

000577

RESUMEN EJECUTIVO

Desarrollo del Inventario de
Emisiones para la Comuna de
Valdivia



000578

Estudio desarrollado para
SEREMI DEL MEDIO AMBIENTE
REGIÓN DE LOS RÍOS

Desarrollado por:

SICAM INGENIERÍA LTDA.

Informe preparado por:

Cristian Varela Bruce	Jefe de Proyecto
Sergio Dávila Riquelme	Ing. Ambiental, Responsable capítulo 1
Cristian Varela Bruce	Ing. Ambiental, Responsable capítulo 2
Jasmine Bastidas Muñoz	Ing. Ambiental, Responsable capítulo 3
Pamela Rebolledo Bovone	Ing. Ambiental, Responsable capítulo 4

Contraparte Técnica

SEREMI Medio Ambiente, Región de Los Ríos.

Temuco, Febrero de 2015

Índice de Contenidos

1	RESUMEN EJECUTIVO	5
2	ANTECEDENTES GENERALES	5
2.1	CONTAMINANTES	6
2.2	DOCUMENTOS DE REFERENCIA PARA METODOLOGÍAS INTERNACIONALES.....	8
3	OBJETIVOS	10
3.1	OBJETIVO GENERAL	10
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
4	CONTENIDOS Y ESTRUCTURA DEL INFORME.....	11
5	PRINCIPALES RESULTADOS.....	12
5.1	COMBUSTIÓN RESIDENCIAL DE LEÑA.....	14
5.2	FUENTES PUNTUALES	17
5.3	FUENTES MÓVILES EN RUTA Y FUERA DE RUTA.....	19
5.4	FUENTES DE ÁREA: OTRAS	21
5.5	ESTIMACIÓN DE EMISIONES INVENTARIO AÑO BASE 2013	23

Índice de figuras

Figura 1. Área de Estudio Inventario Valdivia, año base 2013.....	9
Figura 2. Aporte porcentual de MP10 por tipo de fuente emisora para la comuna de Valdivia.....	13
Figura 3. Aporte porcentual de MP2,5 por tipo de fuente emisora para la comuna de Valdivia.....	13
Figura 4. Emisiones por Categoría de Fuente Puntual (MP10) Valdivia Año base 2013.....	18
Figura 5. Emisiones por Categoría de Fuente Puntual (MP2.5) Inventario Valdivia, año base 2013 ...	18
Figura 6. Aporte Porcentual de contaminantes por categoría vehicular para la comuna de Valdivia ..	20
Figura 7. Aporte Porcentual de contaminantes, Fuentes Móviles Fuera de Ruta, Comuna de Valdivia.	20
Figura 8. Aporte porcentual a las emisiones de MP por distintas fuentes de área.....	22
Figura 9. Aporte porcentual de contaminantes por tipo de fuente emisora para la comuna de Valdivia año base 2013	24

Índice de tablas

Tabla 1. Tabla de valoración de los Factores de Emisión.....	6
Tabla 2. Resumen de emisiones de contaminantes, estimadas según tipo de fuente emisora (Ton/año) para la comuna de Valdivia.	12
Tabla 3. Aporte porcentual de contaminantes, estimados según tipo de fuente emisora para la comuna de Valdivia.	12
Tabla 4. Consumo promedio de leña por vivienda (m3/año), y proporción de uso (%), según clasificación de viviendas antiguas y nuevas en la comuna de Valdivia.	14
Tabla 5. Distribución porcentual del stock de artefactos a leña en la comuna de Valdivia.	15
Tabla 6. Consumo de leña por tipo de artefacto (m3 estéreo), Valdivia, 2013.....	15
Tabla 7. Consumo promedio de leña (m3 estéreo) y proporción de hogares que la utilizan (%), desagregado según distrito censal y viviendas nuevas, Valdivia, 2013.	16
Tabla 8. Emisiones de MP10 y MP2,5 por tipología de artefacto (Ton/año), en la comunas de Valdivia, año base 2013.....	16
Tabla 9. Emisiones por Tipo de Fuente Puntual (Ton/año), en las comunas de Valdivia, año base 2013	17
Tabla 10. Estimación de emisiones de fuentes móviles.	19
Tabla 11. Estimación de emisiones de fuentes de área.	21
Tabla 12. Resumen de estimación de emisiones inventario año base 2013.....	23

1 RESUMEN EJECUTIVO

Este trabajo entrega los resultados del inventario de emisiones al año base 2013 desarrollado para la comuna de Valdivia, región de Los Ríos, de los contaminantes MP10, MP2.5, CO, NO_x, SO₂, COVs y HAPs. En primer lugar se definieron y unificaron los criterios del desarrollo de los inventarios de emisiones para las categorías de fuentes fijas, de área, móviles y biogénicas de esta zona urbana. Se entrega un análisis profundo del estado del arte de las metodologías de estimación de emisiones de contaminantes por tipo de fuentes, así como también de los factores de emisión más actualizados disponibles en Chile y a nivel internacional, incluyendo los inventarios de emisiones oficiales desarrollados para las Regiones de la zona centro sur del país. Se privilegiaron aquellos factores de emisión más reales a las condiciones de uso y tecnológico del área de estudio, señalando el nivel de incertidumbre que tienen en su aplicación a la realidad local. En segundo lugar, se entrega una recopilación de los niveles de actividad por tipo de fuentes para dichas zonas urbanas. Para el caso de la fuente de área, Combustión Residencial de Leña, se desarrolló un capítulo específico, atendiendo a la relevancia de la fuente en la zona de estudio. Dicha encuesta se incluye en los anexos del presente informe. Finalmente, se entrega el resultado del cálculo de emisiones para el año base 2013 por tipo de fuentes.

2 ANTECEDENTES GENERALES

Un inventario de emisiones es una base de datos que determina las descargas de contaminantes en la atmósfera individualizada por fuente, para un área y una escala de tiempo definida.

El incremento en las cantidades relativas de contaminantes en la atmósfera es una preocupación creciente debido al efecto sobre la salud de las personas y los ecosistemas expuestos a su acción. Lo cual ha impulsado el desarrollo de inventarios de emisiones, en lugares donde tradicionalmente no se consideraban.

La construcción de inventarios de emisiones es la herramienta clave para la gestión de la calidad del aire y la aplicación de modelos de dispersión, por tal motivo la ausencia de inventarios de emisiones detallados y de buena calidad generan una baja posibilidad de implementar planes de descontaminación adecuados y medidas de control eficientes.

La Guía para el desarrollo de inventarios de emisiones, establece las características principales que debe poseer un inventario de emisiones estas son:

Robustez: Las estimaciones han sido desarrolladas para todas las fuentes relevantes, contaminantes y área geográfica predefinida, donde cualquier información faltante debe estar debidamente justificada.

Consistencia: Las emisiones en distintos escenarios temporales deben ser consistentes con las variaciones propias en el número de fuentes o la inclusión de alguna regulación.

Comparabilidad: El inventario esta reportado de tal manera que permite su comparación con inventarios desarrollados en otras ciudades y/o países.

Exactitud: Se han hecho todos los esfuerzos en eliminar el sesgo en las estimaciones del inventario.

