



**Fundación**  
**Centro Nacional del Medio Ambiente**  
Av. Larrain N° 9975, La Reina, Santiago, Chile  
Teléfono: (56-2) 2994100, <http://www.cenma.cl>



## **Programa de Control de Monitoreo de Calidad de Aire Nacional, Etapa 2005**

**Anuario de Calidad de Aire  
2005**

**Preparado para**

**COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE**

SEPTIEMBRE 2006  
SANTIAGO, CHILE

Centro Nacional del Medio Ambiente (CENMA)  
Año 2006

Programa de Control de Monitoreo de Calidad de Aire Nacional, Etapa 2005  
Anuario de Calidad de Aire 2005  
Septiembre 2006

Obra protegida por la Ley 17.336 sobre Propiedad Intelectual  
Ninguna parte de este Informe puede ser reproducido, transmitido o almacenado, en  
cualquier forma o por cualquier medio, sin permiso expreso de CENMA, o de la Institución  
contratante del estudio.

*Fundación Centro Nacional del Medio Ambiente CENMA*  
Prof. Víctor Pérez V., Presidente  
Dr. Eugenio Figueroa B., Director Ejecutivo

*Estudio desarrollado por el Laboratorio de Modelación y Análisis Atmosférico*  
*Equipo de Trabajo:*  
Manuel Merino, Jefe Unidad Calidad de Aire y Meteorología  
Gerardo Alvarado, Encargado Estudios de Calidad de Aire  
Marcelo Araya, Supervisor de Unidad de Instrumentación y Estaciones de Monitoreo  
Andrés Cabello, Especialista Modelación y Calidad de Aire  
Mariló Puente, Supervisión procesamiento de información y desarrollo cartografía  
Maureen Amín, Meteorólogo procesamiento de información e informes  
Andrea Rivera, Meteorólogo procesamiento de información e informes

*Autor del Informe:*  
Gerardo Alvarado Z.

Fundación Centro Nacional del Medio Ambiente  
Av. Larraín 9975, La Reina, Santiago, Chile  
Tel: (56-2) 299 4100, Fax: (56-2) 275 1688

## **Anuario de Calidad de Aire 2005**

<b>1. PRESENTACIÓN</b>	<b>3</b>
1.1 Antecedentes generales	3
1.2 Alcances del anuario	3
1.2.1 Normas de calidad de aire	3
1.2.2 Diseño del anuario	5
1.2.3 Redes incluídas en Anuario	6
<b>2. ESTADO DE LA CALIDAD DE AIRE EN LAS REGIONES REPORTADAS EN EL ANUARIO</b>	<b>9</b>
<b>3. ANUARIOS REGIONALES</b>	<b>11</b>
3.1 Anuario II Región	12
3.1.1 Antecedentes generales	12
3.1.2 Tabla resumen valores de MP10	14
3.1.3 Tabla resumen valores de SO <sub>2</sub>	16
3.1.4 Tabla resumen valores de O <sub>3</sub>	18
3.1.5 Tabla resumen valores de NO <sub>2</sub>	18
3.2 Anuario III Región	19
3.2.1 Antecedentes generales	19
3.2.2 Tabla resumen valores de MP10	21
3.2.3 Tabla resumen valores de SO <sub>2</sub>	23
3.2.4 Tabla resumen valores de NO <sub>2</sub>	25
3.3 Anuario V Región	26
3.3.1 Antecedentes generales	26
3.3.2 Tabla resumen valores de MP10	28
3.3.3 Tabla resumen valores de SO <sub>2</sub>	30
3.3.4 Tabla resumen valores de O <sub>3</sub>	32
3.3.5 Tabla resumen valores de NO <sub>2</sub>	34
3.3.6 Tabla resumen valores de CO	35
3.4 Anuario Región Metropolitana	37
3.4.1 Antecedentes generales	37
3.4.2 Tabla resumen valores de MP10	39
3.4.3 Tabla resumen valores de O <sub>3</sub>	41
3.5 Anuario VI Región del Libertador Bernardo O'Higgins	43
3.5.1 Antecedentes Generales	43
3.5.2 Tabla resumen valores de MP10	45
3.5.3 Tabla resumen valores de SO <sub>2</sub>	47
3.5.4 Tabla resumen valores de O <sub>3</sub>	49
3.5.5 Tabla resumen valores de NO <sub>2</sub>	51
3.5.6 Tabla resumen valores de CO	51
3.6 Anuario IX Región de la Araucanía	53

3.6.1	Antecedentes generales	53
3.6.2	Tabla resumen valores de MP10	55
3.6.3	Tabla resumen valores de CO	57
3.6.4	Tabla resumen valores de NO <sub>2</sub>	57
<b>4.</b>	<b>GESTIÓN EN PLANES DE DESCONTAMINACIÓN</b>	<b>59</b>
4.1	Antecedentes generales	59
4.2	Plan de Descontaminación de Fundición Chuquicamata	60
4.3	Plan de Descontaminación María Elena y Pedro de Valdivia	62
4.4	Plan de Descontaminación de Potrerillos	64
4.5	Plan de Descontaminación Fundición Hernán Videla Lira (Paipote)	66
4.6	Plan de Descontaminación Atmosférica Fundición Caletones	68
4.7	Plan de Descontaminación Atmosférica del Complejo Industrial Ventanas	70
4.8	Plan de Prevención y Descontaminación de la Región Metropolitana	72
<b>5.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>75</b>
<b>6.</b>	<b>ANEXOS</b>	<b>77</b>
6.1	Estaciones de monitoreo declaradas EMRP y EMRPG	77

## 1. Presentación

### 1.1 Antecedentes generales

La Comisión Nacional del Medio Ambiente está ejecutando el Programa de Control de Monitoreo de Calidad de Aire Nacional desde el año 2002. Uno de los objetivos de este Programa es favorecer el aseguramiento y control de la calidad de la información generada en las estaciones de monitoreo del aire del país para mejorar la gestión ambiental del recurso atmosférico y proteger la salud de la población y los ecosistemas.

En el contexto del programa mencionado, CENMA realizó para CONAMA las actividades “Evaluación y verificación de funcionamiento de redes de monitoreo de calidad de aire en Regiones I, II, III, V, VI y VIII” y el desarrollo e implementación del Sistema Nacional de Información de Calidad del Aire (SINCA).

Uno de los productos exigidos por CONAMA corresponde a Diseño y Elaboración de un Anuario de Calidad de Aire considerando reportar para el año 2005 los datos de calidad de aire de las redes evaluadas en las Regiones II, III, V y VI más los datos generados en la red COSUDE, con estaciones en Viña del Mar, Rancagua y Temuco, y RED MACAM en la Región Metropolitana. El programa de evaluación de redes de monitoreo consideró redes seleccionadas por CONAMA en función de las fuentes emisoras, los niveles esperados y la importancia relativa para la comunidad.

### 1.2 Alcances del anuario

#### 1.2.1 Normas de calidad de aire

La construcción del Anuario de Calidad de Aire considera comparar las concentraciones registradas en las estaciones de monitoreo con los valores de las Normas primarias de calidad de aire vigentes para MP10, CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> y O<sub>3</sub> (ver Tabla 1-1) para evaluar el estado de calidad del aire en las diferentes zonas del País con información confiable disponible. En este sentido, se consideran confiables aquellos datos provenientes de redes auditadas y que cumplen con un conjunto básico de procedimientos de operación y validación de información. Sin embargo, no se ha realizado un proceso exhaustivo de validación de datos para la confección de este anuario considerando que la mayor parte de la información proviene de los datos que las empresas informan a la autoridad.

**Tabla 1-1 Valores fijados en las Normas primarias de calidad de aire**

Contaminante (unidad)	Norma horaria	Norma 8 horas	Norma diaria	Norma anual	Cuerpo legal
CO (ppm)	26	9	-	-	D.S. N°115/2002 (MINSEGPRES)
O <sub>3</sub> (ppb)	80	61	-	-	Res1215/1978 (MINSAL) y D.S. N°112/2002 (MINSEGPRES)
NO <sub>2</sub> (ppb)	213	-	-	53	D.S. N°114/2002 (MINSEGPRES)

SO <sub>2</sub> (ppb)	-	-	96	31	D.S. N°113/2002 (MINSEGPRES)
MP10 (µg/m <sup>3</sup> )	-	-	150	50	D.S. N°59/1998 (MINSEGPRES) y D.S. N°45/2001 (MINSEGPRES)

Para calcular los respectivos valores de evaluación se debe considerar:

- Las concentraciones diarias de MP10, SO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub> corresponden al promedio de las concentraciones horarias durante un día calendario. Para que una concentración diaria sea válida se necesitan al menos 18 valores horarios válidos. Para que una concentración horaria de SO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub> sea válida se requieren al menos 30 minutos consecutivos válidos.
- En el caso de muestreos diarios de MP10 se requiere al menos 18 horas de funcionamiento para validar la concentración diaria de MP10.
- La concentración anual de MP10 corresponde al promedio de las concentraciones mensuales, las cuales se calculan a partir de las concentraciones diarias. Para que sea válido el promedio mensual se requiere al menos 75% de los datos. El promedio anual se calcula al menos con 11 valores mensuales; en caso de haber entre 9 y 10 valores mensuales se utiliza la mayor concentración mensual hasta completar 11 valores mensuales. No es válido un promedio anual con 8 o menos meses.
- La concentración anual de SO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub> corresponde al promedio de 4 trimestres. Cada promedio trimestral se calcula a partir del promedio de las concentraciones diarias. Para que un promedio diario y un promedio trimestral sea válido se requiere al menos un 75% de la información.
- Para validar un promedio móvil de 8 horas de CO y O<sub>3</sub> se requieren al menos 6 promedios horarios válidos.

De acuerdo a las normas de calidad de aire para evaluar las normas, las mediciones deben ser realizadas con equipos con aprobación EPA, o equivalente, y las estaciones de monitoreo deben estar declaradas con representatividad poblacional (EMRP) ya sea para partículas o gases. Además, se requiere contar con información de los últimos 3 años (2003, 2004 y 2005). Se detallan a continuación los casos a considerar para declarar superación:

- Si el percentil 98 de las concentraciones diarias de MP10 es mayor que 150 µg/m<sup>3</sup> en un año calendario, o si hay 7 días que superan este valor antes de cumplir el año, se considera superada la norma diaria de MP10.
- Si el promedio móvil de 3 años de concentraciones anuales de MP10 supera 50 µg/m<sup>3</sup> se considera que hay superación de la norma anual de MP10.
- Si el promedio aritmético de 3 años consecutivos del percentil 99 de las concentraciones máximas diarias de CO registradas durante un año es mayor que 31 ppm se considera superada la norma horaria de CO.
- Si el promedio aritmético de 3 años consecutivos del percentil 99 de los máximos diarios de las concentraciones móviles de 8 horas de CO registradas durante un año es superior a 9 ppm se considera superada la norma de 8 horas de CO.
- Si durante un año hay más de 1 valor horario de O<sub>3</sub> que supera 80 ppb se considera superada la norma horaria (aún vigente de acuerdo a la Resolución 1215/1978).

- Si el promedio aritmético de 3 años consecutivos del percentil 99 de los máximos diarios de las concentraciones móviles de 8 horas de O<sub>3</sub> registradas durante un año es superior a 61 ppb se considera superada la norma de 8 horas de O<sub>3</sub>.
- Si el promedio aritmético de 3 años consecutivos del percentil 99 de las concentraciones diarias de SO<sub>2</sub> registradas durante un año es mayor que 96 ppb se considera superada la norma diaria de SO<sub>2</sub>.
- Si el promedio aritmético de 3 años consecutivos de concentraciones anuales de SO<sub>2</sub> es mayor que 31 ppb se considera superada la norma anual de SO<sub>2</sub>.
- Si el promedio aritmético de 3 años consecutivos del percentil 99 de las concentraciones horarias (máximas diarias) de NO<sub>2</sub> registradas durante un año es mayor que 213 ppb.
- Si el promedio aritmético de 3 años consecutivos de concentraciones anuales de NO<sub>2</sub> es mayor que 53 ppb se considera superada la norma anual de NO<sub>2</sub>.

### 1.2.2 Diseño del anuario

El anuario está conformado principalmente por tablas y gráficos.

La estructura de las tablas considera las siguientes columnas

- Número y porcentaje de días con mediciones válidas. Al respecto se debe aclarar que toda la información recibida fue considerada válida, es decir, no se utilizaron rutinas de validación por no contar con información adicional que permita realizar esta actividad.
- Para MP10 se incluye además, el percentil 98 de las concentraciones diarias, concentración diaria máxima, días que exceden contingencias ambientales (alerta, pre-emergencia y emergencia), promedios trimestrales para el año 2005, promedios anuales de 2003, 2004 y 2005 y el porcentaje de las normas diarias y anuales. En el caso de las contingencias ambientales la concentración diaria corresponde al máximo promedio móvil de 24h de cada día.
- Para SO<sub>2</sub> se incluye además, el número de días con episodios horarios, es decir cuando alguna hora se excede los niveles 1 (750 ppb), 2 (1000 ppb) o 3 (1500 ppb). Promedios trimestrales del 2005, promedios anuales y percentiles 99 de concentraciones diarias para 2003, 2004 y 2005. Comparación con normas diaria y anual.
- Para O<sub>3</sub> se incluye además, el número de días con episodios horarios, es decir cuando alguna hora se excede los niveles 1 (204 ppb), 2 (408 ppb) o 3 (510 ppb). Promedios trimestrales y anual del 2005, máximos horarios y percentiles 99 de máx. promedios móviles diarios para 2003-2005. Comparación con normas horaria y de 8 horas.
- Para NO<sub>2</sub> se incluye además, el número de días con episodios horarios, es decir si durante alguna hora se excede los niveles 1 (601 ppb), 2 (1202 ppb) o 3 (1596 ppb). Promedios trimestrales del 2005, promedios anuales y percentiles 99 para 2003, 2004 y 2005. Comparación con normas diaria y anual.
- Para CO se incluye además, el número de días con episodios horarios, es decir si durante alguna hora se excede los niveles 1 (15 ppm), 2 (30 ppm) o 3 (35 ppm). Promedios trimestrales y anual del 2005, percentiles 99 para máximos horarios diarios y máximos de promedios móviles de 8 horas diarios para 2003, 2004 y 2005. Comparación con normas diaria y anual.

