



**UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA
FACULTAD DE INGENIERÍA, CIENCIAS Y ADMINISTRACIÓN
DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACIÓN Y ECONOMÍA**

**“CONTAMINACIÓN POR USO DE LEÑA EN LAS
COMUNAS DE TEMUCO Y PADRE LAS CASAS. ANÁLISIS
COMPARATIVO DE POLÍTICAS PÚBLICAS UTILIZADAS
A NIVEL INTERNACIONAL”**

**SERGIO ANDRÉS YÁÑEZ LEÓN
2012**



**UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA
FACULTAD DE INGENIERÍA, CIENCIAS Y ADMINISTRACIÓN
DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACIÓN Y ECONOMÍA**

**“CONTAMINACIÓN POR USO DE LEÑA EN LAS
COMUNAS DE TEMUCO Y PADRE LAS CASAS. ANÁLISIS
COMPARATIVO DE POLÍTICAS PÚBLICAS UTILIZADAS
A NIVEL INTERNACIONAL”**

**TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO
DE
INGENIERO COMERCIAL**

Profesor Guía: Yenniel Mendoza Carbonell

**SERGIO ANDRÉS YÁÑEZ LEÓN
2012**

**CONTAMINACIÓN POR USO DE LEÑA EN LAS COMUNAS DE
TEMUCO Y PADRE LAS CASAS. ANÁLISIS COMPARATIVO DE
POLÍTICAS PÚBLICAS UTILIZADAS A NIVEL INTERNACIONAL**

SERGIO ANDRÉS YÁÑEZ LEÓN

YENNIEL MENDOZA C.

YENNIEL MENDOZA CARBONELL

Profesor Guía

Violeta Marisol Cantero Mancilla

Profesor Examinador 1

Luis Roberto Reveco Sepúlveda

Profesor Examinador 2

Nota trabajo escrito :

Nota examen :

Nota final :

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero agradecer a Dios por entregarme tantas bendiciones y alegrías durante toda mi vida, y por la fuerza otorgada en el día a día.

También a mi familia, novia y amigos; pues sin ellos el camino hasta esta instancia no sería posible. Sin su fundamental ayuda cada obstáculo sería más pesado, y tal vez insuperable.

Quiero dar un especial agradecimiento a las personas que me entregaron la riqueza más importante que puede ser heredada: la educación. Gracias Padres; Roberto y Teresa, sus valores siempre serán parte de mi formación y su esfuerzo mi admiración más grande. A mis hermanos y hermanas, por creer en mí y por el apoyo incondicional que me han brindado. A mis primas y primo, por alegrar los momentos más difíciles en este camino. Gracias Valeria, por ser el soporte que necesitaba y mi compañera en este viaje de vida. Gracias amigos, los de siempre, los incondicionales.

Gracias a también a mi profesor guía, Yenniel Mendoza, por su paciencia y disposición a ayudar, a enseñarme que un trabajo exitoso es consecuencia del esfuerzo diario.

RESUMEN

El siguiente trabajo de investigación consiste en un análisis comparativo de políticas públicas utilizadas por diversas ciudades alrededor del mundo respecto al problema de la contaminación atmosférica urbana por uso de leña para calefacción residencial y en menor medida para cocinar. Se plantean distintas maneras de enfrentar este problema ambiental con especial énfasis en las medidas que se puedan adoptar y que tengan como finalidad aprender de esas experiencias internacionales para contribuir a la disminución en los niveles de contaminación del aire de las comunas de Temuco y Padre Las Casas. Las ciudades internacionales que se analizan tiene la particularidad de presentar un escenario similar al que se estableció en las comunas mencionadas de la Región de La Araucanía, es decir, una alta proporción de los contaminantes emanados a la atmósfera tiene su origen en artefactos que utilizan leña como combustible.

Los resultados entregaron una alta oferta de programas enfocados en el recambio de equipos a combustión ineficientes por otros con el mismo sistema de combustión, pero certificados por las organizaciones correspondientes, siendo por tanto altamente efectivos en todo el proceso de consumo de la biomasa. Además, se incentiva al cambio de calefacción a través de la promoción de sustitutos tales como las estufas a pellets, artefactos a gas y sistemas eléctricos.

Otros planes de acción utilizados se enfocan en la educación de la sociedad como alternativa para disminuir los niveles de material particulado fino, así como también la eliminación de estufas a leñas en las nuevas viviendas construidas.

Contenidos

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.....	11
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	15
CAPÍTULO 3: ASPECTOS LOCALES	40
3.1 Contexto general	41
3.2 Temuco y Padre las Casas	42
3.2.1 Características	42
3.2.2 Monitoreo	42
3.2.3 Plan de Descontaminación Ambiental de Temuco y Padre Las Casas.....	44
3.2.4 Resultados de los últimos años.....	48
CAPÍTULO 4: ASPECTOS INTERNACIONALES.....	50
4.1 Perth, Australia:.....	52
4.1.1 Características	52
4.1.2 Calidad del aire.....	55
4.1.3 Medidas	55
4.1.4 Conclusión.....	61
4.2 Christchurch, Nueva Zelanda:	62
4.2.1 Características	62
4.2.2 Calidad del aire.....	64
4.2.3 Medidas	65
4.3 La EPA y su Plan de acción en Estados Unidos.....	70
4.3.1 Programa “The Great American Wood Stove Changeout”	72
4.4 Libby	73
4.4.1 Características	73
4.4.2 La EPA y su Plan de acción	75

4.4.3 Resultados	79
4.5 Otros casos desarrollados por la EPA en EEUU	79
4.5.1 Los Grandes Lagos.....	80
4.5.2 Pittsburgh, Pennsylvania	81
4.5.3 Estado de California.....	81
4.5.4 Ciudades, Condados y Estados.....	85
CAPÍTULO 5: APRENDIZAJE	93
CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES.....	101
Referencias.....	106

Índice de Tablas

Tabla 1.1 Comparación entre las fuentes de energía.....	13
Tabla 2.1 Porcentaje de población en pobreza en la Comuna de Padre las Casas.....	23
Tabla 2.2 Porcentaje de población en pobreza en la Comuna de Temuco.....	24
Tabla 2.3 Población por área según Censo en Temuco y Padre Las Casas.....	34
Tabla 3.1 Días en que se excede la norma primaria de MP10 en Temuco.....	43
Tabla 3.2 Inventario de emisiones 2004.....	44
Tabla 3.3 Costos y Beneficios del PDA en Temuco y Padre las Casas 2008-2022.....	47
Tabla 3.4 Metas y plazos establecidos para el PDA.....	47
Tabla 3.5 Número de días en que se excede la norma primaria para MP ₁₀ en Temuco y Padre Las Casas.....	49
Tabla 4.1 Temperaturas mensuales promedio en Perth.....	54
Tabla 4.2 Resumen del análisis costo-beneficio de los programas.....	59
Tabla 4.3 Costos asociados al MP ₁₀ en Christchurch.....	66

Índice de Gráficos

Figura 2.1 Países por PIB Per Cápita (PPA) 2011.....	27
Figura 2.2 Número de días con concentración mayor a 150 ug/m3.....	38
Figura 4.1 Mapa Ciudad de Perth.....	52
Figura 4.2 Mapa Ciudad de Christchurch.....	67
Figura 4.3 Mapa Ciudad de Libby.....	73
Figura 4.4 Principales fuentes de MP _{2.5} en Libby.....	75

CAPÍTULO 1:
INTRODUCCIÓN

La investigación que se desarrollará a continuación permitirá conocer las políticas utilizadas en ciudades alrededor del mundo que sufren o han sufrido contaminación ambiental producida por emanaciones de calefactores que utilizan leña como combustible, además de analizar la factibilidad de aplicar en Temuco y Padre las Casas aquellas que contemplen mejoras eficaces y que económicamente sean adaptables a la realidad regional que vive La Araucanía, y en especial las comunas mencionadas.

Existe en la actualidad una visión país con creciente conciencia ecológica y con especial atención a la contaminación ambiental por todas las consecuencias que se derivan de la exposición a ella. Una muestra de la preocupación a nivel Estatal es la creación y puesta en marcha del Ministerio del Medio Ambiente, esto último en el año 2010. Con ello se pretende establecer normas que amplíen el cuidado de los componentes básicos del ecosistema: el agua, el suelo y el aire.

Específicamente, la contaminación del aire representa uno de los problemas más graves en todo el país, debido a diversos agentes que emanan partículas contaminantes y que se concentran en mayor o menor medida dependiendo de la zona y las características comunes de los sectores, provocado principalmente por la aglomeración de personas, la producción económica y el clima.

Los problemas de contaminación en la zona sur de Chile se producen por un factor común muy particular y con gran presencia en muchas de sus principales ciudades: el uso masivo de estufas y cocinas residenciales que utilizan leña como combustible.

Las características favorables que se han formado como contexto para que ocurra este hecho son básicamente el menor costo que significa adquirir leña para calefacción respecto a otras fuentes de combustible, los cuales en promedio son 4,2 veces más costosos (ver tabla 1.1). Además existe un problema de trasfondo que es muy difícil de solucionar en un corto plazo, que es el arraigo cultural en el uso de estos artefactos, costumbre trasladada en conjunto con las personas desde las zonas rurales a las ciudades.

Tabla 1.1: Comparación entre las fuentes de energía

Fuente de energía	Petróleo (litro)	Gas licuado (Kilógramo)	Electricidad (Kw-hora)	Leña (m3 estéreo)
Poder calorífico superior (Kcal/unidad)	9,156	12,1	860	1,641,920
Rendimiento de transformación %	90	92	100	65
Costo /unidad (\$)	623	956	106	24
Poder calorífico aprovechable (Kcal/unidad)	8,24	11,132	860	1,067.248
Unidades por giga caloría neta	121	90	1,163	0,9
Costo por giga caloría neta (\$)	75,603	85,839	123,256	22,488
Costo en relación a leña	3,4	3,8	5,5	1

Fuente: Causel y Vergara, 2003. Actualizado por Reyes, 2011.

Estas tipologías sumadas a un control y políticas que aún no contemplan el problema de trasfondo convierten a la contaminación ambiental en esta zona como uno de los principales agravantes en la salud sobre todo en época invernal, afectando tanto a las personas -principalmente ancianos y niños- como también al ecosistema circundante.

Por tales motivos surge la necesidad de formular nuevas propuestas en base a lo ya realizado y que presente resultados positivos, lo que permite, por una parte, disminuir los tiempos de formulación de nuevas políticas que no se han puesto en marcha y también reducir el riesgo de fracaso de las medidas, es decir, buscar a través de las externalidades positivas potenciar las labores gubernamentales respecto al medio ambiente y específicamente las condiciones del aire.

Por tanto, la siguiente investigación se plantea como objetivo general lo siguiente:

“Proponer políticas y acciones a seguir para disminuir los niveles de contaminación del aire producidos por consumo de leña para calefacción en Temuco y Padre las Casas y que han sido aplicadas en otros países con éxito”.

Con la búsqueda de políticas que han ejecutado otros países se espera encontrar un solución eficiente al problema que nos afecta, tomando como referencia la experiencia de quienes ya han buscado alternativas para atacar dicho problema ambiental desde el enfoque de la leña como el responsable directo de los elevados índices de contaminación ambiental sufridos.

Como objetivos específicos se enumeran los siguientes:

- 1) *Diferenciar los distintos tipos de agentes contaminantes del aire que existen en Chile y enfocarse a la leña como factor preponderante en las zonas urbanas de las comunas de Temuco y Padre Las Casas, para analizar cómo es el proceso de esta contaminación, su origen y consecuencias económicas.*
- 2) *Analizar las experiencias en cuanto a políticas públicas que han implementado otros países que presentan problemas de contaminación por consumo de leña para calefacción.*
- 3) *Identificar cuáles son las medidas más apropiadas para el caso de Temuco y Padre Las Casas en base a la revisión bibliográfica de otras experiencias internacionales.*

La investigación comprende el capítulo 2 destinado al marco teórico, con especial énfasis en definir los conceptos básicos de contaminación, así como diferenciar las fallas de mercado y los agentes contaminantes que afectan al país y específicamente en la región de La Araucanía a las zonas urbanas de las comunas de Temuco y Padre las Casas. El capítulo 3 tiene relación con las políticas establecidas en dichas localidades sobretodo luego de ser declaradas zonas saturadas por MP₁₀ como concentración de 24 horas. Se investiga sobre el Plan de Descontaminación Ambiental que se encuentra en pleno desarrollo y con futuros cambios respecto a la norma vigente. En el capítulo 4 se estudian ciudades en el mundo que sufrieron problemas similares en cuanto a contaminación ambiental por uso de calefacción a leña y las acciones ejecutadas por los respectivos Gobiernos e Instituciones ligadas al tema. En el capítulo 5 se entregan resultados y se concluyen las mejores políticas que sean posibles de efectuar en Temuco y Padre las Casas, además de compararlas con lo realizado por los distintos gobiernos en los últimos años en Chile. Por último se entrega la bibliografía correspondiente.

CAPÍTULO 2:
MARCO TEÓRICO

Junto al progreso generado durante las últimas dos décadas en relación a la industrialización y los avances adquiridos en materia de tecnología, además de las crecientes necesidades de consumo y por ende el cambio hacia una sociedad consumista, se ha presentado la oportunidad para que las empresas aumenten sus producciones y volúmenes de venta en cuanto a productos manufacturados para satisfacer las necesidades existentes y nacientes. Hasta aquí todo pareciera indicar que el mercado funciona correctamente y que no existe efecto alguno por el mayor consumo. Sin embargo, el problema se presenta cuando hacen aparición los residuos: todo aquel material desechado en la producción de las manufacturas y en el proceso de consumo y que no es reutilizable para la fabricación de futuros productos. Éstos son los agentes que han ido dañando al medio ambiente, lo que lleva a la necesidad de aplicar políticas públicas para reducir los daños y evitar posibles efectos negativos en el futuro.

Analizando el comportamiento de los países de primer orden, se ha establecido que “también la riqueza daña al ambiente. Los países ricos son los primeros responsables del agotamiento de los recursos no renovables como del deterioro del medio ambiente a través de la contaminación y la producción de residuos” (López, 2003). Las variables en las que se basa esa afirmación son problemas causados por el transporte (parque de vehículos), la vida doméstica, la alimentación y las prácticas de ocio.

Por otro lado, el exponencial crecimiento de la población humana ha generado un desequilibrio a estas alturas irreversible para muchas especies, siendo el causante de emigraciones, destrucción y extinciones en el medio ambiente. “Hemos reservado alrededor del 95% de las tierras del planeta para nuestro uso. Ésta es la razón principal por la cual la biodiversidad del mundo está sometida a ataque” (Miller, 2007).

A nivel macro, son las actividades humanas (agricultura, industria, consumo y producción económica) quienes generan efectos directos, relacionados a la degradación y destrucción de los ecosistemas naturales, la alteración de los ciclos químicos y de los flujos de energía naturales, los cambios en el número y en la distribución de las especies y por último, la contaminación del aire, agua y suelo. Estos procesos conforman a su vez dos grandes lineamientos que vemos reflejados en la actualidad en nuestro medio ambiente: los efectos en el cambio climático y la pérdida de biodiversidad.

Según la Real academia española, *contaminar* es “alterar nocivamente la pureza o las condiciones normales de una cosa o un medio por agentes químicos o físicos”. La *contaminación* se puede definir como “la introducción de agentes biológicos, químicos o físicos a un medio al que no pertenecen, los cuales conllevan a una modificación no deseable de la composición natural de este medio. La contaminación ambiental se revela con la alteración del medio natural, con el aumento de las concentraciones de alguno o algunos de sus componentes naturales” (Peña, 2005). Los principales tipos de contaminación guardan relación con los recursos naturales básicos: aire, suelo y agua. Dentro de estos elementos se pueden clasificar las diversas maneras de contaminación. Además de las ya conocidas y mencionadas se encuentra la contaminación radioactiva, lumínica, sonora y visual, entre muchas otras.

Es importante señalar la diferencia entre los tipos de contaminación provenientes de las manifestaciones de la naturaleza y los procesos productivos humanos. Las primeras, llamadas fuentes naturales, ocurren con mucha menos frecuencia y, a largo plazo, es la misma naturaleza la encargada de ajustar su desarrollo con estos sucesos. En cambio, la contaminación producida por acciones del ser humano, también denominadas fuentes antropogénicas, son mucho más comunes y periódicas, con un mayor poder de destrucción y alteración, dañando no sólo al hombre sino también a todos los seres vivos. Lamentablemente es el ser humano quien ajusta el medio ambiente para sobrevivir, adaptándolo y modificándolo según sus necesidades existentes.

Como ya se mencionó, la contaminación puede afectar todos los medios naturales de una u otra manera.

El agua, fuente principal de vida para todas las especies, ha sufrido las consecuencias del desarrollo humano y el desgaste que ha provocado junto con el mal uso de este compuesto trascendente e irremplazable. “La contaminación de las aguas es originada principalmente por la actividad agraria (pesticidas y abonos) y por los vertidos urbano-industriales, y la eliminación de las sustancias radioactivas producidas por armamento nuclear, centrales y hospitales, que tardan en desintegrarse miles de años” (Borrego, 1994). El mercurio, el cual se encuentra naturalmente en la corteza de la tierra y no provoca altas concentraciones de contaminación es uno de los pocos contaminantes

naturales presentes en el agua. Por otro lado, las actividades humanas concentran 4 focos principales de contaminación: sector industrial, vertidos urbanos, navegación y el sector agricultura y ganadería. Cada uno es responsable de millones de emanaciones distintas, con poderosas sustancias capaces de destruir el paisaje, la biodiversidad, y provocar catástrofes en el medio natural. Según Espinoza *et al.* (1994), los problemas de agua son percibidos en general como uno de los más importantes y como los más significativos dentro de los que afectan a los recursos naturales específicos y genéricos, llegando a representar un 16,9% del total.

El segundo elemento analizado es el suelo, del cual se poseen escasos estudios, no siendo necesariamente menos importante. Por lo mismo, el remedio, prevención y control no se encuentran desarrollados en materia de tecnología. Básicamente su dispersión no es uniforme, por tanto la emanación de los contaminantes que lo deterioran están más localizados. En otras palabras, al contaminar el suelo el rango afectado es menor comparado a la contaminación del agua o del aire. No obstante, el suelo es un factor limitante para el crecimiento, desarrollo y mantención de las especies, por tanto debe ser considerado como un componente a tener en cuenta, sobre todo en aquellos lugares donde existen suelos degradados o alterados (Bautista, 1999). Los metales pesados, plaguicidas y los hidrocarburos en altas concentraciones son algunas de las sustancias contaminantes que afectan directamente a la tierra.

En tercer lugar, y como base para la actual investigación, encontramos la contaminación del aire, la cual, según Alfaro (1999), se define como la “presencia en la atmósfera de gases, partículas y vapores que han sido incorporados directa o indirectamente al aire por el ser humano o por fuentes naturales en cantidades suficientes como para afectar negativamente animales, vegetación, materiales y al ser humano mismo”.

Es importante considerar que las políticas públicas y los avances en materia de tecnología, industria y por tanto en producción utilizadas para generar el actual nivel de globalización no consideraron la integración del aire como un recurso también escaso, limitado y al cual se debe entregar valor, tanto social como económico.

Fallas de mercado

Muchas veces una empresa posee la capacidad para hacer caer en otros los costos de sus procesos productivos o las consecuencias de éstos, con lo que se originan los efectos externos. El costo de la contaminación del aire no es posible reflejarlo directamente en el precio de los productos. Este es un caso emblemático de las llamadas *externalidades*, que según su definición son producidas por algún agente que afecta a otros sin que ello quede reflejado en las transacciones (Nicholson, 2004). Por tanto, es aquí donde debe asumir su rol protagónico el Estado, quien debe actuar como regulador de las actividades humanas que produzcan un aumento en los índices de contaminación atmosférica. Por el poder conferido, debe ser un ente activo en la reglamentación e imposición de políticas que permitan una adecuada implementación de medidas correspondientes a quien realice las actividades que provocan emanaciones de contaminantes.

Las fallas de mercado se pueden definir como “una situación en la cual el sistema de precios crea un problema para la sociedad o no alcanza las metas de éstas” (Tucker, 2001). Por tal motivo no se permite la obtención de resultados eficientes o que sean satisfactorios. Dentro de ellas se encuentra la aparición de monopolios, externalidades, bienes públicos y deficiencias en la transmisión y procesamiento de información (Zuleta *et al.*, 2003).

Según Glover (2010), el medio ambiente está al margen del mercado, ya que el modelo dominante no incluye los bienes y servicios de la naturaleza, por ende sus productos no son considerados valiosos en la práctica de la toma de decisiones privadas. Panayotou (1994), identifica las fallas del mercado como el núcleo de los problemas ambientales.

Los principales problemas que se definen en torno al mercado y medio ambiente son:

Externalidades

Según Parkin, “Se denomina externalidad al costo o beneficio que surge de la producción y recae sobre una persona distinta del productor, o del costo o beneficio que surge del consumo y que recae sobre una persona distinta al consumidor” (Parkin, 2006).

De manera más simplificada, Nicholson (2005) las define como el efecto que provocan las actividades económicas de un agente sobre el bienestar de otro, ya sea entre empresas, personas o la mezcla de estos agentes sin que el sistema de precios lo tome en cuenta.

Podemos clasificar las externalidades en positivas y negativas; las primeras no se consideran como fallas por el hecho de mejorar las condiciones iniciales del mercado (Taborda, 2005). Por otro lado es mayor el énfasis que se debe poner sobre las externalidades negativas, ya que sin regulación los partícipes activos del mercado pueden actuar optimizando sus beneficios privados en desmedro de las consecuencias sociales negativas generadas al resto de los agentes.