En relación a los factores de Emisión, se debe señalar que estos corresponden a una herramienta para estimar las emisiones al ambiente, relacionando la cantidad de sustancias emitidas desde una fuente con alguna actividad común que genere dichas sustancias (NPI, 2012).

Cuando se utilizan Factores de emisión se debe tener especial cuidado con el código de valoración (EFR, por sus siglas en inglés), los cuales se representan en la siguiente tabla

Tabla 1. Tabla de valoración de los Factores de Emisión

Código de Valoración del Factor de Emisión	Grado de aceptabilidad
A	Excelente
B	Sobre el Promedio
C	Promedio
D	Bajo el Promedio
E	Poco Favorable
U	Indefinido

Fuente: Adaptado de la Referencia NPI, 2012

2.1 CONTAMINANTES

A continuación se hace una reseña de los contaminantes que serán tratados en el presente estudio, con el fin de aclarar ciertas salvedades en la nomenclatura a reportar en las emisiones y establecer la importancia relativa que tienen sobre la calidad del aire de la zona de estudio.

Material Particulado:

Material Particulado es un término colectivo para referirse a partículas pequeñas sólidas o líquidas. Las partículas varían considerablemente en tamaño, composición química y propiedades dependiendo de la fuente desde donde son generadas. El MP, puede tener un origen natural y Antropogénico. Las partículas primarias, se generan por procesos físicos y químicos dentro de una fuente (o en un corto periodo, luego de haber sido emitidas), mientras que las partículas secundarias son formadas en la atmosfera como resultado de reacciones físicas y químicas que involucran gases (ej. SO₂ y NH₃) y radiación solar.

Partículas superiores a 10 µm de diámetro (Material Particulado total en Suspensión), tienden a depositarse muy cerca desde donde son emitidas, mientras que las menores o iguales en diámetro aerodinámico a 10 µm (MP10) tienden a mantenerse o viajar considerables distancias, debido a que el tiempo de residencia en la atmósfera aumenta a medida que disminuye el diámetro de la partícula. El tamaño de la partícula también da cuenta de un efecto sobre la salud humana, puesto que a menor tamaño, más profundamente pueden penetrar en el sistema respiratorio. Las partículas menores o iguales en diámetro aerodinámico a 2,5 µm (MP2.5), tienen un potencial contaminante aún mayor, puesto que representan una distribución con mayores tiempos de residencia y mayores efectos sobre la salud de las

personas, Tanto el MP2.5 como el MP10 son incluidos en el presente inventario, por su parte el MP total no será incluido.

Dióxido de Azufre (SO₂)

Es el principal producto de la oxidación, del azufre contenido en los combustibles durante el proceso de combustión, sin embargo no corresponde al único, puesto que también se generan otros estados de oxidación como el SO₃, estos compuestos son denominados Óxidos de Azufre (SO_x). Debido a que los SO_x son a menudo referenciados al peso molecular del SO₂, se considera este último para representar a ambos compuestos en el presente inventario. Este compuesto ha sido catalogado como el más importante constituyente de la lluvia ácida, teniendo también un efecto en la formación de MP secundario.

Óxidos de Nitrógeno (NO_x)

El óxido de nitrógeno (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO₂), son los NO_x más importantes, siendo la sumatoria de ambos referida como esta clasificación, También el óxido nitroso (N₂O) tiene un carácter relevante por su rol en el efecto invernadero, pero es tratado separadamente de los anteriores compuestos. Al igual que los SO_x, son precursores de la lluvia ácida, tienen un efecto muy importante en la generación de oxidantes fotoquímicos y pueden ser transportados grandes distancias, teniendo un rol importante en la generación de MP secundario.

Monóxido de Carbono (CO)

El CO, es uno de los contaminantes más generados y más ampliamente distribuido, es causado por la combustión incompleta de combustibles fósiles y de otras materias orgánicas. Es también emitido por variados procesos tanto naturales como antropogénicos. Tiene importantes efectos sobre la salud humana, además de un rol en la formación de ozono troposférico.

Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs)

Los COVs son una importante clase de contaminantes del aire, que son volátiles a condiciones ambientales, están constituidos por cientos de compuestos, entre ellos el Metano (CH₄), el cual debido a su importancia relativa para el efecto invernadero, es a menudo calculado de manera individual, de este modo existen nomenclaturas para los COVs que permite diferenciarlo, como es el Caso de la convención "Compuestos Orgánicos Volátiles no Metánicos" (COVNM), otros términos utilizados para referirse a los COVs son Hidrocarburos (HC) y Gases Orgánicos Reactivos (ROGs por sus siglas en inglés).

Los COVs son los mayores contribuyentes a la formación de oxidantes fotoquímicos, estos pueden recorrer grandes distancias en la atmosfera, también es uno de los principales precursores del ozono troposférico, algunas especies de COVs actúan como precursores de la formación de partículas secundarias.

Las principales fuente de emisiones de COVs corresponden a la evaporación de solventes, la industria petroquímica, los motores de vehículos y la combustión de biomasa, las fuentes naturales también son importantes generadoras de COVs.

Amoniaco (NH3)

El NH3 tiene un importante rol en las velocidades de deposición de especies ácidas, tiene un rol como precursor de aerosoles secundarios. La mayoría de las emisiones de amoniaco se generan de las aplicaciones de fertilizantes, convertidores catalíticos y de la quema de biomasa

2.2 DOCUMENTOS DE REFERENCIA PARA METODOLOGÍAS INTERNACIONALES

Los documentos de base para la revisión del estado del arte de las metodologías de estimación de emisiones y factores de emisión a partir de todas las fuentes en estudio, son los que se indican a continuación:

- "National Emissions Inventory (NEI) Air Pollutant Emissions Trends Data" de la EPA. NEI, 2002, 2005, 2008 y 2011.
- "Mexico National Emissions Inventory (NEI)". México, 2007.
- "EPA Emission Inventory Improvement Program (EIIP), Technical Report Series".
- Good Practice Guide for Preparing Emissions Inventories, "National Emissions Inventory (NEI) Air Pollutant Emissions Trends Data".
- The Forum Air Pollutant Emissions Inventory Preparation Manual.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.
- National Pollutants Inventory (NPI), Department of Environment Australia

2.3 ANTECEDENTES DEL ÁREA DE ESTUDIO.

La Región de Los Ríos se compone de 2 provincias y 12 Comunas. Los habitantes de la Región representan el 2,4 % de la Población Nacional (de acuerdo a los datos del Censo del año 2002).

Por su parte la comuna de Valdivia abarca un área de 1015,6 Km², limitando al oeste con el océano Pacífico, al Este con la Cordillera de los Andes y al Norte con la región de la Araucanía, es atravesada por el río Cruces y Calle Calle aparte de otros cursos fluviales de menor caudal. Se caracteriza por un clima templado cálido lluvioso, el cual deja precipitaciones durante todo el año, teniendo temperaturas que oscilan entre los 8 y -3 °C en el mes más frío (DGA, 2004).

La comuna de Valdivia tiene una población estimada al año 2013 que asciende a los 164.581 habitantes de los cuales solamente el 7,5 % viven en el área rural (INE,2002).

