BES

BOSQUES | ENERGÍA | SOCIEDAD

BES | N° 13 | AÑO 7
SEPTIEMBRE 2021

ISSN: 0719-7136



Una aproximación integral al mercado de la leña en Chile y sus barreras para la transición energética

BES

BOSQUES | ENERGÍA | SOCIEDAD

Informes BES | Número 13 | Año 07 | SEP. 2021
Producción y diagramación: Stephanie Hauyon, Diseñadora Gráfica
Editor general: René Reyes, Ingeniero Forestal (Ph.D), Investigador Instituto Forestal
Comité editor: Alejandra Schueftan, profesora Facultad de Arquitectura y Artes, Universidad Austral de Chile. **Colaboradores:** Catalina Amigo, antropóloga social (M.Cs.), coordinadora ejecutiva RedPE.

UNA PUBLICACIÓN:

OCDM OBSERVATORIO DE LOS COMBUSTIBLES DERIVADOS DE LA MADERA

INFOR

Instituto Forestal
Sucre 2397 Ñuñoa,
Santiago, Chile
Fono. +56 2 23669115

www.infor.cl

ISSN: 0719-7136

Se autoriza la reproducción parcial de esta publicación siempre y cuando se efectúe la cita correspondiente:

Álamos, N., Labraña, J., Cortés, J., Amigo, C., Oyarzún, T., Urquiza, A. 2021. Una aproximación integral al mercado de la leña en Chile y sus barreras para la transición energética. En: Informes t écnicos BES, Bosques - Energía - Sociedad, Año 7. N° 13. Septiembre 2021. Observatorio de los Combustibles Deriv ados de la Madera OCDM. Instituto Forestal, Chile. p. 28. https://doi.org/10.52904/20.500.12220/31303

Índice

03 RESUMEN

04 INTRODUCCIÓN

06 MERCADO DE LEÑA EN EL SUR DE CHILE

12 CIFRAS MACROECONÓMICAS Y POBREZA ENERGÉTICA EN EL MERCADO DE LA LEÑA

17 DISCUSIÓN: UNA APROXIMACIÓN INTEGRAL AL MERCADO DE LA LEÑA

21 CONCLUSIÓN

22 AGRADECIMIENTOS

23 REFERENCIAS

Una aproximación integral al mercado de la leña en Chile y sus barreras para la transición energética

Nicolás Álamos[1], Julio Labraña[1,2], Julián Cortés[3], Catalina Amigo[4,1], Tamara Oyarzún[5,6], Anahí Urquiza[1,7,8]

[1] Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2)
[2] Núcleo de Investigación en Inter- y Transdisciplina para la Educación Superior, Universidad de Chile
[3] Programa de Riesgo Sísmico, Universidad de Chile
[4] Doctorado en Territorio, espacio y sociedad, FAU-Universidad de Chile
[5] Red de Pobreza Energética (RedPE)
[6] Núcleo de Estudios Sistémicos Transdisciplinarios (NEST)
[7] Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Chile
[8] Red de Inclusión Energética Latinoamericana (Red-IEL)

RESUMEN

La contaminación atmosférica y la degradación de los bosques, entre otros problemas, se relacionan directamente con el consumo residencial de leña para calefacción y otros usos energéticos, que entre las regiones de O'Higgins y Aysén supera el 70% de uso en los hogares. Diversas medidas de política pública se han tomado para enfrentar esta situación, entre las que destaca la implementación de Planes de Descontaminación Atmosférica (PDA) en los principales centros urbanos de la zona. Este artículo tiene por objetivo examinar las principales barreras económicas, socioculturales y jurídicas asociadas al proceso de transición energética del mercado de la leña, y que se traducen en una baja efectividad de las medidas de los PDA. A partir de este análisis, se concluye que el marco normativo vigente en el país no es capaz de responder a los problemas de este mercado principalmente debido a su carácter híper fragmentado, la falta de reconocimiento de la leña como combustible a nivel nacional y la primacía de una gobernanza difusa del mercado de la leña.

Palabras clave | Leña, transición energética, pobreza energética, marco normativo



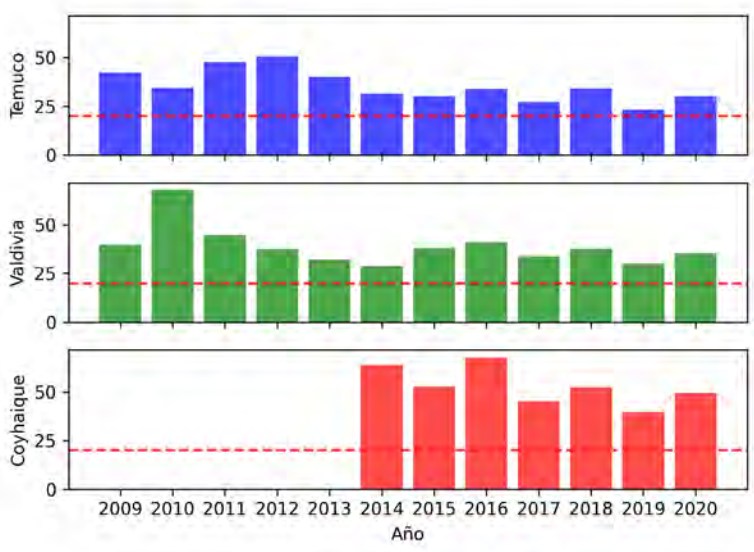
1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con el balance energético del Ministerio de Energía del 2018, la biomasa satisface el 24% del consumo de energía primaria en Chile. Este consumo se concentra especialmente en la zona centro-sur del país, entre las regiones de O'Higgins y Aysén, debido a su uso residencial con fines de calefacción, cocción de alimentos y agua caliente sanitaria. En este sentido, el alto consumo de leña en estas regiones se explica en parte por su alta penetración, por la alta demanda energética (debido a las condiciones climáticas) y por los bajos niveles de eficiencia energética, tanto de las viviendas como de los aparatos de combustión (Schueftan *et al*., 2016), lo cual tiene consecuencias negativas importantes sobre la contaminación atmosférica en las ciudades (Huneeus *et al.*, 2020), y la degradación que sufren los bosques (CONAF, 2017b). Por otro lado, las economías locales se ven beneficiadas en términos de ingreso y empleos dada la disponibilidad y producción del recurso leña en sus territorios (CONAF, 2017a; Román *et al*., 2016; RedPE, 2020).

En este escenario, el Estado ha enfrentado el problema de la contaminación atmosférica dictando normas de distinto grado y alcance jurídico[1], además de implementar políticas públicas como los Planes de Prevención y Descontaminación Atmosférica (en adelante PPDA y PDA). Sin embargo, como se examinará en este documento, el análisis del marco jurídico-institucional vigente evidencia la carencia de una aproximación que considere a la leña como parte de un sistema social, técnico y ecológico complejo. En tal sentido, la falta de articulación interna de la legislación sobre este biocombustible da como resultado normativas contradictorias entre sí, derivando en una insuficiente regulación de la producción, comercialización y consumo de este combustible y en un efecto menor al proyectado de las iniciativas de descontaminación atmosférica (Mardones, 2017). Un ejemplo emblemático de este fenómeno es el de la ciudad de

[1] *Como, por ejemplo, la Ley N°19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente, Ley N°20.096 que establece mecanismos de control aplicables a las sustancias agotadoras de la capa de ozono, Decreto Supremo N°115/02 que fija la norma de calidad primaria de aire para el monóxido de carbono, D.S. N°104 de 2018 que fija la norma de calidad primaria del aire para el dióxido de azufre.*

Figura 1
Concentración media anual de MP2,5 en relación con la norma primaria de calidad de aire en ciudades del sur de Chile 2009-2020.



Fuente. Elaboración propia en base a información del Ministerio del Medio Ambiente (SINCA).

Temuco, donde se implementó el primer PPDA por material particulado 10 (MP10) del país en el año 2010, recibiendo un segundo plan para material particulado 2,5 (MP2,5) el año 2015. A pesar de lo anterior, la concentración media anual de MP2,5 se ha mantenido sobre la norma primaria de calidad del aire (20 µg/m^3) y aún más sobre los estándares recomendados por la OMS de 10 µg/m^3 (OMS, 2005), situación que se repite en otras ciudades del sur de Chile con PDA (Figura 1).

Literatura reciente sobre el tema (Galvin, 2015; Galvin y Sunikka-Blank, 2016) ha identificado una potencial disminución en la efectividad de políticas de transición energética enfocadas en recambio tecnológico, aislamiento térmico y diversificación de la matriz energética - medidas adoptadas en los PDA- debido a condiciones preexistentes de pobreza energética en los hogares, lo que llevaría a un efecto rebote de las medidas. Esto se expresa en ahorros de energía del aislamiento térmico menores a los esperados, debido a la presencia de hogares que previo a la intervención no consumían la cantidad de energía necesaria para lograr un confort térmico adecuado (Galvin y Sunikka-Blank, 2016), y en la existencia de restricciones presupuestarias que llevan a los hogares a rechazar fuentes energéticas que, pese a ser más limpias, son más caras, dificultando el proceso de recambio de calefactores (Bhatia y Angelou, 2014, 2015; Boardman, 1991, 2014).
En el contexto nacional resulta importante además considerar que los actores del mercado de la leña no persiguen objetivos de mitigación de la contaminación atmosférica —como sí lo hace la política pública— sino que se guían por motivaciones sociales, económicas y culturales (RedPE, 2020). La falta de consideración de las motivaciones de estos actores, la informalidad con que actúan los distintos eslabones de la cadena (AIFBN, 2009a; Gómez-Lobo et al., 2006; SNCL, 2017) y la existencia de preferencias socioculturales declaradas por la leña e incluso, en algunos casos, por

leña húmeda y mixta por parte de los consumidores (Amigo, 2019; Boso et al., 2017), actúan en este sentido como barreras relevantes para el proceso de transición energética desde la leña hacia otros energéticos. En tal escenario, la falta de un abordaje integral de las características de los actores del mercado de la leña se ve manifestada en que gran parte de los estudios sobre el consumo de leña a nivel nacional (Boso et al., 2017; CONAF, 2017a; Gómez-Lobo *et al*., 2006; Schueftan et al., 2016), poseen un carácter fragmentado, enfocándose de manera separada en las dimensiones biofísicas, económicas, socioculturales y/o jurídico-institucionales del mercado de la leña en Chile. Dicha fragmentación impide comprender sus dinámicas y redunda en normativas que terminan simplificando los atributos complejos de este mercado.

Considerado lo anterior, este artículo realiza un abordaje integral, considerando las dimensiones económicas, socioculturales y jurídicas del mercado de la leña e identificando las principales barreras para la transición energética hacia "energía asequible y no contaminante" (Objetivo 7 de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas). Especial atención se le da a la variación de los niveles de pobreza energética que enfrentan los hogares ante el uso de distintas fuentes energéticas y a la importancia del marco jurídico-institucional en la regulación del mercado de la leña, el cual no ha sido abordado anteriormente de manera detallada en la literatura nacional.

