

Figura 7. Distribución temporal de quemas en la zona saturada del Valle Central (datos corresponden al periodo mayo 2008 – abril 2009). Fuente: Estudio "Medidas para el control de la contaminación por quemas agrícolas", 2009.

Entre los meses de octubre y febrero el principal objetivo de las quemas corresponde a la limpieza de caminos, canales y cercos; entre los meses de marzo a mayo corresponden principalmente a incorporación de rastrojos; en los meses de mayo, junio, julio y agosto se registran quemas para la eliminación de restos de poda y para los meses de agosto y septiembre el principal objetivo de las quemas es el control de heladas.

Mediante el estudio "Medidas para el control de la contaminación por quemas" (2009) se evaluaron técnica y económicamente alternativas a las quemas tanto para la eliminación de rastrojos como para el control de heladas según tipo de agricultor (pequeño, mediano y grande), rubro y ubicación geográfica. Las alternativas evaluadas para el caso de la eliminación de rastrojos corresponden a compostaje, vermicompostaje, producción de biogás, cero labranza, combustión directa de la biomasa, gasificación de la biomasa y la incorporación de rastrojos. Para el caso del control de heladas se evaluó el uso de calefactores, riego por aspersión y la ventilación mecánica.

### 3.2 PROPUESTA DE REGULACIÓN QUEMAS

#### 3.2.1 Definiciones

**Quemas controladas:** Conforme al artículo 2° del D.S. N° 276, de 1980, del Ministerio de Agricultura, es la acción de usar el fuego para eliminar vegetación en forma dirigida, circunscrita o limitada a un área previamente determinada, conforme a normas técnicas preestablecidas, con el fin de mantener el fuego bajo control.

**Quema libre:** Es aquella que se realiza al aire libre, sin ningún factor de control de la emisión, con la finalidad de eliminar residuos de cualquier clase.

**Rastrojos:** Desechos vegetales que quedan en el terreno después de efectuada la cosecha o poda en el ámbito silvoagropecuario.

#### 3.2.2 Prohibición de quemas en la zona saturada

El uso del fuego como mecanismo de disposición de los residuos agrícolas o de control de heladas produce diversos problemas ambientales. Cuando estas quemas se realizan en épocas de mala ventilación, el impacto en calidad del aire puede ser muy significativo, por esta razón se plantea restringir su uso.

##### a) Prohibición de las quemas

Dentro del plazo de 12 meses contados desde la publicación del PDA en el Diario Oficial se prohíbe el uso del fuego para la quema de rastrojos y de cualquier tipo de vegetación viva o muerta, en los terrenos agrícolas, ganaderos o de aptitud preferentemente forestal de la zona saturada, en el periodo comprendido del 1 de marzo al 31 de octubre de cada año.



**b) Prohibición de quemas libres**

Una vez publicado el PDA en el Diario Oficial, se prohíbe en la zona saturada la quema libre, en la vía pública o en recintos privados, de hojas secas y todo tipo de residuos de manera tal de evitar que los productos de la combustión se emitan directamente al ambiente.

La fiscalización de esta medida será realizada por inspectores de las municipalidades de las comunas que conforman la zona saturada y por Carabineros de Chile.

**3.2.3 Desarrollo de prácticas alternativas al uso del fuego**

En forma complementaria con las restricciones planteadas en el punto anterior, se ha considerado llevar adelante diversos programas orientados al fortalecimiento de prácticas alternativas al uso del fuego. Estos programas tienen por finalidad apoyar a los agricultores para que en forma gradual puedan modificar las prácticas actuales.

**a) Programa de difusión de alternativas a quemas libres**

Una vez publicado el PDA en el Diario Oficial, la SEREMI del Medio Ambiente en conjunto con SAG, CONAF, INDAP y SEREMI de Salud iniciarán un trabajo de coordinación y colaboración con todos los municipios que conforman la zona saturada, para difundir entre la comunidad alternativas en el manejo de sus residuos, con la finalidad de reducir progresivamente las quemas libres.

**b) Programa de incentivos concursables para alternativas a las quemas**

Dentro del plazo de 12 meses contados desde la publicación del PDA en el Diario Oficial, la SEREMI de Agricultura, en conjunto con la SEREMI del Medio Ambiente, deberá diseñar un Programa Anual de Incentivos Concursables para la incorporación de prácticas alternativas a las quemas en eliminación de rastrojos y control de heladas dirigido a las comunas de la zona saturada.

Dentro del plazo de 18 meses contados desde la publicación del PDA en el Diario Oficial, la SEREMI de Agricultura deberá gestionar los recursos para la implementación del programa diseñado y comenzar con su ejecución.

**c) Programa de fomento a valorización de residuos y sistemas de control de heladas**

Dentro del plazo de 12 meses contados desde la publicación del PDA en el Diario Oficial, la SEREMI de Economía, a través de CORFO y SERCOTEC, con apoyo de la SEREMI del Medio Ambiente y otros organismos competentes, sujeto a los instrumentos y programas disponibles en cada servicio involucrado, deberá diseñar un Programa de Fomento de la Valorización de Rastrojos y restos de poda y sistemas de control de heladas. Dentro del plazo de 24 meses, contados desde la publicación del PDA en el Diario Oficial se iniciará la etapa de implementación del programa.

**d) Programa de incentivos para la sustentabilidad agroambiental de los suelos agropecuarios dirigido a la incorporación de rastrojos en la zona saturada.**

Dentro del plazo de 12 meses contados desde la publicación del PDA en el Diario Oficial, la SEREMI de Agricultura y sus servicios, en conjunto con la SEREMI del Medio Ambiente y Gobierno Regional, evaluarán alternativas de financiamiento para implementar un programa complementario al Sistema de Incentivos para la Sustentabilidad Agroambiental de los Suelos Agropecuarios (SIRSD Sustentable) de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins.

De encontrarse una fuente de financiamiento, dicho programa será dirigido a la zona saturada del Valle Central y considerará como línea principal bonificar la incorporación de rastrojos. El diseño del programa deberá establecer los criterios para la selección de los beneficiarios.



CAPITULO IV. CONTROL DE EMISIONES INDUSTRIALES

4.1 FUNDAMENTOS DE LA REGULACIÓN

Las principales fuentes emisoras del sector industrial corresponden a calderas, grupos electrógenos, hornos de panaderías, procesamiento de granos y la fabricación de productos de hierro y acero. De estas fuentes se constata que las calderas realizan un significativo aporte en las emisiones de MP y SO<sub>2</sub>, cercano al 70% y 95% respectivamente.