La comuna de Valdivia está declarada saturada por MP10 (promedio de 24 horas y promedio anual) y MP2.5 (promedio de 24 horas), según consta en el D.S. N° 17/2014, encontrándose en desarrollo el anteproyecto de Plan de Descontaminación Atmosférica.

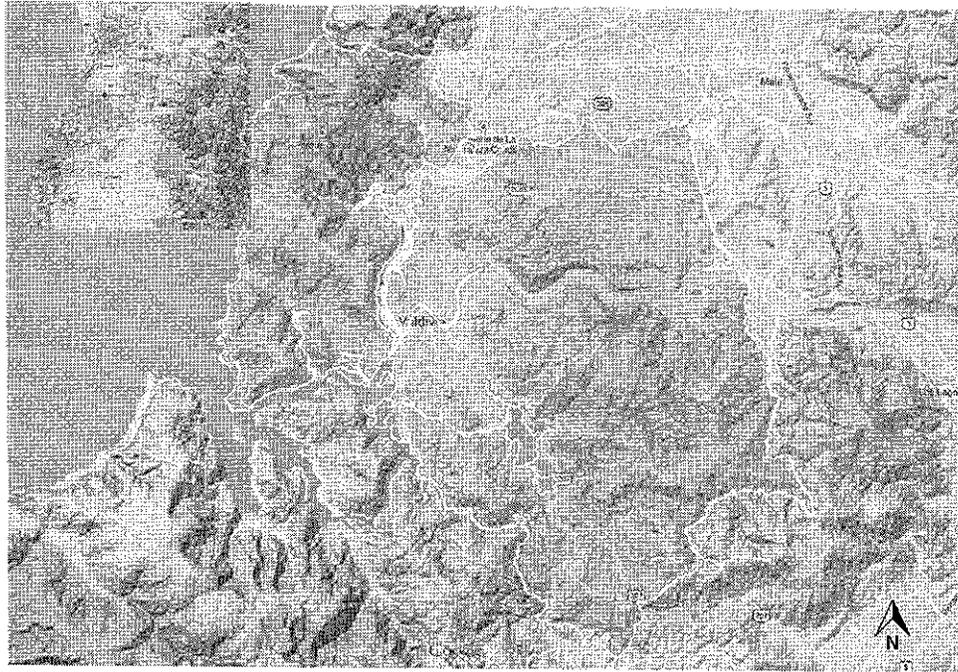


Figura 1. Área de Estudio Inventario Valdivia, año base 2013

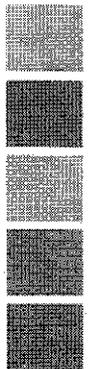
3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar el inventario de emisiones atmosféricas para al menos los contaminantes criterio (MP10, MP2,5, CO, NO_x, SO₂) y COVs, considerando una base temporal correspondiente al año 2013, incorporando la proyección de sus emisiones, y la modelación de dispersión de los contaminantes.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Contar con una revisión de las metodologías de cálculo para el desarrollo de inventarios de emisión, al menos de los siguientes contaminantes MP10, MP2,5, CO, NO_x, SO₂ y COVs utilizadas en los inventarios de emisiones atmosféricas más actualizados a nivel nacional e internacional.
2. Recopilar los niveles de actividad, del año base 2013 que permitan elaborar el inventario de emisiones para la comuna de Valdivia, que incluya al menos las siguientes fuentes:
 - Fuentes estacionarias puntuales: Fuentes de combustión y procesos en las comunas de Valdivia.
 - Fuentes estacionarias de área: Fuentes de combustión residencial de leña, fuentes areales de tipo comercial, quemas agrícolas, incendios forestales, y fuentes biogénicas, en la comuna de Valdivia (los niveles de actividad provenientes de fuentes de combustión residencial de leña para la comuna, serán entregados al consultor por la contraparte técnica, siendo función del consultor complementarlos).
 - Fuentes móviles en ruta y fuera de ruta: Incluyendo transporte público y privado, maquinaria agrícola, de construcción e industrial, aeropuerto, etc., en la comuna de Valdivia.
 - Fracción gruesa del material particulado: Considerar el universo de fuentes que aportan con emisiones de material particulado tales como: Construcción, producción transporte y procesamiento de áridos, actividades agrícolas, polvo resuspendido desde calles pavimentadas y no pavimentadas, etc.
3. Realizar una proyección del inventario de emisiones a partir del inventario año base 2013, en un horizonte a 15 años el cual será discutido con la contraparte técnica del estudio.
4. Efectuar una modelación de dispersión de contaminantes atmosféricos, en específico (MP10, MP2,5).



4 CONTENIDOS Y ESTRUCTURA DEL INFORME

Los contenidos del informe abordan los diferentes requerimientos establecidos por el mandante en las bases técnicas del estudio, y en los acuerdos establecidos a través de su desarrollo. La estructura de presentación se configura según el enfoque que busca resaltar el consultor, según los detalles técnicos y relevancia de cada fuente emisora. A continuación se presentan aspectos relevantes referentes a los contenidos y estructura del informe:

- El presente informe se ha configurado en 5 capítulos individuales para cada una de las fuentes consideradas en la actualización, incluido un capítulo que resume la proyección de emisiones para dos escenarios futuros. Cada capítulo está estructurado en base a una descripción de las fuentes y/o procesos involucrados, un detalle de las metodologías de cálculo utilizadas para la determinación de las emisiones, una revisión y actualización de los factores de emisión de acuerdo al estado del arte, una recopilación y análisis de los niveles de actividad, y los resultados del total de emisiones, que incluyen la contribución o aporte de contaminantes por cada uno de los grupos de fuentes.
- Considerado la relevancia que tiene la fuente combustión residencial de leña, el presente informe de desarrollo del inventario de emisiones para la comuna de Valdivia, considera en su estructura un capítulo exclusivo para analizar los alcances de la fuente.
- Como información de base, se utilizaron los antecedentes recabados en el contexto del estudio, los que fueron conseguidos mediante colaboración de servicios públicos con competencia. Otra parte fue obtenida mediante levantamiento en terreno por intervención directa del consultor. Especial relevancia cobran los antecedentes levantados mediante la aplicación de una encuesta de caracterización residencial en relación al uso de leña y sus artefactos d combustión.
- En relación a las fuentes emisoras, se incluyen metodologías y estimación de emisiones para una gran variedad de fuentes, no consideradas en otros estudios de similares características, y que han sido agrupadas en la categoría "fuentes de área: otras".
- Los cálculos han sido realizados en base a la recopilación de todos los datos correspondientes a los niveles de actividad disponibles para el año Base y desarrollo del inventario de emisiones para MP10, MP2.5, CO, NOx, SOx, COVs. Se incluye cálculo de emisiones para fuentes Biogénicas. Esta actividad aún está en proceso.



5 PRINCIPALES RESULTADOS

En este punto se muestran los principales resultados que se obtuvieron para cada tipo de fuente considerada en el desarrollo del primer Inventario de Emisiones de Valdivia.

Tabla 2. Resumen de emisiones de contaminantes, estimadas según tipo de fuente emisora (Ton/año) para la comuna de Valdivia.