Si se analiza el problema de la contaminación en forma general, nos encontramos con que los mayores productores de externalidades nocivas son las empresas y en particular las industrias debido a sus emanaciones de contaminación a los tres grandes componentes del medio ambiente; el suelo, el agua y el aire. Por otro lado el transporte afecta en gran medida la atmósfera siendo uno de los causantes más recurrentes de la contaminación ambiental principalmente en las metrópolis de los países en desarrollo. En Chile, el caso específico de la contaminación atmosférica producida por leña muestra a los hogares como agente trascendental en el uso de este biocombustible, alcanzando incluso el tercer lugar entre las fuentes de energía en el país, siendo la principal en el sur de Chile. Con el gran consumo existente se han generado problemas casi irreversibles a la atmósfera, con una característica particular: los mismos habitantes de las ciudades son los responsables directos del aumento en los niveles de material particulado y desechos en general producidos por el uso inapropiado e incluso abusivo de leña como fuente de calefacción, buscando satisfacer estas necesidades sin la correcta incorporación de un mayor precio por las consecuencias provocadas al resto de las personas. Al ser un problema que puede dañar a todos los habitantes de los sectores en cuestión, esta forma de generar externalidades es muy difícil de arraigar sin políticas públicas y acciones específicas por que son las mismas personas quienes exponen su salud y la de los demás realizando estos actos. Ésa es la gran diferencia con los otros agentes y emanaciones de contaminación atmosférica.

Información imperfecta

Se relaciona a la carencia de información por parte de los productores y/o consumidores para poder realizar una valoración adecuada de los productos o servicios ofrecidos o demandados. Esta falla afecta la capacidad de los mercados de ofrecer precios adecuados, tomado con ello malas decisiones, siendo el bienestar de la sociedad perjudicado en la asignación eficiente de los recursos (Nicholson, 2004). Los ejemplos más comunes que se encuentran son la medicina y el mercado automotriz, donde el desconocimiento de información por parte de los consumidores (sobre todo en el primer caso) no puede ser fácilmente resuelto, por ende muchas veces los precios finales son distintos a los que un mercado con correcta información entregaría como equilibrio.

Específicamente en el mercado de la calefacción a leña, el hecho que existan imperfecciones en este ámbito genera ineficiencias en cuanto a la utilización de los recursos. Es decir, si las personas que consumen leña para combustión no poseen información referente a calidad del aire, emanación de material particulado o consumo eficiente de leña, sus acciones pueden ir en contra del óptimo de la sociedad en su conjunto. En el caso del contrario (ciudadano que inhala el material particulado) ocurre algo similar, pues por lo general no cuenta con información perfecta para detectar los focos de contaminación ambiental y evitarlos. Por tanto, al no conocer sobre el problema muchas personas se exponen al consumo de estos, disminuyendo su bienestar.

Bienes preferentes

Son los bienes y servicios que los individuos no consumen o lo hacen en menor cantidad respecto de lo que el Estado espera, ya que según este agente, es importante que las personas disfruten de cierta cantidad o calidad de algunos bienes y servicios. Por otro lado, también se puede considerar como ineficiente la cantidad provista de los mismos en el mercado, siendo de una importancia especial desde el punto de vista de los decisores políticos, y por eso intervienen para cambiar la asignación de éstos (Álvarez, 2010).

El Estado es quien debe considerar dentro de las preferencias de los consumidores el uso de energías renovables y ejecución de acciones en pos de renovar el transporte y otras gestiones a favor de la disminución de agentes contaminantes. Por ejemplo la restricción

vehicular tiene por objeto el uso de transporte público buscando un impacto menor en la contaminación ambiental. Asimismo, se debe actuar en el sur del país, fortaleciendo el uso de energía que mejore o sustituya a la leña como combustible.

Competencia imperfecta

“Cuando la competencia es imperfecta, el mercado producirá demasiado poco de un bien y el precio de mercado será demasiado alto” (Stiglitz *et al.*, 2009). En esta falla de mercado los productores y consumidores no valoran de la misma manera los bienes y servicios. Simplificando las consecuencias nos encontramos con que la competencia imperfecta da origen a capacidad productiva ociosa, siendo uno o pocos agentes quienes no tienen necesidad de incrementar su producción afectando directamente la formación de los precios. Se encuentra asociada a la existencia de barreras de entrada al mercado, tanto para oferentes como también demandantes.

Dentro del mercado energético, el de la leña es el único que puede catalogarse como de competencia perfecta, al poseer un gran número de oferentes y demandantes y es casi nula la existencia de barreras de entrada y salida. Por tanto, no se considera como una falla de mercado que origina este problema de contaminación en las ciudades del sur de Chile. Todos sus posibles sustitutos (petróleo diesel, gas licuado y carbón) se encuentran principalmente en mercados oligopólicos, es decir, forman parte de la competencia imperfecta (Burshcel *et al.*, 2003).

Equidad

La distribución de ingresos por lo general no guarda relación con los índices país que se conocen y en algunos de ellos que desde el punto de vista macro se encuentran en alza, existe una diferencia abismante en relación a los ingresos de los individuos. Tal es el caso de Chile, en el cual según el informe “Society at a glance (2011)” de la OCDE, entre los países pertenecientes a esta Organización, Chile es quien tiene el mayor coeficiente de desigualdad de ingresos (0.50 en coeficiente de Gini, siendo el promedio 0,31). Según el Plan Araucanía 7 realizado por el Gobierno para atacar estratégicamente las deficiencias de la región, la Araucanía se encuentra con un retraso de 20 años respecto a la media nacional en indicadores tales como el PIB Per Cápita, Ingreso Per Cápita, desigualdad educacional y

alfabetización; a 18 años en cuanto a la extrema pobreza y con 16 años de retraso en pobreza y años de escolaridad. Además posee una tasa relativa de pobreza de un 18,9% y un 38% de los chilenos reporta que les es muy difícil vivir de los ingresos actuales, con una media del 24% en los países de la OCDE. Específicamente, la región de la Araucanía es una de las más pobres del país, agregando esto una agravante más a los datos expuestos anteriormente.

Los resultados obtenidos según la Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional de 2009 muestran que las Comunas de Temuco y Padre las Casas mantienen índices mucho más elevados que los presentados por el país respecto a la pobreza en las personas, siendo Padre las Casas la más afectada con un porcentaje de pobres indigentes¹ superior al 13% y con pobres no indigentes cercano al 22% (Ver tabla 2.1). Mientras que Temuco, con un 5,82% mantiene una tasa de pobres indigentes menor al resultado de la Región (9,01%) pero mayor al porcentaje nacional (3,74%). El mismo efecto ocurre con los pobres no indigentes (Ver tabla 2.2). Otro análisis destacable es la preocupante alza que se experimenta en este ámbito desde los resultados anteriores entregados en 2006, con lo cual se manifiesta un retroceso en la lucha por eliminar la extrema pobreza.

Tabla 2.1: Porcentaje de población en pobreza en la Comuna de Padre las Casas

Pobreza en las Personas	Padre las Casas (%)			Región	País
	2003	2006	2009	2009	2009
Pobre Indigente	7,97	3,79	13,31	9,01	3,74
Pobre no Indigente	20,93	12,88	21,98	18,08	11,38
No Pobre	71,10	83,33	64,71	72,9	84,88
Total	100	100	100	100	100

Fuente: Elaboración propia con datos Casen 2009

¹ La pobreza en Chile se define a partir de una canasta básica de alimentos, cuyo valor se actualiza según la evolución de los precios. Con ese valor se definen la línea de indigencia y la línea de pobreza (\$32.067 y \$ 64.134, respectivamente para CASEN 2009).

Tabla 2.2: Porcentaje de población en pobreza en la Comuna de Temuco

Pobreza en las Personas	Temuco (%)			Región	País
	2003	2006	2009	2009	2009
Pobre Indigente	7,58	4,18	5,82	9,01	3,74
Pobre no Indigente	13,35	7,91	15,36	18,08	11,38
No Pobre	79,08	87,91	78,81	72,9	84,88
Total	100	100	100	100	100

Fuente: Elaboración propia con datos Casen 2009

Dado este contexto, se debe manifestar además que el uso de leña es la manera más económica para satisfacer una necesidad inserta en la región como es la calefacción, ocasionado por el clima existente, donde las temperaturas son extremas y la temporada de invierno es más prolongada que el verano. Por todo esto será muy difícil prohibir o limitar su uso sin políticas que incorporen todos los factores expuestos, sobre todo el ingreso, que en parte restringe las opciones de calefacción para los individuos.

Bienes públicos

“Son aquellos que le interesan a la comunidad en su conjunto y que, por lo menos socialmente, no son susceptibles de fragmentación para establecer posiciones a favor de unos sujetos en particular” (Trujillo, 2007). Para diferenciar un bien público de uno privado se deben nombrar dos condiciones fundamentales: EL consumo rival y la propiedad de exclusión. En el primero el consumo de una persona no impide o perjudica el de otra, no existiendo rivalidad en ellos por optar a un nivel de consumo. Por otro lado para ser considerado dentro de bien público también es necesario que existan problemas de exclusión debido a que no se puede o es muy costoso excluir a quienes no lo consumen y no pagan (Stiglitz, 2000).

La intervención del Estado

Estas fallas de mercado, como se dijo anteriormente, sólo pueden ser reguladas por el Estado, pasando a ser la contaminación, en todas las formas en las cuales ésta se presenta, un problema que puede ser mejorado en base a decisiones de índole político.

El mayor problema es que muchas veces, y por razones obvias, los Gobiernos tienen otras prioridades, tales como el crecimiento económico, desempleo e inflación, los problemas sociales, deuda externa, etc. y otros problemas de corto plazo, por lo que las políticas ambientales no se encuentran entre los temas principales a desarrollar durante los años en que un partido está gobernando.

Específicamente los países de América Latina poseen un plan de Gobierno de corto a mediano plazo, correspondiente a los años en que el partido político de turno se encuentra administrando. En el caso de Chile las estrategias utilizadas para generar cambios a largo plazo no es una característica primordial. El hecho de saber que el presupuesto es rígido constituye una de las variables por las cuales no se desarrollan actividades tales como la descontaminación dentro de las políticas públicas principales (Piazze *et al.*, 2005), por ende el desarrollo de acciones a corto plazo conforman las estrategias de los Gobiernos para demostrar a los ciudadanos con hechos concretos su nivel de compromiso hacia el mejoramiento de la calidad de vida de todos.

Esta mirada cortoplacista conduce a una ejecución de acciones simplificadoras que, si bien presentan mejoras en el momento, no generan un mayor valor futuro, tal como sí lo pudiese realizar el planteamiento y construcción de políticas que sobrepasen una etapa de Gobierno o un partido político, buscando un cambio coyuntural, enfocado a las necesidades atingentes de la sociedad. Además, si dichas necesidades no son cubiertas de manera oportuna, se puede ocasionar un daño irreversible a la sociedad con lo cual acciones posteriores no ofrecerán las respuestas esperadas.

Desde este punto de vista, se puede considerar entonces la contaminación como un problema de fondo trascendental sin muchas opciones de ser un tema central debido a la existencia de otras necesidades “básicas”. “Estas políticas son a menudo bienes de lujo que las sociedades se permiten sólo cuando han alcanzado cierto nivel de bienestar económico. En otras palabras, son gastos (públicos) cuya elasticidad-ingreso es superior a 1,0” (Polése, 1998).

En cuanto a la contaminación en las zonas urbanas, que es donde se encuentran las concentraciones de la población en la mayoría de los países, se estima de carácter general,

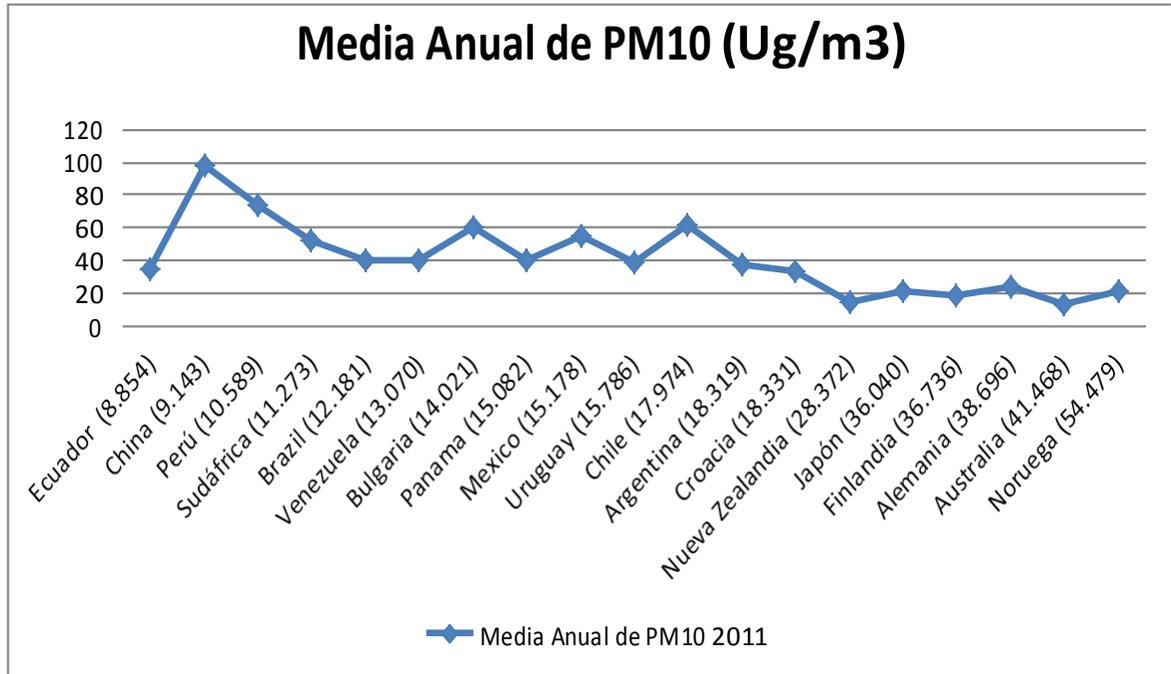
que existe un comportamiento con forma de campana, tal como se postula en la *curva ambiental de Kuznets*, siendo el desarrollo y el crecimiento económico las variables que permiten establecer a un país en cierta zona.

“La Curva ambiental de Kuznets es una hipótesis según la cual existe una relación de U invertida entre crecimiento económico y degradación ambiental en la que se plantea que la demanda por una mejor calidad ambiental se incrementa conforme aumenta el ingreso per cápita” (Cordero-Salas, 2004).

Si analizamos la relación entre el nivel de ingresos y la calidad ambiental nos encontramos con que en la primera etapa de desarrollo económico de un país su sector industrial es pequeño y por ende no efectúa grandes emisiones de contaminantes y las que se llevan a cabo no son de gran importancia. Mientras va en crecimiento la economía y la demanda de bienes y servicios, comienza a generarse un alza en la emanación de contaminantes. Podríamos decir que la utilidad marginal del consumo es alta. Pero con el crecimiento del consumo, su totalidad marginal decrece, y muy probablemente la utilidad ambiental de la calidad ambiental se incrementa.

Quienes se encuentran en el inicio del desarrollo tenderán a no considerar dentro de sus prioridades los efectos de la contaminación y las políticas al respecto no son de gran importancia. Mientras que aquellos países ya desarrollados llevan a cabo acciones respecto al control de la contaminación e imponen políticas frente a los agentes contaminantes. “En resumen, el desarrollo provoca el aumento de la contaminación, pero aporta también los elementos necesarios para su reducción” (Polése, 1998).

El gráfico siguiente considera un grupo de países de medios y elevados ingresos medidos por PIB Per Cápita a PPA del año 2011, con lo que se busca demostrar el comportamiento de éstos en dependencia de dicho factor, analizados en referencia a la media anual de PM_{10} (Ug/m^3).



Elaboración propia con registros de Base de datos de la OMS respecto a la contaminación del aire exterior, 2011.

Figura 2.1 Países por PIB Per Cápita (PPA) 2011

Fuente : Elaboración Propia con datos INE

La tendencia hacia una mayor preocupación por la contaminación y el uso de políticas ambientales es evidente en los países desarrollados y con elevados ingresos per cápita. En los países en vías de desarrollo se identifica cierta disparidad pero con tendencia a un aumento progresivo hasta un punto donde se hace inminente el cuidado por el medio ambiente.

Podemos observar que Chile es uno de los países más elevados del gráfico en cuanto a contaminación del aire por MP_{10} , evidenciando la falta de conciencia social y las insuficientes políticas en este ámbito.

Según Ríos *et al.* (2005), Santiago de Chile es una de las ciudades más contaminadas del mundo en cuanto a emanaciones de óxido de carbono, ozono y material particulado. Esto se debe principalmente a sus condiciones de ciudad industrializada, con problemas de ventilación en los meses más fríos y con una gran congestión vehicular.

Se hace necesario por tanto, establecer políticas que restrinjan a los agentes contaminantes sus actuales niveles de emanaciones, contemplando acciones llevadas a cabo

en otros lugares del mundo, pues al no poseer una basta experiencia en el tema² es necesario adoptar medidas ya probadas y con resultados positivos.

Por ejemplo, la Unión Europea ha sido una de las primeras organizaciones de carácter mundial en desarrollar acciones conjuntas para priorizar sus políticas de medio ambiente y disminuir los niveles de contaminación atmosférica. En el Tratado de Amsterdam (1999) se propuso como objetivo: “Garantizar un alto nivel de bienestar para todos, restablecer la calidad del medio ambiente donde se haya deteriorado y actuar para mantener el equilibrio esencial necesario para una adecuada calidad de vida y un desarrollo sostenible” (Seoánes, 2002). Uno de los temas a tratar con mayor énfasis es el transporte, por ser el responsable del 25% de las emisiones totales de CO₂ en Europa.

Los países desarrollados consumen madera para combustible, pero en comparación a los países en desarrollo es muy inferior la cantidad consumida. La leña, el carbón y otros combustibles proveen el 30% del total de energía primaria consumida en los países en desarrollo, estimando el uso de éste para calefacción en alrededor de 2 mil millones de personas. “Con el aumento en la escasez de madera y ante la imposibilidad de acceder a fuentes alternas de energía, la brecha entre países ricos y pobres es cada vez mayor” (Solís *et al.*, 2003).

Los residuos producidos por biomasa son aproximadamente el 10% del consumo total de energía. De este porcentaje, el 90% se utiliza como calefacción de los hogares y combustible para cocinar en los países en desarrollo (Luke *et al.*, 2007).

El enfoque a adoptar de las políticas debe estar en la ciudad, ya que ésta, como expresión de un lugar geográfico creado por el ser humano, no tan sólo produce modificaciones importantes en las condiciones climáticas existentes en los interiores de los edificios y grandes construcciones propias del sector urbano, sino también en los alrededores de éstas, ya que sus emanaciones de gases, polvos y aerosoles son removidos a otros lugares gracias a efectos del viento y las lluvias. Por ende, existe un grado de relación

² En marzo de 1994 se crea la Comisión Nacional del Medio Ambiente, la cual se transforma en el primer ente con características autónomas para decidir las políticas al respecto. Actualmente existe el Ministerio del Medio Ambiente y la Superintendencia del Medio Ambiente.

entre la localización de las zonas urbanas y los niveles de contaminación en sectores aledaños.

El aumento progresivo de la urbanización necesariamente implica ocupar territorios y recursos ambientales, adecuarlos e incorporarlos para la expansión del área urbana. Es ahí donde diversos factores pueden actuar de manera distinta buscando un mismo resultado. Por ejemplo, la desigualdad social contribuye en la determinación de la distribución de la población, en las características de la urbanización y en los riesgos y presiones sobre el medio ambiente. Por otro lado, se encuentra la estructura y el desarrollo del gobierno local, los cuales otorgan la existencia de órganos y legislación orientados a la defensa del medio ambiente y la fiscalización y seguimiento de acción de los agentes públicos y privados, de instrumentos de intervención pública a través de Planes Ambientales que tienen como fin adecuar el crecimiento urbano a la interacción con el medio ambiente.

En el caso latinoamericano, existen ciudades como San Pablo, Ciudad de México y Santiago de Chile que manifiestan en forma generalizada los mayores índices de contaminación ambiental de la región. Esto es producto principalmente de la aglomeración de personas, el creciente desarrollo de las industrias y el incremento en el parque automotriz, variables que se repiten como indicadores de contaminación.

Se estima que una quinta parte de la población regional está expuesta a contaminantes atmosféricos que sobrepasan los límites recomendados, sobre todo en las megalópolis regionales y las grandes áreas metropolitanas, aunque esta problemática se está expandiendo a ciudades de tamaño medio y pequeño (CEPAL, 2000a).

Las medidas propuestas para buscar mejoras en la calidad del aire tienen básicamente un enfoque hacia el sector industrial, a través de mejores procesos de filtración de los gases, también hacia el transporte privado, buscando generar un menor grado de emisiones contaminantes (mejor tecnología automotriz y restricción vehicular, entre otras medidas), y en el transporte público el uso de nuevos sistemas y máquinas. Además se promueve la reducción de la energía a través de un menor consumo con medidas de conservación y eficiencia energética.

A pesar de esto, una realidad latente es también el hecho de la existencia de grupos de intereses, los cuales tienden a limitar las regulaciones y la capacidad de imposición de quienes ejercen la autoridad en materia ambiental. Esto sucede por la dependencia de las grandes organizaciones en América Latina (y en gran parte del mundo) respecto a los recursos naturales y porque el crecimiento está directamente relacionado a ellos como grandes agentes generadores de empleo y de ingresos. Un indicador de crecimiento sostenible debiese estar ligado a la capacidad de aumentar la producción sin necesidad de disminuir los recursos naturales, buscando a la vez un mayor desarrollo regional.

Puntualmente, Chile ostenta algunas características compartidas por otras situaciones de la región en cuanto a contaminación, tales como la industria, la población y el transporte como fuentes de presión sobre el medio ambiente, pero también posee otras propias relacionadas a factores incidentes como el clima y la cultura.

Para definir cada caso en Chile, se debe fraccionar en tres sectores geográficos puntuales: zona norte ligada a la minería, Región Metropolitana con una elevada centralización de población y actividades económicas, y por último, la zona sur y sus fuentes de calefacción en los hogares básicamente por la leña.

En la zona norte del país, específicamente en Chuquicamata y en otras ciudades vinculadas a la minería (CEPAL/OCDE, 2005), se encuentran concentradas unas pocas industrias con un gran poder de contaminación y de emanación de gases y partículas causantes de graves enfermedades para los habitantes locales.

