



Proyecto /Adquisición No 1285-34-A107

DISEÑO Y EVALUACIÓN DE INSTRUMENTOS
ECONÓMICOS PARA APOYAR LA PRODUCCIÓN,
COMERCIALIZACIÓN Y USO DE LEÑA SECA

INFORME FINAL

Temuco, 15 de Enero de 2008

TITULO DEL PROYECTO

Diseño y Evaluación de Instrumentos
Económicos para Apoyar la Producción,
Comercialización y Uso de Leña Seca

REQUIRENTE

CONAMA, Región de la Araucanía
Proyecto/Adquisición No 1285-34-A107

UNIDAD EJECUTORA

Universidad de Concepción

JEFE DE PROYECTO

Carlos Chávez Rebolledo
Departamento de Economía
Fono (41) 2203067
Fax (41) 2254591
E-mail: cchavez@udec.cl

EQUIPO DE TRABAJO

Investigador Responsable

Carlos Chávez

Investigadores

Walter Gómez

Silvana Suanes

Sandra Briceño

Este documento debe citarse:

Chávez, C., Gómez, W., Suanes, S. y Briceño, S. “Diseño y Evaluación de Instrumentos Económicos para Apoyar la Producción, Comercialización y Uso de Leña Seca“, año 2008, Informe Final. Proyecto/Adquisición No 1285-34-A107.



INDICE

1.	Introducción	1
2.	Objetivos	3
2.1.	Objetivo General	3
2.2.	Objetivos Específicos	3
3.	Antecedentes Generales	4
3.1.	Antecedentes sobre problemas de contaminación y uso de leña en zonas urbanas.	4
3.2.	Antecedentes sobre incentivos económicos para control de la contaminación.	6
4.	Antecedentes sobre Precios en la Comercialización de la Leña en Temuco.	8
4.1.	Análisis de diferencias en los precios de la leña en Temuco para determinar la viabilidad de un subsidio a la demanda por leña seca.	8
4.1.1.	Procesamiento y análisis de Información sobre Precios de Leña Disponible.	9
4.2.	Análisis Socio Económico sobre el consumo de Leña para las Comunas de Temuco y Padre Las Casas.	16
5.	Objetivo Específico 1.	22
5.1.	Identificación, análisis y selección de instrumentos económicos para apoyar la producción, comercialización y uso de leña seca.	22
5.2.	Análisis de Instrumentos Económicos Ambientales. Determinación de concepto y requisitos legales.	24
5.3.	Selección de Instrumentos.	29
6.	Objetivo Específico 2.	32
6.1.	Análisis Costo-Efectividad de Programas de Subsidios.	32
6.1.1.	Subsidio a la Demanda de Leña Seca.	32
6.1.1.1.	Metodología.	32



6.1.1.2.	Resultados	38
6.1.2.	Subsidio a los Productores de Leña Seca.	45
6.1.2.1.	Aspectos Generales.	45
6.1.2.2.	Metodología y resultados.	47
6.1.2.2.1.	Subsidio al costo de oportunidad asociados al secado.	49
6.1.2.2.2.	Subsidio al capital de trabajo extra requerido.	55
7.	Objetivo Específico 3.	57
7.1.	Requerimientos Administrativos-Institucionales para el Uso de Incentivos Económicos.	57
7.2.	Fiscalización para el Cumplimiento de Regulaciones Ambientales: Aspectos Conceptuales.	59
7.2.1.	Decisión de Cumplimiento.	59
7.2.2.	Costos de Fiscalización.	61
7.2.2.1.	Identificación de Costos.	62
7.2.3.	Elementos para un diseño de Fiscalización destinado a inducir cumplimiento de medidas para incentivo de producción, comercialización y uso de leña seca en Temuco y Padre Las Casas.	63
7.2.3.1.	Focalización de Esfuerzo de Vigilancia.	63
7.2.3.2.	Diseño de sanciones para inducir cumplimiento.	63
7.3.	Análisis Factibilidad Legal	65
7.3.1.	Análisis Normativo del Ciclo Producción-Comercialización-Uso de Leña.	65
7.3.1.1.	Regulación de tala de bosque para elaboración de leña.	66
7.3.1.2.	Regulación de la comercialización de leña.	68
7.3.1.3.	Regulación al Uso o Consumo de leña.	69
7.3.2.	Análisis de factibilidad Legal de Instrumentos Económicos Reconocidos por la Legislación Nacional para la obtención de Metas Ambientales: Tributos e Incentivos.	70
7.3.2.1.	Los Tributos.	70
7.3.2.2.	Los Incentivos.	73
	i) Subsidios.	73
	ii) Préstamos blandos.	77



8.	Conclusiones y Recomendaciones.	79
	Referencias.	82
	Anexos	85
	Anexo 1	85
	<i>Antecedentes sobre Mercado de Leña en Temuco y Padre Las Casas.</i>	85
	<i>Antecedentes de los Productores de Leña</i>	85
	<i>Antecedentes de los Comercializadores de Leña</i>	87
	<i>Antecedentes de los Consumidores de Leña</i>	89
	Anexo 2	92
	<i>Equivalencias de Precios Normalizados en m³ estéreo, año 2005.</i>	92
	<i>Equivalencias de Precios Normalizados en m³ estéreo, año 2006.</i>	92
	<i>Equivalencias de Precios Normalizados en m³ estéreo, año 2007.</i>	93
	Anexo 3	94
	<i>Cálculo del consumo en Kilocalorías por m³ según humedad de la Leña.</i>	94
	Anexo 4	95
	<i>Parámetros utilizados para estimar el consumo y las emisiones</i>	95
	<i>Estimación de consumo.</i>	95
	<i>Estimación de las emisiones.</i>	97



INDICE DE TABLAS, FIGURAS Y GRÁFICOS

Tabla 1.	Total Observaciones para Análisis de Precios de Leña en Temuco.	10
Tabla 2.	Estadística Descriptiva.	11
Tabla 3.	Porcentaje de Observaciones según Especie y Humedad de la Leña.	11
Tabla 4.	Comparativo Precios por Fuente de Abastecimiento.	12
Gráfico 1.	Precios de Leña en Camiones y Leñerías de Temuco según humedad.	13
Tabla 5.	Equivalencias de Precios Normalizados en m ³ estéreo, para los meses de Julio.	14
Tabla 6.	Precios por m ³ estéreo y por kilocaloría según humedad para el tipo de leña nativo.	15
Tabla 7.	Emisiones de Material Particulado (MP10) en Temuco y Padre Las Casas.	16
Tabla 8.	Información Demográfica Temuco y Padre Las Casas.	17
Tabla 9.	Consumo de Leña por Nivel Socio-Económico para Temuco y Padre las Casas.	18
Tabla 10.	Estimación de Consumo Promedio Anual por Hogar para Temuco y Padre Las Casas.	18
Tabla 11.	Frecuencia de Gastos Mensuales en Combustibles para Calefaccionar, Cocinar y Calentar Agua (\$del 2000 por mes).	19
Tabla 12.	Promedio del Ingreso Total en Hogares por Quintil.	20
Tabla 13.	Promedio del Monto en SAP para Hogares según Quintil.	20
Tabla 14.	Porcentaje de Consumo de Leña Declarado por los Hogares.	21
Tabla 15.	Caracterización de Escenario Base Utilizados en las Simulaciones de Impacto de Subsidio a la Demanda sobre Consumo de Leña Seca en Temuco y Padre Las Casas.	36
Tabla 16.	Efectos de Subsidios a la Demanda sobre Precio de Leña Seca en Temuco y Padre Las Casas usados en simulaciones.	37
Tabla 17.	Cambio Porcentual en Cantidad Consumida de Leña Seca en Temuco y Padre Las Casas según Programa de Subsidio y Parámetro de Elasticidad de Demanda Leña Seca.	39
Tabla 18.	Porcentaje de Leña Seca Consumida en Temuco y Padre Las Casas según Programa de Subsidio y Parámetro de Elasticidad de Demanda de Leña Seca.	41
Tabla 19.	Gasto en Subsidio según Programa de Subsidio al Consumo de Leña Seca y Elasticidad Seleccionada en Temuco y Padre Las Casas (Mill de \$).	42



Tabla 20.	Nivel de Emisiones de Material Particulado (MP-10) en Temuco y Padre Las Casas según Programa de Subsidio al Consumo de Leña Seca.	43
Tabla 21.	Cambio en el Nivel de Emisiones de Material Particulado (MP-10) en Temuco y Padre Las Casas según Programa de Subsidio al Consumo de Leña Seca y Elasticidad Seleccionada.	44
Tabla 22.	Costo Efectividad según Programa de Subsidio al Consumo de Leña Seca y Elasticidad Seleccionada en Temuco y Padre Las Casas (Mill de \$).	45
Tabla 23.	Escenarios para el % del precio de la leña húmeda en Temuco y Padre Las Casas que obtienen los productores (\$/m3 estéreo)	50
Tabla 24.	Escenarios de costo de oportunidad para los productores del secado de la leña (\$/m3 estéreo) utilizando una tasa de 1,4% de interés mensual.	51
Tabla 25.	Consumo estimado de leña seca para distintos escenarios del mercado (m3 estéreo anuales).	52
Tabla 26.	Costos totales (Mill \$ al año) de subsidiar toda la leña seca a consumir para distintos escenarios de consumo y de precios al productor.	53
Tabla 27.	Costo Efectividad según Programa de Subsidio al secado de Leña orientado a Productores y distintos escenarios de precios (Mill de \$/ton. Reducida al año).	54
Tabla 28.	Costos de producción de un metro cúbico de leña.	55
Tabla 29.	Costo de financiar el capital de trabajo requerido para preparar anticipadamente el secado de toda la leña a consumir (Mill de \$).	56



1. Introducción

La Comisión Nacional del Medio Ambiente, Región de la Araucanía ha encargado a la Universidad de Concepción el estudio titulado “Diseño y Evaluación de Instrumentos Económicos para Apoyar la Producción, Comercialización y Uso de Leña Seca“. Este estudio pretende analizar implicancias y factibilidad de aplicar instrumentos económicos en las distintas etapas de la cadena de producción, comercialización y uso de leña, con el objeto de asegurar uso de leña seca. El presente informe constituye el Informe Final de este proyecto.

El informe se estructura en un total de ocho secciones. Luego de esta introducción, en la sección 2 se presentan el objetivo general y los objetivos específicos del estudio. En la sección 3 se presentan antecedentes generales considerados en el estudio con relación a problemas de contaminación en zonas urbanas del centro-sur de Chile y al uso de incentivos económicos para el diseño de política ambiental. La sección 4 presenta un análisis sobre los precios de leña según su contenido de humedad y fuente de abastecimiento que sirve de base para la definición del precio de referencia sobre el cual se trabaja en las secciones subsiguientes del trabajo. Se incluye también aquí una revisión de antecedentes socio-económicos y de emisiones de contaminantes del consumo de leña para calefacción de los hogares en las dos comunas consideradas. Las secciones 5, 6, y 7 reportan la metodología utilizada y los resultados obtenidos en el cumplimiento de los tres objetivos específicos del estudio. En la sección 5 se identifican y analizan instrumentos económicos para apoyar la producción, comercialización y uso de leña seca. El análisis de esta sección considera los instrumentos desde la perspectiva económica y también desde la perspectiva de su determinación de concepto y requisitos legales. El análisis realizado permite identificar instrumentos específicos a ser evaluados. En la sección 6 se evalúan alternativas de programas de subsidio tanto al consumo de leña seca como también a la producción de ésta. El análisis considera la exploración de efectos económicos y ambientales de las medidas (costo-efectividad). Un análisis referido a requerimientos de tipo administrativo-institucionales, actividades de fiscalización, y de factibilidad legal de



los programas propuestos se presenta en la sección 7. Finalmente, en la sección 8 se discuten recomendaciones y conclusiones del estudio.

El informe incluye además, un listado detallado de las referencias bibliográficas y documentales utilizadas, así como también cuatro Anexos.



2. Objetivos

En esta sección se establecen el objetivo general y los objetivos específicos solicitados por el mandante.

2.1. Objetivo General

Analizar implicancias y factibilidad de aplicar instrumentos económicos en las distintas etapas de la cadena de producción, comercialización y uso de leña, con el objeto de asegurar uso de leña seca.

2.2. Objetivos Específicos

i). Para cada uno de los instrumentos económicos identificados realizar análisis bajo tres escenarios distintos: su posibilidad de inclusión en la versión definitiva del PDA de Temuco y Padre Las Casas, su posibilidad de inclusión en actualizaciones del PDA o en otros planes de zonas saturadas a causa del uso de leña, y la posibilidad de su implementación más allá del marco de un PDA en todas las ciudades que utilizan leña.

ii). Para cada uno de los instrumentos económicos identificados realizar análisis de implicancias y factibilidad recogiendo las particularidades de Temuco y Padre Las Casas (con su PDA) y recogiendo la situación en términos genéricos de todo el territorio nacional que utiliza leña.

iii). Análisis de factibilidad del punto de vista socioeconómico y legal.



3. Antecedentes Generales

En esta sección se presentan y discuten antecedentes generales que proveen un marco relevante para el desarrollo de la Propuesta Técnica. Específicamente, primero se presentan y discuten antecedentes generales respecto a problemas de contaminación y su relación con el consumo de leña en zonas urbanas del centro-sur de Chile. Segundo, se presentan también antecedentes generales respecto al uso de incentivos económicos para el control de la contaminación.

3.1. Antecedentes sobre problemas de contaminación y uso de leña en zonas urbanas

Entre diversos problemas ambientales que enfrenta nuestro país, destaca el de la contaminación del aire en zonas urbanas, especialmente en regiones del centro y sur. No obstante que el problema de contaminación del aire de la ciudad de Santiago es el más conocido y está ampliamente documentado, generando de paso mayor atención de parte de las autoridades reguladoras, los problemas asociados al deterioro de la calidad del aire se han extendido a regiones, aunque debido a causas muy diferentes. Mientras en la Región Metropolitana el origen del problema de calidad del aire se encuentra en la actividad de una diversidad de fuentes contaminantes, entre ellas, fuentes fijas, principalmente calderas de calefacción, calderas industriales, y procesos industriales, fuentes móviles (automóviles y buses), polvo en suspensión, y quemas agrícolas; en un número creciente de ciudades y comunas urbanas de menor tamaño relativo localizadas en diversas regiones de la zona centro-sur del país, el problema es causado principalmente por la demanda de parte de los hogares de energía para calefacción, y cocción de alimentos. En estas localidades, en que habita parte importante de la población urbana del país fuera de la Región Metropolitana, el problema se reproduce durante cada temporada de otoño e invierno, por las bajas temperaturas, típicamente, esto incluye el periodo Marzo-Septiembre. Este es el caso, por



ejemplo, de ciudades como Rancagua, Talca, Chillán, Coyhaique, Los Ángeles, Temuco y Osorno, entre otras.

El caso de contaminación del aire en zonas urbanas fuera de la Región Metropolitana mayormente documentado hasta el momento, es el de la intercomuna de Temuco y Padre Las Casas. Se estima que, considerando ambas localidades, en las que habita 350.000 personas (35% de la población de la Región de la Araucanía), cerca de un 90% de las emisiones totales anuales de material particulado, principal contaminante de la zona, son originadas por la combustión de leña en alrededor de 86.000 viviendas. En términos gruesos se estima además, que el número total de puntos de descarga de contaminantes (tubos de cocinas a leña, salamandras, estufas a leña, etc.) alcanzaría una cifra cercana a las 100.000 en las referidas comunas. Se trata de un desafío mayor desde el punto de vista de diseño regulatorio ya que se tiene un gran número de pequeñas fuentes de contaminación, que contribuyen al problema como consecuencia de actividades destinadas al bienestar familiar y del hogar. Cabe señalar que para el problema de contaminación esbozado se están diseñando alternativas de solución y se espera decrezca como resultado de la aplicación de dichas alternativas.

Otro caso similar se tiene en la ciudad de Chillán, aunque menos estudiado, es también útil para ilustrar el problema de contaminación. La ciudad está en rápido crecimiento, y de acuerdo al último censo, habitan en ella cerca de 200 mil habitantes. Un estudio destinado a medir la presencia de contaminación por material particulado en la ciudad, y que fue recientemente publicado, sugiere que, para datos recogidos durante el periodo 2001-2003, la concentración de material particulado se encontraba a niveles altos comparables a aquellos medidos para la ciudad de Santiago, niveles que exceden estándares de Estados Unidos y Europa (Celis, *et. al.* 2006). Los niveles cuantificados de material particulado en Chillán fueron altos durante la temporada de invierno, y pueden ser asociados a condiciones tanto climáticas como antropogénicas, entre estas últimas, el alto consumo de leña de los hogares. La situación, aunque no documentada científicamente,



entre otros, por la escasez de redes de monitoreo de calidad del aire, tiende a repetirse en una cantidad de zonas urbanas del país.¹

3.2. Antecedentes sobre incentivos económicos para control de la contaminación

El control de la contaminación y el consecuente mejoramiento de la calidad ambiental puede ser logrado a través de diversas formas de regulación. La clasificación tradicional de políticas ambientales incluye instrumentos económicos (impuestos o cargos, subsidios, sistema de permisos de emisión transferibles) e instrumentos de “comando y control” (estándares tecnológicos aplicables a equipos de combustión, estándares de emisión). El interés por el uso de instrumentos económicos es creciente, y se explica porque éstos ofrecen la posibilidad de mejorar la calidad ambiental a costos menores que los ocasionados por alternativas de regulación tradicionales del tipo “comando y control”.

Instrumentos económicos para regular el consumo de leña no han sido al parecer explorados en el caso chileno. Tampoco existe una documentación amplia sobre los incentivos económicos para este propósito específico, ni estudios sobre su eficiencia y o factibilidad. En este sentido el trabajo cuyo resultado aquí se presenta, tiene un carácter pionero, en tanto el problema de contaminación debido al consumo de leña húmeda está presente en varias ciudades del centro y sur del país.

Recientemente se ha publicado el anteproyecto para un Plan de descontaminación atmosférica para Temuco. Del mismo modo, y quizás agobiados por el problema que se reproduce cada año, algunos municipios, como por ejemplo Chillán, han aprobado ordenanzas que restringen el uso de leña húmeda para calefacción en hogares. Una duda razonable es si las medidas hasta ahora anunciadas significarán para la población afectada

¹ Los principales efectos económicos producidos por la contaminación del aire están asociados con los costos derivados de impactos en la salud de la población. Específicamente, a nivel internacional está ampliamente documentada la relación estadística entre el deterioro de la calidad del aire y el incremento de las enfermedades respiratorias. Mientras ensuciar el aire genera costos, limpiarlo genera beneficios.



algo más que una declaración de buenas intenciones. Considerando la importancia en los presupuestos familiares del gasto en energía así como los bajos ingresos que caracterizan a los hogares de la Región de la Araucanía, es difícil esperar respuestas rápidas y masivas a llamados a modificar formas tradicionales de adquisición y consumo de leña. Más difícil aun es esperar que se produzca una renovación masiva de equipos de calefacción menos contaminantes pero de alto costo.

Reconociendo que es inviable una prohibición total al uso de leña en las ciudades del centro y sur del país, este estudio evalúa desde el punto de vista económico y legal una combinación de incentivos económicos que, al menos en parte de los consumidores, induzca cambios en los patrones de consumo de leña (específicamente fomentar el uso de leña seca y reducir el consumo de leña húmeda). Estos cambios podrían generar mayores efectos que sólo llamados a una conducta ambientalmente responsable.



4. Antecedentes sobre Precios en la comercialización de la Leña en Temuco.

Esta sección se estructura en dos partes; la primera presenta un análisis de la diferencia de precios de leña basado en información sobre los reportes de contenido de humedad de la leña en Temuco y Padre Las Casas, suministrados por CONAMA Región de la Araucanía, para los años 2005-2007. La segunda parte, presenta algunos antecedentes socio-económicos y de emisiones de contaminantes originados a partir del consumo de leña para calefacción de los hogares en las dos comunas consideradas.

4.1. Análisis de diferencias en los precios de la leña en Temuco para determinar la viabilidad de un subsidio a la demanda por leña seca.

Los instrumentos económicos tienen como objetivo influir en las decisiones de comportamiento o elección de los agentes, al modificar los precios de los mercados sobre los que se desea intervenir. Específicamente, para el mercado de leña en las comunas de Temuco y Padre Las Casas, se evalúan instrumentos económicos que incentiven el consumo de leña seca, interviniendo su precio, de manera que el consumo de leña seca sea más barato o a lo menos igual, que el consumo de fuentes alternativas (leña húmeda).

Para tal efecto, en la siguiente sub-sección se estudia el nivel de precios promedio de la leña comercializada, considerando la cantidad de humedad registrada, la fuente de abastecimiento (camión ó leñería) y el tipo de leña. Este análisis pretende verificar la existencia de un diferencial de precios entre el precio de la leña seca y el de la leña húmeda que permita justificar una evaluación al uso de instrumentos económicos (como los subsidios), para incentivar el consumo de leña seca en la intercomuna.

Adicionalmente, para el análisis de la aplicación de cualquier tipo de incentivo a la demanda y/u oferta de leña seca, es importante tener claridad sobre los volúmenes de leña que intervienen en la cadena de producción y comercialización de las comunas de



Temuco y Padre Las Casas. Considerando estudios previos que caracterizan el mercado de leña en la intercomuna, se identifican tres agentes principales dentro del proceso: productores, comercializadores y consumidores.²

La información disponible con respecto a los volúmenes de leña trabajados por cada agente no es homogénea entre estudios y al interior de los mismos se registran vacíos contables. Por ejemplo, el estudio más reciente sobre consumo de leña en Temuco y Padre Las Casas (DICTUC, 2007), señala un consumo cercano a los 587 mil m³/año, mientras que otra estimación presentada por VITAE-CENMA-CONAMA (2002), indica un consumo aproximado de 198 mil m³ /año; en otro análisis, los datos reportados en el estudio realizado por la Universidad de Concepción (2002) indican que la cantidad de leña producida es cercana a los 462.200 m³est/año y la consumida asciende a los 566.713 m³est/año, esto no guarda relación con los 68.253 m³ est/año reportados por los distribuidores, evidenciando en algún grado, falencias en los registros de información existente sobre la oferta de leña a través de comercializadores. No obstante, nuestro estudio finalmente incorpora como nivel de consumo de leña un estimado para el año 2008 cercano a los 497 mil m³ est/año. Este estimado fue calculado según la metodología y datos del estudio “Análisis de Medidas para Incorporar al Plan de Descontaminación Atmosférica de Temuco y Padre Las Casas” (2006), para más detalles ver el Anexo 4. El fundamento de nuestra elección es hacer compatibles las evaluaciones con el análisis de medidas considerado en AGIES del PDA de Temuco y Padre Las Casas.