Fuentes	Emisión Ton/año						
	MP10	MP2.5	SOx	NOx	CO	COVs	NH3
Puntuales	425,0	310,3	278,9	305,2	1.925,9	35,4	-
Combustión Residencial de Leña	3.378,1	3.145,1	15,3	571,2	72.350,2	51.798,7	-
Móviles	17,7	15,2	6,6	619,4	2.537,6	753,4	-
Área	53,6	22,6	3,3	6,6	193,0	1.614,7	437,3
Polvo Resuspendido	238,6	34,2	-	-	-	-	-
Total	4.113,0	3.527,4	304,1	1.502,4	77.006,7	54.202,3	437,3

Fuente: Elaboración propia

El aporte porcentual a la emisión de contaminantes de cada fuente se presenta en la tabla siguiente, apreciándose la importancia de la Combustión residencial de leña a la emisión de material particulado.

Tabla 3. Aporte porcentual de contaminantes, estimados según tipo de fuente emisora para la comuna de Valdivia.

Fuentes	Aporte Porcentual (%)						
	MP10	MP2.5	SOx	NOx	CO	COVs	
Puntuales	11,0%	8,9%	91,7%	20,3%	2,5%	0,1%	
Combustión Residencial de Leña	87,2%	90,0%	5,0%	38,0%	94,0%	95,6%	
Móviles	0,5%	0,4%	2,2%	41,2%	3,3%	1,4%	
Área	1,4%	0,6%	1,1%	0,4%	0,3%	3,0%	
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	

Fuente: Elaboración propia

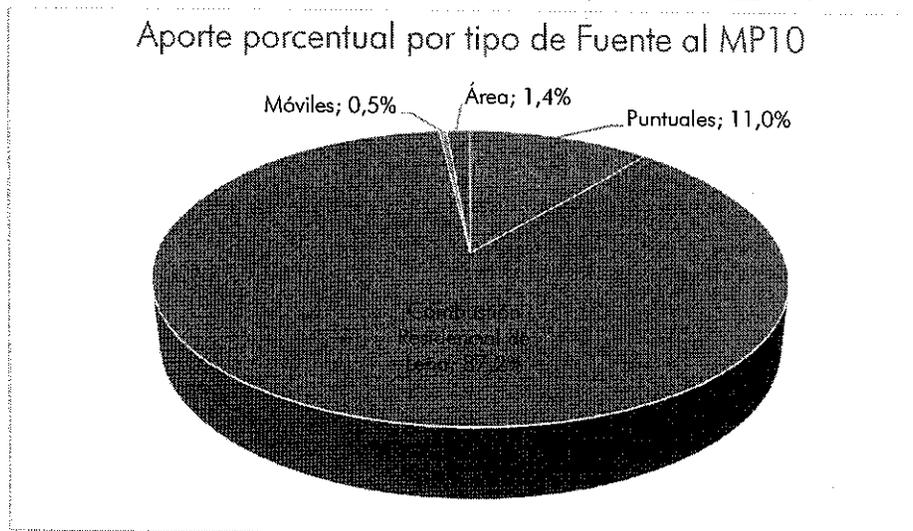


Figura 2. Aporte porcentual de MP10 por tipo de fuente emisora para la comuna de Valdivia

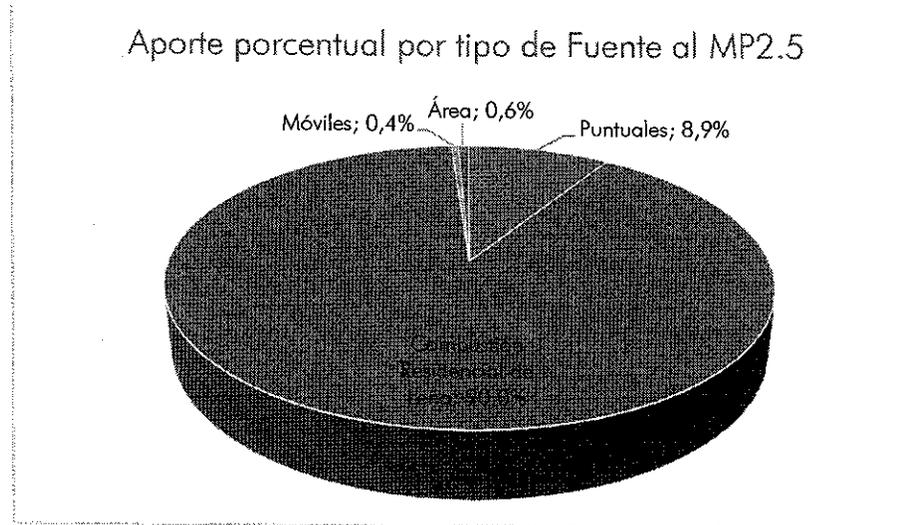


Figura 3. Aporte porcentual de MP2,5 por tipo de fuente emisora para la comuna de Valdivia

5.1 COMBUSTIÓN RESIDENCIAL DE LEÑA

De acuerdo a lo mostrado en la Tabla anterior, la combustión residencial de leña es por lejos, la mayor fuente emisora de material particulado respirable y material particulado fino, MP10 y MP2,5, respectivamente. En el contexto del presente estudio se propusieron ajustes metodológicos respecto a la metodología de cálculo de emisiones, se propusieron nuevos factores de emisión, desestimando los utilizados en inventarios previos desarrollados en Chile, y se determinaron niveles de actividad considerando un mayor nivel de detalle en el aspecto geográfico, que culminaron con la estimación de 3.130 toneladas de MP10 y 3.016 toneladas de MP2,5. Se determinó que los principales puntos considerados, que reflejan un ajuste metodológico importante respecto de otros inventarios desarrollados en Chile, son:

- Factores de emisión utilizados previamente no representan las condiciones experimentadas en Chile, induciendo a una sobreestimación de emisiones.
- Se identificaron aspectos metodológicos de cálculo que no se ajustaban a los procedimientos establecidos en las metodologías de origen, induciendo a una sobreestimación de emisiones (aplicación de los F.E., determinación del consumo de leña, y caracterización del parque de artefactos, entre otros.).

Se aplicó una encuesta de caracterización residencial en relación al uso de leña y sus artefactos de combustión, cuyos principales resultados se presentan a continuación:

Par el área urbana de la comuna de Valdivia, el consumo de leña alcanzó un promedio de 10,1 m³ estéreos anuales, para viviendas que consumen leña. Se obtuvieron valores desagregados, para viviendas antiguas (correspondientes a las viviendas registradas en el Censo de 2002, y para viviendas nuevas, correspondientes a aquellas viviendas construidas entre el año 2002 y 2013, que no hubiesen sido contabilizadas en los registros del Censo 2002.

En la Tabla 3 se muestra el consumo promedio de leña obtenido para viviendas del área urbana de la comuna de Valdivia, así como la proporción de viviendas que consume leña, según el nivel de desagregación señalado.

Tabla 4. Consumo promedio de leña por vivienda (m³/año), y proporción de uso (%), según clasificación de viviendas antiguas y nuevas en la comuna de Valdivia.

