ASADES

Acta de la XXXVII Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Medio Ambiente
Vol. 2, pp. 07.11-07.19, 2014. Impreso en la Argentina.
ISBN 978-987-29873-0-5

CALEFACCIÓN EN EL SECTOR RESIDENCIAL DE VALDIVIA (CHILE): ANÁLISIS DE UNA ENCUESTA EN 2025 HOGARES

Alejandra Schueftan [1], Alejandro D. González [2]
[1]Escuela de Graduados. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile
[2] INIBIOMA, CCT-Comahue, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina
E-mail: aschueftan@a2s.cl; gonzalezad@comahue-conicet.gob.ar

Recibido 14/08/14, aceptado 26/09/14

RESUMEN: El objetivo de este artículo es analizar una encuesta energética en 2025 viviendas unifamiliares de Valdivia, donde el requerimiento principal es en calefacción. Se investigaron el tipo de combustibles y artefactos de calefacción. Se encontró que el 95% usa leña para calefacción, y el 62% compra la leña en forma anticipada para estacionarla y usarla en invierno. La modalidad de compra informal es la preferida, con sólo el 2,7% del total de leña comprada a través del sistema de certificación, que provee información sobre el origen y humedad de la leña, y promueve la venta en el mercado formal. El 55% de los hogares dispone de un calefactor a leña moderno de doble entrada de aire y combustión secundaria. La modalidad de compra de leña y la disponibilidad de artefactos modernos está fuertemente relacionada con el valor de la vivienda, y los consumos de leña son menores en hogares que compran leña en forma gradual y en aquellos sin estufas modernas. Se encuentra que los efectos de las políticas de recambio de estufas y de prohibición de uso de leña húmeda son limitados.

Palabras clave: Calefacción en el sur de Chile – Encuesta energética – Sector residencial

INTRODUCCIÓN

La leña es un recurso energético renovable, y su uso se ha incrementado continuamente en la última década. En este período ha habido un crecimiento económico que ha permitido que los hogares puedan tener mejores condiciones de confort aumentando el uso de leña ya que su precio es más bajo que las otras alternativas de combustibles. Por unidad de energía es 4 veces más barata que el gas y 6 veces más barata que la electricidad (Schueftan y González, 2013a). Además hay preferencia cultural por la leña, debido históricamente a la abundante disponibilidad del recurso. La mala calidad térmica de las viviendas produce alta demanda de energía para calefacción en los hogares y el crecimiento económico se ha reflejado en otras mejoras a la calidad de la vivienda, pero no específicamente en las características térmicas de esta (Schueftan y González, 2013b).

En Chile, la leña es un recurso propio, ya sea de bosques nativos como de plantaciones, las mayores de pino y eucalipto (INFOR, 2012). Aun con manejo sustentable de bosques y plantaciones, el uso de leña conlleva problemas ambientales derivados del humo de la combustión. Entre los elementos identificados como dañinos para la salud humana se encuentran el material particulado (MP) y los compuestos aromáticos policíclicos (PAH por su sigla en inglés) (Sanhueza et al., 2009). El MP se clasifica por su tamaño, el cual determina la incidencia en enfermedades por la penetración que ocurra a través de los pulmones. Se denomina MP_{10} al material particulado de tamaño menor a 10 µm, y $MP_{2.5}$ cuando el tamaño es menor a 2,5 µm. Este último es el más perjudicial para la salud humana y es el motivo de esfuerzos cada vez mayores por controlarlo. En Chile, se ha construido una red nacional de monitoreo de MP, y los resultados pueden obtenerse en tiempo real online (SINCA, 2014). Las estaciones de monitoreo se encuentran en las ciudades y sectores donde con equipos móviles se han detectado previamente mayores niveles. El MP a su vez contiene sustancias derivadas de la combustión incompleta (PAHs), las cuales son bioquímicamente activas. En la ciudad de Temuco, se midió el MP con detalle espectroscópico, encontrándose que cerca del 8% de este se compone de PAHs considerados cancerígenos (Cereceda-Balic et al., 2012). El trabajo de Cereceda-Balic et al. (2012) fue también muy importante para determinar que la mayor parte del MP presente en Temuco en episodios de emergencia atmosférica procede de la leña, con un 93% de contribución de este combustible y corresponde a $MP_{2.5}$ que causa mayor daño en la salud de las personas. La emisión del parque vehicular y la quema de gas y kerosene también aportan MP, aunque en las ciudades del centro-sur de Chile su incidencia es mucho menor en comparación con las emisiones de la quema de leña.

En una combustión completa, donde la totalidad del combustible carbónico y aire se convierten en CO_2, H_2O y calor, no deberían producirse contaminantes. Sin embargo, esta situación es ideal y sólo puede lograrse en combustiones muy controladas. En el caso de la leña, su tamaño es de por sí una desventaja, ya que el aire no puede combinarse eficientemente con la masa de combustible. Los combustibles gaseosos son los que más fácilmente se combinan con el aire y producen menos emisiones. Cuando se usan combustibles líquidos se busca primero gasificarlos o pulverizarlos para que aumente la interacción con el aire en la combustión. En el caso de la madera, al presente, la manera más eficiente de quemarla es en forma de pellets compuestos por partículas finas adheridas por presión. En la combustión los pellets se disgregan en partículas que tienen una relación alta de superficie a volumen, aumentando la eficiencia de quemado y disminuyendo los contaminantes y humo. Para el mismo principio de funcionamiento de una estufa, y para el mismo contenido de humedad, la combustión de pellets genera entre 3 y 6 veces menos humo y contaminantes que la leña (CNE, 2009). Esta forma de utilizar la madera y sus residuos se ha incrementado en Europa y EE.UU. aunque aun es incipiente en la provisión de dendroenergía

en Chile. Por el procesamiento para su elaboración, el costo del pellet disminuye mucho cuando aumenta la cantidad demandada. Esto se ha observado en Suecia, en donde en la actualidad el costo de la energía derivada del pellet es menor a cualquiera de las alternativas de combustibles fósiles o electricidad. Actualmente el costo de pellets y briquetas en Valdivia es de $cl 38 por kWh y no hay una distribución permanente en la ciudad, mientras que el de la leña va entre $cl 15 y $cl 20 por kWh ($cl indica $ de Chile, con conversión 1USD = $cl 550). Como el uso actual de pellets y briquetas en Chile es marginal, no lo consideraremos en el presente artículo.