4.1.1 Procesamiento y análisis de Información sobre Precios de Leña Disponible.

El análisis de precios de venta de leña en la comuna de Temuco, se basa en la información provista por CONAMA Región de la Araucanía, a partir de los registros sobre

² Para una reseña más completa sobre antecedentes del mercado de leña en Temuco y Padre Las Casas ver Anexol.



reporte de contenido de humedad de la leña en Temuco y Padre Las Casas, para los años 2004-2007.³

Los registros presentados para el año 2004 no cuentan con información de precios. Para el año 2005, se cuenta con 99 observaciones para los meses de mayo, junio, julio y septiembre. El año 2006, registra un total de 105 observaciones, distribuidas en los meses de julio, agosto, septiembre y octubre. Finalmente para el año 2007, se presentan 134 observaciones, para los meses de abril, mayo, junio, julio y diciembre. El total de datos brutos asciende a 338 observaciones.

Basados en la información existente, se construye una base de datos para el análisis de precios de la leña, que excluye los periodos extremos (meses de Sep/2005, Oct/2006, y Abril y Dic de 2007) de modo que sea posible realizar comparaciones temporales para las variaciones del precio de la leña asociadas a su calidad (grado de humedad de la leña) y especie. Finalmente luego de depurar la información de datos faltantes, el análisis se realiza con un total de 110 observaciones. (Tabla 1)

Tabla 1. Total Observaciones para Análisis de Precios de Leña en Temuco.

Años	Meses					Total
	5	6	7	8	9	
2005	17	11	9			37
2006			13	15	12	40
2007	10	12	11			33
Total	27	23	33	15	12	110

Fuente: Elaboración Propia.

La estadística descriptiva para la base de datos consolidada se presenta a continuación en la Tabla 2.

³ Esta información es la mejor información disponible para la realización de este tipo de análisis en las comunas de Temuco y Padre Las Casas.



Tabla 2. Estadística Descriptiva.

Obs.	Fuente de Abastecimiento			Tipo de Leña (Especie)			Contenido de Humedad*			Precio m ³ estéreo*
	Leñería	Camión	Triciclo	Nativo	Aromo	Eucalipto	Húmeda	Regular	Seca	
Media	0,78	0,21	0,01	0,89	0,05	0,06	0,36	0,38	0,25	16896,31
Des. Est.	0,41	0,41	0,10	0,31	0,23	0,23	0,48	0,49	0,44	1902,21
Nº Obs.	86	23	1	98	6	6	40	42	28	110

La categoría Húmeda, identifica leña con un contenido de humedad superior al 30%, la categoría Regular, un contenido de humedad entre el 25 y 30% y la categoría Seca, un contenido de humedad menor a 25%.

Fuente: Elaboración Propia

Del total de datos registrados (110), el 78% entrega información sobre leñerías, el 89% sobre el tipo de leña Nativo y el 38% sobre leña con humedad regular, observándose un promedio de precios por m³ estéreo cercano a los \$16.900.

Para el año 2006, la totalidad de observaciones corresponden a la clasificación de especie Nativo, siendo ésta la más representativa en los otros dos años de análisis. En relación al nivel de humedad de la leña comercializada, se puede apreciar, según la información disponible, que para el año 2007 se registra una mayor cantidad de observaciones que clasifican en la categoría leña seca, en comparación con la categoría leña húmeda (10%) del mismo año y de los años anteriores, en los cuales los registros de leña seca tenían menor representatividad. (Tabla 3)

Tabla 3. Porcentaje de Observaciones según Especie y Humedad de la Leña.

Años	Humedad			Especie		
	Húmeda	Regular	Seca	Aromo	Eucalipto	Nativo
2005	57%	35%	8%	8%	5%	865
2006	40%	35%	25%	0%	0%	100%
2007	10%	45%	45%	9%	12%	79%

Fuente: Elaboración Propia.



Igualmente los datos permiten observar, las variaciones anuales en los precios de la leña ofrecida por las formas más representativas de abastecimiento: las leñerías y los camiones. Los precios presentados en la Tabla 4, han sido actualizados a noviembre de 2007, según el IPC acumulado mensual, para los años 2005, 2006 y 2007. No obstante, los valores no son comparables entre fuentes de abastecimiento, principalmente por dos razones: *i)* el formato de venta para leñerías y camiones puede ser diferente, por ejemplo, la leña vendida en leñerías se presenta trozada y picada (astillas) disminuyendo hasta en un diez por ciento su volumen, en comparación con la ofrecida en los camiones; *ii)* el costo en mano de obra involucrado en el proceso de trozado y picado de leña que es generalmente ofrecida en la leñerías incrementa el valor.⁴ En general, los precios de la leña seca se observan más elevados en comparación con la leña húmeda en las leñerías, aún cuando para la leña de humedad regular, se observan precios promedio ligeramente mayores a los de la leña seca.

Tabla 4. Comparativo Precios por Fuente de Abastecimiento.

Años	Camión ^{a*} (\$/m ³)			Leñería(\$/m ³)		
	Leña Seca	Leña Regular	Leña Húmeda	Leña Seca	Leña Regular	Leña Húmeda
2005	-	15.129	13.820	16.539	17.081	16.648
2006	-	16.151	16.131	17.876	17.674	16.140
2007	-	-	-	17.699	17.889	17.298

^a En los años 2005 y 2006 fue posible medir en camiones debido a que estos comercializaban sus productos en un recinto facilitado por la Ilustre Municipalidad de Temuco, que se denominó “Feria de la Leña”. Esta franquicia no se dio el año 2007.

* Se agrupan dentro de esta clasificación, las categorías furgón y camioneta.

Fuente: Elaboración Propia

Al realizar una prueba para análisis de medias, podemos establecer que no existen diferencias estadísticamente significativas en los valores muestrales de las medias para

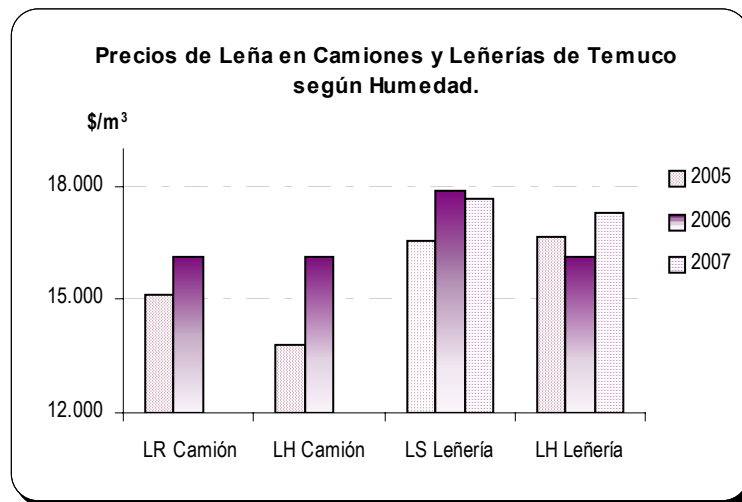
⁴ De manera adicional, el valor de la leña seca en leñerías, debiera incluir el IVA, sin embargo, la evidencia que hemos logrado recabar, señala que la informalidad se encuentra incluso en las leñerías.



leñas de humedad regular y húmedas abastecidas por camiones en el año 2006, así como para las leñas secas y húmedas en leñerías para los años 2005 y 2007. Para el año 2006 el análisis de medias estima el diferencial de precios promedio entre leña húmeda y seca en alrededor de \$1.480.⁵ Por otra parte, para el precio promedio de leña seca se obtiene un valor de \$16.545, estos resultados son importantes y serán considerados posteriormente en este estudio para la formulación del escenario base sobre el cual se realizarán los análisis de implementación de subsidios como incentivos al incremento del consumo y/u oferta de leña seca. (Ver sección 6)

El Gráfico 1 muestra los precios promedios de leña en Camiones y Leñerías de Temuco según la humedad.

Gráfico 1. Precios de Leña en Camiones y Leñerías de Temuco según nivel de Humedad.



*La nomenclatura se interpreta: LR, leña de humedad regular (entre 25% y 30% de humedad); LH, leña húmeda (superior al 30% de humedad) y LS, leña seca (menor al 25% de humedad)

Fuente: Elaboración Propia.

Adicionalmente, se calculó un promedio de los valores de venta por unidad y se establecieron equivalencias entre unidades de comercialización y precios por unidad base

⁵ Los precios son evidentemente heterogéneos. Como se observa en la sección 6 nuestro análisis de medidas consideró como escenario base un precio de \$ 16.500 por m³ estéreo de leña seca y de \$ 15.000 por m³ estéreo de leña húmeda, incorporando un diferencial aproximado a los \$ 1.500 por m³ estéreo entre el precio de la leña seca y la leña húmeda.



en m³ estéreo para analizar diferencias en los costos de las principales unidades de comercialización. En el Anexo 2 se presenta la información correspondiente y se observa que el canasto y el saco son las unidades de comercialización más costosas, con un precio promedio aproximado de \$27.600 el m³ estéreo, y la más económica resulta ser la carretilla con un promedio de \$19.500 m³ estéreo.⁶

La Tabla 5 presenta información para el mes de julio, sobre el nivel de precios de las unidades de comercialización, normalizado en m³ estéreo y su respectiva variación al final del periodo.

Tabla 5. Equivalencias de Precios Normalizados en m³ estéreo, para los meses de Julio.

Unidad	\$/m ³ Estéreo para el mes de Julio		
	2005	2006	2007
m ³ Estéreo	17.313	17.161	17.813
Carretilla	19.271	17.188	21.875
Canasto	29.400	28.889	24.600
Sacos	25.000	29.699	29.050

Fuente: Elaboración Propia.

Igualmente, se calculó el precio promedio por kilocaloría para los diferentes tipos de leña considerando el grado de humedad de la misma en los tres años de análisis, con el propósito de calcular la cantidad de energía calórica efectivamente comprada en un m³ estéreo de leña. La Tabla 6 resume para el tipo de leña nativo, los precios promedio por m³ estéreo según el grado de humedad. La última columna de la Tabla 6 indica el costo en m³ estéreo, asumido por los consumidores, al usar leña húmeda de menor poder calorífico en comparación con el uso de leña seca. (Para detalle del cálculo ver Anexo 3) Así, para el mes de junio del año 2007, el costo de obtener igual cantidad de kilocalorías contenidas en un m³ de leña seca cuando se compra leña húmeda es de \$19.149, lo cual, comparado con el

⁶ Los cálculos se realizan en base a datos de precios entregados por CONAMA IX Región, y a las equivalencias para las distintas unidades de venta de leña presentadas en el Manual para la Certificación de Comerciantes de Leña, en el Estudio de Secado de Leña y Equivalencias de Unidades de Comercialización. Y en el estudio de la Universidad de Concepción (2002).



costo que tiene el consumo de leña seca (\$17.408), indica un ahorro aproximado del 10%, si se compra leña seca.⁷

Tabla 6. Precios por m³ estéreo y por kilocaloría según humedad para el tipo de leña nativo.

Año	Mes	\$/m ³ estéreo según humedad*			\$/Kcal		\$/m ³ uso de leña húmeda*
		Húmeda	Regular	Seca	Seca ^a	Húmeda ^b	
2005	5	14.407	15.624	16.461	0,011	0,010	18.107
	6	17.140	17.530	16.695	0,011	0,012	18.365
	7	17.966	16.081			0,011	
2006	7	16.203	19.260	18.083	0,012	0,012	19.891
2007	5	17.507	16.269	18.391	0,012	0,012	20.230
	6	16.880	17.935	17.408	0,011	0,012	19.149
	7		18.392	17.373	0,011		19.110

*Precios Actualizados a Noviembre de 2007.

^a Porcentaje de Humedad Inferior al 25%.

^b Porcentaje de Humedad superior al 25%.

Fuente: Elaboración Propia.

En síntesis, la compra de kilocalorías, o poder calorífico, y no de leña simplemente, se presenta como una herramienta informativa importante, para potenciar el consumo de leña seca, dado el ahorro del gasto en su consumo.

⁷ CONAMA Región de la Araucanía, usando la metodología propuesta por Teodoro Kasuel, (Kasuel y Vergara (2001) de la Universidad Austral de Chile, en la cual, se trabaja con valores de 2569 kcal/m³estéreo para la Leña Verde (50% de humedad) y 3528 kcal/m³ estéreo para Leña Certificada (20% de humedad) y obtuvo una estimación preliminar que arroja un costo por Kilocalorías de \$0,023 para Leña Húmeda y de \$0,021 para Leña Certificada.



4.2. Análisis Socio Económico sobre el consumo de Leña para las Comunas de Temuco y Padre Las Casas.

La población de las comunas de Temuco y Padre Las Casas, es la principal afectada por los altos índices de contaminación atmosférica que registran, causados principalmente por la combustión de leña para calefacción y cocina en los hogares. Los datos presentados en la Tabla 7 pertenecen al Inventario de Emisiones para el año 2004 y muestran que las emisiones de material particulado (PM10), de fuentes residenciales superan ampliamente a las emisiones de fuentes Industriales y Móviles.

Tabla 7. Emisiones de Material Particulado (MP10) en Temuco y Padre Las Casas.

Fuente	Emisión Ton/año	%
Residencial	3.238	87
Industrial	259	7
Móvil	54	1
Quemas e Incendios	186	5
Total	3737	100

Fuente: Sanhueza, 2006.

El total de la población afectada asciende a cerca de 310.000 habitantes de los cuales el 80% pertenece a la comuna de Temuco, con una alta concentración de viviendas en zona urbana (98 %), y el 20% a la comuna de Padre Las Casas, en donde el número de viviendas concentradas en la zona urbana supera el 60% del total. (Tabla 8).



Tabla 8. Información Demográfica Temuco y Padre Las Casas.

Comuna	Temuco	Padre Las Casas	Total
Habitantes	248.594	61.230	309.824
Viviendas	72.476	14.043	86.519
Rural	1.556	5.532	7.088
Urbana	70.920	8.511	79.431

Fuente: Síntesis Estadística Regional INE, 2002.

El porcentaje de viviendas que utiliza leña para calefacción y cocina en las dos comunas varía de entre estudios. El estudio UdeC (2002), señala que del total de encuestados (925 en la intercomuna), cerca del 68% utiliza leña, cifra que concuerda con el estudio realizado por VITAE(2001), mientras que el estudio realizado por Lobos (2001) para Temuco, presenta una cifra cercana al 87% de viviendas.⁸

En el año 2005, las emisiones totales por combustión residencial de leña para ambas comunas alcanzaron las 5.067 toneladas anuales de material particulado (MP10), de las cuales el 88% fueron aportadas por la comuna de Temuco.⁹

El uso de leña parece disminuir en la medida en que se pasa a un estrato socio económico más alto, sin embargo esto se debe a que la cantidad de personas para estos niveles socioeconómicos es menor. Para personas que se ubican en la categoría “muy bajo”, el porcentaje de consumo de leña declarado, es comparable al porcentaje de consumo del estrato socioeconómico medio alto. (Tabla 9)

⁸ El consumo total anual de leña registrado en estos estudios igualmente difiere, reportando valores cercanos a los 330 mil m³ en el estudio VITAE(2001), 566 mil m³ en el estudio UdeC (2002) y 486 mil m³, solo en Temuco, en el estudio de Lobos (2001).

⁹ DICTUC. 2007. “Encuesta Inventario de Emisiones Residenciales.”



Tabla 9. Consumo de Leña por Nivel Socio-Económico para Temuco y Padre Las Casas.

Nivel Socio-Económico	Consumo de Leña (m ³)	(%)
Alto	11.099	6,4
Medio Alto	25.898	14,9
Medio Bajo	52.144	30,0
Bajo	64.653	37,2
Muy Bajo	20.156	11,6
Total	173.950	100

Fuente: Información Encuesta sobre consumo de Leña, 2001.

Los artefactos a leña más utilizados para calefacción son las cocinas (44%), las estufas de cámara doble y simple (19% y 16%) y las salamandras (11%). Se estima que el consumo promedio anual de leña por hogar es de 9,7 m³ y 8,8 m³ estéreo en Temuco y Padre Las Casas respectivamente. (Ver Tabla 10)

Tabla 10. Estimación de Consumo Promedio Anual por Hogar para Temuco y Padre Las Casas.

Comuna	Temuco	Padre Las Casas
Volumen en m ³ estéreo/año	3.032,6	1.317,9
Nº Hogares Encuestados que Consumen Leña	314	150
Consumo Medio (m3 estéreo/ hogar)	9,7	8,8

Fuente: Estudio UdeC (2002).

Las estimaciones encontradas sobre consumo de leña por nivel socio-económico para la comuna de Temuco, indican un consumo promedio por persona año de 3,2 m³ para el estrato Alto, 2,3 m³ para el estrato Medio y 1,9 m³ para el estrato Bajo.¹⁰

Estos niveles de consumo suponen un gasto en combustibles energéticos que forma parte del presupuesto de los hogares. Aún cuando no se tienen estimaciones para el

¹⁰ Lobos (2001).



gasto en consumo de leña mensual de los hogares, se encuentran datos agregados sobre la frecuencia de gastos mensuales en combustibles para cocinar, calefaccionar y calentar agua, en general y considerando los niveles socio económicos Medio Alto, Medio Bajo y Alto. La información se presenta a continuación en la Tabla 11.

Tabla 11. Frecuencia de Gastos Mensuales en Combustibles para Calefaccionar, Cocinar y Calentar Agua (\$del 2000 por mes)

Gasto Mensual*	Estimación en % para NSE** MB, MA y A	Estimación en % General. ***
Menos de \$5.000	2,4	6,9
Entre \$5.000 y 10.999	12,4	24,6
Entre \$11.000 y 15.999	16,7	19,5
Entre \$16.000 y 20.999	25,1	21,8
Entre \$21.000 y 25.999	16,7	13,3
Entre \$26.000 y \$30.999	10,8	6,4
Entre \$31.000 y 35.999	4,8	2,2
Entre \$36.000 y \$40.999	2	0,9
Más de 41.000	9,2	4,6

* Los gastos mensuales consideran un precio de \$461/kilo de gas licuado, \$260/litro de kerosén y \$13.500/m³ de leña.

**NSE: Nivel Socio-Económico, MB: Medio Bajo, MA: Medio Alto y A: Alto.

***Esta estimación incorpora los niveles socioeconómicos Bajo y Muy Bajo

Fuente: Estudio sobre el Subsidio al Gas Natural (2002)

La mayor frecuencia se registra para un gasto en consumo de entre \$16.000 y \$20.999 mensuales, lo que representa un gasto anual de entre \$192.000 y \$251.988 para cada hogar.

Los datos de la encuesta CASEN 2006, indican que para las comunas de Temuco y Padre Las Casas el ingreso promedio de los hogares bordea los \$164.116 y \$178.359 respectivamente, lo cual indica que el gasto en consumo de leña tiene una relación importante en el presupuesto. (Ver Tabla 12)



Tabla 12. Promedio del Ingreso Total en Hogares por Quintil.

COMUNA	ZONA	1 Quintil	2 Quintil	3 Quintil	4 Quintil	5 Quintil
PLC	Urbano	183.733	305.537	425.037	623.835	1.834.882
	Rural	175.317	284.929	387.433	432.243	936.266
Total PLC		178.359	296.411	413.668	559.971	1.601.907
TEMUCO	Urbano	166.323	328.047	405.795	759.170	1.460.813
	Rural	153.080	269.717	409.068	626.450	2.668.584
Total TEMUCO		164.116	325.130	406.055	756.568	1.514.892
Total general		172.745	309.666	409.143	675.217	1.539.886

Fuente: Elaboración propia basada en datos CASEN 2006.

Las ayudas estatales que reciben los hogares de las comunas de Temuco y Padre Las Casas, como por ejemplo, el subsidio al consumo de agua potable (SAP), alcanzan a representar el 9.5% su ingreso promedio para el primer quintil, y tan solo un 2% para hogares pertenecientes al tercer quintil. (Ver Tabla 13)

Tabla 13. Promedio del Monto en SAP para Hogares según Quintil.

COMUNA	Zona	1 Quintil	2 Quintil	3 Quintil	4 Quintil	5 Quintil	Total general
PLC	Urbano	15.956	15.248	3.011	6.410	1.303	9.396
	Rural	17.868	16.001	14.088	2.136	560	14.274
Total PLC		17.177	15.581	6.360	4.985	1.110	11.580
TEMUCO	Urbano	15.357	7.727	3.265	2.799	63	5.346
	Rural	23.602	8.330	2.476	0	0	11.895
Total TEMUCO		16.731	7.757	3.202	2.744	60	5.812

Fuente: Elaboración propia basada en datos CASEN 2006.

Si consideramos que el gasto promedio de los hogares en consumo de leña es cercano al 9%, podría pretenderse el estudio de un subsidio de costos similares al SAP para



incentivar el consumo de leña seca; más aún, si consideramos que cerca del 75% de los hogares declaran consumir leña.¹¹ (Ver Tabla 14).

Tabla 14. Porcentaje de Consumo de Leña Declarado por los Hogares.

COMUNA	Urbana (%)	Rural (%)
PLC	78,32	99,14
TEMUCO	78,83	85,71

Fuente: Elaboración propia basada en datos CASEN 2006.

¹¹ La encuesta CASEN diferencia hogares de viviendas, dado que pueden encontrarse más de dos hogares en una misma vivienda.



5. **Objetivo Específico 1.**

Nuestra propuesta para el cumplimiento del objetivo específico 1 consideró dos etapas principales: 1) Identificación, análisis y selección de instrumentos económicos para apoyar la producción, comercialización y uso de leña seca. 2) Análisis de instrumentos económicos ambientales desde la determinación de concepto y requisitos legales.

5.1. **Identificación, análisis y selección de instrumentos económicos para apoyar la producción, comercialización y uso de leña seca.**

El análisis de incentivos económicos para apoyar la producción, comercialización y uso de leña seca consideró como elemento fundamental la posibilidad de afectar ya sea la oferta y/o la demanda de leña seca. Un rol central en la identificación y análisis de éstos posee el funcionamiento del mercado de leña en zonas urbanas, como por ejemplo en Temuco y Padre Las Casas (ver sección 4 y Anexo 1 sobre antecedentes relativos al funcionamiento del mercado de leña en Temuco y Padre Las Casas).