La comparación con los valores normados se incluye para todas las variables. En aquellas estaciones que no cuentan con declaración EMRP o EMRPG, o bien no existe la información suficiente para validar los valores de excedencia, se debe considerar como un valor referencial que permite hacer un diagnóstico de la calidad de aire en la zona de medición y proyectar medidas de gestión en el caso de concentraciones altas.

### 1.2.3 Redes incluídas en Anuario

La construcción del Anuario de Calidad de Aire requiere disponer de los datos o concentraciones horarias para el período Enero-2003 a Diciembre-2005 de las redes evaluadas, información que fue suministrada por CONAMA.

Las redes evaluadas en la II Región fueron Electroandina y Norgener en Tocopilla, Edelnor, Gas Atacama y ENAEX en Mejillones, Noranda (Altonorte) en Antofagasta, SQM en María Elena, Endesa en Taltal y Codelco Norte en Chuquicamata y Calama. De acuerdo a la información disponible las estaciones y parámetros incluidos en el anuario se presentan en la tabla siguiente:

**Tabla 1-2 Estaciones y parámetros de la II región incluidos en Anuario 2005**

Red	Comuna	Estaciones	Parámetros
1. ElectroAndina	Tocopilla	Norte, Escuela E-12	MP10, SO <sub>2</sub>
		Centro, Esc. Gabriela Mistral	MP10 (c), SO <sub>2</sub> (c)
		Sur	MP10(c), SO <sub>2</sub> (c)
2. Norgener	Tocopilla	Escuela E-12	MP10(c), SO <sub>2</sub> (c)
		Gobernación	MP10, SO <sub>2</sub>
		Escuela Gabriela Mistral	MP10(c), SO <sub>2</sub> (c)
3. Edelnor,	Mejillones	Ferrocarriles	MP10, SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> (c), O <sub>3</sub> (c)
4. GAS Atacama	Mejillones	Comp. Bomberos	MP10(c); NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> (c)
5. ENAEX	Mejillones	Jardín Infantil Integra	MP10, NO <sub>2</sub>
6. SQM	María Elena	Hospital	MP10
	María Elena	Iglesia	MP10
7. Codelco Norte	Chuquicamata	San José,	MP10, SO <sub>2</sub>
	Chuquicamata	Aukahuasi,	MP10, SO <sub>2</sub>
	Calama	Hospital El Cobre,	MP10, SO <sub>2</sub>
8. Noranda (Altonorte)	Antofagasta	La Negra	MP10, SO <sub>2</sub>
	Antofagasta	Sur	MP10, SO <sub>2</sub>
	Antofagasta	Villa Covieffi	MP10, SO <sub>2</sub>
9. Endesa Taltal	Paposo	Máximo Impacto	NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub>
	Paposo	Escuela de Paposo	NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub>

(c) datos correspondientes a campañas

Las redes evaluadas en la III Región fueron Central Termoeléctrica Guacolda, Fundición Paipote y Codelco División El Salvador. De acuerdo a la información disponible las estaciones y parámetros reportados en el anuario se presentan en la tabla siguiente:

**Tabla 1-3 Estaciones y parámetros de la III región incluidos en Anuario 2005**

Red	Comuna	Estaciones	Parámetros
1. Termolétrica	Huasco	SM1	SO <sub>2</sub>
Guacolda	Huasco	SM2	SO <sub>2</sub>
	Huasco	SM3	SO <sub>2</sub>
	Huasco	SM4	SO <sub>2</sub>
	Huasco	SM5	SO <sub>2</sub>
	Freirina	SM6	SO <sub>2</sub>
	Freirina	SM7	SO <sub>2</sub>
	Freirina	SM8	SO <sub>2</sub>
	Huasco	EME M	MP10, NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub>
	Huasco	EME F	MP10, NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub>
2. Fundación Paipote	Copiapó	Copiapó	MP10, SO <sub>2</sub>
	Tierra Amarilla	Tierra Amarilla	MP10, SO <sub>2</sub>
	Copiapó	San Fernando	MP10, SO <sub>2</sub>
	Copiapó	Paipote	MP10, SO <sub>2</sub>
	Copiapó	El Volcán	SO <sub>2</sub>
	Tierra Amarilla	Pabellón	SO <sub>2</sub>
3. División	Potrerosillos	CAP	MP10
El Salvador	Potrerosillos	Doña Inés	MP10

Las redes evaluadas en la V Región fueron Complejo Industrial Ventanas y Puerto Ventanas en Puchuncaví, ENAP Refinerías Aconcagua en Concón, Fundación Chagres en Catemu, Cemento Melón en La Calera, Centrales San Isidro-Nehuenco en Quillota, Las Cenizas en Cabildo y Armat en Quilpué. De acuerdo a la información disponible, las estaciones y parámetros reportados en el Anuario se presentan en la tabla siguiente:

**Tabla 1-4 Estaciones y parámetros de la V región incluidos en Anuario 2005**

Red	Lugar	Estaciones	Parámetros
1. Fundación Chagres	Catemu	Lo Campo	MP10, SO <sub>2</sub>
	Catemu	Catemu	MP10, SO <sub>2</sub>
	Catemu	Romeral	SO <sub>2</sub>
	Catemu	Santa Margarita	SO <sub>2</sub>
2. ENAP Refinerías	Concón	Concón urbana fija	MP10, SO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub>
Aconcagua	Concón	Concón Sur urbana móvil	MP10, SO <sub>2</sub>
	Concón	Colmo rural fija	MP10, SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub>
	Concón	Las Gaviotas rural móvil	SO <sub>2</sub>
3. Complejo Industrial	Puchuncaví	La Greda	MP10, SO <sub>2</sub>
Ventanas	Puchuncaví	Los Maitenes	MP10, SO <sub>2</sub>
	Puchuncaví	Puchuncaví	MP10, SO <sub>2</sub>
	Puchuncaví	Sur	MP10, SO <sub>2</sub>
	Puchuncaví	Valle Alegre	MP10, SO <sub>2</sub>
4. Puerto Ventanas	Puchuncaví	Campiche	NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub>
5. Cemento Melón	La Calera	La Calera	MP10, SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub>
	Hijuelas	Rural 1 (Ex Hijuelas)	MP10, SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub>

Red	Lugar	Estaciones	Parámetros
	La Cruz	La Cruz	MP10, SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub>
6. San Isidro - Nehuenco	Quillota	Comp. de Bomberos	MP10, SO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub>
	Quillota	San Pedro	MP10, SO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub>
	Quillota	La Palma	MP10, SO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub>
7. Armat	Quilpué	Armat	MP10
8. Las Cenizas	Cabildo	Hospital Cabildo	MP10
9. Cosude	Viña del Mar	Viña del Mar	MP10, SO <sub>2</sub>

Las estaciones reportadas en la Región Metropolitana corresponden a la red MACAM, los parámetros incluidos en el anuario se presentan en la tabla siguiente:

**Tabla 1-5 Estaciones y parámetros de la Región Metropolitana incluidos en Anuario 2005**

Red	Lugar	Estaciones	Parámetros
MACAM	Independencia	Av. La Paz	MP10, O <sub>3</sub>
	Stgo Centro	Parque O'Higgins	MP10, O <sub>3</sub>
	Las Condes	Las Condes	MP10, O <sub>3</sub>
	La Florida	La Florida	MP10, O <sub>3</sub>
	El Bosque	El Bosque	MP10, O <sub>3</sub>
	Cerrillos	Cerrillos	MP10, O <sub>3</sub>
	Pudahuel	Pudahuel	MP10, O <sub>3</sub>

Las redes evaluadas en la VI Región fueron Central Termoeléctrica Candelaria y Codelco División El Teniente. De acuerdo a la información disponible las estaciones y parámetros reportados en el anuario se presentan en la tabla siguiente.

**Tabla 1-6 Estaciones y parámetros de la VI región incluidos en Anuario 2005**

Red	Lugar	Estaciones	Parámetros
1. Termoléctrica	Codehua	Codegua	MP10, SO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub>
	Mostazal	San Francisco	MP10, SO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub>
	Mosatazal	Casas de Peuco	MP10, SO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub>
2. División El Teniente	Machalí	Coya Población	MP10, SO <sub>2</sub>
	Machalí	Cipreses	SO <sub>2</sub>
	Machalí	Cauquenes	SO <sub>2</sub>
	Machalí	Coya Club	MP10, SO <sub>2</sub>
	Machalí	Sewell	MP10, SO <sub>2</sub>
3. Cosude	Rancagua	Rancagua	MP10, SO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub>

Las estaciones reportadas en la IX región corresponde a las redes de COSUDE y SEREMI Salud. Las estaciones y parámetros reportados en el Anuario se presentan en la Tabla 1-7.

**Tabla 1-7 Estaciones y parámetros de la IX región incluidos en Anuario 2005**

Red	Lugar	Estaciones	Parámetros
1. Cosude	Temuco	Temuco	MP10, CO, NO <sub>2</sub>
2. SEREMI Salud	Padre Las Casas	Padre Las Casas	MP10

## 2. Estado de la calidad de Aire en las regiones reportadas en el Anuario

La mayoría de las estaciones incluídas en el Anuario no cuenta con 3 años desde la fecha de declaración EMRP o EMRPG, lo cual desde el punto legal no permite evaluar las normas. En estos casos el valor es considerado como referencial. Los Servicios de Salud respectivos (actualmente SEREMI de Salud) son los encargados de declarar EMRP por partículas y gases a las estaciones monitoras, y se espera que al final del año 2006 se haya completado estas declaraciones para las estaciones existentes.

Las estaciones que registran las concentraciones más altas son aquellas ubicadas en las cercanías de “Megafuentes”, ya sean fundiciones de cobre (problemas por MP10 y SO<sub>2</sub>) en Chuquicamata, La Negra en Antofagasta, Paipote, Tierra Amarilla, Potrerillos, Catemu, Puchuncaví y Machalí, por construcción y funcionamiento de centrales termoeléctricas (problemas por MP10, NO<sub>2</sub> y O<sub>3</sub>) en Valle de Quillota, Paposo en Taltal y Codegua, Refinerías de petróleo en Concón (MP10) y plantas cementeras en La Calera (MP10). También se registran niveles altos de MP10 en ciudades capitales regionales, especialmente en el centro sur del país, en asociación a emisiones vehiculares y quema de leña, destacando Rancagua y Temuco, y otras ciudades que no están incluídas en el alcance de este anuario entre ellas Chillán, Concepción, Osorno, Valdivia y Coyhaique.

Las fundiciones de cobre estatales están sometidas a exitosos planes de descontaminación que han disminuído en promedio un 80% las emisiones de anhídrido sulfuroso (SO<sub>2</sub>) y en un 67% las de material particulado (MP10). La disminución de emisiones está acompañada de cumplimiento de normas de SO<sub>2</sub> en Chuquicamata, Paipote, Tierra Amarilla y Coya. La excepción es Potrerillos, zona donde continúan niveles altos, siendo necesario trasladar el campamento de trabajadores a un sector a pocos kilómetros donde los niveles de SO<sub>2</sub> son bastante menores, aunque superan el valor de la norma (estación CAP).

En resumen, en la II Región los niveles más altos de SO<sub>2</sub> cercanos a 200% de la norma anual y 250% de la norma diaria se registran en la estación Sur, sector La Negra, la cual no está declarada EMRPG y se ubica en un área despoblada cercana a una zona industrial. Las estaciones de Chuquicamata registran niveles entre 70 y 90% de las normas. Para MP10 los valores más altos se registran en María Elena, producto de las actividades de SQM, los niveles están en el rango de 350% y 480% de las normas, una fuerte reducción en comparación a los niveles de año 1999, superiores a 1000% de la norma. En Chuquicamata se excede la norma anual de MP10, pero este lugar será un área industrial en el futuro. Destacan los niveles sobre la norma anual en Tocopilla y Calama. Para el resto de los contaminantes monitoreados (NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> y CO) los valores son bastante menores a los normados en los lugares medidos.

En la III Región los niveles de SO<sub>2</sub> se exceden en Potrerillos con niveles cercanos a 1700% de la Norma diaria en la estación Doña Inés, pero el lugar corresponde a zona industrial. En el actual campamento de trabajadores de Potrerillos (CAP), los niveles de SO<sub>2</sub> son cercanos

a 150% de la norma diaria y 110% de la norma anual. En Paipote los niveles de SO<sub>2</sub> son cercanos al 78% de la norma diaria y al 35% de la norma anual. En el resto de las estaciones de Copiapó y Tierra Amarilla los niveles son inferiores al 30% de las normas. En el Valle del Huasco los niveles máximos de SO<sub>2</sub> se registran en la estación más cercana a la zona industrial con un 25% de la norma diaria y 12% de la norma anual. En la mayoría de las estaciones los promedios anuales de MP10 superan el valor fijado de la norma anual.

En la V región los niveles más altos de SO<sub>2</sub> se registran en Catemu (estación Santa Margarita) con valores cercanos al 60% de la norma diaria y 80% de la norma anual. En Puchuncaví los promedios anuales de SO<sub>2</sub> fluctúan entre 10 y 40% de la norma anual. Las concentraciones anuales de MP10 registran en la mayoría de las estaciones niveles sobre el 80% de la norma anual con mayores valores en Catemu (103%), Quillota (108%), y La Calera (120%), las concentraciones diarias más altas son cercanas a 70% (La Calera y Quillota). Los niveles de ozono más altos se registran en las estaciones de las centrales termoeléctricas en Quillota con valores entre 75% y 85% de la norma para 8 horas. Para CO y NO<sub>2</sub> las concentraciones registradas son inferiores al 25% de las normas.