Las actuales políticas para reducir la contaminación se enfocan por un lado en mejorar la vivienda a través de la normativa térmica y el subsidio de reacondicionamiento térmico; y por otro lado en mejorar el sistema de calefacción a través del recambio de estufas y el uso de leña seca. Estas políticas no están generando un cambio importante en el uso de leña y en las emisiones de material particulado, especialmente en los sectores medios y altos de mayores consumos, ya que: i) la mayoría de estos hogares obtienen la leña con meses de anticipación a su uso por lo que se alcanza a secar, ii) ya tienen estufas modernas y iii) no son elegibles para el subsidio de reacondicionamiento térmico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Encuesta energética

Se analiza la encuesta energética que elaboró el instituto Certificación e Investigación de la Vivienda Austral (CIVA) de la Universidad Austral de Chile en Valdivia (140.000 habitantes) para el Ministerio de Medio Ambiente (MMA, 2010; 2012). Se encuestaron 2025 viviendas unifamiliares, obteniéndose información sobre 42 variables referidas a tipo de combustible, tipo de artefactos y modo de operación, consumos, si se usa leña cuándo se compra y en qué modalidad, valor de la propiedad, conocimiento acerca de programas y subsidios relacionados a energía en viviendas, calidad de la construcción y artefactos, e intención de renovación en el edificio y/o artefactos. Este trabajo forma parte de un estudio mayor que involucra las ciudades del centro-sur de Chile, y está motivado en la necesidad urgente de disminuir los niveles de material particulado que se origina en la quema de biomasa principalmente para calefacción del sector residencial.

En las secciones siguientes se estudiarán algunas variables de esta encuesta en relación a los programas gubernamentales: de subsidio para el reemplazo de calefactores, subsidio para la mejora de la vivienda y su envolvente, y regulación de la comercialización y humedad de la leña. Estos son los principales programas que apuntan a la mejora de la calidad del aire y de la vivienda urbana (Schueftan y González, 2013b). Se considera, entonces, la modalidad de compra de leña y su cantidad, y si es certificada o no; el tipo de estufa utilizada; y estas particularidades en función del valor de la vivienda y de su consumo de leña por año. Los antecedentes respecto a la calidad constructiva de las viviendas y el potencial de reacondicionamiento fueron estudiados en trabajos previos (Schueftan and González, 2013a).

La muestra se refiere a viviendas construidas antes de la normativa térmica de Chile de 2007, y su valor no supera $cl 70M (M: millones; $cl: peso chileno). La Figura 1 muestra la distribución del valor de la vivienda en la muestra, la cual tiene un valor promedio de $cl 20,3 M. Considerando el total de viviendas de Valdivia, el 79% tiene un valor por debajo de $cl 22 M, por lo que la distribución de la muestra indica que se trata mayoritariamente de sectores de nivel adquisitivo bajo y medio.

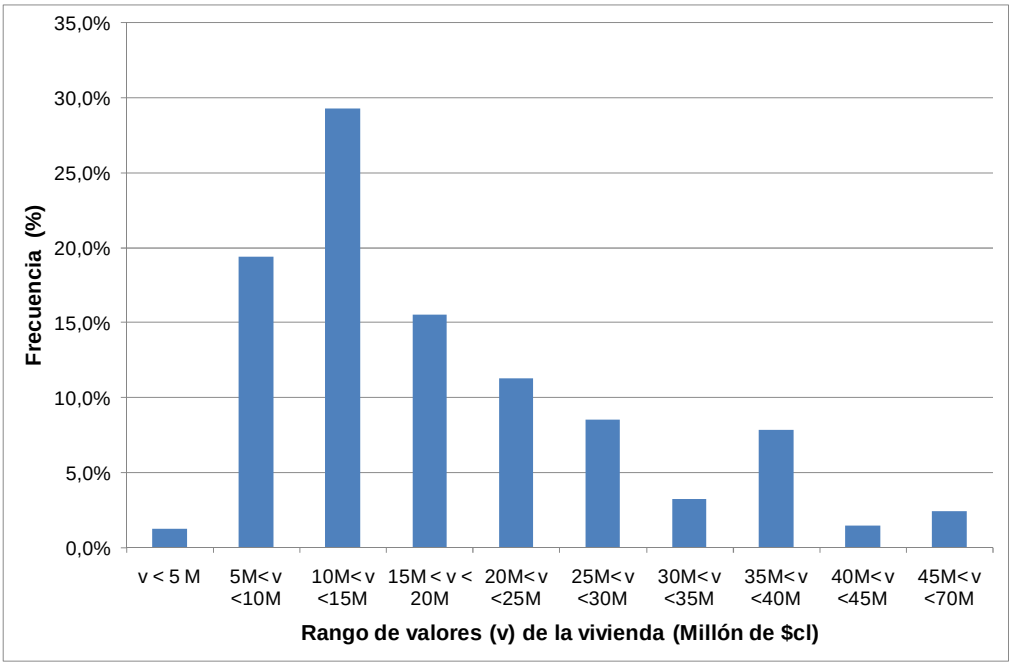


Figura 1: frecuencia de viviendas en función del rango de valor de la propiedad (v)

En la figura 2 se muestran algunas tipologías incluidas en la muestra estudiada (MMA, 2012). La mayoría de viviendas unifamiliares son de construcción liviana, con estructura de madera o metal y revestimientos en madera y/o placas aglomeradas. Los techos son en general convencionales con chapas y cámara de aire, con o sin aislamiento térmico..