Para desarrollar este argumento, el artículo se estructura en las siguientes secciones. En primer lugar, se describen las características del mercado de leña en la zona sur de Chile, prestando atención a los antecedentes disponibles respecto a sus dimensiones económicas, socioculturales y jurídico-normativas (2). En la siguiente sección, se busca esclarecer el panorama macroeconómico del mercado de la leña mediante cifras de consumo, empleo, producción relativa al PIB, gasto de los hogares y estimación de la pobreza energética ante transiciones energéticas desde la leña a distintas fuentes alternativas (3). Luego, se caracteriza la relación existente entre la legislación y los atributos del mercado de la leña, identificados como barreras para la transición energética (4). La última sección de este trabajo concluye sugiriendo una serie de líneas de acción para reducir esta brecha a través de la institucionalización y regulación del mercado (5).

2. MERCADO DE LEÑA EN EL SUR DE CHILE

De acuerdo con la literatura especializada (Gómez-Lobo *et al*., 2006; RedPE, 2020), el mercado de la leña en Chile se caracteriza por la presencia de tres actores principales: productores, comercializadores y consumidores. Los **productores** corresponden a los trabajadores y propietarios asociados a predios que se dedican a la producción de leña. Por su parte, los **comercializadores** son los intermediarios responsables de que la leña se distribuya desde los productores hasta los consumidores. Según el tipo de transacción y el formato de venta, la comercialización puede ser directa entre productor y consumidor o bien pueden existir varios intermediarios. Finalmente, los **consumidores** son las unidades domésticas, comerciales y servicios públicos, entre otros agentes, que consumen leña.

Además de estos actores, existen una serie de otros **actores interesados** —organizaciones, instituciones públicas y ejecutores de normativas jurídicas— que interactúan con distintos sectores de la cadena de actores, como por ejemplo el Instituto Forestal (INFOR), históricamente a cargo de las estadísticas sectoriales, y la Corporación Nacional Forestal (CONAF), responsable del apoyo y fiscalización de los predios. En los últimos 15 años se han diversificado los actores públicos y privados que se relacionan con este mercado, surgidos para enfrentar los problemas ambientales asociados al consumo ineficiente de leña y al reconocimiento de la relevancia del recurso para el desarrollo económico regional. Hitos claves de este proceso son la creación del Sistema Nacional de Certificación de Leña (SNCL) que en 2020 pasó a formar parte de la Agencia de Sostenibilidad Energética, la promulgación de la ley del bosque nativo (Ley N° 20.283) de 2008 y la implementación de los PPDA y PDA.

Analizar las condiciones y características socioculturales de los distintos actores presentes en el mercado de la leña, es relevante para mejorar la comprensión del fenómeno de la pobreza energética y su relación con la contaminación atmosférica.

En relación con los **productores** de leña, la revisión de la literatura disponible sugiere que poseen características socioculturales distintivas. Se trata de individuos en general hombres, mayores de 50 años (CONAF, 2017a), cuya mayoría cuenta solo con estudios básicos (CONAF, 2017a; Reyes *et al*., 2018a). De acuerdo a Gómez-Lobo *et al*., (2006), el nivel de educación influye en las decisiones de estos actores de dedicar sus bosques a la producción de leña, como una respuesta a la falta de oportunidades, afectando además el grado de formalidad con el que se obtiene el recurso. Ejemplo de lo anterior es el caso de la región de Los Ríos, donde la expansión reciente en los niveles de escolarización e ingresos extra prediales entre los productores ha redundado en un aumento en el grado de formalización de la producción del combustible (Reyes *et al.*, 2018a).

Con respecto al uso de los predios por parte de los productores, es preciso destacar la estructura generalmente familiar de las unidades de extracción de leña. Esto se refleja en que, entre el Maule y Aysén, un 41% de la fuerza laboral de la producción proviene de asociaciones conformadas por familiares (CONAF, 2017a). En este contexto resulta significativo el hecho de que tener mayores responsabilidades en el proceso de producción y distribución de leña no implica, por lo general, el contrato de nuevos trabajadores, sino más bien la adición de nuevas funciones a los miembros de las familias (Gómez-Lobo *et al*., 2006) y la contratación de mano de obra extra solo si no está disponible en el núcleo familiar (Rivas, 2016). La estrecha vinculación entre relaciones familiares y laborales se traduce frecuentemente en informalidad en las condiciones de trabajo. En este sentido, de acuerdo con el SNCL (2017), solo el 22,9% de los productores emplean a sus trabajadores con contrato, mientras que en los intermediarios esta cifra aumenta a 31,6%.

Sin embargo, la informalidad no se restringe a las relaciones laborales o al nivel de profesionalización de los actores dedicados a la producción de leña, sino que se extiende al grado de cumplimiento de las normativas forestales (CONAF, 2017a). La evidencia disponible en torno a la magnitud del problema de informalidad es contradictoria, pues mientras algunas investigaciones sugieren que la mayoría de los predios cuentan con algún tipo de autorización (CONAF, 2017a), otras indican que menos de la mitad de los productores contarían con este instrumento legal (CONAF, 2018; Corporación de Certificación de Leña, 2013). Ante esta evidencia mixta es preciso considerar que existe un amplio porcentaje de productores que rechaza activamente participar en este tipo de encuestas, opción atribuible al incumplimiento de las normativas forestales pertinentes y al temor de que sus faltas se hagan evidentes y puedan luego traducirse en sanciones oficiales (CONAF, 2017a).

Los **intermediarios** juegan en este ámbito un rol clave en la calidad del energético y el contenido de humedad con el que se comercializa (RedPE, 2020). Estos actores comercializadores se han caracterizado por su dinamismo y heterogeneidad, lo que se refleja en la aparición de nuevos actores en la última década. A los comerciantes minoristas y mayoristas de carácter ambulante y a las leñerías se han sumado comerciantes certificados, almacenes de barrio, mercados locales e incluso el *retail*.

Según la evidencia disponible, los establecimientos dedicados a la comercialización de leña están compuestos principalmente por microempresas (89%) que venden menos de 1.000 m^3 estéreo anuales (72%) y poseen estructuras para secado con una superficie inferior a 100 m^2 (AIFBN, 2009a; CDT, 2015). Este perfil de empresas posee bajos flujos de ingreso y capital, tanto fijo como monetario, inhibiendo la adopción de tecnologías que puedan mejorar la calidad de la leña ofertada.

En lo que respecta a las características sociodemográficas de los comerciantes, estos corresponden a personas de alrededor de 50 años, siendo la mayoría de ellos de género masculino. En contraste, la presencia de mujeres parece ser mayor entre los comerciantes de menores ingresos (AIFBN, 2009a). A su vez, el nivel educacional general de los comerciantes es en promedio superior al de los productores, habiendo obtenido la mayoría educación secundaria. Al igual que el caso de los productores, los lazos familiares desempeñan un rol central en el contexto de las relaciones laborales (AIFBN, 2009a; 2009c).

De acuerdo con la literatura existente, el proceso de comercialización de la leña se caracteriza por ser altamente informal. Se estima que alrededor del 80% de los comerciantes de leña no



se encuentra regularizado (Ministerio de Energía, 2015), careciendo de patente municipal y de la emisión de boletas (AIFBN, 2009a). Además, existen importantes diferencias en los niveles de formalidad presentado por los distintos tipos de comerciantes: así, mientras los transportistas rara vez siguen los procesos regulados, los locales establecidos como leñerías suelen entregar boletas o facturas de modo mucho más frecuente (Gómez-Lobo *et al*., 2006), a pesar de que varias no tienen saneadas sus propiedades y, por lo tanto, no pueden formalizarse so pena de verse obligados a cesar sus actividades por descubrirse su ilegalidad (AIFBN, 2009a).

En contraste, los mayores niveles de formalidad se encuentran entre los comerciantes certificados por el SNCL. En particular, la certificación ha entrado con mayor facilidad en ciudades de mayor tamaño, así como en los comerciantes de leña compuestos por grandes y medianos distribuidores. Los grandes distribuidores, por una parte, tienen los recursos económicos y legales para entrar en este proceso y, por otra, tienen el incentivo de usar esta acreditación para distinguirse respecto de oferentes de leña de menor calidad ante grandes consumidores del sector público y privado que crecientemente exigen como un requisito de compra esta certificación (AIFBN, 2009b).

Estos resultados sugieren la existencia de variados niveles de formalización entre los comerciantes de leña. En este escenario, el establecimiento de sistemas de certificación tiene consecuencias contradictorias. Por una parte, relega a pequeños y medianos comerciantes a continuar compitiendo por recursos privados en un contexto desregulado, generando también un aumento en el precio de la leña (Reyes *et al*., 2018a). Por otra, contribuye a generar un sector comerciante compuesto por actores con mayores niveles de formalización, un nivel educacional superior, una estructura diversificada de ingresos e inversiones significativas en infraestructura y tecnología, logrando efectivamente que se intercambie leña con menores contenidos de humedad (AIFBN, 2009a)[2].

Finalmente, en lo que respecta a los **consumidores**, la leña es un

[2] *Cabe aquí considerar que la regulación del mercado de la leña ha experimentado cambios importantes en los últimos meses. En esta dirección, la incorporación del Sistema Nacional de Certificación de la Leña en la institucionalidad pública-privada por vía de la Agencia de Sostenibilidad Energética abre camino a una mayor regulación de este mercado. Si bien sus efectos no son aún discernibles, resulta a juicio de los autores un paso en la dirección correcta. No obstante, lo anterior, estas iniciativas debiesen complementarse con la generación de información acerca de las motivaciones de productores, comercializadores y consumidores para facilitar la resonancia de estos esfuerzos de regulación.*



combustible utilizado por hogares de distintos estratos socioeconómicos (Reyes y Neira, 2012), por lo cual su uso no es sinónimo directo de pobreza multidimensional. Pese a esto, es preciso reconocer que en contextos urbanos la leña es utilizada con mayor frecuencia (aunque no en mayor magnitud) en los sectores socioeconómicos medios y bajos. Estos sectores muestran además los mayores niveles de desconfianza respecto de la calidad de la leña que adquieren (Bustos y Ferrada, 2017; Díaz *et al.*, 2013; Ministerio de Energía, 2015). Una de las causas más importantes de las diferencias en la frecuencia del uso de leña entre distintos grupos sociales, se encuentra en la menor capacidad económica de estos hogares para transitar hacia sustitutos energéticos, lo que se traduce en una mayor penetración de la leña tanto con fines de calefacción como para cocina y agua caliente sanitaria, extendiendo su uso a lo largo del año y no solo en los meses más "fríos", como sucede en otros estratos sociales (Ministerio de Energía, 2015). Por otro lado, el consumo aumenta significativamente en hogares rurales y en ciudades pequeñas y medianas (CONAF, 2017a), en tanto en estos lugares existen mercados energéticos menos desarrollados y, por lo tanto, una menor variedad de sustitutos, dificultando las transiciones energéticas.

