



2012

INFORME FINAL



PROPUESTA DE MEDIDAS PARA EL USO EFICIENTE DE LA LEÑA EN LA REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO





© 14 de mayo de 2012, Equipo Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT).

"Ninguna parte de este estudio puede reproducirse o transmitirse bajo ninguna forma o por ningún medio o procedimiento, sin autorización previa y por escrito del Gobierno Regional Metropolitano de Santiago"

RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe, corresponde al informe final del estudio denominado "Propuesta de medidas para el uso eficiente de la leña en la Región Metropolitana de Santiago", realizado para el Gobierno Regional Metropolitano de Santiago, por la Corporación de Desarrollo Tecnológico de la Cámara Chilena de la Construcción en conjunto con el equipo identificado en la propuesta.

El principal objetivo de este estudio corresponde a identificar y evaluar medidas para el uso eficiente de leña en la R.M., para lo cuál se caracterizaron en profundidad tanto las viviendas que usan leña y/o derivados para calefacción y/o cocina, como los proveedores de este combustible de la región.

En relación a la presencia de leña en los hogares de la R.M., se estima que el total de hogares que usa leña y/o derivados para calefacción y/o cocina asciende a 119.731 unidades, las que corresponden al 8,3% de las casas de la región. Si se desea calcular este porcentaje respecto al total de viviendas¹ (incluyendo departamentos en edificios), este valor baja a un 5,9%.

Respecto al total de casas de la R.M. la leña presenta una participación muy por debajo de otros combustibles para calefacción, siendo el combustible predominante el gas (GLP y gas natural), presente en un 52,4% de los hogares, seguido del kerosene o parafina con un 30,8% de presencia.

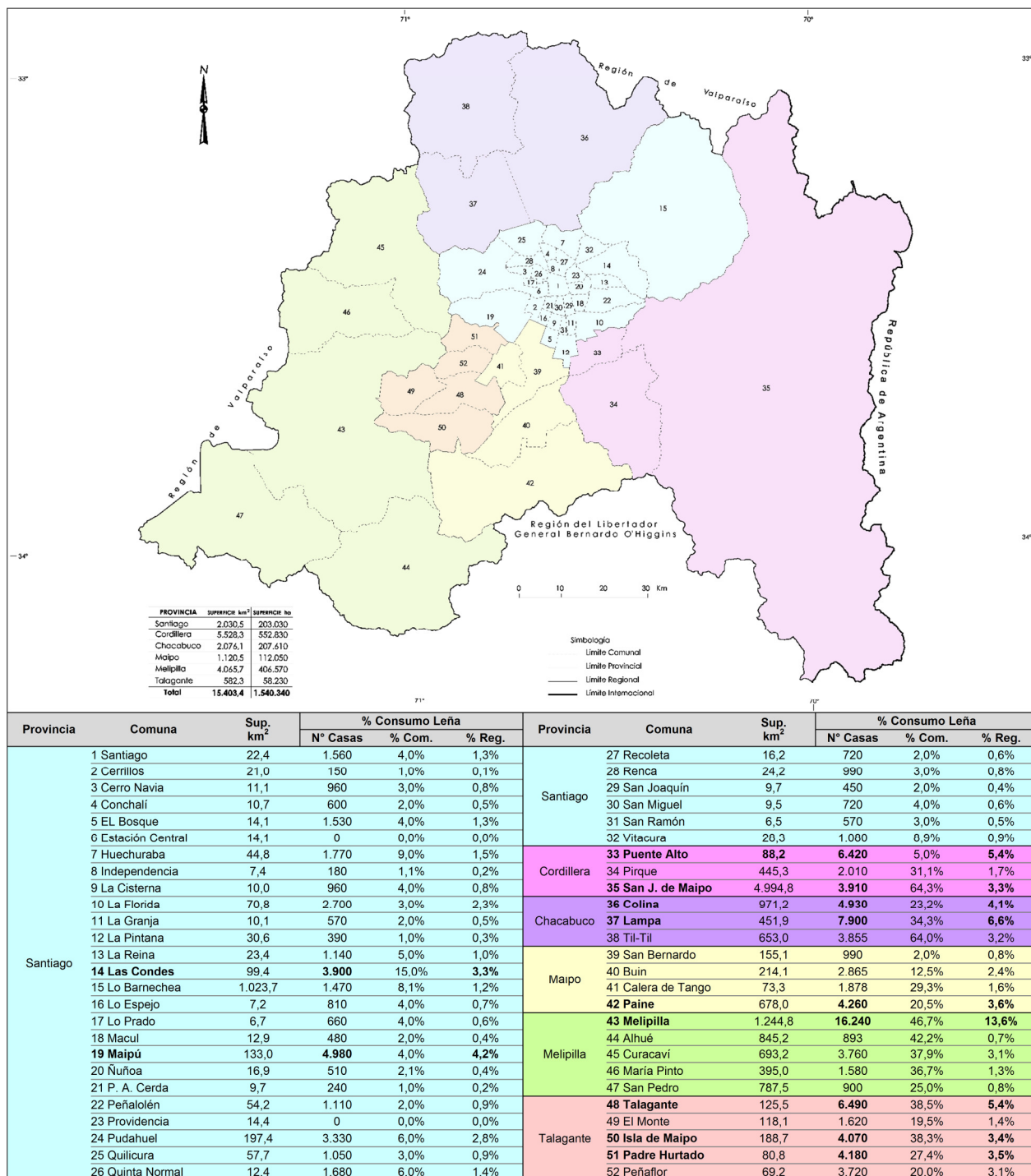
De los hogares que declaran consumir leña y/o derivados, el 72% corresponde a sectores urbanos, y sólo el 28% a zonas rurales. Cabe destacar que de este 72% de viviendas ubicadas en zonas urbanas, el 52% corresponde a casas ubicadas en comunas pertenecientes al Gran Santiago, y el 48% a viviendas ubicadas en las zonas urbanas de las comunas periféricas (en adelante periferia urbana)

Los quintiles socioeconómicos que más consumen leña en términos de hogares, corresponden a los C3 y D, que en conjunto poseen el 68,5% de los hogares que declaran consumir leña y/o derivados

Por otro lado, los sectores urbanos y rurales de las comunas periféricas, son los que poseen una mayor cantidad de hogares que consumen leña y/o derivados. De hecho entre Melipilla, Lampa, Talagante, Colina, Paine, Padre Hurtado, Isla de Maipo y San José de Maipo se estima en 51.980 los hogares que consumen este combustible, lo que equivale a más del 40% de los hogares que consumen leña en la región.

¹ El término casas es usado para referirse a las viviendas en las que pueden existir equipos de calefacción a leña y/o derivados, es decir, se excluyen departamentos, piezas en residenciales o pensiones y casas móviles

Porcentaje de uso de leña y/o derivados por comuna de la R.M. (respecto al total comunal y al total regional)



En relación a los usos de la leña y/o derivados en la región, más del 95% de las casas que declara consumir el combustible, lo hace para fines de calefacción, representando un porcentaje menor los hogares que usan leña y derivados para cocina. Por otro lado, los equipos más

utilizados corresponden a las estufas de doble cámara, alcanzando más del 52,8% de los equipos del parque, en segundo lugar se encuentran las salamandras con un 26,3% seguidas de los braseros, con un 6,1% y las estufas de combustión simple con un 5,3%. El resto de los equipos encontrados no suman más del 9,5% y corresponden a estufas a leña, chimeneas de hogar abierto, chimeneas cerradas del tipo Insert, estufas a pellets, calderas de biomasa y otros tipos de calefactores.

De los combustibles en base a biomasa encuestados, la leña es usada en más del 90% de los calefactores de la región, seguida de podas, despuntes, carbón vegetal y pellets. Dentro de la leña, la especie más consumida corresponde al eucalipto, que representa el 72% del total.

El 58% de los hogares que declara consumir leña, la compra en su totalidad, y el 30% declara obtenerla gratis. El 12% restante declara las dos formas de adquisición de la leña.

La humedad excesiva de la leña, no representa un problema masificado de acuerdo a las respuestas tanto de los usuarios como de los proveedores. De hecho, más del 90% de los hogares declara usar leña principalmente seca. Por su lado, los proveedores de leña declaran que más del 77% de la leña que venden es seca. Si bien las respuestas muestran la percepción de los encuestados respecto a la humedad del combustible, si permiten tener una idea de que no es un problema tan relevante como en otras regiones del país.

El consumo de leña y/o derivado promedio por hogar, de acuerdo a las encuestas posee una relación directa con el nivel socioeconómico (en adelante NSE) donde a mayor ingreso mayor consumo promedio. En este sentido el segmento E presenta un consumo promedio de 994 kilos por año versus más de 1.600 kilos por año de los niveles C1 y C2. Por otro lado, en promedio los hogares de la zona rural presentan un consumo del 40% más que las zonas urbanas, llegando a los 1.832 kilos por año, versus los 1.290 kilos por año promedio que se estiman en el Gran Santiago.

El gasto promedio de leña en la región asciende a \$84.320 pesos al año², donde de la misma forma que en el caso del consumo, el gasto disminuye de acuerdo al menor ingreso de las familias. De esta forma el nivel socioeconómico E gasta poco más de \$ 56.000 al año a diferencia de los niveles C1 y C2 cuyo gasto ronda los \$100.000. Las zonas rurales, por el contrario declaran menores gastos en leña, los que rondan los \$30.000 por año, debido al mayor porcentaje de la obtención gratis del combustible.

Con relación a los proveedores de leña, dada la naturaleza del mercado y la temporada en que se realizó el estudio, las estadísticas obtenidas no representan a todos los proveedores de la R.M. Pero, a través de la información de la muestra entrevistada, se pueden identificar ciertas tendencias que permiten obtener conclusiones representativas de los proveedores de la R.M.

En general se tiene que las empresas proveedoras son principalmente micro y pequeñas empresas (MYPEs), donde se estima que el número de estos proveedores aumenta a más de 1.200 en los meses de invierno.

La venta es estacional y principalmente en invierno con peaks en los meses de junio y julio donde existen condiciones menos adecuadas para el control de la humedad y normalmente a un precio mayor que el que se obtiene en los meses de verano.

² De acuerdo a metodología de estimación del gasto de leña

La penetración del Sistema Nacional de Certificación de Leña (SNCL) es muy bajo, de hecho sólo un 10% declara vender leña certificada, pero incluso más del 40% declara no conocer el SNCL.

La presencia de pellets de madera como combustible de calefacción ha aumentado considerablemente de acuerdo a los proveedores, y presenta muchas de las características que poseen los combustibles líquidos, tales como:

- Calidad certificada del combustible en términos de emisiones, poder calorífico y humedad.
- Pocos productores, y un número creciente de distribuidores de mediano y gran tamaño.

Los resultados de las emisiones de material particulado MP_{10} por concepto de quema de leña en la Región Metropolitana utilizando datos provenientes de las encuestas alcanzan 2.643 (t/año). Estos datos difieren del inventario de emisiones 2005 y actualización 2010 en 1.636 t/año. Las principales diferencias son: (1) Subestimación en el número de Salamandras en la R.M. urbana (453 t/año), (2) Subestimación de las emisiones de braseros, cocinas, calderas y estufas simples (360,5 t/año), (3) Subestimación de las emisiones de la periferia rural (968,8 t/año).

El consumo final de energía por el uso de leña y derivados en el sector residencial se estima en 396.421 MWh/año en la R.M., presentándose un consumo promedio por vivienda de 3.311 kWh/año. Este consumo promedio disminuye por nivel socioeconómico, desde los más de 4.000 kWh/año en el nivel socioeconómico C1, hasta los 2.465 kWh/año en el nivel E. Al separar por zonas, el consumo energético promedio es similar en el Gran Santiago y la periferia urbana, pero aumenta significativamente en las zonas rurales, llegando a 3.900 kWh/año.

La información levantada en las encuestas son las bases para evaluar medidas para el uso eficiente de leña en la R.M., tanto en términos de disminución de emisiones como de menor consumo energético. Las medidas aquí consideradas se evalúan respecto a una línea base, que no considera la entrada en vigencia de la norma de emisiones del Plan de Descontaminación Atmosférica de la Región Metropolitana, es decir, considera la situación actual. En relación a éste, se evalúan las siguientes medidas:

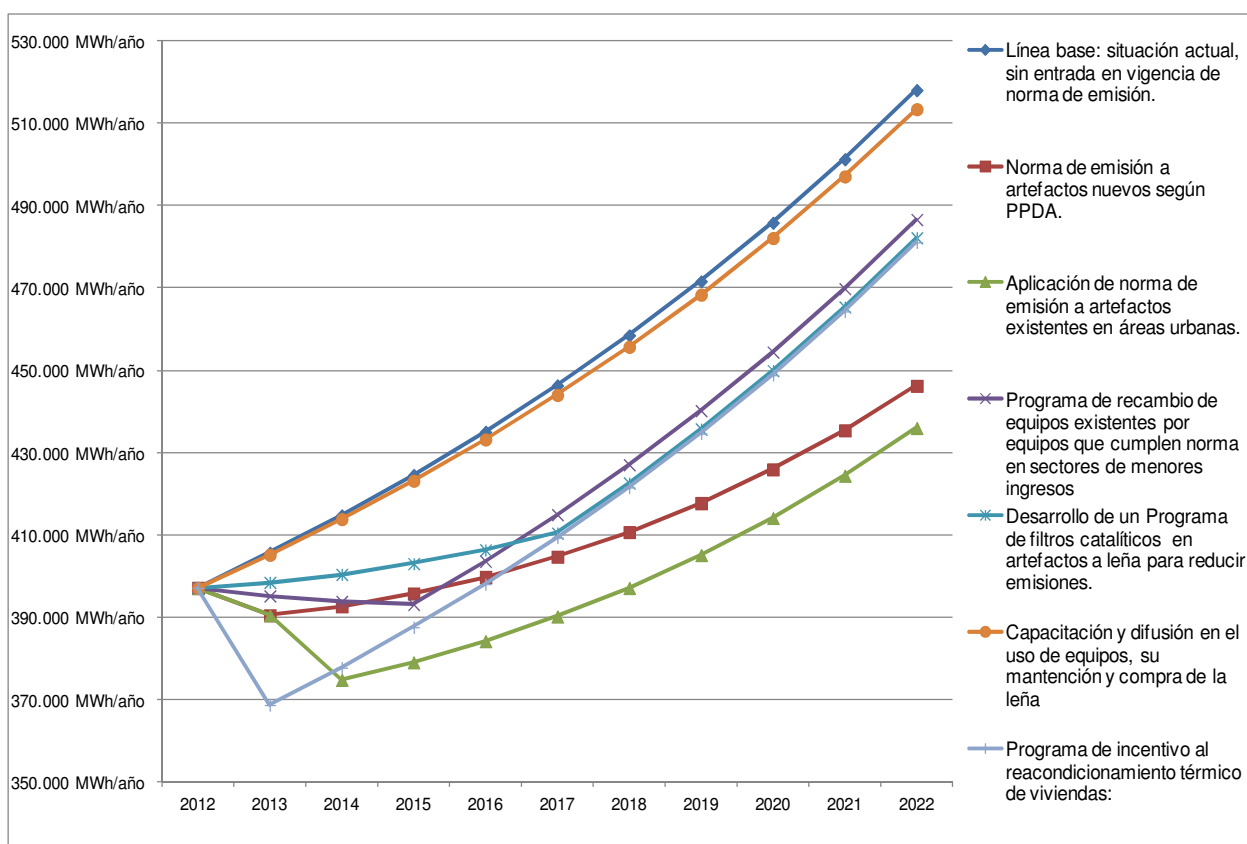
- 1) Situación actual de línea base, sin entrada en vigencia de norma de emisión.
- 2) Aplicación de norma de emisión a artefactos nuevos según PPDA.
- 3) Aplicación de norma de emisión a artefactos nuevos en la R.M. y a existentes en áreas urbanas.
- 4) Control de calidad en la comercialización de la leña (prohibición de venta de leña húmeda)
- 5) Programa de recambio de equipos existentes por equipos que cumplen norma en sectores de menores ingresos
- 6) Desarrollo de un programa de filtros catalíticos en artefactos a leña para reducir emisiones.
- 7) Congelamiento de equipos y/o compensación de emisiones
- 8) Prohibición de uso de leña en determinadas comunas
- 9) Capacitación y difusión en el uso de equipos, su mantención y compra de la leña
- 10) Programa para la aislación térmica de las viviendas

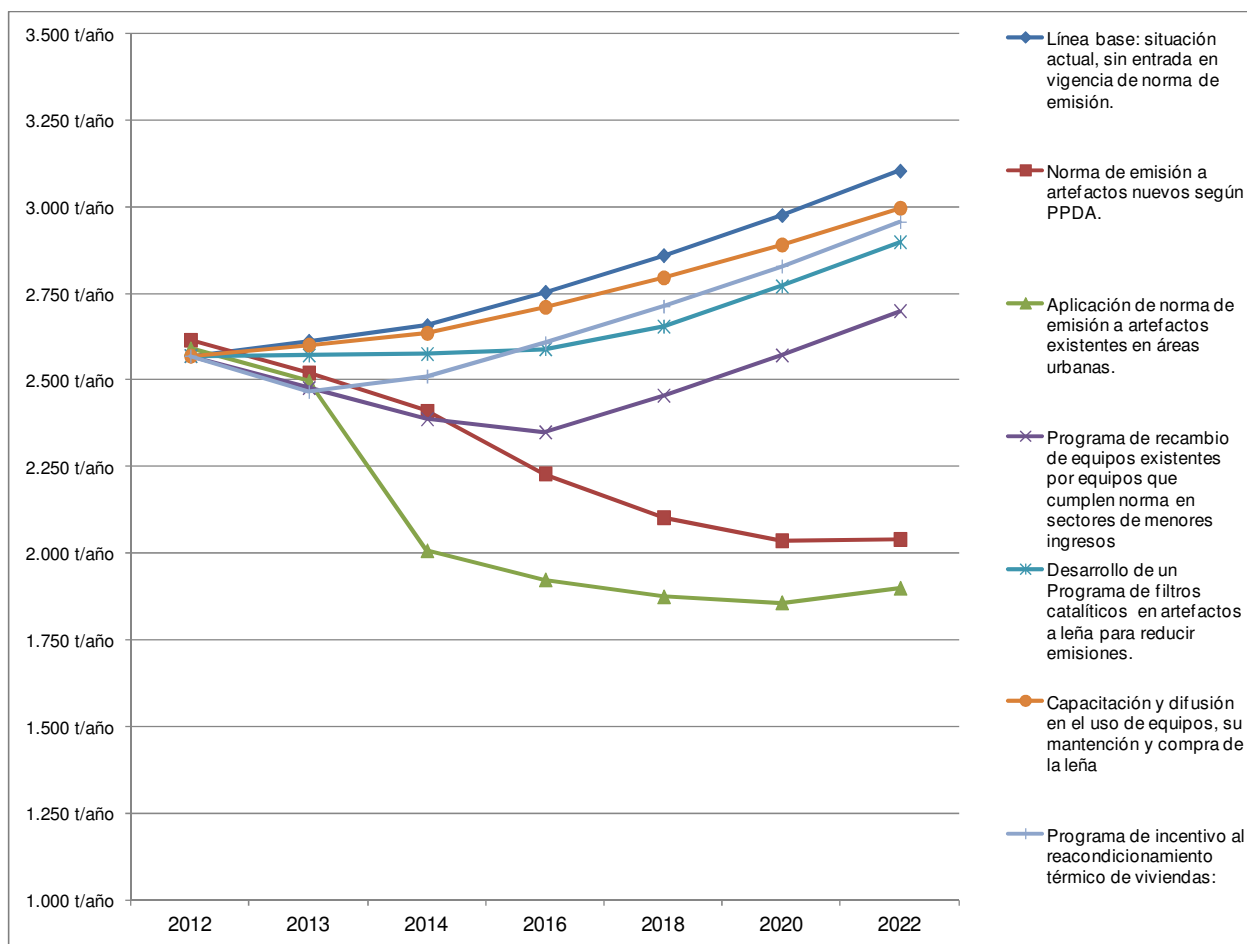
Estas medidas se evaluaron considerando aspectos legales, sociales, económicos, ambientales y energéticos, de forma de obtener las medidas que posean una mayor factibilidad técnico – económica de ser implementadas.

Las medidas que presentan un mayor efecto corresponden a las que tienen que ver con la aplicación de las normas de emisión a artefactos nuevos y existentes, esto ya que presentan un cambio en la pendiente de crecimiento del consumo energético y emisión de material particulado, a diferencia de las medidas voluntarias, que siguen la pendiente de la línea base.

Esto se explica por el cambio que se experimentaría en el parque de calefactores en el caso de que exista éxito en la implantación de la norma de emisiones, lo que empezaría a hacer migrar las tecnologías existentes a tecnologías eficientes y de menores emisiones a diferencia de las medidas voluntarias de recambio y similares, que tendrían un efecto acotado en un número limitado de equipos, volviéndose después de estas campañas al comportamiento normal de la línea base.

Proyección consumo de energía (MWh/año) según medidas evaluadas



Proyección emisión $MP_{2,5}$ (t/año) según medidas evaluadas


Finalmente, algunas de las medidas antes enumeradas fueron evaluadas en términos económicos, para lo que se estimó el valor actual neto social de ellas (VANS), en un horizonte de 10 años, considerando los beneficios y costos de cada una de ellas respecto a la situación actual de línea base, incluyendo tanto los ahorros generados por el menor consumo de leña, como también los beneficios sociales asociados a la reducción de emisiones lograda. Aquellas medidas que presentan un mayor VANS, son aquellas que presentan una mejor valoración económica social.

Tabla 1.1 Valor actual neto social de medidas evaluadas		
Nombre medida	VANS MMUS\$	Prioridad medidas
Norma de emisión a artefactos nuevos según PPDA	320	2
Norma de emisión a artefactos nuevos en la R.M. y a existentes en áreas urbanas	439	1
Programa de recambio de equipos existentes por equipos que cumplen norma	192	3
Desarrollo de un programa de filtros catalíticos en artefactos a leña	80	4
Capacitación y difusión en el uso de equipos, su mantención y compra de la leña	29	5
Programa de incentivo al reacondicionamiento térmico de viviendas	-2	6

De acuerdo a la tabla anterior, las medidas enfocadas a la aplicación del plan de normas de emisión a artefactos nuevos y existentes, son las que poseen una mayor valoración en términos de VANS, como resultado del mayor beneficio social estimado por la reducción de emisiones de estas medidas.

TABLA DE CONTENIDOS

1	Introducción	1
1.1	Objetivo general	1
1.2	Objetivos específicos	1
1.3	Alcance	1
2	Principales aspectos que originan el estudio	3
2.1	Problemas económicos y sociales	4
2.2	Problemas medioambientales	5
2.2.1	Extracción no sustentable	5
2.2.2	Emisiones	6
2.3	Problemas de manejo de información	11
3	Metodología	12
3.1	Metodología de diseño muestral para caracterizar a los proveedores de leña de la R.M.	12
3.2	Metodología de diseño muestral para caracterizar a los consumidores de leña de la R.M.	13
3.2.1	metodología para la estimación del consumo de leña y sus derivados en la R.M.: Fase 1	13
3.2.2	Estimación del consumo de leña y sus derivados en la R.M.: Fase 2	17
3.3	Descripción de la metodología para la determinación del consumo energético y las emisiones de material particulado	19
3.3.1	Metodología de determinación de consumo final de energía proveniente de leña y sus derivados en la R.M.	19
3.3.2	Metodología de determinación de emisiones de material particulado proveniente de leña y sus derivados en la R.M.	27
4	Caracterización proveedores de leña	36
4.1	Catastro de proveedores de leña en la R.M.	36
4.2	Caracterización de la muestra	38
4.2.1	Caracterización de las empresas proveedoras catastradas	38
4.2.2	Caracterización de la biomasa vendida	42
4.3	Caracterización de los proveedores de pellets en la R.M.	45
4.3.1	Descripción del pellet	45
4.3.2	Caracterización de los proveedores de pellets en la R.M.	46
5	Caracterización consumidores de leña	49
5.1	Caracterización de consumidores de leña en la R.M. - Resultados encuesta N°1	49
5.1.1	Caracterización a nivel regional	49
5.1.2	Caracterización por área geográfica	50
5.1.3	Caracterización por nivel socio económico (NSE)	51
5.1.4	Caracterización a nivel comunal	56
5.2	Caracterización de consumidores de leña en la R.M. - Resultados encuesta N°2	60
5.2.1	Cifras generales de consumo de leña y/o derivados en la R.M.	60
5.2.2	Caracterización de usuarios de calefacción	64
5.2.3	Caracterización de usuarios de cocina	74
5.2.4	Caracterización de los artefactos a leña y/o derivados de la R.M.	76
5.2.5	Proyección de gasto en leña y sus derivados	82
6	Consistencia de resultados de encuesta de proveedores y de usuarios	84

6.1	Tipo de leña y sus derivados.....	84
6.1.1	Tipo de energético.....	84
6.1.2	Tipo de leña.....	84
6.2	Número total de proveedores.....	85
6.3	Origen de la leña	85
6.4	Formalidad de la venta.....	85
6.5	Humedad.....	85
6.6	Fechas de compra.....	86
7	Estimación del consumo energético y emisiones de la R.M.....	87
7.1	Resultados del consumo de leña de la R.M.....	87
7.2	Resultados de consumo energético en la R.M.	92
7.3	Resultados de emisiones de material particulado en la R.M.	98
8	Propuesta de medidas a implementar en el uso eficiente de la leña.....	104
8.1	Descripción de la situación actual o línea base	104
8.2	Descripción de las medidas para el uso eficiente de la leña en la R.M.....	106
8.2.1	Identificación y descripción de las medidas a evaluar	106
8.3	Análisis y evaluación de las medidas.....	112
8.3.1	Análisis conjunto de las medidas analizadas.....	112
8.3.2	Análisis individual de cada medida	116
9	Conclusiones y recomendaciones.....	139
10	Glosario	144
11	Bibliografía.....	148
12	Anexos.....	150
12.1	Marco normativo.....	150
12.1.1	Antecedentes: "La nueva institucionalidad ambiental".....	150
12.1.2	Regulaciones relacionadas a la actividad forestal	151
12.1.3	Regulaciones sobre el uso de leña	161
12.1.4	Extracto del Plan de prevención y descontaminación atmosférica para la R.M. (PPDA).....	165
12.1.5	Logros de la implementación del PPDA y líneas a seguir	174
12.2	Problemas de manejo de información.....	176
12.2.1	Estudios existentes	176
12.2.2	Caracterización de proveedores de leña y sus derivados	181
12.3	Factibilidad legal e institucional de medidas propuestas	182
12.4	Comparación con otros estudios.....	188
12.4.1	Universidad de Concepción 2002	188
12.4.2	Gamma Ingenieros 2007 y Centro Mario Molina 2009	191
12.5	Encuesta N°1	193
12.6	Encuesta N°2	196
12.7	Entrevista proveedores de leña	207
12.8	Listado de oferentes de leña en la R.M.	210
12.9	Caracterización de los proveedores de leña y/o derivados de la R.M. (Información adicional)	215
12.10	Caracterización consumidores de leña (Información adicional)	224
12.11	Estimación del consumo energético y emisiones en la R.M. (Información adicional)	241

12.12	Descripción emisiones material particulado de estudios anteriores	242
12.12.1	Estudio PRIEN-CNE.....	242
12.12.2	Estudio "Ambiente Consultores"	243
12.12.3	Estudio "Results from Tests on Wood Stoves and revised Recommendations for Emission Limit Values for Chile"	244
12.12.4	Estudio "Serpram"	244
12.12.5	Inventario de emisiones para la Región Metropolitana, escenario 2010	247
12.12.6	Informe AP-42 de la Agencia de Protección Ambiental de EEUU (EPA)	248
12.12.7	Estudio Centro Mario Molina.....	249
12.12.8	Estudio Gamma Ingenieros.....	250
12.12.9	Estudio Cenma para Temuco y Padre Las Casas	251
12.13	Análisis detallado de los factores de emisión utilizados	252
12.14	Cálculo línea base y medidas	255

INDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Errores por segmento de análisis	14
Tabla 3.2 Proyección de vivienda (casas) en base al pre-censo 2011 y ajustes censo 2002	15
Tabla 3.3 Factor de expansión.....	16
Tabla 3.4 Errores por segmento de análisis	18
Tabla 3.5 Tasa de quemado	21
Tabla 3.6 Semanas de uso	22
Tabla 3.7 Tipo de leña.....	24
Tabla 3.8 Tipo de derivados de biomasa	24
Tabla 3.9 Humedad en función de fecha de compra y almacenamiento.....	25
Tabla 3.10 Eficiencia térmica por equipo	26
Tabla 3.11. Factores de emisión utilizados para los cálculos de emisiones. Obtenidos a partir de las referencias indicadas	28
Tabla 3.12. Tasa de quemado promedio obtenida de la encuesta para los equipos considerados.....	29
Tabla 3.13. Rango de tasas de quemado para las estufas consideradas de acuerdo a los fabricantes ...	30
Tabla 3.14. Factor de multiplicativo T, para las emisiones de acuerdo al tipo de leña utilizada	34
Tabla 3.15. Factor multiplicativo H, para las emisiones de acuerdo a la humedad de la leña	34
Tabla 3.16. Factor multiplicativo A, asociado a la antigüedad de la estufa	35
Tabla 4.1 Porcentaje de proveedores catastrados que venden cada energético clasificados por tamaño.....	39
Tabla 4.2 Comparación pellets v/s leña	45
Tabla 5.1 Estadísticas regionales de uso de leña y/o derivados	49
Tabla 5.2 Uso de leña y derivados por comuna en la Región Metropolitana	56
Tabla 5.3 Estadísticas regionales de uso de leña y/o derivados	60
Tabla 5.4 Uso de leña y/o derivados por quintil de ingreso y comparación con la distribución de población de acuerdo a esa característica.....	63
Tabla 5.5 Número de equipos a leña según tipo por NSE.....	77
Tabla 5.6 Número de equipos a leña según tipo por zona	77
Tabla 5.7 Antigüedad en tramos de los equipos de calefacción por NSE	80
Tabla 5.8 Antigüedad en tramos de los equipos de calefacción por zona	80
Tabla 7.1 Consumo total de leña y sus derivados por comuna (t/año).....	89
Tabla 7.2 Energía total por consumo de leña y sus derivados en la R.M. por comuna (MWh/año)	94
Tabla 7.3 Nivel de consumo de energía según categoría de artefactos de calefacción a leña en la Región Metropolitana	97
Tabla 7.4 Emisión total por consumo de leña y sus derivados en la R.M. por comuna (t/año).....	99
Tabla 7.5 Resultados del cálculo CDT de emisiones para la Región Metropolitana (t/año).....	101

Tabla 7.6. Emisiones totales de MP ₁₀ en la R.M. de acuerdo al inventario de emisiones y el presente estudio (t/año).....	102
Tabla 7.7. Emisiones totales de MP ₁₀ para la zona urbana de la R.M. por tipo de calefactor.....	102
Tabla 8.1 Número de artefactos de calefacción a leña determinados en la Región Metropolitana	104
Tabla 8.2 N° viviendas que utilizan leña como combustible	109
Tabla 8.3 Valor actual neto social de medidas evaluadas	115
Tabla 8.4 Ahorro de la medida "Norma de emisión a artefactos nuevos" respecto a línea base.....	117
Tabla 8.5 Estimación de costos para un diseño institucional de fiscalización de la medida "Norma de emisión a artefactos nuevos"	118
Tabla 8.6 Estimación de costos de fiscalización de la medida "Norma de emisión a artefactos nuevos"	118
Tabla 8.7 Principales indicadores económicos de la medida "Norma de emisión a artefactos nuevos"	119
Tabla 8.8 Ahorro respecto a línea base medida "Aplicación de norma de emisión a artefactos nuevos en la R.M. y a existentes en áreas urbanas"	120
Tabla 8.9 Estimación de costos de fiscalización medida "Aplicación de norma de emisión a artefactos nuevos en la R.M. y a existentes en áreas urbanas"	122
Tabla 8.10 Principales indicadores económicos de la medida "Aplicación de norma de emisión a artefactos nuevos en la R.M. y a existentes en áreas urbanas"	122
Tabla 8.11 Factor de corrección por humedad de la leña	123
Tabla 8.12 Características de humedad de leña adquirida según encuesta.....	124
Tabla 8.13 Ahorro en leña respecto a línea base programa salamandras.....	126
Tabla 8.14 Ahorro en energía respecto a línea base programa salamandras	126
Tabla 8.15 Ahorro en leña respecto a línea base programa estufas simples.....	127
Tabla 8.16 Ahorro en energía respecto a línea base programa estufas simples	127
Tabla 8.17 Ahorro en leña respecto a línea base programa calefactores doble comb. antiguos.....	128
Tabla 8.18 Ahorro en energía respecto a línea base programa calefactores doble comb. antiguos	128
Tabla 8.19 Principales indicadores económicos de la medida "Programa de recambio de equipos existentes por otros que cumplen la norma de emisiones"	129
Tabla 8.20 Ahorro en leña de medida "Programa de implementación de filtros catalíticos para lograr una reducción de emisiones y ahorro energético" respecto a línea base	130
Tabla 8.21 Ahorro en energía de medida "Programa de implementación de filtros catalíticos para lograr una reducción de emisiones y ahorro energético" respecto a línea base	130
Tabla 8.22 Principales indicadores económicos de la medida "Programa de implementación de filtros catalíticos para lograr una reducción de emisiones y ahorro energético"	131

Tabla 8.23 Ahorro en leña de medida "Capacitación y difusión en el uso de artefactos a leña" respecto a línea base	135
Tabla 8.24 Ahorro en energía de medida "Capacitación y difusión en el uso de artefactos a leña" respecto a línea base	135
Tabla 8.25 Principales indicadores económicos de la medida "Capacitación y difusión en el uso de artefactos a leña"	136
Tabla 8.26 Estimación reducción emisiones para medida "Programa para la aislación térmica de la vivienda"	137
Tabla 8.27 Ahorro en leña de medida "Programa para la aislación térmica de la vivienda" respecto a línea base	137
Tabla 8.28 Ahorro en energía de medida "Programa para la aislación térmica de la vivienda" respecto a línea base	138
Tabla 8.29 Principales indicadores económicos de la medida "Programa para la aislación térmica de la vivienda"	138
Tabla 9.1 Costo unitario de combustibles	140

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1 Esquema de uso inadecuado de la leña y sus consecuencias	3
Figura 2-2 Porcentaje de madera aserrada entre los años 1930-1993 de Pino y especies nativas en Chile	5
Figura 2-3 Emisiones de $MP_{2,5}$ según actividad en la Región Metropolitana	7
Figura 2-4 Promedio mensual $MP_{2,5}$ y material particulado grueso en estación Parque O'Higgins [$\mu g/m^3$]	8
Figura 2-5 Fracciones máximas estimadas de $MP_{2,5}$ y de MP_G (en azul) generadas por la quema de leña en Parque O'Higgins durante mayo de 2008.....	8
Figura 2-6 Disminución de la humedad durante secado bajo diferentes métodos de acopio	10
Figura 3-1 Emisiones de material particulado versus tasa de quemado de leña	32
Figura 3-2 Factor multiplicativo P que modifica las emisiones para distintas tasas de quemado.....	33
Figura 3-3 Factores multiplicativos de emisiones según la humedad de la leña.....	35
Figura 4-1 Distribución geográfica de proveedores de leña y/o derivados catastrados en Gran Santiago	37
Figura 4-2 Tamaño de los proveedores entrevistados.....	38
Figura 4-3 Venta total anual para cada energético	40
Figura 4-4 Cobertura de venta declarada por los proveedores catastrados	40
Figura 4-5 Mes peak de ventas de leña y/o derivados	41
Figura 4-6 Participación de energéticos de Biomasa en la Región Metropolitana	42
Figura 4-7 Tipo de leña vendida por los proveedores entrevistados	43
Figura 4-8 Precio promedio por energético.....	44
Figura 4-9 Porcentaje de distribuidores de pellets por volumen de ventas en la R.M.....	48
Figura 5-1 Porcentaje de casas que usan equipos para calefacción en la R.M.	49
Figura 5-2 Porcentaje de casas que usan equipos para calefacción en sectores urbanos de la R.M.	50
Figura 5-3 Porcentaje de casas que usan equipos para calefacción en sectores rurales de la R.M.	51
Figura 5-4 Tipos de calefacción para NSE C1 en la R.M.	52
Figura 5-5 Tipos de calefacción para N.S.E. C2 en la R.M.	52
Figura 5-6 Tipos de calefacción para N.S.E. C3 en la R.M.	53
Figura 5-7 Tipos de calefacción para N.S.E. D en la R.M.	53
Figura 5-8 Tipos de calefacción para N.S.E. E en la R.M.	54
Figura 5-9 Distribución de principales tipos de combustibles para calefacción según N.S.E.	54
Figura 5-10 Porcentaje de uso de leña y/o derivados por comuna de la R.M. (respecto al total comunal y al total regional)	58
Figura 5-11 N° de viviendas que consumen leña y sus derivados por zona geográfica	61
Figura 5-12 N° de viviendas que consumen leña y sus derivados por NSE	61

Figura 5-13 Actividad en que consume leña o sus derivados en su hogar	62
Figura 5-14 N° de viviendas según actividad donde consume leña o sus derivados.....	63
Figura 5-15 N° de viviendas con calefacción a leña según NSE.....	64
Figura 5-16 N° de viviendas con calefacción a leña según zona	65
Figura 5-17 Ciclo de uso de los equipos de calefacción.....	66
Figura 5-18 Ciclo de uso promedio de los equipos a leña en la R.M. horas/mes	67
Figura 5-19 Tipo de combustible para calefaccionar (respuesta múltiple)	68
Figura 5-20 Adquisición de la leña y sus derivados.....	69
Figura 5-21 Recibe boleta al momento de la compra	70
Figura 5-22 Recibe boleta al momento de la compra por NSE (% recibe boleta)	70
Figura 5-23 Recibe boleta al momento de la compra por zona (% recibe boleta).....	71
Figura 5-24 Periodo de compra de leña.....	71
Figura 5-25 Procedencia de la leña que consume.....	72
Figura 5-26 Estado de la leña que utiliza.....	72
Figura 5-27 Almacenamiento de la leña	73
Figura 5-28 N° de viviendas que cocinan con leña según zona	74
Figura 5-29 Ciclo de uso de leña para cocinar	75
Figura 5-30 Mantención a equipos de cocina	75
Figura 5-31 N° de equipos a leña en el hogar según tipo.....	76
Figura 5-32 N° de equipos de calefacción en el hogar	78
Figura 5-33 Antigüedad promedio en años de los equipo de calefacción	78
Figura 5-34 Antigüedad en tramos de los equipos de calefacción	79
Figura 5-35 Eficiencia térmica promedio de los equipos	81
Figura 5-36 Tipo de calefactor que pretende adquirir	81
Figura 5-37 Gasto promedio anual de leña y sus derivados por hogar según NSE.....	82
Figura 5-38 Gasto promedio anual de leña y sus derivados por hogar según zona	83
Figura 7-1 Consumo total de leña y sus derivados en la R.M. por NSE (t/año)	87
Figura 7-2 Consumo total de leña y sus derivados en la R.M. por zona (t/año).....	88
Figura 7-3 Consumo promedio de leña y sus derivados en la R.M. por zona (kg/año).....	91
Figura 7-4 Energía total por consumo de leña y sus derivados en la R.M. por NSE	92
Figura 7-5 Energía total por consumo de leña y sus derivados en la R.M. por zona	93
Figura 7-6 Energía promedio por consumo de leña y sus derivados en la R.M. por NSE (kWh/año)	95
Figura 7-7 Energía promedio por consumo de leña y sus derivados en la R.M. por zona (kWh/año)	96
Figura 7-8 Emisión total por consumo de leña y sus derivados en la R.M. por NSE	98
Figura 7-9 Emisión total por consumo de leña y sus derivados en la R.M. por zona.....	98
Figura 8-1 Proyección emisiones MP ₁₀ (t/año) y consumo de energía (MWh/año).....	105

1 INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde al Informe final elaborado por la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) de la Cámara Chilena de la Construcción (CChC) para el estudio **"Propuesta de medidas para el uso eficiente de la leña en la Región Metropolitana"**, para dar cumplimiento a los objetivos planteados por el Gobierno Regional Metropolitano y el Ministerio de Energía en las bases de licitación.

1.1 OBJETIVO GENERAL

Proponer medidas para el uso eficiente y sustentable de la leña y sus derivados en la Región Metropolitana, basadas en el levantamiento de un catastro de información del consumo residencial de leña y sus derivados, y de la cantidad de artefactos que utilizan este tipo de combustible, estratificado según nivel socioeconómico y por comuna.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los objetivos específicos son los siguientes:

- Caracterizar y cuantificar la cadena de comercialización de la leña y sus derivados en la Región Metropolitana (R.M.)
- Estimación del consumo de leña y sus derivados en la R.M. a nivel total, urbano, rural y por nivel socioeconómico y el gasto monetario asociado.
- Estimación del consumo energético y de emisiones regional asociado al consumo de leña y sus derivados.
- Caracterización de los consumidores en el ámbito urbano y rural de la R.M.

1.3 ALCANCE

El alcance del informe final de este estudio, involucra los siguientes productos que forman parte de las bases de licitación adjudicadas, y que complementan los informes anteriormente entregados:

1. Caracterización y cuantificación de los oferentes de leña y sus derivados en la R.M.
2. Estimación de la cantidad y localización de proveedores de leña y sus derivados que abastecen a la R.M.
3. Definición de la cantidad de artefactos y consumo residencial de leña y sus derivados según nivel socioeconómico (por quintil de ingreso) y comuna en la Región Metropolitana.
4. Cuantificación, por quintil de ingreso, de la antigüedad y frecuencia de mantenimiento de artefactos de calefacción residencial (leña, pellets, briquetas y otros).
5. Estimación de la intención de compra de nuevos calefactores, por quintil de ingreso, en la R.M. (cuáles artefactos, en qué valores, con qué combustible).

6. Identificación, por quintil de ingreso, del consumo, energía y emisiones de leña, sus derivados y otros combustibles utilizados para calefacción por zona urbana y rural en la R.M.
7. Identificación, por quintil de ingreso, del gasto, hábitos de consumo y manipulación de artefactos a leña y sus derivados, en zona urbana y rural en la R.M.
8. Identificación, por quintil de ingreso, de la procedencia de la leña y sus derivados, lugar de almacenamiento.
9. Propuesta de medidas a implementar en el uso eficiente de la leña y sus derivados.
10. Evaluación cualitativa y cuantitativa de la implementación de medidas propuestas en la R.M.
11. Conclusiones.

2 PRINCIPALES ASPECTOS QUE ORIGINAN EL ESTUDIO

La finalidad de este capítulo es identificar todos aquellos problemas que provocan la necesidad de un plan de acción que contenga medidas para el uso eficiente y sustentable de la leña y sus derivados en la Región Metropolitana.

El incorrecto uso de leña y/o derivados como combustible de calefacción, tiene como consecuencia diversos problemas que afectan directamente a la población. Estos corresponden principalmente a problemas económicos producto de la informalidad del mercado y problemas medioambientales generados por la extracción no sustentable de los recursos y la contaminación atmosférica debido a la emisión excesiva de contaminantes. Los últimos, con efectos inmediatos en la salud de las personas que finalmente se traducen en pérdidas en producción y gastos en salud pública.

En términos generales, se tiene que un problema que pareciera ser específico puede afectar considerablemente la economía nacional (Ver Figura 2.1).

Además, es importante señalar que existen otros aspectos ligados a la información existente sobre el tema en cuestión, que también motivan la elaboración de este estudio. Estos serán estudiados independientemente al final de este capítulo bajo el nombre de problemas de manejo de información.

Figura 2-1 Esquema de uso inadecuado de la leña y sus consecuencias



Fuente: Elaboración propia.

2.1 PROBLEMAS ECONÓMICOS Y SOCIALES

El principal problema económico y social que se produce corresponde al incumplimiento de las leyes sociales y tributarias.

Desde el punto de vista netamente económico, dado el alto porcentaje de informalidad en las ventas de leña y sus derivados en la R.M, se originan pérdidas importantes en cuanto a la recaudación de impuestos relacionados a la actividad comercial. Si bien las compras de grandes consumidores en su mayoría tienen asociada la entrega de boleta, no sucede lo mismo en el sector rural, donde se da mucho la venta informal de leña y se tiene un mayor acceso a leña a precio cero debido a la auto recolección.

Del mismo modo, desde el punto de vista social, la práctica informal de cualquier actividad comercial, deja libre de obligaciones al empleador para con sus empleados respecto de las leyes sociales de salud. En este sentido, sus empleados quedan desprotegidos ante cualquier accidente producto del ejercicio de la actividad comercial.

Por otra parte, existen otros problemas de carácter económico y social que tienen su origen en los problemas medioambientales producto de condiciones extremas en la calidad del aire. Dentro de estos se puede mencionar:

- Disminución de la producción producto del ausentismo laboral
- Disminución de la producción por la paralización de actividades industriales
- Gastos en salud producto del aumento de enfermedades respiratorias durante los meses invernales.
- Costos de implementación de planes de descontaminación en las ciudades

2.2 PROBLEMAS MEDIOAMBIENTALES

Como se dijo al inicio del capítulo, estos problemas se pueden reducir en dos: extracción no sustentable del recurso y las emisiones producto de su combustión.

2.2.1 EXTRACCIÓN NO SUSTENTABLE

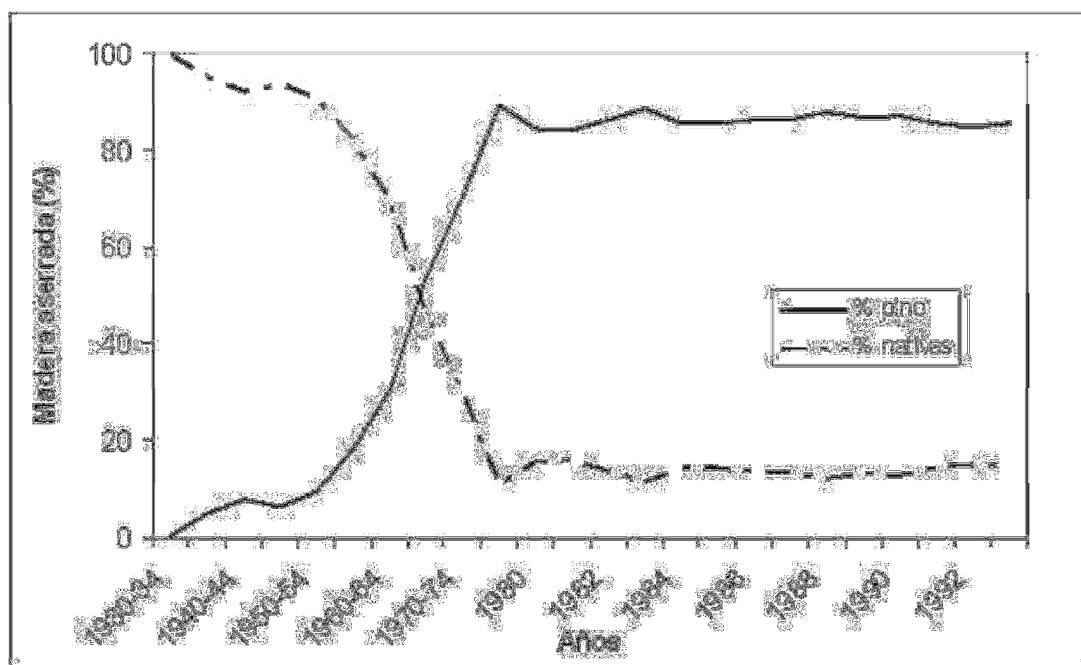
La extracción no sustentable del recurso puede generar diversos problemas medioambientales, entre los cuales se encuentra la deforestación y pérdida de biodiversidad.

Un ejemplo de pérdida de biodiversidad se dio en el sector del río Maule y Cobquecura, entre las regiones del Maule y Bío Bío, donde se registró una reducción de bosque nativo equivalente a un 67% entre 1975 y 2000 (Echeverría *et al.*, 2006). Durante gran parte de esos años estaba vigente el Decreto de ley 701, cuyo objetivo fundamental era impulsar el desarrollo forestal en Chile por medio de una serie de bonificaciones. Como consecuencia se produjo una disminución del bosque nativo por un sostenido proceso de sustitución (Lara *et al.*, 2003).

Actualmente el proceso de sustitución continúa en las regiones de La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos. Sólo en la región de Los Ríos entre el 1998 al 2006, 15.600 hectáreas de bosque nativo fueron sustituidas por plantaciones forestales (CONAF-CONAMA 2008).

Otro ejemplo se da en el mercado de la madera aserrada. En el gráfico a continuación se puede apreciar el aumento de la madera de pino en desmedro de las maderas nativas.

Figura 2-2 Porcentaje de madera aserrada entre los años 1930-1993 de Pino y especies nativas en Chile



Fuente: Revista Bosque Nativo (vol. 47, 2010). INFOR.

En el caso de la R.M., un porcentaje muy pequeño de proveedores declara vender leña certificada, lo que asegura la existencia de planes de manejo y un manejo sustentable del bosque. Esto permite inferir que incrementos en el uso de leña para uso de calefacción provocaría generar pérdida de biodiversidad y deforestación de las regiones aledañas, en especial debido a que el eucaliptus corresponde a casi la única especie consumida para fines de calefacción en la región.

2.2.2 EMISIONES

Como se verá más adelante, el consumo de leña a nivel nacional presenta un patrón de aumento hacia el sur del país, y en general, los problemas de excesivas emisiones de material particulado producto de la combustión de leña se hacen presentes en aquellas ciudades en donde se observa estabilidad atmosférica. En algunas de las cuales se supera en más de cien oportunidades los niveles máximos permitidos de concentración. Entre las ciudades más afectadas están: Temuco, Rancagua, Talca, Chillán, Valdivia, Coyhaique y Santiago.³

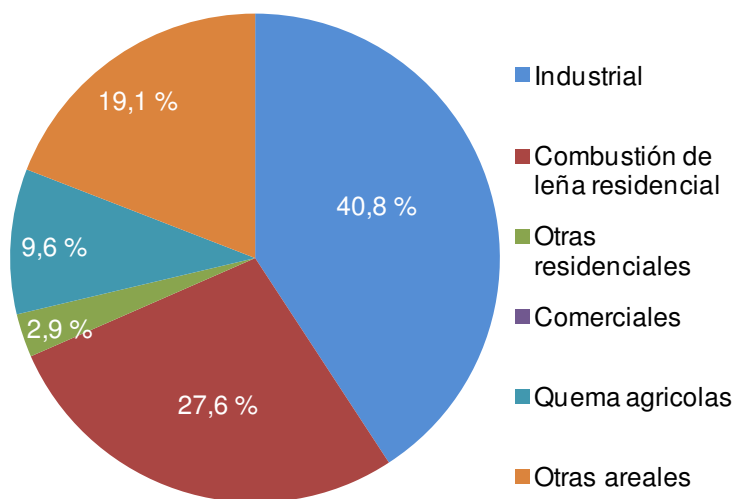
Según el estudio "Análisis del Potencial Estratégico de la Leña en la Matriz Energética Chilena" elaborado por la Corporación Chile Ambiente (2008), los productos que se forman de la combustión de leña se pueden clasificar en dos grupos: gases y partículas, siendo las partículas menores a $2,5\ \mu\text{m}$ ($\text{MP}_{2,5}$) el grupo más peligroso para la salud de las personas. Estas generan graves problemas en la salud de la población puesto que se incrustan fácilmente en partes del sistema respiratorio.

De acuerdo a la actualización del Inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos en la Región Metropolitana 2005⁴, la combustión de leña en el sector residencial produce 674 [t/año] de material particulado fino ($\text{MP}_{2,5}$) lo que representa el 28% del total de emisiones de $\text{MP}_{2,5}$ de fuentes estacionarias y el 10% del total de emisiones de $\text{MP}_{2,5}$.

³ "Análisis del potencial estratégico de la Leña en la Matriz Energética Chilena", Corporación Chile ambiente, 2008.

⁴ "Análisis de antecedentes para la evaluación de escenarios en la elaboración de la norma de calidad primaria de $\text{MP}_{2,5}$ ", DICTUC, 2008.

Figura 2-3 Emisiones de $MP_{2,5}$ según actividad en la Región Metropolitana

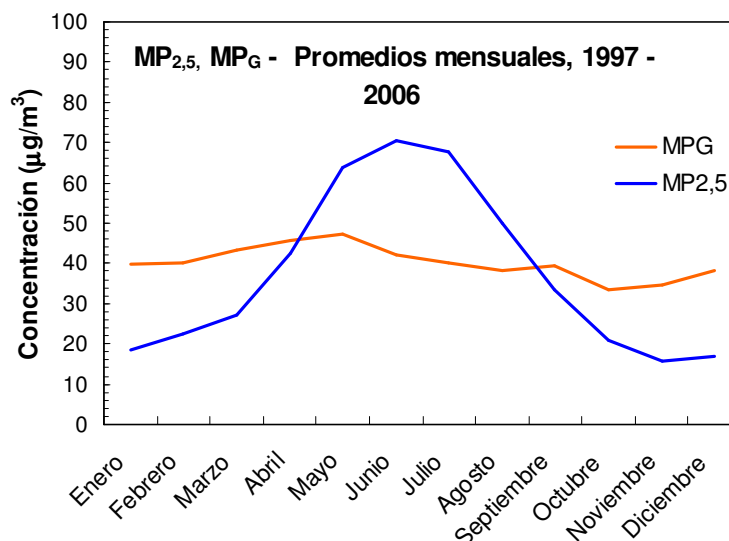


Fuente: Elaboración propia. DICTUC, 2006.

Es importante notar la alta participación de la combustión de leña residencial frente al resto de las actividades que generan $MP_{2,5}$. Las emisiones antes mostradas se miden en [t/año], sin embargo, la quema de leña en el sector residencial se realiza durante algunas horas al día y se concentra exclusivamente en los meses invernales, donde se presentan además los peores niveles de ventilación.

Esta situación se puede ver claramente en las mediciones de calidad de aire de las estaciones de la Región Metropolitana. A continuación se muestran los datos promedio para la estación Parque O'Higgins respecto del material particulado grueso (MP_G) y material particulado fino ($MP_{2,5}$).

Figura 2-4 Promedio mensual $MP_{2,5}$ y material particulado grueso en estación Parque O'Higgins [$\mu g/m^3$]

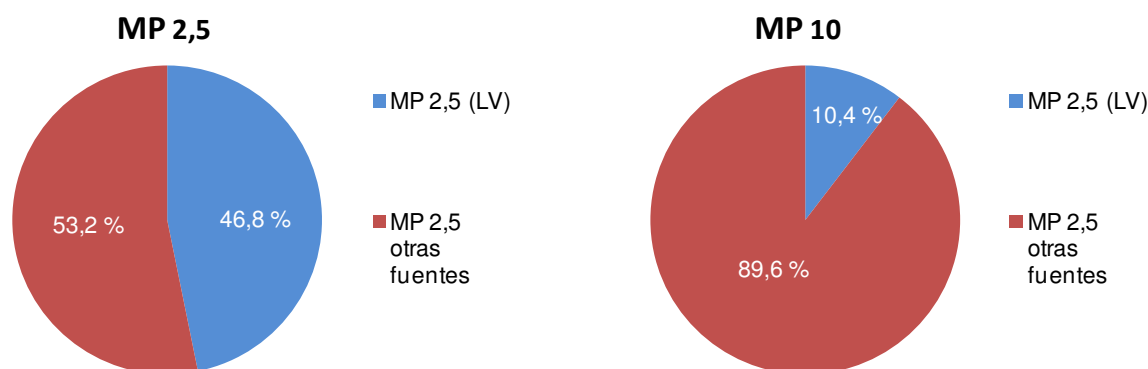


Fuente: Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la R.M.

En el gráfico se puede ver que durante el invierno, aumenta casi exclusivamente el material particulado fino ($MP_{2,5}$). El aumento en las emisiones de material particulado y las condiciones climáticas durante los meses invernales son los principales factores que provocan el aumento de enfermedades durante los meses invernales.

Otro argumento importante para restringir o controlar el uso de la leña, son los resultados de un estudio realizado por la Universidad de Santiago para la CONAMA el año 2008. Analizando las concentraciones de levoglucosano (trazador para quema de leña) en filtros, se encontró que una gran fracción del material particulado fino era generada por la quema de leña.

Figura 2-5 Fracciones máximas estimadas de $MP_{2,5}$ y de MP_G (en azul) generadas por la quema de leña en Parque O'Higgins durante mayo de 2008



Fuente: Elaboración propia. CONAMA 2008.

Sin embargo, estos últimos resultados no podían ser explicados con la información disponible en el año 2008, ya que el inventario de emisiones (actualización 2010) indicaba:

• Industria	1.358,3 t/año de MP _{2,5}
• Leña residencial	979,0 t/año de MP _{2,5}
• Otras residenciales	85,7 t/año de MP _{2,5}
• Quemadas agrícolas	158,7 t/año de MP _{2,5}
• Otras areales	132,5 t/año de MP _{2,5}
• Total móviles	1.526,1 t/año de MP _{2,5}

Es decir sólo el 23% del total de las emisiones de MP_{2,5} en la R.M. corresponden a emisiones provenientes de la quema de leña. Sin embargo, las mediciones de calidad del aire indicaban que el 46,8 % del MP_{2,5} en la Región Metropolitana provenían de la quema de leña.

Como consecuencia de lo anterior, a partir del 1 de Enero de 2012 comenzará a regir una Norma de calidad del Aire en MP_{2,5}. Se estima que los costos para poder cumplir los requisitos de dicha norma en el sector residencial son alrededor de US\$ 6,1 millones⁵. Estos costos corresponden a la implementación de una medida de recambio de equipo por uno de mayor eficiencia en zonas urbanas, lo cual generaría una disminución del 85% del MP_{2,5}.

Por otra parte, es fundamental conocer cuales son los principales factores que influyen en las emisiones de material particulado y gases contaminantes. Estos son: uso de leña húmeda, la baja eficiencia de equipos de calefacción, los malos hábitos de consumo y los bajos estándares de aislación de las viviendas⁶.

El uso de leña húmeda es uno de los factores más importantes en el deterioro de la calidad del aire de las principales ciudades de la VI a la XI Regiones y componente importante del conjunto de emisiones contaminantes de la R.M. En este sentido, las estimaciones relativas a gastos en salud, asociado a la combustión de leña y las emisiones de MP₁₀, se sitúan entre US\$ 270 y US\$ 364 millones al año lo que contrasta con los US\$ 85 millones al año gastados en leña ("Análisis del Potencial Estratégico de la Leña en la Matriz Energética Chilena", Corporación Chile Ambiente, 2008).

El uso de equipos de calefacción que poseen bajo rendimiento térmico y altas emisiones es aún muy común en muchas zonas del país, y de acuerdo a este estudio, también presentes en la R.M. De hecho, estos equipos pueden requerir hasta un 30% más de leña para producir la misma energía útil y generar entre 5 y 10 veces más emisiones que los equipos calefactores de doble cámara que existen actualmente en el mercado.

Los hábitos de consumo tienen gran importancia en cuanto a la eficiencia del equipo. Si bien la tecnología del equipo va asociada a un cierto nivel de eficiencia, un mal uso del mismo podría disminuir su eficiencia notablemente. Dentro de los hábitos que influyen en la eficiencia de los equipos están los siguientes: humedad y tamaño de leña, porcentaje de carga del calefactor,

⁵ "Análisis de Norma primaria de calidad ambiental para material particulado fino respirable MP_{2,5}", INGEA (2011)

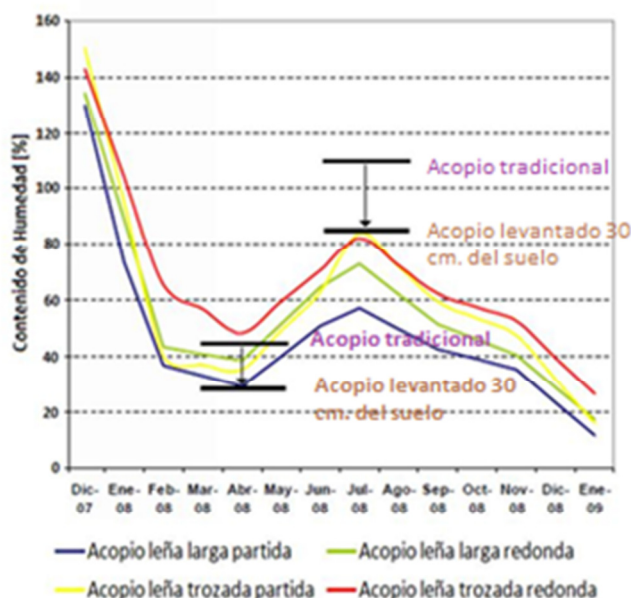
⁶ "Análisis del Potencial Estratégico de la Leña en la Matriz Energética Chilena", Corporación Chile Ambiente, 2008.

manejo del tiraje, mantenciones periódicas del cañón y uso de otros combustibles como ceras, parafinas, maderas con pintura y basura⁷.

Por ejemplo, respecto al nivel de carga de los calefactores, las estufas chilenas deben ser utilizadas con 1/3 de carga y leña con un máximo de 12% de humedad para tener emisiones de 20 mg/m³ en funcionamiento, bajo malas condiciones operativas las emisiones se multiplicarían por 2000⁸.

En relación al almacenamiento de leña, que ha demostrado ser otro factor relevante en la cantidad de humedad de combustible, se muestra en los siguientes gráficos la influencia de la forma de acopio en el contenido de humedad de la leña.

Figura 2-6 Disminución de la humedad durante secado bajo diferentes métodos de acopio



Fuente: "Leña, Energía renovable para la conservación de los bosques nativos del sur de Chile", SNCL.

En el gráfico se observa como las curvas de secado se desplazan alrededor de 20 puntos porcentuales hacia abajo en humedad en base seca, lo que significa una disminución, dependiendo del tipo de trozado de la leña almacenada, de entre un 15% a un 20% en el contenido de humedad.

Por otra parte, los bajos estándares de aislación de las viviendas inciden directamente en nivel de consumo energético en las viviendas. En este sentido, y a modo de ejemplo, si se

⁷ Sistema Nacional de Certificación de Leña, www.lena.cl.

⁸ "Análisis del Potencial Estratégico de la Leña en la Matriz Energética Chilena", Corporación Chile Ambiente, 2008

implementan medidas de aislación en techumbres en viviendas existentes sin reglamentación térmica se pueden obtener ahorros energéticos del orden del 32%⁹. Esto implica un menor consumo de leña para calefacción, y por ende menores emisiones de material particulado.

Todos estos factores terminan por agravar la situación medioambiental lo que finalmente conlleva a decretar días de alerta, preemergencia y emergencia ambiental en la R.M. lo que de ninguna forma previenen estas situaciones, sino son sólo paliativos a un problema latente.

2.3 PROBLEMAS DE MANEJO DE INFORMACIÓN

Como se dijo al comienzo del capítulo, además de los problemas producto del uso inadecuado de la leña se tienen problemas debido a la falta de unificación de la información de los diferentes estudios y la desactualización de los datos.

Si bien existen estudios que cuantifican el mercado de la leña en la región, no existen información proveniente de encuestas presenciales desde 2006, cuando se llevó a cabo el estudio CASEN 2006 que incluyó preguntas acerca del consumo de leña en la región, y la realización del estudio "Análisis de mercado de equipos de calefacción residencial a biomasa actualizado al año 2006", realizado por Gamma Ingenieros. Esto, sumado a la necesidad de una mayor cobertura de la información levantada, de forma de considerar las 52 comunas de la R.M., ha hecho necesaria la realización de este estudio. En el anexo "Problemas de Manejo de Información" se analizan los estudios existentes acerca del consumo de leña en la R.M. y se detallan las principales diferencias de alcance que presenta este estudio con los anteriores

⁹ "Estudio de usos finales y curva de oferta de la conservación de la energía en el sector residencial", CDT, 2010.

3 METODOLOGÍA

3.1 METODOLOGÍA DE DISEÑO MUESTRAL PARA CARACTERIZAR A LOS PROVEEDORES DE LEÑA DE LA R.M.

Considerando la informalidad y la estacionalidad del mercado de la leña, se formuló una metodología que permitió identificar la mayor cantidad de proveedores de leña de la Región considerando las condiciones adversas debido a la temporada en que se está ejecutando el estudio.

La metodología en cuestión consta de dos etapas de búsqueda de proveedores. La primera corresponde a una búsqueda en fuentes secundarias (diarios, web, etc.) y la segunda a una búsqueda a través de la fase 2 de la encuesta a consumidores de leña, donde se les preguntó por la persona a la que les compran leña y/o derivados. Una vez registrados todos los proveedores de leña por medio de estas dos fuentes, se seleccionaron 41 y se les realizó una entrevista personalizada con el objeto de caracterizar la oferta de leña y derivados en la R.M.

Es importante señalar que dicha selección no fue aleatoria, sino que se formuló un criterio que permitió abarcar tanto a los pequeños como los más grandes proveedores dentro de la Región. Para esto se subdividió el total de proveedores en 4 grupos en relación a su tamaño, tomando como referencia diferentes variables y contrastadas por la facturación anual.

Dado que no se cuenta con un marco muestral de oferentes de leña en la R.M., los resultados no son extrapolables al total de proveedores existentes en la región. Por lo tanto, cabe señalar que los resultados obtenidos dan cuenta del listado de proveedores del estudio y no necesariamente del mercado de leña en la Región Metropolitana.

3.2 METODOLOGÍA DE DISEÑO MUESTRAL PARA CARACTERIZAR A LOS CONSUMIDORES DE LEÑA DE LA R.M.

3.2.1 METODOLOGÍA PARA LA ESTIMACIÓN DEL CONSUMO DE LEÑA Y SUS DERIVADOS EN LA R.M.: FASE 1

Diseño

Estudio de carácter cuantitativo concluyente, sobre la base de encuestas presenciales a los hogares de las 52 comunas de la R.M.

Universo de estudio

El universo del estudio corresponde a las viviendas particulares de tipo casa que pertenecen a las 52 comunas de la Región Metropolitana tanto en área urbana como rural. Sólo se consideró casas dado que es muy improbable la existencia de uso de leña en departamentos, piezas y hogares de tipo móvil.

Para la estimación de viviendas en la R.M. se utilizó el informe de resultados "Pre-censo 2011 de viviendas particulares por región y comunas" realizados por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE. Chile) y proyecciones de tipología de viviendas en base al Censo 2002 y la Casen 2009.

Las viviendas particulares de la R.M. alcanzan las 2.045.896 según Pre-censo 2011, y el estudio representa el universo de 1.435.348 casas que corresponde al 70,2% de las viviendas particulares de región.

En consecuencia, se entenderá por **casas** a la totalidad de viviendas de la R.M. excluyendo departamentos, hogares de tipo móvil y piezas en residencias o pensiones.

Diseño de la muestra

El diseño muestral corresponde a un muestreo probabilístico bietápico a proporcional, estratificado geográficamente por comuna y zona, con selección aleatoria del entrevistado en términos de sexo, edad y nivel socioeconómico.

Marco muestral utilizado

Se cuenta con un marco de muestreo propio, desarrollado en base a información del censo 2002, y actualizaciones en terreno y oficina. El marco cubre todas las comunas de la R.M. en sus áreas urbanas y rurales.

La unidad muestral principal del marco es denominada "conglomerado", que es la unión de aproximadamente 100 viviendas particulares ocupadas. Esta unidad presenta ventajas metodológicas frente a las manzanas, debido a su homogeneidad interna logrando una mejor estimación de los resultados. Producto de la homogeneidad interna de los conglomerados, se hace necesario un número menor de viviendas a entrevistar para lograr toda la variabilidad de dicha unidad. Por lo general, se seleccionan aleatoriamente cinco viviendas por conglomerado.

Dado que el muestreo será a proporcional, la cantidad de entrevistas a realizar en cada zona será de igual tamaño considerando aproximadamente 13 comunas por zona.

Estratos geográficos

La Región Metropolitana se dividirá en cuatro zonas geográficas urbanas y una netamente rural. Las zonas serán especificadas en el informe final en base a la fase 2 de la encuesta de caracterización de consumidores de leña en la R.M.

Tamaño y distribución muestral

Para determinar el tamaño muestral, se fundamentó en lograr resultados representativos en los segmentos de estudio, bajo los parámetros estadísticos de 95% de confianza y error $\pm 5\%$. Por lo tanto, el algoritmo de cálculo es:

$$n = \frac{t^2 * p(1-p)}{e^2}$$

Luego, la muestra total es de 5.200 casos en la R.M y su error asociado es de $\pm 1,4 \%$.

A continuación se presentan los errores asociados por segmento de análisis:

Tabla 3.1 Errores por segmento de análisis		
Segmento	Muestra	Error máximo ($\pm \%$)
Por Zona	1.300	$\pm 3,0 \%$
Por Nivel Socioeconómico	400	$\pm 4,9 \%$
Urbano	4800	$\pm 1,4 \%$
Rural	400	$\pm 4,9 \%$
Por Comuna	100	$\pm 9,8 \%$

Factor de expansión o ponderadores

De acuerdo a la distribución poblacional en estudio y a la muestra realizada, se utiliza un ponderador para ajustar la muestra a la población total. El ponderador no es más que un factor que corrige la distribución muestral al universo y nos da cuenta del peso de una unidad muestral en la población.

El ponderador se construye en base a las estadísticas del número de viviendas (casas) en cada comuna según el Pre-censo 2011 y a la muestra de 5.200 casos a nivel comunal.

Tabla 3.2 Proyección de vivienda (casas) en base al pre-censo 2011 y ajustes censo 2002

Comuna	N° de casas			Comuna	N° de casas		
	Urbano	Rural	Total		Urbano	Rural	Total
Alhué	1218	898	2116	María Pinto	731	3576	4307
Buín	19228	3608	22836	Melipilla	21751	13039	34790
Calera de Tango	3514	2888	6402	Ñuñoa	24839	0	24839
Cerrillos	15168	0	15168	P.A.C.	24963	0	24963
Cerro Navia	31975	0	31975	Padre Hurtado	13518	1751	15269
Colina	16913	4352	21265	Paine	13005	7730	20735
Conchalí	30188	0	30188	Peñaflor	18542	0	18542
Curacaví	6243	3681	9924	Peñalolén	55271	0	55271
El Bosque	38029	0	38029	Pirque	3764	2701	6465
El Monte	6873	1417	8290	Providencia	4907	0	4907
Estación Central	28002	0	28002	Pudahuel	55494	0	55494
Huechuraba	19757	0	19757	Puente Alto	128338	0	128338
Independencia	16902	0	16902	Quilicura	34757	0	34757
Isla de Maipo	7831	2809	10640	Quinta Normal	27834	0	27834
La Cisterna	24115	0	24115	Recoleta	36057	0	36057
La Florida	90426	0	90426	Renca	32576	0	32576
La Granja	28896	0	28896	San Bernardo	49086	0	49086
La Pintana	38091	0	38091	San Joaquín	22029	0	22029
La Reina	22907	0	22907	San Jose de Maipo	4284	1800	6084
Lampa	15927	7134	23061	San Miguel	17841	0	17841
Las Condes	26024	0	26024	San Pedro	0	3597	3597
Lo Barnechea	18230	0	18230	San Ramón	19307	0	19307
Lo Espejo	20150	0	20150	Santiago Centro	38986	0	38986
Lo Prado	16676	0	16676	Talagante	13973	2888	16861
Macul	23553	0	23553	Til-Til	3317	2709	6026
Maipú	124600	0	124600	Vitacura	12164	0	12164
Total de casas: 1.435.348							

Tabla 3.3 Factor de expansión

Comuna	Urbano	Rural	Comuna	Urbano	Rural
Alhué	17,4	29,9	María Pinto	29,2	47,7
Buín	228,9	225,5	Melipilla	290,0	521,6
Calera de Tango	57,6	74,1	Ñuñoa	248,4	---
Cerrillos	151,7	---	P.A.C.	249,6	---
Cerro Navia	319,8	---	Padre Hurtado	150,2	175,1
Colina	211,4	217,6	Paine	185,8	258
Conchalí	301,9	---	Peñaflor	185,4	---
Curacaví	93,2	111,5	Peñalolén	552,7	---
El Bosque	380,3	---	Pirque	64,9	64,3
El Monte	80,9	94,5	Providencia	49,1	---
Estación Central	280,0	---	Pudahuel	554,9	---
Huechuraba	197,6	---	Puente Alto	1283,4	---
Independencia	169,0	---	Quilicura	347,6	---
Isla de Maipo	104,4	112,4	Quinta Normal	278,3	---
La Cisterna	241,2	---	Recoleta	360,6	---
La Florida	904,3	---	Renca	325,8	---
La Granja	289	---	San Bernardo	490,9	---
La Pintana	380,9	---	San Joaquín	220,3	---
La Reina	229,1	---	San Jose de Maipo	60,3	62,1
Lampa	227,5	237,8	San Miguel	178,4	
Las Condes	260,2	---	San Pedro	---	36,0
Lo Barnechea	182,3	---	San Ramón	193,1	---
Lo Espejo	201,5	---	Santiago Centro	389,9	---
Lo Prado	166,8	---	Talagante	164,4	192,5
Macul	235,5	---	Til-Til	59,2	61,6
Maipú	1246	---	Vitacura	121,6	---

Niveles de estimación o resultados esperados

De acuerdo al universo de estudio, los resultados se refieren al total de casas en la Región Metropolitana para los siguientes niveles de estimación:

- Total de la R.M.: Total de casas en la región.
- Por zona: total de casas se segmentó en 3 partes, de las cuales 2 zonas son netamente urbanas: Gran Santiago y Periferia Urbana, y una Zona con el total Rural de la región.
- Por nivel socioeconómico: Para el total de casas de la R.M se segmentó en cinco niveles socioeconómicos según clasificación ESOMAR.
- Y adicionalmente por comuna a nivel de tendencia dado el error asociado.

3.2.2 ESTIMACIÓN DEL CONSUMO DE LEÑA Y SUS DERIVADOS EN LA R.M.: FASE 2

Luego de determinar el consumo de leña y sus derivados en forma presencial y probabilística, se realiza un estudio en base a encuestas presenciales para caracterizar a los consumidores de leña y sus derivados en el ámbito urbano y rural de la R.M.

Diseño

Estudio de carácter cuantitativo concluyente, sobre la base de encuestas presenciales a los hogares que consumen leña y/o derivados en la Región Metropolitana.

Universo de estudio

Hogares de la R.M. que consumen leña y/o derivados.

Diseño de la muestra

El diseño muestral corresponde a un muestreo probabilístico, estratificado geográficamente por zona, con selección aleatoria del entrevistado en términos de sexo, edad y nivel socioeconómico.

Tamaño y distribución muestral

Para determinar el tamaño muestral, se fundamenta en lograr resultados representativos en los segmentos de estudio, bajo los parámetros estadísticos de 95% de confianza y error $\pm 5\%$. Por lo tanto, el algoritmo de cálculo es:

$$n = \frac{t^2 * p(1-p)}{e^2}$$

Luego, la muestra total es de 1.500 casos en la R.M y su error asociado es de $\pm 2,5\%$.

A continuación se presentan los errores asociados por segmento de análisis:

Tabla 3.4 Errores por segmento de análisis

Segmento	Muestra	Error máximo (± %)
Gran Santiago	960	± 3,2 %
Periferia urbana	311	± 5,6 %
Rural	229	± 6,5 %
Por nivel socioeconómico	200	± 6,9 %
C1	129	± 8,6 %
C2	238	± 6,4 %
C3	442	± 4,7 %
E	539	± 4,2 %
D	152	± 7,9 %

Niveles de estimación o resultados esperados

La muestra entregara resultados favorables a nivel:

- Total de la R.M.
- Por zona
- Por nivel socioeconómico
- Por comuna.

3.3 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO Y LAS EMISIONES DE MATERIAL PARTICULADO

3.3.1 METODOLOGÍA DE DETERMINACIÓN DE CONSUMO FINAL DE ENERGÍA PROVENIENTE DE LEÑA Y SUS DERIVADOS EN LA R.M.

3.3.1.1 Consideraciones Iniciales

Para efectos de trabajar sobre una unidad común, en la metodología de estimación del consumo energético de las viviendas, se trabajará sobre el concepto de “energía final”, esto quiere decir, la energía final que recibe el usuario, son considerar los factores de transformación existentes en el proceso de llegada a los hogares.

Si bien esta unidad no permite realizar comparaciones entre distintos energéticos, en especial con la electricidad, ya que para esto, la energía debiese ser comparada en su nivel primario, antes de sufrir cualquier transformación o efecto por transporte, conversión, etc., si permite conocer los consumos energéticos normalmente asociados a los hogares de forma de comparar la cantidad de energía consumida y los costos por kWh, que pueden ser comparados con otros medios de calefacción, cocina etc.

3.3.1.2 Metodología Utilizada

La determinación de la energía final consumida por los hogares que usan leña o derivados en la Región Metropolitana se calculó en base a las horas de uso de los equipos que el encuestado declaró usar en su hogar. Para estimar esto, se realizaron preguntas concernientes a:

- Cantidad de leña o derivados comprada u obtenida gratis al año
- Horas de uso de los equipos calefactores a leña
- Tipo de leña consumida
- Nivel de humedad de la leña usada.

Con las respuestas a estas preguntas es posible determinar, la energía final anual consumida por el hogar de acuerdo a las siguientes fórmulas:

$$\dot{m} = H_{ui} \times T_{qi} \quad (1)$$

$$E_f = \sum \dot{m}_k \times PC_i(h, t) \times \eta \quad (2)$$

Donde:

$\dot{m}$: cantidad de leña o derivados usada en un año, para un equipo i, en $kg/año$

E_f : energía final consumida por el hogar en $kWh/año$

H_u : horas de uso del equipo i a leña o derivados en $horas/año$

T_q : tasa de quemado del equipo i a leña o derivados en kg/h

$\dot{m}_k$: cantidad de leña o derivados usada en un año, para un equipo k, en $kg/año$

PC_i : poder calorífico inferior promedio de la leña o derivados utilizada en kWh/kg , que se utiliza en un hogar. Este valor se calcula considerando la humedad y tipo de combustible que el hogar declara consumir

η : eficiencia térmica del equipo en %

Otro factor relevante de la ecuación 2 corresponde al poder calorífico inferior¹⁰ de la leña y/o derivado usado, el cual depende del tipo de leña y la humedad con la que normalmente estiman los usuarios que la queman en sus equipos. Si bien es difícil que los encuestados sepan qué nivel de humedad tiene la leña que usan, se procedió a describir detalladamente durante la encuesta cómo se reconoce la humedad en la leña de acuerdo a la forma en que se quema dentro del equipo.

Por último la eficiencia térmica¹¹ de los equipos, se obtiene de la literatura para los distintos tipos de calefactores existentes en el mercado.

Para obtener la cantidad de leña que se consume al año, se procedió a estimar la tasa de quemado para cada tipo de equipos, la que se multiplica por las horas de uso declaradas.

La determinación de las tasas de quemado se realizó de acuerdo a la siguiente expresión:

$$T_{qi} = \frac{m}{H_{ui}} \quad (3)$$

Donde:

T_{qi} : tasa de quemado del equipo i en kg/h

m : cantidad que el encuestado declara comprar en $\frac{kg}{año}$, obtenida de la encuesta

H_u : horas de uso del equipo calefactor i en $\frac{h}{año}$ obtenido de la encuesta

Para obtener valores representativos, que pudiesen usarse en todos los equipos, se procedió a estimar tasas de quemado de usuarios que declararan comprar el 100% de la leña y/o derivados, y que tuviesen sólo un equipo calefactor. Esto, ya que los usuarios que compran la leña tiene mayor claridad acerca de la cantidad que realmente usan con respecto a los usuarios que obtienen la leña gratis. De acuerdo a esto, se obtuvo las siguientes tasas de quemado para los equipos:

¹⁰ Ver definición en el glosario

¹¹ Ver definición en el glosario

Tabla 3.5 Tasa de quemado

Equipo	Potencia¹² kW	Tasa quemado kg/h
Calefactor doble cámara grande	10,5	1,14
Calefactor doble cámara pequeño	7,0	0,91
Salamandra	8,7	1,00
Brasero grande	4,0	0,30
Brasero pequeño	2,0	0,37
Estufa simple	8,7	1,05
Chimenea abierta	15,0	3,05
Chimenea cerrada (Insert)	17,4	2,07
Estufa pellets	11,6	0,70
Cocina a leña	9,1	1,05
Calderas a biomasa	25,0	1,77

Fuente: Elaboración Propia

3.3.1.3 Estimación de los parámetros

Una parte fundamental del análisis consiste en determinar los valores en la encuesta que sirven de base para estimar el consumo energético. En este contexto, la energía consumida que es calculada, requiere de entrada datos que se obtienen de la encuesta 2, es decir de la encuesta detallada a consumidores de leña y/o derivados.

De esta forma, para cada tipo de tecnología de uso de leña, se deben usar los siguientes datos:

- Tasa de quemado > se obtiene de la encuesta, de acuerdo al criterio explicado anteriormente
- Horas de uso > se obtiene de la encuesta
- Poder calorífico inferior > se obtiene de la literatura a base de los parámetros obtenidos de la encuesta relativos al tipo de leña y humedad.
- Eficiencia térmica promedio de los equipos > se obtiene de la literatura para cada equipo catastrado
 - a. **Tasa de quemado:** se determina de acuerdo al procedimiento explicado anteriormente
 - b. **Horas de uso:** El tiempo de uso de los equipos de calefacción se obtiene de:

¹² La potencia nominal de los equipos fue determinada de acuerdo a información entregada por proveedores de equipos acerca de los modelos más vendidos.

$$tu = sem_{uso} \times (5 \times horas_{dia\ semana} + 2 \times horas_{dia\ finde\ semana})$$

Donde:

t : tiempo de uso en *horas/año*

sem_{uso} : semanas de uso en *semanas/año*

$horas_{dia\ semana}$: horas de uso en la semana en *horas/día*

$horas_{dia\ fin\ de\ semana}$: horas de uso en el fin de semana en *horas/día*

i. Cálculo de las semanas de uso:

Tabla 3.6 Semanas de uso		
Mes	Período	Semana
Marzo	Principio	9
Marzo	Mediados	11
Marzo	Finales	13
Abril	Principio	14
Abril	Mediados	15
Abril	Finales	17
Mayo	Principio	18
Mayo	Mediados	20
Mayo	Finales	22
Junio	Principio	23
Junio	Mediados	24
Junio	Finales	26
Julio	Principio	27
Julio	Mediados	28
Julio	Finales	30
Agosto	Principio	31
Agosto	Mediados	33
Agosto	Finales	35
Septiembre	Principio	36
Septiembre	Mediados	37
Septiembre	Finales	39

De acuerdo a esto, se debe restar la semana de apagado del equipo a la semana de encendido del equipo:

$$sem_{uso} = semana\ apagado - semana\ de\ encendido$$

- ii. Cálculo de las horas de uso en la semana:

Las horas de uso en la semana se obtienen de la resta de la hora de término menos la hora de inicio, que se obtienen de la pregunta 5.

- iii. Cálculo de las horas de uso los fines de semana:

Las horas de uso en los fines de semana se obtienen de la resta de la hora de término menos la hora de inicio, que se obtienen de la pregunta 5.

c. **Poder calorífico de acuerdo a la humedad y el tipo de leña o derivado usado**

El poder calorífico es una propiedad específica de cada tipo de combustible, y corresponde a la energía desprendida en la reacción de combustión, referida a la unidad de masa de combustible.

La magnitud del poder calorífico puede variar según como se mida. Según la forma de medir se utiliza la expresión poder calorífico superior (PCS) y poder calorífico inferior (PCI).

Poder calorífico superior (PCS): Es la cantidad total de calor desprendido en la combustión completa de 1 kg de combustible cuando el vapor de agua originado en la combustión está condensado y se contabiliza, por consiguiente, el calor desprendido en este cambio de fase

Poder calorífico inferior (PCI): Es la cantidad total de calor desprendido en la combustión completa de 1 kg de combustible sin contar la parte correspondiente al calor latente del vapor de agua de la combustión, ya que no se produce cambio de fase, y se expulsa como vapor

Para efectos del análisis, se asumirá el poder calorífico inferior para determinar la energía final consumida en los hogares, esto ya que normalmente los equipos conversores de energía expulsan el agua como vapor, sin usar su calor latente. De acuerdo a esto, se usará la siguiente ecuación:

$$PCI_{madera_húmeda} = PCI_{madera_seca} \times \frac{(100 - 0,127 \times h)}{(100 + h)} \quad (\text{Covacevic, 1979})$$

Donde:

$PCI_{madera_húmeda}$: Poder calorífico inferior leña seca en kcal/kg

PCI_{madera_seca} : Poder calorífico inferior leña seca (0% humedad), en kcal/kg

h : humedad de la leña, calculada en base seca (en %)

Para diferentes tipos de leña, los factores antes mencionados son diferentes. Para tomar esto en consideración se usó la siguiente tabla:

Tabla 3.7 Tipo de leña		
Tipo de leña	P.C.I madera seca kcal/kg	Fuente
Eucaliptus	4.324	Covacevich
Pino	4.794	Covacevich
Espino	4.324	Covacevich
Otros	4.324	Covacevich
No sabe	4.324	Se considera eucaliptus

Fuente: Elaboración propia

En el caso de otros derivados de biomasa, se consideró los siguientes valores de P.C.I., independiente de su humedad:

Tabla 3.8 Tipo de derivados de biomasa	
Tipo de combustible	P.C.I. kcal/kg
Podas	1.710
Pellets	4.285
Briquetas	4.261
Despuntos	3.970
Aserrín o viruta	3.970
Carbón vegetal	6.128

Fuente: Elaboración propia en base a datos de proveedores y U. de Chile

La humedad es un factor muy relevante para determinar el poder calorífico de la leña o derivados, y se ve afectada no sólo por la fecha en que se compra la leña, sino también por las costumbres de almacenamiento que tenga el encuestado. En referencia a esto, y para determinar la humedad de forma más precisa posible, se procedió a estimarla en base a las respuestas de los encuestados y también de acuerdo a las condiciones de manejo de esta, de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 3.9 Humedad en función de fecha de compra y almacenamiento

Periodo de compra de leña	Almacenamiento	Estado de la leña	%
El mismo invierno (100)	Lugar aislado (10)	Seca (1)	20%
		Húmeda (2)	30%
		Verde (3)	n/a
	Cubierto en suelo (20)	Seca (1)	20%
		Húmeda (2)	30%
		Verde (3)	n/a
	Intemperie (30)	Seca (1)	23%
		Húmeda (2)	40%
		Verde (3)	55%
	No sabe (90)	Seca (1)	20%
		Húmeda (2)	40%
		Verde (3)	55%
Verano anterior (200)	Lugar aislado (10)	Seca (1)	20%
		Húmeda (2)	25%
		Verde (3)	55%
	Cubierto en suelo (20)	Seca (1)	20%
		Húmeda (2)	25%
		Verde (3)	55%
	Intemperie (30)	Seca (1)	23%
		Húmeda (2)	40%
		Verde (3)	55%
	No sabe (90)	Seca (1)	20%
		Húmeda (2)	40%
		Verde (3)	55%
Primavera anterior (300)	Lugar aislado (10)	Seca (1)	20%
		Húmeda (2)	25%
		Verde (3)	55%
	Cubierto en suelo (20)	Seca (1)	20%
		Húmeda (2)	25%
		Verde (3)	55%
	Intemperie (30)	Seca (1)	23%
		Húmeda (2)	40%
		Verde (3)	55%
	No sabe (90)	Seca (1)	20%
		Húmeda (2)	40%
		Verde (3)	55%

d. **Eficiencia térmica**

Corresponde al porcentaje de calor que es entregado a la habitación respecto al que entra al equipo. Este valor se considera en condiciones óptimas de operación, es decir, usando un determinado tipo de leña seca y bajo condiciones estándares de carga. Los valores que aparecen en la siguiente tabla fueron obtenidos de búsquedas bibliográficas, y otros estudios relacionados a calefactores de leña

Tabla 3.10 Eficiencia térmica por equipo	
Equipo	Eficiencia térmica
Calefactor de doble cámara	70%
Brasero	90% ¹³
Caldera de biomasa	80%
Chimenea abierta	25%
Chimenea cerrada (Insert)	70%
Cocina a leña	55%
Estufa a leña simple	55%
Estufa a pellet	85%
Salamandra	50%

Fuente: Elaboración Propia

¹³ La alta eficiencia térmica que posee el brasero se debe a que, a diferencia de los otros equipos, no posee escape de salida de gases de combustión, lo que implica menores pérdidas ya que la gran mayoría del calor producido en la combustión no sale de la vivienda. Se debe mencionar que esto genera una mayor contaminación intradomiciliaria, y mayores riesgos de incendios y accidentes inherentes al uso de este tipo de equipos.

3.3.2 METODOLOGÍA DE DETERMINACIÓN DE EMISIONES DE MATERIAL PARTICULADO PROVENIENTE DE LEÑA Y SUS DERIVADOS EN LA R.M.

A continuación se presenta la metodología para estimar las emisiones por uso de leña en artefactos de calefacción residencial. El objetivo es obtener una estimación de la masa (kg) de material particulado emitido a la atmósfera por día, por mes y por año. Los cálculos corresponden a la masa de material particulado respirable, MP_{10} . Para ello se utilizan datos de obtenidos en la encuesta a consumidores que muestran los tipos de estufa utilizada, tipo de leña, horas, de uso, etc. La fórmula a aplicar es la siguiente:

$$E(g/día) = N \times F \times Q \times P \times (h + 0,5) \times T \times H \times A$$

Donde:

N: número de artefactos a leña por tipo y por comuna utilizados en residencias, se determinan a partir de encuesta.

F: factor de emisión base, según tipo de artefacto y cantidad de leña utilizada. Se consideran los presentados en la siguiente. Unidad: g/kg. Los factores fueron obtenidos de las referencias indicadas en la tabla. Un análisis de los aspectos relevantes de los estudios anteriores se muestra en el anexo "Descripción emisiones material particulado de estudios anteriores".

Tabla 3.11. Factores de emisión utilizados para los cálculos de emisiones. Obtenidos a partir de las referencias indicadas

Tipo de artefacto	Factor de emisión (g/kg)	Referencia
Calefactor doble cámara grande	9,8	AP-42 ^(b)
Calefactor doble cámara pequeño	9,8	AP-42 ^(b)
Salamandra	15,3	AP-42 ^(b)
Brasero grande	10	Elaboración propia ^(a)
Brasero pequeño	10	Elaboración propia ^(a)
Estufa simple	15,3	AP-42 ^(b)
Chimenea abierta	20	Ambiente consultores ^(d)
Chimenea cerrada	9,8	Elaboración propia ^(a)
Estufa a pellet	2,1	AP-42 ^(b)
Cocina a leña	15,3	Elaboración propia ^(a)
Caldera a leña	9,8	Elaboración propia ^(a)
Otros (Horno de barro, Horno de lata, etc.)	20	Elaboración propia ^(a)

a. Ver sección "Análisis detallado de los factores de emisión utilizados"

b. U.S. Environmental Protection Agency, Compilation of Air Pollution Emission Factors – Volume 1: Stationary Point and Area Sources, AP-42, Chapter 1.10, Residential Wood Stoves, Research Triangle Park, NC, revised October 1996,

c. U.S. Environmental Protection Agency, Compilation of Air Pollution Emission Factors – Volume 1: Stationary Point and Area Sources, AP-42, Chapter 1.9, Residential Fireplaces, Research Triangle Park, NC, revised October 1996

d. Ambiente Consultores (2010) "Análisis Comparativo de Programas de Recambio Tecnológico para Estufas a Leña y Evaluación de su Implementación en la R.M.", para CONAMA R.M.

Es necesario indicar que hay muchos estudios y cálculos de las emisiones generadas por la quema de leña en los últimos años en la Región Metropolitana. Debido a que los factores de emisión son fundamentales para obtener las emisiones totales de material particulado, se hará una comparación entre los estudios para justificar adecuadamente los valores utilizados en este trabajo. Este análisis se puede ver en la Sección "Análisis y comparación con resultados de estudios anteriores".

Q: tasa de quemado. Depende del tipo de artefacto, su tamaño y el modo de uso. Los valores fluctúan entre 0,6 y 6 kg/h. La tasa de quemado promedio obtenida a partir de la encuesta se presenta en la tabla a continuación.

Tabla 3.12. Tasa de quemado promedio obtenida de la encuesta para los equipos considerados

Equipo	Tamaño	Potencia (kW)	Tasa de quemado ^(a) (Q) [kg/h]	Tasa de emisión ^(b) [g/h]
Calefactor doble cámara	Pequeño	7,0	0,92	9,0
	Grande	10,5	1,14	11,2
Brasero	Pequeño	2,0	0,4	4,0
	Grande	4,0	0,4	4,0
Caldera a leña	Estándar	25,0	1,77	17,3
Chimenea abierta	Estándar	15,0	3,05	61,0
Chimenea cerrada	Estándar	17,4	2,07	20,3
Cocina a leña	Estándar	9,1	1,05	16,1
Estufa simple	Estándar	8,7	1,05	16,1
Estufa a pellet	Estándar	11,6	0,7	1,47
Salamandra	Estándar	8,7	0,99	15,2

a. Fuente: Encuesta

b. Fuente: Encuesta y factores de emisión

La tasa de quemado depende del tipo de artefacto, su tamaño y el modo de uso. Valores se presentan en rangos entre 0,5 y 5 kg/h. Se determina en base a encuesta e información de proveedores de equipos. Unidad: kg/h. Valores considerados se presentan en la siguiente tabla. La tasa de quemado está relacionada con el tamaño de la estufa y con las condiciones de uso. Por ejemplo, una estufa doble cámara pequeña (Amesti "Classic 400") genera 9.000 kcal/h y su tasa de quemado puede variar entre 0,6 kg/h en su posición mínima y 3 kg/h en su posición máxima. Por ello, al hacer el cálculo de las emisiones totales, se utilizará el tamaño de la estufa y la cantidad de leña que declara usar el encuestado.

Utilizando los factores de emisión de la tabla "Factores de emisión utilizados para los cálculos de emisiones", es posible obtener las tasas de emisiones promedio (g/h) por tipo de estufa para la región Metropolitana. Estas tasas de emisión se muestran en la tabla anterior.