“Las emisiones de sulfuro provenientes de las fundiciones de cobre han representado desde hace tiempo un problema ambiental prioritario debido a sus consecuencias para la salud y el medio ambiente, que afectan no sólo a los ecosistemas naturales que rodean las instalaciones, sino también a la producción agrícola” (CEPAL/OCDE, 2005).

Particularmente la comuna de Calama ha sufrido un fuerte aumento en la cantidad de habitantes debido al traslado de la población desde Chuquicamata por el cierre del campamento minero el año 2007. “La ciudad de Calama fue declarada zona saturada por norma anual de MP₁₀ el 30 de mayo de 2009” (CENMA, 2008). Estas localidades presentan

problemas de salud relacionados a las actividades propias de la zona, a los estilos de vida y al desarrollo económico. Las enfermedades que más afectan son las de índole crónica, los distintos tipos de cáncer, los accidentes y los problemas de salud mental, consecuencia tanto de los cambios sociales como de la contaminación del medio ambiente y del mundo laboral. Respecto a la mortalidad, las enfermedades del sistema respiratorio conforman la segunda causa más recurrente de muertes (después de las enfermedades del sistema circulatorio), concentrando un 9,4% de las defunciones regionales, incluyendo en ellas los tumores malignos a la tráquea, bronquios y pulmones, además de la neumonía.

La segunda Zona de análisis es la Región Metropolitana que, tal como se describía anteriormente, posee problemas comunes de las grandes metrópolis latinoamericanas, siendo una de las ciudades más contaminadas de América Latina (Gil *et al.*, 1993). Las principales causas de sus elevados índices de contaminación son la mayor demanda de actividades industriales y de servicios, el creciente aumento del parque automotriz, el aumento de la población y la expansión del radio urbano (Morales, 2006). Además, al ser una cuenca que limita tanto con la Cordillera de los Andes como con la Cordillera de la Costa posee condiciones muy perniciosas para la dispersión de partículas contaminantes.

Según el Informe “Estado del Medio Ambiente en Chile 2008” de la Universidad de Chile, en el período abril - agosto, correspondiente a la época otoño/invierno, el principal problema de contaminación atmosférica en Santiago de Chile son las altas concentraciones de material particulado respirable MP₁₀, que en varias ocasiones supera los niveles normados alcanzando valores considerados peligrosos para la salud de las personas. Además, el tráfico vehicular (fuentes móviles) es también uno de los contaminantes más importantes, principalmente por el monóxido de carbono (Co), óxido de nitrógeno (NOx) y los compuestos orgánico volátiles (COV) (Simioni, 2003).

Uno de los instrumentos económicos utilizados en la gestión ambiental de la Región Metropolitana es el sistema de compensación por emisiones de material particulado, el cual se enmarca dentro del Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica, establecido entre los años 2005 y 2011.

Por último, en el sur del país ha ocurrido un alarmante crecimiento de material particulado, debido al uso de leña como una de las fuentes primordiales de calefacción. En el caso específico de Temuco, en 2005 fue declarada como zona saturada para PM_{10} (Oyarzún, 2010).

Otras ciudades como Rancagua, Talca, Chillán, Osorno y Coyhaique (que en definitiva se encuentran, como Temuco, con niveles de tamaño medio y alejadas de la costa, con menos ventilación) también presentan situaciones similares, con altos niveles de MP_{10} , sobre la norma vigente³.

¿Por qué resulta complejo tomar medidas respecto a los agentes contaminantes que afectan en mayor grado el sur de nuestro país?

Se entiende que todo tipo de contaminación proporciona una externalidad negativa por la cual el Estado en su rol de agente regulador debe actuar, siendo dentro de lo complejo del contenido una tarea más sencilla o simplificadora el hecho que los actores contaminantes, ya sean fuentes móviles como los vehículos o fuentes fijas como las industrias, sean los generadores directos de tales impactos, pues es fácil identificarlos y por tanto aplicar políticas ya sean restrictivas o de impuestos. Esto, según lo revisado anteriormente, ocurre en la zona norte (principalmente Calama y sus alrededores) y centro (especialmente la Región Metropolitana). Sin embargo hacia el sur del país, la contaminación cambia de agente responsable. Aquí el uso de leña para calefacción y en menor medida para cocinar son las causas fundamentales de los elevados y peligrosos niveles de contaminación que varios estudios han presentado con alarmantes cifras en cuanto a problemas de salud, tanto por mortalidad como morbilidad (CONAMA, 2007).

Por ende, es necesario responder ciertos cuestionamientos y reflexionar sobre las políticas utilizadas y las diferencias que estas presentan en relación a las ejecutadas en el resto del país.

El grado de complejidad surge por el hecho que son las mismas familias quienes contaminan y por tanto se produce una disyuntiva mayor a los encargados de generar la

³ La norma vigente es de $150 \mu g/m^3$ como concentración de 24 horas, de acuerdo al Decreto Supremo N° 59 del año 1998.

legislación y políticas para castigar a los responsables. Esto puede suceder con conocimiento de causa, por desinformación o simplemente por falta de recursos. Cualquiera sea la razón es posible lograr la clave para contrarrestar tales daños, a través de una masificación de la información o un subsidio para obtener mejores tecnologías en cuanto a calefacción. Todo esto acompañado de reducciones en los efectos locales y globales para utilizar la energía más eficientemente y administrar cuidadosamente la forma de energía que se utiliza en las áreas urbanas.

Es destacable también que debe existir una preocupación inmediata para atacar este problema, ya que una de las variables de las cuales dependen los efectos adversos en la salud de las personas es la concentración y la duración de la exposición al ambiente contaminante (Oyarzún, 2010).

Además, según la opinión de expertos es importante trabajar en una solución integral, a través de una política de Estado que establezca normas y que informe a la población sobre los efectos que puede causar el uso excesivo de leña para calefacción, sobre todo si ésta presenta altos índices de humedad, pues libera un mayor contenido de material particulado.

Los niveles de contaminación ya deben enfrentarse como un macro problema, sobrepasando un territorio o un sector socioeconómico determinado. Esto por el hecho de que los agentes contaminadores se encuentran indistintamente en todas las áreas. Dado este escenario, las políticas que se han constituido y las que emerjan en búsqueda de disminuir los niveles presentes, deben tener un enfoque holístico, en el cual se pueda relacionar los objetivos sociales con las medidas de acción, considerando los efectos directos e indirectos que el ambiente natural y social presentan en permanente interacción (Leff *et al.*, 2006).

Las políticas ambientales urbanas reconocen el daño que hacen las ciudades a los problemas ambientales, como el cambio climático, a través de las emisiones resultantes del uso de la energía para fines domésticos e industriales y el transporte. Se deben buscar por tanto reflejar respuestas a los problemas producidos por el transporte público deficiente, la congestión del tráfico vehicular, los residuos industriales y todos los agentes contaminadores, como la calefacción por leña.

Refiriéndose a la región de La Araucanía, existe cierto grupo no menor de habitantes que en las últimas décadas se ha trasladado desde el sector rural al urbano y que tiene incorporado como parte de su cultura el uso de leña para las actividades ya mencionadas: calefacción y cocina. En este caso se hace aún más complejo el establecimiento de políticas y programas, por tanto focalizar dichas actividades a otros medios como el uso de calefacción por medio de energía eléctrica, suelo radiante o calefacción por gas debe ser una de las tareas primordiales en materia ambiental. Según estudios, la situación geográfica interviene más directamente en las necesidades de calefacción que las características socioeconómicas de los habitantes.

La siguiente tabla muestra el aumento de la población urbana y rural en las comunas analizadas, de lo cual se destaca el incremento en un 20,04% de la población urbana desde el año 1992 a 2002 en Temuco, mientras que la rural sólo tuvo un crecimiento del 11,85%.

El caso de Padre las Casas es similar. El área urbana aumentó en un 26,85% su población, en tanto la rural lo hizo en un 13,64%.

Tabla 2.3: Población por área según Censo en Temuco y Padre Las Casas

Comuna	Población Censo 1992			Población Censo 2002		
	Área Urbana	Área Rural	Total	Área Urbana	Área Rural	Total
Temuco	185.936	11.300	197.236	232.528	12.819	245.347
Padre Las Casas	24.651	21.674	46.325	33.697	25.098	58.795

Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Estadísticas.

El crecimiento en ambas comunas puede explicarse por el grado de atracción que ejerce Temuco a los habitantes del resto de la Región, quienes buscan mejorar su calidad de vida en esta ciudad que se presenta como eje central para la mayoría de las actividades comerciales de la región. “Del mismo modo, su condición de capital regional hace que se reúnan todos los estamentos político-administrativos del Estado, las principales instituciones financieras del país y se encuentren la mayor cantidad de proveedores de diversos productos y servicios, como educación y salud” (CONAMA, 2007). Por su parte, Padre las Casas, por cercanía, locomoción y calidad de instalaciones se presenta como una alternativa viable para quienes buscan residir cerca de sus lugares de trabajo. Es por esto que ambas comunas incrementaron su área urbana y también aumentaron levemente la

población urbana respecto al total comunal. En el caso de Temuco esto corresponde a un alza de 94,3% en 1992 a 94,8% en 2002, mientras que Padre las casas lo hizo de un 53,2% en 1992 a un 57,3% en 2002.

Como se comentó, existe una alarmante preocupación por los niveles de toxicidad que se encuentran en la región de La Araucanía. En el estudio "Análisis del efecto a corto plazo de la contaminación atmosférica por material particulado respirable sobre la mortalidad y morbilidad por enfermedades respiratorias y cardiovasculares en Temuco, (2007)", se buscaba establecer los niveles de riesgo de los contaminantes que se encuentran en la zona. Se descubrió que Temuco posee un mayor riesgo incluso que Santiago de Chile, debido a los efectos del material particulado fino en esta comuna.

Según Conama (2007), la combustión generada por componentes de biomasa, específicamente por leña, presenta una mayor cantidad de material particulado fino que lo generado en Santiago por los agentes que emanan contaminantes. Medido en términos porcentuales entre el 80 y 90% de MP₁₀ es en realidad material particulado MP_{2,5}. En Santiago, en cambio ese rango está entre un 30 y 60%.

Oyarzún (2010), describe a las partículas con diámetro menor o igual a 10 µm (MP₁₀) como capaces de introducirse en las vías respiratorias. Mientras las iguales o menores a 2,5 µm alcanzan los bronquiólos terminales y los alvéolos, alcanzando incluso otros órganos por medio del sistema circulatorio. Más recientemente se han descrito las partículas "ultra finas" cuyo diámetro es aún menor ($\leq 0,1$ µm) y pueden pasar directamente desde los alvéolos al torrente circulatorio.

Según Kleeman *et al.* (1999), las partículas producidas por combustión de leña son por lo general menores a 1 µm, oscilando entre los 0,15 y 0,4 micrones. Las partículas que se encuentran dentro de este rango evaden el sistema de defensa mucociliar, depositándose en las vías aéreas periféricas, ejerciendo efectos tóxicos (Luke *et al.*, 2007).

Diversos estudios demuestran que las consecuencias producidas por la inhalación de humo de leña para calefacción afecta tanto a personas con problemas respiratorios como a individuos sanos. En los adultos, los principales problemas se relacionan a bronquitis

crónica, enfermedades pulmonares crónicas, hipertensión arterial pulmonar y alteraciones en los mecanismos pulmonares de defensa inmunológica.

Los niños en etapa preescolar que viven en hogares con calefacción por leña sufren las consecuencias más graves, principalmente la disminución de la función pulmonar en los jóvenes asmáticos, aumento de la bronquitis aguda e incidencia en las infecciones respiratorias agudas. Además estos niños poseen una mayor propensión a sufrir problemas respiratorios crónicos y severos que aquellos de la misma edad que viven con distintas condiciones de calefacción (EPA, 2007).

Los principales componentes de la leña son la celulosa, aproximadamente entre el 50 y 70% de su peso y la lignina en un 30%. La emanación de contaminantes se compone esencialmente de gases inorgánicos como el monóxido de carbono (CO), ozono (O₃) y dióxido de nitrógeno (NO₂), los cuales en grandes cantidades son responsables de asfixias e irritaciones, además del ya mencionado material particulado (MP₁₀ y MP_{2,5}).

Entre los compuestos que emanan las estufas a leña y chimeneas se encuentran varios cancerígenos (policíclicos aromáticos, hidrocarburos, benceno, aldehídos, material particulado respirable, monóxido de carbono y óxido de nitrógeno). Éstos se localizan en los diversos estados de naturaleza; sólido, líquido y gaseoso, siendo el material particulado el mayor indicador de impacto en la salud de las personas por encontrarse generalmente en todas las fuentes de combustión. Lo destacable es que las partículas emanadas por el uso de leña para calefacción se clasifican dentro del rango de las más perjudiciales para la salud humana, debido a que su composición química difiere a los derivados de la combustión de combustibles fósiles. Un punto a considerar preocupante es que no se hacen diferencias en los reglamentos tanto nacionales como internacionales sobre la composición de partículas, exceptuando el tamaño de éstas (Luke *et al.*, 2007).

Otros investigadores mencionan las agravantes que entrega el consumo de leña para calefacción:

Según Marco Antonio Reyes, “el humo proveniente de la cocción y/o de sistemas de calefacción que usen carbón o elementos de biomasa, aumentan significativamente el riesgo de enfermedades respiratorias (neumonías, bronquitis, etc.) en especial si los sistemas

utilizados son abiertos y mal ventilados. Se considera que niños de muchos países en desarrollo están expuestos a concentraciones diarias pico de partículas respirables provenientes de combustión de biomasa, 20 veces mayores que los niveles encontrados en lugares de países desarrollados donde se fuman 2 paquetes de cigarrillos al día” (Reyes, 2006).

Hernández (2003) agrega que se han hallado altas concentraciones de MP_{10} producidas entre los meses de abril y septiembre, debido a las precipitaciones y el clima en general (procesos de inversión térmica) en el sector urbano, que dificultan la dispersión de los contaminantes, y aumentan el uso masivo de leña para calefacción.

En la comuna de Temuco, cuando las concentraciones sobrepasan el nivel establecido por norma, en general es producido por un efecto de aumento en las concentraciones horarias durante la noche, desde las 19 horas, lo cual se relaciona al uso de leña como calefacción domiciliaria y a la disminución de los vientos que incentivan lo primero (CENMA, 2008). Durante la madrugada y en la tarde, junto al aumento de la intensidad de viento que favorece la dispersión, las concentraciones horarias disminuyen bruscamente cayendo a niveles cercanos a cero en ocasiones de alta humedad relativa, mayor a 95% (CENMA, 2004).

En Padre Las Casas también se ha obtenido valores diarios por sobre la norma, siendo en general menores concentraciones que las registrados en Las Encinas, estación de monitoreo en Temuco (CENMA, 2008). Se debe al hecho que existe una menor afluencia de gente en el lugar donde se encuentra instalada la Estación de Padre las Casas.

El siguiente gráfico muestra la cantidad de días al año en que la concentración de material particulado es mayor a lo establecido ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en la Novena Región.

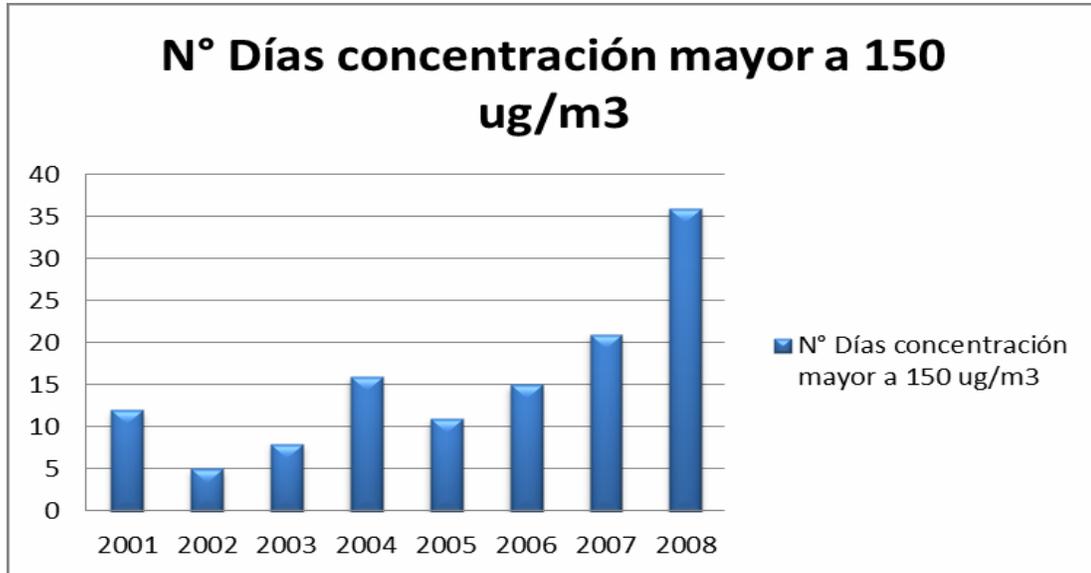


Figura 2.2: Número de días con concentración mayor a 150 ug/m3

Fuente: Elaboración propia con datos de "informe País. Estado del medio ambiente en Chile 2008", de la Universidad de Chile.

Las medidas que se han determinado en el Plan de Descontaminación en las Comunas de Temuco y Padre las Casas comprenden los siguientes puntos a tratar:

- Regulación referida al uso y mejoramiento de la calidad de la leña.
- Regulación referida al uso y mejoramiento de la calidad de los artefactos residenciales que combustionan leña.
- Regulación referida al mejoramiento de la eficiencia térmica de la vivienda.

Otro punto considerable de destacar y que se enmarca dentro del Plan de Descontaminación, tiene relación a un cambio en la conducta ciudadana, relacionado a la cultura existente. Específicamente se busca incluir la temática ambiental y atmosférica en contenidos curriculares en todos los niveles del sistema educacional. Por ende, llevando a cabo programas destinados a educar y sensibilizar respecto a las ventajas que las medidas propuestas exhiben.

Se puede establecer, tras lo comentado anteriormente, que los contaminantes que alteran la atmósfera en las comunas de Temuco y Padre las Casas son responsables de múltiples daños, incluso mayores a los proporcionados por otros agentes contaminantes y en urbes mayores como Santiago de Chile. Esto debido a los componentes y tamaño de las

partículas que se emanan al ambiente. Por tanto, las acciones a realizar por las autoridades correspondientes deben ser ejecutadas con la mayor rapidez posible, considerando la cultura como un factor preponderante al momento de actuar e internalizando en las personas la aceptación de nuevas formas de calefacción y la contribución que ellos mismos pueden hacer al ambiente si se realizan dichas acciones.

Las propuestas efectuadas para descontaminar las comunas deben considerar además de lo planteado un énfasis hacia la experiencia que otros países poseen. Esto debe realizarse considerando características comunes entre las presentadas por Temuco y Padre Las Casas y las ciudades con las cuales se quiera llevar a cabo la comparación. Naturalmente, si se quiere contrastar con países desarrollados una de las diferencias más importantes será el ingreso per cápita, por tanto dicha variable hay que considerarla como una importante diferencia en cuanto a la ejecución de políticas.

CAPÍTULO 3:
ASPECTOS LOCALES

3.1 Contexto general

Las normas establecidas en el país respecto al medio ambiente pueden clasificarse en Normas de Calidad Primaria y Normas de Calidad Secundarias. Las primarias son generales y se aplican a toda la nación, buscando la protección de la salud en todos los habitantes. El caso de las secundarias es más particular con fines específicos en distintos lugares del país, ya sea a través de la protección de ecosistemas, monumentos nacionales o especies de animales, etc. Por su parte, las normas de emisión (se aplica a equipos industriales, de transporte, o incluso a calefactores de los hogares) definen la cantidad de contaminantes que se pueden emitir tanto al aire como al agua, con el fin de prevenir acciones contaminantes y regular los niveles de calidad cuando éstos son superados. Pueden abarcar tanto un sector específico como al país en su conjunto.

En tanto, un plan de descontaminación es una herramienta de gestión la cual busca recuperar los niveles señalados por las normas primarias y/o secundarias de calidad ambiental en una zona saturada específica. Por último, un plan de prevención es aquel que busca evitar la superación de las normas en una zona latente⁴.

Las Normas Primarias de Calidad Ambiental referentes al material particulado son las siguientes:

- D.S. N° 59, de 1998, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República, el cual establece las normas de calidad primaria para material particulado respirable MP₁₀.
- D.S. N° 12, de 2011, del Ministerio del Medio Ambiente, donde se constituye norma primaria de calidad ambiental para material particulado fino respirable MP_{2,5}.

El plan de descontaminación asociado a las Comunas de Temuco y Padre Las Casas se encuentra estipulado en el D.S.N°78, de 2009, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República.

⁴ Fuente: www.sinia.cl

3.2 Temuco y Padre las Casas

3.2.1 Características

Temuco es la capital Provincial de Cautín y la capital de la Región de La Araucanía, ubicada a 647 Km al sur de Santiago. Aquí se concentran la mayoría de las actividades comerciales de la región, reuniendo además todos los estamentos político-administrativos del Estado y los principales servicios como los centros de salud más importantes de la región y los diversos establecimientos educativos. La cantidad de habitantes ascendía a 245.327 en 2002 (proyectada a 314.667 para 2012), es decir posee el 28,2% de la población regional total, de la cual un 94,7% pertenece al sector urbano (INE, censo 2002).

Padre Las Casas se encuentra ubicada al suroeste de Temuco, separadas ambas comunas por el río Cautín (antes de 1995 eran una sola comuna). La principal actividad económica corresponde al comercio al por mayor y menor, seguido de la agricultura, ganadería, caza y silvicultura. Contaba con 58.795 habitantes en 2002 (proyectada a 76.134 para 2012), lo cual representa un 6,8% de la población regional. Los habitantes del sector urbano conforman el 57,3% del total (INE, censo 2002). Uno de los factores que explica el rápido crecimiento de la comuna es su proximidad con Temuco, siendo utilizada como una alternativa para uso residencial.

Por las características topográficas de las ciudades los altos niveles de MP_{10} se concentran en las áreas de planicie y terraza inferior del río Cautín, en la cual se aposenta la neblina en época invernal, por tanto empeora aún más la condición del aire.