Figura 2: algunas tipologías de vivienda en la muestra analizada

Programas y normativas

Estudios previos mostraron que en Valdivia más del 90% de los hogares tienen calefacción a leña. Por lo tanto, los principales programas para mejora de la calefacción se concentran en este combustible. Esto es también debido a que los niveles de polución ambiental han aumentado significativamente en las ciudades del centro-sur de Chile. En particular, Valdivia ha sido recientemente declarada zona saturada de $MP_{2.5}$, que son las emisiones de MP más abundantes en la combustión de biomasa (Cereceda-Balic et al., 2012). Actualmente está comenzando a desarrollarse el anteproyecto para el Plan de Descontaminación Ambiental (PDA) de Valdivia. En las mayores ciudades del centro-sur de Chile como Temuco y Osorno, también están en proceso de desarrollo los PDA. Estos programas definen las políticas a implementar en los próximos 15 años en estas ciudades y los resultados esperados.

Las mejoras a la vivienda atacan el principal problema que constituye la alta demanda de energía de los hogares debido a las malas condiciones de aislación y el clima frío de la región. Previo al año 2000 no existió normativa térmica obligatoria, y las construcciones a partir de ese año deben tener aislante en techumbres. A partir del año 2007 la normativa térmica incluyó aislantes en paredes y pisos ventilados, y ya fue explicitada en trabajos previos (Schueftan y González, 2013a). No ha habido un efecto importante de la normativa térmica ya que los requerimientos en cuanto a transmitancia térmica de la envolvente son menos estrictos que las normativas de otros países OCDE. Por ejemplo, falta normar ciertos aspectos técnicos esenciales para el buen desempeño energético de la construcción como son los puentes térmicos, la ventilación y la hermeticidad de las viviendas. Por otro lado, la normativa recién entró en vigencia en el año 2007, por lo que la mayoría de las construcciones son previas a esta norma. El subsidio de reacondicionamiento térmico se enfoca a los grupos más vulnerables y se entrega sólo una vez por vivienda, lo cual hace que la gran mayoría de los hogares queden fuera de este beneficio. Considerando que un 85% no cumple con la normativa térmica vigente y que más del 90% de las viviendas sociales sufren algún tipo de ampliación o modificación que quedan fuera del beneficio del subsidio, se reduce significativamente la eficacia de las intervenciones (MINVU, 2013).

La humedad de la leña se regula a través del programa de certificación de la leña que es una iniciativa mixta pública y privada (Conway, 2012), por la cual se controla el origen de la leña, el manejo bajo el cual se encuentra el productor (bosque nativo o cultivado), la legalidad de la mano de obra contratada, la legalidad de la comercialización (con boleta y pago de impuestos), y la humedad máxima de 25% de la leña al momento de venta. Esta iniciativa tiene mucha importancia en la regularización del mercado de este combustible. Aproximadamente el 3% de la leña comercializada en Valdivia es certificada (Los Ríos, 2012). De todos modos, en lo que concierne directamente a la contaminación ambiental, sólo la humedad es relevante.

Además de la humedad de la leña, las emisiones de material particulado están relacionadas a la estufa que se utiliza. Tanto las estufas como las cocinas a leña en Chile son de buena calidad. A pesar de que la eficiencia en la combustión puede variar significativamente, todas son herméticas por lo que no generan contaminación intradomiciliaria. La contaminación al interior de las viviendas entra desde el exterior por las ventanas o filtraciones en la estructura de las casas. La gran mayoría de la contaminación se produce a través de las chimeneas y luego entra a la vivienda. El gran problema de las estufas a leña es que se utilizan con la entrada de aire cerrada (denominado comúnmente tiro de aire cerrado o tiraje cerrado). Esto permite aumentar la duración de la leña, pero produce combustión incompleta y hace que los niveles de emisiones aumenten hasta en 9 veces (CNE, 2009). En estudios experimentales comparando estufas antiguas y nuevos modelos, se encontraron niveles de emisión similares cuando la entrada de aire se encuentra cerrada, no así cuando el tiro de aire se encuentra abierto (Jordan and Seen, 2005).

RESULTADOS

Preferencias de artefactos y combustible del usuario residencial

El 93% de los hogares encuestados usa leña para calefacción. El consumo promedio de la muestra es 11 m^3st./año, algo inferior a los 11,4 m^3st./año de la muestra de 400 viviendas estudiada en un trabajo previo (Schueftan y González, 2013a). Otros autores encontraron consumos similares (Gómez-Lobo et al., 2006).

En la Figura 3 se muestra el consumo en función del valor de la vivienda. Dada la dispersión elevada de los datos, el factor R^2 es muy bajo, y la recta se dibuja sólo a los fines cualitativos. El promedio de la muestra en consumo y valor de la propiedad se indicó con un símbolo cuadrado lleno. Nótese la mayor densidad de datos para valores de la propiedad menores $cl 25 M, lo cual se corresponde con la distribución discutida para la Figura 1.

