



cúbico normal (150 mg/m³N) 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 mg/m³N.

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 ug/m³N) 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 ug/m³N.

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.

Norma Chilena Oficial N°2907/2005: Se refiere a la Norma Chilena Oficial NCh2907.Of2005, 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.

Norma Chilena Oficial N°2965/2005: Se refiere a la Norma Chilena Oficial NCh2965.Of2005, sobre Combustible sólido Leña – Muestreo e Inspección, que permite verificar que un lote de leña cumple con los requisitos establecidos en NCh 2907; 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 Atmosférico.

Quemas: 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.

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 de 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.

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.

Rastrojos: Desechos orgánicos vegetales que quedan en el terreno después de efectuada la cosecha.

Artículo 3. Los antecedentes que fundamentan el presente Plan de Descontaminación Atmosférico se indican a continuación:

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 Km². 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 de 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, intersecciona 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.) N° 1-18.715, publicado en el Diario Oficial del 5 de diciembre de 1989 y el artículo 6° del decreto con fuerza de ley N° 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, destacando la 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 Comunes 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 bajo estudio 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 Comunes 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%. (Universidad de Concepción, 2008)

Respecto a las características climáticas, las comunas del Valle Central de la región del Libertador General Bernardo O'Higgins 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 76% del total de la región de O'Higgins. Siendo el total de la población afectada 595.081 habitantes según cifras del Censo 2002.

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, la comuna de Coinco es aquella que presenta el menor número de habitantes representando un 1,1% 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 2002	Población 2002	
			Urbana	Rural
1	Rancagua	214.344	206.971	7.373
2	San Fernando	63.732	51.136	12.596
3	Rengo	50.830	37.075	13.755
4	San Vicente	40.253	21.965	18.288
5	Chimbarongo	32.316	16.889	15.427
6	Machalí	28.628	26.852	1.776
7	Graneros	25.961	22.674	3.287
8	Requínoa	22.161	11.167	10.994
9	Mostazal	21.866	17.903	3.963
10	Doñihue	16.916	15.590	1.326
11	Coltauco	16.228	6.958	9.270
12	Malloa	12.872	4.709	8.163
13	Olivar	12.335	7.898	4.437

14	Quinta de Tilcoco	11.380	5.850	5.530
15	Codegua	10.796	5.253	5.543
16	Placilla	8.078	2.114	5.964
17	Coinco	6.385	4.102	2.283
Total		595.081	465.106	129.975

Fuente: Censo 2002, INE

Antecedentes sobre la Declaración de Zona Saturada

El D.S N° 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 presente 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 N° 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 N° 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 N° 3.107 del 29 de mayo de 2009, publicada en el Diario Oficial el 20 de junio del mismo año.

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

Monitoreo de MP10

La red de vigilancia de calidad del aire de la región del libertador General 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

N°	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
6	Rengo	Rengo	329.675	6.192.545	325	EMRP EMRPG
7	San Fernando	San Fernando	317.508	6.171.751	350	EMRP EMRPG
8	Olivar	Gultro	338.706	6.212.755	517	EMRP

(Coordenadas Datum WGS 84, Huso 19)

Las mediciones registradas para el Material Particulado Respirable (MP10), entre los años 2004 y 2007 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 y 2007. 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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, permitían determinar esta situación. 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. Superación de norma diaria de MP10 en red de vigilancia histórica

Estación	Año	Percentil 98 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Nº de días con concentración Mayor a 150 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Estado
Rancagua	2004*	172	11	Saturada
	2005	143	5	Latente
	2006	153	8	Saturada
	2007	186	24	Saturada
San Fco. de Mostazal	2004	152	3	Saturada
	2005	128	1	Latente
	2006	146	2	Latente
	2007	154	3	Saturada
Codegua	2004	151	3	Saturada
	2005	100	1	-
	2006	134	1	Latente
	2007	157	4	Saturada
Casas de Peuco	2004	105	1	-
	2005	81	0	-
	2006	112	1	-
	2007	110	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 y 2005-2007, las estaciones 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. Superación de norma anual de MP10 en red de vigilancia histórica