En la RM las concentraciones de MP10 han disminuido durante los últimos años, sin embargo los promedios anuales registran valores entre 104% (Las Condes) y 158% (El Bosque) de la norma anual y las concentraciones diarias registran valores entre 60% (Las Condes) y 108% (El Bosque) de la norma diaria siendo más altos en meses de otoño-invierno, disminuyendo fuertemente en meses de primavera-verano. Para ozono, todas las estaciones registran niveles sobre las normas diarias y de 8 horas, con valores más altos en Las Condes (146%) y menores en Pudahuel (104%). CO, NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub> no fueron incluidos en este Anuario por no contar con datos validados disponibles para el año 2005.

En la VI Región se registran altos niveles de SO<sub>2</sub> y MP10 en la estación Sewell ubicada en un sector montañoso, la cual no tiene representación poblacional, al igual que Coya Club que tiene promedio anual sobre el fijado en la norma anual. El resto de las estaciones registra niveles bajos de SO<sub>2</sub>. En Rancagua las concentraciones anuales de MP10 son cercanas a 140% de la norma anual, en cambio las concentraciones diarias de MP10 durante 2005 alcanzan niveles de 95% de la norma. Los niveles de O<sub>3</sub> en las estaciones de Rancagua, Codegua, Casas de Peuco y San Francisco de Mostazal tienen niveles entre 89 y 98% de la norma de 8 horas de O<sub>3</sub>. Los niveles de CO y NO<sub>2</sub> son bajos.

En la IX región hay mediciones de MP10, CO y NO<sub>2</sub> en una estación de Temuco y MP10 en Padre Las Casas. Durante meses de otoño-invierno (abril a agosto) hay un fuerte aumento de las concentraciones de MP10 y CO, incluso algunos estudios muestran que durante días de alta contaminación por MP10 la fracción MP2.5 es cercana al 95% del MP10 (CENMA, 2005), en cambio en primavera-verano los niveles son bajos. Las concentraciones de MP10 presentan niveles cercanos al 85% de la norma anual y un 108% de la norma diaria durante 2005. Las concentraciones de CO alcanzan un 75% de la norma de 8 horas, en cambio para NO<sub>2</sub> los niveles son menores a 18% para ambas normas. En Padre Las Casas las concentraciones de MP10 son 75% y 70% de las normas diarias y anual.

### **3. Anuarios regionales**

## **3.1 Anuario II Región**

### **3.1.1 Antecedentes generales**

La región de Antofagasta se extiende entre los 20°56' y 26°05' de latitud Sur y desde los 67°00' de longitud Oeste hasta el Océano Pacífico, cuenta con 126049 km<sup>2</sup> de superficie y una población de 493989 hab. (CENSO, 2002).

El relieve principal está compuesto por la Cordillera de los Andes, donde se distinguen el cordón andino propiamente tal, la precordillera y las fosas altiplánicas; la Depresión Intermedia, representada en su mayor parte por el Desierto de Atacama; la Cordillera de la Costa, que en su vertiente occidental se presenta alta y compacta y hacia el oriente descende suavemente hasta unirse con la Depresión Intermedia; las Planicies Litorales, muy angostas, que favorecen el asentamiento humano en las ciudades de Antofagasta, Tocopilla, Taltal y Mejillones. Predomina el clima desértico con las variaciones de desértico costero, desértico normal y desértico marginal de altura. En el sector costero, el clima es agradable, con un efecto moderador producto de la influencia de la Corriente de Humboldt.

En la economía regional, el sector minería es el preponderante, generando aproximadamente el 60% del PIB regional. El cobre es el principal producto aportando al PIB nacional alrededor del 45%. En promedio en los últimos cinco años, representa el 57% de la producción nacional. Otros productos importantes en la minería son la producción de oro, plata, molibdeno, salitre, yodo y carbonato de litio.

En la II Región las principales fuentes emisoras de contaminantes atmosféricos están asociadas a los procesos de extracción minera, fundiciones de cobre (Chuquicamata y Altonorte) y a la generación eléctrica (centrales termoeléctricas en Tocopilla, Mejillones y Taltal), siendo Material Particulado, SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub> los principales contaminantes emitidos.

En la zona existen dos áreas declaradas saturadas por MP10 (María Elena y Chuquicamata) y una zona declarada latente por SO<sub>2</sub> (Chuquicamata). Sin embargo, los promedios anuales de MP10 registrados durante los últimos años han superado el nivel fijado en la norma anual de MP10 en Calama, Tocopilla y Sierra Gorda.

En la región existen 23 empresas o instituciones públicas que realizan monitoreo de calidad de aire, lo cual corresponde a 31 estaciones monitoreando en forma permanente y 17 estaciones que realizan sólo campañas. Las principales redes de monitoreo se ubican en el área de influencia de grandes fuentes emisoras. Luego, en la comuna de Antofagasta existe monitoreo asociado a la fundición Altonorte, a las empresas mineras y en plena ciudad; en Tocopilla están las redes de monitoreo asociadas a las centrales termoeléctricas Norgener y Electroandina, en Mejillones aquellas asociadas a las centrales GasAtacama y Edelnor y a la planta de nitratos ENAEX, en la Comuna de Calama hay redes asociadas a Codelco Norte y El Abra, en María Elena está la red de SQM, en Sierra Gorda hay redes de empresas Mineras y en la localidad de Papos, en Taltal, está la red de la central Endesa.

El anuario sólo reporta las estaciones que fueron evaluadas durante el año 2004, las estaciones y parámetros incluidos se describen en la Tabla 1-2 mencionada anteriormente. La ubicación de las redes y estaciones se ilustra en la Figura 1:

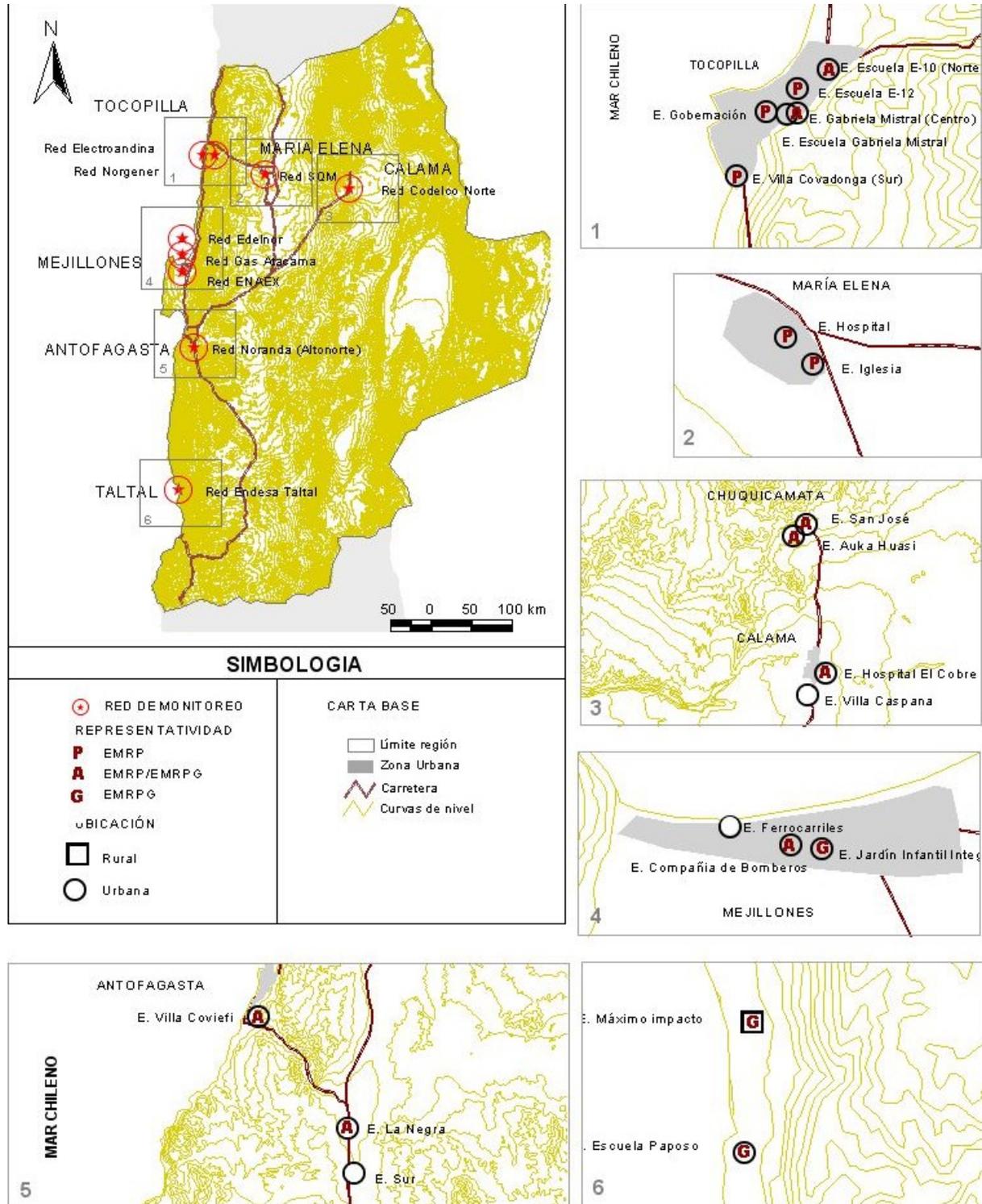


Figura 1 Redes y estaciones de monitoreo de calidad de aire en II Región incluidas en Anuario

### 3.1.2 Tabla resumen valores de MP10

Concentraciones en $\mu\text{g}/\text{m}^3$							Episodios			Promedios Trimestrales 2005								Prom Anuales			% Normas	
Red	Estación	N° días c/med válidas	% datos	Perc 98	Conc 24h máx	N° días > 150 norma	N° días $\geq 195$ nivel 1	N° días $\geq 240$ nivel 2	N° días $\geq 330$ nivel 3	T1	n° datos	T2	n° datos	T3	n° datos	T4	n° datos	2003	2004	2005	Diaria	Anual
Electro andina	Escuela E-10	122	100.0	101.0	111.0	0	0	0	0	61.8	30	45.8	30	48.7	31	46.2	31	56.0	55.0	50.6	67	108
	Esc. Gabriela Mistral	221	60.5	75.0	132.0	0	0	0	0	S/I	0	44.7	43	46.9	91	43.1	87	S/I	74.0	45.2	50	119 <sup>R</sup>
Norgener	Escuela E-12	109	89.3	135.0	186.0	2	0	0	0	89.9	30	66.0	21	60.5	30	53.8	28	S/I	59.1	68.5	90 <sup>R</sup>	128 <sup>R</sup>
	Gobernación	121	99.2	73.0	133.0	0	0	0	0	47.8	29	41.2	31	38.4	30	32.6	31	43.0	52.0	40.0	49	90 <sup>R</sup>
Edelnor	Ferrocarriles	121	99.2	67.8	73.0	0	0	0	0	19.6	30	25.1	30	24.3	31	20.4	30	17.3	22.0	22.2	45 <sup>R</sup>	41 <sup>R</sup>
GAS Atacama	C. Bomberos	91	74.6	42.0	60.2	0	0	0	0	21.5	30	29.4	30	28.3	31	S/I	0	18.7	25.4	26.4	28	47 <sup>R</sup>
SQM	Hospital	118	96.7	556.0	574.0	56	11	10	14	127.9	29	184.5	29	222.9	30	177.2	30	184.0	182.0	177.7	371	362
	Iglesia	116	95.1	716.8	721.7	72	17	16	23	187.9	29	230.1	29	243.1	30	216.5	28	240.0	227.0	219.5	478	458
Codelco Norte	San José	123	100.0	202.0	268.0	26	3	2	0	93.2	32	124.3	30	95.4	30	119.8	31	97.0	93.0	109.0	135	199
	Aukahuasi	125	100.0	139.0	197.0	2	1	0	0	61.8	33	65.7	31	48.2	30	79.1	31	58.0	56.0	64.3	93	119
	Hosp El Cobre	123	100.0	97.0	233.0	1	1	0	0	47.0	33	53.0	29	69.0	30	62.5	31	57.3	54.7	57.8	65	113
Noranda	La Negra	121	99.2	105.0	125.1	0	0	0	0	46.2	29	65.7	31	52.3	30	42.8	31	39.2	42.9	51.9	70	89 <sup>R</sup>
	Sur	121	99.2	75.5	83.6	0	0	0	0	34.6	29	51.1	31	46.4	30	40.1	31	36.4	36.1	43.1	50 <sup>R</sup>	77 <sup>R</sup>
	Villa Coviefi	122	100.0	52.1	68.0	0	0	0	0	29.9	30	38.5	31	32.9	30	24.3	31	30.0	29.7	31.5	35	61 <sup>R</sup>

Notas:

S/M: Sin mediciones      S/I: Información no recibida

<sup>R</sup> Valor referencial ya sea porque estación tiene menos de 3 años de EMRP, o no está declarada EMRP o menos de un 75% de datos