La informalidad del mercado de la leña, que se ha identificado como característica de productores y comercializadores, tiene como principal beneficio su bajo costo para los consumidores, con un impacto relevante en el presupuesto familiar. En este contexto, el criterio principal de satisfacción es el precio. A pesar de lo anterior, AIFBN (2009a) y CONAF (2017a) concluyen que alrededor de la mitad de los consumidores estarían dispuestos a pagar un poco más para poder obtener leña certificada. En este sentido, la existencia de un mercado informal caracterizado por la comercialización de leña sin cumplir reglamentaciones redunda en que los consumidores tienen a su disposición dos ofertas de leña: una de incierta calidad, abundante y a bajo precio; y otra certificada, con menor disponibilidad y mayor precio (AIFBN, 2009a). Ante este escenario, no debe sorprender que muchos hogares opten por la primera opción. Lo anterior se explica pues, a pesar de que la leña es el energético más barato en las regiones de estudio, en las últimas décadas su precio ha aumentado de forma considerable, registrándose un aumento de precios cercano a un 40% en el caso de la Araucanía y de más de 100% en la región de Aysén en el periodo 2006-2017 (RedPE, 2020).

A pesar de la importancia económica de este sector, existen escasas mediciones del consumo de leña a nivel nacional, las cuales presentan diferencias de magnitud considerables. A modo de ejemplo, para el año 2003, Gómez-Lobo *et al.* (2006) estimaron un consumo de 16.239.062 m^3 estéreo, en tanto en la CASEN 2006 y 2013 (Ministerio de Desarrollo Social y Familia, 2017) se calculó un consumo de 16.279.689 m3 estéreo y 11.633.238 m^3 estéreo, respectivamente, y en CDT (2015), alrededor de 11.700.000 m^3 estéreo. A la alta incertidumbre en torno al nivel de consumo se debe sumar que, debido al aumento del parque de viviendas, se proyecta que el nivel de consumo de leña en el país no disminuya a pesar de la disminución en el consumo de leña promedio por vivienda (Huneeus *et*

al., 2020). Respecto a otras cifras macroeconómicas disponibles, se destaca en la literatura que en este mercado se comercializan anualmente entre 400 y 600 mil millones de pesos, con más de 100 mil personas empleadas en actividades asociadas a la leña (CONAF, 2017a; Román *et al.*, 2016; RedPE, 2020) y que existen pérdidas tributarias entre 24 mil y 67 mil millones de pesos anuales (RedPE, 2020) debido a evasión de impuestos (IVA).

2.1 El mercado de la leña desde una perspectiva jurídica

En principio, se puede señalar que la existencia de distintos órdenes normativos —nacionales e internacionales— pone en la palestra la discusión en torno a la viabilidad de un marco jurídico común (Urquiza *et al*., 2019) para el abordaje de problemas ambientales en general, y en particular, el problema respecto a la normatividad de la leña resulta ser un claro ejemplo de ello. A continuación, serán reseñadas las principales normativas e instrumentos para regular este mercado, los que se encuentran detallados con mayor profundidad en RedPE (2020).

Tratando de esbozar una trayectoria jurídica en torno a la leña, se encuentra una primera mención en el Código Civil, cuerpo normativo de 1855, el cual, hasta la fecha es el único texto del sistema jurídico nacional que se refiere a la leña en su condición orgánica[3]. Este texto al clasificar los bienes, cataloga a la leña como: i) un bien corporal y ii) mueble por anticipación. Asimismo, se debe llamar la atención en que, conforme a la misma nomenclatura del Código, la leña tiene sus orígenes en los bosques, los cuales obedecen a otra categorización que corresponde a *los bienes que la naturaleza ha hecho comunes a todos los hombres* (artículo 585).

En términos generales, en la Constitución, a partir del año 2005, fue incorporado al catálogo susceptible de protección, el derecho a vivir en un medioambiente libre de contaminación, consagrándose además la posibilidad de que puedan establecerse restricciones legales al ejercicio de ciertos derechos y/o libertades con el fin específico de proteger el medioambiente (artículo 19, N°8, inciso 2°), lo que puede incidir directamente en las emisiones de la combustión de leña y su efecto en la calidad del aire. Además, La ley N°19.300 Bases Generales del Medio Ambiente (1994) fija criterios institucionales y regulatorios para el Estado, el sector privado y la ciudadanía. Asimismo, a través de sus modificaciones del año 2010 (Ley N°20.417), esta normativa consagra una nueva institucionalidad ambiental: crea el Ministerio del Medio Ambiente, el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad, la Superintendencia del Medio Ambiente y reformula el Servicio de Evaluación Ambiental, que actualmente forman parte de los procesos regulatorios del problema de la contaminación atmosférica. Respecto al caso particular de la leña, dispone que el uso y aprovechamiento de todo recurso natural renovable debe efectuarse asegurando su capacidad de regeneración y la diversidad biológica asociada a ellos, especialmente aquellos con problemas de conservación (artículo 41 y 42). Es así como esta normativa complementa también el Decreto de Ley (D.L.) Nº 701 de 1974, al disponer que los planes de manejo de recursos naturales renovables deben incluir consideraciones ambientales, especialmente en temáticas referidas a la mantención de suelos, aguas, paisaje y la protección de especies en riesgo de conservación.

El D.L. Nº 701 fijó el régimen de los terrenos forestales o de aquellos considerados aptos para la forestación, estableciendo incentivos y/o bonificaciones para la forestación o estabilización de dunas en suelos de aptitud preferentemente forestal, otorgando beneficios tributarios. Las leyes N°19.561 y N°20.488, ahondaron el régimen de incentivos y beneficios tributarios los cuales se hicieron operativos a través de sus diferentes reglamentos complementarios hasta el año 2014. La literatura especializada pone especial énfasis en las consecuencias socio ambientales negativas surgidas a partir de la implementación de este decreto y sus sucesivas modificaciones, destacando que los incentivos para la forestación derivan en un aumento de la cobertura forestal de plantaciones de especies exóticas en detrimento del bosque nativo que en cambio ve disminuida su área (Bopp et al., 2019; Frene y Nuñez, 2010; Helimayr et al., 2020;2016; Miranda et al., 2017)

Relacionado directamente a la contaminación atmosférica se identifica el Decreto Supremo N°39 de 2012 del Ministerio del Medio Ambiente que establece estándares generales de emisión de material particulado para los artefactos

[3] *Mención aparte para el Boletín N°13.664-08, el que contiene el proyecto de ley que busca declarar a la leña y sus derivados como biocombustible, actualmente en su primer trámite constitucional en la Comisión de Minería y Energía de la Cámara de Diputadas y Diputados.*

que combustionen o puedan combustionar leña y pellet de madera. El ámbito de aplicación de esta normativa es el territorio nacional, exceptuando las zonas declaradas latentes y/o saturadas donde esté vigente la ejecución de un Plan de Prevención y/o Descontaminación. No obstante, cabe llamar la atención hacia ciertos "puntos ciegos" de dicha normativa, a saber: a) fija su foco en el instrumento de combustión y no en el combustible; b) no somete a fiscalización artefactos existentes —operará solo para los nuevos artefactos— y c) excluye las cocinas a leña. A pesar de que estos aspectos se abordan a través de instrumentos como los PDA, las falencias identificadas en esta normativa persisten para todos aquellos asentamientos que no cuentan con estos instrumentos.

Por otro lado, están los instrumentos que definen e implementan las medidas y acciones específicas en orden a reducir los niveles de contaminación del aire. Por una parte, los Planes de Prevención Atmosférica (PPA) tiene por finalidad evitar que las normas ambientales de calidad sean sobrepasadas en un área definida como *zona latente*, entendiendo esta como aquellos territorios en que la concentración de contaminantes en el aire, agua o suelo se sitúa entre 80% y el 100% del valor definido en la respectiva norma de calidad ambiental. Por otra, el objetivo de los Planes de Descontaminación Atmosférica (PDA) es que los territorios saturados recuperen niveles aceptables según las normas ambientales de calidad. Llama la atención que la respuesta institucional en este caso se oriente a las consecuencias del uso de la



leña (contaminación) —a través del Ministerio del Medio Ambiente— desatendiendo en parte la relevancia energética del origen del problema, que en términos jurídicos pasa por la regulación de la leña como biocombustible.

Relacionado a la producción y comercialización de leña, es relevante mencionar la entrada en vigencia de la Ley N°20.283 el 2018 sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal. La ley de bosque nativo busca normar el uso y

aprovechamiento de las formaciones vegetales naturales de Chile para responder a necesidades ecológicas diferentes de criterios forestales (Boletín Nº669-01), estableciendo directrices generales en materia de recuperación, conservación, investigación y manejo sustentable del bosque nativo, dentro de otros instrumentos de gestión. Otra iniciativa relevante es el Sistema Nacional de Certificación de Leña (SNCL), como instancia normativa de coordinación multisectorial con participación de entes públicos y privados que ha generado una "dinámica de institucionalización" en torno al mercado de la leña, como ya se ha mencionado previamente. Busca fijar un estándar centrado en la calidad y origen de la leña para su comercialización, orientado a generar un equilibrio entre un mercado formal, diferenciado y con valor agregado para la rentabilidad del manejo forestal y los principios de conservación del bosque nativo y el respeto a las leyes ambientales, laborales y derechos del consumidor. En otro plano, se debe hacer hincapié en la relevancia de las ordenanzas municipales, una de las herramientas legales más importantes que el ordenamiento jurídico entrega a los municipios para la ordenación y gestión de su territorio jurisdiccional. Las ordenanzas ambientales son bastante recientes (desde la década de 1990) dentro del sistema jurídico nacional y facultan al Municipio para la dictación de normas generales y obligatorias dirigidas a la comunidad sobre un asunto determinado (Ley Nº18.695, texto refundido por DFL-1, 2006) con objeto de complementar las normas legales o reglamentarias preexistentes. En el caso de la leña, se identifican ordenanzas relacionadas al medio ambiente, comercialización de la leña y uso de artefactos de calefacción a base de leña y pellet de madera (RedPE, 2020).

El carácter normativo de la leña interpela no solo por su complejidad socio ambiental, sino también porque los problemas que plantea exceden las respuestas tradicionales de los marcos jurídicos e institucionales hoy vigentes. En este respecto, en todo Estado de Derecho, las tensiones entre la Política y el Derecho –como sistema jurídico institucional– son disueltas y gestionadas a través del rol articulador que cumple la Constitución Política. Sin embargo, como se ha podido examinar, esta no parece ser la situación en el caso analizado: en efecto, las prestaciones del sistema jurídico no se traducen en las políticas públicas y/o directrices generales que permitan regular los problemas asociados a la contaminación y a las barreras a la transición energética descritas. Por el contrario, se observan procedimientos generalmente dirigidos a solucionar aspectos particulares y/o parciales, resultando en una amplia fragmentación normativa. Por lo anterior, el sistema carece de disposiciones que permitan enfrentar esta problemática de forma coordinada y articulada. En definitiva, respecto a la regulación del mercado de la leña, se puede observar que se carece de un mecanismo que permita aprehender el problema en su totalidad, considerando sus especificidades en el escenario nacional, lo que se refleja en el no reconocimiento de la leña como combustible. Desde el año 2009 se tramitan en el poder legislativo proyectos de ley que permitirían dotar de un marco legal a la leña y enfrentar los desafíos de este mercado desde una normativa pensada específicamente para ello, sin materializarse aun en la normativa vigente[4].