Estación	Año	Promedio Anual ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Promedio 2004-2006 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Situación	Promedio 2005-2007 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Situación
Rancagua	2004*	79	76	Saturada	78	Saturada
	2005	77				
	2006	72				
	2007	84				
San Fco. de Mostazal	2004	64	61	Saturada	61	Saturada
	2005	57				
	2006	63				
	2007	64				
Codegua	2004	67	61	Saturada	61	Saturada
	2005	54				
	2006	61				
	2007	66				
Casas de Peuco	2004	46	44	Latente	44	Latente
	2005	41				
	2006	44				
	2007	48				

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)

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 (Kavouras et Al, 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, combustión de leña para calefacción doméstica y quemas agrícolas, actividad industrial de tipo metalmecánica asociada a la Fundición Talleres, fundición de cobre, emitido por la chimenea de Caletones de la División El Teniente de CODELCO Chile y transporte vehicular, asociado a transporte público de gran antigüedad y a una sobreoferta del segmento taxis colectivos, entre otros factores.



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 (DICTUC, 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 Sanhueza, 2007 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.

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 invierno, durante los cuales en algunos días se alcanzan concentraciones en el rango de alerta y pre-emergencia (DS 369/1988 de MINSAL). En los años 2004, 2005 y 2006 se registraron 11, 5 y 8 días respectivamente sobre el valor establecido en la norma diaria ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$). Durante el año 2007, entre abril y junio, se registraron 23 días sobre $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

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

Esta variabilidad estacional se produce por la contaminación proveniente de quemas agrícolas en la época estival y las emisiones de combustión residencial de leña, mayoritariamente durante los meses fríos del año, es decir, desde mayo a agosto.

En las figura 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.

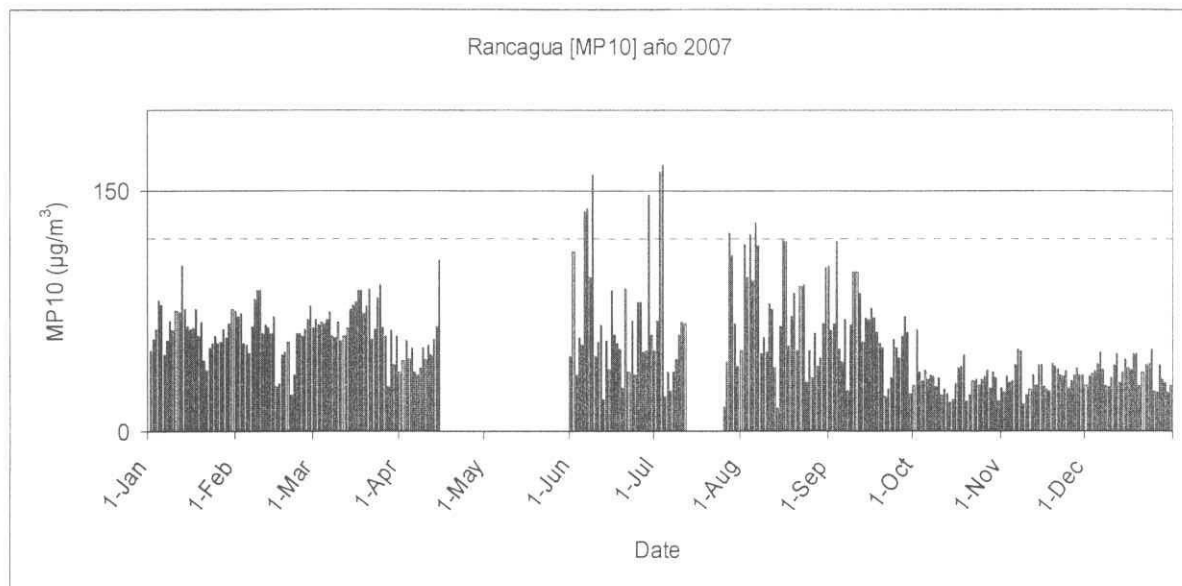


Figura 1. Concentración de MP10 Rancagua Año 2007 (Fuente: Universidad de Concepción, 2010)