En la Figura 3 se observa que hay altos niveles de consumo de leña en los distintos niveles socio-económicos y para distintas superficies y tipologías. Con estos datos se puede apreciar que la mala calidad térmica en las viviendas es un problema transversal en estas ciudades. Para parques edilicios en sectores sin diferenciación social significativa, el valor de la propiedad urbana puede asumirse relacionado con la superficie construida, por lo que los altos consumos en viviendas de valor menor sugieren my altos requerimientos térmicos por unidad de superficie. Al presente no contamos con información de la superficie de las viviendas encuestadas. Sin embargo, en una encuesta anterior se registraron las superficies y consumos en 75 casos (MMA, 2010). La Figura 4 muestra que existe relación entre el consumo por m^2 de superficie y el tamaño de la vivienda, con valores de consumo más altos para viviendas más pequeñas.

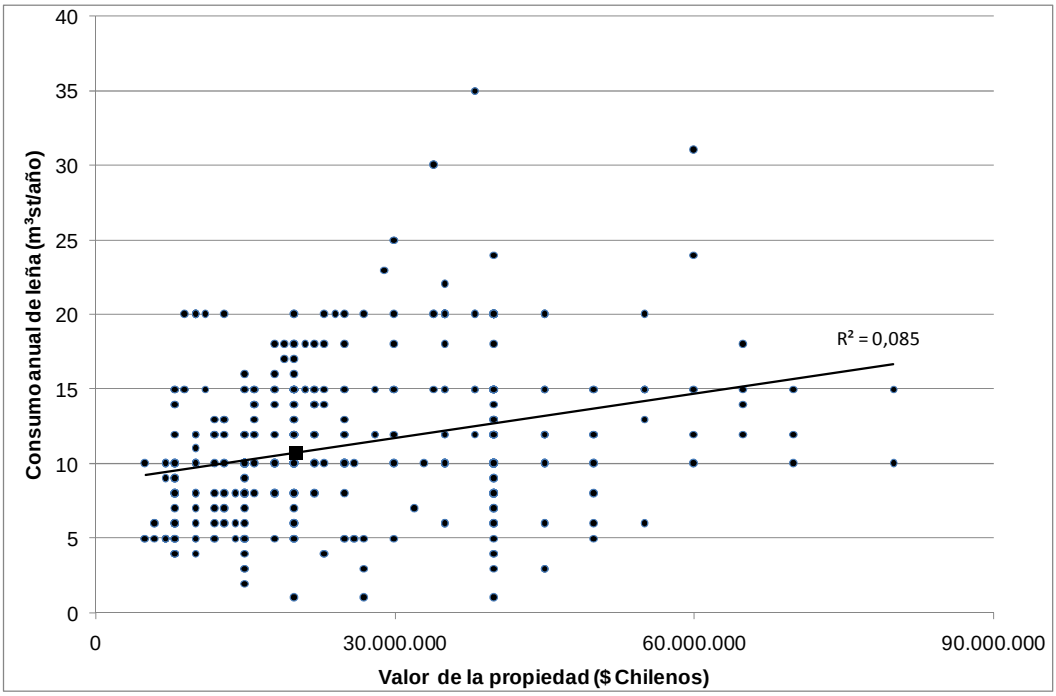


Figura 3: Consumo de leña por vivienda en función del valor de la propiedad

En la Figura 4, el factor de correlación R^2= 0,52 es significativo, aun con la notable dispersión debida a la diversidad de tipologías y de comportamientos de los usuarios. Al aumentar el tamaño de la vivienda de 50 m^2 a 100m^2, el consumo promedio disminuye de 270 kWh/m^2.año a 150 kWh/m^2.año.

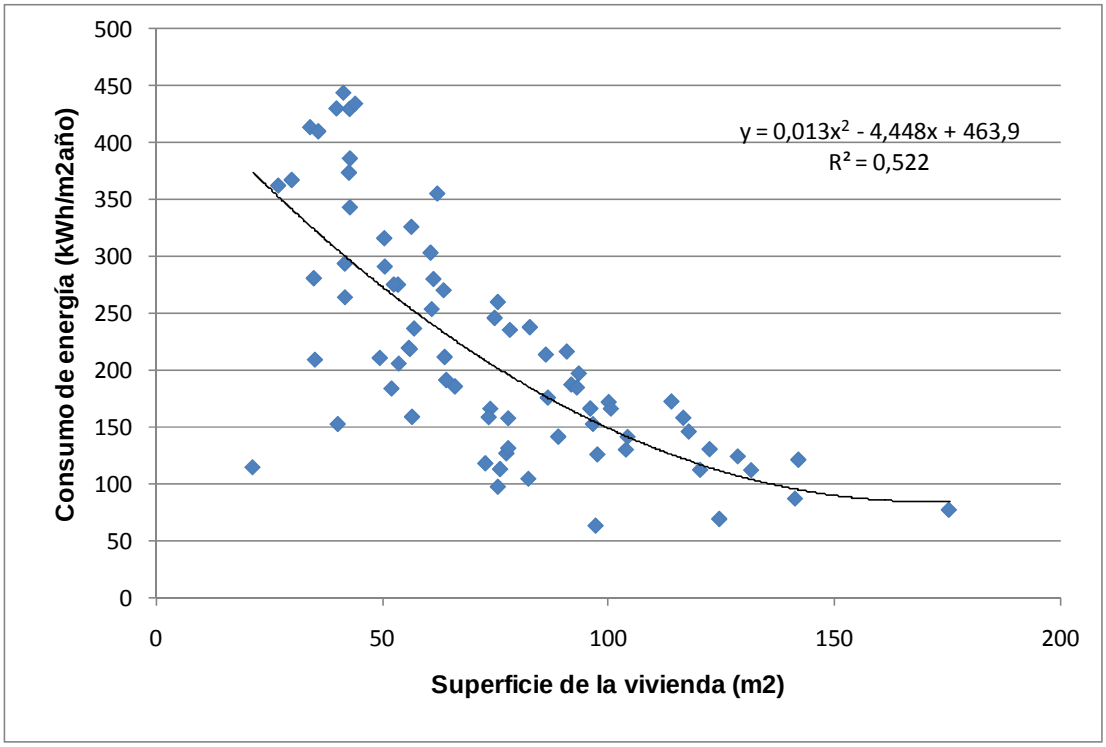


Figura 4: consumos específicos para 74 viviendas unifamiliares correspondientes a la encuesta MMA (2010)