En la zona de Temuco el relieve está constituido por dos cerros; en el Norponiente el Ñielol con una altura de 340 metros y al Sureste el Conun Hueno, con 350 metros de altura⁵.

3.2.2 Monitoreo

Los resultados de los monitoreos efectuados en las comunas de Temuco y Padre las Casas desde 1997 permitieron conocer las frecuentes superaciones a la Norma Primaria de

⁵ Fuente: Diseño de escenarios para apoyar la Gestión del Aire en Temuco y Padre Las Casas.

MP₁₀ (Tabla 3.1) que se estableció en el D.S. N°59 del año 1998 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Dado esto, ambas ciudades fueron declaradas como Zona Saturada⁶ por Material Particulado Respirable MP₁₀ con concentración de 24 horas por el D.S. N°35, en marzo de 2005, siendo 2004 el año base (Informe Final Actualización Inventario de Emisiones, CONAMA 2008).

Tabla 3.1: Días en que se excede la norma primaria de MP10 en Temuco

	2001	2002	2003	2004	2005
Promedio Anual	56,3	43,6	43,4	50,2	48
N° de días sobre 150 ug/m3	13	5	8	15	11
Percentil 98	189	140	152	172	175

Fuente: CONAMA IX Región (2006)

Según el Artículo N°44 de la Ley 19.300, se establecen planes de prevención o de descontaminación con cumplimiento obligatorio en las zonas calificadas como latentes o saturadas, respectivamente. Con ellos se busca efectuar acciones para proteger la salud de las personas y los efectos que se producen respecto al material particulado.

En el caso analizado corresponde ejecutar un Plan de descontaminación que abarque medidas relacionadas al control de los principales contaminantes que afectan ambas comunas. Las actividades desarrolladas hasta antes de la existencia del PDA eran de carácter voluntario, a través de un plan de gestión de calidad del aire.

Por otro lado, se realizó una investigación para resolver las principales fuentes que contaminaban las ciudades mencionadas. La Tabla 3.2 muestra las fuentes que emanan material particulado menor a 10 micrones por metro cúbico (ug/m3) en ambas comunas.

⁶ Como Zona Saturada se entiende aquella en que una o más normas de calidad ambiental se encuentran sobrepasadas.

Tabla 3.2: Inventario de emisiones 2004

Tipo de Fuente	Emisión de MP10 (% del total)
Edificios e industrias	7,0
Residenciales (Combustión de leña)	87,2
Quemas agrícolas e Incendios forestales	4,3
Móviles	1,5
Total	100

Fuente: CONAMA (2005)

Fue muy relevante el resultado que esta investigación concluyó, pues el hecho de tener un agente contaminador que emane tal cantidad de material particulado al aire permite enfocar las acciones siguientes a su disminución y a ejecutar un plan de acción en torno a la calefacción a leña.

3.2.3 Plan de Descontaminación Ambiental de Temuco y Padre Las Casas

El Plan de Descontaminación Ambiental (PDA) es un trabajo conjunto llevado a cabo por todos los organismos públicos competentes y de los cuales en un principio la CONAMA (actualmente el Ministerio del Medio Ambiente) se encarga de coordinar.

Para cumplir con las normas ya establecidas del aire, el PDA propone efectuar medidas con un enfoque al sector de la combustión por uso de leña residencial como principal objetivo, así como también a las otras fuentes contaminantes: Industrias y comercio, quemas agrícolas y transporte. En el caso específico de la calefacción por consumo de leña se estipularon 4 líneas estratégicas⁷:

1) Regulación referida al uso y mejoramiento de la calidad de la leña.

Toda la leña comercializada en Temuco y Padre las Casas debe estar certificada de acuerdo a la Norma Chilena Oficial N°2907/2005. Es decir, debe cumplir con el estándar de leña seca, la cual está definida como aquella que posee un contenido de humedad menor

⁷ Fuente: Diario Oficial de la República de Chile, jueves 03 de julio de 2010.

o igual a 25%, quedando prohibido el uso de leña con mayor humedad, esto tras doce meses desde la Publicación en el Diario Oficial.

Por otro lado el SERNAC entrega a la comunidad cuáles son los comerciantes que cuentan con stock de leña seca. Además luego de 6 meses de la publicación se generan los instrumentos de gestión local cuyo objetivo es mejorar el comercio en las áreas urbanas de las comunas afectadas.

2) Regulación referida al uso y mejoramiento de la calidad de los artefactos residenciales que combustionan leña.

Se debe realizar una declaración de todos los artefactos de calefacción que se instalen en las zonas urbanas de las dos comunas. Por su parte, la CONAMA se comprometió a identificar instrumentos económicos para el recambio voluntario de artefactos existentes, esto durante los primeros seis meses de puesta en marcha del PDA y tras su publicación en el Diario Oficial.

Además para los primeros diez años se estipula la ejecución de un programa de cambio voluntario de artefactos en al menos 12.000 familias durante el período de implementación del PDA. También la CONAMA realizará una campaña comunicacional con el fin de promover en la ciudadanía el recambio de estufas a leña.

Condiciones mínimas que deben cumplir los artefactos de recambio:

- a) Poseer rotulado que informe las emisiones de material particulado en gramos por hora (g/h), además de la potencia mínima y máxima, junto con la eficiencia térmica del aparato.
- b) Las emisiones de MP₁₀ deben ser inferiores a 1,5 g/h (Medidas por laboratorios certificados).

También CONAMA en conjunto con el SERNAC darán a conocer a los habitantes los proveedores que comercializan equipos con rotulación, indicando las características técnicas de MP₁₀ y eficiencia térmica. Por último, luego de seis meses desde la fecha de

publicación del PDA se prohíbe el uso en zonas urbanas y de expansión urbana, de chimeneas de hogar abierto destinadas a la calefacción de viviendas y de establecimientos públicos o privados.

3) *Regulación referida al mejoramiento de la eficiencia térmica de la vivienda.*

De acuerdo al Programa de Protección del Patrimonio Familiar (PPPF) del Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), se entregará un subsidio para el mejoramiento térmico de la vivienda en las comunas de Temuco y Padre las Casas según el reglamento estipulado en dicho plan.

Como difusión, el MINVU desarrollará las siguientes operaciones:

- a) Estudio para analizar las intervenciones que se puedan realizar respecto al reacondicionamiento térmico en el parque habitacional.
- b) Desarrollar un modelo de certificación térmica de viviendas nuevas.

EL MINVU en la Araucanía se compromete a entregar un programa orientado a comités de vivienda, el cual pretende dar soluciones posibles para realizar con el subsidio de mejoramiento térmico en cuanto a la habitabilidad interior de los hogares.

4) *Programas referidos a la educación ambiental y sensibilización de la ciudadanía.*

La SEREMI de Educación se compromete a realizar campañas en los establecimientos educacionales, con el fin de implantar en los alumnos capacidades de protección, mejora y conservación de la calidad del aire en la ciudad. Para ellos se incorporará dentro de los Contenidos Mínimos Obligatorios de la Educación Básica y Media las temáticas mencionadas, además de capacitaciones a los profesores, referente al tema.

Se espera que en el período 2008-2022, los beneficios económicos que se logren estén alrededor de los US\$89.000.000, mientras que los costos económicos no superen los US\$29.100.000 (Ver Tabla N°3.3).

Tabla 3.3 : Costos y Beneficios del PDA en Temuco y Padre las Casas 2008-2022
(Valor presente en Millones de US\$, con tasa de descuento del 10%).

Sector-Beneficios	Emisores	Estado	Población	Total
Industria y Comercio	0,0	0,4	1,3	1,7
Agricultura	0,0	0,4	1,2	1,6
Hogares	7,8	16,4	61,6	85,8
Trasporte	0,0	0,0	0,0	0,0
Total Beneficios	7,8	17,1	64,1	89,0
Sector-Costos	Emisores	Estado	Población	Total
Industria y Comercio	1,2	1,9	0,0	3,1
Agricultura	0,0	1,1	0,0	1,1
Hogares	9,7	14,7	0,0	24,4
Trasporte	0,0	0,5	0,0	0,5
Total Costos	10,9	18,2	0	29,1
Beneficio Social Neto	-3,1	-1,1	64,1	59,9

Fuente: Elaboración propia en base a AGIES PDA Temuco - Padre las Casas, CENMA 2007

Nota: Los valores son redondeados lo que explica que las sumas no sean exactas.

Las metas que se establecieron en la realización del PDA contemplan los siguientes ítems y plazos.

Tabla 3.4: Metas y plazos establecidos para el PDA

Meta Parcial	Plazo
El 80% de la leña que se comercializa en Temuco y Padre las Casas es seca	Cumplidos tres años contados desde la publicación del decreto en el Diario Oficial
Se produce un recambio de 12.000 artefactos en uso actual por artefactos de mayor eficiencia y menores emisiones	Cumplidos diez años contados desde la publicación del decreto en el Diario Oficial
Reacondicionamiento térmico de 10.000 viviendas existentes en Temuco y Padre las Casas	Cumplidos diez años contados desde la publicación del decreto en el Diario Oficial
El 100% de las fuentes industriales, comerciales y	A partir desde el tercer año de

calderas de calefacción grupales cumplen normas de emisión	la publicación del decreto en el Diario Oficial
No se realizan quemas agrícolas en el período 01 de abril - 31 de septiembre y durante episodios de contaminación	Cumplidos seis meses contados desde la publicación del decreto en el Diario Oficial
Treinta mil árboles plantados en Temuco y Padre las Casas	Cumplidos diez años desde la publicación del decreto en el Diario Oficial
El 100% de proyectos sometidos al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental que, declarando emisiones superiores a los límites establecidos, desarrollan medidas de compensación de emisiones	Cumplidos cinco años desde la publicación en el Diario Oficial

Fuente: Diario Oficial de la República de Chile

Es necesario también actualizar por lo menos en una oportunidad el PDA, con el fin de incluir las medidas necesarias que aporten los elementos necesarios para la reducción de emisiones hacia los años 2015 y 2020.

Por ello, para el año 2013 se espera la renovación de la norma de emisión de material particulado, la cual se plantea como objetivo rebajar la medición de éstos, desde los 10 micrones por metro cúbico (MP₁₀) a los 2.5 micrones (MP_{2,5}), medida que a su vez es mucho más perjudicial para la salud, ya que tal como se explicó en el segundo capítulo, estas partículas se adhieren directamente al sistema circulatorio.

3.2.4 Resultados de los últimos años

Lamentablemente, las medidas adoptadas no han provocado el efecto deseado en las Comunas, es más, éstas han sufrido un aumento en la cantidad de días anuales que sobrepasan las normas de MP₁₀, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 3.5

: Número de días en que se excede la norma primaria para MP₁₀ en Temuco y Padre Las Casas

Estación de Monitoreo	N° días que se excede la norma de MP10							
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Padre las Casas I (hasta 10 06 10)	1	2	1	3	3	5		
Padre las Casas II (15 04 12 - 31 05 12)								6
Las Encinas (hasta 31 05 12)	10	14	19	36	34	21	29	5
Museo Ferroviario (17 01 09 - 31 05 12)					17	0	27	3

Fuente: Elaboración propia con datos de Sinca, Región de la Araucanía.

Es clara la tendencia al alza sobretodo hasta los años 2008 – 2009, reflejada principalmente en la estación de monitoreo “Las Encinas”, que además es la única mantenida durante los últimos siete años de manera ininterrumpida. El aumento en los días que exceden la norma permitida de MP₁₀ en Temuco es un indicador clave para implementar políticas de manera rápida y con resultados que sean visibles a lo menos en un mediano plazo.

Cabe recordar que los datos de 2012 son incompletos pues se encuentran registrados hasta el 31 de mayo, faltando por ingresar los meses más representativos (junio y julio).

CAPÍTULO 4:
ASPECTOS
INTERNACIONALES

Para poder ampliar la mirada respecto a lo que se ha realizado en otros lugares del mundo donde el problema de la calefacción por leña también representaba una seria amenaza, se analizarán las principales acciones llevadas a cabo por los Estados y distintas entidades que a través de ellos y con financiamiento Gubernamental contribuyen (a veces en forma conjunta con los privados) en el mejoramiento de los índices medioambientales, que en definitiva buscan disminuir los riesgos para el hombre y el entorno con el objetivo de mejorar la calidad de vida y mantener un nivel de desarrollo sustentable.

4.1 Perth, Australia:

Con una superficie de 7.686.850 Km²., Australia es el sexto país más grande del mundo, en el cual destacan ciudades como Sídney y Melbourne por su calidad de vida, incluso ubicándoles dentro de las 10 mejores según diversas encuestas.

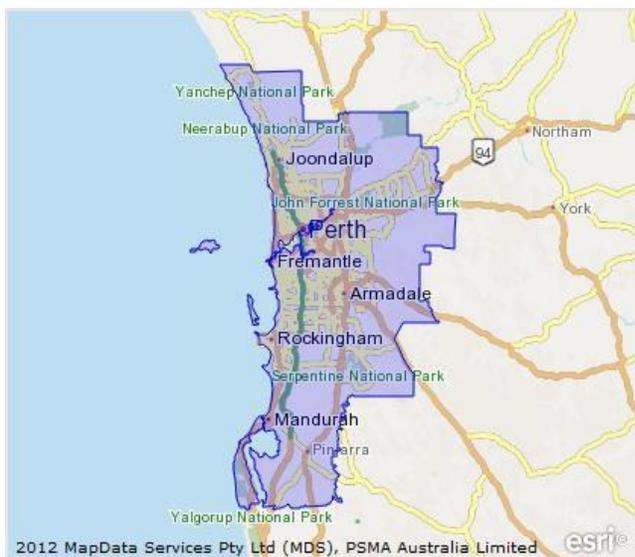


Figura 4.1 Mapa Ciudad de Perth

4.1.1 Características

La división político – administrativa de Australia es a través de Estados. Perth es la capital del Estado de Australia Occidental. Los otros cinco que componen el país son: Nueva Gales del Sur, Queensland, Australia Meridional, Tasmania y Victoria.

Entorno Cultural

Perth es la cuarta ciudad más poblada en Australia, con 1.728.867 habitantes (2011)⁸, equivalente al 77,2% de la población total de Australia Occidental.

El distrito central de negocios se ubica a orillas del río Swan, con una administración rica en recursos lo que ha permitido a Perth un crecimiento constante incluso mayor a la media nacional. Se encuentra empatada en el octavo lugar de la revista *The economist* en la lista de ciudades más habitables del mundo.

Posee una gran diversidad cultural por su alto porcentaje de inmigrantes, los cuales representan una proporción importante respecto al total de los habitantes. Éstos provienen principalmente de Inglaterra (9,5%), Nueva Zelanda (3,1%), Sudáfrica (1,8%), India (1,6%) y Malasia (1,4%).

⁸ Fuente: <http://www.censusdata.abs.gov.au>

Entorno Político

Perth establece un Consejo como unidad política para la toma de decisiones, liderado por el Alcalde y ocho miembros elegidos por la comunidad. Todos los fallos y las medidas adoptadas en el Consejo se llevan a cabo por la administración encabezada por el Director Ejecutivo. Estas acciones se clasifican en las unidades administrativas: Servicios Corporativos, Planificación y Desarrollo, Unidad de Negocios y Unidad de Servicios.

Entorno Legal

El Gobierno local puede disponer de la creación de leyes propias, mientras no sean incompatibles con las estipuladas en el Parlamento. Las leyes locales son restricciones que los distintos Gobiernos adoptan para satisfacer las necesidades más urgentes de la ciudad.

Las acciones ambientales desarrolladas en la ciudad son parte del Plan de Medio Ambiente de la Ciudad, el cual identifica y proporciona las acciones para mejorar los cinco problemas que afectan en mayor medida el medio ambiente en el lugar: la tierra, la calidad del agua y la conservación, la biodiversidad, el aire y el manejo de residuos sólidos.

Entorno económico

Australia Occidental posee grandes yacimientos de minerales metálicos; hierro, níquel, cobalto y zinc, además del carbón. También exporta miles de millones de dólares en petróleo y sus derivados cada año. El auge de las economías asiáticas, especialmente China, han provocado el aumento en el consumo de muchas materias primas provenientes de Australia Occidental, resultando en un alto crecimiento económico para el Estado, alcanzando un 14% en 2007 (actualmente se encuentra alrededor del 2,4%) y para su capital, Perth⁹.

Clima

La primavera en Perth (septiembre-noviembre) es por lo general soleada y cálida, el clima tiende a días con buenos pronósticos y ausencia o escasas lluvias. El verano

⁹ Fuente: <http://www.censusdata.abs.gov.au>

(diciembre-febrero) varía de cálido a caluroso, con un clima agradable y seco, siendo las lluvias muy inusuales en esta época. Se forman brisas durante la tarde producto de la zona costera en la cual se ubica, aminorando los efectos de las altas temperaturas. El otoño (marzo-mayo) es una prolongación del verano, con días cálidos soleados y noches frescas, aunque presenta lluvias ocasionales y humedad. Por último, el invierno (junio-agosto) es una temporada de lluvias, tormentas ocasionales, caracterizada por aguaceros, rayos y truenos, con ocasionales días de sol.

Las temperaturas medias durante el año son las siguientes:

Tabla 4.1: Temperaturas mensuales promedio en Perth¹⁰

Mes	Temperatura Mínima °C	Temperatura Máxima °C
Enero	18-21°C	30-33°C
Febrero	18-21°C	30-33°C
Marzo	15-18°C	27-30°C
Abril	12-15°C	24-27°C
Mayo	9-12°C	21-24°C
Junio	9-12°C	18-21°C
Julio	6-9°C	15-18°C
Agosto	9-12°C	18-21°C
Septiembre	9-12°C	18-21°C
Octubre	9-12°C	21-24°C
Noviembre	12-15°C	24-27°C
Diciembre	15-18°C	27-30°C

¹⁰ Fuente: www.holidaycheck.es

4.1.2 Calidad del aire

Una de las fuentes de contaminación más importantes del Estado de Australia Occidental es la quema de leña utilizada en calefacción y para cocinar. Según lo mencionado en la primera parte del escrito es necesario controlar las emisiones de este tipo de contaminación a través del establecimiento de políticas pertinentes y eficaces, buscando de esta manera disminuir los problemas causados tanto a la salud de los habitantes como al medio ambiente circundante. En Perth, el uso de leña para las actividades mencionadas es una gran contribuyente de la formación de neblina, principalmente en los meses de invierno.

Según la Protección del Medio Ambiente de 1998 para la ciudad de Perth, se especifica la restricción de leña verde, la cual se clasifica como la leña que posee más del 20% de contenido interno húmedo. La quema de leña verde genera una combustión ineficiente comparada con la leña seca, ya que se produce evaporación de agua que elimina energía térmica del fuego. Junto con ello el mismo Reglamento restringe la venta de leña pintada o tratada.

El Departamento de Medio Ambiente y Conservación (DEC, Department of Environment and Conservation) es quien se encarga de proteger la calidad del aire en el Estado de Australia Occidental, en un trabajo conjunto con el Gobierno Estatal, la Industria y los habitantes. Las Fichas con información de la Calidad del aire (AQUIS, Air Quality Information Sheets) muestran los planteamientos actuales del Departamento relacionado a los principales problemas de contaminación del aire y ofrecen orientación sobre las prácticas aceptables que se pueden utilizar para proteger la calidad del aire, tanto a los habitantes de Perth que compran o venden leña como a la comunidad para educar sobre los impactos de la contaminación del aire asociado a la combustión de leña.

4.1.3 Medidas

EL Gobierno de Australia Occidental desarrolló el Plan de Protección del Medio Ambiente (combustibles domésticos sólidos, de combustión a gas y suministro de leña) el año 1998. En él se describen las características de la leña que puede ser comercializada en

el Estado. Específicamente para la región de Perth se establece lo siguiente: no se debe vender leña doméstica con un contenido de humedad interna superior al 20% a menos que se tenga un permiso autorizado o que la venta sea realizada a un mayorista o minorista de leña (es decir, no vendida directamente al consumidor final).

Concerniente al punto anterior, el Director General del Departamento de Medio Ambiente y Conservación podrá consignar un permiso para vender leña verde privada con las condiciones que él considerase oportunas. La empresa que cuente con leña verde en su poder para ventas futuras, la debe mantener apartada de leña seca, y claramente marcada como “leña no apta para venta”.

No se debe vender como leña doméstica aquella que haya sido pintada o tratada, a través de recubiertos con plástico, cobre, cromo, arseniato o cualquier sustancia que contenga dichos elementos.

Es importante señalar que quienes no cumplan con las restricciones cometerán un delito, y serán sancionados con una multa de hasta US\$5.000.

Plan de Gestión de Calidad del Aire

Posterior a la iniciativa desarrollada por la Protección del Medio Ambiente, se llevó a cabo el Plan de Gestión de Calidad del Aire (AQMP, Air Quality Management Plan), que es un trabajo desarrollado a 30 años, el cual busca asegurar un aire limpio para la región. Se lanzó el año 2000 y contiene 12 iniciativas para proteger la calidad del aire:

- Educación de la Comunidad
- Reducción de emisiones en los vehículos
- Reducción de las emisiones industriales de Óxido de Nitrógeno (NOx) y ROCs.
- Investigación de salud
- Mejorar el modelo
- Monitoreo atmosférico
- Calidad del aire en el interior
- Uso del suelo y planificación del transporte

- Reducción de Haze (Niebla).
- Edificios energéticamente eficientes
- Producción más limpia
- La gestión del humo

Fuente: DEP (2002) implementing the Perth Air Quality Management Plan. Perth WA

La novena iniciativa tiene relación a los problemas que la contaminación del aire manifiesta en la ciudad. Entre los principales programas incluidos en ella se encuentran: aumentar la sensibilización de la comunidad en los impactos de los equipos a calefacción domésticos, aumentar la conciencia entre los proveedores de leña sobre los impactos de éstos, las molestias del humo interno y gestionar la eliminación de los residuos y el reciclaje para reducir la creación de deudas locales, además de alertas por aumento en los niveles de contaminación atmosférica y auditorías a los vendedores minoristas para hacer prevalecer el porcentaje de humedad no superior al 20%.