Alcance	T. Valdivia	A. Valdivia	N. Valdivia
Consumo promedio (m ³)	10,1	10,8	8,2
Proporción (%)	92,0	92,8	89,7

Fuente: Elaboración propia

De igual manera, otro de los principales resultados a presentar corresponde a la caracterización del tipo de artefactos presentes en la zona de estudio, ya que a partir del consumo de leña en cada uno de ellos se determina el nivel de emisiones contaminantes. Se puede observar que la mayor cantidad de artefactos corresponde a calefactores de combustión lenta con templador (48,6%), seguido de cocinas a leña (32,1%). En la Tabla 4 se muestran la distribución del tipo

de artefactos utilizados en la comuna y la estimación del número total de artefactos calculados a partir de las viviendas que consumen leña.

Tabla 5. Distribución porcentual del stock de artefactos a leña en la comuna de Valdivia.

Alcance	Distribución	Nº de artefactos
Combustión lenta C/T	48,6%	20.424
Combustión lenta S/T	13,3%	6.041
Cocina a leña	32,1%	15.640
Salamandra	1,8%	809
Chimenea	4,2%	1.973
Calefactor a pellet	0,1%	48

Fuente: Elaboración propia.

La siguiente Tabla resume los consumos de leña según tipo de artefacto. En primera instancia, se obtuvieron datos de consumo de 8,09 m³, con una desviación estándar de 4,78 m³.

Tabla 6. Consumo de leña por tipo de artefacto (m³ estéreo), Valdivia, 2013.

ARTEFACTO	E. Valdivia	A. Valdivia	N. Valdivia
Cocina a Leña	9,7	9,9	8,1
Salamandra	7,6	8,3	5,3
Combustión Lenta S/T	10,6	11,6	7,3
Combustión Lenta C/T	9,9	10,6	8,5
Chimenea y otras	14,8	15,7	7,7

Fuente: Elaboración propia en base a encuesta de leña 2014, efectuada en el marco del presente estudio.

La siguiente Tabla resume el consumo promedio de leña y la proporción de hogares que utilizan este combustible, desagregado para cada uno de los distritos censales, así como también para viviendas nuevas. El informe también presenta el consumo promedio de las zonas censales.

Tabla 7. Consumo promedio de leña (m³ estéreo) y proporción de hogares que la utilizan (%), desagregado según distrito censal y viviendas nuevas, Valdivia, 2013.

Alcance	Consumo promedio (m ³)	Hogares que utilizan leña
Camilo Henríquez	18,8	100,0 %
Isla Teja	12,8	81,3 %
Mercedez	19,0	50,0 %
Las Ánimas	10,9	98,1 %
Estación	11,9	94,9 %
Huelahue	10,1	94,8 %
Teniente Merino	9,9	94,8%
Las Milotas	10,1	90,4%
Pantano	12,0	86,0 %
Aguirre	12,7	97,7 %
Niebla	9,6	92,6 %
VIVIENDAS NUEVAS	8,2	89,7 %

La siguiente Tabla muestra las emisiones para todos los contaminantes considerados en la estimación, segregada según tipo de artefactos presentes en la zona de estudio.

Tabla 8. Emisiones de MP10 y MP2,5 por tipología de artefacto (Ton/año), en la comunas de Valdivia, año base 2013.

Artefacto	Emisión (Ton/año)						
	MP10	MP2,5	SO _x	NO _x	CO	COVs	HAPs
Combustión Lenta C/T	1.366,30	1.272,10	2	248,1	20.148,60	11.017,40	804,9
Combustión Lenta S/T	598,7	557,4	2,4	184,3	9.373,80	3.259,30	274,2
Cocina a Leña	1.179,70	1.098,30	9,1	120,6	39.598,60	34.792,80	72
Salamandra	77,8	72,4	0,5	10	1.063,00	765,6	4,1
Chimenea y otras	155,6	144,9	1,3	8,2	2.166,20	1.963,60	10,5
TOTAL	3.378,10	3.145,10	15,30	571,20	72.350,20	51.798,70	1.165,70

Fuente: Elaboración propia en base a datos obtenidos de la encuesta de leña 2014.

5.2 FUENTES PUNTUALES

De acuerdo a los resultados obtenidos de la estimación de emisiones, se tiene que las calderas industriales figuran como las principales emisoras de MP10 y MP2.5, dentro de las fuentes puntuales en las comunas de Valdivia; también se evidencia que las emisiones de SOx provenientes de esta fuente son las mayores dentro de las subcategorías,

La categoría de calderas de calefacción representa la segunda más relevante en términos de emisiones de MP, estando las fuentes asociadas a la fabricación de hormigón y manejo de áridos en el tercer lugar.

Tabla 9. Emisiones por Tipo de Fuente Puntual (Ton/año), en las comunas de Valdivia, año base 2013

Categoría	Subcategoría	Tipo Fuente	Emisiones por tipo de contaminante (Ton/Año)					
			MP10	MP2.5	SOx	NOx	CO	CO2e
Combustión	Combustión externa puntual	Caldera Industrial	389,53	283,41	244,83	262,99	1.884,84	33,41
		Caldera de Calefacción	22,11	18,88	22,23	34,49	35,49	1,53
		SubTotal Comb. Externa Puntual	411,63	302,29	267,06	297,47	1.920,33	34,94
	Combustión Interna	Equipo Electrónico	0,62	0,45	11,40	3,26	0,29	0,29
		SubTotal Comb. Interna	0,62	0,45	11,40	3,26	0,29	0,29
	Procesos	Industria de la Madera y Papel	Fabricación de Artículos y Muebles	-	-	-	-	-
Fabricación de Madera Elaborada			-	-	-	-	-	-
Fábrica de Chips de Madera			1,57	0,61	-	-	-	-
SubTotal Mad. Y Papel			1,57	0,61	-	-	-	-
Industria Alimentaria y Agropecuaria		Panaderías	2,90	2,49	0,38	4,03	4,82	0,14
		Alimentos	-	-	-	-	-	-
		Faenamiento de Animales	-	-	-	-	-	-
		Procesamiento de Granos	1,88	0,32	-	-	-	-
SubTotal Alim. y Agro.		4,77	2,81	0,38	4,03	4,82	0,14	
Industria de Productos Minerales		Fabricación de Hormigón y Extracción de Áridos	6,12	3,82	-	-	-	-
		Fabricación de Ladrillos	0,28	0,24	0,02	0,38	0,47	0,01
		SubTotal Prod. Min.	6,40	4,06	0,02	0,38	0,47	0,01
Industria Metalúrgica Secundaria	Productos de Hierro y Acero	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	
	SubTotal Metal. Sec.	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	
Evaporativas	Evaporativas Puntuales	Fabricación de Artículos Plásticos	-	-	-	-	-	-
		Impregnado de madera	-	-	-	-	-	0,01
		Industria de Artes Gráficas	-	-	-	-	-	-
		SubTotal Evaporativas	-	-	-	-	-	0,01
TOTAL			425,03	310,26	278,89	305,17	1.925,94	35,43