Tabla 3.13. Rango de tasas de quemado para las estufas consideradas de acuerdo a los fabricantes

Tipo de artefacto	Tamaño	Tasa de quemado, Q (kg/h)	Referencia
Chimenea Hogar Abierto	Grande	1 – 6	Ambiente consultores ^(a)
	Mediano	0,6 – 4	Ambiente consultores ^(a)
	Pequeño	0,4 – 2	Ambiente consultores ^(a)
Chimenea Hogar Cerrada (Insert)	Grande	1 – 5	Ficha técnica Amesti/Bosca ^(b)
	Mediano	0,6 – 3	Ficha técnica Amesti/Bosca ^(b)
	Pequeño	0,4 – 2	Ficha técnica Amesti/Bosca ^(b)
Salamandra	Grande	1 – 6	Ficha técnica Amesti/Bosca ^(b)
	Mediano	0,6 – 4	Ambiente consultores
	Pequeño	0,4 – 2	Ambiente consultores
Estufa Doble Cámara	Grande	1 – 5	Ficha técnica Amesti/Bosca ^(b)
	Mediano	0,6 – 3	Ficha técnica Amesti/Bosca ^(b)
	Pequeño	0,4 – 2	Ficha técnica Amesti/Bosca ^(b)
Estufa a Base de Pellet	Grande	0,6 – 2	Ficha técnica Biomass ^(c)
	Mediano	0,6 – 1,6	Ficha técnica Biomass ^(c)
	Pequeño	0,6 – 1,4	Ficha técnica Biomass ^(c)
Estufa a leña simple		Ídem Salamandra	Ficha técnica Amesti/Bosca ^(b)
Cocina a leña	Mediano	1 – 6	Ficha técnica Amesti/Bosca ^(b)
Braseros	Pequeño	0,4 - 0,6	Elaboración propia
Caldera a leña	Grande	5 – 9	Elaboración propia
	Mediano	3 – 6	Ficha técnica Servimet ^(d)
	Pequeño	1 – 4	Ficha técnica Servimet ^(d)

- a. Ambiente Consultores (2010) "Análisis Comparativo de Programas de Recambio Tecnológico para Estufas a Leña y Evaluación de su Implementación en la R.M.", para CONAMA R.M.
 b. <http://www.bosca.cl>, <http://www.amesti.cl>
 c. <http://www.biomass.cl>
 d. <http://www.servimet.cl>

P, T, H y A: los factores *P*, *T*, *H* y *A* son factores multiplicativos que modifican el valor de la emisión de acuerdo a la operación del equipo. Estos factores están relacionados con la metodología utilizada para medir las emisiones de las estufas (norma chilena CH-28 de operación de la estufa y el método CH-5G o CH-5H para determinación de emisiones).

Si una estufa se utiliza de acuerdo a las condiciones indicadas en los métodos CH-28 y CH-5G, se supone que sus emisiones serán las indicadas en la tabla "Factores de emisión utilizados para los cálculos de emisiones". Sin embargo, si las condiciones de operación difieren, habrá un factor multiplicativo que considera esta nueva condición de operación. Este factor multiplicativo será 1 para las condiciones indicadas en los métodos CH-28 y CH-5G y puede ser mayor o menor que 1 si las condiciones difieren. Cuando las condiciones de operación difieren, los valores para *P*, *T*, *H* y *A* se obtienen utilizando estudios que muestren la variación de las emisiones para el parámetro correspondiente.

A modo de ejemplo, el método CH-28 indica que la humedad la leña para una medición debe ser entre 16 y 20% (leña seca). Luego el valor de H (humedad) para leña seca es 1, sin embargo, existen estudios que indican que si la humedad es de 30%, las emisiones aumentan en 25%, luego el valor de H para leña con un 30% de humedad es de 1,25.

A continuación se muestran los factores multiplicativos de emisión (con las referencias correspondientes) para P, T, H y A.

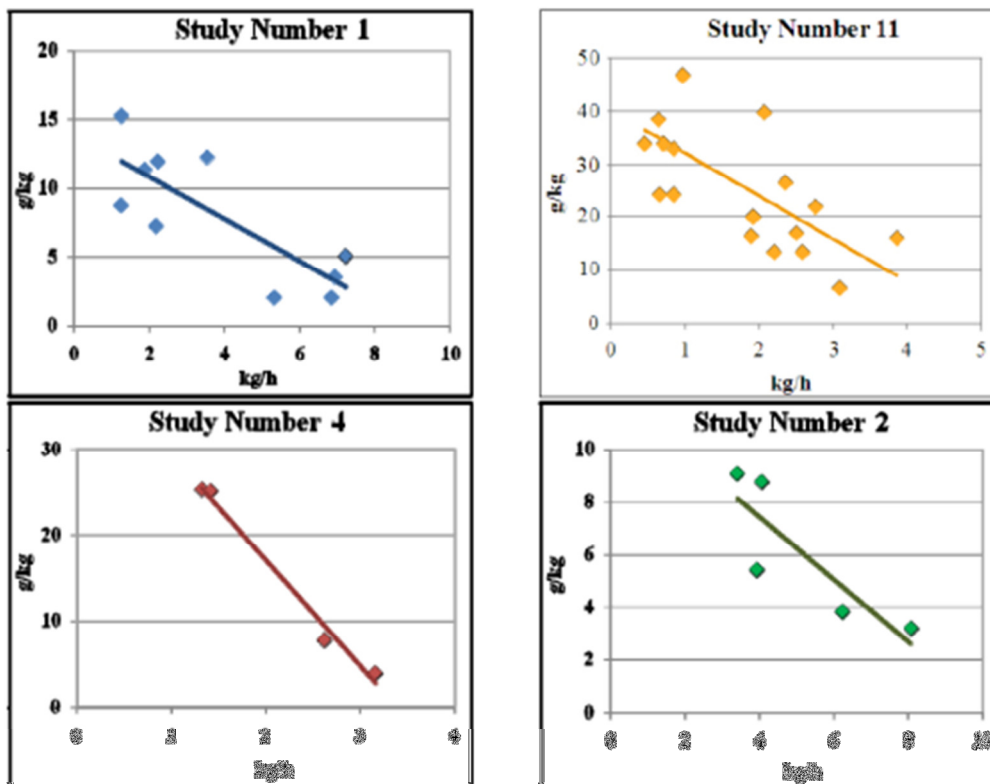
P: factor debido a la tasa de quemado. Este factor está relacionado con muchos estudios que indican que al haber una baja tasa de quemado de leña, la combustión ocurre con falta de oxígeno, y esto genera emisiones más altas que con altas tasas de quemado. Ejemplos de estos resultados se muestran en la figura "Factor multiplicativo P que modifica las emisiones para distintas tasas de quemado. Elaboración propia con datos de Pitzman".

Utilizando los datos del estudio de Houck y Pitzman¹⁴, se determinó una ecuación para el factor multiplicativo de emisión para tasas de quemado entre 0,6 y 6 kg/h. Se supone que la tasa de quemado estándar es de 1 kg/h ya que es el valor más común para las estufas utilizadas en Chile (ver tabla "Tasa de quemado promedio obtenida de la encuesta para los equipos considerados" y tabla "Rango de tasas de quemado para las estufas consideradas de acuerdo a los fabricantes"). Para tasas de quemado mayores que 1 kg/h, el factor P es menor que 1 y para tasas menores el factor es mayor que uno. La ecuación se determinó utilizando los datos de la figura "Emisiones de material particulado versus tasa de quemado de leña" y normalizando la curva para que el factor sea 1 para una tasa de quemado de 1 kg/h. La curva y la ecuación se muestran a continuación:

¹⁴ "Emission Factors for Aged Uncertified Residential Cordwood Heaters", James E. Houck and Lyrik Y. Pitzman, <http://www.epa.gov/ttnchie1/conference/ei17/session4/pitzman.pdf>

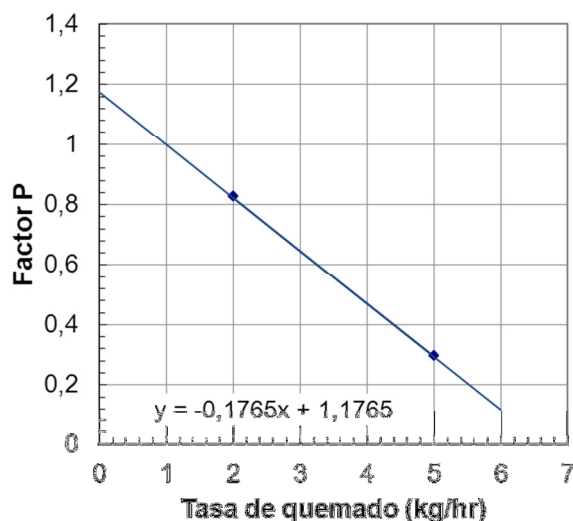
Figura 3-1 Emisiones de material particulado versus tasa de quemado de leña

Four Studies Spanning from 1989 to 2005 Illustrating in Detail the Effect of Burn Rate on Particulate Emission Factors



Fuente: Pitzman

Figura 3-2 Factor multiplicativo P que modifica las emisiones para distintas tasas de quemado



Fuente: Elaboración propia con datos de Pitzman

h : tiempo de uso. Este tiempo corresponde al instante entre el encendido con el primer trozo de leña, hasta una hora después de introducido el último trozo de leña durante un día. Debido a que el usuario no sabe con exactitud el momento en que se apaga la estufa, se determinó utilizar la hora en que le introduce la última carga de leña a la estufa como parámetro. Se supone que la estufa se apaga aproximadamente una hora después. Los tiempos de uso de la estufa se determinan a partir de la encuesta. Unidad: hora.

$(h + 0,5)$: proviene de considerar el encendido de la estufa que dura aproximadamente 15 minutos (ref. estudio Ambiente Consultores⁽³⁾) y durante este tiempo, las emisiones son aproximadamente 3 veces más altas que al nivel en régimen. Esto corresponde a: $(0,25 \text{ hrs.}) \times 3 \text{ veces} + (h - 0,25 \text{ hrs.}) \times 1 \text{ vez} = h + 0,5$. Este factor debe ser considerado ya que el método CH-28 indica que las mediciones de emisión deben hacerse con la estufa caliente. Sin embargo, en condiciones de uso por el público en general, al momento del encendido, la estufa y el combustible se encuentran a temperatura ambiente.

T : factor según tipo de leña que se usa. Se consideran los presentados en la tabla siguiente. Unidad: Adimensional.

Tabla 3.14. Factor de multiplicativo T, para las emisiones de acuerdo al tipo de leña utilizada

Tipo de leña	Factor emisión	Referencia
Pino o Eucaliptus, podas	1	Environment Ontario ^(a)
Dura (espino)	0,87	Environment Ontario ^(a)
Papeles, cartones, ramas pequeñas, hojas.	3	Ambiente Consultores ^(b)
Despunte, aserrín	3	Ambiente Consultores ^(b)

a. Environment Ontario, "EVALUATION OF METHODS TO DETERMINE THE IMPACT OF RESIDENTIAL WOOD BURNING ON AMBIENT AIR QUALITY", R. A. C. PROJECT NO. 426C, <http://archive.org/details/evaluationofmeth00yanduoft>.

b. Ambiente Consultores (2010) "Análisis Comparativo de Programas de Recambio Tecnológico para Estufas a Leña y Evaluación de su Implementación en la R.M.", para CONAMA R.M.

Para efectos del cálculo de las emisiones debidas a papeles, si el operador usa papeles, cartones o ramas para encender la estufa y luego continua usando leña, se considerará un factor 1 o 0,87 para el cálculo de emisiones. Solo se considerará el factor 3 si la estufa usa durante todo el período de encendido papeles, cartones o ramas.

H: es el factor asociado a la humedad de la leña. Se consideran los presentados en la tabla 3.16. Unidad: Adimensional. Nota: la leña que es considerada seca tiene entre un 16 y 20% de humedad, y la mayoría de los estudios se realizan con leña entre 16 y 20% de humedad. En casos excepcionales, la leña tiene un 10% de humedad.

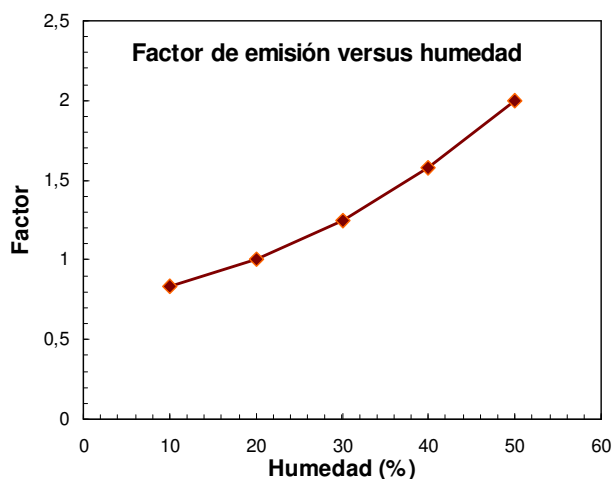
Tabla 3.15. Factor multiplicativo H, para las emisiones de acuerdo a la humedad de la leña

Humedad (%)	Factor	Referencia
10	0,83	Environment Ontario ^(a)
20	1	Environment Ontario ^(a)
30	1,25	Environment Ontario ^(a)
40	1,58	Environment Ontario ^(a)
50	2,0	Environment Ontario ^(a)

a. Environment Ontario, "EVALUATION OF METHODS TO DETERMINE THE IMPACT OF RESIDENTIAL WOOD BURNING ON AMBIENT AIR QUALITY", R. A. C. PROJECT NO. 426C, <http://archive.org/details/evaluationofmeth00yanduoft>

Los valores presentados asumen comportamiento según gráfico siguiente:

Figura 3-3 Factores multiplicativos de emisiones según la humedad de la leña



Fuente: Environment Ontario, "EVALUATION OF METHODS TO DETERMINE THE IMPACT OF RESIDENTIAL WOOD BURNING ON AMBIENT AIR QUALITY", R. A. C. PROJECT NO. 426C,
<http://archive.org/details/evaluationofmeth00yanduoft>

A: es el factor asociado a la antigüedad de la estufa. Las estufas con antigüedades mayores a 15 años (J. E. Houck and L. Y. Pitzman) tienen grietas y defectos por donde entra aire de manera no controlada, por lo tanto la tasa de quemado es mayor que una estufa sin defectos y las emisiones son menores en promedio. Por esto, el factor multiplicativo de acuerdo a la antigüedad es:

Tabla 3.16. Factor multiplicativo A, asociado a la antigüedad de la estufa		
Antigüedad	Factor	Referencia
< 15 años	1	Houck y L. Y. Pitzman ^(a)
≥ 15 años	0,7	Houck y L. Y. Pitzman ^(a)

a. "Emission Factors for Aged Uncertified Residential Cordwood Heaters", James E. Houck and Lyrik Y. Pitzman,
<http://www.epa.gov/ttnchie1/conference/ei17/session4/pitzman.pdf>

4 CARACTERIZACION PROVEEDORES DE LEÑA

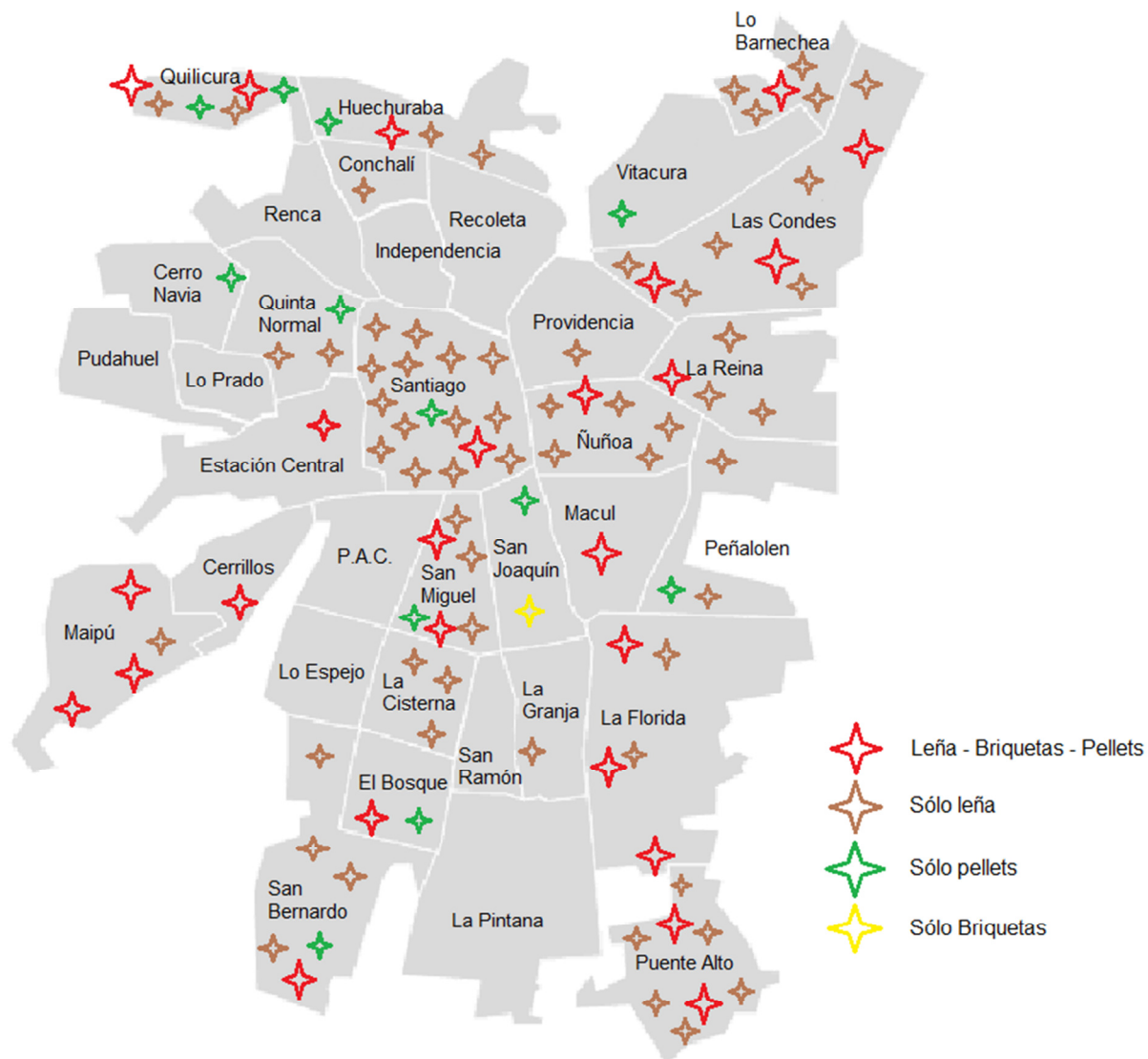
Es importante mencionar que dentro de la cadena de comercialización de la leña existen diferentes actores, entre los cuales se encuentran los proveedores a quienes se caracterizará en este capítulo. Para efectos de este estudio se entenderá por proveedores a todos aquellos agentes que venden la leña directamente al consumidor, es decir los que proveen de leña a los usuarios finales.

4.1 CATASTRO DE PROVEEDORES DE LEÑA EN LA R.M.

Para este estudio se logró un catastro de 132 lugares de venta de leña y/o derivados en la Región Metropolitana, dichos lugares corresponden a locales establecidos y particulares sin local. En anexo, "Listado de Oferentes de Leña en la R.M.", se presenta el listado de los oferentes de leña catastrados en el estudio.

A continuación se presenta la distribución geográfica del catastro de proveedores de leña y sus derivados en el Gran Santiago, donde se observa la preponderancia de la leña por sobre los demás derivados, y la presencia de proveedores de todos los tipos de combustible (leña y derivados), a través de tiendas de retail para el hogar tales como Easy y Homecenter.

Figura 4-1 Distribución geográfica de proveedores de leña y/o derivados catastrados en Gran Santiago



Fuente: Elaboración propia en base a entrevista a proveedores de leña y/o derivados.

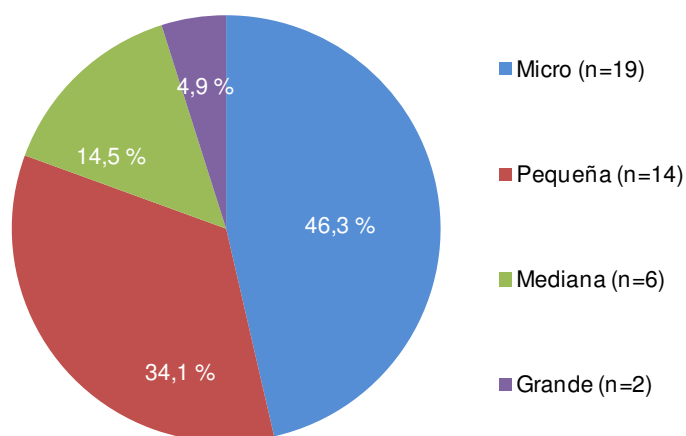
4.2 CARACTERIZACIÓN DE LA MUESTRA

4.2.1 CARACTERIZACIÓN DE LAS EMPRESAS PROVEEDORAS CATASTRADAS

4.2.1.1 Estadísticas en base a la clasificación por tamaño, de acuerdo a la auto-clasificación del entrevistado

Los proveedores entrevistados fueron clasificados según los montos de ventas anuales, donde se observa que las empresas proveedoras de leña **y/o derivados son principalmente MYPES¹⁵** (más del 80% corresponde a micro y pequeñas empresas), y no más del 20% corresponden a empresas medianas y grandes.

Figura 4-2 Tamaño de los proveedores entrevistados



Fuente: Elaboración propia en base a entrevista a proveedores de leña y/o derivados.

En relación a la antigüedad de las empresas, en promedio, los proveedores catastrados declaran tener una participación activa en el mercado de leña y/o derivados desde hace más de 10 años.

El número de trabajadores por empresa se correlaciona linealmente con el tamaño. Sin embargo, utilizando la clasificación por el número de empleados sólo coincide el segmento micro (Hasta 10 trabajadores). Las empresas micros y pequeñas, que representan la mayoría de la muestra, poseen entre 2 y 5 trabajadores promedio, muy por debajo de las grandes, que poseen más de 50 trabajadores sólo en el área relacionada a la venta de leña y/o derivados.

Las micro y pequeñas empresas proveedoras de leña y/o derivados venden en su mayoría leña (sobre el 86% en el caso de pequeñas empresas y sobre el 95% en el caso de micro declararon

¹⁵ Ver clasificación de tamaño de empresas en el glosario

vender leña), y un porcentaje de ellas también comercializa subproductos tales como despuntes y desechos de madera industriales. Esta situación difiere en el caso de las empresas medianas y grandes, donde existe presencia de combustibles más elaborados como pellets y briquetas, y no aparece la venta de subproductos.

Tabla 4.1 Porcentaje de proveedores catastrados que venden cada energético clasificados por tamaño

Tipo energético	Micro	Pequeña	Mediana	Grande
Leña	94,7 %	85,7 %	66,7 %	100,0 %
Pellet	0,0 %	7,1 %	16,7 %	100,0 %
Briqueta	0,0 %	0,0 %	16,7 %	100,0 %
Despunte de madera	0,0 %	14,3 %	16,7 %	0,0 %
Desechos industriales	10,5 %	7,1 %	0,0 %	0,0 %
Carbón vegetal	10,5 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %

Como se mencionó anteriormente, los despuntes, restos de poda, etc. son sólo provistos por los vendedores de menor tamaño (MYPES), lo que se explicaría por la poca formalidad y estandarización en la provisión y calidad de estos, lo que hace que las empresas de mayor tamaño no lo consideren.

De los proveedores catastrados el 100% de las medianas y grandes empresas dicen dar boleta. Esta situación es diferente especialmente en las empresas micro, donde cerca del 40% declara no dar boleta a sus clientes.

Finalmente si se analiza qué tipo de empresa forma parte de esta muestra, que corresponde a los 40 proveedores elegidos del total catastrado, se puede observar que el 49% corresponde a particulares (personas naturales) y el 51% a empresas establecidas. Si esto se suma a que el total catastrado corresponde a los proveedores de mayor presencia y a los más conocidos de la R.M., se puede concluir que el restante porcentaje de proveedores de la región corresponderá mayormente a microempresas, con mayores niveles de informalidad.

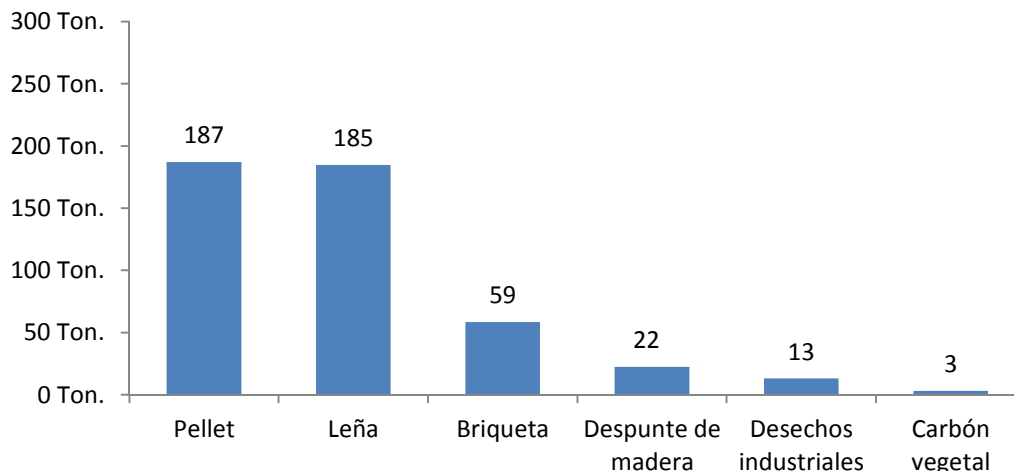
4.2.1.2 Estadísticas generales de los proveedores catastrados

La leña es el energético más vendido por los proveedores catastrados de la R.M, donde alrededor del 88% de éstos declara vender leña. En menor medida se venden otro tipo de energéticos derivados de leña.

En relación a la cantidad de leña y derivados que declaran vender en la R.M. es posible apreciar que sólo el caso de la leña y el pellet tienen volúmenes considerables por proveedor, siendo los otros derivados aún un porcentaje bajo del volumen de ventas. Es importante, eso sí, distinguir que los mayores promedios de venta de estos combustibles se deben a razones distintas, ya que por un lado el pellet presenta una participación de mercado pequeña pero

también pocos distribuidores y la leña por otro lado, tiene una gran participación del mercado pero muchos proveedores.

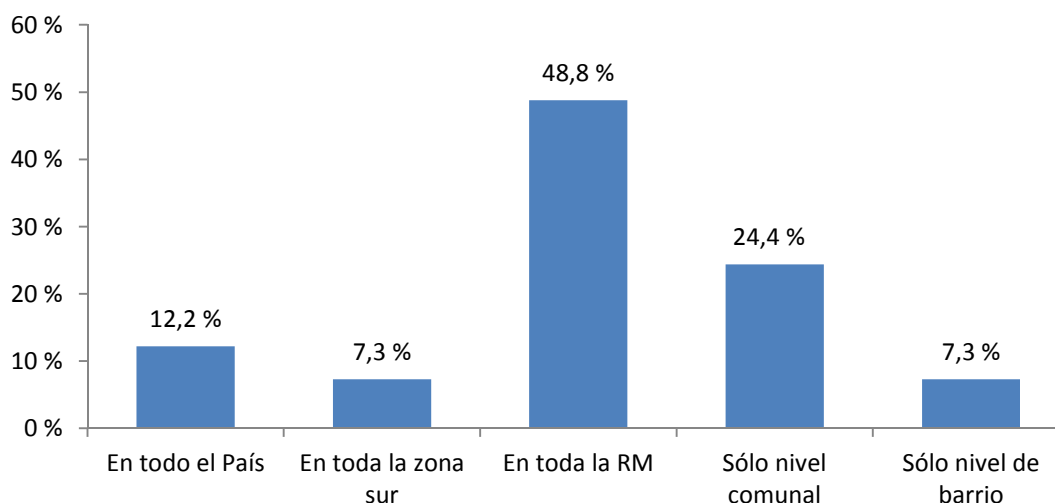
Figura 4-3 Venta total anual para cada energético



Fuente: Elaboración propia en base a entrevista a proveedores de leña y/o derivados.

Por otra parte, los oferentes de leña se encuentran atomizados en la región, donde su radio de cobertura no traspasa la R.M. De hecho, cerca del 80% de los proveedores declara vender al interior de la región, ya sea a nivel comunal, en el barrio o en toda la región, lo que demuestra que es una actividad que no está asociada a grandes operadores con presencia en regiones, donde de hecho sólo un 12% lo hace a nivel país.

Figura 4-4 Cobertura de venta declarada por los proveedores catastrados

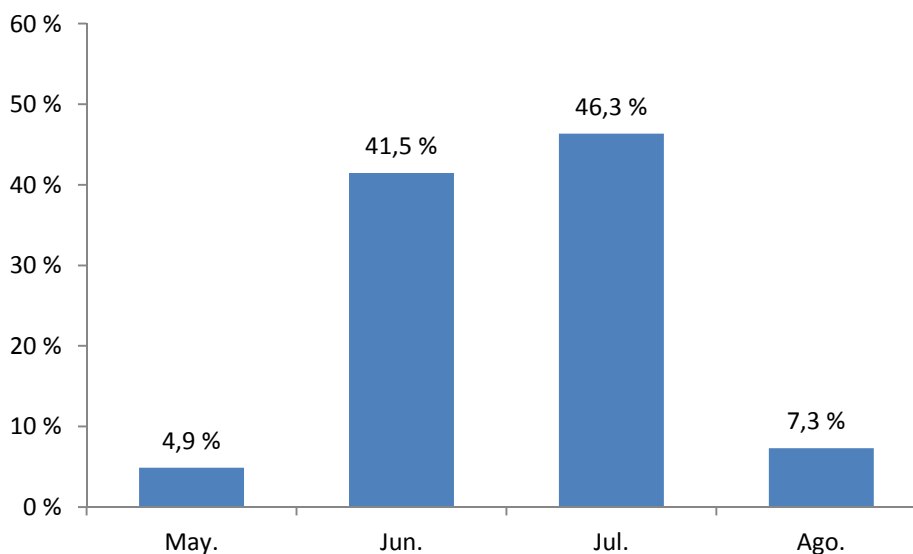


Fuente: Elaboración propia en base a entrevista a proveedores de leña y/o derivados.

En relación a la estacionalidad de la venta del combustible, se observó que sólo el 30% de los proveedores catastrados comienza a vender leña y/o derivados en verano y el resto vende a partir del inicio del otoño. Por otro lado, más del 65% de los proveedores encuestados declara dejar de vender leña y/o derivados una vez finalizado el invierno y cerca de un 30% declara terminar de vender en diciembre. Esto se puede interpretar como proveedores de leña que venden todo el año versus el resto de la muestra que presenta un comportamiento marcadamente invernal. Lo anterior se muestra en los gráficos "Mes que inician las ventas de leña y/o derivados" y "Mes que terminan las ventas de leña y/o derivados" del anexo "Caracterización de los proveedores de leña y/o derivados en la R.M. (información adicional)".

Más del 87% de los proveedores catastrados asegura que los meses peak de venta de leña y/o derivados son junio y julio, lo que demuestra que la venta es marcadamente estacional donde sólo un pequeño porcentaje de ésta se realiza en los meses de verano, que es la fecha considerada adecuada, por los menores niveles de humedad y menor costo. En contraste a esto, el mayor porcentaje de los proveedores declara empezar la venta ya en los meses de invierno, generándose los peaks de venta en los meses mencionados anteriormente, lo que implica mayores precios y mayor riesgo de humedad en el combustible. En conclusión, hay poca formación por parte de los usuarios acerca de cuándo es apropiado comprar, ya que las fechas óptimas son en primavera y verano, que es cuando la leña posee menores niveles de humedad, y en el caso esté recién cortada, hay tiempo de secado suficiente para alcanzar niveles de humedad adecuados para la quema.

Figura 4-5 Mes peak de ventas de leña y/o derivados

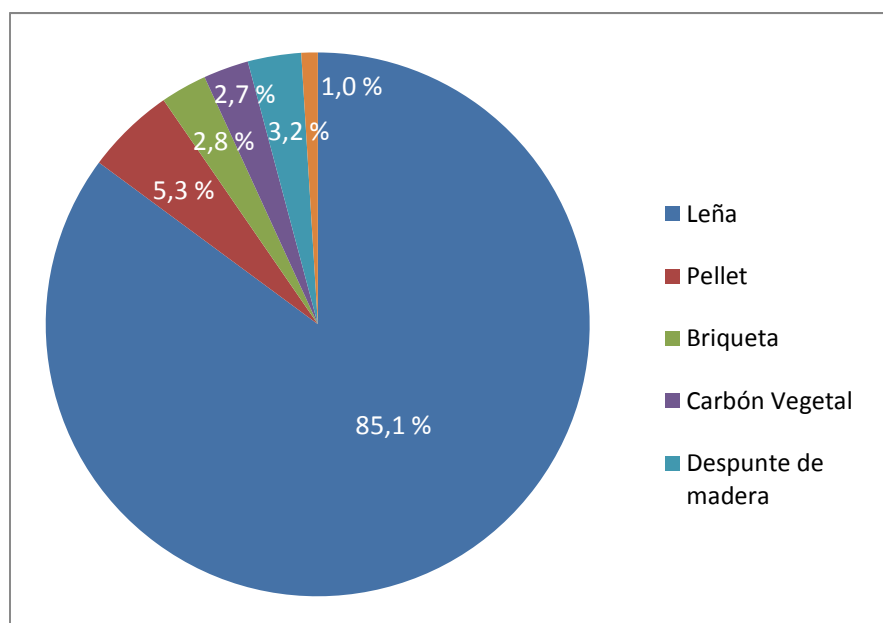


Fuente: Elaboración propia en base a entrevista a proveedores de leña y/o derivados.

4.2.2 CARACTERIZACIÓN DE LA BIOMASA VENDIDA

En relación a la cantidad de leña y/o derivados que los proveedores de la muestra analizada en la Región Metropolitana declaran vender, más del 85% corresponde a leña y lo restante a los diversos derivados tal como pellets, briquetas, podas, etc.

Figura 4-6 Participación de energéticos de Biomasa en la Región Metropolitana



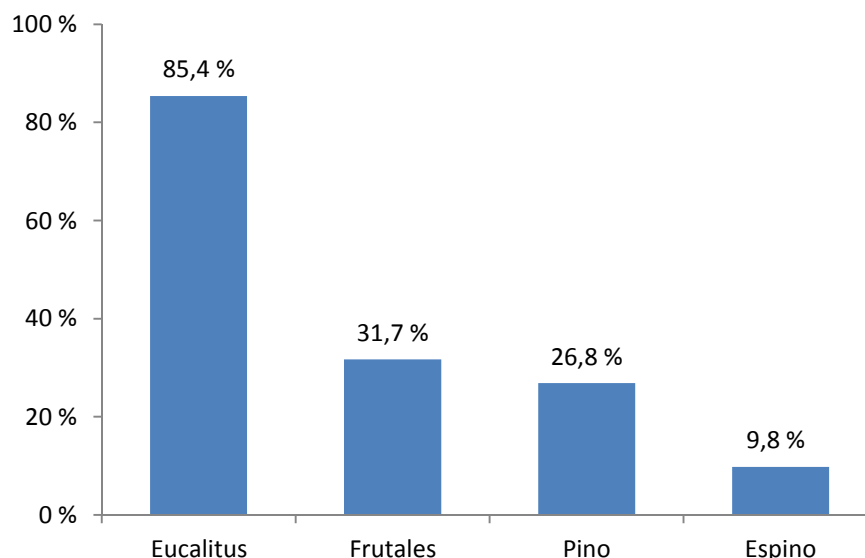
Fuente: Elaboración propia en base a entrevista a proveedores de leña y/o derivados.

La modalidad de leña vendida es principalmente astilla, donde de los proveedores que dicen vender leña, el 65% dice venderla sólo en forma de astilla de 30 cm y el resto la vende entera o en astillas. La modalidad de venta de leña es en general variada en términos de unidades (m^3 estéreos, sacos, kilos y otros), sin embargo, la venta por kilo de leña corresponde a la de mayor presencia, siendo la unidad usada por más del 50% de los proveedores. Para efectos de análisis, las distintas unidades fueron transformadas a una unidad común, el kilogramo, de forma de comparar los volúmenes de venta promedio declarados por los proveedores.

En referencia al punto anterior, los volúmenes de venta promedio para las empresas micro, pequeñas y medianas se sitúan en un rango que varía entre los 74 y 226 t/año. En el caso de las empresas grandes, que poseen más canales de venta, sus volúmenes de venta son muy superiores, llegando a los 1.200 t/año. A pesar de esto, el número de grandes empresas que vende leña es bajo, de forma que no representa un volumen considerable respecto al total consumido en la región.

La especie de leña más vendida por los proveedores catastrados en la R.M. es el eucalipto, donde un 85% de éstos la comercializa. Es importante señalar que los proveedores catastrados venden más de un tipo de leña.

Figura 4-7 Tipo de leña vendida por los proveedores entrevistados



Fuente: Elaboración propia en base a entrevista a proveedores de leña y/o derivados.

La leña se obtiene de la misma región o de las regiones aledañas a la Metropolitana, siendo un porcentaje muy bajo la leña que viene de regiones más australes. Esto último explica la relevancia del valor del flete en el combustible, factor que obliga a usar las especies disponibles en la zona.

Si bien un 10% de los proveedores catastrados dice vender leña certificada, sólo una de ellas se encuentra certificada bajo el Sistema Nacional de Certificación de Leña (SNCL). El resto declara tener sus propios sistemas de control de certificación de bajo contenido de humedad. De hecho, sólo el 56% de los proveedores encuestados declara conocer el Sistema Nacional de Certificación de Leña (SNCL). Un porcentaje importante de la muestra, el 22,5% declara vender leña con mayores niveles de humedad (entre 25% a 50% de humedad en base húmeda), lo que se podría interpretar como una práctica relativamente aceptada dentro del sector o poco conocimiento por parte de los proveedores acerca del nivel de humedad de su producto.

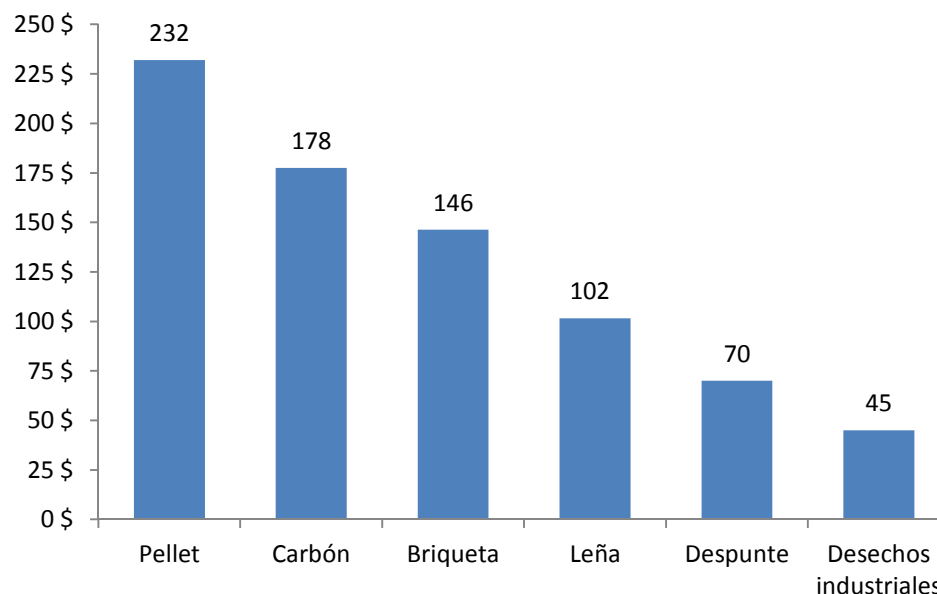
La forma de almacenamiento principal de leña que declararon utilizar corresponde a leña techada en contacto con el suelo, con un 68% de los encuestados. Después vienen, con menores porcentajes, otras formas de almacenamiento, tales como techado y distanciado del suelo, en lugares cerrados, o a la intemperie cubierto con nylon.

En términos de la información que los proveedores de leña y derivados entregan a sus clientes, acerca de correctas prácticas de quemado, sólo un 15% declaró dar algún tipo de recomendaciones a sus clientes. Esto es un aspecto crítico debido a la gran cantidad de variables que debe manejar el dueño de casa para conseguir una quema eficiente del combustible (humedad, forma de encendido, frecuencia de carga, flujo de aire, posición de los leños, mantención del equipo, etc.), a diferencia de otras tecnologías de calefacción, de manejo más simple.

El combustible que presenta un mayor precio de venta al público por kg corresponde al pellet, seguido del carbón, la briqueta, la leña, el despunte y finalmente desechos industriales. Esta información es referencial respecto a lo existente en el mercado en la R.M., y no permite sacar

conclusiones acerca de cuál es más conveniente, ya que cada uno posee diferentes poderes caloríficos.

Figura 4-8 Precio promedio por energético



Fuente: Elaboración propia en base a entrevista a proveedores de leña y/o derivados.

Finalmente, hay diferencias en los precios de venta de leña por kilo dependiendo del tamaño de la empresa. En este contexto, hay una correlación entre el precio y el tamaño de la empresa, siendo la leña más barata la provista por los proveedores de empresas micro, con un valor de 94 \$/kg y la de mayor valor la provista por las empresas más grandes, llegando a un precio de venta de 123 \$/kg. Se debe aclarar que se consultó por el precio final al cliente, es decir, por el valor de precio de venta incluyendo el IVA, de esta forma este impuesto estaría incluido en la totalidad de las respuestas de las grandes empresas, pero probablemente no en las micro y pequeñas empresas, que presentan mayores niveles de informalidad respecto a la entrega de boleta, y por ende, en la incorporación de este impuesto al cliente final.

4.3 CARACTERIZACIÓN DE LOS PROVEEDORES DE PELLETS EN LA R.M.

En este capítulo se procederá a describir en mayor detalle al desarrollo del mercado de pellets para uso residencial en Chile y específicamente en la Región Metropolitana, ya que a diferencia del mercado de leña, el de pellets es un mercado muy atomizado sin actores especialmente relevantes en términos de participación de mercado, donde existen solo dos proveedores y unos pocos distribuidores.

4.3.1 DESCRIPCIÓN DEL PELLET

El pellets de madera es un tipo de combustible granulado alargado a base de madera que se fabrica mediante prensado de serrín donde la propia lignina hace de aglomerante. No se necesita ni pegamento ni ninguna otra sustancia más que la misma madera. En Chile, el 100% del pellets suministrado proviene de pino radiata, y presenta varias características que lo hacen muy atractivo en comparación con la leña:

- Los equipos calefactores de pellets dosifican automáticamente la alimentación de pellets en el calefactor de acuerdo a la demanda energética, a diferencia de la leña, lo que optimiza el quemado obteniéndose mayores eficiencias de combustión respecto a equipos calefactores a leña de doble cámara.
- Normalmente el combustible se encuentra certificado en términos de poder calorífico, nivel de humedad y producción de cenizas, lo que permite contar con un combustible de condiciones estándar para el uso residencial. Lo que representa la principal ventaja frente a la leña.
- Las emisiones de material particulado son menores que en el caso de la leña, aunque mayores que la de combustibles líquidos.

En Chile, los pellets que se comercializan tienen un poder calorífico inferior entre los 4.100 y 4.300 kcal/kg, humedad entre 6%-10% y contenido de cenizas entre 0,1% y 0,5% en peso. Estas características lo convierten en una alternativa interesante frente a la leña, la que a pesar de tener un menor precio para el cliente final, presenta cualidades energéticas inferiores al pellet, de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 4.2 Comparación pellets v/s leña		
Características	Pellets de madera	Astillas de eucaliptus
Poder calorífico inferior [kcal/kg]	4.100 - 4.300	2.500 – 3.800
Humedad [%]	6% - 10%	15% - 40%
Costo [\$ / kWh]	44 – 48	23 – 30 ¹⁶

¹⁶ El precio por kWh se estimó considerando el poder calorífico inferior del combustible. Para el caso de las astillas de eucalipto se calculó considerando una humedad de 20% en base húmeda.

4.3.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS PROVEEDORES DE PELLETS EN LA R.M.

En la Región Metropolitana, desde hace algunos años, ha existido un aumento en el consumo de pellets para uso comercial y en calefacción residencial debido a las ventajas antes descritas.

En el caso comercial, ha existido un constante remplazo de hornos de panaderías, que originalmente funcionaban con gas natural o diesel, por hornos con quemadores que usan pellet como combustible. De hecho, de las más de 300 panaderías existentes en la R.M., más de 60 se han convertido a pellets por la ventajas en términos de costos de operación respecto a los combustibles sustitutos y debido a que cumple las normas en términos de emisiones¹⁷.

En el sector residencial, por otro lado, ha existido un incremento en el número de calefactores a pellets o pelleteras disponibles en el mercado, que si bien poseen un valor de adquisición mayor (para igual potencia, el valor de calefactores a pellets puede ser 2 a 3 veces mayor que un calefactor de doble cámara), presenta ahorros frente a combustibles alternativos como la electricidad, gas natural y gas licuado.

A pesar que está más allá del alcance de este estudio, es importante caracterizar a los productores existentes de pellets, ya que permite conocer el potencial de desarrollo de este combustible a futuro en la región y en el país.

A. Productores

En la actualidad para la Región Metropolitana, se han detectado 2 proveedores principales de pellets para uso en calefacción residencial. Ambos poseen fábricas de producción de pellets en la VIII región con capacidades de producción en el rango de 40.000 – 50.000 t/año cada una.

El pellets se obtiene principalmente de desechos forestales, tales como aserrín y chips de aserraderos, que en su 100% provienen del pino radiata.

Un punto importante a resolver para el aumento de la producción de pellets en Chile, corresponde al abastecimiento de materia prima para su fabricación. Esto ya que existe una importante demanda de desechos forestales para el abastecimiento de calderas y principalmente plantas de generación eléctrica con biomasa, de empresas de celulosa y tableros, que hacen difícil asegurar un suministro constante de materia prima para pellets. Por esta razón, la demanda de este subproducto forestal estará a futuro ligada al precio de la energía eléctrica y al costo de los combustibles alternativos usados para procesos industriales (diesel, GLP). Finalmente esto lleva a concluir que para el éxito de iniciativas de producción de pellets, es importante la consideración de un porcentaje de autoabastecimiento de materia prima, debido a la posible escasez de ésta ante escenarios de precios altos de energía.

En la R.M., de acuerdo a información entregada por los productores, uno de ellos declara poseer más del 90% del mercado residencial, lo que concuerda con la información entregada por los principales distribuidores de pellets de la región, quienes lo mencionan como su único proveedor. De acuerdo a las estimaciones de ventas entregadas por este proveedor, desde los

¹⁷ Información obtenida de Ecomas, respecto a la penetración del uso de pellets en la Región Metropolitana de Santiago

último 3 años, el crecimiento de venta de pellets en la R.M. ha sido constante, multiplicándose por 3 cada año, llegando a un volumen de ventas del orden de 2.500 toneladas /año para la región metropolitana, sólo para uso de calefacción a nivel residencial.

B. Distribuidores

La venta de pellets a nivel residencial se realiza mediante una red de distribuidores, y algunos pocos clientes residenciales directos. Estos últimos no superan el 5% de las ventas.

Los distribuidores normalmente poseen la representación de equipos calefactores a pellets, de hecho, la totalidad de los distribuidores identificados, llevan a cabo la venta de pellets como una forma de integración vertical de su negocio principal, que es la venta de equipos de calefacción.

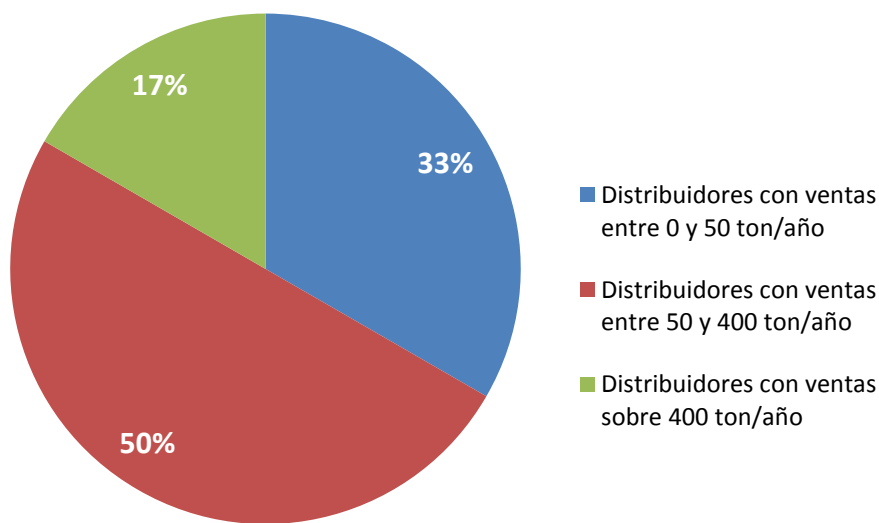
En este estudio se lograron identificar más de 10 distribuidores de pellets en la región metropolitana, y corresponden a empresas de mayor tamaño que las proveedoras de leña. Dentro de las empresas distribuidoras de pellet en la Región Metropolitana se identificaron las siguientes:

- Bosca
- Energía del Sur
- 2delectronica
- Pellets S.A.
- ANWO
- Nueva Energía Chile Ltda.
- Altavista Ltda.
- Miguel Canales y Cía. (Biomass Technology)
- Howard Solution
- Albin Trotter
- SODIMAC
- EASY

Respecto al tamaño de estas, se puede ver en el siguiente gráfico de torta, que un alto porcentaje de estas, tiene volúmenes de ventas entre 50 y 400 toneladas año, lo que implica rangos de facturación entre 9 MM\$ y 70 MM\$, por lo que aún pasa a ser un negocio adicional de estas empresas que en su mayoría corresponden a medianas y grandes. Esto último muestra también, las apuestas que proveedores de calefacción de mayor tamaño están haciendo por esta tecnología, que hasta el momento generan volúmenes de venta relativamente bajos.

Esto último constituye una de las principales diferencias con los proveedores de leña de la región metropolitana, que en su mayoría son MYPEs, a diferencia de los proveedores de pellets, que son en un buen porcentaje pymes y grandes empresas.

Figura 4-9 Porcentaje de distribuidores de pellets por volumen de ventas en la R.M.



Fuente: Elaboración propia en base a entrevistas a proveedores.

En relación a la forma de abastecimiento por parte de los usuarios, un porcentaje de los distribuidores ofrece el envío del combustible a las casas, ya que normalmente sus locales se encuentran en barrios industriales, alejados de las comunas de mayores ingresos, quienes son las que consumen pellets para calefacción.

5 CARACTERIZACIÓN CONSUMIDORES DE LEÑA

5.1 CARACTERIZACIÓN DE CONSUMIDORES DE LEÑA EN LA R.M. - RESULTADOS ENCUESTA N°1

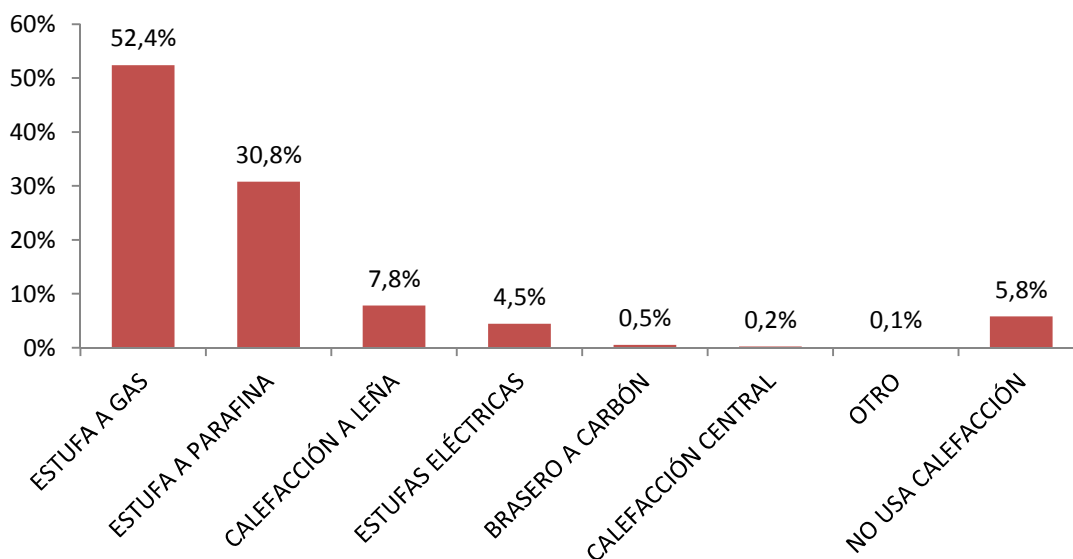
5.1.1 CARACTERIZACIÓN A NIVEL REGIONAL

Tabla 5.1 Estadísticas regionales de uso de leña y/o derivados			
	Leña y/o derivados	Carbón vegetal	Leña y/o derivados *
Total viviendas R.M.	2.045.896		
Total de casas R.M.	1.435.348	1.435.348	1.435.348
Total casas que usan	112.207	7.524	119.731
% de viviendas que usan	5,5%	0,4%	5,9%
% de casas que usan	7,8%	0,5%	8,3%

* Incluye el carbón vegetal

Del total de casas de la Región Metropolitana se tiene la siguiente distribución de uso de tipos de calefacción

Figura 5-1 Porcentaje de casas que usan equipos para calefacción en la R.M.



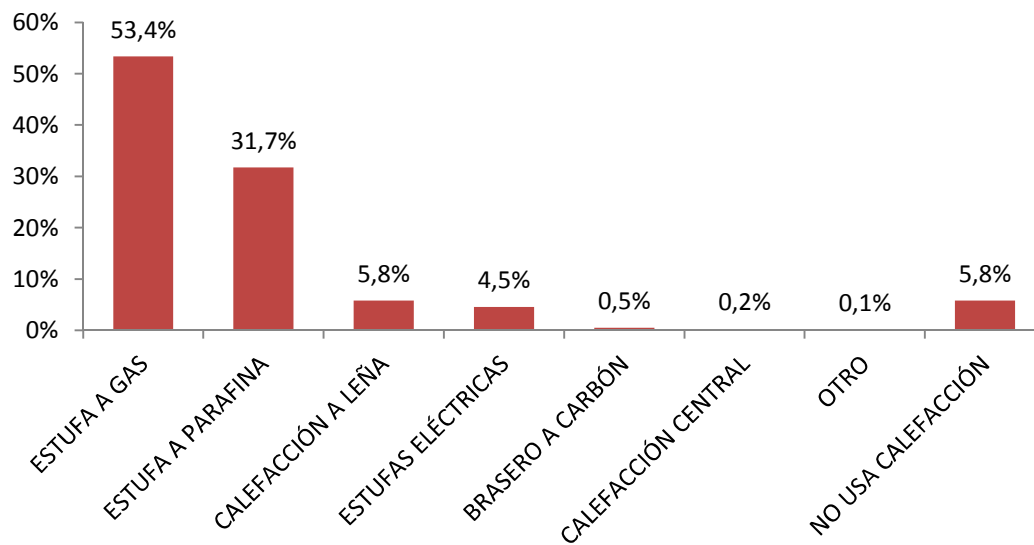
Fuente: Elaboración propia. Fase 1, Encuesta CDT 2012.

De este gráfico se desprende que el consumo de leña y sus derivados es del 8,3% de las viviendas¹⁸ de la R.M, extrapolado al total de viviendas son un total de 119.731 viviendas. De las cuales el 0,5% consume exclusivamente carbón y el 7,8% leña en los diferentes formatos posibles.

5.1.2 CARACTERIZACIÓN POR ÁREA GEOGRÁFICA

Del total de casas de la Región Metropolitana se tiene la siguiente distribución de uso de tipos de calefacción para cada sector geográfico.

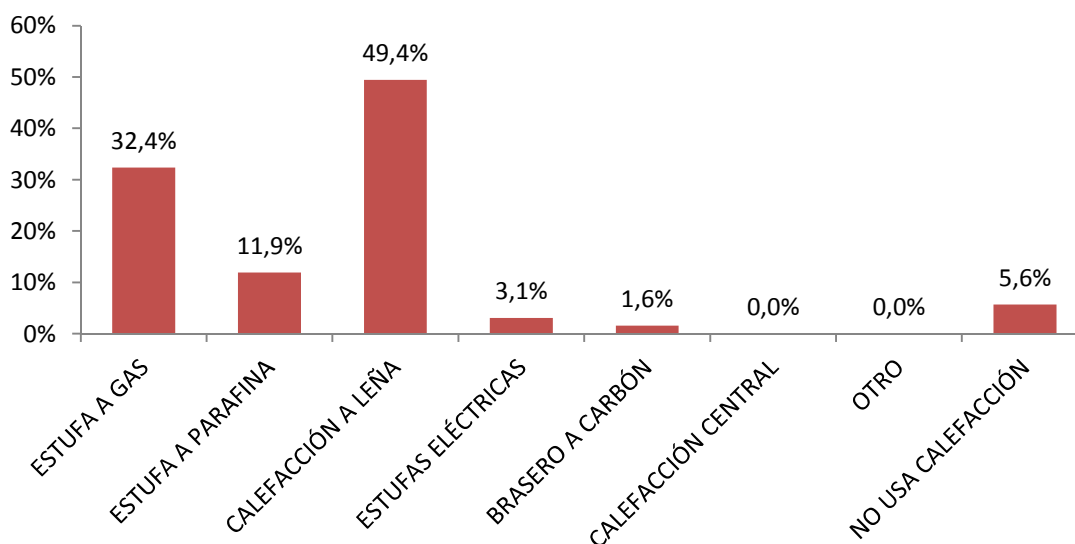
Figura 5-2 Porcentaje de casas que usan equipos para calefacción en sectores urbanos de la R.M.



Fuente: Elaboración propia. Fase 1, Encuesta CDT 2012.

¹⁸ Dicho porcentaje fue calculado en base a las viviendas que podrían tener equipos de calefacción a leña, es decir se excluyen edificios.

Figura 5-3 Porcentaje de casas que usan equipos para calefacción en sectores rurales de la R.M.



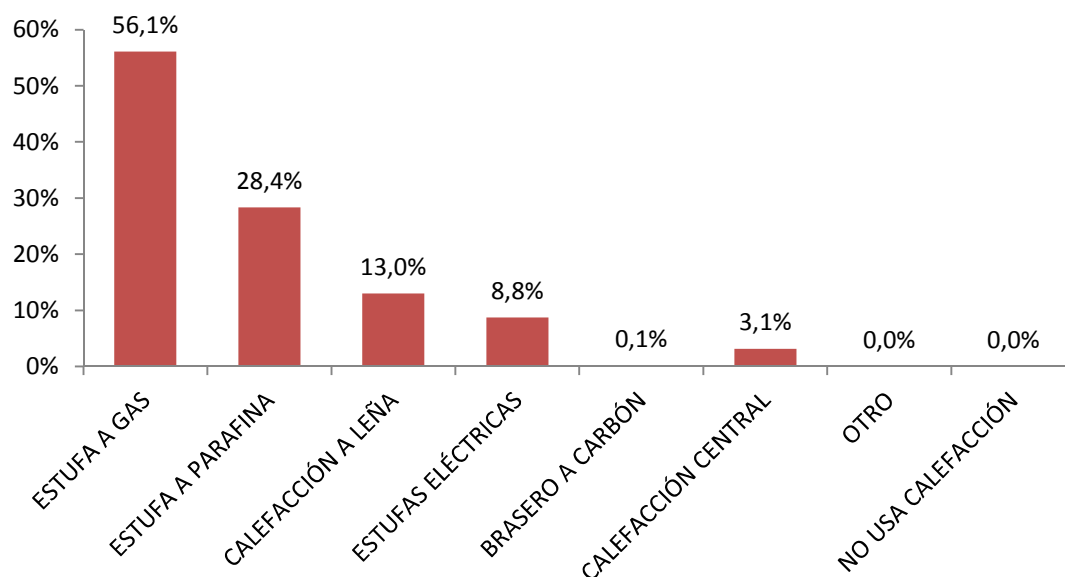
Fuente: Elaboración propia. Fase 1, Encuesta CDT 2012.

Si bien el porcentaje de uso de leña y/o derivados para calefacción dentro del área rural es mayor que el del área urbana, 51% y 6,3% respectivamente (figura 5.2 y figura 5.3), los sectores rurales sólo poseen el 28% de las viviendas que consumen leña versus el 72% que se encuentra en las zonas urbanas, ya sea de las comunas del Gran Santiago o comunas periféricas.

5.1.3 CARACTERIZACIÓN POR NIVEL SOCIO ECONÓMICO (NSE)

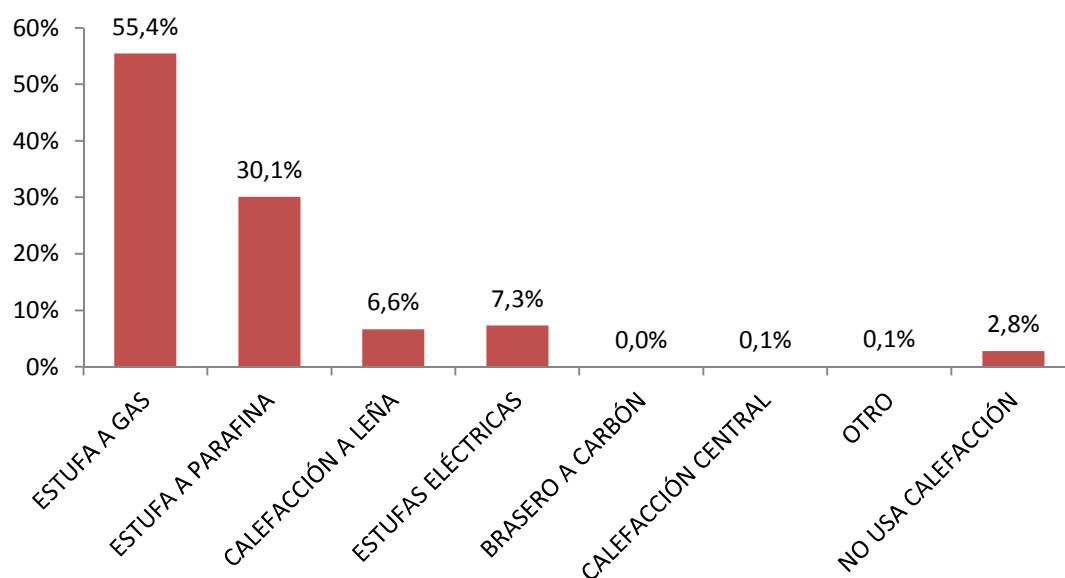
Los resultados de la fase 1 de la encuesta a usuarios permiten conocer el mix de combustibles que las casas en la R.M. usan para fines de calefacción, y de esta forma averiguar el peso relativo que poseen la leña y/o derivados dentro de las preferencias de usuarios. Entre los distintos niveles socioeconómicos, existen pequeñas variaciones respecto a las preferencias de combustibles, que se pueden ver en las siguientes figuras:

Figura 5-4 Tipos de calefacción para NSE C1 en la R.M.



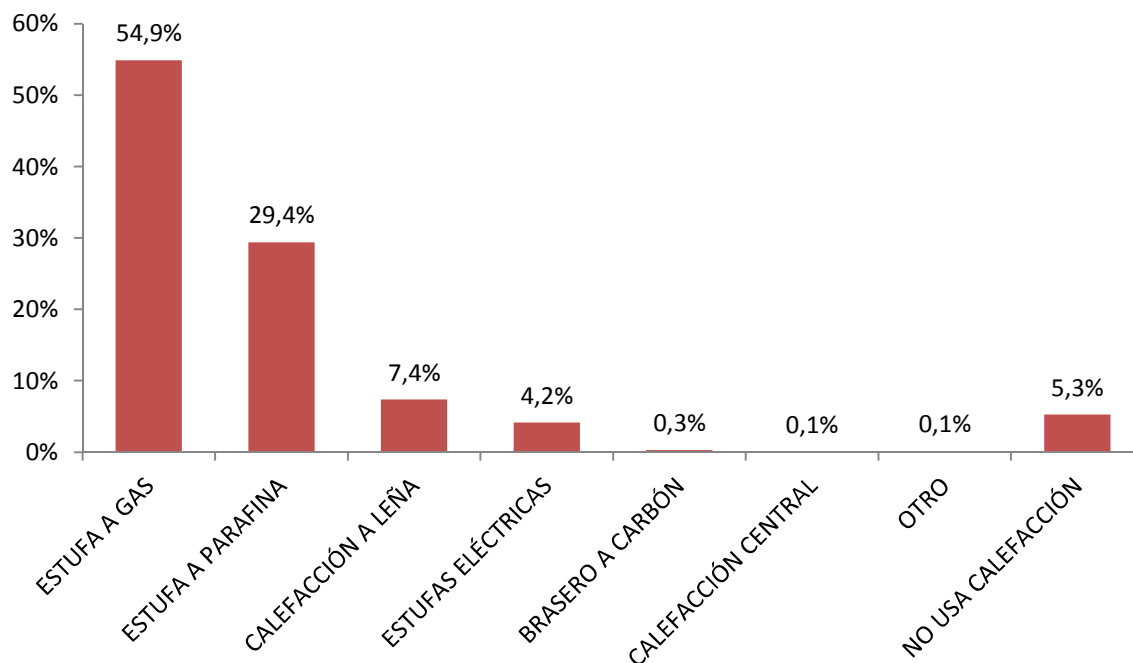
Fuente: Elaboración propia. Fase 1, Encuesta CDT 2012.

Figura 5-5 Tipos de calefacción para N.S.E. C2 en la R.M.



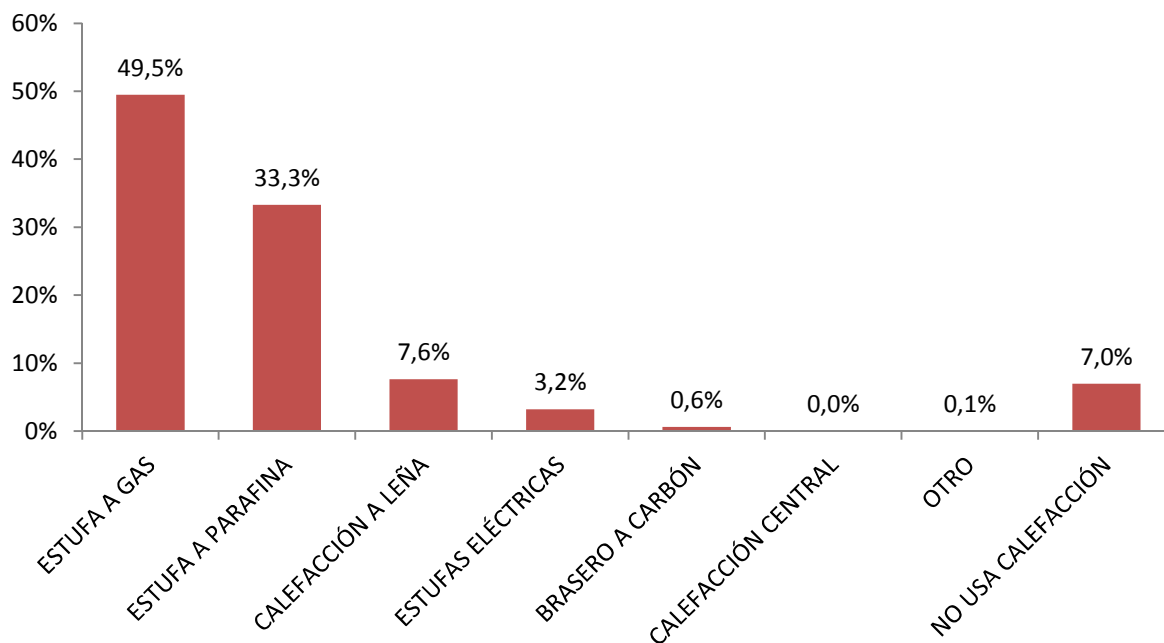
Fuente: Elaboración propia. Fase 1, Encuesta CDT 2012.

Figura 5-6 Tipos de calefacción para N.S.E. C3 en la R.M.



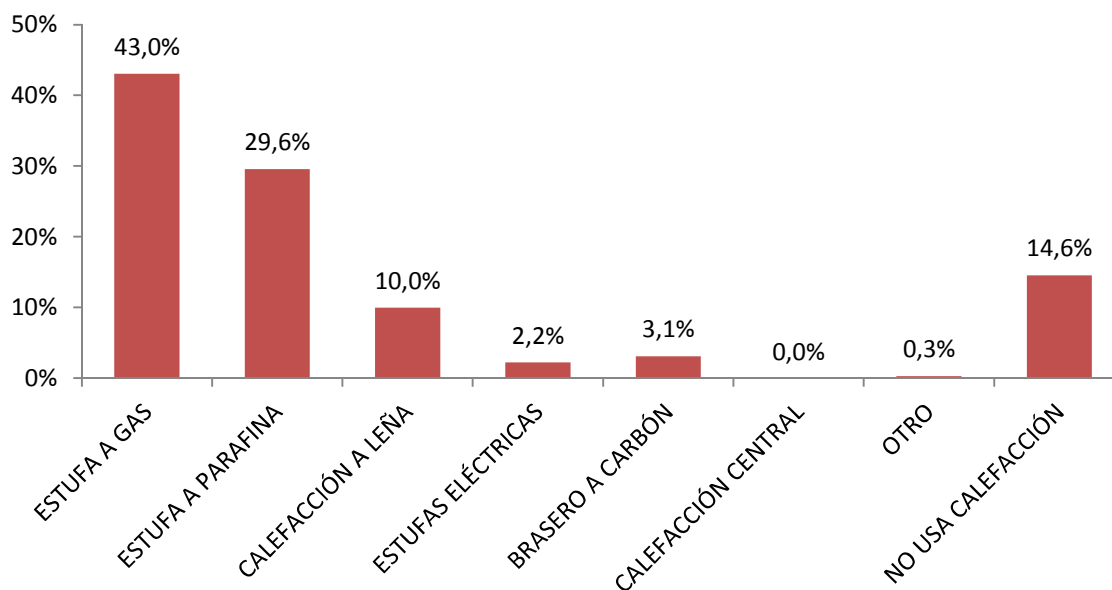
Fuente: Elaboración propia. Fase 1, Encuesta CDT 2012.

Figura 5-7 Tipos de calefacción para N.S.E. D en la R.M.



Fuente: Elaboración propia. Fase 1, Encuesta CDT 2012.

Figura 5-8 Tipos de calefacción para N.S.E. E en la R.M.

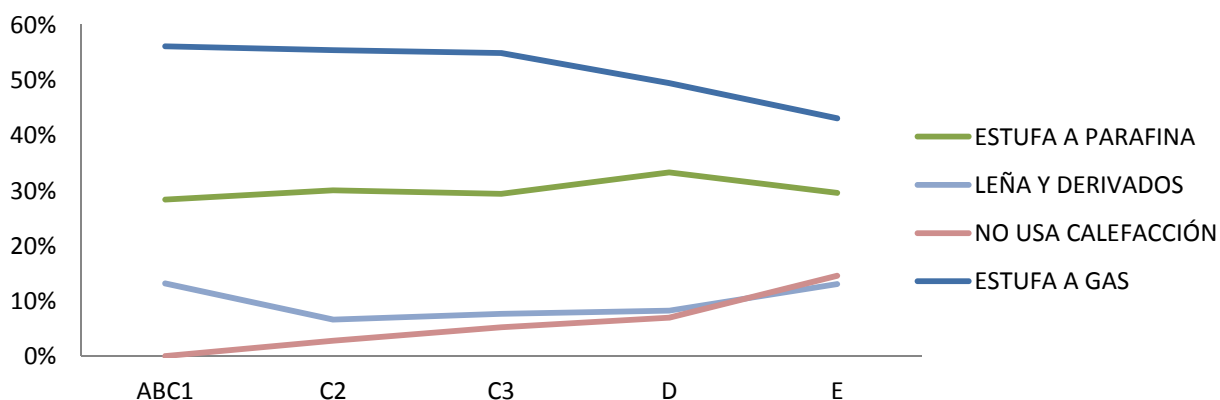


Fuente: Elaboración propia. Fase 1, Encuesta CDT 2012.

Como se puede apreciar en los gráficos anteriores los cuatro combustibles más usados en orden de importancia son el gas (gas natural y gas licuado), la parafina, la leña y/o derivados y la electricidad

En el siguiente gráfico, es posible ver como varía la participación de los principales tipos de combustibles para calefacción en los diferentes niveles socio-económicos.

Figura 5-9 Distribución de principales tipos de combustibles para calefacción según N.S.E.



Fuente: Elaboración propia. Fase 1, Encuesta CDT 2012.}

Mientras el uso de estufas a gas decrece a medida que las viviendas son de niveles socio-económicos más bajos, las viviendas que dicen no utilizar calefacción aumentan, lo que se debe principalmente a que se le asigna una menor prioridad dentro del presupuesto familiar.

Así mismo, es posible notar la relación existente entre la calefacción con estufas a gas y a parafina. Cuando se pasa del nivel socio-económico C3 al D se tiene una disminución considerable en el uso de estufas a gas, lo que se contrarresta con el aumento en el uso de estufas a parafina. Esto se puede explicar por el menor costo de la parafina frente al gas.

Además, es posible afirmar que cuando se pasa del nivel socio-económico D al E el gas y la parafina son remplazados por la leña y, en algunos casos, se deja de usar calefacción.

Por otra parte, respecto a las viviendas que usan leña y/o derivados como combustible para calefacción se puede ver que es mayor en los estratos extremos, es decir, en los segmentos C1 y E, siendo menores en los segmentos del centro, que corresponden a los segmentos C2, C3 y D.

En el caso del segmento C1, la razón de que exista un mayor porcentaje de viviendas que consumen leña se podría deber, por un lado, a que un porcentaje importante de la población de este segmento vive en zonas de mayor altura que el resto de la capital y alejadas del centro (Lo Barnechea, Las Condes, La Reina, etc.), lo que implica menores temperaturas en invierno, siendo mayor el presupuesto destinado a calefacción y por otro lado, de acuerdo a la encuesta, hay un menor porcentaje de encuestados que declara no usar calefacción respecto a otros segmentos, lo que implica una mayor prioridad que las familias asignan a la calefacción en términos del presupuesto familiar. Las dos razones antes mencionadas, se traducen en la mayor apreciación de la leña como combustible en este segmento, la que a pesar de tener normalmente un mayor costo de adquisición e instalación de los equipos, respecto a otro tipo de estufas, genera un menor costo de operación durante su vida útil.

En el segmento E, de acuerdo a lo expresado anteriormente, también se aprecia un aumento en el porcentaje de viviendas que usan leña o derivados, el que se puede explicar por dos razones; por un lado, el menor costo de este combustible en términos de \$/kWh hace que sea una opción más prioritaria respecto a combustibles alternativos y por otro lado existe un mayor uso de braseros a carbón, cuyo uso es prácticamente nulo en todos los niveles socio-económicos excepto en el nivel E, donde más de un 3% de las casas utilizan este equipo.

5.1.4 CARACTERIZACIÓN A NIVEL COMUNAL

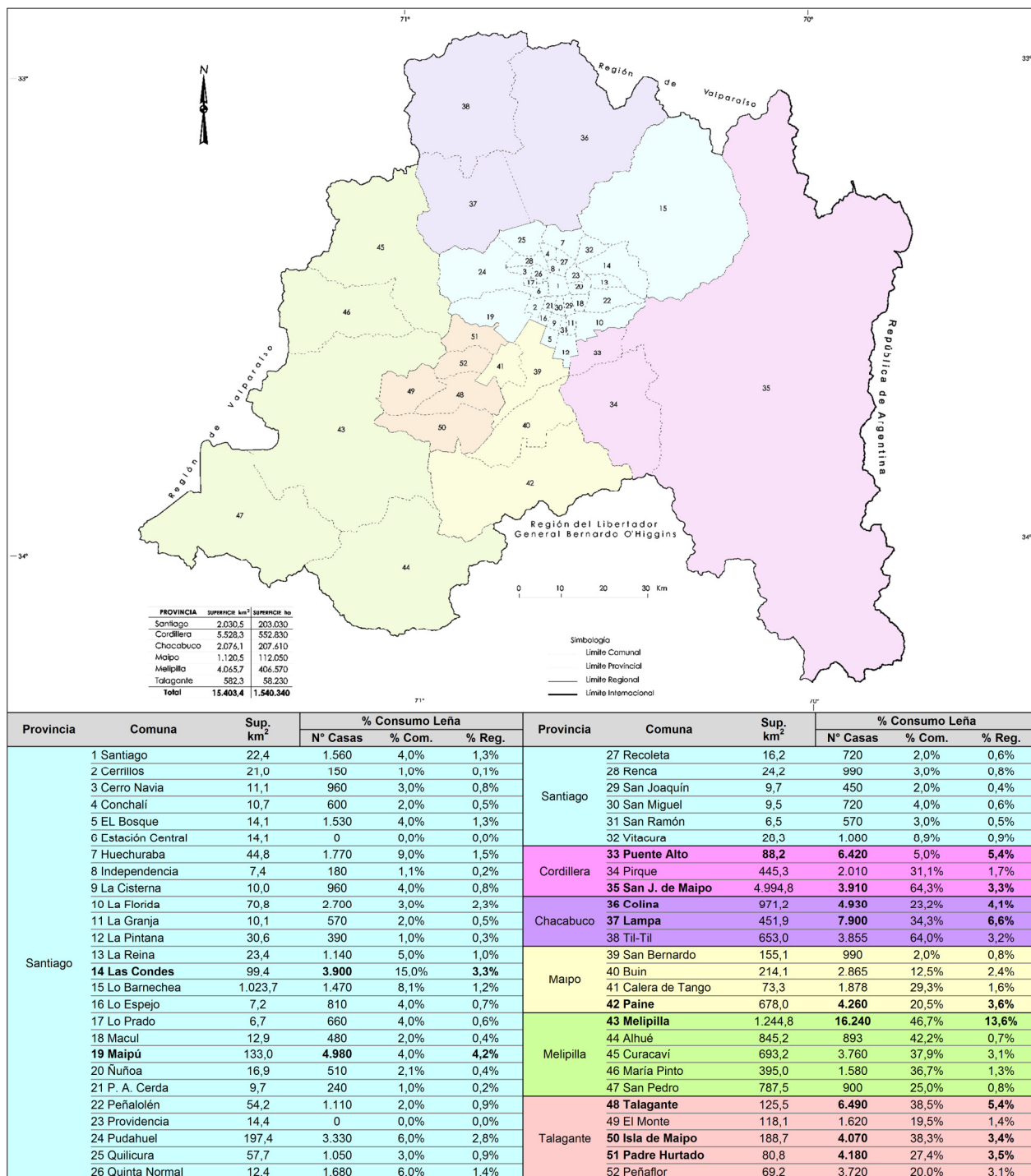
Del total de casas que consumen leña y/o derivados en la Región Metropolitana se tiene lo siguiente para cada comuna:

Tabla 5.2 Uso de leña y derivados por comuna en la Región Metropolitana				
Comuna	N° de casas	N° de casas que usa leña y/o derivados	N° de casas que usa carbón vegetal	% comunal (casas que usan leña y/o derivados y carbón)
Melipilla	34.790	16.240	0	46,7%
Lampa	23.061	7.900	0	34,3%
Talagante	16.861	5.832	658	38,5%
Maipú	124.600	4.980	0	4,0%
Colina	21.265	4.495	435	23,2%
Paine	20.735	4.260	0	20,5%
Padre Hurtado	15.269	4.180	0	27,4%
San J. de Maipo	6.084	3.910	0	64,3%
Las condes	26.024	3.900	0	15,0%
Puente alto	128.338	3.853	2.567	5,0%
Isla de Maipo	10.640	3.741	329	38,3%
Til-Til	6.026	3.616	239	64,0%
Peñaflor	18.542	3.349	371	20,0%
Curacaví	9.924	3.332	428	37,9%
Buin	22.836	2.865	0	12,5%
La Florida	90.426	2.700	0	3,0%
Pudahuel	55.494	2.220	1.110	6,0%
Pirque	6.465	2010	0	31,1%
Calera de Tango	6.402	1.878	0	29,3%
Huechuraba	19.757	1.770	0	9,0%
El Monte	8.290	1.620	0	19,5%
María Pinto	4.307	1.580	0	36,7%
Santiago	38.986	1.560	0	4,0%
Lo Barnechea	18.230	1.470	0	8,1%
Quinta Normal	27.834	1.402	278	6,0%
La Reina	22.907	1.140	0	5,0%

Comuna	N° de casas	N° de casas que usa leña y/o derivados	N° de casas que usa carbón vegetal	% comunal (casas que usan leña y/o derivados y carbón)
El Bosque	38.029	1.150	380	4,0%
Peñalolén	55.271	1.110	0	2,0%
Vitacura	12.164	1.080	0	8,9%
Quilicura	34.757	1.050	0	3,0%
San Bernardo	49.086	990	0	2,0%
La Cisterna	24.115	960	0	4,0%
Cerro Navia	31.975	960	0	3,0%
San Pedro	3.597	900	0	25,0%
Alhué	2.116	893	0	42,2%
Recoleta	36.057	720	0	2,0%
San Miguel	17.841	720	0	4,0%
Lo Prado	16.676	660	0	4,0%
Renca	32.576	664	326	3,0%
Conchalí	30.188	600	0	2,0%
San Ramón	19.307	570	0	3,0%
La Granja	28.896	570	0	2,0%
Ñuñoa	24.839	510	0	2,1%
Macul	23.553	480	0	2,0%
San Joaquín	22.029	450	0	2,0%
Lo Espejo	20.150	407	403	4,0%
La Pintana	38.091	390	0	1,0%
Pedro A. Cerda	24.963	240	0	1,0%
Independencia	16.902	180	0	1,1%
Cerrillos	15.168	150	0	1,0%
Estación Central	28.002	0	0	0,0%
Providencia	4.907	0	0	0,0%
TOTAL R.M.	1.435.348	112.207	7.524	8,3%

Estos mismos resultados se muestran en la siguiente figura:

Figura 5-10 Porcentaje de uso de leña y/o derivados por comuna de la R.M. (respecto al total comunal y al total regional)



Fuente: Elaboración propia. Fase 1, Encuesta CDT 2012.

La primera relación que se puede establecer es que las comunas con un mayor porcentaje de ruralidad poseen un elevado porcentaje de uso de leña y/o derivados. En efecto, a excepción de Peñaflor, la totalidad de las comunas que poseen más de un 20% de las viviendas que consumen leña, poseen niveles de ruralidad, a diferencia de las comunas sin ruralidad, donde la presencia de leña promedia 5% (ver figuras "Relación entre el uso de leña y el porcentaje de ruralidad" en el anexo "Caracterización de los consumidores de leña (información adicional)")

En las comunas periféricas, las que presentan un mayor porcentaje de viviendas que consumen leña corresponden a San José de Maipo, Til-Til, Melipilla, Alhué y Talagante, y en el caso de comunas pertenecientes al Gran Santiago están Las Condes, Vitacura, Lo Barnechea, Pudahuel y Quinta Normal.

Es importante mencionar que los resultados porcentuales por comuna no tienen relación alguna en el aporte al total regional, ya que estas pueden ser muy poco representativas en el caso de comunas con pocos habitantes. En consecuencia, para visualizar el impacto que genera cada comuna respecto al total de la región se debe realizar un análisis considerando el peso de la comuna a nivel regional.

Las comunas que aportan más al total de viviendas que consumen leña y/o derivados en la R.M. son Melipilla, Lampa, Talagante, Puente Alto y Maipú, las que en su conjunto aportan con el 35,1% de las viviendas que usan leña en la región.

5.2 CARACTERIZACIÓN DE CONSUMIDORES DE LEÑA EN LA R.M. - RESULTADOS ENCUESTA N°2

De acuerdo a lo explicado en la metodología muestral, se procedió a encuestar en profundidad a los usuarios que en la encuesta 1 declararon usar leña, de forma de conocer sus hábitos, equipos usados, patrones de uso, etc. En función de la forma en que la encuesta fue estructurada y de la información levantada, en este capítulo los resultados de la caracterización serán presentados de la siguiente manera:

- Cifras Generales de Consumo de leña y/o derivados en la R.M.
- Caracterización de usuarios de calefacción
- Caracterización de usuarios de cocina
- Caracterización de los artefactos a leña y/o derivados de la R.M.

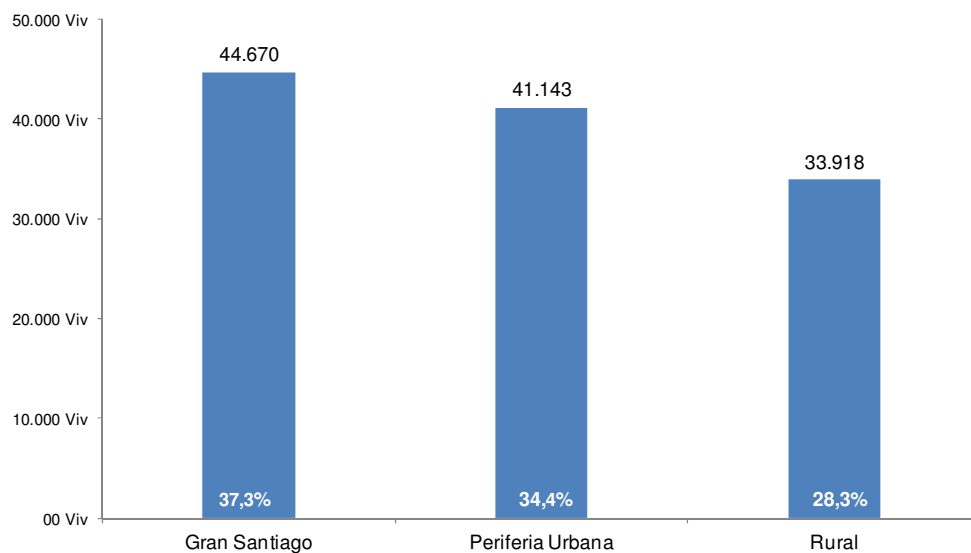
5.2.1 CIFRAS GENERALES DE CONSUMO DE LEÑA Y/O DERIVADOS EN LA R.M.

En la Región Metropolitana, en sus 52 comunas, hay un total de 119.731 casas que consumen leña y/o algún derivado.

Tabla 5.3 Estadísticas regionales de uso de leña y/o derivados			
	Leña y/o derivados	Carbón vegetal	Leña y/o derivados incluyendo carbón
Total viviendas R.M.	2.045.896		
Total de casas R.M.	1.435.348		
Total casas que usan	112.207	7.524	119.731
% de viviendas que usan	5,5%	0,4%	5,9%
% de casas que usan	7,8%	0,5%	8,3%

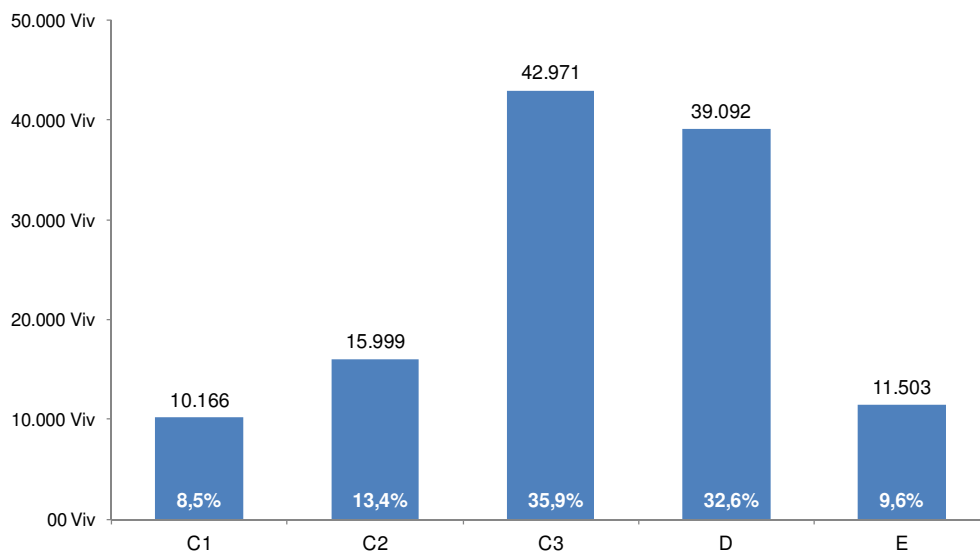
Del total de las casas que consumen leña y/o derivados se tiene la siguiente distribución a nivel de zona geográfica y nivel socioeconómico (NSE):

Figura 5-11 N° de viviendas que consumen leña y sus derivados por zona geográfica



Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012.

Figura 5-12 N° de viviendas que consumen leña y sus derivados por NSE

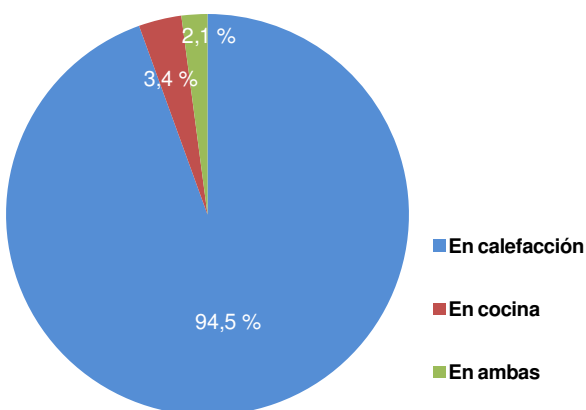


Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012.

Más del 70% de las casas que consumen leña en la R.M. se encuentran en el área urbana de la región, tanto en el Gran Santiago, como en la periferia urbana¹⁹, es decir, las zonas urbanas de las comunas que no están consideradas en el Gran Santiago.

Del total de casas que consumen leña y/o derivados en la Región Metropolitana se tiene que alrededor del 70% de éstas se concentran en los niveles socio-económicos C3 y D.

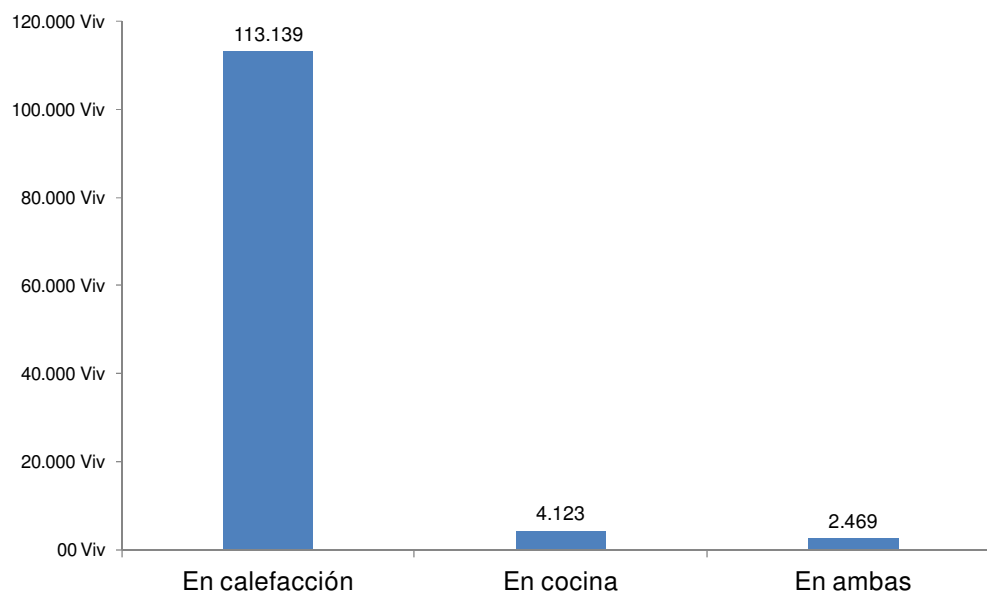
Figura 5-13 Actividad en que consume leña o sus derivados en su hogar



Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012.

¹⁹ Ver glosario de términos donde aparecen las comunas que corresponden a la periferia urbana

Figura 5-14 N° de viviendas según actividad donde consume leña o sus derivados



Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012.

La principal actividad para la que se usa leña a nivel residencial corresponde a la calefacción, actividad para la que usa la leña casi el 95% de las casas que usan leña en la R.M. El uso de leña para cocina es menor, alcanzando sólo el 3,4% de estas casas.

En términos de cantidades, si se suman las casas que usan leña para calefacción y las que la usan para calefacción y cocina, se llega a las 115.608 casas, es decir, el 8% de las casas de la R.M. usa leña para calefacción. En el caso de cocina, sólo el 0,45% de las casas de la R.M. usan leña para cocinar.

Tabla 5.4 Uso de leña y/o derivados por quintil de ingreso y comparación con la distribución de población de acuerdo a esa característica

Nivel socioeconómico	Total R.M.*	Consumidores de leña
C1	10 %	7,9%
C2	20%	13,5 %
C3	25 %	35,7 %
D	35 %	33,3 %
E	10 %	9,6 %
Viviendas representadas	1.435.348	119.731

* Fuente: Asociación de investigación de mercado Chile (AIM)

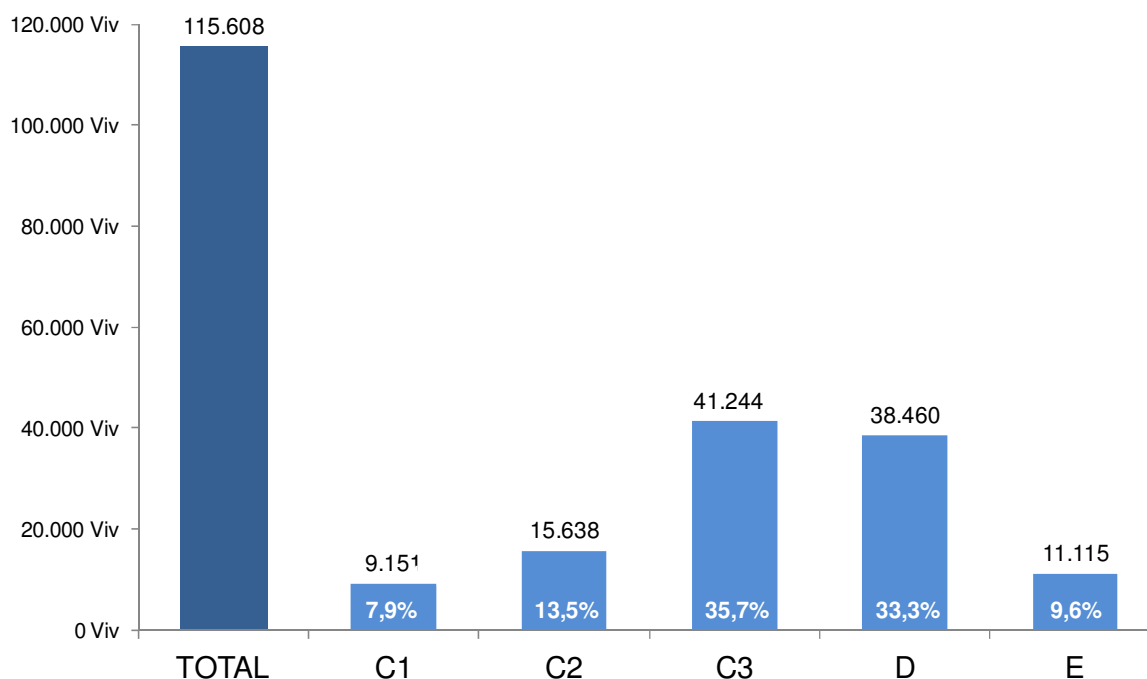
Los sectores C3 y D presentan la mayor cantidad de casas que se calefaccionan con leña y sus derivados, lo que coincide con los segmentos de mayor población de la R.M.

5.2.2 CARACTERIZACIÓN DE USUARIOS DE CALEFACCIÓN

A continuación se presenta la caracterización de las viviendas que se calefaccionan con leña y/o sus derivados en la R.M. Los resultados son presentados a nivel total, según nivel socioeconómico y zona geográfica.