Desde la perspectiva económica conceptual, el uso de leña por parte de los hogares corresponde a una decisión de demanda, que podría interpretarse como una situación en la que, los hogares, deciden sobre el consumo de diversos ítems entre ellos aquellos referidos a la forma de generar energía, considerando los precios relevantes (precio de leña según tipos, precio de combustibles sustitutos) en conjunto con otras características de los hogares (ingresos, tamaño del grupo familiar) y de sus viviendas y equipos (tamaño de la vivienda, sistemas de aislamiento, equipos de combustión, etc.). En este esquema, la demanda de leña (según tipo; por ejemplo, seca y húmeda) de cada hogar por periodo depende del precio de cada tipo de leña, precios de combustibles sustitutos, ingreso del hogar, y otras características relevantes (temporada del año y variables correlacionadas a ésta, localización geográfica, etc.). Si una autoridad reguladora desea modificar el consumo de leña debiera considerar como instrumentos potenciales por el lado de la demanda aquellos que, directa o indirectamente pueden afectar algunas de las



variables determinantes de la demanda del hogar para el bien considerado. Naturalmente, un rol central pueden jugar aquí variables que afecten el precio de la leña, así como precios de sus sustitutos.

Considerando el esquema antes descrito, incentivos económicos hacia los consumidores de leña seca (desincentivos económicos al consumo de leña húmeda) en determinadas zonas geográficas pueden ser variados, incluyendo entre otros, los siguientes:

- i) Programas de transferencias específicos (subsidio) en el mercado de la leña seca.¹²
- ii) Programas de transferencias específicas (impuestos) en el mercado de leña húmeda.
- iii) Subsidios para gasto en combustible destinado a calefacción y energía para cocción (cocina) en hogares que no participan en el mercado de leña, pero que sin embargo, utilizan leña u otros combustibles altamente contaminantes.
- iv) Cupones de descuento por adquisición de leña a distribuidores de leña seca certificados.

Desde el punto de vista de la oferta, el consumo de leña seca puede ser también incentivado a través de políticas que afecten directamente la oferta de leña seca y/o la oferta en el mercado de leña húmeda. En este caso los sistemas de incentivo (desincentivo) pueden operar a distintos niveles de la cadena productiva: propietarios de madera en pie, productores de trozos, intermediarios, y distribuidores.

En este caso, el tipo de instrumentos económicos incluye, los siguientes:

- i) Subsidio a inversión en infraestructura a nivel local en centros de acopio y secado de leña de gran escala, o de manera más general, subsidio al secado de leña.

¹² Una dimensión relevante de un programa de subsidio a ser considerada es la referida a su aplicación temporal. Por ejemplo, durante el periodo de primavera y verano, previo a la temporada de invierno.



ii) Incentivos tributarios a productores y/o comercializadores de leña seca certificados.

iii) Financiamiento de corto plazo para capital de trabajo (destinado a cubrir financiamiento requerido para iniciar anticipadamente la producción de cada temporada).

5.2. Análisis de Instrumentos Económicos Ambientales. Determinación de concepto y requisitos legales.

Esta sección revisa bibliografía y analiza el marco jurídico nacional, comenzando por las disposiciones constitucionales, para luego continuar con las normas legales y administrativas, respectivamente. Además, se investiga la existencia de controversias respecto a su implementación y, en su caso, se revisará la jurisprudencia judicial, la jurisprudencia administrativa emanada de la Contraloría General de la República relativa a ellas y la doctrina nacional. Finalmente, se señalan aquellas observaciones o conclusiones del análisis efectuado a fin de constatar la posibilidad de incorporar alguna de las herramientas consideradas en el presente estudio en zonas que cuenten o no con plan de descontaminación o de prevención ambiental.

El desarrollo de la economía, la producción de bienes y servicios y la oferta y demanda de éstos, como sucede con la producción de leña para la venta y compra como generadora de energía calórica, se encuentran insertos en un marco normativo elaborado conforme al Orden Público Económico imperante en nuestro país.

El Orden público económico, según la definición dada por la Comisión de Estudios de la Nueva Constitución¹³ corresponde a las “normas fundamentales destinadas a regular la acción del Estado en la economía y a preservar la iniciativa creadora del hombre necesaria para el desarrollo del país, de modo que ellas conduzcan a la consecución del bien común”. La Constitución Política de la República de 1980, consagró un orden público económico basado en los principios de libertad económica, de no discriminación, del

¹³ Ferrada Borquez, J. 2000. La Constitución Económica de 1980. algunas reflexiones críticas. En Revista de Derecho. Volumen XI, 47-54



derecho de propiedad, y de neutralidad técnica de los órganos estatales con competencia en materia económica¹⁴.

En este trabajo en particular, cuyo objetivo es identificar y analizar instrumentos económicos que pudiesen reconocerse e implementarse en el plan de descontaminación de las comunas de Temuco y Padre Las Casas, específicamente, para fomentar la producción, comercialización y uso de leña seca, toma especial relevancia el principio “de no discriminación en materia económica”, que se refleja especialmente en nuestra Constitución en sus artículos 19 N° 20 *“La igual repartición de los tributos en proporción a las rentas o en la progresión o forma que fije la ley, y la igual repartición de las demás cargas públicas la obligación de repartir equitativamente los tributos”*; 19 N° 21 *“El derecho a desarrollar cualquier actividad económica que no sea contraria a la moral, al orden público o a la seguridad nacional, respetando las normas legales que la regulen”* y ; 19 N° 22 *“La no discriminación arbitraria en el trato que deben dar el Estado y sus organismos en materia económica”*.

La manifestación de este principio permite visualizar el restringido rol que asume el Estado en el ámbito económico. Esto cobra relevancia puesto que el mercado generalmente no incorpora el costo social asociado a las externalidades ambientales negativas que produce la elaboración, distribución y consumo de los productos, es decir, el impacto negativo al medio ambiente producido por la producción e intercambio de bienes y servicios contaminantes, implicando una pérdida de bienestar y costos impuestos a terceros ajenos al productor y consumidor, y no reflejándose tal efecto en los precios de tales bienes y servicios.

Esta falla de mercado, consistente en no incorporar dentro del costo de elaboración el costo social de producir y consumir bienes o servicios contaminantes se debe a que *“el recurso del cual se está haciendo uso o abuso no es de propiedad de la persona que le está infringiendo daño a dicho recurso”*¹⁵ lo cual ha conllevado a que los

¹⁴ Ibid.

¹⁵ Roger Le Roy Miller, y Roger Meiners. Citado en Mateluna Pérez, Rodrigo. Derecho Tributario y Medio Ambiente. Ed. Lexis Nexis.: 10



productores o consumidores de estos bienes o servicios contaminantes no se hagan cargo del costo social que ello implica.

Como solución a esta situación, se ha planteado la utilización de ciertos instrumentos del propio mercado con el objeto de mitigar las externalidades ambientales negativas no asumidas por los agentes económicos conformes a la general visión del mercado que sólo considera los costos privados. Estos instrumentos son denominados tradicionalmente como “Instrumentos económicos de gestión ambiental” que se basan en incentivos a los agentes económicos para la opción de bienes o servicios menos contaminantes, contrastándose de los instrumentos conocidos como “instrumentos de comando y control” que corresponden a una regulación directa sobre el ente contaminador, entre los que se cuentan las normas de emisión, los planes de manejo, las autorizaciones ambientales, etc.

Si bien, en nuestro país, se ha dado una mayor utilización a los mecanismos de comando y control, lo cual es apreciable en la abundante dictación de estas normas, también se ha presentado el reconocimiento e implementación de los instrumentos económicos de gestión ambiental, constatándose expresamente su importancia para el cumplimiento de fines ambientales al ser consagrados en el artículo 47 de la Ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente cuyo tenor señala: *“los planes de prevención de descontaminación podrán utilizar, según corresponda, los siguientes instrumentos de regulación o de carácter económico: a) Normas de emisión; b) Permisos de emisión transables; c) impuestos a las emisiones o tarifas a los usuarios, en los que se considerará el costo ambiental implícito en la producción o uso de ciertos bienes o servicios, y d) Otros instrumentos de estímulo a acciones de mejoramiento y reparación ambientales”*.

A su vez, el art. 48 de la misma Ley señala “Una ley establecerá la naturaleza y las formas de asignación, división, transferencia, duración y demás características de los permisos de emisión transable.”

El Reglamento sobre Elaboración de Planes de Descontaminación y Prevención, contenido en el D.S N° 94/95 del Ministerio de Secretaría General de la Presidencia (en adelante MINSEGPRES), reitera lo indicado por la Ley N° 19.300, pues en su artículo 15 letras g) y h) expresa que el plan de Descontaminación *“podrá considerar otros*



instrumentos de estímulo a acciones de mejoramiento y reparación ambientales” y “La proposición, cuando sea posible, de mecanismos de compensación de emisiones”, reiterándose tales consideraciones a propósito de la elaboración de Planes de Prevención. Para estos efectos, en este mismo reglamento, se autoriza el requerimiento de desarrollo de estudios científicos “sobre instrumentos de estímulo a acciones de mejoramiento ambiental que podrían utilizarse, tales como normas de emisión y permisos de emisión transables”¹⁶

Cabe destacar que en la “Política Ambiental para el Desarrollo Sustentable”¹⁷ se establece como uno de sus fundamentos “la responsabilidad del causante” señalando al respecto que “quien actualmente contamina o lo haga en el futuro, debe incorporar a sus costos las inversiones necesarias para evitar la degradación ambiental”¹⁸, e indicándose entre sus objetivos específicos, la introducción de consideraciones ambientales en el sector productivo, como sistemas y procedimientos de certificación y fomento, y el desarrollo de nuevos instrumentos de gestión, tales como los incentivos económicos y los mecanismos de autorregulación.

Dentro de los lineamientos para el logro del primer objetivo específico enunciado, se hace referencia primordial del rol que cumplen al respecto los acuerdos de producción limpia de competencia del Ministerio de Economía.

Sobre el objetivo de desarrollar nuevos instrumentos de gestión, se establece como plan de acción “inducir comportamientos a favor de la calidad ambiental, a través de incentivos y desincentivos económicos, en particular, de mercado. Los impuestos verdes, los cargos o tarifas, las ecoetiquetas, los fondos ambientales y los subsidios, entre otros son instrumentos interesantes...”

Pues bien, además de los instrumentos económicos de gestión ambiental reconocidos por la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente y los reglamentos a que ella ha dado lugar, específicamente, para la elaboración de planes de descontaminación y prevención, ya con anterioridad a la publicación de estas normas, se habían reconocido en nuestro ordenamiento jurídico varios instrumentos económicos que directa o

¹⁶ Art. 7 del D.S N° 94/95 del MINSEGPRES.

¹⁷ Aprobado por el Consejo Directivo de Ministros de CONAMA en sesión de 09 de Enero de 1998.

¹⁸ Ibid.



indirectamente, tienen incidencia en cumplimiento de fines de mejoramiento ambiental. Al respecto, Nicola Borregaard y José Leal¹⁹ efectúan la siguiente clasificación:

a) Pseudos instrumentos económicos de gestión ambiental, es decir, aquellos concebidos para fines no-ambientales pero que tiene incidencia en el medio ambiente y los recursos naturales;

b) instrumentos analizados en la autoridad ambiental (CONAMA) aún no implementados, pero en vías de ello en el mediano plazo, entre los que se cuentan el sistema de Permisos de emisión Transables, la tarifa diferenciada de residuos sólidos domiciliarios, los instrumentos económicos para el control de efluentes industriales, los desincentivos económicos (multas), los instrumentos tributarios y el etiquetado y la Certificación Ambientales;

c) Instrumentos diseñados a Nivel de Propuesta General, como los incentivos en el marco de la Ley de Bosque Nativo, los incentivos tributarios para la creación de Áreas Silvestres Protegidas privadas, y los Sistemas de Incentivos Financieros para la inversión en tecnologías limpias;

d) Instrumentos implementados, como el Sistema de Compensaciones por emisiones de material particulado en la Región Metropolitana, las Cuotas Individuales Transferibles de Pesca, y el Ecoequitaje para el Ozono y para la agricultura Orgánica.

Otra amplia enumeración de instrumentos económicos ambientales, es la que efectúa Eduardo Astorga Jorquera, quien señala “Otros instrumentos económicos vigentes en Chile asociados al componente contaminación corresponden a las licitaciones de vías para el transporte público, las tarifas por el uso de infraestructura vial, el pago por servicios de aseo, el sistema de incentivos contra el uso de los CFCs, los bonos de carbono y las Tarifas al agua.

A su vez, en el ámbito de los recursos naturales, es posible mencionar los derechos de aguas y el mercado de las aguas, los subsidios a las plantaciones forestales,

¹⁹ Borregaard, N. y Leal, J. 2000. Desafíos y propuestas para la implementación más efectiva de instrumentos económicos en la gestión ambiental en América latina y el caribe. El Caso Chileno. División de Medio Ambiente y asentamientos humanos. CEPAL/Eclac. <http://www.eclac.cl/dmaah/noticias/proyectos/1/7451/Chile.pdf>



entradas a áreas silvestres protegidas, Ley de Bosque Nativo, incentivos para la creación de áreas silvestres protegidas privadas, la certificación de agricultura orgánica, el sistema de cuotas transferibles de pesca, concesiones pesqueras y mineras²⁰.

Respecto del tema energético, el artículo 71-7 de la ley N° 19.940 estableció una serie de disposiciones destinadas a reequilibrar la situación para las fuentes energéticas no convencionales, asegurando derechos a venta, conexiones, liberación de peajes, etc.

De todo lo expuesto anteriormente, cabe concluir que los instrumentos económicos ambientales se encuentran reconocidos en nuestro marco legal, por lo cual es perfectamente posible su establecimiento para perseguir objetivos ambientales como la reducción de la contaminación, debiéndose evaluar casuísticamente su idoneidad para alcanzar los fines ambientales perseguidos y los requisitos necesarios para su instauración, los cuales varían de acuerdo a cada uno de ellos.

Por lo tanto, para el caso de incentivar la comercialización y uso de leña seca mediante la aplicación de algún instrumento económico ambiental con el fin de disminuir las emisiones de material particulado que genera la combustión de la leña, deberá considerarse cuáles de aquellos instrumentos económicos se pretende aplicar y examinar su conveniencia económica y social, contrastándolos con la alternativa de aplicar instrumentos de comando y control, así como analizar la posibilidad de establecer ambas alternativas en forma complementaria.

5.3. Selección de Instrumentos

Los incentivos económicos, tanto desde el lado de la oferta como la demanda, identificados previamente, pueden potencialmente apoyar la producción, comercialización y uso de leña seca a través de inducir cambios en los precios relevantes para las decisiones de demanda y oferta de leña seca (o los sustitutos de ésta). La magnitud de los cambios inducidos sobre el consumo de leña a través de los incentivos económicos depende a su vez

²⁰ Astorga Jorquera, Eduardo. 2007. Derecho Ambiental Chileno. Parte general. Ed. LexisNexis.



de la magnitud del impacto de cada instrumento sobre los precios, y la sensibilidad o grado de respuesta de oferentes y demandantes a tales cambios.

Como se planteó en la Propuesta Técnica, algunas de las medidas esbozadas previamente podrían ser descartadas (por evidenciarse como inviables o difíciles de implementar) luego de estudiar detalladamente la información disponible sobre la cadena producción-comercialización de la leña en las intercomunas involucradas. Este análisis, formó parte del trabajo realizado por el equipo ejecutor, tanto de manera individual como también en conjunto con la Contraparte Técnica en la reunión efectuada en Diciembre del 2007. En definitiva, considerando todos los antecedentes disponibles se acordó trabajar, en principio tres esquemas de incentivos. Primero, subsidio a la demanda de leña seca. Segundo, subsidio a productores de leña que abastecen el mercado de Temuco y Padre Las Casas destinado a cubrir costos de secado. Tercero, subsidio para el desarrollo de infraestructura de secado. El trabajo realizado por el equipo consultor cuyos resultados son aquí presentados considera sólo los dos primeros esquemas debido a la inexistencia de información relevante y pertinente que pudiera hacer factible un análisis detallados respecto de costos e impactos de subsidios para el desarrollo de infraestructura de secado. En cuanto a este último esquema de subsidio proponemos a continuación un breve análisis de la información que en nuestra opinión sería necesaria para su estudio.

Para poder calcular los costos que involucrarían un subsidio al desarrollo de infraestructura de secado sería necesario fijar primeramente la forma en que se efectuará el secado y adonde se ubicará el subsidio. Tomando como base la técnica de secado propuesta en Navarro *et.al.* (2005) el subsidio aplicaría al secado realizado al aire libre en zonas rurales y requeriría como infraestructura solo el espacio físico y los materiales involucrados en la cubierta y asilamiento de las pilas de madera. Sería por tanto imprescindible conocer:

1. La cantidad de terreno necesaria para apilar correctamente todo el volumen (en m³ estéreo) de la leña a subsidiar. Este valor dependerá ciertamente de la forma y tamaño de los trozos y de las características (habilidades) del apilado.
2. Los costos de arriendo del terreno utilizado para el secado (estimado en el ítem anterior). Por ejemplo en el estudio Otero *et al.* (2004) se estima dicho costo como \$



80.000 por 1.000 m² urbano (para el secado de los comercializadores). Un valor promedio (que refiera por supuesto a los lugares de secado en consideración) debe ser calculado.

3. Un estimado de los costos asociados al cubrimiento y aislamiento para el volumen de leña (en m³ estéreo) de la leña a subsidiar.

Nótese que como la leña se apila ya picada y trozada la estimación debe tener en cuenta las pérdidas y conversiones correspondientes ya que los volúmenes estimados de leña a subsidiar se tienen en m³ estéreo.

Por último, cabe mencionar que los costos (de capital de trabajo en general) asociados al corte y apilado podrían añadirse tanto aquí como (alternativamente) en los costos asociados al secado. Este aspecto ha sido indirectamente tenido en cuenta en el estimado del subsidio al secado ya que se consideraron escenarios con un período de secado de hasta 18 meses.



6. Objetivo Específico 2

De acuerdo a la Propuesta Técnica, para cada uno de los dos instrumentos seleccionados en el cumplimiento del objetivo específico 1, realizamos un análisis de implicancias y factibilidad evaluando su propiedad de costo-efectividad.

6.1. Análisis Costo-Efectividad de Programas de Subsidios

Estudiaremos el efecto de las medidas propuestas desde las siguientes perspectivas: comportamiento de los hogares respecto al consumo de leña, comportamiento de los productores con respecto a la oferta de leña, costo asociado (financiamiento requerido) y el impacto esperado en términos de control de la contaminación. La combinación de nuestro análisis de costo en conjunto con el impacto sobre emisiones, hará posible obtener indicadores de costo-efectividad.

Se incorporan en la realización de este análisis los datos y resultados presentados en la sección 4 que dan cuenta de los valores de volúmenes y precios promedio de leña seca y la evidencia de un diferencial entre el precio de leña seca y húmeda, que permite la discusión sobre el uso de instrumentos económicos (subsidios) para incentivar el consumo de leña seca. La presentación del método de análisis y resultados obtenidos se presenta según programa de subsidio considerado.

6.1.1. Subsidio a la Demanda de Leña Seca

6.1.1.1. Metodología

Específicamente, y con el propósito de ilustrar la metodología propuesta, considere un programa de subsidio de monto fijo al consumo de leña seca. La demanda y oferta de leña seca se representan, respectivamente como, $Q^d(p^d)$ y $Q^s(p^s)$, donde Q^d



representa cantidad demandada, Q^s es la cantidad ofrecida y p^d y p^s son los precios por metro cúbico estéreo de leña seca, respectivamente. Un subsidio de monto fijo (s) introduce una brecha entre el precio que paga el demandante (p^d) y el precio que recibe el oferente (p^s).

$$p^s - p^d = s \quad (1)$$

Utilizando variaciones “pequeñas” (Δ) para examinar el impacto de cambios en s ,

$$\Delta p^s - \Delta p^d = \Delta s \quad (2)$$

Equilibrio en el mercado requiere:

$$\Delta Q^d = \Delta Q^s \quad (3)$$

Considerando $Q^d = Q^d(p^d)$, $Q^s = Q^s(p^s)$, es posible mostrar que, conceptualmente, un subsidio de monto fijo que modifique los precios relevantes para demandantes (y quizás también el de oferentes) de leña seca, reducirá el precio pagado por los consumidores, incrementará el precio recibido por los productores/comercializadores, e incrementará el consumo de leña seca (reduciendo de paso el consumo de leña húmeda y potencialmente también el de otros combustibles sustitutos). La magnitud de los efectos sobre los precios antes indicados, se puede aproximar mediante la siguiente expresión:

$$\frac{\Delta p^d}{\Delta s} = \frac{\eta^s}{\eta^d - \eta^s} < 0 \quad (4)$$

$$\frac{\Delta p^s}{\Delta s} = \frac{\eta^d}{\eta^d - \eta^s} > 0 \quad (5)$$



Donde η representa elasticidad de demanda (d) y oferta (s) respectivamente. Las ecuaciones (4) y (5) sugieren que el impacto de un subsidio en el mercado de la leña seca producirá efectos sobre los precios relevantes para los hogares consumidores y los productores/comercializadores. La magnitud de tales efectos, de acuerdo a las expresiones (4) y (5) depende de las elasticidades de oferta y demanda. Las referidas elasticidades representan la sensibilidad de la demanda y oferta ante cambios en los precios.

De acuerdo a los antecedentes sobre el funcionamiento del mercado de leña en Temuco y Padre Las Casas, la oferta está caracterizada por un gran número (varios cientos) de pequeños productores localizados en las comunas rurales vecinas a la capital de la Región de la Araucanía, y una cadena de comercialización (distribución) en las zonas urbanas. Lamentablemente, no existen estimaciones de elasticidades de demanda y oferta para la leña seca tanto en Temuco y Padre Las Casas como tampoco a nivel nacional.²¹ En este contexto, decidimos realizar nuestro análisis considerando una oferta de leña (seca y húmeda) perfectamente elástica, y realizar simulaciones numéricas de impacto de subsidio considerando diversas opciones para las elasticidades de demanda, las cuales constituyen parámetros exógenos en el análisis.²² Nuestro supuesto para la elasticidad de la oferta implica que todo el impacto del subsidio se transmite completamente al precio que paga el demandante de leña (reduciendo éste; esto es $\Delta p^d / \Delta s = -1$ en ecuación (4), en tanto que $\Delta p^s / \Delta s = 0$ en la ecuación (5).