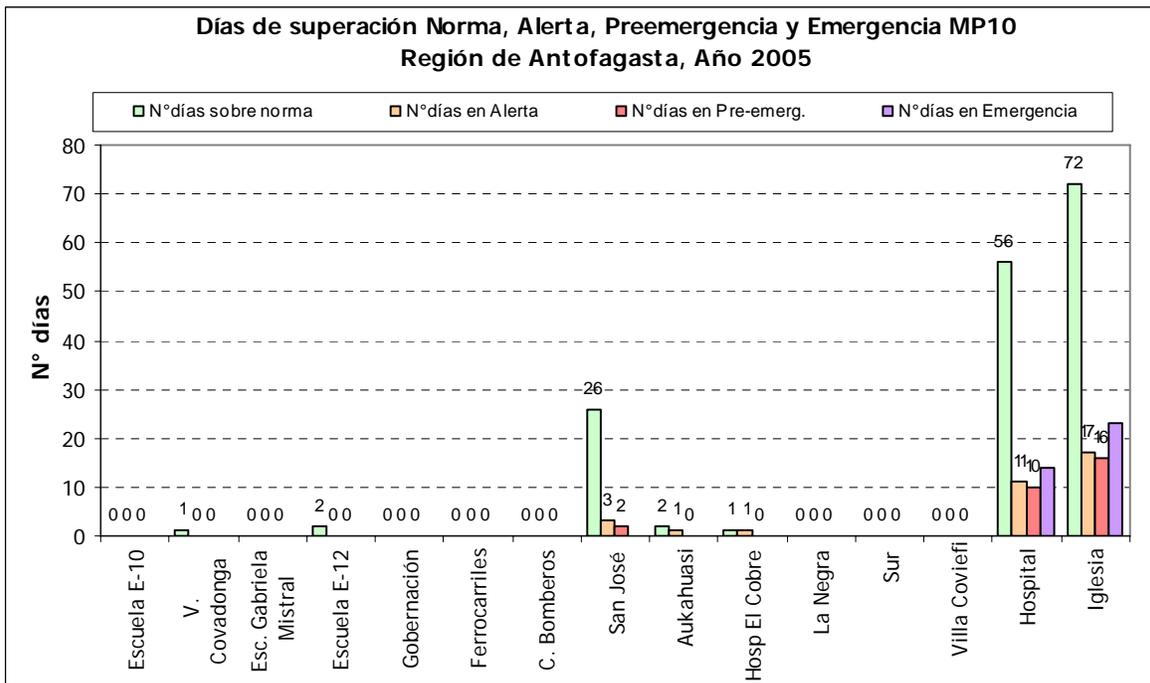
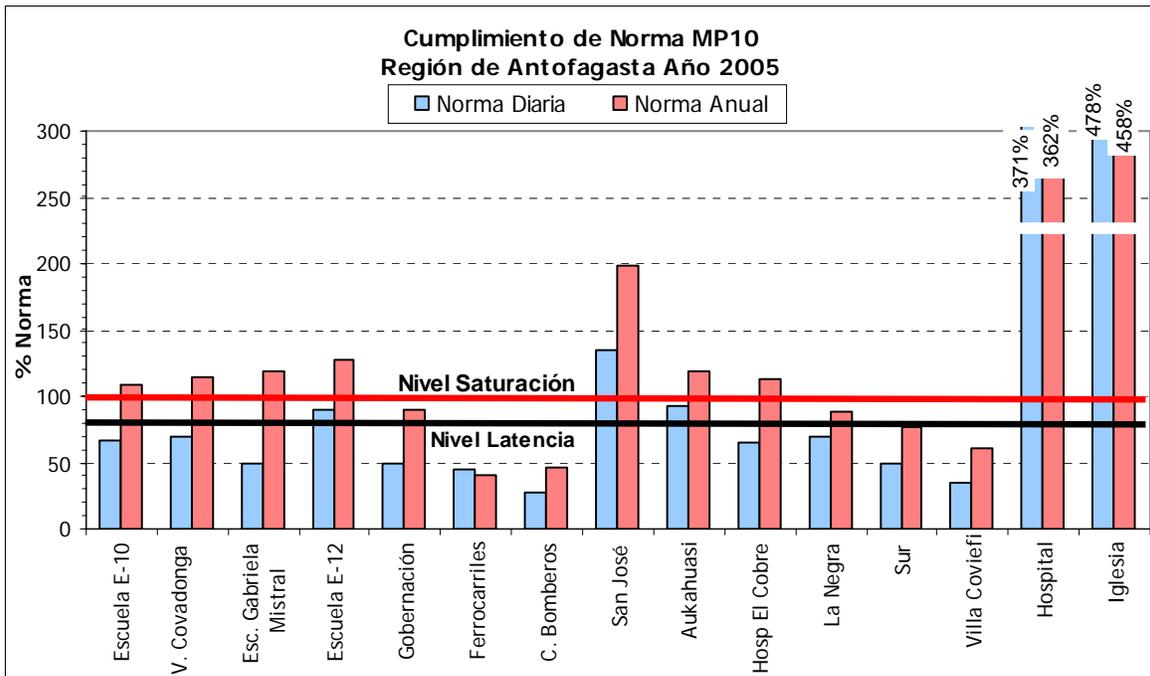
Promedios anuales 2003 y 2004 Escuela E-10, Hospital, Iglesia, San José, Aukahuasi, extraídos Informe de Calidad de Aire de II Región 2005

Promedios anuales 2003 y 2004 para Gobernación sólo referenciales (extraídos Informe de Calidad de Aire de II Región 2005)

Promedio anual 2003 Villa Coviefi extraído de Informe de Calidad de Aire de II Región 2005

Promedios anuales 2004 y 2005 de Villa Covadonga, corresponde a campañas

Promedios anuales 2004 Escuela E-12 y C. Bomberos, corresponde a campañas



**Notas:**

Comparación con Norma diaria en estaciones Escuela E-12, Ferrocarriles y Sur es solo referencial.  
 Comparación con norma anual en estaciones Esc. Gab. Mistral, Esc. E-12, Gobernación, Ferrocarriles, Bomberos, La Negra, Sur y Villa Coviefi es solo referencial.

### 3.1.3 Tabla resumen valores de SO<sub>2</sub>

Concentraciones en ppb				Episodios horarios			Promedios Trimestrales 2005								Prom Anuales			Percentil 99 conc 24h			% Normas	
Red	Estación	N° días c/med válidas	% datos	N° días >=750 nivel 1	N° días >=1000 nivel 2	N° días >=1500 nivel 3	T1	n° datos	T2	n° datos	T3	n° datos	T4	n° datos	2003	2004	2005	2003	2004	2005	Diaria	Annual
Electroandina	Escuela E-10	365	100.0	S/I	S/I	S/I	13.4	90	10.1	91	11.7	92	10.8	92	8.4	15.7	11.5	24.8	60.8	40.5	44	38
Electroandina	Villa Covadonga	227	62.2	S/I	S/I	S/I	S/I	0	0.9	39	1.2	83	0.3	92	S/M	1.19	0.8	S/M	14.0	13.1	14 <sup>R</sup>	3 <sup>R</sup>
Norgener	Escuela E-12	328	89.9	S/I	S/I	S/I	8.3	90	4.7	64	7.2	92	5.3	82	S/M	14.6	6.4	S/M	51.6	26.6	41 <sup>R</sup>	34 <sup>R</sup>
Norgener	Gobernación	364	99.7	S/I	S/I	S/I	3.8	89	3.5	91	2.9	92	4.2	92	S/M	5.0	3.6	S/M	22.2	11.5	18 <sup>R</sup>	14 <sup>R</sup>
Norgener	Esc. Gab Mistral	328	89.9	S/I	S/I	S/I	10.1	90	4.7	64	10.0	92	7.2	82	S/M	14.8	8.0	S/M	47.0	36.7	44 <sup>R</sup>	37 <sup>R</sup>
Edelnor	Ferrocarriles	354	97.0	S/I	S/I	S/I	0.4	68	1.2	67	1.8	70	1.6	89	1.1	0.8	1.3	4.6	8.4	6.1	7 <sup>R</sup>	3 <sup>R</sup>
Codelco Norte	San José	365	100.0	S/I	S/I	S/I	22.4	90	19.6	91	15.6	87	15.1	92	28.3	18.3	18.2	72.2	82.2	82.1	82 <sup>R</sup>	70 <sup>R</sup>
Codelco Norte	Aukahuasi	365	100.0	S/I	S/I	S/I	25.5	89	25.7	91	17.0	92	13.3	92	29.1	19.5	20.4	85.0	86.0	87.0	90 <sup>R</sup>	74 <sup>R</sup>
Codelco Norte	Hosp El Cobre	360	98.6	S/I	S/I	S/I	1.3	65	1.4	67	0.9	58	0.7	53	3.4	2.3	1.1	14.1	9.9	5.0	10 <sup>R</sup>	7 <sup>R</sup>
Noranda	La Negra	363	99.5	S/I	S/I	S/I	0.0	11	16.4	69	10.0	70	2.5	46	11.9	6.9	7.2	83.0	58.9	76.5	76 <sup>R</sup>	28 <sup>R</sup>
Noranda	Sur	364	99.7	S/I	S/I	S/I	50.9	90	104.1	88	110.7	92	58.8	89	45.9	56.2	81.1	237.0	177.0	283.2	242 <sup>R</sup>	197 <sup>R</sup>
Noranda	Villa Coviefi	365	100.0	S/I	S/I	S/I	0.8	43	2.9	68	2.8	70	0.8	48	1.0	1.0	1.8	14.1	11.1	22.3	17 <sup>R</sup>	4 <sup>R</sup>

**Notas:**

S/M: Sin mediciones S/I: Información no recibida

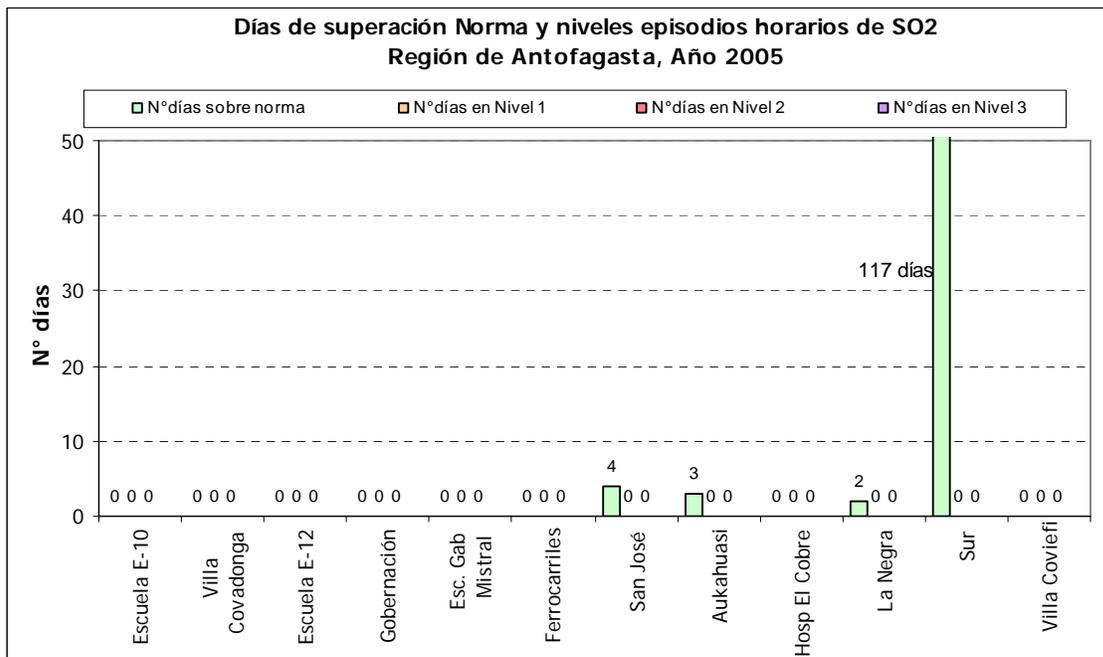
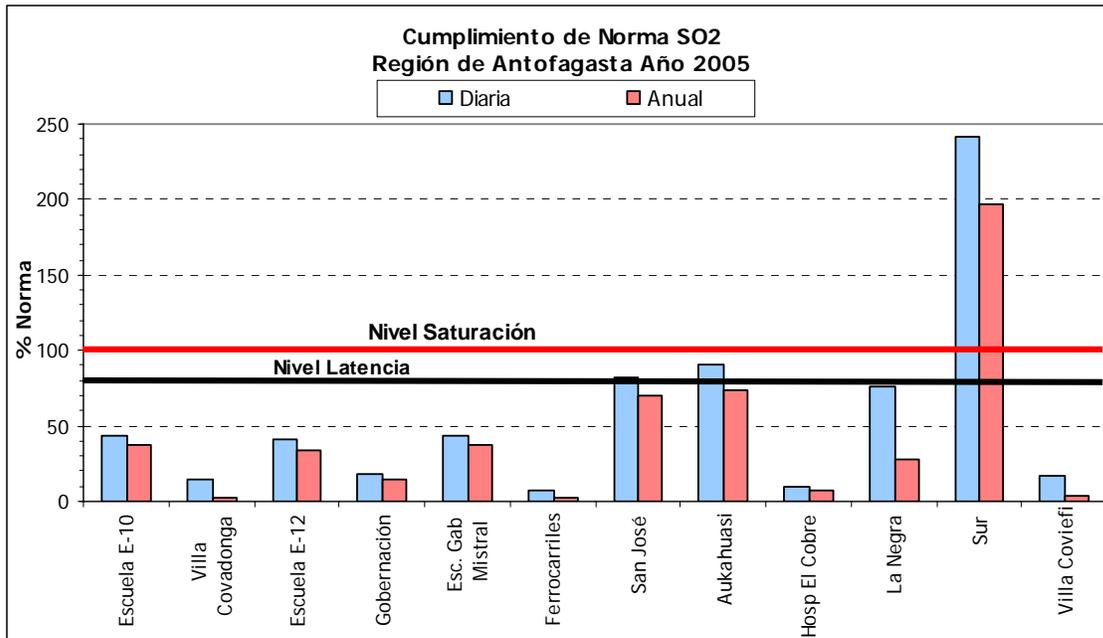
<sup>R</sup> Valor referencial ya sea porque estación tiene menos de 3 años de EMRP, o no está declarada EMRP o menos de un 75% de datos. Además, los datos para este parámetro están disponibles en formato de promedios diarios, por lo que los valores de percentiles y norma son solo referenciales

