ambos	Una vez al año	10 metros
18-30	Femenino	Educación universitaria	4	Pareja con hijos menores a 6 años	Estufa a leña (combustión)	Calefacción	Una vez al año	nulo
30-45	Femenino	Educación media	3	Pareja con hijos menores a 6 años	Cocina a leña	Calefacción	Una vez al año	260 sacos
30-45	Femenino	Educación universitaria	4	Pareja con hijos mayores a 18 años	Estufa a leña (combustión)	Calefacción	Una vez al año	

ANEXO 2. RESULTADOS ENCUESTA POR PREGUNTA

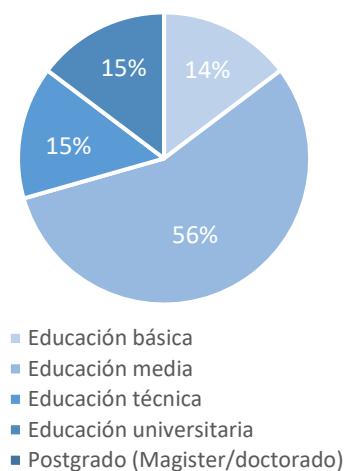
1. Edad



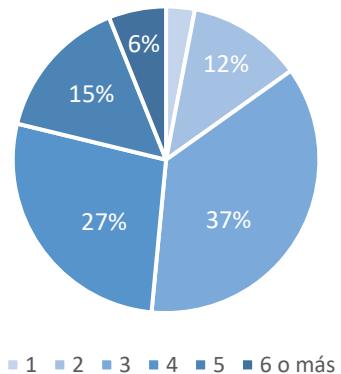
2. Género



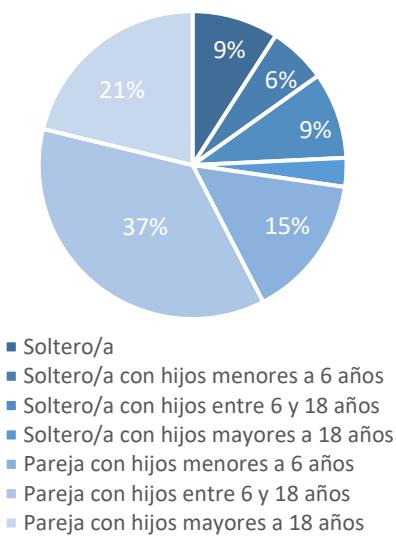
3. Último nivel de estudio completado por el/la jefe/a de hogar



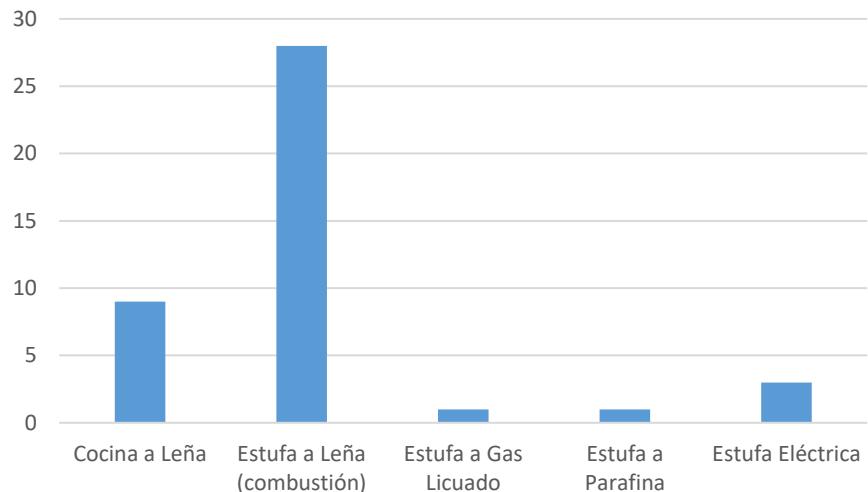
4. ¿Cuántas personas viven en su hogar?



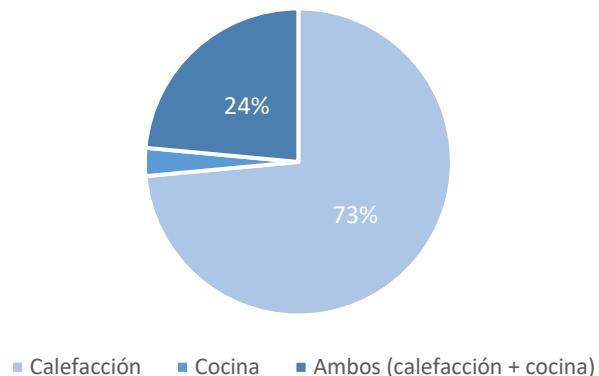
5. ¿Cómo describiría su hogar?