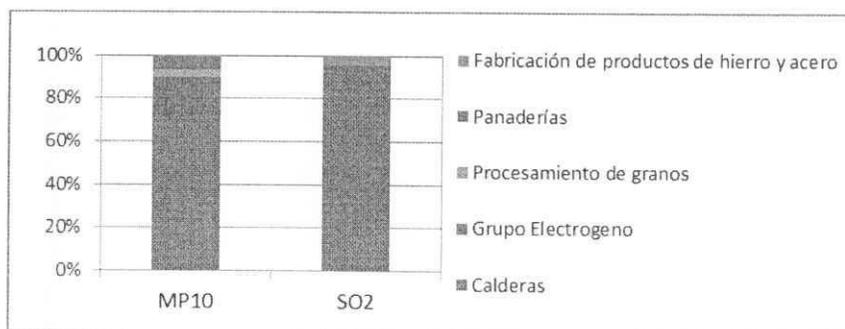


Figura 8: Aporte de emisiones de MP y SO<sub>2</sub> del sector industrial. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del RETC 2009.

De acuerdo a la información disponible en el registro de calderas administrado por la Autoridad Sanitaria, conforme lo establecido en el D.S. N° 48, de 1984, del Ministerio de Salud, Reglamento de Calderas y Generadores de Vapor, se advierte que el parque existente de calderas presenta tecnología convencional antigua, con distintos tamaños, agrupadas principalmente en calderas de 3 a 20 MWt. Los principales combustibles que se utilizan corresponden, en orden de prioridad, al petróleo pesado 5 y 6, gas, leña y carbón. Las emisiones al aire de los contaminantes MP, SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub>, tienen su origen, principalmente, en la quema de carbón y petróleos pesados.

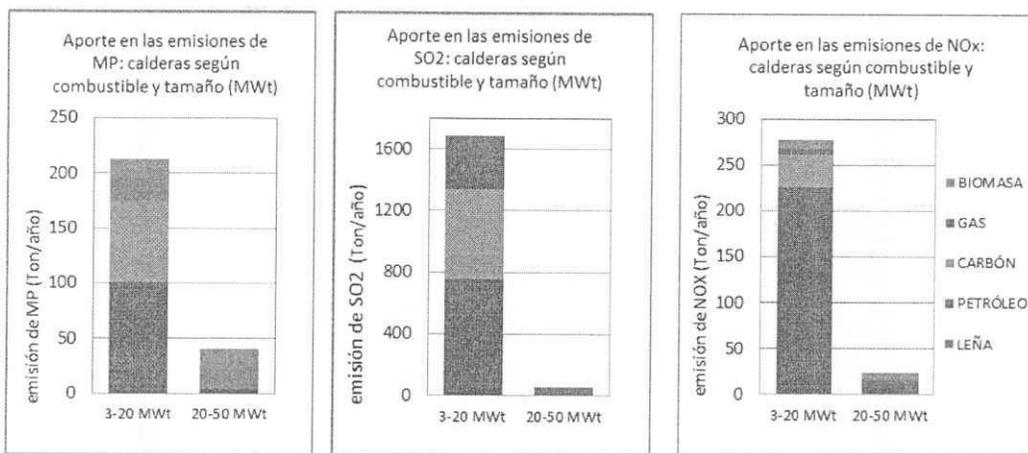
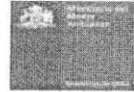


Figura 9: Aporte en las emisiones de MP, SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub> en toneladas al año, de las calderas según combustible utilizado y tamaño (MWt). Fuente: Elaboración propia a partir del registro de calderas de la SEREMI de Salud de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins (2010). La biomasa es reportada como biomasa o aserrín.

Otra fuente emisora relevante en términos de su aporte de emisiones al problema de calidad del aire en la zona saturada corresponde a la Fundición Caletones. Para el año 2010 la fundición reportó emisiones de 128.000 toneladas al año dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y emisiones de arsénico (As) de 201 toneladas al año.

Las emisiones de la fundición están reguladas actualmente por el DS N° 81 de 1998, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, que establece el Plan de Descontaminación para el área circundante a la Fundición de Caletones de la División El Teniente de Codelco Chile (D.O. 03.06.1998). El Plan estableció límites de emisión anual de 230.000 toneladas de SO<sub>2</sub> y de 1.987 toneladas de MP, los cuales se cumplen desde el año 2001.

## Anteproyecto PDA Valle Central



La fundición además está regulada por la norma de emisión de arsénico, DS N° 165 de 1999, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia (D.O. 02.06.1999), la que establece un límite de emisión anual de 375 toneladas año, que se cumple desde el año 2001.

Las fundiciones de cobre en general y Caletones en particular presentan un gran potencial de reducción de emisiones de SO<sub>2</sub>. Tal situación, entre otros antecedentes, han servido de fundamento para que el Ministerio del Medio Ambiente elabore un anteproyecto de norma de emisión para fundiciones de cobre y fuentes emisoras de arsénico, que será publicado el año 2012, y a través del cual se espera lograr reducciones de SO<sub>2</sub> superiores al 60% de las emisiones reportadas al año 2010.

### 4.2 MEDIDAS ORIENTADAS A REDUCIR LAS EMISIONES EN INSTALACIONES DE COMBUSTIÓN (3- 50 MWt)

#### 4.2.1 Límites de emisión para calderas y turbinas

Los procesos de combustión en plantas de pequeña capacidad son sistemas diseñados para producir energía eléctrica o mecánica, vapor, calor, o cualquier combinación de estos elementos, independientemente del tipo de combustible empleado, con una capacidad térmica nominal entre tres y cincuenta megavatios térmicos (MWt).

Para efectos de esta regulación, se considerarán como fuentes emisoras existentes a todas aquellas instaladas con anterioridad a la publicación del PDA en el Diario Oficial.

Se establecen los siguientes límites de emisión para los contaminantes MP, SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub> para fuentes nuevas y existentes, que realizan procesos de combustión con un funcionamiento mayor o igual a 500 horas en un año calendario o cuya operación sea superior o igual al 30 por ciento de su capacidad anual.

A continuación las tablas (Tabla 6a, 6b y 6c) presentan los límites de emisión para calderas y turbinas dependiendo del tamaño y tipo de combustible utilizado:

**Tabla 6a:** Límite de emisión para calderas existentes entre  $3 \leq$  fuente existente  $< 50$  MWt, mg/m<sup>3</sup>-N

Caldera	MP	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	Corrección de oxígeno (%)
Sólido	50	1.000	650	6
Líquido	50	1.000	460	3
Gas	N/A	N/A	320	3

N/A: no aplica.