En base a la estimación del impacto de un subsidio sobre el precio de demanda, procedimos a calcular el impacto de éste sobre la cantidad consumida de leña seca, lo cual puede ser realizado usando la siguiente expresión:

²¹ Para lograr determinar elasticidades precio de las demanda y/o de la oferta de leña seca, es necesario contar con información detallada sobre niveles de precios de leña seca y volúmenes de leña seca ofrecidos y comprados, de modo que permita observar variaciones porcentuales de compra o venta de leña seca ante variaciones porcentuales en los precios de la misma.

²² Nuestra elección para elasticidad precio de la demanda de leña seca consideró inicialmente cinco valores alternativos: demanda elástica (elasticidad = -4), demanda elástica moderada (elasticidad = -2), demanda de elasticidad unitaria (elasticidad = -1), demanda inelástica moderada (elasticidad = -0,5), demanda inelástica (elasticidad = -0,3). No obstante la demanda de leña podría ser relativamente inelástica, nuestro interés se concentra en el impacto de cambios de precio sobre el consumo de leña seca. Como se reportó previamente, no disponemos de estimaciones específicas para elasticidades de demanda de leña seca, sin embargo, y debido a la elevada sustitución entre leña seca y húmeda, se estima en principio que la elasticidad precio demanda de leña seca debiera ser alta. Con el objeto de disponer de un patrón general de referencia, considere que la elasticidad precio demanda de energía eléctrica ha sido estimada en niveles relativamente bajos.



$$\Delta\%Q^d = \eta^d \times \Delta\%p^d > 0 \quad (6)$$

Considerando el consumo base de leña (en ausencia del subsidio) la expresión (6) permite obtener una estimación del incremento esperado en el consumo de leña seca ocasionado por el subsidio. Del mismo modo, y bajo el supuesto de que el aumento en consumo de leña seca equivale a una reducción de igual magnitud en el consumo de leña húmeda, podemos estimar el impacto en términos de reducción de emisiones. Los efectos agregados del programa de subsidio evaluado, a nivel de Temuco y Padre Las Casas, dependen, naturalmente, del monto de subsidio y cobertura del programa de incentivos económicos. Con relación a este aspecto, nuestro análisis consideró también diversos escenarios. Específicamente, consideramos dos esquemas básicos de subsidio:

- Programa de subsidio destinado a cubrir parcialmente la brecha de precio (por metro cúbico estéreo) existente entre leña seca y leña húmeda (ver sección 4). Se evaluó un subsidio de 50%, 75%, y 90% de la diferencia de precio, correspondientes a una reducción de precios de leña seca de 4,6%, 6,8%, y 8,2%, respectivamente.
- Programa de subsidio más agresivo que genera una reducción en el precio (por metro cúbico estéreo) de leña seca de 15% y 50%.

La Tabla 15 presenta una caracterización del escenario base con relación al consumo de leña y precios (por m³ estéreo) en las comunas de Temuco y Padre Las Casas. El referido escenario está caracterizado por un consumo total de leña de alrededor de 497 mil m³ estéreos.²³ Adicionalmente, hemos considerado para el escenario base que el consumo de leña seca alcanza a un 20% del total de consumo en base anual, lo cual es un estimado encontrado en toda la literatura revisada. Finalmente, los precios base han sido definidos de acuerdo al análisis de la información sobre el funcionamiento del mercado de

²³ De acuerdo a los informes revisados, y que fueran provistos por CONAMA-Región de la Araucanía, existen diferentes estimaciones factibles de considerar para el consumo base. La estimación de Vitae-CENMA-CONAMA del año 2002 sugiere un nivel de consumo de leña de 198 mil m³ estéreos, en tanto que la estimación más reciente DICTUC-CONAMA (2007) sugiere que el consumo de leña en Temuco y Padre Las Casas alcanzaría a 587 mil m³ estéreos. Nuestro escenario base es consistente con la metodología y datos utilizados en el consumo de Leña estimado para el año 2008 en el estudio “Análisis de Medidas para Incorporar al Plan de Descontaminación Atmosférica de Temuco y Padre Las Casas”, 2006. (Ver Anexo 4)



leña en Temuco y Padre Las Casas, en particular, y según se mencionó previamente, debido a la heterogeneidad de precios y la fluctuación de éstos durante cada temporada, hemos seleccionado los precios promedio base en función del nivel general observado de acuerdo a la encuesta realizada por CONAMA-Región de la Araucanía (ver sección 4 y Anexo 1 de este informe).

Tabla 15. Caracterización de Escenario Base Utilizados en las Simulaciones de Impacto de Subsidio a la Demanda sobre Consumo de Leña Seca en Temuco y Padre Las Casas.

Escenario Base	Leña Seca	Leña Húmeda	Total	% Leña Seca	%Leña Húmeda	Total
Consumo (m ³ estéreo)	99.317	397.270	496.587	20%	80%	100%
Precio (\$/m ³ estéreo)	16.500	15.000				

Fuente: Elaboración propia en base a información provista por CONAMA-Región de la Araucanía.

De acuerdo a la descripción previa, nuestro análisis considera dos tipos de programas básicos de subsidio al consumo de leña. Primero, un programa destinado a cubrir parcialmente la brecha de precio estimada para la leña seca vs. la leña húmeda (\$ 1.500 por m³ estéreo, de acuerdo a información provista en Tabla 15). Segundo, un programa más agresivo en el cual el subsidio se define en función del precio de la leña seca, el cual excede la diferencia de precios entre la condición húmeda y seca. Para ambos tipos de programas de subsidio se consideraron diferentes montos con impactos diferenciados sobre el precio de leña seca. Así por ejemplo, y según se presenta en detalle en la Tabla 16 un subsidio cuyo monto corresponde al 75% de la diferencia de precio entre leña seca y leña húmeda (\$ 1.125 por m³ estéreo), produciría una reducción en el precio de leña seca de 6,8%, alcanzando el precio de leña seca en tal escenario un nivel de precio de \$ 15.375 por m³ estéreo (ver Tabla 16, segunda fila). De manera análoga, un programa de subsidio destinado a cubrir un 15% del precio de la leña seca (\$ 2.475 por m³ estéreo), induciría un nivel de precio de leña seca con subsidio que ascendería a \$ 14.025 por m³ estéreo (ver Tabla 16, segunda fila desde el final).



Tabla 16. Efectos de Subsidios a la Demanda sobre Precio de Leña Seca en Temuco y Padre Las Casas Usados en Simulaciones

Tipo de Subsidio		% Reducción de Precio Leña Seca	Subsidio (\$/m3 estéreo)	Precio Leña Seca con Subsidio (\$m3/estéreo)
Subsidio sobre diferencia de precio	Var % Precio sub 50%	-4,5	750	15750
	Var % Precio sub 75%	-6,8	1125	15375
	Var % Precio sub 90%	-8,2	1350	15150
Subsidio sobre precio base	Var % Precio sub 15%	-15	2475	14025
	Var % Precio sub 50%	-50	8250	8250

Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente, y con el propósito de contrastar el análisis, se consideró también, el efecto de cumplimiento perfecto de la norma que prohíbe la comercialización y uso de leña húmeda en las comunas de Temuco y Padre Las Casas. La interpretación de los resultados de este particular análisis correspondería a uno de fiscalización suficiente que induce cumplimiento perfecto de la norma sin necesidad de programa de subsidio.

Considerando los escenarios descritos, el costo de cada programa de subsidio específico, fue estimado mediante la siguiente expresión,

$$\text{Gasto en subsidio} = Q^d(p^{d_{\text{subsidio}}}) \times s > 0 \quad (7)$$



Es interesante notar que, de acuerdo a la expresión (7) el gasto en subsidio depende tanto del efecto del subsidio sobre los cambios en patrones de consumo de leña de la población beneficiaria, y que son inducidos por el cambio en el precio relevante, así como también por el efecto directo del monto de subsidio por unidad (metro cúbico estéreo de leña seca) involucrado.

Utilizando los resultados obtenidos con relación al efecto de los programas de subsidio sobre el consumo de leña seca, y bajo los supuestos de que el consumo total de leña se mantiene constante y cada unidad de mayor consumo de leña seca significa una reducción equivalente en el consumo de leña húmeda, procedimos a calcular la proporción de leña seca bajo cada escenario de intervención. Con dicha información y la ayuda de las planillas de cálculo de efectos de medidas sobre emisiones totales proporcionadas por la CONAMA-Región de la Araucanía (AGIES del PDA de Temuco y Padre Las Casas) calculamos el impacto de los programas de subsidios evaluados sobre las emisiones totales y durante el periodo de invierno.(Ver Anexo 4)

$$\Delta E = E^s(Q^d(\text{precio con subsidio})) - E(Q^{Base}(\text{precio base})) < 0 \quad (8)$$

Finalmente, medidas de costo-efectividad pueden ser obtenidas combinando información de gasto agregado del programa de incentivos económico en conjunto con nivel de emisiones reducida a partir de éste. Con tal propósito se procedió a calcular indicadores de gasto en subsidio por tonelada reducida.

6.1.1.2. Resultados

Combinando la información respecto a programas de subsidio al consumo de leña seca a simular y su efecto sobre la reducción inducida en el precio de leña seca en conjunto con parámetros de elasticidad, mediante la ecuación (6) procedimos a determinar el impacto, en cada escenario de subsidio-elasticidad, en términos de incremento en el consumo de leña seca inducido por el subsidio. Los resultados calculados se presentan en



la Tabla 17. Un patrón observable en los resultados es que, para cada programa de subsidio, al pasar desde escenarios de demanda de leña seca elástica a inelástica, los cambios sobre el consumo se reducen. En el caso del programa de subsidio destinado a cubrir parcialmente la brecha entre precio de leña seca y precio de leña húmeda, el mayor impacto calculado se obtiene con demanda elástica y subsidio de 90% de diferencia de precio. En dicho caso nuestro cálculo sugiere un incremento en la cantidad consumida de leña seca de aproximadamente 33%. El menor impacto calculado se observa para un programa de subsidio de 50% de brecha de precio con demanda inelástica (-0,3), escenario en el cual el consumo de leña seca se incrementaría en sólo un 1,4% (ver Tabla 17). Naturalmente, en el caso de simulaciones de programas de subsidio más agresivos y suponiendo una alta elasticidad el incremento calculado para el consumo de leña seca se eleva de manera significativa. Por ejemplo, un subsidio de 50% del precio de leña seca combinado con una alta elasticidad de demanda generaría un crecimiento en la cantidad consumida de leña seca de 200%.

Tabla 17. Cambio Porcentual en Cantidad Consumida de Leña Seca en Temuco y Padre Las Casas según Programa de Subsidio y Parámetro de Elasticidad de Demanda Leña Seca

Programa Subsidio		Elasticidad				
		Elástica	Elasticidad Moderada	Elasticidad Unitaria	Ineslástica Moderada	Inelástica
Subsidio al diferencial de precios	Subs. 50%	18,20%	9,10%	4,50%	2,30%	1,40%
	Subs. 75%	27,30%	13,60%	6,80%	3,40%	2,00%
	Subs. 90%	32,70%	16,40%	8,20%	4,10%	2,50%
Subsidio al precio de leña seca	Subs. 15%	60,00%	30,00%	15,00%	7,50%	4,50%
	Subs. 50%	200,00%	100,00%	50,00%	25,00%	15,00%

Fuente: Elaboración propia.

El incremento calculado sobre el consumo de leña seca en cada uno de los escenarios definidos permitió, bajo los supuestos previamente descritos, recalculer la proporción de leña seca sobre el consumo total de leña en las comunas de Temuco y Padre



Las Casas por programa de subsidio y elasticidad de demanda simulada. Los resultados para el referido ejercicio se presentan en la Tabla 18. Mientras en el escenario base la proporción de leña seca consumida alcanza a 20% del total, se observa que, dada una elasticidad de demanda, mientras más ambicioso el programa de subsidio en términos de reducción de precio de leña seca mayor impacto genera en términos de la proporción de leña seca consumida. Es interesante notar que para el primer tipo de programa de subsidio considerado, esto es, subsidio parcial sobre la diferencia de precio entre leña seca y húmeda, se observan cambios significativos en la proporción de leña seca consumida sólo en el escenario de demanda por leña seca elástica. En dicho caso la proporción de leña seca consumida alcanzaría a 24%, 25% y 27% en casos de subsidio de 50%, 75%, y 90% de la diferencia entre precio de leña seca y húmeda, respectivamente. En el caso de programa de subsidios más agresivos, y que generan reducciones de mayor magnitud en el precio de leña seca (15% y 50% del precio de leña seca) la proporción consumida de leña seca se eleva de manera significativa para todos los casos de demanda elástica y unitaria. La mayor proporción de leña seca consumida con un programa de subsidio se genera con subsidio de 50% de precio y demanda elástica. Este ejercicio supone, naturalmente, que los consumidores encuentran en oferta suficiente la leña seca demandada al nuevo precio.



Tabla 18. Porcentaje de Leña Seca Consumida en Temuco y Padre Las Casas según Programa de Subsidio y Parámetro de Elasticidad de Demanda de Leña Seca

Programa Subsidio		Elasticidades				
		Elástica	Elasticidad Moderada	Elasticidad Unitaria	Inelástica Moderada	Inelástica
Escenario Base	Sin Subsidio	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Subsidio al diferencial de precios	Subs. 50%	0,24	0,22	0,21	0,2	0,2
	Subs. 75%	0,25	0,23	0,21	0,21	0,2
	Subs. 90%	0,27	0,23	0,22	0,21	0,2
Subsidio al precio de leña seca	Subs. 15%	0,32	0,26	0,23	0,22	0,21
	Subs. 50%	0,6	0,4	0,3	0,25	0,23

^a Cálculos en base a m³ estéreos.

Fuente: Elaboración propia.

El monto de recursos involucrados en los programas de subsidios considerados fue calculado de acuerdo a la expresión de la ecuación (7). Considerando que los mayores impactos sobre la proporción de leña seca consumida para los programas de subsidio simulados se originaron con supuesto de escenario de demanda elástica, el gasto en subsidio calculado consideró sólo tales escenarios. Los resultados se presentan en la Tabla 19. En los extremos, mientras un programa de subsidio destinado a cubrir un 50% de la brecha de precios entre leña seca y húmeda demandaría un gasto anual de 88 millones de pesos, un subsidio al 50% del precio de leña seca costaría anualmente 2.458 millones de pesos.



Tabla 19. Gasto en Subsidio según Programa de Subsidio al Consumo de Leña Seca y Elasticidad Seleccionada en Temuco y Padre Las Casas (Mill de \$)

Programa de Subsidio	Gasto en Subsidio	Gasto (Mill \$ año)
Subsidio al Diferencial de Precios	Elástica y Subsidio al 50%	88
	Elástica y Subsidio al 75%	142
	Elástica y Subsidio al 90%	178
Subsidio al Precio de Leña Seca	Elástica y Subsidio del 15%	393
	Elástica y Subsidio del 50%	2458

Fuente: Elaboración propia.

El objetivo último de este estudio es evaluar posibles impactos de medidas de incentivo al consumo de leña seca sobre la contaminación en Temuco y Padre Las Casas. En este caso, y con la ayuda de la expresión en la ecuación (8) y las planillas de cálculo de impacto sobre emisiones de medidas provistas por CONAMA-Región de la Araucanía (Asesorías en Ingeniería Ambiental, Gobierno Regional de la Araucanía, y CONAMA (2006)), simulamos el nivel de emisiones de material particulado (MP-10) que hipotéticamente sería generado por el patrón de consumo de leña (seca/húmeda) inducido por programas de subsidio alternativos (ver Anexo 4), cuyo efecto se transmitiría a través de la reducción en el precio de la leña seca. Los resultados tanto para los niveles de emisiones calculados en cada escenario, como para el impacto diferenciado con relación al escenario base se presentan en la Tabla 20 y Tabla 21, respectivamente. Con el propósito de tener un patrón de comparación se consideró también simular un escenario hipotético, y probablemente no factible, en que la proporción consumida de leña seca alcanza a un 100%. En este escenario la reducción máxima posible de emisiones de material particulado en Temuco y Padre Las Casas alcanzaría a un total de 785 toneladas anuales, correspondiendo a un 23% de reducción sobre la situación base (ver Tabla 20 y Tabla 21).²⁴

²⁴ Para detalle del cálculo de las emisiones ver Anexo 4.



Tabla 20. Nivel de Emisiones de Material Particulado (MP-10) en Temuco y Padre Las Casas según Programa de Subsidio al Consumo de Leña Seca

Escenarios y Programas		Emisiones	
		Ton/año	Ton/Inv
Escenario Base		3351	2479
100% leña seca		2566	1899
Subsidio al Diferencial de Precios	Elástica y Subsidio al 50%	3311	2450
	Elástica y Subsidio al 75%	3302	2443
	Elástica y Subsidio al 90%	3282	2429
Subsidio al Precio de Leña Seca	Elástica y Subsidio del 15%	3233	2392
	Elástica y Subsidio del 50%	2958	2189

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos para el impacto sobre emisiones son más bien modestos, independiente de la profundidad del programa de subsidio considerado (note que se presentan resultados sólo para el caso de una demanda de leña seca altamente elástica al precio). En el caso de un programa de subsidio de 50% de la brecha de precio entre leña seca y húmeda se alcanzaría una modesta reducción de poco más de 1% de emisiones anuales sobre el escenario base (40 toneladas anuales menos). En el otro extremo, si el subsidio es de un 50% del precio de leña seca la reducción en emisiones anuales totales alcanzaría a poco más de un 12%, esto equivale a una reducción de 393 toneladas de material particulado anuales sobre Temuco y Padre Las Casas.



Tabla 21. Cambio en el Nivel de Emisiones de Material Particulado (MP-10) en Temuco y Padre Las Casas según Programa de Subsidio al Consumo de Leña Seca y Elasticidad Seleccionada

Escenarios y Programas		Emisiones	
		Ton/año	Ton/Inv
100% leña seca		-785	-580
Subsidio al Diferencial de Precios	Elástica y Subsidio al 50%	-40	-29
	Elástica y Subsidio al 75%	-49	-36
	Elástica y Subsidio al 90%	-69	-50
Subsidio al Precio de Leña Seca	Elástica y Subsidio del 15%	-118	-87
	Elástica y Subsidio del 50%	-393	-290

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, combinando información de gasto en subsidio al consumo de leña seca e impacto en términos de reducción de emisiones de material particulado logrado por tales subsidios, calculamos indicadores de costo-efectividad. Tales indicadores fueron calculados como cuocientes entre gasto de cada programa y la reducción (en valor absoluto) de toneladas de emisión de material particulado logradas. Notamos que mientras más pequeño es el valor reportado en la Tabla 22, más costo efectivo es el instrumento, es decir, menor es el gasto en subsidio por tonelada reducida. Los resultados que se presentan en la Tabla 22 indican que el gasto en subsidio por tonelada reducida al año se incrementa a medida que el programa de subsidio se torna más ambicioso. Mientras el costo de reducir una tonelada con un programa de subsidio de 50% de la brecha de precio entre leña seca y húmeda alcanza a 2,2 millones de pesos, el costo de reducir una tonelada con un programa de subsidio de 50% del precio de la leña seca es cerca de tres veces más elevado, alcanzado un monto de 6,3 millones de pesos por tonelada al año. Este deterioro en el coeficiente costo-efectividad se produce porque programas de subsidio más agresivos implican mayor gasto al aplicarse al total de leña seca consumida (ver ecuación (6)); sin embargo, la reducción de emisiones lograda se genera sólo por el aumento diferencial en la proporción de leña seca utilizada.



Tabla 22. Costo Efectividad según Programa de Subsidio al Consumo de Leña Seca y Elasticidad Seleccionada en Temuco y Padre Las Casas (Mill de \$)

Escenarios	Elasticidad	Emisiones	
		Ton/año	Ton/Inv
Subsidio al Diferencia de Precios	Elástica y Subs 50%	2,2	3
	Elástica y subs 75%	2,9	4
	Elástica y subs 90%	2,6	3,6
Subsidio al Precio de Leña Seca	Elástica y Subs 15	3,3	4,5
	Elástica y Subs 50%	6,3	8,5

Fuente: Elaboración propia.

6.1.2. Subsidio a los Productores de Leña Seca

6.1.2.1. Aspectos generales

En acuerdo con la contraparte técnica de la CONAMA se decidió concentrar el estudio de incentivos económicos orientados a la oferta de leña seca al análisis de un subsidio al secado de leña. Este subsidio podría, en principio, estar orientado a financiar los siguientes aspectos:

- Los costos de oportunidad que provienen del retraso en la venta producido por la espera a que concluya el secado de la leña.
- Capital de trabajo extra requerido en la preparación anticipada del secado de la leña para toda la temporada.
- Costos de infraestructura necesarios para implementar el secado.

De manera general hemos encontrado que la creación de un subsidio destinado específicamente al secado de la leña es legalmente poco viable, principalmente porque su implementación requeriría la proclamación de una ley y porque su objetivo es muy pormenorizado, lo cual pudiese desincentivar el interés del legislador en una iniciativa



legal, puesto que existen múltiples necesidades sociales que pudiesen ser subsidiadas, por lo cual generalmente se va a optar en orden de prioridades según la necesidad básica a satisfacer, o establecer la transferencia de fondos con objetivos más amplios. Es más factible la utilización de fondos no reembolsables otorgados por el Estado que financien proyectos de desarrollo productivo u otros objetos entre los cuales encuadre el proceso de secado de leña por su beneficiario (ver sección 7.3).

Antes de realizar un análisis de costos y eficiencia de los instrumentos mencionados cabe recordar brevemente los antecedentes conocidos de la cadena de comercialización de la leña (ver sección 4 y Anexo 1)

En general la cadena de la comercialización de la leña posee tres eslabones. Productores, distribuidores y consumidores. Es también conocido que parte de la leña que se comercializa no recorre estas dos transacciones ya que a veces la función de productor y distribuidor se concentra en un solo agente.