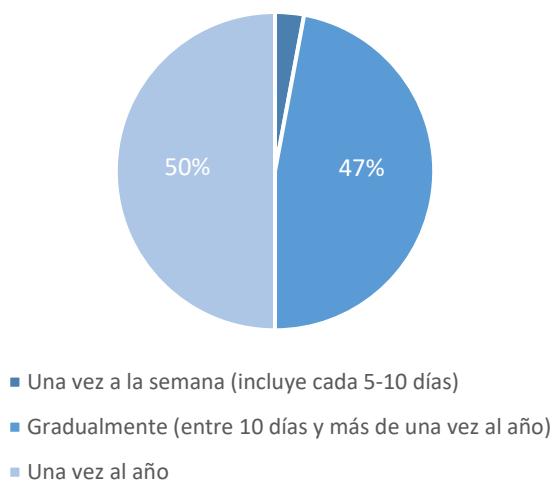
6. ¿Qué método utiliza para calefaccionar su vivienda? (Puede seleccionar más de una)



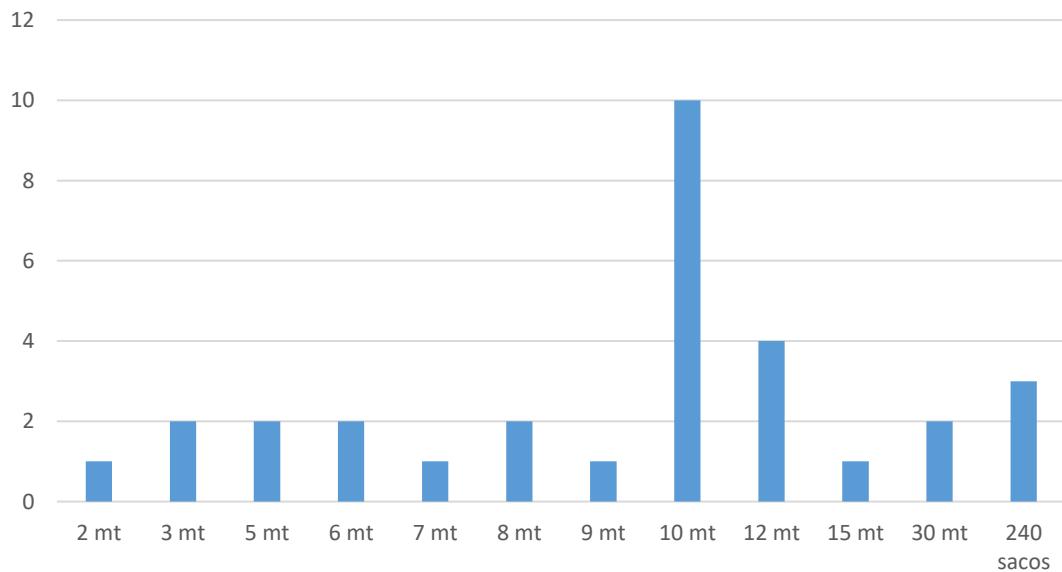
7. ¿Qué usos le da usted a la leña en su hogar?



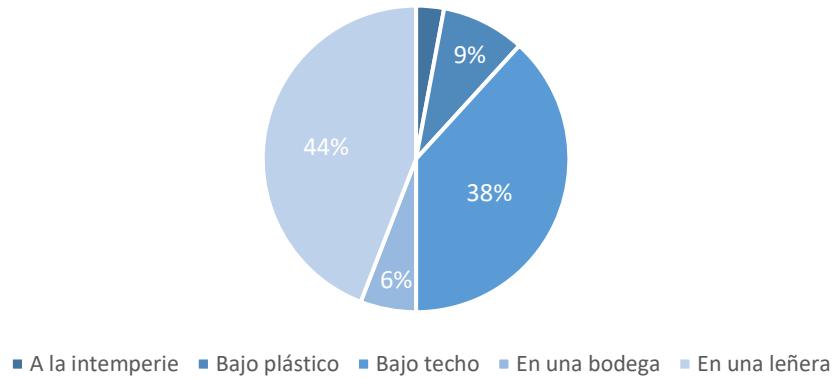
8. ¿Cada cuánto tiempo compra leña para su vivienda?