Uno de los problemas más preocupantes de los habitantes de Perth es la creciente formación de una espesa capa de humo. Para ello el Departamento de Protección Ambiental coordinó un estudio en el cual se obtuvo como resultado que el 40% de las partículas ambientales que producen este fenómeno se atribuye a la calefacción doméstica.

Algunos estudios han demostrado que la formación de esta capa contaminantes en la atmósfera se asocia con el aumento de hospitalizados; problemas respiratorios, asma agravado y muertes prematuras, sobre todo en ancianos y los más jóvenes. Se estima que hay cerca de 2.400 muertes al año en Australia relacionadas a la contaminación del aire.

El programa relacionado a la contaminación del aire fue ampliado en 2004 para incluir un estudio sobre la calefacción por leña (Encuesta de calefacción doméstica) en la Región de Perth.

El objetivo de este proyecto era determinar el número y distribución de los equipos a leña, evaluar la comprensión de la comunidad acerca de la relación entre la calidad del aire, la salud y el humo de leña, buscando de esta manera identificar los motivadores para

que la gente cambie de alternativa en cuanto a su sistema de calefacción, tales como gas o calefacción eléctrica.

Entre las observaciones más importantes que se realizan son la edad media de los equipos de combustión a leña, que es de 15,5 años. Ello significa que se encuentran en la última etapa de su vida útil recomendada, lo que hace disminuir la eficiencia de los aparatos. Además es un indicio de que debe existir un replazo en un mediano plazo de éstos.

Por otra parte, los habitantes perciben el humo de la leña como un contaminante de influencia directa en la formación de la neblina y también a los impactos en la salud. Pese a ello no se reconoció a la contaminación del aire como un problema ambiental importante en la región, esto porque se evaluó su calidad como “buena” o “muy buena”.

Estas conclusiones son fundamentales para buscar nuevas políticas que permitan ampliar la eficacia en cuanto a la reducción de las emisiones de contaminantes, principalmente a través del mensaje que se le entrega a la comunidad respecto a la calidad del aire y cambiar la conciencia de los habitantes con el fin de obtener un comportamiento adecuado a la gravedad del problema.

Diversos estudios epidemiológicos tanto australianos como internacionales han estimado el impacto en la salud de la contaminación del aire producida por la quema de leña para calefacción, dando como resultado las siguientes cifras:

- 16 muertes prematuras cada año¹¹.
- 4 casos adicionales de cáncer de pulmón.
- 905 ingresos hospitalarios adicionales.
- 73.000 días agregados de actividad reducida.

El costo producido por el impacto de la contaminación por leña en invierno se ha calculado en base a los costos sanitarios directos, el costo para las empresas por los días de

¹¹ La quema de leña como principal responsable.

trabajo perdidos y los gastos personales para evitar riesgos de salud. La estimación es de US\$23.300.000, que se fundamentan en:

- US\$12.400.000 por casos de mortalidad.
- US\$3.000.000 en ingresos hospitalarios.
- US\$7.900.000 por días de actividad reducida.

Los actuales programas que se han propuesto como alternativa para reducir las emisiones de contaminación por leña son:

- a) Educación de la comunidad, formación para los Gobiernos locales y desarrollo de políticas: Es el actual programa en ejecución e incluye la recopilación de datos, educación de la comunidad fomentando un mejor funcionamiento de los equipos de calefacción a leña y la sustitución de éstos por sistemas eléctricos o por gas, la capacitación para los funcionarios del Gobierno local y el desarrollo de nuevas políticas.
- b) Incentivos para remplazar los equipos a leña: Consiste en proporcionar un incentivo en efectivo de US\$600 a los hogares si cambian el equipo por una calefacción alternativa.
- c) Extracción del calefactor cuando se venda una casa: El programa supone la eliminación de los equipos al momento de vender una vivienda.
- d) Incentivos para eliminar las estufas a leña: Se pretende entregar un pequeño incentivo de US\$100 para el/la dueño(a) de casa con el objetivo de eliminar los equipos a leña que no estén siendo utilizados para cerciorarse que su uso no sea reactivado en una fecha posterior.

El costo de la salud atribuida a contaminación del aire producida por leña en Perth es amplio en términos monetarios, pero porcentualmente es una pequeña fracción del presupuesto total. Como el problema generado debe ser contrarrestado se justifica la inversión, sin embargo también se debe considerar que los equipos a leña proporcionan un beneficio social importante para algunos sectores de la comunidad (al ser comparativamente más económico que el resto de los sistemas de calefacción), y además

reduce el uso de combustibles fósiles. Por ello, no es recomendable, según las autoridades, la prohibición total del consumo de leña como combustión.

Tabla 4.2: Resumen del análisis costo-beneficio de los programas

	Educación, formación y desarrollo de políticas	Incentivo para reemplazar los equipos a leña	Extracción del calefactor cuando se vende una casa	Incentivo para eliminar las estufas a leña
Costo anual del programa	US\$510.000	US\$1.500.000 o US\$4.500.000 si se incluyen los costos del dueño de casa.	US\$200.000 o US\$26.000.000 si se incluyen los costos del dueño de casa.	US\$195.000
Valor de la salud por reducción de la contaminación	US\$3.900.000	US\$670.000	US\$1.900.000	US\$60.000
Recuperación del costo	2 meses	3,2 años o más de 10 años si se incluyen los costos del dueño de casa.	1 mes o más de 10 años si se incluyen el costo del dueño de casa.	5 años.

Fuente: Todd, 2005. *"Cost-Benefit Analysis of Wood Smoke Reduction in Perth"*. Departamento del Medio Ambiente y Conservación Australia Occidental. Pág. IV.

Programas impartidos para la reducción de la capa de humo provocada por la contaminación atmosférica:

- a) Aumentar la conciencia de la comunidad: Educación a la comunidad a través de seminarios y programas enfocados en la compra de calefacción han aumentado la conciencia de la comunidad respecto a los impactos provocados por la contaminación de dicho agente. Existe una disminución en el uso de los calefactores a leña, lo cual es probable sea producido como efecto de este programa. Además, el análisis costo-beneficio indica que es eficaz el uso de este plan de acción.
- b) Aumentar la conciencia de la industria de la madera: No se han logrado avances significativos en este aspecto, pues no existe un desarrollo de aparatos con emisiones más bajas, más bien se busca eludir la normativa.
- c) Molestia por el humo doméstico: Las quejas por molestias de los habitantes referentes al aumento de la capa de humo tiene directa relación con los talleres de capacitación del Gobierno local y los cambios en la Ley de Salud, con lo cual se realizarán acciones más eficaces en el tratamiento de dichas quejas.
- d) Eliminación de residuos verdes: A nivel local se realiza un mecanismo con un enfoque más coordinado, aunque no ha sido aprovechado completamente.

Los programas que utilizan la educación comunitaria dirigida a mejorar el funcionamiento del equipo son costo-efectivos, entregando resultados eficaces. Los incentivos financieros, tanto en el remplazo de los equipos a leña, la extracción de los calefactores y la eliminación de las estufas, parecieran menos rentables por el bajo incentivo (el monto recibido por cada persona) y el alto costo de administración que poseen. Si se excluyera el gasto efectuado por el dueño de casa para remplazar el equipo, el programa presentaría un período de recuperación bastante más corto (3.2 años, 1 mes y 5 años, respectivamente).

4.1.4 Conclusión

La calefacción por leña representa el 11,5% de las principales fuentes de calor en Perth, con equipos que poseen más de 15 años en promedio, lo cual contribuye a la creación de la densa capa de humo generada en la ciudad,

Se espera que el actual programa puesto en marcha relacionado a la educación comunitaria, además de los planificados respecto a la focalización en el remplazo y apoyo económico permitan reducir el número de equipos a leña en la Región, con el objetivo de mejorar la calidad del aire en invierno y la salud de la comunidad.

La educación específica que necesitan los jefes de hogar tiene relación con vincular el impacto del uso de leña para calefacción con los graves problemas de salud que se pueden presentar. Y aunque las campañas anteriores han aumentado la conciencia de los habitantes, existe la necesidad de traducir este conocimiento en un cambio en el comportamiento. Por ende se necesita más educación para elevar el perfil de la iniciativa de reducción de la densa niebla y fortalecer el vínculo entre el humo producido por quema de leña para calefacción y el impacto en la salud.

4.2 Christchurch, Nueva Zelanda:

Según el censo 2006, la población de Christchurch ascendía a de 348.435 habitantes, equivalente a un 8,6% de la población total de Nueva Zelanda.

4.2.1 Características

División Político-Administrativa

El país se encuentra gobernado bajo un sistema político Monárquico Parlamentario, siendo la Reina Isabel II de la Corona Británica quien dirige las acciones del país. Delega su mandato al Gobernador General y a su gabinete presidido por el Primer Ministro.

Nueva Zelanda se encuentra dividida en 16 regiones, las cuales están subdivididas en distritos y ciudades. Éstas son dirigidas por un alcalde y un consejo municipal.

Entorno Cultural

La gran diversidad cultural es una de las características de la ciudad, donde personas de diferentes países enriquecen el espectro con tradiciones y costumbres que se incorporan de manera gradual en los habitantes, además crece el conocimiento en cuanto a la tolerancia y el racismo.

Entorno Político:

Christchurch cuenta con un consejo municipal correspondiente al Gobierno local y primera autoridad territorial, dentro del cual se destacan los cargos de Alcalde y concejales, estos últimos representantes de las distintas salas: 1 concejal para la Península del Barrio Banks, 2 consejeros para los barrios Burwood-Pegasus, Fendalton-Waimairi, Hagley-Ferrymead, Riccarton-Wigram, Shirley-Papanui y Spreydon-Heathcote¹².

Entorno Legal

El consejo incurre en un proceso de planificación para la aplicación de políticas, las cuales tienen relación a los resultados entregados por la comunidad a través de sus principales demandas. La visión del consejo debe ser el diseño de estrategias, planes y políticas diseñados para contribuir a la satisfacción de dichas necesidades de los habitantes.

Una vez creadas las estrategias éstas se hacen efectivas a través de regulaciones (planes del distrito y estatutos).

Entorno Económico

El ingreso per cápita medio anual para la población mayor a 15 años asciende a US\$23.400, mientras que el ingreso medio familiar es de US\$48.200, corroborando el hecho de Nueva Zelanda como país de elevados ingresos o país desarrollado¹³. En 2001, el 22 por ciento de los hogares (27.730) tenían un ingreso anual de menos de \$ 20.000. Esto se redujo a 15% de los hogares (20.500) en 2006¹⁴.

Calidad de vida

¹² Fuente: www.ccc.govt.nz

¹³ Fuente: www.ccc.govt.nz

¹⁴ Fuente: resources.ccc.govt.nz

El 95% de los residentes en la ciudad declara de manera positiva su calidad de vida, con un 30% de calificación como muy buena y el 65% con calificación “buena”, lo cual ha aumentado desde 2008, en donde el porcentaje ascendía a 93%¹⁵

4.2.2 Calidad del aire

Christchurch emite actualmente 1,4 millones de toneladas de dióxido de carbono al año, lo cual equivale al 51% del total anual de Nueva Zelanda. Esto contribuye directamente a las emisiones globales de gases de efecto invernadero. Aproximadamente el 48% proviene de los vehículos (gasolina y petróleo), el 35% tiene origen industrial (utilizando principalmente el carbón y los combustibles líquidos) y el 17% lo compone la calefacción de los hogares.

Mucho se conoce sobre los problemas de la contaminación ambiental en la ciudad de Christchurch, los cuales existen hace varios años. Detallar los factores que han contribuido a ello es complejo, siendo varias las causas, pero no hay duda que es un problema significativo que afecta a un gran número de personas. Se puede resumir en los siguientes aspectos:

- Las emisiones de partículas PM₁₀ son demasiado elevadas, lo que resulta en un promedio de 30 días al año.
- Las superaciones de los índices de monóxido de carbono también se producen en invierno.
- Otros contaminantes medidos también superan las concentraciones por encima de lo aceptable.
- Las fuentes de emisión de contaminantes son básicamente cualquier elemento que arde, principalmente madera y la quema de carbón como calefacción en los hogares, además de las industrias y las emisiones de vehículos. Específicamente la contaminación por calefacción es la responsable en mayor magnitud de los problemas en época invernal.

¹⁵ Fuente: Quality of life 2010 Christchurch

Se puede inferir que la calidad del aire en la ciudad en invierno es muy alarmante en todas las medidas. Además, es un problema a largo plazo que puede afectar negativamente a sus habitantes y calidad de vida.

Por ende si los ciudadanos quieren disfrutar de aire limpio, cumpliendo con las directrices nacionales de protección ambiental, se deben reducir drásticamente las emisiones de una amplia gama de contaminantes.

4.2.3 Medidas

El Gobierno de Nueva Zelanda ha impulsado una serie de iniciativas desde el año 2001 para contrarrestar la contaminación del aire, incluyendo entre ellas:

- Las normas ambientales nacionales de calidad del aire.
- Cambios en las especificaciones de combustible y normas de emisión para vehículos.
- Apoyo del Ministerio al proyecto “Casa caliente”.
- Presupuesto 2007 para los fondos de eficiencia energética en los hogares.

En Christchurch se realizó un estudio piloto en septiembre de 2005, el cual tenía como objetivo obtener información significativa de los niveles de contaminación del aire, concluyendo lo siguiente:

Se estima que la exposición a MP_{10} causa 116 muertes prematuras al año en personas con más de 30 años de edad. De ellas, 82 son causadas por las emisiones de calefacciones domésticas a leña, 18 por la industria y 16 por emisión de vehículos.

Además, el MP_{10} produce aproximadamente 52 casos de bronquitis crónica y 247 casos de problemas cardíacos y respiratorios agudos.

Los costos (daños) totales de la contaminación del aire en la ciudad son estimados en US\$136.000.000 anuales, de los cuales US\$95.000.000 son provocados por emisión de calefacción doméstica por leña, US\$22.000.000 por emisiones industriales y US\$19.000.000 por los vehículos.

Quienes están más expuestos a los problemas por contaminación del aire son los mayores de 65 años, los niños menores a 1 año, asmáticos y quienes sufren problemas respiratorios y de enfermedades al corazón.

Los impactos más fuertes que produce en la salud el efecto de la contaminación ambiental en la ciudad es la mortalidad prematura causada por la exposición a las partículas finas tanto de las combustiones como emisiones inducidas por los vehículos.

Los costos asociados a la salud provocados por PM₁₀ se han estimado de acuerdo a los efectos sobre la salud y el costo por cada caso. El más importante de los componentes de la carga de la salud es la pérdida de años vida como resultado de la mortalidad prematura, seguido por los días de actividad restringidos y la bronquitis crónica, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4.3: Costos asociados al MP₁₀ en Christchurch

	Calefacción Doméstica	Vehículos	Industria	Total
Efecto	US\$	US\$	US\$	
Mortalidad	93.000.000	13.500.000	12.000.000	118.500.000
Cáncer	800.000	200.000	200.000	1.200.000
Bronquitis Crónica	2.700.000	700.000	600.000	4.000.000
Admisión cardiovascular	100.000	50.000	50.000	200.000
Admisión respiratoria	400.000	100.000	100.000	600.000
Días de actividad restringida	30.000.000	7.000.000	6.000.000	43.000.000
Costos menores por hospital	150.000	30.000	20.000	200.000
Total	127.150.000	21.580.000	18.970.000	167.700.000

Fuente: Elaboración propia con datos del Consejo del Medio Ambiente de Christchurch

Determinadas las fuentes de contaminación y los costos asociados a ellas, se analizaron algunas opciones de políticas para reducir ambos factores. En el caso de la contaminación por calefacción doméstica se hace necesario buscar métodos de reducción en las emisiones de calefacción de biomasa, enfocándose en la prohibición de fuegos abiertos, instalación de equipos de calefacción en las casas que actualmente no utilizan combustibles sólidos y controlar el uso de equipos que sobrepasen su vida útil.

Una de las medidas adoptadas como norma nacional desde septiembre de 2005 es el límite de emisión de 1,5 gramos de partículas finas por kilogramo de madera quemada, con un índice de eficiencia térmica del 65%, interpuesta a los equipos de calefacción a leña.

Se debe tener presente que los impactos de estas medidas conllevan efectos sociales en la comunidad:

- Hay familias que pueden ver reducidas sus opciones de calefacción al no poder pagar el precio de un equipo con menores emisiones de contaminantes.
- Mayores costos a familias que utilizan leña propia.
- Impacto negativo en los fabricantes de equipos para calefacción por combustibles sólidos, además de los minoristas que poseen como principal giro la venta de leña.
- Costos asociados a estudios de investigación y pruebas para quienes busquen suministrar equipos que cumplan con las nuevas normas de emisión que rigen en la ciudad.

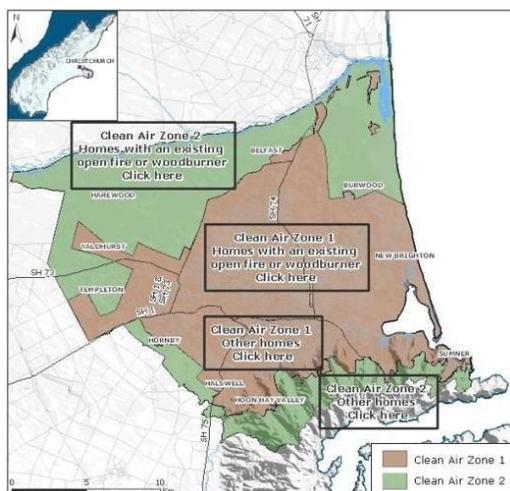


Figura 4.2 Mapa ciudad Christchurch

Reglas de calefacción establecidas en Christchurch:

Según lo determinado por el Consejo Regional del Medio Ambiente de Canterbury, se puede clasificar el Distrito de Christchurch según zonas de contaminación: La zona 1 corresponde al área que presenta mayores problemas de contaminación ambiental durante

el año, y en ella se plantean restricciones a los fuegos al aire libre, los hogares con equipos de calefacción por combustible sólido y las casas que actualmente no poseen estufas a leña, chimeneas u otro aparato que consuma elementos de biomasa.

Zona 1:

Fuegos al aire libre:

- Está prohibida la práctica de quema al aire libre entre el 01 de abril al 30 de septiembre de cada año. Esta medida fue tomada el 10 de abril de 2010.
- Fuera de este período se puede utilizar una estufa con madera que no supere el 25% de humedad, así como papel y cartón.
- Dependiendo del tipo de calefacción al cual se quiera cambiar, es necesario o no el consentimiento del Consejo de la ciudad.
- Los tipos de calefacción que no necesitan aprobación son:
 - Bombas de calor
 - Acumuladores de calor eléctricos
 - Calefacción por combustible líquido (petróleo y diesel)
 - Quemadores de pellets con bajas emisiones aprobados por el Consejo del Medio ambiente de Canterbury.
- Los que necesitan aprobación son:
 - Cualquier quemador de pellet no aprobado por el Consejo del Medio Ambiente de Canterbury.
 - Cualquier cocina nueva a leña o carbón.
 - La mayoría de las calefacciones con conductos de evacuación, como los quemadores a leña o pellet (exceptuando los calentadores a gas con conductos) necesitan el consentimiento del Consejo de la ciudad.

Hogares con equipos de combustible sólido:

- Desde 01 de abril de 2010 los quemadores de combustibles sólidos que tienen 15 años o más se prohibieron en Christchurch, entre el 01 de abril y el 30 de

septiembre de cada año. La forma de control se lleva a cabo por medio de las autorizaciones de construcción para la instalación de quemadores en los últimos 15 años que tiene bajo su poder el Consejo de la Ciudad.

- Los equipos que necesitan y los que no necesitan aprobación del Consejo Regional son los mismos que se presentan en los fuegos al aire libre.

Viviendas que actualmente no poseen calefacción doméstica por medio de combustibles sólidos:

Esta restricción incluye las casas nuevas, con lo cual se logra un importante avance en la búsqueda de desacelerar el aumento en los índices de emisión de MP₁₀ y otros compuestos perjudiciales a la salud de las personas.

- Como opciones de calefacción se ofrecen:
 - Bombas de calor
 - Acumuladores de calor eléctricos
 - Calefacción por combustible líquido (petróleo y diesel)
- Respecto a las opciones que son aprobadas por el Consejo se encuentran todos los tipos de equipos a Pellets.
- No se pueden instalar estufas a leña y realizar acciones que involucren fuego al aire libre.

La Zona 2 posee menos concentración de emisiones contaminantes. Las normas no establecen prohibiciones para los fuegos al aire libre, así como también se permite el uso de madera seca con un contenido máximo del 25% de humedad.

Las restricciones de esta zona se enfocan en:

Hogares con equipos de combustible sólido:

- Se hace necesaria la aprobación del Consejo en los siguientes casos:
 - Cualquier quemador de pellet no aprobado por el Consejo del Medio Ambiente de Canterbury.

- Cualquier cocina nueva a leña o carbón.
- La mayoría de las calefacciones con conductos de evacuación, como los quemadores a leña o pellet
- En caso de cambiarse de método de calefacción, se puede adquirir directamente:
 - Bombas de calor
 - Acumuladores de calor eléctricos
 - Calefacción por combustible líquido (petróleo y diesel)
 - Quemadores de pellets con bajas emisiones aprobados por el Consejo del Medio ambiente de Canterbury.

Viviendas que actualmente no poseen calefacción doméstica por medio de combustibles sólidos:

- Las opciones de calefacción muestran similares características con los de la Zona 1, siendo incluso los mismos requisitos que deben atender los habitantes de la ciudad.

4.3 La EPA y su Plan de acción en Estados Unidos

En 1963 se estableció el financiamiento para un estudio de contaminación y limpieza del aire en Estados Unidos, del cual no hubo respuesta Federal hasta 1970, cuando se aprobó una Ley mucho más fuerte de Aire Limpio. Ese mismo año nace la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos EPA, gracias a un trabajo conjunto entre el Gobierno norteamericano y el Congreso, con lo cual se buscaba satisfacer las demandas ejercidas hacia la preocupación de los tres elementos trascendentales que acarrearán las consecuencias de la contaminación: el aire, el agua y el suelo. Su misión es proteger la salud de los humanos y la calidad general del medio ambiente (Fuente: www.epa.gov).