Valor referencial Villa Covadonga 2004 (13% datos)

Valor referencial Villa Covadonga 2005 (62% datos)

Valor referencial Escuela E-12 2004 (43% datos)

Valor referencial Escuela Gabriela Mistral 2004 (43% datos)



**Notas:**

Solamente la estación E-10 puede evaluar norma, para el resto el valor es solamente referencial

### 3.1.4 Tabla resumen valores de O<sub>3</sub>

Concentraciones en ppb				Episodios			Promedios Trimestrales y anual 2005 (valores en ppb)									Percentil 99 max 1h			Percentil 99 max 8h			% Normas	
Red	Estación	Nº días c/med válidas	% datos	Nº días >=204 nivel 1	Nº días >=408 nivel 2	Nº días >=510 nivel 3	T1	nº datos	T2	nº datos	T3	nº datos	T4	nº datos	año	2003	2004	2005	2003	2004	2005	Horaria	8 Horas
Edelnor	Ferrocarriles	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	19.9	19.4	12.7	S/I	S/I	S/I	16 <sup>R</sup>	S/I
GAS Atacama	Compañía de Bomberos	60	16.4	0	0	0	S/I	0	14.7	29	S/I	0	S/I	31	14.7	22.9	44.4	21.8	S/I	41.6	20.4	27 <sup>R</sup>	51 <sup>R</sup>
Endesa Taltal	Máximo Impacto	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	36.2	57.6	79.0	S/I	S/I	S/I	99 <sup>R</sup>	S/I
Endesa Taltal	Escuela de Paposo	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	24.0	16.3	19.9	S/I	S/I	S/I	25 <sup>R</sup>	S/I

Notas:

<sup>R</sup> Valor referencial ya sea porque estación tiene menos de 3 años de EMRP, o no está declarada EMRP o menos de un 75% de datos

Datos en Ferrocarriles corresponden a Campañas, comparación con norma solo referencial

Datos de Endesa Taltal para 2003 y 2004 extraídos de Informe de Calidad de Aire de II Región 2005, comparación con norma sólo referencial

Datos de Gas Atacama 2005 solo referenciales (16% datos)

### 3.1.5 Tabla resumen valores de NO<sub>2</sub>

Concentraciones en ppb				Episodios			Promedios Trimestrales 2005								Prom Anuales			Percentil 99 conc 24h			% Normas	
Red	Estación	Nº días c/med válidas	% datos	Nº días >=601 nivel 1	Nº días >=1202 nivel 2	Nº días >=1596 nivel 3	T1	nº datos	T2	nº datos	T3	nº datos	T4	nº datos	2003	2004	2005	2003	2004	2005	Diaria	Anual
Electroandina	Escuela E-10	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	11.7	8.0	S/I	37.3	67.2	S/I	S/I	S/I
GAS Atacama	Compañía de Bomberos	340	93.2	0	0	0	1.5	88	1.5	75	2.1	90	2.7	87	1.4	1.9	2.0	14.7	22.5	51.0	14 <sup>R</sup>	3 <sup>R</sup>
ENAEEX	Jardín Infantil Integra	344	94.2	0	0	0	2.1	86	3.0	77	4.1	91	3.1	90	2.6	1.9	3.1	6.1	4.7	8.4	3 <sup>R</sup>	5 <sup>R</sup>
Endesa Taltal	Máxi. Impacto	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	0.5	0.4	7.8	S/I	S/I	S/I	S/I	5 <sup>R</sup>
Endesa Taltal	Esc. Paposo	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	0.9	0.8	1.1	S/I	S/I	S/I	S/I	2 <sup>R</sup>

Notas:

<sup>R</sup> Valor referencial ya sea porque estación tiene menos de 3 años de EMRP, o no está declarada EMRP o menos de un 75% de datos, datos para este parámetro disponibles en formato de promedios diarios. Valores de percentiles y norma solo referencial

Datos de Endesa Taltal para 2003 y 2004 extraídos de Informe de Calidad de Aire de II Región 2005, comparación con norma sólo referencial

## **3.2 Anuario III Región**

### **3.2.1 Antecedentes generales**

La III Región de Copiapó se extiende entre los 25°17' y los 29°11' de latitud Sur y desde los 68°17' de longitud Oeste hasta el Océano Pacífico, cuenta con una superficie de 75176 km<sup>2</sup> y una población de 254336 hab (CENSO 2002).

En la región predomina el clima desértico, registrándose algún tipo de precipitaciones de régimen invernal. Se distinguen también los climas desértico costero con nubosidad abundante; desértico transicional; desértico frío de montaña y tundra de alta montaña.

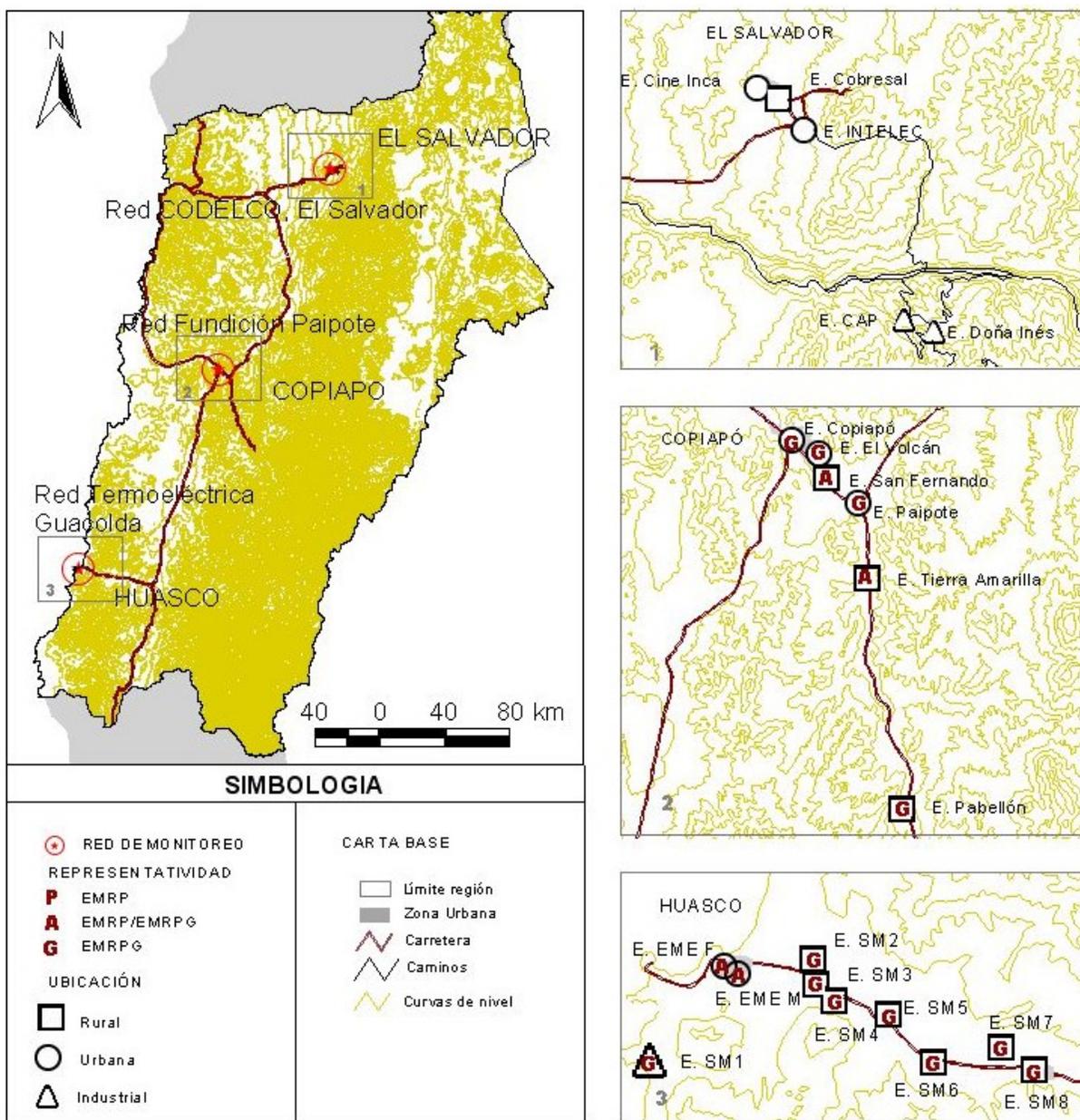
La minería es la principal actividad económica de la región, con un aporte cercano a 46%, donde destacan la producción de cobre, oro, plata, hierro y molibdeno. En segundo término aparece el sector Agropecuario- Silvícola con un aporte un 14%, destacando la producción de uva de mesa de exportación de los valles de Copiapó y Huasco.

En esta región las principales fuentes emisoras de contaminantes atmosféricos están asociadas a los procesos de extracción minera, fundiciones de cobre (Paipote y Potrerillos), fundición de hierro en Huasco y a la generación eléctrica (centrales termoeléctricas en Huasco), siendo Material Particulado, SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub> los principales contaminantes emitidos.

En la región existen dos zonas declaradas saturadas, la zona circundante a la Fundición Hernán Videla Lira (Paipote), en las áreas jurisdiccionales de la Comuna de Tierra Amarilla y localidades de San Fernando, en la Comuna de Copiapó (D.S N° 255/1993 del Ministerio de Agricultura) y el entorno de la fundición Potrerillos en la Comuna de Diego de Almagro por SO<sub>2</sub> y MP10 (D.S. N° 18/1997 de MINSEGPRES). En ambas zonas se han establecido Planes de Descontaminación que han logrado disminuir significativamente las emisiones de SO<sub>2</sub>, logrando el cumplimiento de la Norma diaria y anual en Tierra Amarilla y Copiapó, pero se mantiene la excedencia de la Norma para SO<sub>2</sub> y MP10 en la estación Doña Inés ubicada en el antiguo campamento de Potrerillos. Por otro lado, los promedios anuales de MP10 registrados en Huasco, Tierra Amarilla y Copiapó durante los últimos años han superado el nivel de latencia (80 a 100% de la Norma), incluso en las estaciones Paipote y Tierra Amarilla se supera el valor de saturación (50 µg/m<sup>3</sup> para promedio trianual).

En la región se han identificado 3 redes de monitoreo de calidad de aire, asociadas al seguimiento de las principales fuentes emisoras, lo cual corresponde a 21 estaciones monitoreando en forma permanente, con 2 estaciones en Potrerillos, 3 en El Salvador, 2 en Tierra Amarilla, 4 en Copiapó, 7 en Huasco y 3 en Freirina. Todas las estaciones fueron evaluadas a comienzos del año 2005.

La ubicación de las redes y estaciones se ilustra en la Figura 2. Los parámetros de cada estación incluidos en el anuario por contar con mediciones e información disponible se presentan en la Tabla 1-3.

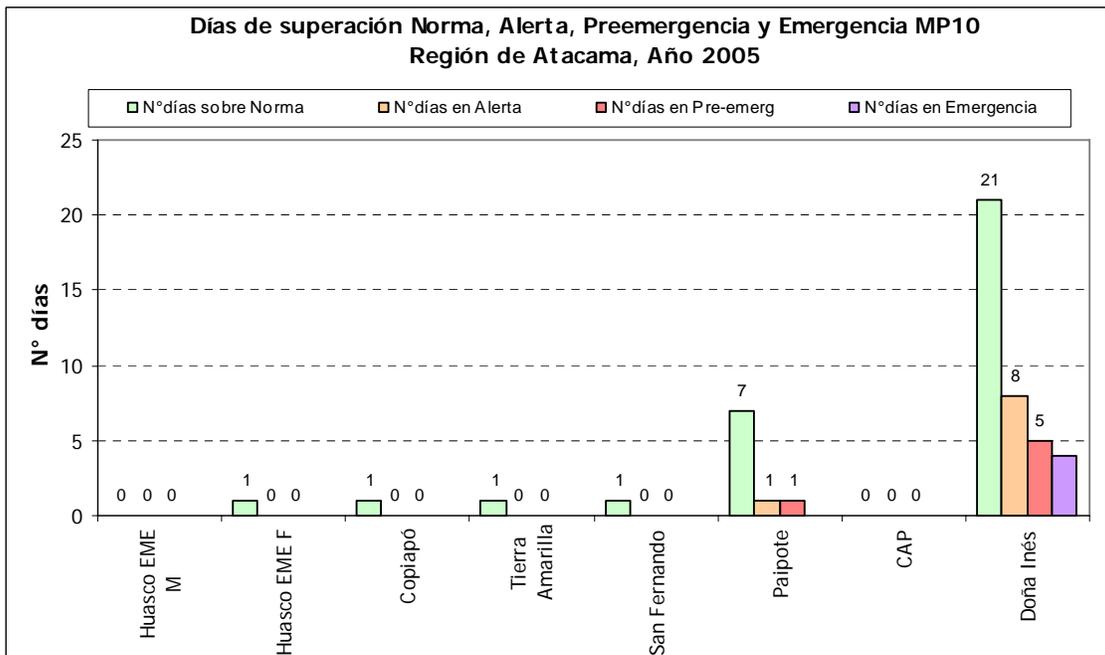
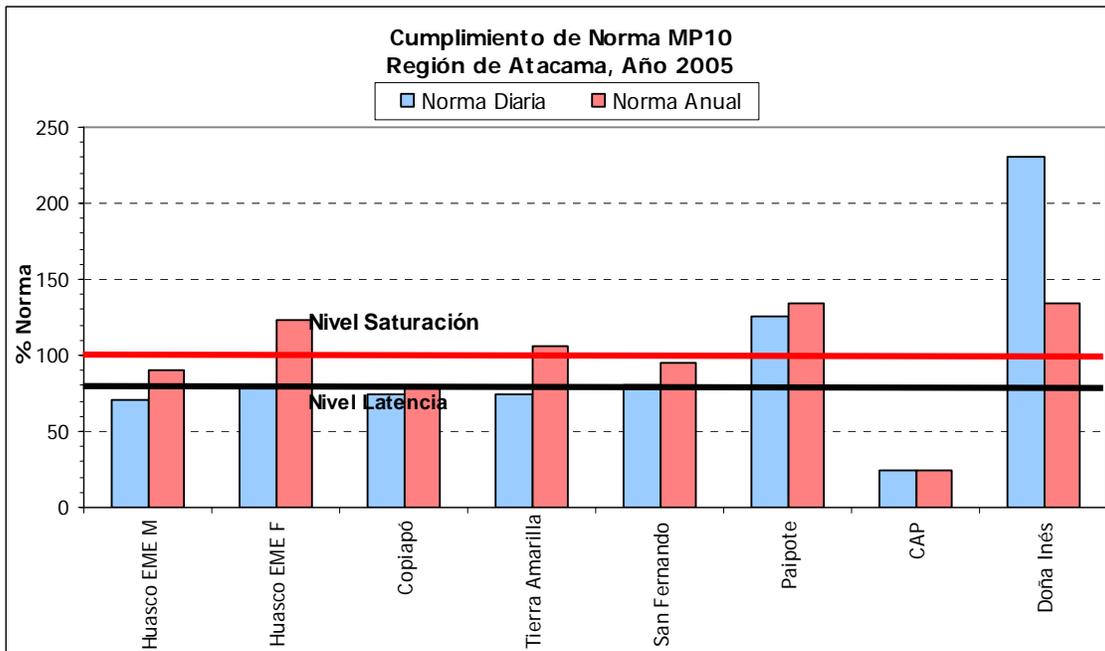


