

**CAPITULO V. CONTROL DE EMISIONES ASOCIADAS A INDUSTRIAS EN EL VALLE CENTRAL DE LA REGION DEL LIBERTADOR GENERAL BERNARDO O´ HIGGINS**

<b>V-A) Fundamento de la regulación sector industrias</b> .....	32
<b>V-B) Propuesta de regulación sector industrias</b> .....	33
5.1 Medidas operacionales para disminuir emisiones fugitivas en industrias de procesamiento de granos...	33
5.2 Límites de emisión de material particulado para calderas y hornos del sector industrial.....	33
5.3 Registro e información funcionamiento grupos electrógenos .....	34
5.4 Límite de emisión y prohibición de descarga de emisiones fugitivas para fundiciones .....	34
5.5 Diagnóstico, programa de apoyo y límite emisión para panaderías área urbana .....	34
<b>CAPITULO VI. COMPENSACIÓN DE EMISIONES</b> .....	35
<b>CAPITULO VII. PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS</b> .....	36
<b>CAPITULO VIII. PLAN OPERACIONAL PARA ENFRENTAR EPISODIOS CRITICOS</b> .....	37
<b>CAPITULO IX. PROGRAMA DE EDUCACIÓN Y DIFUSIÓN</b> .....	38
<b>CAPITULO X. FISCALIZACIÓN, VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL PLAN, ACTUALIZACIÓN</b> .....	39



## ANTEPROYECTO DEL PLAN DE DESCONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA PARA EL VALLE CENTRAL DE LA REGIÓN DEL LIBERTADOR GENERAL BERNARDO O'HIGGINS

El Anteproyecto del Plan de Descontaminación Atmosférica (en adelante PDA) que a continuación se presenta, es el resultado de un trabajo en conjunto con los diversos organismos públicos y/o privados con competencia en la materia, correspondiéndole a la SEREMI del Medio Ambiente de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins la coordinación del proceso.

En el Capítulo I, se presentan las características generales de la zona saturada, así como también aquellos antecedentes que permitieron su declaración bajo la condición de saturación. Junto a esto se muestra el inventario de emisiones, las fuentes que generan los mayores aportes a la emisión de MP10 y sus precursores y también se presenta la meta de reducción de emisiones esperada para salir de la condición de saturación. Adicionalmente se presentan los aportes a la emisión de MP 2,5; NOx; SO<sub>2</sub> y NH<sub>3</sub>, pese a que el D.S. 7/2009 corresponde a la declaración de zona saturada por MP 10, dada su relación con las emisiones de MP10.

Los Capítulos II, III, IV y V contienen los fundamentos de la regulación y propuesta de regulación para controlar las emisiones de MP10 y MP2,5 ya que gran parte de las emisiones de MP10 producto de combustión tiene un alto porcentaje de MP2,5, aplicadas a la combustión residencial de leña, quemas, transportes e industrias respectivamente en el Valle Central de la región del Libertador General Bernardo O'Higgins. En particular para el caso de industrias, se considera la existencia de la futura Norma de Emisión de Fundiciones de Cobre actualmente en etapa de elaboración para la regulación de este tipo de fuentes que pudieran incidir sobre la zona saturada del Valle Central. Asimismo, estos capítulos describen los Programas Complementarios, que permitirán reforzar la implementación de las medidas para cada una de las líneas estructurales del Plan leña, quemas, transportes e industrias.

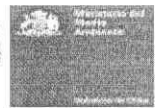
El Capítulo VI, contiene el detalle de Programas Complementarios.

El Capítulo VII, corresponde a Compensación de Emisiones de Material Particulado.

El Capítulo VIII, Contiene el Plan Operacional para enfrentar episodios críticos de contaminación atmosférica por Material Particulado respirable MP10. Dicho Plan incorpora las medidas de prevención y/o mitigación ha implementar durante la ocurrencia de situaciones de emergencia ambiental, según los niveles definidos en el D.S.Nº59/98 que establece la Norma de Calidad Primaria para Material Particulado respirable MP10, en especial de los valores que definen situaciones de emergencia ambiental.

El Capítulo IX, describe el Programa de Educación y Difusión, de gran relevancia considerando que parte de la aplicación de las medidas depende de la incorporación de estas por parte de la población de la zona saturada.

El Capítulo X Fiscalización describe los organismos encargados de la fiscalización y verificación del cumplimiento de las medidas, los mecanismos que se utilizarán para verificar el cumplimiento de los indicadores establecidos en el PDA y el periodo considerado para la actualización del Plan.

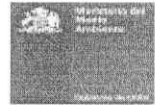


## CAPITULO I. ANTECEDENTES GENERALES

El Plan de Descontaminación Atmosférica, regirá en las comunas de Graneros, Rancagua, Doñihue, Olivar, Coltauco, Coinco, Quinta de Tilcoco, San Vicente, Placilla, Mostazal, Codegua, Machalí, Malloa, Rengo, Requínoa, San Fernando y Chimbarongo, de acuerdo a los límites establecidos en el DS N° N° 7/2009 y lo indicado en el D. S. N° 82/2009, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, que rectifica límite norte de la Declaración de Zona Saturada del Valle Central de la Región de O'Higgins. Este Instrumento de Gestión Ambiental tiene por objetivo cumplir con la norma de calidad primaria para Material Particulado Respirable (MP10) en sus métricas diaria y anual, contenida en el D.S. N° 59/1998 modificado por el Decreto Supremo N° 45 de 2001, ambos del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, de manera de proteger la salud de la población.