3. CIFRAS MACROECONÓMICAS Y POBREZA ENERGÉTICA EN EL MERCADO DE LA LEÑA

En el contexto antes descrito, resulta fundamental conocer las cifras disponibles para cuantificar la relevancia económica de este mercado y su impacto en los hogares. Para esto, y considerando los altos niveles de incertidumbre en las estimaciones del volumen de leña consumido, se utiliza un intervalo de estimación que considera distintas fuentes de información disponibles. En la Tabla 1 se muestra el rango de consumo total de leña a nivel regional entre O'Higgins y Aysén. Los resultados se encuentran actualizados al año 2017, considerando el consumo de leña promedio por vivienda proveniente de cada encuesta ponderado por el porcentaje de hogares que consumen leña (factor de penetración) en dicha región reportado en la CASEN 2015 y el número total de viviendas en la región, según el CENSO 2017 (INE, 2017). Para el límite inferior de consumo se utilizó como fuente de información el consumo de leña por vivienda estimado en CDT (2015), mientras que para el límite superior se utilizaron las fuentes indicadas en la última columna de la tabla. Con el objetivo de hacer comparables los datos de las distintas fuentes de información se homologaron las medidas utilizadas para cuantificar el

[4] *Boletín N°6572-03 de 2009. busca modificar la ley N° 18.410, de Economía, que crea la Superintendencia de Electricidad y Combustibles, con el objeto de considerar la leña oficialmente como combustible.*

Tabla 1
Consumo total de leña por región.

Región	Factor de Penetración (%)	Número de Viviendas (N°)	Consumo Inferior (m3st)	Consumo Superior (m3st)	Fuente consumo Superior
O'Higgins	47,7	354.324	591.112	683.149	Reyes et al. (2020)
Maule	61,1	411.211	879.875	1.806.887	Reyes et al. (2018b)
Biobío	66,6	768.162	2.813.436	4.495.239	INFOR (2019)
Araucanía	85,8	381.170	2.517.281	4.714.219	INFOR (2019)
Los Ríos	89,6	153.990	1.945.422	1.961.807	Reyes (2017)
Los Lagos	92,2	332.935	4.235.207	5.647.570	UACH (2013)
Aysén	94,7	44.726	741.196	1.364.923	UACH (2013)
Total[6]	**71,4**	**2.446.518**	**13.723.530**	**20.673.794**	

Fuente. Elaboración propia en base a INE (2017), Ministerio de Desarrollo Social y Familia (2017) y encuestas de consumo residencial (CDT, 2015; INFOR 2019; Reyes, 2017; Reyes et al., 2018b; 2020; UACH, 2013).

volumen de leña consumida a metros cúbicos estéreos (m^3st), según los parámetros utilizados por Gómez-Lobo *et al.* (2006)[5].

La diferencia reportada por las fuentes es sorprendentemente grande, para algunas regiones el límite superior casi duplica al límite inferior de consumo de leña. Estas diferencias se manifiestan principalmente en el consumo promedio por vivienda debido a diferencias metodológicas y en los marcos muestrales utilizados en las distintas encuestas (Reyes, 2017; RedPE, 2020).

Por otro lado, las distintas fuentes indican valores bastante similares para la penetración de la leña en los hogares de cada región, la cual se observa que crece en la zona sur, alcanzando desde Los Ríos hasta Aysén alrededor a un 90% de los hogares. Las diferencias en la penetración se deben a diferencias en el sector urbano, ya que en los sectores rurales de todo el país se consume leña independiente de la latitud. Según CDT (2015), a escala nacional el uso de leña en sectores rurales alcanza un 80% de los hogares, mientras que en los sectores urbanos del país llega apenas a un 30%[7].

Otro elemento importante a considerar son los precios con los que se comercializa la leña. CONAF (2017a) cuenta con información detallada de los precios al año 2017, diferenciando aquellos obtenidos de encuestas a productores, intermediarios y consumidores, así como los reportados por el SNCL, permitiendo estimar precios representativos de la leña a nivel regional. La Tabla 2 muestra el promedio de todos los precios reportados (CONAF, 2017a), el gasto anual promedio que realizan los hogares en leña[8], el porcentaje del PIB regional[9] proveniente de esta actividad (al ponderar el precio promedio de la leña por el rango de volumen consumido presentado en la Tabla 1) y el porcentaje de empleos que representan las personas ocupadas en el mercado de la leña sobre el total de personas ocupadas de la región (INE, 2019). Para realizar esta última estimación se consideró un parámetro de 4,8 trabajadores/as ocupados por cada 1.000 m^3st producidos y de 3 trabajadores/as cada 1000 m^3st comercializados, en base a CONAF (2017a).

En la Tabla 2 se puede observar que entre las regiones de La Araucanía y Aysén, zona donde se concentra el mayor consumo de leña per cápita, la actividad económica asociada a la leña supera el 1% del PIB regional. En el caso de Aysén supera incluso el 3%, lo que ubica al rubro leñero como una actividad importante para esta región, considerando que más de la mitad del producto es captado por la pesca, la administración pública y los servicios personales, mientras que sectores como la construcción y la industria manufacturera apenas superan el 5% (Banco Central, 2019). Por otra parte, las cifras asociadas al empleo indican que la relevancia del mercado de la leña es aún mayor

[5] *Se considera un parámetro de conversión metros estéreos a metros sólidos de 0,64 y de metros sólidos a toneladas de 0,7.*
[6] *El total se calcula respecto de las regiones presentadas en la tabla y no corresponde al total nacional.*
[7] *El bajo nivel de penetración total urbano está marcado por la inclusión de la Región Metropolitana, donde vive alrededor de un 40% de la población chilena y el uso de leña se encuentra prohibido en sectores urbanos.*
[8] *Este parámetro se obtiene al ponderar el precio de la leña con el consumo promedio por vivienda. Para mayores detalles ver RedPE (2020).*
[9] *Siguiendo lo propuesto por Gómez-Lobo et al. (2006), se parte del supuesto de que toda la leña consumida fue comprada, es decir, se excluye la recolección y autoproducción del análisis. Para más información acerca de cómo se realizó este cálculo, ver RedPE (2020).*

Tabla 2
Resumen del gasto anual de los hogares y la importancia macroeconómica del mercado de la leña por región

Región	Precio ($/m3st)	Gasto Total Hogares		Importancia Relativa sobre el PIB		Empleo Total	
		Inferior ($)	Superior ($)	Inferior ($)	Superior ($)	Inferior ($)	Superior ($)
O'Higgins	30.079	105.276	128.436	0,2	0,2	1,0	1,2
Maule	30.079	105.276	216.191	0,4	0,8	1,4	2,8
Biobío	31.898	175.439	280.312	0,6	0,9	2,2	3,6
Araucanía	25.438	195.873	366.819	1,2	2,3	4,0	7,6
Los Ríos	28.688	404.494	407.900	2,1	2,1	8,1	8,2
Los Lagos	27.438	378.638	504.906	1,8	2,3	7,5	10,0
Aysén	25.875	452.819	833.873	1,7	3,0	9,2	16,9
Total Centro Sur	**28.499**	**227.499**	**327.151**	**0,9**	**1,3**	**3,5**	**5,3%**

Fuente. Elaboración propia en base a INE (2019; marzo - abril), CONAF (2017a) y encuestas de consumo residencial (CDT, 2015; INFOR 2019; Reyes, 2017; Reyes et al., 2018b; 2020; UACH, 2013).

para los habitantes de estas regiones, pudiendo superar el 7% del total del empleo en Los Ríos, Los Lagos y Aysén, según las estimaciones más conservadoras. Pese a su importancia en términos de oferta laboral, es necesario considerar que los empleos que ofrece el mercado informal de la leña son generalmente empleos precarios y estacionales[10].

El gasto anual en leña de los hogares puede ser bastante alto, superando los $300.000 pesos en varias regiones y alcanzando la cifra de $800.000 en las estimaciones más altas de la región de Aysén. El elevado costo restringe económicamente que los hogares puedan adquirir grandes cantidades de leña durante el verano, disminuyendo el tiempo de secado de la leña por parte del consumidor y, por lo tanto, aumentando el contenido de humedad (RedPE, 2020). Al respecto, CDT (2015) y Reyes (2017) reafirman que en aquellas regiones donde el consumo de leña no es tan elevado la compra se concentra en el verano, mientras que, en las regiones de La Araucanía a Aysén, la compra se distribuye de forma más uniforme en el año, superando levemente el 30% aquellos hogares que optan por la compra en el verano de la totalidad de la leña que consumen.

Pese a que el precio de la leña se ha incrementado considerablemente, en CDT (2019) se evidencia que la leña sigue siendo el energético más barato en comparación con otras fuentes de calefacción a nivel nacional, costando alrededor de $20 el kWh, mientras el pellet costaría $44/kWh, el gas licuado (GLP) entre $95 y $100/kWh, el Kerosene $68/kWh y la electricidad $126/kWh en las zonas térmicas 3, 4 y 5 que comprende entre la región de Valparaíso y Los Lagos, y $153/kWh en la región de Aysén[11], lo que explica en gran medida la preferencia de los consumidores por este energético (Amigo, 2019; CDT, 2015; CONAF, 2017; Díaz *et al.*, 2013; Schueftan *et al.*, 2016). La diferencia entre los precios de mercado de los distintos energéticos se traduce en una baja sensibilidad al precio de este combustible por la falta de sustitutos

[10] *Debido a la estacionalidad de los empleos, es probable que muchas de las personas que se dedican a trabajar en la producción y comercialización de la leña desarrollen además otras ocupaciones durante el año o, en el caso de economías rurales, diversifiquen entre otras actividades del predio (agricultura, ganadería, etc.). Esto puede provocar que en el cálculo de la Tabla 2 se sobreestime el porcentaje del empleo dadas sus variaciones en distintos momentos del año. Sin embargo, no es posible realizar un cálculo más preciso con la información actualmente disponible.*

[11] *El precio no considera posibles subsidios a la electricidad con fines de calefacción residencial.*

competitivos, al menos en términos de sus costos asociados (Bustos y Ferrada, 2017). En contextos rurales se suma además la auto recolección de la leña por parte de algunos hogares, como un elemento que determina su uso y prácticamente su nula sustituibilidad.