**Tabla 6b:** Límite de emisión para calderas nuevas entre  $3 \leq$  fuente nueva  $< 50$  MWt, mg/m<sup>3</sup>-N

Caldera	MP	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	Corrección de oxígeno (%)
Sólido	30	600	400	6
Líquido	30	600	400	3
Gas	N/A	N/A	320	3

N/A: no aplica.

**Tabla 6c:** Límite de emisión para turbinas nuevas y existentes.  $3 \leq$  fuente nueva y existente  $< 50$  MWt, mg/m<sup>3</sup>-N

Turbinas existentes y nuevas	SO <sub>2</sub>	Corrección de oxígeno (%)
Líquido	100	15

La verificación y seguimiento de las emisiones al aire en calderas y turbinas se realizará de acuerdo a lo siguiente:

#### Calderas entre $3 \leq$ y $< 20$ MWt:

- Las calderas a gas deben medir solo las emisiones de NO<sub>x</sub> en forma discreta.
- Las calderas que usan combustible líquido o sólido deben medir las emisiones de MP, SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub> en forma discreta.



- iii. Las calderas que usan combustible líquido, además de medir en chimenea las emisiones de MP, SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub>, deberán calcular las emisiones de SO<sub>2</sub> a través de un balance de masa, expresado en unidades kg/hora, para el cual se debe declarar el tipo, la cantidad de combustible y el contenido de Azufre (S) utilizado en el último año calendario.
- iv. Las calderas que usan combustibles sólidos tales como: carbón, mezclas o petcoke deberán además de medir en chimenea las emisiones de MP, SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub>; acreditar a través de un análisis químico el contenido de azufre (S) y de cenizas del combustible utilizado en último año calendario.
- v. Las calderas que usan combustibles sólidos tales como: chips, aserrín, pellets u otro de origen o procesado de biomasa vegetal; deberán medir en chimenea las emisiones de MP y NO<sub>x</sub> y se exceptúan de medir SO<sub>2</sub>. No obstante, deberán declarar el tipo, la cantidad de combustible y a través de un análisis químico, el contenido de sustancias tóxicas, tal como indica la NCh3246/1, del o los combustibles utilizados en el último año calendario.

#### Calderas entre 20 MWt ≤ y < 50 MWt

- i. Las calderas a gas deben medir solo las emisiones de NO<sub>x</sub> en forma continua.
- ii. Las calderas que usan combustibles líquidos y sólidos deben monitorear el SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub> en forma continua. El MP debe ser medido en forma discreta dos veces durante un año calendario.
- iii. Las calderas que usan combustibles sólidos tales como: líquido carbón, mezclas o petcoke deberán, además de medir en chimenea las emisiones de MP, SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub>, acreditar a través de un análisis químico el contenido de azufre (S) y de cenizas del combustible utilizado en los últimos 12 meses.
- iv. Las calderas que usan combustibles sólidos tales como: chips, aserrín, pellets u otro de origen o procesado de biomasa vegetal; deberán medir en chimenea las emisiones de MP y NO<sub>x</sub> y se exceptúan de medir SO<sub>2</sub>. No obstante, deberán declarar el tipo, la cantidad de combustible y a través de un análisis químico el contenido de sustancias tóxicas, tal como indica la NCh3246/1, del o los combustibles utilizados en los últimos 12 meses.

#### Turbinas 3 ≤ a < 50 MWt

- i. Las turbinas deben medir las emisiones de SO<sub>2</sub> en forma continua.

#### 4.2.2 Límites de emisión para secadores que procesan granos y semillas

Para efectos de la presente regulación, se entenderá como secador a los procesos térmicos utilizados para eliminar el agua contenida en la materia prima.

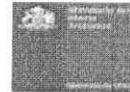
Los secadores, como fuentes existentes, deben cumplir con un límite de emisión inferior o igual a 50 mg/m<sup>3</sup>-N de MP.

Para fuentes nuevas el límite de emisión es inferior o igual a 30 mg/m<sup>3</sup>-N de MP. La verificación y seguimiento del límite de emisión al aire se realizará mediante monitoreo discreto de MP, el cual deberá realizarse una vez al año.

#### 4.2.3 Límites de emisión para fundiciones de hierro y acero

Para efectos de la presente regulación, se entenderá por fundición de hierro y acero al proceso térmico para fabricar piezas metálicas de hierro y acero o aleaciones hierro-acero, las cuales son moldeadas, donde también es factible procesar metal reciclado que contenga hierro y acero.

La fabricación de hierro y acero emite material particulado que puede contener elementos tóxicos, el cual se genera en los procesos térmicos (ejemplo: los hornos de fusión), en procesos físico-químicos (ejemplo: el moldeo) y en las acciones mecánicas (ejemplo: manejo de materias primas



principalmente arena y en procesos de revestimiento). También la fuente aporta emisiones de NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, COV y sustancias tóxicas relevantes de regular.

Para efectos de esta regulación, se considerarán como fuentes emisoras existentes a todas aquellas instaladas con anterioridad a la publicación del PDA en el Diario Oficial.

Tabla 7. Límites de emisión para hornos de fundiciones de hierro y acero existentes

Contaminante	mg/Nm <sup>3</sup>
MP	30

La condiciones de referencia para los límites son para gases de combustión: seco, temperatura de 0° C, presión 1 atm., contenido de oxígeno 3% seco para líquidos y gases, 6% para combustibles sólidos. Para gases de no combustión: no realizar corrección por oxígeno ni por agua, temperatura 0 °C, presión 1 atm.

Además, se deberá realizar anualmente un análisis químico de Hg, Cd, Ni y Cr contenidas en el material particulado emitido.

La verificación y seguimiento de las emisiones al aire para fundiciones de hierro y acero, se realizará en forma discreta, a lo menos dos veces al año.

Las fuentes nuevas del rubro fundición deberán integrar y demostrar niveles de emisión de acuerdo a la mejor tecnología disponible.