La cadena de comercialización de la leña no está caracterizada en detalle y se encuentran pocos estudios que refieren a la misma. Para nuestro trabajo nos basaremos en los estudios “Priorización de medidas de reducción de emisiones por uso residencial de leña para la gestión de la calidad del aire en Temuco y Padre Las Casas”, realizado por la Universidad de Concepción en el año 2002; y “Generación de antecedentes para la implementación de un sistema nacional de certificación de Leña”. Cabe hacer notar que en el caso del estudio de la Universidad de Concepción la información se obtuvo a través de encuestas realizadas tanto a productores como comercializadores. La otra fuente de información se basa en supuestos empíricos sobre la cadena de la leña que fueron utilizados para estimar los costos involucrados en la certificación.

Los autores consideran que para poder hacer un diseño fundamentado de incentivos económicos sobre la oferta de leña seca sería necesario realizar primeramente un estudio profundo del mercado de la oferta de leña. Esto cobra mayor relevancia si se tiene en cuenta que la sustitución de leña húmeda por seca es una medida de carácter crucial por el gran impacto que tiene sobre las emisiones. Por demás la sustitución mencionada difícilmente puede ser lograda sino es a través de incentivos económicos o mediante fiscalización sobre la misma cadena de comercialización de la leña. Un estudio como el



mencionado debería notificar con mayor detalle, entre otras cosas, la distribución del mercado de leña seca en cuanto a la diversidad de los productores. Por otra parte sería importante tener estimaciones confiables (basadas en datos recopilados) sobre los comercializadores en cuanto a estructura y monto de la leña transada. Toda esta información no disponible sería sensiblemente valiosa a la hora de estimar costos y efectividad de medidas que influyan sobre la oferta de leña seca.

Un último estudio que concierne no directamente a la cadena de comercialización, pero si aspectos de la misma que son fundamentales para este trabajo es “Estudio de secado de leña y equivalencias de unidades de comercialización”, ver Navarro *et al*, (2005). En este estudio se documenta específicamente como puede ser realizado un secado de la leña de manera óptima y en un período de 6 meses. Este aspecto es crucial ya que cuantifica el tiempo de espera para el secado que interviene directamente en el costo que se quiere subvencionar. Lamentablemente el estudio no aborda los costos asociados al secado.

6.1.2.2. Metodología y resultados.

De los tres tipos de subsidios mencionados en la sección anterior nos restringiremos en este estudio solo a los dos primeros, o sea los costos de oportunidad asociados al secado y los costos de capital de trabajo. Esto se debe a que la información disponible solo dice relación con estos aspectos. De manera general hemos considerado el subsidio del secado solamente en el eslabón de los productores. Esta decisión obedece a diversos argumentos. Si se tiene en cuenta que los comercializadores constituyen un mercado mayormente informal (ver UdeC (2002) y Otero *et al*, (2004).) cabe suponer que un subsidio orientado a este eslabón conlleve una formalización que implicaría mayores aumentos de precio ya no asociados al secado. Por otra parte puede inducirse que si a través de los productores se incentiva la producción de leña seca es de esperar que este efecto se refleje en la leña que se comercializa.

En cuanto a la pregunta de cómo ubicar un subsidio de manera óptima queremos recalcar que en nuestra opinión una componente fundamental de cualquier medida económica aplicada será la existencia de un esfuerzo de fiscalización acompañante (ver



para una discusión detallada la sección 7.2). Por demás, nos parece una alternativa muy eficiente invertir esfuerzos en fiscalizar las medidas ya contenidas en el plan como por ejemplo la prohibición de la comercialización de leña húmeda en ambas comunas. Esto traería consigo de por sí un incremento en el precio de la leña húmeda (producto de las probabilidades intrínseca de ser fiscalizado). Esta es la otra vía para reducir el diferencial de precios existente entre leña seca y leña húmeda: incrementando el valor de la leña húmeda, dado que los comercializadores de leña húmeda incorporarían en sus costos, la sanción esperada de ser sorprendidos incumpliendo la normativa, lo cual automáticamente incentivaría la oferta de leña seca.

Hay varios aspectos prácticos que complican un subsidio del secado de leña orientado a los productores. El primero dice relación con el hecho que los productores en su mayoría seguramente no abastecen solamente a las comunas de Temuco y Padre Las Casas. Como es en la práctica indistinguible si una leña vendida por el productor seca fue comercializada en las comunas mencionadas (recordemos la informalidad de la cadena comercializadora) cabe esperar que este instrumento económico subsidie también el secado de leña que se comercialice en otras comunas. Este efecto solo podría evitarse con un esfuerzo de control que resulta poco realizable.

Un segundo aspecto complicado en cuanto a la subvención del secado de la leña es que sería difícil subsidiar solamente el incremento respecto a lo que hoy en día ya se seca. Esto porque cualquier subsidio al secado de leña sería primeramente utilizado para financiar el secado actual y solo después de sobrepasar ese umbral se apreciaría un efecto sobre la oferta.

Teóricamente se podría subvencionar una parte del costo de secado y apostar porque la disminución en los costos de producción de leña seca obtenida resulten en un aumento de la oferta de acuerdo a cierta elasticidad inherente (ver sección 6.1.1 sobre subsidios a la demanda para un patrón similar). Sin embargo, a diferencia del caso de la demanda (consumo), la oferta no está bien estudiada y no existen estimaciones ni observaciones sobre el precio (de los productores) que permitan simular seriamente utilizando elasticidades hipotéticas. Es por ello que hemos decidido en nuestras simulaciones estimar los costos totales de secado (en el eslabón de los productores) y



calcular cuánto costaría cubrirlos con un subsidio. Esto dependerá naturalmente de la cantidad de leña que se pretenda subsidiar la cual se obtendrá de valores estimados de consumo.

6.1.2.2.1. Subsidio al costo de oportunidad asociados al secado

La metodología utilizada para estimar los costos de oportunidad provenientes de la espera asociada al secado es similar a la utilizada en Otero *et al*, (2004). Para ilustrar la metodología propuesta podemos suponer que se conoce el precio de venta ($\$/m^3$ estero) de la leña húmeda en la transacción entre productores y comercializadores (denotemos este precio por P). Nótese de antemano que no existen datos sobre este precio P. Si por otra parte conocemos la tasa de interés mensual que observaría un productor genérico podemos estimar el costo de oportunidad de secar la leña como el retorno por concepto de intereses que se genera al depositar P durante el tiempo de secado requerido a la tasa supuesta. Con este procedimiento se obtiene el costo de secado de cada m^3 estero.

Con esta metodología para estimar los costos de secado se necesitan entonces tres datos básicos: el tiempo de secado; el precio de venta de la leña húmeda al nivel de los productores; y la tasa de interés mensual observada por los mismos.

La información disponible sobre el tiempo de secado proviene del estudio Navarro *et al*, (2005). Bajo ciertas condiciones específicas de almacenamiento el tiempo de secado se estima en el mencionado estudio como de seis meses. Sin embargo, en el segundo encuentro con nuestra contraparte técnica de CONAMA se acordó considerar también escenarios con períodos más prolongados de secado de 12 y 18 meses. Esto se hizo, por una parte, debido a que el tiempo de secado depende mucho de las condiciones en que se almacene la madera y también de la especie en cuestión. Por otra parte, estos períodos más largos de hasta 18 meses permiten considerar el caso en que el secado no haga tras apilar la leña trozada y picada. Consideraremos entonces los tres escenarios mencionados en nuestros cálculos (6, 12 y 18 meses).



Como el precio de la leña húmeda a nivel de productor es desconocido hemos tomado el precio observado de la leña húmeda en las comunas de Temuco y Padre Las Casas y elegido tres escenarios posibles. Estos se diferencian en el % del precio final de la leña húmeda que corresponde al productor. Se supuso entonces que el precio que obtiene el productor puede ser de 20%, 40%, 50% del precio observado entre comercializadores y consumidores. Estos porcentajes fueron avalados por la contraparte técnica como representativos del rango de valores posibles del precio estimado.

Bajo los supuestos antes mencionados se obtienen los siguientes escenarios para el precio de leña húmeda a nivel de productores.

Tabla 23. Escenarios para el % del precio de la leña húmeda en Temuco y Padre Las Casas que obtienen los productores (\$/m3 estéreo)

% del precio base en Temuco y Padre Las Casas (15.000)	50%	40%	20%
Precio que obtienen los productores	7.500	6.000	3.000

Fuente: Elaboración propia.

La tasa de interés realizable por los productores (1,4% mensual) se ha tomado de la fuente Otero *et al*, (2004). Con esa tasa de interés y tomando los tres escenarios propuestos para el tiempo de secado (6, 12 y 18 meses) se obtienen los siguientes precios de leña seca para los productores y los costos de oportunidad correspondientes.²⁵

²⁵ La contraparte técnico, hizo notar para estos escenarios, que en el estudio de Navarro et al. (2005), cuando la leña está trozada y picada, y las condiciones climáticas son propicias, se requieren seis meses para alcanzar una humedad de 25% en base seca con leña de Roble-Hualle. En caso contrario, el periodo de secado necesario puede extenderse hasta 18 meses, debido a que en invierno, el efecto de secado es nulo y es necesaria otra temporada más.



Tabla 24. Escenarios de costo de oportunidad para los productores del secado de la leña (\$/m³ estéreo) utilizando una tasa de 1,4% de interés mensual.

Precio de leña húmeda para los productores		7.500	6.000	3.000
Precio incrementado para un período de secado de	6 meses	8.200	6.500	3.300
	12 meses	8.900	7.100	3.500
	18 meses	9.600	7.700	3.900
Costo de oportunidad asociado a un período de	6 meses	700	500	300
	12 meses	1.400	1.100	500
	18 meses	2.100	1.700	900

Fuente: Elaboración propia en base a información provista por CONAMA-Región de la Araucanía.

Para estimar los costos totales de un programa de subvención al secado de la leña se utilizaron los montos estimados de leña seca a consumir obtenidos bajo los mismos escenarios que para el estudio de la demanda. La simulación se realizó sin embargo solamente para los escenarios caracterizados por una demanda elástica (-4) y distintos niveles de subsidio de precios.

Es importante notar que no se consideran los subsidios a la demanda y a la oferta en conjunto sino que solo se toman los montos estimados de consumo de leña seca del caso de demanda para estimar la cantidad a subvencionar de la oferta. Esta coincidencia entre los montos de leña seca subvencionados permite hacer comparables ambos programas de subsidio. Los escenarios considerados resultaron en las cantidades requeridas de leña seca anuales presentadas en la Tabla 25 a continuación.²⁶

²⁶ Para detalle de los cálculos empleados en esta sección ver Anexo 4.



Tabla 25. Consumo estimado de leña seca para distintos escenarios del mercado (m³ estéreo anuales)

Escenarios para estimar el consumo de leña seca	Leña seca necesaria para distintos escenarios (m³ estéreo anuales)	
Subsidio al Diferencial de Precios Leña Seca vs. Leña Húmeda	Elástica y subsidio al 50%	117.375
	Elástica y subsidio al 75%	126.404
	Elástica y subsidio al 90%	131.821
Subsidio al precio de la Leña Seca	Elástica y subsidio al 15%	158.908
	Elástica y subsidio al 50%	297.952
Perfecto Cumplimiento	100% leña seca	496.587

Fuente: Elaboración propia.

Ahora el costo total del subsidio de leña resulta de multiplicar las cantidades anuales requeridas de leña (para cada estimación del consumo considerada) por el costo de secado de un m³ estéreo para cada escenario propuesto. Lo anterior resulta en los siguientes costos totales.



Tabla 26. Costos totales (Mill \$ al año) de subsidiar toda la leña seca a consumir para distintos escenarios de consumo y de precios al productor

Tiempo de secado	Cantidad de leña seca a subsidiar (m3 estéreo anuales) para distintos escenarios de consumo	Escenarios del precio de leña húmeda para los productores		
		7.500	6.000	3.000
6 meses	117.375	82	59	35
	126.404	88	63	38
	131.821	92	66	40
	158.908	111	79	48
	297.952	209	149	89
	496.587	348	248	149
12 meses	117.375	164	129	59
	126.404	177	139	63
	131.821	185	145	66
	158.908	222	175	79
	297.952	417	328	149
	496.587	695	546	248
12 meses	117.375	246	200	106
	126.404	265	215	114
	131.821	277	224	119
	158.908	334	270	143
	297.952	626	507	268
	496.587	1.043	844	447

Fuente: Elaboración propia.

Si finalmente contrastamos los resultados anteriores con los montos de reducción de emisiones dados en la Tabla 21 de la sección anterior podemos calcular los siguientes indicadores de costo efectividad para el subsidio del secado orientado a los productores. Notamos que, similar al caso del subsidio a la demanda, mientras más pequeño es el valor reportado en la Tabla 27, más costo efectivo es el instrumento, es decir, menor es el gasto



en subsidio por tonelada reducida. Los indicadores costo efectividad se han obtenido dividiendo el gasto en subsidio, para cada escenario considerado, por la respectiva reducción en el nivel de emisiones.

Tabla 27. Costo Efectividad según Programa de Subsidio al secado de Leña orientado a Productores y distintos escenarios de precios (Mill de \$ / ton. reducida al año)

Tiempo de secado	Cantidad de leña seca a subsidiar (m3 estéreo anuales) para distintos escenarios de consumo	Escenarios del precio de leña húmeda para los productores		
		7.500	6.000	3.000
6 meses	117.375	2.1	1.5	0.9
	126.404	1.8	1.3	0.8
	131.821	1.3	1.0	0.6
	158.908	0.9	0.7	0.4
	297.952	0.5	0.4	0.2
	496.587	0.4	0.3	0.2
12 meses	117.375	4.1	3.2	1.5
	126.404	3.6	2.8	1.3
	131.821	2.7	2.1	1.0
	158.908	1.9	1.5	0.7
	297.952	1.1	0.8	0.4
	496.587	0.9	0.7	0.3
18 meses	117.375	6.2	5.0	2.7
	126.404	5.4	4.4	2.3
	131.821	4.0	3.2	1.7
	158.908	2.8	2.3	1.2
	297.952	1.6	1.3	0.7
	496.587	1.3	1.1	0.6

Fuente: Elaboración propia.



Puede notarse claramente que el indicador de costo efectividad va mejorando siempre que la agresividad del programa (monto de leña seca a subvencionar) aumente o que el precio de la leña húmeda supuesto para los productores disminuya.

6.1.2.2.2. Subsidio al capital de trabajo extra requerido

Para poder estimar los costos de un subsidio al capital de trabajo involucrado en el secado anticipado de la leña se requiere información sobre la cantidad de leña seca a subsidiar y un estimado de los costos de trabajo por m³. La cantidad de leña a subsidiar ha sido será supuesta, de manera idéntica a como se hizo en el caso anterior, como el consumo estimado en la sección sobre subsidio de demanda (ver tabla 25).

En cuanto a los costos de trabajo utilizaremos la información suministrada por la contraparte técnica en nuestro segundo encuentro y que dice relación con los costos de producción de 1 metro de leña. Los datos mostrados en la Tabla 28 continuación, fueron tomados del material informativo titulado “LEÑA SECA UN BUEN NEGOCIO. Manual para productores de leña”

Tabla 28. Costos de producción de un metro cúbico de leña.

A Financiar:	Costo (\$/m³ de leña)
Motosierra (Motosierra, motosierrista, combustible y aceite)	514
Hacheros (Partido y arrumado)	480
Bueyes y bueyero	1.000
Costos totales aproximados de producción (excluyendo valor de la madera y utilidades)	2.000

Utilizando este costo de producción y los estimados de leña seca a subsidiar de la tabla 25 podemos calcular aproximadamente los costos de introducir un subsidio para



financiar capital de trabajo necesario para preparar anticipadamente la leña con vistas a ser secada. Los montos obtenidos al respecto son los siguientes:

Tabla 29. Costo de financiar el capital de trabajo requerido para preparar anticipadamente el secado de toda la leña a consumir (Mill de \$).

Cantidad de leña seca a subsidiar (m³ estéreo anuales) para distintos escenarios de consumo	Costos totales de financiar el capital de trabajo involucrado en la preparación del secado.
117.375	235
126.404	253
131.821	264
158.908	318
297.952	596
496.587	993

Fuente: Elaboración propia.

A diferencia del subsidio al secado que es periódico, este subsidio al capital de trabajo tiene carácter puntual y le resulta al productor como un excedente que permite cada año financiar las actividades de preparación del secado requerida.

Otra diferencia es que este subsidio no aporta directamente leña seca (solo la preparación previa). En ese sentido no incrementa por si mismo la cantidad de leña seca a consumir ni tampoco influye sobre el monto de emisiones en Temuco y Padre Las Casas. Por este motivo hemos descartado un análisis de costo efectividad en este caso.



7. **Objetivo Específico 3**

7.1. **Requerimientos Administrativos-Institucionales para el Uso de Incentivos Económicos.**

En las secciones anteriores hemos abordado a profundidad dos instrumentos económicos periódicos orientados a apoyar la producción, comercialización y uso de leña seca. Estos son, el subsidio al precio a nivel de consumidores (subsidio a la demanda) y el subsidio al secado de leña a nivel de los productores. Es evidente que ambos incentivos necesitan para su eventual implementación de un conjunto de condiciones básicas que garanticen su operatividad y buen funcionamiento. En esta sección identificaremos elementos referentes a la información requerida y la capacidad administrativa necesaria para implementar los subsidios mencionados.

Consideremos primeramente el subsidio a la demanda de leña seca. Este subsidio se basa en un conocimiento adecuado de la diferencia de precios a nivel de consumidor entre la leña seca y la leña húmeda. Aquí salta entonces a la vista que se requiere de un sistema de monitoreo de precios (como el que ya se ha parcialmente implementado) que óptimamente también sea capaz de hacer pronósticos de corto plazo sobre ambos precios. Otra información relevante para este subsidio sería una estimación aproximada de los montos totales de leña seca a utilizar en el año. Este estimado podría ser menos preciso, pero ayudaría a fijar montos presupuestarios para cualquiera sea la instancia encargada de articular este subsidio.

Debido a los requerimientos de información anteriormente mencionados la implementación de un subsidio a la demanda de leña necesitaría de fuerza de trabajo calificada que implemente y lleve a cabo las tareas de monitoreo de precios, y calculo de pronósticos de precio y demanda anual. Debe remarcarse aquí que el monitoreo propuesto debe abarcar (al menos en una etapa inicial) no solamente el mercado formalizado. Esto seguramente requiere de un esfuerzo mayor, pero que está plenamente justificado puesto que uno de los objetivos primordiales es formalizar el mercado.



El subsidio a la demanda al ser universal (en principio, a todos los consumidores) no trae consigo grandes esfuerzos administrativos. No obstante, al ser un subsidio que va al consumidor, se requiere de un mecanismo que asegure el subsidio de leña seca que haya sido realmente transada. Un elemento práctico sería subvencionar mayormente la leña vendida con boleta siempre que pueda probarse que ha sido secada. Esto no requiere todo el proceso de certificación, pero sin embargo, incentiva la regularización del mercado además que de manera indirecta puede ayudar a cumplir la normativa sobre el uso de medidores de humedad.

En el caso del subsidio a productores por el secado de leña los requerimientos de información son similares. Sin embargo la recopilación de información parece ser más trabajosa. Por una parte no existen antecedentes como en el caso de los precios al consumidor. Por la otra los productores se ubican en un área mucho más extensa y de difícil acceso que los consumidores. Vales decir que además de monitorear los precios de leña húmeda a nivel de productor debería obtenerse información fiable sobre los costos reales del secado. Esto es vital pues el subsidio cubre exactamente esa cantidad.

Al igual que para el subsidio de la demanda se necesita aquí de fuerza de trabajo que recopile, organice y procese la información referente a los precios de leña húmeda y de secado. Como en este caso el subsidio va al productor los cuales son probablemente una población pequeña, cabe llevar un registro actualizado de las condiciones de secado y el monto de la leña a financiar por productor. Esto ayudaría a hacer estimaciones confiables sobre el presupuesto del subsidio en cada año que se implemente.

En la práctica el subsidio al secado también requeriría de un esfuerzo fiscalizador para asegurar que se pague por leña ciertamente secada y vendida a comercializadores o consumidores. Nuevamente aquí puede exigirse una boleta de venta que ayudaría a formalizar el mercado. Tanto esta fiscalización como la recopilación de información para este subsidio son ciertamente más costosos, pero por otra parte incentivan directamente la producción de leña seca, que como quiera que se implemente un plan debe ser aumentada.

Un estudio detallado sobre la implementación práctica de los subsidios propuestos requeriría, entre otros aspectos, abordar con profundidad los necesarios esfuerzos fiscalizadores. La estimación de los costos asociados a la implementación práctica de los



subsidios sobrepasa los objetivos propuestos en este estudio. Es también razonable primero identificar entidades con potencial de ser llamados a articular los subsidios mencionados antes de calcular los costos de ejecución, ya que estos pueden variar fuertemente dependiendo de la agencia ejecutora.

Como se menciona más adelante la implementación de cualquiera de los dos subsidios requeriría una ley especializada al respecto. En el marco de la misma se debería nombrar también a la entidad articuladora del subsidio, con lo cual los requerimientos legales para su implementación dependerían de la ley en cuestión. Un estudio detallado de los aspectos legales que conciernen la implementación práctica de los anteriores subsidios sobrepasa del marco de este estudio.

7.2. Fiscalización para el Cumplimiento de Regulaciones Ambientales: Aspectos Conceptuales

En esta sección se realiza un análisis respecto a la necesidad de diseño de un programa de fiscalización para el cumplimiento de regulaciones destinadas a mejorar la calidad del ambiente.

7.2.1. Decisión de Cumplimiento

Entendemos por fiscalización el conjunto de acciones destinadas a inducir cumplimiento de los agentes bajo regulación. Dichas acciones se relacionan con la utilización de dos instrumentos: vigilancia o inspecciones con el fin de detectar infracciones, y la aplicación de sanciones en el caso que una transgresión sea descubierta. Otras actividades posibles de desarrollar para inducir cumplimiento incluyen negociación o contacto directo con los agentes regulados, transferencia de conocimiento, transferencia de tecnología, etc.

El análisis económico estándar de la fiscalización y cumplimiento tiene como punto de partida el trabajo de Becker (1968). En general, siguiendo el enfoque de Becker,



un agente que está decidiendo respecto a transgredir una norma o regulación compara el costo esperado de una infracción con el beneficio esperado de ésta. El costo esperado de cometer una infracción a la regulación está dado por la sanción esperada, la que a su vez está determinada por la frecuencia de la actividad de monitoreo o vigilancia de la agencia reguladora y la estructura de las sanciones dada por la propia regulación o el sistema judicial. El beneficio de infringir una regulación está representado por las ganancias económicas derivadas de la actividad prohibida o regulada.