Para ver el efecto que tienen los precios de los energéticos sobre los hogares (y la posible eficacia de medidas de transición energética), se debe considerar como varían las condiciones de pobreza energética de la población ante el uso de distintas fuentes de energía. De acuerdo con RedPE (2019) un hogar se encuentra en situación de pobreza energética cuando no tiene acceso equitativo a servicios energéticos de alta calidad, es decir, cuando no puede satisfacer sus necesidades energéticas adecuadamente sin que esto implique una carga económica excesiva para el presupuesto familiar o el sacrificio de otro tipo de necesidades. Uno de los umbrales económicos que más se ha utilizado para estimar la condición de pobreza energética de un hogar es la regla del 10%. Esta define como energéticamente pobres a aquellos hogares que destinan más de un 10% de sus ingresos al gasto en energía (Boardman, 1991). Si bien este indicador resulta insuficiente para caracterizar la pobreza energética de forma multidimensional, permite acercarse parcialmente a una de las expresiones de este fenómeno, a saber, el gasto excesivo en energía, en consideración de las escasas fuentes de datos disponibles en esta materia.

La Figura 2 muestra la cantidad de hogares que presentan un gasto superior al 10% de sus ingresos en el consumo de leña en el año 2017, considerando el gasto promedio de los hogares en leña. Para obtener este cálculo se imputa el punto medio del intervalo estimado para el gasto en leña por región de la Tabla 2 a los ingresos de los hogares provenientes de la encuesta CASEN 2017 (Ministerio de Desarrollo Social y Familia, 2017).

Además, se muestra en cuánto aumentaría la pobreza energética en cada región si todos los hogares consiguiesen satisfacer la demanda energética para calefacción que utilizan en leña a través de medios como el pellet, el GLP o la electricidad, considerando en este último caso artefactos de Baja Eficiencia (Electricidad "BE") y de Alta Eficiencia (Electricidad "AE").

Este ejercicio permite ilustrar la problemática relación entre pobreza energética y transición energética, enfatizando la importancia de pensar ambos fenómenos de manera conjunta[12] para avanzar en una transición justa. Por otro lado, se debe considerar que el cálculo se hace en base a estimaciones de consumo actuales, los cuales en muchos casos distan de satisfacer la demanda energética que requieren los hogares para mantener un estándar de confort adecuado.

Si se consideraran los niveles de consumo requeridos para satisfacer los niveles de confort óptimos, el porcentaje de hogares que se encuentran en condición de pobreza energética por sus restricciones presupuestaria aumentaría. Esto, a su vez, es una de las causas que llevan a niveles de consumo deficientes en estos mismos hogares.

Para calcular el porcentaje de hogares que quedarían en situación de pobreza energética (debido a la falta de acceso equitativo), ante el reemplazo de la leña por otros combustibles para calefacción, se debe evaluar el gasto en el nuevo energético en función del gasto previo en leña, el precio del nuevo energético y la eficiencia energética del aparato acorde con su coeficiente de rendimiento (COP) acorde a la Ecuación 1.

$$G_{i,r} = G_{l,r} * \frac{P_i/COP_i}{P_l/COP_l} \quad (1)$$

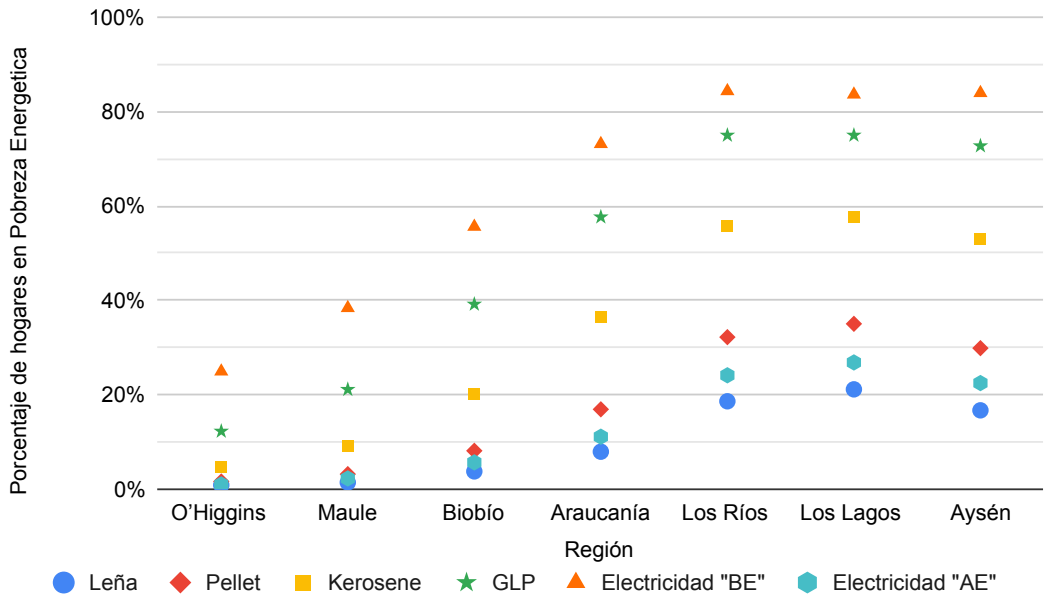
Donde $G_{i,r}$ representa el gasto promedio en el energético i para la región r; $G_{l,r}$ es el gasto promedio en leña para le región r; P_i es el precio del energético I; P_l es el precio de la leña; COP_i corresponde al coeficiente de rendimiento del aparato representativo que utiliza el energético i y COP_l es el coeficiente de rendimiento promedio de los aparatos que se utilizan para combustión de leña. Para todos los energéticos se usaron los precios estimados en CDT (2019) y los COP mostrados en la Tabla 3.

En el caso de la electricidad, se consideran aparatos con diferentes estándares de eficiencia energética. Para la baja eficiencia energética se consideran artefactos oleoeléctricos con un coeficiente de rendimiento igual a 1 (Ortega et al., 2016). Por otro lado, acorde con los estándares mínimos de eficiencia energética (MEPS por sus siglas en inglés) de aire acondicionado definidos en la resolución 4 exenta del Ministerio de

[12] *Cabe mencionar las importantes limitaciones que puede presentar el ejercicio de abstracción asociadas a supuestos difícilmente demostrables como la transición completa de todos los usos de energía asociados a la leña a un solo energético o que la cantidad de KWh se mantenga constante al transitar entre energéticos.*

Figura 2

Porcentaje de hogares con un gasto energético representativo sobre el 10% de sus ingresos, para distintos energéticos



Fuente: Elaboración propia en base a CDT (2019) y CASEN (2017).

Tabla 3

Eficiencia energética de los aparatos representativos de calefacción según energético

Energético	Coeficiente de Rendimiento (COP) de Aparato Representativo	Fuente
Leña	0,59	CDT (2012; 2015)
Pellet	0,9	Ortega et al. (2016)
Kerosene	0,95	Ortega et al. (2016)
GLP	0,95	Ortega et al. (2016)
Electricidad	1 y 3,2	Ortega et al. (2016) y Resolución 4 Exenta (2018)

Fuente: Elaboración propia

Energía (2018), los aparatos con un coeficiente de rendimiento sobre 3,2 son clasificados con el mayor índice de eficiencia energética.

Los resultados de la Figura 2 permiten cuantificar la importante presión económica que enfrentan los hogares de las regiones del sur del país debido a su gasto en leña con porcentajes que superan el 16%, 18% y 21% de sus ingresos en las regiones de Los Ríos, Los Lagos y Aysén, respectivamente. Pero, además, los resultados de esta figura muestran lo difícil que puede llegar a ser para un hogar cambiar de combustible en términos presupuestarios. Destacan la transición hacia aparatos eléctricos de alta eficiencia y hacia estufas a pellet, como las alternativas que menos aumentarían los niveles existentes de pobreza energética y que ante el aumento sostenido de los precios de la leña prontamente puedan ser las alternativas más económicas. De todas formas, se debe considerar que ambas opciones requieren aparatos tecnológicos altamente costosos presentando una barrera de acceso relevante para la adopción de estas tecnologías por parte de los hogares, por lo cual una política de recambio de calefactores subsidiada por el Estado hacia estas tecnologías pareciese ir en la dirección correcta en términos económicos para los hogares.

Por otro lado, el aumento de la pobreza energética puede ser muy sensible a los precios de la leña y del resto de los energéticos en aquellas regiones con una alta demanda energética para calefacción. En este sentido, para fomentar los procesos de transición energética en los hogares es necesario disminuir la demanda energética actual, mejorando las condiciones de aislación térmica de las viviendas (Schueftan y Gonzalez, 2013; 2015) y asegurar la disponibilidad de fuentes energéticas limpias y asequibles para los hogares.

4. DISCUSIÓN: UNA APROXIMACIÓN INTEGRAL AL MERCADO DE LA LEÑA

Como se ha podido examinar, en la actualidad no hay marcos jurídicos integrados que permitan responder a la complejidad económica, ambiental y sociocultural que deriva del mercado de la leña. En este contexto surge la pregunta respecto de cómo y en qué medida, el marco normativo actual responde a los atributos identificados que integran la complejidad propia del mercado de la leña y se erigen como barreras que enfrenta el proceso de transición energética (Figura 3).