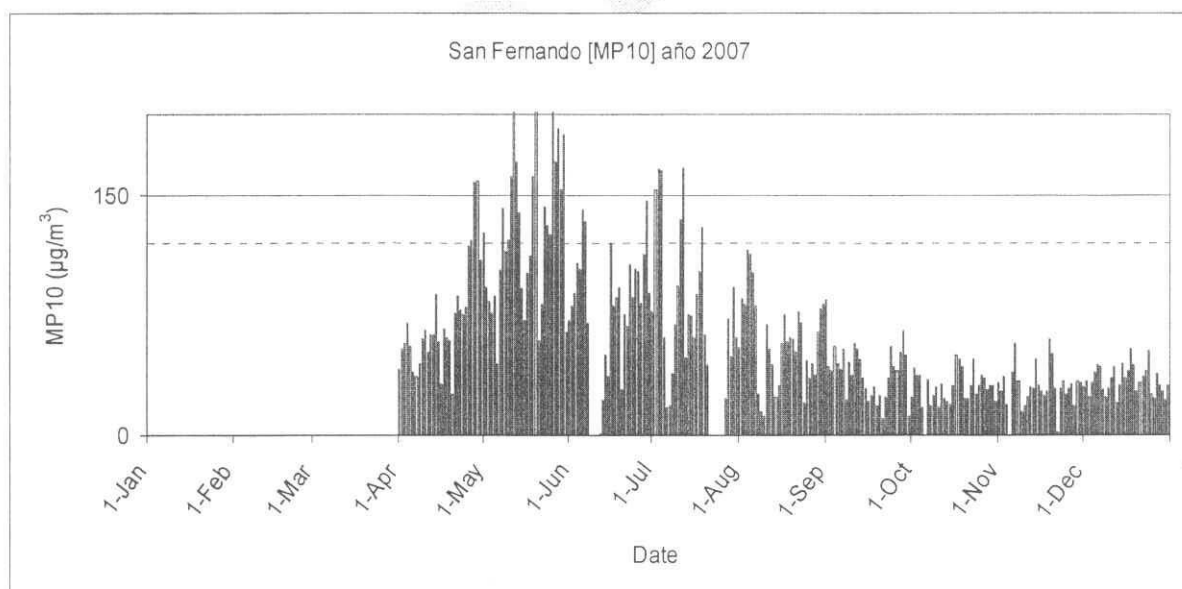


Figura 2. Concentración de MP10 San Fernando Año 2007 (Fuente: Universidad de Concepción, 2010)