Un factor importante en la emisión de contaminantes es la humedad de la leña. El 94% de usuarios de leña en la muestra declara saber cómo reconocer leña seca. Esto concuerda con la larga tradición de manejo de leña para combustión en esta zona de Chile. La compra por adelantado es una de las estrategias. Se estudió entonces la modalidad de compra de leña, la cual es indicativa de su estado de humedad (CONAMA, 2008). La encuesta brinda información del mes de compra para cada hogar, lo cual se indica en la Figura 5.

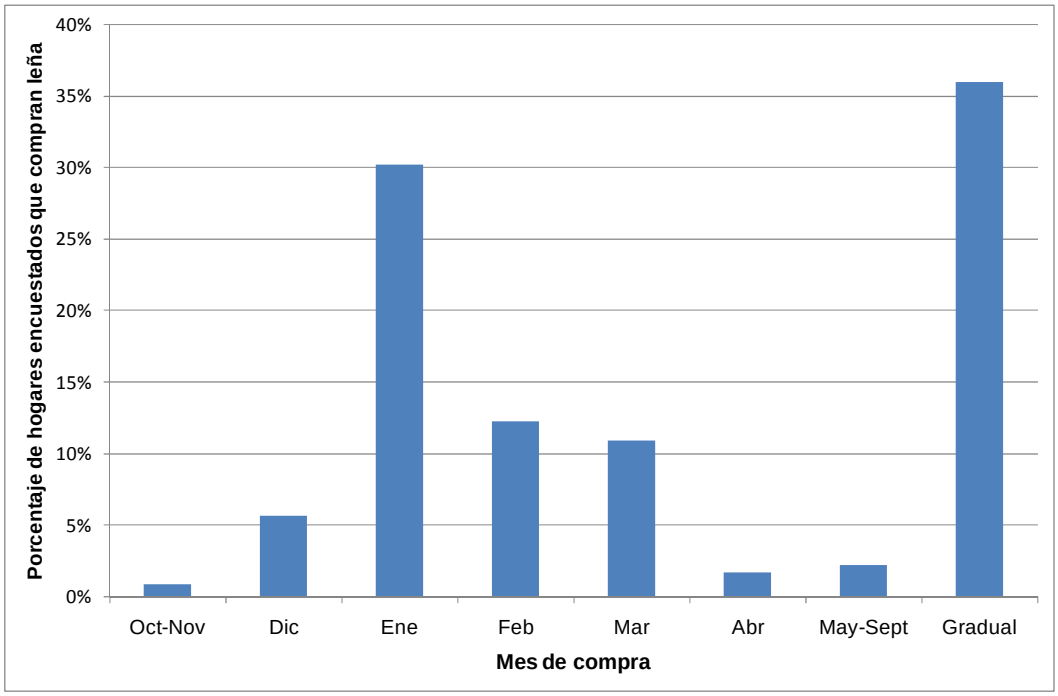


Figura 5: porcentaje de hogares que usan leña en función del mes de compra

La necesidad de calefacción comienza a ser significativa en el mes de mayo, y se extiende hasta septiembre inclusive. El 62% de los usuarios acopia leña con suficiente anticipación como para considerarla de baja humedad, la compran entre los meses de octubre y abril. Los usuarios que compran en forma gradual a lo largo del año, y aquellos que compran en los meses de invierno (mayo a septiembre) son el 38% restante. En la ciudad de Temuco, las encuestas dieron resultados similares, y el estudio de la humedad indicó valores del 20% al 30% en la leña acopiada con anticipación. El límite de humedad de la reglamentación que regula la venta de leña certificada es de 25% en base seca (esto es, peso del agua relativo al peso seco de leña). No hay un sistema de medición de la humedad para la leña que se vende en el mercado informal y dependiendo del mes en que se compra y de las condiciones en que se guarda, esta puede incluso estar más seca que la leña certificada que es vendida bajo regulación con un máximo de 25% de humedad (CONAMA, 2008).

Aunque no puede concluirse definitivamente de la encuesta, está claro que del 38% de los hogares que compran gradualmente o en invierno, no todos están obteniendo leña húmeda. Basado en el porcentaje de leña que se compra con anticipación, en el hecho de que los usuarios saben las desventajas de la leña húmeda y como reconocerla, y que adicionalmente un 4% de los que compran gradualmente compran alguna cantidad de leña certificada, estimamos que 10%-15% de los hogares pueden estar provistos gradualmente con leña de humedad menor a 25%. Por lo tanto, junto con el 62% de los hogares que compran con anticipación, un total de 70%-75% de los hogares es muy probable que obtengan leña seca y entre 25% y 30% de los hogares puede estimarse que posiblemente utilicen leña con una humedad mayor al 25%.

En la encuesta, un 13,4% de hogares compraron algo de leña certificada, informando los porcentajes aproximados entre 1% y 100%. Se dedujo que del total de leña consumida por la muestra sólo el 3% se comercializó como certificada, y el 97% como comercio informal. Estos valores para la muestra estudiada coinciden con estadísticas previas realizadas en la Región de Los Ríos (2012). El comercio informal de leña es tradicional en el sur y centro-sur de Chile, y es el que provee la mayor parte de la energía para los hogares de las zonas frías. La encuesta también consultó sobre el conocimiento del usuario residencial acerca del programa de leña certificada: un 54% respondió que lo conoce.