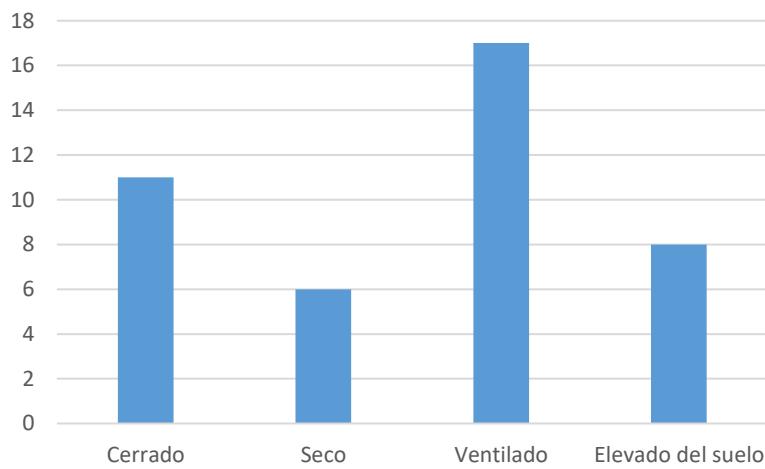
9. ¿Cuánta leña compra al año?



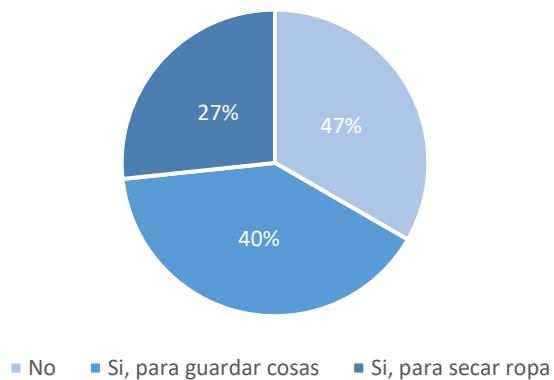
10. ¿Dónde almacena la leña que compra?



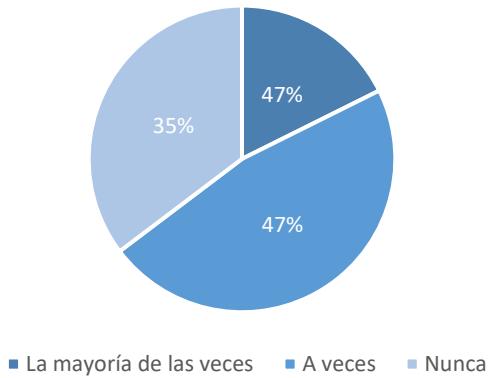
11. Si cuenta con una leñera, marque las características que identifiquen ese espacio (Puede seleccionar más de una)



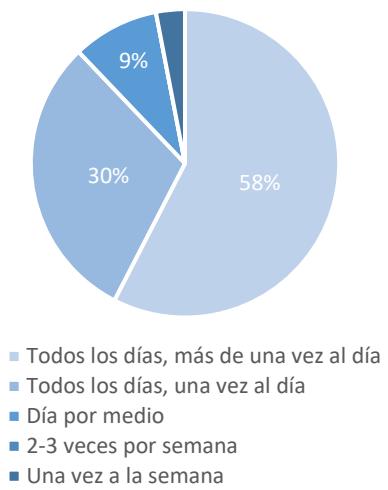
12. ¿Utiliza la leñera para otros usos?



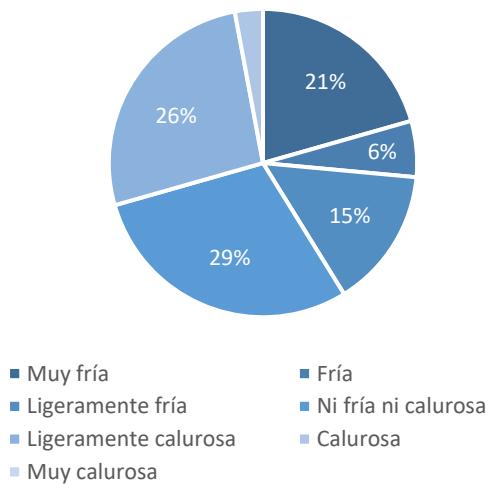
13. Cuando ocupa leña ¿ésta se encuentra húmeda?



14. ¿Con qué frecuencia necesita entrar leña desde la leñera a la vivienda?



15. En términos de sensación térmica, su vivienda en invierno es:



ANEXO 3. ENTREVISTA

Nombre: Marco Antonio Quijón Cerna

Edad: 37 años

Ocupación: Conserje del teatro Cervantes de Valdivia y presidente del Consejo de Desarrollo Vecinal Pablo Neruda-Yáñez Zabala

¿Me podrías contar un poco sobre las poblaciones?

- Si, por supuesto. Estas poblaciones son dos campamentos erradicados, los pobladores de Yáñez Zabala venían del campamento El Roble y los de Pablo Neruda del Chorrillos. Esto fue como el... Como en 1988 se empezó a erradicar El Roble y Chorrillos como el 96.

¿Cuál es la situación actual de las poblaciones?