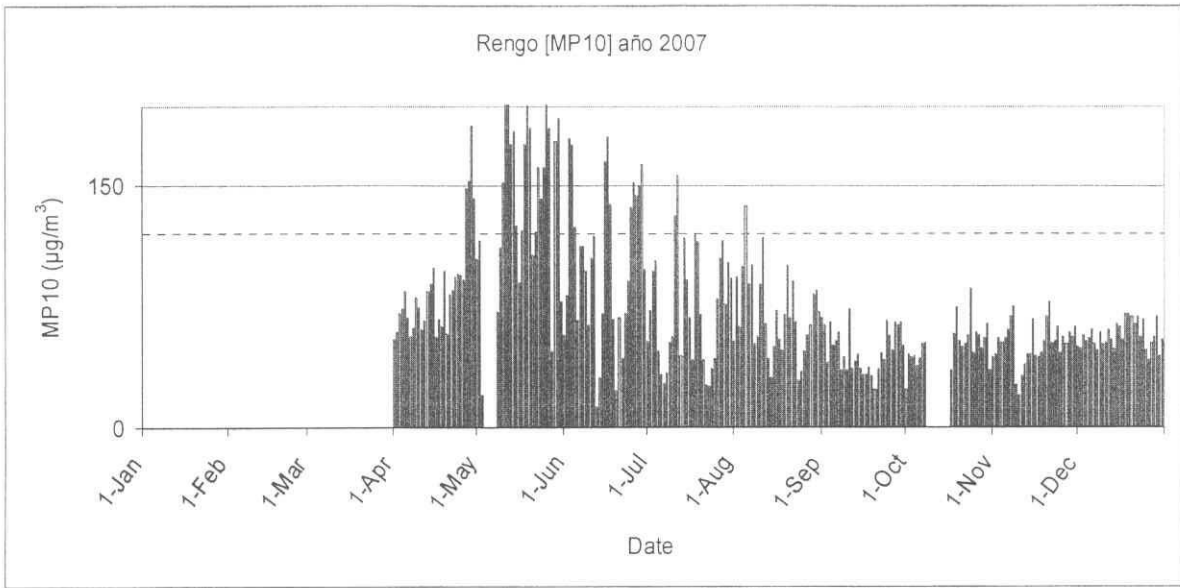


Figura 3. Concentración de MP10 Rengo Año 2007 (Fuente: Universidad de Concepción, 2010)

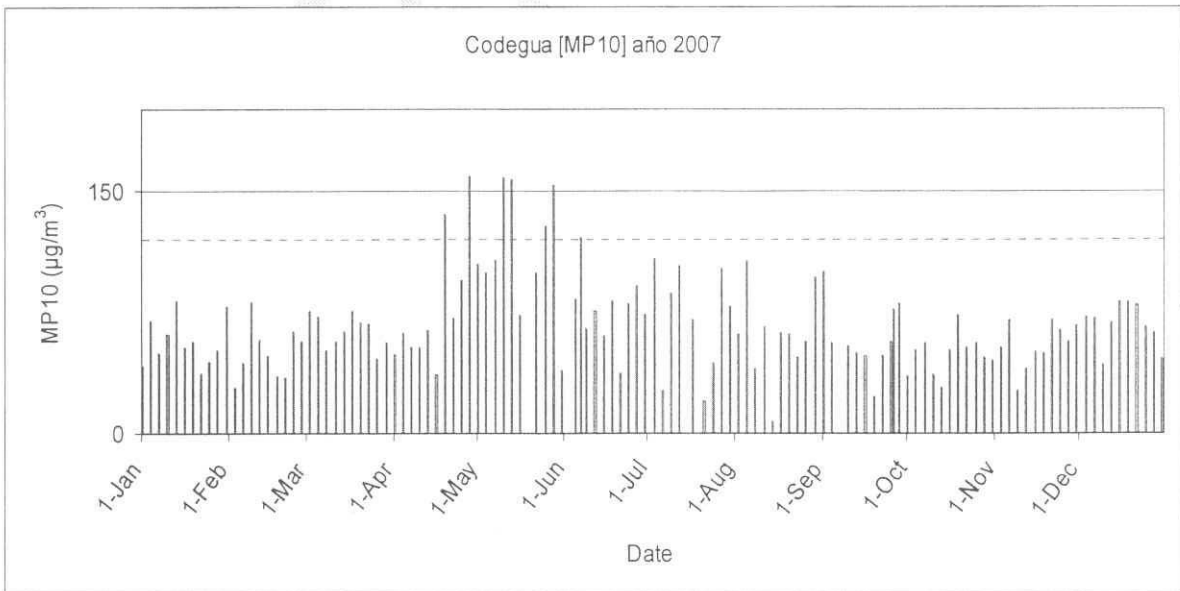


Figura 4. Concentración de MP10 Codegua Año 2007 (Fuente: Universidad de Concepción, 2010)

Ciclos temporales de MP10

Al analizar los ciclos diarios de MP10 se aprecia una marcada tendencia en época invernal (entre abril y agosto) a las altas concentraciones especialmente durante la noche (entre las 20:00 y las 02:00 hrs.), coincidiendo con los patrones de consumo de leña existentes en el sur de Chile.

Luego se aprecia que a partir de las 09:00 y hasta aproximadamente las 12:00 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.