#### 4.2.4 Métodos de medición

##### a) Medición discreta de emisiones

Aquellas fuentes que midan sus emisiones en chimenea en forma discreta deben declarar la siguiente información:

- Coordenadas UTM y datum WGS-84
- periodo de funcionamiento en los últimos 12 meses
- número de chimeneas (identificador)
- altura, diámetro de cada chimenea y temperatura de salida de los gases.
- caudal (m<sup>3</sup>-N/hr)

Las mediciones deben ser realizadas por laboratorios autorizados de acuerdo a la normativa vigente, sin perjuicio de lo que establezca la Superintendencia del Medio Ambiente.

Para aquellas fuentes que midan sus emisiones en forma discreta, si se verifica que durante 3 años consecutivos los niveles de emisión medidos en chimeneas generan resultados uniformes con una desviación de un 10% e inferiores al 75 por ciento del valor del límite de emisión que se establece en la tabla 6 que corresponda, la autoridad fiscalizadora podrá reducir la frecuencia de la prueba a cada dos o tres años.

Los métodos de medición discreta comprenden:

- Para material particulado (MP) se debe utilizar el método CH-5 denominado "Determinación de las emisiones de partículas desde fuentes estacionarias", del Ministerio de Salud.
- Para óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) se debe utilizar el método CH-7E, denominado "Determinación de las emisiones de óxidos de nitrógeno desde fuentes estacionarias".
- Para dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) se debe utilizar el método CH-6C, denominado "Determinación de las emisiones de dióxido de azufre desde fuentes estacionarias".



#### b) Medición continua de emisiones

Las fuentes emisoras existentes y nuevas que deben cumplir con una medición continua, deberán instalar y certificar un sistema de monitoreo continuo de emisiones para dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), de acuerdo a lo indicado en la Parte 75, volumen 40 del Código de Regulaciones Federales (CFR) de la Agencia Ambiental de los Estados Unidos (US-EPA). El sistema de monitoreo continuo de emisiones será aprobado mediante resolución fundada de la Superintendencia.

Las fuentes emisoras existentes tendrán un plazo de 18 meses para instalar y certificar el sistema de monitoreo continuo de emisiones, contado desde la fecha de entrada en vigencia del PDA. Las fuentes emisoras nuevas deberán incorporar el sistema de medición continuo desde su puesta en servicio.

#### 4.2.5 Plazos para el cumplimiento de los límites de emisión

El plazo para dar cumplimiento a los límites de emisión para fuentes existentes es de 24 meses, contados desde la entrada en vigencia del PDA y para fuentes nuevas, desde la fecha de entrada en vigencia del mismo.

### 4.3 CONTROL DE EMISIONES FUGITIVAS EN LA INDUSTRIA

#### a) Industrias que procesan semillas y granos:

Se deben minimizar las emisiones fugitivas durante el procesamiento de granos debido al transporte y almacenaje al aire libre de semillas o secado de semillas. Para tales efectos, se deberá implementar en la recepción, manejo y acopio, sistema de correas y traspaso de las semillas en recintos confinados, silos y/o contenedores encapsulados, según corresponda.

#### b) Fundiciones de fierro y acero:

Para el manejo de materias primas principalmente de arena y en procesos de revestimiento (aplica a todas las acciones mecánicas del proceso) se deberán reducir las emisiones fugitivas de MP implementando las siguientes acciones:

- i. Utilizar sistemas de transporte neumático
- ii. Utilizar correas transportadoras encapsuladas
- iii. Realizar limpiezas y mantenciones a las correas
- iv. Apilar el material al interior de recintos confinados
- v. Utilizar silos encapsulados
- vi. Implementar planes de mantenimiento y de limpieza de los equipos (housekeeping)

#### c) Industrias de distintos rubros:

Deberán pavimentar caminos interiores y áreas de estacionamiento.

El plazo para implementar estas medidas es de 24 meses, contado desde la entrada en vigencia del PDA.

### 4.4 REGISTRO E INFORMACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE GRUPOS ELECTRÓGENOS

Dentro del plazo de 12 meses, contados desde la publicación del PDA en el Diario Oficial, los grupos electrógenos que se encuentren ubicados o se instalen en la zona saturada, deberán contar con un horómetro digital, sellado e inviolable, sin vuelta a cero, con el cual se medirán sus horas de funcionamiento, las que deberán ser registradas e informadas anualmente mediante la Declaración de Emisiones a la SEREMI de Salud respectiva.

### 4.5 PROGRAMA DE MEJORAMIENTO TECNOLÓGICO Y LÍMITE DE EMISIÓN PARA PANADERÍAS

Dentro del plazo de 12 meses, contados de la publicación del PDA en el Diario Oficial, la SEREMI del Medio Ambiente en conjunto con la SEREMI de Salud, la SEREMI de Economía y el Gobierno



Regional, realizarán un estudio diagnóstico del sector panaderías del área urbana de las 17 comunas que conforman la zona saturada y diseñarán un programa de mejoramiento productivo del sector que incluya el análisis de aporte de emisiones.

Dentro del plazo de 12 meses, contados desde la publicación del PDA en el Diario Oficial, la SEREMI de Economía y sus servicios, con apoyo de la SEREMI del Medio Ambiente, deberá implementar un Programa de Apoyo al mejoramiento productivo del sector panaderías en la zona saturada, que permitan disminuir su aporte en emisiones de material particulado, sujeto a los instrumentos y programas disponibles en cada servicio involucrado.

Dentro del plazo de 24 meses, contados desde la publicación del PDA en el Diario Oficial todas las panaderías que se encuentren ubicadas o se instalen en el área urbana de la zona saturada, deberán cumplir con un límite de emisión de MP de 50 mg/m<sup>3</sup>N, normalizado a 25°C y 1 atmósfera y corregido por O<sub>2</sub>, de acuerdo al combustible.

El cumplimiento del límite de emisión de MP será acreditado mediante una medición anual discreta, según punto 4.2.4 a) de este anteproyecto. Aquellas fuentes que utilicen combustibles limpios (electricidad o gas) quedarán exentas de esta medición.

## CAPITULO V. CONTROL DE EMISIONES ASOCIADAS A TRANSPORTE

### 5.1 FUNDAMENTOS DE LA REGULACIÓN

En la zona saturada del Valle Central de la Región del Libertador Bernardo O'Higgins se requiere definir una regulación que permita compensar el aumento en los niveles de actividad del transporte incorporando vehículos nuevos con menores emisiones, mejorando el estado general de de mantenimiento del parque de vehículos en uso y reduciendo el impacto del transporte público y de carga, especialmente al interior de las zonas urbanas. De esta forma se espera reducir las emisiones directas de partículas y gases precursores, que corresponden al mayor aporte del sector transporte al material particulado fino y ultrafino<sup>11</sup>.