### 1.1 Definiciones

- **AGIES:** Análisis General de Impacto Económico y Social del Plan de Descontaminación Atmosférica.
- **Área urbana:** Área territorial destinada a acoger usos urbanos, comprendida dentro de los límites urbanos establecidos por los Instrumentos de Planificación Territorial, según la Ordenanza General de la Ley General de Urbanismo y Construcción.
- **Área rural:** Área territorial establecida en los Instrumentos de Planificación Territorial que está fuera de los límites urbanos o de extensión urbana en su caso, según la Ordenanza General de la Ley General de Urbanismo y Construcción.
- **Artefacto:** es aquel calefactor o cocina que combustiona leña o derivados de la madera, fabricado, construido o armado, en el país o importado, que tiene una potencia térmica nominal menor o igual a 25 kW, de alimentación manual o automática, de combustión abierta o cerrada, que proporciona calor en el espacio en que se instala y está provisto de un ducto para la evacuación de gases al exterior.
- **Caldera de Calefacción Grupal:** Es toda fuente estacionaria grupal destinada a la calefacción central de edificios, por agua caliente o por vapor, cuyo caudal o flujo volumétrico de emisión es inferior a mil metros cúbicos por hora (1.000 m<sup>3</sup>/hr) bajo condiciones estándar, medido a plena carga.
- **Caldera puntual:** Es toda fuente estacionaria cuyo caudal o flujo volumétrico de emisión es superior o igual a mil metros cúbicos por hora (1.000 m<sup>3</sup>/hr) bajo condiciones estándar, medido a plena carga.
- **Chimenea de hogar abierto:** artefacto de calefacción, ya sea de albañilería u otro material, desprovisto de puerta, y donde la combustión se realiza sin control del ingreso de aire.
- **CONAF:** Corporación Nacional Forestal.
- **CORFO:** Corporación de Fomento de la Producción.
- **CPL:** Consejo de Producción Limpia.
- **D.S.:** Decreto Supremo.
- **Día con superación de norma:** se refiere al día en que el promedio diario de la concentración de material particulado respirable MP10 se encuentra sobre el valor diario indicado en la norma primaria de calidad de aire respectiva.
- **Estación de monitoreo de material particulado respirable MP10 con representatividad poblacional (EMRP):** Una estación de monitoreo podrá clasificarse como EMRP si se cumplen simultáneamente los siguientes criterios: i) que exista al menos un área edificada habitada en un círculo de radio de 2 km, contados desde la ubicación de la estación; ii) que esté colocada a más de 15 m de la calle o avenida más cercana, y a más de 50 m de la calle o avenida más cercana que tenga un flujo igual o superior a 2.500 vehículos/día; iii) que esté colocada a más de 50 m de la salida de un sistema de calefacción (que utilice carbón, leña o petróleo equivalente a petróleo-2 o superior) o de otras fuentes fijas similares. Una EMRP tendrá un área de representatividad para la población expuesta consistente en un círculo de radio de 2 km, contados desde la ubicación de la estación.



- **EMRPG:** Estación de monitoreo con representatividad poblacional para gases que se encuentra localizada en un área habitada. Se entiende por área habitada una porción de territorio donde vive habitual y permanentemente un conjunto de personas.
- **Fuente existente:** aquella que se encuentra instalada con anterioridad a la fecha de publicación del decreto en el diario oficial.
- **Fuente nueva:** aquella instalada con posterioridad a la fecha de publicación del decreto en el diario oficial. Se incluye la ampliación y/o modificación de una Fuente Existente, ampliación que será considerada Fuente Nueva.
- **Fundición:** Proceso metalúrgico por el que se da una determinada forma a una pieza de metal, vertiendo el metal fundido en un molde y dejándolo enfriar, donde se utilizan hornos con la finalidad de fundir materiales de hierro, cobre, plomo u otros con el fin de obtener un producto nuevo.
- **Grupo Electrónico:** es aquella fuente estacionaria que consta de un alternador o generador de electricidad accionado por un motor de combustión interna para el suministro de energía eléctrica con una capacidad nominal mayor o igual a 37 kW de potencia. Es una unidad capaz de convertir energía mecánica en energía eléctrica cuya función es proporcionar una fuente de corriente eléctrica a partir de un carburante compuesto por el ensamblaje de un motor a combustión con un alternador.
- **INDAP:** Instituto de Desarrollo Agropecuario.
- **Leña:** porción de madera en bruto de troncos, ramas y otras partes de árboles y arbustos, utilizada como combustible sólido residencial, comercial e industrial.
- **Leña seca:** aquella que posee un contenido de humedad menor al punto de saturación de la fibra; para propósito de este decreto se considera leña seca aquella que tiene un contenido de humedad menor al 25% medida en base seca, de acuerdo a lo estipulado en la Norma Chilena NCh 2907/2005.
- **Material particulado respirable MP10:** Material particulado con diámetro aerodinámico menor o igual que 10 micrones.
- **Metodología ASM para medición de gases de combustión:** Prueba de emisiones en ralentí y 2500 rpm que se efectúa a vehículos catalíticos en Plantas de Revisión Técnica (PRT) cuyo procedimiento se encuentra estandarizado por la Agencia Protección Ambiental (EPA en inglés) de los EEUU de Norteamérica en el documento "Acceleration Simulation Mode Test Procedures, Emissions Standards, Quality Control Requirements and Equipment Specifications, Technical Guidance" (1996). El procedimiento de medición se efectúa con el vehículo en movimiento, mediante la disposición de las ruedas del eje delantero o trasero del vehículo, sobre un dinamómetro que acelera el automóvil a velocidades variables, para realizar la medición de gases.
- **Métrica diaria de la norma de calidad primaria para Material Particulado Respirable (MP10):** La norma primaria de calidad del aire para el contaminante Material Particulado Respirable MP10, es ciento cincuenta microgramos por metro cúbico normal ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) como concentración de 24 horas. Se considerará sobrepasada la norma de calidad del aire para material particulado respirable cuando el Percentil 98 de las concentraciones de 24 horas registradas durante un período anual en cualquier estación monitorea clasificada como EMRP, sea mayor o igual a  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ .
- **Métrica anual de la norma de calidad primaria para Material Particulado Respirable (MP10):** La norma primaria de calidad del aire para el contaminante Material Particulado Respirable MP10, es cincuenta microgramos por metro cúbico normal ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) como concentración anual. Se considerará sobrepasada la norma primaria anual de calidad del aire para material particulado respirable MP10, cuando la concentración anual calculada como promedio aritmético de tres años calendario consecutivos en cualquier estación monitorea clasificada como EMRP, sea mayor o igual que  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ .
- **Metro cúbico de leña:** volumen de leña apilada, cuya dimensión es 1 m de alto, 1 m de ancho y 1 m de largo, que queda luego de descontar los espacios intersticiales entre los trozos de la pila.
- **Metro estéreo:** volumen de leña apilada, cuya dimensión es 1 m de alto, 1 m de ancho y 1 m de largo, que incluye los espacios de aire.