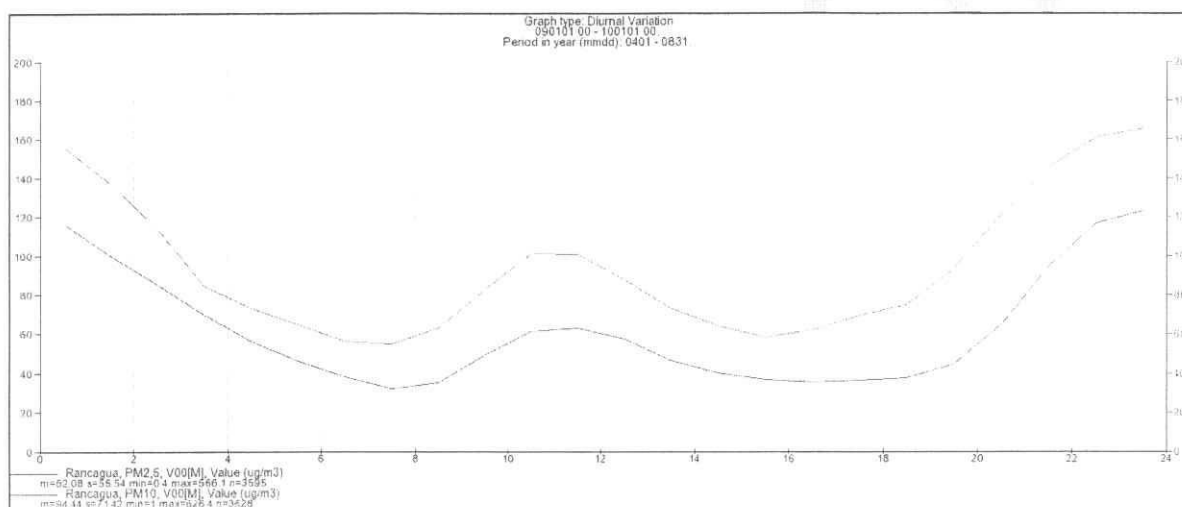


Figura 5. Variación diaria de las concentraciones ambientales de MP10 y MP2,5 para el período entre abril y agosto de 2009 en la Estación Rancagua (Fuente: Ministerio del Medio Ambiente)

Al comparar la tendencia de las concentraciones durante una 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.

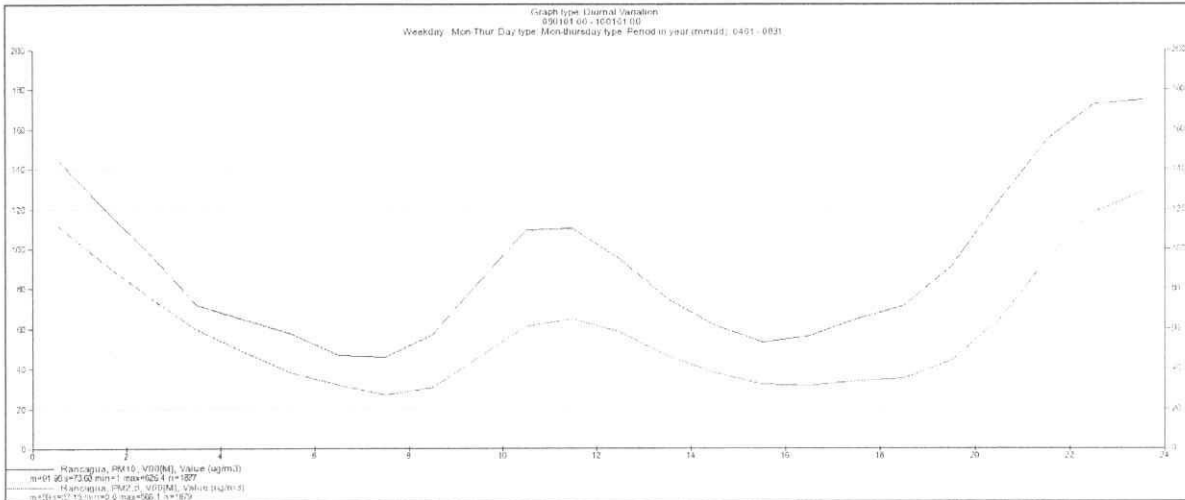


Figura 6. Variación diaria de las concentraciones ambientales de MP10 y MP2,5 para el período entre abril y agosto de 2009 en la Estación Rancagua durante una semana laboral (Fuente: Ministerio del Medio Ambiente)