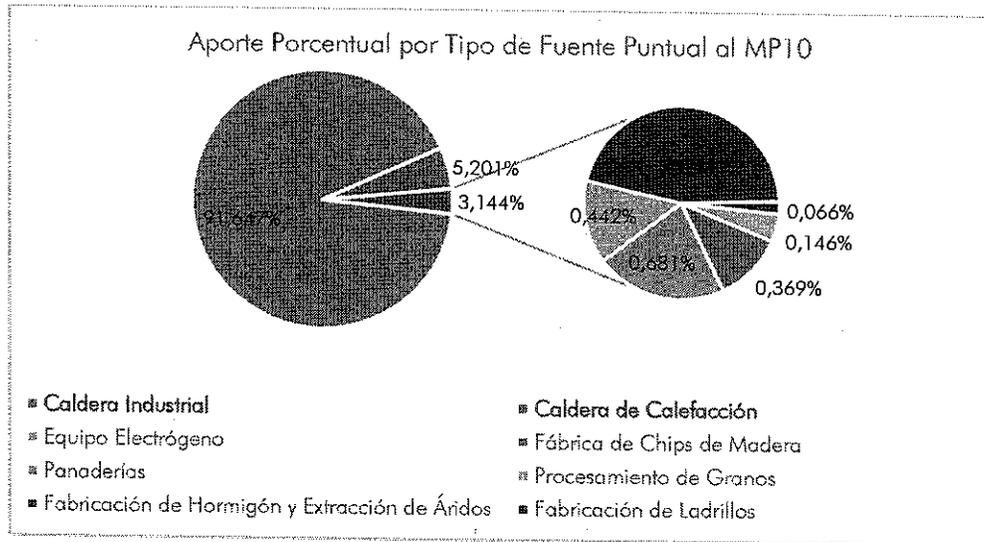


Figura 4. Emisiones por Categoría de Fuente Puntual (MP10) Valdivia Año base 2013

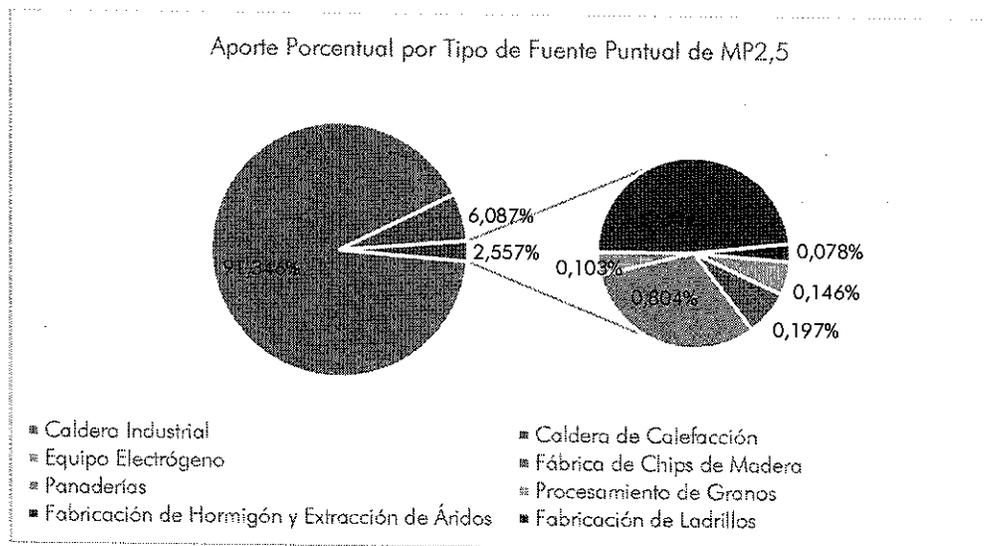


Figura 5. Emisiones por Categoría de Fuente Puntual (MP2.5) Inventario Valdivia, año base

2013

5.3 FUENTES MÓVILES EN RUTA Y FUERA DE RUTA

Las fuentes móviles en ruta consideran las diferentes categorías vehiculares establecidas por SECTRA (Secretaría de Planificación de Transporte), dentro de las cuales se tiene que, en general, el principal aporte a la emisión de material particulado proviene los buses licitados urbanos y de los demás contaminantes atmosféricos (SO₂, NO_x, CO y COVs) provienen principalmente de vehículos particulares medianos, lo que se asocia principalmente al uso de gasolina como combustible.

A continuación se presentan los resultados de la estimación de emisiones para Fuentes Móviles en Ruta y Fuera de Ruta, las cuales alcanzan en su conjunto 17,7 ton/año de MP10 y 15,18 Ton/año de MP2,5.

Tabla 10. Estimación de emisiones de fuentes móviles.

Fuente	Categoría Vehicular	Emisión (Ton/año)					
		MP10	MP2,5	SO ₂	NO _x	CO	COVs
Móviles En Ruta	Buses licitados urbanos	5,74	5,36	0,08	100,48	33,00	15,61
	Camiones livianos	0,56	0,53	0,01	9,45	2,63	1,28
	Camiones medianos	0,40	0,39	0,01	11,48	2,59	0,87
	Camiones pesados	0,15	0,14	0,00	4,53	1,02	0,27
	Motocicletas	0,06	0,03	0,01	4,17	85,84	8,15
	Taxis colectivo	0,80	0,54	0,13	20,59	84,37	8,08
	Vehículos de alquiler	0,07	0,05	0,01	2,19	8,00	1,69
	Vehículos comerciales	5,29	4,70	0,26	129,44	1167,19	317,02
	Vehículos particulares	3,58	2,45	0,63	300,66	1145,95	399,46
	TOTAL	16,66	14,19	1,15	583,00	2530,59	752,43
Móviles Fuera de Ruta	Maquinaria Agrícola	0,14	0,13	0,32	1,54	0,96	ND
	Maquinaria Construcción	0,22	0,22	0,37	1,84	1,91	ND
	Embarcaciones	0,47	0,45	4,25	30,58	3,14	1,02
	Refrero Sanitario	0,19	0,18	0,53	2,49	0,98	ND
	Total Móviles Fuera De Ruta	1,02	0,99	5,46	36,44	6,99	1,02
Total	17,67	15,18	6,61	619,44	2537,58	753,45	