- **Norma Chilena Oficial N°2907/2005:** Se refiere a la Norma Chilena Oficial NCh2907.Of 2005, sobre Combustible sólido – Leña – Requisitos, declarada oficial por Resolución Exenta N°569, de fecha 13 de Septiembre de 2005, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, publicada en el Diario Oficial con fecha 23 de Septiembre de 2005.
- **Ordenanzas municipales:** Según lo establecido en la Ley Orgánica Constitucional de Municipalidades las ordenanzas corresponden a normas generales y obligatorias aplicables a la comunidad, en las que se establecen multas para los infractores que son aplicadas por los juzgados de policía local.
- **PDA:** Plan de Descontaminación Atmosférica.
- **Quemas controladas:** 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.
- **SAG:** Servicio Agrícola y Ganadero.
- **SEC:** Superintendencia de Electricidad y Combustibles.
- **SEREMI de Agricultura:** Secretaría Regional Ministerial de Agricultura de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins.
- **SEREMI de Economía:** Secretaría Regional Ministerial de Economía de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins.
- **SEREMI de Educación:** Secretaría Regional Ministerial de Educación de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins.
- **SEREMI de Energía:** Secretaría Regional Ministerial de Energía de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins.
- **SEREMI del Medio Ambiente:** Secretaría Regional Ministerial del Medio Ambiente de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins.
- **SEREMI de Salud:** Secretaría Regional Ministerial de Salud de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins.
- **SEREMI de Transportes y Telecomunicaciones:** Secretaría Regional Ministerial de Transportes y Telecomunicaciones de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins.
- **SEREMI de Vivienda y Urbanismo:** Secretaría Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins.
- **SERCOTEC:** Servicio de Cooperación Técnica.
- **SERVIU:** Servicio de Vivienda y Urbanismo de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins.
- **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.
- **Xilohigrómetro:** Equipos electrónicos portátiles de medición de humedad que funcionan mediante la emisión de un pulso eléctrico midiendo la resistencia eléctrica entre dos electrodos según el contenido de humedad de la leña. Se utiliza para medir la proporción de agua que contiene la madera, tanto libre como de saturación y su medición es en base húmeda.



## 1.2. Antecedentes que fundamentan el Anteproyecto del Plan de Descontaminación Atmosférica del Valle Central de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins.

### 1.2.1 Antecedentes, identificación, delimitación y descripción de la zona saturada del Valle Central de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins.

Las comunas pertenecientes a la zona saturada del Valle Central de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, comprenden una superficie de 3.443,6 Km<sup>2</sup>. Inserta en la zona declarada como saturada por MP10 se encuentra la comuna de Rancagua, que es la capital de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins.

La zona saturada se encuentra ubicada entre dos cordones montañosos correspondientes a la Cordillera de los Andes y la Cordillera de la Costa, en el Valle Central de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. Comprende totalmente a las comunas de Graneros, Rancagua, Doñihue, Olivar, Coltauco, Coinco, Quinta de Tilcoco, San Vicente y Placilla, e incluye parcialmente a las comunas de Mostazal, Codegua, Machalí, Malloa, Rengo, Requinoa, San Fernando y Chimbarongo.

Según la división Político-Administrativa catorce comunas pertenecen a la provincia de Cachapoal, mientras Chimbarongo, San Fernando y Placilla pertenecen a la provincia de Colchagua.

Los límites geográficos de la zona saturada por MP10 del Valle Central de la Región del Libertador Bernardo O'Higgins son:

**Límite Norte:** Corresponde al límite entre la Región Metropolitana y la Región de O'Higgins, entre las comunas de Coltauco (Coordenada UTM Datum WGS 84 Huso 19 309451,9 E - 6116042,9 N) y la comuna de Mostazal, a 1300 metros al surponiente del Cerro Negro en la cota 900 (Coordenada UTM Datum WGS 84 Huso 19 350309,1E- 6247351,3 N).

Los límites geográficos de la Región de O'Higgins fueron fijados por el artículo 6 del Decreto con Fuerza de Ley (D.F.L.) N° 1-18.715, publicado en el Diario Oficial del 5 de diciembre de 1989 y los límites comunales fueron fijados por el artículo 6° del decreto con fuerza de ley N°3- 18.715, publicado en el Diario Oficial del 5 de diciembre de 1989.

En el límite de la comuna de Coltauco desde el trigonométrico cerro Poqui y la línea de cumbres que limita por el sur la hoya del estero Carén, desde el trigonométrico cerro Poqui hasta la loma La Palma, pasando por el trigonométrico cerro Toro Negro. Desde la Loma La Palma hasta el Alto Llivillivi, pasando por el morro del Chivato. Desde el Alto Llivillivi hasta el Alto del Romeral, pasando por el cerro Pelota de Piedra, La Madera y Alto del Sauce. La cota 1883, cerro Las Cuchillas y el trigonométrico Puerto de Cordillera; la línea de cumbres, desde el portezuelo Enjalma hasta la angostura de Paine, pasando por el cerro Navía, la cota 1639, la loma Las Arenillas, el cerro El Peumo y las cotas 658, 713 y 582; y la línea de cumbres que limita por el norte y el oriente la hoya del río Peuco, desde la angostura de Paine hasta la línea de cumbres que limita por el poniente la hoya del alto río Maipo, pasando por el trigonométrico cerro Challay, el cordón de los cerros Chada y los cerros Alto del Litre hasta Negro Chada en la cota 900.

**Límite Sur:** Por el este la intersección entre el límite comunal de Chimbarongo con la región del Maule y la cota 900 (Coordenada UTM Datum WGS 84 Huso 19 331086,7E - 6240981,5 N) siguiendo el límite con la Región del Maule en la comuna de Chimbarongo, hasta el límite comunal por el Oeste a 1000 metros al sur poniente del Cerro Quinta (Coordenada UTM Datum WGS 84 Huso 19 304764,9 E - 6148560,8 N).

Los límites geográficos de la Región de O'Higgins fueron fijados por el artículo 6 del Decreto con Fuerza de Ley (D.F.L.) N° 1-18.715, publicado en el Diario Oficial del 5 de diciembre de 1989 y los límites comunales fueron fijados por el artículo 6° del decreto con fuerza de ley N°3- 18.715, publicado en el Diario Oficial del 5 de diciembre de 1989.

Desde la cota 900, Estero Chimbarongo, a la altura de quebrada Las Cortaderas hasta el lindero poniente de la faja de terreno fiscal, propiedad de la empresa de Ferrocarriles del Estado, destinada al trazado de la línea longitudinal sur (variante en construcción); el lindero mencionado, desde el estero Chimbarongo hasta el lindero poniente del predio rol 61-19; el lindero poniente de los predios roles 61-19, 61-15, 60-25, 60-26, 60-28 y fundo Quinta, desde el lindero poniente de la faja de terreno fiscal hasta el lindero norte del predio fundo Quinta (rol 60-1) desde el límite comunal por el Oeste a 1000 metros al sur poniente del Cerro Quinta.