En base al inventario de emisiones regional el mayor aporte en emisiones del sector transporte corresponde a los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) alcanzando un 44% del total de las emisiones de este contaminante en la zona saturada. Otras emisiones como las partículas MP10 y MP2,5 son menos relevantes en términos de masa al compararlas con otras fuentes, tales como las quemas agrícolas, sin embargo deben ser tomadas en consideración por su composición, toxicidad y por el impacto directo sobre las personas en zonas urbanas.

El gráfico siguiente permite comprender como se distribuyen los aportes al interior del sector transporte, considerando los vehículos livianos-medianos, transporte público y transporte de carga. Los vehículos pesados mayoritariamente diesel son responsables de más del 80% de la emisión de MP10 y del 63% de la emisión de NO<sub>x</sub>. Los vehículos livianos y medianos, donde predomina el uso de gasolina como combustible, son responsables del 95% del CO, 37% del NO<sub>x</sub> y el 73% de los COVs.

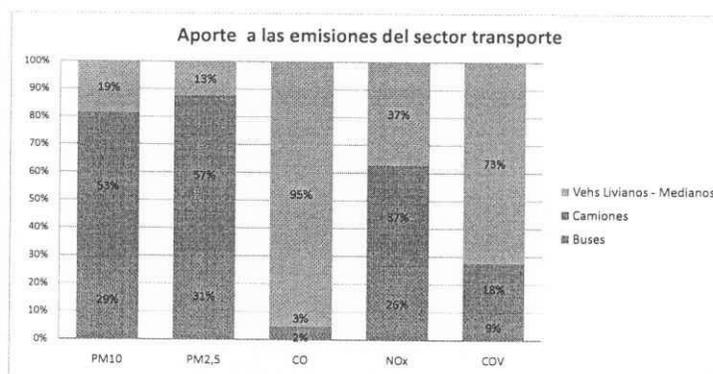
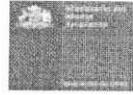


Figura 10. Emisiones de MP10, MP2,5, CO, NO<sub>x</sub> y COV por fuentes móviles en la zona saturada. Fuente: Estudio Diagnóstico Plan de Gestión del aire VI Región (2008).

<sup>11</sup> Las partículas ultrafinas corresponden a partículas menores de 0,1 micrómetros de diámetro.

## Anteproyecto PDA Valle Central



En base a los antecedentes anteriores el Plan de Descontaminación Atmosférica considera la definición de medidas de reducción de emisiones provenientes del sector transportes, principalmente por su impacto en zonas urbanas, especialmente en lo referido a partículas finas, ultrafinas y los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) precursor de material particulado y ozono troposférico.

Para estos efectos, debe considerarse que el Ministerio del Medio Ambiente está abordando del control de las emisiones del sector transporte a nivel nacional a través de una estrategia específica denominada Programa de Aire Limpio. Estas medidas deben ser complementadas con regulaciones más específicas aplicables en la zona saturada, las cuales serán abordadas en el Plan de Descontaminación Atmosférica.

La caracterización del parque automotor de la región del Libertador Bernardo O'Higgins realizada en base al estudio "Diagnóstico Plan de Gestión Calidad del Aire VI Región" (2008) indica que los vehículos particulares y comerciales representan el mayor porcentaje de participación, seguidos por camiones y buses. Las comunas de Rancagua, San Fernando, San Vicente y Rengo concentran el mayor número de vehículos del parque automotor de la zona saturada. Destaca la importante participación de la comuna de Rancagua, con el 27% del parque motorizado total. Los vehículos livianos no catalíticos representan entre 10% y 25% de los vehículos por comuna. Asimismo, se busca orientar las medidas de modo de desincentivar el uso de vehículos particulares y potenciar el uso del transporte público y medios no motorizados de transporte.

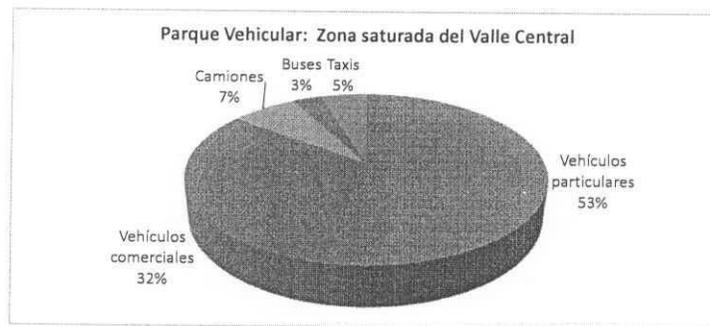


Figura 11. Distribución parque vehicular zona saturada del Valle Central. Fuente: Estudio FNDR "Diagnóstico y Plan de Gestión Calidad del Aire VI Región", 2008.

Para el caso de los buses de transporte público, los vehículos con tecnología tradicional<sup>12</sup>, corresponden a la porción de la flota más antigua y concentran más del 60% del total para la región. Se trata de vehículos que fueron ingresados al país con anterioridad al año 1994 y, por lo tanto, no estaban sujetos a ninguna norma de emisión de contaminantes a la atmósfera. Esto no sólo da cuenta de un parque con altas emisiones, sino de un parque envejecido, con mayores emisiones de ruido ambiental y mayor riesgo de accidentes.

Los Buses Tipo I corresponden a la porción de la flota cuyos vehículos fueron ingresados al país entre los años 1995 y 1998 (cumpliendo norma de emisión EURO I). En tanto, los Buses Tipo II corresponden a la porción de la flota cuyos vehículos fueron ingresados a partir del año 1999 (cumpliendo norma de emisión EURO II).

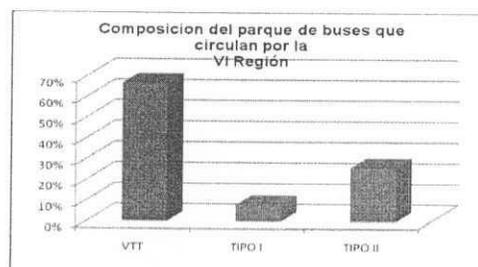


Figura 12. Caracterización del parque de buses en la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins (Fuente: Estudio FNDR "Diagnóstico y Plan de Gestión Calidad del Aire VI Región", 2008)

<sup>12</sup> Tecnología tradicional se denomina a aquellos buses que ingresaron al país sin acreditar cumplimiento de ninguna norma de emisión, por lo cual carecen de todo tipo de sistemas de control de emisiones.