Según los datos expuestos anteriormente, se puede concluir que la gran mayoría de los hogares saben la relevancia de utilizar leña seca y compran con anticipación para obtener la mejor calidad y precio. Por lo tanto, aunque el programa de certificación de la leña puede haber contribuido a crear conciencia sobre las ventajas de la leña seca, se observa que este tiene un efecto bastante limitado en la reducción de emisiones de material particulado en la ciudad de Valdivia. Por otro lado, el programa tiene efectos positivos en otros temas como la comercialización formal de la leña y el manejo sustentable de los bosques (Conway, 2012).

Análisis de la eficiencia en función del valor de la propiedad

En la Tabla 1 se muestran los resultados obtenidos acerca del equipo de calefacción a leña utilizado. En la estufa a leña moderna se sumaron los hogares que disponen de algún equipo comercial moderno, denominados de combustión lenta y de diversas marcas y modelos. Éstos son calefactores de metal, chimenea de doble caño concéntrico para aislamiento, y tienen 2 controles de aire de entrada para regular la combustión primaria y secundaria. Ésta última se realiza con diversión de gases de salida de la combustión primaria a una segunda cámara dividida por un elemento de metal denominado templador. La cocina

a leña es un dispositivo de metal (fundición de hierro y/o hierro soldado), con cámara de combustión sobre rejilla que permite diversas entradas de aire para alimentar la combustión. Si bien el diseño de las cocinas a leña focaliza en la cocción de alimentos, en la encuesta se consultó por su uso como calefactor, y en la Tabla 1 se distinguieron los casos en que la cocina se usa como única estufa. Las salamandras son estufas a leña de metal, de cámara única y salida de gases de la combustión primaria al exterior.

Tabla 1: Tipo de calefactor, antigüedad, consumo, valor de la vivienda, modalidad de compra de leña, e información del usuario residencial

Tipo de calefactor	Existente en % hogares	Antigüedad promedio del equipo (años)	Consumo de leña del hogar (m3st./año)	Valor declarado de la vivienda (millón $cl)	% hogares con compra anticipada de leña [1]	% hogares informados de certificación de leña
Salamandra [2]	3%	11,2	7,5	11,5	33 %	34 %
Cocina a leña de metal [3]	42%	12,2	10,5	13,5		
Estufa a leña moderna	55%	7	11,5	25,7	67 %	66 %

(1) $cl: pesos chilenos, tasa de cambio $cl 550 = 1 dólar
(2) Modelos antiguos de estufa de metal de salida directa
(3) Cocina a leña tradicional de metal con horno

En la tabla se puede observar una fuerte relación entre forma de compra de la leña, tipo de estufa y nivel socio-económico. El grupo que compra leña en forma anticipada y posee estufas modernas se asocia con un valor promedio de la vivienda 64% más alto que los que compran en forma gradual y disponen de cocinas o salamandras. Además, el 67% de los que compran leña en forma anticipada (y por ende más seca) tienen estufas modernas, en comparación con el 33% de los que compran en forma gradual. Nótese la gran diferencia de consumo de leña de los hogares que disponen del equipo de menor rendimiento (salamandras), también asociado a menor valor de la vivienda. Estos datos, junto con el hecho de que los hogares de mayores ingresos poseen estufas modernas, limitan significativamente el potencial de reducción en la contaminación del aire a través de los programas de certificación de leña y de recambio de estufas.

En cuanto a la certificación, también se encontró una relación entre el conocimiento de este programa con el valor de la vivienda: los hogares de mayor valor y que poseen estufas modernas son los que muestran la mayor incidencia de conocimiento del programa de certificación. Estos datos muestran que los programas de educación no han penetrado adecuadamente en los niveles socio-económicos más bajos.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Según los resultados obtenidos, tanto la humedad de la leña como el tipo de estufa que se utiliza en las viviendas tienen un efecto bajo en la reducción de la contaminación ambiental en las ciudades del centro-sur de Chile. Estas estrategias dependen del modo de operación del usuario y por lo tanto tienen muchos aspectos difíciles de controlar, como son el tipo de leña que se compra, su almacenamiento, y/o la forma de utilizar el tiraje de la estufa. La ventaja principal de las mejoras que se realizan a la aislación de la vivienda radica en que no dependen del usuario y solucionan el problema de base que es la alta demanda de energía. Reducir la demanda energética, principalmente de leña, reduce no sólo la contaminación sino la presión sobre el bosque nativo. Según el INFOR (2012), el uso residencial utiliza cerca del 85% de leña de bosque nativo, mientras que la industria se provee mayoritariamente con madera de plantaciones.

Entonces, es importante que el énfasis de los programas se cambie al reacondicionamiento térmico de viviendas, ya que el 85% de las viviendas existentes no cumple con la actual reglamentación térmica (Schueftan and González, 2013a y b). Los subsidios para reacondicionamiento deben ampliarse a un mayor número de hogares de bajos recursos, considerando que actualmente se han entregado una cantidad muy baja. Para los sectores de ingresos medios se pueden implementar incentivos y créditos blandos. Esto debe combinarse con programas educativos que incentivan la inversión privada en estas mejoras, especialmente en los sectores medios y altos que pueden financiarlo. Un estudio aun no realizado debería mostrar las ventajas económicas y sociales de un programa masivo de reacondicionamiento térmico en edificios de Chile. Los materiales a utilizar en soportes, aislamiento, revestimiento, y barreras de vapor, son en general de fabricación chilena, ya disponibles en el mercado y de buena calidad (véase a modo de ejemplo la oferta en los sitios www.easy.cl y www.sodimac.cl). La ocupación de mano de obra para el reacondicionamiento del 85% del parque edilicio que no cumple la normativa 2007, junto con las oportunidades profesionales y de negocios podría implicar ingresos al fisco que compensarían parcial o totalmente los subsidios y facilidades entregadas a la sociedad.