En la Región Metropolitana hay un total de 115.608 casas que calefaccionan su hogar en base a leña y/o algún derivado, siendo los C3 y D los que concentran un mayor número de usuarios de calefacción a leña. Cabe mencionar que dentro de estas casas hay un pequeño porcentaje que usa leña y/o derivados tanto para usos de calefacción como cocina, sin embargo no supera el 2% de los hogares de la R.M. De esta manera el principal uso corresponde a la calefacción.

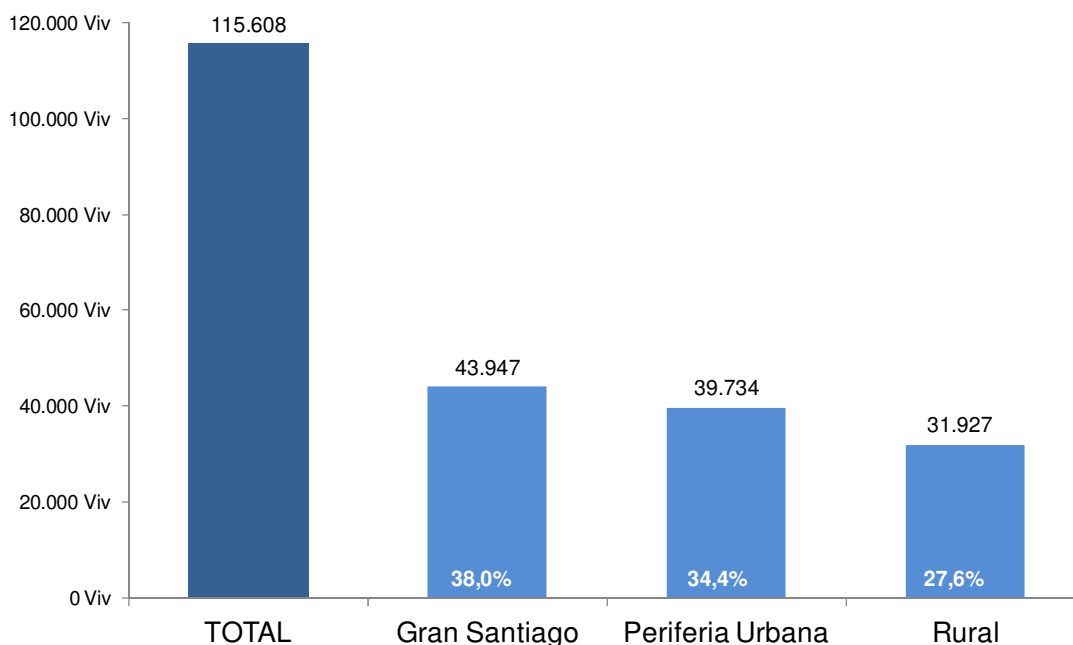
Figura 5-15 N° de viviendas con calefacción a leña según NSE



Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012.

De la figura anterior podemos observar que la menor proporción de consumidores de calefacción a leña se concentran en los niveles C1 y E, alcanzando el 17,5% del total de casas.

Figura 5-16 N° de viviendas con calefacción a leña según zona

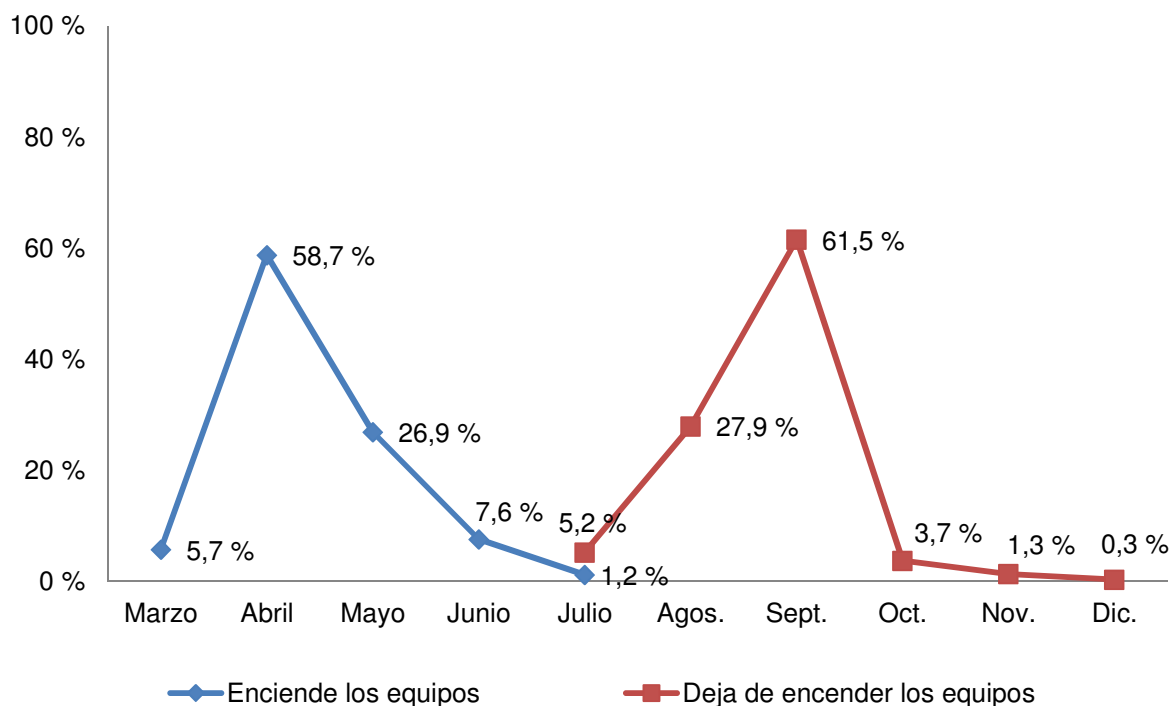


Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012.

En relación a la zona geográfica, se observa que el porcentaje de usuarios de calefacción a leña y/o derivados en el área rural (27,6%) es menor que las zonas urbanas, las que suman más del 70% de las viviendas que se calefaccionan con leña y/o derivados en la región.

Los meses de inicio de uso de los equipos de calefacción se da principalmente en abril y en mayo, para terminar siendo apagados en los meses de agosto y principalmente en septiembre, como se ve en la siguiente figura.

Figura 5-17 Ciclo de uso de los equipos de calefacción



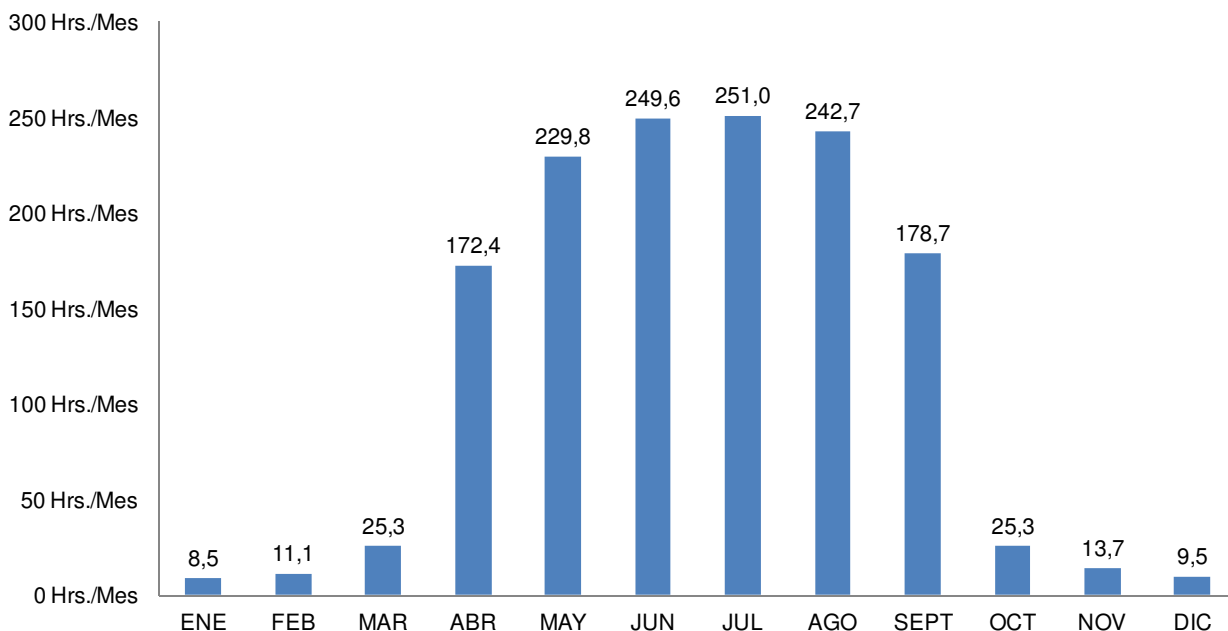
Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012.

Este comportamiento no varía significativamente por nivel socioeconómico, ya que en todos ellos, los porcentajes de usuarios de leña que encienden o apagan sus equipos son similares para los distintos meses. Este comportamiento se puede ver en la tabla "Ciclo de uso de los equipos de calefacción por NSE" en anexo "Caracterización de consumidores de leña (información adicional)".

A nivel de zona, se observa el mismo ciclo de uso de calefacción de abril a septiembre. Sin embargo, las zonas periferia urbana y rural son las que presentan un mayor tiempo de encendido en el año, alcanzando el área rural aproximadamente un 75% de calefactores encendidos en dicho ciclo (abril-septiembre).

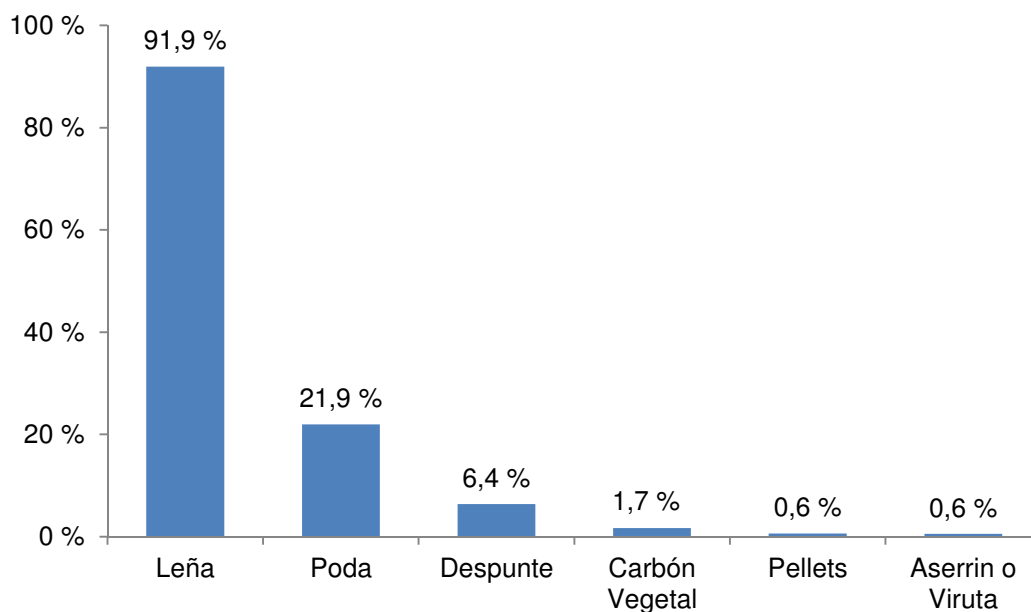
En relación a los tiempos de uso de los equipos calefactores, estos varían desde las 5 a 10 horas al mes en los meses de verano, a cerca de 250 h/mes, lo que implica aproximadamente 8 horas diarias de calefacción con leña.

Figura 5-18 Ciclo de uso promedio de los equipos a leña en la R.M. horas/mes



El combustible más utilizado en la región es leña, utilizado en más del 90% de los calefactores de la región. En segundo término se encuentra la poda de árboles frutales como combustible de calefacción, y en tercer lugar los despuntes. Carbón vegetal y pellets tienen una presencia menor como combustible.

Figura 5-19 Tipo de combustible para calefaccionar (respuesta múltiple)



Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012.

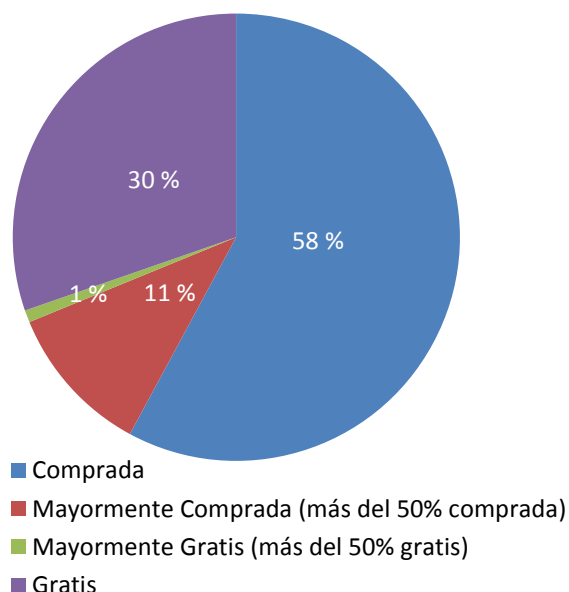
El nivel socioeconómico E tiene un comportamiento distinto ya que en este caso aumenta la presencia de poda de árboles y despunte en desmedro de la leña, que llega sólo al 50% de uso en los calefactores.

En términos geográficos, la presencia de la poda de árboles va en aumento a medida que el hogar se aleja del Gran Santiago, pasando de un 11% de utilización a un 28% en la zona rural. Por otra parte, el despunte es de uso casi exclusivo del Gran Santiago, como se observa en la figura "Tipo de combustible para calefaccionar por zona", del anexo "Caracterización de consumidores de leña (información adicional)".

La especie principalmente usada en los hogares corresponde al eucaliptus, seguido del espino y el pino en menores proporciones. Es importante mencionar que esto coincide con la especie de leña que los proveedores de leña declararon vender en la región.

El 70% de las casas que utilizan calefacción a leña compran el combustible en algún porcentaje, alcanzando el 58% de los hogares de la R.M. los que compran el 100% de la leña y/o sus derivados utilizados en el equipo de calefacción. Sin embargo, se observa que un 30% del parque de calefactores a leña se abastecen completamente gratis, ya sea autoabastecimiento, recolección o regalo.

Figura 5-20 Adquisición de la leña y sus derivados



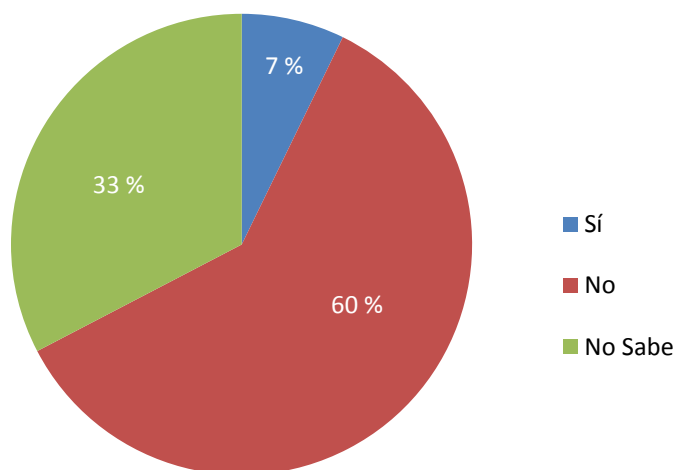
Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012.

Este comportamiento es más extremo en el nivel socioeconómico E, donde el porcentaje de leña gratis llega a un 43%, y sólo un 47% la compra.

En el caso rural, este comportamiento es incluso más notorio, ya que más del 70% declara obtener la leña gratis, como se observa en la figura "Adquisición de leña por zona" del anexo "Caracterización de consumidores de leña (información adicional)"

El 60% de los usuarios de la R.M. no recibe boleta al momento de comprar la leña, y sólo un 7% declara si recibirla. Esto difiere con lo respondido por los proveedores, los que en su mayoría declaran dar boleta. De hecho, de acuerdo a la encuesta a proveedores, incluso las empresas micro declaraban entregar boleta en un 63% de los casos.

Figura 5-21 Recibe boleta al momento de la compra

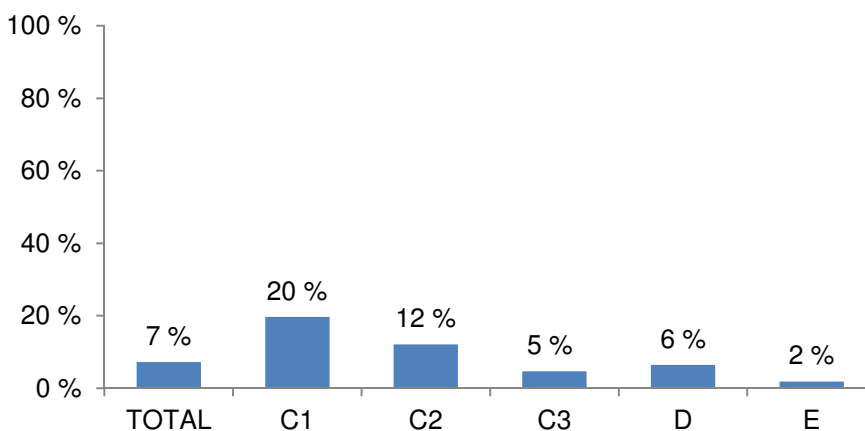


Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012.

El porcentaje de usuarios que declara recibir boleta es levemente superior en los niveles socioeconómicos C1 y C2, donde el 20% y 12% recibe boleta respectivamente, lo que probablemente se debe a la compra del combustible a proveedores de empresas medianas o grandes, que si entregan boleta.

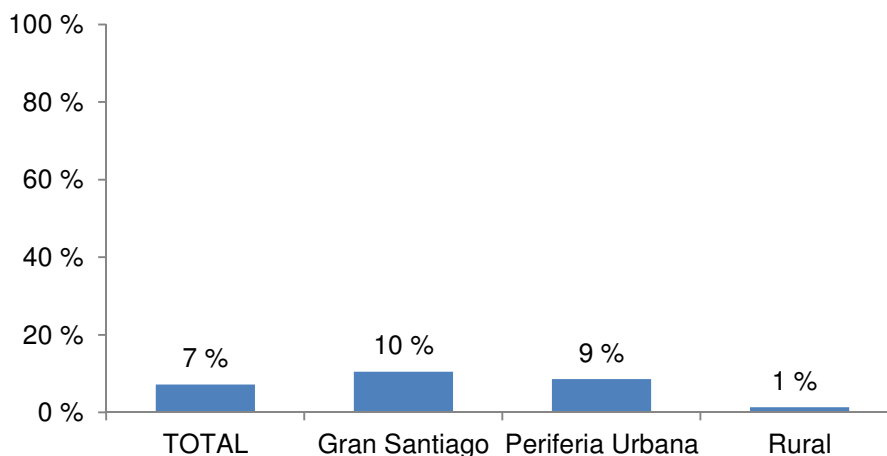
En las zonas rurales y en el nivel socioeconómico E la situación es inversa, donde el 1% y el 2% recibe boleta al momento de la compra como se observa en las siguientes figuras.

Figura 5-22 Recibe boleta al momento de la compra por NSE (% recibe boleta)



Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012.

Figura 5-23 Recibe boleta al momento de la compra por zona (% recibe boleta)

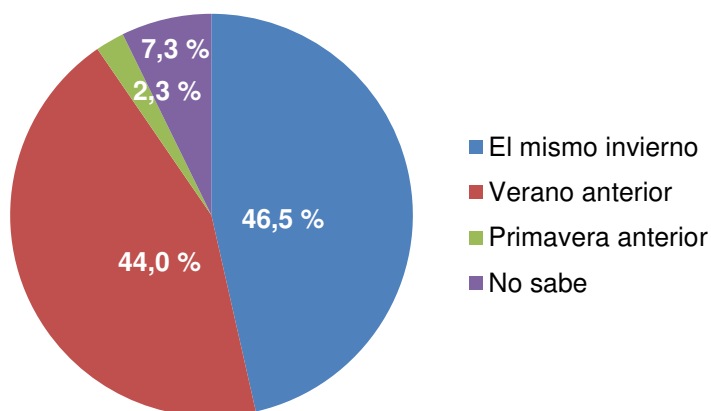


Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012.

Sólo el 10% de los usuarios de leña compra leña certificada. El restante porcentaje declara comprar leña no certificada o simplemente no sabe qué tipo de leña adquiere.

Cerca de la mitad de las viviendas que consumen leña en la región la compran en el mismo invierno, esto aumenta la posibilidad de utilizar leña húmeda en los calefactores.

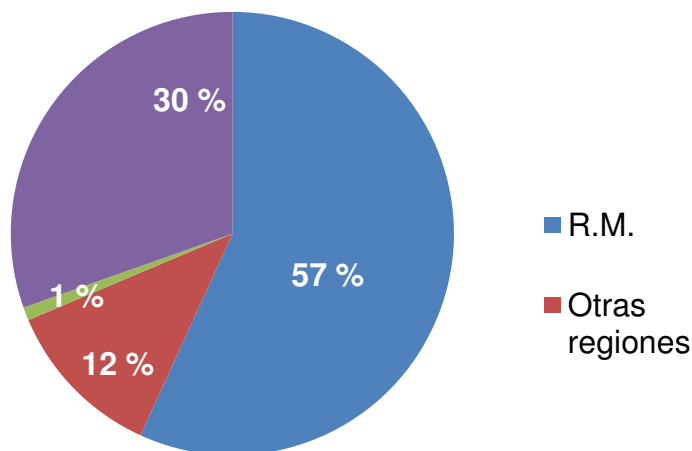
Figura 5-24 Periodo de compra de leña



Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012.

Más de la mitad de los clientes declara que la leña comprada proviene de la R.M., lo que se contradice con lo declarado por los proveedores que declaran que la leña utilizada en la región proviene principalmente de la V región. Esto se puede interpretar como desconocimiento por parte de los usuarios acerca de la procedencia de los combustibles y de la ubicación de los bosques de donde proviene la leña.

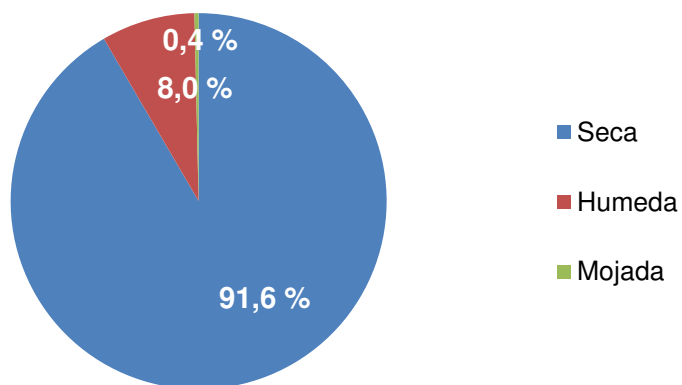
Figura 5-25 Procedencia de la leña que consume



Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012.

Más del 90% de los consumidores de leña declara que utilizan leña seca y prácticamente no utilizan leña húmeda o leña verde, lo que coincide con la humedad que los proveedores de leña declaran vender. Este comportamiento se repite en todos los niveles socioeconómicos, donde la leña húmeda representa un porcentaje menor de uso, siendo sólo un poco mayor su presencia en el nivel socioeconómico E con un 13% de uso

Figura 5-26 Estado de la leña que utiliza



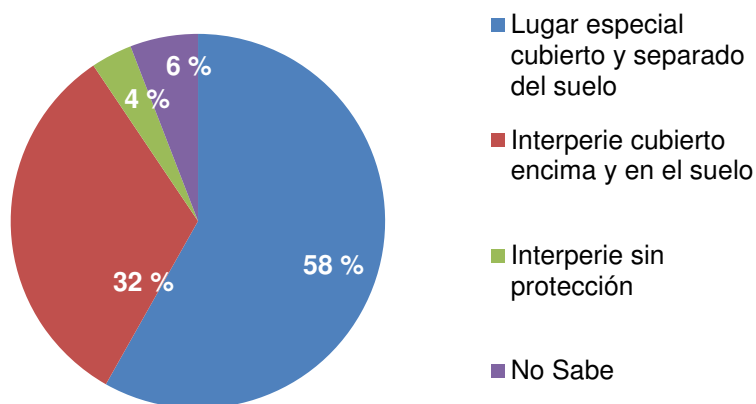
Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012.

Por otro lado, el 58% de los hogares con calefacción a leña almacenan correctamente la leña, es decir, cubierto y separado del suelo. El 32% la tapa con nylon sin separarla del suelo, y sólo

el 4% de los hogares dejan la leña a la intemperie sin protección, es decir, utilizan leña con un mayor porcentaje de humedad producto de las lluvias. Esto permite concluir que en general los usuarios llevan a cabo un correcto almacenamiento, ya que hay conciencia acerca de la importancia de cubrir la leña ante las lluvias, aunque no de mantenerla separada del suelo, lo que permitiría acelerar los tiempos de secado.

En relación a los hábitos de almacenaje por nivel socioeconómico, sólo existe un incremento en la práctica de dejar la leña a la intemperie sin protección en el nivel socioeconómico E, donde alcanza el 12%.

Figura 5-27 Almacenamiento de la leña



Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012.

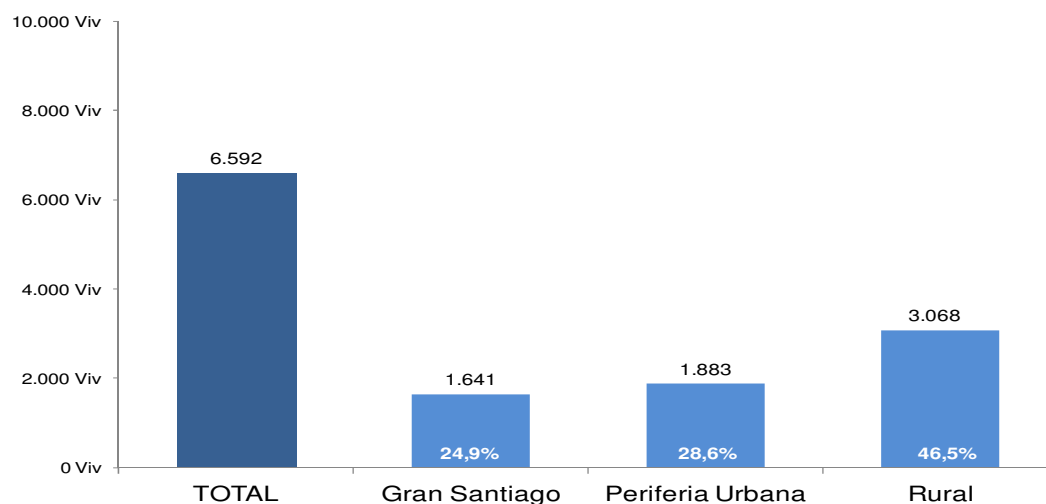
5.2.3 CARACTERIZACIÓN DE USUARIOS DE COCINA

A continuación se presenta la caracterización de las viviendas que cocinan con leña y/o sus derivados en la R.M., las que presentan comportamientos diferentes a los de calefacción respecto al uso de leña.

En la R.M. existen 6.592 viviendas que cocinan con leña, lo que equivale al 0,5% de las casa de la R.M. Los niveles socioeconómicos que más usan la leña como combustible de cocina corresponden a los niveles C3 y D, que son también los más numerosos, en términos de número de viviendas.

En términos geográficos, la zona rural concentra casi la mitad de los hogares que usan leña para cocinar, siendo menor la presencia en el Gran Santiago y la periferia urbana.

Figura 5-28 N° de viviendas que cocinan con leña según zona

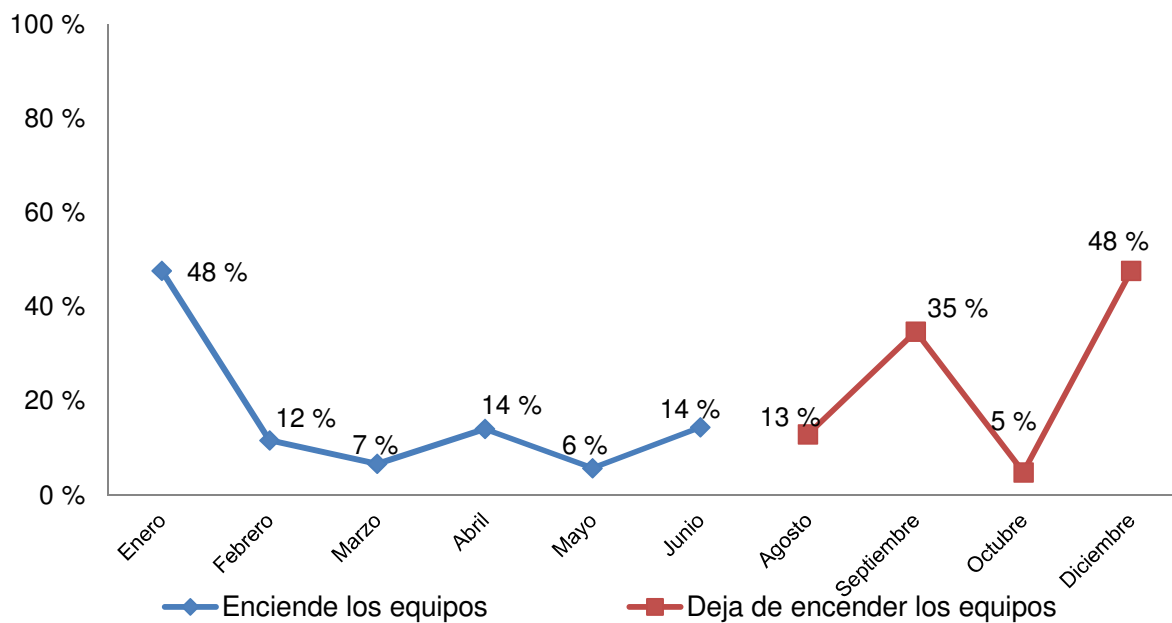


Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012.

El principal artefacto usado para cocinar los constituye la cocina a leña en casi el 90% de los casos, sin embargo los braseros son también usados, en especial en el nivel E.

Casi el 50% de los usuarios lo usa durante todo el año, y a diferencia de los calefactores, no presenta peaks de uso en invierno, sino es usado desde enero hasta diciembre por las familias.

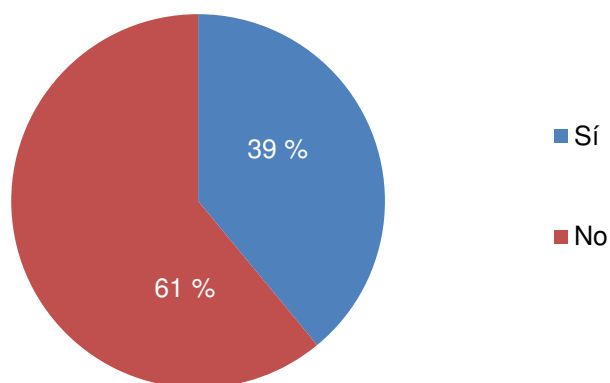
Figura 5-29 Ciclo de uso de leña para cocinar



Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012.

Por último, a diferencia de los calefactores, las cocinas a leña son mantenidas en menor proporción, siendo realizada mantención incluyendo limpieza de caño, sólo en un 40% de los casos. Esto podría generar problemas en términos de disminución de vida útil y menores eficiencias, en especial al constituir equipos de menor tecnología, al no poseer doble cámara.

Figura 5-30 Mantención a equipos de cocina

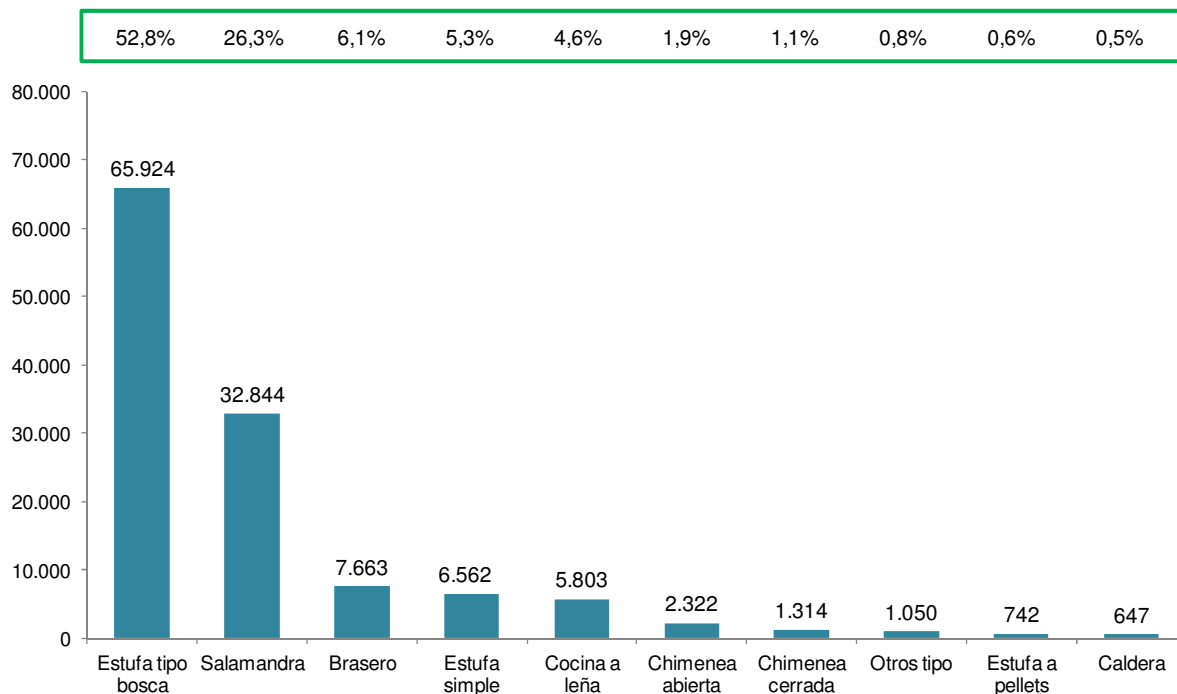


Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012.

5.2.4 CARACTERIZACIÓN DE LOS ARTEFACTOS A LEÑA Y/O DERIVADOS DE LA R.M.

En la R.M. se estima que hay un total de 124.871 equipos a leña, siendo el calefactor de doble cámara el más utilizado alcanzando el 52,8% del parque en la región, y en segundo término las salamandras llegando 26,3% de equipos. Podemos observar que tanto las estufas a pellets y calderas que son los equipos a leñas de mayor tecnología son marginales en la región.

Figura 5-31 N° de equipos a leña en el hogar según tipo



Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012.

En relación al NSE, el equipo más usado es el calefactor de doble cámara en todos los niveles salvo en el E donde el equipo más utilizado es el brasero. Por otro lado, la salamandra es el segundo equipo con mayor penetración en la región, y tiene una alta presencia en especial en los niveles C3 y D.

La cocina a leña también se encuentra presente en la R.M., aunque no alcanza a superar el 5% del parque de equipos a leña de la región. A pesar de esto, en términos de consumo energético y emisiones su participación es mayor producto de la mayor cantidad de horas de uso en relación a los calefactores.

Tabla 5.5 Número de equipos a leña según tipo por NSE

Equipo de calefacción	C1	C2	C3	D	E
Calefactor de doble cámara	5.579	9.786	26.695	20.887	2.977
Salamandra	1.784	3.343	10.519	13.705	3.493
Brasero	130	57	352	1.407	5.717
Estufa a leña simple	777	1.151	1.843	2.578	213
Cocina a leña	1.015	618	2.191	1.308	671
Chimenea de hogar abierta	301	785	812	299	125
Chimenea de hogar cerrada	435	445	237	62	135
Otros tipo	0	30	111	632	277
Estufa a pellets	451	191	0	0	0
Caldera a leña	123	0	524	0	0
TOTAL	10.695	16.406	43.284	40.878	13.608

El equipo a leña más utilizado en las zonas urbanas es el calefactor de doble cámara, seguido de salamandra y brasero. Por otra parte, en la zona rural el equipo más usado es la salamandra alcanzando el 44,5% del total de equipos de la zona, seguido del calefactor de doble cámara con un 37,6% del total de equipos de la zona rural.

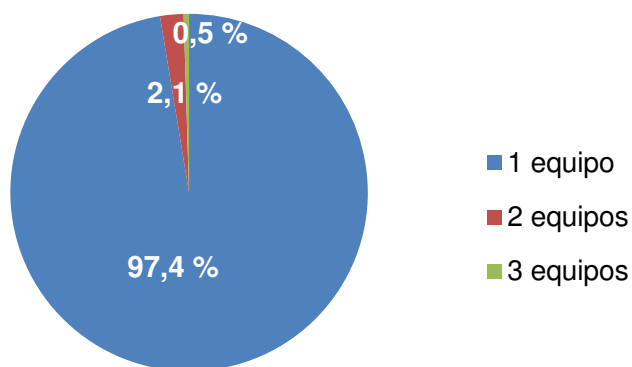
La presencia de equipos a pellets es aún pequeña, representando el 0,5% del parque de calefactores, y ubicándose principalmente en el Gran Santiago.

Tabla 5.6 Número de equipos a leña según tipo por zona

Equipo de calefacción	Gran Santiago	Periferia Urbana	Rural
Calefactor de doble cámara	28.918	24.018	12.988
Salamandra	4.654	12.831	15.359
Brasero	6.792	348	523
Estufa a leña simple	3.199	2.301	1.062
Cocina a leña	912	1.883	3.008
Chimenea de hogar abierta	1.400	196	726
Chimenea de hogar cerrada	707	326	281
Otros tipo	1.020	0	30
Estufa a pellets	742	0	0
Caldera a leña	123	0	524
TOTAL	48.467	41.903	34.501

En la mayoría de las casas de la R.M. hay un calefactor a leña y/o sus derivados, siendo menor al 3% las casas que poseen más de un equipo a leña

Figura 5-32 N° de equipos de calefacción en el hogar

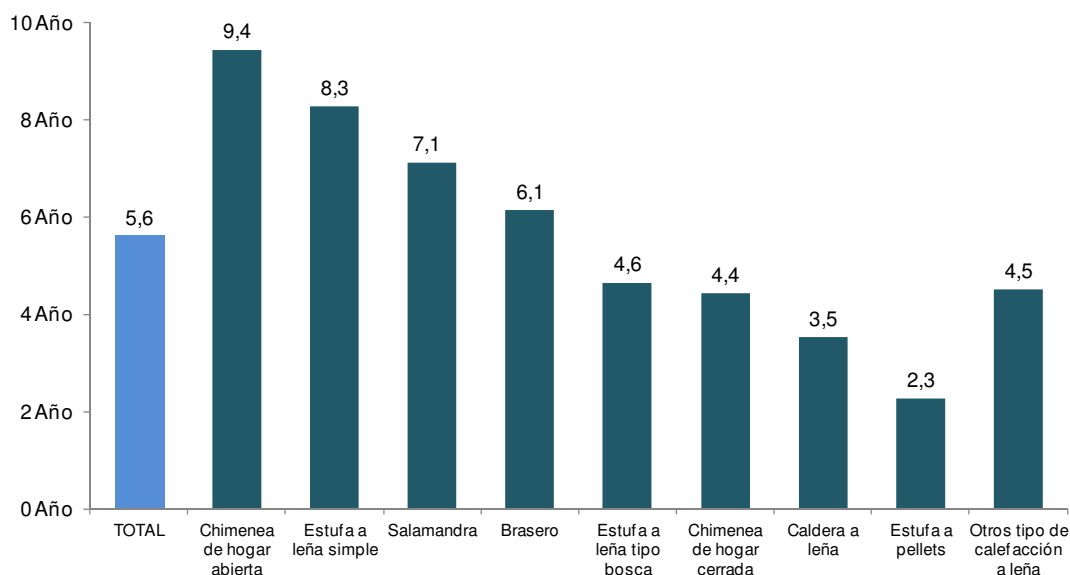


Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012.

La antigüedad promedio del parque de calefactores alcanza los 5,6 años, siendo los calefactores de menor tecnología, tales como las salamandras, estufas simples y chimeneas de hogar abierto, los que presentan la mayor antigüedad (sobre los 7 años).

Equipos de mayor tecnología, como calefactores a pellets y calderas a biomasa, son los que presentan menor antigüedad

Figura 5-33 Antigüedad promedio en años de los equipo de calefacción

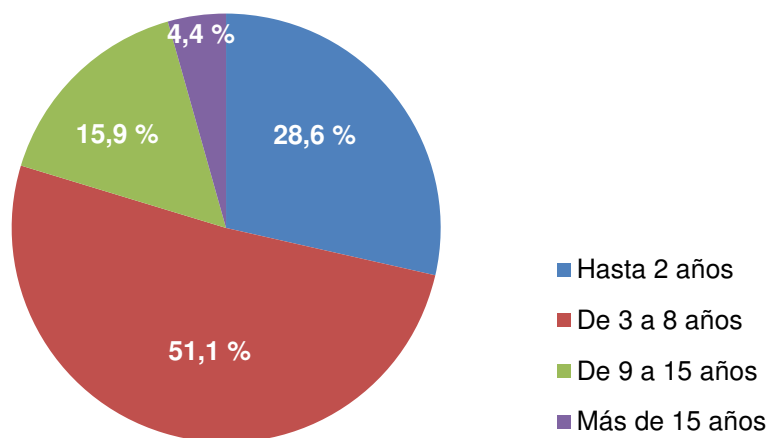


Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012.

Cerca del 70% de los calefactores a leña tienen una antigüedad menor a 8 años, lo que significa que fueron adquiridos después de aprobada la actualización del Plan de Prevención y Descontaminación de la R.M. del 2003, el cual estableció límites de emisión para equipos nuevos de calefacción residencial, que si bien no son fiscalizados ni para los proveedores de equipos, ni para los usuarios, representó una señal que inició la venta de equipos de menores emisiones.

Por otro lado, aún cerca del 20% de los calefactores posee antigüedad superior a 9 años, lo que implica que corresponden a equipos de menores eficiencias térmicas y mayores emisiones de PM 10 debido a que en esa época aún no existían límites de emisiones a calefactores residenciales, y por otro lado están cercanos al término de su vida útil que se estima entre 10 y 15 años.

Figura 5-34 Antigüedad en tramos de los equipos de calefacción



Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012.

El nivel socioeconómico D posee equipos con antigüedad ligeramente superior al promedio, ya que el 28% de su parque posee una antigüedad superior a 9 años. El resto de los niveles socioeconómicos no presenta mayores diferencias entre si respecto a la composición de la antigüedad de su parque de calefactores.

Tabla 5.7 Antigüedad en tramos de los equipos de calefacción por NSE

Tramo de Antigüedad	C1	C2	C3	D	E
Hasta 2 años	36,1 %	32,1 %	22,3 %	29,9 %	36,0 %
De 3 a 8 años	49,6 %	48,2 %	62,7 %	42,1 %	44,8 %
De 9 a 15 años	13,8 %	10,8 %	11,1 %	23,8 %	15,6 %
Más de 15 años	0,5 %	9,0 %	3,9 %	4,2 %	3,6 %
TOTAL	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

En términos de la antigüedad por zona, se observa en el Gran Santiago hay equipos de mayor antigüedad que el promedio, con más de un 28% sobre los 9 años.

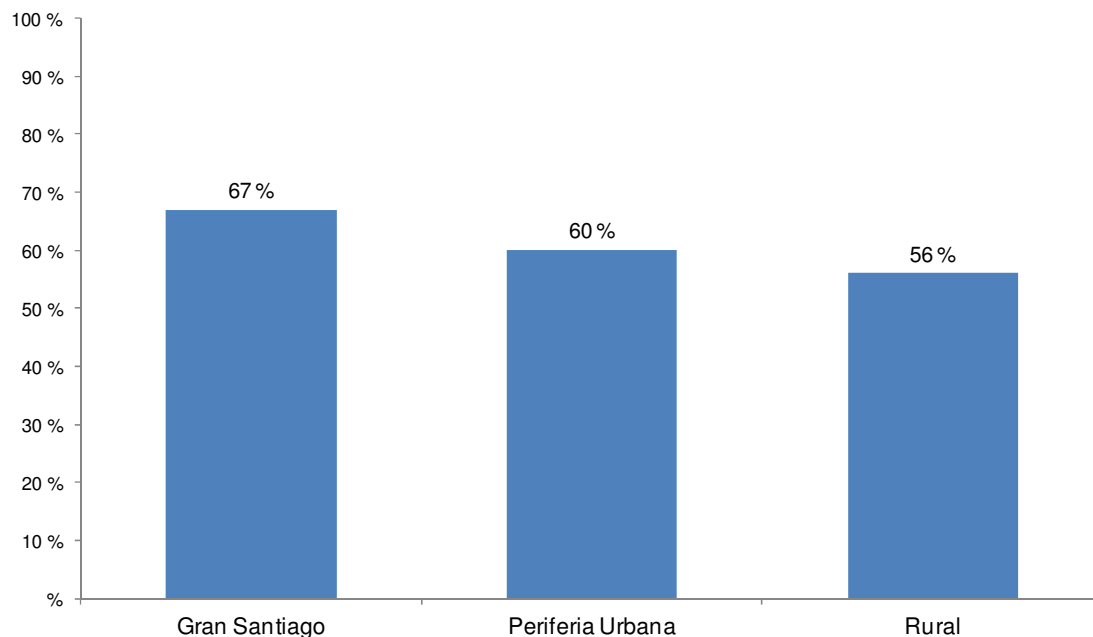
Tabla 5.8 Antigüedad en tramos de los equipos de calefacción por zona

Tramo de Antigüedad	Gran Santiago	Periferia Urbana	Rural
Hasta 2 años	20,8 %	36,2 %	29,8 %
De 3 a 8 años	53,3 %	50,8 %	48,6 %
De 9 a 15 años	23,4 %	10,4 %	12,5 %
Más de 15 años	2,5 %	2,7 %	9,1 %
TOTAL	100 %	100 %	100 %

En cuanto a la mantención de los equipos calefactores a leña, el cual incluye limpieza de caño, entre el 70% y 80% de los usuarios realiza mantención, no observándose mayores diferencias entre los distintos niveles socioeconómicos. Esta situación cambia por zona geográfica, donde en el Gran Santiago el 60% de los usuarios realiza mantención, a diferencia de la periferia urbana y la zona rural, cuyos porcentajes son 83% y 87% respectivamente como se observa en la figura "Mantención de los equipos de calefacción a leña por zona" del anexo "Caracterización de consumidores de leña (información adicional)"

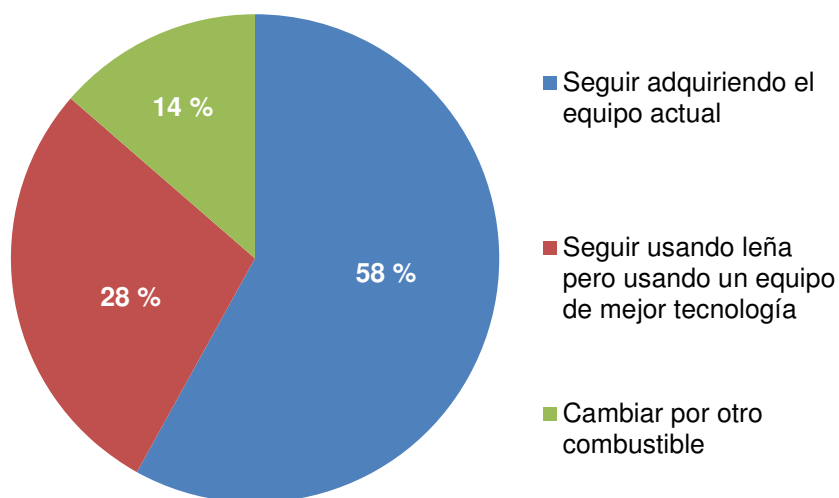
En la siguiente figura se observa que existe una menor eficiencia térmica de los equipos a medida que nos alejamos de la ciudad, lo que se explica por un parque compuesto principalmente por salamandras y estufas de leña simple en las zonas más alejadas del Gran Santiago. Esto genera una oportunidad interesante para el recambio de equipos en especial en las zonas rurales, que son las que presentan los mayores consumos de energía.

Figura 5-35 Eficiencia térmica promedio de los equipos



Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012

Figura 5-36 Tipo de calefactor que pretende adquirir



Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012.

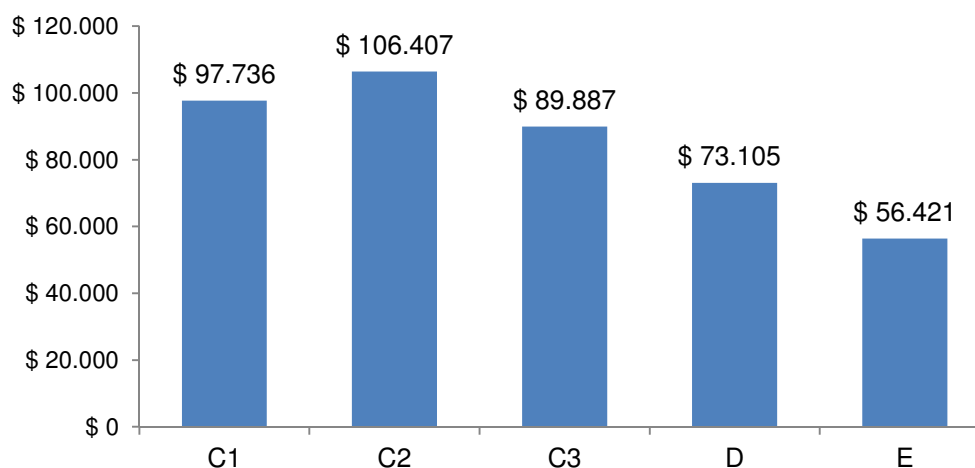
En relación a la intención de compra, de los hogares que tienen proyectado un cambio de equipo sólo el 14% de ellos presentan disposición a cambiar por otro combustible para

calefaccionar, y seis de cada diez comprarán el mismo equipo actual. Esto se explica por el menor costo del combustible frente a los alternativos.

5.2.5 PROYECCIÓN DE GASTO EN LEÑA Y SUS DERIVADOS

A continuación se presenta la proyección de gasto promedio en leña y sus derivados de los hogares de la R.M. que compran leña. El precio promedio por kilo de leña alcanza los \$102, información obtenida en el estudio de comercializadores de leña en la región.

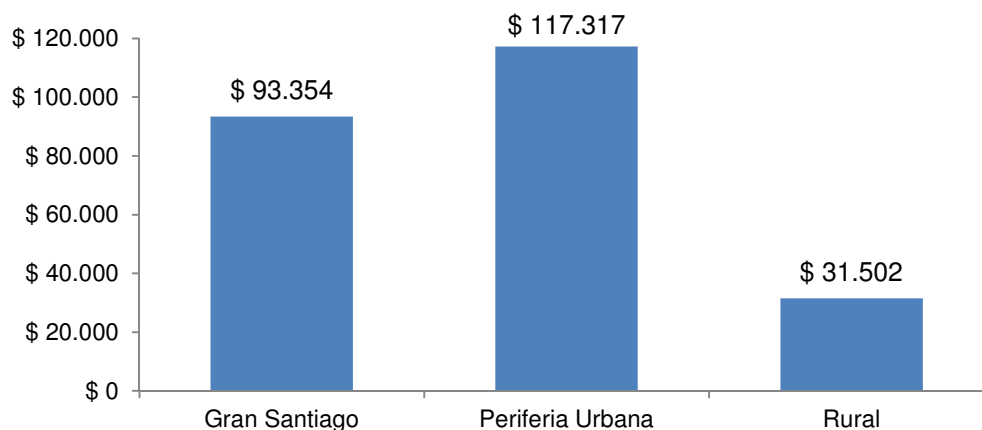
Figura 5-37 Gasto promedio anual de leña y sus derivados por hogar según NSE



Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012

En promedio los hogares que compran leña en la región gastan 84.320 pesos anuales. Donde a mayor ingreso mayor es el promedio de gasto anual, siendo el nivel E que presenta el menor gasto anual alcanzando \$ 56.421 promedio por hogar.

Figura 5-38 Gasto promedio anual de leña y sus derivados por hogar según zona



Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012

En término de gasto promedio por zona geográfica, se observa que la zona rural de la región presenta el menor gasto promedio anual alcanzando sólo \$31.502 siendo aproximadamente un tercio del gasto de la zona urbana de la región. Esto se sustenta en que la mayoría de los hogares que consumen leña en la zona rural no incurren en gasto dado su autoabastecimiento.

6 CONSISTENCIA DE RESULTADOS DE ENCUESTA DE PROVEEDORES Y DE USUARIOS

En este capítulo se realizará un análisis de las consistencias de la información obtenida de las encuestas entre los proveedores y los usuarios de leña y/o derivados, enfocándose principalmente en la información recogida sobre:

- Tipo de leña y/o derivados
- Número total de proveedores
- Origen de la Leña
- Formalidad de venta
- Humedad
- Fecha de compra

6.1 TIPO DE LEÑA Y SUS DERIVADOS

6.1.1 TIPO DE ENERGÉTICO

Respecto a los distintos tipos de energéticos comercializados en la R.M., los proveedores venden principalmente leña (en un 87,8% de los casos de la muestra entrevistada) y se detecta que combustibles en base a biomasa elaborada como el pellet (9,8%) y las briquetas (7,3%) sólo están presentes en grandes tiendas.

El resto de los energéticos detectados en la encuesta, tales como despunte, poda de árboles, etc. sólo son provistos por MYPES.

Esta información concuerda con lo informado por los usuarios, los que declaran en su mayoría usar leña, (más del 90% de los usuarios). La poda es principalmente usada por el nivel socioeconómico E y en zonas rurales, y el despunte es de uso casi exclusivo de Santiago.

6.1.2 TIPO DE LEÑA

El tipo de leña más vendida por los proveedores catastrados en la R.M. es la de eucaliptus, donde un 85% de éstos la comercializa. Es importante señalar que los proveedores catastrados venden más de un tipo de leña.

La respuesta de los usuarios a esta pregunta no varía respecto a la información de proveedores, ya que en su mayoría declaran usar leña de eucaliptus como combustible en más del 70% de los casos.

6.2 NÚMERO TOTAL DE PROVEEDORES

Como se explicó en el informe 2, la leña presenta una venta estacional e informal que impide catastrar al 100% de los proveedores y de esta forma obtener el total de proveedores de la región. Sin embargo, es posible obtener una estimación del total de proveedores mediante la información entregada en las entrevistas a los proveedores, y la obtenida de la caracterización de los usuarios.

Para obtener el total de proveedores de la región, se procedió a estimar el total de leña comprada por los usuarios, la que asciende a 98.703 toneladas (el total de leña y/o derivados consumida corresponde a 174.069 t/año, sin embargo un porcentaje de ésta es gratis). A este valor se le descuenta la cantidad vendida por los proveedores entrevistados, quedando un total de 91.172 t/año de leña, que corresponde a la leña vendida por el resto de proveedores de la región.

Aplicando el supuesto de que los proveedores faltantes se rigen por la venta informal y estacional, y que estos solo pertenecen a la categoría de microempresarios (los cuales venden en promedio 74,8 t/año), se estima que existen 1219 microempresarios de leña.

De esta forma se estima que el total de proveedores de la R.M. es de 1.260, de los cuáles el 98,25% correspondería a microempresarios que se rigen por ventas informales.

6.3 ORIGEN DE LA LEÑA

En general los usuarios de leña tienen poco conocimiento de la proveniencia de la leña, ya que el 56% declara que proviene de la R.M. Esto difiere con lo informado por los proveedores, los que declaran que el 80% de ésta proviene de la V región

6.4 FORMALIDAD DE LA VENTA

Existen discrepancias entre el porcentaje de usuarios que declara recibir boleta, y los proveedores que declaran entregarla. Por un lado, sólo un 7% de los usuarios declara recibir boleta, versus el 81% de los proveedores que declaran entregarla. La diferencia se puede explicar por la ilegalidad que representa no entregar boleta, lo que provoca que los proveedores exageren el real cumplimiento de esto. Por esta razón, la respuesta de los usuarios debiese ser más creíble, y más cercano a lo que en realidad ocurre.

6.5 HUMEDAD

En este punto es relevante comparar los porcentajes de humedad de la leña comercializada y las condiciones de almacenamiento.

Respecto a la humedad de la leña comercializada, los proveedores encuestados declaran que el 77,5% de su leña posee una humedad que varía entre el 15% y 25%, y el 22,5% de leña con humedad entre 25% y 50%. Por otra parte los usuarios de equipos a leña declaran que el 91,6% de la leña que utilizan es leña seca.

Respecto a las condiciones de almacenamiento, los proveedores declaran que el 68,3% lo almacenan bajo techo pero en contacto con el suelo, 14,6% bajo techo sin contacto con el suelo y 7,3% en un lugar completamente cerrado. Por otra parte los usuarios declaran que el 58,2% lo almacenan en un lugar cubierto separado del suelo y que el 32,4% en un lugar cubierto en

contacto con el suelo. En ambos casos un alto porcentaje de la leña comercializada se almacena de forma correcta.

6.6 FECHAS DE COMPRA

Respecto a este punto es relevante destacar que lo que declaran tanto proveedores como usuarios indica que el fuerte de las ventas es en invierno, con 87,8% y 46,5% respectivamente.

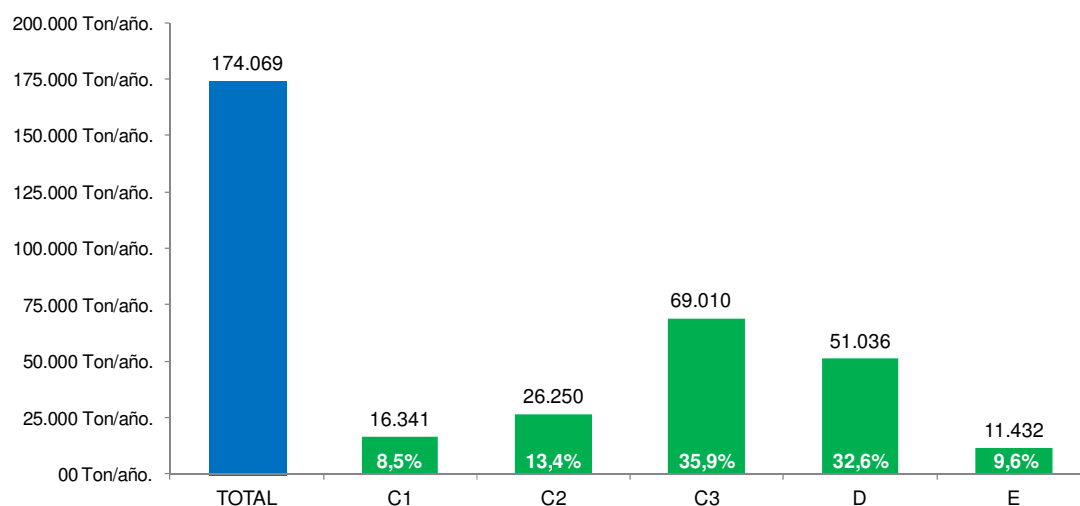
7 ESTIMACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO Y EMISIONES DE LA R.M.

En base a la metodología explicada en el capítulo 3, se caracterizó a la R.M. en relación a su consumo de leña, consumo energético y emisiones de particulado que se presentan en los siguientes subcapítulos.

7.1 RESULTADOS DEL CONSUMO DE LEÑA DE LA R.M.

El consumo total de leña y sus derivados en la región alcanza las 174.069 toneladas anuales, de las cuales más del 60% son consumida por los NSE C3 y D que son los segmentos de mayor población en la región. El segmento C1 consume el 8,5% del total.

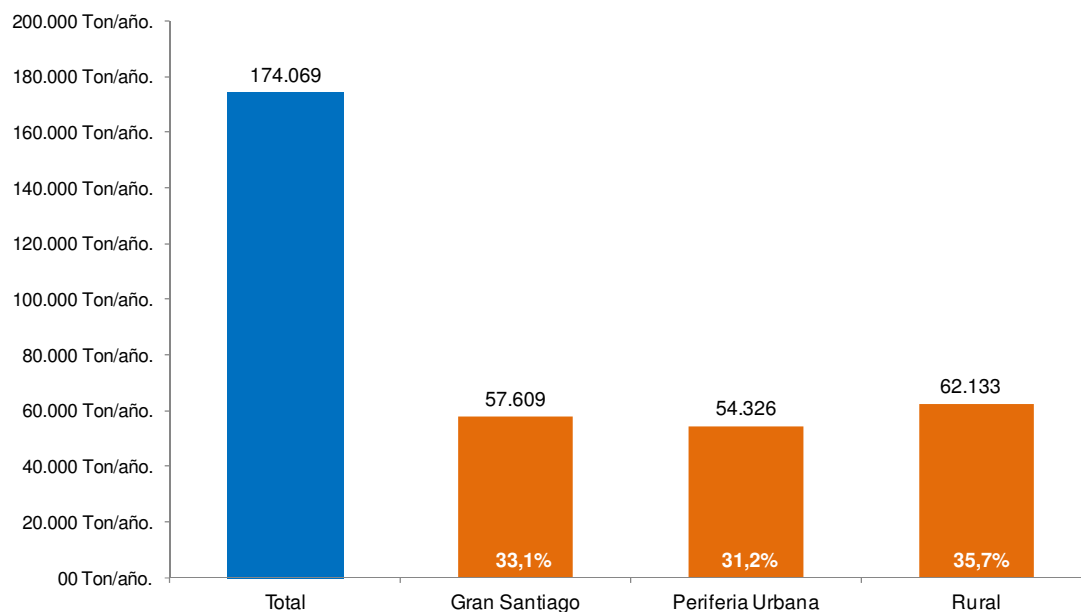
Figura 7-1 Consumo total de leña y sus derivados en la R.M. por NSE (t/año)



Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012

Del total de biomasa consumida en los hogares de la región, más del 35% es consumido en la zona rural que la obtiene principalmente gratis. En general, el Gran Santiago y la Periferia Urbana de la región consumen un tercio cada una.

Figura 7-2 Consumo total de leña y sus derivados en la R.M. por zona (t/año)



Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012

A nivel comunal, se repite la mayor presencia de las comunas periféricas en el aporte al total de consumo de leña de la región. De hecho, la comuna con un mayor consumo de leña para uso residencial es Melipilla con un 14,1% del consumo total, alcanzando las 24.551 toneladas anuales, seguida por las comunas de Lampa (8,8%), Talagante (6,8%), Til-Til (5,6%) y Colina (4,5%). Se puede observar que las cinco primeras comunas no pertenecen al Gran Santiago, sino son comunas periféricas.

Tabla 7.1 Consumo total de leña y sus derivados por comuna (t/año)

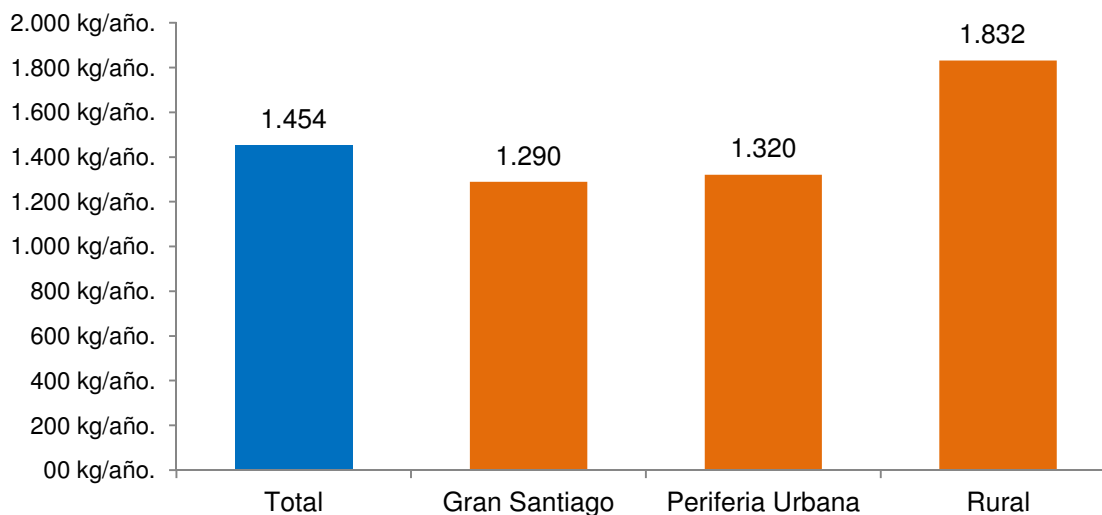
Comuna	t/año	%
Melipilla	24.551	14,1 %
Lampa	15.311	8,8 %
Talagante	11.892	6,8 %
Til - Til	9.750	5,6 %
Colina	7.802	4,5 %
Maipú	7.102	4,1 %
Puente alto	6.848	3,9 %
Las condes	6.044	3,5 %
San José de Maipo	5.604	3,2 %
Curacaví	5.401	3,1 %
Isla de Maipo	5.280	3,0 %
Buin	4.963	2,9 %
Paine	4.797	2,8 %
Padre Hurtado	4.284	2,5 %
María Pinto	3.359	1,9 %
Peñaflor	3.141	1,8 %
Lo Barnechea	3.036	1,7 %
La Florida	3.006	1,7 %
San Pedro	2.819	1,6 %
Pudahuel	2.717	1,6 %
Calera de Tango	2.441	1,4 %
Pirque	2.373	1,4 %
Huechuraba	2.239	1,3 %
Santiago	2.111	1,2 %
Cerro Navia	1.887	1,1 %
El Monte	1.884	1,1 %
Quinta Normal	1.878	1,1 %
La Reina	1.817	1,0 %
El Bosque	1.712	1,0 %
Renca	1.486	0,9 %
San Miguel	1.484	0,9 %
La Cisterna	1.480	0,9 %
Vitacura	1.199	0,7 %
Peñalolén	1.164	0,7 %
San Bernardo	1.164	0,7 %

Comuna	t/año	%
Lo Prado	985	0,6 %
Quilicura	962	0,6 %
San Ramón	900	0,5 %
Conchalí	853	0,5 %
Lo Espejo	849	0,5 %
Ñuñoa	840	0,5 %
Alhué	809	0,5 %
La Granja	736	0,4 %
Recoleta	709	0,4 %
Macul	681	0,4 %
San Joaquín	656	0,4 %
La Pintana	381	0,2 %
Pedro A. Cerda	278	0,2 %
Independencia	231	0,1 %
Cerrillos	174	0,1 %

El consumo promedio de leña y sus derivados por hogar en la región alcanza 1.454 kilos anuales. En promedio prácticamente existe una relación directa entre el NSE y el consumo de leña, donde a mayor ingreso mayor consumo promedio por NSE, siendo el segmento E con un consumo promedio de 994 kilos por año el menor según se observa en la figura "Consumo Promedio de leña y sus derivados en la R.M. por NSE (kg/año)" del anexo "Estimación del consumo energético y emisiones en la R.M."

En términos geográficos, la zona rural consume un 40% más de leña que las zonas urbanas de la región. Este consumo significativamente mayor se sustenta en que la leña consumida proviene principalmente de autoabastecimiento a cero costo y a la menor temperatura que existen en las zonas rurales en relación a las ciudades, lo que produce una mayor cantidad de horas de uso.

Figura 7-3 Consumo promedio de leña y sus derivados en la R.M. por zona (kg/año)



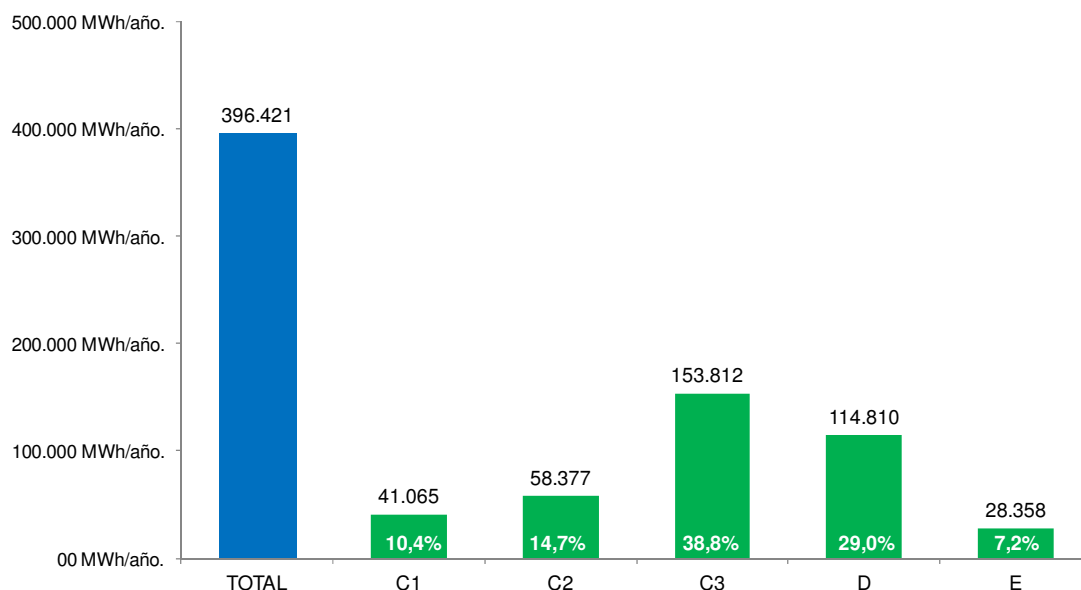
Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012

7.2 RESULTADOS DE CONSUMO ENERGÉTICO EN LA R.M.

A continuación se presentan los resultados de la encuesta que permiten caracterizar el consumo energético de los usuarios de leña en la Región Metropolitana, sus principales hábitos y comportamiento.

En términos de energía, la región consume por concepto de leña y/o derivados 396.421 MWh/año y presenta prácticamente la misma distribución poblacional de los niveles socioeconómicos. A mayor población por estrato socioeconómico, mayor consumo.

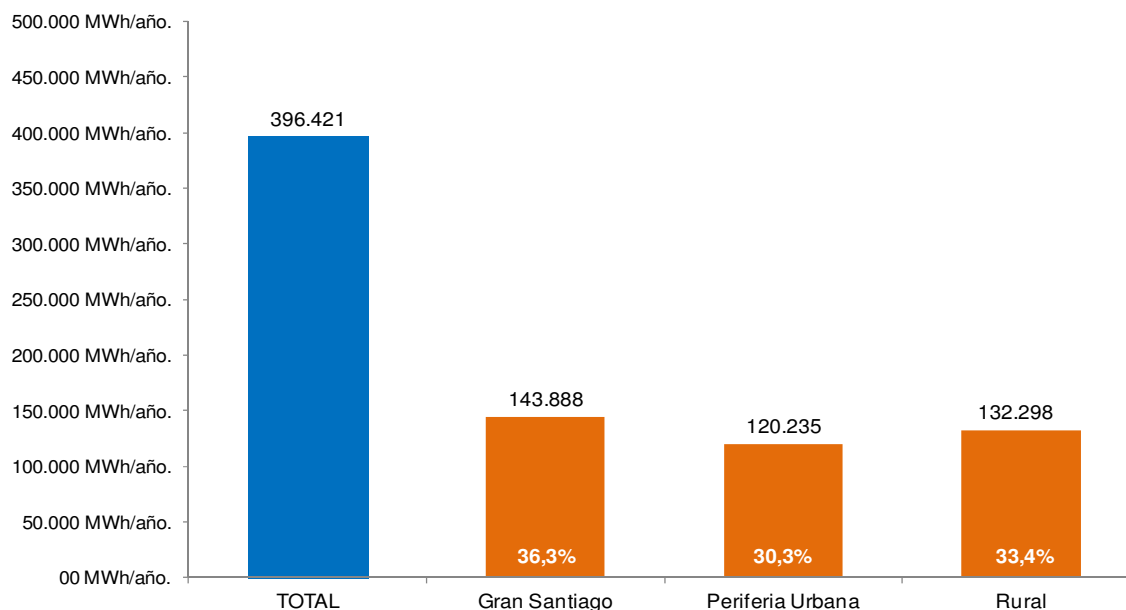
Figura 7-4 Energía total por consumo de leña y sus derivados en la R.M. por NSE



Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012

La energía producto de la leña y sus derivados es consumida prácticamente en partes iguales por las tres zonas geográficas analizadas en el estudio.

Figura 7-5 Energía total por consumo de leña y sus derivados en la R.M. por zona



Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012

A nivel comunal, se observa que la comuna de Melipilla presenta el mayor consumo energético en la región alcanzando un 14,3% del total, seguida por las comunas de Lampa (8%), Talagante (6,2%), Til-Til (5,6%) y Colina (5,1%). Las 5 comunas que presentan mayor consumo energético corresponden a comunas periféricas al Gran Santiago, y sólo aparecen 3 comunas del Gran Santiago dentro de las 10 primeras.

Si se analiza el aporte de cada comuna al total del consumo energético por leña de la región, las primeras 10 comunas son responsables del 57% de la energía usada en calefacción y cocina proveniente de leña y/o derivados.

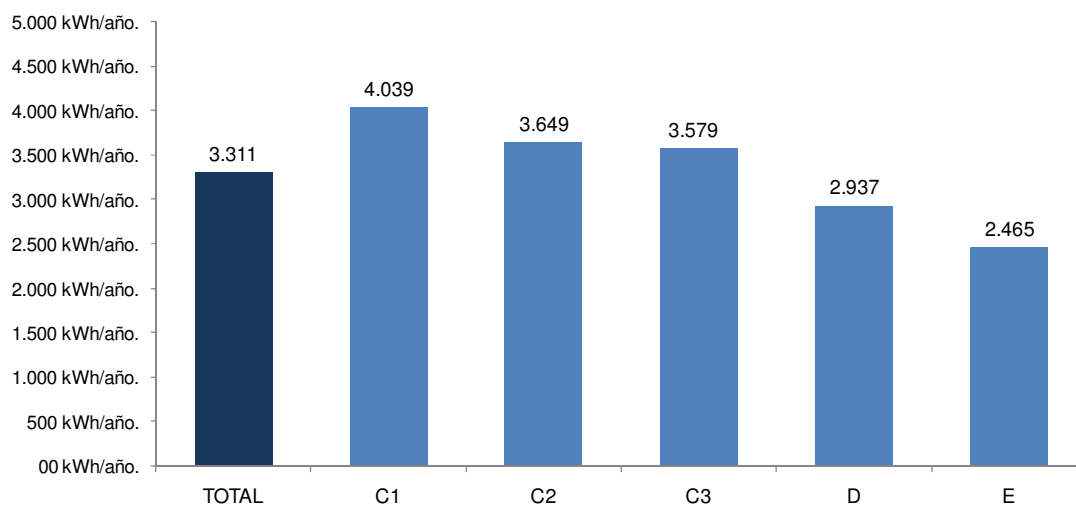
Tabla 7.2 Energía total por consumo de leña y sus derivados en la R.M. por comuna (MWh/año)

Comuna	MWh/año	%
Melipilla	56.733	14,3 %
Lampa	31.670	8,0 %
Talagante	24.733	6,2 %
Til - Til	22.005	5,6 %
Colina	20.125	5,1 %
Maipú	17.564	4,4 %
Puente alto	17.505	4,4 %
Las condes	14.648	3,7 %
Curacaví	11.440	2,9 %
Isla de Maipo	11.054	2,8 %
Padre Hurtado	10.566	2,7 %
Buin	10.562	2,7 %
San José de Maipo	10.142	2,6 %
Paine	8.598	2,2 %
La Florida	7.319	1,8 %
Lo Barnechea	7.028	1,8 %
Pudahuel	6.909	1,7 %
María Pinto	6.751	1,7 %
Peñaflor	6.732	1,7 %
Huechuraba	5.840	1,5 %
Quinta Normal	5.532	1,4 %
Calera de Tango	5.391	1,4 %
San Pedro	5.349	1,3 %
Cerro Navia	4.923	1,2 %
Pirque	4.796	1,2 %
Santiago	4.486	1,1 %
La Reina	4.471	1,1 %
El Bosque	4.460	1,1 %
Renca	3.952	1,0 %
El Monte	3.843	1,0 %
La Cisterna	3.529	0,9 %
San Miguel	3.393	0,9 %
Vitacura	3.302	0,8 %
Peñalolén	3.002	0,8 %
San Bernardo	2.928	0,7 %

Comuna	MWh/año	%
Lo Prado	2.401	0,6 %
Quilicura	2.383	0,6 %
San Ramón	2.267	0,6 %
Lo Espejo	2.189	0,6 %
Conchalí	2.118	0,5 %
Ñuñoa	2.114	0,5 %
Alhué	2.043	0,5 %
La Granja	1.920	0,5 %
Recoleta	1.892	0,5 %
San Joaquín	1.597	0,4 %
Macul	1.511	0,4 %
La Pintana	1.037	0,3 %
Pedro A. Cerda	673	0,2 %
Independencia	556	0,1 %
Cerrillos	441	0,1 %

En términos de consumo energético por vivienda, el consumo aumenta a medida que aumenta el nivel de ingresos, presentándose los menores consumos energéticos en los estratos E y D. A pesar de esto, las diferencias son pequeñas, debido al bajo costo del combustible.

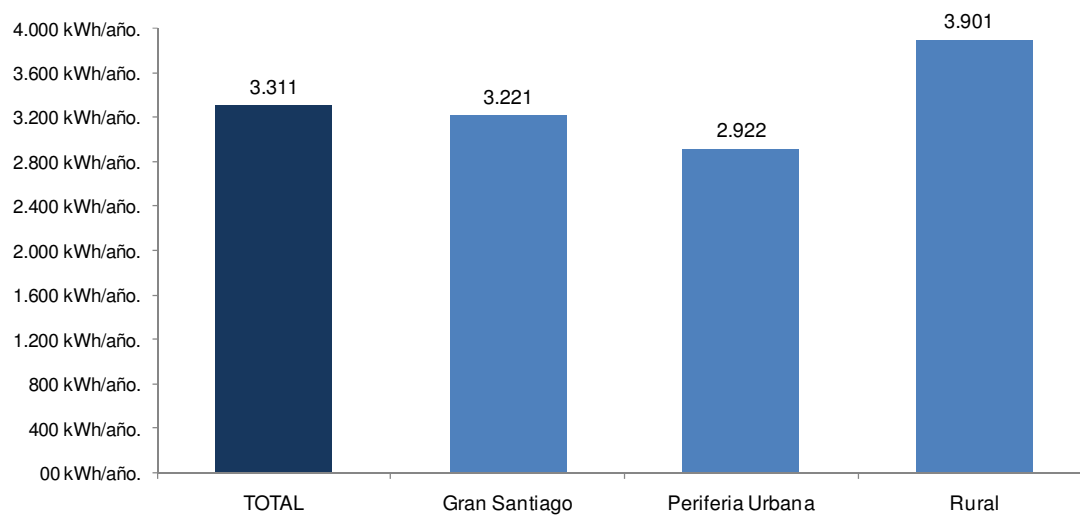
Figura 7-6 Energía promedio por consumo de leña y sus derivados en la R.M. por NSE (kWh/año)



Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012

Si se analizan estos resultados por zona geográfica, se aprecian diferencias en los consumos energéticos, donde las viviendas de zonas rurales consumen casi un 20% más que el promedio. Esto se debe principalmente a dos razones, la primera es la menor temperatura que existe en zonas más alejadas de las ciudades, y la otra corresponde al mayor acceso a combustible gratis, ya que de acuerdo a la encuesta, casi el 80% de la leña que declaran consumir, es obtenida de forma gratuita.

Figura 7-7 Energía promedio por consumo de leña y sus derivados en la R.M. por zona (kWh/año)



Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012

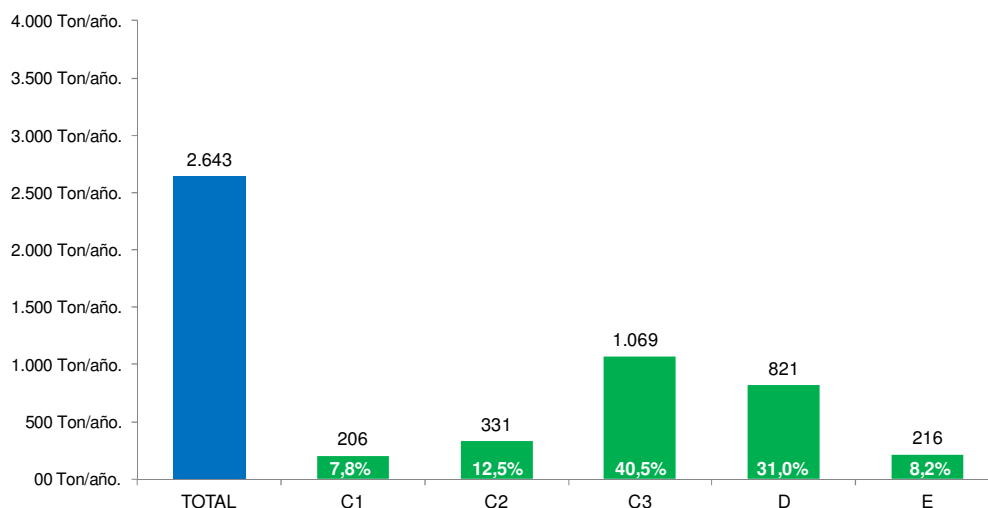
De la misma forma se puede ver, en términos energéticos, que más de la mitad del consumo de la región se debe a estufas a leña de doble combustión, a pesar de que las salamandras y estufas simples tienen una gran presencia. Un punto interesante es el de las cocinas a leña, que si bien corresponden a menos del 5% del total de equipos, su consumo energético es responsable de casi el 12% del total del consumo de la región, lo que se debe principalmente a la mayor cantidad de horas de uso respecto a los calefactores tradicionales.

Tabla 7.3 Nivel de consumo de energía según categoría de artefactos de calefacción a leña en la Región Metropolitana

Tipo de equipo	Consumo energía MWh/año
Brasero	9.466
Salamandra	82.395
Estufa a leña simple	17.188
Estufa a leña doble cámara menor tamaño	62.461
Estufa a leña tipo doble cámara mayor tamaño	150.279
Chimenea de hogar abierta	7.717
Chimenea de hogar cerrada	8.898
Caldera a leña	2.604
Estufa a pellets	4.076
Cocina a Leña	48.893
Otros tipo de calefacción a leña	2.445
Total	396.421

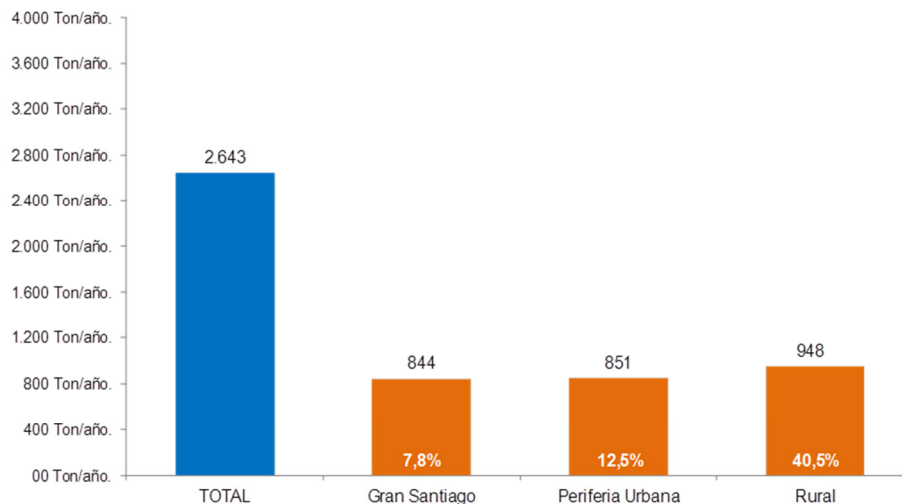
7.3 RESULTADOS DE EMISIONES DE MATERIAL PARTICULADO EN LA R.M.²⁰

Figura 7-8 Emisión total por consumo de leña y sus derivados en la R.M. por NSE



Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012

Figura 7-9 Emisión total por consumo de leña y sus derivados en la R.M. por zona



Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012

²⁰ De acuerdo al Inventario de Emisiones 2005, aproximadamente 97% del MP₁₀ emitido en la quema de leña corresponde MP_{2,5}, luego es equivalente hablar de MP_{2,5} o MP₁₀, simplemente material particulado

Tabla 7.4 Emisión total por consumo de leña y sus derivados en la R.M. por comuna (t/año)

COMUNA	t/año	%
Melipilla	309	11,7 %
Lampa	238	9,0 %
Talagante	225	8,5 %
Til - Til	192	7,2 %
Maipú	157	5,9 %
Colina	137	5,2 %
San José de Maipo	96	3,6 %
Isla de Maipo	90	3,4 %
Puente Alto	88	3,3 %
Buín	79	3,0 %
Curacaví	73	2,8 %
Las Condes	70	2,7 %
Padre Hurtado	66	2,5 %
Pudahuel	62	2,4 %
Paine	57	2,2 %
San Pedro	54	2,1 %
María Pinto	43	1,6 %
Lo Barnechea	40	1,5 %
Peñaflor	40	1,5 %
Quinta Normal	38	1,5 %
Pirque	37	1,4 %
Santiago	36	1,4 %
La Florida	32	1,2 %
Cerro Navia	30	1,1 %
Calera de Tango	28	1,1 %
El Monte	26	1,0 %
Huechuraba	26	1,0 %
La Cisterna	22	0,8 %
Lo Prado	20	0,7 %
La Reina	19	0,7 %
San Miguel	19	0,7 %
El Bosque	18	0,7 %
Renca	17	0,6 %
San Bernardo	16	0,6 %
Peñalolén	15	0,6 %

COMUNA	t/año	%
Conchalí	12	0,5 %
Quilicura	12	0,5 %
Vitacura	12	0,4 %
San Ramón	12	0,4 %
Lo Espejo	10	0,4 %
Ñuñoa	10	0,4 %
Alhué	10	0,4 %
Macul	10	0,4 %
La Granja	9	0,3 %
Recoleta	9	0,3 %
San Joaquín	8	0,3 %
La Pintana	5	0,2 %
Pedro A. Cerda	4	0,2 %
Independencia	3	0,1 %
Cerrillos	2	0,1 %

El total de emisión de material particulado por concepto de leña alcanza 2.643 (t/año). Siendo Melipilla la comuna con mayor emisión alcanzado 309 (t/año) equivalente al 11,7% del total de emisión de la región, seguida de Lampa con 238 (t/año), Talagante con 225 (t/año) y Til-Til con 192 (t/año)

Con estos resultados, se puede modificar el inventario de emisiones, obteniendo:

- Industria 1.358,3 t/año de MP_{2,5}
- Leña residencial 2.643 t/año de MP_{2,5}
- Otras residenciales 85,7 t/año de MP_{2,5}
- Quemaz agrícola 158,7 t/año de MP_{2,5}
- Otras areales 132,5 t/año de MP_{2,5}
- Total móviles 1.526,1 t/año de MP_{2,5}

Es decir el 44,7% del total de las emisiones de MP_{2,5} proviene de la quema de leña. Este porcentaje explica muy bien los resultados obtenidos por la Universidad de Santiago (ver capítulo 2) que indican que el 46,8% del MP_{2,5} presente en el aire proviene de la quema de leña.

Los resultados de las emisiones en la Región Metropolitana utilizando datos provenientes de las encuestas y separadas por tipo de calefactor se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 7.5 Resultados del cálculo CDT de emisiones para la Región Metropolitana (t/año)

Equipo	Gran Santiago Urbano ^(a)	Periferia Urbana ^(b)	Periferia Rural	Totales	Porcentaje
Brasero	38,5	2,8	7,0	48,3	1,8%
Salamandra	126,4	386,9	377,5	890,8	33,7%
Estufa a leña simple	70,8	64,7	42,7	178,2	6,7%
Calefactor de doble cámara menor tamaño	86,8	97	119,1	302,9	11,5%
Calefactor de doble cámara mayor tamaño	309,3	198,7	138,7	646,7	24,5%
Chimenea abierta	74,6	13,9	40,1	128,6	4,9%
Chimenea cerrada	10,2	9,9	10,7	30,8	1,2%
Caldera a leña	2,9	0	28,6	31,5	1,2%
Estufa a pellets	1,8	0	0	1,8	< 1%
Cocina a Leña	89,2	71,8	165,3	326,3	12,4%
Otros tipos de calefacción a leña	7,6	10,4	39,1	57,1	2,2%
Totales	818,1	856,1	968,8	2.643	100%
Porcentajes	31,0%	32,%	36,7%	100%	

(a) Se refiere a las 33 comunas del Gran Santiago

(b) Se refiere al área urbana fuera del GS (Malloco, Melipilla, Peñaflor, etc.)

(c) Se refiere a zonas netamente rurales.

En la tabla anterior se puede apreciar que el mayor aporte a las emisiones las hace el calefactor tipo de doble cámara con un 36%. Esto se explica porque a pesar de tener bajas emisiones, existe un gran número de ellas. Por otro lado, la Salamandra aporta el 33,7 % de las emisiones.

Estos valores de emisiones difieren bastante de lo estimado en estudios anteriores. En particular, el inventario de emisiones para la R.M. es una referencia importante para muchos organismos públicos y privados. Por ello, se hará un análisis para determinar las causas de la diferencia. La tabla siguiente muestra una comparación entre el inventario de emisiones para la R.M., versión oficial 2005 y escenario 2010 junto con los resultados del presente estudio.

Tabla 7.6. Emisiones totales de MP₁₀ en la R.M. de acuerdo al inventario de emisiones y el presente estudio (t/año)

Sector	CDT (2011)	Inv. Emisiones. 2005	Inv. Emisiones. Escenario 2010
Emisiones zona rural	968,8	95,8	113,6
Emisiones zona urbana	1674,2 ^(a)	597,3	893,8
Emisiones totales en la R.M.	2.643,0	693,1	1.007,4

(a) Corresponde a la suma de las emisiones en el Gran Santiago urbano y periferia urbana.

Se puede observar que existe una gran diferencia en las emisiones totales de ambos estudios. Esta diferencia se puede explicar porque las emisiones de la zona rural son bastante menores en el inventario de emisiones que en el presente estudio. Asimismo, en la zona urbana las emisiones también son menores en el Inventario de Emisiones.

Las diferencias entre ambos estudios se deben a la subestimación de número de estufas en la zona urbana R.M. en el Inventario de Emisiones. Esto se puede ver en la tabla siguiente.

Tabla 7.7. Emisiones totales de MP₁₀ para la zona urbana de la R.M. por tipo de calefactor.

Equipo	CDT (2011)	Inv. Emisiones. Escenario 2010
Calefactor doble cámara	691,8	604,99
Calefactor Insert (chimenea cerrada estudio CDT)	20,1	142,10
Salamandra	513,3	60,24
Chimenea abierta	88,5	86,50

Se puede observar que las emisiones para los calefactores de doble cámara y las chimeneas abiertas son similares²¹ en ambos estudios. Esta similitud se explica porque los factores de emisión para este tipo de estufas son similares y la cantidad de estufas son también similares. Por otro lado, la cantidad de estufas de doble cámara en la zona urbana del estudio CDT (56.900) y la cantidad de estufa de doble cámara en el inventario de emisiones es similar (53.127), luego las emisiones son similares.

Existe una gran diferencia en las emisiones de los calefactores Insert, esto se debe en parte a que en el inventario de emisiones, se consideró un factor de emisiones de 17,3 g/kg, y este estudio consideró 9,8 g/kg. La razón de esto se debe a una definición distinta para los

²¹ Se considera que dos cantidades son similares si la diferencia entre ellas es menor al 15%.

calefactores insert en el inventario de emisiones y en este estudio. El inventario de emisiones considera los calefactores insert (o chimenea cerrada) como similares a las estufas abiertas, en este estudio, calefactor insert se refiere a la inserción de una estufa de doble cámara en el lugar donde originalmente había una estufa abierta. Por esto, las emisiones de los calefactores insert son iguales a las estufas de doble cámara.

Otra gran diferencia corresponde a las emisiones de las Salamandras. En la actualización 2010 del inventario de emisiones no se indica el número de Salamandras, pero en el inventario 2005 se indica un número 2327 salamandras. Aunque se suponga un crecimiento promedio de 3,5 % anual entre el 2005 y el 2010, el número de Salamandras para el año 2010 va a muy ser inferior al resultado de este estudio que se obtiene directamente de las encuestas. La diferencia en emisiones asciende a 453 t/año. Hay que mencionar también que el inventario de emisiones no considera los braseros, estufas simples, cocinas, calderas a leña y otros que en conjunto tienen emisiones por 361 t/año. Además, el inventario de emisiones no considera la periferia rural de la R.M., que contribuye con un total de 969 t/año. Luego tres factores explican la diferencia entre ambos estudios:

- Subestimación en el número de Salamandras en la R.M. urbana (453 t/año)
- Subestimación en los braseros, cocinas, calderas y estufas simples (361 t/año).
- Subestimación de la periferia rural (968 t/año).

8 PROPUESTA DE MEDIDAS A IMPLEMENTAR EN EL USO EFICIENTE DE LA LEÑA

8.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL O LÍNEA BASE

En este punto, se determinan los niveles de emisión y de energía actuales, y su proyección en el tiempo en un horizonte de 10 años, 2012 a 2022, antes de lograr la implementación de las regulaciones que la actual institucionalidad ambiental procura desarrollar, en particular, aquellas declaradas en el actual Plan de Descontaminación Atmosférico de la Región Metropolitana, definido mediante Decreto Supremo Nº 66 del Ministerio General de la Presidencia, publicado en el diario oficial el 16 de abril de 2010 (en adelante PPDA 2010).

Es relevante determinar los parámetros de línea de base, porque permiten evaluar las distintas medidas tanto en términos de energía como de reducción de emisiones y su proyección en el tiempo, asumiendo cierta evolución en la entrada y salida de artefactos a leña para calefacción.

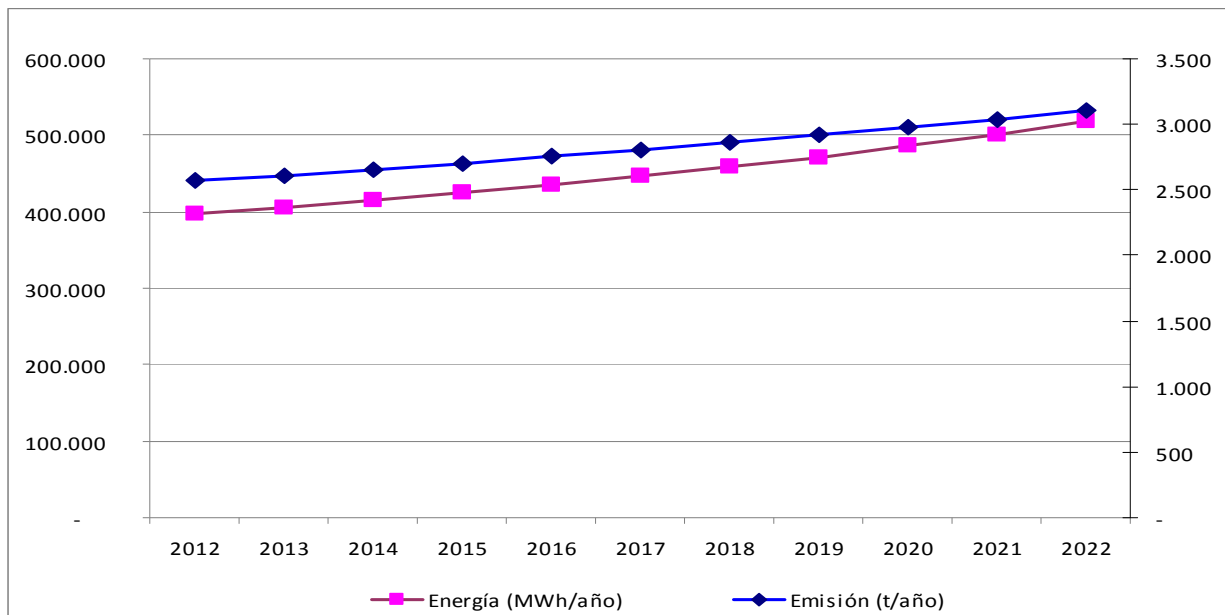
La siguiente tabla, presenta el número de artefactos de calefacción a leña determinados en la Región Metropolitana.