El sector transporte de carga (camiones) evidencia un comportamiento similar a lo observado respecto del transporte público, más de un 50% del total de vehículos no cuentan con ningún sistema de control de emisiones. En el gráfico siguiente, los camiones Tipo VTT corresponden a la porción de la flota cuyos vehículos fueron ingresados al país antes del año 1994 y, por lo tanto, no estaban sujetos a ninguna norma de emisión particular. Los Tipo I corresponden a la porción de la flota cuyos vehículos fueron ingresados al país entre los años 1995 y 1998 (cumpliendo norma de emisión EURO I) y los Tipo II corresponden a la porción de la flota cuyos vehículos fueron ingresados a partir del año 1999 (cumpliendo norma de emisión EURO II).

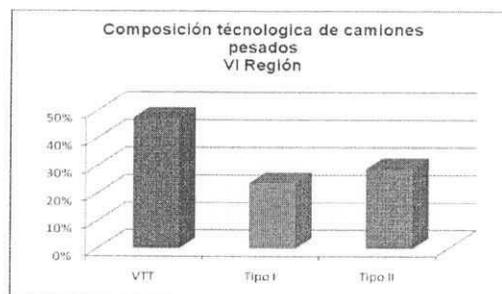


Figura 13. Caracterización del parque de camiones en la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. Fuente: Estudio FNDR "Diagnóstico y Plan de Gestión Calidad del Aire VI Región", 2008.

Los antecedentes indicados han determinado la definición de medidas asociadas al control de emisiones del sector transportes que a continuación se presentan.

## 5.2 PROPUESTA DE REGULACIÓN SECTOR TRANSPORTE

Aspectos como la toxicidad de las partículas diesel y las altas concentraciones de material particulado fino en zonas urbanas, justifican incorporar una regulación de aplicación gradual que permita mitigar los impactos directos de las emisiones desde fuentes móviles. Este enfoque es consistente con el control prioritario de las emisiones directas de partículas que se observa a nivel internacional, donde se han ido incorporando mayores exigencias a los vehículos diesel.

Para esta regulación se han identificado aquellas normas de entrada que el Ministerio del Medio Ambiente en conjunto con el Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones están elaborando a nivel nacional, en el marco del Programa de Aire Limpio, y que favorecen la reducción de emisiones para vehículos nuevos: livianos, medianos, pesados y motos. En complemento con las normas de entrada, se establecen exigencias específicas para la zona saturada, orientadas a reducir las emisiones de los vehículos en uso y a reducir las emisiones provenientes del sistema de transporte público, específicamente de los buses.

De esta forma se establecen los siguientes lineamientos para incorporar en la regulación:

- Normas de entrada para vehículos nuevos livianos, medianos, pesados y motos.
- Control de emisiones del transporte público.
- Control de emisiones del transporte de carga.
- Implementación de una "Zona verde" de protección ambiental en la ciudad de Rancagua.
- Implementación de un programa de fortalecimiento de las capacidades de inspección y fiscalización de vehículos en uso.
- Calidad de los combustibles vehiculares.

### 5.2.1 Normas de entrada para vehículos nuevos

A nivel internacional se observa la consolidación de nuevas tecnologías de baja emisión, representadas principalmente por la masificación de filtros de partículas en vehículos diesel y vehículos livianos que cumplen estándares de emisión cada vez más exigentes. En este contexto, el Ministerio de Medio Ambiente comenzó durante el año 2011 un proceso normativo orientado a aumentar las exigencias para las normas de entrada a nivel nacional. De esta forma, se inició la



revisión de las normas de entrada que se indican a continuación, procesos que deberían quedar concluidos con la publicación en el Diario Oficial de los decretos respectivos durante el año 2012:

- La modificación del DS N°55, de 1994, del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, establece normas de emisión aplicables a vehículos motorizados pesados que indica, publicada por el Ministerio del Medio Ambiente en el Diario Oficial el 16 de mayo de 2012, dispone las normas de emisión que deben cumplir los Vehículos Motorizados Pesados. Desde mayo de 2012 exige la norma Euro IV, y a partir de octubre de 2014 la norma Euro V para los modelos nuevos, y desde octubre de 2015 Euro V para todos los modelos.
- Revisión del DS N° 104, de 2001, del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, que establece norma de emisión para motocicletas: Actualmente se encuentra en proceso de elaboración el anteproyecto de revisión de dicha norma. Se espera implementar la norma EURO III a nivel nacional.
- Revisión del DS N° 54, de 1994, del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, que establece las normas de emisión aplicables a vehículos motorizados medianos que indica. El anteproyecto de revisión de dicha norma fue aprobado y publicado en el Diario Oficial, y establece las siguientes normas de entrada:
  - Euro IV o Tier2 Bin 8 a nivel nacional, vehículos diesel y gasolina. Plazo de entrada en vigencia: 6 meses de publicado en el Diario Oficial.
  - Euro V o Tier 2 Bin 5 a nivel nacional. Plazo de entrada en vigencia para vehículos diesel: 1 de septiembre de 2013. Plazo para entrada en vigencia para vehículos a gasolina: 1 de septiembre de 2014.
- Revisión del DS N° 211, de 1991, del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, que Normas sobre emisiones de vehículos motorizados livianos. El anteproyecto de revisión de esta norma aprobado y publicado en el Diario Oficial, establece las siguientes normas de entrada:
  - Euro IV o Tier2 Bin 8 a nivel nacional, vehículos diesel y gasolina. Plazo de entrada en vigencia: 6 meses de publicada la norma.
  - Euro V o Tier 2 Bin 5 a nivel nacional. Plazo de entrada en vigencia para vehículos diesel: 1 de septiembre de 2013. Plazo de entrada en vigencia para vehículos a gasolina: 1 de septiembre de 2014.

#### 5.2.2 Control de emisiones del transporte público

Los buses de transporte público constituyen la principal fuente de emisiones de material particulado fino si se considera el aporte total asociado a fuentes móviles. Este tipo de emisiones deben ser sometidas a control prioritario por su alto impacto sobre la salud de la población.

A partir de la publicación del PDA en el Diario Oficial, el Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, en el marco de sus facultades legales, deberá implementar un programa destinado a que el sistema de transporte público del Valle Central de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins reduzca sus emisiones de Material Particulado y Óxidos de Nitrógenos en el periodo 2013-2015. Para conseguir estas reducciones, se deberán considerar entre otras, las siguientes alternativas:

##### a) Programa de renovación de buses

La SEREMI de Transporte y Telecomunicaciones de la Región del Libertador Bernardo O'Higgins en conjunto con el Gobierno Regional de la misma región, desarrollarán un programa de chatarrización para buses que presten servicios de transporte público de la zona saturada, por la vía del retiro y destrucción de vehículos antiguos y renovación de vehículos nuevos.