**Figura 2 Redes y estaciones de monitoreo de calidad de aire en III Región incluidas en Anuario**

### 3.2.2 Tabla resumen valores de MP10

Concentraciones en $\mu\text{g}/\text{m}^3$						Epsodios				Promedios Trimestrales 2005								Prom Anuales			% Normas	
Red	Estación	N° días c/med válidas	% datos	Percent 98	Conc 24h máx	N° días > 150 norma	N° días $\geq 195$ nivel 1	N° días $\geq 240$ nivel 2	N° días $\geq 330$ nivel 3	T1	n° datos	T2	n° datos	T3	n° datos	T4	n° datos	2003	2004	2005	Diaria	Anual
Guacolda	EME M	121	99.2	105.8	120.2	0	0	0	0	48.2	29	51.4	31	44.7	30	39.8	31	46.1	43.3	45.9	71	90
	EME F	121	99.2	121.5	161.8	1	0	0	0	63.1	30	64.7	31	53.3	29	42.6	31	62.6	66.1	55.6	81	123
Enami Paipote	Copiapó	120	98.4	111.3	179.9	1	0	0	0	30.1	29	61.8	30	50.1	31	27.9	30	38.0	38.4	42.4	74	79 <sup>R</sup>
	Tierra Amarilla	120	98.4	113.2	183.3	1	0	0	0	49.0	30	77.4	30	60.0	30	44.7	30	48.0	52.9	57.8	75	106 <sup>R</sup>
	San Fernando	120	98.4	121.5	178.7	1	0	0	0	42.3	29	70.7	30	51.4	31	38.7	30	47.0	44.9	50.7	81	95 <sup>R</sup>
	Paipote	119	97.5	188.9	246.8	7	1	1	0	45.6	29	97.7	30	70.5	31	48.1	29	72.5	62.2	65.5	126	134 <sup>R</sup>
CODELCO El Salvador	CAP	119	97.5	38.0	82.0	0	0	0	0	20.3	29	7.8	29	10.3	31	13.8	30	12.4	12.1	13.1	25 <sup>R</sup>	25 <sup>R</sup>
	Doña Inés	120	98.4	344.5	506.4	21	8	5	4	43.7	29	104.8	30	114.7	31	60.2	30	50.9	68.5	81.6	230 <sup>R</sup>	134 <sup>R</sup>

<sup>R</sup> Valor referencia para norma anual ya que estaciones fueron declaradas EMRP en año 2004, Doña Inés y CAP no tienen declaración EMRP



Notas:

Norma diaria en CAP y Doña Inés solo referencial

Norma Anual en estaciones Copiapó, Tierra Amarilla, Paipote, San Fernando, CAP y Doña Inés solo referencial

### 3.2.3 Tabla resumen valores de SO<sub>2</sub>

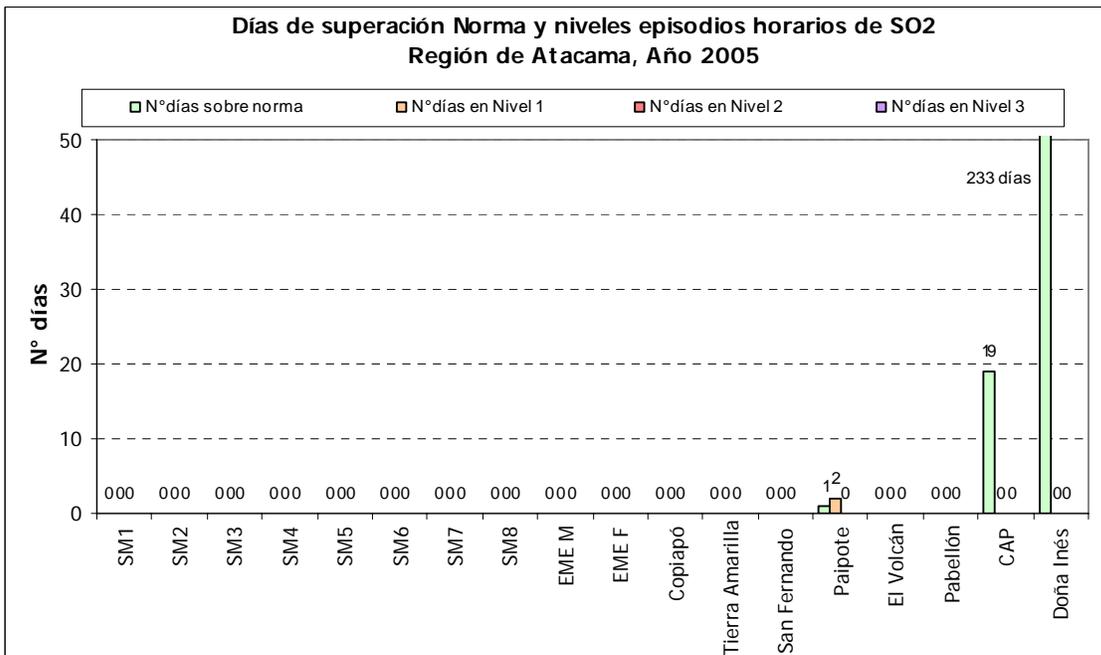
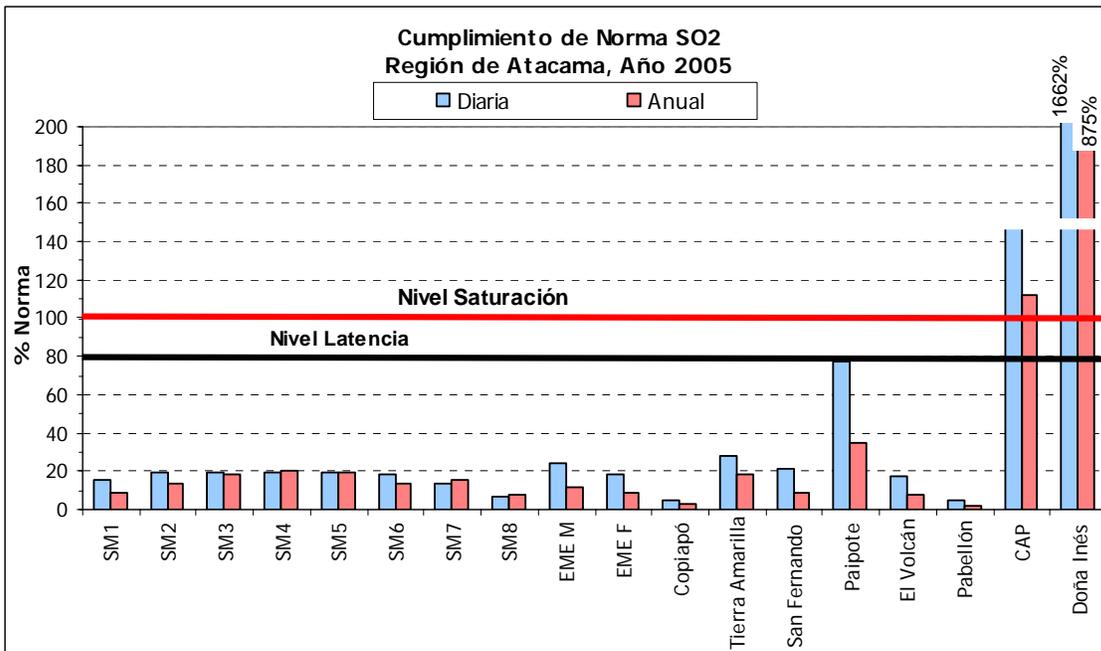
Concentraciones en ppb				Episodios			Promedios Trimestrales 2005							Prom Anuales			Percentil 99 conc 24h			% Normas		
Red	Estación	Nº días c/med válidas	% datos	Nº días >=750 nivel 1	Nº días >=1000 nivel 2	Nº días >=1500 nivel 3	T1	nº datos	T2	nº datos	T3	nº datos	T4	nº datos	2003	2004	2005	2003	2004	2005	Diaria	Anual
Guacolda	SM1	364	99.7	0	0	0	2.6	90	9.1	90	5.1	92	2.8	92	0.8	3.0	4.9	3.4	15.8	23.1	15 <sup>R</sup>	9 <sup>R</sup>
	SM2	365	100.0	0	0	0	7.0	90	4.2	79	3.5	87	4.3	92	3.7	4.4	4.7	15.1	16.4	24.1	19 <sup>R</sup>	14 <sup>R</sup>
	SM3	365	100.0	0	0	0	5.4	90	7.8	91	6.7	92	5.6	92	4.8	5.6	6.4	16.6	17.6	20.8	19 <sup>R</sup>	18 <sup>R</sup>
	SM4	363	99.5	0	0	0	6.5	88	9.4	91	5.6	92	6.1	92	5.2	6.0	6.9	15.6	18.2	22.0	19 <sup>R</sup>	20 <sup>R</sup>
	SM5	365	100.0	0	0	0	4.7	90	8.3	91	6.3	92	8.2	92	4.2	6.3	6.9	15.1	20.0	18.5	19 <sup>R</sup>	19 <sup>R</sup>
	SM6	365	100.0	0	0	0	5.2	90	7.6	91	4.3	92	2.9	92	3.1	4.6	5.0	14.1	17.2	19.6	18 <sup>R</sup>	14 <sup>R</sup>
	SM7	365	100.0	0	0	0	5.2	90	10.9	91	10.6	92	7.2	92	3.9	1.6	8.4	12.8	7.8	21.1	14 <sup>R</sup>	15 <sup>R</sup>
	SM8	365	100.0	0	0	0	3.8	90	4.4	91	2.8	91	3.4	92	2.1	1.5	3.6	6.7	5.5	9.3	7 <sup>R</sup>	8 <sup>R</sup>
	EME M	365	100.0	0	0	0	5.9	89	4.3	91	4.0	92	2.8	92	3.7	2.9	4.2	22.8	19.6	27.2	24 <sup>R</sup>	12 <sup>R</sup>
EME F	360	98.6	0	0	0	2.9	90	4.9	91	4.8	87	3.1	92	2.4	2.3	3.9	13.9	15.5	21.3	18 <sup>R</sup>	9 <sup>R</sup>	
Enami Paipote	Copiapó	364	99.7	0	0	0	0.3	38	1.4	67	1.3	86	0.4	84	1.4	0.5	0.8	3.6	4.8	6.3	5 <sup>R</sup>	3 <sup>R</sup>
	Tierra Amarilla	365	100.0	0	0	0	3.5	87	5.6	83	5.7	92	3.9	92	7.5	4.5	4.7	35.7	20.6	25.0	28 <sup>R</sup>	18 <sup>R</sup>
	San Fernando	362	99.2	0	0	0	0.7	87	4.3	91	3.6	92	0.9	91	3.7	1.9	2.4	28.1	15.2	17.7	21 <sup>R</sup>	9 <sup>R</sup>
	Paipote	364	99.7	2	0	0	2.5	73	17.9	84	14.4	89	3.4	86	14.0	9.1	9.6	79.4	71.9	71.8	77 <sup>R</sup>	35 <sup>R</sup>
	El Volcán	365	100.0	0	0	0	1.3	90	5.2	91	4.6	92	1.4	92	3.0	1.7	3.1	20.8	10.8	18.2	17 <sup>R</sup>	8 <sup>R</sup>
	Pabellón	363	99.5	0	0	0	0.5	78	0.4	69	0.5	86	0.6	89	1.0	0.7	0.5	6.3	4.5	3.9	5 <sup>R</sup>	2 <sup>R</sup>
CODELCO El Salvador	CAP	365	100.0	S/I	S/I	S/I	50.1	90	23.0	91	29.9	91	36.1	92	27.9	41.8	34.8	104.4	189.2	141.4	151 <sup>R</sup>	112 <sup>R</sup>
	Doña Inés	365	100.0	S/I	S/I	S/I	174.8	90	453.1	91	526.8	92	216.7	92	205.0	266.1	342.9	1121.2	1748.5	1917.2	1662 <sup>R</sup>	875 <sup>R</sup>

**Notas:**

<sup>R</sup> Para todas las estaciones la comparación con normas es sólo referencial

Las estaciones de Enami Paipote con EMRPG en año 2004, evaluación de norma desde 2007

CAP y Doña Inés no están declaradas EMRPG



**Notas:**

Para todas las estaciones la comparación con normas es sólo referencial

### 3.2.4 Tabla resumen valores de NO<sub>2</sub>

Concentraciones en ppb				Episodios			Promedios Trimestrales 2005								Prom Anuales			Percentil 99 conc 24h			% Normas	
Red	Estación	Nº días c/med válidas	% datos	Nº días >=601 nivel 1	Nº días >=1202 nivel 2	Nº días >=1596 nivel 3	T1	nº datos	T2	nº datos	T3	nº datos	T4	nº datos	2003	2004	2005	2003	2004	2005	Diaria	Anual
Termo-eléctrica Guacolda	EME M	327	89.6	0	0	0	2.8	90	5.0	90	4.8	92	5.4	55	3.1	3.2	4.5	25.5	30.5	37.3	15	7
	EME F	296	81.1	0	0	0	2.6	90	5.6	91	4.7	68	2.5	47	3.5	3.0	3.8	27.4	17.5	29.6	12	6

Notas:

Para ambas estaciones la comparación con normas es solo referencial

### 3.3 Anuario V Región

#### 3.3.1 Antecedentes generales

La Región de Valparaíso se extiende entre los 32°02' y 33°57' de latitud Sur y desde los 70°00' de longitud Oeste hasta el Océano Pacífico, incluyendo Islas (de Pascua, Salas y Gómez, San Félix, San Ambrosio y el archipiélago Juan Fernández). La región cuenta con una superficie de 16.396 km<sup>2</sup> y una población de 153.9852 hab concentrada en un 90% en 10 centros urbanos de más de 20 mil habitantes. La mayor de éstas es Viña del Mar, seguida de Valparaíso y Quilpué, las cuales junto a Villa Alemana conforman el Gran Valparaíso, la tercera metrópolis más poblada del país.