Tabla 8.1 Número de artefactos de calefacción a leña determinados en la Región Metropolitana					
Equipo	Gran Santiago Urbano	Periferia Urbano	Rural	Total	%
Brasero	6.792	348	523	7.663	6
Salamandra	4.654	12.831	15.359	32.844	26
Estufa a leña simple	3.199	2.301	1.062	6.562	5
Estufa a leña doble cámara menor tamaño	6.768	8.656	7.062	22.486	18
Estufa a leña doble cámara mayor tamaño	22.150	15.362	5.926	43.438	35
Chimenea de hogar abierta	1.400	196	726	2.322	2
Chimenea de hogar cerrada	707	326	281	1.314	1
Caldera a leña	123		524	647	1
Estufa a pellets	742			742	1
Cocina a Leña	912	1.883	3.008	5.803	5
Otros tipo leña	1.020		30	1.050	1
Totales	48.467	41.903	34.501	124.871	100
Porcentajes	39%	34%	28%	100%	

Para poder evaluar correctamente las medidas que se proponen en este estudio, es necesario estimar una línea base del comportamiento de la región tanto en términos de emisiones de material particulado, como de consumo energético de leña y/o derivados, de forma de estimar el

impacto de las medidas en términos cuantitativos. Para esto, se proyectan las emisiones de PM₁₀ y el consumo de energía en un horizonte de 10 años, 2012 a 2022, antes de la implementación de las regulaciones que la actual institucionalidad ambiental procura desarrollar, en particular, aquellas declaradas en el actual Plan de Descontaminación Atmosférico de la Región Metropolitana, definido mediante Decreto Supremo N° 66 del Ministerio General de la Presidencia, publicado en el diario oficial el 16 de abril de 2010 (en adelante PPDA 2010).

Figura 8-1 Proyección emisiones MP₁₀ (t/año) y consumo de energía (MWh/año)



Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012

De la figura anterior, se observa que en la situación de línea base, las emisiones de MP₁₀ aumentarían en 10 años de 264.300 t/año a 310.300 t/año, esto es un 21% y el consumo de energía aumentaría de 396.421 a 518.000 MWh/año es decir un 30%, en ambos casos en forma lineal.

En los siguientes sub capítulos se evaluará para cada una de las medidas con el objetivo de reducir las emisiones de MP₁₀ e incrementar el uso eficiente de la leña.

8.2 DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS PARA EL USO EFICIENTE DE LA LEÑA EN LA R.M.

8.2.1 IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS A EVALUAR

La primera medida a evaluar corresponde a la situación de línea base, ya descrita en el punto anterior. Las medidas propuestas comienzan por aquellas que la actual institucionalidad ambiental contempla implementar a partir de regulaciones en desarrollo, hasta la incorporación de medidas más estrictas, así como de medidas de incentivo, con el objetivo tanto de lograr un uso más eficiente de la energía de los usuarios de leña y derivados como también en la disminución de las emisiones.

Todas las medidas se evalúan en el período 2012 a 2022, por lo tanto se requiere también realizar una proyección de ingreso y retiro de artefactos a leña en la Región Metropolitana. El número actual de artefactos a leña, se determina de los resultados de la encuesta 2012 desarrollada en este estudio. Las proyecciones, dependen del tipo de equipo, de la zona (urbana, urbana periférica y rural) y se determinan en base a la encuesta y de otros supuestos que se detallan más adelante.

Cabe señalar que no todas las medidas aplican en todas las zonas, por ejemplo, el artículo 147 PPDA 2010), señala que “se prohíbe el uso en forma permanente de los calefactores que no cumplan con el nivel máximo ahí establecido, que se encuentren instalados en las áreas urbanas, definidas en los instrumentos de Planificación Territorial de la Región Metropolitana de Santiago”. Por lo tanto, esta medida tendrá incidencia solamente en las zonas urbanas de la Región Metropolitana.

De este modo, las medidas que se evalúan son las siguientes:

- 1) Situación actual de línea base, sin entrada en vigencia de norma de emisión.
- 2) Aplicación de norma de emisión a artefactos nuevos según PPDA.
- 3) Aplicación de norma de emisión a artefactos nuevos en la R.M. y a existentes en áreas urbanas.
- 4) Control de calidad en la comercialización de la leña (prohibición de venta de leña húmeda)
- 5) Programa de recambio de equipos existentes por equipos que cumplen norma en sectores de menores ingresos
- 6) Desarrollo de un programa de filtros catalíticos en artefactos a leña para reducir emisiones.
- 7) Congelamiento de equipos y/o compensación de emisiones
- 8) Prohibición de uso de leña en determinadas comunas
- 9) Capacitación y difusión en el uso de equipos, su mantención y compra de la leña
- 10) Programa para la aislación térmica de las viviendas

La “situación actual de línea base”, es la situación “sin medida”, “Business as Usual (BAU)”, corresponde a la situación antes de la implementación de las regulaciones que la actual institucionalidad ambiental procura desarrollar, en particular, aquellas declaradas en el actual Plan de Descontaminación Atmosférico de la Región Metropolitana, definido mediante Decreto Supremo N° 66 del Ministerio General de la Presidencia, publicado en el diario oficial el 16 de abril de 2010 (en adelante PPDA 2010). Es relevante determinar los parámetros de línea de base, porque permiten evaluar las siguientes medidas tanto en términos de energía como de reducción de emisiones.

Cabe destacar que se ha optado por definir esta situación como línea base y no la situación con aplicación de las normas del PPDA 2010, puesto que estas normas aún no están vigentes ya que se supeditan a "la normativa que atribuya competencia a un órgano de la Administración del Estado para fiscalizar la norma de emisión de los artefactos para combustión de leña y otros dendroenergéticos" (artículo 102 PPDA 2010). Por otra parte, es interesante evaluar la efectividad de estas medidas ya definidas por la actual autoridad ambiental. Todas las medidas a evaluar suponen 100% de efectividad, de manera de poder visualizar el nivel máximo potencial.

La "aplicación de norma de emisión a artefactos nuevos según PPDA, considera la incorporación de equipos de mejor tecnología, a partir de 18 meses de entrada en vigencia de la norma. Corresponde a la aplicación del artículo 102 del PPDA 2010, que establece una norma de emisión de 2,5 g/h, exigible 18 meses después que "entre en vigencia la normativa que atribuya competencia a un órgano de la Administración del Estado para fiscalizar la norma de emisión de los artefactos para combustión de leña y otros dendroenergéticos".

Esta medida significaría que una vez operativa la medida, estimada para el 1 de enero de 2013, todos los equipos nuevos cumplan con la norma de emisión establecida.

La "aplicación de norma de emisión a artefactos nuevos en la R.M. y a existentes en áreas urbanas.", corresponde adicionalmente a la prohibición de calefactores que no cumplen la norma de emisión instalados en áreas urbanas, un año después de entrada en vigencia de la norma de emisión. Esta medida corresponde a lo que establece el Artículo 147 del PPDA 2010, que señala: "Modifícase el Decreto Supremo N° 811, de 1993, del Ministerio de Salud, en la forma que a continuación se especifica":... "...3°. Transcurrido que sea un año a partir de la entrada en vigencia de la norma de emisión de material particulado a que se refiere el artículo 102 del Decreto Supremo N° 66, de 2009, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, se prohíbe el uso en forma permanente de los calefactores que no cumplan con el nivel máximo ahí establecido, que se encuentren instalados en las áreas urbanas, definidas en los instrumentos de Planificación Territorial de la Región Metropolitana de Santiago"....

Dado que esta medida comienza un año después de la entrada en vigencia de la norma de emisión a artefactos nuevos, para esta evaluación asumimos que comienza a regir desde el 1 de enero de 2014.

Esta medida excluye a la zona rural, por lo tanto el número de equipos potenciales máximos a eliminar sería del orden de 90.000.

El "control de calidad en la comercialización de la leña", corresponde a aquella medida que se establece en el artículo 103 del PPDA 2010, que señala: "En la Región Metropolitana sólo se podrá comercializar leña seca, de acuerdo a lo que señale la normativa correspondiente. En un plazo de tres meses contados desde la publicación del presente Decreto en el Diario Oficial, la Conama, en conjunto con el Instituto Nacional de Normalización (INN), iniciarán el proceso de elaboración de los parámetros técnicos para fijar requerimientos de calidad a los combustibles tipo pellets de madera de uso residencial".

La encuesta determina en la situación actual, los tipos de leña utilizados y su condición ya sea seca, húmeda o verde. Por otra parte, se ha detectado que en la periferia urbana del Gran Santiago, el auto consumo, llega al 40%, lo cual aumenta al 80% en las zonas rurales. Lo anterior significa que en estos sectores es probable que el nivel de humedad de la leña sea mayor, si es que el usuario no lleva a cabo medidas de correcto almacenamiento de ésta. Por otro lado, las medidas de fiscalización tendientes a prohibir la venta de leña seca, se enfrentan ante un mercado muy informal que se estima en más de 1.200 proveedores, los que en su

mayoría presentan un comportamiento estacional. Por otra parte, se puede apreciar de la encuesta, que no más del 8% de los usuarios de leña declara usar alguna vez leña húmeda o verde, lo cual, permitiría inferir que **la humedad de la leña no es el principal problema a resolver para incrementar el uso eficiente de leña, tanto en términos energéticos como de emisiones.**

En este contexto, otra medida específica a promover, corresponde a la unificación de las unidades de venta de leña. En la R.M. de acuerdo a los resultados entregados de la encuesta a proveedores de leña y derivados, respecto a la caracterización este rubro, un porcentaje elevado de la muestra (aproximadamente el 52%) declara que la medida de venta de la leña en los hogares corresponde a "kilo", a diferencia de la zona sur del país. Esta medida no se considera apropiada para un mercado informal como el de la leña, ya que eventualmente la leña húmeda tendrá un mayor precio que la leña seca, pudiendo el cliente terminar pagando por agua en su compra. Por esta razón, se estima adecuada la promoción de otras unidades de medida, ligadas al volumen del combustible comprado, que evitarían estas distorsiones. De esta forma, esta medida generaría ahorro en el cliente, evitando pagar más por combustible con mayores contenidos de humedad.

Finalmente, cabe mencionar que esta medida no fue evaluada cuantitativamente, debido a lo limitado que es este problema en la R.M. por las condiciones climáticas de la región, además de las complicaciones que generaría en un aspecto de venta tan informal, lo que transformaría en una medida de impacto muy limitado, y poco efectiva.

"Programa de recambio de equipos existentes por otros que cumplen la norma en sectores de menores ingresos", se evalúa respecto al caso base, es decir, aun no entrando en funcionamiento el PPDA.

Para efecto de evaluar este programa de recambio se procedió a evaluar, en forma aditiva, el programa de recambio para:

1. **Recambio de Salamandras:** en este caso, se realiza un programa de recambio a todas las salamandras de viviendas de niveles D y E, lo que asciende a un total de 17.198 salamandras, en el Gran Santiago, periferia urbana y periferia rural, las que son reemplazadas por equipos de doble cámara que cumplen norma de emisiones y poseen eficiencias mayores. De esta forma pasan de tener equipos de eficiencias térmicas que bordean el 50% a equipos de doble cámara con eficiencias cercanas al 70%. Se asume que el recambio se realiza en 3 años, y sus resultados son evaluados hasta el año 2022.
2. **Estufas a leña simple (sin doble cámara):** en este caso, se realiza un programa de recambio a todas las estufas simples de viviendas de niveles D y E, lo que asciende a un total de 2.791 equipos, en el Gran Santiago, periferia urbana y periferia rural, las que son remplazadas por equipos de doble cámara que cumplen norma de emisiones y poseen eficiencias mayores. Se asume que el recambio se realiza en 3 años, y sus resultados son evaluados hasta el año 2022.
3. **Calefactores a leña de doble cámara con una antigüedad superior a 8 años:** en este caso, se realiza un programa de recambio a todos los calefactores de doble cámara antiguos, que ya tengan 8 o más años de viviendas de niveles D y E, lo que asciende a un total de 5.791 equipos, en el Gran Santiago, periferia urbana y periferia rural, las que son remplazadas por equipos de doble cámara que cumplen norma de emisiones y poseen eficiencias mayores. Se asume que el recambio se realiza en 3 años, y sus resultados son evaluados hasta el año 2022.

Estos escenarios se evaluaron para las tres zonas, es decir, Gran Santiago, Periferia Urbana y Periferia Rural, lo que permite identificar los efectos en cada una de estas zonas.

El desarrollo de un programa de filtros catalíticos en artefactos a leña para cumplir con las normas de emisión, apunta a incentivar la adición de equipos catalizadores y/o filtros en los calefactores a leña de doble cámara usados normalmente. Estos equipos serían capaces de mejorar el proceso de combustión, reduciendo las emisiones y también el consumo de leña, ya que logran la combustión del humo producto de la combustión, a menor temperatura debido al catalizador. Para efectos de evaluar cuantitativamente esta medida, se procedió a estimar disminuciones de emisiones y de consumo energéticos obtenidos de la literatura, y costos de sistemas similares que se encuentran actualmente a la venta. De la misma forma que la medida anterior, se evaluó respecto al caso base, es decir, considerando que aún no se implementa el PPDA.

Para efectos de realizar la evaluación de esta medida, se procedió a considerar que se aplicaría una medida de adición de filtros catalíticos al 100% de los calefactores a leña de doble cámara, con una antigüedad mayor a un año, los que corresponden a un total de 56.756 equipos (esto ya que los más nuevos, poseen ya altas eficiencias y bajas emisiones, de forma que el efecto debería ser menor). Para este escenario se considera una reducción en emisiones de 26% de acuerdo a ensayos de laboratorio, y ahorros en consumo de leña del orden de 13%, de acuerdo a equipos certificados por la EPA. El horizonte de esta campaña tiene una duración de 5 años.

El congelamiento de equipos y/o la compensación de emisiones, apuntan a resolver el problema de las normas de emisión que, si bien en el corto plazo provocan una reducción de emisiones, no aseguran que en el mediano o largo plazo las emisiones no aumenten producto del crecimiento del parque, en este caso de calefactores a leña. Al día de hoy, se ha determinado que un 6,1% de las casas en zona urbana utiliza leña como combustible para calefacción y en la zona rural un 48,0%. Ver cuadro siguiente:

Tabla 8.2 N° viviendas que utilizan leña como combustible			
Zona	N° viviendas totales (1)	N° viviendas utilizan leña para calefacción (2)	% viviendas utilizan leña para calefacción (2)
Gran Santiago y Periferia Urbana	1.368.770	83.681	6,1%
Rural	66.578	31.927	48,0%

Fuentes: (1) Pre-censo 2011 (2) Encuesta CDT 2012.

Si se decide desarrollar una campaña para el correcto uso de la leña como combustible en artefactos que cumplan la norma de emisión, además se puede correr el riesgo de generar una migración desde la población que no ha considerado utilizar la leña hacia este sector. De este modo una eventual reducción de emisiones gracias al recambio, podría verse anulada con un incremento en el porcentaje de la población que utilice este combustible. Para evitar esta situación, se puede considerar la implementación de un "congelamiento de equipos" o de un sistema de compensación de emisiones. En el caso del congelamiento de equipos, cada comuna tendría que definir un número máximo de artefactos permitidos en ella, otorgados con el criterio de las viviendas actuales que utilizan este combustible y que por lo tanto tendrían este

"derecho adquirido". Una variante a esta modalidad es la compensación de emisiones, que en lugar de congelar el número de equipos, congela la emisión. Mediante esta variante, si a cada equipo existente, debidamente registrado, se le otorga un nivel de emisión de 2,5 g/h (nivel de la norma), al retirar este equipo, podría permitir el ingreso, de por ejemplo 2 equipos nuevos pero con niveles de emisión de 1,25 g/h cada uno. Esta medida debe ser evaluada desde el punto de vista de su factibilidad legal.

La prohibición del uso de leña para calefacción en algunas comunas, consistiría en aplicar esta medida en comunas urbanas con altos niveles de habitabilidad, como las comunas de Providencia y Santiago, que además tienen un bajo porcentaje relativo. En efecto, Santiago presenta sólo un 1,4% y Providencia tendría menos del 0,1%.

La capacitación y difusión en el uso de artefactos a leña, su mantención y compra de la leña, sería una medida que buscaría mejorar las actuales prácticas para una correcta operación de los calefactores a leña, considerando la mantención de los equipos, la operación de los equipos en forma óptima e incluyendo la selección de la leña, desde los tipos de leña a utilizar, hasta asegurarse que se adquiera leña seca, comprándola por unidad de volumen y no por unidad de peso. Esta medida es muy relevante tanto en emisiones como en energía, dado que una mala operación puede significar niveles de emisión hasta en 5 veces los niveles de emisión en condiciones óptimas.

Un aspecto relevante a considerar, es el sector donde desarrollar esta medida. En efecto, se considera más adecuado una difusión y capacitación focalizada en el sector rural donde por aspectos socioeconómicos son la única alternativa factible de calefacción que se dispone, y no a nivel masivo en que se corre el riesgo de incentivar el uso de este combustible en zonas urbanas. A pesar de esto, se procedió a evaluar tanto en las zonas rurales como urbanas, de forma de estimar la real relevancia de la medida.

En referencia a lo anterior, para efectos de evaluar esta medida, se procedió a revisar los resultados de la encuesta, y estimar los principales factores que pueden ser mejorados mediante campañas de difusión y capacitación. De acuerdo a esto, se observaron 2 grupos de viviendas que pueden ser objetos de campañas de formación:

- 1) Viviendas que declararon usar leña con un contenido de humedad superior al 30% en base húmeda: en este caso, se detectaron 5.947 viviendas de distintas zonas, que cumplen este requisito y pueden ser foco de campañas de capacitación. Para esto se asume campañas con una duración de 10 años (hasta el fin del período de evaluación) y una penetración de la campaña de no más del 30% de las viviendas que usan leña húmeda, durante estos 10 años, esto quiere decir, que sólo el 30% de la familias capacitadas pondrán en práctica los conceptos aprendidos, obteniendo los ahorros buscados.
- 2) Viviendas que declaran que más del 50% de la leña que usan, corresponde a podas y ramas: este combustible posee un poder calorífico menor que la leña seca tradicional, debido a que normalmente se consume en forma más húmeda y posee más corteza, lo que disminuye su poder calorífico. Si bien, no se puede esperar que la gente deje de usarla, si se pueden realizar campañas para promover su secado y correcto quemado. De esta forma, se detectaron 11.114 viviendas de distintas zonas, pero principalmente de las zonas rurales, que cumplen este requisito y pueden ser foco de campañas de capacitación. Para esto se asume campañas con una duración de 10 años (hasta el fin del período de evaluación) y una penetración de la campaña de no más del 30% de las viviendas que usan un porcentaje elevado de podas y ramas, durante estos 10 años, esto quiere decir, que sólo el 30% de la familias capacitadas pondrán en práctica los

conceptos aprendidos, obteniendo los ahorros buscados, que se estiman en un ahorro del 20% del consumo de leña si se quema correctamente y se seca el tiempo adecuado.

Un Programa para la aislación térmica de las viviendas, consiste en incentivar el reacondicionamiento térmico de viviendas de forma similar al que el MINVU ha aplicado desde el año 2009 a la fecha desde la VI a la XII Región. Esta medida busca disminuir los consumos de leña en viviendas que utilizan este combustible como medio de calefacción, mediante campañas de subsidios al reacondicionamiento de viviendas, que mejoren la aislación de las mismas, llevándolas a niveles de aislación similares a los de la reglamentación térmica del 2007.

Si se desea un ahorro energético y de emisiones, esta medida sólo tiene sentido en el caso que los hogares se encuentren en confort térmico, ya que si no se encuentran en este nivel, esta medida podría incentivar el mayor uso de leña, para llegar a este nivel. Sin embargo, se estima que debido al sustancial menor precio de la leña que los combustibles alternativos, y en especial en las zonas rurales donde un porcentaje importante de las casas posee auto recolección de leña, se realizará el supuesto de que las viviendas se encuentran cerca del punto de confort, y por consiguiente, cualquier mejora en la aislación de las viviendas, resultará en un menor consumo de leña o derivados.

Para efectos de evaluar la medida, se considera la aplicación de ésta, a todos los hogares que consuman leñas de los estratos socioeconómicos D y E, en las zonas periferia urbana y periferia rural, excluyéndose el Gran Santiago, debido a que la medida busca evitar el incentivo de uso en la ciudad. De esta forma, se evalúa un programa de reacondicionamiento a 24.917 casas, que disminuirían su consumo de leña en aproximadamente un 30% respecto a la línea base.

8.3 ANÁLISIS Y EVALUACION DE LAS MEDIDAS

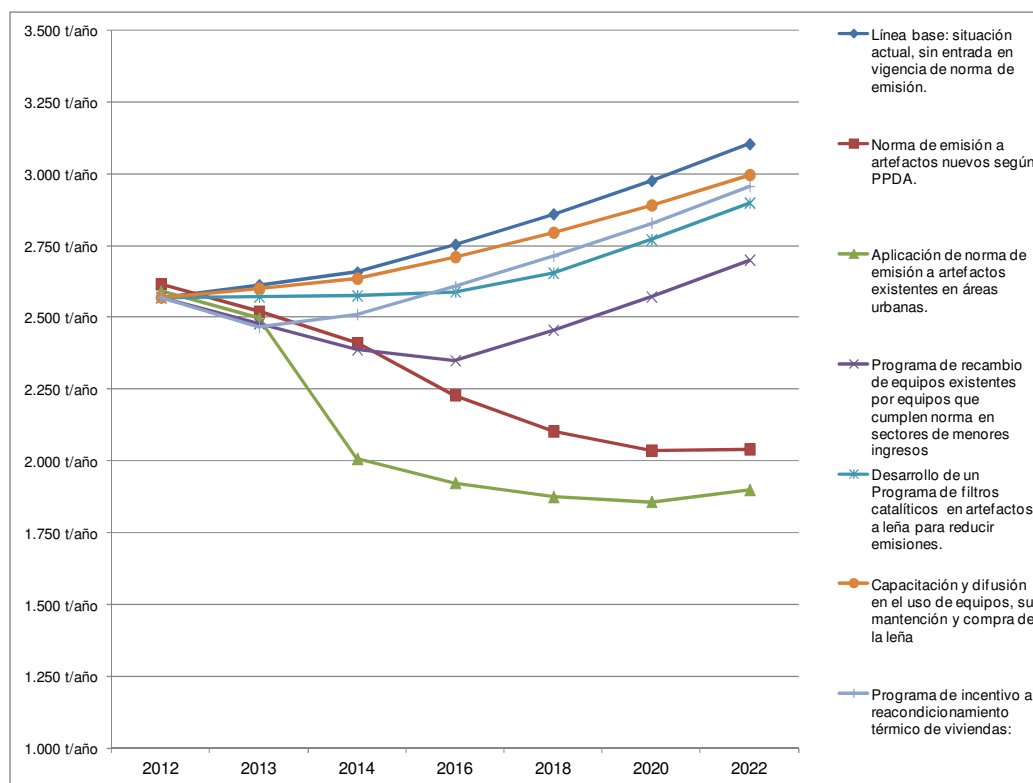
En primer lugar, se realiza un análisis conjunto de las distintas medidas, tanto en términos de emisiones como de energía. En segundo lugar, se realiza una evaluación para cada una de las medidas, considerando los siguientes aspectos:

- Factibilidad legal e institucional.
- Factibilidad social
- Resultado ambiental en reducción de emisiones
- Resultado en ahorro de eficiencia y ahorro energético
- Costos y beneficios para los usuarios de artefactos a leña
- Costos sector público asociado a implementación y fiscalización de la medida.
- Consideraciones cualitativas.

8.3.1 ANÁLISIS CONJUNTO DE LAS MEDIDAS ANALIZADAS

En términos cuantitativos, el siguiente cuadro presenta la evolución de las emisiones de MP₁₀, para las distintas medidas

Figura 8-2 Proyección emisiones MP₁₀ (t/año) según medidas evaluadas



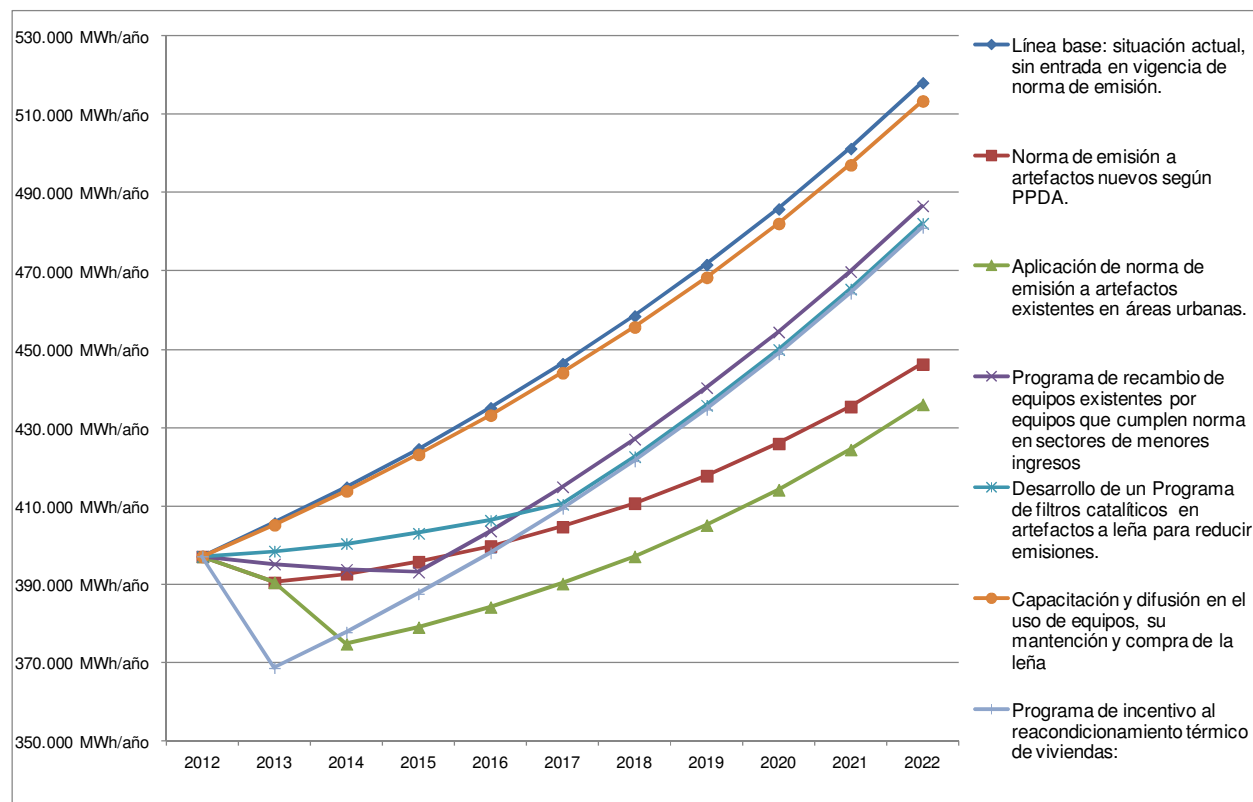
Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012

La línea base contempla un nivel de emisión de 2.643 t/año, cifra superior a lo determinado en anteriores inventarios de emisión, que realizaron estimaciones sin el desarrollo de una encuesta exhaustiva como ha sido en este estudio. A partir de las consideraciones de ingreso y retiro de artefactos, que se detallan más adelante, se ha determinado que en 10 años sin las medidas que se busca implementar, las emisiones aumentarían hasta 3.103 t/año, esto significaría un aumento del 21%.

En términos energéticos, las medidas propuestas tienen menor efecto en la reducción del consumo de energía, que en relación a la disminución de emisiones. Esto se debe principalmente a que las medidas tienen un efecto limitado en el consumo energético de las viviendas, ya que aunque los habitantes migren a tecnologías muy eficientes, los ahorros en consumo de leña no superan el 30% en el mejor de los casos. Adicionalmente a esto, de acuerdo a lo que se comentó previamente respecto a los supuestos de la línea base, seguirá existiendo un incremento en el stock de calefactores a leña, en especial en los sectores periféricos, debido al menor costo del combustible, lo que hace que más del 80% de los encuestados declare que seguirá usando leña a futuro.

A continuación se pueden apreciar los efectos en el consumo energético de la R.M. de cada una de las medidas evaluadas:

Figura 8-3 Proyección consumo de energía (MWh/año) según medidas evaluadas



Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012

En el gráfico anterior, se puede ver el mayor efecto que tendrán la aplicación de las normas de emisión a artefactos nuevos y existentes, los que presentan un cambio en la pendiente de crecimiento del consumo energético, a diferencia de las medidas voluntarias, que siguen la curvatura de la línea base. Esto se explica por el cambio que se experimentaría en el parque de calefactores en el caso sea exitosa la implantación de la norma de emisiones, lo que empezaría a hacer migrar las tecnologías existentes a tecnologías eficientes. Esto sería diferente para las medidas voluntarias, las que tendrían un efecto acotado en un número limitado de equipos, volviéndose después de estas campañas al comportamiento normal de la línea base.

Cabe señalar que en esta línea base se ha considerado las emisiones y el consumo energético de brasero de calderas a leña. En ambos casos, no se contempló ninguna medida tendiente a reducir las emisiones, pues en el primer caso no corresponden a artefactos a leña, y en el segundo caso, debiesen aplicarse las normas de emisión asociadas a calderas que corresponden a fuentes fijas.

Finalmente, se procedió a evaluar las medidas de acuerdo a su factibilidad económica ya que éstas presentan disminuciones en las emisiones de material particulado y en el consumo energético, lo que se traduce en beneficios económicos y sociales para la región. Por otra parte, también existen costos asociados a la fiscalización, remplazo de equipos, capacitación, etc. que deben ser considerados en conjunto con los ahorros antes mencionados de forma de priorizar aquellas medidas más factibles de implementar.

Para efectos de evaluar económicamente las medidas, se procedió a estimar el valor actual neto social de ellas (VANS), en un horizonte de 10 años, considerando los beneficios y costos de cada una de ellas respecto al caso base mencionado anteriormente, incluyendo tanto los ahorros generados por el menor consumo de leña, como también los beneficios sociales asociados a la reducción de emisiones lograda. Aquellas medidas que presentan un mayor VANS, son aquellas que presentan una mejor valoración económica social.

Cabe destacar que el beneficio social más relevante tiene que ver con la reducción de emisiones, lo cual provoca una reducción en los niveles de calidad del aire. Para efectos de evaluación, se consideró un valor de US\$ 100.000 anuales por reducción de una tonelada anual de MP_{10} , cifra utilizada en AGIES del anteproyecto de norma de emisión para artefactos de uso residencial que combustionan con leña y otros combustibles de biomasa de mayo 2007. En contraposición a esto, los beneficios económicos privados asociados al menor consumo energético tienen una menor relevancia en el VANS como resultado del bajo costo comercial de la leña.

Tabla 8.3 Valor actual neto social de medidas evaluadas		
Nombre medida	VANS MMUS\$	Prioridad medidas
Norma de emisión a artefactos nuevos según PPDA	320	2
Norma de emisión a artefactos nuevos en la R.M. y a existentes en áreas urbanas	439	1
Programa de recambio de equipos existentes por equipos que cumplen norma	192	3
Desarrollo de un programa de filtros catalíticos en artefactos a leña	80	4
Capacitación y difusión en el uso de equipos, su mantención y compra de la leña	29	5
Programa de incentivo al reacondicionamiento térmico de viviendas	-2	6

De acuerdo a la tabla anterior, las medidas enfocadas a la aplicación del plan de normas de emisión a artefactos nuevos y existentes, son las que poseen una mayor valoración en términos de VANS, como resultado del mayor beneficio social estimado por la reducción de emisiones de estas medidas.

En segundo lugar se encuentra la aplicación del PPDA sólo a artefactos nuevos, y finalmente las medidas de aplicación voluntaria, donde el programa de recambio de equipos muestra ser la más atractiva, en comparación a las de incorporación de filtros catalíticos o las de capacitación respecto al correcto uso de la leña.

Finalmente la única medida que presenta un VANS negativo corresponde a la de incentivo al reacondicionamiento térmico, lo que se debe a sus mayores costos de implementación que las anteriores.

8.3.2 ANÁLISIS INDIVIDUAL DE CADA MEDIDA

8.3.2.1 Evaluación de la medida "Norma de emisión a artefactos nuevos"

- a. Factibilidad legal e institucional. Corresponde a la aplicación del artículo 102 del Decreto 66 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, del año 2009, el cual revisa, reformula y actualiza el Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana (PPDA). Esta norma será exigible transcurridos 18 meses después que entre en vigencia la normativa que atribuya competencia a un órgano de la Administración del Estado para fiscalizar la norma de emisión de los artefactos para combustión de leña y otros dendroenergéticos, esto es, aproximadamente en enero del año 2014, ya que la normativa en comento, esto es, la Ley N°20.586 que atribuye competencia a la Superintendencia de Electricidad y Combustibles para la fiscalización antes referida, **fue tomada de razón el día 7 de mayo de 2012, y será publicada en el Diario Oficial, comenzando a regir dentro de los próximos días**. Este aspecto es muy relevante porque se requiere de una entidad que verifique que los artefactos que se venden en la Región Metropolitana, cumplan la respectiva norma de emisión. Para ello, se requerirá diseñar un sistema de certificación de equipos, ya sea verificando que el modelo importado tenga el respectivo certificado de emisiones emitido por una institución internacional reconocida, o en su defecto, para equipos fabricados nacionalmente, estos puedan ser testados con mediciones a realizar por laboratorios de medición debidamente acreditados. Además de la fiscalización a proveedores, se debe considerar la fiscalización a los usuarios. Atribuciones de fiscalización tendría la Seremi de Salud Región Metropolitana sin perjuicio de las atribuciones específicas que las ordenanzas municipales otorguen a los Inspectores Municipales y Carabineros de Chile en esta materia. El "peso de la prueba" de disponer de equipos que cumplan la norma, debiese estar en los propios usuarios, quienes deberían contar con un permiso municipal, entregando el certificado de emisión del modelo. De este modo, en caso de recibir una visita inspectora, debería mostrar el certificado del permiso municipal en que se consigna el modelo de equipo, para la dirección de la vivienda.

En conclusión, es legal la aplicación de la medida y no existe inconveniente para su aplicación, ya que entrará en vigencia dentro de poco la Ley N°20.586, antes señalada que le atribuye competencia para fiscalizar la norma a la Superintendencia de Electricidad y Combustibles. Mas antecedentes de la factibilidad legal de esta medida se encuentra en el anexo: "Factibilidad legal e institucional Medidas Propuestas"

- b. Factibilidad social. En sectores de menores recursos, el acceso a adquirir artefactos que cumplan norma de emisión es más difícil, así como también la fiscalización de la medida. Por otra parte, en comunas de mayores recursos, esta medida es plenamente factible, en la medida que se desarrolle un sistema de fiscalización con un diseño institucional como el propuesto.
- c. Resultado ambiental en reducción de emisiones. La reducción de emisiones en comparación con la línea de base, se presenta en la figura "Proyección emisiones MP₁₀ (t/año) según medidas evaluadas" del capítulo 8. Los principales supuestos de evaluación son los siguientes: el 100% de los equipos nuevos que ingresan cumplen con la norma de emisión, y a su vez hay un retiro paulatino de los equipos existentes que no cumplen norma, estimado en un 6,7% anual. Se observa que esta medida significaría reducir las emisiones en 577 t/año, en un horizonte de 10 años, logrando reducir las emisiones de este sector en un 22%.

- d. Resultado en eficiencia y ahorro energético. El ahorro de energía logrado respecto de la línea de base se iría incrementando a medida que el parque existente de calefactores va migrando a calefactores que cumplen norma. En la siguiente tabla se puede apreciar, que el ahorro es mayor en las zonas periféricas, lo que se explica por el mayor crecimiento en equipos que experimentará en los próximos años, a diferencia del Gran Santiago, cuya tendencia es principalmente a la densificación, y no a crecimiento en viviendas unifamiliares

Tabla 8.4 Ahorro de la medida "Norma de emisión a artefactos nuevos" respecto a línea base

Zona\Proyección	2013	2015	2020	2022
Gran Santiago	0,82%	2,28%	4,92%	5,54%
Periferia Urbana	2,27%	6,11%	12,53%	14,14%
Rural	2,07%	5,55%	11,33%	12,76%
Total	1,67%	4,58%	9,68%	10,98%

Es importante mencionar que si bien parecen porcentajes bajos de ahorro energético, estos corresponden a ahorros en términos de leña que van desde las 1.700 t/año el 2013 a 14.000 t/año para el 2022 que corresponde al final del período de evaluación

- e. Costos y beneficios para los usuarios de artefactos a leña. El cambio de un equipo que no cumple norma a otro que cumple norma, tiene un costo privado relativamente bajo debido a la elección del consumidor de optar por un equipo de mejor tecnología respecto al existente en el mercado. Respecto a los beneficios a los usuarios, se pueden identificar los siguientes:
- Ahorro de combustible: el uso de tecnologías más eficientes conduce a una disminución en el consumo de leña, para obtener el mismo nivel de confort. De acuerdo a esto, se obtiene un beneficio de 0,21 US\$/kg de leña ahorrada, que corresponde al valor promedio de leña en la R.M. de acuerdo a este estudio
 - Menores emisiones de material particulado: la disminución en emisiones de material particulado genera un beneficio económico social para la población para el cual existen valores establecidos. En este contexto, se considera un beneficio económico de 100.000 US\$/ t de emisiones ahorradas por año, a base de datos obtenidos del AGIES anteproyecto de norma de emisión para artefactos de uso residencial que combustionan con leña y otros combustibles de biomasa de mayo 2007.
- f. Costos sector público asociado a implementación y fiscalización de la medida. El sector público debe considerar un diseño institucional, que permita asegurar a los consumidores que los proveedores de equipos efectivamente ofrecen equipos que cumplen con las normas de emisión. A su vez, los usuarios deben también estar sujetos a fiscalización, de manera que en caso de una inspección, pueden acreditar que cuentan con un artefacto que cumple con la norma de emisión.

Para lo anterior, se propone que se desarrolle un sistema de certificación de equipos, un sistema de fiscalización a proveedores y finalmente un sistema de registro de usuarios

que utilizan artefactos a leña, los cuales deben tener disponibles en caso de una fiscalización municipal o de otra entidad que se defina.

El costo de implementación de un primer año se estima en US\$ 1.000.000, que se desglosa, según se detalla a continuación.

Tabla 8.5 Estimación de costos para un diseño institucional de fiscalización de la medida “Norma de emisión a artefactos nuevos”	
Variable	Costo Anual (US\$)
Desarrollo sistema de certificación de equipos	200.000
Desarrollo sistema de fiscalización a proveedores de equipos	150.000
Desarrollo sistema de registro de usuarios que utilizan artefactos a leña	200.000
Desarrollo sistema de fiscalización a usuarios	150.000
Desarrollo de procedimientos de fiscalización según institución, incluyendo municipios y entidad superior	150.000
Definición de diseño institucional, considerando requerimientos humanos y materiales	150.000
Costo Total	1.000.000

El costo anual de fiscalización se estima en US\$ 432.000, considerando 6 inspectores, en base al siguiente cuadro.

Tabla 8.6 Estimación de costos de fiscalización de la medida “Norma de emisión a artefactos nuevos”	
Variable	Costo Anual (US\$)
Número de equipos a revisar en 1 año	15.000
Tiempo en revisión (incluye traslado)	0,5
Total horas 100%	7.500
Horas anuales inspector (5 meses del año)	880
Número Inspectores 100%	8,5
Número Inspectores 70%	6
Costo Inspector	48.000
Costo Operacional Total	288.000
Costos Administración	144.000
Costo Total	432.000

- g. Evaluación económica de la medida: los costos y beneficios económicos de las medidas, es posible evaluarlos de acuerdo a su valor neto presente a nivel regional, considerando el valor actualizado de los beneficios y costos de cada una de las medidas. Para realizar esto, se procedió a evaluar las medidas por un período de 10 años, de forma de estimar qué medidas presentan un valor actual neto mayor, y de esta forma priorizarlas en términos monetarios. El detalle de su cálculo aparece en el anexo "Cálculo línea base y medidas", y a continuación se presentan los principales resultados:

Tabla 8.7 Principales indicadores económicos de la medida "Norma de emisión a artefactos nuevos"	
Ítem	Valor (MUS\$/año)
Ahorro por menores emisiones	65.203
Ahorro por menor consumo energía	1.717
Total ahorros	66.920
Mayores costos fiscalización	595
Mayores costos usuarios	196
Total costos	791
VANS (10%)	320

8.3.2.2 Evaluación de la medida "Aplicación de norma de emisión a artefactos nuevos en la R.M. y a existentes en áreas urbanas"

- a. Factibilidad legal e institucional. Corresponde a la aplicación del artículo 147 del Decreto 66 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, del año 2009, el cual revisa, reformula y actualiza el Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana (PPDA), artículo que complementa y modifica el Decreto Supremo 811 del Ministerio de Salud, de 1993, el cual prohíbe el funcionamiento de chimeneas para calefacción en viviendas y establecimientos de la Región Metropolitana. Esta norma será exigible transcurrido 1 año después de que entre en vigencia la normativa especificada en la medida anterior, esto es, aproximadamente en enero del año 2015. Respecto a la factibilidad de esta medida, se reitera que la misma es parte de un Decreto Supremo vigente y su cumplimiento será obligatorio en cuanto transcurra el plazo indicado en la misma norma. La fiscalización de esta medida, al encontrarse dentro de lo establecido en Decreto Supremo 811 del Ministerio de Salud, de 1993, el cual prohíbe el funcionamiento de chimeneas para calefacción en viviendas y establecimientos de la Región Metropolitana, corresponde a la Seremi de Salud (R.M.), sin perjuicio de las atribuciones específicas que las ordenanzas municipales otorgan a los Inspectores Municipales y Carabineros de Chile en esta materia. Ahora bien, evidentemente que dentro de las facultades otorgadas a la Superintendencia de Electricidad y Combustibles por la Ley N°20.586 se deben entender incorporadas ésta. Al igual que en la medida anterior, el peso de la prueba debe recaer en el propio usuario, quién debiese registrar su equipo ante el municipio. De este modo, en caso de recibir una visita inspectora, el usuario debiese contar con el certificado del permiso municipal

en que se consigna el modelo de equipo, el nivel de emisiones en concordancia con la norma, y la dirección de la vivienda donde se ubica el equipo. Una medida, que podría incentivar el registro podría ser que aquellos que se inscriban antes de cierta fecha, podrían obtener un año más de plazo para renovar su artefacto si este no cumple la norma. Aún con un sistema eficiente de control, se considera difícil lograr un 100% de cumplimiento el primer año de vigencia de la norma.

En conclusión, es legal la aplicación de la medida y no existe inconveniente para su aplicación a contar del cumplimiento del plazo de un año después de que entre en vigencia la normativa especificada en la medida anterior, esto es, aproximadamente desde enero del año 2015. Más antecedentes de la factibilidad legal de esta medida se encuentra en el anexo: "Factibilidad legal e institucional de medidas propuestas".

- b. Factibilidad social. Ídem medida anterior: El uso de leña y de braseros, es el combustible más barato como calefacción. En sectores de menores recursos, se considera que el acceso a adquirir artefactos que cumplan norma de emisión es más difícil, así como también la fiscalización de la medida. Por otra parte, en comunas de mayores recursos, esta medida es plenamente factible, en la medida que se desarrolle un sistema de fiscalización con un diseño institucional como el propuesto.
- c. Resultado ambiental en reducción de emisiones. La reducción de emisiones en comparación con la línea de base, se presenta en la figura "Proyección emisión MP₁₀ (t/año) según Medidas Evaluadas". En este caso, se supone plena efectividad de la medida, logrando que el 100% de los equipos existentes en zona urbana se sacan de la siguiente forma: un 85% opta por equipos de doble cámara que cumplen norma y un 15% decide emigrar a otro combustible como gas licuado. Se observa que esta medida significaría reducir las emisiones en 691 t/año, en un horizonte de 10 años, logrando reducir las emisiones de este sector en un 27%.
- d. Resultado en eficiencia y ahorro energético. El ahorro de energía logrado respecto de la línea de base, de la misma forma que en el caso anterior, se iría incrementando a medida que el parque existente de calefactores vaya migrando a calefactores que cumplen norma, a lo que se suma la prohibición de uso de artefactos que no cumplen norma en el Gran Santiago. Esto genera un efecto adicional en el Gran Santiago, como se puede ver en la siguiente tabla, donde el ahorro pasa a ser mayor en esta zona, y sólo después de algunos años es alcanzado por las zonas periféricas, producto de su mayor crecimiento de viviendas.

Tabla 8.8 Ahorro respecto a línea base medida "Aplicación de norma de emisión a artefactos nuevos en la R.M. y a existentes en áreas urbanas"

Zona\Proyección	2013	2015	2020	2022
Gran Santiago	0,8%	13,8%	12,8%	12,2%
Periferia Urbana	2,3%	6,1%	12,5%	14,1%
Rural	2,1%	5,6%	11,3%	12,8%
Total	1,7%	8,6%	12,2%	13,0%

Es importante mencionar, que las medidas de obligatoriedad, como las dos primeras medidas tienen un mayor impacto en términos de eficiencia energética respecto a las medidas voluntarias, ya que generan un cambio estructural en el stock de artefactos existentes, lo que permite desacoplar el consumo energético respecto al caso base, lo que no se logra con medidas voluntarias.

- e. Costos y beneficios para los usuarios de artefactos a leña. En términos de costos para los usuarios, esta medida es similar a la anterior para el caso de los usuarios que adquieren por primera vez un calefactor o lo adquieren al final de la vida útil del anterior, ya que la adquisición de un equipo que no cumple norma a otro que cumple norma, tiene un costo privado relativamente bajo. Sin embargo, esto difiere en el caso de la prohibición de uso de equipos existentes que no cumplen norma, debido a que el usuario tendría que adquirir un equipo que no tenía considerado. Si se considera que esta medida se exige en las áreas urbanas y de acuerdo a las estimaciones de equipos futuros de acuerdo a cada medida, se remplazarían cerca de 40.000 equipos en los próximos años. Si se considera un costo por equipo de US\$ 450 (incluyendo instalación), el costo total para los usuarios de remplazo de equipos existentes sería del orden de US\$ 18 millones para todo el periodo.

En relación a los beneficios, se estiman de la misma forma que en la medida anterior, es decir, beneficios para toda la población debido a las menores emisiones de material particulado, y ahorros asociados al menor consumo de leña. Respecto al primero, se estiman ahorros anuales del orden de 87 MMUS\$ y en relación al menor consumo de leña, se estiman beneficios para los usuarios de aproximadamente 2,3 MMUS\$ al año.

- f. Costos sector público asociado a implementación y fiscalización de la medida. El sector público debe considerar un diseño institucional, que permita asegurar a los consumidores que los proveedores de equipos efectivamente ofrecen equipos que cumplen con las normas de emisión. Por otra parte, se propone que se desarrolle un sistema de certificación de equipos y un sistema de fiscalización a proveedores y finalmente un sistema de registro de usuarios que utilizan artefactos a leña, los cuales deben tener disponibles en caso de una fiscalización Municipal.

El costo de implementación un diseño institucional para un primer año, sería el mismo que el ya detallado en la medida anterior, estimado en US\$ 1.000.000

El costo anual de fiscalización se estima en US\$ 748.800, considerando 12 inspectores, en base al siguiente cuadro.

Tabla 8.9 Estimación de costos de fiscalización medida “Aplicación de norma de emisión a artefactos nuevos en la R.M. y a existentes en áreas urbanas”

Variable	Costo Anual US\$
Número de equipos	125.000
Tiempo en revisión (incluye traslado)	0,4
Total horas 100%	50.000
Horas anuales inspector (5 meses del año)	880
Número inspectores 100%	56,8
Número Inspectores propuesto	12
% a revisar en un año (1)	21%
Costo Inspector	48.000
Costo Operacional Total	576.000
Costos Administración	172.800
Costo total	748.800

(1) No se considera necesario una revisión de un 100% en 1 año, dado que los inspectores pueden apoyarse en inspectores municipales u otras entidades fiscalizadoras

- g. Evaluación económica de la medida: a continuación se presentan los principales resultados del análisis económico de las medidas:

Tabla 8.10 Principales indicadores económicos de la medida “Aplicación de norma de emisión a artefactos nuevos en la R.M. y a existentes en áreas urbanas”

Ítem	Valor (MUS\$/año)
Ahorro por menores emisiones	87.731
Ahorro por menor consumo energía	2.380
Total ahorros	90.111
Mayores costos fiscalización	912
Mayores costos usuarios	1.989
Total costos	2.900
VANS (10%)	439

8.3.2.3 Evaluación de la medida "Control de calidad de la leña"

- a. Factibilidad legal e institucional. Esta medida está focalizada en los proveedores de leña de la R.M., y no en los usuarios de leña. La institución que tendría atribución para fiscalizar la calidad de la leña que se vende sería la Superintendencia de Electricidad y Combustible. Sin embargo, para esto, la SEC tendría que tener atribuciones para fiscalizar la calidad de la leña que es vendida, es decir, poseer atribuciones no sólo sobre electricidad y combustibles gaseosos, sino también sobre combustibles sólidos y dendroenergéticos. Sin embargo, es importante mencionar, que la fiscalización de los comercializadores de leña presenta dificultades adicionales, al estar formado en más del 90% por vendedores informales y estacionales, de muy difícil fiscalización.

Respecto a la factibilidad de esta medida, la misma es parte de un Decreto Supremo vigente y su cumplimiento es obligatorio. Más antecedentes de la factibilidad legal de esta medida se encuentra en el anexo: "Factibilidad legal e institucional de medidas propuestas".

En conclusión, es legal la aplicación de la medida y no existe inconveniente para su aplicación.

- b. Factibilidad social. Esta medida, en términos sociales no presenta mayores implicancias a los usuarios de sectores socioeconómicos más bajos, ya que es una medida transversal que afectaría a los distribuidores de leña establecidos en la R.M. y por ende que abastecen a familias de todos los estratos. Una correcta fiscalización en términos de asegurar bajos contenidos de humedad en la leña que se vende a los hogares que la usan en la R.M. genera tanto menores emisiones de material particulado como también disminuye el consumo de leña y/o derivados.
- c. Resultado ambiental en reducción de emisiones. El utilizar leña húmeda en vez de seca, puede aumentar considerablemente las emisiones. El factor de aumento de emisiones se presenta en el siguiente cuadro:

Tabla 8.11 Factor de corrección por humedad de la leña		
Humedad (%)	Factor	Referencia
10	0,83	Environment Ontario
20	1,00	Environment Ontario
30	1,25	Environment Ontario
40	1,58	Environment Ontario
50	2,00	Environment Ontario

La siguiente tabla presenta lo que declararon los usuarios respecto de la leña que se consume para calefacción.

Tabla 8.12 Características de humedad de leña adquirida según encuesta

Humedad \ Zona	Gran Santiago Urbano	Urbano Periferia	Rural	Total	Porcentajes
Seca	42.969	37.879	30.687	111.535	91,7%
Húmeda	3.789	3.589	2.110	9.488	7,8%
Verde	346	252	-	598	0,5%
Totales	47.104	41.720	32.797	121.621	100%
%	39%	34%	27%	100%	

Fuente: Encuesta CDT 2012

Se puede observar que según los usuarios, un 8,3% consume leña húmeda o verde. Según lo cual se puede señalar que esta medida no tendría gran impacto, considerando que la Región Metropolitana tiene menores días de lluvia en comparación a las ciudades del sur de Chile.

- d. Resultado en eficiencia y ahorro energético. Las medidas tendientes a disminuir el contenido de humedad de la leña, permiten aumentar el poder calorífico, y por ende, se ahorra la energía que anteriormente se destinaba a la evaporación del agua presente en la leña. En términos concretos, se requiere una menor cantidad de leña, para obtener la misma cantidad de energía. De hecho, para variedades de madera dura (hardwood) como el eucaliptus, si la humedad pasa de 20% (considerado seco) a 40%, el poder calorífico disminuye en cerca de un 40%, como consecuencia, se requiere un 40% más de leña en kilos, para conseguir el mismo calor en la vivienda. De esta forma, el potencial de la medida está determinado por el porcentaje de usuarios de leña que declaran usar leña con mayores contenidos de humedad. De acuerdo al estudio "Estudio de Usos Finales y Curva de Oferta de Conservación de la Energía en el Sector Residencial de Chile", PPEE, 2009", la humedad promedio en la zona de Temuco y Padre de las Casas ascendía a 42% base húmeda, lo que implicaba un enorme potencial de mejora. A diferencia de este caso, de acuerdo a las respuestas de los usuarios de leña de la R.M. sólo el 8% declara usar leña húmeda, por lo que si se asume que mayores medidas de fiscalización pudiesen permitir que la totalidad de este 8% consuma leña seca, el ahorro potencial no supera los 21.000 MWh/año, lo que implica poco más del 5% del consumo energético de leña en la R.M. De esta forma, se puede ver que en la R.M. no sería una medida de gran impacto.

Sin embargo, si hay un porcentaje más elevado de usuarios que declaran usar poda y ramas como combustible, en especial en las zonas rurales, lo que si presenta un potencial de eficiencia energética y de disminución de emisiones, producto del mayor contenido de humedad que presenta, y el mayor impacto que podrían tener medidas de educación respecto al correcto almacenaje y período de corte de éstas. De hecho, en el sector rural, casi el 25% declara usar podas y ramas, lo que presenta un porcentaje importante del consumo del hogar.

8.3.2.4 Evaluación de la medida "Programa de recambio de equipos existentes por otros que cumplen la norma de emisiones"

- a. Factibilidad legal e institucional. El artículo 147 del Decreto 66 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, del año 2009, el cual revisa, reformula y actualiza el Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana (PPDA), que a su vez complementa y modifica el Decreto Supremo 811 del Ministerio de Salud, de 1993, el cual prohíbe el funcionamiento de chimeneas para calefacción en viviendas y establecimientos de la Región Metropolitana, establece que "transcurrido que sea un año a partir de la entrada en vigencia de la norma de emisión de material particulado a que se refiere el artículo 102 del Decreto Supremo 66, de 2009, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia -aproximadamente en enero del año 2015-, se prohíbe el uso en forma permanente de los calefactores que no cumplan con el nivel máximo ahí establecido, que se encuentren instalados en las áreas urbanas, definidas en los instrumentos de planificación territorial de la Región Metropolitana". La citada norma no es obligatoria en zonas rurales, sino que sólo se aplica a los artefactos que se encuentren instalados en la zona urbana de la Región Metropolitana.

En conclusión, con respecto a la factibilidad legal de esta medida, se requiere una modificación del Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana (PPDA), que a su vez modifique el Decreto Supremo 811 del Ministerio de Salud, de 1993, el cual prohíbe el funcionamiento de chimeneas para calefacción en viviendas y establecimientos de la Región Metropolitana, a través de un Decreto Supremo del Ministerio del Medio Ambiente que cumpla con los requisitos establecidos en los artículos 44 y 45 de la Ley 19.300, de Bases Generales del Medio Ambiente, que abarque, en cuanto al plan de recambio obligatorio de equipos existentes, las zonas rurales de la Región Metropolitana.

Por otra parte, respecto de las atribuciones y facultades del Gobierno Regional para promover proyectos de recambio de calefactores en zonas rurales de la Región Metropolitana, se puede mencionar en atención a lo señalado por el artículo 17 letra c de la ley 19.175, Orgánica Constitucional sobre Gobierno y Administración Regional, que señala que "serán funciones del gobierno regional en materia de ordenamiento territorial: ... c) Fomentar y velar por la protección, conservación y mejoramiento del medio ambiente, adoptando las medidas adecuadas a la realidad de la región, con sujeción a las normas legales y decretos supremos reglamentarios que rijan la materia", se estima que el Gobierno Regional tiene plena facultad para promover un plan de recambio voluntario de calefactores en la Región Metropolitana, de manera conjunta o independiente al Ministerio del Medio Ambiente..

- b. Factibilidad social. Si bien esta medida sería voluntaria, tendría que dirigirse a sectores de menores ingresos de manera que un subsidio les permitiría acceder a equipos de mejor tecnología. Se considera que sectores de mayores ingresos podrán adquirir equipos de mejor tecnología que cumplan norma sin necesidad de subsidio. De esta manera se procedió a evaluar la medida en viviendas de niveles socioeconómicos D y E.
- c. Resultado ambiental en reducción de emisiones. La reducción de emisiones en comparación con la línea de base, se presenta en la figura "Proyección emisiones MP₁₀ (t/año) según medidas evaluadas" del capítulo 8. Los principales supuestos de evaluación se detallan en el punto d) siguiente.

La reducción de emisiones respecto de la línea base sería de 404 t/año, en un horizonte de 10 años, sin embargo las emisiones aumentan en un 5% respecto de aquellas de 2012 producto de la tendencia en el aumento de emisiones de la línea base. Esto se ve más claramente en el la figura "Proyección emisiones MP₁₀ (t/año) según medidas evaluadas" del capítulo 8.

- d. Resultado en eficiencia y ahorro energético. Esta medida presenta diferente impacto, dependiendo del equipo al cual se le realiza el recambio. Como se mencionó anteriormente, en esta medida se evaluó aditivamente los siguientes escenarios de recambio de artefactos:
1. Recambio de Salamandras: las viviendas que reciben este recambio, pasan a aumentar la eficiencia térmica de sus equipos desde 50% a 70%, requiriendo un 29% menos de leña para obtener el mismo confort térmico. De esta forma se produce un ahorro en toneladas de leña que se estima para la R.M. en la siguiente tabla:

Tabla 8.13 Ahorro en leña respecto a línea base programa salamandras					
Área	Unidad	2013	2015	2020	2022
Gran Sgto. Urbano	t leña /año	366	1.097	1.097	1.097
Periferia Urbana	t leña /año	635	1.905	1.905	1.905
Rural	t leña /año	1.143	3.429	3.429	3.429
Total	t leña /año	2.144	6.432	6.432	6.432

El ahorro de energía se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 8.14 Ahorro en energía respecto a línea base programa salamandras					
Área	Unidad	2013	2015	2020	2022
Gran Sgto. Urbano	MWh/año	1.424	4.272	4.272	4.272
Periferia Urbana	MWh/año	2.473	7.420	7.420	7.420
Rural	MWh/año	4.452	13.355	13.355	13.355
Total	MWh/año	8.349	25.047	25.047	25.047

Lo anterior corresponde a casi un 5% respecto a todo el consumo energético de leña de la R.M.

2. Recambio estufas a leña simple: las viviendas que reciben este recambio, pasan a aumentar la eficiencia térmica de sus equipos desde 55% a 70%, requiriendo un 21% menos de leña para obtener el mismo confort térmico. De esta forma se produce un ahorro en toneladas de leña que se estima para la R.M. en la siguiente tabla:

Tabla 8.15 Ahorro en leña respecto a línea base programa estufas simples					
Área	Unidad	2013	2015	2020	2022
Gran Sgto. Urbano	t leña /año	187	562	562	562
Periferia Urbana	t leña /año	68	205	205	205
Rural	t leña /año	18	55	55	55
Total	t leña /año	274	822	822	822

El ahorro de energía se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 8.16 Ahorro en energía respecto a línea base programa estufas simples					
Área	Unidad	2013	2015	2020	2022
Gran Sgto. Urbano	MWh/año	730	2.190	2.190	2.190
Periferia Urbana	MWh/año	266	797	797	797
Rural	MWh/año	71	214	214	214
Total	MWh/año	1.067	3.201	3.201	3.201

3. Recambio anticipado de calefactores de doble cámara de más de 8 años: las viviendas que reciben este recambio, pasan a aumentar la eficiencia térmica de sus equipos desde 62% a 70%, requiriendo un 11% menos de leña para obtener el mismo confort térmico. De esta forma se produce un ahorro en toneladas de leña que se estima para la R.M. en la siguiente tabla:

Tabla 8.17 Ahorro en leña respecto a línea base programa calefactores doble comb. antiguos

Área	Unidad	2013	2015	2020	2022
Gran Sgto. Urbano	t leña /año	205	616	616	616
Periferia Urbana	t leña /año	35	105	105	105
Rural	t leña /año	31	94	94	94
Total	t leña /año	272	815	815	815

El ahorro de energía se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 8.18 Ahorro en energía respecto a línea base programa calefactores doble comb. antiguos

Área	Unidad	2013	2015	2020	2022
Gran Sgto. Urbano	MWh/año	800	2.400	2.400	2.400
Periferia Urbana	MWh/año	136	408	408	408
Rural	MWh/año	122	365	365	365
Total	MWh/año	1.058	3.174	3.174	3.174

Finalmente el ahorro de estas tres medidas de recambio aporta un ahorro energético en régimen, cercano al 8 % del consumo de energía de la R.M. y permite un ahorro de leña cercano a las 8.000 toneladas año.

- e. Costos y beneficios para los usuarios de artefactos a leña. Los beneficios asociados a esta medida se estiman en 36 MMUS\$ al año, por las menores emisiones de material particulado, y en 1,5 MMUS\$ al año debido al menor consumo de leña .
- f. Costos sector público asociado a implementación y fiscalización de la medida. Los costos para el sector público dependerán de la intención de llevar a cabo esta medida, financiando el 100% del recambio o sólo una parte. En cualquier caso, el costo total de recambio se estima en aproximadamente 12 MMUS\$, para el recambio de los casi 26.000 equipos durante todo el período de evaluación.

- g. Evaluación económica de la medida: a continuación se presentan los principales resultados del análisis económico de la medida:

Tabla 8.19 Principales indicadores económicos de la medida "Programa de recambio de equipos existentes por otros que cumplen la norma de emisiones"	
Ítem	Valor (MUS\$/año)
Ahorro por menores emisiones	36.357
Ahorro por menor consumo energía	1.512
Total ahorros	37.869
Costo programa recambio anualizado	1.565
Total costos	1.565
VANS (10%)	192

8.3.2.5 Evaluación de la medida "Programa de implementación de filtros catalíticos para lograr una reducción de emisiones y ahorro energético"

- Factibilidad legal e institucional. Esta medida no es regulatoria, por lo tanto su factibilidad depende de la decisión de los recursos a disponer y del diseño institucional de la medida que defina el organismo a carga de su implementación pudiendo ser el Ministerio de Medio Ambiente y/o el Ministerio de Energía. La forma de implementación puede ser similar a otras de recambio de equipos calefactores a leña.
- Factibilidad social. Si bien esta medida sería voluntaria, tendría más sentido que fuese dirigido a sectores de menores ingresos, dado que no tiene sentido desde el punto de vista social subsidiar a viviendas de mayor ingreso que pueden por si solos adquirir estas tecnologías. Para efectos de evaluación, se procedió a evaluar todos los niveles socioeconómicos, pero separando por estratos de forma de ver los efectos en cada uno.
- Resultado ambiental en reducción de emisiones. La reducción de emisiones en comparación con la línea de base, se presenta en la figura "Proyección emisión MP₁₀ (t/año) según Medidas Evaluadas". Los principales supuestos de evaluación se detallan en el punto d) siguiente.

La reducción de emisiones respecto de la línea base sería de 205 t/año, en un horizonte de 10 años, sin embargo las emisiones aumentan en un 13% respecto de aquellas de 2012 producto de la tendencia en el aumento de emisiones de la línea base. Esto se ve más claramente en la figura mencionada en el párrafo anterior.

- Resultado en eficiencia y ahorro energético. Como se mencionó en la descripción de la medida, se evalúan todos los equipos de doble cámara con antigüedad superior a un año, las que ascienden a 56.756 equipos. De acuerdo a esto, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 8.20 Ahorro en leña de medida "Programa de implementación de filtros catalíticos para lograr una reducción de emisiones y ahorro energético" respecto a línea base

NSE	Unidad	2013	2015	2020	2022
C1-C2- C3	t leña /año	1.208	4.833	6.042	6.042
D y E	t leña /año	635	2.539	3.174	3.174
Total	t leña /año	1.843	7.373	9.216	9.216

El ahorro de energía se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 8.21 Ahorro en energía de medida "Programa de implementación de filtros catalíticos para lograr una reducción de emisiones y ahorro energético" respecto a línea base

NSE	Unidad	2013	2015	2020	2022
C1- C2 - C3	MWh/año	4.705	18.822	23.527	23.527
D y E	MWh/año	2.472	9.889	12.361	12.361
Total	MWh/año	7.178	28.711	35.889	35.889

Lo anterior, implica que se podría llegar a ahorros de cerca de un 7% del consumo de energía en leña de la R.M., ya que para el año 2022 se estima en 518.000 MWh/año el consumo de energía por leña a nivel residencial.

- e. Costos y beneficios para los usuarios de artefactos a leña. Los beneficios asociados a esta medida se estiman en 16 MMUS\$ al año, por las menores emisiones de material particulado, y en 1,5 MMUS\$ al año debido al menor consumo de leña.
- f. Costos sector público asociado a implementación y fiscalización de la medida. Los costos de esta medida, en caso sean financiados en un 100% por recursos públicos, ascenderían a aproximadamente 15 MMUS\$ durante todo el período de evaluación, para lograr el remplazo de los más de 56.000 equipos que podrían ser utilizados en esta medida.
- g. Consideraciones cualitativas. Es importante considerar la aplicabilidad técnica y de operación de esta medida, ya que a diferencia de otras medidas, el uso de filtros catalítico presenta restricciones técnicas y formas de uso que deben ser tomados en consideración antes de llevarse a cabo, y eventualmente no pueden ser usados en todos los equipos.
- h. Evaluación económica de la medida: a continuación se presentan los principales resultados del análisis económico de la medida:

Tabla 8.22 Principales indicadores económicos de la medida “Programa de implementación de filtros catalíticos para lograr una reducción de emisiones y ahorro energético”

Ítem	Valor (MUS\$/año)
Ahorro por menores emisiones	16.376
Ahorro por menor consumo energía	1.535
Total ahorros	17.911
Costo programa anualizado	1.779
Total costos	1.779
VANS (10%)	80

8.3.2.6 Evaluación de la medida “Implementación de un sistema de compensación de emisiones”

- Factibilidad legal e institucional. El desarrollo de un sistema de compensación requiere de un diseño legal e institucional. Lo anterior, significaría a lo menos establecer un Decreto Supremo, similar al DS 4 y el PPDA 2010, para el desarrollo de un sistema de compensación de emisiones para el uso de artefactos a leña, con bases similares al que se diseñó para las emisiones de fuentes fijas. Mas antecedentes de la factibilidad legal se encuentran en el anexo: “Factibilidad legal e institucional de las medidas”.
- Factibilidad social. Un sistema de compensación puede tener mayor factibilidad en sectores medio y alto por el mayor costo en adquirir un permiso limitado. Por otra parte, también puede ser aplicable en sectores medios y bajos, en cuanto a que al disponer de un cupo de emisión, empresas que ingresan al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental sobre las 2,5 t/año de MP₁₀, deben compensar emisiones. De este modo, los interesados en acreditar reducciones de emisión podrán hacerlo, por ejemplo, financiando el recambio de equipos de mejor tecnología, siempre y cuando previamente se les acepte este procedimiento. Cabe señalar que ya existen iniciativas en este sentido en la zona de Concepción.
- Resultado ambiental en reducción de emisiones. El principal resultado a esperar es que las emisiones se reduzcan primero, y después no aumenten por el aumento del parque. Incluso, está latente el “peligro” que al difundir el uso de artefactos a leña que cumplen norma de emisión, el comportamiento de la población cambie y de un 6% que utiliza este combustible en zona urbana, se incremente por ejemplo a un 15%, lo cual sería negativo en términos ambientales. Cabe recordar que las emisiones actuales de 2.643 t/año son del orden de 2,5 veces el sector industrial de la R.M.
- Resultado en ahorro de eficiencia y ahorro energético. En relación al consumo energético, el resultado tiene dos aristas: el parque existente y los usuarios que ya no podrán usar equipos a leña, que tendrán que usar una tecnología o combustible alternativo. En el primer caso, se estima que un congelamiento de emisiones, puede generar menor consumo de leña, y por ende de energía en el parque existente. Esto, porque los certificados de emisiones se transformarían en un bien escaso, siendo rentable adquirir tecnologías de menores emisiones y por ende de mayor eficiencia

térmica, de forma de maximizar el uso del cupo disponible en emisiones. En el segundo caso, por otro lado, los nuevos usuarios que habrían deseado usar equipos a leña, se verían imposibilitados por ley, quedando la alternativa sólo de usar otros combustibles, cuyo consumo energético final puede depender de muchos factores, por lo que no es claro que exista un ahorro energético en términos globales.

- e. Costos y beneficios para los usuarios de artefactos a leña. Los usuarios actuales que recibirían un cupo de emisión serían los beneficiarios y podrían tomar la decisión de continuar ocupando estos equipos o bien vender este "derecho" a otros. Por otra parte usuarios nuevos tendrían que comprar este permiso aumentando su costo.
- f. Costos sector público asociado a implementación y fiscalización de la medida. . El diseño de un sistema de compensación de emisiones se estima en US\$ 500.000 y se puede aprovechar la experiencia adquirida en los sistemas de compensación de emisiones de Fuentes Fijas y en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. El costo de fiscalización es marginal frente a los costos ya estimados en las medidas asociadas a normas de emisión para artefactos nuevos y existentes.
- g. Consideraciones cualitativas. Actualmente la compensación de emisiones opera para fuentes fijas que emiten del orden de 1.000 t/año. Se ha estimado en 2.643 t/año las emisiones de este sector, por lo tanto un plan de reducción de emisiones junto con un sistema de compensación de emisiones se visualiza como una medida importante de evaluar desde este punto de vista.

8.3.2.7 Evaluación de la medida "Prohibición del uso de leña como artefacto de calefacción en algunas comunas"

- a. Factibilidad legal e institucional. el artículo 103 del Decreto 66 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, del año 2009, el cual revisa, reformula y actualiza Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana (PPDA), establece que dentro de la Región Metropolitana solo se podrá comercializar leña seca, lo que excluye, a contrario sensu, la comercialización de leña húmeda. En el mismo sentido, existen Ordenanzas Municipales, tales como Las Condes y Lo Barnechea que establecen que "los equipos de calefacción sólo podrán utilizar leña seca, y no podrán usar otro combustible...". Sin embargo, no existe legislación vigente, de aplicación general ni municipal, que prohíba el uso de la leña como combustible, incluyendo la leña seca.

Respecto a la factibilidad de esta medida, sí es posible la dictación de un Decreto Supremo de aplicación regional (zona latente o saturada), que prohíba la utilización de leña como combustible. En el caso de la Región Metropolitana, bastaría con una modificación del Decreto 66 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, del año 2009, el cual revisa, reformula y actualiza el Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana (PPDA), o la dictación de una nueva norma, ambas opciones a través de un Decreto Supremo del Ministerio del Medio Ambiente que cumpla con los requisitos establecidos en los artículos 44 y 45 de la Ley 19.300, de Bases Generales del Medio Ambiente y que prohíba en forma absoluta la comercialización y el uso de la leña como combustible.

Nuestros tribunales han considerado que medidas parecidas a ésta son plenamente constitucionales, legales, no discriminatorias (principio de "la igualdad entre iguales") y que

la autoridad ha procedido dentro de sus atribuciones atendiendo al bien común, la seguridad y salud ciudadanas, dentro del marco de la garantía máxima constitucional de "vivir en un medio ambiente libre de contaminación". Así lo ha entendido también el Tribunal Constitucional, que, por fallo de 26 de junio de 2001, rechazó un requerimiento de un conjunto de senadores por inconstitucionalidad del D. S. N° 20, M. Segpres, de 12 abril de 2001, que aplicó restricción a vehículos con catalizador en situaciones de emergencia ambiental, sosteniendo, entre otros considerandos, que tal medida u otras que la autoridad determine "miran a la preservación de la salud y, a la postre, a la conservación de la vida humana" (Considerando 43°) y "destinada a proteger el derecho más preciado de los asegurados por nuestro Código Político, cual es la vida humana y la integridad física y psíquica de las personas" (Considerando 46°).

En conclusión, la medida aplicable sólo a ciertas comunas no parece legal ni constitucional, por tener elementos de discriminación evidentes, salvo que científicamente se pudiera demostrar que esa comuna contribuye en lo específico con el problema y que puede discriminarse con respecto a otras, situación que estimamos imposible. Al contrario, se estima que una medida de esas características aplicable a toda la Región Metropolitana sí es factible legal y constitucionalmente, por los argumentos expuestos en los párrafos anteriores.

Asimismo, respecto de las atribuciones y facultades del Gobierno Regional para prohibir en forma absoluta la comercialización y el uso de la leña como combustible, se considera que de acuerdo a lo establecido en los artículos 44 y 45 de la Ley 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente, solo corresponde a la autoridad ambiental dictar una norma en tal sentido, careciendo el Gobierno Regional de tales atribuciones.

- b. Factibilidad social. Esta medida puede ser factible en comunas con poca participación y alta densidad poblacional como Providencia y Santiago Centro.
- c. Resultado ambiental en reducción de emisiones. La práctica de esta medida podría hacer reducir a 0 las emisiones en las comunas donde se implemente esta medida.
- d. Resultado en ahorro de eficiencia y ahorro energético. En el caso de prohibición, el resultado a esperar es que los usuarios que antiguamente usaban leña, se verían imposibilitados por ley, quedando la alternativa sólo de usar otros combustibles, cuyo consumo energético final puede depender de muchos factores, por lo que no es claro que exista un ahorro energético en términos globales.
- e. Costos y beneficios para los usuarios de artefactos a leña. No se puede definir un beneficio para usuarios que se vean obligados a dejar de usar estos artefactos, sin embargo, el beneficio sería social debido al menor nivel de emisiones.
- f. Costos sector público asociado a implementación y fiscalización de la medida. El costo de fiscalización sería marginal en comparación a las dos primeras.

8.3.2.8 Evaluación de la medida "Capacitación y difusión en el uso de artefactos a leña"

- a. Factibilidad legal e institucional. Esta medida no tiene requisitos legales, sino sólo requiere definir la institución a cargo de desarrollar este programa que puede ser el Ministerio del Medio Ambiente, el Ministerio de Energía o la Superintendencia de Electricidad y Combustible. De acuerdo a la asesoría jurídica, sin perjuicio de que es factible la dictación de una norma para la aplicación de esta medida, no parece necesaria la existencia de una norma específica para esto, por lo cual sólo debe ser aplicada.
- b. Factibilidad social. La aplicación de esta medida tiene más sentido en zonas rurales que presentan mayores niveles de consumo de leña y mayores niveles de recolección, de forma que la calidad del combustible que utilizan puede variar mucho en términos de la especie, humedad y por ende el poder calorífico. De esta forma, campañas de capacitación pueden tener un mayor impacto en términos de reducción de emisiones y menor consumo energético, al enfocarse al correcto almacenaje, correcta elección de leña seca, etc. Otro argumento a favor de realizar estas campañas en zonas rurales se refiere a que existe una mayor dificultad de obtener otro tipo de combustibles para calefacción, los que se encuentran más alejados de los hogares y a mayores precios, por lo que la migración a otros combustibles es más difícil.

- c. Resultado ambiental en reducción de emisiones. Los aspectos que más afectan el aumento de emisiones son:

- Humedad de la leña
- Operación del equipo calefactor (entrada de aire, temperatura del equipo, etc.)

La reducción de emisiones respecto de la línea base significaría reducir las emisiones en 107 t/año, en un horizonte de 10 años, sin embargo no impide que las emisiones aumenten en un 17% respecto de aquellas de 2012 producto de la tendencia en el aumento de emisiones de la línea base. Esto se ve más claramente en la figura "Proyección emisiones MP₁₀ (t/año) según medidas evaluadas" del capítulo 8.

- d. Resultado en ahorro de eficiencia y ahorro energético De acuerdo a la evaluación de esta medida, y asumiendo un 30% de penetración en el público potencial (usuarios de leña húmeda y de altos porcentajes de podas y ramas), se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 8.23 Ahorro en leña de medida "Capacitación y difusión en el uso de artefactos a leña" respecto a línea base

Área	Unidad	2013	2015	2020	2022
Gran Sgto. Urbano	t leña /año	16	66	148	181
Periferia Urbana	t leña /año	61	246	553	676
Rural	t leña /año	80	319	719	879
Total	t leña /año	158	631	1.420	1.735

El ahorro de energía se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 8.24 Ahorro en energía de medida "Capacitación y difusión en el uso de artefactos a leña" respecto a línea base

Área	Unidad	2013	2015	2020	2022
Gran Sgto. Urbano	MWh/año	63	252	567	693
Periferia Urbana	MWh/año	187	747	1.682	2.055
Rural	MWh/año	214	855	1.925	2.352
Total	MWh/año	464	1.855	4.173	5.101

Se puede apreciar que el efecto es considerablemente mayor en las zonas rurales, que son las que declaran usar un mayor porcentaje de podas y ramas, que poseen poderes caloríficos menores. Por lo tanto, un correcto secado y almacenaje puede mejorar considerablemente el rendimiento en el uso de artefactos a leña. De esta forma, tiene más efectividad dirigir esta medida a sectores rurales, ya que poseen mayores consumos y al mismo tiempo tienen mayor potencial de mejoras por las razones ya señaladas.

- e. Costos y beneficios para los usuarios de artefactos a leña. Los beneficios asociados a esta medida se estiman en 5,8 MMUS\$ al año, por las menores emisiones de material particulado, y en 180 MUS\$ al año debido al menor consumo de leña
- f. Costos sector público asociado a implementación y fiscalización de la medida. Los costos estimados para realizar capacitación directamente a los hogares se estiman en 50 US\$/vivienda, lo que asciende a un gasto de aproximadamente 80 MUS\$/año para capacitar 17.000 hogares en los próximos 10 años que duraría la campaña. Cabe señalar que no se considera conveniente realizar campañas masivas de difusión, puesto que podrían incentivar el mayor uso, de este modo, la campaña debe estar dirigida a los usuarios que actualmente utilizan leña, de forma que ellos la manejen de forma más eficiente.
- g. Evaluación económica de la medida: a continuación se presentan los principales resultados del análisis económico de la medida:

Tabla 8.25 Principales indicadores económicos de la medida “Capacitación y difusión en el uso de artefactos a leña”	
Ítem	Valor (MUS\$/año)
Ahorro por menores emisiones	5.861
Ahorro por menor consumo energía	181
Total ahorros	6.042
Costo programa anual	78
Total costos	78
VANS (10%)	29

8.3.2.9 Evaluación de la medida “Programa para la aislación térmica de la vivienda”

- Factibilidad legal e institucional. Este programa se puede desarrollar de manera similar al subsidio impulsado por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo para viviendas desde la VI a La XII Región, donde mediante el DS N° 255/2006, V. y U. (Título II del Programa de Protección del Patrimonio Familiar) se postula el proyecto de partidas de acondicionamiento térmico por un monto de UF 100 por vivienda. De acuerdo a la asesoría jurídica, existe la factibilidad legal para promover un programa de aislación térmica que reduzca el uso de la leña como combustible e incluso la ley establece que un determinado organismo, en este caso el Ministerio del Medio Ambiente, debe encargar estudios para la aplicación de esta alternativa, alternativa que sería ejecutada en conjunto por los Ministerios de Vivienda y Urbanismo y el Ministerio del Medio Ambiente. Lo anterior, es sin perjuicio de las normas ya existentes en la materia. Más antecedentes de la factibilidad legal se encuentran en el anexo: “Factibilidad legal e institucional de las medidas.
- Factibilidad social. El proceso de postulación se puede realizar mediante fichas de caracterización del estado original de la vivienda gestionadas por una EGIS o Psat.
 Como se explica en la descripción de esta medida, el subsidio de reacondicionamiento estaría enfocado en los estratos socioeconómicos D y E, de las zonas periferia urbana y periferia rural, como una forma de desincentivar el uso en el Gran Santiago, ya que si se propusieran incentivos de reacondicionamiento en la ciudad, podría existir una tendencia a usar leña para obtenerlos.
- Resultado ambiental en reducción de emisiones El impacto ambiental está dado por el menor requerimiento de leña para calefacción al evitar pérdidas de calor en las viviendas reacondicionadas.

La reducción de emisiones respecto de la línea base se presente en la siguiente tabla:

Tabla 8.26 Estimación reducción emisiones para medida "Programa para la aislación térmica de la vivienda"

Zonas periferia urbana y rural (estratos D y E)	Número equipos	Reducción unitaria kg/año	Reducción t/año
Salamandras	13.945	6	81
Doble cámara	9.055	6	54
Estufas simple	793	6	5
Brasero	609	2,1	1
Cocina a leña	485	6	3
Total	24.887		146,9

Según el cuadro anterior, se logra una reducción de 146,9 t/año, nivel de emisión marginal respecto de las 2.643 t/año de la línea base que en 10 años aumenta a 3.100 t/año. Según lo anterior, este programa por sí sólo no impide que las emisiones aumenten en un 15% respecto de aquellas de 2012 producto de la tendencia al aumento de emisiones de la línea base. Esto se ve con mayor claridad en la figura "Proyección emisión MP₁₀ (t/año) según medidas evaluadas".

- d. Resultado en ahorro de eficiencia y ahorro energético El ahorro energético se ha estimado considerando una disminución del 30% de la demanda energética de calefacción (a partir del clima de la Región Metropolitana, el tamaño de las viviendas, y el estado original de ellas), lo que ha dado la siguiente proyección:

Tabla 8.27 Ahorro en leña de medida "Programa para la aislación térmica de la vivienda" respecto a línea base

Área	Unidad	2013	2015	2020	2022
Gran Stgo Urbano	t leña /año	0	0	0	0
Periferia Urbana	t leña /año	4.086	4.086	4.086	4.086
Rural	t leña /año	5.410	5.410	5.410	5.410
Total	t leña /año	9.495	9.495	9.495	9.495

El ahorro de energía se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 8.28 Ahorro en energía de medida "Programa para la aislación térmica de la vivienda" respecto a línea base

Área	Unidad	2013	2015	2020	2022
Gran Stgo Urbano	MWh/año	0	0	0	0
Periferia Urbana	MWh/año	15.910	15.910	15.910	15.910
Rural	MWh/año	21.066	21.066	21.066	21.066
Total	MWh/año	36.976	36.976	36.976	36.976

Se puede apreciar que esta medida permitiría ahorrar del orden del 9% respecto a la línea base del consumo de energía, lo que hace que sea una medida interesante. Sin embargo, como se verá en el siguiente punto, es una medida de alto costo, en comparación a las otras medidas analizadas.

- e. Costos y beneficios para los usuarios de artefactos a leña. Los beneficios asociados a esta medida se estiman en 15 MMUS\$ al año, por las menores emisiones de material particulado, y en 2 MMUS\$ al año debido al menor consumo de leña.

Sin embargo, es importante aclarar que existen beneficios adicionales de esta medida, ya que incrementan el confort térmico de la vivienda, generando beneficios a la salud de los habitantes, al disminuir los riesgos de resfríos y enfermedades invernales.

- f. Costos sector público asociado a implementación y fiscalización de la medida. Los costos estimados para realizar los subsidios de reacondicionamiento se estiman, de acuerdo a la experiencia en otras regiones, en 100 UF/vivienda. Esto implicaría la medida más cara de las aquí evaluadas, requiriéndose una inversión del orden de 105 MMUS\$ para lograr llevar a cabo reacondicionamiento térmico en las casi 25.000 viviendas evaluadas.

- g. Evaluación económica de la medida: a continuación se presentan los principales resultados del análisis económico de la medida:

Tabla 8.29 Principales indicadores económicos de la medida "Programa para la aislación térmica de la vivienda"

Ítem	Valor (MUS\$/año)
Ahorro por menores emisiones	14.690
Ahorro por menor consumo energía	1.977
Total ahorros	16.667
Costo programa anual	15.483
Total costos	15.483
VANS (10%)	-2

9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados de la encuesta CDT 2012 a consumidores de leña, realizada en forma presencial en las 52 comunas de la región, indica que hay 119.731 casas que consumen leña y/o sus derivados en la Región Metropolitana, que corresponde al 8,3% del total de casas o al 5,3% del total de viviendas de la región. Al desagregar el 8,3% se tiene, 0,5% consume exclusivamente carbón y el 7,8% leña en sus diferentes derivados. Se puede destacar, que el porcentaje que utiliza leña en la periferia urbana (25%) y rural (51%), es muy superior al Gran Santiago (3,9%).

Así, aun cuando en el área rural las viviendas representan sólo el 4,6% de las viviendas, se tiene que a grandes rasgos, un tercio se consume en el área urbana, otro tercio en la periferia urbana y un último tercio en el sector rural. Lo cual significa que los niveles de emisión siguen estas mismas proporciones.

A partir de lo anterior, se puede concluir que una política pública eficaz debe estar dirigida a estos 3 sectores y no sólo a alguno de ellos. Sin embargo, y debido al mayor consumo de leña por vivienda, mayor antigüedad del parque de equipos, y mayor porcentaje de autorrecolección, es probable que la aplicación de las medidas en las comunas periféricas, tengan un mayor impacto que en el Gran Santiago.

Las comunas con mayor consumo son: Melipilla, Lampa, Talagante, Puente Alto y Maipú que en conjunto alcanzan el 35,2% del consumo total que llega a las 174.069 toneladas anuales de leña.

Más del 95% del combustible utilizado es en calefacción, donde la estufa de doble cámara y la salamandra son los más utilizados, 52,8% y 26,3% respectivamente del parque de calefactores a leña de la región que se estima en 124.871 equipos. El tipo de leña más utilizado es el eucaliptus, sin embargo hay un uso significativo de poda de frutales. Cabe consignar que el 30% de la leña consumida es autoabastecimiento, principalmente en el área rural y los niveles socioeconómicos más vulnerables.

En relación a los hábitos de consumo, nueve de cada diez consumidores declaran utilizar leña seca. El porcentaje de uso de leña húmeda y verde no es significativo, dado que en Santiago se tienen pocos días de lluvia en comparación al sur de Chile, y en comercialización existe resguardo en el almacenamiento de la leña.

Por otra parte, se observa una alta tasa de mantención de equipos de calefacción llegando al 76%, sin embargo, se observa una brecha de mejora en el Gran Santiago dado que sólo el 60% declara realizar al menos una mantención al año.

Respecto de los comercializadores de leña y sus derivados, en la región existe un mercado atomizado e informal con una estimación de aproximadamente 1.300 oferentes, de los cuales más del 95% son de tamaño micro, los que no disponen de un sistema de certificación de la leña vendida. Además, trabajan estacionalmente, en el período de marzo a septiembre. El tipo principal de leña comercializada corresponde al eucaliptus a un precio promedio de \$102 el kilo.

Un caso especial es el mercado de pellets que cuenta con una norma de calidad. Este combustible, tiene un valor de \$232 el kilo, poder calorífico entre los 4.100 y 4.300 kcal/kg, humedad entre 6% a 10% y contenido de cenizas entre 0,1% y 0,5% en peso. Estas características lo convierten en una alternativa de mejor calidad energética respecto de la leña, lo cual justifica su mayor precio (el pellet tiene un precio estimado entre 40 \$/kWh-50 \$/kWh y la leña entre 20\$/kWh – 25\$/kWh).

En este estudio, se identificaron 2 productores principales de pellets para uso en calefacción residencial. Ambos poseen fábricas de producción de pellets en la VIII región con capacidades de producción en el rango de 40.000 – 50.000 t/año cada una.

A nivel individual de vivienda, el uso de leña como combustible para calefacción, presenta consumos energéticos más altos en comparación a otros combustibles.

En efecto, se determinó un nivel de consumo promedio de 1.454 kg/año de leña, lo que involucra un consumo de energía final del orden de 3.300 kWh/año por vivienda, lo que es bastante superior al consumo de energía por vivienda en calefacción con otros combustibles para la región. Según los resultados obtenidos del “Estudio de Usos Finales y Curva de Oferta de Conservación de la Energía en el Sector Residencial de Chile”, CDT; 2010, en la zona de “Santiago y alrededores”, los consumos de energía final son del orden de 420 kWh/año para gas licuado y de 1.260 kWh/año en parafina, que corresponden a los principales combustibles utilizados para calefacción en la Región Metropolitana.

Estos combustibles, son entre 2 y 3 veces más caros por kWh, que la leña, lo cual explicaría el menor consumo energético respecto del combustible en análisis. Ver tabla siguiente.

Tabla 9.1 Costo unitario de combustibles	
Combustible	Costo unitario energético \$/kWh (P.C.I.)
Leña	25
Pellet	37
Petróleo Diesel	56
Gas Natural	71
Gas Licuado	74
Electricidad	100

Dado lo anterior, se observa un dilema desde el punto de vista de la política pública. En cuanto a los criterios de confort térmico, sustentabilidad de recursos propios del país, y de economía monetaria, el uso de la leña sería la mejor opción, en especial en los sectores de menores recursos considerando su menor costo. Sin embargo, desde el punto de vista de emisiones, efectos en la calidad del aire, y los costos en salud asociados, la leña es un combustible que genera mayores problemas de contaminación en comparación a los otros combustibles (gas natural, gas licuado o parafina) y por lo tanto, su uso debiese ser desincentivado en desmedro de los otros combustibles ya señalados. La forma de resolver este dilema, sería el que se ha establecido en el Plan de Descontaminación mediante la definición de normas de emisión a los artefactos de manera de reducir las emisiones debido al uso de este combustible.

Respecto de la calidad de la leña empleada y en particular su humedad, tanto proveedores como usuarios declararon vender y comprar respectivamente leña seca, pues un porcentaje de un 8% declaró utilizar leña húmeda. Según esta declaración, el uso de leña húmeda sería relativamente menor en la R.M., lo cual también es consistente con el hecho que en esta zona en general el clima es más seco que en el sur de Chile. Por otro lado, se detectó en el sector

rural un alto consumo de leña gratis y de podas de árboles, lo que implica uso de combustible de menor poder calorífico, y mayor factor de emisión, lo cual justificaría realizar acciones tendientes a evitar estas prácticas.

La encuesta arroja un importante número de braseros, en especial en el Gran Santiago (más de 6.000). Estos equipos se estima que son de difícil erradicación, ya que no poseen tiro hacia fuera de las viviendas, por lo que es difícil detectarlos, y por otro lado son de muy bajo costo. El principal problema que genera esto, es la alta contaminación intradomiciliaria y riesgo de accidentes, por lo que es importante generar campañas de difusión respecto a los peligros de su uso, y buscar alternativas de remplazo a las viviendas que aún lo usan.

En cuanto a artefactos a pellets, se puede señalar que su participación puede crecer en el tiempo, en especial una vez que se exija las normas de emisión que estos equipos cumplirían, de modo que migrarían aquellos usuarios que utilizan leña en equipos que no cumplen normas a estos otros que sí cumplirían. No debe descartarse la posibilidad que migren usuarios que utilizan otro tipo de combustibles, dado su mayor conveniencia energética. Estas consideraciones no hacen justificable programas específicos de incentivos.

Se estima que el plan de descontaminación debiese generar una mejora tecnológica de equipos que no cumplen a equipos que cumplen norma. La pregunta es la celeridad a lograr, dependiendo de si la exigencia se focaliza sólo a la adquisición de equipos nuevos o también se exige a usuarios existentes que no tengan aún la intención de cambiar su equipo. Si se estima que estos equipos tienen una vida útil de 15 años, después de este período se lograrían resultados similares.

El nivel de emisiones de este sector asciende a 2.643 t/año, esto sería también 2,5 veces superior a las emisiones del sector industrial actualmente estimado en 1.000 t/año. Según lo anterior, desarrollar medidas que tiendan a reducir las emisiones en este sector se visualiza como prioritario para la gestión de la calidad del aire de la ciudad.

Cabe señalar que se ha obtenido una estimación de emisiones 2,5 veces superior a las realizadas en los inventarios de emisión asociados a los planes de descontaminación de la Región Metropolitana. Los factores de emisión utilizados han sido similares a los aplicados para estos inventarios, por lo tanto esta diferencia se explica debido al mayor número de artefactos determinados por la encuesta desarrollada en este estudio, y la mayor contabilización de artefactos en zonas rurales y periféricas.

La medida más costo efectiva es la aplicación de la norma de emisión a artefactos nuevos y a artefactos existentes en las zonas urbanas de la R.M. ya contemplada en el Plan de descontaminación de la R.M., sin embargo su costo es bastante mayor que la primera medida evaluada puesto que el reemplazo de equipos existentes no ocurre al término de la vida útil. No obstante lo anterior, el cambio a equipos más eficientes se rentabiliza por el ahorro en energía y menores emisiones que la primera medida evaluada. Para esta medida, el costo de fiscalización es también mayor al requerir de un equipo de fiscalizadores estimado en al menos 2 veces el necesario para la fiscalización solamente a los artefactos nuevos. Es interesante visualizar que en el corto plazo, suponiendo plena eficacia en la fiscalización se logra una reducción relevante, sin embargo a 10 años ambas medidas tienden a igualarse, obviamente porque en este horizonte de tiempo del orden del 70% de los equipos deben haber cambiado de tecnología al cumplirse la vida útil de ellos estimada en 15 años

La segunda medida más costo efectiva es la aplicación de la norma de emisión sólo a artefactos nuevos, ya contemplada en el Plan de descontaminación de la R.M. Su costo es marginal porque la exigencia se aplica en aquellos usuarios que ya tomaron la decisión de adquirir un

nuevo equipo y por lo tanto el costo es marginal en cuanto a elegir un equipo que cumpla norma versus otro que no lo cumpla. Los costos principales asociados a esta medida son asociadas al sector público puesto que no es de fácil implementación al requerirse de un diseño institucional y de una ley que otorgue atribuciones, en este caso a la Superintendencia del Electricidad y Combustibles. Además, se debe crear un equipo de fiscalización tanto a nivel de ciudad como a nivel municipal en las comunas donde hay una mayor cantidad de equipos.

Las medidas asociadas a programas voluntarios como capacitación, programas de recambio, programa de filtros, tienden a ser marginales en comparación a las medidas asociadas a normas de emisión, aunque también se presentan positivas desde el punto de vista de rentabilidad económica.

Finalmente, las medidas de compensación de emisiones y de prohibición ameritan ser consideradas con detención puesto que las emisiones ya son considerables con solamente un 6,3% de las casas en áreas urbanas utiliza este combustible y un 51% de las casas en áreas rurales. Las emisiones pueden crecer considerablemente, si se genera un cambio de comportamiento de la población que tienda a aumentar el porcentaje que usa este combustible, dado que es el más económico.

En relación a las medidas voluntarias, las que presentaron mejor comportamiento en términos de costo beneficio fueron las medidas de recambio de artefactos, donde los retornos de inversión para los usuarios pueden ser tan cortos como 7 años, cuando se rempazan salamandras por nuevos calefactores de doble cámara. Respecto a ésta, es una medida muy interesante de implementar en especial debido al alto impacto que tendría en las zonas periféricas de la R.M. que presentan casi el 80% de las salamandras detectadas en este estudio.