Las políticas para el uso de leña seca y de calefactores eficientes deben ser complementarias a las mejoras en la aislación de las viviendas. En el caso de las estufas se requiere mayor información sobre los efectos del uso del tiraje cerrado en las emisiones, los estudios y programas deben proponerse según las emisiones en condiciones reales y no según estudios de laboratorio como se ha venido haciendo hasta ahora. Las diferencias son de hasta 9 veces en las emisiones de MP, ya que en condiciones de laboratorio se utiliza el tiraje abierto y no se considera el proceso de encendido de la estufa (Jordan and Seen, 2005; CNE, 2009). Por otro lado se debe estudiar en mayor profundidad el tema de las cocinas a leña. El programa de recambio de estufas vigente las reemplaza por considerarse tecnología antigua. Sin embargo, las cocinas a leña tienen mayores entradas de aire a la combustión, además necesarias para la operación de la cocina, y por lo tanto tienen emisiones de MP más bajas que una estufa moderna con el tiraje cerrado o semicerrado (CONAMA, 2009; Kelly et al., 2007).

Nuevamente, el análisis realizado con datos de laboratorio puede llevar a un enfoque equivocado de las políticas para la descontaminación de estas ciudades.

Países como Nueva Zelandia obligan a los fabricantes a vender estufas con tiraje regulable pero que no cierra completamente (Bosca NZ, 2014). En Chile, una medida de este tipo debe ir necesariamente acompañada del aumento de eficiencia de la envolvente de los edificios, y entonces una reducción en la demanda de energía de las viviendas se compensaría con el aumento de consumo de leña debido al uso del tiro de aire abierto.

En el caso de la leña se debe contar con un registro del nivel de humedad del 97% de la leña que es vendida fuera del programa de certificación, lo que ayudaría tanto a usuarios como a vendedores a monitorear la calidad del producto que se vende. Los objetivos de este programa deben ser revisados, implementando metas más simples y prácticas en el control de la humedad de la leña, para abarcar un mayor porcentaje del mercado que incluya al informal.

Aumentar el precio de la leña no se considera como una opción viable ya que aumentaría las desigualdades y la pobreza energética. Aún con el precio actual de la leña la temperatura al interior de las viviendas no llega a niveles recomendados por la OMS (Bustamante et al., 2009). Por otro lado, subsidiar el precio de la leña certificada motivaría la pérdida de incentivos para las mejoras térmicas, y con alta probabilidad aumentaría las emisiones de MP y la presión del uso de leña sobre el bosque nativo.

El reacondicionamiento térmico, además de tener el mayor potencial para reducir el consumo de leña y la contaminación ambiental, mejora el confort al interior de las viviendas, previene la degradación del bosque nativo y generaría una activación en la economía local y regional significativa. Una iniciativa a gran escala debería ser apoyada por oficinas técnicas que asesoren tanto a usuarios como constructoras. Un programa de este tipo puede ser complementado con programas de recambio de estufas y uso de leña seca ya que al disminuir en forma importante el consumo se pueden implementar otras tecnologías y combustibles como los pellets, la calefacción distrital o estufas con tiro de aire fijo.

CONCLUSIONES

Se analizó una encuesta energética de 2025 hogares realizada en la ciudad de Valdivia (Chile), focalizando en el uso de la leña y sus consecuencias en la contaminación del aire. Se encontró que 95% utiliza leña para calefacción. El 62% de los hogares que consumen leña compra su provisión por adelantado y la almacena hasta el invierno, un 36% compra en forma gradual, y el 2% restante exclusivamente durante los meses de invierno. Las estadísticas sobre el uso de calefactores a leña indican que un 55% dispone de estufas modernas con antigüedad promedio de 7 años, el 42% utiliza cocinas de metal a leña como calefactor, y el 3% dispone de salamandras. La compra de leña en forma anticipada, y la posesión de estufas modernas están asociadas a valores mayores de la vivienda; así como también los hogares que conocen el programa de certificación de leña son mayoritariamente los de mayor valor de la propiedad.

Como se puede apreciar en los resultados, los datos de la encuesta muestran un alto porcentaje de hogares con calefactores modernos y que compran leña con anticipación para secarla. Principalmente porque actualmente los programas se enfocan en el recambio de estufas por modelos más eficientes y la prohibición del uso de leña húmeda, los efectos de las políticas para reducir la contaminación en estas ciudades son limitados. Entre un 70%-75% de los hogares utilizan leña seca. Esta leña, aunque en gran mayoría no es certificada, tiene un porcentaje de humedad que probablemente es del 25% o menor como establece el programa de certificación de leña. No existen mediciones ni registros formales para corroborar el nivel de humedad de la leña que se vende fuera del programa de certificación y que corresponde a aproximadamente un 97%.

Por otro lado, los resultados muestran que un alto porcentaje de viviendas cuenta con calefactores modernos por lo que el efecto del programa de recambio de calefactores también sería limitado. A esto se suma que todos los modelos de calefactores tienen la opción de funcionar con el tiraje cerrado, y la encuesta muestra que el 68% de los hogares utilizan el tiraje cerrado mientras que el 32% lo utiliza semi-cerrado. Esto genera un aumento en las emisiones de hasta 9 veces, dejando a las estufas antiguas y las modernas con los mismos niveles de emisión cuando se utiliza el tiraje cerrado. Esta diferencia es muy grande si se considera que la misma estufa tiene una reducción en las emisiones de un 20% aproximadamente si se cambia de leña húmeda (33%) a leña seca (20%) (CNE, 2009).