El relieve es complejo, conformado por planicies costeras, en que alternan extensas playas de acumulación arenosa con sectores acantilados; llanos de sedimentación fluvial; cordones transversales del sistema montañoso andino costero; cordones transversales del tronco maestro andino y cuencas transicionales semiáridas. Se distinguen los climas estepa con nubosidad abundante; templado cálido con lluvias invernales; estepa templada con precipitación invernal; estepa fría de montaña y tundra de alta montaña.

En la Región destaca el sector industrial con diversas actividades: tabaco, conservas, automotriz y cementero. Refinerías mineras en Ventanas y Catemu, y de petróleo en Concón. En agricultura, cultivos de parronales, paltos, chirimoyos, hortalizas y flores. En el sector comercial, hoteles y establecimientos gastronómicos. La actividad portuaria es una de las más importantes del país. También hay yacimientos de cobre en Río Blanco.

Existen seis áreas de monitoreo de calidad de aire asociadas a fuentes emisoras sometidas a regulaciones. Las más importantes, por la magnitud de sus emisiones, corresponden al complejo industrial Ventanas (fundición y refinería de cobre, central termoeléctrica) y a la Fundición Chagres (Compañía Minera Disputada de las Condes), ambas reguladas por el Decreto 185 (1991). Ventanas cuenta con un Plan de Descontaminación oficial desde 1992 (D.S. N° 252 de MINSEGPRES), y gran parte de las comunas de Quintero y Puchuncaví están declaradas como zonas saturadas por SO<sub>2</sub> y MP10 desde 1993 (D.S. N° 346 de Min. de Agricultura). La localidad de Chagres, situada en el entorno de la Fundición de Chagres, comuna de Catemu, fue declarada zona latente por SO<sub>2</sub> en el mismo Decreto 185 de 1991. A las zonas anteriores se agregan las fuentes reguladas por Resolución de Calificación Ambiental (RCA), que incluyen el área de Limache-Quillota relacionada con las centrales de generación térmica San Isidro y Nehuenco, el área de Calera relacionada a la planta de Cemento Melón, el área de Concón contigua a la Refinería de Petróleos, el área continua a la Minera Las Cenizas en Cabildo, el entorno de ARMAT en Quilpué y el entorno de Puerto Ventanas. En julio de 2004, el Proyecto COSUDE incorporó medición de calidad de aire en Viña del Mar.

Los principales problemas de contaminación atmosférica están asociados a las emisiones de SO<sub>2</sub> y/o MP10 desde las Fundiciones, refinerías y plantas cementeras en las Comunas de Puchuncaví, Catemu, Concón y Calera. En las Comunas de Quillota e Hijuelas hay problemas por MP10 y/o O<sub>3</sub> asociado en gran medida a las emisiones de centrales

termoléctricas. En resumen, en la región existen 9 redes de monitoreo con 24 estaciones cuya ubicación se ilustra en la Figura 3. Los parámetros de cada estación incluidos en el anuario por contar con mediciones e información disponible se presentan en la Tabla 1-4.

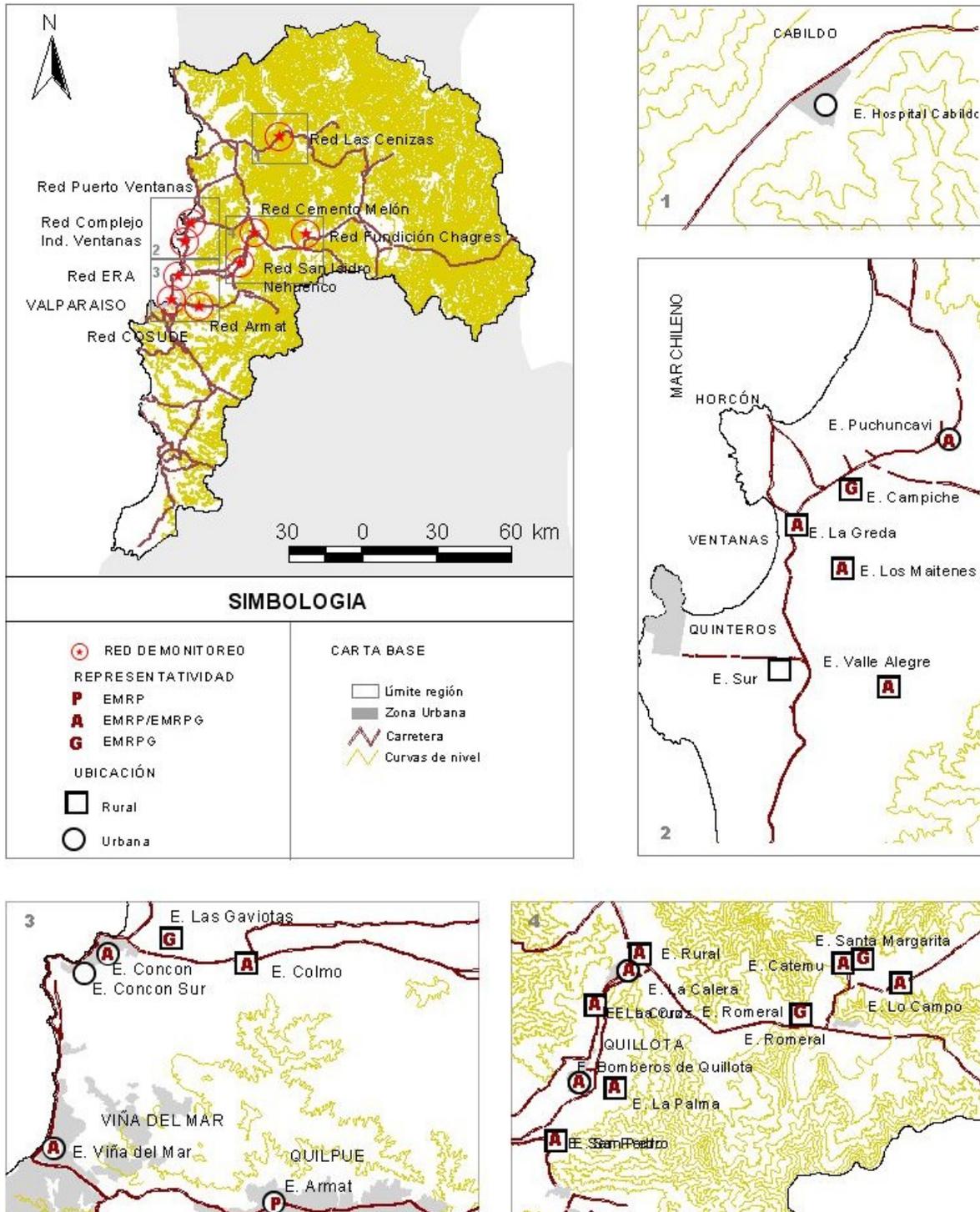


Figura 3 Redes y estaciones de monitoreo de calidad de aire en V Región incluidas en Anuario

### 3.3.2 Tabla resumen valores de MP10

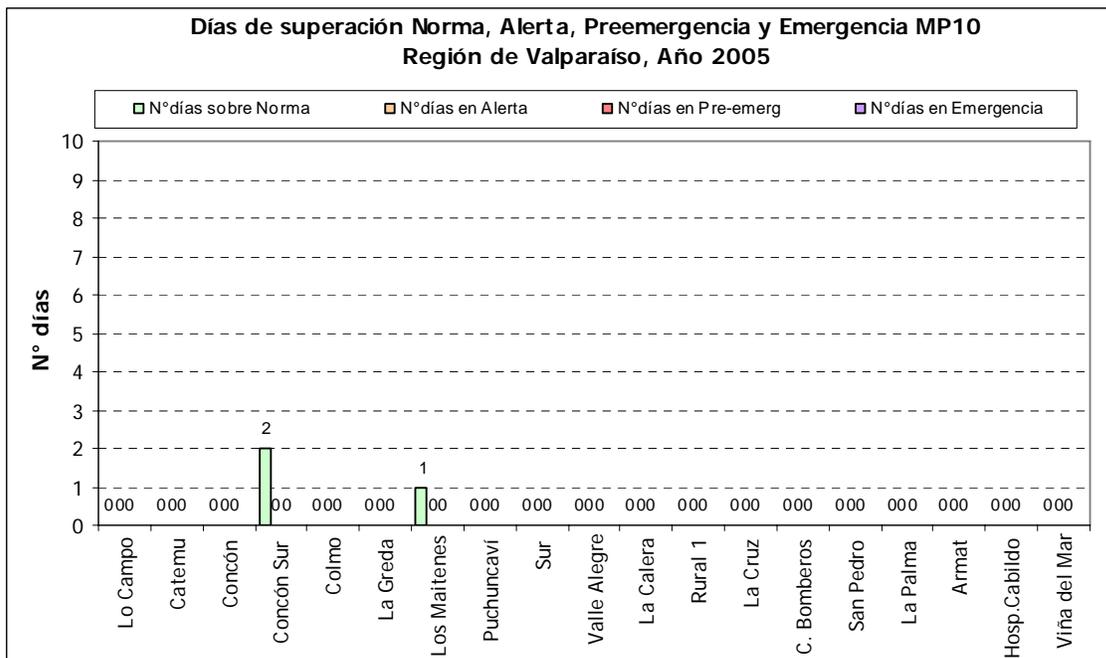
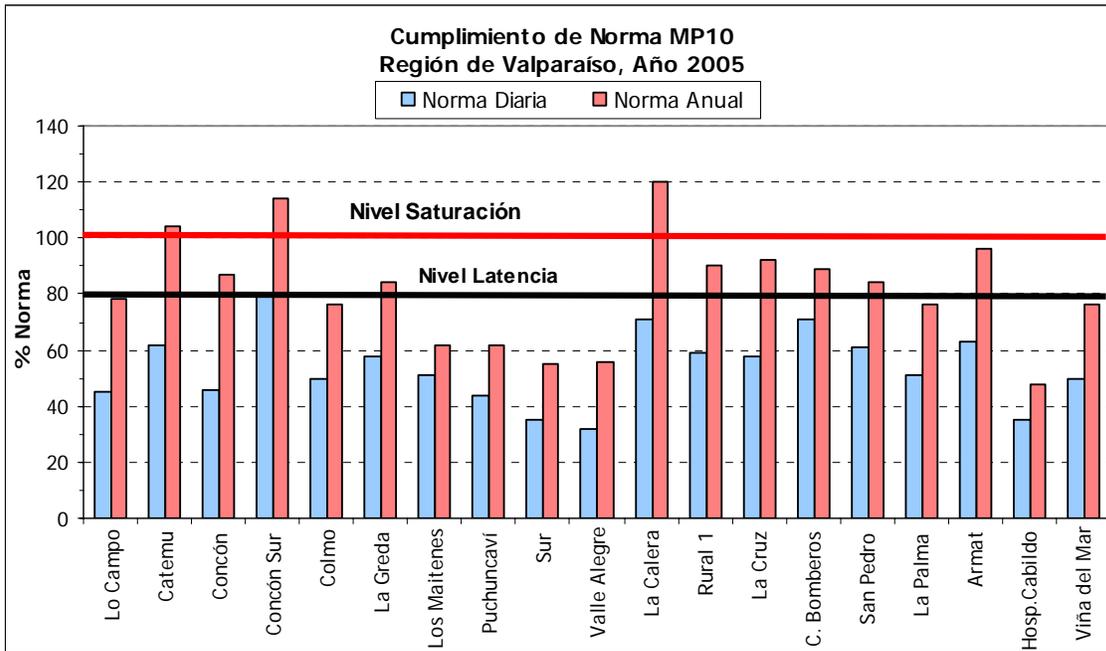
Concentraciones en $\mu\text{g}/\text{m}^3$							Episodios			Promedios Trimestrales 2005						Prom Anuales			% Normas			
Red	Estación	N° días c/med válidas	% datos	Perc 98	Conc 24h máx	N° días > 150 norma	N° días $\geq 195$ nivel 1	N° días $\geq 240$ nivel 2	N° días $\geq 330$ nivel 3	T1	n° datos	T2	n° datos	T3	n° datos	T4	n° datos	2003	2004	2005	Diaria	Anual
Fundición Chagres	Lo Campo	122	100	67.9	88.5	0	0	0	0	43.0	30	40.8	31	32.8	30	30.3	31	44.0	37.0	36.7	45	78
	Catemu	120	98.4	92.9	100.7	0	0	0	0	54.0	30	49.9	30	41.7	30	44.6	30	59.0	49.0	47.5	62	104
ENAP Refinerías Aconcagua	Concón Fija	122	100	69.7	77.9	0	0	0	0	46.6	30	40.7	31	40.5	30	38.1	31	47.0	42.0	41.4	46	87 <sup>R</sup>
	Concón Sur	121	99.2	120.5	163.3	2	0	0	0	62.2	30	49.2	31	50.1	30	70.2	30	59.0	54.0	57.8	80 <sup>R</sup>	114 <sup>R</sup>
	Colmo	121	99.2	74.4	89.7	0	0	0	0	44.2	29	36.0	31	33.7	30	32.1	31	40.0	37.0	36.5	50	76 <sup>R</sup>
Complejo Industrial Ventana	La Greda	122	100	87.0	144.4	0	0	0	0	51.3	30	35.8	31	39.6	30	37.6	31	46.0	39.0	40.9	58	84
	Los Maitenes	120	98.4	76.0	152.2	1	0	0	0	44.7	30	27.7	29	27.4	30	29.1	31	33.0	28.0	32.0	51	62
	Puchuncaví	122	100	65.9	144.0	0	0	0	0	36.0	30	29.5	31	30.4	30	23.2	31	33.0	30.0	29.7	44	62
	Sur	122	100	52.6	56.0	0	0	0	0	31.4	30	25.1	31	24.6	30	23.8	31	31.0	26.0	26.1	35	55
	Valle Alegre	121	99.2	48.3	53.0	0	0	0	0	32.8	30	23.7	30	22.0	30	21.5	31	31.0	28.0	25.0	32	56
Cemento Melón	La Calera	121	99.2	106.1	142.0	0	0	0	0	65.0	32	62.8	27	51.7	30	46.5	32	65.0	59.0	56.1	71	120 <sup>R</sup>
	Rural 1	124	100	88.7	94.0	0	0	0	0	53.0	32	48.1	31	35.6	30	37.1	31	49.0	43.0	43.5	59	90 <sup>R</sup>
	La Cruz	123	100	86.7	100.1	0	0	0	0	59.5	31	46.6	31	39.6	30	40.0	31	S/M	46.0	46.3	58	92 <sup>R</sup>
San Isidro - Nehuenco	C. Bomberos	364	99.7	106.1	133.1	0	0	0	0	51.3	89	66.8	91	55.1	92	43.4	92	S/I	34.5	54.1	71	89 <sup>R</sup>
	San Pedro	361	98.9	91.8	118.6	0	0	0	0	48.3	90	57.7	90	44.1	91	39.6	90	S/I	36.2	47.5	61	84 <sup>R</sup>
	La Palma	358	98.1	77.1	88.7	0	0	0	0	46.5	90	45.3	86	37.6	91	35.2	91	S/I	34.5	41.1	51	76 <sup>R</sup>
Armat	Armat	119	97.5	94.7	113.7	0	0	0	0	44.1	29	51.5	31	45.7	29	29.4	30	53.0	49.0	42.6	63	96 <sup>R</sup>
Las Cenizas	Hospital Cabildo	113	92.6	52.9	55.7	0	0	0	0	25.6	22	30.6	30	23.8	31	20.2	30	22.9	23.7	25.0	35	48 <sup>R</sup>
Cosude	Viña del Mar	355	97.3	75.1	88.0	0	0	0	0	46.3	85	48.3	91	36.0	89	30.5	90	S/M	35.4	40.3	50	76 <sup>R</sup>