Otra medida analizada corresponde al incentivo al uso de filtros catalíticos, que presentan ahorros y reducción de emisiones. De hecho en países con mayor desarrollo de tecnologías de calefacción a leña, existe un porcentaje importante de calefactores catalíticos, que cumplen los estándares más altos de emisiones y de eficiencia. Sin embargo, de acuerdo a la literatura, presentan algunas complejidades adicionales, como una mayor necesidad de mantención y recambio de partes, lo que podría dificultar su uso. A pesar de esto, presenta retornos de inversión privados que bordean los 10 años.

La medida tendiente al incentivo al reacondicionamiento térmico de viviendas, tiene un efecto principalmente de incremento en el confort térmico de las viviendas, pero de menor impacto en términos de reducción de emisiones y de consumo energético, donde además presenta los mayores costos que todas las otras medidas voluntarias.

Por último, es importante notar que el efecto de las medidas es diferente respecto a la variable reducción de emisiones versus la eficiencia energética. Por un lado, en términos de emisiones, las medidas asociadas a normas de emisión, logran bajar las emisiones de material particulado en la región, a diferencia del caso energético, donde siempre presentan comportamiento creciente, de la misma forma que el parque de equipos. Esto se debe principalmente a que las nuevas tecnologías presentan mejoras sustanciales en términos de emisiones respecto a los equipos antiguos que aún forma parte del parque existente, lográndose reducir hasta 6 veces las mismas. Esto no sucede en el caso de equipos de mayor eficiencia energética, ya que las mejoras como mucho llegan a un 30%, en términos de menor consumo de leña y/o derivados.

Las tecnologías de calefacción a leña existentes muestran variabilidad dependiendo de la zona donde se encuentren. Se puede apreciar un mayor porcentaje de equipos de doble cámara en el Gran Santiago, y equipos más ineficientes y de mayores emisiones en las zonas periféricas,

donde hay un porcentaje importante de salamandras y estufas de leña simple. Esto permite estudiar medidas de recambio de artefactos, las que de acuerdo a las evaluaciones llevadas a cabo, son las medidas voluntarias que presentan los mejores retornos de inversión y mayor impacto respecto a otras como de educación, filtros o mayor aislación térmica de las casas.

Finalmente, es importante mencionar que las medidas establecidas en el plan de descontaminación de Santiago, son las que generarían más impacto, tanto en términos energéticos como de emisiones, producto del cambio tecnológico que se lograría en el parque de calefactores de la R.M. Esto último da cuenta de la importancia de llevar a buen término la aplicación de este plan, y lograr su implementación a la brevedad puesto que su vigencia al día de hoy está supeditada a la promulgación de una ley que otorgue facultades de fiscalización a la Superintendencia de Electricidad y Combustibles. Aun así, las emisiones de este sector serían incluso superiores al de toda la industria de la Región Metropolitana, por lo cual, se visualiza que en esta área hay un área de trabajo prioritario tanto en el ámbito de energía como de la descontaminación ambiental de Santiago.

10 GLOSARIO

Nivel socioeconómico (NSE)²²: Clasificación socioeconómica clasificación basada en la recomendación de investigadores de ESOMAR (Asociación Internacional de Empresas de Investigación de Mercado) y que establece solo dos criterios para la escala socioeconómica: nivel de educación y tipo de trabajo del principal sostenedor del hogar. Este modelo cumple con las características que debe poseer una herramienta funcional a las necesidades del marketing. Primero, logra distinguir claramente un grupo socioeconómico de otro; se apoya en criterios que evolucionan con el desarrollo económico (educación y posesión de bienes); es un indicador del poder adquisitivo; es factible de comparar a nivel internacional y es bastante simple de evaluar. Los niveles son:

ABC1

Así, el "ABC1" santiaguino de hoy representa a un 10 % de la sociedad. Son profesionales universitarios con carreras de prestigio, que tienen altos cargos ejecutivos y que viven en los mejores y mas exclusivos sectores de la ciudad, con áreas verdes bien ornamentadas, con calles bien pavimentadas y limpias, en casas amplias o departamentos de lujo, de construcción sólida y con detalles de buen gusto en las terminaciones. Están ubicados, principalmente, en Providencia, Las Condes, Lo Barnechea y Vitacura, aunque en los últimos años han emigrado a comunas periféricas tradicionalmente de grupos más modestos, como Colina y Huechuraba. Cuentan en sus hogares con dos o más vehículos, todos de marcas de prestigio, con menos de cinco años de uso y de más de siete millones de pesos.

C2

Los "C2", en cambio, que corresponden a lo más típico de la clase media, son menos del 20 % del total de la población santiaguina. Viven en sectores tradicionales, alejados del centro de la ciudad, generalmente en condominios con muchas viviendas, en calles limpias y cuidadas. Hoy, se les puede encontrar en Las Condes, Providencia, La Reina, Ñuñoa, La Florida y Macul. Los jefes de hogar generalmente son profesionales universitarios, con carreras de primer y segundo nivel de prestigio, que se desempeñan como ejecutivos o jefes de departamentos. Su ingreso familiar puede variar entre los 670 mil pesos al millón 800 mil pesos, lo que les permite tener un vehículo (a veces dos), de modelos medianos, por un valor inferior a los siete millones de pesos.

C3

Un poco más abajo en la "escala social", esta la clase media baja, que bordea el 30 %. Son los "C3", que corresponde, en su mayoría, a personas sin estudios de nivel superior, aunque si se incluyen en este grupo a profesores y a técnicos. Son característicos los comerciantes, empleados administrativos, taxistas, vendedores y obreros. Según ICCOM, el promedio ponderado del ingreso familiar es de 540 mil pesos, lo que les permite vivir en San Joaquín, Independencia, Peñalolén, La Florida

²² Fuente: Asociación de empresas de investigación de mercado de Chile (AIM)

y Maipú, y contar con algunos vehículos, especialmente de trabajo, como furgones o taxis.

D

Poco más del 30 % constituye el "D", calificado por algunas empresas de estudios de mercado como la clase baja. Se trata de personas con estudios básicos o medios incompletos, aunque cada vez es más difícil ubicar a gente de este grupo sin su escolaridad completa. Sin embargo, suelen carecer de profesión, por lo que se desempeñan generalmente como obreros, empleadas domesticas o jardineros, que pueden tener un ingreso familiar mensual entre 245 mil pesos y 440 mil. Viven en poblaciones antiguas, de tipo popular y con alta densidad poblacional, en calles con veredas estrechas y pavimento en regular estado, sin áreas verdes y medianamente limpias. Sus casas son pequeñas, de tipo económica y están en Cerro Navia, Recoleta, Conchalí y El Bosque.

E

En el ultimo eslabón de la pirámide esta el grupo "E", con poco menos del 7 % de la población que raya en la extrema pobreza. Se concentran en sectores populares y peligrosos, como La Pintana, Huechuraba, Renca y Lo Espejo, donde las calles están sin pavimentar y con poca urbanización. Las viviendas son de material ligero, pequeñas, con una o dos habitaciones que funcionan como comedor, cocina y dormitorio. El promedio de escolaridad del jefe de hogar no sobrepasa los cinco años, por lo que se desempeñan en trabajos ocasionales, como aseadores, lavadores de autos o salen del paso con los típicos "pololos". El promedio ponderado de su ingreso familiar mensual es de 120 mil pesos. La mayoría de las empresas de mercado no dirige sus mensajes a este grupo y si alguno llega a él es por añadidura, como el caso de la Coca Cola, por ejemplo, que ya se masifico a tal nivel que es consumida desde el "ABC1" hasta el "E".

Clasificación del tamaño de empresas según ventas: El servicio de impuestos internos de Chile clasifica a las empresas según ventas anuales en unidad de fomento (U.F.) en los siguientes tramos:

Grandes:

Ventas anuales de más de 100.000 U.F.

Mediana:

Ventas anuales entre 25.000 y 100.000 U.F.

Pequeña:

Ventas anuales entre 2.401 y 25.000 U.F.

Microempresa:

Ventas anuales menores a 2.400 U.F.

Zona: Corresponde a la división geográfica de la Región Metropolitana, utilizando la División Política Administrativa del INE (2001), en las tres siguientes partes:

Gran Santiago

Corresponde a las 32 comunas de la Provincia de Santiago más las comunas de Puente Alto y San Bernardo. Cabe señalar que no fue considerada el área rural de las comunas de Puente Alto y San Bernardo dada la baja cantidad de viviendas en relación al total del segmento (aproximadamente 0,18%).

Periferia Urbana

Corresponde al área urbana de las siguientes comunas: Alhué, Buin, Calera de Tango, Colina, Curacaví, El Monte, Isla de Maipo, Lampa, María Pinto, Melipilla, Padre Hurtado, Paine, Peñaflores, Pirque, San José de Maipo, Talagante y Til-Til.

Rural

Corresponde al área rural de las siguientes comunas: Alhué, Buin, Calera de Tango, Colina, Curacaví, El Monte, Isla de Maipo, Lampa, María Pinto, Melipilla, Padre Hurtado, Paine, Pirque, San José de Maipo, San Pedro, Talagante y Til-Til.

SNCL: Sistema nacional de certificación a leña, que corresponde a una iniciativa público privada de carácter voluntario, que ha fijado estándares de calidad y origen para la comercialización de la leña en Chile, con el objeto de disminuir el deterioro de los bosques y la contaminación atmosférica.

CONAMA: Comisión Nacional del Medio Ambiente.

Leña seca: aquella que tiene un contenido de humedad menor o igual a 25% en base seca, de acuerdo a la Norma Chilena Oficial N° 2907/2005. Para efectos de este estudio, y de forma que fuese identificable por los encuestados, se describió como "leña se enciende por más de un lado en minutos".

Leña húmeda: Leña con humedad sobre 25% en base seca. Para efectos de este estudio, y de forma que fuese identificable por los encuestados, se describió como "leña que toma un color negruzco y se demora en encender".

Leña verde: Para efectos de este estudio, y de forma que fuese identificable por los encuestados, se describió como "leña que al ser encendido emite un silbido, se ennegrece, no produce llama y emite una gran cantidad de humo".

Pellet: Pequeñas porciones de material aglomerado o comprimido de pino con una humedad menor a 15%.

Poder calorífico superior: Es la cantidad total de calor desprendido en la combustión completa de 1 kg de combustible cuando el vapor de agua originado en la combustión está condensado y se contabiliza, por consiguiente, el calor desprendido en este cambio de fase.

Poder calorífico inferior: Es la cantidad total de calor desprendido en la combustión completa de 1 kg de combustible sin contar la parte correspondiente al calor latente del vapor de agua de la combustión, ya que no se produce cambio de fase, y se expulsa como vapor.

Chimenea cerrada: Equipo de calefacción a leña de doble cámara con una eficiencia aproximada de 70% y que se inserta dentro de chimenea abierta.

Calefactor de doble cámara: calefactores a leña que poseen dos o más cámaras de combustión, cuentan con control de flujo de aire a dichas cámaras y son de mayor eficiencia ya que reducen la emisión de contaminantes al lograr una combustión más completa.

Salamandra: Es un equipo de calefacción a leña que posee control de flujo de aire de entrada a la cámara de combustión y tiene una sola cámara de combustión.

Calefactor a leña simple: Equipo de calefacción a leña que posee sólo una cámara de combustión, pero posee eficiencias mayores y menores emisiones que las salamandras.

Material particulado PM 10: Se denomina PM10 a pequeñas partículas sólidas o líquidas de polvo, cenizas, hollín, partículas metálicas, cemento o polen, dispersas en la atmósfera, y cuyo diámetro es menor que 10 μm .

Material particulado PM 2,5: Se denomina PM 2,5 a pequeñas partículas sólidas o líquidas de polvo, cenizas, hollín, partículas metálicas, cemento o polen, dispersas en la atmósfera, y cuyo diámetro es menor que 2,5 μm .

Eficiencia térmica: Corresponde porcentaje de energía generado por la combustión que se transfiere al recinto del calefactor.

Tasa de quemado: Se define como la cantidad de kilos de leña y/o derivados por hora que consume un equipo calefactor.

Potencia térmica: potencia calorífica total del artefacto especificada por el fabricante y alcanzada en condiciones de ensayo definidas cuando se quema el combustible de ensayo especificado. Se mide en kW.

11 BIBLIOGRAFÍA

1. "Actualización del Inventario de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos en la R.M.". 2007. DICTUC.
2. "Análisis comparativo de programas de recambio tecnológico para estufas a leña y evaluación de su implementación en la R.M.". 2010. Comisión Nacional del Medio Ambiente Región Metropolitana.
3. "Análisis de antecedentes para la evaluación de escenarios en la elaboración de la Norma de calidad primaria de $MP_{2,5}$ ". 2008. DICTUC.
4. "Análisis de las concentraciones de MP_{10} y $MP_{2,5}$ asociadas a las emisiones de quema de leña residencial en la R.M. de Santiago". 2009. Gobierno Regional Metropolitano de Santiago.
5. "Análisis del mercado de equipos de calefacción residencial a biomasa en la Región Metropolitana actualizado al año 2006" 2007. Comisión Nacional del Medio Ambiente Región Metropolitana.
6. "Análisis general del impacto económico y social del PPDA". 2008. Comisión Nacional del Medio Ambiente.
7. "Análisis de norma primaria de calidad ambiental para material particulado fino respirable $MP_{2,5}$ ". 2011. INGEA.
8. "Análisis del potencial estratégico de la leña en la matriz energética Chilena", 2008. Comisión Nacional de Energía.
9. "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". 2007. Comisión Nacional del Medio Ambiente.
10. "Censo 1992". Instituto Nacional de Estadísticas Chile.
11. "Censo 2002". Instituto Nacional de Estadísticas Chile.
12. "Combustión residencial de leña: desafíos para el control de contaminación". 2008. Comisión Nacional del Medio Ambiente.
13. Cristián Frêne Conget y Mariela Núñez Ávila. 2010. "Hacia un nuevo modelo forestal en Chile" Revista Bosque Nativo, Vol. 47, Pag.25 – 35.
14. "Determinación de emisión de contaminantes por uso de leña en Santiago". 1992. Comisión Nacional de Energía.
15. "Determinación de las emisiones de contaminantes provenientes de la quema de leña en el área metropolitana de Santiago". 1992. Comisión Nacional de Energía.
16. "Encuesta de Caracterización Socio-Económica Nacional 2006" Ministerio de Desarrollo Social.
17. "Encuesta sobre consumo de leña en las comunas de Temuco y Padre Las Casas". 2001. VITAE Ingeniería Ambiental.
18. "Estudio de usos finales y curva de oferta de la conservación de la energía en el sector residencial". 2010. Ministerio de Energía.

19. "Medición de artefactos de uso residencial que operan con biomasa para apoyar procesos regulatorios ambientales". Comisión Nacional del Medio Ambiente.
20. "Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana". 2010. Ministerio Secretaría General de la Presidencia.
21. "Pre-censo 2011" Instituto Nacional de Estadísticas Chile.
22. "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" 2002. Universidad de Concepción.
23. "Results from Tests on Wood Stoves and revised Recommendations for Emission Limit Values for Chile". 2006. Comisión Nacional del Medio Ambiente Región Metropolitana.
24. "Uso eficiente de la leña en la Región Metropolitana". 2010. Gobierno Regional Metropolitano de Santiago.
25. <<http://archive.org/details/evaluationofmeth00yanduoft>>. [Consulta: 22 de diciembre de 2011].
26. <<http://www.amesti.cl/>>. [Consulta: 20 de diciembre de 2011].
27. <<http://www.biomass.cl/>>. [Consulta: 20 de diciembre de 2011].
28. <<http://www.bosca.cl/>>. [Consulta: 20 de diciembre de 2011].
29. <<http://www.cne.cl/>>. [Consulta: 11 de enero de 2012].
30. <<http://www.eclac.cl/ilpes/noticias/paginas/3/36023/DICTUC2007-Inventario2010.pdf>>. [Consulta: 24 de enero de 2012].
31. <<http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch01/final/c01s10.pdf><http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch01/final/c01s10.pdf>>. [Consulta: 25 de enero de 2012].
32. <<http://www.epa.gov/ttnchie1/conference/ei17/session4/pitzman.pdf>>. [Consulta: 25 de enero de 2012].
33. <<http://www.infor.cl/>>. [Consulta: 7 de febrero de 2012].
34. <<http://www.lena.cl/>>. [Consulta: 9 de enero de 2012].
35. <<http://www.minenergia.cl/>>. [Consulta: 12 de enero de 2012].
36. <<http://www.mma.gob.cl/>>. [Consulta: 12 de enero de 2012].
37. <<http://www.servimet.cl/>>. [Consulta: 20 de diciembre de 2011].

12 ANEXOS

12.1 MARCO NORMATIVO

12.1.1 ANTECEDENTES: "LA NUEVA INSTITUCIONALIDAD AMBIENTAL"

A continuación se expone una descripción de la incidencia de la nueva institucionalidad ambiental, a modo de dar a conocer el contexto normativo que afecta el consumo de la leña. Dicha descripción es un extracto del Informe final presentado por Ambiente Consultores (2011), llamado "Uso eficiente de la leña en la Región Metropolitana"

Con fecha 26 de enero de 2010, se publicó en el Diario Oficial, la Ley n.º 20.417, que modifica la Ley n.º 19.300 y que crea el **SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL** y la **SUPERINTENDENCIA DEL MEDIO AMBIENTE**. Con fecha 14 de julio de 2010, se publicó en el Diario Oficial del Decreto con Fuerza de Ley n.º 4, del Ministerio Secretaría general de la Presidencia que fija Planta de Personal del Ministerio del Medio Ambiente y del Servicio de Evaluación Ambiental y regula las demás materias a que se refiere el artículo segundo transitorio de la Ley 20.417, que estableció que "a partir de las fechas a que se refieren los artículos 10 y 20 del presente decreto con fuerza de ley **SE SUPRIMIRÁ, DE PLENO DERECHO, LA COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE**". Ello ocurrió el día **30 de septiembre de 2010**, con la publicación en el Diario Oficial del Decreto Supremo n.º 127, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, que traspasa y encasilla personal al Ministerio del Medio Ambiente y al Servicio de Evaluación Ambiental y transfiere bienes correspondientes. A partir de la fecha de publicación de estas normas, se creó una nueva institucionalidad que radicó las competencias de las ex CONAMA y COREMAS en el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), Ministerio de Medio Ambiente y Superintendencia de Medio Ambiente.

Por su parte, con fecha 3 de diciembre de 2009, se publicó en el Diario Oficial la Ley n.º 20.402 que crea el **MINISTERIO DE ENERGÍA**, que según su artículo 1º, "será el órgano superior de colaboración del Presidente de la República en las funciones de gobierno y administración del sector de energía". Las competencias del ministerio son amplias en la materia, pero aún no se ha desarrollado una política oficial sobre el uso de la "leña".

Por lo tanto, la incidencia de estas reformas sobre la "leña" serán mínimas por el momento, puesto que están en etapa de implementación y ajustes institucionales, proceso que tardará varios meses.

12.1.2 REGULACIONES RELACIONADAS A LA ACTIVIDAD FORESTAL²³

Regulaciones relacionadas a la actividad forestal			
ÁREA	TEXTO NORMATIVO	MATERIA REGULADA	INSTITUCIÓN COMPETENTE
Árboles, naturaleza jurídica	Código Civil	Artículos 568, 571, 783, 1980. Naturaleza jurídica de árboles – cosa corporal inmueble mientras esté permanentemente adherido al inmueble.	
Delito de incendio de bosques.	Código Penal	Artículo 476, 482, 495 N° 11. Tipifica y sanciona a delito de incendio de bosques - sanciona incendio en lo propio, salvo cumplimiento de reglamento sobre la materia - tipifica y sanciona como falta incumplimiento de normas sobre quema de bosques.	
Facultad de catar y cavar en terrenos plantados	Código de Minería	Artículo 15. Facultad de catar y cavar, permisos - terrenos plantados de vides o árboles frutales exige permiso sólo del dueño del suelo.	
Facultad de catar y cavar en terrenos arbolados	Ley N° 18.097, Ley Orgánica Constitucional sobre Concesión Minera, D.Of: 21.01.82	Artículo 7. Facultad de catar y cavar en terrenos arbolados, permiso sólo del dueño del suelo.	
Funciones de la Corporación Nacional Forestal y de Protección de Recursos Naturales Renovables.	Ley N° 18.348, Crea la Corporación Nacional Forestal y de Protección de Recursos Naturales Renovables (suspendida su vigencia). D.Of: 19.10 84.	Íntegro. Estructura y funciones como institución autónoma del Estado relacionada con Ministerio de Agricultura sucesora legal de la Corporación Nacional Forestal de derecho privado - recursos naturales renovables.	CONAF

²³ Extracto del informe "Uso eficiente de la leña en la Región Metropolitana", Ambiente Consultores, 2011.

ÁREA	TEXTO NORMATIVO	MATERIA REGULADA	INSTITUCIÓN COMPETENTE
Funciones del Servicio Agrícola y Ganadero	Ley N° 18.755, Ley Orgánica del Servicio Agrícola y Ganadero, D.Of: 05.01.94.	Artículos 2, 3 b), c), g), h), 11 y sgtes. Protección y conservación de los recursos naturales renovables que inciden en el ámbito agropecuario – enfermedades silvoagropecuarias - plagas que afecten salud vegetal estudios y catastros de recursos naturales renovables – educación fitosanitaria - procedimiento y sanciones por incumplimiento de normas de competencia del SAG.	Servicio Agrícola y Ganadero
Protección de la naturaleza y el medio ambiente	Ley N° 19.300, Aprueba Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente, D.Of: 09.03 94.	Artículo 1, 10 m), 32, 36, 37, 38, 41, 42. Normas sobre protección de la naturaleza y conservación del patrimonio ambiental - mantiene vigencia de normas legales forestales - evaluación de impacto ambiental de proyectos o actividades de desarrollo o explotación forestales - normas secundarias de calidad del aire - clasificación de especies de flora y fauna silvestre según estado de conservación - inventario de especies de flora y fauna silvestre - uso y aprovechamiento de recursos naturales renovables, asegurar regeneración y biodiversidad - inclusión de consideraciones ambientales en planes de manejo.	CONAMA
Prohibición de corta de árboles nativos	D.L. N° 656, de 1925, según texto modificado y fijado por D.S. N° 4363, del 30.06.31, de Tierras y Colonización, Aprueba texto definitivo de la Ley de Bosques. D. Of: 31.07.31.	Artículos 1, 2, 5, 21. Planes de manejo conforme D.L. N° 701, de 1974 - prohibición de corta de árboles y arbustos nativos situados en nacimientos y cursos de agua y en pendientes superiores a 45% -excepción sólo por causas justificadas, y previa aprobación de un plan de manejo - incumplimiento se sanciona por el Juzgado del Crimen con pena privativa de libertad.	CONAF

ÁREA	TEXTO NORMATIVO	MATERIA REGULADA	INSTITUCIÓN COMPETENTE
Parques nacionales de turismo	D.L. N° 656, de 1925, según texto modificado y fijado por D.S. N° 4363, del 30.06.31, de Tierras y Colonización, Aprueba texto definitivo de la Ley de Bosques. D. Of: 31.07.31.	Artículos 10, 14. Parques nacionales de turismo y reservas de bosques -administración y tuición de Corporación Nacional Forestal – terrenos fiscales - obligación de Municipalidades de plantar en áreas urbanas – concesiones para explotar bosques fiscales, facultad del Servicio Agrícola y Ganadero.	CONAF
Subsidio a las plantaciones forestales, terrenos de aptitud forestal	D.L.701, de 1974, sobre Fomento Forestal, texto fijado por el D.L. N° 2.565, de 1979. D.Of: 03.04.79	Íntegro. Contiene normas sobre terrenos de aptitud preferentemente forestal y planes de manejo forestal - forestación, corta o explotación de bosques y reforestación, obligaciones, competencia, requisitos, procedimiento, plazos y recursos y ordena un reglamento para estas materias - incentivos tributarios – Corporación Nacional Forestal, autoridad técnica y administrativa competente, fija anualmente tabla de costos -sistema de reajuste para pago de bonificación - requisitos para el pago de la bonificación - obligación de reforestar después de cortar bosques - sanciones de multa y decomiso por incumplimiento de obligaciones - fiscalización y control de Corporación Nacional Forestal y Carabineros de Chile - competencia judicial para conocer denuncias y aplicar sanciones, jueces de policía local.	CONAF
Bosque Nativo	Ley n. ° 20.283 sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal, texto fijado por el D.L. N° 2.565, de 1979. D.Of: 03.04.79	Íntegra. Esta ley tiene como objetivos la protección, la recuperación y el mejoramiento de los bosques nativos, con el fin de asegurar la sustentabilidad forestal y la política Ambiental. Contiene las siguientes definiciones y regulaciones:	CONAF

ÁREA	TEXTO NORMATIVO	MATERIA REGULADA	INSTITUCIÓN COMPETENTE
Bosque Nativo	Ley n.º 20.283	Tipos forestales. Se establece el plan de manejo de Preservación. Se dictan normas de protección Ambiental. Se crea un Fondo de Conservación, Recuperación y Manejo Sustentable del Bosque Nativo	CONAF
Arborización de caminos públicos	Decreto Supremo Nº 294, de 1984, Ministerio de Obras Públicas, Fija Texto refundido, coordinado y sistematizado de la Ley 15.840 orgánica del M. de Obras Públicas y del D.F.L. 206/60, Ley de Caminos. D.Of: 20.05.85.	Artículo 31. Facultad del Presidente de la República para reglamentar plantación de árboles o cercas vivas en los espacios laterales de caminos públicos - en casos calificados puede disponer corta de árboles a causa de conservación o visibilidad de caminos - indemnización al dueño.	Ministerio de Obras Públicas
Incendios forestales en zonas fronterizas	D.S. 254/67 Relaciones Exteriores, Promulga Convenio sobre resguardo de Bosques Fronterizos Contra Incendios. D.Of: 05.04.67	Íntegro. Protección contra incendios forestales en zona fronteriza de Chile y Argentina - sistema de cooperación - prohibición de uso del fuego entre el 1º de Noviembre y el 31 de Marzo de cada año – información recíproca de planes de roces autorizados y plan de trabajo que se proyecta realizar en el período siguiente.	CONAF

ÁREA	TEXTO NORMATIVO	MATERIA REGULADA	INSTITUCIÓN COMPETENTE
Protección de la flora y fauna	D.S. 531/67 Relaciones Exteriores, Promulga Convención para la Protección de la Flora, la Fauna y las Bellezas Escénicas Naturales de América. D.Of:04.10.67.	Íntegro. Protección y conservación en su medio ambiente natural de especies de flora y fauna indígenas, aves migratorias, paisajes de incomparable belleza, formaciones geológicas extraordinarias, regiones y objetos naturales de interés estético o valor histórico o científico, y lugares con condiciones primitivas - definiciones de parques nacionales, reservas nacionales, monumentos naturales, reservas de regiones vírgenes y aves migratorias - compromiso de crear este tipo de áreas y a alterar sólo por ley los límites de los parques nacionales y a que riquezas existentes en ellos no se explotarán con fines comerciales - prohibición de caza, matanza y captura de especímenes de la fauna y la destrucción y recolección de ejemplares de la flora en los parques nacionales, excepto bajo vigilancia oficial o para investigaciones científicas debidamente autorizadas – reglamentación de importaciones, exportaciones y tránsito de especies protegidas de flora o fauna, o parte alguna de las mismas.	CONAF
Comercio de especies amenazadas de flora y fauna	D.L. 873/75 Aprueba Convención sobre el Comercio Internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres y D.S. 141, de 1975 del Ministerio de Relaciones Exteriores que dispone que se cumpla y lleve a efecto como Ley de la República. D.Of: 30.04.75	Íntegro. Regula comercio internacional de especies amenazadas de flora y fauna silvestre - definiciones de especie, espécimen, comercio, reexportación, introducción procedente del mar y parte - establece tras apéndices, debidamente reglamentados, que contienen las especies de flora o fauna en peligro de extinción, las que se autorizarán solamente bajo circunstancias excepcionales, las que en la actualidad no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pero que podrían llegar a esa situación a menos que el comercio en especímenes de dichas especies esté sujeto a una reglamentación estricta a fin de evitar utilización incompatible con su supervivencia	SAG

ÁREA	TEXTO NORMATIVO	MATERIA REGULADA	INSTITUCIÓN COMPETENTE
Cooperación técnica en manejo de zonas áridas	D.S. Nº 1.367/93 Relaciones Exteriores, Acuerdo de cooperación forestal entre el Gobierno de la república de Chile y el Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos. D.Of: 05.01.94.	Íntegro. Desarrollo conjunto de programas y proyectos de cooperación técnica y científica en materia de manejo de zonas áridas y semiáridas y establecimiento de especies, plantaciones comerciales, manejo de bosques naturales, productividad industrial y comercialización de productos forestales, prevención y combate de incendios forestales, pequeña y mediana empresa forestal, manejo de tecnologías para semillas forestales, protección y manejo de áreas silvestres protegidas - contenido de los programas y proyectos - comité coordinador a cargo de la Corporación Nacional Forestal de Chile y la Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre de México - informes anuales - procedimiento de intercambio de personal.	
Diversidad Biológica	D.S. Nº 1.963/95 Relaciones Exteriores, Promulga el Convenio sobre la Diversidad Biológica. D.Of: 06.05.95.	Íntegro. Contiene normas sobre conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos - define área protegida, condiciones in situ, conservación in situ, diversidad biológica, ecosistema, hábitat, utilización sostenible	
Terrenos forestales	D.S. Nº 2.467/37 Tierras y Colonización, Normas sobre terrenos que no pueden ser Declarados forestales. D.Of: 25.10.37	Íntegro. No pueden ser declarados forestales para los efectos de la Ley de Bosques los situados en radio urbano ni los rurales de menos de 3 hectáreas.	CONAF

ÁREA	TEXTO NORMATIVO	MATERIA REGULADA	INSTITUCIÓN COMPETENTE
Bosques situados en hoyas hidrográficas, prohibición de corte	D.S. Nº 2.374/37 Tierras y Colonización, Reglamentación de Explotación de Bosques en Hoyas Hidrográficas Declaradas forestales. D.Of: 24.11.37.	Íntegro. Exige permiso y plan de explotación del Servicio Agrícola y Ganadero para explotar bosques - condiciones de los árboles a cortar y de la explotación - prohibición por causa excesiva pendiente y sanciones.	CONAF
Protección de las especies Ulmo y Tineo	D.S. Nº 1.099/40 Tierras y Colonización, Reglamento de explotación de árboles de Ulmo y Tineo. D.Of: 11.07.40.	Íntegro. Condiciones técnicas para explotación y corta de estas especies nativas – asegurar regeneración natural - sanciones.	CONAF
Protección de la palma chilena	D.S. Nº 908/41 Tierras y Colonización, Declara terrenos Forestales Zonas de Vegetación de Palma Chilena. D.Of: 26.07.41.	Íntegro. Obligación de declarar existencia de estos árboles y a no cortarlos sin permiso previo del Servicio Agrícola y Ganadero - obligación de reforestar el número de árboles que les indique el Servicio y a atender su cuidado y conservación - replantaciones gozan de franquicias de Ley de Bosques - infracciones y sanciones por SAG.	CONAF
Protección el Tamarugo, Algarrobo, Chañar, Guayacán, Olivillo, Carbón o Carboncillo, Espino, Boldo, Maitén, Litre, Bollén y Quillay.	D.S. Nº 366/44 Tierras y Colonización, Explotación de Tamarugo, Algarrobo, Chañar, Guayacán, Olivillo, Carbón o Carboncillo, Espino, Boldo, Maitén, Litre, Bollén y Quillay D.Of: 30.03.44.	Íntegro. Condiciones específicas para explotación de cada una de estas especies nativas - zonas y períodos de explotación - autorización y fiscalización del Servicio Agrícola y Ganadero - infracciones y sanciones.	CONAF

ÁREA	TEXTO NORMATIVO	MATERIA REGULADA	INSTITUCIÓN COMPETENTE
Protección del Alerce	D.S. Nº 490/76 Agricultura, Declara Monumento Natural a la Especie Forestal Alerce. D. Of: 05.09.77.	Íntegro. Declara inviolable y prohíbe la corta y destrucción de esta especie nativa endémica, salvo autorización expresa, calificada y fundamentada de la Corporación Nacional Forestal en caso de investigaciones científicas, obras públicas, de defensa nacional o planes de manejo forestal de organismos forestales del Estado - regula declaración y registro de maderas muertas y exige plan de trabajo aprobado por la Corporación Nacional Forestal - organismos fiscalizadores - infracción y sanciones.	CONAF
Protección de árboles	D.S. Nº 26/78 Agricultura, Autoriza la Comercialización de Árboles y Ramas de Especies Forestales bajo Condiciones que indica. D.Of: 17.04.78.	Íntegro. Autoriza sólo las que provienen de explotaciones o intervenciones silvícolas autorizadas por la Corporación Nacional Forestal, conforme al D.L. Nº 701, de 1974, sobre fomento forestal -excepción de las provenientes de viveros que requiere sólo permiso de esta Corporación - procedimiento para guías de libre tránsito - infracción y sanciones.	CONAF
Combate de incendios	D.S.Nº 733/82 Interior, Reglamento sobre Ejercicio de Funciones en Prevención y Combate de Incendios Forestales. D.Of: 22.09.82.	Íntegro. Competencia de la Corporación Nacional Forestal y de Carabineros de Chile - procedimiento en caso de incendios de gran magnitud - procedimiento para cumplir plan nacional de emergencia del Ministerio del Interior.	CONAF

ÁREA	TEXTO NORMATIVO	MATERIA REGULADA	INSTITUCIÓN COMPETENTE
Protege especies forestales Queule, Pitao, Belloto del Sur, Belloto del Norte y Raulí.	D.S. Nº 13/95 Agricultura, Declara Monumento natural las especies forestales Queule, Pitao, Belloto del Sur, Belloto del Norte y Raulí. D.Of: 03.04.95.	Íntegro. Declara inviolable y prohíbe la corta y destrucción de estas especies nativas, salvo autorización expresa, calificada y fundamentada de la Corporación Nacional Forestal en caso de investigaciones científicas, obras públicas, de defensa nacional o planes de manejo forestal de organismos forestales del Estado – regula aprovechamiento de árboles muertos de araucaria y exige plan de trabajo aprobado por la Corporación Nacional Forestal - fiscalización infracción y sanciones conforme D.L. Nº 701, de 1974, sobre fomento forestal.	
Normas sobre subsidios forestales, terrenos de aptitud preferentemente forestal	D.S. Nº 259/80 Agricultura, Reglamento Técnico del Decreto Ley Nº 701. D.Of: 30.10.80.	Íntegro. Procedimiento administrativo para calificar terrenos de aptitud preferentemente forestal y aprobar planes de manejo, plazos y requisitos de la solicitud y de los estudios técnicos - programas del plan de manejo y contenido de cada uno de ellos - normas técnicas y normas de manejo de aplicación general de la Corporación Nacional Forestal para determinadas especies, regiones o sectores – normas especiales sobre la corta o explotación del bosque nativo para asegurar su regeneración - tipos forestales y métodos de corta - limitaciones relacionadas con la pendiente, la especie y número a reforestar- competencia de jueces de policía local y procedimiento judicial de denuncias - fiscalización de la Corporación Nacional Forestal - obligaciones reales o del predio independiente del propietario, obligación de informar de la Corporación Nacional Forestal.	

ÁREA	TEXTO NORMATIVO	MATERIA REGULADA	INSTITUCIÓN COMPETENTE
Protección de la Araucaria	D.S. Nº 43/90 Agricultura, Declara Monumento Natural a la Araucaria araucana. D.Of: 19.03.90.	Íntegro. Declara inviolable y prohíbe la corta y destrucción de esta especie nativa endémica, salvo autorización expresa, calificada y fundamentada de la Corporación Nacional Forestal en caso de investigaciones científicas, obras públicas, de defensa nacional o planes de manejo forestal de organismos forestales del Estado - regula aprovechamiento de árboles muertos de araucaria y exige plan de trabajo aprobado por la Corporación Nacional Forestal y obligación de reforestar en tiempo y densidad determinada - organismos fiscalizadores - infracción y sanciones.	
Prohíbe quemas agrícolas y de neumáticos	D.S. Nº 100/90 Agricultura, Prohíbe el Empleo del Fuego para destruir la Vegetación en las Provincias que se indican durante el período que se señala y la quema de neumáticos u otros elementos contaminantes. D.Of: 20.08.90.	Íntegro. Prohibición anual desde mayo a agosto, de quema de rastrojos, ramas y material leñoso, de cualquier quema de vegetación viva o muerta en las provincias de Cordillera, Maipo, Talagante y Santiago de la Región Metropolitana y Provincia de Cachapoal de la VI Región -prohibición en todo el país de quema de neumáticos y otros elementos contaminantes para la agricultura como práctica para prevenir o evitar los efectos de las heladas	CONAF

12.1.3 REGULACIONES SOBRE EL USO DE LEÑA²⁴

12.1.3.1 Antecedentes

En lo que se refiere propiamente a las regulaciones existentes sobre la "leña", cabe señalar que ellas se encuentran dispersas en numerosos cuerpos normativos, de distinto rango legal, sin que exista ningún órgano público competente encargado exclusivamente de su control y fiscalización.

El Código Civil, que data de 1854, trata en algunas de sus normas relativas al contrato de arrendamiento, específicamente sus artículos 1980 y 1981, algunas obligaciones del arrendador. Dicen estas normas:

"Art. 1980. El colono es particularmente obligado a la conservación de los árboles y bosques, limitando el goce de ellos a los términos estipulados. No habiendo estipulación, se limitará el colono a usar del bosque en los objetos que conciernan al cultivo y beneficio del mismo fundo; **pero no podrá cortarlo para la venta de madera, leña o carbón.**

Art. 1981. La facultad que tenga el colono para sembrar o plantar, **no incluye la de derribar los árboles para aprovecharse del lugar ocupado por ellos**; salvo que así se haya expresado en el contrato".

Sin embargo, las primeras regulaciones específicas sobre la "leña" en nuestro país se refieren básicamente a la extracción de maderas y a regulaciones ligadas al establecimiento de prohibiciones de corta en ciertos lugares, como las Reservas de Bosques, Parques Nacionales o fuentes de agua, contenidas en la Ley de Bosques de 1925, o a la necesidad de contar con autorizaciones previas para la tala o corta de árboles en terrenos de aptitud preferentemente forestal, denominados "Planes de Manejo", contenidas en el Decreto Ley n.º 701, de 1974.

En la Región Metropolitana, el uso de la "leña" como combustible no es un tema de política pública sino hasta que aparecen los primeros episodios críticos de contaminación atmosférica en la década de los noventa, época en que se prohíbe su uso como combustible de chimeneas residenciales durante emergencias o pre-emergencias ambientales, a través de numerosas resoluciones de carácter temporal, y luego mediante decretos supremos que definitivamente prohíben su uso por razones sanitarias y ambientales.

Con posterioridad, la discusión se ha centrado en el establecimiento de estándares técnicos de calidad de la "leña" y el de las normas de emisión que deben cumplir los equipos que utilizan este combustible así como el establecimiento de un único órgano público encargado del control y fiscalización de esta materia.

²⁴ Extracto del informe "Uso eficiente de la leña en la Región Metropolitana", Ambiente Consultores, 2011.

Regulaciones sobre el uso de leña			
ÁREA	TEXTO NORMATIVO	MATERIA REGULADA	INSTITUCIÓN COMPETENTE
Prohibición de uso de leña.	D.S. Nº 284 de 1991, del Ministerio de Salud.	Íntegro. Establece la prohibición de utilizar chimeneas destinadas a la calefacción de viviendas y de establecimientos públicos o privados que no estén provistas de sistemas de doble cámara o mecanismos de captación de partículas, en un conjunto de comunas de la provincia del gran Santiago, de lunes a viernes, desde el 10 de julio y hasta el 15 de septiembre de 1991.	SESMA
Prohibición de uso de leña.	DS. Nº 568 de 1992, del Ministerio de Salud	Íntegro. Establece la prohibición de utilizar chimeneas destinadas a la calefacción de viviendas y de establecimientos públicos o privados, en el invierno de 1992.	SESMA
Prohibición de uso de leña.	D.S. Nº 811, de 1993, del Ministerio de Salud	Íntegro. Prohíbe definitivamente el uso de las chimeneas de hogar abierto, que tengan por objetivo calefaccionar viviendas y establecimientos públicos y privados en la Región Metropolitana.	SESMA
Plan de Prevención y Descontaminación de la Región Metropolitana	D.S. Nº 16 de 1998, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia.	Íntegro. Aprueba Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica de la Región Metropolitana. En párrafo "Actividades y fuentes domésticas" se resalta la urgencia de reducir la exposición a contaminantes dentro de los hogares; la necesidad de definir requerimientos tecnológicos para equipos térmicos de calefacción, baño y cocina; y la inexistencia de reglamentaciones aplicables a otros equipos de combustión que se empleen dentro de los hogares de la Región Metropolitana que no sean chimeneas de hogar abierto.	

ÁREA	TEXTO NORMATIVO	MATERIA REGULADA	INSTITUCIÓN COMPETENTE
Plan de Prevención y Descontaminación de la Región Metropolitana	D.S. Nº 58, del 2003, del MINSEGPRES	Íntegro. Aprueba actualización del Plan de Prevención y Descontaminación de la R.M., estableciendo límites de emisión para equipos nuevos de calefacción residencial.	
Plan de Prevención y Descontaminación de la Región Metropolitana	D.S. Nº 46, del 2007, del MINSEGPRES	Íntegro. Revisa, reformula, actualiza y sustituye el actual Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana (fijado en el Decreto Supremo Nº 58 de 2003 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia), recogiendo la necesidad de adecuarlo a fin de alcanzar las metas de calidad del aire planteadas para el año 2011.	
Plan de Prevención y Descontaminación de la Región Metropolitana	D.S. Nº 66, del 2010, del MINSEGPRES	Capítulo V Aprueba actualización del Plan de Prevención y Descontaminación de la R.M., estableciendo límites de emisión para equipos nuevos de calefacción residencial y prohibición de uso de equipos no certificados.	

ÁREA	TEXTO NORMATIVO	MATERIA REGULADA	INSTITUCIÓN COMPETENTE
Norma Oficial de Leña	Resolución Exenta N° 569, de 2005, del MINECON (D.O. 23.09.05)	Íntegro. Aprueba las siguientes Normas Chilenas Oficiales: a) NCh 2907 Of. 2005 "Combustibles sólidos. Leña. Requisitos.", establece la clasificación y requisitos de calidad que debe cumplir la leña para ser empleada como combustible sólido en los sectores residencial, industrial y público comercial. b) NCh 2965 Of. 2005 "Combustibles sólidos. Leña. Muestreo e inspección.", establece los procedimientos de muestreo e inspección que permiten verificar que un lote de leña cumple con los requisitos establecidos en la NCh 2907, así como su clasificación según el grado de calidad.	
Anteproyecto de norma	Resolución Exenta N° 1267, de 2007, de la Comisión Nacional del Medio Ambiente (D.O. 15.06.2007).	Íntegro. Aprueba anteproyecto de Norma de Emisión para artefactos de uso residencial que combustionen leña u otros combustibles de biomasa	

12.1.4 EXTRACTO DEL PLAN DE PREVENCIÓN Y DESCONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA PARA LA R.M. (PPDA)

A continuación se exponen todos los ítems que guardan alguna relación con el consumo residencial de leña o de alguna manera son necesarios para comprenderlos (Por ejemplo, definiciones)

12.1.4.1 Control de emisiones asociadas a la calefacción residencial de leña y otros dendroenergéticos en la R.M

A. Ámbito de aplicación y definiciones

Artículo 99: Para los efectos de lo dispuesto en el presente Capítulo, se entenderá por:

Calefactor: Aquel que combustiona leña y otros dendroenergéticos fabricado, construido o armado en el país o importado; que tiene una potencia menor a 70 kW de alimentación manual o automática; de combustión cerrada; que proporciona calor en el espacio en que se instala; que está provisto de un ducto para la evacuación de gases al exterior; que su diseño y construcción se destina para la calefacción.

Cocina a leña y otros dendroenergéticos: Artefacto que utiliza leña y otros dendroenergéticos como combustible, cuya función principal es cocinar alimentos y posee, como mínimo, las siguientes características: a) Un horno con un volumen de 10 litros o superior; b) bandeja o parrilla al interior del horno; c) sistema de dirección de gases incandescentes alrededor del horno; d) una bandeja de cenizas (cenicero).

Contenido de humedad de la leña y otros dendroenergéticos: Cantidad de agua contenida en la leña, expresada en porcentaje (%) en relación a masa anhidra.

Leña seca: Aquella que posee un contenido de humedad igual o menor al establecido en la norma técnica que determine la normativa correspondiente.

El presente capítulo no se aplicará a las calderas, cocina a leña y otros dendroenergéticos, braseros y parrillas usadas para fines de esparcimiento en espacios abiertos.

B. Programa de sello voluntario.

Artículo 100: Quienes fabriquen, construyan o armen calefactores en el país, o quienes los importen, podrán participar de un programa de sellos voluntarios, mediante el cual se acordará el uso de un sello en aquellos calefactores nuevos que sean comercializados en la Región Metropolitana y que cumplan con el nivel máximo de emisiones establecido en el artículo 102, antes de la fecha a que se refiere el segundo inciso de dicho artículo.

El procedimiento de obtención de sellos será parte de un acuerdo voluntario entre los fabricantes, constructores armadores o importadores de calefactores, y la CONAMA. Dicho procedimiento establecerá como mínimo los protocolos de medición que permitirán acreditar el cumplimiento de la norma de emisión a que se refiere el inciso primero del artículo 102.

Para efectos de lo dispuesto en el presente artículo, la emisión de material particulado se determinará mediante alguno de los siguientes métodos de medición:

Método CH-28 "Determinación de Material particulado y Certificación y Auditoría de Calefactores a Leña" en conjunto con el método CH-5G "Determinación de las Emisiones de Partículas de Calefactores a Leña Medidas desde un Túnel de Dilución". En este caso, la medición de las emisiones de MP deberá ser realizada por laboratorios de Medición y Análisis autorizados por la SEREMI de Salud.

Método 28 de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US EPA) usado para establecer las condiciones de medición y el valor de emisión de material particulado, en conjunto con el Método 5G de la misma Agencia, correspondiente a las especificaciones de la medición de las emisiones de MP deberá ser realizada por un Laboratorio de Medición y Análisis acreditado bajo la norma ISO/IEC 17025:2005 "Requisitos generales para la Competencia de laboratorios de Ensayo y Calibración" por un organismo miembro de la Cooperación Internacional de Acreditación de Laboratorios (ILAC) o la Cooperación Interamericana de Acreditación (IAAC).

Artículo 101: El mecanismo descrito en el artículo anterior, sólo operará hasta la entrada en vigencia de la norma de emisión de material particulado a que se refiere el artículo 102 del presente decreto.

C. Norma de emisión para calefactores nuevos.

Artículo 102: Los calefactores nuevos que se comercialicen en la Región Metropolitana, sean fabricados, contruidos o armados en el país, o importados, que utilicen leña y otro dendroenergéticos, deberán cumplir con una emisión máxima permitida de material particulado (MP) de 2,5 g/h.

El cumplimiento de este estándar será exigible dieciocho meses después de que entre en vigencia la normativa que atribuya competencia a un órgano de la Administración del Estado para fiscalizar la norma de emisión de los artefactos para combustión de leña y otros dendroenergéticos.

Para los efectos de lo dispuesto en el presente artículo, la emisión de material particulado se determinará mediante alguno de los métodos de medición a que se refiere el artículo 100 del presente decreto.

D. Calidad del combustible.

Artículo 103: En la Región Metropolitana sólo se podrá comercializar leña seca, de acuerdo a lo que señale la normativa correspondiente.

En un plazo de tres meses contados desde la publicación del presente Decreto en el Diario Oficial, la CONAMA, en conjunto con el Instituto Nacional de Normalización (INN), iniciarán el proceso de elaboración de los parámetros técnicos para fijar requerimientos de calidad a los combustibles tipo pellets de madera de uso residencial.

E. Catastro de calefactores y gestión municipal

Artículo 104: La CONAMA coordinará el desarrollo de los procedimientos necesarios para catastrar los calefactores instalados en la Región Metropolitana.

En un plazo de seis meses a contar de la entrada en vigencia del presente Decreto, la CONAMA, junto a la Seremi de salud R.M., y en conjunto con los municipios de la región, elaborarán un plan de trabajo para la implementación del catastro de calefactores.

Sin perjuicio de lo anterior, todos los calefactores que se acojan a programas de recambio conforme al Artículo 106 de este decreto, deberán estar previamente incorporados al catastro de calefactores señalados.

F. Información al consumidor

Artículo 105: El servicio Nacional del consumidor (SERNAC), con la colaboración de CONAMA, adoptará todas las medidas, en el ámbito de sus competencias, a fin de elaborar un listado actualizado de carácter público, respecto de todos los modelos de calefactores que hayan obtenido el sello voluntario conforme al mecanismo establecido en el artículo 100 del presente decreto. Dicho listado tendrá como objetivo entregar información al consumidor respecto de las emisiones de los equipos señalados y de la magnitud de las mismas.

G. Programa de recambio de calefactores

Artículo 106: En el plazo de doce meses a contar de la entrada en vigencia del presente Decreto, y a fin de acelerar la efectividad de las medidas de la regulación descrita en el Artículo 102, la CONAMA encargará los estudios para el diseño e implementación de un programa de Recambio Tecnológico y/o retiro de Calefactores, cuyo objetivo será facilitar el retiro de calefactores existentes para su remplazo por otros de mejor tecnología y de menor aporte de emisiones de contaminantes a la atmósfera. Algunas de las alternativas que se estudiarán son:

Exigencia de compensación de emisiones para fabricantes e importadores

Establecer el recambio de calefactores como una alternativa de compensación de emisiones de proyectos que ingresen al Sistema de evaluación de impacto Ambiental (SEIA)

Subsidios de mejoramiento de viviendas mediante programas de eficiencia energética enfocados a sectores con mayor vulnerabilidad económica.

12.1.4.2 Programa permanente de seguimiento, control de gestión y fiscalización del PPDA

Artículo 119: La Conama, conjuntamente con los servicios competentes, desarrollará a contar de la entrada en vigencia del presente Decreto, un Programa Permanente de Seguimiento, un Sistema de Control de Gestión y un Plan Permanente de Fiscalización, definiéndose cada uno como sigue:

Programa permanente de seguimiento: Conjunto de herramientas técnicas destinadas a la caracterización de variables o generación de indicadores orientados a entregar la información de base que permita evaluar la evolución espacial y temporal de la calidad del aire, el factor meteorológico de la contaminación atmosférica y la emisión de contaminantes de la Región Metropolitana.

Sistema de control de gestión del PPDA: Conjunto de acciones de seguimiento realizadas respecto del cumplimiento de las metas del Plan, así como el estado de avance de las actividades asociadas.

Plan permanente de fiscalización: Conjunto de acciones desarrolladas por los organismos fiscalizadores del Estado respecto del control de las emisiones de contaminantes a la atmósfera, así como del cumplimiento de las distintas medidas establecidas en el PPDA. Lo anterior, sin perjuicio de las acciones de fiscalización propias de los organismos en aquellas materias de su competencia.

Artículo 120: El Programa a que se refiere la letra a) del artículo anterior, contará con las siguientes herramientas técnicas: Inventario oficial de emisiones atmosféricas, Plan operacional para el monitoreo de la calidad del aire, Plan operacional para el monitoreo de variables meteorológicas, Sistema de pronóstico de Material Particulado respirable (MP) y ozono (O₃) e Indicadores de seguimiento del PPDA.

El Inventario Oficial de Emisiones será desarrollado por la Conama, durante el año 2010, con la colaboración de los servicios competentes, en especial, la Seremi de Salud R.M. La implementación y operación de dicho inventario se definirá en función de los grados de avance de los sistemas actualmente disponibles, y deberá considerar, al menos, lo siguiente:

Definición de la metodología del Inventario de Emisiones para la Región Metropolitana, la que deberá ser estandarizada y auditable internacionalmente.

Definición de los mecanismos administrativos necesarios para el levantamiento y obtención de información oficial a través de los servicios competentes.

Definición del sistema de administración del Inventario de Emisiones para la Región Metropolitana.

Definición de calendario de mediciones y estudios nacionales y/o internacionales de actualización del inventario.

Definición de la periodicidad de actualización del inventario, y su período de proyección.

Definición de un Plan Presupuestario, para garantizar su implementación.

El Plan Operacional de Monitoreo de Calidad del Aire, cuyo objetivo será fortalecer el seguimiento de la calidad del aire en la Región Metropolitana, será implementado por la Seremi de Salud R.M., con la colaboración de la Conama, sobre la base de los antecedentes técnicos y estudios desarrollados. Para estos efectos, dentro del plazo de un año contado desde la entrada en vigencia del presente Decreto, se deberán realizar las siguientes acciones:

La Conama elaborará los Términos de Referencia (TDR) para el desarrollo de estudios de base que definan un laboratorio de referencia de la calidad del aire.

La Conama, conjuntamente con la Seremi de Salud R.M., implementará durante el año 2009 un sistema de validación de los datos de calidad del aire.

La Conama desarrollará las medidas necesarias que permitan implementar en la Red Macam el monitoreo en tiempo real de carbono orgánico y elemental.

La Seremi de Salud R.M. implementará una estación móvil para el seguimiento de material particulado ultra fino, MP₁₀ y MP_{2,5} y contadores de partículas.

La Conama, con la colaboración de la Seremi de Salud R.M., desarrollará un estudio de seguimiento y caracterización de los contaminantes primarios y secundarios observados en la Región Metropolitana.

La Conama implementará, conjuntamente con la Seremi de Salud R.M., los dispositivos para el acceso en línea y en tiempo real de los Índices de Calidad del Aire para aquellos contaminantes que requieran de la implementación de planes de Gestión de Episodios Críticos.

La Conama encargará el desarrollo de una auditoria técnica a la red de monitoreo de la calidad del aire.

La Conama junto a la Seremi de Salud R.M. definirán un Plan Presupuestario para la operación, mantención y auditoría a la red de monitoreo de la calidad del aire.

El Plan Operacional para el Monitoreo de Variables Meteorológicas será establecido por la Conama, con apoyo de la Seremi de Salud R.M., sobre la base de los antecedentes y estudios desarrollados en la Región, en el plazo de un año a partir de la entrada en vigencia del presente Decreto. Este Plan deberá contemplar, al menos, lo siguiente:

Definición de una red meteorológica regional para calidad del aire.

Desarrollo de un programa de actualización de equipos y/o sensores meteorológicos, que suministren información, tanto de superficie y como de altura. Sobre la materia, la Dirección Meteorológica de Chile, a partir del año 2010, realizará las acciones necesarias que permitan la definición de un sondeador atmosférico y/o un perfilador vertical de variables meteorológicas para la Región Metropolitana.

Implementación de un sistema de control y aseguramiento de la calidad del aire que le permita cumplir con los estándares internacionales en materia de monitoreo de variables meteorológicas.

Determinar las necesidades presupuestarias para la operación, mantención y auditoría de la red meteorológica regional.

La Conama, con apoyo de la Seremi de Salud R.M., a fin de implementar un sistema de pronóstico de calidad del aire para material particulado respirable (fracciones gruesa y fina) y ozono troposférico, deberá desarrollar un Sistema de diagnóstico y pronóstico de calidad del aire para material particulado (MP) y ozono troposférico (O₃), para cuyo efecto se llevarán adelante las siguientes acciones:

Definir, durante el año 2010, un plan de implementación de modelos de diagnóstico y pronóstico de calidad del aire para material particulado MP₁₀ y ozono troposférico (O₃).

Desarrollar, durante el curso del año 2010, un estudio de actualización del sistema de pronóstico de material particulado (PMP₁₀) vigente.

Implementar, a más tardar el año 2010, un pronóstico experimental para material particulado fino (MP_{2,5}).

Artículo 121: Para efectos del Sistema de Control de Gestión del PPDA a que se refiere la letra b) del artículo 119, se establecen las siguientes acciones:

- A. La Conama, en el plazo de un año a contar de la entrada en vigencia del presente Decreto, implementará un Sistema Integrado de Control de Gestión del Plan de Prevención y Des-contaminación Atmosférica de la Región Metropolitana, el que deberá

establecer el grado de avance y efectividad en la ejecución de las actividades y metas asociadas a cada medida.

- B. La Corema R.M., a partir de la información proporcionada por el Sistema de Control de Gestión, remitirá un informe anual de carácter público al Consejo Directivo de Conama, que contendrá, a lo menos:

El grado de cumplimiento o incumplimiento de las medidas y disposiciones del PPDA, los avances en el mejoramiento de la calidad del aire y la ejecución presupuestaria.

Los responsables de su implementación.

La evolución de los indicadores de seguimiento.

Artículo 122: Para efectos del Plan Permanente de Fiscalización a que se refiere la letra c) del artículo 119, se establecen las siguientes acciones:

La Conama, en conjunto con los organismos fiscalizadores del Estado correspondientes, definirá un Plan Permanente de Fiscalización. Para estos efectos, cada servicio en función de sus competencias deberá implementar los sistemas de fiscalización que permitan verificar el cumplimiento de la normativa vigente.

Cada sistema implementado incorporará criterios de inspección y control aceptados internacionalmente, y deberá generar las bases de información que permitan su evaluación en forma periódica.

Cada servicio deberá dimensionar anualmente los requerimientos de fiscalización, inspección y medición asociados al PPDA.

Los laboratorios y servicios de medición para los análisis y procedimientos que aseguren el control de calidad respectivo, deberán contar con las validaciones que se exigen de acuerdo a los mecanismos de validación correspondientes (Sistema Nacional de Acreditación de Organismos y Personal del Instituto de Normalización INN).

Respecto del presupuesto para la implementación del presente Plan, los organismos competentes definirán sus necesidades de acuerdo a lo establecido en el presente Decreto.

Artículo 123: Las actividades de fiscalización y los organismos responsables serán las que se indican a continuación²⁵

²⁵ Sólo se incluyen Fuentes Fijas y Fuentes residenciales.

Actividades de fiscalización del PPDA y organismos responsables	
ACTIVIDADES	RESPONSABLE DE FISCALIZACIÓN
FUENTES FIJAS	
Límite de concentración de MP para toda fuente estacionaria: 112 mg/m ³ (puntuales) y 56 (grupales).	Secretaría Regional Ministerial de Salud de la Región Metropolitana (Seremi de Salud R.M.).
Norma de emisión de 100 ppm de CO para fuentes de combustión.	
Norma de emisión de 30 ng/J de SO ₂ para fuentes de combustión.	
Meta de reducción de emisiones de MP para calderas existentes.	
Compensación de emisiones de MP para calderas nuevas, independiente de su emisión.	
Meta de reducción de emisiones de MP para procesos industriales existentes que emitían el 80% en 1997, límite correspondiente a una emisión superior a 2,5 t/año de MP.	
Compensación de emisiones de MP para procesos industriales nuevos con emisión superior a 2,5 t/año.	
Meta de reducción de emisiones de NO _x en fuentes estacionarias existentes, que emitan sobre límite correspondiente a una emisión superior a 8 t/año de NO _x .	
Compensación de emisiones NO _x en fuentes estacionarias nuevas con emisión superior a 8 t/año.	
Meta de emisión para mayores emisores de SO ₂ (emisión superior a 100 t/año).	
ACTIVIDADES	RESPONSABLE DE FISCALIZACIÓN
FUENTES FIJAS	
Paralización de fuentes en episodios críticos de Preemergencia y Emergencia Ambiental, sobre concentraciones de 32ug/m ³ y 28ug/m ³ , y por no cumplimiento de metas de emisión de MP.	Secretaría Regional Ministerial de Salud de la Región Metropolitana (Seremi de Salud R.M.).
Control de quemas agrícolas entre el 1 de abril y 31 de agosto de cada año.	Ministerio de Agricultura, a través de la Corporación Nacional Forestal (CONAF) y Servicio Agrícola y Ganadero (SAG).
FUENTES RESIDENCIALES	
Paralización de calefactores de uso residencial a leña y otros dendroenergéticos en episodio crítico de Alerta, Pre-emergencia y Emergencia.	Secretaría Regional Ministerial de Salud Región Metropolitana (Seremi de Salud R.M.).

Los organismos indicados en el cuadro precedente deberán desarrollar anualmente un plan de fiscalización que deberá contener al menos lo siguiente:

- Metas de fiscalización anual, tanto permanente como durante episodios críticos.
- Informe anual de infraestructura y recursos humanos disponible para la fiscalización del Plan en forma permanente y durante episodios críticos.
- Plan presupuestario anual.

Artículo 124: Sin perjuicio de la fiscalización que deben realizar los órganos de la Administración del Estado en aquellas materias que sean de su competencia, se establece lo siguiente:

La Seremi de Salud R.M. fiscalizará que las emisiones y/o concentraciones provenientes de las fuentes estacionarias para los contaminantes regulados que les sean aplicables, se ajusten a los parámetros y normas establecidos en el presente Decreto y en la demás normativa que les sea aplicable.

Sobre la base de la información referida en el punto precedente, la Seremi de Salud R.M. emitirá un informe semestral que pondrá en conocimiento de la opinión pública a través de los medios de comunicación.

12.1.4.3 Plan operacional para enfrentar episodios críticos de contaminación

A. Definiciones

Artículo 132: Para los efectos de la gestión de episodios críticos por material particulado respirable MP_{10} , se entenderá por:

Plan operacional de Gestión de Episodios Críticos: Conjunto de medidas y acciones que tienen por objetivo enfrentar los episodios críticos de contaminación por material particulado respirable MP_{10} .

Período de Gestión de Episodios Críticos: Lapso comprendido entre el 1 de abril y 31 de agosto de cada año, ambos días inclusive.

Entidad coordinadora: Corema R.M., a quien le corresponderá la articulación de los distintos servicios públicos que participan en el Plan Operacional de la GEC.

Metodología de pronóstico de calidad del aire: Aquella aprobada conforme al procedimiento establecido en el título IV, "Metodologías de Pronóstico y Medición", específicamente en los artículos N° 4 y 5, del Decreto Supremo N° 59 de 1998 y sus modificaciones, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia.

Plan comunicacional: Conjunto de mecanismos de difusión cuya finalidad es informar oportuna y debida-mente a la comunidad respecto del Plan Operacional de la GEC, para lograr un adecuado nivel de acatamiento de las medidas de restricción y promover conductas tendientes a reducir los niveles de exposición.

Programa integrado de fiscalización para la GEC: Conjunto de acciones orientadas a la adecuada implementación de las medidas del Plan de Gestión de Episodios Críticos. El intendente, en su calidad de presidente de la Comisión Regional del Medio Ambiente de la

Región Metropolitana de Santiago (Corema R.M.S.), junto a la Comisión Nacional del Medio Ambiente y a los órganos de la Administración del Estado competentes, coordinará la ejecución intersectorial de dicho programa.

El programa integrado de fiscalización requerirá, por parte de los servicios competentes, según corresponda, del envío al intendente regional, de un reporte semanal de los resultados de la fiscalización de las medidas aplicadas durante todo el transcurso del período de GEC. Este informe semanal se consolidará al final de cada período de episodios críticos.

B. Medidas permanentes para el período de Gestión de Episodios Críticos (GEC)
(No existen controles a nivel residencial)

C. Medidas para episodios críticos de alerta ambiental

Artículo 134: Los organismos competentes intensificarán con los medios disponibles las actividades de fiscalización que habitualmente realizan durante el período de Gestión de Episodios Críticos.

Prohibición de funcionamiento de todo tipo de artefactos de calefacción residencial que utilicen leña y otros dendroenergéticos.

No podrán funcionar los calefactores de uso residencial que utilicen combustibles sólidos, tales como leña y otros dendroenergéticos. Esta medida será fiscalizada por la Secretaría Regional Ministerial del Ministerio de Salud R.M., y se aplicará en toda la Región Metropolitana.

D. Medidas para episodios críticos de preemergencia ambiental y emergencia ambiental.

Artículo 135 y 136 (respectivamente):

Prohibición de funcionamiento de todo tipo de artefactos de calefacción residencial que utilicen leña y otros dendroenergéticos.

No podrán funcionar los calefactores de uso residencial que utilicen combustibles sólidos, tales como leña y otros dendroenergéticos. Esta medida será fiscalizada por la Secretaría Regional Ministerial del Ministerio de Salud R.M., y se aplicará en toda la Región Metropolitana.

12.1.4.4 Otras Disposiciones

Artículo 147: Modifícase el Decreto Supremo N° 811, de 1993, del ministerio de Salud, en forma que a continuación se especifica:

Remplazase en el párrafo primero del N°1, la frase que comienza con la palabra “combustibles” y que termina con un punto, por la que se indica a continuación:

“leña y otros dendroenergéticos y que no estén provistas de sistema de doble cámara de combustión, en todas las comunas de la Región Metropolitana”.

Elimínese el párrafo segundo del N°1.

Remplazase en el número 2º la frase que viene a continuación de la segunda coma y que comienza con la preposición “de” y que termina con un punto, por la que se indica a continuación:

“de los calefactores destinados a la calefacción de viviendas y de establecimientos públicos o privados que utilicen leña y otros dendroenergéticos, en toda la Región Metropolitana”.

Intercalase entre los números 2º y 3º, el siguiente número 3º nuevo, pasando el actual número 3º a ser número 4º:

“3º. Transcurrido que sea un año a partir de la entrada en vigencia de la norma de emisión de material particulado a que se refiere el artículo 102 del decreto Supremo N° 66, de 2009, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, se prohíbe el uso en forma permanente de los calefactores que no cumplan con el nivel máximo ahí establecido, que se encuentren instalados en las áreas urbanas, definidas en los instrumentos de Planificación Territorial de la Región metropolitana de Santiago”.

Para efectos de lo dispuesto en el presente decreto, se entenderá por calefactor aquel definido en el artículo 99, del Decreto Supremo N° 66, de 2009, del Ministerio Secretaría General de La Presidencia”.

12.1.5 LOGROS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PPDA Y LINEAS A SEGUIR

A partir del año 1998, se han llevado a cabo diversas medidas de control de la contaminación a través de la ejecución y aplicación del Decreto Supremo N° 16 de 1998 y de su posterior actualización contenida en el Decreto Supremo N° 58 de 2003, también del Ministerio Secretaría General de la Presidencia. En la Región Metropolitana, el efecto sobre la calidad del aire de las medidas implementadas es el siguiente:

Para MP₁₀, se ha logrado una reducción del 57% del total requerido para el cumplimiento de la norma anual y de un 50% para el cumplimiento de la norma diaria. Ambas cifras calculadas al año 2007.

Para el material particulado fino (MP_{2,5}), si bien Chile no cuenta con norma para este contaminante, la reducción de las concentraciones promedio anuales alcanza un 25 % al año 2006, respecto de las concentraciones del año 1997.

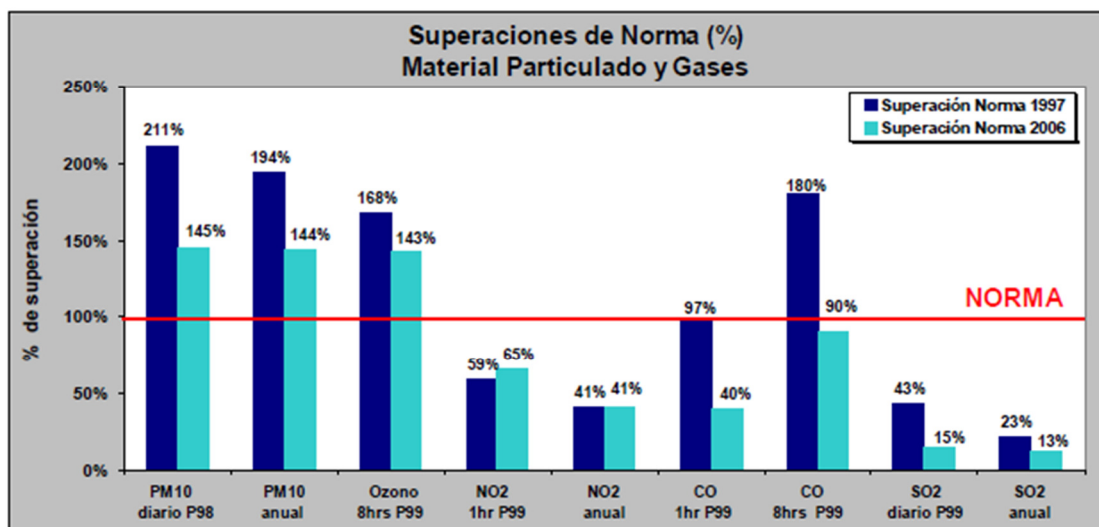
Para el Dióxido de Nitrógeno (NO₂), la Región Metropolitana ya no se encuentra en estado de latencia. Para Monóxido de Carbono (CO), la situación de saturación en sus normas de 1 hora y de 8 horas, ya no se verifica; no obstante, se mantiene el estado de latencia para la norma de 8 horas.

Para Ozono Troposférico (O₃), se ha logrado una reducción de un 36% del total requerido para alcanzar el cumplimiento de la norma de 8 horas vigente, según datos al año 2006.

Para el Dióxido de Azufre (SO₂), las concentraciones registradas se han mantenido en cumplimiento de norma, aunque registran una reducción significativa producto del PPDA.

En el siguiente gráfico se resume el estado de cumplimiento de normas al año 2006 en comparación con la situación al año de inicio del PPDA. Destacan la reducción del material particulado, ozono, monóxido de carbono y dióxido de azufre.

Cumplimiento de Normas de calidad del aire en la Región Metropolitana.



Fuente: Conama (2008), Datos validados por SEREMI de Salud R.M

A pesar de los avances obtenidos tras la aplicación de los instrumentos establecidos en el Decreto Supremo N° 16 de 1998 y su actualización a través del Decreto Supremo N° 58, de 2003, se ha determinado que con las medidas actualmente vigentes no es posible alcanzar las metas de calidad del aire comprometidas al año 2011 para los contaminantes que todavía presentan niveles de saturación como el MP₁₀ y Ozono. Por lo anterior, es necesario reformular el actual PPDA con el fin de establecer nuevos instrumentos de gestión, donde deberá ser prioritario el control de las emisiones directas de material particulado y de los precursores de material particulado y ozono (NO₂, SO₂, NH₃, COV).

A continuación se muestra la reducción de las emisiones en caso de no existir las nuevas medidas.

Reducción de emisiones proyectadas al año 2011 respecto de la situación sin las nuevas medidas

	MP10	NOx	SO ₂	CO	COV
	ton/año	ton/año	ton/año	ton/año	ton/año
Fuentes móviles	492	3.178	58	29.453	2.738
Fuentes fijas	355	5.760	1.916	9	1
Calefacción residencial con leña	244	-	-	-	-
Quemas agrícolas	142	-	-	-	-
Fuentes móviles fuera de ruta	118	-	-	1.369	-
Otras fuentes	-	16	8	-	-
Reducción total	1.351	8.954	1.982	30.831	2.739
Reducción emisiones (%)	31%	20%	15%	18%	3%

Fuente: Conama (2008). Análisis General del Impacto Económico y Social del PPDA.

12.2 PROBLEMAS DE MANEJO DE INFORMACIÓN

12.2.1 ESTUDIOS EXISTENTES

En la literatura existen varios estudios que cuantifican el mercado de la leña en la Región Metropolitana de Santiago.

A continuación se expone una breve descripción de los estudios más relevantes sobre este tema y en los capítulos siguientes se expondrán de manera resumida los resultados más relevantes en cada ítem.

Gamma Ingenieros 2007

“Análisis de mercado de equipos de calefacción residencial a biomasa actualizado al año 2006”

Primero se realizó una encuesta para estimar la cantidad de equipos de calefacción a biomasa en la R.M. En esta se escogieron 201 manzanas al azar y se encuestó a 6.215 viviendas, excluyendo edificios.

Luego se efectuó una segunda encuesta a hogares que poseen equipos a leña, cuyo objetivo fue conocer el N° de equipos por vivienda, sus características y uso. En total se encuestaron 380 viviendas.

Ambas encuestas se aplicaron en todas las comunas de la Provincia de Santiago, más Puente Alto y San Bernardo, además de las 4 mayores comunas externas que representaron al resto de las comunas fuera del Gran Santiago, siendo estas Colina, Buin, Melipilla y Peñaflor.

Se abarcaron 38 comunas dejando fuera: en la provincia de Cordillera a Pirque y San José de Maipo; en la provincia de Melipilla a María Pinto, Curacaví, Alhué y San Pedro; en la provincia de Talagante a Talagante, El Monte, Isla de Maipo y Padre Hurtado; en la provincia de Maipo a Calera de Tango y Paine; y por último en la provincia de Chacabuco a Lampa y Til-Til.

En el informe se asume que los resultados de la encuesta pueden estar distorsionados puesto que días previos al proceso de encuesta hubo declaraciones por parte de una autoridad pública manifestando que a partir del próximo año se prohibiría el uso de la leña en la región.

Centro Premio Mario Molina 2009

“Análisis de las concentraciones de MP_{10} y $MP_{2,5}$ asociadas a las emisiones de quema de leña residencial en la Región Metropolitana de Santiago”

Encuestas telefónicas a números geo-referenciados donde cada número está asociado a un hogar clasificado según grupo socioeconómico.

Para cada número se hizo 3 intentos de contacto, los que fallaron fueron remplazados por una nueva selección aleatoria, equivalente a la primera selección.

Se realizaron llamados telefónicos hasta alcanzar 1600 encuestas que hayan indicado el uso de calefactores a leña. Se registro el total de llamados para estimar la relación entre usuarios que tienen y que no tienen calefactores a leña.

Se abarcaron 49 comunas.

CONAMA y U. de Chile 2005

“Comportamiento del consumidor residencial y su disposición a incorporar aspectos de eficiencia energética en sus decisiones y hábitos”

Encuestas en 5 ciudades de Chile. Para la Región Metropolitana se realizaron 408 encuestas.

La encuesta contaba con 6 módulos de preguntas, donde se incluyeron algunas preguntas sobre el consumo de leña a nivel residencial.

Se encuestaron 18 comunas.

CASEN 2006

Además de los estudios en relación al uso de leña existe información al respecto en la encuesta CASEN 2006, en la que se incluyó algunas preguntas relacionadas al consumo de leña a nivel residencial. A continuación se expone brevemente la metodología de diseño muestral de esta encuesta.

A diferencia de la encuesta CASEN 2003, en esta ocasión se levantó la encuesta en 330 comunas del país conformadas por las áreas urbana y rural. A las 302 consultadas en CASEN 2003, se incorporan 28 comunas nuevas con el objetivo de recabar información a nivel nacional, regional, urbano-rural y comunal que permita elaborar un diagnóstico de la realidad socioeconómica del país.

Utiliza como unidad primaria la sección o conglomerado definido como la unión de viviendas particulares con un tamaño definido por los estratos.

El diseño metodológico corresponde a una muestra probabilística, estratificada geográficamente y por tamaño poblacional en el área urbana y rural, bietápica con probabilidad de selección de la unidad de primera etapa proporcional al tamaño en relación al número de viviendas.

No cubre algunas comuna como: Ollagüe, Isla de pascua, Juan Fernández, Chile Chico, Guaitecas, Lago Verde, O'Higgins, Tortel, Antártica, Cabo de hornos, Laguna verde, Primavera, Río Verde, San Gregorio, Timaukel y Torres del Paine.

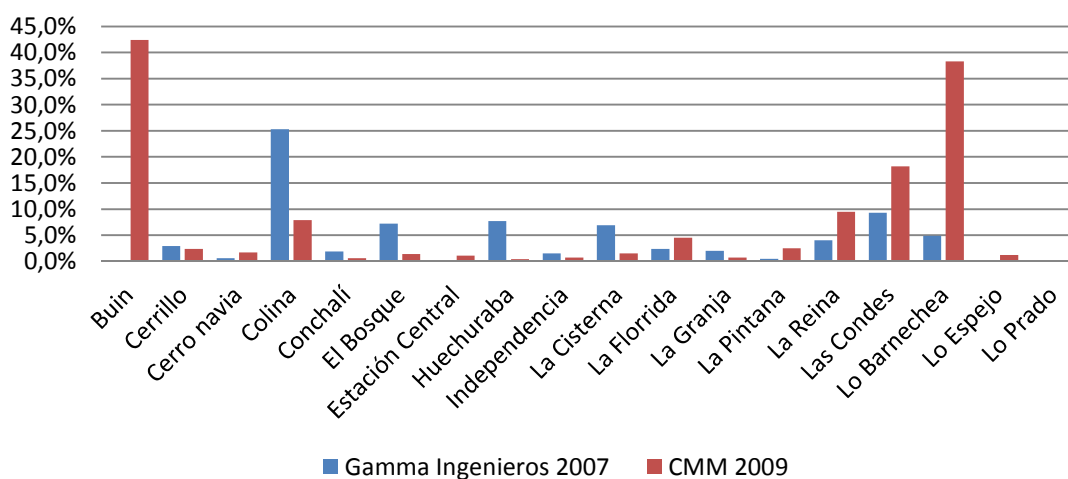
Tamaño muestral nacional 74.538 de las cuales 14.132 son en la R.M.

De estos estudios, los más relevantes en cuanto a la similitud con el presente estudio son el Informe de Gamma Ingenieros y el del Centro Premio Mario Molina. Sin embargo, en estos no se considera la totalidad de las comunas, excluyendo las zonas rurales.

Además, si bien en ambos se obtienen resultados bastante cercanos a nivel regional, no tienen mucha correlación a nivel comunal, presentando fuertes discrepancias en sus resultados.

Comparación porcentaje de hogares que posee calefacción a leña por comuna.

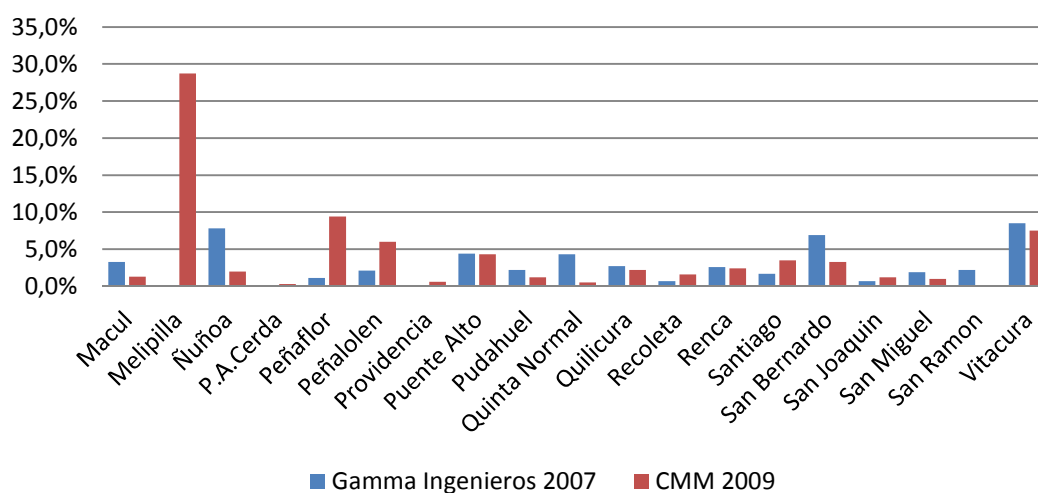
Parte 1



Fuente: Elaboración propia.

Comparación porcentaje de hogares que poseen calefacción a leña por comuna.

Parte 2



Fuente: Elaboración propia.

Las discrepancias en las estimaciones del uso de calefacción a leña en la Región Metropolitana se explican principalmente en las diferentes metodologías del diseño muestral utilizado en ambos estudios, y son inadecuados para obtener resultados a nivel comunal y por sector urbano/rural

Comparación estudio Gamma Consultores v/s Centro Mario Molina		
Estudio	Proporción de hogares con calefactor a leña (estimación total según cobertura del estudio)	Error ($\pm$ %)
Gamma Consultores	3,5 %	2,10 %
Centro Premio Mario Molina	5,1 %	0,91 %

El estudio de Gamma consultores cubre geográficamente la provincia de Santiago más las áreas urbanas de las comunas de Puente Alto, San Bernardo, Colina, Buin, Melipilla y Peñaflores, es decir, aproximadamente el 70% del total de los hogares de la Región Metropolitana exceptuando el área rural de la región. El levantamiento de las encuestas fue realizado en forma presencial lo que garantiza lo probabilístico del diseño y la cobertura de los estratos socioeconómicos bajos que regularmente no poseen telefonía fija al igual que los hogares de tipo monoparental y nuclear²⁶.

Para la estimación se utilizó un muestreo probabilístico por conglomerado con distribución aleatoriamente de 201 manzanas, y se encuestaron aproximadamente 31 viviendas por manzana. Dicho diseño muestral entrega resultados estadísticamente representativos a nivel total de la población cubierta con un error aproximado de $\pm 2\%$, pero no entrega resultados estadísticamente significativos a nivel comunal dado que la muestra es insuficiente a este nivel (en el mejor de los casos fueron seleccionadas 5 manzanas por comuna).

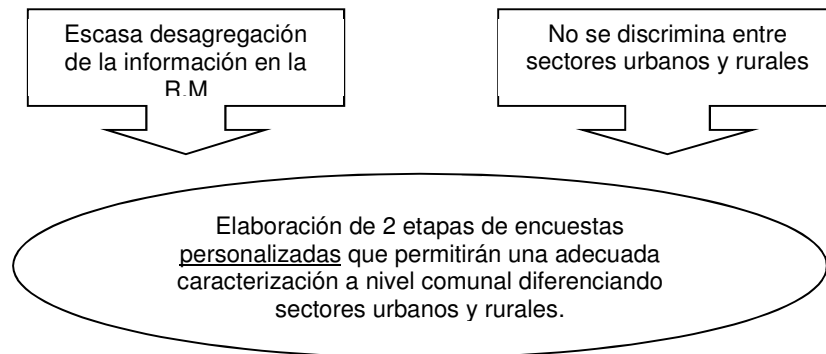
El estudio del Centro Mario Molina Chile presenta una mayor cobertura y un mayor tamaño muestral, pero nuevamente se deja de lado el área rural de la región. Y por otro parte, el levantamiento de la encuesta fue realizada en forma telefónica.

El levantamiento telefónico introduce un sesgo de cobertura que es producido precisamente por las exclusiones de todos los hogares que no poseen teléfonos de red fija, en especial sectores socioeconómicos bajos donde se presume la existencia de un mayor consumo de leña. Por otro lado, el hecho de que la persona entrevistada no vea su interlocutor, puede motivar el no proporcionar la misma respuesta que habría entregado en caso de entrevistas presenciales. Las razones para esto pueden encontrarse en la natural desconfianza de entregar información a alguien a quien no se está viendo y de quien no se puede estar seguro de que pertenezca realmente a una entidad que efectivamente realiza estudios. Ello explica los altos niveles de rechazo de las encuestas telefónicas que frecuentemente pierden el carácter probabilístico de la muestra por la alta tasa de remplazos, es decir, el diseño muestral pasa a ser un muestreo por cuota que estima sólo a la muestra seleccionada y no representa a la población estudiada. Desde nuestro punto de vista la calidad de la información que ellas proporcionan suele ser inferior a la de las encuestas presenciales.

²⁶ Familia nuclear: Está integrada por una pareja adulta, con o sin hijos, o por uno de los miembros de la pareja y sus hijos.

En el presente estudio, además de mejorar el nivel de desagregación de los datos, estos serán actualizados lo que permitirá caracterizar de mejor manera el mercado, y en consecuencia se podrá obtener una adecuada cuantificación de los costos y beneficios de las medidas que se propongan en etapas posteriores del estudio.

Esquema plan de trabajo de caracterización de consumidores de leña.



Fuente: Elaboración propia.

Los datos de este estudio serán comparados con los de estudios anteriores a modo de verificar la validez mediante correlaciones entre los resultados.

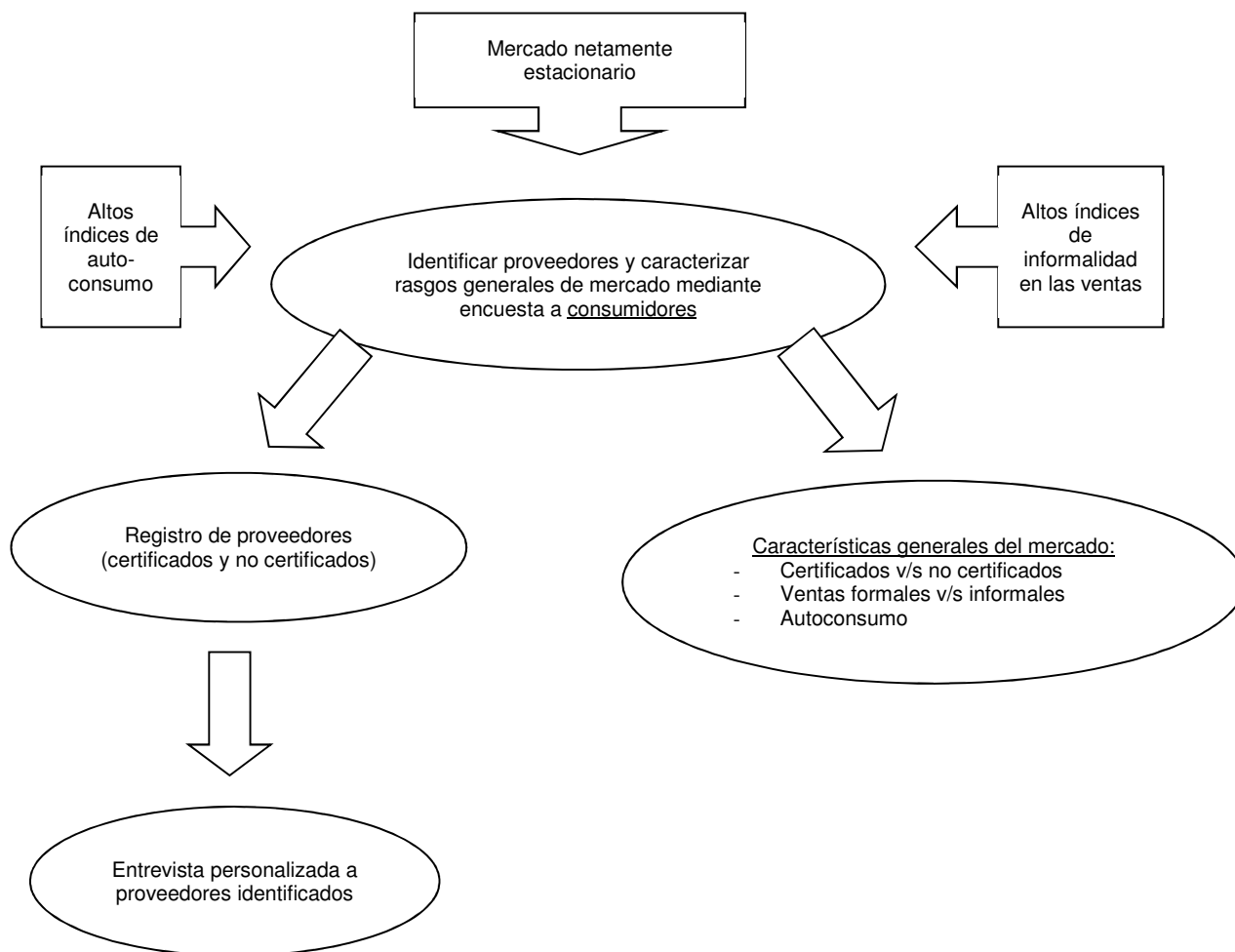
12.2.2 CARACTERIZACIÓN DE PROVEEDORES DE LEÑA Y SUS DERIVADOS

Además de la falta de unificación y desactualización de los datos, se constata la ausencia de un catastro de proveedores de leña y sus derivados en la región. El mercado de la leña y sus derivados en la Región Metropolitana es netamente estacionario, concentrándose la mayor parte de las ventas durante los meses invernales. En consecuencia resulta difícil obtener un registro de proveedores fuera de la temporada invernal.

Además, se presenta un alto porcentaje de informalidad en la comercialización de la leña, del orden del 95% (J. López, Sistema Nacional de Certificación de Leña, Entrevista telefónica, Noviembre 28, 2011) lo cual dificulta aún más su caracterización.

Por otra parte, en la literatura nacional no existe un catastro de proveedores de leña, es por esto que uno de los objetivos de este estudio es obtener una adecuada caracterización de proveedores de este recurso.

Esquema plan de trabajo de caracterización de proveedores de leña



Fuente: Elaboración propia.

12.3 FACTIBILIDAD LEGAL E INSTITUCIONAL DE MEDIDAS PROPUESTAS

Aplicación de la Norma de emisión a Artefactos Nuevos, de 2,5 g/h

Corresponde a la aplicación del artículo 102 del Decreto 66 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, del año 2009, el cual revisa, reformula y actualiza el Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana (PPDA). Esta norma será exigible transcurridos 18 meses después que entre en vigencia la normativa que atribuya competencia a un órgano de la Administración del Estado para fiscalizar la norma de emisión de los artefactos para combustión de leña y otros dendroenergéticos, esto es, aproximadamente en enero del año 2014, ya que la normativa en comento, esto es, la Ley N°20.586 que atribuye competencia a la Superintendencia de Electricidad y Combustibles para la fiscalización antes referida, fue tomada de razón el día 7 de mayo de 2012, y será publicada en el Diario Oficial, comenzando a regir dentro de los próximos días.

Respecto a la factibilidad de esta medida, se reitera que la misma es parte de un Decreto Supremo vigente y su cumplimiento será obligatorio en cuanto transcurra el plazo indicado en la misma norma.

En conclusión, es legal la aplicación de la medida y no existe inconveniente para su aplicación, ya que entrará en vigencia dentro de poco la Ley N°20.586, antes señalada que le atribuye competencia para fiscalizar la norma a la Superintendencia de Electricidad y Combustibles.

En cuanto a la fiscalización, debemos distinguir:

- a) Fiscalización de norma de emisión respecto de los artefactos para combustión a leña que sean fabricados, contruidos o armados en el país, o importados: Esto estará cargo de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles. Dicha certificación se aplicará a los artefactos nuevos, a contar de la entrada en vigencia del artículo 102 del Decreto 66 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, del año 2009, el cual revisa, reformula y actualiza Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana (PPDA).
- b) Fiscalización de la emisión de contaminantes: Esta función la desarrolla actualmente la Seremi de Salud (R.M.), sin perjuicio de las atribuciones específicas que las ordenanzas municipales otorguen a los Inspectores Municipales y Carabineros de Chile en esta materia. Ahora bien, evidentemente que dentro de las facultades otorgadas a la Superintendencia de Electricidad y Combustibles por la Ley N°20.586 se deben entender incorporadas ésta.

Aplicación de norma de emisión a artefactos existentes; prohibición de calefactores que no cumplen con la norma de emisión dentro del área urbana de la Región Metropolitana

Corresponde a la aplicación del artículo 147 del Decreto 66 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, del año 2009, el cual revisa, reformula y actualiza el Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana (PPDA), artículo que complementa y modifica el Decreto Supremo 811 del Ministerio de Salud, de 1993, el cual prohíbe el funcionamiento de chimeneas para calefacción en viviendas y establecimientos de la Región Metropolitana. Esta norma será exigible transcurrido 1 año después de que entre en vigencia la normativa especificada en la Medida 1, esto es, aproximadamente en enero del año 2015.

Respecto a la factibilidad de esta medida, se reitera que la misma es parte de un Decreto Supremo vigente y su cumplimiento será obligatorio en cuanto transcurra el plazo indicado en la misma norma.

La fiscalización de esta medida, al encontrarse dentro de lo establecido en Decreto Supremo 811 del Ministerio de Salud, de 1993, el cual prohíbe el funcionamiento de chimeneas para calefacción en viviendas y establecimientos de la Región Metropolitana, corresponde a la Seremi de Salud (R.M.), sin perjuicio de las atribuciones específicas que las ordenanzas municipales otorguen a los Inspectores Municipales y Carabineros de Chile en esta materia. Ahora bien, evidentemente que dentro de las facultades otorgadas a la Superintendencia de Electricidad y Combustibles por la Ley N°20.586 se deben entender incorporadas ésta.

En conclusión, es legal la aplicación de la medida y no existe inconveniente para su aplicación a contar del cumplimiento del plazo de un año después de que entre en vigencia la normativa especificada en la Medida 1, esto es, aproximadamente desde enero del año 2015.

Control de calidad de la leña en la comercialización de la leña

Corresponde a la aplicación del artículo 103 del Decreto 66 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, del año 2009, el cual revisa, reformula y actualiza Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana (PPDA), el cual establece que dentro de la Región Metropolitana solo se podrá comercializar leña seca. En un plazo de 3 meses contados desde la publicación del referido Decreto en el Diario Oficial, la Conama en conjunto con el Instituto Nacional de Normalización, iniciarían el proceso de elaboración de los parámetros técnicos para fijar requerimientos de calidad a los combustibles tipo pellets de madera de uso residencial.

Cabe mencionar que dentro de la normativa vigente, sólo encontramos una definición legal de "leña seca" en la Norma Chilena Oficial NCh 2907.Of2005, la cual en su punto 3.11.3 define leña seca como "aquella que posee un contenido de humedad menor al punto de saturación de la fibra; para propósitos de esta norma se considera leña seca la que tiene un contenido de humedad menor o igual que 25%". En el mismo sentido, existen Ordenanzas Municipales emitidas por las Ilustres Municipalidades de Lo Barnechea y Las Condes, que establecen que la leña húmeda es aquella con un contenido de humedad mayor a 25%, definiciones que, a contrario sensu, nos sirven para determinar que la leña seca es aquella que cumple con los parámetros utilizados en la Norma Chilena Oficial antes referida. En cuanto a los parámetros técnicos para fijar requerimientos de calidad a los combustibles tipo pellets de madera de uso residencial, no se encontraron Normas Oficiales que regulen lo anterior, encontrándose pendiente dicha normativa.

Respecto a la factibilidad de esta medida, se reitera que la misma es parte de un Decreto Supremo vigente y su cumplimiento es obligatorio.

En conclusión, es legal la aplicación de la medida y no existe inconveniente para su aplicación

Programa de recambio de equipos existentes

El artículo 147 del Decreto 66 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, del año 2009, el cual revisa, reformula y actualiza el Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana (PPDA), que a su vez complementa y modifica el Decreto Supremo 811 del Ministerio de Salud, de 1993, el cual prohíbe el funcionamiento de chimeneas para

calefacción en viviendas y establecimientos de la Región Metropolitana, establece que "transcurrido que sea un año a partir de la entrada en vigencia de la norma de emisión de material particulado a que se refiere el artículo 102 del Decreto Supremo 66, de 2009, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia -aproximadamente en enero del año 2015-, se prohíbe el uso en forma permanente de los calefactores que no cumplan con el nivel máximo ahí establecido, que se encuentren instalados en las áreas urbanas, definidas en los instrumentos de planificación territorial de la Región Metropolitana". La citada norma no es obligatoria en zonas rurales, sino que solo se aplica a los artefactos que se encuentren instalados en la zona urbana de la Región Metropolitana.