En un sistema de regulación basado en políticas ambientales de control directo, por ejemplo estándares de emisión, o una norma sobre contenido de humedad de la leña, una fuente regulada (por ejemplo un productor, o comercializador) está en infracción si su nivel de emisión (o contenido de humedad en la leña) excede el estándar en el periodo de cumplimiento relevante. Considerando que los agentes contaminadores bajo regulación pueden enfrentar costos marginales estrictamente positivos y crecientes en el nivel de exigencia de una norma, y considerando además que enfrentan multas o sanciones crecientes en el nivel de infracciones o transgresiones, podemos aplicar el análisis previo al caso de un agente (productor o comercializador) que enfrenta un estándar (un nivel máximo que no puede ser sobrepasado). El costo marginal esperado de cometer una infracción es la multa marginal esperada. El beneficio marginal de tal infracción es el monto de recursos ahorrados (beneficio marginal de transgredir la norma). Cuando la sanción marginal esperada es mayor que el beneficio marginal de cometer la infracción para todos los niveles superiores al estándar, el agente elige cumplir. En caso contrario, el agente elige un nivel de transgresión de la norma tal que su beneficio marginal es igual a la multa marginal esperada.

En este contexto, las infracciones serán decrecientes en la frecuencia de monitoreo o actividad de vigilancia por parte del regulador y en la multa marginal por violaciones.²⁷ Los siguientes resultados caracterizan los incentivos (desincentivos) al cumplimiento de una regulación ambiental:

²⁷ Este resultado ha sido comprobado en varios trabajos empíricos. Gray y Deily (1996), Laplante y Rilstone (1996), Helland (1998), y Cohen (1999).



- A mayor beneficio “por infringir” (mayor costo evitado de cumplir) más incumplimiento o transgresiones. Lo cual sugiere, por ejemplo, que mientras mayor sea el diferencial de precios entre leña seca y húmeda, mayor será el incentivo a usar leña húmeda (ello podría ser originado, por ejemplo, debido a escasez relativa de leña seca en el mercado).
- Mientras más alta es la sanción (percibida), más cumplimiento (menos transgresiones).
- Mientras mayor es la actividad de vigilancia o auditorías, mayor cumplimiento (menos infracciones).
- Menor nivel en el estándar (regulación ambiental más exigente) menor cumplimiento (más transgresiones).

7.2.2. Costos de Fiscalización

Como se mencionó previamente, desde un punto de vista conceptual, las acciones posibles para inducir cumplimiento incluyen: (1) Vigilar el comportamiento de los agentes sujetos a regulación, con el propósito de detectar transgresiones, y (2) imponer multas (sanciones económicas) en caso que transgresiones sean detectadas.

Las acciones destinadas a inducir cumplimiento demandan el uso de recursos y por lo tanto tienen costos asociados. Los costos de un sistema de regulación incluyen costos directos asociados (C) y costos de fiscalización (CF).

Los costos de fiscalización (CF) están determinados por la tecnología de monitoreo o vigilancia utilizada (forma en que se realizan las inspecciones, recursos utilizados, personal, vehículos, etc.), el esfuerzo de vigilancia desplegado (por ejemplo frecuencia y cobertura de las inspecciones), el poder disuasivo de las sanciones (por ejemplo, sanciones altas pueden ahorrar recursos en términos de esfuerzo de vigilancia manteniendo igual poder disuasivo). Por último, dado un nivel de cumplimiento deseado, el costo de fiscalizar para inducir cumplimiento estará también determinado por el tamaño de la población regulada (número de agentes, fuentes, o empresas).



7.2.2.1. Identificación de Costos

Suponiendo que la imposición de sanciones no genera costos y considerando que las sanciones están determinadas exógenamente, esto es, su nivel no depende de la autoridad fiscalizadora, el costo de fiscalización por periodo (CF) está determinado por el costo de vigilancia o inspección (w) y el número de inspecciones (n) que se desea realizar por periodo. Es importante destacar que el número de inspecciones que se desee realizar estará determinado por el nivel de cumplimiento (alternativamente, incidencia de incumplimiento o infracciones) de la regulación; ello debido a que el número de controles dividido por el total de población regulada N es una indicación de la probabilidad de detección (π), lo cual en conjunto con la sanción genera incentivos al cumplimiento.²⁸ De esta forma, el costo de lograr un determinado nivel de cumplimiento de la regulación j ; por ejemplo, prohibición de comercializar leña que no cumpla con la norma de contenido de humedad en Temuco y Padre Las Casas, puede escribirse como:

$$CF_j = w_j \times \pi_j \times N_j = w_j \times (n_j/N_j) \times N_j = w_j \times n_j \quad (9)$$

Para un conjunto J de medidas restrictivas consideradas en un programa de gestión de control de contaminación, el costo total de lograr un determinado nivel de cumplimiento puede escribirse como:

$$CF = \sum_{j=1}^J CF_j = \sum_{j=1}^J w_j \times n_j \quad (10)$$

Un cambio regulatorio, que incluya por ejemplo, medidas más restrictivas y/o objetivo de incrementar el nivel de disuasión a través de mayor esfuerzo de vigilancia para mejorar cumplimiento, generará incremento en los costos de fiscalización. En la ecuación (10) ello se asocia a un incremento en el número de controles (n_j).

²⁸ Considerando controles o vigilancia aleatoria, y un número de controles igual a n en una población regulada total de tamaño N , la probabilidad percibida de detección (π) está dada por $\pi = n/N$. De esta forma, el número esperado de controles o unidades auditadas es $\pi \times N = n$.



7.2.3. Elementos para un diseño de Fiscalización destinado a inducir cumplimiento de medidas para incentivo de producción, comercialización y uso de leña seca en Temuco y Padre Las Casas.

7.2.3.1. Focalización de Esfuerzo de Vigilancia

Una implicancia para las estrategias de vigilancia que se desprende de los aspectos conceptuales revisados, es que un regulador con restricción presupuestaria que desee incrementar los niveles de cumplimiento, debe concentrar sus esfuerzos de vigilancia en aquellos agentes con mayores costos de cumplimiento (Garvie y Keeler, 2004). Si el objetivo es cumplimiento perfecto, el regulador debería fijar la frecuencia de vigilancia tal que la multa marginal esperada sea mayor al costo marginal de abatimiento que enfrenta el agente por cumplir el estándar impuesto. (ver Chávez, 2000). Es posible sugerir que aquellos agentes con altos beneficios marginales de infringir o que enfrentan estándares más estrictos debieran ser inspeccionadas más frecuentemente que el resto de la población regulada. Para cumplir tal propósito, el regulador debiera tener algún conocimiento respecto de características individuales de la población regulada (productores, comercializadores).

7.2.3.2 Diseño de sanciones para inducir cumplimiento

El análisis conceptual de la fiscalización de políticas de comando y control confirma el argumento de Becker (1968) sobre la disyuntiva del regulador entre esfuerzo de vigilancia y sanciones. Si la vigilancia es costosa y la imposición de sanciones no lo es, los costos de fiscalización siempre pueden reducirse eligiendo sanciones marginales mayores y frecuencia de vigilancia menores. Una interpretación alternativa es que es posible incrementar el poder disuasivo con igual esfuerzo de vigilancia mediante el incremento de las sanciones. En la práctica, sin embargo, las sanciones no se fijan en niveles máximos por varios motivos: los jueces serán más reacios a imponer sanciones a los transgresores si éstas son muy severas (Andreoni, 1991), los activos de agentes sorprendidos transgrediendo



una regulación o la normativa pueden no ser suficientes y por lo tanto ésta tendrá un efecto limitado (Segerson y Tietenberg (1992)).

En la experiencia práctica las sanciones están regularmente definidas en rangos, en ocasiones no son impuestas automáticamente, sino que dependen de caso particular, y pueden ser apeladas mediante procedimientos establecidos. Todo lo anterior reduce el poder disuasivo para inducir cumplimiento que poseen tales sanciones. Por ejemplo, la definición de sanciones según rangos y casos específicos hacen difícil a un agente estimar con claridad el costo esperado de ser sorprendido cometiendo una infracción. El nivel máximo de la sanción en uno de los casos, podría incluso no ser suficientemente alto para que, aun considerando una alta probabilidad de detección, sea suficiente como incentivo al cumplimiento. En un caso extremo, aun con probabilidad de detección igual a 1, es posible que las sanciones máximas posibles sean suficientemente bajas para algunos agentes tal que sea un buen negocio transgredir o cometer la infracción y pagar la multa. Mayor información y análisis específico respecto a cómo se diseñan, estructuran, e imponen sanciones en el caso de regulaciones relacionadas a la norma de leña en Temuco y Padre Las Casas parecen ser necesarios.

Desde un punto vista general, una alternativa para inducir cumplimiento, es determinar el nivel de las sanciones por incumplimiento en función de la ganancia económica que un agente infractor obtiene al no cumplir con la norma o regulación. Sin embargo, este criterio de fijación de sanciones puede enfrentar la dificultad impuesta por la asimetría de información entre regulador y regulados, ya que la ganancia antedicha vendrá dada por los costos marginales de abatimiento del agente involucrado.

Existe una razón adicional para considerar el diseño apropiado de sanciones en un correcto esquema de fiscalización para inducir cumplimiento. Si la autoridad restringe la normativa en determinados periodos de tiempo, por ejemplo, durante el periodo de invierno, o durante ciertos días de la semana, dependiendo de condiciones de clima, entonces existe la posibilidad de mantener el mismo poder disuasivo incrementando las sanciones durante dichos periodos de manera pre-establecida. Esta alternativa es probablemente más flexible que aquella consistente en alterar durante breves periodos de tiempo el esfuerzo de fiscalización. Consideramos que el diseño de sanciones con este tipo



de características puede contribuir a un mayor cumplimiento de la normativa ambiental en periodos críticos. El diseño de sanciones en marco de medidas del PDA de Temuco y Padre Las Casas requiere probablemente el desarrollo de estudios específicos.

7.3. Análisis de Factibilidad Legal

7.3.1. Análisis Normativo del Ciclo Producción-Comercialización-Uso de Leña

Este criterio tiene por objeto consignar la actual legislación general que rige el ciclo de vida de la producción de leña para energía, de tal forma de constituir una base sobre la cual, posteriormente, se intentará descubrir la existencia de oportunidades de implementación de instrumentos económicos que incentiven el uso de leña seca que genere menores emisiones de material particulado inferior a 10 micrones (MP10) tanto en el área comprendida en el plan de descontaminación de Temuco y Padre Las Casas así como en el resto del país, puesto que en este ítem no se considerará legislación que establezca regímenes especiales en relación a población o zonas especiales.

Para fines metodológicos se ha abarcado el proceso de producción desde la etapa de plantación hasta su consumo final propiamente tal como fuente de energía, clasificando este proceso en las etapas de a) tala, b) venta y c) uso.

La metodología que se utilizará consiste en una primera fase de clasificación del proceso en etapas. Posteriormente, se efectuará recopilación y revisión de normativa por cada una de las etapas, la cual comprenderá normas constitucionales, legales y administrativas, de carácter genéricas. Finalmente, se concluirá con una exposición del marco regulatorio respectivo a la etapas clasificadas.



7.3.1.1. Regulación de tala de bosque para elaboración de leña

Para establecer los requisitos necesarios para efectuar la tala de un bosque o uno o más de sus individuos forestales, es necesario efectuar la siguiente distinción²⁹:

- Bosque nativo y los árboles que se encuentren en terrenos de aptitud preferentemente forestal o que hayan sido bonificados por CONAF
- Bosque que no tenga la calidad o se encuentre en las circunstancias anteriores.

Sobre la tala recaída en los tipos de bosque señalados en la letra a) se detallará posteriormente.

Respecto del bosque que no posee las calidades de nativo o que no se encuentre en terrenos de aptitud forestal o no haya obtenido bonificación por parte de CONAF, ni se encuentre sujeto a alguna reglamentación especial, rige lo siguiente:

La regla general es que el propietario del bosque lo sea también del terreno donde éste se encuentra. Sin embargo, puede presentarse la situación de dueños distintos sobre estos dos bienes.

Se aplican las reglas generales del derecho de propiedad. Su dueño puede usar, gozar y disponer de él arbitrariamente.

En el caso que el dueño del bosque no sea propietario del predio, para efectuar la tala de éste se registrará por las condiciones establecidas en el contrato o acuerdo con el propietario del predio, o en su defecto, realizará tal actividad de la forma menos nociva al derecho de propiedad sobre el predio.

Para efectuar la tala no se requiere efectuar ninguna presentación ante ninguna institución pública ni se requiere de ninguna autorización.

La tala del bosque, por su propietario, no está sujeta al pago de ningún derecho o impuesto establecido por el Estado.

²⁹ No se incluirá en esta clasificación a aquellos bosques o especies forestales que se encuentren sujetos a reglamentaciones especiales distintas de las indicadas en las letras a) y b) en la sección 7.3.1. Tampoco se considerará los requisitos establecidos en el proyecto de Ley de Bosque Nativo.



Conforme a lo expuesto, la oportunidad y forma de efectuar la tala se deberá efectuar conforme a las condiciones que contractualmente se haya obligado, o en su defecto, como lo estime conveniente.

Sobre el bosque nativo o que se encuentre en terrenos de aptitud forestal o haya obtenido bonificación por parte de CONAF, rigen las siguientes consideraciones:

La tala del bosque debe efectuarse conforme a un plan de manejo presentado o registrado ante la Corporación Nacional Forestal (CONAF). Sin perjuicio de ello, en el caso de ciertas especies tales como el Alerce y la Araucaria y otros establecidos en el D.S N° 13/95 del Ministerio de Agricultura, sólo puede cortarse o explotarse cuando tales actividades tengan por objeto la construcción de obras públicas.

El plan de manejo sólo puede ser presentado por el propietario del predio o de quien se encuentre en trámite de saneamiento de títulos.³⁰

Es necesario pagar una tarifa por cada hectárea y según se trate de bosque nativo, bosque nativo esclerófilo y si se trata de plantación, que asciende a 0,4 UF/ha para bosque nativo; 0,15 UF/ha para bosque nativo esclerófilo; 0,2 UF/ha para plantación.

Además, hay que considerar que si se trata de las especies arbóreas protegidas oficialmente, en algunos casos se encuentra prohibida su corta, como es el caso del Alerce y la Araucaria o se requiere de una autorización especial siempre que se cumplan los requisitos para efectuar tal actividad.

La corta o explotación de bosques nativos en cualquier tipo de terrenos o de plantaciones ubicadas en terrenos de aptitud preferentemente forestal, con excepción de las actividades correspondientes a cortas intermedias, obligará al propietario de los terrenos respectivos a reforestar, a lo menos, la misma superficie cortada o explotada, en las

³⁰ Los antecedentes documentales que se deben presentar ante CONAF son los siguientes: Copia de inscripción de dominio del predio, con certificado de vigencia que no tenga una antigüedad mayor de 60 días contada desde la fecha de su expedición por parte del respectivo conservador de Bienes Raíces o Un certificado del Ministerio de Bienes Nacionales, que acredite que el solicitante es poseedor del predio en trámite de saneamiento de títulos de dominio. Este último certificado sólo procederá cuando el plan de manejo sea un requisito para optar a las bonificaciones forestales. Petición para que la Corporación recabe autorización de la Dirección de Fronteras y Límites del Estado: Si el Plan de Manejo contempla corta o explotación de bosques ubicados en zonas fronterizas. Proposición de plan tipo o norma de manejo.



condiciones contempladas en el plan de manejo aprobado o registrado por la Corporación, según corresponda.

La fiscalización del cumplimiento del requisito de contar con plan de manejo se efectúa por personal de CONAF, Carabineros de Chile y Servicio de Impuesto Internos. En este último caso, para descubrir eventuales evasiones tributarias.

La infracción está sancionada con multa y decomiso, en su caso.

7.3.1.2. Regulación de la comercialización de leña

Para cualquier clase de productor y/o comercializador de leña, ya sea una persona natural o jurídica y siempre y cuando se dedique habitualmente a vender leña, cualquiera sea el origen de ésta leña, es decir, provenga de plantación o bosque nativo o de cualquiera especie forestal, debe cumplirse con éstos requisitos comunes:

- Debe contar con inicio de actividades ante el Servicio de Impuesto Internos.
- Debe pagar patente municipal por el ejercicio de esta actividad lucrativa.
- Debe llevar contabilidad y mantener los libros registros que señala el Código de Comercio (libro diario; libro mayor o de cuentas corrientes; libro de balances y; libro copiador de cartas).
- Debe entregar boleta o factura.
- Debe enterarse el IVA.
- Debe declarar y pagar, en su caso, el Impuesto a la Renta.

Si tiene dependencias destinadas para la comercialización y/o las labores necesarias para proceder a ella, éstas deben conformarse con la planificación territorial correspondiente.

En caso de tener personas bajo su dependencia y subordinación para efectuar labores relacionadas con esta actividad, debe suscribir con ellos los pertinentes contratos de trabajo y cumplir con todas sus obligaciones laborales y previsionales.



En el caso del transporte debe contar con la guía de libre tránsito otorgada por la CONAF, en el caso de que la leña corresponda a madera nativa o proveniente de bosques y facturas o guías de despacho.

En virtud de lo dispuesto en el D.S N° 75 del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, debe cumplirse con sus disposiciones para el transporte de carga.

7.3.1.3. Regulación al Uso o Consumo de leña

En general, se puede señalar que el uso de leña como biomasa para la producción de energía calórica no se encuentra regulado.

Uno de los pocos ejemplos de regulación se encuentra en el D.S. N° 144/61 del Ministerio de Salud, el cual tangencialmente se refiere a la combustión de biomasa, y en el Plan de Prevención y Descontaminación de la región Metropolitana, pero en este último caso circunscrito territorialmente a esa región.

Lo anterior, es sin perjuicio de que, en virtud de actos administrativos particulares, como Resoluciones de Calificación Ambientales o en convenciones privadas que hayan contraído las partes, se limite o prohíba el uso de leña o de ciertas calidades de ésta.

Por tanto, considerando que no existen actualmente mayores regulaciones al consumo de leña, los usuarios tienen plena libertad para optar entre las distintas calidades de leña existentes a su total arbitrio.

No obstante lo anterior, y considerando que una vez declarada una zona como saturada debe elaborarse su plan de descontaminación, y que dentro de éste se debe establecer, entre otros requisitos, el aporte porcentual de las distintas fuentes a la emisión total; la proporción en que deberán reducir sus emisiones las fuentes responsables de la emisión de los contaminantes; el límite máximo admisible de emisión para cada contaminante regulado y; los instrumentos de gestión ambiental para cumplir sus objetivos (pudiendo establecer límites máximos de concentración en las fuentes emisoras, por cada tipo de contaminante regulado, concentración que deberá ser igual para todas las fuentes emisoras de similares características), es factible que se establezcan medidas de restricción



de derechos como lo sería la obligación de comercializar o consumir leña de determinada calidad, o al menos, indicar la posibilidad de presentar un proyecto de ley para la creación de incentivos específicos para la oferta o demanda de leña de una determinada calidad.

7.3.2. Análisis de factibilidad Legal de Instrumentos Económicos Reconocidos por la Legislación Nacional para la obtención de Metas Ambientales: Tributos e Incentivos.

Conforme a lo expuesto en el objetivo específico N° 1, y considerando especialmente de instrumentos económicos reconocidos por la legislación nacional para la obtención de metas ambientales, podríamos sintetizar los instrumentos económicos en la clasificación siguiente:

- Tributos
- Subsidios o subvenciones
- Ecoetiquetaje y certificación ambientales
- Transferencia y compensación de emisiones.

A efectos de delimitar este estudio, se analizará exclusivamente los tributos y los incentivos.

7.3.2.1. Los Tributos

Los tributos ambientales comprenden los impuestos, las tasas y tarifas, las patentes y los peajes.

Los impuestos son aquellos tributos que debe solucionar el contribuyente, obligatoriamente sin que este reciba en forma inmediata una contraprestación a cambio.

Las contribuciones son aquellos tributos que paga el contribuyente obligatoriamente recibiendo a cambio, en forma inmediata, un beneficio o prestación.



Las tasas son aquellos tributos que se pagan para realizar un determinado acto.

Las patentes son aquellos tributos que se pagan para realizar una determinada actividad.

Finalmente los peajes son aquellos tributos que se pagan por el hecho de utilizar una red vial o caminera.

Dentro de los tributos señalados, a nivel bibliográfico, los que han suscitado un mayor estudio corresponden a los impuestos. Cuando estos tienen una finalidad ambiental, comúnmente denominados impuestos “verdes”, implican un monto que debe ser pagado por el emisor en forma proporcional a las emisiones o descargas, incentivando el uso de tecnologías más limpias para pagar un monto inferior. Se incluyen entre éstos, los siguientes:

- Impuestos a emisiones;
- Impuestos a los usuarios;
- Impuestos a los productos o insumos;
- Impuestos administrativos e impuestos diferenciados.³¹

Para determinar la posibilidad de implementar un impuesto es necesario considerar las siguientes observaciones:

Respecto de los tributos en general, conforme lo disponen los artículos 19 N° 20 y 62 de la Constitución Política de la República, éstos deben establecerse por ley, su iniciativa legislativa corresponde en forma exclusiva al Presidente de la República y sólo puede tener su origen en la Cámara de Diputados.

La ley Orgánica Constitucional de Municipalidades N° 18.695, en su artículo 5° letra h), permite a éstas aplicar tributos que graven actividades o bienes que tengan una clara identificación local y estén destinados a obras de desarrollo comunal, para cuyo efecto las autoridades comunales deberán actuar dentro de las normas que la ley establezca.

Existe un principio constitucional de igualdad y proporcionalidad tributaria, en virtud de los cuales debe haber una igual repartición de los tributos, entre ellos, la especie

³¹ Lavin, Julio. 2006. Instrumentos de gestión Ambiental. En Seminario “DS 90 que establece normas de emisión de contaminantes a cursos de aguas superficiales, a tres meses de su entrada en vigencia”.



impuestos, en razón a las rentas o en la progresión o forma que establezca la Ley y ellos no deben ser manifiestamente desproporcionado o injustos.

La regla general es que las materias de tributación fiscal interna sean de competencia del Servicio de Impuesto Internos. Sin embargo, por Ley, pudiese establecerse otro organismo que tuviese competencia.

Debe establecerse claramente cuál es el sujeto pasivo y el hecho grabado.