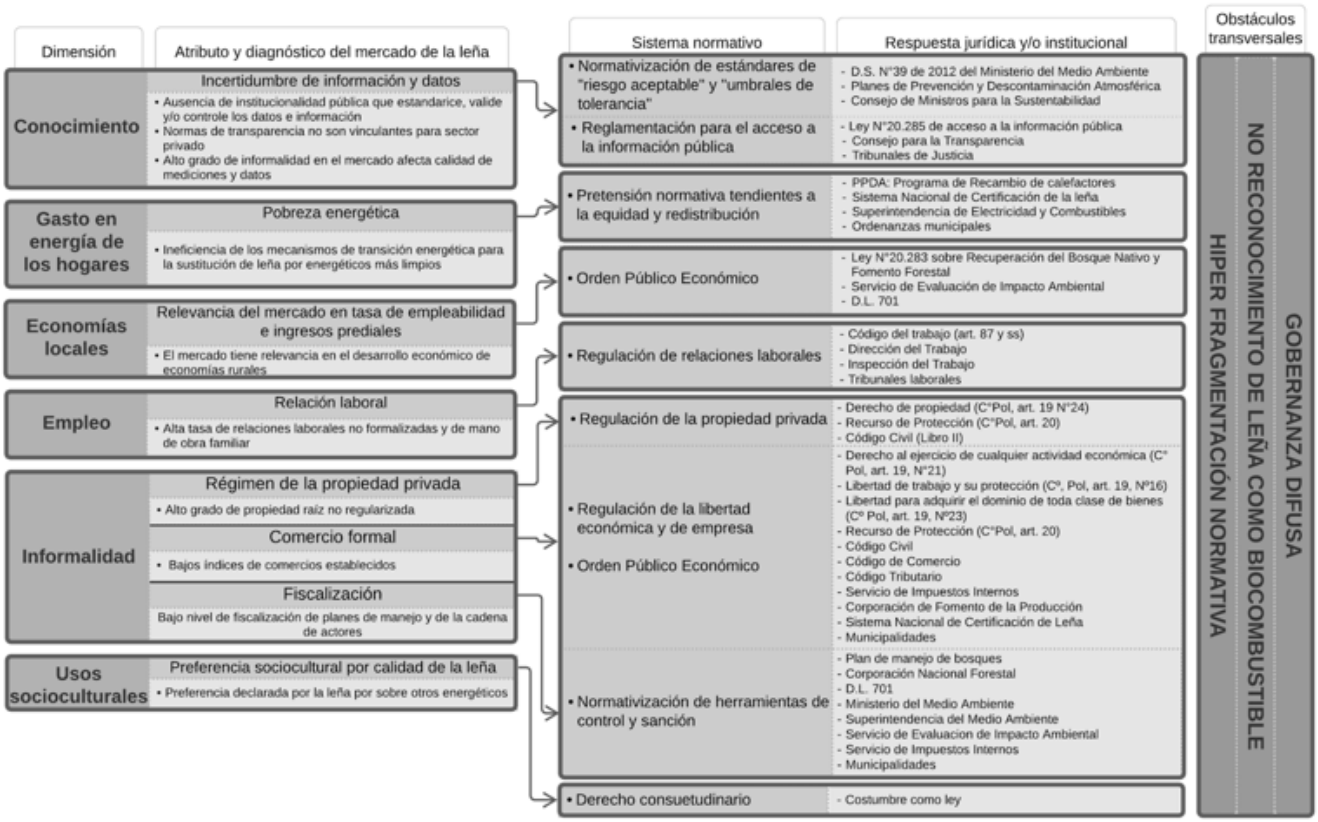
La Figura 3 intenta dar respuesta a esta pregunta mediante la identificación de dos dimensiones en las que el sistema jurídico nacional debe responder a las características del mercado de la leña: la consideración del problema en el marco de los "sistemas normativos" existentes para su regulación y la respuesta jurídica y/o institucional que se realiza para abordar el problema planteado, la cual se materializa en diferentes leyes, decretos, instituciones, estándares, etc. Como se examina a continuación, el sistema normativo no ha sido capaz de entregar una respuesta adecuada que permita avanzar en la superación de las barreras a la transición energética que surgen de las características específicas, económicas y socioculturales, de los actores del mercado de la leña.

En el caso de las barreras asociadas al conocimiento y la incertidumbre de la información disponible resulta significativo recalcar que actualmente no hay certeza de datos tan significativos como: cuánta leña se consume; la magnitud de contaminantes criterio[13] emitidos; la mortalidad y morbilidad prematura asociada a la contaminación del aire; el aporte (positivo o negativo) de la producción de leña en la degradación de los bosques y su magnitud; entre otros datos relevantes para el diseño de políticas públicas efectivas. En este contexto, la falta de una institucionalidad encargada de estandarizar y controlar la calidad de la información incide sobre la heterogeneidad de datos, fuentes, métodos de análisis y mediciones disponibles. En vista de este escenario, la respuesta jurídica se ha reducido a establecer parámetros de normas de emisión y a la normativa asociada a la ley de transparencia.
Respecto a los atributos del mercado que actúan como barreras para los consumidores, destacan las elevadas cifras de pobreza energética debido a la presión económica que ejerce el gasto en este combustible sobre los hogares, especialmente aquellos de bajos recursos. Esta situación merma la capacidad de comprar leña en un solo momento (verano), dificultando así el proceso de secado de la misma y/o la sustitución por otros energéticos de mayor precio (RedPE, 2020).

La respuesta institucional ha ido dirigida a mejorar la calidad de la leña vía intermediarios, como es el caso

[13] *Contaminante criterio: comprende a aquellas sustancias que ponen en riesgo la salud y el bienestar humano. En términos atmosféricos esta definición incluye al material particulado, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, monóxido de carbono y ozono entre otros.*

Figura 3
Barreras económicas y socioculturales del mercado de la leña y sus actuales respuestas jurídicas.



Fuente: Elaboración propia

de algunas medidas contenidas en los PDA y las acciones del SNCL. Por otro lado, se han dirigido esfuerzos a mejorar el acceso a tecnologías más eficientes de calefacción a partir del programa de recambio de calefactores y del mejoramiento térmico de viviendas.

Sin embargo, estos programas no han estado exentos de problemas asociados a la falta de confianza de la población respecto a nuevos energéticos y su disponibilidad en el territorio, el efecto rebote posterior al recambio asociado al aumento en el gasto en energía para alcanzar los umbrales de confort térmico culturalmente definidos, las dificultades asociadas a los requerimientos para postular al beneficio de reacondicionamiento térmico, sumando a ello la carencia de una institucionalidad integrada y coherente.

En tercer lugar, la importancia económica del mercado de la leña en las economías locales opera como otra barrera, tanto en relación con los ingresos intraprediales como con las personas empleadas para su producción y comercialización. Ante esto existen respuestas asociadas al fomento forestal mediante la Ley de Bosque Nativo y lo que fue el DL701, pero no parecieran haber todavía instrumentos de apoyo a estos agentes que permitieran mitigar los efectos que tendría una reducción significativa de la demanda de leña sobre ellos. La estacionalidad del empleo y las relaciones de parentesco que median fuertemente los vínculos laborales tienen como consecuencia una baja tasa de empleabilidad formal, lo que disminuye considerablemente el

posible impacto que puedan tener regulaciones asociadas al sistema jurídico sobre estos actores y sobre las transformaciones que requiere el mercado. En este sentido, el Código del Trabajo y la Dirección del Trabajo no han sido mecanismos suficientes para dotar de una mayor formalidad a los trabajadores de este rubro, dejando importantes desafíos abiertos en este ámbito.

En una dirección similar, los altos niveles de informalidad son una característica transversal a los distintos actores del mercado. Además de la precariedad laboral, destacan los bajos niveles de regularización de la propiedad raíz de los productores, lo que traba las posibilidades de acceso a ayudas estatales y de créditos (AIFBN, 2009b). Esto, sumado a las barreras anteriores, aumenta las restricciones presupuestarias que tienen los agentes para integrarse a procesos de transición energética. En este caso no parece haber una respuesta jurídica que ayude a estos actores a formalizar su propiedad más allá de la regulación de la propiedad privada establecida en la Constitución y el Código Civil. Esta situación se acentúa en el caso de los comerciantes, donde el comercio ambulante e informal es la costumbre, llevando a la creencia de operar acorde a la ley, operando de facto como parte del Derecho Consuetudinario[14]. En este contexto de alta informalidad, la fiscalización opera como respuesta jurídica para aumentar los niveles de formalidad; sin embargo, su poca efectividad genera nuevas barreras que el mercado debe enfrentar. Asociadas a las normativas de sanción y control se encuentran los Planes de Manejo Forestal, la institucionalidad asociada a Secretarías Ministeriales Regionales (SEREMIS) y los gobiernos locales, entre otras, las que no logran regular la comercialización de leña húmeda y el cumplimiento de los Planes de Manejo y los PDA. Es más, de acuerdo con CONAF (2017), la mayoría de los productores cosechan una cantidad que supera el potencial de crecimiento biológico de los bosques nativos, conllevando a su degradación y restringiendo su capacidad de uso a futuro.

Por último, es importante destacar las barreras que no tienen una respuesta jurídica clara. Entre estas, probablemente la más relevante es la preferencia sociocultural declarada por la leña húmeda y mixta por parte de los consumidores (Amigo, 2019). En este caso vuelve a ser relevante el concepto de uso consuetudinario, donde los consumidores operan bajo la creencia de obrar conforme a la norma, a pesar de que la orientación de la normativa vigente no se corresponda. Esto es evidente en la evaluación subjetiva que hacen respecto del nivel de humedad de la leña (evaluando como seca leña que bajo la normativa se categoriza como húmeda) o en asumir que la leña que consumen es certificada cuando no necesariamente tiene certificación. Otro ejemplo son las ciudades donde hay vigentes Planes de Descontaminación Atmosférica con normas establecidas para restringir la humedad de la leña y su comercialización, donde sin embargo persiste el uso y comercialización de leña húmeda.

Las anteriores brechas entre los atributos del mercado de la leña en Chile y la respuesta político-institucional, restringen la capacidad de los actores de emprender procesos de reconversión tecnológica que aporten en la mejora de la calidad de la leña y/o cambio de energético. En este sentido es importante destacar, por el lado de los consumidores, la multiplicidad de necesidades que satisface la leña, asociadas no solo a calefacción, sino que también al agua caliente, la cocción de alimentos, secado de ropa y, en muchos casos, la reproducción de la vida sociocultural en torno al calor del fuego (Amigo, 2019). Satisfacer estas necesidades socialmente valoradas con artefactos que permitan utilizar combustibles distintos a la leña aumentaría considerablemente los costos asociados, tanto por la inversión inicial en los aparatos como por el cambio y aumento de consumo de otros energéticos más costosos. A esto se suma el bajo desarrollo de los mercados energéticos en aldeas, pueblos y ciudades pequeñas del país, lo que dificulta la transición energética por mecanismos propios de la economía. Por el lado de la oferta, las barreras a la reconversión tecnológica se expresan en los bajos flujos de ingreso y capital, tanto fijo como monetario, que presentan los comercializadores, inhibiendo la adopción de tecnologías que permitan mejorar el secado y por tanto la calidad de la leña. Esto evidencia la importancia de construir mecanismos de gobernanza que permitan impulsar la transformación tecnológica, dadas las dificultades de que esta ocurra meramente como resultado espontáneo de los mecanismos actuales de este mercado.

Tal como señala la Figura 3, la normativa nacional enfrenta al

[14] *Derecho consuetudinario: también coloquialmente llamado uso o costumbre. En términos generales, es considerada una fuente del derecho. En particular, son normas jurídicas no escritas, pero de cumplimiento fáctico, pues, en el tiempo, por las prácticas sociales en un territorio determinado se ha hecho costumbre su acatamiento bajo la premisa de que obedecen al cumplimiento de una obligación y que están respaldados con fuerza coactiva. Conceptualmente es un término opuesto al de derecho escrito.*

menos tres obstáculos transversales para aumentar su eficacia en superar las barreras indicadas: la hiperfragmentación de la legislación en torno a la leña y la falta de capacidad de fiscalización, la ausencia de reconocimiento legal de la leña como combustible sólido y la existencia de una institucionalidad altamente atomizada y una gobernanza difusa.