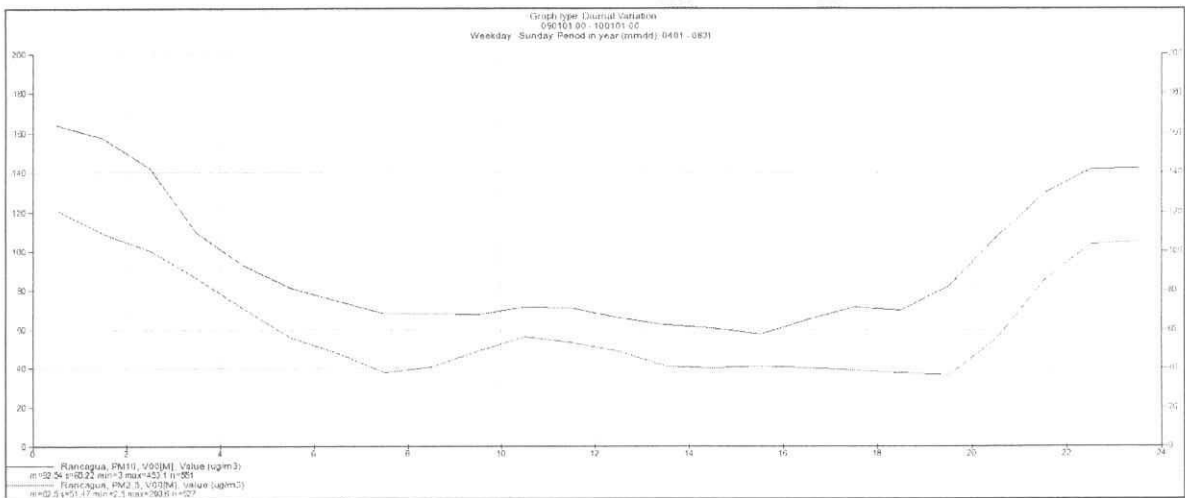


Figura 7. Variación diaria de las concentraciones ambientales de MP10 y MP2,5 para el período entre abril y agosto de 2009 en la Estación Rancagua para un día domingo (Fuente: Ministerio del Medio Ambiente)

Condiciones Meteorológicas que dan origen a episodios de contaminación

Los niveles de concentración de Material Particulado, en la región del Libertador General Bernardo O'Higgins, presentan una marcada estacionalidad anual. Las concentraciones promedios diarias, se incrementan entre los meses de Abril y Agosto de cada año, periodo en el cual ocurren los casos en los cuales se supera el valor de la norma de MP10. La condición de altas concentraciones de MP10 en dicho periodo, se relacionan con las bajas temperaturas dominantes en el sector, los movimientos de masas de aire, los aportes de masas de aire de otros sectores y por las mayores frecuencias de ocurrencias de atmósferas estables e inversiones térmicas más severas.



El valle central de O'Higgins se encuentra en una zona de transición entre la extrema aridez característica de la zona norte y la alta pluviometría de la zona sur del país. Las condiciones meteorológicas, y el comportamiento de diferentes parámetros como la precipitación, temperatura y estabilidad, presentan marcadas variaciones interanuales, en buena medida influenciadas por el comportamiento del ENOS El Niño Oscilación del Sur (CENMA, 2010).

El empeoramiento en las condiciones medias de dispersión y un incremento de la estabilidad atmosférica cerca de la superficie se registra entre los meses de abril a septiembre. Durante este periodo se presentan recurrentes configuraciones meteorológicas asociadas a bajo factor de ventilación, generando condiciones propicias para que se presenten episodios de alta contaminación atmosférica por MP10.