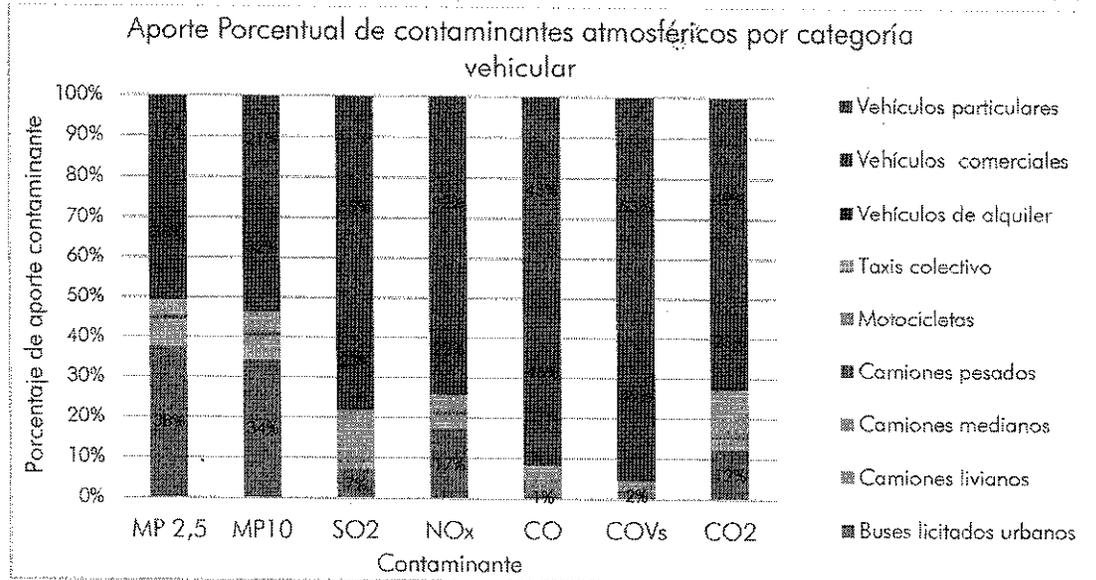


Figura 6. Aporte Porcentual de contaminantes por categoría vehicular para la comuna de Valdivia

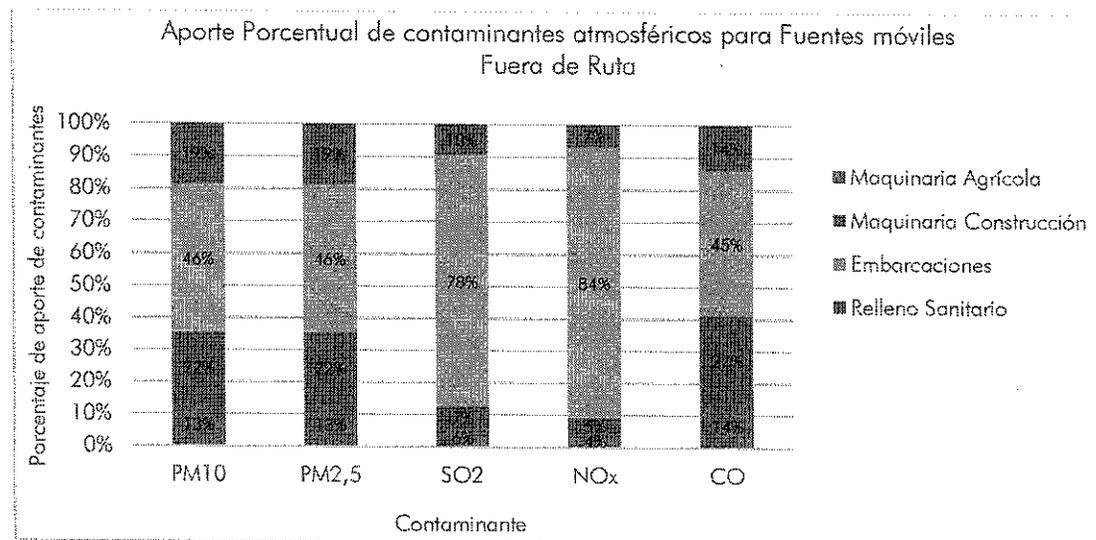


Figura 7. Aporte Porcentual de contaminantes, Fuentes Móviles Fuera de Ruta, Comuna de Valdivia

5.4 FUENTES DE ÁREA: OTRAS

A continuación se presentan los resultados de la estimación de emisiones para Fuentes de Área: Otras, por tipo de fuente las cuales alcanzan las 291,7 ton/año de MP10 y 48,6 ton/año de MP2,5. El mayor aporte de MP10 está dado por el polvo resuspendido.

Tabla 11. Estimación de emisiones de fuentes de área.

FUENTES DE EMISIÓN		CONTAMINANTES (Ton/año)						
		MP10	MP2,5	SO2	NOx	CO	COVs	NH3
Comb. Externa	GLP Y Kerosene	0,08	0,06	2,89	1,22	0,34	0,05	
	Solventes de Uso Doméstico						521,06	
Evaporativas Residencial	Pintura Arquitectónica						223,83	
	Uso de Adhesivos						436,62	
	Emisiones Resid. De NH3							50,47
Evaporativas Comercial	Fugas Resid. GLP						260,75	
	Dist. de combustibles						106,50	
	Lavabederos						8,58	
	Pintura Ind. De Vehículos						23,04	
	Aplicación de Asfalto						0,04	
Restaurantes	Fugas Comer. GLP						17,08	
	Restaurantes y Asadorías	2,26	2,26	0,004	0,41	0,33		
Disposición de Residuos	Vertederos	0,41			1,00	18,44		
	Agua. Servicios						0,13	28,87
Quemas	Quemas Agrícolas	6,46	6,17	0,41	2,30	68,69	4,56	
	Incendios Forestales	14,97	12,64		1,58	102,95	9,90	0,06
	Consumo de Cigarrillos	1,12						0,73
	Incendios Urbanos	1,59	1,34	0,01	0,07	2,21	0,75	
Actividades Agrícolas	Aplicación de Fertilizantes							5,44
	Labranza Agrícola	3,25	0,12				1,79	
	Charra Amnía							351,77
Fugitivas	Construcciones y Demoliciones	23,46						
	Polvo Resuspendido	238,64	34,24					
TOTAL		292,24	56,83	3,31	6,59	192,95	1.614,7	437,34

En las siguientes figuras se presenta una comparación del aporte porcentual de cada fuente a la emisión de los distintos contaminantes. Cabe señalar que la fuente más relevante es el polvo resuspendido, el cual representa el mayor aporte tanto para MP10 como para MP2,5.

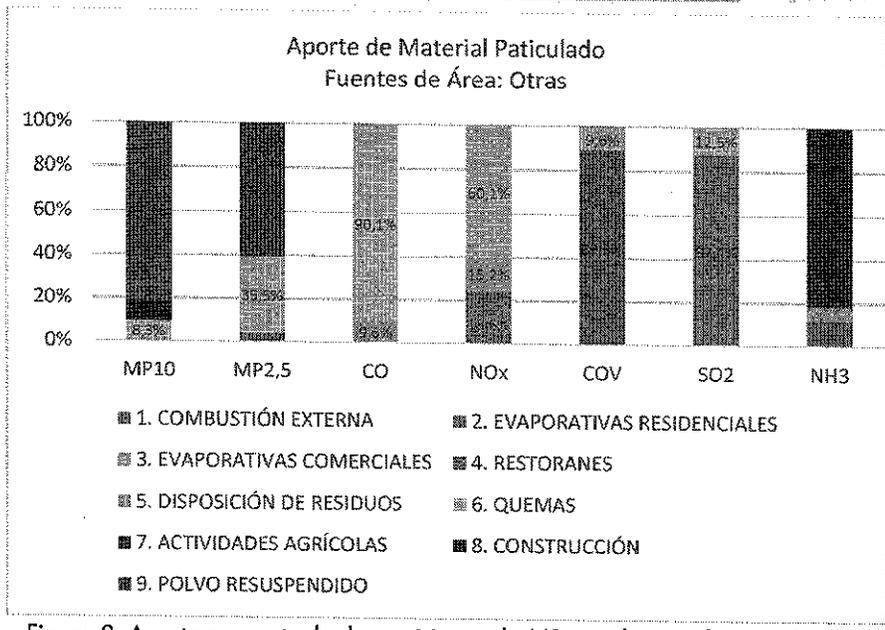
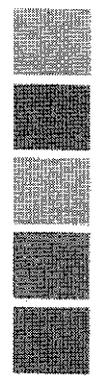


Figura 8. Aporte porcentual a las emisiones de MP por distintas fuentes de área



5.5 ESTIMACIÓN DE EMISIONES INVENTARIO AÑO BASE 2013

Tabla 12. Resumen de estimación de emisiones inventario año base 2013.