**Límite Este:** Desde norte a sur 1300 metros al surponiente del Cerro Negro en la cota 900 (Coordenada UTM Datum WGS 84 Huso 19 350309,1 E - 6247351,3 N). Continúa por el límite oeste de la zona saturada establecida por D.S. N° 179 de 1994 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, que declaró zona saturada al área circundante a la Fundición Caletones, interseca con la quebrada Ojos de Agua continúa hacia el sur por la cota 900 hasta Puntilla Los

Loros y luego en línea recta hacia el sur hasta la cumbre del cerro Pelado. A la altura del Cerro El Pelado (Coordenada UTM Datum WGS 84 Huso 19 353092,7 E – 6199972,6 N) el límite continúa hacia el sur por la cota 900 hasta el límite administrativo entre la Región del Maule y la comuna de Chimbarongo y su intersección con la cota 900 (Coordenada UTM Datum WGS 84 Huso 19 331086,7 E – 6140981,5 N), Estero Chimbarongo a la altura de quebrada Las Cortaderas.

**Límite Oeste:** Este límite corresponde a los límites geográficos fijados por el artículo 6 del Decreto con Fuerza de Ley (D.F.L.) Nº 1-18.715, publicado en el Diario Oficial del 5 de diciembre de 1989 y el artículo 6º del decreto con fuerza de ley Nº 3- 18.715, publicado en el Diario Oficial del 5 de diciembre de 1989. Dicha delimitación corresponde al límite oeste de las siguientes comunas: Coltauco, San Vicente, Placilla y Chimbarongo. En Coltauco la línea de cumbres que limita por el sur la hoya del estero Las Palmas hasta el Cerro El Molino, pasando por los cerros Gulutrén y La Gloria, el trigonométrico Tierras Coloradas, el cerro Piopío y el alto Las Ovejas. Desde el Cerro El Molino hasta el cauce del Río Cachapoal y su confluencia con el Estero Zamorano, ascendiendo por la cota 268 al sur poniente de la confluencia, continuando por la divisoria de aguas hasta la cota 692 continuando hasta Cerro El Parrón. Trigonométrico Cerro Peumo Redondo pasando por Alto del Huique, Placeta Las Mulas y Cerro Quillayes. Continúa por el trigonométrico cerro Divisadero Caracoles siguiendo la línea de altas cumbres hasta el trigonométrico cerro El Tigre, pasando por Loma El Mal Paso hasta el cauce del Río Tinguiririca, cruzando el cauce del Tinguiririca hacia el sur hasta encontrarse con la ruta I-850 (localidad La Gloria) siguiendo la ruta hasta el cruce con el Estero Pudimávida (o Puquillay), colindante con la Dehesa Abajo hasta el Cerro La Dehesa cota 749 siguiendo la línea de las altas cumbres, pasando por la cota 849 en el sector Loma del Viento hasta el trigonométrico Viento. Siguiendo por Cerro La Iglesia siguiendo hacia el oeste hasta el estero Chimbarongo siguiendo dicho cauce hasta 1000 metros al sur poniente del Cerro Quinta.

La principal actividad económica de la zona saturada, corresponde al sector silvo-agropecuario, destacando por su participación, la actividad frutícola, producción porcina, cultivos industriales y agroindustria, producción de frutales para la exportación y el cultivo de vides para la producción de vinos.

El área de la zona saturada al igual que a nivel regional basa su economía esencialmente en el sector agroindustrial. La importancia de la actividad agrícola queda demostrada si se analiza este sector (considerando agrícola, caza y silvícola) como fuente de trabajo, el cual emplea cerca del 27,1% de la población de esta zona (CASEN, 2006), aún cuando existen comunas que superan el 50% de la población activa trabajando en el sector agrícola como Graneros, Quinta de Tilcoco, Requinoa y Chimbarongo. Como generador de empleo siguen el sector Servicios Comunales y Sociales con 18,4%, Industria Manufacturera con 15,5%, y Comercio con 14,5%, entre otros.

El comercio y servicios, se encuentran concentrados principalmente en las ciudades de San Fernando y Rancagua, que son las principales ciudades de la zona saturada en lo que respecta a población.

En la zona compuesta por las 17 comunas, el aporte al "PIB aproximado" del sector Agrícola es un 17,7%; Servicios Comunales y Sociales un 16,4%; Industria Manufacturera un 14,5%; Comercio, Restaurantes y Hoteles un 14,1%; Construcción un 10,7%; Servicios Financiero un 9,2%; Minería un 8,5%; Transporte y Comunicaciones un 7,9%; y Electricidad, Gas y Agua un 0,5%. (Estudio "Análisis económico y social de posibles medidas a incorporar en el Plan de Descontaminación del Valle Central de la Región de O'Higgins", 2008)

Respecto a las características climáticas, las comunas del Valle Central se caracterizan por un clima templado-cálido con lluvias invernales y estación seca prolongada. Las precipitaciones aumentan de Norte a Sur. En Rancagua se registran al año aproximadamente 446 mm y en San Fernando 773 mm de agua caída, respectivamente.

La población de la zona saturada representa el 78% del total de la región del Libertador General Bernardo O'Higgins. Siendo el total de la población afectada 688.364 habitantes según estimaciones del INE para el año 2011.

En la Tabla 1, se puede observar que la comuna de Rancagua es la que posee la mayor cantidad de habitantes, lo que representa un 36% respecto al total de la población de la zona saturada, concentrándose un 97% de ella en el área urbana. Por otra parte, las comunas de Coinco y Placilla son aquellas que representan el menor número de habitantes afectados, representando el 2% respecto al total de población de la zona saturada.



**Tabla 1.** Población de las comunas pertenecientes al Valle Central de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins.

Nº	Comunas	Población 2011	%	% Población Urbana Censo 2002	% Población Rural Censo 2002
1	Rancagua	248.033	36	96,56	3,44
2	San Fernando	73.245	11	80,23	19,77
3	Rengo	60.857	9	72,93	27,07
4	San Vicente	47.172	7	54,56	45,44
5	Chimbarongo	34.602	5	52,26	47,74
6	Machalí	35.365	5	93,79	6,21
7	Graneros	30.672	4	87,33	12,67
8	Requínoa	25.952	4	50,39	49,61
9	Mostazal	26.671	4	81,87	18,13
10	Doñihue	20.211	3	92,16	7,84
11	Coltauco	17.546	3	42,87	57,13
12	Malloa	13.756	2	36,58	63,42
13	Olivar	13.981	2	64,02	35,98
14	Quinta de Tilcoco	12.012	2	51,40	48,60
15	Codegua	12.594	2	48,65	51,35
16	Placilla	8.508	1	26,16	73,84
17	Coinco	7.187	1	64,24	35,76
	<b>Total</b>	<b>688.364</b>	<b>100</b>		

(Fuente: INE O'Higgins, 2011)

### 1.2.2 Antecedentes sobre la Declaración de Zona Saturada

El D.S Nº 7/2009 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, declaró zona saturada por MP10, en las métricas diaria y anual, la zona correspondiente al Valle Central de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins.