Mediante Resolución Exenta N° 1672, del 5 de septiembre de 2011, del Gobierno Regional de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, fueron aprobadas las bases de la convocatoria para la presentación de postulaciones al programa especial de renovación de buses de la región. Dicho programa considera la compra de buses, minibuses, trolebuses y taxibuses usados debiendo



disponer la destrucción y conversión en chatarra de éstos, garantizando la renovación por vehículos de menor antigüedad.

A fin de materializar este programa durante el año 2011 se celebró un convenio de colaboración entre el Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones y el Gobierno Regional respectivo. El Gobierno Regional otorga a los beneficiarios del programa un incentivo económico por concepto de valor de compra según lo establecido en la Resolución Exenta N°2332, de 2011, del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, en concordancia con el artículo 7 del Reglamento del programa especial de renovación de buses, minibuses, trolebuses y taxibuses aprobado por D.S. N° 44, de 2011, del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones.

**b) Exigencias bases de licitación transporte público**

Mediante Resolución Exenta N° 494, del 22 de febrero de 2012, se modifica y prorroga la vigencia de la Resolución Exenta N° 2.308, de 2010, ambas del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. Esta Resolución establece condiciones específicas de operación y utilización de vías para servicios urbanos de transporte público de pasajeros en la comuna de Rancagua, de acuerdo a los lineamientos establecidos en la "Licitación Pública de Vías de la ciudad de Rancagua a Servicios Urbanos de Transporte Público Remunerado de Pasajeros Prestado por Buses" (Licitación de Vías de Rancagua 2004, aprobadas por Resolución N° 3, de 2004, del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones). La prórroga indicada rige a contar del 26 de febrero de 2012 y hasta el 25 de agosto de 2013, o bien, hasta la fecha en que comience la puesta en marcha de la Licitación de Vías de Rancagua. Actualmente, en relación a las emisiones, las condiciones de operación sólo consideran que los vehículos de la flota cumplan con las normas de emisión establecidas por el Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones y que se podrán reemplazar vehículos de la flota sólo por aquellos que no superen los 12 años de antigüedad.

Una vez publicado el PDA en el Diario Oficial, la SEREMI de Transporte y Telecomunicaciones de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins deberá incorporar en las bases de licitación del transporte público de la ciudad de Rancagua exigencias orientadas a reducir las emisiones de MP y NOx provenientes del sistema de transporte público, en un 37% en un plazo de tres años desde el inicio de la operación de los servicios licitados. Esta reducción podrá alcanzarse a través de medidas tales como:

- Reemplazo de buses sin certificación de emisiones por buses que cumplan la norma de entrada de entrada para buses nuevos Euro V o equivalente.
- Establecer incentivos en las bases de licitación para flotas que incorporen buses de baja emisión.
- Reducir la edad máxima de los buses y/o exigencias de contar con certificación de emisiones.
- Establecer incentivos para que los buses de transporte público urbano en uso destinados a la prestación de servicios de locomoción colectiva en la zona saturada que se incorporen a los servicios licitados incorporen alternativas tales como:
  - Sistemas post tratamiento de las emisiones de material particulado. Los sistemas de post tratamiento corresponderán a dispositivos de post combustión<sup>13</sup> denominados filtros de partículas diesel según el D.S.65, de 2004, del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones.
  - Repotenciamiento con otros combustibles tales como gas natural comprimido (GNC).
  - Otras alternativas tecnológicas o de cambio de combustible que permitan reducir emisiones de MP y/o NOx.

<sup>13</sup> **Sistemas de post tratamiento para buses:** De acuerdo al D.S.65/2004 del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones son dispositivos de post combustión que incluyen todas las partes ajenas a un vehículo o que hayan sido parte del sistema de proceso de certificación de emisiones del modelo del motor, que operan en forma integral para disminuir o retener partículas generadas por combustión en los motores y que actúa sobre los gases de escape que se producen en el motor. Dichos sistemas no deben afectar el normal funcionamiento del vehículo o de sus componentes



### 5.2.3 Programa de control de emisiones del transporte de carga

La Seremi de Transportes en conjunto con la Seremi del Ministerio del Medio Ambiente elaborará un programa de control de emisiones del transporte de carga para la zona saturada. Este programa deberá apuntar a reducir los impactos del transporte de carga, con énfasis en las zonas de alto tráfico de camiones, incluyendo las siguientes medidas:

- Fortalecimiento de la fiscalización de camiones en zonas de alto tráfico, a través de un programa específico de fiscalización que deberá ser elaborado por la Seremi de Transporte y Telecomunicaciones de la región, dentro del plazo de 6 meses contados desde la publicación del PDA en el Diario Oficial.
- Retiro voluntario de los camiones más antiguos que no cuentan con certificación de emisiones. Esto requiere la implementación de un programa de chatarrización de camiones que deberá ser diseñado por la SEREMI del Medio Ambiente, el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones y el Ministerio de Energía, dentro del plazo de 12 meses contados desde la publicación del PDA en el Diario Oficial. Este programa de carácter voluntario, estará orientado a estimular y facilitar la reducción de contaminantes locales en la zona saturada por la vía del retiro y destrucción de los camiones más antiguos. El diseño del programa deberá considerar el actual programa de chatarrización de camiones del Ministerio de Energía.
- Elaborar un programa específico para fiscalizar el cumplimiento de la normativa que impide la circulación de camiones de más de 28 años por carreteras. El D.S.Nº 300/95, del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones establece que los vehículos motorizados de carga con una capacidad de carga útil de 1.750 Kg. o más, que efectúen transporte de carga entre puntos que disten más de 130 kilómetros entre sí y que utilicen los caminos o rutas que se indican deberán tener una antigüedad inferior o igual a 28 años.