El contribuyente debe probar con los documentos, libros de contabilidad u otros medios que la ley establezca, en cuanto sean necesarios u obligatorios para él, la verdad de sus declaraciones o la naturaleza de los antecedentes y monto de las operaciones que deban servir para el cálculo del impuesto.

Considerando que en las comunas de Temuco y Padre Las Casas se quiere fomentar la comercialización y uso de leña seca, la implementación de un impuesto como instrumento de gestión ambiental presenta los siguientes obstáculos:

No existe actualmente alguna ley que grabe la producción, comercialización o el uso de leña húmeda ni de las emisiones de material particulado a que tal consumo da lugar, por lo tanto debiese iniciarse un trámite legislativo para su establecimiento, lo cual implica un proceso que puede desarrollarse por un tiempo prolongado.

Otro problema que se presenta, es determinar cuál es el hecho grabado. Considerando que dentro de la propuesta de plan de descontaminación se establece la obligación de la transacción dentro del área que afecta al plan, es decir las comunas de Temuco y Padre Las Casas, de comercializar y usar leña de una calidad determinada, el vendedor y consumidor de leña tienen prohibición de ofertar y consumir una leña que no cumpla con tal requisito de calidad, por lo tanto su infracción debiese ser merecedora de una multa y no de un impuesto, puesto que los impuestos se establecen para conductas permitidas o lícitas.

La única posibilidad de establecer tributos para el fomento de leña seca de cierta calidad, es que no existiese prohibición de transacción o consumo de leña de una calidad determinada, o que se estableciese el impuesto sobre el rango permitido.



Debiese establecerse claramente la forma de acreditación de la existencia del hecho grabado.

Además, hay que tener presente el principio de igualdad tributaria. Sería inconstitucional un tributo que sólo afectara a las comunas de Temuco y Padre Las Casas si existen otras comunas que se encuentren en situaciones similares de saturación o latencia. Tendría más sentido que se estableciese un tributo para las zonas declaradas latentes o saturadas por material particulado, ya que los agentes económicos productores o consumidores de leña que se encuentren en similares situaciones de hecho contarían con las mismas reglas, sin diferencias arbitrarias.

7.3.2.2. Los Incentivos

Los incentivos son “formas de asistencia financiera para incentivar cambios de comportamiento de emisores que logran reduciendo accediendo(sic) a mejoras tecnológicas o sustitución de combustibles”³².

Dentro de los incentivos económicos podemos distinguir los siguientes:

- i) Subsidios asistencia financiera no reembolsable, y
- ii) Préstamos blandos

Este análisis se centrará en una exposición más acabada de los subsidios.

i) Subsidios

Por Subsidio podemos entender, según definición de la Real Academia de la Lengua Española, una “*Prestación pública asistencial de carácter económico y de duración determinada*”³³.

Su base normativa se encuentra en el artículo 19 N° 22 inciso 2° de la Constitución Política de la República que señala textualmente “*Sólo en virtud de una ley, y*

³² Ibid.

³³ www.rae.es. 20 de Diciembre de 2007.



siempre que no signifique tal discriminación, se podrán autorizar determinados beneficios directos o indirectos en favor de algún sector, actividad o zona geográfica, o establecer gravámenes especiales que afecten a uno u otras. En el caso de las franquicias o beneficios indirectos, la estimación del costo de éstos deberá incluirse anualmente en la Ley de Presupuestos”.

Considerando la aplicación de una prestación asistencial como herramienta de gestión ambiental económica focalizada a disminuir la contaminación, es posible aplicar teóricamente este beneficio, ya sea individual, conjuntamente o alternamente, en las etapas de oferta y de demanda de los bienes o servicios contaminantes.

Un subsidio a la oferta puede presentarse en una o más de las fases que deben cumplirse hasta el ofrecimiento del producto o servicio para su consumo o beneficio final. Así, por ejemplo, podría subsidiarse la compra de insumos, la adquisición de capital de trabajo, la adquisición de maquinarias, el desarrollo de proyectos, etc.

Un subsidio a la demanda tendrá por objeto que la totalidad o un mayor número de población pueda acceder a adquirir bienes o servicios menos o no contaminantes, cuando éstos tengan un precio más alto a aquellos que causan un impacto ambiental negativo mayor.

Para determinar la posibilidad de implementar un incentivo es necesario considerar las siguientes observaciones:

La Garantía Constitucional del artículo 19 N° 22 establece que sólo en virtud de una Ley se pueden establecer beneficios económicos, como lo son los subsidios.

El mismo artículo citado precedentemente, consagra el principio de no discriminación económica, por lo cual, al establecerse un beneficio económico en razón de un *sector, actividad o zona geográfica*, debe fundarse en criterios de razonabilidad y evitarse la arbitrariedad.

La regla general es que los subsidios se establezcan en función de una determinada actividad de forma de asistir a quienes se encuentran incapacitados de asumir los costos que implican el desarrollo o disfrute de esa actividad. Así, por ejemplo, el subsidio del agua potable y alcantarillado, el subsidio habitacional y el subsidio de energía



eléctrica, entre otros, permiten a sus beneficiarios, personas de escasos recursos, obtener del Estado la asistencia para la satisfacción de tales necesidades básicas, que sin esta ayuda no podrían o les dificultaría su obtención.

Los subsidios establecidos en razón de zonas geográficas son más escasos. Por ejemplo, se encuentra el subsidio al transporte para zonas aisladas.

La administración de los subsidios corresponderá al Organismo del Estado que la ley establezca.

En la Ley puede establecerse, que un reglamento especifique los procedimientos para la obtención de estos beneficios. Se debe establecer claramente quienes son los beneficiarios, los requisitos que deben cumplir, la documentación para acreditar el cumplimiento de tales requisitos, las causales de pérdida del beneficio o de la calidad de beneficiarios, etc.

El Artículo 7° de la Ley 19.300 establece que los fondos de investigación científica, desarrollo tecnológico y social que tengan asignados recursos en la Ley de Presupuestos de la Nación, podrán financiar proyectos relativos al medio ambiente, sin perjuicio de sus fines específicos.

Teniendo presente que en las comunas de Temuco y Padre Las Casas se pretende fomentar la comercialización y uso de leña seca, la implementación de un incentivo como instrumento de gestión ambiental presenta las siguientes consideraciones:

Actualmente no existe un subsidio específico que favorezca exclusivamente la comercialización o consumo de leña en determinada calidad, por lo cual, instituir un incentivo destinado exclusivamente a tales actividades requeriría su establecimiento por Ley, determinándose el Órgano del Estado a cargo de su administración y los fondos que se destinaran para la implementación de tal subsidio.

La vía de creación de un subsidio específico o exclusivo para la oferta o demanda de leña seca es compleja porque requiere de otro acto distinto a la sola aprobación del plan de descontaminación, que corresponde al trámite legislativo en virtud del cual se debe presentar un proyecto de Ley, ser aprobado en las cámaras de diputados y senadores, y promulgarse y publicarse. Si bien existen casos de proyectos de leyes que se han tramitado



en periodos de tiempo más o menos breves, la regla general es que los trámites legislativos se desarrollen en prolongados espacios de tiempo y; segundo, la experiencia demuestra que cuando se beneficia con recursos estatales no reembolsables a los administrados, como lo son los subsidios, estos se establecen obedeciendo a una priorización de necesidades, la urgencia en su satisfacción y a la carencia o dificultad de satisfacción de tales necesidades que en general afecta a población en todo el territorio nacional. Así, dentro de los subsidios de mayor significancia corresponden a los subsidios de agua potable y alcantarillado, habitacionales, y ahora debido a la crisis energética, el reciente subsidio a la energía eléctrica.

Además, hay que considerar, que si bien las comunas de Temuco y Padre Las Casas cuentan con la respectiva declaración de zona saturada con una principal fuente de contaminación correspondiente a las emisiones de fuentes fijas por el uso residencial de leña, no son las únicas zonas del país que sufren de tales problemas por las mismas causas, como son por ejemplo las comunas de Los Ángeles, Chillán, Puerto Montt³⁴. Por esto, en caso de presentarse un proyecto de Ley o durante su discusión parlamentaria, se debe considerar que en caso de beneficiarse la oferta o demanda de leña seca debiese comprenderse también a aquellos que se encuentren en las mismas situaciones fácticas a fin de no incurrir en discriminaciones arbitrarias.

Considerando un incentivo a la producción de leña seca para su posterior comercialización, podría accederse a los fondos de carácter más generales, especialmente enfocados al desarrollo productivo, como los establecidos para los pequeños y medianos empresarios a través de los programas del Servicio de Cooperación Técnica del Estado (SERCOTEC); los contemplados a través de la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), en el caso de que el proceso de secado propuesto constituyese una innovación tecnológica, a los Programas de INNOVA Chile; en el caso que los productores o comercializadores tengan la calidad de indígenas, los concursos y programas que digan relación al fondo de desarrollo indígena administrado por la Corporación nacional Indígena (CONADI), al Fondo de Protección Ambiental, etc.

³⁴ Andrés Gomez-Lobos, “El consumo de leña en el sur de Chile, por que nos debe preocupar y qué se puede hacer?” en Revista Ambiente y Desarrollo. CIPMA, 2005. pp 45-47



Respecto de la posibilidad de la obtención de subvenciones municipales, cabe señalar que, de acuerdo a lo dispuesto en el artículo 5° letra g) de la Ley 18.695, éstas sólo pueden otorgarse a personas jurídicas que no persigan fines de lucro y que colaboren directamente en el cumplimiento de las funciones municipales. Sólo cabe otorgar directamente subvenciones a personas naturales cuando se encuentren en situaciones de indigencia o necesidad manifiesta.

Cabe tener presente, además, que las personas jurídicas receptoras de fondos públicos están obligadas a inscribirse en un registro público, de acuerdo a lo establecido en la Ley 19.862 y de acuerdo a su reglamento, éstas personas jurídicas deben consignar su nombre y razón social y su rol único tributario, de lo que se concluye que deben contar con inicio de actividades.

La regla general, es que si se establece o se accede a un incentivo a la oferta, se requerirá que el beneficiario, ya sea persona natural o jurídica, acredite su calidad de comercializador de leña y ello normal y lógicamente se establecerá mediante la constatación de contar con inicio de actividades con un giro correspondiente a la comercialización de leña y sus declaraciones de impuestos por un periodo determinado.

Considerando lo anterior, cobra especial importancia los fondos disponibles a través de SERCOTEC, que posibilitan el concurso de personas que no cuenten con iniciación de actividades, pero que una vez adjudicado el proyecto concursado, deben efectuar tal trámite.

ii) Préstamos blandos

Un préstamo de dinero corresponde a un contrato de mutuo de dinero u operación de crédito de dinero, es decir, un contrato en virtud del cual una parte entrega o se obliga a entregar una cantidad de dinero y la otra a pagarla en un momento distinto a aquel en que se celebra la convención. La regulación de estas operaciones crediticias corresponde principalmente a la Ley 18.010, respecto a la cual cabe destacar que sólo establece una tasa máxima de interés conforme al cual se puede otorgar un crédito, pero no se establece una tasa mínima.



Por préstamos blandos se entienden a aquellos créditos otorgados en condiciones más favorables que los ofertados normalmente, por regla general, estableciéndose tasas de interés relativamente más bajas.

Si bien el Estado ha dispuesto recursos para el otorgamiento de créditos a los cuales pueden postular y acceder los titulares de proyectos especialmente de carácter productivo y/o de innovación tecnológica, la generalidad de la oferta de créditos se encuentra en las alternativas dispuestas por las entidades financieras.

Respecto de algunas líneas crediticias especialmente destinadas por el Estado como los que corresponden a CORFO, son operados por las Instituciones Financieras pero con los recursos otorgados por esta corporación del Estado. La regla general es que las instituciones no intervengan en la asignación del crédito, función que corresponde a las propias instituciones financieras conforme a sus políticas internas.



8. Conclusiones y Recomendaciones

Resumiendo todo el análisis realizado en este estudio el equipo de trabajo arriba a las siguientes conclusiones:

Desde el punto de vista jurídico la implementación de instrumentos económicos para apoyar la producción, comercialización y uso de leña seca se presenta con poca factibilidad inmediata. El escollo principal es que tanto instrumentos de regulación de tipo tributario como subsidios requieren de la promulgación de una ley lo cual no se vislumbra probable en el corto plazo que involucra este análisis.

Se pudo constatar que existe aún un déficit importante de conocimiento sobre el mercado de la leña, especialmente desde el lado de la oferta y la cadena producción-comercialización-distribución. Teniendo en cuenta que el consumo de leña es el principal causante de la contaminación atmosférica en Temuco y Padre Las Casas, esta información sería muy valiosa al diseñar medidas de cualquier naturaleza que intenten solucionar el problema planteado. A diferencia del caso de la oferta, para el caso de la demanda existen bastantes estudios y estimaciones sobre el consumo. Además se tiene información actualizada sobre la estratificación de los agentes involucrados (consumidores en el caso de la demanda) lo cual tampoco ocurre para productores y comercializadores.

Nuestro análisis respecto al uso de incentivos económicos para apoyar el uso de leña seca, sugiere también que esquemas de subsidio a la oferta son más costo efectivos que aquellos que consideran subsidios a la demanda de leña.

Basados en supuestos sobre la elasticidad de la demanda de leña seca se ha calculado el impacto e indicadores de costo efectividad de programas de subsidio orientados tanto a la demanda como a la oferta de leña seca. Por parte de la demanda los indicadores de costo efectividad dejan entrever que el gasto en subsidio a la demanda por tonelada reducida al año crece de manera acelerada cuando aumenta la profundidad del programa de subsidio a la demanda. Se observa inclusive un deterioro progresivo en el coeficiente costo-efectividad que se atribuye a que los mayores gastos necesarios para



subvencionar la demanda no se logran compensar adecuadamente con la reducción de emisiones lograda por el aumento diferencial (debido al programa de subsidio) en la proporción de leña seca utilizada.

Por el lado de la oferta solo se hicieron estimaciones primarias de los costos totales de un programa de subsidio del secado orientado a los productores. En este caso el indicador de costo-efectividad muestra una dependencia directa respecto al monto total de leña a subvencionar e inversa respecto al precio realizado para la leña por parte de los productores. En este punto debe mencionarse que los resultados obtenidos requerirían, para ser mas precisos, de un estudio de la elasticidad de la demanda y oferta de leña seca, lo cual no existe y se sale del marco del trabajo.

Basados en las anteriores conclusiones y en los resultados detallados observados el equipo considera hacer las siguientes recomendaciones:

Primero, realizar un estudio detallado del mercado de la leña enfocado especialmente a caracterizar la oferta. Datos sobre la estratificación de los agentes, los precios intermedios en la cadena y estimaciones de los montos de producción serían algunos de los aspectos a caracterizar. Esto es especialmente importante si se tiene en cuenta que un aspecto relevante del plan de descontaminación es regularizar el mercado de la leña. En el estudio recomendado debería también estimarse la elasticidad de la demanda y la oferta de leña seca para Temuco y Padre Las Casas, para poder hacer estimaciones confiables sobre los costos e impactos de incentivos económicos.

Segundo, articular esfuerzos de fiscalización para la prohibición de la comercialización de leña húmeda en Temuco y Padre Las Casas. En nuestra opinión estos esfuerzos prometen mayores frutos ya que tendrían un efecto inmediato sobre las probabilidades de ser fiscalizados lo cual impulsaría la formalización del mercado y ejercería presión sobre los costos de leña húmeda. Por demás una fiscalización adecuada solo haría cumplir las medidas que ya están incluidas en el plan propuesta, vale decir, la prohibición de la comercialización de leña húmeda.



Tercero, los resultados obtenidos en este trabajo sugieren que se recomendable focalizar los esfuerzos en el apoyo a pequeños productores de leña, considerando la costo efectividad de los programas evaluados.

Cuarto, dado que programas de subsidio requieren de una ley específica cuya tramitación se anticipa inviable en el corto plazo y no particularizada para las comunas de Temuco y Padre Las Casas, se aconseja indagar en los fondos gubernamentales o privados existentes, por ejemplo, CERCOTEC, CORFO, INDAP, entre otros, especialmente los que tengan por objeto el fomento a pequeños productores, a fin de facilitar en los productores la incorporación del proceso de secado de leña. Además, que a nivel de los Órganos de Administración del Estado regionales y/o centrales encargados de la fijación de los criterios de distribución y/o de la administración de tales fondos, se coordinen a fin de privilegiar proyectos que digan relación con la producción de leña seca para las comunas de Temuco y Padre Las Casas.



Referencias

- Anderson, Dennis. 2001. "Technical Progress and Pollution Abatement: an economic view of selected technologies and practices", *Environment and Development Economics* 6: 283-311.
- Astorga Jorquera, Eduardo. 2007. Derecho Ambiental Chileno. Parte general. Ed. LexisNexis.
- Banco Mundial. 2002. "Regulación de la Contaminación en la Vida Real", capítulo 2 en Armonización de la Actividad Industrial con el Medio Ambiente: nuevas funciones de la comunidad, el mercado y el gobierno, Banco Mundial-Alfaomega.
- Becker, Gary. 1968. "Crime and Punishment: An Economic Approach." *Journal of Political Economy* 76: 169-217.
- Blackman, Allen. 2005. "Economic Incentives to Control Water Pollution in Developing Countries. How well has Colombia's wastewater discharge fee program worked and why?" *Resources, Resource for the Future, Spring, Issue 61:20-23.*
- Blusffstone, Randall. 1998. "Reducing Degradation of Forests in Poor Countries when Permanent Solutions Elude Us: what instruments do we really have?" *Environment and Development Economics*.3: 295-317.
- Bohm, Peter and Clifford Russell. 1985. "Comparative Analysis of Alternative Policy Instruments". *Handbook of Natural Resources and Energy Economics*; A.V. Kneese and J.L. Sweeney. Amsterdam, North-Holland 1: 395-460.
- Borregaard, N. Instrumentos económicos en la política ambiental: Oportunidades y obstáculos para su implementación en Chile. En *Ambiente y Desarrollo*, año 13 N° 3 (Septiembre 1997)
- Borregaard, N. y Leal, J. 2000. Desafíos y propuestas para la implementación más efectiva de instrumentos económicos en la gestión ambiental en América latina y el caribe. El Caso Chileno. División de Medio Ambiente y Asentamientos humanos. CEPAL/Eclac.
- Cohen, Mark. 1999. "Monitoring and Enforcement of Environmental Policy." In *International Yearbook of Environmental and Resource Economics* 1999/2000, Henk Folmer and Tom Tietenberg, eds. Cheltenham: Edward Elgar Publishing.
- Celis, José, José Morales, Claudio Zaror, and Juan Insunza. 2004. "A Study of the Particulate Matter PM₁₀ Composition in the Atmosphere of Chillán, Chile." *Chemosphere* 54: 541-550.
- Celis, José, Robert Flocchini, Omar Carvacho, José Morales, Claudio Zaror, Juan Insunza, and Mario Pineda. 2006. "Análisis of Aerosol Particles and Coarse Particulate Matter Concentrations in Chillán, Chile, 2001-2003", *Journal of the Air & Waste Management Association*, vol. 56:152-158.



CENMA. 2007. Estudio: “Análisis General del Impacto Económico y Social del Plan de Descontaminación Atmosférica de Temuco y Padre Las Casas”.

CENMA-VITAE. 2001. “Encuesta sobre Consumo de Leña en las Comunas de Temuco y Padre Las Casas”.

Chávez, Carlos. 2001. « Notes on Enforcing Environmental Policies ». Documento no publicado, Departamento de Economía, Universidad de Concepción.

Cohen, Mark. 1999. “Monitoring and Enforcement of Environmental Policy”; en *The International Yearbook of Environmental and Resource Economics 1999/2000. A Survey of Current Issues*, Edited by Henk Folmer and Tom Tietenberg.

Collados, Eugenio, Héctor Montoya, Luis Cifuentes y John Adgate. 2007. Estudio: “Análisis Técnico Económico de la Aplicación de una Norma de Emisión para Artefactos de Uso Residencial que Combustionan con Leña y Otros Combustibles de Biomasa”.

CONAMA. 2007. “Anteproyecto Plan de Descontaminación de las Comunas de Temuco y Padre Las Casas”.

CONAMA-CONAF “Leña Seca un Buen Negocio. Manual para Productores de Leña”. Sin Fecha.

CONAMA. 2007. “Reporte Contenido de Humedad de La Leña en Temuco y Padre Las Casas”. Informes 2004-2007.

Dictamen Contraloría General de la República N° 19.467 de 19 de Agosto de 1983.

Dictamen Contraloría General de la República N° 13016 de 09 de Abril de 2001.

Dictamen Contraloría General de la República N° 13079 de 22 de marzo de 2007

Dictamen Contraloría General de la República N° 36.961 de 17 de Agosto de 2007

Dictamen Contraloría General de la República N° 39.396 de 28 de Noviembre de 1997

DICTUC. 2007. “Encuesta Inventario de Emisiones Residenciales.”

Ferrada Borquez, J. 2000. La Constitución Económica de 1980. algunas reflexiones críticas. En Revista de Derecho. Volumen XI.

Garvie, Devon y Andrew Keeler. 1994. “Incomplete Enforcement with Endogenous Regulatory Choice.” *Journal of Public Economics* 55: 141-162.

Gray, Wayne y Mary Deily. 1996. “Compliance and Enforcement: Air Pollution Regulation in the U.S. Steel Industry.” *Journal of Environmental Economics and Management* 31: 96-111.

Helland, Eric. 1998. “The Enforcement of Pollution Control Laws: Inspections, Violations, and Self-Reporting.” *The Review of Economics and Statistics* 80(1): 141-153.

Heltberg, Rasmus, 2005. ”Factors Determining Household Fuel Choice in Guatemala”, *Environment and Development Economics* vol.10: 3367.361.