La declaración como zona saturada se fundamenta en los registros de monitoreo obtenidos durante el periodo 2004 a 2007, en los que se constató superación de la norma primaria de MP10, en específico en su métrica diaria y anual. En base a dichos antecedentes, se consideró este último año, como base, para el presente anteproyecto, y de referencia para la solicitud de declaración de zona saturada y el diseño del Plan.

Una vez declarada como zona saturada, el Valle Central de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, y de conformidad a lo establecido en los artículos Nº 32 y 44 de la Ley 19.300/1994, modificada por la Ley 20.417 de 2010, y en base a lo establecido en el D.S Nº 94/1995 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, se da inicio a la elaboración de un Plan de Descontaminación Atmosférica, a través de Resolución Exenta Nº 3.107 del 29 de mayo de 2009, publicada en el Diario Oficial el 20 de junio del mismo año.

### 1.2.3 Sobre la evolución y condiciones de la calidad del aire en la Zona Saturada

#### 1.2.3.1 Monitoreo de MP10

La red de vigilancia de calidad del aire de la Región del Libertador Bernardo O'Higgins se encuentra conformada por 13 estaciones de monitoreo de calidad del aire, tanto públicas como privadas, de las cuales siete se encuentran ubicadas dentro de la zona declarada como saturada por MP10, las cuales se muestran en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Estaciones de Monitoreo de Calidad del Aire, ubicadas en la Zona Saturada por MP10

Nº	Comuna	Estación Monitora	Coordenada Este	Coordenada Norte	Altura (m)	Tipo de Estación
1	Rancagua	Rancagua	339.385	6.219.394	480	EMRP EMRPG
2	Codegua	Codegua	346.523	6.232.651	550	EMRP EMRPG
3	Mostazal	San Fco. de Mostazal	342.374	6.238.274	475	EMRP EMRPG
4		Casas de Peuco	348.356	6.241.302	575	EMRP EMRPG
5	Rengo	Rengo	329.675	6.192.545	325	EMRP EMRPG
6	San Fernando	San Fernando	317.508	6.171.751	350	EMRP EMRPG
7	Olivar	Gultro	338.706	6.212.755	517	EMRP EMRPG

(Coordenadas Datum WGS 84, Huso 19)



Las mediciones registradas para el Material Particulado Respirable (MP10), entre los años 2004 y 2009 en las estaciones de monitoreo de calidad del aire que forman parte de la red de vigilancia histórica (Rancagua, San Francisco de Mostazal, Codegua y Casas de Peuco), dan cuenta de valores que sobrepasan la norma diaria para dicho parámetro, constituyendo condición de saturación en Rancagua para los años 2004, 2006, 2007 y 2009. En el caso de San Francisco de Mostazal y Codegua, esta condición se da para los años 2004 y 2007. Los resultados permitieron concluir que la norma primaria de 24 horas para MP10 se encuentra sobrepasada, como se observa en la Tabla 3, donde se señala para cada año y estación de monitoreo, el valor del percentil 98 y el número de días con concentraciones mayores a los 150 µg/m<sup>3</sup>N. Por cuanto se justificó la declaración del Valle Central de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins como zona saturada por MP10 en 24 horas.

**Tabla 3.** Evolución de la norma diaria de MP10 en red de vigilancia histórica

Estación	Año	Percentil 98 (µg/m <sup>3</sup> )	Nº de días con concentración Mayor a 150 (µg/m <sup>3</sup> )	Estado
Rancagua	2004*	172	11	Saturada
	2005	143	5	Latente
	2006	153	8	Saturada
	2007	186	24	Saturada
	2008	149	7	Latente
	2009	172	12	Saturada
San Fco. de Mostazal	2004	152	3	Saturada
	2005	128	1	Latente
	2006	146	2	Latente
	2007	154	3	Saturada
	2008	129	1	Latente
	2009	143	2	Latente
Codegua	2004	151	3	Saturada
	2005	100	1	-
	2006	134	1	Latente
	2007	157	4	Saturada
	2008	113	0	-
	2009	138	0	Latente
Casas de Peuco	2004	105	1	-
	2005	81	0	-
	2006	112	1	-
	2007	110	0	-
	2008	78	0	-
	2009	103	0	-

2004\*: corresponde a los primeros 12 meses de medición (Abril 2004 a marzo 2005), los otros años son completos (1 de Enero 31 de Diciembre)

En el caso de la norma anual de MP10, se requiere disponer de tres años consecutivos de monitoreo para su evaluación. En la Tabla 4, se muestran los resultados obtenidos de los cuales se desprende que en el periodo 2004-2006; 2005-2007; 2006-2008 y 2007-2009 las estaciones de Rancagua, San Francisco de Mostazal y Codegua entregan resultados sobre la norma. Mientras que la estación Casas de Peuco presentó una condición de Latencia.

**Tabla 4.** Evolución de la norma anual de MP10 en red de vigilancia histórica

Estación	Año	Promedio Anual (µg/m <sup>3</sup> )	Promedio 2004-2006 (µg/m <sup>3</sup> )	Situación	Promedio 2005-2007 (µg/m <sup>3</sup> )	Situación	Promedio 2006-2008 (µg/m <sup>3</sup> )	Situación	Promedio 2007-2009 (µg/m <sup>3</sup> )	Situación
Rancagua	2004*	79	76	Saturada	78	Saturada	74	Saturada	77	Saturada
	2005	77								
	2006	72								
	2007	84								
	2008	65								
	2009	80								
San Fco. de Mostazal	2004	64	61	Saturada	61	Saturada	63	Saturada		
	2005	57								
	2006	63								



	2007	64							
	2008	62						63	Saturada
	2009	63							
Codegua	2004	67							
	2005	54	61	Saturada					
	2006	61			60	Saturada			
	2007	66					64	Saturada	
	2008	64							63 Saturada
	2009	60							
Casas de Peuco	2004	46							
	2005	41	44	Latente					
	2006	44			44	Latente			
	2007	48					46	Latente	
	2008	46							47 Latente
	2009	47							

2004\*: corresponde a los primeros 12 meses de medición (Abril 2004 a marzo 2005), los otros años son completos (1 de Enero 31 de Diciembre)