Los principales objetivos planteados hacia esta organización son la reparación del daño provocado al medio ambiente y el establecimiento de normas para anteponerse a los futuros problemas medioambientales.

Dentro de las labores que desempeña se puede clasificar de manera general lo siguiente: el desarrollo y cumplimiento de las regulaciones ambientales y el ofrecimiento de ayuda financiera. El primero se lleva a cabo a través de investigación, establecimiento de estándares nacionales en los programas ambientales y supervisión de las leyes ambientales promulgadas por el Congreso, todo con el afán de lograr los niveles óptimos de calidad ambiental. La ayuda financiera es un incentivo para apoyar los decretos y se brindan a través de subvenciones en los diferentes Estados. Estos respaldan las investigaciones ayudando a la comunidad y a las bases científicas al mismo tiempo, pues las decisiones de políticas y los programas son previamente estudiados y analizados científicamente, por tanto al desarrollar un programa se comprueba empíricamente el resultado del estudio, lo cual se puede traspasar de una localidad a otra.

En 1990 el Congreso amplió la Ley de Aire Limpio, entregando una mayor autoridad a la EPA para hacer cumplir los reglamentos de reducción de las emisiones de contaminantes atmosféricos. Esta Ley permite a los Estados y Gobiernos Locales trabajar en conjunto con la EPA para cumplir con los requisitos mínimos de emisiones, así como revisar y aprobar las solicitudes de permisos para las industrias o procesos químicos. Estos Estados pueden poseer leyes más estrictas que las establecidas por la EPA pero en ningún caso tener límites de contaminación más débiles que los ya implementados.

Para tratar el problema específico de la contaminación generada por leña, la Agencia de Protección Ambiental recomienda realizar una evaluación de la calidad del aire, determinar la naturaleza y magnitud de las contribuciones producidas por la quema de leña y además un estudio local para determinar información relevante respecto a la cantidad de madera que se quema, el porcentaje de hogares con chimeneas, estufas a leña y calefactores hidrónicos, etc. Todo esto se hace necesario para la creación de un programa de reducción más asertivo y consecuente con las necesidades específicas de cada sector.

Los componentes claves de estos programas son:

- a. Un programa de educación pública donde se anime a las personas a quemar sólo leña seca o pellets, e incluir mensajes de ahorro de costos a través de una menor

quema de leña. Además es importante resaltar los problemas de salud a los que se exponen quienes no cumplen con emisiones básicas de contaminantes.

- b. Cambio y eliminación de estufas y chimeneas a través de incentivos económicos. Se estima que los equipos certificados por la EPA emiten un 70% menos de partículas contaminantes y en energía son un 50% más eficiente que los fabricados antes de 1990. Para cerciorarse de estos cambios existen dos posibilidades; exigir el retiro y destrucción de las estufas antiguas o prohibir el uso de aquellas no certificadas durante los meses más fríos del año.
- c. Restringir la quema de leña. Uno de sus propósitos es pronosticar la calidad del aire y notificar a los habitantes a través de distintos medios de comunicación los días con mala calidad del aire para que así puedan ajustar sus dosis de quema para calefacción.
- d. Reducir el uso de calefactores hidrónicos, pues sus niveles de contaminación pueden resultar muy altos sobretodo si los calentadores no se encuentran en la situación óptima de limpieza y cuidado.

La EPA se encuentra asociada a la Hearth, Patio & Barbecue Association, la American Lung Association, entre otras, con las cuales ayuda a las organizaciones locales a remplazar las estufas a leña de sus habitantes por nuevos equipos con mejor tecnología, pellets o fuentes alternativas de combustión. Todas ellas con emisiones certificadas por la EPA. El programa es llamado “The Great American Wood Stove Changeout”, y tiene como finalidad reducir las partículas finas (MP_{2,5}) en todos los Estados del país, del cual se emiten 420.000 toneladas anuales de material particulado igual o menor a 2,5 ug/m³.

4.3.1 Programa “The Great American Wood Stove Changeout”

Es uno de los programas emitidos por la EPA que tiene como finalidad reducir las partículas contaminantes del aire. Forma parte de un amplio plan de acción llevado a cabo por la Agencia de Protección Ambiental, dentro del cual se encuentran normas establecidas a las Plantas de energía e industrias, las fuentes móviles y los programas voluntarios, siendo este último quien abarca las iniciativas de cambios de estufas. El objetivo específico del programa es reducir la contaminación de material particulado emanado por las estufas a

leña mediante ayuda a las personas (subsidios), fomentando el remplazo de los antiguos artefactos por aquellos certificados ante la EPA (*Fuente: <http://www.epa.gov/pm/reducing.html>*).

La campaña voluntaria se desarrolla tanto a nivel local como regional (Comunidades, Condados y Estados), incentivando a través de exenciones, préstamos con bajos intereses y descuentos para sustituir las estufas y chimeneas antiguas por combustiones más limpias y eficientes, tanto a gas, pellets, eléctricas o las mismas estufas a leña certificadas (*Fuente: [http:// www.woodstovechangeout.org/index.php?id=7](http://www.woodstovechangeout.org/index.php?id=7)*).

El programa ícono sobre el cual se basaron gran parte de estas observaciones se realizó en Libby, Montana.

4.4 Libby

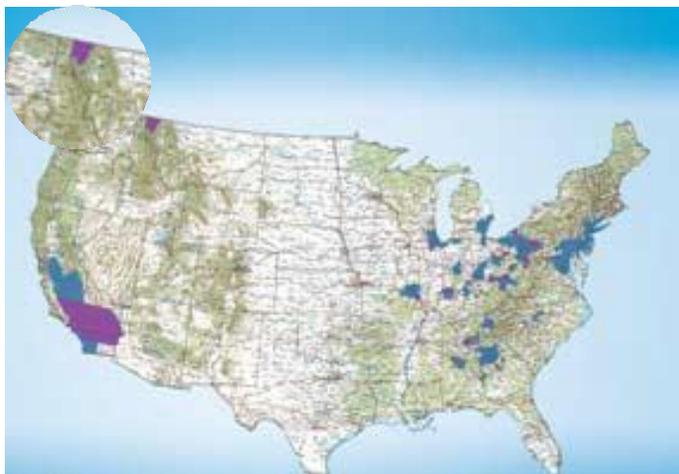


Figura 4.3 Mapa Ciudad de Libby

4.4.1 Características

Ubicación y Clima

Con más de 2.600 habitantes, Libby se encuentra ubicada en la esquina noreste del Estado de Montana, a menos de 50 kilómetros de la frontera canadiense. Está rodeada de montañas, las cuales alcanzan elevaciones de 1.800 metros. Éstas son grandes barreras para los vientos en la época invernal, pero que también forman un problema en cuanto a la

descontaminación del aire, pues no permite que se dispersen las partículas emanadas por los agentes contaminantes.

Aquí se presenta un fenómeno muy similar al que ocurre en Temuco y Padre Las Casas, ya que la mala calidad de los equipos de calefacción sumada a la pobre oxigenación del valle permite el aumento del material particulado en el aire. Además, el aire caliente que se genera por la combustión se concentra por sobre la capa de aire frío (que es más pesada) y, por tanto, ésta es la que queda más cercana al suelo, generando un círculo vicioso de calefacción eficiente, emanación de contaminantes y dominio del aire frío sobre el caliente en la capa atmosférica más próxima al suelo. Conjuntamente las partículas contaminantes se estancan en la capa de aire frío, lo que produce el problema más visible y peligroso; la densa capa de humo que se posa sobre la ciudad.

Los primeros índices de problemas por contaminación surgieron hace varios años, cuando Libby se ubicó por debajo de los estándares del total de partículas suspendidas, según las normas del Gobierno, a finales de 1980. Durante la siguiente década no se logró llegar a los índices establecidos de MP_{10} ni de $MP_{2,5}$. En los próximos años se logró un pequeño repunte hacia el cumplimiento de las normas, con lo cual se mantuvo apenas dentro del margen. El 2003 la EPA redujo el índice de emisiones de $MP_{2,5}$ de 65 a 35 microgramos por metro cúbico, por tanto nuevamente se despertaron las alarmas.

Otro problema latente eran las enfermedades respiratorias, donde destaca la asbestosis, enfermedad provocada por la exposición al amianto, y el mesotelioma, un tipo de cáncer que afecta el tejido de los pulmones. Los trabajadores de las minas y sus familias por lo general eran quienes sufrían de estas enfermedades, debido a su exposición a la vermiculita, que es un subproducto de la minería y que contiene amianto. A causa de las enfermedades respiratorias generalizadas, los residentes se convirtieron en aún más susceptibles a los efectos perjudiciales de la elevación de los niveles de partículas. Debido a esto, se cerraron todas las fábricas relacionadas a la minería, con lo cual se esperaba disminuyeran los problemas de contaminación, sin embargo aquello no ocurrió.

4.4.2 La EPA y su Plan de acción

Las autoridades locales se dieron cuenta que aún sin las industrias, la calidad del aire seguía con malas condiciones. Esto conllevó a que todas las miradas se aposentaran sobre los equipos de calefacción a leña.

La localidad se encuentra rodeada de bosques, con lo cual la leña se transformó en la principal fuente de calefacción. Además no existe una línea de gas natural que llegue a Libby, y los permisos para comercializar madera no son muchos, pues existen aproximadamente 470 kilómetros cuadrados de grandes bosques. Esta característica impulsó la puesta en marcha para el plan piloto de la EPA: el cambio de equipos a leña.

Tal como se mencionó más arriba, hay que remontarse hasta el año 2002 para recordar la última empresa industrial de la zona, la cual cerró ese año por las amenazas que provocaba la vermiculita en la salud de sus trabajadores y familiares. Cabe mencionar que durante el siglo XX Libby producía el 80% de la oferta mundial de este material utilizado principalmente en el aislamiento de las casas. La zona fue siempre un lugar minero, que comenzó a operar con la extracción de oro y plata en el siglo XIX.

Cuando la mina se cerró, la economía de Libby se tambaleaba, y ya hacia el 2000, un 16,3% de los residentes vivían por debajo del umbral de la pobreza, y en el Condado de Lincoln en su conjunto, la cifra fue de 19,2%. Ese mismo año, cuando el promedio de ingreso nacional per cápita fue de aproximadamente US\$ 29.500, Libby estaba más cerca de US\$13.000.

Junto a todos los problemas económicos que se vivían, la contaminación concentrada en la zona era incontrolable. Se esperaba que hacia 2003 esto disminuyera, sin embargo, los niveles de contaminación seguían en la misma tendencia.

Gracias a un estudio publicado por la Universidad de Montana en la época de invierno 2003-2004, se concluyó que el humo proveniente de la quema de leña para calefacción contribuía en el 80% de las partículas finas emanadas a la atmósfera. Y aunque las estufas y chimeneas que se comercializan en EE.UU se encuentran certificadas para emitir bajos niveles de contaminantes, los propietarios de Libby adquirieron sus equipos de

calefacción con anterioridad a la fecha en que se pusieron en marcha las leyes establecidas por la EPA, en 1992. La diferencia en cuanto a contaminantes liberados a la atmósfera es amplia, pues los equipos fabricados antes de las normas de 1992 emiten entre 15 a 30 gramos de humo por hora, mientras que las nuevas calefacciones sólo liberan entre 2 a 5 gramos por hora.

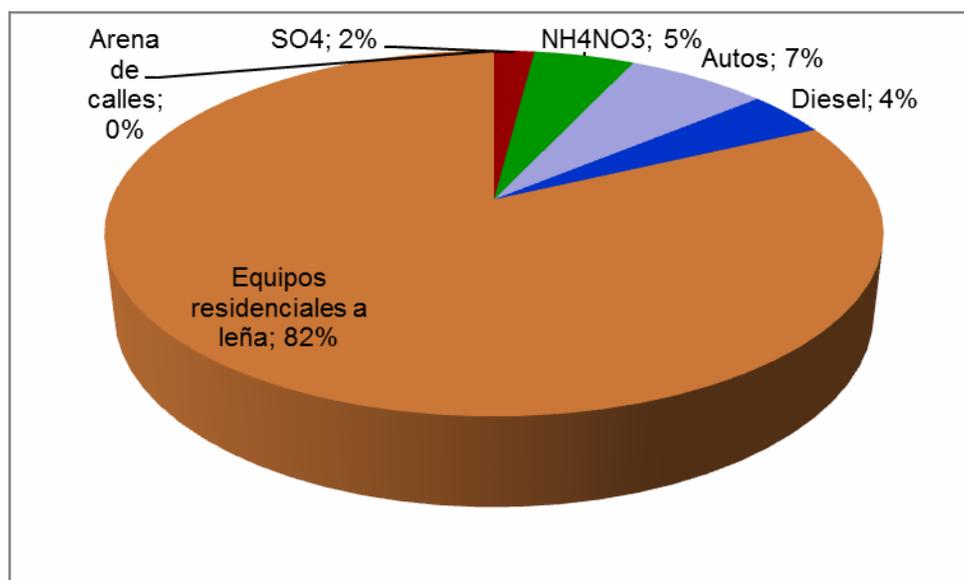


Figura 4.4 Principales fuentes de MP_{2.5} en Libby

El gráfico muestra una de las conclusiones del estudio de Tony Ward (Universidad de Montana), donde se distribuyen las fuentes de PM_{2.5}. El principal resultado es que el 82% de las emisiones corresponden a la combustión de equipos residenciales.

Ya conocido el problema de fondo y por el hecho de no existir más agentes contaminantes en la zona, se dio paso a ejecutar el plan de cambio en los equipos de calefacción, en una asociación conformada por la Hearth, Patio & Barbecue Association, la EPA, el Estado de Montana y el Condado de Lincoln.

El programa se completó en dos fases. En la primera (realizada entre junio de 2005 y abril de 2007) se sustituyeron 260 estufas en los hogares con menores ingresos, de forma gratuita. En el caso de los arriendos, el propietario estaba obligado a cumplir con una cuota de cofinanciamiento. En la segunda fase el programa entregó vales de descuento los cuales cubrían la mayor parte de los costos para la sustitución de 791 equipos de calefacción.

Además, 79 estufas que no funcionaban de manera correcta fueron adaptadas y mejoradas para cumplir con las normas de certificación de la EPA. Esto se llevó a cabo entre enero de 2006 y junio de 2007.

Como resultado de estas políticas el 2007 entregó en promedio casi un 30% de disminución en los niveles de emanación de partículas finas invernales. Con más de 1.000 equipos cambiados en dos años el programa ejecutado en Libby se convirtió en el primer ejemplo de éxito, que fue luego traspasado a otras zonas del país.

El Doctor Tony Ward, investigador del Centro de Ciencias de Salud Ambiental de la Universidad de Montana realizó un control de las partículas emitidas en 20 viviendas tanto antes como después de la puesta en marcha del plan de acción realizado por la EPA, de lo cual se concluye que las concentraciones al interior de los hogares disminuyeron de 55 a 15 microgramos por metro cúbico, lo que significa una reducción del 72% de las emisiones.

Planificación y puesta en marcha del plan de acción

Según la EPA y la HPBA la modernización de los equipos a leña pueden reducir las emisiones de PM_{2,5} en al menos un 70%, y la actualización de los equipos a pellets puede alcanzar rangos mayores de disminución. Fue entonces cuando el Gobierno Federal y la asociación comercial de fabricantes privados de estufas a leña reconocieron que accionar un plan de cambio en los equipos ayudaría en gran medida a la disminución de este problema. Además las características de la zona contribuían enormemente a la ejecución del plan de acción; con una población de bajos ingresos, la alta incidencia de las enfermedades pulmonares, la topografía del valle y la ausencia de industrias que facilitan el origen de las emanaciones contaminantes.

Para poner en marcha el proyecto, la HPBA donó aproximadamente US\$1.000.000 en nuevas estufas, revestimiento de chimeneas, instalación y formación (incluyendo 300 estufas de leña certificadas por la EPA a los grupos de más bajos ingresos). En paralelo la HPBA creó un programa de capacitación para todos los instaladores de estufas a leña y una

extensión al programa general, el cual buscaba comunicar a los empresarios que eran su público objetivo.

Durante toda la ejecución del programa, los periódicos locales, la radio y televisión animaron a los hogares con bajos ingresos para que solicitaran sus equipos de calefacción. También se buscó incentivar por medio de afiches, volantes y publicidad masiva. El personal a cargo daba charlas organizacionales para masificar rápidamente el convenio y se exhibía el certificado otorgado por la EPA en el Departamento de Salud Ambiental de Lincoln. Todo esto se unió al medio más eficaz de difusión: el boca a boca.

Fue muy importante realizar además de todos estos esfuerzos una especie de cambio cultural, pues las personas preferían seguir de la misma manera y no exponerse a cambios en los niveles de calefacción que le entregaba su viejo equipo de calefacción.

Otro problema latente era el sentimiento de autosuficiencia que era parte del perfil de los habitantes, por ende no querían recibir “limosnas” del Estado. Como una manera de contrarrestar esta posición a partir de enero del 2007 el Reglamento de Calidad del Aire para Lincoln cambió, convirtiéndose en ilegal operar un equipo que no estuviera certificado.

Para la segunda fase del Plan de acción se realizó una campaña de sensibilización, con difusión a través de periódicos y radios, y con el cual se logró reunir a aproximadamente 500 personas en una feria para la exposición de equipos a leña, pellets, gas, petróleo y electricidad. De manera distinta a las personas beneficiadas en la Fase I, donde existía una oferta limitada de aparatos entre los cuales elegir, la segunda Fase exhibía una variedad de aparatos en los cuales los habitantes podían utilizar sus cupones de descuento subsidiados por la EPA y los grupos asociados al programa.

Para los jefes de hogar, el procedimiento de solicitud para obtener su descuento fue muy similar al desarrollado en la primera Fase: debían completar el documento de solicitud y presentarlo ante la organización del programa de cambio de estufas. Posterior a esto se realizaba la visita al sitio para confirmar la legitimidad de lo expresado por el dueño de

casa. Con ello resuelto se emitía el bono de descuento para elegir de manera libre entre los aparatos ya mencionados anteriormente.

4.4.3 Resultados

Gracias a los esfuerzos realizados por el programa, en la actualidad los habitantes de Libby pueden respirar un aire mucho más limpio, tanto dentro como fuera de sus hogares.

Las mediciones que se han realizado tanto antes como después de la puesta en marcha del programa, permiten analizar las diferencias existentes.

Entre los años 2000-2005 en el período noviembre a febrero los monitores registraban un promedio de 28,1 ug/m³ para los niveles de PM_{2,5}. En 2007 durante la misma época esta medida se redujo en un 20,3%. En el mes de enero la disminución entre los mismos años comparados fue de un 37%.

Otra medida importante es la reducción de incendios por la menor acumulación de creosota en las chimeneas. Esto debido a la quema más eficiente que realizan los equipos certificados por la EPA, lo que se tradujo en la reducción de un 33% en los incendios causados por acumulación de creosota. Aunque aún es necesario realizar una limpieza una vez al año, la instalación de esos artefactos disminuye los efectos negativos de la acumulación de basuras.

4.5 Otros casos desarrollados por la EPA en EEUU

Considerando los resultados obtenidos en Libby, además de otras características como la impopularidad que crea la imposición de programas obligatorios y los altos costos administrativos que esto puede traer, las autoridades creyeron necesaria la implementación de estas políticas en otros sectores de Estados Unidos, lo cual se adaptó a los requerimientos propios de las zonas contaminadas que tuviesen como agente importante de emanación la calefacción a leña de los hogares. Por ende, el programa de cambio de estufas a leña se propagó tanto a comunidades, como Condados y Estados. Ya en 2001 se había puesto en marcha un programa similar en la región de Los Grandes Lagos realizando un

cambio de aproximadamente 1.200 estufas antiguas y en el área de Puget Sound, Washington se llevó a cabo el mismo procedimiento con 1.600 estufas.

A continuación se analizan tres casos con enfoques similares desarrollados en Estados Unidos:

4.5.1 Los Grandes Lagos

El programa en esta región abrió un nuevo camino con varias tácticas que fueron utilizadas en el modelo piloto de Libby. Durante años, uno de los temas de mayor preocupación del sector fue la emanación del benzopireno como subproducto de los procesos de combustión a leña, los gases de los automóviles y camiones, industrias y emisiones de centrales eléctricas.

La EPA concluyó que casi un 60% de las emisiones de benzopireno en la atmósfera correspondía a la quema de leña residencial, comenzando un trabajo en conjunto con la North Central Hearth Patio and Barbecue Association (HPBA) y tres afiliados de la industria, además del apoyo del Departamento de Recursos Naturales y las Agencias de gobierno de varios Estados. El área cubierta incluyó a: Illinois, Indiana, Iowa, Michigan, Minnesota, Nebraska, oeste de Nueva York, Dakota del Norte, Ohio, Dakota del Sur, Wisconsin y la región de la bahía de Georgia, Ontario.

El programa se centró en una campaña de conciencia pública a través de la educación de los ciudadanos enfocada a la necesidad de reducir el exceso de humo producido por la madera, con lo cual se incentivó el cambio de estufas y chimeneas antiguas por combustiones certificadas por la EPA. Durante los tres meses de campaña se realizaron más de 200.000 visitas a la página web, resultando 1.287 cambios consignados de estufas. Los análisis dieron como resultado que los cambios de estufas pueden mejorar la calidad del aire, desarrollando el programa en varios estados y regiones, no siendo sólo aplicable a las comunidades individuales. Además, un esfuerzo en educación pública es fundamental para el éxito de este tipo de acciones (Fuente: <http://www.woodstovechangeout.org>).

4.5.2 Pittsburgh, Pennsylvania

En el año 2005 se llevó a cabo el plan de acción en Pittsburgh, tras la petición realizada por la Asociación de Calidad del Aire de la zona, en la cual se pedía a la EPA el financiamiento respectivo. Este fue de US\$100.000, más US\$80.000 adicionales entregados por el Departamento de Salud del Condado de Allegheny. Con los dineros disponibles, la Asociación comenzó a trabajar con la HPBA y la EPA, considerando dos clasificaciones para el cambio de estufas;

- a) Los ciudadanos de más bajos ingresos recibieron un bono de hasta US\$2.000 para reemplazar sus viejas estufas.
- b) Los habitantes de otros niveles socioeconómicos compraron estufas de reemplazo con descuentos para ser usados en los locales de fabricantes.