- Heltberg, Rasmus, Thomas Channing Arndt, and Nagothu Udaya Sekahar. 2000. "Fuelwood Consumption and Forest Degradation: a household model for domestic energy substitution in rural India." *Land Economics* vol. 76(2): 213-232.
- Jurado, Jorge y Douglas Southgate. 1999. "Dealing with Air Pollution in Latin America: the case of Quito, Ecuador". *Environment and Development Economics* 4: 375-388.
- Laplante, Benoit y Paul Rilstone. 1996. "Environmental Inspections and Emissions of the Pulp and Paper Industry in Quebec." *Journal of Environmental Economics and Management* 31: 19-36.
- Lobos, Maurico. 2001. "Estudio Preliminar Sobre Producción, Comercialización y Consumo de Leña en la Ciudad de Temuco". WWF-CODEFF. Documento N° 3, Serie de Publicaciones WWF Chile, Programa Ecoregión Valdiviana.
- Mateluna Pérez, Rodrigo. Derecho Tributario y Medio Ambiente. Ed. Lexis Nexis.
- Navarro, Celso; Julio Pinares y Jaime Castillo. 2005. "Estudio de Secado de Leña y Equivalencias de Unidades de Comercialización". Universidad Católica de Temuco.
- Otero, Luis, Mauricio Lobos, Andrés Vera y Teodoro Kausel. 2004. Estudio: "Generación de Antecedentes para la Implementación de un Sistema Nacional de Certificación de Leña. Propuesta de un Sistema Nacional de Certificación de Leña".
- Palacios, M. y C. Chavez, 2002, "Programa de compensación de emisiones: Evaluación del diseño de fiscalización de su cumplimiento", *Revista Estudios Públicos* 88, Primavera: 97-126.
- Russell, Clifford. 2005. *The Economics of Environmental Monitoring and Enforcement*. The International Library of Environmental Economics and Policy, Ashgate.
- Sanhueza, Pedro. 2006 Estudio: "Análisis de Medidas para Incorporar al Plan de Descontaminación Atmosférica de Temuco y Padre Las Casas".
- Sistema Nacional de Certificación de Leña. 2006. "Manual para la Certificación de Comerciantes de Leña"
- UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE 2002. Estudio: "Análisis de Subsidio al Gas Natural de Red en el Sector Residencial de Ciudades con Problemas Ambientales"
- UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN. 2002. Estudio: "Priorización de Medidas de Reducción de Emisiones por Uso Residencial de Leña para la Gestión de la Calidad del Aire en Temuco y Padre Las Casas".
- Vial, Joaquín. Instrumentos económicos, política ambiental y competitividad. En colección Estudios CIEPLAN N° 44 (Diciembre 1996).



Anexos

Anexo 1.

En este Anexo se presenta una breve descripción sobre los aspectos más relevantes que caracterizan el mercado de leña en las comunas de Temuco y Padres las Casas, considerando algunos estudios previos.

Antecedentes sobre Mercado de Leña en Temuco y Padre Las Casas.

El comportamiento del mercado de leña en Temuco y Padre Las Casas ha sido abordado en estudios previos, a partir de la cadena de consumo y comercialización de leña. Se destacan los estudios desarrollados por Lobos (2001), titulado “Producción, Comercialización y Consumo de Leña en La Ciudad De Temuco”, el estudio realizado por la Universidad de Concepción (2002), titulado “Priorización de Medidas de Reducción de Emisiones por Uso Residencial de Leña para la Gestión de la Calidad del Aire en Temuco y Padre Las Casas”, la encuesta sobre el consumo de leña realizada por VITAE-CENMA-CONAMA (2001) y el estudio sobre la implementación de un sistema nacional de certificación de leña, realizado por Otero *et al*, (2004).

Básicamente, los estudios coinciden en describir la cadena de comercialización de la leña identificando tres agentes principales: productores, distribuidores y finalmente consumidores.

Antecedentes de los Productores de Leña.

La producción de la leña consumida en Temuco y Padre Las Casas, proviene en su mayoría de las comunas aledañas, distantes entre 70 y 100 Km de Temuco, que pueden agruparse de acuerdo con su ubicación geográfica en tres grupos, siendo las principales comunas las presentadas en la Tabla 1.



Tabla 1. Principales Comunas Abastecedoras de Leña para Temuco y Padre Las Casas.

Ubicación	Comunas
Pre-Cordillera Andina	Cunco, Curacautín, Vilcún y Villarrica
Valle Central	Freire, Lanco y Victoria
Cordillera de la Costa	Carahue, Chol-Chol y Loncoche

Fuente: Elaboración Propia Basada en Lobos (2001).

No se cuenta con un registro claro que permita observar la cantidad de productores de leña existentes en la región. Se tiene un estimado de aproximadamente 470 productores (UdeC 2002), identificables a través de la información manejada por CONAF sobre los Planes de Manejo registrados en el Departamento de Fiscalización, Provincial Cautín y Malleco.³⁵

Una caracterización del tamaño de la propiedad y el tipo de recurso registrada en el estudio de Lobos (2001), da cuenta que la mayor parte de los productores son pequeños propietarios de predios cuya superficie no es superior a 100 hectáreas, observándose un par de casos particulares en los que la superficie alcanza entre 400 y 2970 hectáreas. La superficie de bosque de cada predio determina el volumen de producción del mismo, alcanzando valores mínimos y máximos de 20 m³/año y 3000 m³/año respectivamente.³⁶

Los volúmenes producidos se estiman en 462.200 m³ estéreos, si se considera una población cercana a los 1000 productores (entre los identificados y estimados) con un nivel promedio de 462,3 m³ estéreo por temporada. (UdeC, 2002)

La mayoría de leña producida corresponde principalmente a las especies de Roble (35%), Coigüe(15%), Raulí (11%), Lingue y Avellano (7%) y Trevo (6%); y cuya estacionalidad de venta, adquiere importancia en verano dadas las facilidades de acceso a los predios para el proceso de extracción. La leña producida es vendida en su mayoría a

³⁵ En consecuencia, se estima que el número de productores es mayor si se consideran aquellos que operan en la informalidad, es decir, los no registrados oficialmente en CONAF o aquellos que no poseen planes de manejo.

³⁶ Otros valores de referencia son los obtenidos por la Universidad de Concepción (2002), registrando volúmenes anuales que oscilan entre los 10 m³ y los 7700 m³.



intermediarios (40%) y compradores finales (35%), en cuyos casos el tiempo de almacenamiento de la leña previo a la venta por parte del productor, no es superior a un año. (UdeC, 2002).³⁷

Antecedentes de los Comercializadores de Leña.

La comercialización de la leña es llevada a cabo básicamente a través de dos instancias, la distribución y venta en *camiones* desde los predios de producción, y el acopio y venta en *leñerías*.

Aún cuando se ha constituido por medio del Sistema Nacional de Certificación de Leña un procedimiento general para la certificación de la leña, el cual permitiría consolidar un registro del número de comercializadores vigentes en el mercado de la leña, la procedencia, el tipo y la calidad de la leña, así como los volúmenes transados; esta iniciativa de formalización a la comercialización no ha tenido la acogida esperada y actualmente son sólo dos los comerciantes en Temuco y Padre Las Casas, que se han certificado, dado el carácter voluntario del proceso y el costo que este conlleva.³⁸

La distribución de la leña realizada por medio de camiones, se concentra de acuerdo al Sindicato de Transportistas Comercializadores de Leña y las Ilustres Municipalidades de Temuco y Padre Las Casas en los sectores: Estación, Cementerio y Línea de Ferrocarriles al Matadero de Temuco, y en la Entrada Sur (Ruta 5) de la comuna Padre Las Casas. (UdeC, 2002).

En estudios previos, no se ha encontrado evidencia que permita aproximar una cifra sobre la cantidad de agentes distribuidores que trabajan en las comunas de Temuco y Padre Las Casas. Sin embargo, se tiene información sobre el promedio de los volúmenes comercializados a través de camiones, los cuales se concentran en un rango de 501 – 1.000m³/año para Temuco y de 101 – 500 m³/año para Padre Las Casas.³⁹

³⁷ No obstante se realiza el proceso de venta, se observa su informalidad al constatar que la emisión de una factura o boleta por parte del productor, no supera el 33%.

³⁸ Dato suministrado en contacto personal con funcionarios de la CONAMA IX Región.

³⁹ En contacto con la contraparte técnica, estos rangos se presentan para camiones y leñerías respectivamente. El estudio realizado en el año 2002 por la Universidad de Concepción, declara haber censado a los distribuidores, pero no presenta estadísticas sobre el número total encuestado, además presenta



En general, el proceso de comercialización de leña se inicia con la compra de leña por parte de los grandes comercializadores, directamente al productor, la cual es cargada en camiones y trasladada a zonas urbanas. Las pequeñas leñerías compran la leña a los camiones, observándose un diferencial de precios que es asumido por las leñerías. (Lobos, 2001). El origen de la leña comercializada por los distribuidores es adquirida en su mayoría a terceros (81%) y proviene, en Temuco, de las comunas de Vilcún (28%) y Curacautín (16%), y en Padre Las Casas de la comuna de Cunco (54%). Los volúmenes de compra de leña reportados por distribuidor para Temuco, están dentro del rango de los 0,06 m³ y 800 m³, y entre los 0,08 m³ y 200 m³ para Padre Las Casas. (UdeC, 2002).

La compra de leña a productores por parte de los comercializadores, es estacional, concentrándose en los meses correspondientes a las estaciones de primavera y verano, considerando que el clima favorece las condiciones de los caminos a los predios. La leña comercializada es en su mayoría Roble (47%), Coigüe(11%), Ulmo (11%), Rauli (7%), Aromo(3%) y Eucalipto(5%), entre otras, las cuales son almacenadas en su mayoría por los distribuidores, de 4-5 meses previo al proceso de venta.⁴⁰

La venta de leña a consumidores se realiza principalmente en los meses entre Enero y Mayo, periodo en el que se anticipa la llegada de las bajas temperaturas, y en el cual, se mantienen los patrones para tipos de leña, vendiéndose mayoritariamente: Roble (79%), Ulmo (7%), Eucalipto (5%), Pino (3%) y Aromo (2%).⁴¹

La unidad de comercialización más reconocida en las comunas de Temuco y Padre Las Casas es el m³ Estéreo (56%) seguida del Canasto (21%), la Leña Picada (9%), el Triciclo (6%), los Sacos (5%), y la Carretilla (1%).⁴²

una estimación de la distribución anual de Leña en Temuco de 68.253 m³ estéreos, sin proporcionar detalle de la estimación.

⁴⁰ Estudio Universidad de Concepción (2002).

⁴¹ Ibid.

⁴² Ibid.

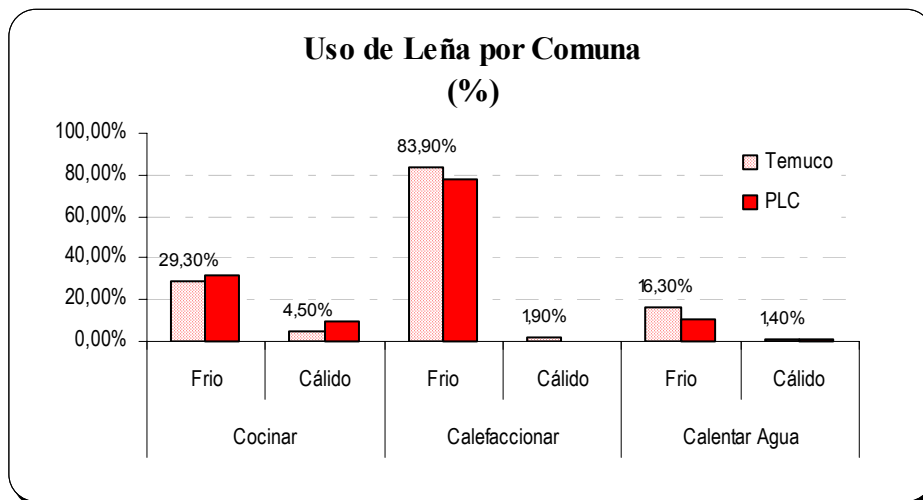


Antecedentes de los Consumidores de Leña.

La caracterización del consumo de leña parte por determinar la preferencia en el uso de la leña en relación a otros combustibles. Los datos aportados por el Estudio de la Universidad de Concepción (2002), señalan que en Temuco, un 68,5% de hogares usan leña y en Padre Las Casas esta cifra es cercana al 69%.⁴³

De acuerdo con el más reciente estudio sobre consumo de leña, (DICTUC, 2007), la leña, es utilizada en mayor proporción que cualquier otro combustible disponible en Temuco y Padre Las Casas para la calefacción de los hogares.⁴⁴ La leña consumida por los hogares en Temuco y Padre Las Casas es empleada mayoritariamente para calefacción, cocina y calentamiento de agua. El Gráfico 1 muestra en porcentajes, los usos principales, por comuna y época de consumo. Se observa que en los meses fríos, la leña en las comunas de Temuco y Padre Las Casas es usada en un 84% y 78% para calefacción, respectivamente.

Gráfico 1. Porcentajes de Uso de Leña en los Hogares por Comuna.



Nota: Las denominaciones Frío: Meses de Mayo-Agosto; Cálido: Mese de Diciembre-Febrero.

Fuente: Elaboración Propia a partir de datos entregados por Estudio DICTUC, 2007.

⁴³ El estudio realiza un total de 585 encuestas en Temuco y 340 en Padre Las Casas en Abril de 2002.

⁴⁴ El estudio realizó un total de 507 encuestas para Temuco y 70 para Padre Las Casas y fueron realizadas entre mayo y julio del año 2007.



Los equipos a leña empleados en la calefacción, son en su mayoría cocinas a leña y sistemas de combustión lenta con y sin templador. Los volúmenes de leña consumidos en Temuco son cercanos a los 524 mil m³ y en Padre Las Casas ascienden a los 63 mil m³. La información sobre consumo de leña por artefacto y por comuna se presenta en la Tabla 2.⁴⁵

Tabla 2. Consumo de leña por artefacto para Temuco y Padre Las Casas.

Artefacto	Total %	Temuco %	PLC %	Total m ³	Temuco m ³	PLC m ³
1. Cocina a leña	43,00	41,00	60,40	252.416	214.723	38.233
2. Combustión lenta-calefactor a leña sin templador	23,90	25,60	7,50	140.296	134.071	4.747
3. Combustión lenta-calefactor a leña con templador	21,20	22,50	9,40	124.447	117.836	5.950
4. Salamandra	9,60	8,70	18,90	56.353	45.563	11.964
5. Chimenea tradicional	1,10	1,00	1,90	6.457	5.237	1.203
6. Braseró	0,50	0,40	1,90	2.935	2.095	1.203
7. Insert	0,20	0,20	0,00	1.174	1.047	0
8. Horno de barro o ladrillo	0,00	0,00	0,00	0	0	0
9. Otro.	0,50	0,60	0,00	2.935	3.142	0
Total	100	100	100	587.013	523.714	63.299

Fuente: DICTUC, 2007.

La compra de leña, por parte de los consumidores se realiza en los meses de Enero a Mayo, siendo las principales especies compradas Roble, Eucalipto, Raulí, Ulmo, Aromo y Pino.

⁴⁵ Reconocemos aquí que las estimaciones puntuales sobre consumo de leña de parte de hogares en Temuco y Padre Las Casas difieren a las empleadas en nuestros cálculos. Nuestro análisis de efectos de medidas de apoyo al consumo y producción de leña seca considera como escenario base un consumo de poco menos de 497 mil m³ estéreos. Tal elección está motivada por el propósito de hacer consistente la metodología de estimación del consumo y emisiones anuales con aquella utilizada para examinar diferentes medidas en el contexto del PDA de Temuco y Padre Las Casas (ver Anexo 4).



En la comuna de Padre Las Casas la leña es comprada principalmente en la misma comuna (42%) y en la comuna de Cunco (27%), mientras que en Temuco, la leña es comprada especialmente en las comunas de Cunco (22%) y Vilcún (15%). Adicionalmente, la adquisición de la leña se realiza en más de un 50% a los camiones, para ambas comunas. (UdeC, 2002)



Anexo 2.

Equivalencias de Precios Normalizados en m³ estéreo, año 2005.

Año		Mes					
2005		5		6		7	
Unidad	m ³ Estéreo	\$/m ³ Estéreo	\$/Unidad	\$/m ³ Estéreo	\$/Unidad	\$/m ³ Estéreo	\$/Unidad
m ³ Estéreo	1,00	14.829	14.829	17.038	17.038	17.313	17.313
Carretilla ^a	0,16	32.294	5.167	18.750	3.000	19.271	3.083
Canasto ^b	0,05	23.380	1.169	27.333	1.367	29.400	1.470
Sacos ^b	0,06	25.100	1.506	26.988	1.619	25.000	1.500

^a Factor de Conversión tomado del estudio de la Universidad de Concepción (2002)

^b Factores tomados del estudio de Navarro et al. (2005)

Fuente: Elaboración Propia.

Equivalencias de Precios Normalizados en m³ estéreo, año 2006.

Año		Mes					
2006		7		8		9	
Unidad	m ³ Estéreo	\$/m ³ Estéreo	\$/Unidad	\$/m ³ Estéreo	\$/Unidad	\$/m ³ Estéreo	\$/Unidad
m ³ Estéreo	1,00	17.161	17.161	16.863	16.863	16.727	16.727
Carretilla ^a	0,16	17.188	2.750	18.125	2.900	20.833	3.333
Canasto ^b	0,05	28.889	1.444	24.286	1.214	23.333	1.167
Sacos ^b	0,06	29.699	1.782	26.636	1.598	29.552	1.773

^a Factor de Conversión tomado del estudio de la Universidad de Concepción (2002)

^b Factores tomados del estudio de Navarro et al. (2005)

Fuente: Elaboración Propia.



Equivalencias de Precios Normalizados en m³ estéreo, año 2007.

Año		Mes					
2007		5		6		7	
Unidad	m ³ Estéreo	\$/m ³ Estéreo	\$/Unidad	\$/m ³ Estéreo	\$/Unidad	\$/m ³ Estéreo	\$/Unidad
m ³ Estéreo	1,00	16.201	16.201	17.627	17.627	17.813	17.813
Carretilla ^a	0,16	62.500	10.000	66.669	10.667	21.875	3.500
Canasto ^b	0,05	24.400	1.220	24.180	1.209	24.600	1.230
Sacos ^b	0,06	27.917	1.675	29.083	1.745	29.050	1.743

^a Factor de Conversión tomado del estudio de la Universidad de Concepción (2002)

^b Factores tomados del estudio de Navarro et al. (2005)

Fuente: Elaboración Propia.



Anexo 3.

Cálculo del Consumo en Kilocalorías por m³ según humedad de la Leña.

Especie	m ³ Estéreo	kg. ^a		\$/m ³ esétero		Kcal/m ³		\$/Kcal	
		Leña Seca	Leña Húmeda	Leña Seca	Leña Húmeda	Leña Seca	Leña Húmeda	Leña Seca	Leña Húmeda
Aromo	1	420	465	20159	17123	1905989	1665951	0,011	0,010
Eucalipto	1	372	412	16810	16785	1688162	1476068	0,010	0,011
Nativo	1	345	392	17587	16107	1565634	1404414	0,011	0,011

^a Información suministrada por CONAMA IX Región.

* Se usan como equivalencias para la conversión: 4.538,07 kcal/Kg de Leña Seca y 3.582,69 Kcal/Kg de Leña Húmeda. Dato NCh2907 y <http://www.fao.org/docrep/x5595s/X5595S19.htm>



Anexo 4.

Parámetros utilizados para estimar el consumo y las emisiones.

Para ambos cálculos se utilizó la planilla Excel “EMISIONES_MEDIDAS FINALES.xls” suministrada por la contraparte técnica y que pertenece al material técnico del estudio Sanhueza (2006) “Análisis de Medidas para Incorporar al Plan de Descontaminación Atmosférica de Temuco y Padre Las Casas”.

De la planilla “EMISIONES_MEDIDAS FINALES.xls” se utilizó solamente la hoja llamada M1 donde se calcula un modelo que estima los consumos y emisiones para distintos escenarios de penetración de la medida concerniente a la prohibición del uso de leña húmeda.

Estimación de consumo.

Para calcular el consumo se parte de una estimación del número de viviendas y de la distribución de las mismas en cuanto a tres niveles socioeconómicos: Alto, Medio y Bajo. Para el año 2008 la planilla utilizada supone un total de 87.870 viviendas con un 13%, 34% y 53% de las mismas pertenecientes a los niveles socioeconómicos alto, medio y bajo respectivamente.

Los tipos de artefactos considerados en el modelo son cocina, salamandra, estufa simple, estufa doble cámara y chimenea. Como base para calcular el número de artefactos utilizados en las comunas se toma la siguiente probabilidad de uso de cada artefacto según nivel socioeconómico.⁴⁶

⁴⁶ Información suministrada por CONAMA IX Región.



Tabla 1. Probabilidad de utilizar cada artefacto por nivel socio económico.

Artefactos	Nivel Socioeconómico		
	Alto	Medio	Bajo
Cocina	0.08	0.28	0.589
Salamandra	0.03	0.04	0.104
Estufa simple	0.30	0.39	0.108
Estufa doble Cámara	0.09	0.08	0.004
Chimenea	0.07	0.04	0.000

Fuente Sanhueza, 2006.

A partir de la información mencionada puede calcularse el número de artefactos encontrados en cada nivel socio económico.

Otra información relevante es el siguiente estimado del consumo anual por artefacto y nivel socio económico. Se asume que en el nivel socioeconómico bajo no hay chimeneas (ver Tablas 1 y 2).

Tabla 2. Consumo promedio (m³ anuales) para cada artefacto y nivel socioeconómico.

Artefactos	Nivel Socioeconómico		
	Alto	Medio	Bajo
Cocina	7.7	5.0	5.2
Salamandra	12.8	4.3	3.6
Estufa simple	6.0	6.5	5.1
Estufa doble Cámara	5.0	6.2	4.6
Chimenea	6.0	10.5	0.0

Fuente Sanhueza, 2006.

Utilizando la información presentada se estima el consumo total resultando para el escenario base en 496.587 m³ estéreo anuales. Este consumo puede calcularse por separado de acuerdo al tipo de leña utilizando los porcentajes de leña seca utilizada supuestos (20% en el escenario base).



Estimación de las emisiones.

Para estimar las emisiones se comienza por separar el consumo calculado en cuanto a nivel socio económico, artefacto utilizado y tipo de leña (seca o húmeda). Estos montos de consumo ya estratificados se convierten a kg anuales y se multiplican por los siguientes estimados de los factores de emisión por equipo y tipo de leña.

Tabla 3. Factores de emisión (g / kg) para cada artefacto y tipo de leña.

Artefactos	Tipo de leña	
	Seca	Húmeda
Cocina	15.3	17.3
Salamandra	8.5	15.9
Estufa simple	8.1	15.3
Estufa doble Cámara	8.1	10.2
Chimenea	16.6	17.3

Fuente Sanhueza, 2006.

Estos factores y los consumos permiten calcular las emisiones anuales totales en toneladas , que para el escenario base fue de 3.351 toneladas.