En conclusión, con respecto a la factibilidad legal de esta medida, se requiere una modificación del Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana (PPDA), que a su vez modifique el Decreto Supremo 811 del Ministerio de Salud, de 1993, el cual prohíbe el funcionamiento de chimeneas para calefacción en viviendas y establecimientos de la Región Metropolitana, a través de un Decreto Supremo del Ministerio del Medio Ambiente que cumpla con los requisitos establecidos en los artículos 44 y 45 de la Ley 19.300, de Bases Generales del Medio Ambiente, que abarque, en cuanto al plan de recambio obligatorio de equipos existentes, las zonas rurales de la Región Metropolitana.

Por otra parte, se nos ha consultado respecto de las atribuciones y facultades del Gobierno Regional para promover proyectos de recambio de calefactores en zonas rurales de la Región Metropolitana. Al respecto, en atención a lo señalado por el artículo 17 letra c de la ley 19.175, Orgánica Constitucional sobre Gobierno y Administración Regional, que señala que "serán funciones del gobierno regional en materia de ordenamiento territorial: ... c) Fomentar y velar por la protección, conservación y mejoramiento del medio ambiente, adoptando las medidas adecuadas a la realidad de la región, con sujeción a las normas legales y decretos supremos reglamentarios que rijan la materia", consideramos que el Gobierno Regional tiene plena facultad para promover un plan de recambio voluntario de calefactores en la Región Metropolitana, de manera conjunta o independiente al Ministerio del Medio Ambiente.

Desarrollo de un programa de filtros catalíticos

No existe en la legislación chilena una norma que ordene implementar filtros o catalizadores en los calefactores a leña de doble cámara.

Respecto a la factibilidad de esta medida, se requiere una modificación del Decreto 66 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, del año 2009, el cual revisa, reformula y actualiza el Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana (PPDA) o la dictación de una nueva norma, ambas opciones a través de un Decreto Supremo del Ministerio del Medio Ambiente que cumpla con los requisitos establecidos en los artículos 44 y 45 de la Ley 19.300, de Bases Generales del Medio Ambiente, que obligue a los fabricantes, armadores, importadores, o usuarios de calefactores a leña, a implementar filtros o catalizadores a los artefactos para combustión de leña y otros dendroenergéticos, de manera de reducir sus emisiones contaminantes.

Ahora bien, una vez definido por norma legal la implementación de filtros, dentro de las facultades otorgadas a la Superintendencia de Electricidad y Combustibles por la Ley N°20.586 se deben entender incorporadas la fiscalización de la implementación de filtros..

Congelamiento de equipos o compensación de emisiones

Estimamos que la compensación de emisiones, tal como lo establecen los artículos 44 y 45 de la Ley 19.300, de Bases Generales del Medio Ambiente, sería aplicable mediante Decreto Supremo del Ministerio del Medio Ambiente, el cual puede establecer planes de prevención o de descontaminación, cuyo cumplimiento es obligatorio en las zonas latentes o saturadas como, por ejemplo, la Región Metropolitana. En el mismo sentido, el artículo 45 letra h) de la Ley 19.300, de Bases Generales del Medio Ambiente, establece que "los planes de prevención y descontaminación contendrán, a lo menos: h) la proposición, cuando sea posible, de mecanismos de compensación de emisiones".

En cuanto al congelamiento de equipos, estimamos que el artículo 102 del Decreto 66 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, del año 2009, el cual revisa, reformula y actualiza el Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana (PPDA), que restringe la comercialización de nuevos calefactores estableciendo que los mismos deberán cumplir con una emisión máxima permitida de material particulado de 2,5 g/h, es, en cierta medida, una norma que implica un "congelamiento de equipos", ya que a contar de una fecha determinada, los nuevos artefactos deberán cumplir con nuevos requisitos que aumentan la exigencia para la emisión de contaminantes, prohibiendo la comercialización de artefactos que antes de la entrada en vigencia de la citada norma, eran comercializados normalmente.

En conclusión, por lo indicado en los párrafos anteriores, estimamos que es factible, desde un punto de vista legal, la exigencia de compensación de emisiones contaminantes por parte de los usuarios de calefactores así como el congelamiento de determinados equipos en la Región Metropolitana, ambas medidas aplicadas por medio de un Decreto Supremo del Ministerio del Medio Ambiente que cumpla con los requisitos establecidos en los artículos 44 y 45 de la Ley 19.300, de Bases Generales del Medio Ambiente.

Prohibición del uso de la leña como combustible en algunas comunas

Tal como se mencionó en la Medida 3, el artículo 103 del Decreto 66 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, del año 2009, el cual revisa, reformula y actualiza Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana (PPDA), establece que dentro de la Región Metropolitana solo se podrá comercializar leña seca, lo que excluye, a contrario sensu, la comercialización de leña húmeda. En el mismo sentido, existen Ordenanzas Municipales, tales como Las Condes y Lo Barnechea que establecen que "los equipos de calefacción sólo podrán utilizar leña seca, y no podrán usar otro combustible...". Sin embargo, no existe legislación vigente, de aplicación general ni municipal, que prohíban el uso de la leña como combustible, incluyendo la leña seca.

Respecto a la factibilidad de esta medida, creemos que sí es posible la dictación de un Decreto Supremo de aplicación regional (zona latente o saturada), que prohíba la utilización de leña como combustible. En el caso de la Región Metropolitana, bastaría con una modificación del Decreto 66 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, del año 2009, el cual revisa, reformula y actualiza el Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana (PPDA), o la dictación de una nueva norma, ambas opciones a través de un Decreto Supremo del Ministerio del Medio Ambiente que cumpla con los requisitos establecidos en los artículos 44 y 45 de la Ley 19.300, de Bases Generales del Medio Ambiente y que prohíba en forma absoluta la comercialización y el uso de la leña como combustible.

Nuestros tribunales han considerado que medidas parecidas a ésta son plenamente constitucionales, legales, no discriminatorias (principio de "la igualdad entre iguales") y que la autoridad ha procedido dentro de sus atribuciones atendiendo al bien común, la seguridad y salud ciudadanas, dentro del marco de la garantía máxima constitucional de "vivir en un medio ambiente libre de contaminación". Así lo ha entendido también el Tribunal Constitucional, que, por fallo de 26 de junio de 2001, rechazó un requerimiento de un conjunto de senadores por inconstitucionalidad del D. S. N° 20, M. Segpres, de 12 abril de 2001, que aplicó restricción a vehículos con catalizador en situaciones de emergencia ambiental, sosteniendo, entre otros considerandos, que tal medida u otras que la autoridad determine "miran a la preservación de la salud y, a la postre, a la conservación de la vida humana" (Considerando 43°) y "destinada a proteger el derecho máspreciado de los asegurados por nuestro Código Político, cual es la vida humana y la integridad física y psíquica de las personas" (Considerando 46°).

En conclusión, la medida aplicable sólo a ciertas comunas no nos parece legal ni constitucional, por tener elementos de discriminación evidentes, salvo que científica e irrefutablemente se pudiera demostrar que esa comuna contribuye en lo específico con el problema y que puede discriminarse con respecto a otras, situación que estimamos imposible. Al contrario, creemos que una medida de esas características aplicable a toda la Región Metropolitana sí es factible legal y constitucionalmente, por los argumentos expuestos en los párrafos anteriores.

Asimismo, se nos ha consultado respecto de las atribuciones y facultades del Gobierno Regional para prohibir en forma absoluta la comercialización y el uso de la leña como combustible. Al respecto, consideramos que de acuerdo a lo establecido en los artículos 44 y 45 de la Ley 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente, solo corresponde a la autoridad ambiental dictar una norma en tal sentido, careciendo el Gobierno Regional de tales atribuciones.

Capacitación y difusión en el uso de artefactos a leña

Sin perjuicio de que es factible la dictación de una norma para la aplicación de esta medida, no creemos necesaria la existencia de una norma específica para esto, por lo cual sólo debe ser aplicada.

Programa para la aislación térmica de la vivienda

Cabe mencionar que el artículo 106 del Decreto 66 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, del año 2009, el cual revisa, reformula y actualiza el Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana (PPDA), establece que en el plazo de 12 meses a contar de la entrada en vigencia del PPDA, esto es, desde el 12 de abril de 2011, y a fin de acelerar las medidas de la regulación descrita en el artículo 102 del mismo Decreto (medida 1), la Conama encargará los estudios para el diseño e implementación de un Programa de Recambio Tecnológico y/o Retiro de Calefactores, cuyo objetivo será facilitar el retiro de calefactores existentes para su remplazo por otros de mejor tecnología y de menor aporte de emisiones de contaminantes a la atmósfera; una de las alternativas que se estudiarían para cumplir lo anterior, entre otras, es el subsidio de mejoramiento de vivienda mediante programas de eficiencia energética enfocados a sectores con mayor vulnerabilidad económica.

Tampoco, se nos puede olvidar que la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones desde el año 1999, y el DS N°115 y N°192 del año 2006, ambos de vivienda y urbanismo, se

inició el proceso de acondicionamiento térmico de las viviendas que en la actualidad incluye toda la envolvente de ella, pero no se pronuncia con respecto a los combustibles y artefactos a utilizar.

En conclusión, existe la factibilidad legal para promover un programa de aislación térmica que reduzca el uso de la leña como combustible e incluso la ley establece que un determinado organismo, en este caso el Ministerio del Medio Ambiente, debe encargar estudios para la aplicación de esta alternativa, alternativa que sería ejecutada en conjunto por los Ministerios de Vivienda y Urbanismo y el Ministerio del Medio Ambiente. Lo anterior, es sin perjuicio de las normas ya existentes en la materia y que citáramos más arriba.

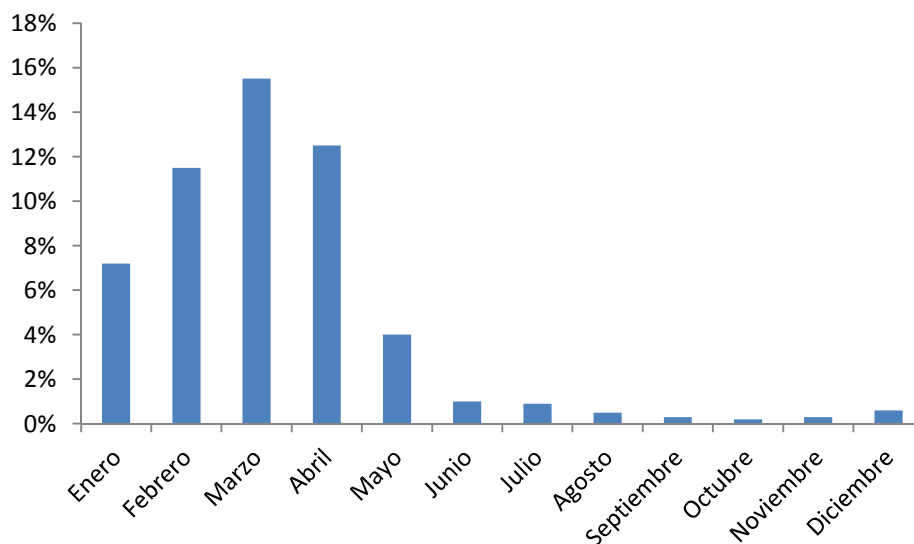
12.4 COMPARACIÓN CON OTROS ESTUDIOS

12.4.1 UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN 2002

El año 2002, la Universidad de Concepción realizó el 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". En este trabajo se realizaron encuesta a 44 proveedores de leña en Temuco y Padre Las Casas. Hay que hacer notar que existen grandes diferencias entre los proveedores de leña y las características de la leña entre las dos regiones, las que se muestran a continuación.

- A. Estacionalidad de la venta: Los resultados del presente trabajo, muestran que las ventas en la Región Metropolitana se concentran en los meses de invierno. Sin embargo, en el sector de Temuco y Padre Las Casas, las mayores ventas se producen en verano y otoño, tal como se muestra en la . Esta diferencia radica en que en Temuco y Padre Las Casas es posible encontrar leña seca sólo en esas fechas. Por otro lado al haber un gran porcentaje de usuarios y de proveedores, hay disponibilidad de leña durante todo el año.

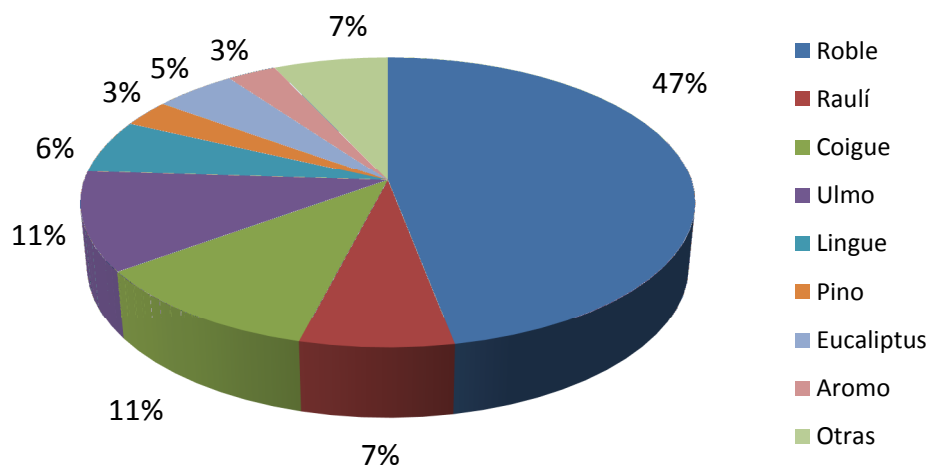
Estacionalidad de la venta de leña en Temuco y Padre Las Casas.



Fuente: Informe Universidad de Concepción, 12 de diciembre de 2002

- B. Tipo de leña comercializada: Al igual que la estacionalidad, el tipo de leña comercializada en Temuco y Padre Las Casas es muy distinta a la comercializada en la Región Metropolitana. El principal tipo de leña que se comercializa en Temuco es Roble, Coigüe, Ulmo, y otros tipos de madera nativa. En la región Metropolitana el principal tipo de leña comercializada y consumida es Eucaliptus (ver). En ambos casos, el principal tipo de leña comercializada corresponde al tipo más abundante en la región.

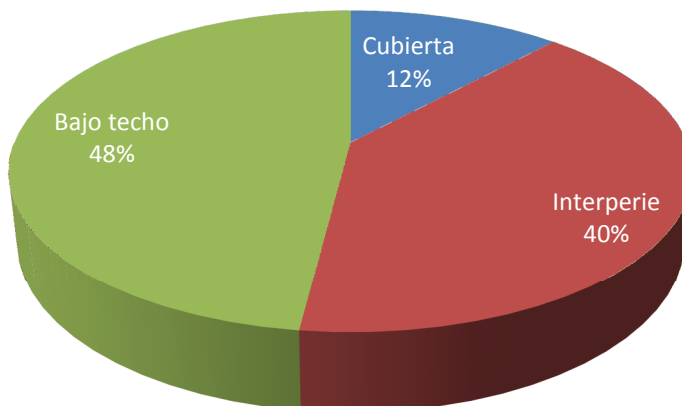
Tipo de leña comercializada en Temuco y Padre Las Casas



Fuente: Informe Universidad de Concepción, 12 de diciembre de 2002

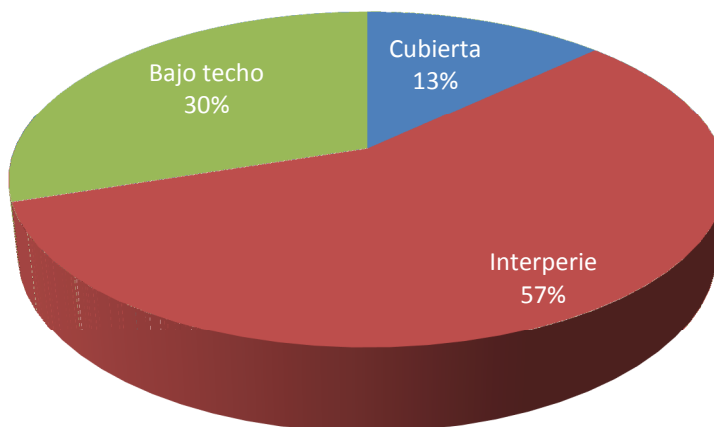
- C. Forma de almacenamiento: El tipo de almacenamiento de la leña es también muy distinto entre ambas regiones. En la Región Metropolitana, más del 90% de los proveedores almacena la leña en un lugar techado, mientras que en Temuco y Padre Las Casas, entre un 40 y 60% de los proveedores la guarda a la intemperie. Esta diferencia puede ser consecuencia de los diferentes niveles socio-económico de los proveedores.

Forma de almacenamiento de la leña en Temuco



Fuente: Informe Universidad de Concepción, 12 de diciembre de 2002

Forma de almacenamiento de la leña en Padre Las Casas



Fuente: Informe Universidad de Concepción, 12 de diciembre de 2002

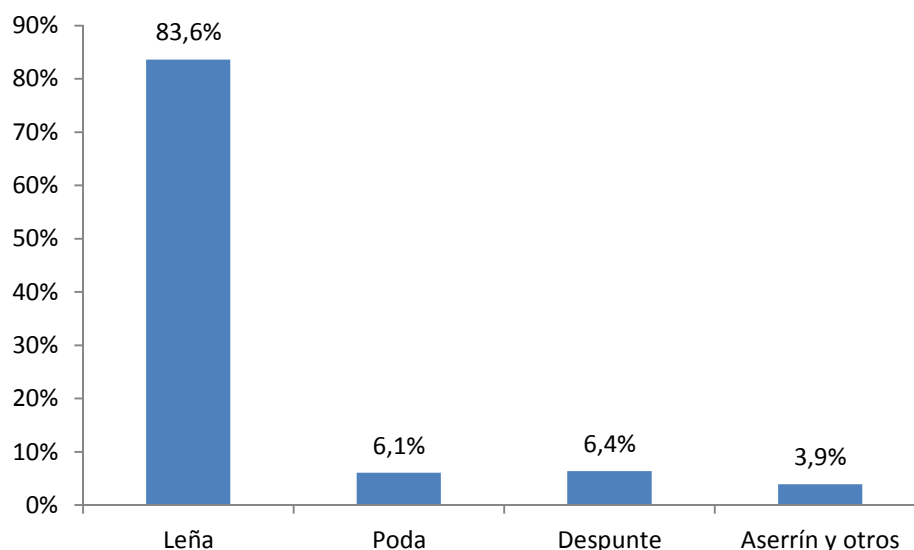
- D. Humedad de la leña: No se encontró información respecto de la humedad de la leña en el informe de la Universidad de Concepción, sin embargo, la encuesta VITAE (2001), encontró que un 80% de la leña utilizada en Temuco y Padre Las Casas, tenía una humedad superior al 25% en base seca. En contraste, en la Región Metropolitana, sólo el 22,5 % de la leña tiene un porcentaje de humedad superior al 25%, de acuerdo a lo declarado por los proveedores. Hay que hacer notar que la encuesta VITAE fue realizada el año 2001, por lo tanto los porcentajes pueden haber cambiado.

12.4.2 GAMMA INGENIEROS 2007 Y CENTRO MARIO MOLINA 2009

El estudio de Gamma Ingenieros no hace referencia a los proveedores de leña, pero si tiene algunas referencias a las características de la leña comercializada en la Región Metropolitana.

- A. Tipo de biomasa: De acuerdo al estudio de Gamma Ingenieros, el tipo de biomasa utilizado por los usuarios se muestra en la siguiente figura, donde la mayor parte de la biomasa utilizada corresponde a leña, lo que es consecuente con lo obtenido en el presente estudio donde se determinó que el 85,1% de la biomasa vendida por los proveedores vende leña corresponde a leña, y el resto vende otros tipos de biomasa. De acuerdo al estudio del Centro Mario Molina, el 95 % de los hogares que utilizan biomasa, usan leña, briquetas o podas para la calefacción. Luego, los tres estudios tienen resultados similares.

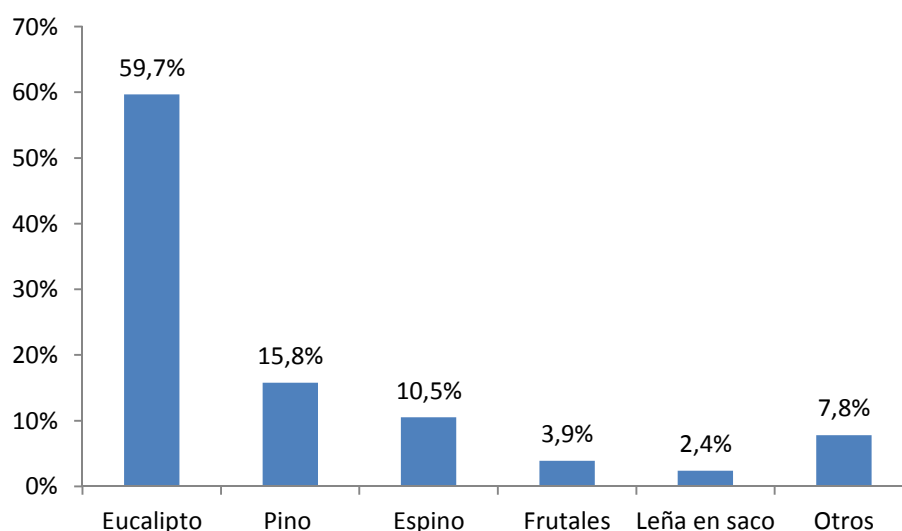
Tipo de biomasa utilizada de acuerdo al estudio de Gamma Ingenieros



Fuente: Elaboración propia en base a datos del informe Gamma Ingenieros 2007.

- B. Tipo de leña: De acuerdo al estudio de Gamma Ingenieros, el tipo de leña utilizado por los consumidores es principalmente eucaliptus (60%) tal como se muestra en la . Por otra parte, en el presente estudio se determinó que la gran mayoría (85%) de los proveedores comercializa leña de eucaliptus (ver).

Tipo de leña utilizada de acuerdo al estudio de Gamma Ingenieros



Fuente: Elaboración propia en base a datos del informe Gamma Ingenieros 2007.

12.5 ENCUESTA N°1

USO DE LEÑA EN LOS HOGARES DE LA REGION METROPOLITANA																							
Comuna				Datos del encuestador						N° de folio													
				Nombre encuestador:																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25px; height: 25px;"></td> <td style="width: 25px; height: 25px;"></td> <td style="width: 25px; height: 25px;"></td> <td style="width: 25px; height: 25px;"></td> </tr> </table>								Fecha		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25px; height: 25px;"></td> <td style="width: 25px; height: 25px;"></td> <td style="width: 25px; height: 25px;"></td> <td style="width: 25px; height: 25px;"></td> <td style="width: 25px; height: 25px; text-align: center;">2</td> <td style="width: 25px; height: 25px; text-align: center;">0</td> <td style="width: 25px; height: 25px; text-align: center;">1</td> <td style="width: 25px; height: 25px; text-align: center;">1</td> </tr> </table>								2	0	1	1		
				2	0	1	1																
Hora de aplicación				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25px; height: 25px;"></td> <td style="width: 25px; height: 25px;"></td> </tr> </table>				:		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25px; height: 25px;"></td> <td style="width: 25px; height: 25px;"></td> </tr> </table>													

Clasificación socioeconómica del hogar según características de vivienda					
Alto	Medio alto	Medio	Medio bajo	Bajo	Muy bajo
1	2	3	4	5	6

Buenas tardes, mi nombre es.....; La Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) de la Cámara Chilena de la Construcción (CChC) está realizando una encuesta sobre el uso de la energía en el hogar. ¿Puedo hacerle las preguntas de la encuesta?; su opinión es anónima y confidencial y sólo se registra para fines estadísticos.

F1. ¿Me podría dar su nombre de pila?

F2. ¿Se desarrolla alguna actividad económica en esta vivienda?, tal como Almacén, Kiosco o preparación de alimentos a terceros (pan amasado, empanadas, etc.)

Sí	No
1	2
Agradecer y terminar	Aplicar la encuesta

1. Durante el último año, ¿Usted ha consumido leña, briqueta, pellet o despunte de madera para calefaccionar su hogar o cocinar?

Sí	No
1	2

2. ¿Qué tipos de calefacción usan en su hogar? (LEER OPCIONES, RESPUESTA MÚLTIPLE)

ESTUFA A GAS	ESTUFA A PARAFINA	ESTUFAS ELÉCTRICAS	CALEFACCIÓN A LEÑA	CALEFACCIÓN CENTRAL	OTRO (CUÁL)	NO USA CALEFACCIÓN	NS-NR
1	2	3	4	5	6	7	99

3. ¿Cuántas personas viven en este hogar? (Encuestador: anotar número de personas)

Número de personas				

4. ¿qué nivel de estudios posee la persona que aporta el ingreso principal de su hogar?

BÁSICA INCOMPLETA O MENOS	BÁSICA COMPLETA	MEDIA INCOMPLETA	MEDIA HUMANISTA-CIENTÍFICA COMPLETA	MEDIA TÉCNICA COMPLETA	SUPERIOR TÉCNICA INCOMPLETA	UNIVERSITARIA INCOMPLETA –	SUPERIOR TÉCNICA COMPLETA	UNIVERSITARIA COMPLETA	POSTGRADO (MAGISTER / DOCTORADO)	NS-NR
1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	99

5. ¿Cuál es la actividad principal de la persona que aporta el ingreso principal de su hogar?

POLOLOS, TRABAJOS OCASIONALES O INFORMALES (LAVADO, ASEO) SERVICIO DOMÉSTICO OCASIONAL	OFICIOS MENORES, OBREROS NO CALIFICADOS, JORNALERO, SERVICIO DOMÉSTICO CON CONTRATO, COMERCIO AMBULANTE]	OBRERO CALIFICADO, CAPATAZ, MICROEMPRESARIO (KIOSCO, TAXI, COMERCIO MENOR)	EMPLEADO ADMINISTRATIVO MEDIO Y BAJO, VENDEDOR, SECRETARÍA, JEFE DE SECCIÓN, TÉCNICO ESPECIALIZADO, PROFESIONAL INDEPENDIENTE DE CARRERAS TÉCNICAS (CONTADOR, ANALISTA DE SISTEMA, DISEÑADOR, MÚSICO) PROFESOR BÁSICA Y MEDIA	EJECUTIVO MEDIO (GERENTE, SUBGERENTE) GERENTE GENERAL DE EMPRESAS MEDIANAS O PEQUEÑAS, PROFESIONAL INDEPENDIENTE DE CARRERAS UNIVERSITARIAS TRADICIONALES (ABOGADO, MÉDICO, ARQUITECTO, INGENIERO, AGRÓNOMO, ETC.)	ALTO EJECUTIVO (GERENTE GENERAL DE EMPRESA GRANDE), DIRECTORES DE GRANDES EMPRESAS, EMPRESARIOS PROPIETARIOS DE EMPRESAS MEDIANAS Y GRANDES, PROFESIONALES INDEPENDIENTES DE GRAN PRESTIGIO
TRABAJOS MENORES	OFICIOS NO CALIFICADOS	OFICIOS CALIFICADOS	EMPLEADOS	PROFESIONALES, EJECUTIVOS Y GERENTES	PATRÓN, EMPLEADOR, ALTO EJECUTIVO
1	2	3	4	5	6

DUEÑAS DE CASA	ESTUDIANTE	RENTISTA	JUBILADO	INCAPACITADO	NS-NR
7	8	10	11	12	99

CIERRE

Para terminar, ¿me podría dar algún número de teléfono donde pueda ubicarlo?: en los próximos días un supervisor podría llamarlo para confirmar aspectos generales de esta entrevista. Sus datos de contacto son únicamente para efectos de supervisión de la realización de la encuesta y no serán entregados bajo ningún motivo. ¿En qué horario usted puede ser ubicado en este teléfono? (encuestador: anote hora de contacto)

SI	NO	SE NIEGA A DAR NÚMERO	NS-NR
1	2	3	99

(ANOTE NÚMERO TELEFÓNICO EN LOS CASILLEROS DE ABAJO)

ENCUESTADOR: ANOTAR DIRECCIÓN CORRECTA Y COMPLETA

12.6 ENCUESTA N°2

USO DE LEÑA EN LOS HOGARES DE LA REGIÓN METROPOLITANA

NOMBRE ENCUESTADOR:					
NOMBRE COMUNA	CODIGO COMUNA	FECHA	HORA APLICACIÓN	N° de folio	
Clasificación socioeconómica del hogar según características de vivienda					
Alto	Medio alto	Medio	Medio bajo	Bajo	Muy bajo
1	2	3	4	5	6

Buenas tardes, mi nombre es.....; La Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) está realizando una encuesta sobre el uso de la energía en el hogar. ¿Puedo hacerle las preguntas de la encuesta?; su opinión es anónima y confidencial y sólo se registra para fines estadísticos.

F1. ¿Me podría dar su nombre de pila?

F2. ¿Se desarrolla alguna actividad económica en esta vivienda?, tal como Almacén, Kiosco o preparación de alimentos a terceros (pan amasado, empanadas, etc.)

Sí	No
1	2
Agradecer y terminar	Continuar en F3

F3. Durante el año 2011, ¿Cuál o cuáles de los siguientes energéticos utiliza en su hogar para calefacción y/o cocinar? (ENCUESTADOR: Leer las alternativas, Respuesta múltiple)

GAS LICUADO	1	SÍ RESPONDE SOLO UNO DE ESTOS, AGRADECER Y TERMINAR
GAS NATURAL	2	
KEROSENE O PARAFINA	3	
ELECTRICIDAD	4	
LEÑA	5	SÍ RESPONDE UNO DE ESTOS, REALIZAR LA ENCUESTA
BRIQUETA	6	
PELLET	7	
CARBÓN VEGETAL	8	
DESPUNTE DE MADERA	9	

DESECHOS INDUSTRIALES (ASERRIN, VIRUTA, LAMPAZO)	10	
--	----	--

1. ¿En qué actividad consume leña o sus derivados en su hogar? (LEER OPCIONES, RESPUESTA MÚLTIPLE)

EN LA CALEFACCIÓN	EN LA COCINA	EN AMBAS
CONTINUAR	PASAR A P34	CONTINUAR

I. CALEFACCIÓN

2. A) ¿Qué tipos de calefacción a leña utiliza? B) ¿cuántos equipos de calefacción a leña tiene operativos? (LEER OPCIONES Y MOSTRAR FICHA N°1, RESP. MÚLTIPLE)

A			B (ANOTAR EL NÚMERO)
	SI	NO	
BRASERO	1	2	
SALAMANDRA	1	2	
ESTUFA A LEÑA SIMPLE	1	2	
ESTUFA A LEÑA TIPO BOSCA	1	2	
CHIMENEA DE HOGAR (ABIERTA)	1	2	
CHIMENEA DE HOGAR (CERRADA)	1	2	
CALDERA A LEÑA	1	2	
ESTUFA A PELLETS	1	2	
OTRO	1	2	
(ESPECIFICAR)			

3. ¿Cuáles son las características de los equipos de calefacción a leña? (ENCUESTADOR: EN ANTIGÜEDAD VER PAUTA, EN TAMAÑO MOSTRAR FICHA N°2)

	EQUIPO 1	EQUIPO 2	EQUIPO3
INDICAR TIPO			
ANTIGÜEDAD EN AÑOS			
TAMAÑO			
MARCA			
MODELO			

4. En relación a los equipos de calefacción a leña que utiliza. En promedio:

A.1 ¿EN QUÉ MES ENCIENDE LOS EQUIPOS DE CALEFACCIÓN?	B1. ¿EN QUE PERIODO DEL MES ENCIENDE LOS EQUIPOS DE CALEFACCIÓN?					
(ANOTAR MES DE ENCENDIDO)	1	PRINCIPIO DEL MES	2	MEDIADO DEL MES	3	FINALES DEL ME
A.2 ¿EN QUÉ MES DEJA DE ENCENDER LOS EQUIPOS DE CALEFACCIÓN?	B2. ¿EN QUE PERIODO DEL MES DEJA DE ENCENDER LOS EQUIPOS DE CALEFACCIÓN?					
(ANOTAR ME S DE APAGADO)	1	PRINCIPIO DEL MES	2	MEDIADO DEL MES	3	FINALES DEL ME

5. En el periodo que mantiene los equipos de calefacción encendido ¿A qué hora enciende la calefacción (inicio) y que hora coloca el último palo al fogón (término) ? (frecuentemente)

	EQUIPO 1		EQUIPO 2		EQUIPO 3	
DÍAS	HORA INICIO	HORA TERMINO	HORA INICIO	HORA TERMINO	HORA INICIO	HORA TERMINO
LUNES A VIERNES						
SÁBADOS Y DOMINGOS						

6. ¿Tipo de combustible que frecuentemente utiliza? (MOSTRAR FICHA N°3, RESP. MÚLTIPLE)

LEÑA	PODAS	PELLETS	BRIQUETAS	DESPUNTES	ASERRIN O VIRUTA	CARBÓN VEGETAL	OTROS
1	2	3	4	5	6	7	(ESPECIFICAR)

7. De los que utiliza en pregunta anterior, ¿en qué porcentaje los usa? (Encuestador: el porcentaje total debe sumar 100%)

	LEÑA	PODAS	PELLETS	BRIQUETAS	DESPUNTES	ASERRIN O VIRUTA	CARBÓN VEGETAL	OTROS
PORCENTAJE								(ESPECIFICAR)

8. ¿Leña de qué tipo es la que utiliza? (MOSTRAR FICHA N°4)

EUCALIPTUS	PINO	ESPINO	NO SABE	OTRO (ESPECIFICAR)
1	2	3	4	

9. De la leña que utiliza en pregunta anterior, ¿En qué porcentaje la usa?

EUCALIPTUS	PINO	ESPINO	OTROS

10. ¿Recibe boleto al momento de la compra?

SÍ	NO	NO SABE
1	2	9

11. ¿La leña que usted compra es...?

NO CERTIFICADA	CERTIFICADA	NO SABE
1	2	3

12. ¿Cuándo compra la leña que usa?

EL MISMO INVIERNO	VERANO ANTERIOR	PRIMAVERA ANTERIOR	NO SABE
1	2	3	9

13. ¿Qué porcentaje de la leña que utiliza es comprada y que porcentaje es gratis?

COMPRADA	GRATIS
1	2

14. ¿Cuánto gasta al año en leña y/o sus derivados?

KG	\$

15. De la leña y sus derivados comprada durante el año para uso en calefacción y/o cocina... (VER PAUTA)

	Tipo de combustible sólido						
	Leña	Poda	Pellet	Briqueta	Despunte	Carbón	Otros
Cantidad comprada por vez (kg, sacos, m3, etc.)							
Equivalencia en kg							
Nº de compras al año							
\$ gastados en cada compra							

16. De la Leña obtenida gratis, recolectada, regalada (VER PAUTA)

	Tipo de combustible sólido						
	Leña	Poda	Pellet	Briqueta	Despunte	Carbón	Otros
Nº de veces que obtiene al año							
Cantidad obtenida por vez (kg, sacos, m3, etc.)							
Equivalencia en kg							

17. ¿Dónde compra la leña? (indagar nombre, dirección en caso tenga y teléfono del vendedor)

--

18. Sabe Ud. la procedencia de la leña que compra al proveedor mencionado anteriormente

V REGIÓN	VI REGIÓN	R.M.	OTROS ¿ESPECIFICAR?
1	2	3	

19. Respecto a medidas de eficiencia energética en el uso de leña para calefacción y/o cocina, Ud. conoce o aplica alguna de las siguientes:

MEDIDA	CONOCE (SI/NO)	YA LA APLICA (SI/NO)
TECNOLOGÍAS MÁS EFICIENTES (ESTUFAS DE DOBLE CÁMARA, PELLETS, ETC)		
USO DE LEÑA SECA CERTIFICADA		
ALMACENAMIENTO CUBIERTO DE LEÑA POR PERÍODOS PROLONGADOS (SECADO)		
AISLACIÓN TÉRMICA DE LA VIVIENDA		
MANTENCIÓN PERIODICA		

20. De las medidas antes mencionadas, y en el caso que aún no la aplique, en qué grado estaría Ud. dispuesto a aplicarlas (5 es muy dispuesto y 1 no lo considera en absoluto)

MEDIDA	DISPUESTO A APLICAR LA MEDIDA EN SU HOGAR (1 A 5)
TECNOLOGÍAS MÁS EFICIENTES (ESTUFAS DE DOBLE CÁMARA, PELLETS, ETC)	
USO DE LEÑA SECA CERTIFICADA	
ALMACENAMIENTO CUBIERTO PARA GUARDAR LA LEÑA POR PERÍODOS PROLONGADOS (SECADO)	
AISLACIÓN TÉRMICA DE LA VIVIENDA	
MANTENCIÓN PERIODICA	

21. ¿Qué entiende Ud. por mantención de los equipos a leña y derivados, puede responder más de una?

LIMPIEZA EXTERIOR DEL EQUIPO	LIMPIEZA INTERNA DE CAÑÓN DE SALIDA DE GASES	SACADO PERIÓDICO DE CENIZAS
1	2	3

22. ¿Usted realiza mantenciones a sus equipos de calefacción a leña, incluyendo limpieza de cañón por dentro? y cada cuánto tiempo

SÍ	NO	CADA CUÁNTO TIEMPO
1	2	
CONTINUAR	SALTAR A P24	

23. ¿Quién realiza la mantención a los equipos de calefacción a leña?

ALGÚN MIEMBRO DE SU HOGAR	CONTRATAN A UN TÉCNICO	NO SABE
1	2	9

24. ¿Usted o algún miembro de su hogar ha utilizado el manual de usuario del equipo de calefacción a leña?

SÍ	NO	NO SABE
1	2	9

25. ¿Usted utiliza otro tipo de combustible en las estufas a leña?, por ejemplo: Papeles, cartones, ramas, etc.)

SÍ	NO
1	2
CONTINUAR	PASAR A P27

26. ¿Cuáles?

--

27. ¿La leña que usted utiliza es...? (DESCRIBIR SEGÚN PAUTA)

SECA	HÚMEDA	VERDE
1	2	3

28. ¿En qué porcentaje la utiliza? (VER PAUTA)

SECA	HÚMEDA	VERDE
%	%	%

29. ¿Usted...?

GUARDA LA LEÑA EN UN LUGAR ESPECIAL CUBIERTO Y SEPARADO DEL SUELO (BODEGA, LEÑERA)	INTEMPERIE CUBIERTO ENCIMA (NYLON, LONA, CINCO, OTRO) EN EL SUELO	DEJA LA LEÑA A LA INTEMPERIE SIN PROTECCIÓN	NO SABE
1	2	3	9

30. ¿Qué porcentaje más de energía cree Ud. que entrega un kilo de leña seca versus un kilo de leña húmeda?

ENTREGAN LA MISMA ENERGÍA POR KILO	ENTREGA ENTRE UN 1% Y 20% MÁS DE ENERGÍA POR KILO	ENTREGA ENTRE UN 20% Y 40% MÁS DE ENERGÍA POR KILO	ENTREGA SOBRE UN 40% MÁS DE ENERGÍA POR KILO
1	2	3	9

31. ¿La tapa de la estufa o equipo de calefacción a leña la mantiene...?

COMPLETAMENTE CERRADA	ENTRE ABIERTA	NO TIENE TAPA
1	2	9

32. ¿Cuándo piensa Ud. que va a cambiar su calefactor o sistema de calefacción a leña actual?

DENTRO DE LOS PRÓXIMOS 12 MESES	ENTRE 1 Y 3 AÑOS MÁS	ENTRE 3 Y 5 AÑOS MÁS	ENTRE 5 Y 10 AÑOS MÁS	EN MÁS DE 10 AÑOS	NO SABE
1	2	3	4	5	9

33. ¿En el futuro, que tipo de calefactor pretende adquirir para su hogar?

SEGUIR ADQUIRIENDO EL EQUIPO ACTUAL	SEGUIR USANDO LEÑA PERO USANDO UN EQUIPO DE MEJOR TECNOLOGÍA	CAMBIAR A OTRO COMBUSTIBLE
1	2	3

34. ¿Tiene acceso a alguno de los siguientes combustibles?

GAS LICUADO (CAMIONES DISTRIBUIDORES)	GAS NATURAL (CAÑERIAS)	KEROSENE O PARAFINA (CAMIONES DISTRIBUIDORES O ESTACIONES DE SERVICIO)	ELECTRICIDAD (EMPALME ELECTRICO)	OTROS
1	2	3	4	(ESPECIFICAR)

35. ¿A qué combustible se cambiaría y por qué?

TIPO DE COMBUSTIBLE		POR QUÉ MOTIVO (INDAGAR)
1	ESTUFA ELÉCTRICA	
2	ESTUFA A GAS	
3	CALDERA A GAS	
4	ESTUFA A PARAFINA	
5	ESTUFA A PELLETS Y/O BRIQUETAS	

36. ¿Cuánto dinero estima que va a gastar en el calefactor que adquiera en el futuro?

ENTRE 5.000 Y 40.000	ENTRE 40.000 Y 100.000	ENTRE 100.000 Y 300.000	ENTRE 300.000 Y 500.000	MÁS DE 500.000	NO SABE
1	2	3	4	5	9

37. ¿Principal motivo por el cual Ud. tiene o proyecta tener una estufa a leña?

ES MAS BARATO EL COMBUSTIBLE	CLIMATIZA MEJOR EL AMBIENTE	POR UN SENTIDO ESTÉTICO	LE GUSTA LA COMBUSTIÓN A LEÑA	OTRO ¿CUÁL?
1	2	3	4	

(ENCUESTADOR: PREGUNTAR EL MÓDULO DE COCINA SÓLO SI REPONDÍÓ QUE UTILIZABA COCINA A LEÑA EN P1)

II. COCINA

38. En esta vivienda ¿Cuáles de los siguientes artefactos a leña o derivados se utiliza para cocinar?

COCINA / ENCIMERA	BRASERO	OTRO (ESPECIFICAR)
1	3	

39. ¿Usa la cocina o brasero durante todo el año para cocinar?

SÍ	NO
1	2
PASAR A P41	CONTINUAR

40. ¿Cuándo la prende y cuándo la apaga?

MES QUE LA COMIENZA A USAR	MES QUE LA DEJA DE USAR

41. En el periodo que mantiene su cocina o brasero encendido ¿A qué hora lo enciende (inicio) y que hora coloca el último palo o carbón al fogón (término) ? (frecuentemente)

	COCINA		BRASERO	
DÍAS	HORA INICIO	HORA TERMINO	HORA INICIO	HORA TERMINO
LUNES A VIERNES				
SÁBADOS Y DOMINGOS				

(A) (Encuestador: Sólo si tienen cocina a leña o carbón) En esta vivienda ¿Aproximadamente con qué frecuencia se utiliza la cocina?

3 O MÁS VECES AL DÍA	Dos veces al día	Una vez al día	3 a 6 veces a la semana	1 a 2 veces a la semana	Menos de una vez a la semana	NS-NR
1	2	3	4	5	6	99

42. (Encuestador: Sólo si tienen cocina a leña o carbón) Aproximadamente ¿Cuántos años tiene su cocina?

Número de años	NS-NR
	99

43. Durante el último año ¿Ha realizado alguna mantención a su cocina? ¿Cuántas? (VER PAUTA)

SÍ	NO	¿Cuántas al año?
1	2	

44. ¿Tipo de combustible que frecuentemente utiliza en su cocina o brasero? (Respuesta Múltiple)

LEÑA	PODAS	PELLETS	BRIQUETAS	DESPUNTES	ASERRIN O VIRUTA	CARBÓN VEGETAL	OTROS
1	2	3	4	5	6	7	(ESPECIFICAR)

45. De los que utiliza en pregunta anterior, ¿en qué porcentaje los usa en su cocina o brasero? (Encuestador: el porcentaje total debe sumar 100%)

	LEÑA	PODAS	PELLETS	BRIQUETAS	DESPUNTES	ASERRIN O VIRUTA	CARBÓN VEGETAL	OTROS
PORCENTAJE								(ESPECIFICAR)

III. TIPOLOGÍA DE LA VIVIENDA

46. Aproximadamente ¿Cuántos metros cuadrados interiores construidos tiene esta vivienda? (Encuestador: anotar número de metros cuadrados. Aclarar solo considerar los espacios interiores habitables) (VER PAUTA)

Superficie Construida (m2)	NS-NR
	99

47. ¿Cuál es el material principal con el que están contruidos los muros exteriores de esta vivienda? ¿Algún otro? (Encuestador: marcar los dos materiales principales y sondear hasta que responda o preguntar a otro integrante de la vivienda)

Albañilería / Ladrillos	Madera / Tabiquería liviana	Adobe	Hormigón armado	Hormigón celular	Bloques de hormigón	Otro
1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7

48. A. ¿Principalmente qué tipo de vidrio tiene en las ventanas de la vivienda? B. ¿Y qué tipo de marco de ventana?

A (Tipo de vidrio en las ventanas)		B (Tipo de marco de ventana)			
Vidrio Simple	Termo panel (DVH) / Doble ventana	Acero	Aluminio	Madera	PVC
1	2	1	2	3	4

49. A) Se entiende por material de aislación cualquier material muy liviano con espesor mayor a 1 centímetro, ¿Su vivienda cuenta con material de aislación...? (Encuestador: Mostrar FICHA 5)
B) (Encuestador: Sólo para los lugares en que tiene aislación) ¿Qué material de aislación tiene...?

	A		B
	Sí	No	¿Qué material de aislación tiene en...?
En los muros	1	2	
En el techo	1	2	
En el piso	1	2	

DATOS DEMOGRÁFICOS

50. ¿Cuántas personas viven en este hogar? (Encuestador: anotar número de personas)

Número de personas				

51. ¿qué nivel de estudios posee la persona que aporta el ingreso principal de su hogar?

BÁSICA INCOMPLETA O MENOS	BÁSICA COMPLETA	MEDIA INCOMPLETA	MEDIA HUMANISTA-CIENTÍFICA COMPLETA	MEDIA TÉCNICA COMPLETA	SUPERIOR TÉCNICA INCOMPLETA	UNIVERSITARIA INCOMPLETA –	SUPERIOR TÉCNICA COMPLETA	UNIVERSITARIA COMPLETA	POSTGRADO (MAGISTER / DOCTORADO)	NS-NR
1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	99

52. ¿Cuál es la actividad principal de la persona que aporta el ingreso principal de su hogar?

POLOLOS, TRABAJOS OCASIONALES O INFORMALES (LAVADO, ASEO) SERVICIO DOMÉSTICO OCASIONAL	OFICIOS MENORES, OBREROS NO CALIFICADOS, JORNALERO, SERVICIO DOMÉSTICO CON CONTRATO, COMERCIO AMBULANTE)	OBRERO CALIFICADO, CAPATAZ, MICROEMPRESARIO (KIOSCO, TAXI, COMERCIO MENOR)	EMPLEADO ADMINISTRATIVO MEDIO Y BAJO, VENDEDOR, SECRETARIA, JEFE DE SECCIÓN, TÉCNICO ESPECIALIZADO, PROFESIONAL INDEPENDIENTE DE CARRERAS TÉCNICAS (CONTADOR, ANALISTA DE SISTEMA, DISEÑADOR, MÚSICO) PROFESOR BÁSICA Y MEDIA	EJECUTIVO MEDIO (GERENTE, SUBGERENTE) GERENTE GENERAL DE EMPRESAS MEDIANAS O PEQUEÑAS, PROFESIONAL INDEPENDIENTE DE CARRERAS UNIVERSITARIAS TRADICIONALES (ABOGADO, MÉDICO, ARQUITECTO, INGENIERO, AGRÓNOMO, ETC.)	ALTO EJECUTIVO (GERENTE GENERAL DE EMPRESA GRANDE), DIRECTORES DE GRANDES EMPRESAS, EMPRESARIOS PROPIETARIOS DE EMPRESAS MEDIANAS Y GRANDES, PROFESIONALES INDEPENDIENTES DE GRAN PRESTIGIO
TRABAJOS MENORES	OFICIOS NO CALIFICADOS	OFICIOS CALIFICADOS	EMPLEADOS	PROFESIONALES, EJECUTIVOS Y GERENTES	PATRÓN, EMPLEADOR, ALTO EJECUTIVO
1	2	3	4	5	6

DUEÑAS DE CASA	ESTUDIANTE	RENTISTA	JUBILADO	INCAPACITADO	NS-NR
7	8	10	11	12	99

53. GÉNERO Y EDAD EN AÑOS CUMPLIDOS

GÉNERO (NO PREGUNTAR)		TRAMO DE EDAD				
HOMBRE	MUJER	18 A 29 AÑOS	30 A 39 AÑOS	40 A 49 AÑOS	50 A 59 AÑOS	60 Y MÁS AÑOS
1	2	1	2	3	4	5

CIERRE

Para terminar, ¿me podría dar algún número de teléfono donde pueda ubicarlo?: en los próximos días un supervisor podría llamarlo para confirmar aspectos generales de esta entrevista. Sus datos de contacto son únicamente para efectos de supervisión de la realización de la encuesta y no serán entregados bajo ningún motivo. ¿En qué horario usted puede ser ubicado en este teléfono? (encuestador: anote hora de contacto)

SI	NO	SE NIEGA A DAR NÚMERO	NS-NR
1	2	3	99

(ANOTE NÚMERO TELEFÓNICO EN LOS CASILLEROS DE ABAJO)

ENCUESTADOR: ANOTAR DIRECCIÓN CORRECTA Y COMPLETA

12.7 ENTREVISTA PROVEEDORES DE LEÑA

ENTREVISTA A PROVEEDORES DE LEÑA DE LA R.M.

NOMBRE ENTREVISTADOR:
FECHA:

INFORMACIÓN GENERAL

NOMBRE DEL ENTREVISTADO:	
CARGO:	
NOMBRE DE LA EMPRESA:	
DIRECCIÓN DE LA EMPRESA:	
COMUNA:	
TELÉFONO (s):	
MAIL:	

Buenas tardes, mi nombre es.....; La Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) está realizando una encuesta sobre el uso de la leña en el hogar, en la que se busca caracterizar tanto a los consumidores como a los proveedores de leña de la Región Metropolitana. ¿Puedo hacerle las preguntas?; su opinión es anónima y confidencial y sólo se registra para fines estadísticos.

1. ¿Hace cuánto tiempo se dedica a la venta de leña y/o sus derivados?

--

2. ¿Qué tipo de leña y sus derivados vende?

LEÑA	BRIQUETA	PELLET	CARBÓN VEGETAL	DESPUNTE DE MADERA	DESECHOS INDUSTRIALES (ASERRIN, VIRUTA, LAMPAZO)
1	2	3	4	5	6

3. Si vende más de una especificar participación en porcentajes.

LEÑA	BRIQUETA	PELLET	CARBÓN VEGETAL	DESPUNTE DE MADERA	DESECHOS INDUSTRIALES (ASERRIN, VIRUTA, LAMPAZO)

4. (SÍ VENDE LEÑA) Específicamente, ¿Qué tipo de leña vende?

EUCALIPTUS	PINO	ESPINO	OTRO (ESPECIFICAR)

--

5. La leña que vende, ¿De qué región proviene? (puede marcar más de una)

LOCAL (R.M.)	V REGIÓN	VI REGIÓN	OTRA (ESPECIFICAR)
1	2	3	9

6. ¿La leña que vende está certificada?

SÍ	NO	NO SABE
1	2	3
CONTINUAR	SALTAR A P8	

7. ¿Por qué institución está certificada la leña que vende?

--

8. ¿Conoce el Sistema Nacional de Certificación de Leña?

SÍ	NO	NO SABE
1	2	3

9. ¿Qué porcentaje de humedad tiene la leña que vende?

(15% – 25%)	(25% – 50%)	(50% O MÁS)	NO SABE
1	2	3	9

10. El tipo de leña que vende es: (Mostrar ficha)

ENTERA	PARTIDA (ASTILLAS)	AMBAS
1	2	3

11. ¿Cómo almacena los productos?

INTEMPERIE	INTEMPERIE CUBIERTA CON UN NYLON	TECHADO EN CONTACTO CON EL SUELO	TECHADO Y DISTANCIADO DEL SUELO	EN UN LUGAR COMPLETAMENTE CERRADO
1	2	3	4	5

12. ¿Hace recomendaciones a sus clientes sobre donde deben almacenar la leña o como deben usarla en sus estufas?

SÍ	NO	NO SABE
1	2	3

13. ¿Qué tipo de recomendaciones?

--

14. ¿Cuál es la cobertura de su empresa?

SÓLO NIVEL DE BARRIO	SÓLO NIVEL COMUNAL	EN TODA LA R.M.	EN TODA LA ZONA SUR	TODO EL PAÍS	NO SABE
1	2	3	4	5	9

15. ¿Cuál es el periodo de ventas? Indicar mes en que comienza y que finaliza la venta de leña y además el mes peak de ventas.

MES DE INICIO DE VENTAS	MES DE TÉRMINO DE VENTAS	MES PEAK DE VENTAS

16. Cuál es la unidad y precio de venta de sus productos.

	TIPO DE COMBUSTIBLE SÓLIDO					
	LEÑA	PELLETS	BRIQUETA	CARBÓN VEGETAL	OTRO	OTRO
UNIDAD (\$ACO, KG, ETC)						
EQUIVALENCIA EN KG						
PRECIO DE VENTA						

17. En promedio ¿Cuál es la venta total anual para el/los productos que comercializa?

	TIPO DE COMBUSTIBLE SÓLIDO					
	LEÑA	PELLETS	BRIQUETA	CARBÓN VEGETAL	OTRO	OTRO
UNIDADES POR TEMPORADA (EJ: 100 SACOS, 3 CAMIONES, ETC)						
UNIDAD						
EQUIVALENCIA DE SU UNIDAD EN KG						

18. ¿En qué fecha fue extraída la leña?

EL MISMO INVIERNO	VERANO ANTERIOR	PRIMAVERA ANTERIOR	NO SABE
1	2	3	9

19. ¿Con cuánta gente trabaja usualmente?

--

20. ¿De qué tamaño es su empresa?

MICRO	PEQUEÑA	MEDIANA	GRANDE	NO SABE
MENOR A \$53 MM	ENTRE \$53 MM Y \$557 MM	\$557 MM - \$2.230 MM	MAYOR A \$2.230 MM	
1	2	3	4	9

21. Regularmente, ¿Los clientes le piden boleta?

SI	NO
1	2

12.8 LISTADO DE OFERENTES DE LEÑA EN LA R.M.

Empresa	Teléfono	Dirección y/o comuna	Biomasa que vende
FORESTAL ACZA	5513137	CARLOS VALDOVINO 355, SAN JOAQUÍN	Briqueta
ARBOLITO CAIDO	2010174	LOS FIORDOS 924; LAS CONDES	Leña
ABASTECEDORA DE LEÑA AMBIENTA LA REINA	2660365	SANTIAGO	Leña
ABEDUL	2926904	PJE. CHANESES 2487, PEÑALOEN	Leña
AFOBAL		QUILICURA	Leña
AGRÍCOLA Y COMERCIAL SAGRO	8553747 / 9 - 8865344	CAMINO LONQUEN NORTE S/N, CALERA DE TANGO	Leña
AGUIRRE LEÑERÍA- LEÑERIA LAS CONDES	2012998 9- 8654412	REGIÓN METROPOLITANA	Leña
AGUSPALIAL	8 - 4061891	LOS LIBERTADORES 1694, TALAGANTE	Leña
ALL LEÑA	215 4482	AVENIDA LAS CONDES # 12498, LAS CONDES	Leña
BODEGA FRUTOS DEL PAIS	238 4332	ZAÑARTU # 2536, ÑUÑO A	Leña
BODEGA TAJAMAR	231 1158	TAJAMAR # 265, PROVIDENCIA	Leña
CAMPO PAIDAHUE	2268894	CARPAY PARCELA 5C, LA REINA	Leña
CAMPOS PAIDAHUE	(2) 2268894	CALLE EDUARDO ALLERT, 6615, LA REINA	Leña
CARBON DE TALLO DE ESPINO	84473041	QUINTA NORMAL	Leña
COMERCIAL LA QUINTRALA LTDA	5373799	MAIPÚ	Leña
FORESTAL ALBA	2456655/ 2456955	SANTIAGO	Leña
FORESTAL BUCALEMU	8743121 09- 1617050	AVENIDA CAMILO HENRÍQUEZ, 1042, PUENTE ALTO	Leña
FORESTAL COPIHUE	3370900	SANTIAGO	Leña
FORESTAL DON SANTIAGO	5558371	TIL-TIL	Leña
FORESTAL GUINERAL	3352232	SANTIAGO	Leña
FORESTAL OSCAR MORALES	5280683	AV. JORGE ALESSANDRI 13341; SAN BERNARDO	Leña
FORESTAL OSCAR MUÑOZ		PANAMERICANAUR KM. 17 12, LA GRANJA	Leña
FORESTAL QUILPOLEMU	5209200	SANTIAGO	Leña
FORESTAL RIVERA	(2) 8741924	AVENIDA CAMILO HENRÍQUEZ, 1352, PUENTE ALTO	Leña
FORESTAL SANTA FE	557 5368	CAMINO MELIPILLA # 12003, MELIPILLA	Leña
FORESTAL SANTIAGO	2263316	SANTIAGO	Leña
FORESTALES GRIVERT MORALES	5289831 - 4509339	AV. PRESIDENTE JORGE ALESANDRI13120, SAN BERNARDO	Leña

Empresa	Teléfono	Dirección y/o comuna	Biomasa que vende
FUNDO STA EUGENIA	8250715/82509 92/9-3344954	DARIO PAVEZ PARCELA 12, PAINE	Leña
GARRIDO BUSTOS MARCELO ALEJANDRO	2173179/ 8- 9981024	SANTIAGO- V REGIÓN	Leña
ITAMAR	(02) 9804840	MANUEL VALENZUELA PUELMA 2628 SAN MIGUEL	Leña
KOCH	9-2383998	PARCELA 68 SECO ALTO	Leña
LEÑA A DOMICILIO	(2) 8141233	PASAJE DIEGO DE VELÁSQUEZ, 732, PEÑAFLORES	Leña
LEÑA A DOMICILIO	09-2727280	PADRE HURTADO	Leña
LEÑA A DOMICILIO	09-0056982	PIRQUE	Leña
LEÑA BARATA	(02)-9804840	MANUEL VALENZUELA PUELMA 2628 SAN MIGUEL	Leña
LEÑA BILBAO	226 0723.	AVENIDA FRANCISCO BILBAO # 379, ÑUÑO A	Leña
LEÑA DE EUCALIPTO SECA	23147226	LA FLORIDA	Leña
LEÑA DE EUCALIPTUS	9-5415531	BAQUEDANO 9440	Leña
LEÑA DE EUCALIPTUS SECA	8-5546402	QUINTA NORMAL	Leña
LEÑA DE NOGAL SECA	09-6917077	PIRQUE	Leña
LEÑA DESPUNTES PARA CHIMENEAS		SANTIAGO	Leña
LEÑA EN VERANO		SAN MIGUEL	Leña
LEÑA EUCALIPTUS	8-8001381	PUENTE ALTO	Leña
LEÑA OCARANZA	2020873	ÑUÑO A	Leña
LEÑA SECA	82625572	PIRQUE	Leña
LEÑA SECA	82950896	LAS CONDES	Leña
LEÑA SECA	09-0365765	MALLOCO	Leña
LEÑA SECA DE ESPINO Y EUCALIPTO	9-345 0150	FARELLONES	Leña
LEÑA SECA DE EUCALIPTO	09-8424535	NAXOMOVIE@GMAIL.COM	Leña
LEÑA SECA DE EUCALIPTUS	8-5753363	LABUENABUENALENA2010@HOTM AIL.COM	Leña
LEÑA SECA EUCALIPTUS	9-8718190	PEDRO FONTOVA 7468	Leña
LEÑA SECA FRUTALES	9-6088554	PAINE	Leña
LEÑA SECA SURTIDA		PEÑALOLÉN	Leña
LEÑA ULTRA SECA A DOMICILIO FORESTAL HEPNER	(9) 92358855	PASEO HUÉRFANOS, 1117 - OF. 1125, SANTIAGO	Leña
LEÑAEXPRESS	6002886427	SANTIAGO	Leña
LEÑAS CHILE	09-3358321	SANTIAGO	Leña
LEÑAS FOGÓN	9-9180406/ 8210635	BUIN	Leña
LEÑA-SECA.CL	6461262	PEDRO FONTOBA 7468, HUECHURABA	Leña
LEÑERÍA	8192181	LO BARNECHEA	Leña
LEÑERÍA CHOCALÁN	9-7874029 / 8- 4529722	TULIPAN PARCELA 4, MELIPILLA	Leña
LEÑERIA EL AMIGO	6833562/ 9- 2254357	GASPAR DE BARRERA 3040, SANTIAGO	Leña

Empresa	Teléfono	Dirección y/o comuna	Biomasa que vende
LEÑERIA EL OLIVO	7347562	AV. ZAÑARTU 1939; CONCHALÍ	Leña
LEÑERIA LOS OLIVOS	02-7347562	SANTIAGO ORIENTE, COLINA Y CHICUREO	Leña
LEÑERIA EN EL MONTE	68093896 - 68057042	PARCELA 19 LOTE 4 - EL MONTE	Leña
LEÑERIA HUALLE	875 0403	GABRIELA ORIENTE # 1791, PTE ALTO	Leña
LEÑERIA KENNEDY	212 8277	KENNEDY # 6997, LAS CONDES	Leña
LEÑERIA LAS CONDES		CALLE ROBLES 13042; LO BARNECHEA	Leña
LEÑERIA LAS CONDES	201 2998	LOS MILITARES # 6598 OFICINA 4, LAS CONDES	Leña
LEÑERIA LOS CABALLITOS	217 4348	AVENIDA LAS CONDES # 12145 INT, LAS CONDES	Leña
LEÑERIA PORTUGAL	239 4692	SAN EUGENIO # 576, ÑUÑO A	Leña
LEÑERIA RIO MAULE	(2) 2173179	AVENIDA LAS CONDES, 14745. LO BARNECHEA	Leña
LEÑERIA Y CARBON EL OLIVO	2) 7347562	PUENTE ALTO	Leña
LEÑERIA AN ALBERTO	548 2017	LA CISTERNA	Leña
LEÑEROS	(2) 2754206	CALLE EL OLMO, 171 - CASA C, LA REINA	Leña
MARCELO TAPIA SANCHEZ	(9) 97251953	MARIA PINTO	Leña
<u>MORALES ORELLANA</u>	(2) 5289831	AVENIDA PRESIDENTE JORGE ALESSANDRI RODRÍGUEZ, 1905, LA CISTERNA	Leña
PARTICULAR	92213476	AUTOPISTA DEL SOL KM 48; EL MONTE	Leña
PARTICULAR	8- 1760215	COLINA	Leña
PARTICULAR	8-6716430	PARCELA 12 LOTE 8, LAMPA	Leña
PARTICULAR	9-2315888/ 8-5029946	MARIA PINTO	Leña
PARTICULAR	88996808 - 8340701	CAMINO MELIPILLA 201, PADRE HURTADO	Leña
PARTICULAR	08-9114033	SANTIAGO	Leña
PARTICULAR	8192181	ISLA DE MAIPO 3868, ISLA DE MAIPO	Leña
PARTICULAR	9-3287680	SANTIAGO	Leña
PARTICULAR	9-3657229	TALAGANTE	Leña
PARTICULAR	5333096	LA FLORIDA	Leña
PARTICULAR	7454003	COLINA	Leña
PARTICULAR	(2) 5289831	CALLE PRESIDENTE JORGE ALESSANDRI 13120 - - SAN BERNARDO	Leña
PARTICULAR	85485978	PAINE	Leña
PARTICULAR	74252037	SAN BERNARDO	Leña

Empresa	Teléfono	Dirección y/o comuna	Biomasa que vende
PARTICULAR	5280683	KM 17 RUTA 5 SUR	Leña
PRODUCTORA DE LEÑA MORELIA DIAZ P.	(9) 98408555	CALLE DARÍO PAVEZ, 13 - B, PAINE	Leña
SAGRO LTDA	(2) 8553747	CAMINO A LONQUÉN NORTE - PARADERO 6½, CALERA DE TANGO	Leña
VENDE LEÑA	94450805	COLINA	Leña
VENDO LEÑA DE HUALLE O EUCALIPTUS	02-824 15 23 08-512 73 58	PAINE	Leña
VENTA DE LEÑA	Las Nieves, 63	PUENTE ALTO	Leña
YNCOMAT	4600136	EL JUNCAL 0161 A; QUILICURA	Leña
PELLET FUEL	5563630	SAN MIGUEL	Pellets
PELLETS SA	6436885/9- 8653420	BULNES 79 OF. 64, SANTIAGO	Pellets
ECOMAS	24306300	AV. VITACURA N° 2736 PISO 6	pellets
BOSCA	23288500	AV. AMÉRICO VESPUCIO NORTE 2077 HUECHURABA	pellets
ENERGIA DEL SUR	24435421	CARRETERA GENERAL MARTÍN 9340 GLAPÓN P - QUILICURA	pellets
2DELECTRONIC	7194100	AVDA. COLORADO 941. QUILICURA	pellets
ANWO	29890000	AV. PDTE. EDUARDO FREI MONTALVA 17.001, COLINA	pellets
NUEVA ENERGIA CHILE LTDA.	26764600	AV. CARLOS VALDOVINOS 157 SAN JOAQUÍN	pellets
COMERCIAL ALTAVISTA LTDA.	7582841	CONSISTORIAL 5170 LOCAL E, PEÑALOLÉN	pellets
BIOMAS TECHNOLOGY	25581116	GRAN AVENIDA 9626 , EL BOSQUE	pellets
HOWARD SOLUTION	56998432094	SAN BERNARDO	pellets
TROTER	6008878000	CARLOS SAGE 768, QUINTA NORMAL	pellets
PELLETS OFENHAUS	(9) 98653420	CALLE JOSÉ JOAQUÍN PÉREZ, 8045, CERRO NAVIA	Pellets
SODIMAC		CERRILOS	Todo
SODIMAC		EL BOSQUE	Todo
SODIMAC		ESTACIÓN CENTRAL	Todo
SODIMAC		HUECHURABA	Todo
SODIMAC		LA FLORIDA	Todo
SODIMAC		LA REINA	Todo
SODIMAC		LAS CONDES	Todo
SODIMAC		MAIPÚ	Todo
SODIMAC		SANTIAGO, METRO ÑUBLE	Todo
SODIMAC		ÑUÑO A	Todo
SODIMAC		PARQUE ARAUCO, LAS CONDES	Todo
SODIMAC		PLAZA VESPUCIO, LA FLORIDA	Todo
SODIMAC		PUENTE ALTO	Todo

Empresa	Teléfono	Dirección y/o comuna	Biomasa que vende
SODIMAC		SAN BERNARDO	Todo
SODIMAC		SAN MIGUEL	Todo
SODIMAC		QUILICURA	Todo
EASY		LA DEHESA, LO BARNECHEA	Todo
EASY		LAS CONDES	Todo
EASY		PADRE HURTADO	Todo
EASY		LA FLORIDA	Todo
EASY		QUILÍN, MACUL	Todo
EASY		EL LLANO, SAN MIGUEL	Todo
EASY		MAIPÚ	Todo
EASY		PORTAL MAIPÚ, MAIPÚ	Todo
EASY		QUILICURA	Todo
EASY		PUENTE ALTO	Todo
EASY		BUIN	Todo

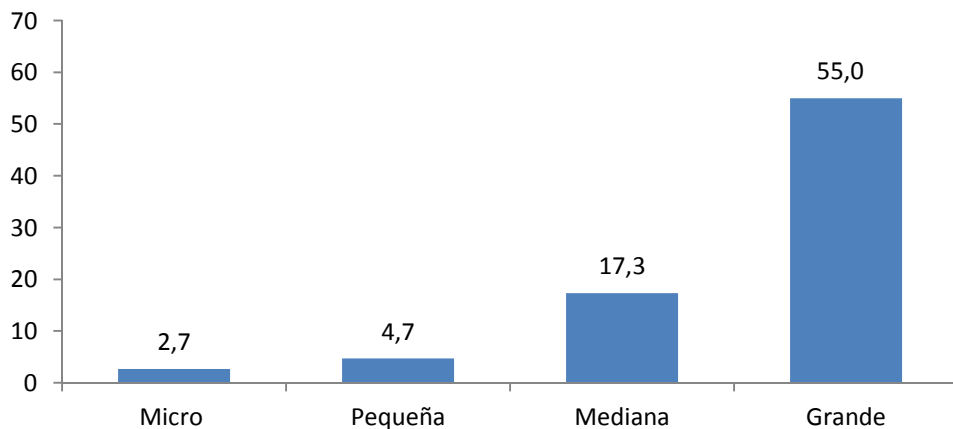
12.9 CARACTERIZACIÓN DE LOS PROVEEDORES DE LEÑA Y/O DERIVADOS DE LA R.M. (INFORMACIÓN ADICIONAL)

Distribución geográfica de proveedores de leña y/o derivados catastrados en la R.M.



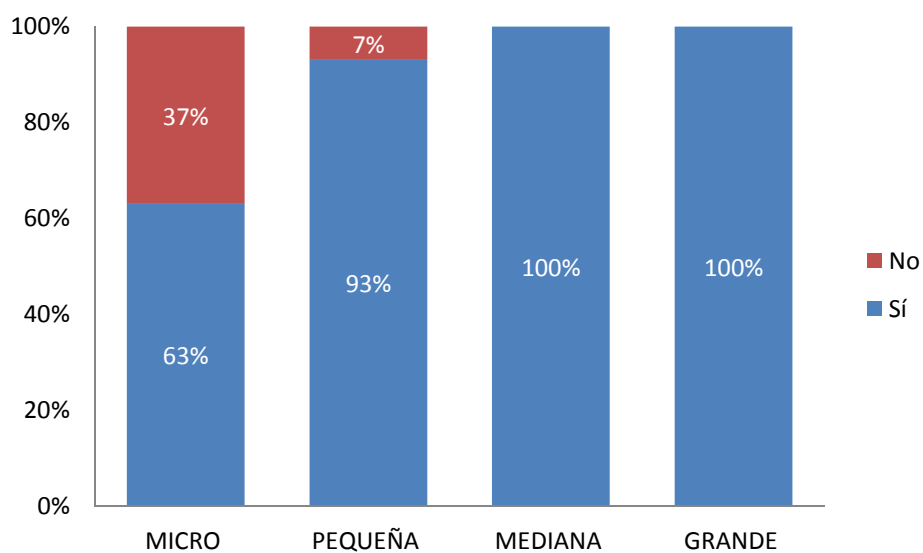
Fuente: Elaboración propia en base a entrevista a proveedores de leña y/o derivados.

Trabajadores promedio de los proveedores catastrados clasificados según tamaño



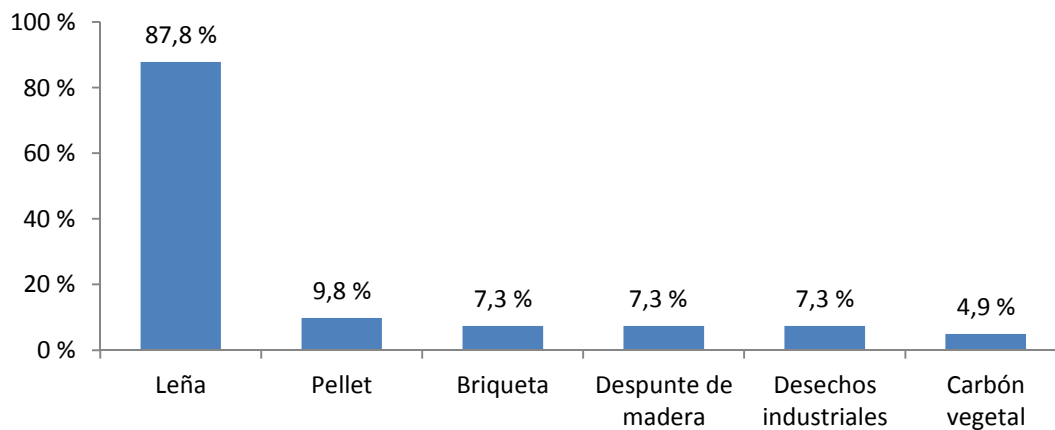
Fuente: Elaboración propia en base a entrevista a proveedores de leña y/o derivados.

Porcentaje de empresas que da boleta clasificadas según tamaño



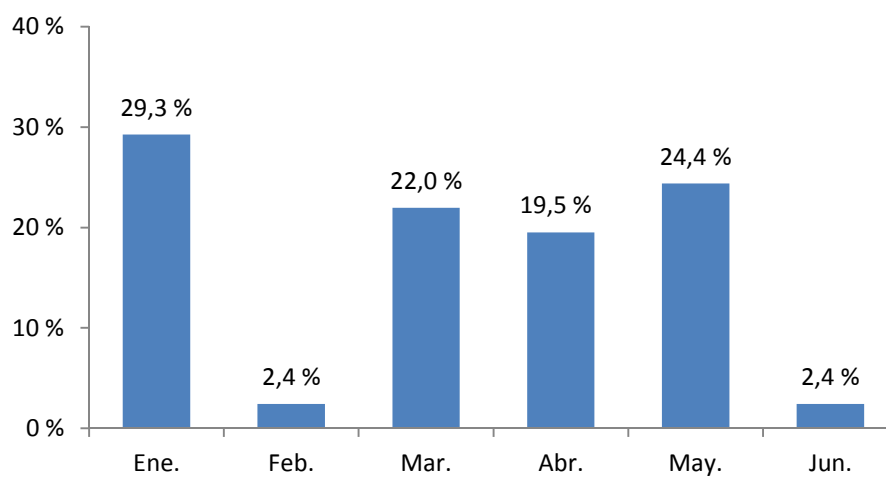
Fuente: Elaboración propia en base a entrevista a proveedores de leña y/o derivados.

Porcentaje de proveedores catastrados que venden cada energético



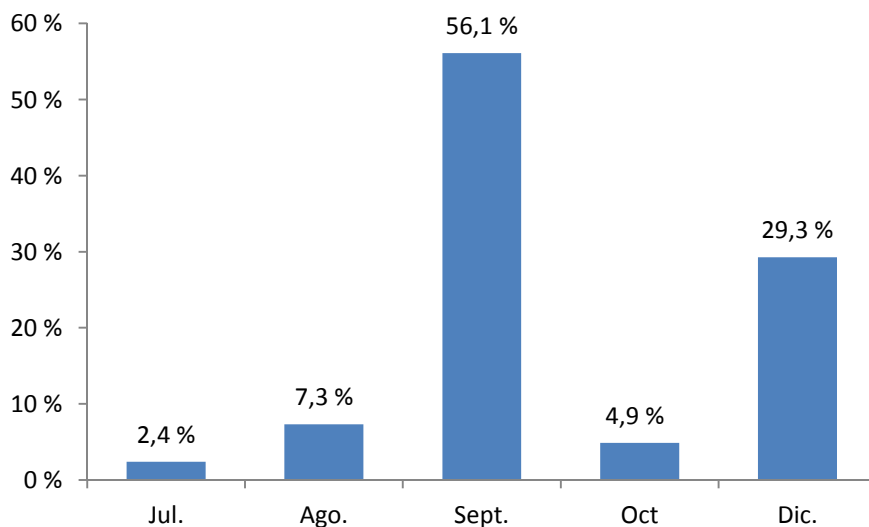
Fuente: Elaboración propia en base a entrevista a proveedores de leña y/o derivados.

Mes que inician las ventas de leña y/o derivados



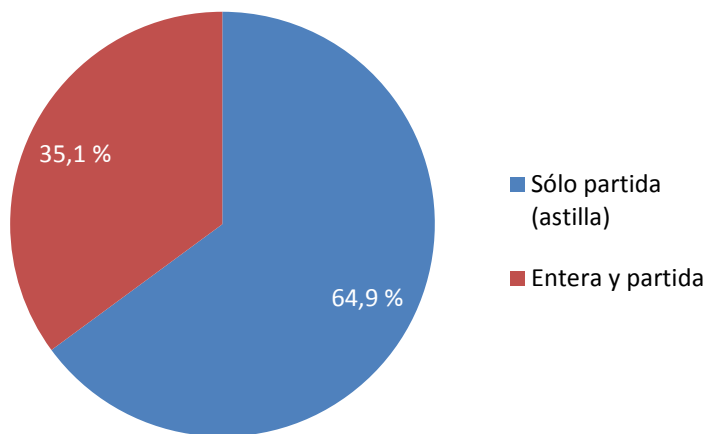
Fuente: Elaboración propia en base a entrevista a proveedores de leña y/o derivados.

Mes que terminan las ventas de leña y/o derivados



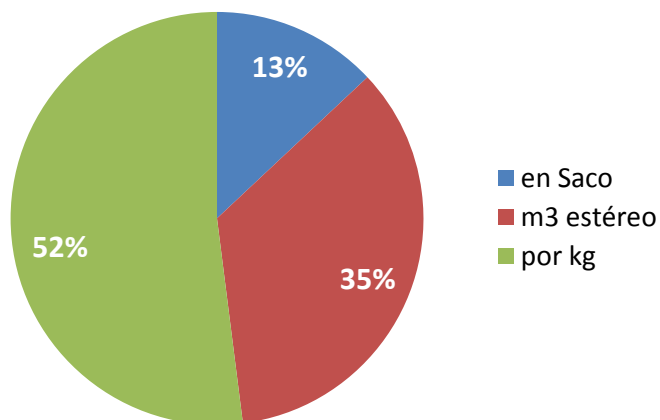
Fuente: Elaboración propia en base a entrevista a proveedores de leña y/o derivados.

Formato de leña vendida



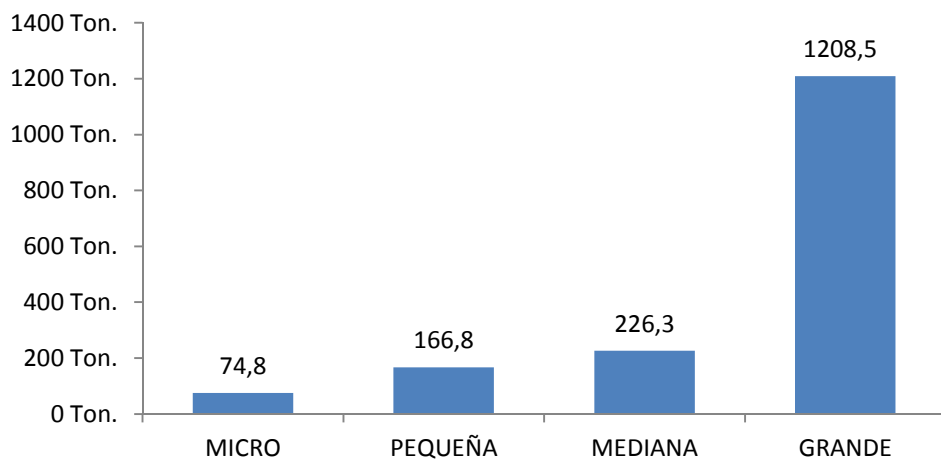
Fuente: Elaboración propia en base a entrevista a proveedores de leña y/o derivados.

Forma de venta de leña



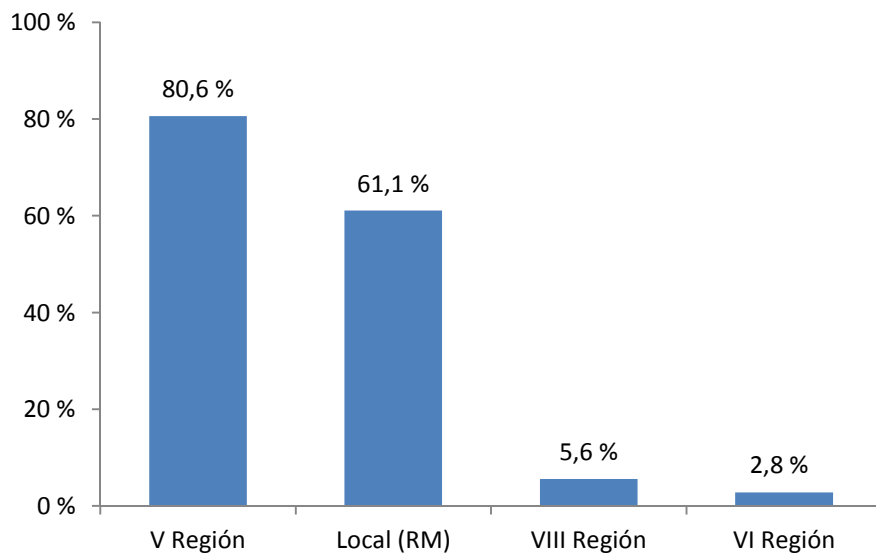
Fuente: Elaboración propia en base a entrevista a proveedores de leña y/o derivados.

Venta anual de leña promedio por tamaño de la empresa [t]



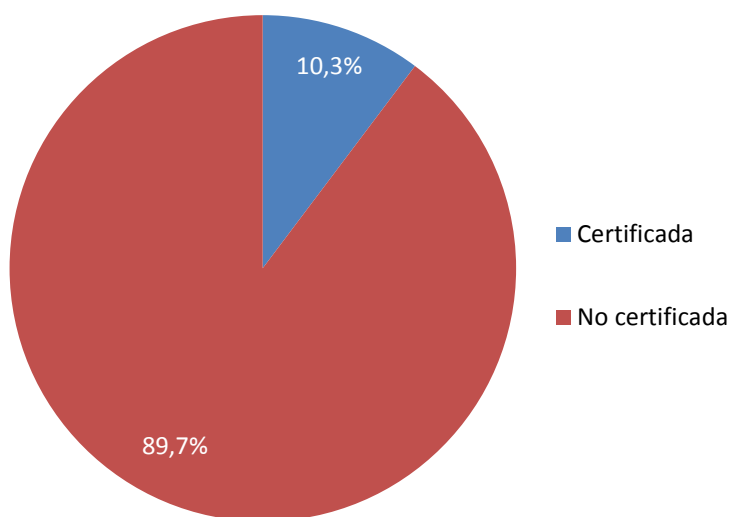
Fuente: Elaboración propia en base a entrevista a proveedores de leña y/o derivados.

Origen de la leña vendida por los proveedores entrevistados



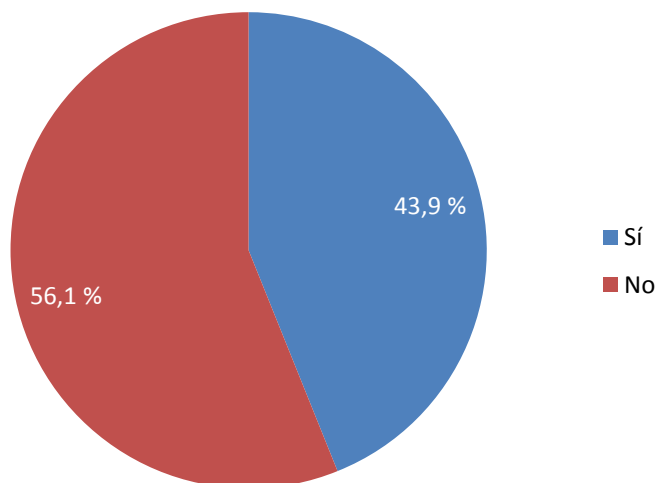
Fuente: Elaboración propia en base a entrevista a proveedores de leña y/o derivados.

Certificación de la leña vendida



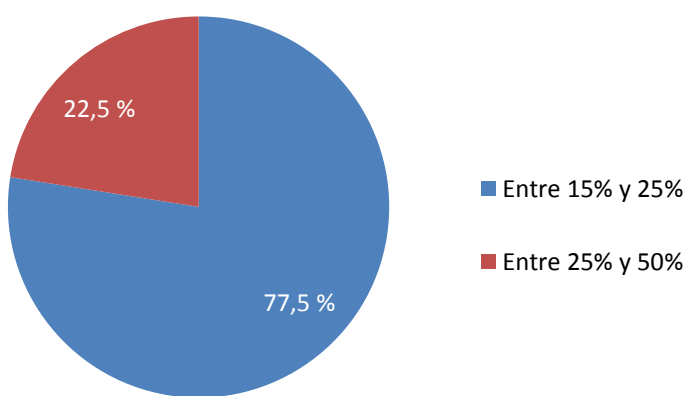
Fuente: Elaboración propia en base a entrevista a proveedores de leña y/o derivados.

Porcentaje de proveedores que conoce el SNCL



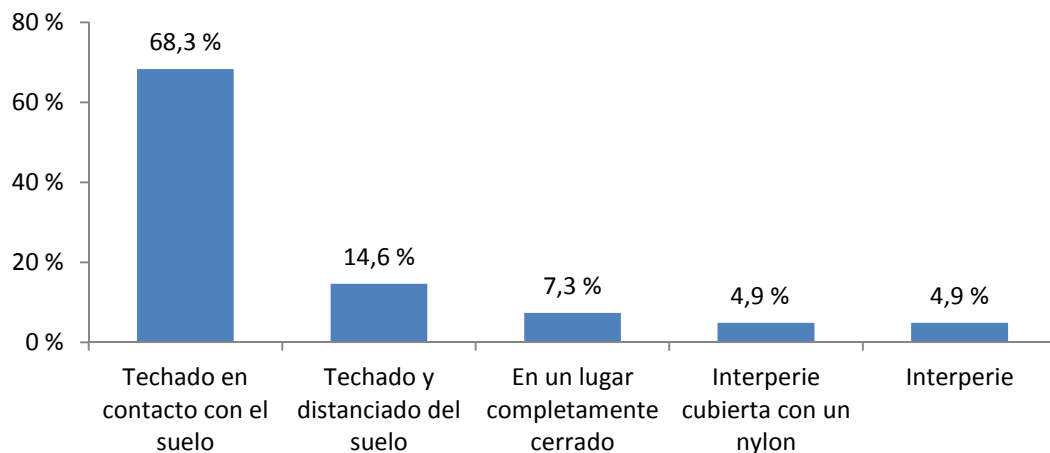
Fuente: Elaboración propia en base a entrevista a proveedores de leña y/o derivados.

Porcentaje de humedad de la leña vendida



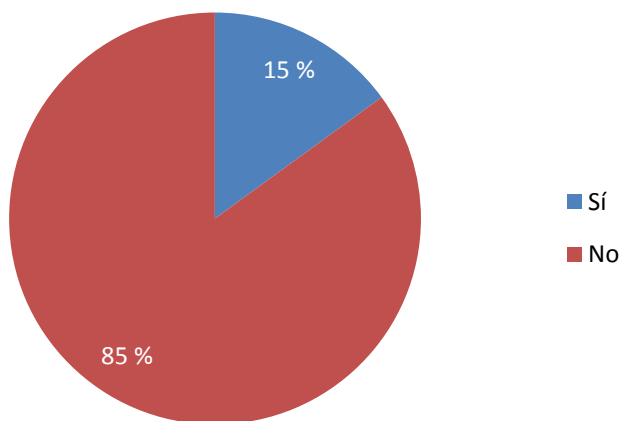
Fuente: Elaboración propia en base a entrevista a proveedores de leña y/o derivados.

Forma de almacenamiento de leña y/o derivados



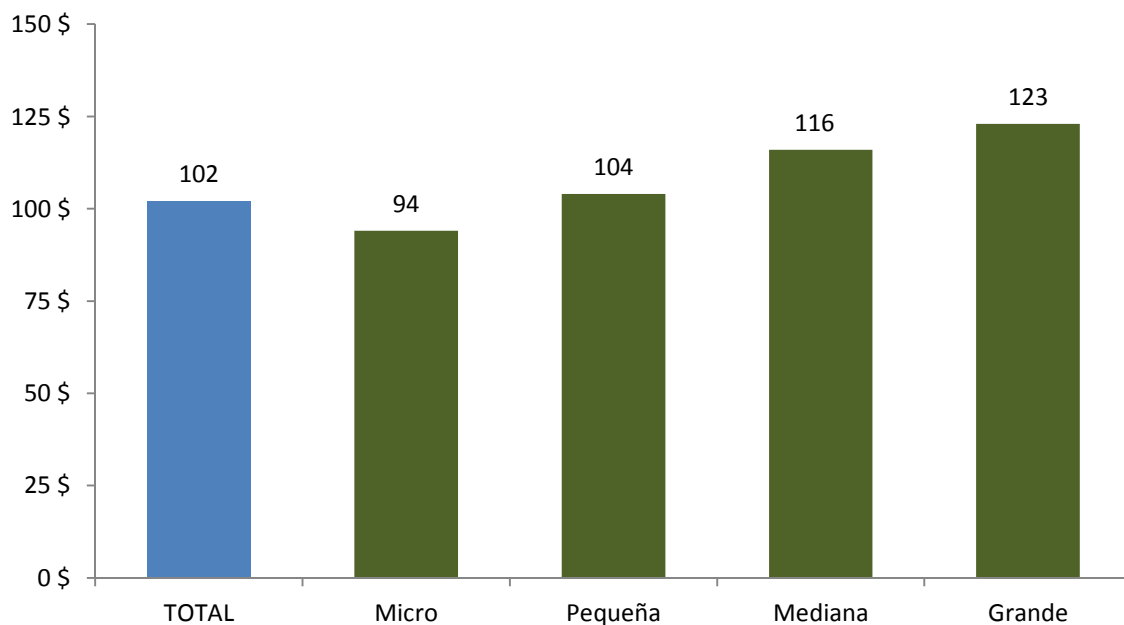
Fuente: Elaboración propia en base a entrevista a proveedores de leña y/o derivados.

Proveedores que recomiendan a sus clientes sobre almacenamiento y uso de la leña



Fuente: Elaboración propia en base a entrevista a proveedores de leña y/o derivados.

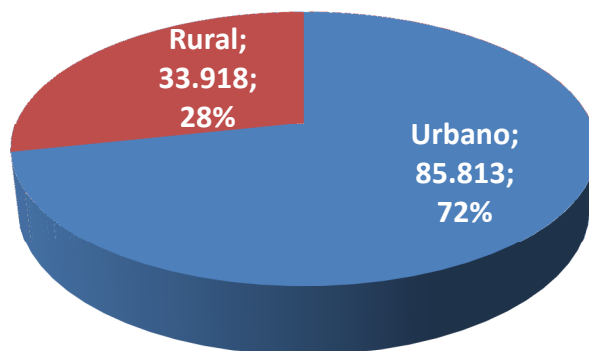
Precio promedio de la leña por tamaño de empresa



Fuente: Elaboración propia en base a entrevista a proveedores de leña y/o derivados.

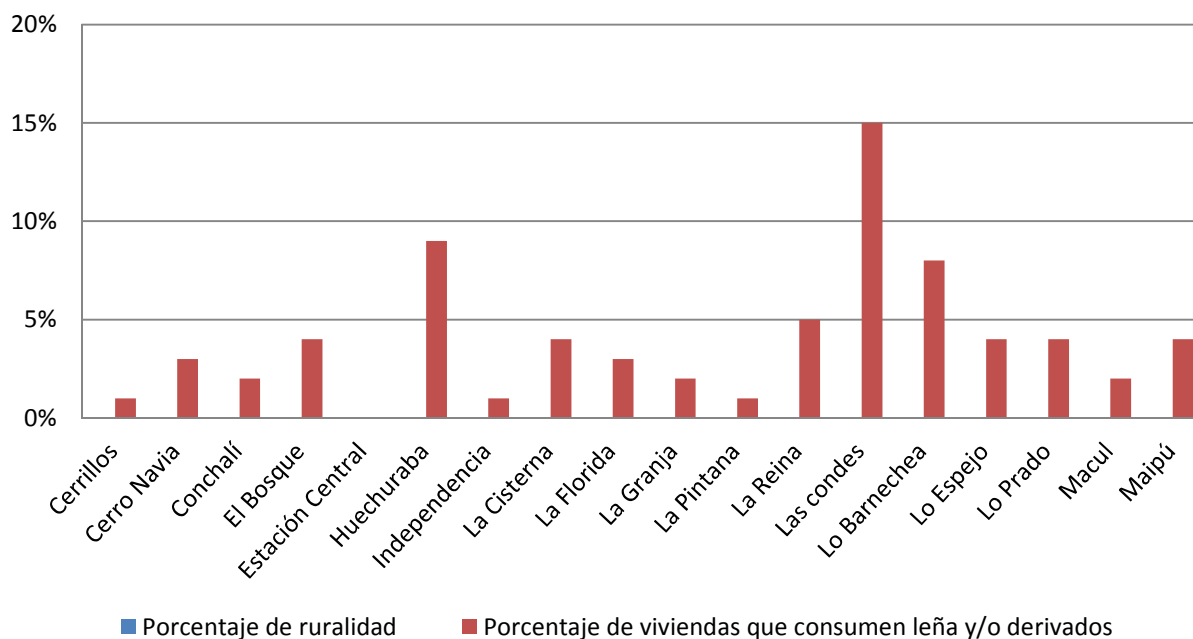
12.10 CARACTERIZACIÓN CONSUMIDORES DE LEÑA (INFORMACIÓN ADICIONAL)

Uso de leña y derivados en calefacción por sector geográfico en la R.M.



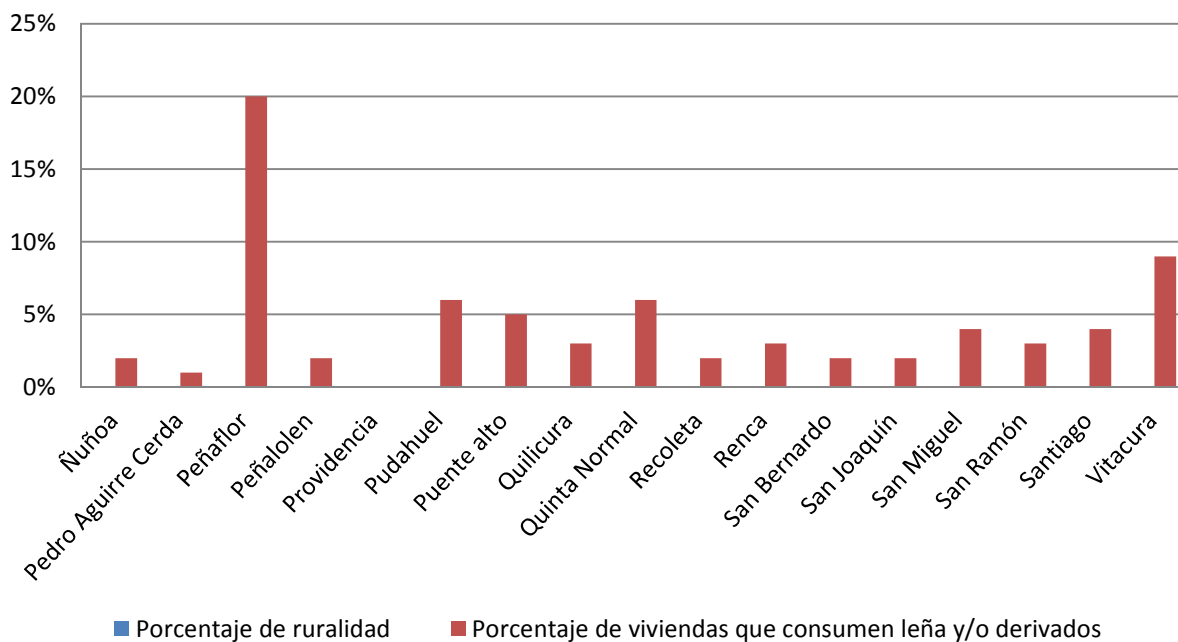
Fuente: Elaboración propia. Fase 1, Encuesta CDT 2012.

Relación entre el uso de leña y el porcentaje de ruralidad



Fuente: Elaboración propia. Censo 2002 – PreCenso 2011 - Fase 1, Encuesta CDT 2012.