Algunos inconvenientes aparecieron en el transcurso de la ejecución, como la difusión y sensibilización de los empresarios, la cual fue muy cercana a la fecha de lanzamiento del programa. Esto conllevó a un clima de confusión sobre los artefactos elegibles y quienes tenían derecho a recibir los subsidios. Por otro lado, los fabricantes no pudieron sino hasta pasado el invierno prestar mayor atención a la campaña, siendo el inicio de ésta en otoño. Como resultado se obtuvieron 31 cambios para residentes de bajos ingresos y aproximadamente 200 descuentos para los habitantes de ingresos medios (Fuente: <http://www.woodstovechangeout.org>).

4.5.3 Estado de California

California es un Estado líder en regulaciones ambientales, siendo el 80% de sus habitantes parte de algún tipo de regulación para la quema de leña¹⁶. Su población asciende según cifras de 2006 a 36.4 millones de personas, con 2,3 millones de hogares utilizando leña como combustible.

¹⁶ Se puede explicar en cierta medida por el alto poder de ingresos del Estado, el que posee un índice de Producto Interno Bruto que comparado de manera hipotética con los países se ubica en el séptimo lugar del mundo entre Italia y Canadá.

En total suman 35 los Distritos de Control de Contaminación del Aire (APCD) y Distritos de Gestión de calidad del aire (AQMD), los que tienen como principal responsabilidad controlar la contaminación del aire provocada por fuentes fijas, tales como la combustión residencial de leña. De éstos, 4 son clave para la conformación de políticas, pues representan más del 76% de la población del Estado: South Coast (AQMD), San Joaquín (APCD), Sacramento (AQMD) y Bay Area (AQMD).

Aunque no todas las normas son iguales en los Distritos, hay patrones comunes entre ellos:

- a) La disposición a poner restricciones sobre la venta de aparatos de combustión a leña nuevos y,
- b) La restricción en el uso de los actuales aparatos a leña cuando el aire se empobrece.

Las características de cada una son las siguientes:

South Coast: Su población en 2006 era de 15.7 millones.

Dentro de su normativa consta lo siguiente respecto a la calefacción a leña: A partir del 7 de marzo de 2009 sólo las chimeneas alimentadas por gas se pueden instalar en los nuevos edificios comerciales e industriales. En los interiores o al aire libre las estufas a leña y chimeneas no están permitidas en las nuevas construcciones. Además, desde la misma fecha, se venden sólo las combustiones a leña y a gas con menores emisiones, respecto a los hogares y edificios ya construidos. Desde el 1 de noviembre de 2011, la “Gestión de Calidad del Aire” del distrito (AQMD), hizo obligatoria la reducción en el uso de las combustiones a leña entre noviembre a febrero, en los días que los niveles de PM_{2,5} sean perjudiciales a la salud.

Valle de San Joaquín: A 2006 su población era de 3.8 millones.

Desde el 1 de enero de 2004 las estufas a leña y chimeneas no pueden ser instaladas con una densidad mayor a dos unidades de vivienda por acre en las nuevas construcciones. Además, ninguna persona puede instalar más de dos equipos certificados por la EPA en las

construcciones nuevas con una densidad igual o superior a tres unidades de vivienda por acre. Por otro lado, no se puede operar una estufa a leña o una chimenea en los días que la organización del “Control de Calidad del Aire” del distrito lo estime necesario, entre noviembre y febrero de cada año.

Sacramento Metro: Su población a 2006 ascendió a 1.4 millones.

Entre las normas que se establecieron se destacan las siguientes: Desde el 26 de octubre de 2007 no se puede vender, suministrar o instalar un nuevo aparato para quemar leña a menos que sean calefacciones certificadas por la EPA o calefacciones en base a pellets.

Existe además una clasificación que regula el uso de las calefacciones en los meses de invierno:

Interrupción obligatoria: Durante la época de invierno los habitantes no pueden utilizar calefacción a leña los días que se declare con concentración promedio de 24 horas al $PM_{2,5}$ superior a $40 \mu g/m^3$.

Interrupción voluntaria: Se lleva a cabo una vez que se declara una concentración promedio de 24 horas de $MP_{2,5}$ entre 25 y $35 \mu g/m^3$.

Exención: Para los calefactores certificados y las estufas a pellets no se aplican estos criterios siempre que los artefactos no emitan humo visible.

Bay Area

Población en 2006: 6.9 millones.

Entre sus normas se encuentran: Ninguna persona podrá operar artefactos a leña durante el período de restricción, el cual se declara por parte del oficial de Control de Contaminación del Aire cuando se prevé un impacto negativo en la salud por emisiones de $MP_{2,5}$ (Fuente: http://www.omni-test.com/publications/California_Houck.pdf).

Dados los buenos resultados que las ciudades y Condados obtenían gracias a la implementación del programa, varias localidades siguieron la utilización del modelo buscando disminuir los agobiantes problemas de contaminación ambiental, sobre todo en aquellos lugares donde las normas nacionales para emanación de material particulado no se cumplían.

El siguiente cuadro resume las principales características de las labores desarrolladas en torno al plan de acción impulsado por la EPA.

4.5.4 Ciudades, Condados y Estados

Localización	Condado de Yakima, Washington (centro-sur de Washington, cerca de Fort Simcoe State Park)	Administración de Calidad del Aire, Distrito de Northern Sierra (abarca Nevada, Plumas y los Condados de la Sierra).	Ciudad de Truckee, California (en la frontera de Nevada, cerca de Carson City, NV)	Estado de Idaho
Fecha	Mayo de 2006.	Julio de 2006	Agosto de 2006	Agosto de 2006
Programa	Programa de reembolso por cambio de estufas a leña. Autoridad Regional del Aire limpio de Yakima	Rebajas por cambio de estufas a leña	Programa de reembolso de Leña	Departamento de Calidad Ambiental de Idaho. Reemplazo de estufas a leña y deducciones fiscales
Población	220.000 habitantes.	Cerca de 60.000 habitantes.	Cerca de 16.000 habitantes	1.3 millones de habitantes aproximadamente
N° de viviendas	79.000 viviendas.	Aproximadamente 21.000 hogares	Aproximadamente 11.300	527.000 viviendas
Objetivos	Residentes más saludables, estufas más limpias, aumento en las ventas de aparatos certificados por la EPA.	Reducir el impacto en la salud por la exposición al humo emanado por las estufas, reducir los niveles ambientales de partículas por debajo de lo exigido en las normas de calidad del aire. Con una financiación extra es prioridad disminuir los niveles de MP2.5 en la zona de Portola.	Reducir la cantidad de partículas emitidas, verificar la edad de los artefactos a leña fuera de uso y circulación.	Reducir la contaminación atmosférica asociada al humo emanado de la quema de leña.
Hitos	575 cambios de estufas entre los años 1993 a 2005. Es un programa con entrega de beneficios	El primer programa de cambio de estufas se comenzó a ejecutar en 1998.	Se han eliminado 912 estufas no certificadas por la EPA en 7 años a contar de la fecha de inicio del	Aproximadamente 6.000 estufas de leña han sido reemplazadas desde 1995.

	anuales.		Programa	
Presupuesto	Aproximadamente US\$17.000 anuales.	Específicamente en la ciudad de Portola el programa considera US\$25.000. Para el resto de las ciudades la Administración de Calidad del Aire ha presupuestado una cantidad limitada de fondos en reembolsos de hasta US\$2.500 para personas de bajos ingresos de la tercera edad.	US\$300.000 donados. Además se han gastado US\$306.000 en los 7 últimos años antes de la puesta en marcha del programa.	US\$90.000 anuales por deducción de impuestos.
Fuentes de financiamiento	Agencia de Aire Limpio de la Región de Yakima (YRCAA), las subvenciones del Gobierno, compañías de combustibles y otras industrias.	Administración de Calidad del Aire, Distrito de Northern Sierra y la SEP.	Fondos del Gobierno, Union Pacific Railroad	Estado de Idaho
Socios	YRCAA, recicladores, distribuidores locales, la Asociación del Hogar y la Compañía de gas natural "Cascades".	Inicialmente la Asociación de Productos del Hogar.	Ciudad de Truckee, Union Pacific Railroad	Centros de reciclaje (Pacific Steel) y vertedero de Idaho
Incentivos ofrecidos	Descuentos, cupones de US\$100 a los propietarios de viejas estufas.	Rebajas: Ciudad de Portola hasta US\$1.000. Por parte de la Administración de Calidad del Aire: Hasta	Se ofrecen reembolsos en efectivo: US\$300 para la extracción de una estufa no certificada y US\$200	Deducción de impuesto de hasta un 40% por la compra de un artefacto a gas, calentador de propano,

		US\$2.500 a los ancianos de bajos ingresos.	adicionales cuando el aparato es remplazado por una estufa a gas o a pellets.	estufa a pellets o certificada por la EPA.
Ordenanzas y reglamentos	Estufas a leña sin certificación no podrán ser vendidas, intercambiadas o regaladas.	No se han adoptado regulaciones que obliguen a remplazar las estufas, sin embargo algunas ciudades del Condado poseen normas respecto a la adquisición de un aparato certificado por la EPA al momento de la venta de una casa.	Desde enero de 2004 a septiembre de 2005 se eliminan las estufas sin certificación EPA en los hogares que son vendidos. Desde el 15 de julio de 2006 se eliminan definitivamente las estufas que no están certificadas.	El Departamento de Calidad Ambiental de Idaho tiene la potestad para emitir prohibiciones contra quemas bajo las reglas de Emergencia de Contaminación del Aire.
Mediciones del programa	Número de estufas a leña cambiadas.	El éxito del programa se mide básicamente por la reducción en las emisiones de material particulado a la atmósfera.	Aunque el desarrollo entre 1993 y 2006 aumentó en un 70%, la disminución en MP2.5 fue de sólo un 30%.	Cerca del 72% de los cambios de calefacción se han realizado hacia los aparatos a gas.
Lecciones aprendidas	Cuando los fondos son limitados se debe considerar un programa de cambio con un proceso gradual y que esté disponible por varios años.	Los reembolsos deben ser lo suficientemente altos como para que las personas puedan cambiarse a un aparato certificado o a otro tipo de combustible más limpio para el ambiente.	Sin información	La educación es clave para poder lograr los objetivos del programa. Es vital promocionar el programa sobre todo en la época de compra de leña. Los vendedores minoristas deben informar a los clientes el incentivo fiscal.
Publicidad	Anuncios	Anuncios en periódicos, página web, folletos y boca a boca.	Difusión por intermedio de folletos y letreros.	Anuncios del programa en los servicios públicos y folletos explicativos en las oficinas correspondientes.

Localización	Ciudad de Darrington, Washington, situado en el condado de Snohomish	Parte Sureste de la isla Fidalgo, en el Condado de Skagit, Washington	Ciudad de Pendleton, Oregon	Ciudad de Keene, New Hampshire
Fecha	Enero de 2007	2008	2007	Noviembre de 2010
Programa	Programa de cambio de estufas a leña en Darrington	Programa de cambio de estufas a leña	Programa de Reemplazo de estufas a leña. Ciudad de Pendleton	Campaña de cambio de estufas en Keene
Población	1.300 personas.	850 miembros de la tribu inscritos a 2008.	Aproximadamente 17.000 Habitantes	22.407 habitantes a 2008.
N° de viviendas	500 hogares.	Vivienda Tribal: 120 aproximadamente	5.500 hogares.	9.599 viviendas a 2008.
Objetivos	Reducir las partículas finas de humo. Reducir los tóxicos del aire provocados por el humo de la leña. Ayudar a la ciudadanía a asumir la propiedad del problema y solución de la calidad del aire.	Mejorar la calidad del aire interior en las casas de los miembros tribales. Reducir la prevalencia del asma, el crecimiento del moho y los ácaros del polvo.	Dar a conocer las normas Federales de Aire Limpio para emisiones de PM2.5. Mantener la alta calidad de vida. Promover la educación del aire y la salud.	Reducir las partículas MP2.5 producidas por leña. Permanecer con el cumplimiento de las normas de calidad del aire. Realizar el cambio de 100 estufas ofreciendo US\$1.000 en vales de descuento.
Hitos	En el otoño de 2005, en	Primer cambio: 13 estufas	Fase I: (2000-2002) 93	Fase 1: Octubre de 2009 a

	la expo "Hogar y Calefacción" se pone en marcha el programa de cambio de estufas. Posterior a esto se comenzaron a recibir las solicitudes, generando el cambio de 35 estufas hacia fines de 2006.	en el verano de 2002. Segundo cambio: 15 estufas en el verano otoño de 2005. Tercer cambio: completar las viviendas faltantes a lo largo de 2007.	cambios de estufas. Fase II: (2004-2006) 14 cambios de estufas a leña. Fase III: (2006 en adelante) Cambio de 27 estufas.	marzo de 2010, 78 estufas instaladas. Fase 2: marzo a junio de 2010, 8 cocinas instaladas. Total: 63 estufas de madera certificada, 15 de pellets y 8 de gas.
Presupuesto	Se presupuestaron US\$100.000 para los años 2006 y 2007.	En 2002: US\$ 36.000. En 2005: US\$ 32.000. En 2007: US\$ 292.000	No se encuentra disponible.	US\$141.000
Fuentes de financiamiento	Se financia con los dineros de las sanciones civiles del año anterior, además de US\$20.000 por concepto de mitigación de permisos (financiamiento local).	2002 y 2005 Proyecto ambiental suplementario. 2007: Autoridad de la vivienda de Swinomish y la EPA	Donaciones de la comunidad y contribución de la ciudad.	US\$35.000 con fondos de la EPA y US\$106.000 con fondos de la SEP en acuerdo con la American Electric Power.
Socios	El alcalde y los concejales, la ferretería local y el club de ciencias.	Autoridades de Skagit, la tribu de Swinomish y la EPA.	"Energy Trust" de Oregon, Departamento de Calidad Ambiental de Oregon, EPA, Productos del Hogar	Departamento de Servicios Ambientales de New Hampshire, Ciudad de Keene, EPA y Hearth, Patio

			de Oregon y USDA Desarrollo Rural.	and Barbecue Association.
Incentivos ofrecidos	El programa ofrece cupones de descuento que varían según el tipo de artefacto que se desea adquirir: US\$2.500 para adquirir e instalar estufas eléctricas, a propano o petróleo que sustituyan a cualquier estufa a leña. US\$1.500 para adquirir e instalar estufas a pellets que sustituyan artefactos a leña y US\$500 para instalar estufas certificadas.	100% en compra e instalación para los propietarios de más bajos ingresos.	Fase 1: US\$3.500 sin intereses, con plazo de hasta 5 años de pago. El propietario elige el tipo de artefacto a instalar, y el contratista. Además debe deshacerse de su estufa actual. Fase II: Las personas mayores de bajos ingresos son subvencionados para realizar un cambio en sus sistema de calefacción. A otro grupo de residentes de bajos ingresos se les presta a 20 años con un 1% de interés. Fase III: Los propietarios pueden pedir un préstamo sin intereses, el cual será pagado por los próximos propietarios que adquieran la vivienda junto con la hipoteca.	Fase 1: US\$1.000 en vales de descuento. Fase 2: US\$3.000 en vales de descuento. Toneladas de pellets gratis por la compra de estufas a pellets.

Ordenanzas y reglamentos	No existe una norma que obligue al cambio de estufas. Se cumple con las prohibiciones del Estado respecto a la emanación de MP2.5.	No hay regulaciones para la quema de leña.	Existen ordenanzas que restringen la quema de leña en estufas y a cielo abierto dentro de la ciudad.	No hay normas especiales para la sustitución de estufas antiguas.
Mediciones del programa	Es de esperar en un mediano plazo el replazo del 50% de las estufas a leña (tanto certificadas como no certificadas) por los distintos tipos de artefactos sustitutos. Se están eliminando más de 9.330 libras de material particulado fino al año en Darrington por la puesta en marcha del programa de cambio de estufas.		Las toneladas de material particulado mitigado.	La sustitución de estufas a leña reduce de tres a cuatro toneladas de material particulado en invierno.
Lecciones aprendidas	Es importante apoyarse en los socios, como la Hearth, Patio and Barbecue Association o la oficina del Servicio	En promedio se disminuyó de US\$2.400 a US\$1.500 el costo de replazo de las estufas. En la mayoría de los casos se mejora la	La fase I del programa fue más exitosa, debido principalmente a factores tales como la economía tanto local como nacional,	Las asociaciones entre el Gobierno estatal y el sector privado necesitan el apoyo de los distribuidores locales. Es esencial la

	Salud del Condado, al mismo tiempo de impulsar la economía local con el uso de sus bienes y servicios en los programas desarrollados.	calidad del aire al interior del hogar al existir una calefacción certificada.	los precios de los combustibles sustitutos y la saturación del mercado.	educación tanto antes, durante y después de la campaña.
Publicidad	El correo directo, los boletines en noticias locales, comunicar a los grupos comunitarios y un Kick-off dirigido por el alcalde.	Se realizó una pequeña inducción de 10 minutos para que los residentes usen de manera adecuada sus nuevas estufas.		Las radios locales difunden el programa. Se utilizan carteles y volantes en lugares estratégicos y publican artículos en diarios como el New York Times.

Fuente: www.epa.gov

CAPÍTULO 5:
APRENDIZAJE

A continuación se presentarán las principales iniciativas que han abordado las ciudades estudiadas y el respectivo mensaje que puede ser utilizado en Temuco y Padre Las Casas según los resultados obtenidos con los distintos programas:

Perth

El primer indicador de interés en esta ciudad australiana es la clasificación que el Gobierno estipula como contenido de humedad permitido en la venta de leña, siendo éste de un 20% como máximo. En Chile el contenido de humedad permitida es de un 25%, por ende, al no tener un concepto de medición estándar, los resultados en las emisiones serán distintos y probablemente mejores para quienes ejercen una mayor restricción. Desde el punto de vista productivo esto se traduce en un mayor tratamiento en el proceso de secado en el caso de Perth, lo que puede aumentar el tiempo de secado dependiendo de la técnica utilizada (secado natural, secado mixto o secado en cámaras industriales).

En cuanto a las iniciativas desarrolladas para disminuir la contaminación es importante resaltar el establecimiento de evaluaciones periódicas y la relación costo-eficacia que los programas – aumento en la conciencia de la sociedad, aumento en la conciencia de la industria de la madera, molestia por el humo doméstico y eliminación de residuos verdes – entregan como resultado. Específicamente, el primer programa se encuentra enfocado a toda la sociedad, situación distinta a la establecida en el Plan de Descontaminación de Temuco y Padre Las Casas, donde el objetivo de educar a la ciudadanía se basa en los establecimientos educacionales. Por tanto, podría adoptarse como medida incluir a toda la sociedad dentro de los talleres y capacitaciones que se impartan.

Una de las acciones que si ha realizado el Ministerio del Medio Ambiente en Temuco y Padre Las Casas es la creación de conciencia por parte de los empresarios proveedores de leña, buscando con incentivos fiscales la certificación de éstos y el mejoramiento tecnológico en sus sistemas productivos, aunque no se debe desconocer que aún falta por mejorar la fiscalización a los empresarios del rubro de la leña, puesto que la certificación no se ha masificado y son muchos los pequeños proveedores que se encuentran vendiendo de manera informal, con resistencia al cambio en el contexto del

marco regulatorio que se desarrolla. Dado esto sería importante considerar políticas flexibles en cuanto a la formalización, identificando además quienes se encuentran en condiciones de marginalidad (pues existe un porcentaje de comerciantes que posee características de marginalidad socioeconómica) para de esta manera implementar un programa de regulación acorde.

Christchurch

Uno de los aspectos más interesantes desarrollados en Christchurch, Nueva Zelanda, es la prohibición del uso de artefactos mayores a 15 años que funcionan con combustibles sólidos entre abril y septiembre de cada año. Esta alternativa es posible de ejecutar debido al nivel de ingresos existente en Nueva Zelanda. Específicamente, la Provincia de Canterbury (cuya ciudad principal es Christchurch) posee un ingreso semanal promedio para todas las personas de US\$ 687¹⁷ a 2010, lo que es equivalente a US\$ 2.748 mensuales, mientras que Temuco posee un ingreso estimado per cápita de aproximadamente US\$ 436 mensuales y Padre Las Casas US\$ 180¹⁸ mensuales. Además, el mercado de sustitutos a la leña es amplio, por ende las condiciones de vida son diferentes a las que se viven en la Región de La Araucanía, donde la leña sigue predominando y recién se está incorporando el pellet como alternativa.

Otro punto de análisis es la prohibición de utilizar calefacción en base a combustibles sólidos en nuevas viviendas y barrios, y en aquellos lugares que no poseen actualmente este tipo de calefacción. Esta acción permite controlar en el largo plazo la expansión del agente contaminante en cuestión, limitando su esparcimiento hacia los nuevos barrios construidos y minimizando las posibilidades de que en las viviendas donde no se utilizaban artefactos por combustibles sólidos se cambien a dicho sistema. Para ello se ofrecen productos alternativos, tales como los equipos en base a combustible líquido o las bombas de calor, entre otros. En la Región de La Araucanía y en general el país, no contempla la comercialización masiva de sustitutos más allá de los artefactos a pellets o por gas y petróleo, por ende la aparición de nuevas alternativas como las bombas de calor (que

¹⁷ Fuente: Estadísticas de Nueva Zelanda: www.stats.govt.nz

¹⁸ Fuente: Casen 2009.

recién se están incorporando al país) favorecen al mercado y a las posibilidades de los consumidores. En Temuco y Padre Las Casas, y tal como se mencionó en el párrafo anterior, las alternativas de puesta en marcha para este tipo de propuesta se ve obstaculizada por el nivel de ingresos, que es relativamente bajo, y por los costos relativamente altos de los combustibles alternativos a la leña. Además, el hecho de limitar la implementación de calefacción en las nuevas construcciones debe tener una previa planificación en cuanto a los sustitutos que pudiesen ser utilizados más los costos asociados a estos. Una buena alternativa para poder hacer factible esta política en ambas comunas es una subvención gubernamental expresada en los dividendos de las personas que adquieran una vivienda nueva, lo que se traduce en un menor valor en el pago mensual del dividendo para las personas que reciban este beneficio durante los meses que el subsidio cubra parte del pago.