El deterioro de la calidad del aire en la zona central del país depende de ciertas condiciones, entre ellas ciertas configuraciones meteorológicas a nivel sinóptico que se observan en el periodo más frío y que en ocasiones generan episodios críticos de contaminación atmosférica. Estas configuraciones corresponden a fenómenos a escala sinóptica (del orden de 1000 km), y por tanto abarcan más de una región. Por esto, las configuraciones estudiadas y descritas en la literatura aplicables a Santiago, denominadas Episodios Tipo A y BPF son comunes a los patrones de Rancagua. La condición Tipo A se produce por la irrupción de una dorsal en la troposfera media (500 hPa) que constituye un elemento forzante a escala sinóptica, y por la formación y propagación a niveles bajos de una vaguada o baja costera desde el Norte Chico hacia la Zona Central. En el sector delantero o borde sur de la baja se presentan cielos despejados, anomalías negativas de la humedad relativa, y positivas de la temperatura, intensificación de la inversión térmica de subsidencia y bajo factor de ventilación. En la etapa de disipación de la baja costera asociada a la presencia y/o paso de su sector trasero o borde norte, se registra el ascenso de la base de la inversión de subsidencia, vientos de componente oeste asociados a advección de aire costero desde el litoral hacia los valles, y aumento del factor de ventilación (CENMA, 2010).

La condición tipo BPF se caracteriza normalmente por la irrupción de una vaguada en la troposfera media (500hPa), que acompaña a un sistema frontal débil u ocluido de lento desplazamiento. Se presenta abundante cobertura nubosa prefrontal del tipo media y alta y bajo factor de ventilación. Ese proceso transporta aire seco que debilita aún más el sistema frontal, y produce una mayor estabilidad a niveles bajos. Se presentan también episodios mixtos A-BPF los que generalmente comienzan con un episodio Tipo A y culminan con un episodio Tipo BPF (CENMA, 2010).

Sobre los responsables de las emisiones y su impacto en la calidad del aire

Las fuentes responsables de las emisiones de Material Particulado Respirable MP10, se establecieron a partir del inventario de emisiones regional con base en el año 2006 y la proyección realizada para la zona saturada tomando como año base 2007 (Sanhueza, 2008).

Los resultados agrupados por fuente, permiten reconocer que la combustión residencial de leña y las quemadas 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. Lo anterior puede ser reconocido en la tabla 5 y figura 8.

Tabla 5. Inventario de emisiones Zona Saturada del Valle Central de la Región del Libertador General Bernardo O´Higgins año 2007 (Fuente: Sanhueza, 2008).

Tipo	Fuente	MP 10 (Ton/año)	Aporte porcentual%
	Industria	170,9	2,2
	Combustión de leña	4865,4	63,5
	Quemas Agrícolas	2035,9	26,6
	móviles	246,2	3,2
	Otros	340,4	4,4
Total		7658,8	100,0

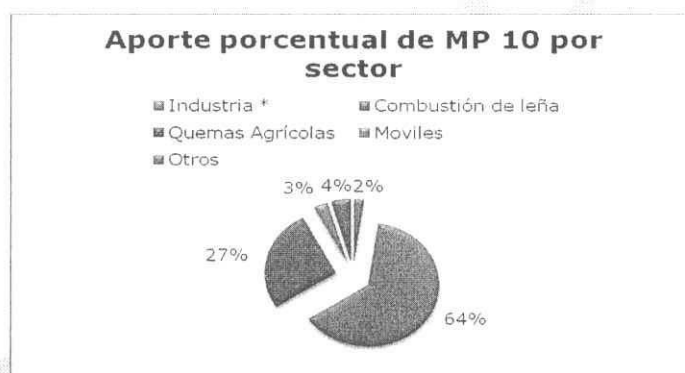


Figura 5. Aporte porcentual de MP 10 por sector (Fuente: Sanhueza, 2008)

En base a lo anterior el Plan de Descontaminación Atmosférica pone especial énfasis en la reducción de emisiones provenientes de la Combustión residencial de leña, quemas agrícolas, industria y sector transportes.

Como complemento para esta información se presentó Estudio Básico FNDR de Especiación para material particulado MP10 y MP2,5 para las estaciones de Rancagua, Rengo y San Fernando.

Meta global de reducción de emisiones

El año base para la declaración de zona saturada es el 2007. En ese año las estaciones monitoras ubicadas en la zona saturada acusan un máximo percentil 98 y media trianual de MP10 en la EMRP (Estación Monitora con Representatividad Poblacional) de Rancagua, con valores de 186 µg/m³ y 78 µg/m³, para el percentil 98 y media trianual, respectivamente.