### 1.2.3.2 Análisis temporal de las concentraciones de MP10

Los problemas de contaminación que presenta la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins han sido estudiados a partir del año 1996 junto con la implementación del proyecto de calidad del aire para la ciudad de Rancagua, financiado por la Cooperación Suiza para el Desarrollo (COSUDE) y la Comisión Nacional del Medio Ambiente (hoy Ministerio de Medio Ambiente) y el Ministerio de Salud (Estudio "Source Apportionment of PM10 and PM 2,5 in Five Chilean Cities", 2001)

Esta iniciativa permitió identificar en una primera instancia, que el principal problema de contaminación de la ciudad de Rancagua, estaba referido al material particulado respirable menor a 10 micrones de diámetro (MP10). Además a través de dicho proyecto se pudo reconocer que las principales fuentes de emisión correspondían a suspensión de polvo natural (34%) y combustión de leña para calefacción doméstica y quemas agrícolas (29%). Dicho estudio indicaba además que el aporte de las fuentes a MP 2,5 correspondía principalmente a quema de biomasa con un 46%.

Posteriormente se desarrollaron una serie de estudios para conocer con mayor especificidad los problemas que presentaba la región respecto del material particulado respirable MP10. Así, el inventario de emisiones regional para el año 2006 (Estudio FNDR "Diagnóstico y Plan de Gestión Calidad del Aire VI Región", 2008) señala que la combustión residencial de leña e incendios forestales representan un 35% del MP10 regional cada una; las quemas agrícolas un 15%, las industrias un 12% y otras fuentes, que incluye al sector transportes un 3%.

Según antecedentes del estudio "Apoyo en formulación de Plan de Descontaminación Valle Central Región de O'Higgins" (2008) que realizó una actualización del inventario de emisiones con base en el año 2006 para el año 2007 indica que para la zona saturada del valle central, la combustión residencial de leña y las quemas agrícolas son las fuentes principales de las emisiones de MP 10 a la atmósfera, siendo sus aportes de un 64% y 27%, respectivamente del total de emisiones. En relación a las otras fuentes, el sector industrial y transportes, presentan aportes menores con un 2 y 3% respectivamente.

### 1.2.3.3 Estacionalidad de las concentraciones de MP10

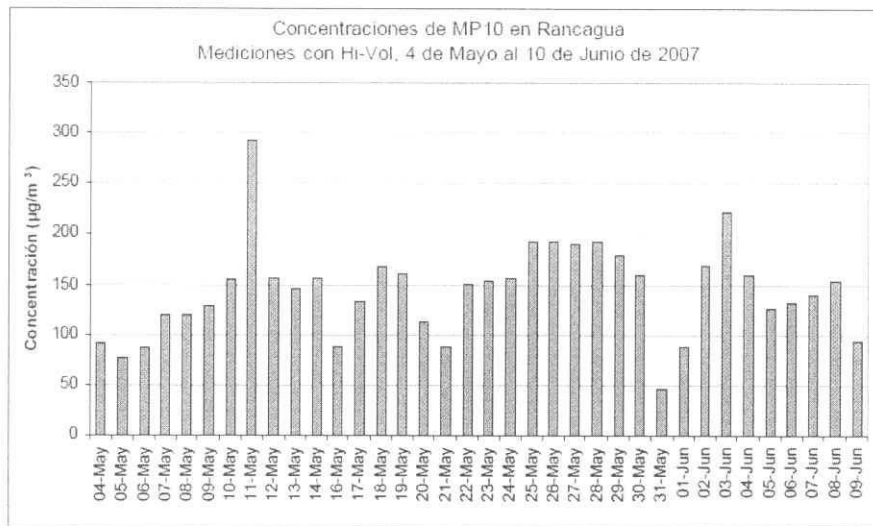
Las concentraciones de MP10 tienen un fuerte comportamiento estacional, con un notorio aumento, de los niveles, en los meses de otoño e invierno, durante los cuales en algunos días se alcanzan concentraciones en el rango de alerta y pre-emergencia según indica el D.S. Nº59/98 Minsegrpes. Así por ejemplo, para la estación Rancagua en los años 2004, 2005, 2006, 2007, 2008 y 2009 se registraron 11, 5, 8, 24, 7 y 12 días respectivamente sobre el valor establecido en la norma diaria (150 µg/m³N). Durante el año 2007, entre abril y junio, se registraron 23 días sobre 150 µg/m³N, así en la figura 1 se observa el periodo entre 4 de mayo al 10 de junio de 2007 donde se registraron 19 superaciones. Se observa que los episodios de alta contaminación se asocian a días de estabilidad atmosférica, situación similar a lo observado en la la cuenca de Santiago. Además, la mayoría de los meses presentan un promedio mensual sobre 50 µg/m³, valor establecido para norma anual (Estudio FNDR "Diagnóstico Fuentes de Emisión Responsables del Material Particulado Respirable, MP10 en Rancagua", 2007).



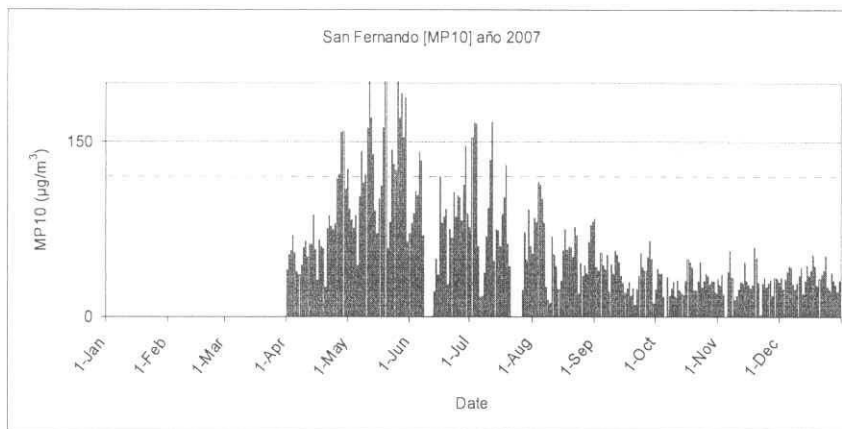
El comportamiento de las concentraciones de MP10 durante el día, también presentan diferencias entre los meses de primavera y verano, con menores concentraciones en el periodo estival. En cambio en los meses de otoño e invierno existe un pronunciado aumento de las concentraciones de MP 10 especialmente durante la noche.