Categoría	Sub-Categoría	MP10	MP2.5	SO _x	NO _x	CO	COV _s	PM ₁₀
Fijas	Combustión Externa Puntual	411,6	302,3	267,1	297,5	1.920,3	34,9	-
	Combustión Interna	0,6	0,5	11,4	3,3	0,3	0,3	-
	Industria de la Madera y Papel	1,6	0,6	-	-	-	-	-
	Industria Alimentaria y Agropecuaria	4,8	2,8	0,4	4,0	4,8	0,1	-
	Industria de Productos Minerales	6,4	4,1	0,0	0,4	0,5	0,0	-
	Industria Metalúrgica Secundaria	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
	Evaporativas Puntuales	-	-	-	-	-	0,0	-
Fuentes Fijas		426,0	310,3	278,9	305,2	1.925,9	35,4	-
Fuentes de Área	Combustión Residencial Leña	3.378,1	3.145,1	15,3	571,2	72.350,2	51.798,7	-
	Combustión Externa Residencial (GLP, RS)	0,1	0,1	2,9	1,2	0,3	0,0	-
	Evaporativas Petrolíferas	-	-	-	-	-	1.442,3	50,5
	Evaporativas Comerciales	-	-	-	-	-	155,2	-
	Restaurantes	2,3	2,3	0,0	0,4	0,3	-	-
	Disposición de Residuos	0,4	-	-	1,0	18,4	0,1	28,9
	Quemados	24,1	20,1	0,4	4,0	173,8	15,2	0,8
	Actividades Agrícolas	3,2	0,1	-	-	-	1,8	357,2
	Construcciones y Demoliciones	23,5	-	-	-	-	-	-
	Polvo Resuspendido	238,6	34,2	-	-	-	-	-
Fuentes de Área	3.670,3	3.201,9	18,6	577,8	72.543,2	53.413,4	437,3	
Móviles En Ruta	Buses (todos tipos)	5,7	5,4	0,1	100,5	33,0	15,6	-
	Camiones livianos	0,6	0,5	0,0	9,5	2,6	1,3	-
	Camiones medianos	0,4	0,4	0,0	11,5	2,6	0,9	-
	Camiones pesados	0,2	0,1	0,0	4,5	1,0	0,3	-
	Motocicletas	0,1	0,0	0,0	4,2	85,8	8,1	-
	Taxis (activo)	0,8	0,5	0,1	20,6	84,4	8,1	-
	Vehículos de alquiler	0,1	0,0	0,0	2,2	8,0	1,7	-
	Vehículos comerciales	5,3	4,7	0,3	129,4	1.167,2	317,0	-
	Vehículos particulares	3,6	2,5	0,6	300,7	1.146,0	399,5	-
	Fuentes Móviles En Ruta - Subtotal	16,7	14,2	1,1	583,0	2.530,6	752,4	-
	Maquinaria Agrícola	0,1	0,1	0,3	1,5	1,0	ND	-
	Maquinaria Construcción	0,2	0,2	0,4	1,8	1,9	ND	-
	Embarcaciones	0,5	0,5	4,2	30,6	3,1	1,0	-
	Refractario Sanitario	0,2	0,2	0,5	2,5	1,0	ND	-
	Fuentes Móviles Fuera de Ruta - Subtotal	1,02	0,99	5,46	36,44	6,99	1,02	-
Fuentes Móviles	17,7	15,2	6,6	619,4	2.537,6	753,4	-	
TOTAL	4.119,0	3.527,4	304,6	1.502,4	74.083,5	54.206,8	437,3	

El aporte porcentual más importante para el material particulado, SO_x y COVs está representado por la combustión residencial de leña, mientras que para el NO_x y CO la fuente que mayor aporte porcentual tiene corresponde a las fuentes móviles.

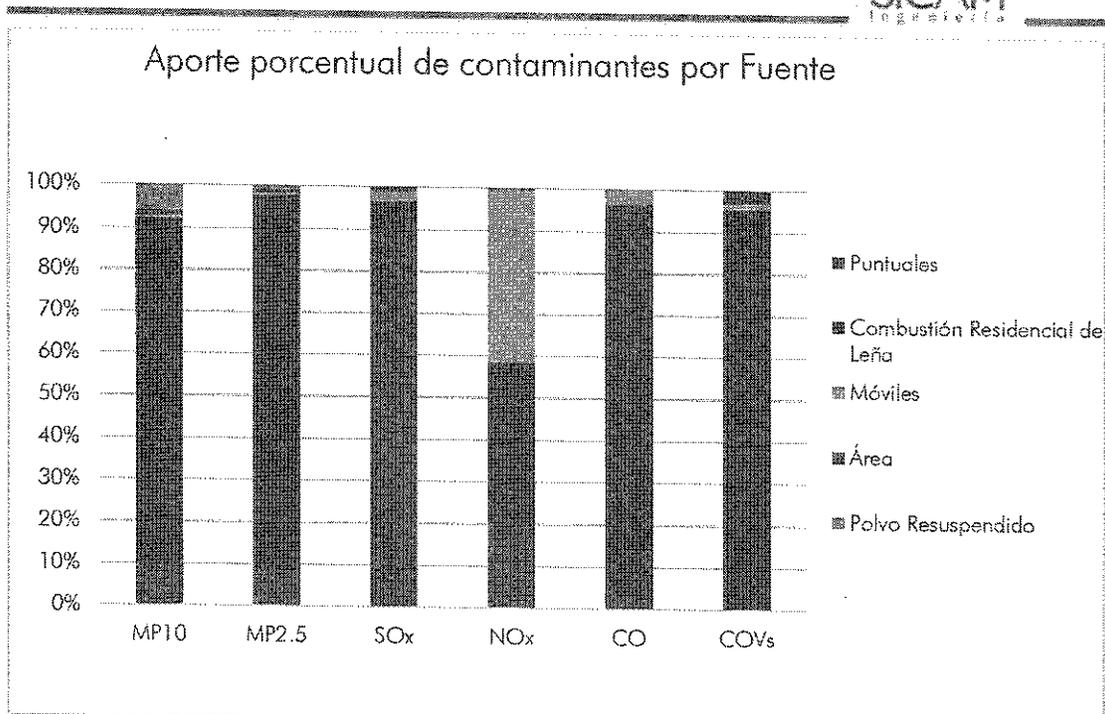


Figura 9. Aporte porcentual de contaminantes por tipo de fuente emisora para la comuna de Valdivia año base 2013