Libby

Uno de los escenarios idóneos para analizar las políticas llevadas a cabo es la ciudad de Libby, en el norte de Estados Unidos, donde la representatividad de la situación vivida en las comunas de La Araucanía es más marcada.

Aquí es importante destacar la labor del Estado representada por la EPA, encargada principal de las acciones en materia ambiental ejecutadas en Estados Unidos.

El problema que afectaba a la ciudad fue atacado desde lo particular a lo general, es decir, se comenzó abordando el estrato socio-económico más vulnerable. Una de las buenas estrategias que se utilizó fue el cambio gratuito en primera instancia por estufas con una mayor eficiencia energética. Esto contribuyó a que los habitantes de Libby no hayan sufrido un cambio drástico en su sistema de calefacción, sino más bien una actualización, lo cual hace más fácil el cumplimiento del objetivo por parte de la entidad Gubernamental. Cabe mencionar que este programa se desarrolló en una época donde la economía de la zona se encontraba bajo la media de los índices económicos nacionales, por lo que resultó clave el hecho de la gratuidad en esta primera etapa del programa de recambio.

En Temuco y Padre Las Casas se tiene planificado utilizar una idea similar, con dineros enfocados a la entrega de artefactos certificados a un pequeño grupo de hogares de bajos ingresos como inicio de un programa, indicando además la apertura de un plan enfocado a la calefacción certificada.

En primera instancia el Plan de Descontaminación Ambiental para Temuco y Padre Las Casas establece entre sus objetivos acelerar el recambio tecnológico de los actuales calefactores a leña, sin embargo, de las propuestas presentadas en la licitación correspondientes a cuatro modelos de calefactores de tres empresas distintas, sólo la empresa Amesti incluía los informes de emisión de material particulado, el cual fue rechazado por la autoridad sanitaria. Esto dio como resultado la declaración desierta de la licitación en julio del presente año hasta un nuevo aviso por parte del Ministerio del Medio Ambiente, buscando equipos con mejores tecnologías disponibles y más eficientes.

Por lo tanto, para optar a esta medida, primero se debe contar con tecnología suficiente en la región para ofertar los artefactos y ejecutar el plan de acción. Si para las empresas que actualmente operan no es rentable este negocio por las condiciones de mercado (principalmente los precios de las calefacciones actuales con mayores emisiones de material particulado) entonces se debe buscar la mejor alternativa para atraer a estas empresas o a otras extranjeras a invertir en nuestra región asegurando cierta demanda por parte de la comunidad dado el subsidio entregado por el Gobierno, o que directamente éste adquiriera una cantidad de estufas, tal como en Libby lo hizo la HPBA, para incentivar el desarrollo de este tipo de calefacción.

Otro enfoque que puede ser utilizado es asociarse con los fabricantes privados de estufas a leña para accionar en conjunto el plan de cambio en los equipos y no buscar a través de licitaciones en la cual sólo un oferente es el encargado de abastecer del producto requerido.

El programa de recambio de calefactores en Libby tuvo su apogeo en la segunda fase, donde se entregaron descuentos que cubrían gran parte de los costos en la sustitución de los calefactores, abarcando así 791 cambios, equivalente a cerca del 75% de las estufas

consignadas. Esta medida es trascendente pues incluye el tramo de los habitantes con ingresos medios. Si en Temuco y Padre Las Casas se considerara una ayuda estatal hacia las personas que se encuentran en un nivel socio-económico medio, más el aporte gratuito a los más necesitados, podría hacerse factible la prohibición de estufas que emitan material particulado superior a un nivel no deseado para el medio ambiente, desacelerando el proceso vivido en los inviernos respecto a la cantidad de días que se sobrepasa la norma de MP₁₀ y MP_{2,5}. No obstante, se puede apreciar que aún está permitida la comercialización de los aparatos más contaminantes que usan leña como combustible: las cocinas a leña¹⁹. Asimismo, si los esfuerzos gubernamentales aún no son suficientes como para limitar el uso y el aumento de este tipo de calefacción entonces será muy difícil establecer políticas más desarrolladas y con mayores restricciones.

Otra acción fundamental realizada y que también afecta las comunas mencionadas de nuestra región es el esfuerzo por un cambio cultural, ya que en Libby sus habitantes preferían no cambiarse a un nuevo sistema de calefacción. En La Araucanía se puede apreciar que existe un comportamiento similar, aunque con mayor fuerza, pues el arraigo a costumbres y de cierta forma a una cultura debe ser tratada con cuidado, tomando como herramienta de apoyo la educación ambiental y las repercusiones que los actuales sistema de combustión pueden ocasionar.

Ciudades de Los Grandes Lagos

En el caso del programa ejecutado en Los Grandes Lagos el énfasis fue hacia la conciencia social en los problemas existentes por contaminación de leña, incentivando el cambio hacia los artefactos certificados por la EPA. Nuevamente se encuentra la asociatividad como respuesta al mejor funcionamiento de un programa, ya que se desarrolló una estrategia por parte de la HPBA en conjunto con Agencias de Gobierno de los Estados beneficiados, el Departamento de Recursos Naturales y lo más importante, coordinación

¹⁹ Se puede corroborar esta información en el mercado formal, principalmente en las grandes cadenas de ferreterías donde se venden sin prohibición a pesar de la existencia de un plan de Descontaminación.

con empresarios de la industria de calefactores en base a leña. Sin este trabajo conjunto no es posible realizar cambios ni estrategias en función de disminuir la contaminación. Un solo ente no posee todas las herramientas para tener el control y manejar el desarrollo de un programa tan potente como este. Por tanto, en el caso de Temuco y Padre Las Casas es indispensable que las empresas se coordinen con el Estado para buscar una solución óptima al problema que ejerce la contaminación ambiental.

En Pittsburgh la situación no fue muy diferente, aunque aquí los habitantes de más bajos ingresos recibieron bonos, mientras que los otros niveles socioeconómicos se hicieron acreedores de descuentos. Aunque el presupuesto no es igual al de Libby, es posible destacar que se cumplió el objetivo, con más de 200 recambios de estufas.

Ciudades de California

En California se toman medidas distritales importantes, que pudiesen ser utilizadas en Temuco y Padre Las Casas como alternativas o complementarias a las que ya se ha hecho alusión, principalmente en lo referente al uso de los artefactos a leña cuando el aire empeora. Esta medida consiste en prohibir el uso de calefacción a leña cuando los índices de material particulado sobrepasan las normas establecidas. En el ámbito local podría utilizarse impidiendo el uso de cocinas a leña y combustiones ineficientes sólo cuando exista una masificación de otras formas de obtener combustión, es decir, se puede implementar en conjunto con el establecimiento de equipos certificados y el recambio de éstos, induciendo de cierta manera a los habitantes a cambiar sus artefactos antiguos sin necesidad de prohibir directamente el uso indefinido de éstos, sino sólo en aquellos días críticos de contaminación ambiental. De esta manera la población se verá impulsada a sustituir sus artefactos, tanto por aprovechar los incentivos estatales como por la prohibición que se impone en los días con mayor grado de contaminación.

Por otro lado, también se destaca la negativa interpuesta por los distintos Distritos respecto a la venta, suministro o instalación de aparatos a leña a menos que sean certificados.

Otras Ciudades de Estados Unidos

En las ciudades, Condados y Estados que se analizan en el cuadro resumen, es común la medida del recambio de estufas antiguas por artefactos más eficientes, y con un factor muy importante a considerar para las acciones futuras a desarrollar: todos ofrecen incentivos monetarios a sus habitantes, con énfasis en los menores ingresos y a los ancianos principalmente. Además, los incentivos en algunos casos son proporcionales al tipo de artefacto que se desea adquirir, por tanto, también es un motivador para buscar el equipo menos contaminante, como la calefacción a través de estufas eléctricas.

Como alternativa para implementar en Temuco y Padre Las Casas se podría considerar la generalidad que el plan de recambio de estufas ha instaurado en Estados Unidos, siendo de gran importancia su ejecución no sólo en un sector específico, sino en gran parte de las zonas comprometidas con la contaminación atmosférica. Por ende, esta iniciativa se podría aplicar no sólo a los casos analizados de la región, sino también a otras ciudades que sufren problemas similares, tales como Rancagua, Talca, Osorno y Coyhaique, para poder combatir este problema ambiental con una política a nivel macro.

CAPÍTULO 6:
CONCLUSIONES

Las comunas de Temuco y Padre Las Casas se encuentran ejecutando un Plan de Descontaminación Ambiental (PDA), con el cual se pretende disminuir los niveles de MP₁₀ en el futuro.

Para ver la factibilidad de implementar políticas ya utilizadas en otros países, esta tesis se enfocó en investigar ciudades con problemas similares, las cuales tienen en común el hecho de encontrarse en países desarrollados, puesto que los subdesarrollados por lo general se localizan cercanos a la línea del Ecuador, con un clima tropical que en general no les acarrea grandes problemas con las temperaturas frías, lo que no los lleva a tener necesidades de calefacción en la misma medida que los países ubicados más cerca de los polos. Es por esto que se debe tener en consideración las diferencias en el nivel de ingreso de las personas, calidad de vida, variedad de artefactos sustitutos a los equipos a leña, combustibles sustitutos de la leña, y el presupuesto fiscal disponible entre las ciudades estudiadas y las comunas de Temuco y Padre Las Casas.

Dado este alcance, se encontraron aspectos importantes que pueden ser de gran utilidad en la reformulación de propuestas para integrar al plan de descontaminación de ambas comunas.

Se analizaron las diferentes acciones que las ciudades investigadas han utilizado para disminuir los niveles de contaminación ambiental, específicamente las emanaciones de material particulado por el uso de leña en los hogares. Dentro de las políticas exitosas de esos casos se pueden destacar las siguientes:

- Utilización de la educación como medio de penetración en la conciencia ciudadana de los daños que provoca a la salud y al medio ambiente el uso de calefactores a leña sin certificación.
- Recambio de estufas con emisiones ineficientes por artefactos certificados ante entes gubernamentales, estableciendo una norma estándar de emisión y controlando los niveles de material particulado.

- Prohibición en el uso de artefactos a leña sin certificación en épocas determinadas (temporada de invierno) con el objetivo de aplacar el aumento de material particulado.
- Prohibición en el uso de artefactos a leña sin certificación en días específicos (de emergencia ambiental) previo aviso de las entidades encargadas de decretar dicha acción.

Uno de los mayores representantes en el recambio de calefacción en base a leña es Estados Unidos, a través de su entidad estatal, la Agencia de Protección Ambiental (EPA). Esta, en coordinación con los diferentes Estados, Condados y Distritos, más la ayuda de otras organizaciones, tanto públicas como privadas, han desarrollado en los últimos 15 años diferentes planes de acción enfocados al cambio de equipos de calefacción a leña, con subvenciones totales y descuentos porcentuales en dependencia del plan y el presupuesto existente.

Sus estrategias se basan en un trabajo conjunto (el cual incluye a las empresas fabricantes de estufas a leña), con ideas planificadas y enfocadas principalmente al uso de artefactos que cumplen con certificación de calidad. Es importante destacar el manejo que han realizado, conduciendo gradualmente a la sociedad hacia una actualización en el ámbito de la calefacción, contribuyendo primero al estancamiento y luego a la reducción en los niveles de emisión de material particulado. Estos planes de acción arrojan además resultados positivos respecto a la recuperación de la inversión y el mejoramiento de la calidad de vida.

En la Región de La Araucanía, y específicamente en las comunas de Temuco y Padre las Casas se han incorporado medidas un tanto similares, pero su ejecución aún no se encuentra en marcha, debido a la falta de asociatividad entre los organismos competentes y los productores de artefactos para calefacción.

Uno de los casos emblemáticos de Estados Unidos, la ciudad de Libby, posee características muy similares a Temuco y Padre Las Casas. De hecho, en los años donde se

implementó el plan de acción, la economía de la ciudad se encontraba en una mala situación. La clave para lograr el éxito en aquel lugar se basó en la coordinación de los encargados en llevar a cabo el programa de cambio de equipos. Además, se consideró un conjunto de políticas que abarcaron información, educación y subvenciones, lo que fue suficiente para cambiar incluso el arraigo cultural de muchos habitantes que en primera instancia no veían con grandes expectativas este programa.

En el caso de las acciones efectuadas en Perth destaca la educación que se imparte a todas las personas dentro de la comunidad. Si en Temuco y Padre Las Casas sólo se incorpora esta medida dentro de los establecimientos educacionales los resultados pueden no necesariamente verse reflejados en un corto ni mediano plazo, pues por lo general son los adultos quienes toman las decisiones respecto a los productos que utilizan. No obstante, en muchos casos el conocimiento adquirido por los jóvenes puede intervenir en la decisión final. De todos modos, si la información respecto a los daños que provoca el material particulado fuese masificada, la población podría tomar mayor consideración antes de adquirir un nuevo artefacto de calefacción y en la forma en que usa los equipos a leña ya existentes, incluido el tema de la humedad y cantidad de leña usada.

En cuanto a la creación de conciencia por parte de los empresarios de la leña, a pesar de los esfuerzos realizados, es muy poca aún la certificación existente, por ende la gran oferta de leña se encuentra en condiciones de informalidad y muchas veces incluso de marginalidad. Es necesario entonces implementar un programa más intensivo con la finalidad de restringir el mercado de la leña a quienes cumplan con los estándares de calidad estipulados, específicamente con el porcentaje mínimo de humedad requerido para que las emisiones a la atmósfera no sean tan elevadas.

En Christchurch, dentro de las acciones más destacables se encuentra la prohibición del uso de las estufas a leña mayores a 15 años durante la época de invierno. Es importante el registro que se maneja en esta ciudad respecto a los artefactos a leña, lo cual permite fiscalizar el cumplimiento de esta norma. Además, el hecho de ser un país desarrollado implica que exista un mercado con muchas más variantes que las existentes en

Temuco y Padre Las Casas, en el cual los habitantes tienen acceso a alternativas que económicamente son alcanzables por su nivel de vida.

En general, se puede concluir que las ciudades analizadas han sido capaces de realizar diferentes acciones, con énfasis en la educación, el recambio y prohibición temporal de artefactos. Estas medidas adquieren gran poder de convencimiento entre los habitantes por la forma en la cual se han desarrollado, con asociaciones y planes estratégicos que conllevan a cambiar los hábitos y despertar conciencia en la población respecto a la gravedad de las emanaciones de material particulado.

Referencias

- Alfaro, M. d. (1999). *Contaminación del aire: Emisiones vehiculares, situación actual y alternativas*. San José, Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia.
- Álvares, S. (2010). *Diccionario de economía pública*. Madrid, España: Editorial del Economista.
- Borrego Aguayo, J. (1994). *Ciencias de la Naturaleza*. Sevilla, España: Universidad de Sevilla.
- Burschnel, H., Hernández, A., & Lobos, M. (2003). *Leña. Una fuente energética renovable para Chile*. Santiago, Chile: Editorial Universitaria.
- CEPAL/OCDE. (2005). *Evaluaciones del desempeño ambiental*. Santiago, Chile: Naciones Unidas, CEPAL.
- Chavez, C., Stranlund, J., & Gómez, W. (2010). *Controlling urban air pollution caused by households: uncertainty, prices and income*. Massachusetts, EEUU: Universidad de Massachusetts Amherst.
- Chile, C. .. (2007). *Análisis general del impacto económico y social del Plan de Descontaminación Atmosférica de Temuco y Padre Las Casas*. Santiago, Chile: Conama IX Región.
- Chile, R. d. (2007). *LEY 19.300 Sobre Bases Generales Del Medio Ambiente Modificada por la ley 20.173*. Santiago, Chile.
- conservation, D. o. (2010). *City of Perth: Economic development strategy*. Perth, Western Australia.
- Department of environment . (2004). *Perth home heating survey, Technical Report*. Western Australia: Government of Western Australia.
- Department of environment and conservation. (2007). *Perth air Quality Management Plan: Five.-Year Review. Draft for Stakeholder Comment*. Western Australia: Environmental Protection Authority.
- Dom Driscoll, G. M. (2000). *Impact and use of firewood in Australia*. Western Australia: CSIRO Sustainable Ecosystems.
- EPA document. (October 2009.). *Strategies for Reducing Residential Wood Smoke Outreach and Information Division. Air Quality Planning Division. Office of Air Quality Planning and Standards*. . EE.UU: U.S. Environmental Protection Agency.
- Fisher, G. (2005). *Health and air pollution in New Zealand: Christchurch Pilot Study*. Canterbury: Ministry for the environment - Ministry of transport.

- Gavin Fisher, J. P. (2001). *Implications of reducing winter time air pollution in Christchurch on greenhouse gas emissions*. Canterbury - New Zealand: Niwa Report.
- Glover, D. (2010). *Medio Ambiente. Economía para un futuro sostenible*. Ottawa, Canadá: Publicado por el Centro Internacional de Investigaciones para el desarrollo 2010.
- Gómez-Lobo, A., Lima, J. L., Hill, C., & Meneses, M. (2006). *Diagnóstico del mercado de la leña en Chile. Informe Final*. Santiago, Chile: Centro de Microdatos para la Comisión Nacional de Energía.
- Government of Western Australia. (2009/2010). *Perth Air Quality management plan*. Perth: Air quality coordinating committee.
- Henry, G., & Heinke, G. (1999). *Ingeniería Ambiental*. Ciudad de México: Prentice Hall.
- Houck, J. E. (2008). *The California Syndrome: wood burning regulations*. . EE.UU: Hearth & Home .
- J.A. Mc Gowan, P. H. (2001). *Particulate air pollution and hospital admissions in Christchurch, New Zealand*. Christchurch, New Zealand: University of Otago, Christchurch .
- James Houck, D. B. (February 2005). *All eyes on Libby*. Libby: Hearth & Home .
- John Todd. (2005). *Cost-benefit analysis of wood smoke reduction in Perth*. Western Australia: Eco-energy options .
- Leff, E. (2000). *Los problemas del conocimiento y la perspectiva ambiental*. Méjico D.F.: Siglo veintiuno editores.
- Miller Jr, T. (2007). *Ciencia ambiental. Desarrollo sostenible, un enfoque integral*. México D.F., México: International Thomson Editores S.A. Octava Edición.
- Ministry for the Environment. (2007). *Sustainable energy strategy for Christchurch 2008-2018*. Christchurch- New Zealand: Christchurch City Council .
- Ministry for the environment New Zealand. (2009). *Air quality Environmental Report Card* . New Zealand.
- Montana Department of Environmental Quality. (2008). *Clearing the Smoke. The wood stove changeout in Libby, Montana*. . Lincoln County : U.S. Environmental Protection Agency.
- Nicholson, W. (2004). *Teoría Microeconómica. Principios básicos y ampliaciones*. Madrid, España: Thomson Editores Spain.
- Nicholson, W. (2005). *Microeconomía intermedia y sus aplicaciones*. México D.F.: International Thomson Editores.
- Parkim, M. (2004). *Economía*. México D.F.: Pearson Educación.

-
- Peña, E., Palacios, M., & Ospina, N. (2005). *Algas como indicadores de contaminación*. Cali, Colombia: Universidad dl Valle.
 - (s.f.). *Perth air Quality Management Plan: Five.-Year Review*.
 - Pólese, M. (1998). *Economía urbana y regional. introducción a la relación entre territorio y desarrollo*. Cartago, Costa Rica: Libro universitario regional.
 - Pólese, M., Larragán, C., & Pérez, S. (1998). *Contaminación urbana y regional: intrpducción a la relación entre territorio y desarrollo*. Cartago, Costa Ricas: Libro universitario regional.
 - Pullen, D. (1970). *Air pollution in the Christchurch Metropolitan District*. Christchurch: Departament of health, Christchurch.
 - Ríos, C., Adonis, M., & Gil, L. (2005). *Material Particulado Respirable, CO y SO2 en ambientes laborales y urbanos con emisiones diesel en Santiago de Chile*. Santiago, Chile: Universidad de Chile.
 - Sans, R., & Ribas, J. d. (1989). *Ingeniería ambiental: Contaminación y tratamientos*. Barcelona, España: Marcombo S.A.
 - Seóanes, M. (2002). *Tratado de la contaminación atmosférica. Problemas, tratamiento y gestión*. Madrid, España: Ediciones Mundi Prensa .
 - Simioni, D. (2003). *Contaminación atmosférica y conciencia ciudadana*. Santiago, Chile: Preparado para la CEPAL.
 - Solis, L. M., & López, J. (2003). *Principios Básicos de contaminación ambiental*. Toluca, México: Universidad Autónoma del Estado de México.
 - Stiglitz, J. (2000). *La economía del sector público*. Barcelona, España: Edición en castellano Antoni Bosch Editor S.A.
 - Stiglitz, J., & Walsh, C. (2009). *Microeconomía*. Madrid, España: Traducido al español por Editorial Ariel S.A.
 - Subirats, J., Knoepfel, P., Larrue, C., & Varone, F. (2008). *Análisis y gestión de políticas públicas*. Barcelona, España: Editorial Ariel S.A.
 - Taborda, R. (2005). *Curso de macroeconomía*. Bogotá, Colombia: Universidad de Rosario.
 - The Government of Western Australia. (2009). *Wood heaters and air pollution: Reducing smoke emissions*. Western Australia: Department of environment and conservation.
 - Tiegs, J. E. (2005). *Pittsburg: The Beginning*. EE.UU: Hearth & Home.
 - Todd, J. (2003). *Wood-Smoke Handbook: Woodheater firewood and operator practice*. Western Australia: Department of the environment and heritage.
-

-
- Trujillo, J. L. (2007). *Presupuesto. una aproximación de la planificación y el gasto público*. Bogotá, Colombia: Universidad del Rosario.