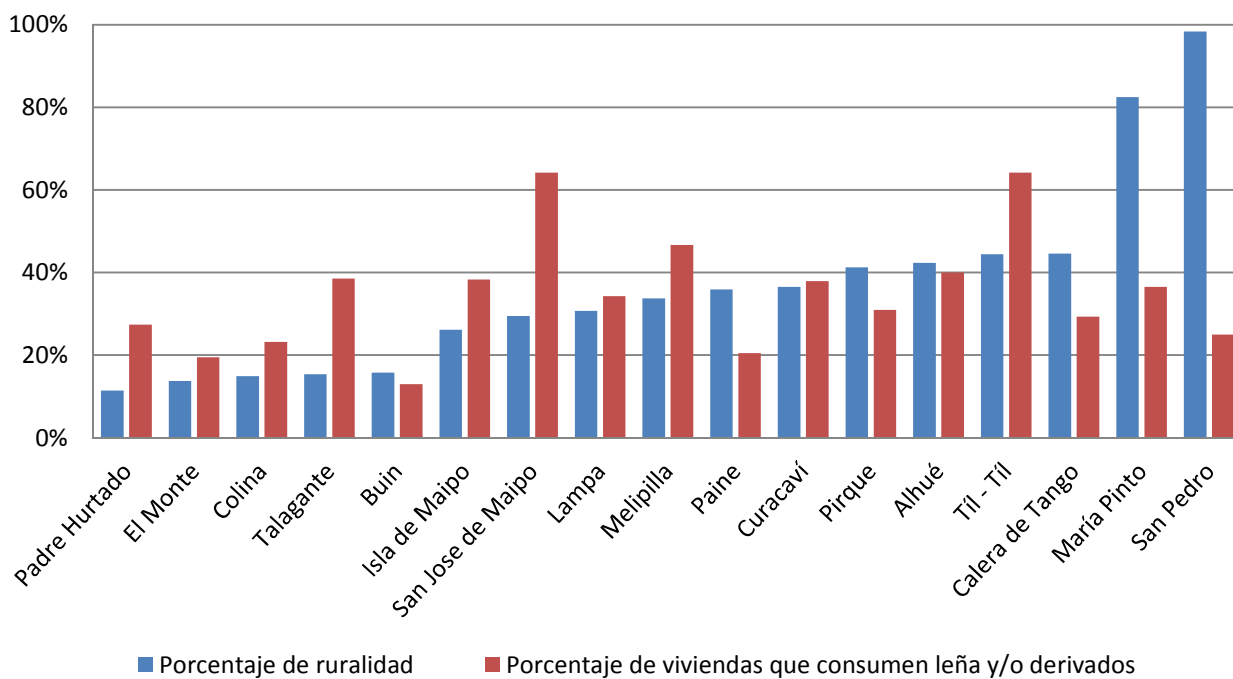
Relación entre el uso de leña y el porcentaje de ruralidad



■ Porcentaje de ruralidad ■ Porcentaje de viviendas que consumen leña y/o derivados

Fuente: Elaboración propia. Censo 2002 – PreCenso 2011 - Fase 1, Encuesta CDT 2012.

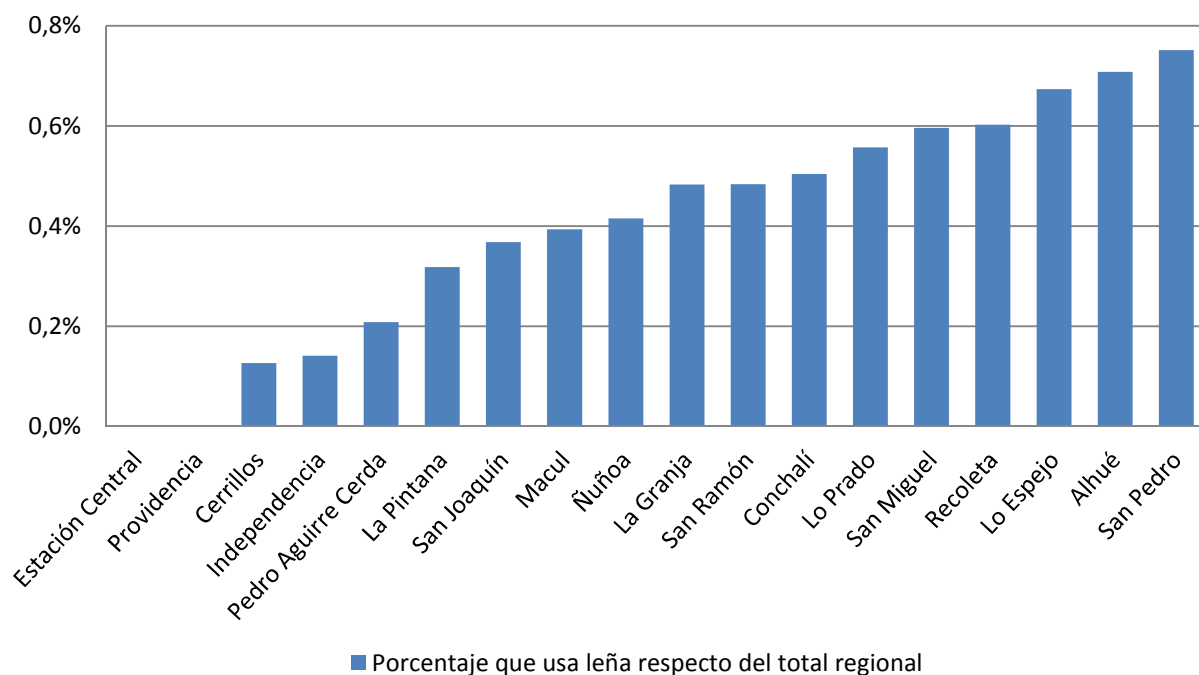
Relación entre el uso de leña y el porcentaje de ruralidad



■ Porcentaje de ruralidad ■ Porcentaje de viviendas que consumen leña y/o derivados

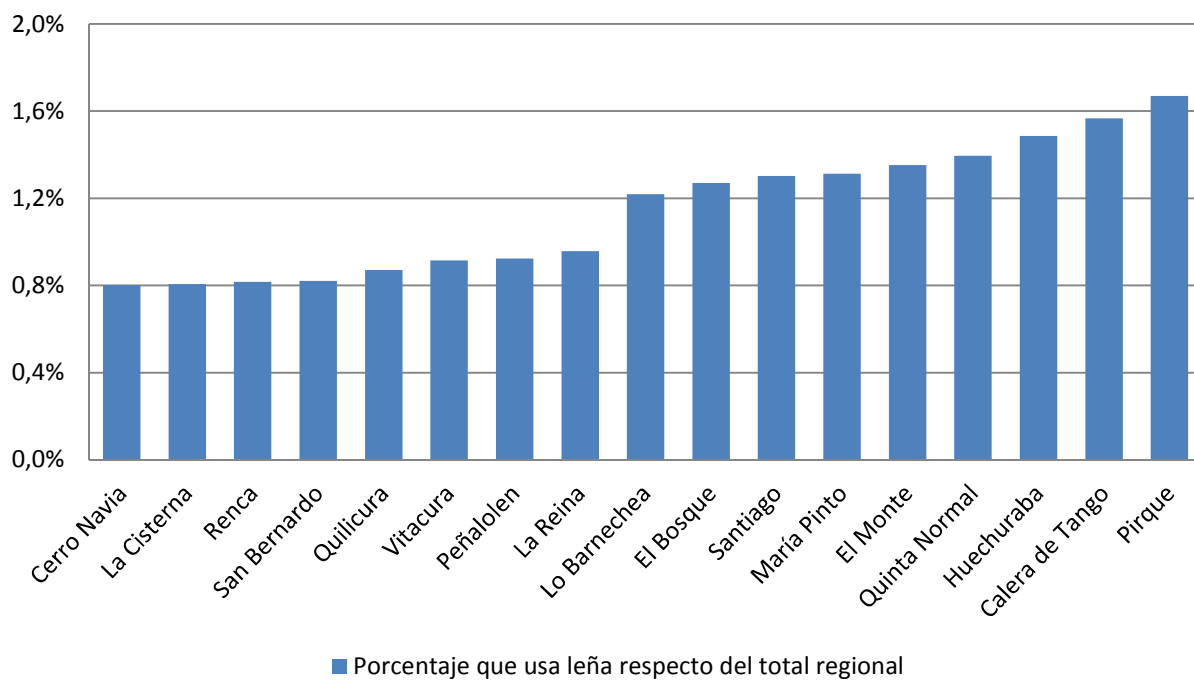
Fuente: Elaboración propia. Censo 2002 – PreCenso 2011 - Fase 1, Encuesta CDT 2012.

Participación comunal en el uso de leña y derivados en la R.M.



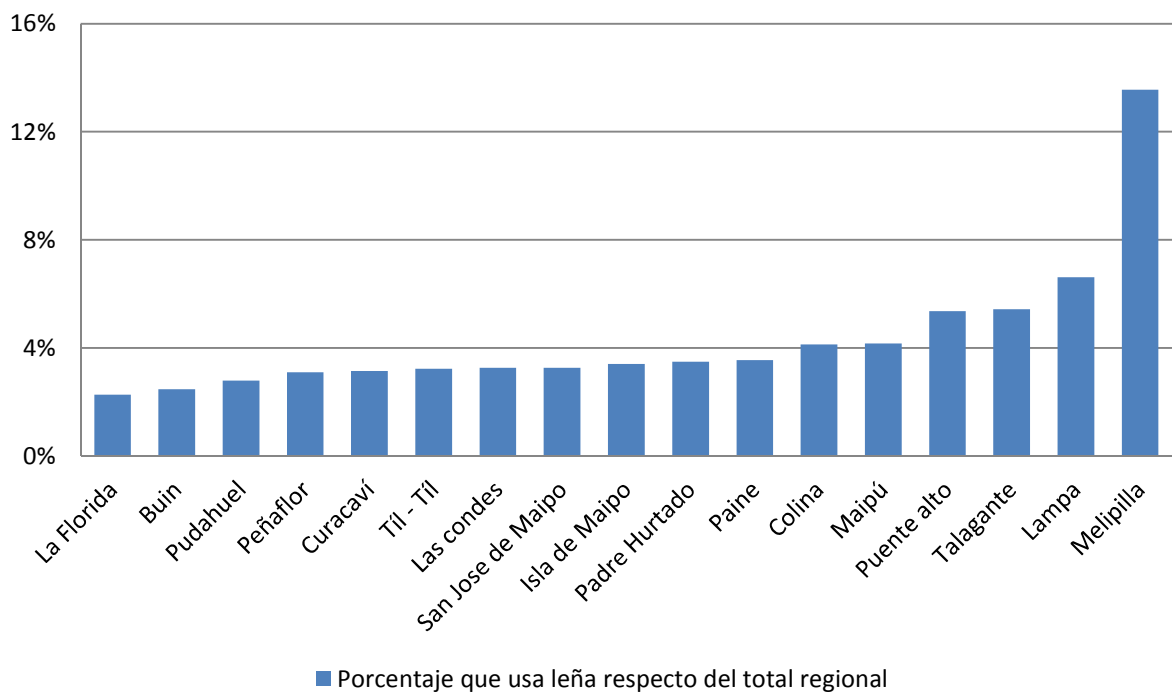
Fuente: Elaboración propia. Fase 1, Encuesta CDT 2012.

Participación comunal en el uso de leña y derivados en la R.M.



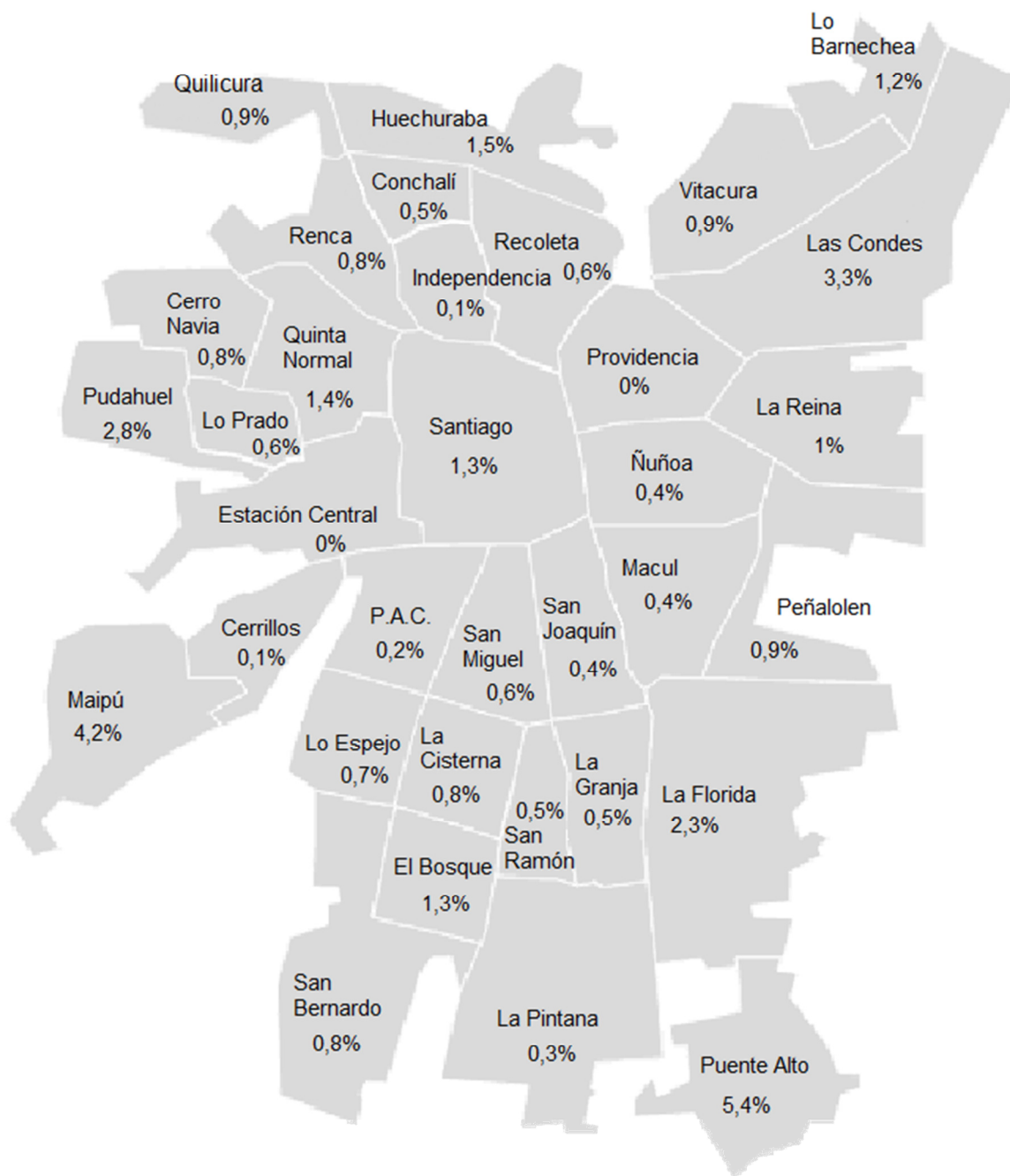
Fuente: Elaboración propia. Fase 1, Encuesta CDT 2012.

Participación comunal en el uso de leña y derivados en la R.M.



Fuente: Elaboración propia. Fase 1, Encuesta CDT 2012.

Participación comunal de viviendas del Gran Santiago que usan leña y derivados respecto al total de la R.M.



Fuente: Elaboración propia. Fase 1, Encuesta CDT 2012.

Participación comunal de viviendas que usan leña y derivados respecto al total de la R.M.

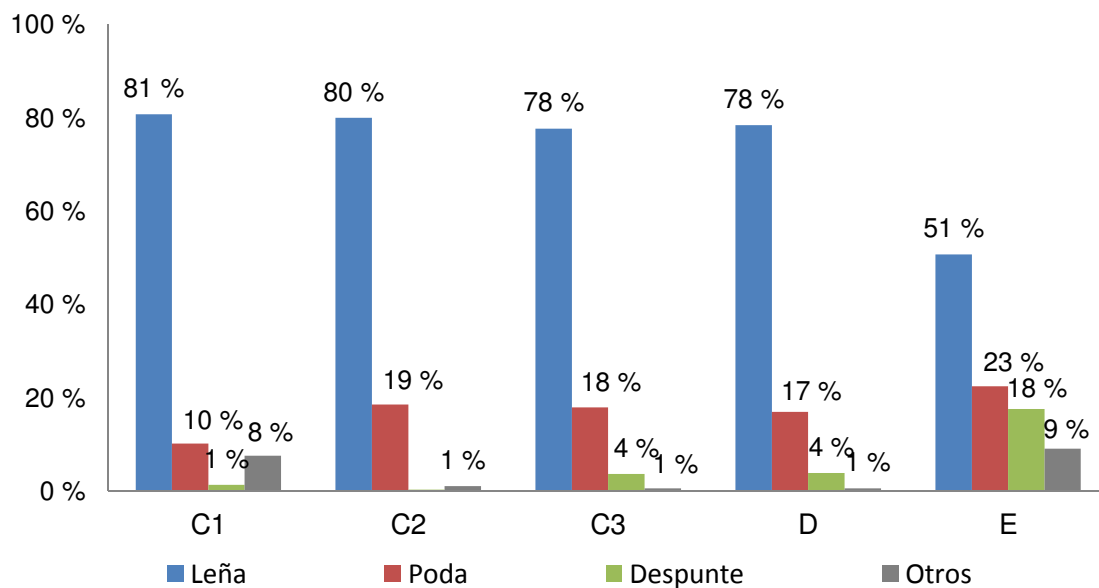


Fuente: Elaboración propia. Fase 1, Encuesta CDT 2012.

Ciclo de uso de los equipos de calefacción por NSE					
MES DE ENCENDIDO	C1	C2	C3	D	E
Marzo	9 %	5 %	4 %	7 %	3 %
Abril	46 %	61 %	60 %	60 %	57 %
Mayo	33 %	22 %	27 %	27 %	29 %
Junio	7 %	11 %	8 %	5 %	10 %
Julio	5 %	1 %	1 %	1 %	1 %
MES DE APAGADO	C1	C2	C3	D	E
Julio	3 %	4 %	3 %	8 %	5 %
Agosto	14 %	28 %	24 %	33 %	34 %
Septiembre	77 %	65 %	67 %	51 %	60 %
Octubre	3 %	2 %	3 %	6 %	1 %
Noviembre	3 %	1 %	2 %	1 %	0 %
Diciembre	0 %	0 %	1 %	0 %	0 %

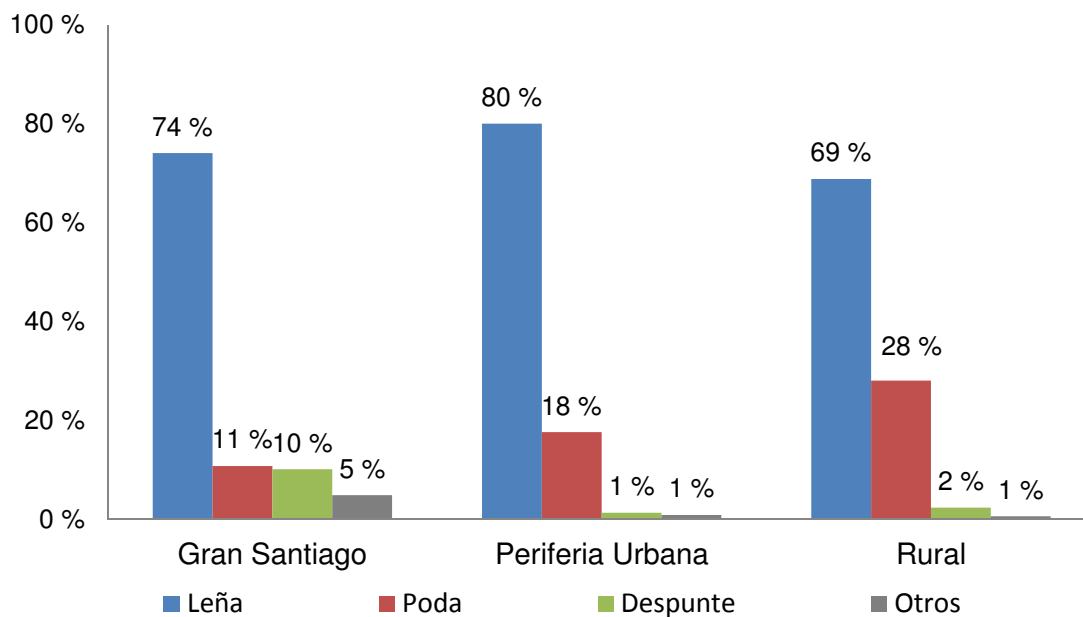
Ciclo de uso de los equipos de calefacción por zona			
MES DE ENCENDIDO	Gran Santiago	Periferia Urbana	Rural
Marzo	12 %	2 %	1 %
Abril	44 %	63 %	74 %
Mayo	41 %	21 %	14 %
Junio	3 %	11 %	9 %
Julio	0 %	3 %	0 %
MES DE APAGADO	Gran Santiago	Periferia Urbana	Rural
Julio	7 %	6 %	2 %
Agosto	29 %	34 %	19 %
Septiembre	60 %	51 %	77 %
Octubre	3 %	8 %	0 %
Noviembre	2 %	1 %	1 %
Diciembre	0 %	0 %	1 %

Tipo de combustible para calefaccionar por NSE



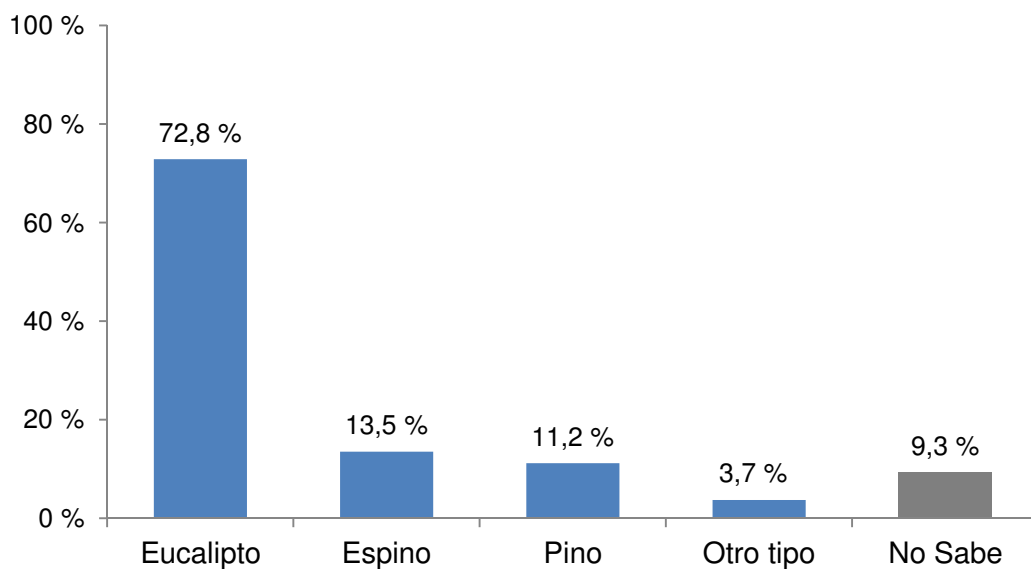
Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012.

Tipo de combustible para calefaccionar por zona



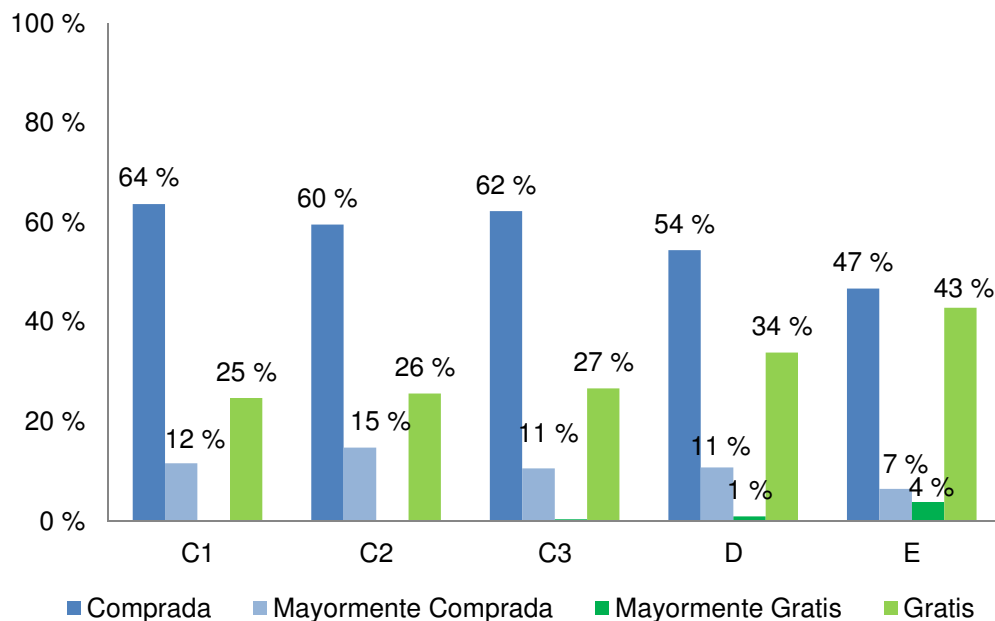
Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012.

Tipo de leña que utiliza (respuesta múltiple)



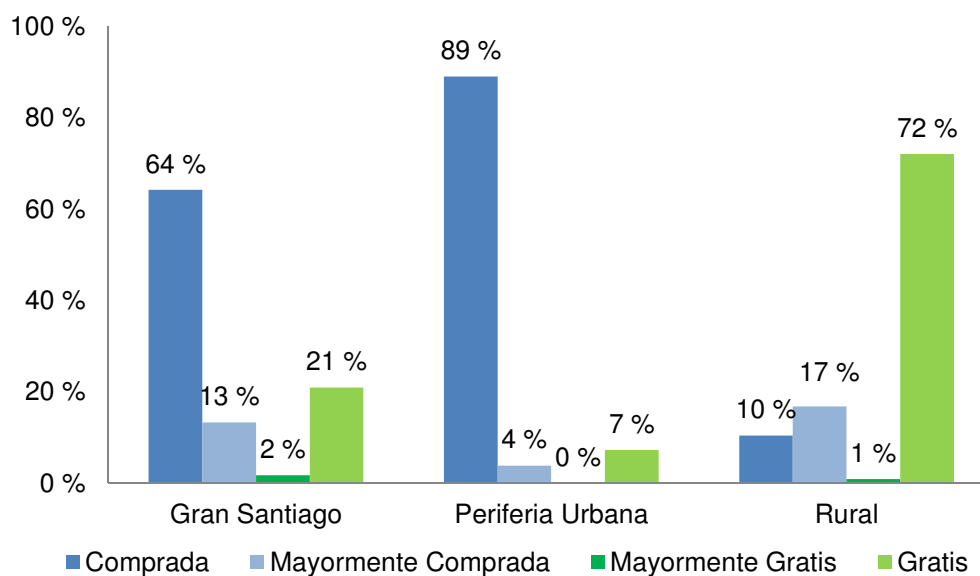
Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012.

Adquisición de la leña por NSE



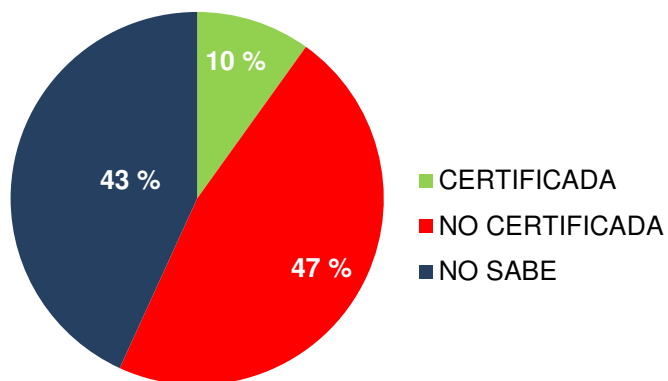
Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012.

Adquisición de la leña por zona



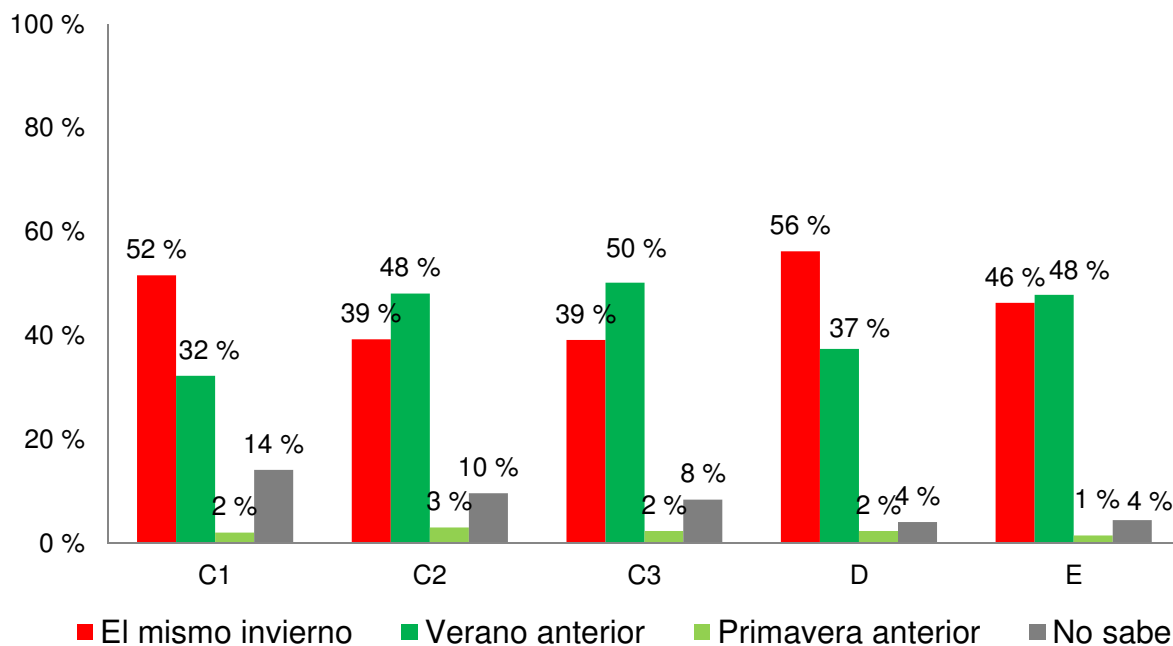
Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012.

Leña certificada



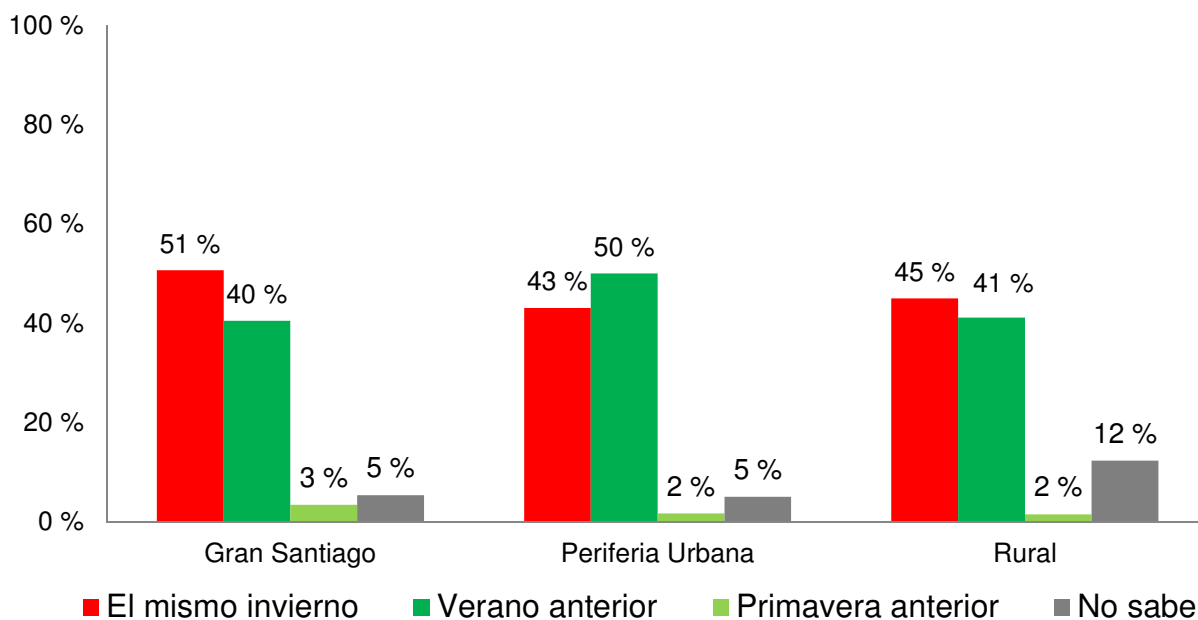
Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012.

Periodo de compra de leña utilizada por NSE



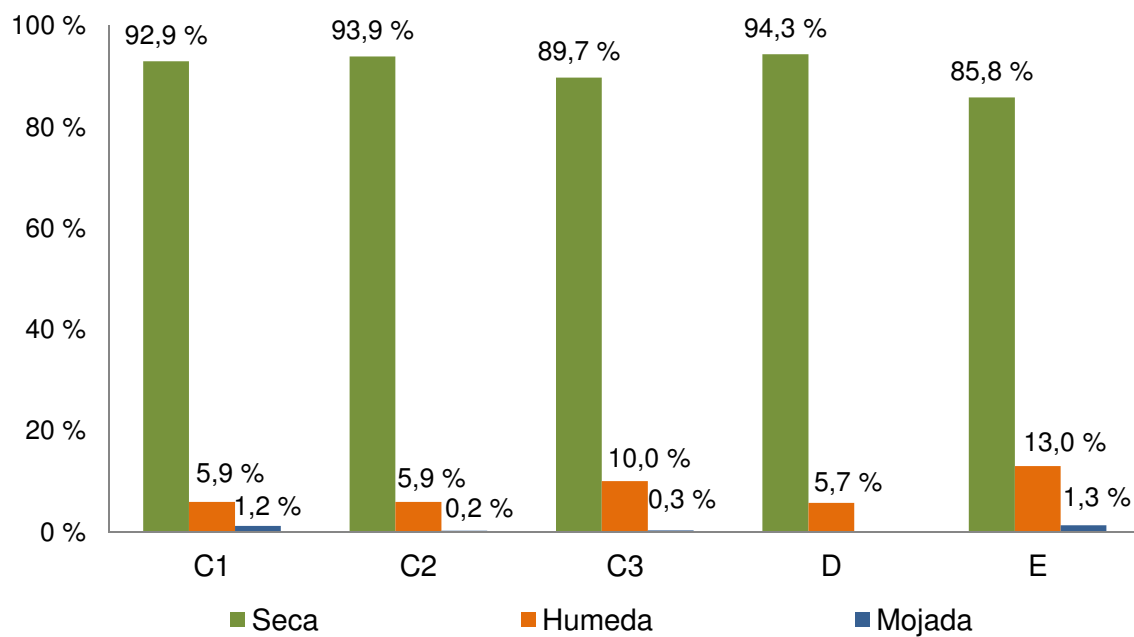
Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012.

Periodo de compra de leña utilizada por zona



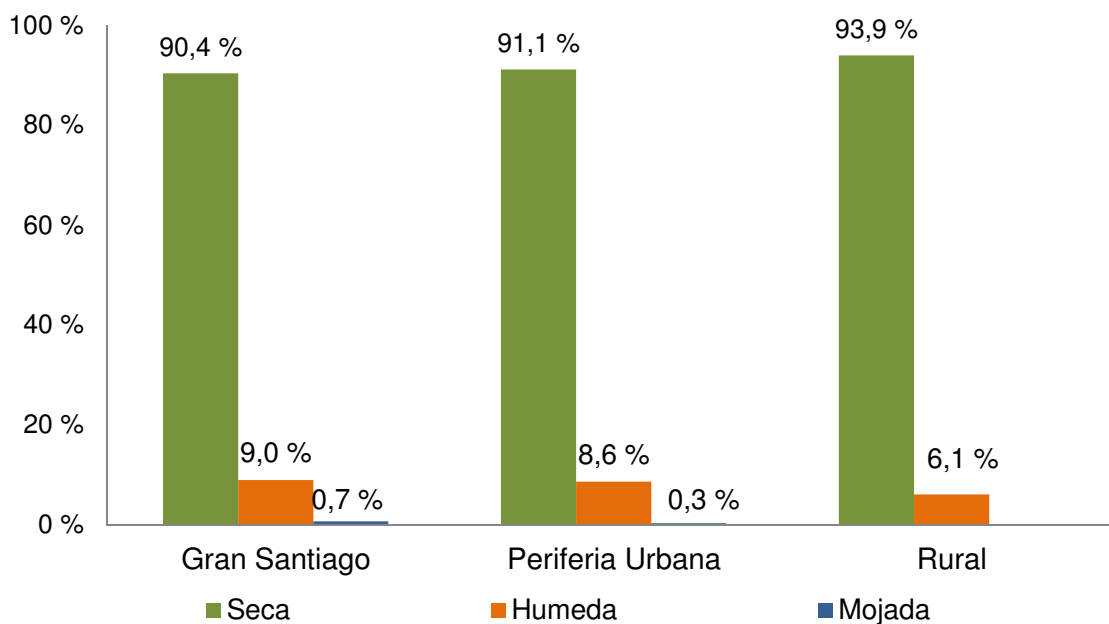
Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012.

Estado de la leña que utiliza por NSE



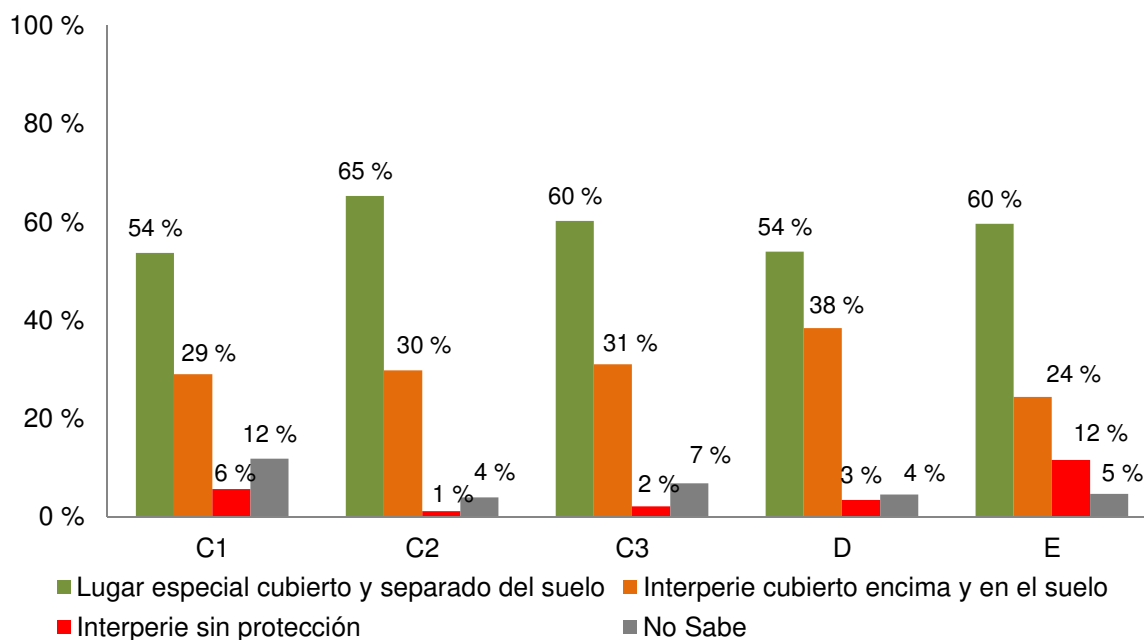
Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012.

Estado de la leña que utiliza por zona



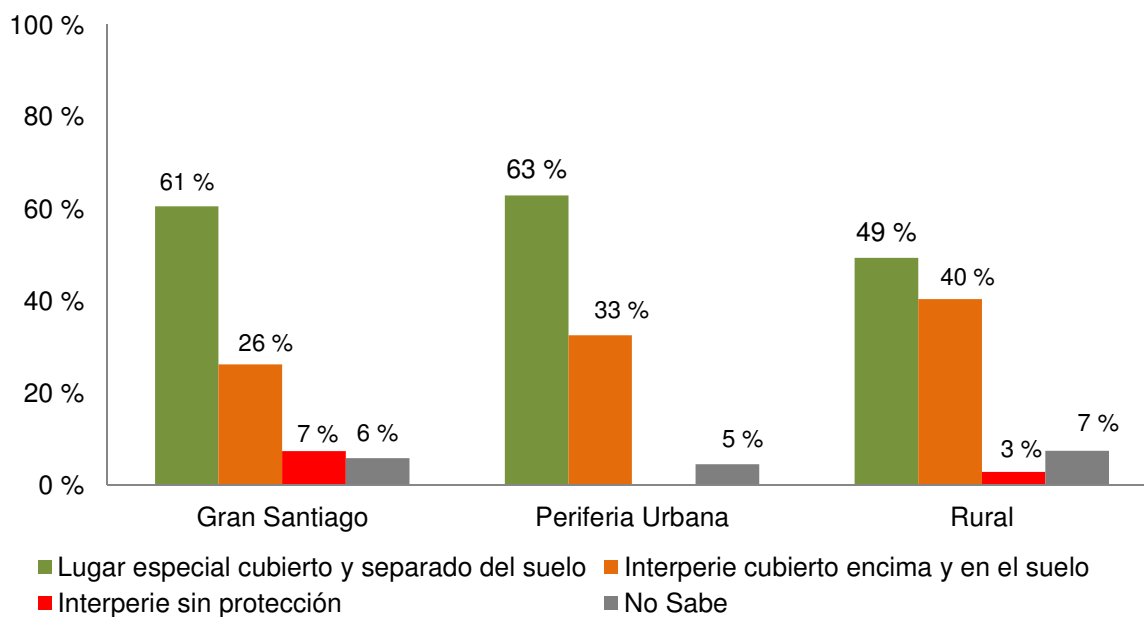
Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012.

Almacenamiento de la leña por NSE



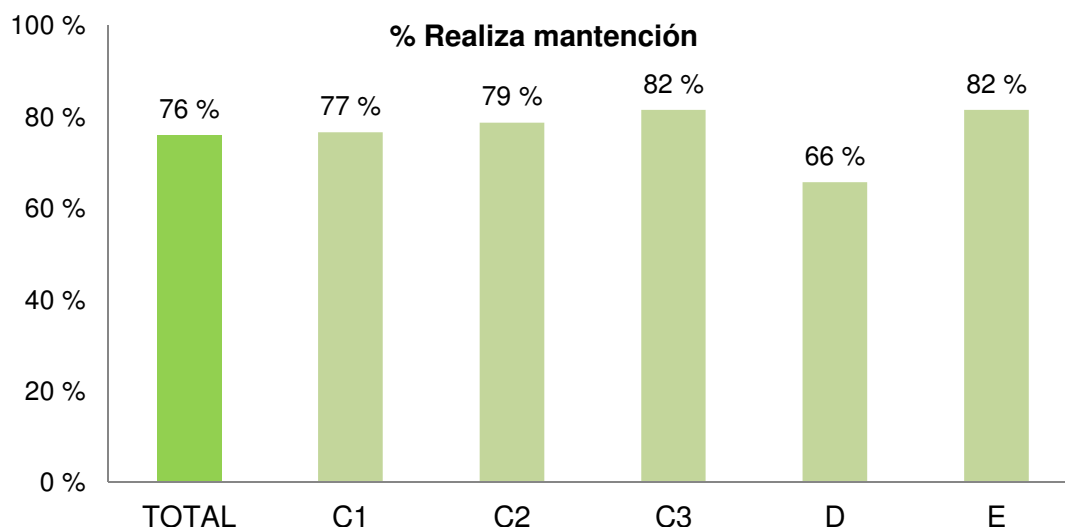
Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012.

Almacenamiento de la leña por zona



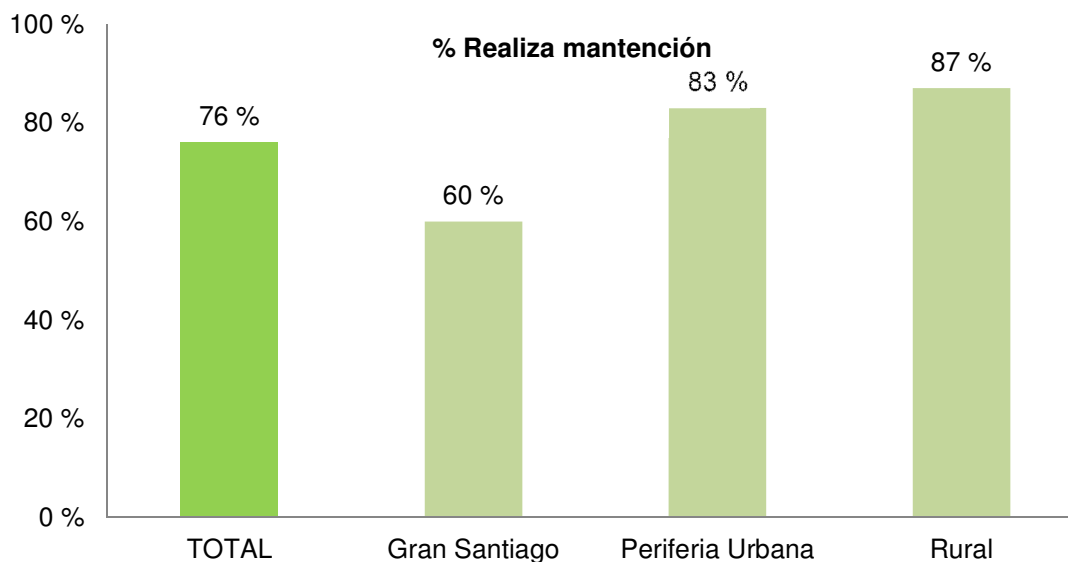
Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012.

Mantenimiento de los equipos de calefacción a leña por NSE



Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012.

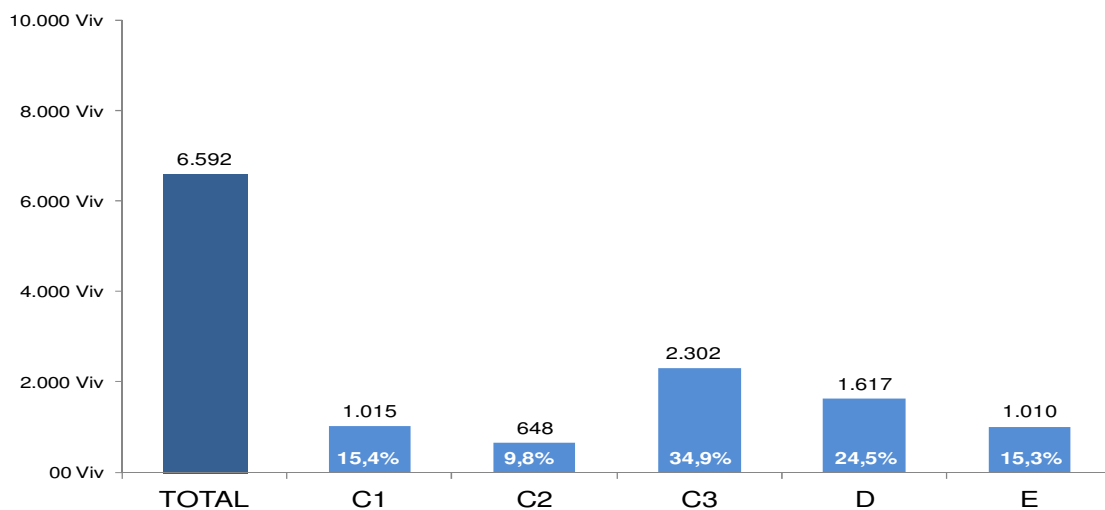
Mantenimiento de los equipos de calefacción a leña por Zona



Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012.

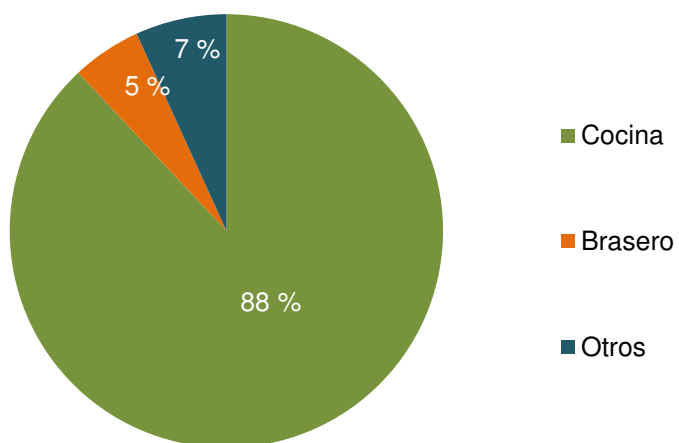
El Gran Santiago presenta el menor porcentaje de mantenimiento a los equipos de calefacción, sólo el 60% de los equipos de calefacción del Gran Santiago realizan al menos una mantenimiento al año.

N° de viviendas que cocinan con leña según NSE



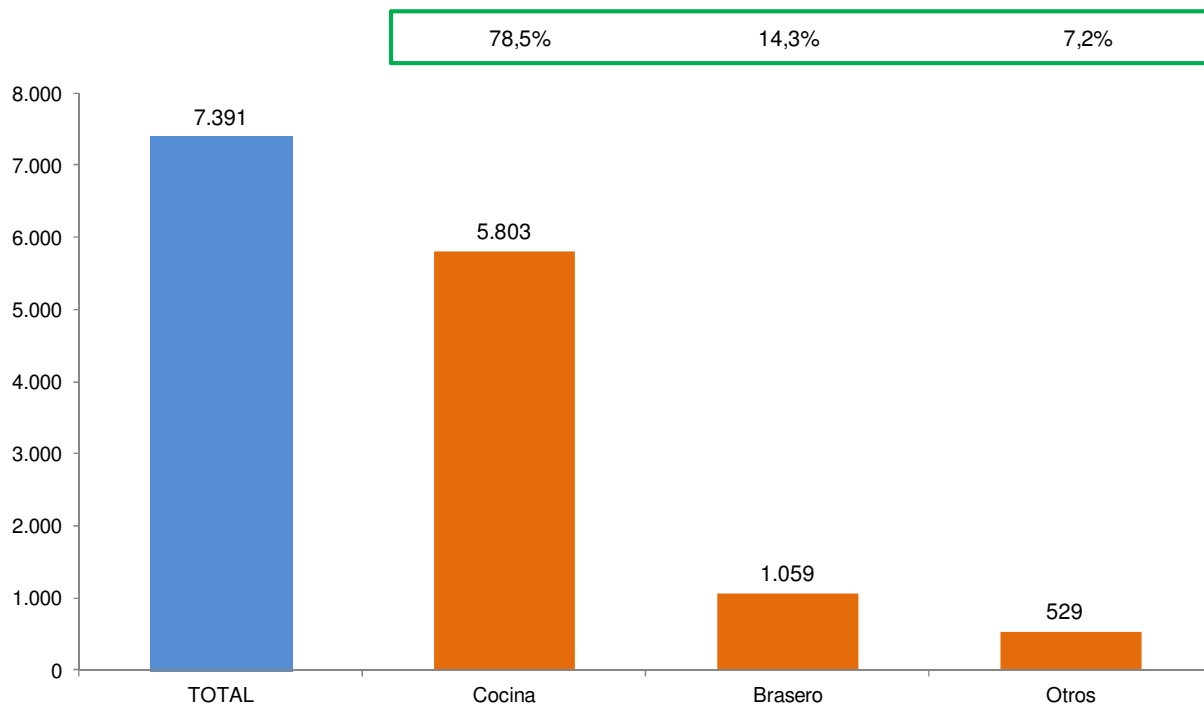
Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012.

Artefacto para cocinar a leña



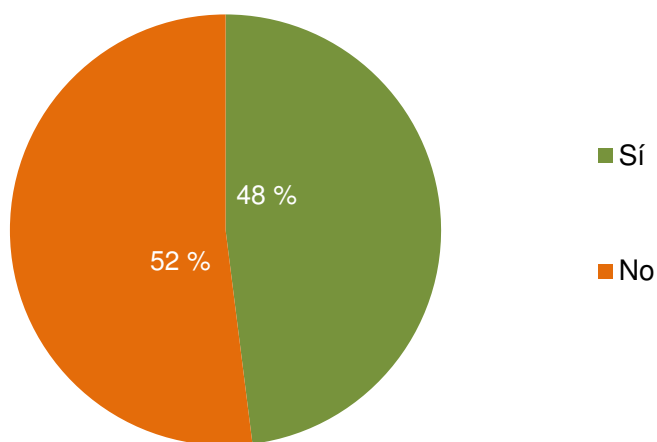
Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012.

N° de equipos a leña para cocinar



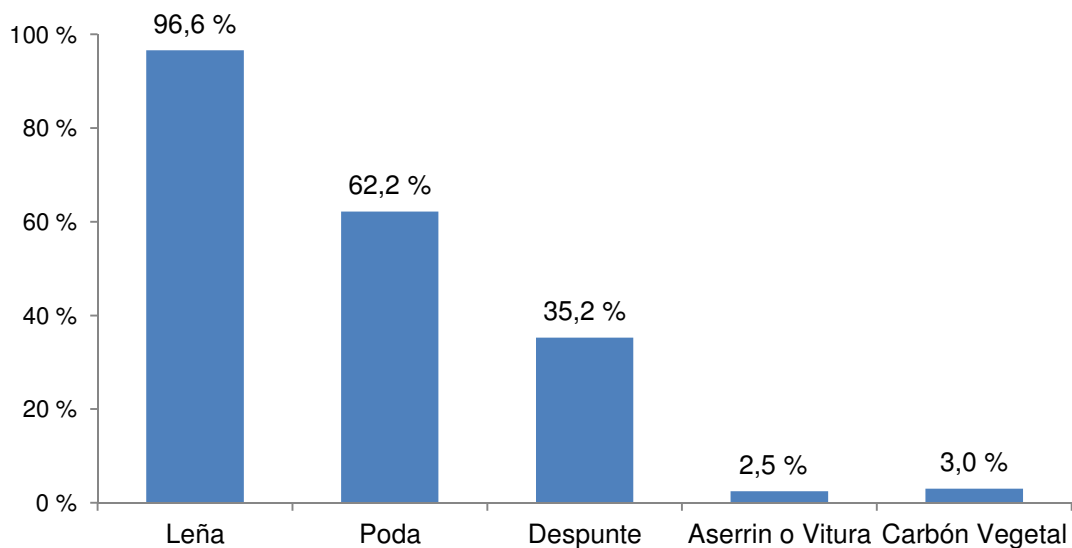
Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012.

Uso de cocina o brasero durante todo el año



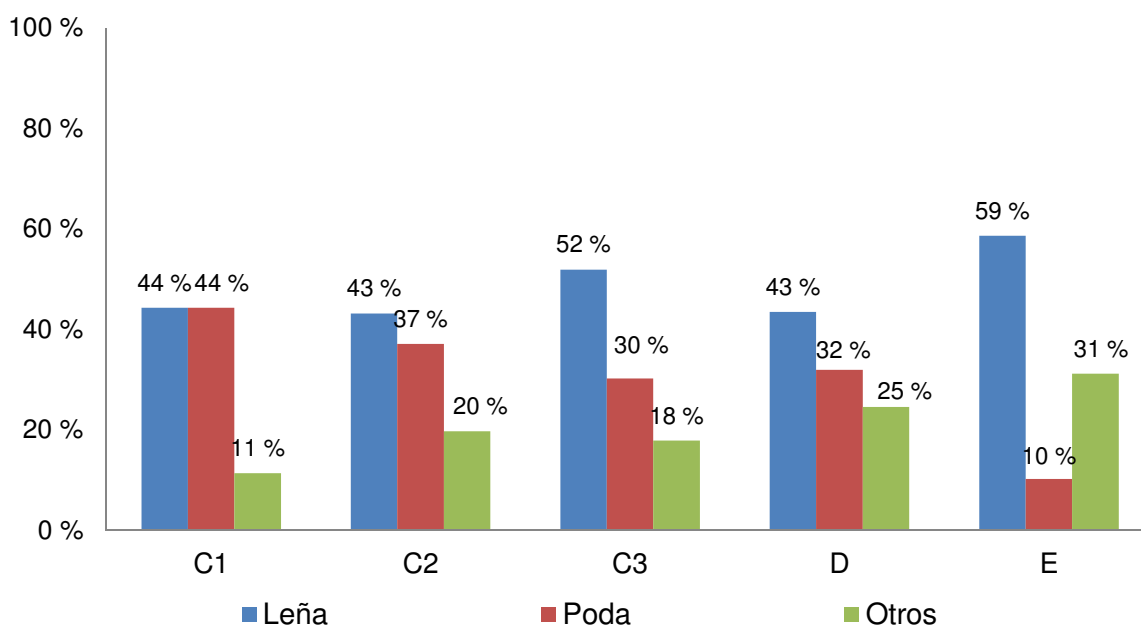
Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012

Tipo de combustible que utiliza (resp. múltiple)



Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012.

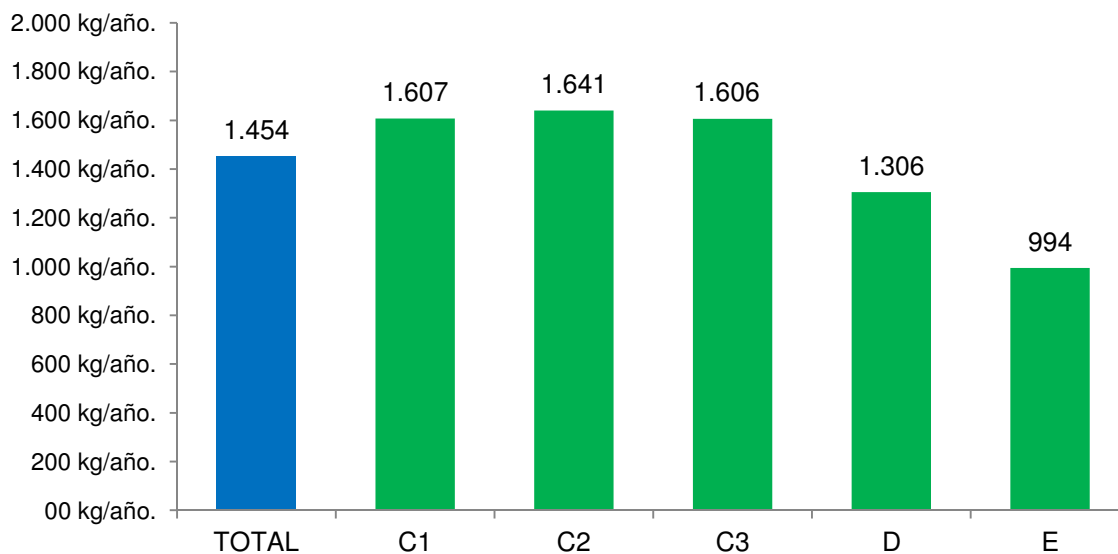
Tipo de combustible que utiliza por NSE (resp. múltiple)



Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012.

12.11 ESTIMACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO Y EMISIONES EN LA R.M. (INFORMACIÓN ADICIONAL)

Consumo promedio de leña y sus derivados en la R.M. Por NSE (kg/año)



Fuente: Elaboración propia. Fase 2, Encuesta CDT 2012

12.12 DESCRIPCIÓN EMISIONES MATERIAL PARTICULADO DE ESTUDIOS ANTERIORES

Es necesario indicar que hay muchos estudios y cálculos de las emisiones generadas por la quema de leña en los últimos años en la Región Metropolitana. Debido a que los factores de emisión son fundamentales para obtener las emisiones totales de material particulado, se hará una comparación entre los estudios para justificar adecuadamente los valores utilizados en este trabajo.

12.12.1 ESTUDIO PRIEN-CNE

La metodología utilizada en los primeros inventarios disponibles para la R.M en cuanto a la quema residencial de leña, se basa en el estudio, "Determinación de las emisiones de contaminantes provenientes de la quema de leña en el área metropolitana de Santiago" PRIEN-CNE, del año 1992. Para esta metodología, se hace una distinción entre consumidores de leña formales (altos recursos) e informales (bajos recursos.) El estudio de PRIEN-CNE realizó la medición de emisiones de gases y material particulado para distintos equipos de combustión a leña utilizando métodos recomendados por la EPA, con el objeto de proponer factores de emisión por tipo de equipo.

A continuación se presentan los resultados de los factores de emisión para los distintos tipos de equipos. La siguiente tabla muestra los resultados del estudio de la CNE de factores de emisión, según el tipo de combustión en abierta o cerrada.

Factores de emisión para estufas a leña de acuerdo al estudio PRIEN-CNE, 1992.

Equipo	Factor de emisión (g/kg)
Estufa doble cámara	7,0
Salamandra (carga frontal)	8,0
Salamandra (carga vertical)	8,5
Estufa simple	5,7
Chimenea abierta	16,6
Chimenea tipo Insert (cerrada)	3,6 – 20,1

Hay que hacer notar que el estudio PRIEN-CNE fue uno de los primeros realizados en estufas a leña y no se conoce la metodología utilizada para las mediciones.

12.12.2 ESTUDIO "AMBIENTE CONSULTORES"

La empresa consultora "Ambiente Consultores Ltda." Realizó el año 2006 (informe final entregado el 9 de mayo de 2007) un estudio titulado "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". En ese estudio se realizó un análisis de factibilidad técnica económica de la aplicación de la norma de emisión de artefactos a leña. El estudio fue realizado para la zona centro sur de Chile.

Factores de emisión

En el estudio, se realizó una estimación a futuro de las emisiones generadas por la quema de leña, por lo tanto se utilizaron factores de emisión obtenidos en un estudio de Serpram (ver A.2) pero multiplicados por 5 para considerar las distintas condiciones de operación y el tipo y calidad de leña. La muestra los factores de emisión utilizados en el estudio. Los valores indicados como "EMISIÓN MÁSCA REAL" fueron utilizados para las estimaciones de emisiones.

Luego, el valor de emisiones utilizado en el estudio de Ambiente Consultores para una estufa de doble cámara básica es de 30 g/kg. La Salamandra tiene una emisión máscara de 80 g/kg.

Factores de emisión para artefactos de leña utilizados en el estudio de "Ambiente Consultores".

Clase	Descripción Tecnología Típica (1)	Eficiencia Térmica	Emisión Volumétrica	Emisión Máscas	Emisión Volumétrica "real"	Emisión Máscas "real"
	(sólo a modo de ejemplos)	%	mg/m ³ N al 13% O ₂	g/kg masa seca	mg/m ³ N al 13% O ₂	g/kg leña
I	Salamandra o estufa artesanal	50	1280	16	6.400	80
H	Estufa combustión simple	55	800	10	4.000	50
G	Estufa doble cámara básica	60	480	6,0	2.400	30
F	Estufa doble cámara 5 g/h	65	280	3,5	1.400	18
E	Estufa doble cámara 3 g/h	70	144	1,8	720	9
D	Estufa doble cámara y tiro forzado 2 g/h	75	80	1,0	400	5
C	Estufa pellets	80	40	0,5	200	2,5
B	Estufa pellets avanzada	85	20	0,25	100	1,25
A	Futura tecnología	90	12	0,15	60	0,75

Número de calefactores

El estudio de Ambiente consultores utilizó para sus cálculos de emisiones la cantidad de 56.300 calefactores con doble cámara. Esta cantidad fue obtenida de un estudio anterior (Gamma Ingenieros). Esta cantidad contrasta con el número de calefactores obtenidas en el presente estudio. Una tabla comparativa con todos los estudios anteriores de muestra en la sección "Resumen"

12.12.3 ESTUDIO "RESULTS FROM TESTS ON WOOD STOVES AND REVISED RECOMMENDATIONS FOR EMISSION LIMIT VALUES FOR CHILE"

Este estudio fue realizado por Thomas Nussbaumer, para la Conama R.M. y COSUDE. El año 2006. Se realizaron pruebas en estufas chilenas de doble cámara. Los resultados son:

- Para una condición ideal de operación con 12 % de humedad de leña, el factor de emisión corresponde a 0,6 g/kg de leña seca.
- Para una condición típica de operación con 20 % de humedad de leña, el factor de emisión corresponde a un rango entre los 3,0 - 14,4 g/kg leña seca.
- Para una condición mala de operación con 20 % de humedad de leña, el factor es de 79,3 g/kg leña seca.

12.12.4 ESTUDIO "SERPRAM"

El año 2006, la Conama R.M., solicitó al laboratorio de medición de SERPRAM S.A., realizar mediciones de emisión a cuatro calefactores de combustión lenta y una cocina de leña. Las mediciones fueron realizadas en conformidad a lo especificado en los métodos¹ CH-28 de certificación, el método CH-5 G para la determinación de las emisiones de partículas de calefactores a leña medidas desde un túnel de dilución y el método CH-3A, para la determinación del contenido de oxígeno y monóxido de carbono en los gases. Todos los métodos señalados corresponden a métodos oficializados por el Ministerio de Salud a través del Instituto de Salud Pública (ISP).

Los resultados de las mediciones obtenidas del informe se muestran en las tablas siguientes. Aunque no se indica en el informe, se subentiende que a los calefactores A y D se le realizaron dos pruebas. En el caso del calefactor D, los factores de emisión fueron muy distintos, lo que puede indicar una diferencia en la operación de la estufa.

Calefactor de combustión lenta A-1

TASA QUEMADO (Kg/h)	FLUJO	EMISIONES				EFICIENCIA
	m ³ N/h bases seca	MP10 (mg/m ³ N al 13 % de O ₂)	MP10 (g/h)	MP10 (g/Kg de leña)	CO (ppmv)	%
1.26	12.18	285.9	4.67	3.71	13120	66.9
1.32	16.93	213.8	3.75	2.84	5990	60.0
1.46	14.03	316.0	6.18	4.23	7430	61.5
2.63	26.40	93.4	3.24	1.23	3760	63.1
Promedio ponderado según CH-28			4.66			

Calefactor de combustión lenta A-2

TASA QUEMADO (Kg/h)	FLUJO	EMISIONES				EFICIENCIA
	m ³ N/h bases seca	MP10 (mg/m ³ N al 13 % de O ₂)	MP10 (g/h)	MP10 (g/Kg de leña)	CO (ppmv)	%
1.17	11.42	185.0	2.85	2.44	8370	71.7
1.30	14.65	143.0	2.52	1.94	9500	66.0
1.39	14.20	358.0	6.61	4.76	13870	68.0
1.66	19.48	89.3	2.00	1.20	4210	64.0
Promedio ponderado según CH-28			3.20			

Calefactor de combustión lenta B

TASA QUEMADO (Kg/h)	FLUJO	EMISIONES				EFICIENCIA
	m ³ N/h bases seca	MP10 (mg/m ³ N al 13 % de O ₂)	MP10 (g/h)	MP10 (g/Kg de leña)	CO (ppmv)	%
0.61	6.99	290.6	2.12	3.48	25880	59.0
0.81	8.62	127.2	1.26	1.56	26560	59.5
1.19	10.11	132.7	2.06	1.73	11340	71.5
1.60	13.14	170.7	3.51	2.19	18010	67.8
1.86	21.90	228.0	5.48	2.95	5860	56.1
Promedio ponderado según CH-28			2.54			

Calefactor C (Cocina)

TASA QUEMADO (Kg/h)	FLUJO	EMISIONES				EFICIENCIA
	m³N/h bases seca	MP10 (mg/m³N al 13 % de O₂)	MP10 (g/h)	MP10 (g/Kg de leña)	CO (ppmv)	%
3.18	70.75	106.2	4.49	1.41	218	52.7
3.64	86.67	131.2	6.44	1.77	181	46.7
3.85	81.42	147.3	7.57	1.97	501	49.5
Promedio según CH-28			6.17	1.72	300	49.6

Calefactor de combustión lenta D-1

TASA QUEMADO (Kg/h)	FLUJO	EMISIONES				EFICIENCIA
	m³N/h bases seca	MP10 (mg/m³N al 13 % de O₂)	MP10 (g/h)	MP10 (g/Kg de leña)	CO (ppmv)	%
1.17	15.13	437.8	6.54	5.59	13990	58.8
1.68	20.18	310.8	6.76	4.02	20540	53.5
2.80	22.72	214.4	7.58	2.71	21100	62.4
3.06	32.47	217.4	8.93	2.92	7910	52.8
Promedio ponderado según CH-28			6.74			

Calefactor de combustión lenta D-2

TASA QUEMADO (Kg/h)	FLUJO	EMISIONES				EFICIENCIA
	m³N/h bases seca	MP10 (mg/m³N al 13 % de O₂)	MP10 (g/h)	MP10 (g/Kg de leña)	CO (ppmv)	%
0.86	8.54	2042.0	21.80	25.35	25400	66.0
1.60	18.64	1660.0	35.58	22.24	12230	61.9
Promedio			28.69	23.80	18815	64.0

Calefactor de combustión lenta E

TASA QUEMADO (Kg/h)	FLUJO	EMISIONES				EFICIENCIA
	m³N/h bases seca	MP10 (mg/m³N al 13 % de O₂)	MP10 (g/h)	MP10 (g/Kg de leña)	CO (ppmv)	%
1.39	19.71	497.7	9.11	6.55	6500	58.9
1.47	16.03	184.6	3.57	2.43	8570	66.4
1.50	22.99	204.4	3.93	2.62	14200	54.9
2.16	30.63	121.0	3.54	1.64	3400	56.2
3.08	46.40	135.6	5.85	1.90	3000	51.0
Promedio ponderado según CH-28			5.01			

De las tablas anteriores, se puede observar que las emisiones son mayores que el límite permitido por el Plan de Prevención Descontaminación de la Región Metropolitana del 16 de

Abril de 2010, que corresponde a 2,5 g/h. También hay que observar que las emisiones no son excesivamente altas comparadas con la norma (emisiones 10 o más veces mayores).

Si se toma el promedio de las emisiones de las estufas de doble cámara para las tasas de quemado cercanas a 1,2 kg/h, se obtiene emisiones de 5,1 g/h con una tasa de quemado promedio de 1,24 kg/h. Esto corresponde a emisiones de 4,1 g/kg.

12.12.5 INVENTARIO DE EMISIONES PARA LA REGIÓN METROPOLITANA, ESCENARIO 2010

El año 2007, el DICTUC realizó la actualización del inventario de emisiones atmosféricas de MP_{10} , $MP_{2,5}$, CO , NO_x , SO_2 , para una base temporal correspondiente al año 2005. Además, desarrolló un inventario 2010 proyectado a partir de los resultados obtenidos para el inventario 2005 que considere las medidas definidas para ese año, así como el crecimiento de las actividades en la Región Metropolitana.

En ese inventario, las emisiones utilizadas fueron:

FE considerados para cálculo de emisiones de leña en el inventario de emisiones de la R.M.

Tipo de Equipo	F.E. (g/kg)	Unidad
Calefactor combustión lenta	8,7 (a)	PTS
Calefactor modelo Insert	17,3 (b)	PM-10
Salamandra	17,3 (c)	PM-10
Chimenea	17,3 (d)	PM-10

- Se considera el valor medio para condición típica de operación con 20 % de humedad de leña del estudio Suizo para PTS.
- Valor de estufa indicado por EIIP, Residential Wood Combustion. 2001, debido a que tecnología de calefactor no considera control de emisiones.
- El valor del FE propuesto por CADE-IDEPE, mostrado en el mismo estudio de la CNE está subestimado al ser comparado con factores de emisión de quemados de leña en artefactos de combustión que debieran tener menores emisiones y por tanto se observa un alto nivel de incertidumbre en el uso de estos Factores de emisión, por lo que se usará el valor recomendado de EIIP cuando no se cuenta con información desagregada de equipos de combustión.
- El valor del FE propuesto por en el estudio de la CNE está subestimado al ser comparado con factores de emisión de quemados de leña en artefactos de combustión que debieran tener menores emisiones y por tanto se observa un alto nivel de incertidumbre en el uso de estos Factores de emisión, por lo que se usará el valor recomendado de EIIP cuando no se cuenta con información desagregada de equipos de combustión.

El número total de artefactos que usan combustión de leña en la Región Metropolitana se estimó a partir del estudio de la CNE del año 2005.

Nivel de Actividad considerado para emisiones de leña.

Total Consumo de leña 2005 corresponde a 65.202 t		
Total zona urbana	59.662	(fuente: CNE: "Diagnóstico del Mercado de la Leña en Chile", 2006)
Zona rural	5.540	(fuente: CNE: "Diagnóstico del Mercado de la Leña en Chile", 2006)

Luego, "se determinó fijar como escenario proyectado (considerando los restricciones esperadas en materia ambiental para los próximos años, estudio CONAMA GAMA), el crecimiento promedio del mercado de calefactores a leña; fijar un crecimiento inicial del periodo 2005-2006 en torno al 26% (según promedio para los últimos 4 años). Manteniendo la proporción de 3,5% de viviendas en la R.M. que consumen leña. A partir del año 2006 generar un crecimiento de 0% por incremento en las ventas, lo cual deja la proporción promedio respecto al año anterior. Con esto, se fija un escenario conservador considerando para el período 2006-2010 solo el crecimiento promedio estimado cercano al 3,5% de viviendas con consumo de leña." Si el número de viviendas en la R.M. al año 2010 es de 1.517.000, el número de viviendas que consumen leña es de 53.127.

Con estas suposiciones, se obtuvieron los siguientes resultados para las emisiones de leña en la R.M.

Total emisiones de material particulado para leña, año 2010 (t/año)

Zona	PTS	MP ₁₀	MP _{2,5}
Total urbana	933,01	893,83	868,62
Total rural	118,58	113,59	110,39
TOTAL EMISIONES	1.051,59	1.007,42	979,01

12.12.6 INFORME AP-42 DE LA AGENCIA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL DE EEUU (EPA)

La Agencia de Protección Ambiental de EEUU (EPA) realizó el año 1996 una revisión de los factores de emisión de material particulado por estufas de combustión de leña y pellets. Los resultados de la revisión, indicados en el documento AP-42, sección 1.1 fueron:

Factores de emisión utilizados en el informe AP-42 de la EPA.

Tipo de Estufa	Emisiones (g/kg)
Convencional	15,3
No catalítica	9,8
Catalítica	10,2
Chimenea abierta	17,3
Pellet	2,1

Convencional se refiere a todos los tipos de estufas sin convertidores catalíticos y sin tecnología de reducción de emisiones. Esta categoría incluye muchos tipos de diseños, en general anteriores al 1 de Julio de 1986. Esta clasificación corresponde a las estufas tipo Salamandra y estufa simple existentes en la Región Metropolitana.

No catalítica se refiere a estufas que tienen tecnología de reducción de emisiones pero sin elementos catalíticos. Estas estufas pueden incluir cámaras de combustión secundarias, tabiques, etc. Esta clasificación corresponde a las estufas de doble cámara existentes en la Región Metropolitana.

Catalítica se refiere estufas con catalizadores de tipo panal de abeja con metales nobles como platino o paladio para reducir la cantidad de COV y CO que salen a la atmósfera. Este tipo de estufa no existe en la Región Metropolitana.

Pellet se refiere a estufas que usan como combustible trozos de biomasa prensada de pequeño tamaño. Estas estufas solo pueden usar este tipo de combustible y tienen condiciones de operación controlada.

Los factores de emisión utilizados por la Agencia de Protección Ambiental de EEUU son obtenidos de la revisión de múltiples estudios de emisión hechos bajo distintas condiciones de operación, tipos de leña, humedad, altura, antigüedad, tasa de quemado, etc. Además, los estudios empleados como referencia deben utilizar el método EPA-5H o el método EPA-5G para evaluar las emisiones.

12.12.7 ESTUDIO CENTRO MARIO MOLINA

El año 2007 - 2009, el Centro Mario Molina realizó un proyecto para la Conama R.M., con el objetivo de determinar el impacto en las concentraciones totales de MP_{10} y $MP_{2,5}$ asociadas a la quema de leña residencial provocada por las estufas a leña y biomasa en la R.M. Para esto se propusieron los siguientes objetivos específicos:

- Desarrollar un catastro del mercado de equipos de calefacción residencial, actualizado al 2007, que permita precisar la cantidad, marca, modelos, niveles de consumo de leña y niveles de emisión de los equipos que operan actualmente en la Región Metropolitana, tanto en zonas urbanas como rurales.
- Realizar un análisis comparativo de la normativa internacional existente para los equipos de calefacción residencial que utilicen leña o biomasa.
- Realizar una campaña de monitoreo de calidad del aire en la Región Metropolitana para determinar el real impacto de las emisiones producidas por la combustión de leña y biomasa.
- Realizar mediciones en filtros orientadas a determinar los componentes del material particulado fino y grueso que representen las emisiones para diferentes tipos de combustión, emplazados en comunas de la R.M., donde se tiene información de alto impacto en emisiones de combustión por leña y biomasa, para:

El catastro del mercado de equipos de calefacción tuvo por resultado:

“Los resultados de la encuesta encargada por el Centro Mario Molina (encuesta 2009) establecen un número aproximado de 56.064 hogares que utilizan leña como medio de calefacción en el Gran Santiago. Se contabilizaron 591 hogares que señalaron poseer calefacción a leña de un total de 11.584 hogares totales encuestados, lo que refleja un 5.1% de uso de leña para calefacción.”

- El estudio del Centro Mario Molina incluye comunas como El Monte, Malloco, etc. por lo tanto los resultados corresponden a la Región Metropolitana, y no solo al Gran Santiago.
- La encuesta 2009 estima que el número de calefactores para la R.M. es de 61.667 artefactos.
- 28 % de los artefactos no tienen marca, es decir 17.266 corresponden a estufas tipo Salamandra, estufas simples, braseros u otros.
- 59 % de los artefactos corresponden a estufas de doble cámara (Bosca, Amesty, Com Jiménez, Trotter, Garrity), es decir 36.383.

12.12.8 ESTUDIO GAMMA INGENIEROS

La empresa Gamma Ingenieros S.A. realizó un análisis del mercado de equipos de calefacción residencial a biomasa actualizado al año 2006.

Se realizó un análisis de la demanda basada en dos encuestas efectuadas a casas urbanas de la Región Metropolitana. La primera que consideró 6.215 viviendas de 201 manzanas elegidas al azar permitió determinar la proporción de viviendas con calefactores a leña, y la segunda efectuada a 380 viviendas que poseen estufas, sirvió para conocer los hábitos de uso de éstas. Los resultados son:

- El número de estufas en la R.M. se estimó en 50.000 ± 10.000 unidades para el año 2006.
- Un 90,5% de los calefactores a leña son de combustión lenta, es decir 45.000. Pero aún unas 2.400 viviendas utilizan chimeneas y unas 1.700 utilizan salamandras. Sólo un 2% de las viviendas con calefactores a leña tiene 2 artefactos a leña.
- La mayoría (57%) de los calefactores a leña fueron instalados durante los últimos 4 años, debido a la masificación de la venta al crédito y al menor costo de la leña. Un 95,5% de las estufas fueron usadas durante los últimos 12 meses.
- Las estufas mayoritariamente se usan durante 3 a 4 meses comenzando en Mayo o Junio hasta Agosto o Septiembre. El promedio de uso es de 5,3 horas los días de semana y 6,1 horas los fines de semana, encendiéndose principalmente en las tardes.

Los resultados del cálculo de emisiones se pueden ver en la tabla siguiente:

Cuadro N° 6.2: Rango Emisiones MP en Región Metropolitana año 2006
Ton/año

	Factor EPA (a) MP 10	Operación Típica (b)	Mala Operación (c)
Estimación basada en Encuesta a Usuarios	440	256 – 615	3.388
Estimación basada en Entrevista a Proveedores	600	349-- 838	4.617

(a) Se supuso 10,3 g/kg.

(b) Informe Ambiental de Cooperación Suiza (6-14,4 g/kg).

(c) Informe Ambiental de Cooperación Suiza (79,3 g/kg).

Fuente: Elaboración propia a partir de antecedentes anteriores.

12.12.9 ESTUDIO CENMA PARA TEMUCO Y PADRE LAS CASAS

El año 2006 – 2007, el CENMA realizó el estudio “ANÁLISIS GENERAL DEL IMPACTO ECONÓMICO Y SOCIAL DEL PLAN DE DESCONTAMINACION ATMOSFERICA DE TEMUCO Y PADRE LAS CASAS” para la Conama IX Región.

En el estudio se utilizaron los siguientes factores de emisión para los cálculos:

Factores de emisión utilizados en el estudio Cenma, 2007.

Artefacto	Estrato	Consumo Leña (m3/año)	Factor de Emisión Leña Seca (g/kg. leña)	Factor de Emisión Leña Húmeda (g/kg. leña)
Cocina	Alto	7,7	15,3	17,3
	Medio	5,0	15,3	17,3
	Bajo	5,2	15,3	17,3
Salamandra	Alto	12,8	8,5	15,9
	Medio	4,3	8,5	15,9
	Bajo	3,6	8,5	15,9
Estufa Simple	Alto	6,0	8,1	15,3
	Medio	6,5	8,1	15,3
	Bajo	5,1	8,1	15,3
Estufa Doble Cámara	Alto	5,0	8,1	10,2
	Medio	6,2	8,1	10,2
	Bajo	4,6	8,1	10,2
Chimenea	Alto	6,0	16,6	17,3
	Medio*	6,0	16,6	17,3
	Bajo	0,0	16,6	17,3

Fuente: Elaboración propia en base a Sanhueza et al. (2004).

* valor modificado

12.13 ANÁLISIS DETALLADO DE LOS FACTORES DE EMISIÓN UTILIZADOS

Una comparación de los factores de emisión utilizados en estudios anteriores y en el estudio actual se muestra en la siguiente tabla:

Comparación de factores de emisión utilizados en estudios anteriores.

Tipo de Artefacto	Factor de emisión (g/kg)						
	CDT	Amb. Consult (e)	Invent. Emis. (b)	Gamma (a) Ingenieros	EPA AP-42	Cenma Temuco	Prien-CNE
Brasero	10						
Salamandra	15,3	80	17,3	15,3	15,3	8,5	8,0 ^(c)
Estufa simple	15,3	50		15,3	15,3	15,3	5,7
Calefactor Doble Cámara	9,8	30	8,7	9,8	9,8	8,1	7,0
Chimenea Abierta	20,0		17,3		17,3	16,6	16,6
Chimenea cerrada	9,8		17,3				20,1 ^(d)
Caldera a leña	9,8						
Estufa a Pellet	2,1	2,5			2,1		
Cocina a leña	15,3					15,3	
Otros (Horno de barro, Horno de lata, etc.)	20,0						

- a) El estudio de Gamma Ingenieros consideró además otros factores de emisión que no se muestran en la tabla.
- b) Actualización del Inventario de emisiones para la R.M. Escenario 2010.
- c) Salamandra de carga frontal.
- d) El valor mínimo fue de 3,1 (g/kg)
- e) Ambiente Consultores. Corresponde a la emisión másica "real" usada para los cálculos.

Se puede observar en la que hay una gran variabilidad en los factores de emisión utilizados por distintas instituciones, por lo tanto no es posible utilizar valores de estudios anteriores sin una justificación exhaustiva. A continuación se hará un análisis para justificar los valores utilizados por la CDT.

Brasero

El brasero es un artefacto que se diseña para ser usado sin conexión a un conducto de evacuación de los gases de la combustión, dejando que éstos se mezclen con el aire del local, recinto o espacio en que está ubicado el artefacto. Además el aire para la combustión se obtiene del recinto en que está instalado el artefacto. Por ser un artefacto que no descarga sus emisiones al exterior no puede tener altas emisiones, por ello, este artefacto utiliza carbón o leña que tenga bajas emisiones como combustible. Durante el curso de este trabajo, no ha sido posible encontrar referencias que tengan factores de emisión para el brasero. Por esto, se hace la suposición que el brasero tiene bajas emisiones, similares a las de una estufa a doble cámara. Aun cuando es posible que las emisiones sean aún más bajas, se va a usar un valor conservativo de 10 g/kg de leña (o carbón) de emisiones.

Salamandra

La Salamandra es un artefacto que no tiene tecnología de reducción de emisiones por lo tanto se puede asimilar a tecnologías de estufas convencionales del estudio AP-42 de la EPA. El documento AP-42⁽¹⁾ ha sido elaborado utilizando una recopilación de muchos estudios realizados en Estados Unidos con metodologías aprobadas por la EPA. Por ello, representa una de las fuentes más confiables de información para las tasas de emisión. El valor de emisiones sugerido por la EPA para las estufas convencionales es de 15,3 g/kg de leña.

Estufa simple

La estufa simple es similar a la Salamandra, en el sentido que no cuenta con tecnología de reducción de emisiones. Por esto, se utilizará la sugerencia de la EPA⁽¹⁾ para la estufa convencional de 15,3 g/kg de leña.

Calefactor doble cámara

El calefactor de doble cámara tiene tecnología de reducción de emisiones por cámaras secundarias, tabiques, etc. Esta tecnología es similar a la descrita en el documento AP-42 de la EPA para estufas no catalíticas. Por esto, se utilizará la sugerencia de la EPA⁽¹⁾ de 9,8 g/kg de leña.

Chimenea abierta

Las chimeneas abiertas corresponden a estructuras generalmente construidas junto con la casa con un ducto de descarga de emisiones al exterior. La toma de aire está abierta hacia interior de la casa de tamaños que varían entre $0,5 \times 0,5 \text{ m}^2$ y $1,5 \times 1 \text{ m}^2$ y no tiene sistema de control de flujo. Estas chimeneas han sido descritas en el documento AP-42 de la EPA, que ha sido elaborado utilizando una recopilación de muchos estudios realizados en Estados Unidos y el valor utilizado es de 17,3 g/kg de leña. Por otro lado, el factor de emisión obtenido en el estudio PRIEN-CNE (hecho bajo condiciones existentes en Chile) es de 20 g/kg. Este estudio puede representar mejor las condiciones de uso en Chile por lo que se utilizará este valor para nuestro cálculo.

Chimenea hogar (cerrado)

Este tipo de estufas corresponden en general a modificaciones que han sido hechas a las chimeneas de hogar abierto. La modificación consiste en insertar en el espacio de la chimenea una estufa de doble cámara o una modificación de estas estufas que quepa adecuadamente en el espacio original. También pueden ser construidas directamente en casas nuevas con tecnología de doble cámara. Por lo tanto las emisiones de estas estufas son similares a las estufas de doble cámara y se utilizará el mismo valor de 9,8 g/kg de leña.

Caldera a leña

Las calderas a leña que son actualmente utilizadas en la Región Metropolitana (y que corresponden al resultado de la encuesta) son artefactos relativamente nuevos que cuentan con tecnología de reducción de emisiones similar a las estufas de doble cámara, por lo tanto se puede utilizar el mismo factor de emisiones que las estufas de doble cámara de 9,8 g/kg de leña.

Estufa a base de pellet

Estas estufas utilizan combustible en base a biomasa, de tamaño e ingredientes controlados. El encendido, la carga de combustible y la operación están controlados, de tal manera que el operador no pueda cambiarlos. De este modo, es posible limitar las emisiones. Estas estufas han sido descritas en el documento AP-42⁽¹⁾, por tanto se ha usado el valor sugerido por la EPA de 2,1 g/kg de combustible.

Cocina a leña

Las cocinas a leña utilizadas en la Región Metropolitana corresponden a artefactos antiguos que aún siguen siendo utilizados para calefacción y cocina. De acuerdo a los resultados de la encuesta, la venta de cocinas a leña nuevas con tecnología de reducción de emisiones no ocurre en la Región Metropolitana. Al ser un artefacto sin tecnología de reducción de emisiones, pero no empotrado en la pared, es similar a una Salamandra. Por ello, se utilizará el mismo valor de emisiones que las Salamandras, de 15,3 g/kg de leña.

Otros (Horno de barro, horno de lata, etc.)

Los equipos clasificados como otros corresponden a estufas "hechizas" fabricadas modificando recipientes metálicos, estructuras de lavadoras o secadoras viejas, etc. A estas estructuras se les agrega un ducto para evacuar las emisiones. Las emisiones de este tipo de equipos probablemente se asemejen a las chimeneas de hogar abierto, ya que no existe ningún diseño estándar ni tienen ningún tipo de control de flujo o reducción de emisiones. Por ello, se utilizará el mismo valor de emisiones que las estufas de hogar abierto de 20,0 g/kg.

12.14 CÁLCULO LÍNEA BASE Y MEDIDAS

Supuestos utilizados para determinar la evolución de las emisiones de Artefactos de Calefacción a Leña en la Región Metropolitana

Equipo	Zona	Ingreso Lbase	Salida Lbase	Variación Lbase	Supuestos Línea Base
Brasero	Gstgo Urb	NA	NA	1,54%	1,54% Crecimiento vegetativo casas gran Santiago. (1): 4,79% Crecimiento vegetativo casas periferia (1)
	Perif Urb	NA	NA	4,79%	
	Rural	NA	NA	4,79%	
Salamandra	Gstgo Urb	7,00%	6,70%	0,30%	6,7% de salida se determina suponiendo vida útil de 15 años y linealidad. 7% de ingreso se asume considerando que a nivel urbano el número de artefactos crece un 2% neto en el tiempo, todos los cuales no cumplen norma.
	Perif Urb	9,00%	6,70%	2,30%	
	Rural	9,00%	6,70%	2,30%	
Estufa a leña simple	Gstgo Urb	7,00%	6,70%	0,30%	9% de ingreso en periferia y rural se debe a que el crecimiento es mayor en esta zona respecto de la zona urbana.
	Perif Urb	9,00%	6,70%	2,30%	
	Rural	9,00%	6,70%	2,30%	
Estufa a leña doble cámara menor tamaño que no cumplen norma	Gstgo Urb	5,00%	6,70%	-1,70%	6,7% de salida se determina suponiendo vida útil de 15 años y linealidad. 5% de ingreso en Gstgo Urbano, se asume considerando que a nivel urbano el número de artefactos crece un 10% de los cuales el 50% no cumpliría norma. 10% de ingreso en periferia urbano y rural se asume considerando que en estos sectores el número de artefactos crece un 20% de los cuales el 50% no cumpliría norma.
	Perif Urb	10,00%	6,70%	3,30%	
	Rural	10,00%	6,70%	3,30%	
Estufa a leña doble cámara menor tamaño que cumplen norma	Gstgo Urb	5,00%	0,00%	5,00%	0% de salida dado que equipos que cumplen norma se asume no tienen más de un año de vida y por lo tanto la salida ocurre después del horizonte de evaluación (15 años), manteniendo la vida útil en 10 años. 5% de ingreso en Gstgo Urbano, se asume considerando que a nivel urbano el número de artefactos crece un 10% de los cuales el 50% cumpliría norma. 10% de ingreso en periferia urbano y rural se asume considerando que en estos sectores el número de artefactos crece un 20% de los cuales el 50% cumpliría norma.
	Perif Urb	10,00%	0,00%	10,00%	
	Rural	10,00%	0,00%	10,00%	
Estufa a leña doble cámara mayor tamaño que no cumplen norma	Gstgo Urb	5,00%	6,70%	-1,70%	Ídem caso, Estufa a leña doble cámara menor tamaño que no cumplen norma
	Perif Urb	10,00%	6,70%	3,30%	
	Rural	10,00%	6,70%	3,30%	

Equipo	Zona	Ingres Lbase	Sal Lbase	Variación Lbase	Supuestos Línea Base
Estufa a leña doble cámara mayor tamaño cumple norma	Gstgo Urb	5,00%	0,00%	5,00%	Ídem caso, Estufa a leña doble cámara menor tamaño que cumplen norma
	Perif Urb	10,00%	0,00%	10,00%	
	Rural	10,00%	0,00%	10,00%	
Chimenea de hogar abierta	Gstgo Urb	0	3,30%	-3,30%	3,3% de salida considera vida útil de 30 años en casas y linealidad. 0% ingreso considera que casas nuevas no contemplan chimenea hogar abierto
	Perif Urb	0	3,30%	-3,30%	
	Rural	0	3,30%	-3,30%	
Chimenea de hogar cerrada	Gstgo Urb	5,00%	6,70%	-1,70%	Ídem caso, Estufa a leña doble cámara menor tamaño y doble cámara mayor tamaño
	Perif Urb	10,00%	6,70%	3,30%	
	Rural	10,00%	6,70%	3,30%	
Caldera a leña	Gstgo Urb	10,00%	5,00%	5,00%	5% de salida por vida útil de 20 años 10% de entrada por unidades disponibles
	Perif Urb	10,00%	5,00%	5,00%	
	Rural	10,00%	5,00%	5,00%	
Estufa a pellets	Gstgo Urb	20,00%	0,00%	20,00%	Salida: Tecnología nueva, no hay término de vida útil en horizonte de evaluación Entrada Según unidades detectadas encuesta
	Perif Urb	20,00%	0,00%	20,00%	Salida: Tecnología nueva, no hay término de vida útil en horizonte de evaluación Entrada Según unidades detectadas encuesta
	Rural	20,00%	0,00%	20,00%	Salida: Tecnología nueva, no hay término de vida útil en horizonte de evaluación Entrada Según unidades detectadas encuesta
Cocina a Leña	Gstgo Urb	NA	NA	1,54%	1,54% Crecimiento vegetativo casas gran Santiago. (1): 4,79% Crecimiento vegetativo casas periferia (1)
	Perif Urb	NA	NA	4,79%	
	Rural	NA	NA	4,79%	
Otros tipo de calefacción a leña	Gstgo Urb	NA	NA	1,54%	1,54% Crecimiento vegetativo casas gran Santiago. (1): 4,79% Crecimiento vegetativo casas periferia (1)
	Perif Urb	NA	NA	4,79%	
	Rural	NA	NA	4,79%	

Con estos supuestos, a continuación se puede proyectar las emisiones y el consumo de energía en el período 2012 a 2022.

Proyección Emisiones MP según Medidas Evaluadas							
Medida	2012	2013	2014	2016	2018	2020	2022
Línea Base	2.643	2.612	2.657	2.753	2.859	2.975	3.103
Medida 1	2.643	2.520	2.410	2.229	2.103	2.036	2.040
Medida 2	2.643	2.496	2.007	1.923	1.874	1.857	1.899
Medida 4	2.643	2.477	2.387	2.349	2.455	2.571	2.699
Medida 5	2.643	2.571	2.575	2.589	2.654	2.770	2.898
Medida 8	2.643	2.601	2.635	2.710	2.795	2.890	2.996
Medida 9	2.643	2.465	2.510	2.606	2.712	2.828	2.956

Estimación de Indicadores Económicos de las Medidas Propuestas

A continuación se procede a estimar los indicadores económicos para cada una de las medidas propuestas que fueron evaluadas cuantitativamente, estas son:

- 1.- Norma de emisión a artefactos nuevos según PPDA.
- 2.- Aplicación de norma de emisión a artefactos nuevos de la RM y a existentes en áreas urbanas.
- 3.- Programa de recambio de equipos existentes por equipos que cumplen norma en sectores de menores ingresos
- 4.- Desarrollo de un Programa de filtros catalíticos en artefactos a leña para reducir emisiones.
- 5.- Capacitación y difusión en el uso de equipos, su mantención y compra de la leña
- 6.- Programa de incentivo al reacondicionamiento térmico de viviendas:

Para esto se procederán a evaluar económicamente tanto los beneficios generados por la disminución de emisiones, como el menor consumo de leña producto del incremento del ahorro energético.