### 5.2.4 "Zona verde" de protección ambiental en la ciudad de Rancagua

Los perfiles diarios de la contaminación por partículas en la zona urbana de Rancagua muestran evidencias del impacto del tráfico. Esto se relaciona con las condiciones de la vialidad urbana restringida y los altos niveles de congestión observados en el centro de la ciudad. Para reducir las mayores emisiones producto de la congestión se establecerá una "zona verde" de protección ambiental y baja emisión en el damero central de la ciudad de Rancagua. Para la implementación de esta "zona verde" se deberá cumplir con lo siguiente:

- Transcurridos 6 meses desde la publicación del PDA en el Diario Oficial, se aplicará una restricción de circulación en el damero central de la ciudad de Rancagua, entre la Calle Ramón Freire por el oriente; Avenida Viña del Mar –Estación por el poniente; Avenida Libertador Bernardo O'Higgins por el norte y Calle Antonio Millán por el sur. Dicha restricción se aplicará a vehículos no catalíticos que circulen al interior del área establecida, con excepción de taxis colectivos, buses de transporte público, transporte escolar y vehículos inscritos en el registro de transporte privado de la SEREMI de Transportes y Telecomunicaciones. El área que será regulada por esta restricción de circulación, así como también el calendario de restricción serán establecidos por la SEREMI de Transporte y Telecomunicaciones de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, de acuerdo a sus competencias.
- Dentro del plazo de 12 meses, contados desde la publicación del PDA en el Diario Oficial, la Municipalidad de Rancagua en conjunto con la SEREMI de Transporte y Telecomunicaciones implementarán un plan de redes de ciclovías, facilidades para bicicletas, estacionamientos en lugares estratégicos y sistemas que permitan generar integración entre modos no motorizados y el transporte público fomentando un cambio modal en las zonas de protección ambiental de la comuna de Rancagua.

### 5.2.5 Programa de fortalecimiento de capacidades de inspección y fiscalización de vehículos en uso.

El beneficio que se puede obtener de las mejores tecnologías depende de la disponibilidad de los combustibles más limpios y de la mantención que se realice a los vehículos en uso. Esto último requiere de fiscalización, la que debe realizarse por medio de programas de inspección permanente (revisiones técnicas) y programas de fiscalización en vías.

## Anteproyecto PDA Valle Central



Los procesos de licitación para la operación de plantas de revisión técnica para la región del Libertador General Bernardo O'Higgins se deben iniciar en el año 2014, por lo que durante el año 2012 comenzará el proceso de elaboración de bases de licitación incorporando en ellas la obligatoriedad de contar con el equipamiento para medir bajo la metodología ASM<sup>14</sup>.

Para el mejoramiento de los actuales sistemas de control, se plantean las siguientes actividades que la SEREMI del Medio Ambiente, en forma conjunta con la SEREMI de Transporte y Telecomunicaciones, deberá ejecutar:

- En un plazo de 12 meses, la SEREMI del Medio Ambiente deberá elaborar una propuesta de fortalecimiento del sistema de inspección y mantención vehicular para la zona saturada, sobre la base de un estudio de diagnóstico de las emisiones vehiculares medidas en plantas de revisión técnica A1, A2 y B. El estudio deberá considerar un análisis comparativo con los resultados disponibles en la Región Metropolitana, de forma tal de detectar ámbitos en que sea necesario implementar acciones correctivas.
- En un plazo de 12 meses, La SEREMI de Transporte y Telecomunicaciones deberá elaborar una propuesta concreta para fortalecer sus capacidades para asegurar el cumplimiento de las normas ambientales en la vía pública. Los esfuerzos de fiscalización deberán focalizarse en aquellas categorías vehiculares que aportan los mayores impactos y en vías de alto tráfico.
- En un plazo de 12 meses, la SEREMI de Transportes y Telecomunicaciones y la SEREMI del Medio Ambiente deberán elaborar, en forma conjunta, un Programa de financiamiento regional por un periodo de 5 años, que será postulado a fondos FNDR.
- La SEREMI de Transportes y Telecomunicaciones, con el apoyo de la SEREMI del Medio Ambiente Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, evaluará la implementación de medidas adicionales orientadas a fortalecer el control de emisiones de vehículos en uso en Plantas de Revisión Técnica y en la vía pública.
- El Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones exigirá la implementación de la primera fase del ASM en plantas de revisión técnica de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins<sup>15</sup> en las bases de la próxima licitación que está programada para iniciarse el año 2014. Esta exigencia deberá realizarse de acuerdo con lo que establece el D.S. 149/2006 (Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones). La SEREMI del Medio Ambiente y la SEREMI de Transporte y Telecomunicaciones desarrollarán durante los 12 meses posteriores a la publicación del PDA, los estudios necesarios para establecer los requerimientos técnicos que permitan asegurar la adecuada implementación de esta exigencia.
- Ajustar los límites para la fiscalización de las emisiones de vehículos en uso en vías públicas y en plantas de revisión técnica, mediante la revisión del DS N° 4, de 1994, del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, que establece estos parámetros. Al respecto, cabe señalar que esta revisión, en el marco del Programa de Aire Limpio del Ministerio del Medio Ambiente, se ha iniciado en abril de 2011, y está orientada a armonizar las exigencias a nivel nacional con las actuales exigencias de la Región Metropolitana.
- Contados 12 meses desde la publicación del PDA, la SEREMI de Transporte y Telecomunicaciones incorporará exigencias para el sellado de bombas inyectoras diesel en buses de transporte público y el establecimiento de talleres autorizados para su reparación, como se exige en la Región Metropolitana desde la década pasada. Lo anterior en atención a que la manipulación de las bombas inyectoras tiene un importante impacto en las emisiones producidas por los buses de transporte público.
- En la ciudad de Rancagua comenzará a ejecutarse el proyecto Sistema de Control de Áreas de Tránsito (SCAT) a través de una unidad de carácter regional que estará operativa durante el año 2012. Para establecer los requerimientos técnicos de los semáforos que serán controlados

<sup>14</sup> ASM corresponde a una prueba de emisiones que permitirá simular un funcionamiento más cercano a las condiciones reales en las plantas de revisión técnica. Se denomina ASM por su sigla en inglés, Acceleration Simulation Mode.

<sup>15</sup> El Artículo 10 de la norma de emisión establece que entrará en vigencia en la Región Metropolitana a partir de septiembre de 2007. En las regiones V, VI, VIII y IX, entrará en vigencia doce meses después que las plantas de revisión técnica que operen en las regiones respectivas cuenten con los equipos necesarios para controlar dicha norma. Cada una de las respectivas Secretarías Regionales Ministeriales de Transportes dictará una resolución en que dejará constancia del cumplimiento de la condición mencionada y expresará la fecha en que se cumpla el plazo aludido. Dicha resolución deberá publicarse en el Diario Oficial.