Se ha estimado que la variabilidad estacional se ve afectada por las ocurrencia de quemas agrícolas en la época estival y por las emisiones de combustión residencial de leña, mayoritariamente durante los meses fríos del año, es decir, desde mayo a agosto.

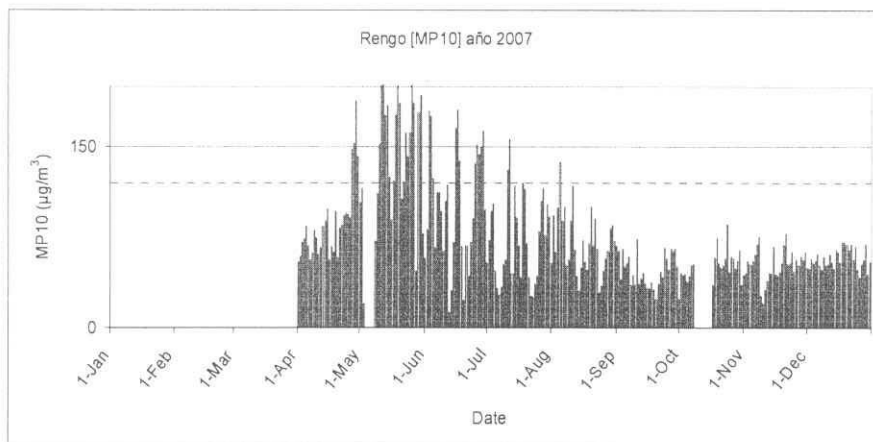
En las figuras 1, 2, 3 y 4 se observa el comportamiento estacional del material particulado respirable MP10 en las estaciones de monitoreo de calidad del aire de Rancagua, Rengo, San Fernando y Codegua para el año 2007.



**Figura 1.** Concentración de MP10 promedios de 24 horas Rancagua 4 de mayo al 10 de junio del año 2007 (Fuente: Estudio FNDR "Diagnóstico Fuentes de Emisión Responsables del Material Particulado Respirable, MP10 en Rancagua", 2007).

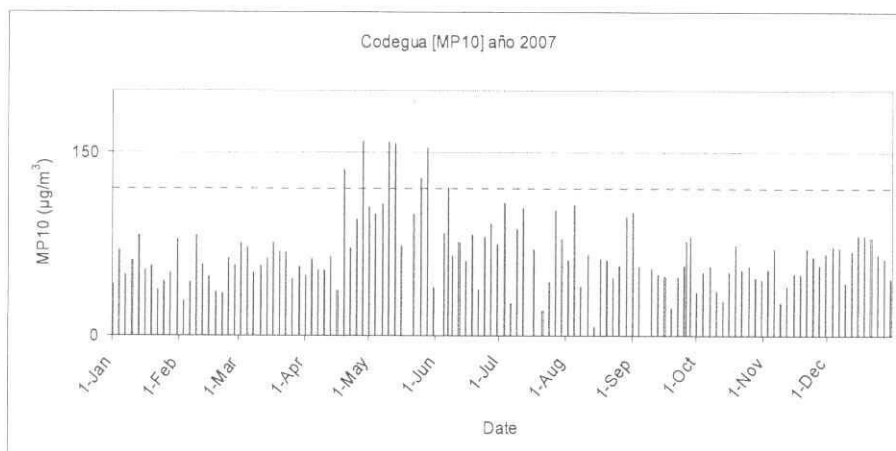


**Figura 2.** Concentración de MP10 promedios de 24 horas San Fernando Año 2007 (Fuente: (Estudio "Análisis económico y social de posibles medidas a incorporar en el Plan de Descontaminación del Valle Central de la Región de O´Higgins", 2008)





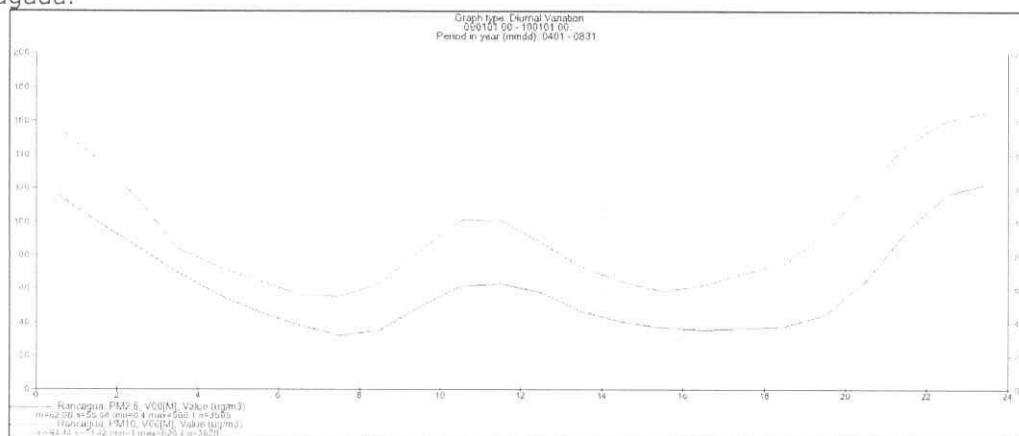
**Figura 3.** Concentración de MP10 promedios de 24 horas Rengo Año 2007 (Fuente: (Estudio "Análisis económico y social de posibles medidas a incorporar en el Plan de Descontaminación del Valle Central de la Región de O'Higgins", 2008)



**Figura 4.** Concentración de MP10 promedios de 24 horas Codegua Año 2007 (Fuente: (Estudio "Análisis económico y social de posibles medidas a incorporar en el Plan de Descontaminación del Valle Central de la Región de O'Higgins", 2008)

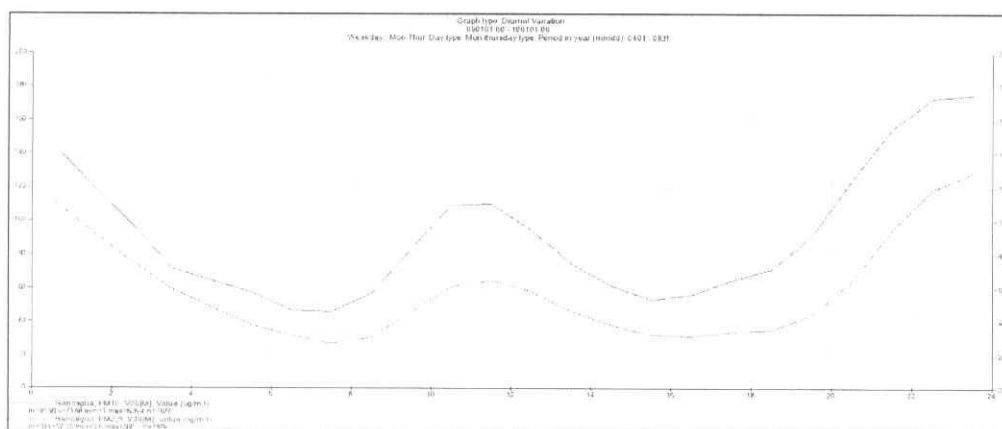
**1.2.3.4 Ciclos temporales de MP10 y MP2,5**