- Las poblaciones son de 800, 1000 viviendas más o menos. Estamos bien insertos, nos encontramos bien conectados, antes la locomoción pasaba solo por Francia, pero ahora hay buses y colectivos que pasan por la avenida principal acá en Yáñez y llegan hasta la Circunvalación. A ver... estamos bien equipados ahora, hace como 10 años que tenemos dos jardines, un colegio, un liceo, supermercados, un juzgado y un tribunal. También una comisaría y un consultorio, pero esos hace como 20 años.

¿Y las viviendas cómo son?

- Las viviendas originales son de 5x6 metros, con dos piezas, un baño, living-comedor y cocina. Pero la mayoría de las viviendas las han ampliado porque son muy chicas, la mayoría las amplían hacia arriba y después hacia atrás porque sale más barato botar el techo que hacer un radier en el patio.

Cuando amplían ¿Qué recintos priorizan?

- Se priorizan siempre los dormitorios, acá las familias tienen entre 3 a 4 hijos así que la casa les queda chica. También se priorizan los baños porque los de las viviendas son muy chicos y los lugares de estar, de hecho, varias familias cuando se amplían botan uno de los dormitorios de la vivienda original para agrandar lo que es el living-comedor. También las familias a veces ocupan el mismo terreno para hacer una cabaña para su hijo con su nueva familia.

¿Y cómo calefaccionan sus viviendas?

- Acá se calefaccionan las viviendas de varias maneras, pero todos ocupan leña, yo, por ejemplo, utilizo la estufa a leña en la cocina para calefaccionar y tengo aparte una cocina a gas para cocinar. Igual con el proyecto de recambio ahora varios cambiaron la estufa de leña por la combustión y los con más dinero incluso están cambiándose a pellets.

¿Y cómo acceden al proyecto de recambio?

- Para todo hay unos subsidios y postulaciones que se hacen de manera digital así que lo hacemos por ahí, pero aquí los adultos mayores no se manejan con la tecnología así que no pueden acceder a estas oportunidades. Igual hay gente que le hace los trámites y los adultos mayores les pagan entre 30 hasta 100 lucas para que alguien les haga el trámite porque no saben utilizar las plataformas digitales, pero es mucho dinero y la mayoría de los habitantes son bien longevos.

¿Y a qué otros subsidios postulan?

- También para el reacondicionamiento de las viviendas para mejorar la aislación de los muros y los techos, porque la envolvente actual es de vulcemento y volcanita adentro y entremedio a veces hay un plumavit, pero el frío se pasa igual.

Me imagino que con eso gastan harta leña ¿Cuánta leña compran más o menos?

- Por lo general compramos unos 6-7 metros en el verano, pero nunca es suficiente, igual seguimos comprando leña en saco durante el año o por metros también y cuando compramos por metro hay algunos vecinos con motosierra que cortan leña para las viviendas y cobran como 5 lucas.

¿Y tienen dónde guardar la leña?

- Si, aquí casi todos tienen leñera, todas autoconstruidas eso si y solo los vecinos con más recurso tienen leñeras buenas y el resto puras leñeras no tan buenas tipo cuatro palos y una lona encima no más. También la mayoría de las familias cierra el espacio que queda entre la vivienda y el medianero para usarlo como un espacio de servicio, tipo logia, o para dejarlo como leñera o sino lo usan solo de logia y la leña queda a la intemperie o por ahí no más. La lata es que hay que hacer radier para ampliarse más y el radier es lo más caro, las viviendas deberían venir con el radier listo para que las familias puedan llegar y ampliarse, el radier debería ser prioridad.

Vi también por Google Street View que ocupan harto el patio delantero ¿Qué usos le dan?

- Si, por lo general se ocupa ese espacio o se pierde. Son como 3 metros que techan para usarlo como para garage o para estar, acá hay harta vida de barrio.

¿Y en las dos poblaciones la situación es parecida? ¿Son unidas?

- Ahora hace poco empezó la idea de ver las dos poblaciones como un solo sector, desde el año pasado (2019), antes estaba muy marcada la división, pero ahora las juntas de vecinos estamos trabajando en conjunto y nos hemos encargado de unir a las poblaciones, compartiendo actividades. El año pasado asumimos nosotros en la junta de vecinos, en abril, y ahí hemos trabajado en conjunto con la junta de vecinos de Pablo Neruda. Ocupamos la rotonda que está entre las dos poblaciones como sede para las actividades, conectando las dos poblaciones. El año pasado hicimos varios eventos para los niños, los adultos mayores y

ahora sobre todo con la pandemia también, para las ollas comunes se ha trabajado todo en conjunto. Eso sí, las poblaciones son peligrosas, hay harto narcotráfico, en la rotonda, sobre todo. En este momento la rotonda se la tomaron los borrachos y son peligrosos, por eso tenemos un proyecto de arreglar la rotonda, hay unos juegos para los niños que queremos cambiar y otros proyectos más para hacerla más segura, además de seguir ocupando la construcción que está ahí como sede y seguir trabajando como un solo sector.