En lo que respecta a la hiperfragmentación, si se consideran los instrumentos legislativos que resultan aplicables a la leña y sus efectos ambientales examinados en este artículo, es posible dar cuenta de que la legislación chilena ha transitado por varios modelos para abordar el fenómeno de la leña y sus efectos medioambientales. Si bien la opción nacional por una legislación diversa tiene la ventaja de permitir una implementación gradual de ciertas políticas públicas, programas y planes, por no requerir modificaciones legales o institucionales significativas, resulta finalmente en una mayor dificultad para generar instancias de coordinación institucional de orden general. En este sentido, al optar por soluciones legislativas de intervenciones focalizadas y no sistémicas, se obtiene como resultado un tratamiento hiperfragmentado de la leña en el marco jurídico. Como resultado, si bien se ha avanzado en un sentido de sistematización mediante esfuerzos como los del Ministerio del Medio Ambiente para promover una "estandarización" de las ordenanzas medioambientales a nivel municipal, dichas iniciativas enfrentan una serie de problemas, como la excesiva focalización en el artefacto y no en el combustible, la exclusión de artefactos existentes en los procesos de certificación y la no consideración de cocinas a leña, las que, si bien han mostrado una disminución en su uso principal, siguen siendo un artefacto ampliamente utilizado en la zona centro-sur del país y donde se identifica con mayor fuerza el arraigo cultural.

En segundo lugar, la ausencia de reconocimiento legal como biocombustible sólido tiene directa relación con el obstáculo antes enunciado. De hecho, la confusión provocada por la hiperfragmentación normativa ha llevado a que la discusión en torno a la naturaleza dendroenergética de la leña y su reconocimiento legal como biocombustible sólido no haya logrado materializarse en los últimos 12 años en que se han discutido proyectos de ley en esta materia. En este escenario, reconocer el estatus de biocombustible de la leña sería un paso importante hacia un abordaje más completo de la problemática en torno a la leña y sus efectos. Esto permitiría, por ejemplo, que la Superintendencia de Electricidad y Combustibles quede habilitada para fiscalizar este mercado, considerando el desarrollo de una institucionalidad adecuada que permita abarcar no solo la fase de comercialización, sino también producción y distribución. La reciente integración del Sistema Nacional de Certificación de la Leña en el Ministerio de Energía mediante

la Agencia de Sostenibilidad Energética y su iniciativa de Sello de Calidad de la Leña es un avance en esta dirección.

En tercer lugar, la gobernanza difusa y su correspondiente institucionalidad atomizada (muchos actores, poca coordinación, vacíos en ámbitos de competencias y atribuciones, etc.) es uno de los obstáculos más relevantes para la transición energética. La falta de mecanismos que logren generar las condiciones para una efectiva gobernanza del mercado de la leña, pues los existentes no dan cabida a un marco estable en el que ésta pueda funcionar. Si bien en la última década se han logrado avances hacia una gobernanza más efectiva, el escenario sigue siendo precario. Para ello, es necesario que la institucionalidad vigente siente las bases de una adecuada gobernanza, que sea capaz de manejar los desafíos fiscales, regulatorios, macroeconómicos, sociales, ambientales, entre otros, y que, además, sea consistente con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, en particular el Objetivo 7: "Energía asequible y no contaminante".

Toda eventual intervención en el plano institucional de la leña exige, por lo tanto, que los actores involucrados sean conscientes de las externalidades negativas, las barreras asociadas al sector, los posibles co-impactos de las medidas que se tomaran y la operación con una visión de largo plazo. Eso implica considerar, entre otras cosas, el arraigo cultural a este combustible, especialmente en zonas rurales y la población de mayor edad, así como el papel que juega el mercado de la leña en las economías locales, asumiendo aquellos aspectos de la territorialidad que conlleva este sector, atendiendo, en este sentido, las específicas configuraciones locales que toma en cada región.

5. CONCLUSIÓN

La baja efectividad que han tenido las medidas implementadas para intervenir el mercado de la leña responde a las barreras que enfrenta el proceso de transición energética. En este sentido adquiere especial relevancia considerar los elevados niveles de pobreza energética existentes en las regiones del área de estudio y la falta de articulación del marco normativo para dar respuesta a estas barreras. Las políticas públicas que se busque implementar en el mercado de la leña para la transición energética, deben poner especial atención en disminuir la pobreza energética de los hogares, de tal forma de obtener sinergias entre una mejora de la eficiencia térmica de las viviendas y una disminución del efecto rebote esperado y, por lo tanto, un aumento de la efectividad de la política.

Además, enfrentar los tres obstáculos transversales al mercado de la leña es un paso necesario para responder de forma adecuada a la complejidad de este mercado de forma integral. La hiperfragmentación normativa demanda urgentemente un abordaje sistémico que permita dotar de articulación y coherencia al cuerpo legal vigente, identificando aquellos puntos clave que no están siendo abordados para regularlos y de esta forma facilitar la transformación que necesita este mercado. Las iniciativas orientadas a reconocer legalmente la leña como combustible deben considerar la necesidad de producir información robusta y adecuada al mercado de la leña para permitir avanzar en forma efectiva en una serie de desafíos pendientes en este mercado.

En primer lugar, contribuiría a establecer una fiscalización que asegure la calidad y la seguridad de la leña, de manera que no represente un peligro para la sociedad y su entorno socio ecológico. Además, una mejor calidad permitiría reducir las emisiones asociadas en una mayor magnitud a la leña húmeda. En segundo lugar, haría posible tratar la informalidad e invisibilidad con que actualmente opera gran parte del mercado de la leña, resultando en una pérdida anual estimada en millones de dólares para el Fisco de Chile producto de elusión de los tributos que debieran pagar por su intermediación (RedPE, 2020). Por último, crearía las condiciones para institucionalizar una cadena de control que asegure que la leña provenga de bosques manejados. La articulación no solo interpela a los cuerpos jurídicos sino también a la institucionalidad asociada y en general a la gobernanza difusa que hay en torno a este problema, la que también debe fortalecer sus mecanismos de coordinación y de atribución de responsabilidades. Igualmente, se debe considerar que la regulación de la leña como biocombustible tiene como probable consecuencia un aumento de los precios de esta debido a los costos asociados a mejorar la calidad y el aumento de productos vendidos con IVA. En esta línea, contar por ejemplo con estadísticas macroeconómicas

básicas es de vital importancia para el diseño de políticas que incluyan a los agentes de este mercado sin producir efectos indeseados como el aumento de la pobreza energética y/o el detrimento de las economías locales (Reyes et al., 2018c), los que a su vez merman la efectividad de la política. Por esto, la regulación debe ir acompañada con mecanismos de apoyo a los hogares que presenten dificultades en financiar estos costos, permitiendo evitar efectos colaterales como el aumento en los umbrales económicos o la pobreza energética que deben enfrentar los hogares.

En el sur del país, transición energética, deforestación, contaminación atmosférica y pobreza energética son problemas que deben ser enfrentados de forma articulada, considerando los co-impactos y co-beneficios que pueden tener las medidas de política pública. Futuras investigaciones desde enfoques de justicia ambiental podrían contribuir a enfatizar la importancia de considerar como parte del análisis los efectos que pueden venir asociados a medidas que buscan transformar estructuras sociales. En ese contexto, los actores del mercado de la leña y sus particulares características han sido poco considerados en la política pública. Los productores y comercializadores corresponden fundamentalmente a población de escasos ingresos, con un bajo nivel educativo y, por consecuencia, con limitadas oportunidades laborales, incidiendo en altos niveles de precarización laboral e informalidad de las fuentes de ingresos que les provee este mercado para su subsistencia. Por otro lado, los consumidores enfrentan una alta demanda energética que incide en sus niveles de pobreza energética, capacidad de compra de la leña en verano y posibilidades de acceder a sustitutos energéticos. Observar los procesos mencionados desde la justicia ambiental permitiría considerar la importancia de mejorar las condiciones laborales y de calidad de vida de las personas que hoy se articulan en torno a este mercado.

En conclusión, es urgente avanzar en el fortalecimiento de un marco normativo común que defina claramente roles y responsabilidades, y que reconozca la leña como biocombustible, especificando su tratamiento diferenciado respecto a los otros tipos de combustibles, y reconociendo su importancia para las economías locales, buscando fórmulas que permitan que el recurso sea utilizado de forma sustentable y sin poner en riesgo su disponibilidad para generaciones futuras. En este camino, la reducción de la demanda energética de las viviendas es clave para lograr reducir el gasto de las familias en calefacción. Avanzar en esta dirección implica reconocer la complejidad que hay detrás de las estructuras que sostienen este mercado para aspirar a transformarlas con un enfoque de transición justa. Se espera que el presente artículo sea un aporte en esta dirección.

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este artículo agradecen al Instituto Forestal y al Observatorio de los Combustibles Derivados de la Madera por la información brindada. También al Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2, a la Red de Pobreza Energética (RedPE), al Fondecyt Nº11180824 y al Núcleo de Estudios Sistémicos Transdisciplinarios (NEST-r3).

REFERENCIAS

AIFBN (Agrupación de Ingenieros Forestales por el Bosque Nativo). 2009a. Proyecto "Leña, energía renovable para la conservación de los bosques nativos del sur de Chile". Boletín técnico Proyecto Leña: Informe N° 1. Valdivia, Chile: Bosque Nativo.

AIFBN (Agrupación de Ingenieros Forestales por el Bosque Nativo). 2009b. Proyecto "Leña, energía renovable para la conservación de los bosques nativos del sur de Chile". Boletín técnico Proyecto Leña: Informe N° 2. Valdivia, Chile: Bosque Nativo.

AIFBN (Agrupación de Ingenieros Forestales por el Bosque Nativo). 2009c. Proyecto "Leña, energía renovable para la conservación de los bosques nativos del sur de Chile". Boletín técnico Proyecto Leña: Informe N° 3. Valdivia, Chile: Bosque Nativo.

Amigo C., 2019. Cultura y vulnerabilidad energética territorial: El problema de la contaminación en Coyhaique. Tesis para optar al grado de Magíster en Análisis Sistémico aplicado a la Sociedad. Santiago, Chile: Universidad de Chile.
Banco Central, 2019. Cuentas Nacionales de Chile PIB Regional 2019.

Bhatia, M., Angelou, N., 2014. Capturing the Multi-Dimensionality of Energy Access. Livewire: A Knowledge Note Series for the Energy y Extractives Global Practice Knowledge Note Series for the Energy y Extractives Global Practice, 1–8.

Bhatia, M., Angelou, N., 2015. Beyond connections. Energy Access Redefined ESMAP Technical Report. https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/24368 License: CC BY 3.0 IGO

Boardman, B., 1991. Fuel poverty: From cold homes to affordable warmth. Pinter Pub Limited.

Boardman, B., 2014. Fixing Fuel Poverty. In Fixing Fuel Poverty. https://doi.org/10.4324/9781849774482

Boletín 669-01 de 1992 [Cámara de Diputados]. Proyecto de ley de recuperación del bosque nativo y de fomento forestal. 28 de abril de 1992. Bopp, C., Engler, A., Jara-Rojas, R., Arriagada, R., 2019. Are forest plantation subsidies affecting land use change and of-farm income? A farm-level analysis of Chilean small forest landowners. Land Use Policy 91, 104308.