Al analizar los ciclos diarios de MP10 se aprecian altas concentraciones especialmente durante la noche (entre las 20:00 hrs. y las 02:00 hrs.), coincidiendo con los patrones de consumo de leña existentes en el sur de Chile. Luego a las 09:00 hrs. y hasta aproximadamente las 12:00 hrs. del día hay un incremento de las concentraciones de MP10, lo que se podría explicar por un aumento de la actividad comercial y transporte público. Dentro de este ciclo los valores más bajos de emisiones se encuentran entre la medianoche y las 6 horas de la mañana. Sin embargo, durante la ocurrencia de episodios de contaminación atmosférica por MP10, las concentraciones pueden seguir teniendo valores elevados del orden de XXug/m3N hasta la madrugada.

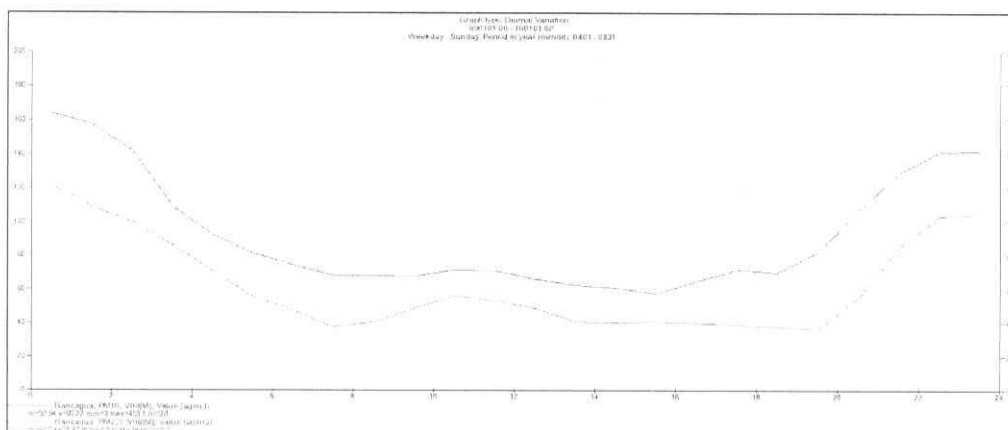


**Figura 5.** Variación media (este no es un día específico sino un ciclo diario promedio) diaria de las concentraciones ambientales de MP10 y MP2,5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) para el período entre abril y agosto de 2009 en la Estación Rancagua (Fuente: Ministerio del Medio Ambiente,2009)

(Se están comparando ciclos diarios promedios) las concentraciones durante una semana laboral que se define como semana laboral? (Figura 6), respecto de un día domingo (Figura 7) podemos apreciar más claramente que la actividad comercial y el transporte público son fuentes que aportan a las concentraciones ambientales de MP10 en Rancagua.

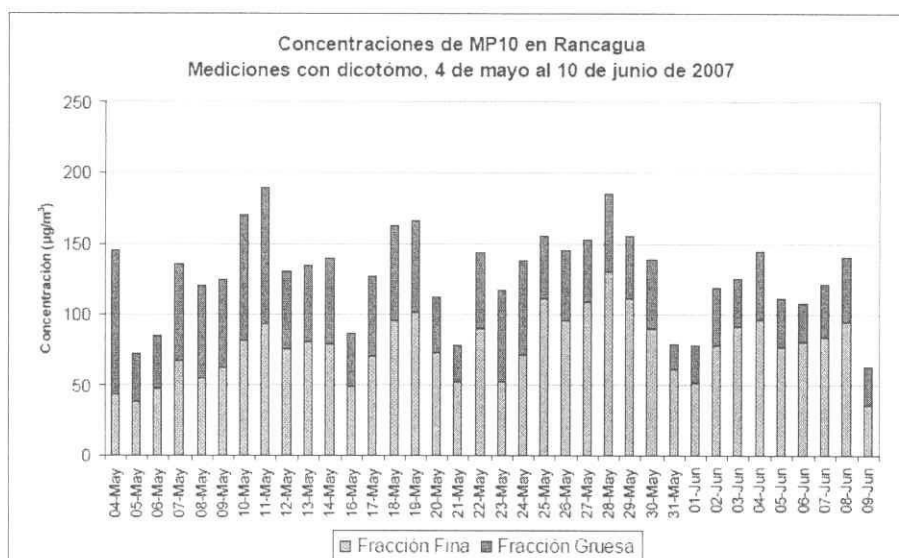


**Figura 6.** Variación diaria de las concentraciones ambientales de MP10 y MP2,5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) para el período entre abril y agosto de 2009 en la Estación Rancagua durante una semana laboral (Fuente: Ministerio del Medio Ambiente, 2009)



**Figura 7.** Variación diaria de las concentraciones ambientales de MP10 y MP2,5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) para el período entre abril y agosto de 2009 en la Estación Rancagua para un día domingo (Fuente: Ministerio del Medio Ambiente)

Campañas de muestreo de fracciones fina y gruesa de MP10 con equipo dicótomico y/o muestreador de alto volumen se realizaron para los años 2004, 2005 y 2007, observándose que la fracción fina es mayoritaria en el material particulado respirable de Rancagua con un porcentaje similar en las 3 campañas, cercano a 61%, este porcentaje de participación aumenta para aquellos días con mayores concentraciones de MP10, situación que se aprecia en la Figura 8 para la campaña del año 2007 realizada en meses de mayores concentraciones, lo cual explica los mayores niveles según antecedentes del Estudio FNDR "Diagnóstico Fuentes de Emisión Responsables del Material Particulado Respirable, MP10 en Rancagua", 2007.



**Figura 8.** Concentraciones de MP10 en Rancagua para periodo 4 de mayo al 10 de junio de 2007 (Fuente: Estudio FNDR "Diagnóstico Fuentes de Emisión Responsables del Material Particulado Respirable, MP10 en Rancagua", 2007.)

**1.2.3.5 Condiciones Meteorológicas que dan origen a episodios de contaminación**