Estudios anteriores muestran un gran potencial en la reducción del consumo al mejorar la aislación de las viviendas, con mejoras entre un 40% y un 60%. Esto demuestra que el énfasis de las políticas debe cambiar de las estufas y la leña a la calidad térmica de las envolventes de los edificios.

REFERENCIAS

Bosca NZ (2014). Stove Manufacturer. Private communication by e-mail. http://www.bosca.co.nz/

Bustamante W., Cepeda R., Martínez P., Santa María H. (2009). Eficiencia energética en la vivienda social, un desafío posible, en: Camino al Bicentenario, Propuestas para Chile, Santiago, pp. 253-282. http://politicaspublicas.uc.cl/cpp/static/uploads/adjuntos_publicaciones/adjuntos_publicacion.archivo_adjunto.a4363393f53cc273.436170c3ad74756c6f20395f3039202d204566696369656e63696120656e657267c3a9746963612065 6e2076697669656e646120736f6369616c2e706466.pdf.

CNE (2009). Comisión Nacional de Energía. Certificación de artefactos a leña. Lic. 610-7-LE09. Informe final, Ambiente Consultores.

CONAMA (2008). Actualización del inventario de emisiones en las comunas de Temuco y Padre las Casas. Dictuc Ingeniería para Comisión Nacional del Medio Ambiente http://www.sinia.cl/1292/articles-46042_recurso_1.pdf
CONAMA (2009), "Elaboración de una estrategia para el control de la contaminación por leña en ciudades del centro-sur de Chile". Comisión Nacional del Medio Ambiente.
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.
Gómez-Lobo A., Lima J.L., Hill C., Meneses M. (2006). Diagnóstico del Mercado de la Leña en Chile. Informe Final preparado para la Comisión Nacional de Energía de Chile. Centro Micro Datos, Departamento de Economía, Universidad de Chile.
INFOR (2012). Estudio de Consumo Domiciliario Urbano de Material Leñoso en Valdivia. Instituto Forestal, Valdivia. http://www.combustiblessolidosag.cl/index.php/descarga-documentos
Jordan T.B., Seen A.J. (2005). Effect of Airflow Setting on the Organic Composition of Woodheater Emissions. Environmental Science and Technology 10, 3601-3610. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15952364
Kelly, C., Mues, S., Webley, W., 2007. Warm Homes Technical Report. Real Life Emissions Testing of Wood Burners in Tocoroa. Ministry for the Environment, New Zeland. http://www.mfe.govt.nz/publications/energy/emissions-testing-wood-burners-tokoroa-jun07/emissions-testing-wood-burners-tokoroa-jun07.pdf
Los Ríos (2012). Indicador: consumo de leña certificada. Los Ríos Nueva Región http://www.losrioscomovamos.cl/2012/medioambiente/consumo-de-lena-certificada
MINVU (2013). Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile, y Ministerio de Energía. Evaluación Independiente del Programa de Reacondicionamiento Térmico. Informe Final. ARQ Energía / ENER Solutions. http://www.bcn.cl/obtienearchivo?id=documentos/10221.1/37394/1/24_Evaluaci%C3%B3n%20Independiente%20del%20Prog%20de%20Reacondicionamiento%20T%C3%A9rmico_Soluciones%20Energ%C3%A9ticas_58410518_LP11.pdf
MMA (2010). Ministerio de Medio Ambiente. Evaluación de la Demanda de Calefacción y Propuestas de Mejoras en la Envolvente Térmica en Viviendas de la Ciudad de Valdivia. Centro de Investigación de la Vivienda Austral, Universidad Austral de Chile, Valdivia. http://www.combustiblessolidosag.cl/index.php/descarga-documentos
MMA (2012). Ministerio de Medio Ambiente. Evaluación Técnica y Económica de Viviendas más Incidentes en Demanda Térmica en el Radio Urbano de la Ciudad de Valdivia.
Sanhueza P.A., Torrealba M.A., Diaz-Robles L.A., Schiappacasse N.L., Silva M.P., Astete T.D. (2009). Particulate Air Pollution and Health Effects for Cardiovascular and Respiratory Causes in Temuco, Chile: A Wood-Smoke Polluted Urban Area. Journal of the Air and Waste Management Association 59, 1481-1488.
Schueftan A., González A.D. (2013a). Comparación de recursos energéticos residenciales en las ciudades de Valdivia (Chile) y Bariloche (Argentina): precios y consumos. Avances en Energía Renovables y Medio Ambiente 17, 7.09-7.17
Schueftan A., González A.D. (2013b). Reduction of firewood consumption by households in south-central Chile associated with energy efficiency programs. Energy Policy, 63, 823-833.
SINCA (2014). Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire. Ministerio del Medio Ambiente de Chile. http://sinca.mma.gob.cl/

ABSTRACT: The aim of this work is to present the results of a survey on 2025 one-family dwellings in the city of Valdivia (Chile), where the main energy requirement in housing is in space heating. Types of fuels and heating appliances were studied and related to house value. We found that 95% of households use wood fuel for heating, of which 62% stock their supply in advance in summer time. Informal market buys are preferred by the majority, with only 2.7% of households buying wood fuel certified in origin and moisture from formal markets. Regarding appliances, 55% have modern wood stoves allowing secondary combustion. The convenience for stocking wood fuel and the possession of modern wood appliances is strongly related to house value. Wood fuel consumption is lower in households buying wood fuel gradually and not having modern wood heaters. Therefore, the effect of policies promoting stove exchange and forbidden use of moist wood fuel are found to be very limited.

Keywords: Space heating in south-central Chile – Survey on energy use – Residential sector