1.- Estimación del ahorro actualizado de las medidas

Para efectos de estimar el ahorro económico de las medidas propuestas, se procederán a evaluar los ahorros anuales, tanto de material particulado como de menor quema de leña para cada medida.

1.1 Estimación del ahorro por la menor cantidad de emisiones de material particulado

A continuación se estiman los ahorros de material particulado, para cada una de las medidas propuestas:

Ahorro emisiones respecto a caso base (t/año)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Norma de emisión a artefactos nuevos según PPDA.	92	247	391	524	646	756	854	939	1.009	1.063
Aplicación de norma de emisión a artefactos nuevos y existente:	116	650	745	830	903	984	1.056	1.118	1.168	1.204
Programa de recambio de equipos existentes	135	269	404	404	404	404	404	404	404	404
Desarrollo de un Programa de filtros catalíticos	41	82	123	164	205	205	205	205	205	205
Capacitación y difusión en el uso de equipos	11	21	32	43	53	64	75	85	96	107
Programa de incentivo al reacondicionamiento térmico	147	147	147	147	147	147	147	147	147	147

El ahorro en términos económicos se estima en aprox. 100.000 US\$/t de emisiones ahorradas de acuerdo al enfoque AGIES - PPDA. Este se obtiene de considerar un beneficio unitario bajo para la RM, de acuerdo a la metodología AGIES

Parametro	Valor	Unidad	Comentario / Fuente
Beneficio Social Bajo	7	US\$/ug/persona	AGIES PPDA
Beneficio Social Alto	33	US\$/ug/persona	AGIES PPDA
Reducción Unitaria calidad del aire	0,00293	ug/ton reducida	AGIES MP 2,5
Personas RM	5.408.150	personas	
Beneficio Unitario RM Bajo	37.857.050	US\$/ug	
Beneficio Unitario RM Alto	178.468.950	US\$/ug	
Beneficio Unitario RM Bajo	110.921	US\$/t	Enfoque AGIES PPDA
Beneficio Unitario RM Alto	522.914	US\$/t	

Ahorro emisiones respecto a caso base (MUS\$/año)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Norma de emisión a artefactos nuevos según PPDA.	9.185	24.682	39.085	52.392	64.581	75.609	85.409	93.885	100.905	106.297
Aplicación de norma de emisión a artefactos nuevos y existente:	11.557	64.986	74.504	82.973	90.320	98.425	105.613	111.779	116.773	120.379
Programa de recambio de equipos existentes	13.466	26.931	40.397	40.397	40.397	40.397	40.397	40.397	40.397	40.397
Desarrollo de un Programa de filtros catalíticos	4.094	8.188	12.282	16.376	20.470	20.470	20.470	20.470	20.470	20.470
Capacitación y difusión en el uso de equipos	1.066	2.131	3.197	4.263	5.328	6.394	7.460	8.525	9.591	10.657
Programa de incentivo al reacondicionamiento térmico	14.690	14.690	14.690	14.690	14.690	14.690	14.690	14.690	14.690	14.690

1.2 Estimación del ahorro por la menor cantidad de consumo de leña

A continuación se estiman los ahorros en el menor consumo de leña , para cada una de las medidas propuestas:

Ahorro consumo leña respecto a caso base (t/año)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Norma de emisión a artefactos nuevos según PPDA.	1.705	3.329	4.880	6.364	7.785	9.150	10.462	11.728	12.950	14.134
Aplicación de norma de emisión a artefactos nuevos y existente:	1.705	7.925	9.168	10.364	11.517	12.632	13.711	14.759	15.779	16.773
Programa de recambio de equipos existentes	2.690	5.379	8.069	8.069	8.069	8.069	8.069	8.069	8.069	8.069
Desarrollo de un Programa de filtros catalíticos	1.843	3.686	5.530	7.373	9.216	9.216	9.216	9.216	9.216	9.216
Capacitación y difusión en el uso de equipos	158	315	473	631	789	946	1.104	1.262	1.420	1.577
Programa de incentivo al reacondicionamiento térmico	9.495	9.495	9.495	9.495	9.495	9.495	9.495	9.495	9.495	9.495

El costo de la leña ahorrada se estima en 0,21 US\$/kg .

Ahorro consumo leña respecto a caso base (MUS\$/año)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Norma de emisión a artefactos nuevos según PPDA.	355	693	1.016	1.325	1.621	1.905	2.178	2.441	2.696	2.942
Aplicación de norma de emisión a artefactos nuevos y existente:	355	1.650	1.908	2.157	2.397	2.629	2.854	3.072	3.285	3.492
Programa de recambio de equipos existentes	560	1.120	1.680	1.680	1.680	1.680	1.680	1.680	1.680	1.680
Desarrollo de un Programa de filtros catalíticos	384	767	1.151	1.535	1.918	1.918	1.918	1.918	1.918	1.918
Capacitación y difusión en el uso de equipos	33	66	99	131	164	197	230	263	296	328
Programa de incentivo al reacondicionamiento térmico	1.977	1.977	1.977	1.977	1.977	1.977	1.977	1.977	1.977	1.977

2.- Estimación de los costos de las medidas propuestas

2.1 Norma de emisión a artefactos nuevos según PPDA

El costo de inversión inicial público de la medida se estima en:

	Inv.(US\$)
Desarrollo sistema de certificación de equipos	200.000
Desarrollo sistema de fiscalización a proveedores de equipos	150.000
Desarrollo sistema de registro de usuarios que utilizan artefactos a leña	200.000
Desarrollo sistema de fiscalización a usuarios	150.000
Desarrollo de procedimientos de fiscalización según institución,incluyendo municipios y entidad superior	150.000
Definición de diseño institucional, considerando requerimientos humanos y materiales	150.000
Total	1.000.000

El costo anual de fiscalización se estima en:

Costo Anual (US\$)	
Costo Operacional Total	288.000
Costos Administración	144.000
Costo Total	432.000

Por último, se estima que el costo adicional de la personas deberán pagar por acceder a tecnologías de menores emisiones y mayor eficiencia respecto al caso base, que implica seguir con las tecnologías existentes, se estima en un 10% ya que la mayor demanda provocará baja en los precios, y por otro lado, actualmente ya se adquieren equipos de bajas emisiones que no tienen costos sustancialmente mayores a calefactores más antiguos. De esta forma, el costo privado anual se estima en:

Mayor Ingreso de equipos nuevos respecto a CB	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Calefactor que cumple norma	7.347	1.701	2.053	2.477	2.985	3.596	4.329	5.210	6.268	7.539
Costo calefactor 450 US\$/equipo										
Mayor costo equipos que cumplen norma (MUS\$/año)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Calefactor que cumple norma	331	77	92	111	134	162	195	234	282	339
Total	331	77	92	111	134	162	195	234	282	339

2.2 Aplicación de norma de emisión a artefactos nuevos de la RM y a existentes en áreas urbanas.

El costo de inversión inicial público de la medida se estima en:

	Inv.(US\$)
Desarrollo sistema de certificación de equipos	200.000
Desarrollo sistema de fiscalización a proveedores de equipos	150.000
Desarrollo sistema de registro de usuarios que utilizan artefactos a leña	200.000
Desarrollo sistema de fiscalización a usuarios	150.000
Desarrollo de procedimientos de fiscalización según institución, incluyendo municipios y entidad superior	150.000
Definición de diseño institucional, considerando requerimientos humanos y materiales	150.000
Total	1.000.000

El costo anual de fiscalización se estima en:

Variable	Costo Anual US\$
Costo Operacional Total	576.000
Costos Administración	172.800
Costo total	748.800

En relación a los mayores costos anuales, por la incorporación de tecnologías de menores emisiones, se pueden separar dos casos:

a) Ingreso de equipos nuevos, que ingresan debido al término de vida útil o de hogares que adquieren tecnologías por primera vez: en este caso se estima que el costo adicional de la personas deberán pagar por acceder a tecnologías de menores emisiones y mayor eficiencia respecto al caso base, que implica seguir con las tecnologías existentes, se estima en un 10% ya que la mayor demanda provocará baja en los precios, y por otro lado, actualmente ya se adquieren equipos de bajas emisiones que no tienen costos sustancialmente mayores a calefactores más antiguos.

b) Ingreso de equipos nuevos que cumplen emisiones como reemplazo a equipos existentes: en este caso, debido a que se establece el reemplazo de equipos que no cumplen norma, el costo al que debe incurrir la persona corresponde al costo total más la instalación de un equipo calefactor de doble combustión, que se estima en 450 US\$ (incluida instalación).

Ingreso de equipos nuevos respecto a CB por término V. útil o adquieren por primera vez	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Calefactor que cumple norma	7.347	1.701	2.053	2.477	2.985	3.596	4.329	5.210	6.268	7.539
Ingreso de equipos nuevos por reemplazo existentes	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Calefactor que cumple norma	0	29.511	3.093	3.431	3.808	0	0	0	0	0
Mayor costo equipos que cumplen norma (MUS\$/año)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Calefactor que ingresa x término vida útil + adquiere 1era vez	331	77	92	111	134	162	195	234	282	339
Calefactor que ingresa x reemplazo existente	0	13.280	1.392	1.544	1.713	0	0	0	0	0
Total	331	13.356	1.484	1.655	1.848	162	195	234	282	339

2.3 Programa de recambio de equipos existentes por equipos que cumplen norma en sectores de menores ingresos

El costo de inversión para el recambio de equipos se toma considerando el costo total del equipo, el que se estima en 450 US\$ (incluida instalación), para todos los equipos al que se les efectuaría el reemplazo. Este costo puede ser asumido con fondos públicos, con fondos del propietario o una mezcla de ambos, lo que dependerá de la política pública, sin embargo aquí se busca estimar los costos totales de la medida.

Nro Equipos a reemplazar	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Salamandras 17.198	5.733	5.733	5.733							
Estufa leña simple 2.791	930	930	930							
Calefactor doble comb 5.791	1.930	1.930	1.930							
Total 25.780	8.593	8.593	8.593							
Costo de Inversión Reemplazo de equipos (MUS\$)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Reemplazo salamandra 2.580	2.580	2.580								
Reemplazo estufa simple 419	419	419								
Reemplazo Calefactor doble comb. Antiguo 869	869	869								
Total 3.867	3.867	3.867								

2.4 Desarrollo de un Programa de filtros catalíticos en artefactos a leña para reducir emisiones.

El costo de inversión para el programa de filtros se toma considerando el costo total de la adición del equipo el que se estima en 254 US\$ (incluida instalación), para todos los equipos al que se les efectuaría la adición. Este costo puede ser asumido con fondos públicos, con fondos del propietario o una mezcla de ambos, lo que dependerá de la política pública, sin embargo aquí se busca estimar los costos totales de la medida.

Nro Equipos a incluir filtro		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Equipos doble comb.	56.756	11.351	11.351	11.351	11.351	11.351					
Total	56.756	11.351	11.351	11.351	11.351	11.351					

Costo de Inversión adición filtro (MUS\$)		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Adición filtro		2.884	2.884	2.884	2.884	2.884					
Total		2.884	2.884	2.884	2.884	2.884					

2.5 Capacitación y difusión en el uso de equipos, su mantención y compra de la leña

Esta medida busca crear correctos hábitos de quemado, almacenamiento y compra de leña y derivados de forma de mejorar la combustión de los equipos a leña. Para efectos de evaluar esta medida, se consideraron los siguientes elementos que influyen en el aumento de eficiencia y disminución de material particulado:

1.- Educación en el uso de leña seca y combustible de mayor P.C.I.: de acuerdo a los resultados de la encuesta, aunque no existe un porcentaje elevado de usuarios que declaren usar leña secasi hay un numero importante de viviendas que declaran usar combustibles de menor pder calorífico, como podas y ramas, que normalmente presentan mayores niveles de humedad y corteza generando también menores eficiencias en los equipos, y mayores emisiones de material particulado, al no estar estos equipos diseñados para el quemado de este tipo de combustible

2.- Correcto almacenaje: este es otro factor que influye en el nivel de humedad de la leña, ya que almacenaje a la intemperie puede aumentar la humedad de esta en períodos lluviosos. Sin embargo no se detectaron muchos casos que declararán tener un ioncorrecto almacenaje.

3.- Mantención del Equipo: si bien no se pudo obtener de los proveedores de equipos datos duros del aumento de eficiencia o de disminución de emisiones al realizar mantención a los equipos, si hay un incremento en la vida útil de estos, lo que involucra ahorros en los usuarios

Para efectos de evaluar esta medida, se procedió a determinar a los usuarios potenciales, se procedió a separar en dos grupos:

- 1.- Aquellas viviendas con contenido de humedad sobre el 30% en base húmeda:
- 2.- Aquellas viviendas que declaran que más del 50% de la leña que usan, corresponde a podas y ramas:

Nro Viviendas a Capacitar		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Viviendas	17.061	1.551	1.551	1.551	1.551	1.551	1.551	1.551	1.551	1.551	1.551
Total	17.061	1.551	1.551	1.551	1.551	1.551	1.551	1.551	1.551	1.551	1.551

Gasto en Capacitación (MUS\$)		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Capacitación		78	78	78	78	78	78	78	78	78	78
Total		78	78	78	78	78	78	78	78	78	78

2.6 Programa de incentivo al reacondicionamiento térmico de viviendas:

Se propone establecer un mecanismo de incentivo (subsidio) de reacondicionamiento térmico de viviendas similar al que el MINVU ha aplidado desde el año 2009 a la fecha desde la VI a la XII Región. El subsidio considera un presupuesto de UF 100 para mejorar la vivienda hasta el estandar de la Reglamentación Térmica vigente para viviendas nuevas

Nro viv. subsidio		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Viviendas		24.917									
Total		24.917									

Costo de Inversión en reacondicionamiento (MUS\$)		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Reacondicionamiento	104.651										
Total	104.651										

3.- Evaluación de las Medidas

A continuación se evalúan las medidas asumiendo una tasa de descuento de un 10% real anual, y por un período de 10 años, sin considerar valor residual

3.1 Norma de emisión a artefactos nuevos según PPDA.

Evaluación (MUS\$)		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Ahorro emisiones		9.185	24.682	39.085	52.392	64.581	75.609	85.409	93.885	100.905	106.297
Ahorro energía (menor consumo leña)		355	693	1.016	1.325	1.621	1.905	2.178	2.441	2.696	2.942
Total Ahorro		9.540	25.375	40.101	53.717	66.201	77.514	87.587	96.326	103.601	109.239
Costo Fiscalización anual		-432	-432	-432	-432	-432	-432	-432	-432	-432	-432
Mayor inversión usuarios		-331	-77	-92	-111	-134	-162	-195	-234	-282	-339
Inversión fiscalización	-1000										
Flujo de caja	-1.000	8.778	24.867	39.577	53.173	65.635	76.920	86.960	95.660	102.887	108.468

VANS \$ 320,42 MMUS\$

Item	
Ahorro por menores emisiones	65.203 MUS\$/año
Ahorro por menor consumo energía	1.717 MUS\$/año
Total ahorros	66.920 MUS\$/año
Mayores costos fiscalización	595 MUS\$/año
Mayores costos usuarios	196 MUS\$/año
Total costos	791 MUS\$/año
VANS (10%)	320 MMUS\$

3.2 Aplicación de norma de emisión a artefactos nuevos de la RM y a existentes en áreas urbanas.

Evaluación (MU\$S)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
Ahorro emisiones	11.557	64.986	74.504	82.973	90.320	98.425	105.613	111.779	116.773	120.379	
Ahorro energía (menor consumo leña)	355	1.650	1.908	2.157	2.397	2.629	2.854	3.072	3.285	3.492	
Total Ahorro	11.912	66.635	76.412	85.130	92.717	101.055	108.467	114.852	120.057	123.870	
Costo Fiscalización anual	-748,8	-748,8	-748,8	-748,8	-748,8	-748,8	-748,8	-748,8	-748,8	-748,8	
Mayor inversión usuarios	-331	-13.356	-1.484	-1.655	-1.848	-162	-195	-234	-282	-339	
Inversión fiscalización	-1000										
Flujo de caja	-1.000	10.833	52.530	74.179	82.726	90.121	100.144	107.524	113.868	119.026	122.782
VANS	\$ 439,18 MMU\$S										

Item	
Ahorro por menores emisiones	87.731 MUS\$/año
Ahorro por menor consumo energía	2.380 MUS\$/año
Total ahorros	90.111 MUS\$/año
Mayores costos fiscalización	912 MUS\$/año
Mayores costos usuarios	1.989 MUS\$/año
Total costos	2.900 MUS\$/año
VANS (10%)	439 MMUS\$

3.3 - Programa de recambio de equipos existentes por equipos que cumplen norma en sectores de menores ingresos

Evaluación (MUS\$)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Ahorro emisiones	13.466	26.931	40.397	40.397	40.397	40.397	40.397	40.397	40.397	40.397
Ahorro energía (menor consumo leña)	560	1.120	1.680	1.680	1.680	1.680	1.680	1.680	1.680	1.680
Total Ahorro	14.026	28.051	42.077	42.077	42.077	42.077	42.077	42.077	42.077	42.077

Costo Fiscalización anual

		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inversión programa	-3.867	-3.867	-3.867	0	0	0	0	0	0	0
Flujo de caja	-3.867	10.159	24.184	42.077	42.077	42.077	42.077	42.077	42.077	42.077

VANS \$ 191,70 MMUS\$

Item	
Ahorro por menores emisiones	36.357 MUS\$/año
Ahorro por menor consumo energía	1.512 MUS\$/año
Total ahorros	37.869 MUS\$/año

Costo programa recambio anualizado	1.565 MUS\$/año
Total costos	1.565 MUS\$/año

VANS (10%) 192 MMUS\$

3.4 Desarrollo de un Programa de filtros catalíticos en artefactos a leña para reducir emisiones.

Evaluación (MUS\$)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Ahorro emisiones	4.094	8.188	12.282	16.376	20.470	20.470	20.470	20.470	20.470	20.470
Ahorro energía (menor consumo leña)	384	767	1.151	1.535	1.918	1.918	1.918	1.918	1.918	1.918
Total Ahorro	4.478	8.955	13.433	17.911	22.389	22.389	22.389	22.389	22.389	22.389

Costo Fiscalización anual

	-2.884	-2.884	-2.884	-2.884	0	0	0	0	0	0
Inversión programa	-2.884	-2.884	-2.884	-2.884	0	0	0	0	0	0
Flujo de caja	-2.884	1.594	6.071	10.549	15.027	22.389	22.389	22.389	22.389	22.389

VANS \$ 80,34 MMUS\$

Item	
Ahorro por menores emisiones	16.376 MUS\$/año
Ahorro por menor consumo energía	1.535 MUS\$/año
Total ahorros	17.911 MUS\$/año

Costo programa anualizado	1.779 MUS\$/año
Total costos	1.779 MUS\$/año

VANS (10%) 80 MMUS\$

3.5 Capacitación y difusión en el uso de equipos, su mantención y compra de la leña

Evaluación (MUS\$)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Ahorro emisiones	1.066	2.131	3.197	4.263	5.328	6.394	7.460	8.525	9.591	10.657
Ahorro energía (menor consumo leña)	33	66	99	131	164	197	230	263	296	328
Total Ahorro	1.099	2.197	3.296	4.394	5.493	6.591	7.690	8.788	9.887	10.985

Costo Fiscalización anual

	-78	-78	-78	-78	-78	-78	-78	-78	-78	0
Inversión programa	-78	-78	-78	-78	-78	-78	-78	-78	-78	0
Flujo de caja	-78	1.021	2.119	3.218	4.316	5.415	6.513	7.612	8.710	9.809

VANS \$ 28,52 MMUS\$

Item	
Ahorro por menores emisiones	5.861 MUS\$/año
Ahorro por menor consumo energía	181 MUS\$/año
Total ahorros	6.042 MUS\$/año

Costo programa anual	78 MUS\$/año
Total costos	78 MUS\$/año

VANS (10%) 29 MMUS\$

3.6.- Programa de incentivo al reacondicionamiento térmico de viviendas:

Evaluación (MUS\$)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Ahorro emisiones	14.690	14.690	14.690	14.690	14.690	14.690	14.690	14.690	14.690	14.690
Ahorro energía (menor consumo leña)	1.977	1.977	1.977	1.977	1.977	1.977	1.977	1.977	1.977	1.977
Total Ahorro	16.667	16.667	16.667	16.667	16.667	16.667	16.667	16.667	16.667	16.667

Costo Fiscalización anual

	-104.651	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inversión programa	-104.651	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flujo de caja	-104.651	16.667	16.667	16.667	16.667	16.667	16.667	16.667	16.667	16.667

VANS -\$ 2,04 MMUS\$

Item	
Ahorro por menores emisiones	14.690 MUS\$/año
Ahorro por menor consumo energía	1.977 MUS\$/año
Total ahorros	16.667 MUS\$/año
Costo programa anual	15.483 MUS\$/año
Total costos	15.483 MUS\$/año
VANS (10%)	-2 MMUS\$

4.- Resumen Evaluación de las Medidas

Nombre medida	VANS MMUS\$	Prioridad Medidas
Norma de emisión a artefactos nuevos según PPDA	320	2
Norma de emisión a artefactos nuevos en la RM y a existentes en áreas urbanas	439	1
Programa de recambio de equipos existentes por equipos que cumplen norma	192	3
Desarrollo de un programa de filtros catalíticos en artefactos a leña	80	4
Capacitación y difusión en el uso de equipos, su mantención y compra de la leña	29	5
Programa de incentivo al reacondicionamiento térmico de viviendas	-2	6

5.- Sensibilidad Medidas

A continuación se procede a sensibilizar las medidas asumiendo que, el ahorro por tonelada de MP ahorrada posee un valor de 4.293 US\$/t de acuerdo al enfoque de los costos de compensación de transacciones reales

	V.A.N MMUS\$	Prioridad Medidas
1.- Norma de emisión a artefactos nuevos según PPDA.	\$ 17,57	1
2.- Aplicación de norma de emisión a artefactos existentes en áreas urbanas.	\$ 12,17	2
3.- Programa de recambio de equipos existentes por equipos que cumplen norma en sectores de menores ingresos	\$ 6,72	3
4.- Desarrollo de un Programa de filtros catalíticos en artefactos a leña para reducir emisiones.	\$ 0,47	5
5.- Capacitación y difusión en el uso de equipos, su mantención y compra de la leña	\$ 1,60	4
6.- Programa de incentivo al reacondicionamiento térmico de viviendas:	-\$ 80,57	6

5.- Supuestos de las medidas evaluadas

Línea Base

		Variación	2012	2013	2014	2015	2020	2022
Brasero	Gstgo Urb	1,54%	6.792	6.897	7.003	7.111	7.675	7.914
	Perif Urb	4,79%	348	365	382	400	506	556
	Rural	4,79%	523	548	574	602	760	835
Salamandra	Gstgo Urb	0,30%	4.654	4.668	4.682	4.696	4.767	4.796
	Perif Urb	2,30%	12.831	13.126	13.428	13.737	15.391	16.107
	Rural	2,30%	15.359	15.712	16.074	16.443	18.423	19.281
Estufa a leña simple	Gstgo Urb	0,30%	3.199	3.209	3.218	3.228	3.277	3.296
	Perif Urb	2,30%	2.301	2.354	2.408	2.463	2.760	2.889
	Rural	2,30%	1.062	1.086	1.111	1.137	1.274	1.333
Estufa a leña tipo bosca menor tamaño	Gstgo Urb	-1,70%	6.430	6.320	6.213	6.107	5.605	5.417
	Perif Urb	3,30%	7.790	8.047	8.313	8.587	10.101	10.779
	Rural	3,30%	6.356	6.566	6.782	7.006	8.241	8.794
Estufa a leña tipo bosca menor tamaño cumple norma	Gstgo Urb	5,00%	338	355	373	392	500	551
	Perif Urb	10,00%	866	952	1.047	1.152	1.855	2.245
	Rural	10,00%	706	777	855	940	1.514	1.832
Estufa a leña tipo bosca mayor tamaño	Gstgo Urb	-1,70%	21.043	20.685	20.333	19.987	18.345	17.727
	Perif Urb	3,30%	13.826	14.282	14.753	15.240	17.926	19.129
	Rural	3,30%	5.333	5.509	5.691	5.879	6.915	7.379
Estufa a leña tipo bosca mayor tamaño cumple norma	Gstgo Urb	5,00%	1.108	1.163	1.221	1.282	1.636	1.804
	Perif Urb	10,00%	1.536	1.690	1.859	2.045	3.293	3.985
	Rural	10,00%	593	652	717	789	1.270	1.537
Chimenea de hogar abierta	Gstgo Urb	-3,30%	1.400	1.354	1.309	1.266	1.070	1.001
	Perif Urb	-3,30%	196	190	183	177	150	140
	Rural	-3,30%	726	702	679	656	555	519
Chimenea de hogar cerrada	Gstgo Urb	-1,70%	707	695	683	672	616	596
	Perif Urb	3,30%	326	337	348	359	423	451
	Rural	3,30%	281	290	300	310	364	389
Caldera a leña	Gstgo Urb	5,00%	123	129	136	142	182	200
	Perif Urb	5,00%	-	-	-	-	-	-
	Rural	5,00%	524	550	578	607	774	854
Estufa a pellets	Gstgo Urb	20,00%	742	890	1.068	1.282	3.190	4.594
	Perif Urb	20,00%	-	-	-	-	-	-
	Rural	20,00%	-	-	-	-	-	-
Cocina a Leña	Gstgo Urb	1,54%	912	926	940	955	1.031	1.063
	Perif Urb	4,79%	1.883	1.973	2.068	2.167	2.738	3.006
	Rural	4,79%	3.008	3.152	3.303	3.461	4.374	4.803
Otros tipo de calefacción a leña	Gstgo Urb	1,54%	1.020	1.036	1.052	1.068	1.153	1.188
	Perif Urb	4,79%	-	-	-	-	-	-
	Rural	4,79%	30	31	33	35	44	48
Totales	Gstgo Urb		48.467	48.327	48.231	48.188	49.048	50.146
	Perif Urb		41.903	43.316	44.790	46.328	55.143	59.286
	Rural		34.501	35.576	36.697	37.864	44.509	47.602
	Total		124.871	127.219	129.718	132.381	148.700	157.034

Ingreso Nuevos Equipos que Cumplen Norma Caso Base

		Variación	2012	2013	2014	2015	2020	2022
Estufa a leña tipo bosca menor tamaño cumple norma	Gstgo Urb			17	18	19	24	26
	Perif Urb			87	95	105	169	204
	Rural			71	78	85	138	167
Estufa a leña tipo bosca mayor tamaño cumple norma	Gstgo Urb			55	58	61	78	86
	Perif Urb			154	169	186	299	362
	Rural			59	65	72	115	140
Total				442	483	527	823	985

Cálculo consumo energético:

	Gran Santiago		Periferia Urbana		Periferia Rural	
	kg/eq/año	kWh/eq/año	kg/eq/año	kWh/eq/año	kg/eq/año	kWh/eq/año
Brasero	335	1.243	398	1.207	342	1.184
Salamandra	1.288	2.426	1.515	2.755	1.358	2.338
Estufa a leña simple	1.153	2.525	1.631	2.697	1.752	2.763
Estufa a leña tipo bosca menor tamaño	1.054	2.822	835	2.169	1.483	3.498
Estufa a leña tipo bosca menor tamaño cumple norma	1.054	2.822	835	2.169	1.483	3.498
Estufa a leña tipo bosca mayor tamaño	1.220	3.287	1.180	2.910	2.166	5.575
Estufa a leña tipo bosca mayor tamaño cumple norma	1.220	3.287	1.180	2.910	2.166	5.575
Chimenea de hogar cerrada	1.559	4.220	3.132	8.638	4.114	11.082
Chimenea de hogar abierta	3.448	3.477	2.707	2.997	3.905	3.135
Caldera	2.405	7.857	0	0	4.600	3.135
Estufa a pellets	1.299	5.503	1.299	5.503	1.299	5.503
Cocina a leña	4.294	11.769	2.483	6.670	3.329	8.540
Otros	659	2.276	0	0	1.155	4.245

		Variación	2012	2013	2014	2015	2020	2022
Brasero	Gstgo Urb	MWh/año	8.444	8.574	8.706	8.840	9.542	9.838
	Perif Urb	MWh/año	420	440	461	483	611	671
	Rural	MWh/año	619	649	680	713	901	989
Salamandra	Gstgo Urb	MWh/año	11.289	11.323	11.357	11.391	11.563	11.632
	Perif Urb	MWh/año	35.347	36.159	36.991	37.842	42.399	44.371
	Rural	MWh/año	35.908	36.734	37.579	38.443	43.073	45.077
Estufa a leña simple	Gstgo Urb	MWh/año	8.079	8.103	8.128	8.152	8.275	8.325
	Perif Urb	MWh/año	6.206	6.348	6.494	6.644	7.444	7.790

	Rural	MWh/año	2.934	3.002	3.071	3.142	3.520	3.684
Estufa a leña tipo bosca menor tamaño	Gstgo Urb	MWh/año	18.143	17.835	17.531	17.233	15.817	15.284
	Perif Urb	MWh/año	16.896	17.453	18.029	18.624	21.907	23.376
	Rural	MWh/año	22.233	22.966	23.724	24.507	28.827	30.760
Estufa a leña tipo bosca menor tamaño cumple norma	Gstgo Urb	MWh/año	955	1.003	1.053	1.105	1.411	1.555
	Perif Urb	MWh/año	1.877	2.065	2.272	2.499	4.024	4.869
	Rural	MWh/año	2.470	2.717	2.989	3.288	5.295	6.407
Estufa a leña tipo bosca mayor tamaño	Gstgo Urb	MWh/año	69.166	67.990	66.834	65.698	60.301	58.268
	Perif Urb	MWh/año	40.236	41.564	42.935	44.352	52.170	55.670
	Rural	MWh/año	29.733	30.715	31.728	32.775	38.552	41.138
Estufa a leña tipo bosca mayor tamaño cumple norma	Gstgo Urb	MWh/año	3.640	3.822	4.013	4.214	5.378	5.930
	Perif Urb	MWh/año	4.471	4.918	5.410	5.950	9.583	11.596
	Rural	MWh/año	3.304	3.634	3.997	4.397	7.082	8.569
Chimenea de hogar abierta	Gstgo Urb	MWh/año	4.868	4.707	4.552	4.402	3.722	3.480
	Perif Urb	MWh/año	587	568	549	531	449	420
	Rural	MWh/año	2.276	2.201	2.128	2.058	1.740	1.627
Chimenea de hogar cerrada	Gstgo Urb	MWh/año	2.984	2.933	2.883	2.834	2.601	2.514
	Perif Urb	MWh/año	2.816	2.909	3.005	3.104	3.651	3.896
	Rural	MWh/año	3.114	3.217	3.323	3.433	4.038	4.309
Caldera a leña	Gstgo Urb	MWh/año	966	1.015	1.066	1.119	1.428	1.574
	Perif Urb	MWh/año	-	-	-	-	-	-
	Rural	MWh/año	1.643	1.725	1.811	1.901	2.427	2.676
Estufa a pellets	Gstgo Urb	MWh/año	4.083	4.900	5.880	7.056	17.556	25.281
	Perif Urb	MWh/año	-	-	-	-	-	-
	Rural	MWh/año	-	-	-	-	-	-
Cocina a Leña	Gstgo Urb	MWh/año	10.733	10.898	11.066	11.237	12.129	12.505
	Perif Urb	MWh/año	12.560	13.161	13.792	14.452	18.262	20.053
	Rural	MWh/año	25.688	26.918	28.208	29.559	37.350	41.013
Otros tipo de calefacción a leña	Gstgo Urb	MWh/año	2.321	2.357	2.393	2.430	2.623	2.704
	Perif Urb	MWh/año	-	-	-	-	-	-
	Rural	MWh/año	127	133	140	147	185	203
Totales	Gstgo Urb	MWh/año	145.671	145.460	145.462	145.711	152.346	158.891
	Perif Urb	MWh/año	121.415	125.586	129.938	134.482	160.498	172.712
	Rural	MWh/año	130.050	134.611	139.378	144.362	172.988	186.452
	Total	MWh/año	397.136	405.657	414.778	424.555	485.832	518.055

$$E \text{ (kg/día)} = N \times F \times Q \times (h + 0,5) \times T \times H \times A / 1000$$

5.147

6.696

7.213

7.775

11.433

13.400

$$E \text{ (t/año)} = E \text{ (kg/día)} \times \text{Días Funcionamiento (días/año)} / 1000$$

		2012	2013	2014	2015	2020	2022
Brasero	Gstgo Urb	35	35	36	36	39	40
	Perif Urb	2	2	2	3	3	4
	Rural	3	4	4	4	5	5
Salamandra	Gstgo Urb	96	96	96	97	98	99
	Perif Urb	404	414	423	433	485	508
	Rural	437	447	458	468	524	549
Estufa a leña simple	Gstgo Urb	76	76	77	77	78	78
	Perif Urb	75	77	78	80	90	94
	Rural	41	41	42	43	49	51
Estufa a leña tipo bosca menor tamaño	Gstgo Urb	86	85	83	82	75	73
	Perif Urb	94	97	100	103	122	130
	Rural	121	125	130	134	157	168
Estufa a leña tipo bosca menor tamaño cumple norma	Gstgo Urb	1	2	2	2	2	2
	Perif Urb	3	4	4	4	7	9
	Rural	4	5	5	6	9	11
Estufa a leña tipo bosca mayor tamaño	Gstgo Urb	326	321	315	310	285	275
	Perif Urb	209	215	223	230	270	289
	Rural	143	148	153	158	185	198
Estufa a leña tipo bosca mayor tamaño cumple norma	Gstgo Urb	5	5	5	6	7	8
	Perif Urb	7	7	8	9	14	17
	Rural	5	5	5	6	10	12
Chimenea de hogar abierta	Gstgo Urb	70	67	65	63	53	50
	Perif Urb	8	7	7	7	6	6
	Rural	42	40	39	38	32	30
Chimenea de hogar cerrada	Gstgo Urb	11	11	11	11	10	9
	Perif Urb	11	11	12	12	14	15
	Rural	13	13	13	14	16	17
Caldera a leña	Gstgo Urb	3,3	3,5	3,6	3,8	4,9	5,4
	Perif Urb	-	-	-	-	-	-
	Rural	27	28	29	31	39	43
Estufa a pellets	Gstgo Urb	2,8	3,3	4,0	4,8	11,9	17,2
	Perif Urb	-	-	-	-	-	-
	Rural	-	-	-	-	-	-
Cocina a Leña	Gstgo Urb	77,3	78,5	79,7	80,9	87,3	90,1
	Perif Urb	45	48	50	52	66	72
	Rural	63	66	70	73	92	101
Otros tipo de calefacción a leña	Gstgo Urb	22	22	23	23	25	26
	Perif Urb	-	-	-	-	-	-
	Rural	1	1	1	1	1	2
Totales	Gstgo Urb	812	806	800	795	776	773
	Perif Urb	858	882	907	933	1.078	1.142
	Rural	900	924	949	975	1.121	1.187
	Total	2.569	2.612	2.657	2.704	2.975	3.103

5.- Supuestos de las medidas evaluadas

60.778 2570 5359 2403

Aplicación de norma de emisión a equipos nuevos en toda la RM

		Variación Medida 1	2012	2013	2014	2015	2020	2022
Brasero	Gstgo Urb	1,54%	6.792	6.897	7.003	7.111	7.675	7.914
	Perif Urb	4,79%	348	365	382	400	506	556
	Rural	4,79%	523	548	574	602	760	835
Salamandra	Gstgo Urb	-6,70%	4.654	4.342	4.051	3.780	2.672	2.326
	Perif Urb	-6,70%	12.831	11.971	11.169	10.421	7.367	6.413
	Rural	-6,70%	15.359	14.330	13.370	12.474	8.819	7.677
Estufa a leña simple	Gstgo Urb	-6,70%	3.199	2.985	2.785	2.598	1.837	1.599
	Perif Urb	-6,70%	2.301	2.147	2.003	1.869	1.321	1.150
	Rural	-6,70%	1.062	991	924	863	610	531
Estufa a leña tipo bosca menor tamaño	Gstgo Urb	-6,70%	6.430	5.999	5.597	5.222	3.692	3.214
	Perif Urb	-6,70%	7.790	7.268	6.781	6.327	4.473	3.894
	Rural	-6,70%	6.356	5.930	5.533	5.162	3.649	3.177
Estufa a leña tipo bosca menor tamaño cumple norma	Gstgo Urb	10,00%	338	1.329	1.462	1.608	2.590	3.134
	Perif Urb	20,00%	866	2.575	3.089	3.707	9.225	13.284
	Rural	20,00%	706	2.373	2.848	3.418	8.505	12.247
Estufa a leña tipo bosca mayor tamaño	Gstgo Urb	-6,70%	21.043	19.633	18.317	17.090	12.082	10.518
	Perif Urb	-6,70%	13.826	12.899	12.035	11.229	7.939	6.910
	Rural	-6,70%	5.333	4.976	4.643	4.332	3.062	2.666
Estufa a leña tipo bosca mayor tamaño cumple norma	Gstgo Urb	10,00%	1.108	2.699	2.969	3.266	5.259	6.364
	Perif Urb	20,00%	1.536	2.835	3.402	4.082	10.158	14.628
	Rural	20,00%	593	1.125	1.350	1.620	4.030	5.803
Chimenea de hogar abierta	Gstgo Urb	-3,30%	1.400	1.354	1.309	1.266	1.070	1.001
	Perif Urb	-3,30%	196	190	183	177	150	140
	Rural	-3,30%	726	702	679	656	555	519
Chimenea de hogar cerrada	Gstgo Urb	10,00%	707	778	855	941	1.516	1.834
	Perif Urb	20,00%	326	391	469	563	1.402	2.019
	Rural	20,00%	281	337	405	486	1.208	1.740
Caldera a leña	Gstgo Urb	5,00%	123	129	136	142	182	200
	Perif Urb	5,00%	-	-	-	-	-	-
	Rural	5,00%	524	550	578	607	774	854
Estufa a pellets	Gstgo Urb	30,00%	742	965	1.254	1.630	6.053	10.229
	Perif Urb	30,00%	-	289	376	489	1.816	3.069
	Rural	30,00%	-	289	376	489	1.816	3.069
Cocina a Leña	Gstgo Urb	1,54%	912	926	940	955	1.031	1.063
	Perif Urb	4,79%	1.883	1.973	2.068	2.167	2.738	3.006
	Rural	4,79%	3.008	3.152	3.303	3.461	4.374	4.803
Otros tipo de calefacción a leña	Gstgo Urb	1,54%	1.020	1.036	1.052	1.068	1.153	1.188
	Perif Urb	4,79%	-	-	-	-	-	-
	Rural	4,79%	30	31	33	35	44	48
Totales	Gstgo Urb		48.467	49.070	47.730	46.676	46.811	50.583
	Perif Urb		41.903	42.904	41.959	41.432	47.095	55.069
	Rural		34.501	35.335	34.615	34.203	38.206	43.966
	Total		124.871	127.309	124.304	122.311	132.112	149.618

	7.203	15.985	18.856	22.299	53.577	77.418	
Medida 1: Aplicación de norma de emisión a equipos nuevos en toda la RM	-	-	90	5.414	10.069	16.588	7.416

Ingreso Nuevos Equipos que Cumplen Norma Medida 1

		Variación	2012	2013	2014	2015	2020	2022
Estufa a leña tipo bosca menor tamaño cumple norma	Gstgo Urb			991	133	146	235	285
	Perif Urb			1.709	515	618	1.537	2.214
	Rural			1.667	475	570	1.417	2.041
Estufa a leña tipo bosca mayor tamaño cumple norma	Gstgo Urb			1.591	270	297	478	579
	Perif Urb			1.299	567	680	1.693	2.438
	Rural			532	225	270	672	967
Total				7.789	2.184	2.581	6.033	8.524

					2014	2014
Se cambian a Estufa a leña tipo bosca menor tamaño que cumple norma					Se cambian	Otro comb
Salamandra	Gstgo Urb				536	95
	Perif Urb				1.920	339
	Rural				2.298	406
Estufa a leña simple	Gstgo Urb				368	65
	Perif Urb				344	61
	Rural				159	28
Estufa a leña tipo bosca menor tamaño	Gstgo Urb				524	92
	Perif Urb				1.302	230
	Rural				1.062	187
Subtotal					6.150	1.085
Se cambian a Estufa a leña tipo bosca mayor tamaño que cumple norma						
Estufa a leña tipo bosca mayor tamaño	Gstgo Urb				1.713	302
	Perif Urb				2.310	408
	Rural				891	157
Subtotal					4.915	867

Supuesto: 85% sigue con leña a eq que cumple norma, 15% emigra a otro combustible

Estimación del ahorro de energía producto de la aplicación de la medida 1:

Disminución de la cantidad de equipos por tipo respecto al caso base

			2012	2013	2014	2015	2020	2022
Brasero	Gstgo Urb		-	-	-	-	-	-
	Perif Urb		-	-	-	-	-	-
	Rural		-	-	-	-	-	-
Salamandra	Gstgo Urb		-	326	631	916	2.095	2.469
	Perif Urb		-	1.155	2.259	3.316	8.024	9.694
	Rural		-	1.382	2.704	3.969	9.604	11.604
Estufa a leña simple	Gstgo Urb		-	224	434	630	1.440	1.697
	Perif Urb		-	207	405	595	1.439	1.738
	Rural		-	96	187	274	664	802
Estufa a leña tipo bosca menor tamaño	Gstgo Urb		-	321	616	885	1.914	2.203
	Perif Urb		-	779	1.532	2.260	5.628	6.885
	Rural		-	636	1.250	1.844	4.591	5.617
Estufa a leña tipo bosca menor tamaño cumple norma	Gstgo Urb		-	974	1.089	1.217	2.090	2.583
	Perif Urb		-	1.622	2.042	2.555	7.369	11.039
	Rural		-	1.597	1.994	2.478	6.991	10.415
Estufa a leña tipo bosca mayor tamaño	Gstgo Urb		-	1.052	2.016	2.897	6.263	7.209
	Perif Urb		-	1.383	2.718	4.011	9.988	12.219
	Rural		-	533	1.049	1.547	3.853	4.713
Estufa a leña tipo bosca mayor tamaño cumple norma	Gstgo Urb		-	1.536	1.748	1.983	3.623	4.560
	Perif Urb		-	1.145	1.543	2.038	6.865	10.643
	Rural		-	473	633	831	2.760	4.266
Chimenea de hogar abierta	Gstgo Urb		-	-	-	-	-	-
	Perif Urb		-	-	-	-	-	-
	Rural		-	-	-	-	-	-
Chimenea de hogar cerrada	Gstgo Urb		-	83	172	269	899	1.238
	Perif Urb		-	54	122	204	979	1.567
	Rural		-	47	105	176	844	1.351
Caldera a leña	Gstgo Urb		-	-	-	-	-	-
	Perif Urb		-	-	-	-	-	-
	Rural		-	-	-	-	-	-
Estufa a pellets	Gstgo Urb		-	74	186	348	2.862	5.635
	Perif Urb		-	289	376	489	1.816	3.069
	Rural		-	289	376	489	1.816	3.069
Cocina a Leña	Gstgo Urb		-	-	-	-	-	-
	Perif Urb		-	-	-	-	-	-
	Rural		-	-	-	-	-	-
Otros tipo de calefacción a leña	Gstgo Urb		-	-	-	-	-	-
	Perif Urb		-	-	-	-	-	-
	Rural		-	-	-	-	-	-
Totales	Gstgo Urb		-	1.923	3.696	5.329	11.711	13.579
	Perif Urb		-	3.524	6.914	10.182	25.078	30.536
	Rural		-	2.647	5.189	7.635	18.713	22.736
	Total		-	8.094	15.798	23.146	55.502	66.851

Porcentaje de equipos que migra a equipos que cumplen norma

(se estima en un 85% el porcentaje de equipos que migra a equipos que cumplen norma)

			2012	2013	2014	2015	2020	2022
Salamandra	Gstgo Urb			277	536	779	1.780	2.099
	Perif Urb			982	1.920	2.819	6.820	8.240
	Rural			1.175	2.298	3.374	8.164	9.863
Estufa a leña simple	Gstgo Urb			190	368	535	1.224	1.443
	Perif Urb			176	344	505	1.223	1.478
	Rural			81	159	233	564	682
Estufa a leña tipo bosca menor tamaño	Gstgo Urb			273	524	753	1.627	1.872
	Perif Urb			662	1.302	1.921	4.784	5.852
	Rural			540	1.062	1.567	3.903	4.774
Estufa a leña tipo bosca mayor tamaño	Gstgo Urb			894	1.713	2.463	5.324	6.128
	Perif Urb			1.175	2.310	3.410	8.490	10.386
	Rural			453	891	1.315	3.275	4.006
Totales	Gstgo Urb			1.635	3.142	4.529	9.954	11.542
	Perif Urb			2.995	5.877	8.655	21.316	25.955
	Rural			2.250	4.411	6.490	15.906	19.326
	Total			6.880	13.429	19.674	47.177	56.823

Estimación del ahorro de energía

Para estimar el ahorro de energía final de estos equipos que migran a una tecnología más eficiente, se asume los siguientes supuestos:

Disminución de consumo de leña:

Calefactor que cumple norma respecto a salamandra
 Calefactor que cumple norma respecto a estufa simple
 Calefactor que cumple norma respecto a estufa leña tipo bosca menor tamaño
 Calefactor que cumple norma respecto a estufa leña tipo bosca mayor tamaño

Porcentaje ahorro

29% Se pasa de una eficiencia de 50% a 70%
 21% Se pasa de una eficiencia de 55% a 70%
 11% Se pasa de una eficiencia de 62% a 70%
 11% Se pasa de una eficiencia de 62% a 70%

El consumo de leña de acuerdo a cada equipo se estima de acuerdo a la encuesta en:

		kg/año/vivienda
Salamandra	Gstgo Urb	1.288
	Perif Urb	1.515
	Rural	1.358
Estufa a leña simple	Gstgo Urb	1.153
	Perif Urb	1.631
	Rural	1.752
Estufa a leña tipo bosca menor tamaño	Gstgo Urb	1.054
	Perif Urb	835
	Rural	1.483
Estufa a leña tipo bosca mayor tamaño	Gstgo Urb	1.220
	Perif Urb	1.180
	Rural	2.166

Ahorro anual

			2012	2013	2014	2015	2020	2022
Salamandra	Gstgo Urb	t/año		102	197	287	655	772
	Perif Urb	t/año		425	831	1.220	2.952	3.566
	Rural	t/año		456	892	1.309	3.168	3.827
Estufa a leña simple	Gstgo Urb	t/año		47	91	132	302	357
	Perif Urb	t/año		62	120	177	427	516
	Rural	t/año		31	60	88	212	256
Estufa a leña tipo bosca menor tamaño	Gstgo Urb	t/año		33	63	91	196	226
	Perif Urb	t/año		63	124	183	457	559
	Rural	t/año		92	180	266	661	809
Estufa a leña tipo bosca mayor tamaño	Gstgo Urb	t/año		125	239	343	742	854
	Perif Urb	t/año		159	312	460	1.145	1.401
	Rural	t/año		112	221	326	811	992
Totales	Gstgo Urb	t/año		306	590	853	1.895	2.208
	Perif Urb	t/año		708	1.387	2.040	4.981	6.042
	Rural	t/año		690	1.352	1.988	4.851	5.884
Total		t/año		1.705	3.329	4.880	11.728	14.134

Ahorro económico

3.- El costo de la leña ahorrada se estima en

0,21 US\$/kg

		2012	2013	2014	2015	2020	2022
Ahorro	MUS\$		355	693	1.016	2.441	2.942

			2012	2013	2014	2015	2020	2022
Salamandra	Gstgo Urb	MWh/año		397	768	1.116	2.551	3.007
	Perif Urb	MWh/año		1.654	3.236	4.751	11.495	13.888
	Rural	MWh/año		1.775	3.473	5.098	12.335	14.903
Estufa a leña simple	Gstgo Urb	MWh/año		183	355	515	1.178	1.388
	Perif Urb	MWh/año		240	469	688	1.664	2.011
	Rural	MWh/año		119	232	341	825	997
Estufa a leña tipo bosca menor tamaño	Gstgo Urb	MWh/año		128	246	353	763	878
	Perif Urb	MWh/año		246	484	714	1.778	2.175
	Rural	MWh/año		356	701	1.034	2.575	3.150
Estufa a leña tipo bosca mayor tamaño	Gstgo Urb	MWh/año		485	930	1.337	2.890	3.327
	Perif Urb	MWh/año		617	1.214	1.791	4.459	5.455
	Rural	MWh/año		437	859	1.268	3.157	3.862
Totales	Gstgo Urb	MWh/año		1.194	2.298	3.321	7.381	8.600
	Perif Urb	MWh/año		2.757	5.402	7.944	19.397	23.529
	Rural	MWh/año		2.688	5.265	7.741	18.893	22.913
Total		MWh/año		6.638	12.965	19.005	45.670	55.042

$$E \text{ (kg/día)} = N \times F \times Q \times (h + 0,5) \times T \times H \times A / 1000$$

$$E \text{ (t/año)} = E \text{ (kg/día)} \times \text{Días Funcionamiento (días/año)} / 1000$$

			2012	2013	2014	2015	2020	2022
Brasero	Gstgo Urb		35	35	36	36	39	40
	Perif Urb		2	2	2	3	3	4
	Rural		3	4	4	4	5	5
Salamandra	Gstgo Urb		96	89	83	78	55	48
	Perif Urb		404	377	352	328	232	202
	Rural		437	408	381	355	251	219
Estufa a leña simple	Gstgo Urb		76	71	66	62	44	38
	Perif Urb		75	70	65	61	43	37
	Rural		41	38	35	33	23	20
Estufa a leña tipo bosca menor tamaño	Gstgo Urb		86	81	75	70	50	43
	Perif Urb		139	130	121	113	80	70
	Rural		121	113	106	99	70	61
Estufa a leña tipo bosca menor tamaño cumple norma	Gstgo Urb		1	6	6	7	11	14
	Perif Urb		3	10	12	14	36	52
	Rural		4	15	18	21	53	76
Estufa a leña tipo bosca mayor tamaño	Gstgo Urb		326	305	284	265	187	163
	Perif Urb		209	195	182	169	120	104
	Rural		143	133	124	116	82	71
Estufa a leña tipo bosca mayor tamaño cumple norma	Gstgo Urb		5	12	13	14	23	28
	Perif Urb		7	12	15	18	44	63
	Rural		5	9	10	12	31	44
Chimenea de hogar abierta	Gstgo Urb		70	67	65	63	53	50
	Perif Urb		8	7	7	7	6	6
	Rural		42	40	39	38	32	30
Chimenea de hogar cerrada	Gstgo Urb		11	12	13	15	24	29
	Perif Urb		11	13	16	19	47	68
	Rural		13	15	18	22	54	78
Caldera a leña	Gstgo Urb		3,3	3,5	3,6	3,8	4,9	5,4
	Perif Urb		-	-	-	-	-	-
	Rural		27	28	29	31	39	43
Estufa a pellets	Gstgo Urb		2,8	3,6	4,7	6,1	22,6	38,3
	Perif Urb		-	0	0	0	0	0
	Rural		-	0	0	0	0	0
Cocina a Leña	Gstgo Urb		77	78	80	81	87	90
	Perif Urb		45	48	50	52	66	72
	Rural		63	66	70	73	92	101
Otros tipo de calefacción a leña	Gstgo Urb		22	22	23	23	25	26
	Perif Urb		-	-	-	-	-	-
	Rural		1	1	1	1	1	2
Totales	Gstgo Urb		812	786	753	724	626	612
	Perif Urb		903	864	822	784	677	677
	Rural		900	870	835	804	733	750
	Total		2.615	2.520	2.410	2.313	2.036	2.040

Ahorro respecto a caso base

92 247 391 939 1.063

Aplicación de norma de emisión a equipos nuevos en toda la RM + prohibición los que no cumplen norma en Santiago urbano

		Variación Medida 2	2012	2013	2014	2015	2020	2022
Brasero	Gstgo Urb	1,54%	6.792	6.897	7.003	7.111	7.675	7.914
	Perif Urb	4,79%	348	365	382	400	506	556
	Rural	4,79%	523	548	574	602	760	835
Salamandra	Gstgo Urb	se elimina	4.654	4.342				
	Perif Urb	-6,70%	12.831	11.971	11.169	10.421	7.367	6.413
	Rural	-6,70%	15.359	14.330	13.370	12.474	8.819	7.677
Estufa a leña simple	Gstgo Urb	se elimina	3.199	2.985				
	Perif Urb	-6,70%	2.301	2.147	2.003	1.869	1.321	1.150
	Rural	-6,70%	1.062	991	924	863	610	531
Estufa a leña tipo bosca menor tamaño	Gstgo Urb	se elimina	6.430	5.999				
	Perif Urb	-6,70%	7.790	7.268	6.781	6.327	4.473	3.894
	Rural	-6,70%	6.356	5.930	5.533	5.162	3.649	3.177
Estufa a leña tipo bosca menor tamaño cumple norma	Gstgo Urb	10,00%	338	1.329	12.789	14.068	19.705	21.725
	Perif Urb	20,00%	866	2.575	3.576	4.292	8.226	9.953
	Rural	20,00%	706	2.373	3.245	3.895	7.465	9.032
Estufa a leña tipo bosca mayor tamaño	Gstgo Urb	se elimina	21.043	19.633				
	Perif Urb	-6,70%	13.826	12.899	12.035	11.229	7.939	6.910
	Rural	-6,70%	5.333	4.976	4.643	4.332	3.062	2.666
Estufa a leña tipo bosca mayor tamaño cumple norma	Gstgo Urb	10,00%	1.108	2.699	19.734	21.708	30.406	33.523
	Perif Urb	20,00%	1.536	2.835	4.344	5.213	9.992	12.090
	Rural	20,00%	593	1.125	941	1.129	2.165	2.619
Chimenea de hogar abierta	Gstgo Urb	-3,30%	1.400	1.354	1.309	1.266	1.070	1.001
	Perif Urb	-3,30%	196	190	183	177	150	140
	Rural	-3,30%	726	702	679	656	555	519
Chimenea de hogar cerrada	Gstgo Urb	10,00%	707	778	855	941	1.516	1.834
	Perif Urb	20,00%	326	391	469	563	1.402	2.019
	Rural	20,00%	281	337	405	486	1.208	1.740
Caldera a leña	Gstgo Urb	5,00%	123	129	136	142	182	200
	Perif Urb	5,00%	-	-	-	-	-	-
	Rural	5,00%	524	550	578	607	774	854
Estufa a pellets	Gstgo Urb	40,00%	742	965	1.350	1.891	10.168	19.930
	Perif Urb	40,00%	-	289	405	567	3.050	5.979
	Rural	40,00%	-	289	405	567	3.050	5.979
Cocina a Leña	Gstgo Urb	1,54%	912	926	940	955	1.031	1.063
	Perif Urb	4,79%	1.883	1.973	2.068	2.167	2.738	3.006
	Rural	4,79%	3.008	3.152	3.303	3.461	4.374	4.803
Otros tipo de calefacción a leña	Gstgo Urb	1,54%	1.020	1.036	1.052	1.068	1.153	1.188
	Perif Urb	4,79%	-	-	-	-	-	-
	Rural	4,79%	30	31	33	35	44	48
Totales	Gstgo Urb		48.467	49.070	45.169	49.149	72.906	88.377
	Perif Urb		41.903	42.904	43.417	43.226	47.164	52.111
	Rural		34.501	35.335	34.633	34.268	36.535	40.478
	Total		124.871	127.309	123.219	126.642	156.605	180.966

Ingreso Nuevos Equipos que Cumplen Norma Medida 2

Ingreso Nuevos Equipos que Cumprien Norma media z		Variación	2012	2013	2014	2015	2020	2022
Estufa a leña tipo bosca menor tamaño cumple norma	Gstgo Urb		991	11.460	1.279		938	1.035
	Perif Urb		1.709	1.002	715		748	905
	Rural		1.667	872	649		679	821
Estufa a leña tipo bosca mayor tamaño cumple norma	Gstgo Urb		1.591	17.035	1.973		1.448	1.596
	Perif Urb		1.299	1.509	869		908	1.099
	Rural		532	184	188		197	238
Total				7.789	31.695	5.674	4.918	5.694

Medida 2: Aplicación de norma de emisión a equipos nuevos en toda la RM + prohibición los que no cumplen norma en Santiago urbano

		2014	2014
		Se cambian	Otro comb
Se cambian a Estufa a leña tipo bosca menor tamaño que cumple norma			
Salamandra	Gstgo Urb	3.691	651
Estufa a leña simple	Gstgo Urb	2.537	448
Estufa a leña tipo bosca menor tamaño	Gstgo Urb	5.099	900
Subtotal		11.327	1.999
Se cambian a Estufa a leña tipo bosca mayor tamaño que cumple norma			
Estufa a leña tipo bosca mayor tamaño	Gstgo Urb	16.688	2.945

Supuesto: 85% sigue con leña a eq que cumple norma, 15 emigra a otro combustible

Estimación del ahorro de energía producto de la aplicación de la medida 1:

Disminución de la cantidad de equipos por tipo respecto al caso base

		2012	2013	2014	2015	2020	2022
Brasero	Gstgo Urb	-	-	-	-	-	-
	Perif Urb	-	-	-	-	-	-
	Rural	-	-	-	-	-	-
Salamandra	Gstgo Urb	-	326	4.682	4.696	4.767	4.796
	Perif Urb	-	1.155	2.259	3.316	8.024	9.694
	Rural	-	1.382	2.704	3.969	9.604	11.604
Estufa a leña simple	Gstgo Urb	-	224	3.218	3.228	3.277	3.296
	Perif Urb	-	207	405	595	1.439	1.738
	Rural	-	96	187	274	664	802
Estufa a leña tipo bosca menor tamaño	Gstgo Urb	-	321	6.213	6.107	5.605	5.417
	Perif Urb	-	779	1.532	2.260	5.628	6.885
	Rural	-	636	1.250	1.844	4.591	5.617
Estufa a leña tipo bosca menor tamaño cumple norma	Gstgo Urb	-	974	12.416	13.676	19.205	21.174
	Perif Urb	-	1.622	2.529	3.140	6.370	7.708
	Rural	-	1.597	2.391	2.955	5.951	7.200
Estufa a leña tipo bosca mayor tamaño	Gstgo Urb	-	1.052	20.333	19.987	18.345	17.727

	Perif Urb	-	- 1.383	- 2.718	- 4.011	- 9.988	- 12.219
	Rural	-	- 533	- 1.049	- 1.547	- 3.853	- 4.713
Estufa a leña tipo bosca mayor tamaño cumple norma	Gstgo Urb	-	1.536	18.513	20.426	28.770	31.719
	Perif Urb	-	1.145	2.486	3.169	6.699	8.106
	Rural	-	473	224	341	894	1.082
Chimenea de hogar abierta	Gstgo Urb	-	-	-	-	-	-
	Perif Urb	-	-	-	-	-	-
	Rural	-	-	-	-	-	-
Chimenea de hogar cerrada	Gstgo Urb	-	83	172	269	899	1.238
	Perif Urb	-	54	122	204	979	1.567
	Rural	-	47	105	176	844	1.351
Caldera a leña	Gstgo Urb	-	-	-	-	-	-
	Perif Urb	-	-	-	-	-	-
	Rural	-	-	-	-	-	-
Estufa a pellets	Gstgo Urb	-	74	282	608	6.978	15.335
	Perif Urb	-	289	405	567	3.050	5.979
	Rural	-	289	405	567	3.050	5.979
Cocina a Leña	Gstgo Urb	-	-	-	-	-	-
	Perif Urb	-	-	-	-	-	-
	Rural	-	-	-	-	-	-
Otros tipo de calefacción a leña	Gstgo Urb	-	-	-	-	-	-
	Perif Urb	-	-	-	-	-	-
	Rural	-	-	-	-	-	-
Totales	Gstgo Urb	-	- 1.923	- 34.446	- 34.019	- 31.994	- 31.235
	Perif Urb	-	- 3.524	- 6.914	- 10.182	- 25.078	- 30.536
	Rural	-	- 2.647	- 5.189	- 7.635	- 18.713	- 22.736
	Total	-	- 8.094	- 46.549	- 51.836	- 75.785	- 84.507

Reemplazo Equipos Existente Gran Santiago

- 28.092 30.902 42.262 45.750

Porcentaje de equipos que migra a equipos que cumplen norma (se estima en un 85% el porcentaje de equipos que migra a equipos que cumplen norma los que migran a otro combustible)

		2012	2013	2014	2015	2020	2022
Salamandra	Gstgo Urb		277	3.980	3.992	4.052	4.076
	Perif Urb		982	1.920	2.819	6.820	8.240
	Rural		1.175	2.298	3.374	8.164	9.863
Estufa a leña simple	Gstgo Urb		190	2.735	2.744	2.785	2.802
	Perif Urb		176	344	505	1.223	1.478
	Rural		81	159	233	564	682
Estufa a leña tipo bosca menor tamaño	Gstgo Urb		273	5.281	5.191	4.765	4.604
	Perif Urb		662	1.302	1.921	4.784	5.852
	Rural		540	1.062	1.567	3.903	4.774
Estufa a leña tipo bosca mayor tamaño	Gstgo Urb		894	17.283	16.989	15.594	15.068
	Perif Urb		1.175	2.310	3.410	8.490	10.386
	Rural		453	891	1.315	3.275	4.006
Totales	Gstgo Urb		1.635	29.279	28.916	27.195	26.550
	Perif Urb		2.995	5.877	8.655	21.316	25.955
	Rural		2.250	4.411	6.490	15.906	19.326
	Total		6.880	39.566	44.061	64.417	71.831

- 26.138 24.386 17.241 15.008

Estimación del ahorro de energía

Para estimar el ahorro de energía final de estos equipos que migran a una tecnología más eficiente, se asume los siguientes supuestos:

Disminución de consumo de leña:

Porcentaje ahorro

Calefactor que cumple norma respecto a salamandra 29% Se pasa de una eficiencia de 50% a 70%
Calefactor que cumple norma respecto a estufa simple 21% Se pasa de una eficiencia de 55% a 70%
Calefactor que cumple norma respecto a estufa leña tipo bosca menor tamaño 11% Se pasa de una eficiencia de 62% a 70%
Calefactor que cumple norma respecto a estufa leña tipo bosca mayor tamaño 11% Se pasa de una eficiencia de 62% a 70%

El consumo de leña de acuerdo a cada equipo se estima de acuerdo a la encuesta en:

		kg/año/vivienda
Salamandra	Gstgo Urb	1.288
	Perif Urb	1.515
	Rural	1.358
Estufa a leña simple	Gstgo Urb	1.153
	Perif Urb	1.631
	Rural	1.752
Estufa a leña tipo bosca menor tamaño	Gstgo Urb	1.054
	Perif Urb	835
	Rural	1.483
Estufa a leña tipo bosca mayor tamaño	Gstgo Urb	1.220
	Perif Urb	1.180
	Rural	2.166

			2012	2013	2014	2015	2020	2022
Salamandra	Gstgo Urb	t/año		102	1.464	1.468	1.491	1.500
	Perif Urb	t/año		425	831	1.220	2.952	3.566
	Rural	t/año		456	892	1.309	3.168	3.827
Estufa a leña simple	Gstgo Urb	t/año		47	676	678	688	692
	Perif Urb	t/año		62	120	177	427	516
	Rural	t/año		31	60	88	212	256
Estufa a leña tipo bosca menor tamaño	Gstgo Urb	t/año		33	636	625	574	555
	Perif Urb	t/año		63	124	183	457	559
	Rural	t/año		92	180	266	661	809
Estufa a leña tipo bosca mayor tamaño	Gstgo Urb	t/año		125	2.409	2.368	2.174	2.100
	Perif Urb	t/año		159	312	460	1.145	1.401
	Rural	t/año		112	221	326	811	992
Totales	Gstgo Urb	t/año		306	5.185	5.140	4.927	4.847
	Perif Urb	t/año		708	1.387	2.040	4.981	6.042
	Rural	t/año		690	1.352	1.988	4.851	5.884
	Total	t/año		1.705	7.925	9.168	14.759	16.773

Ahorro económico	3.- El costo de la leña ahorrada se estima en		0,21 US\$/kg					
			2012	2013	2014	2015	2020	2022
Ahorro		MUS\$		355	1.650	1.908	3.072	3.492

			2012	2013	2014	2015	2020	2022
Salamandra	Gstgo Urb	MWh/año		397	5.701	5.719	5.805	5.840
	Perif Urb	MWh/año		1.654	3.236	4.751	11.495	13.888
	Rural	MWh/año		1.775	3.473	5.098	12.335	14.903
Estufa a leña simple	Gstgo Urb	MWh/año		183	2.632	2.640	2.680	2.696
	Perif Urb	MWh/año		240	469	688	1.664	2.011
	Rural	MWh/año		119	232	341	825	997
Estufa a leña tipo bosca menor tamaño	Gstgo Urb	MWh/año		128	2.477	2.435	2.235	2.160
	Perif Urb	MWh/año		246	484	714	1.778	2.175
	Rural	MWh/año		356	701	1.034	2.575	3.150
Estufa a leña tipo bosca mayor tamaño	Gstgo Urb	MWh/año		485	9.382	9.223	8.465	8.180
	Perif Urb	MWh/año		617	1.214	1.791	4.459	5.455
	Rural	MWh/año		437	859	1.268	3.157	3.862
Totales	Gstgo Urb	MWh/año		1.194	20.193	20.017	19.185	18.875
	Perif Urb	MWh/año		2.757	5.402	7.944	19.397	23.529
	Rural	MWh/año		2.688	5.265	7.741	18.893	22.913
	Total	MWh/año		6.638	30.860	35.701	57.474	65.317

$$E \text{ (kg/día)} = N \times F \times Q \times (h + 0,5) \times T \times H \times A / 1000$$

$$E \text{ (t/año)} = E \text{ (kg/día)} \times \text{Días Funcionamiento (días/año)} / 1000$$

			2012	2013	2014	2015	2020	2022
Brasero	Gstgo Urb		35	35	36	36	39	40
	Perif Urb		2	2	2	3	3	4
	Rural		3	4	4	4	5	5
Salamandra	Gstgo Urb		96	89	-	-	-	-
	Perif Urb		404	377	352	328	232	202
	Rural		437	408	381	355	251	219
Estufa a leña simple	Gstgo Urb		76	71	-	-	-	-
	Perif Urb		75	70	65	61	43	37
	Rural		41	38	35	33	23	20
Estufa a leña tipo bosca menor tamaño	Gstgo Urb		86	81	-	-	-	-
	Perif Urb		139	130	121	113	80	70
	Rural		121	113	106	99	70	61
Estufa a leña tipo bosca menor tamaño cumple norma	Gstgo Urb		1	6	56	61	86	94
	Perif Urb		3	10	14	17	32	39
	Rural		4	15	20	24	46	56
Estufa a leña tipo bosca mayor tamaño	Gstgo Urb		326	305	-	-	-	-
	Perif Urb		209	195	182	169	120	104
	Rural		143	133	124	116	82	71
Estufa a leña tipo bosca mayor tamaño cumple norma	Gstgo Urb		5	12	87	96	134	148
	Perif Urb		7	12	19	22	43	52
	Rural		5	9	7	9	17	20
Chimenea de hogar abierta	Gstgo Urb		45	44	42	41	34	32
	Perif Urb		8	7	7	7	6	6
	Rural		42	40	39	38	32	30
Chimenea de hogar cerrada	Gstgo Urb		11	12	13	15	24	29
	Perif Urb		11	13	16	19	47	68
	Rural		13	15	18	22	54	78
Caldera a leña	Gstgo Urb		3,3	3,5	3,6	3,8	4,9	5,4
	Perif Urb		-	-	-	-	-	-
	Rural		27	28	29	31	39	43
Estufa a pellets	Gstgo Urb		3	4	5	7	38	75
	Perif Urb		-	0	0	0	0	0
	Rural		-	0	0	0	0	0
Cocina a Leña	Gstgo Urb		77	78	80	81	87	90
	Perif Urb		45	48	50	52	66	72
	Rural		63	66	70	73	92	101
Otros tipo de calefacción a leña	Gstgo Urb		22	22	23	23	25	26
	Perif Urb		-	-	-	-	-	-
	Rural		1	1	1	1	1	2
Totales	Gstgo Urb		787	762	345	364	472	539
	Perif Urb		903	864	828	791	672	654
	Rural		900	870	834	804	713	706
	Total		2.590	2.496	2.007	1.959	1.857	1.899

Ahorro respecto a caso base 116 650 745 1.118 1.204

Programa de recambio de Equipos respecto al caso base:

Debido a la existencia aún de equipos de baja eficiencia en el stock de la R.M., una de las medidas propuestas corresponde a programas de recambio de equipos antiguos, de eficiencias menores y mayores emisiones a los que existen actualmente. Para esto, se procedió a evaluar en forma aditiva, los siguientes programas de recambio de equipos.

1.- Recambio de Salamandras:

Se considera un programa de recambio de salamandras, por equipos calefactores de doble combustión, lo que generaría un incremento en la eficiencia térmica de 29% (se pasaría de una eficiencia térmica promedio de 50% a un 70%. Este programa se evalúa en todos las salamandras, pertenecientes a familias de niveles socioeconómicos D y E Para esto se considera el reemplazo de los siguientes equipos en el transcurso de los siguientes 3 años

Nro Equipos a reemplazarse (*)		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Gran Santiago	3.253	1.084	1.084	1.084								
Periferia Urbana	5.179	1.726	1.726	1.726								
Periferia Rural	8.766	2.922	2.922	2.922								
Total	17.198	5.733	5.733	5.733								

(*) Fuente: encuesta

Con esto se produciría el siguiente ahorro en términos de leña, y por ende de energía

Ahorro en leña (*)		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Gran Santiago	ton leña	366	731	1.097	1.097	1.097	1.097	1.097	1.097	1.097	1.097	1.097
Periferia Urbana	ton leña	635	1.270	1.905	1.905	1.905	1.905	1.905	1.905	1.905	1.905	1.905
Periferia Rural	ton leña	1.143	2.286	3.429	3.429	3.429	3.429	3.429	3.429	3.429	3.429	3.429
Total		2.144	4.288	6.432	6.432	6.432	6.432	6.432	6.432	6.432	6.432	6.432

(*) Se considera que los ahorros anuales en consumo de leña, se proyectan hasta el fin del periodo de evaluación, que corresponde al año 2012. Para efectos de este cálculo, se considera que el aumento en eficiencia corresponde a la disminución en el consumo de leña que experimenta la vivienda, considerando la misma energía final al hogar y el mismo tipo de combustible

Ahorro en energía		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Gran Santiago	MWh/año	1.424	2.848	4.272	4.272	4.272	4.272	4.272	4.272	4.272	4.272	4.272
Periferia Urbana	MWh/año	2.473	4.947	7.420	7.420	7.420	7.420	7.420	7.420	7.420	7.420	7.420
Periferia Rural	MWh/año	4.452	8.903	13.355	13.355	13.355	13.355	13.355	13.355	13.355	13.355	13.355
Total	MWh/año	8.349	16.698	25.047	25.047	25.047	25.047	25.047	25.047	25.047	25.047	25.047

(**) Para efectos del cálculo de energía, se considera que la leña ahorrada corresponde a eucalipto, a un 20% de humedad, con lo que se calcula la energía ahorrada

Análisis Económico:

2.- Se estima que el costo de reemplazo de una salamandra posee el siguiente valor:

Costo equipo	350 US\$ (Fuente: Amesti)
Instalación	100 US\$ (Fuente: consulta a instalador)
Total	450

3.- El costo de la leña ahorrada se estima en 0,21 US\$/kg

		0	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Inversión	MUS\$	2.580	2.580	2.580									
Flujo de Caja Simplificado		-2.580	-2.133	-1.687	1.339	1.339	1.339	1.339	1.339	1.339	1.339	1.339	1.339
		-2.580	-4.713	-6.400	-5.061	-3.722	-2.384	-1.045	294	1.633	2.972	4.311	5.650

2.- Recambio estufas a leña simple:

Se considera un programa de recambio de calefactores a leña simple (sin doble combustión), por equipos calefactores de doble combustión, lo que generaría un incremento en la eficiencia térmica de 21% pasando de una eficiencia térmica promedio de 55% a un 70%. Este programa se evalúa en todos los calefactores simples, pertenecientes a familias de niveles socioeconómicos D y E Para esto se considera el reemplazo de los siguientes equipos en el transcurso de los siguientes 3 años

Nro Equipos		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Gran Santiago	1.998	666	666	666								
Periferia Urbana	606	202	202	202								
Periferia Rural	187	62	62	62								
Total	2.791	930	930	930								

(*) Fuente: encuesta

Con esto se produciría el siguiente ahorro en términos de leña, y por ende de energía

Ahorro en leña		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Gran Santiago	ton leña	187	375	562	562	562	562	562	562	562	562	562
Periferia Urbana	ton leña	68	136	205	205	205	205	205	205	205	205	205
Periferia Rural	ton leña	18	37	55	55	55	55	55	55	55	55	55
Total		274	548	822	822	822	822	822	822	822	822	822

(*) Se considera que los ahorros anuales en consumo de leña, se proyectan hasta el fin del periodo de evaluación, que corresponde al año 2012. Para efectos de este cálculo, se considera que el aumento en eficiencia correspondbe a la disminución en el consumo de leña que experimenta la vivienda, considerando la misma energía final al hogar y el mismo tipo de combustible

Ahorro en energía		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Gran Santiago	MWh/año	730	1.460	2.190	2.190	2.190	2.190	2.190	2.190	2.190	2.190	2.190
Periferia Urbana	MWh/año	266	531	797	797	797	797	797	797	797	797	797
Periferia Rural	MWh/año	71	143	214	214	214	214	214	214	214	214	214
Total		1.067	2.134	3.201	3.201	3.201	3.201	3.201	3.201	3.201	3.201	3.201

(**) Para efectos del cálculo de energía, se considera que la leña ahorrada corresponde a eucalipto, a un 20% de humedad, con lo que se calcula la energía ahorrada

Análisis Económico:

Para efectos de realizar el análisis económicos de esta medida, se toman los mismo supuestos anteriores

		0	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Inversión	MUS\$	419	419	419									
Flujo de Caja Simplificado		-419	-362	-305	171	171	171	171	171	171	171	171	171
		-419	-780	-1.085	-914	-743	-572	-400	-229	-58	113	284	455

3.- Recambio anticipado de calefactores de doble combustión de más de 8 años:

Se considera un programa de recambio de calefactores tipo bosca (de doble combustión), por equipos calefactores de doble combustión más modernos, lo que generaría un incremento en la eficiencia térmica de 11% pasando de una eficiencia térmica promedio de 62% a un 70% de acuerdo al estudio "ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO DE LA APLICACIÓN DE UNA NORMA DEEMISION PARA ARTEFACTOS DE USO RESIDENCIAL QUE COMBUSTIONAN CON LEÑA Y OTROS COMBUSTIBLES DE BIOMASA". Este programa se evalua en todos los calefactores simples, pertenecientes a familias de niveles socioeconómicos D y E Para esto se considera el reemplazo de los siguientes equipos en el transcurso de los siguientes 3 años

Nro Equipos	udd (*)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Gran Santiago	4.615	1.538	1.538	1.538								
Periferia Urbana	713	238	238	238								
Periferia Rural	463	154	154	154								
Total		5.791	1.930	1.930	1.930							

(*) Fuente: encuesta

Con esto se produciría el siguiente ahorro en términos de leña, y por ende de energía

Ahorro en leña		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Gran Santiago	ton leña	205	411	616	616	616	616	616	616	616	616	616
Periferia Urbana	ton leña	35	70	105	105	105	105	105	105	105	105	105
Periferia Rural	ton leña	31	63	94	94	94	94	94	94	94	94	94
Total		272	543	815	815	815	815	815	815	815	815	815

(*) Se considera que los ahorros anuales en consumo de leña, se proyectan hasta el fin del periodo de evaluación, que corresponde al año 2012. Para efectos de este cálculo, se considera que el aumento en eficiencia correspondbe a la disminución en el consumo de leña que experimenta la vivienda, considerando la misma energía final al hogar y el mismo tipo de combustible

Ahorro en energía (**)		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Gran Santiago	MWh/año	800	1.600	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400
Periferia Urbana	MWh/año	136	272	408	408	408	408	408	408	408	408	408
Periferia Rural	MWh/año	122	243	365	365	365	365	365	365	365	365	365
Total		1.058	2.116	3.174	3.174	3.174	3.174	3.174	3.174	3.174	3.174	3.174

(**) Para efectos del cálculo de energía, se considera que la leña ahorrada corresponde a eucalipto, a un 20% de humedad, con lo que se calcula la energía ahorrada

Análisis Económico:

Para efectos de realizar el análisis económicos de esta medida, se toman los mismo supuestos anteriores

		0	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	12
Inversión	MUS\$	869	869	869										
Flujo de Caja Simplificado		-869	-812	-756	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170

Total medidas de recambio:

Ahorro en leña		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Gran Santiago	ton leña	759	1.517	2.276	2.276	2.276	2.276	2.276	2.276	2.276	2.276	2.276
Periferia Urbana	ton leña	738	1.477	2.215	2.215	2.215	2.215	2.215	2.215	2.215	2.215	2.215
Periferia Rural	ton leña	1.193	2.385	3.578	3.578	3.578	3.578	3.578	3.578	3.578	3.578	3.578
Total		2.690	5.379	8.069	8.069	8.069	8.069	8.069	8.069	8.069	8.069	8.069

0,04596885

(*) Se considera que los ahorros anuales en consumo de leña, se proyectan hasta el fin del período de evaluación, que corresponde al año 2012. Para efectos de este cálculo, se considera que el aumento en eficiencia correspondbe a la disminución en el consumo de leña que experimenta la vivienda, considerando la misma energía final al hogar y el mismo tipo de combustible

Ahorro en energía (**)		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Gran Santiago	MWh/año	2.954	5.908	8.862	8.862	8.862	8.862	8.862	8.862	8.862	8.862	8.862
Periferia Urbana	MWh/año	2.875	5.750	8.625	8.625	8.625	8.625	8.625	8.625	8.625	8.625	8.625
Periferia Rural	MWh/año	4.645	9.289	13.934	13.934	13.934	13.934	13.934	13.934	13.934	13.934	13.934
Total		10.474	20.948	31.422	31.422	31.422	31.422	31.422	31.422	31.422	31.422	31.422
		3%	5%	8%	7%	7%	7%	7%	7%	6%	6%	6%

Desarrollo de un Programa de filtros catalíticos en artefactos a leña para reducir emisiones respecto al caso base

Esta medida, busca disminuir las emisiones y consumo energético, principalmente en calefactores a leña con templador. Esta tecnología tiene gran uso en Europa y en EE.UU., y su principio de funcionamiento corresponde a un agente catalizador, que permite la combustión de los gases a menor temperatura, antes que salgan del tiro del calefactor, logrando importantes reducciones de emisiones (en la literatura aparece hasta un 90% de reducción) y también mayores eficiencias térmicas al quemar todos los gases dentro de la cámara de combustión. En Chile aún no tienen gran presencia pero si es posible adquirir filtros que pueden ser colocados en los ductos de los calefactores, aumentando su eficiencia y disminuyendo sus emisiones.

Para efectos de evaluar un programa de uso de filtros catalizadores en calefactores a leña se realizaron los siguientes supuestos:

- 1.- Se considera un programa que afecta al 100% de los calefactores de doble combustión de más de 1 año (esto ya que los más nuevos, poseen ya altas eficiencias y bajas emisiones, de forma que el efecto debería ser menor)
- 2.- Se aplica a todos los niveles socioeconómicos
- 3.- Se considera que respecto a un calefactor a leña de doble combustión, posee un incremento en eficiencia 14% (de acuerdo a la información de los calefactores certificados de la EPA) lo que genera un ahorro en 12,5% respecto al caso que no considera el uso de este tipo de filtros, y una disminución de emisiones que se estima: 26% de acuerdo a datos de laboratorio, de un sistema de filtros catalíticos ya disponible en el mercado

Fuente: <http://www.epa.gov/Compliance/resources/publications/monitoring/caa/woodstoves/certifiedwood.pdf>

4.- Duración de la campaña: 5 años

Nro Viviendas Pot. udd (*)		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
ABC1 C2 y C3	35.009	7.002	7.002	7.002	7.002	7.002	0	0	0	0	0	0
D y E	21.747	4.349	4.349	4.349	4.349	4.349	0	0	0	0	0	0
Total	56.756	11.351	11.351	11.351	11.351	11.351	0	0	0	0	0	0

(*) Fuente: encuesta

Con esto se produciría el siguiente ahorro en términos de leña, y por ende de energía

Ahorro en leña		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
ABC1 C2 y C3	ton leña	1.208	2.417	3.625	4.833	6.042	6.042	6.042	6.042	6.042	6.042	6.042
D y E	ton leña	635	1.270	1.905	2.539	3.174	3.174	3.174	3.174	3.174	3.174	3.174
Total	ton leña	1.843	3.686	5.530	7.373	9.216	9.216	9.216	9.216	9.216	9.216	9.216

(*) Se considera que los ahorros anuales en consumo de leña, se proyectan hasta el fin del período de evaluación, que corresponde al año 2012. Para efectos de este cálculo, se considera que el aumento en eficiencia correspondiente a la disminución en el consumo de leña que experimenta la vivienda, considerando la misma energía final al hogar y el mismo tipo de combustible

Ahorro en energía		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
ABC1 C2 y C3	MWh/año	4.705	9.411	14.116	18.822	23.527	23.527	23.527	23.527	23.527	23.527	23.527
D y E	MWh/año	2.472	4.945	7.417	9.889	12.361	12.361	12.361	12.361	12.361	12.361	12.361
Total	MWh/año	7.178	14.355	21.533	28.711	35.889	35.889	35.889	35.889	35.889	35.889	35.889
		2%	4%	5%	7%	8%	8%	8%	8%	7%	7%	7%

(**) Para efectos del cálculo de energía, se considera que la leña ahorrada corresponde a eucalipto, con humedad de 20%, con lo que se obtiene la energía ahorrada o "no quemada" por el equipo calefactor

Total consumo energético Medida 5 398.479 400.423 403.022 406.338 410.445 422.603 435.731 449.943 465.370 482.166

Análisis Económico:

Para efectos de realizar el análisis económicos de las medidas se procede a tomar las siguientes consideraciones:

2.- Se estima que el costo más la instalación de un filtro catalítico, tiene el siguiente:

Costo equipo	204 US\$ (Fuente: proveedor)
Instalación	50 US\$ (Fuente: estimación propia)
Total	254

3.- El costo de la leña ahorrada se estima 0,21 US\$/kg

	0	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Inversión	MUS\$	2.884	2.884	2.884	2.884	2.884						
Flujo de Caja Simplificado		-2.884	-2.500	-2.117	-1.733	-1.349	1.918	1.918	1.918	1.918	1.918	1.918
		-2.884	-5.385	-7.501	-9.234	-10.584	-8.665	-6.747	-4.829	-2.910	-992	927
												2.845

Capacitación y difusión en el uso de equipos, su mantención y compra de la leña respecto al caso base

Esta medida busca crear correctos hábitos de quemado, almacenamiento y compra de leña y derivados de forma de mejorar la combustión de los equipos a leña
Para efectos de evaluar esta medida, se consideraron los siguientes elementos que influyen en el aumento de eficiencia y disminución de material particulado:

- 1.- Educación en el uso de leña seca y combustible de mayor P.C.I.: de acuerdo a los resultados de la encuesta, aunque no existe un porcentaje elevado de usuarios que declaren usar leña seca; si hay un numero importante de viviendas que declaran usar combustibles de menor poder calorífico, como podas y ramas, que normalmente presentan mayores niveles de humedad y corteza; generando también menores eficiencias en los equipos, y mayores emisiones de material particulado, al no estar estos equipos diseñados para el quemado de este tipo de combustible
- 2.- Correcto almacenaje: este es otro factor que influye en el nivel de humedad de la leña, ya que almacenaje a la intemperie puede aumentar la humedad de esta en periodos lluviosos. Sin embargo no se detectaron muchos casos que declararán tener un incorrecto almacenaje
- 3.- Mantención del Equipo: si bien no se pudo obtener de los proveedores de equipos datos duros del aumento de eficiencia o de disminución de emisiones al realizar mantención a los equipos, si hay un incremento en la vida útil de estos, lo que involucra ahorros en los usuarios

Para efectos de evaluar esta medida, se procedió a determinar a los usuarios potenciales, se procedió a separar en dos grupos

1.- Aquellas viviendas con contenido de humedad sobre el 30% en base húmeda: en este caso, para efectos de evaluar una campaña de educación respecto al uso de leña seca que involucre correcto almacenaje, correcta elección de leña y uso de tiempos de secado, se procedió a usar los siguientes supuestos

Duración de la campaña: 11 años
Penetración de la campaña: se logra una penetración de aproximadamente un 30% de las viviendas potenciales en el transcurso de la campaña, los que pasarían de usar leña con humedad promedio de 32% (dato encuesta) a un 20% que es lo que se considera leña húmeda, disminuyendo la leña que se requiere en un 18% de acuerdo al mayor poder calorífico obtenido con la leña más seca

Nro Viviendas Potenciales		udd (*)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Gran Santiago	2.327		70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
Periferia Urbana	2.455		74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74
Periferia Rural	1.165		35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
Total	5.947		178	178	178	178	178	178	178	178	178	178	178

(*) Fuente: encuesta

Con esto se produciría el siguiente ahorro en términos de leña, y por ende de energía

Ahorro en leña (*)		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Gran Santiago	ton leña	16	31	47	62	78	93	109	124	140	155	171
Periferia Urbana	ton leña	22	43	65	87	108	130	152	173	195	217	239
Periferia Rural	ton leña	13	26	39	52	64	77	90	103	116	129	142
Total	ton leña	50	100	150	200	250	301	351	401	451	501	551

(*) Se considera que los ahorros anuales en consumo de leña, se proyectan hasta el fin del período de evaluación, que corresponde al año 2012. Para efectos de este cálculo, se considera que el aumento en eficiencia corresponde a la disminución en el consumo de leña que experimenta la vivienda, considerando la misma energía final al hogar y el mismo tipo de combustible

Ahorro en energía (**)		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Gran Santiago	MWh/año	60	121	181	242	302	363	423	484	544	604	665
Periferia Urbana	MWh/año	84	169	253	338	422	507	591	675	760	844	929
Periferia Rural	MWh/año	50	100	151	201	251	301	352	402	452	502	552
Total	MWh/año	195	390	585	780	975	1.171	1.366	1.561	1.756	1.951	2.146

(**) Para efectos del cálculo de energía, se considera el incremento de energía obtenido al usar leña de menor humedad, lo que se estaría ahora destinando a calefacción y no a evaporación de agua

2.- Aquellas viviendas que declaran que más del 50% de la leña que usan, corresponde a podas y ramas: este combustible posee un poder calorífico menor que la leña seca tradicional, debido a que normalmente se consume en forma más húmeda y posee más corteza, lo que disminuye su poder calorífico. Si bien, no se puede esperar que la gente deje de usarla, si se pueden realizar campañas para promover su secado y correcto quemado. Para evaluar la medida se procedió a usar los siguientes supuestos

Duración de la campaña: 11 años
Penetración de la campaña: se logra una penetración de aproximadamente un 30% de las viviendas potenciales en el transcurso de la campaña, los que aumentaría su eficiencia, generando una disminución en el consumo de leña de aproximadamente un 20% (corresponde al aumento en el PCI de pasar de un 30% aprox. promedio de humedad a una 20%).

Nro Viviendas Potenciales		udd (*)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Gran Santiago	136		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Periferia Urbana	4.449		133	133	133	133	133	133	133	133	133	133	133
Periferia Rural	6.529		196	196	196	196	196	196	196	196	196	196	196
Total	11.114		333	333	333	333	333	333	333	333	333	333	333

(*) Fuente: encuesta

Con esto se produciría el siguiente ahorro en términos de leña, y por ende de energía

Ahorro en leña (*)		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Gran Santiago	ton leña	1	2	3	4	5	5	6	7	8	9	10
Periferia Urbana	ton leña	40	80	119	159	199	239	278	318	358	398	437
Periferia Rural	ton leña	67	134	201	268	335	402	469	536	603	670	737
Total	ton leña	108	215	323	431	538	646	753	861	969	1.076	1.184

(*) Se considera que los ahorros anuales en consumo de leña, se proyectan hasta el fin del período de evaluación, que corresponde al año 2012. Para efectos de este cálculo, se considera que el aumento en eficiencia corresponde a la disminución en el consumo de leña que experimenta la vivienda, considerando la misma energía final al hogar y el mismo tipo de combustible

Ahorro en energía (**)		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Gran Santiago	MWh/año	3	5	8	10	13	15	18	20	23	26	28
Periferia Urbana	MWh/año	102	205	307	410	512	615	717	819	922	1.024	1.127
Periferia Rural	MWh/año	164	327	491	655	818	982	1.145	1.309	1.473	1.636	1.800
Total	MWh/año	269	537	806	1.074	1.343	1.612	1.880	2.149	2.418	2.686	2.955

(**) Para efectos del cálculo de energía, se considera el incremento de energía obtenido al usar leña de menor humedad, lo que se estaría ahora destinando a calefacción y no a evaporación de agua

Total aporte Medidas de capacitación:

Ahorro en leña		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Gran Santiago	ton leña	16	33	49	66	82	99	115	131	148	164	181
Periferia Urbana	ton leña	61	123	184	246	307	369	430	492	553	614	676
Periferia Rural	ton leña	80	160	240	319	399	479	559	639	719	799	879
Total	ton leña	158	315	473	631	789	946	1.104	1.262	1.420	1.577	1.735

(*) Se considera que los ahorros anuales en consumo de leña, se proyectan hasta el fin del período de evaluación, que corresponde al año 2022. Para efectos de este cálculo, se considera que el aumento en eficiencia corresponde a la disminución en el consumo de leña que experimenta la vivienda, considerando la misma energía final al hogar y el mismo tipo de combustible

Ahorro en energía		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Gran Santiago	MWh/año	63	126	189	252	315	378	441	504	567	630	693
Periferia Urbana	MWh/año	187	374	561	747	934	1.121	1.308	1.495	1.682	1.869	2.055
Periferia Rural	MWh/año	214	428	642	855	1.069	1.283	1.497	1.711	1.925	2.138	2.352
Total	MWh/año	464	927	1.391	1.855	2.319	2.782	3.246	3.710	4.173	4.637	5.101

Total consumo energético Medida 8	0,1%	0,2%	0,3%	0,4%	0,5%	0,6%	0,7%	0,8%	0,9%	0,9%	1,0%
	405.193	413.851	423.164	433.194	444.015	455.709	468.374	482.123	497.086	513.418	-5.101

Análisis Económico:

Para efectos de realizar el análisis económicos de las medidas se procede a tomar las siguientes consideraciones:

2.- Se estima que el costo de una campaña de capacitación de hogares (visita casa a casa) en el correcto quemado de leña, elección de combustible y almacenaje, tiene un valor de 50 US\$ (se asume 1 hora de charla a 0,5 UF/HH más transporte y colación de educadores)

3.- El costo de la leña ahorrada se estima en 0,21 US\$/kg

0		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Inversión	MUS\$	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78
Flujo de Caja Simplificado		-78	-45	-12	21	54	87	119	152	185	218	251
		-78	-122	-134	-113	-59	27	147	299	484	702	953
												1.236

Programa de incentivo al reacondicionamiento térmico de viviendas:

Se propone establecer un mecanismo de incentivo (subsidio) de reacondicionamiento térmico de viviendas similar al que el MINVU ha aplidado desde el año 2009 a la fecha desde la VI a la XII Región
El subsidio considera un presupuesto de UF 100 para mejorar la vivienda hasta el estandar de la Reglamentación Térmica vigente para viviendas nuevas

1.- Subsidio:

Subsidio el reacondicionamiento a familias pertenecientes a los estratos D y E de las zonas periferia urbana y rural que consumen leña en calefacción. Se excluye el Gran Santiago, debido a que la medida busca evitar el incentivo de uso en el Gran Santiago

Nro viv. subsidio		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Gran Santiago	0	0										
Periferia Urbana	12.192	12.192										
Periferia Rural	12.725	12.725										
Total	24.917	24.917										

(*) Fuente: encuesta

Monto subsidio UF 2.491.700

Datos de encuesta:

	Fexp	kg/año	kg/año/viv
Periferia Urbana	12.192	13.618.515	1.117
Periferia Rural	12.725	18.031.990	1.417

Considerando una disminución promedio de 30% de disminución de consumo de leña, de acuerdo a experiencias de otros programas

Ahorro en leña		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Gran Santiago	ton leña	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Periferia Urbana	ton leña	4.086	4.086	4.086	4.086	4.086	4.086	4.086	4.086	4.086	4.086	4.086
Periferia Rural	ton leña	5.410	5.410	5.410	5.410	5.410	5.410	5.410	5.410	5.410	5.410	5.410
Total		9.495	9.495	9.495	9.495	9.495	9.495	9.495	9.495	9.495	9.495	9.495

(*) Se considera que los ahorros anuales en consumo de leña, se proyectan hasta el fin del período de evaluación, que corresponde al año 2012. Para efectos de este cálculo, se considera que el aumento en eficiencia corresponbde a la disminución en el consumo de leña que experimenta la vivienda, considerando la misma energía final al hogar y el mismo tipo de combustible

Ahorro en energía		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Gran Santiago	MWh/año	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Periferia Urbana	MWh/año	15.910	15.910	15.910	15.910	15.910	15.910	15.910	15.910	15.910	15.910	15.910
Periferia Rural	MWh/año	21.066	21.066	21.066	21.066	21.066	21.066	21.066	21.066	21.066	21.066	21.066
Total	MWh/año	36.976	36.976	36.976	36.976	36.976	36.976	36.976	36.976	36.976	36.976	36.976
Total consumo energético Medida		368.681	377.802	387.579	398.073	409.358	421.516	434.644	448.856	464.283	481.079	-36.976
Ahorro respecto a la línea base		9%	9%	9%	9%	8%	8%	8%	8%	8%	7%	7%

(**) Para efectos del cálculo de energía, se considera que la leña ahorrada corresponde a eucalipto, a un 20% de humedad, con lo que se calcula la energía ahorrada

Análisis Económico:

Para efectos de realizar el análisis económicos de las medidas se procede a tomar las siguientes consideraciones:

2.- Se estima que el costo de la medida de reacondicionamiento de acuerdo a políticas de reacondicionamiento similares llevadas a cabo en el sur de Chile

Subsidio	100 UF
Valor UF	21000 \$
Valor US	500 \$
Total	4200 \$US

3.- El costo de la leña ahorrada se estima en 0,21 US\$/kg . Para efectos del análisis se estima el ahorro al valor económico de la leña, a pesar de que un porcentaje elevado de ésta, proviene de autorecolección.

		0	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Inversión	MUS\$	104.651	0	0									
Flujo de Caja Simplificado		-104.651	1.977	1.977	1.977	1.977	1.977	1.977	1.977	1.977	1.977	1.977	1.977
		-104.651	-102.675	-100.698	-98.722	-96.745	-94.769	-92.792	-90.816	-88.839	-86.863	-84.886	-82.909
				79,32502873									

Ahorro acum.