Boso, À., Ariztía, T., Fonseca, F., 2017. Usos, resistencias y aceptación de tecnologías energéticas emergentes en el hogar. El caso de la política de recambio de estufas en Temuco, Chile. Revista *Internacional De Sociología 75*(4), Artículo e078. https://doi.org/10.3989/ris.2017.75.4.17.04

Bustos, Y., Ferrada, L., 2017. Consumo residencial de leña, análisis para la ciudad de Osorno en Chile. Idesia 35(2), 95-105. http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292017005000024

CDT (Corporación de Desarrollo Tecnológico), 2012. Propuesta de medidas para el uso eficiente de la leña en la Región Metropolitana de Santiago. Ministerio de Energía. https://bit.ly/3vLxpTe

CDT (Corporación de Desarrollo Tecnológico), 2015. Medición del consumo nacional de leña y otros combustibles sólidos derivados de la madera. Ministerio de Energía. https://bit.ly/314fMzK

CDT (Corporación de Desarrollo Tecnológico), 2019. Informe final de usos de la energía de los Hogares Chile 2018. Ministerio de Energía. https://bit.ly/3cQguX3

CONAF (Corporación Nacional Forestal), 2017a. Nota Informativa N°16: Diagnóstico de medios, estándares y actores involucrados en el proceso de comercialización de leña, en el marco de la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV).
CONAF (Corporación Nacional Forestal), 2017b. Nota Informativa N°7: Identificación y priorización de causas de deforestación de vegetación y degradación de los recursos vegetacionales y problemas asociados para aumentar su cobertura y calidad como bases para el diseño de las medidas de acción de la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV).

CONAF (Corporación Nacional Forestal), 2018. Diseño y levantamiento de información clave para enfrentar causales de deforestación y degradación forestal por uso insostenible de biomasa en

el marco de la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV).

Corporación de Certificación de Leña, 2013. Elaboración de Estudio de Diagnóstico del Mercado de Leña en las Regiones de La Araucanía, Los Ríos, Los Lagos y Aysén.

Díaz, L., Carimán, E., Moncada, J., 2013. Informe final: Estudio de consumo y caracterización del uso de la leña en la ciudad de Osorno. Universidad Católica de Temuco.

Frêne, C., Núñez, M., 2010. Hacia un nuevo Modelo Forestal en Chile. Bosque Nativo 47, 25–35.

Galvin, R., 2015. "Constant" rebound effects in domestic heating: Developing a cross-sectional method. Ecological Economics 110, 28–35. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.12.016

Galvin, R., Sunikka-Blank, M., 2016. Quantification of (p)rebound effects in retrofit policies - Why does it matter? Energy 95, 415–424. https://doi.org/10.1016/j.energy.2015.12.034

Gómez-Lobo, A., Lima, J. L., Hill, C., Meneses, M., 2006. Informe final: Diagnóstico del Mercado de la Leña en Chile. Centro de microdatos de la Universidad de Chile.

Heilmayr, R., Echeverría, C., Fuentes, R., Lambin, E.F.A., 2016. Plantation-dominated forest transition in Chile. Appl. Geogr. 75, 71–82.

Heilmayr, R., Echeverría, C., Lambin, E.F., 2020. Impacts of Chilean forest subsidies on forest cover, carbon and biodiversity. Nat Sustain 3, 701–709. https://doi.org/10.1038/s41893-020-0547-0

Huneeus, N., Urquiza, A., Gayó, E., Osses, M., Arriagada, R., Valdés, M., et al., 2020. Informe a las naciones: El aire que respiramos: pasado, presente y futuro – Contaminación atmosférica por MP2,5 en el centro y sur de Chile (ANID/FONDAP/15110009). Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2) - Universidad de Chile http://www.cr2.cl/wp-content/uploads/2020/09/Informe_Contaminacion_Espanol_2020.pdf

INE (Instituto Nacional de Estadísticas), 2017. Censo de Población y Vivienda 2017 [Base de Datos], Chile, disponible en http://www.censo2017.cl/microdatos/, último acceso: 20 de Octubre de 2020.

INE (Instituto Nacional de Estadísticas), 2019. Boletín Estadístico No 254: Empleo Trimestral.

INFOR (Instituto Forestal), 2019. Sistema nacional de monitoreo del consumo de leña y otros biocombustibles sólidos. Base de datos no publicada.

Ley 18.695 de 1988 [Ministerio del Interior]. Ley orgánica constitucional de municipalidades. 31 de marzo de 1988. Norma refundida por DFL-1 (2006).

Ley 19.561 de 1998 [Ministerio de Agricultura]. Modifica el decreto ley Nº701, de 1974, sobre fomento forestal. Última versión 1 de marzo de 2020.

Ley 20.283 de 2008 [Ministerio de Agricultura]. Ley sobre recuperación del bosque nativo y fomento forestal. 28 de abril de 1992.

Ley 20.488 de 2011 [Ministerio de Agricultura]. Prorroga vigencia del decreto ley n° 701, de 1974, y aumenta incentivos a la forestación. 3 de enero de 2011.

Ley N°20.417 Crea el Ministerio, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente. Diario Oficial de la República de Chile, 26 de enero de 2010. http://bcn.cl/2fade

Ley N°19.300 Bases Generales del Medio Ambiente. Diario Oficial de la República de Chile. 09 de marzo de 1994. http://bcn.cl/2f707Mardones, C. (2017). Informe final: Elaboración de evaluación ex-post de Plan de Descontaminación Atmosférica Temuco. www.iit.udec.cl

Ministerio de Desarrollo Social y Familia, 2017. Encuesta de caracterización socioeconómica nacional (CASEN). http://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/encuesta-casen-2017

Ministerio de Energía, 2015. Asesoría para el Análisis del Mercado de Leña y establecimiento de un Modelo de Negocios para un Centro de Acopio y Secado de Leña en la ciudad de Coyhaique

Miranda, A., Altamirano, A., Cayuela, L., et al., 2017. Native forest loss in the Chilean biodiversity hotspot: revealing the evidence. Reg Environ Change 17, 285–297. https://doi.org/10.1007/s10113-016-1010-7

Nahuelhual, L., Carmona, A., Lara, A., Echeverría, C., González, M. E., 2012. Land-cover change to forest plantations: proximate causes and implications for the landscape in south-central Chile. Landsc. Urban Plan. 107, 12–20.

Ortega, V., Reyes, R., Schueftan, A., González, 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. En Boletín BES, Bosques - Energía - Sociedad, Año 2. N° 3. Observatorio de los Combustibles Derivados de la Madera OCDM. Instituto Forestal. http://a2s.cl/nuevo/wp-content/uploads/2018/01/BES-03-.pdf

OMS, 2005. Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. Actualización mundial 2005. OMS, 5(1), 1–21. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69478/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf%0Ajsessionid=970454FA25DFB60943EBC3409FF7E87B?sequence=1

RedPE (Red de Pobreza Energética), 2019. Acceso equitativo a energía de calidad en Chile. Hacia un indicador territorializado y tridimensional de pobreza energética.

RedPE (Red de Pobreza Energética), 2020. Caracterización del mercado de la leña y sus barreras para la transición energética.

Resolución 4 Exenta de 2018 [Ministerio de Energía]. Por la cual se fija un estándar mínimo de eficiencia energética para equipos de aire acondicionado. 14 de febrero de 2018.

Reyes, R., Neira, E., 2012. Leña, energía renovable para la conservación de los bosques nativos de Chile. Agrupación de Ingenieros Forestales por el Bosque Nativo. MIRA ediciones, Valdivia, Chile

Reyes, R., 2017. Consumo de combustibles derivados de la madera y transición energética en la Región de Los Ríos, periodo 1991-2014. En Informes Técnicos BES, Bosques - Energía - Sociedad, Año 3. N° 6. Enero 2017. Observatorio de los Combustibles Derivados de la Madera OCDM. Instituto Forestal.

Reyes, R., Nelson, H., Zerriffi, H., 2018a. Firewood: Cause or consequence? Underlying drivers of firewood production in the South of Chile. Energy for Sustainable Development 42, 97–108. https://doi.org/10.1016/j.esd.2017.10.006

Reyes, R., Sagardía, R., Schueftan A., 2018b. Consumo de combustibles derivados de la madera y transición energética en la Región del Maule. En: Informes técnicos BES, Bosques - Energía - Sociedad, Año 4. Nº 8. Enero 2018. Observatorio de los Combustibles Derivados de la Madera OCDM. Instituto Forestal, Chile. p. 24

Reyes, R., Schueftan, A., Ruiz, C., 2018c. Control de la contaminación atmosférica en un contexto de pobreza de energía en el sur de Chile: Los efectos no deseados de la política de descontaminación. En Informes técnicos BES, Bosques - Energía - Sociedad, Año 4. N° 9. Marzo 2018. Observatorio de los Combustibles Derivados de la Madera OCDM. Instituto Forestal.

Reyes, R., Sanhueza, R., Schueftan, A., 2020. Consumo de combustibles derivados de la madera en la región de O'Higgins: El desconocido rol de frutales y viñas en el abastecimiento regional de energía. En Informes técnicos BES, Bosques - Energía - Sociedad, Año 6. N° 11. Enero 2020. Observatorio de los Combustibles Derivados de la Madera OCDM. Instituto Forestal.

Rivas, E., 2016. Producción y Venta de Leña en comunidades indígenas de San Juan de la Costa. Santiago, Chile: CONADI y AIFBN

Román, B., Lozada, P., Ortega, Y., Neira, E., 2016. Encadenamientos productivos de leña y madera nativa en las regiones de Los Ríos y Los Lagos y propuestas para su desarrollo. AIFBN 2016.

Schueftan, A., González, A. D., 2013. Reduction of firewood consumption by households in south-central Chile associated with energy efficiency programs. Energy Policy 63, 823–832. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.08.097

Schueftan, A., González, A. D., 2015. Proposals to enhance thermal efficiency programs and air pollution control in south-central Chile. Energy Policy 79, 48–57. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2015.01.008

Schueftan, A., Sommerhoff, J., González, A., 2016. Demanda de leña y políticas de energía en el centro-sur de Chile. En Boletín BES, Bosques - Energía - Sociedad: Observatorio de los combustibles derivados de la madera. Instituto Forestal.

SNCL (Servicio Nacional de Certificación de Leña), 2017. Informe final: Diagnóstico de medios, estándares y actores involucrados en la comercialización de leña a nivel nacional. Ministerio de Agricultura.
UACH (Universidad Austral de Chile), 2013. Evaluación del mercado de biomasa y su potencial: Estimación de superficie disponible para el establecimiento de plantaciones dendroenergéticas. Ministerio de Energía.

Urquiza, A., Cortés Oggero, J., Neira Espinoza, I., 2019. Cambio climático y desigualdades sociales: desafíos y oportunidades para la coordinación y gobernanza global-local. Revista de Justicia Ambiental, 25-32.

BES

BOSQUES | ENERGÍA | SOCIEDAD

N° 13 | SEP. 2021

Proyecto apoyado por CORFO

Ministerio de Energía

Gobierno de Chile