**Notas:**

S/M: Sin mediciones S/I: Información no recibida

<sup>R</sup> Valor referencial para norma anual ya que no se completa 3 años desde declaración EMRP o 3 años de mediciones

Promedios anuales 2003, 2004 de Fundición Chagres, ENAP, Complejo Industrial Ventana, Cemento Melón y Armat extraídos de Anuarios o Informes Hospital Cabildo 2003 no representativo (25% de datos), Viña 2004 no representativo (45% datos)



Notas:

Norma anual en estaciones Concón Fija, Condón Sur, Colmo, La Calera, Rural, La Cruz, Bomberos, San Pedro, La Palma, Armat, Cabildo y Viña del Mar sólo referencial

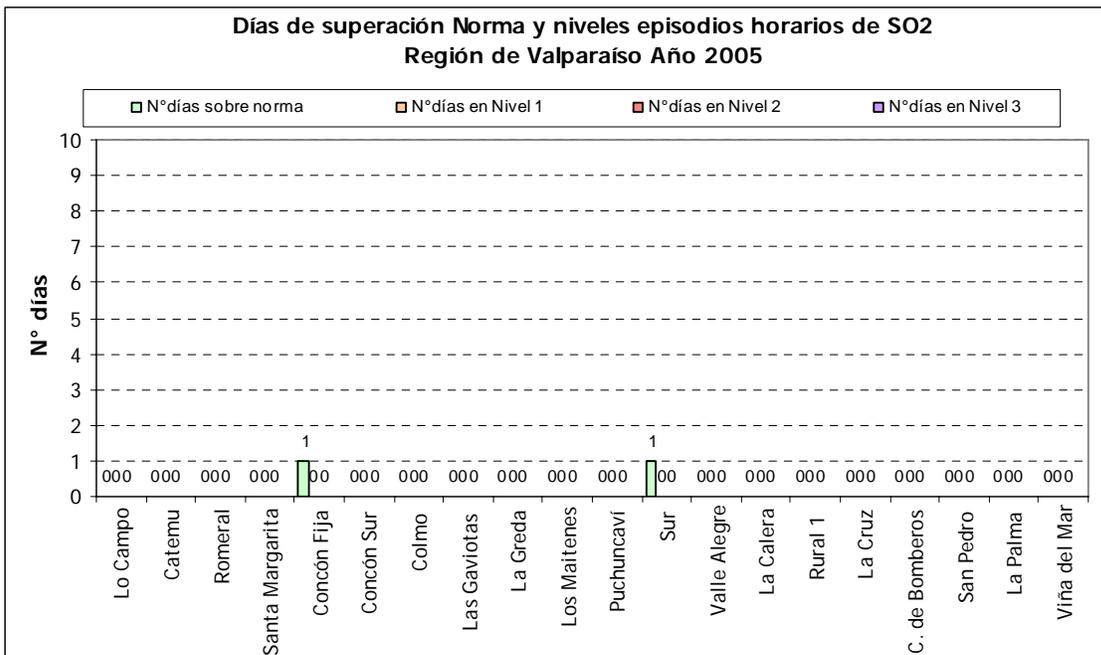
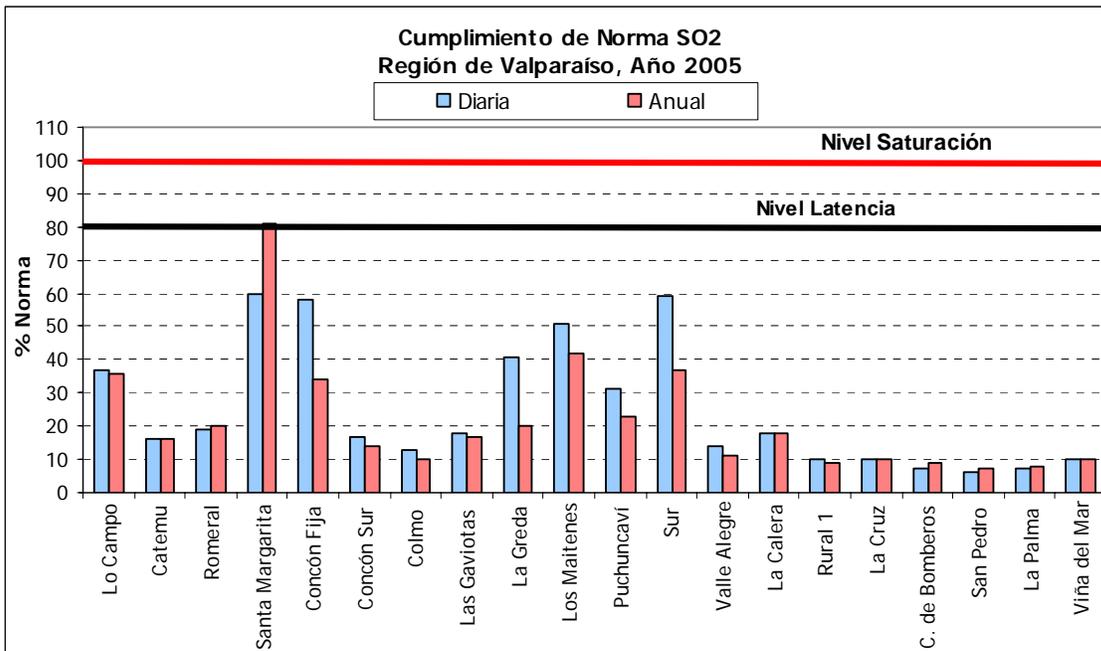
### 3.3.3 Tabla resumen valores de SO<sub>2</sub>

Concentraciones en ppb				Episodios			Promedios Trimestrales 2005								Prom Anuales			Percentil 99 conc 24h			% Normas	
Red	Estación	N° días c/med válidas	% datos	N° días >=750 nivel 1	N° días >=1000 nivel 2	N° días >=1500 nivel 3	T1	n° datos	T2	n° datos	T3	n° datos	T4	n° datos	2003	2004	2005	2003	2004	2005	Diaria	Anual
Fundición Chagres	Lo Campo	365	100	0	0	0	13.8	90	11.7	91	9.3	92	5.6	92	11.9	11.3	10.1	34.9	33.1	38.1	37	36
	Catemu	365	100	0	0	0	6.6	90	7.2	91	5.3	92	3.0	92	4.2	4.9	5.5	11.3	13.3	20.4	16	16
	Romeral	365	100	0	0	0	6.5	90	9.5	91	5.9	92	3.1	92	6.1	5.9	6.3	17.7	17.2	20.6	19	20
	Sta.Margarita	365	100	0	0	0	41.8	90	21.9	91	21.0	92	16.1	92	25.2	24.5	25.2	54.3	50.8	68.5	60	81
ENAP Refinerías Aconcagua	Concón Fija	365	100	0	0	0	5.4	90	13.4	91	7.2	92	4.5	92	16.4	7.8	7.6	104.5	33.5	28.3	58	34
	Concón Sur	363	99.5	0	0	0	5.2	90	6.1	89	2.7	92	3.2	92	5.4	3.7	4.3	15.4	19.6	14.1	17	14
	Colmo	362	99.2	0	0	0	2.8	89	4.3	90	2.9	91	3.5	92	3.3	3.0	3.4	12.1	14.5	10.6	13	10
	Las Gaviotas	365	100	0	0	0	6.3	90	7.2	91	4.0	92	2.9	92	4.7	5.7	5.1	12.3	22.3	17.8	18	17
Complejo Industrial Ventana	La Greda	364	99.7	0	0	0	4.0	87	8.7	90	9.0	92	4.8	92	6.3	5.8	6.6	47.5	36.4	33.3	41	20
	Los Maitenes	365	100	0	0	0	15.1	90	15.9	91	10.4	92	13.6	92	11.8	13.1	13.8	47.3	51.4	48.8	51	42
	Puchuncaví	365	100	0	0	0	8.3	90	8.5	91	5.3	92	4.1	92	6.1	8.4	6.6	20.6	48.9	20.7	31	23
	Sur	365	100	0	0	0	13.3	90	16.8	91	10.1	92	6.0	92	12.6	10.3	11.5	51.5	50.8	67.4	59	37
	Valle Alegre	364	99.7	0	0	0	4.9	89	7.6	90	4.8	89	2.9	87	2.7	2.7	5.0	8.3	8.4	23.9	14	11
Cemento Melón	La Calera	342	93.7	0	0	0	7.8	82	5.2	76	3.7	92	4.5	92	5.7	5.7	5.3	16.9	17.5	17.2	18 <sup>R</sup>	18 <sup>R</sup>
	Rural	358	98.1	0	0	0	3.8	85.0	3	91.0	2	91.0	2	90.0	3	2.9	2.7	11.0	9.9	8.4	10 <sup>R</sup>	9 <sup>R</sup>
	La Cruz	363	99.5	0	0	0	3.5	88	3.4	91	2.8	92	1.6	91.0	S/M	3.4	2.8	S/M	11.3	8.5	10 <sup>R</sup>	10 <sup>R</sup>
San Isidro - Nehuenco	C. Bomberos	362	99.2	0	0	0	2.9	87.0	3	91.0	3	92.0	4	92.0	S/I	2.5	3.3	S/I	6.8	7.4	7 <sup>R</sup>	9 <sup>R</sup>
	San Pedro	361	98.9	0	0	0	4.0	90	4.3	90	1.8	91	1.4	90	0.2	3.5	2.9	0.3	9.3	8.0	6 <sup>R</sup>	7 <sup>R</sup>
	La Palma	358	98.1	0	0	0	3.2	90	5.0	86	3.0	91	1.6	91	S/I	1.8	3.2	S/I	4.9	9.1	7 <sup>R</sup>	8 <sup>R</sup>
Cosude	Viña del Mar	278	76.2	0	0	0	S/I	27	6.4	74	3.5	83	3.9	92	S/M	1.5	4.6	S/M	6.9	12.0	10 <sup>R</sup>	10 <sup>R</sup>

Notas:

S/M: Sin mediciones S/I: Información no recibida

<sup>R</sup> Valor referencial para norma anual ya que no se completa 3 años desde declaración EMRP o 3 años de mediciones



**Notas:**

Norma diaria y anual en estaciones La Calera, Rural, La Cruz, Bomberos, San Pedro, La Palma y Viña del Mar sólo referencial

### 3.3.4 Tabla resumen valores de O<sub>3</sub>

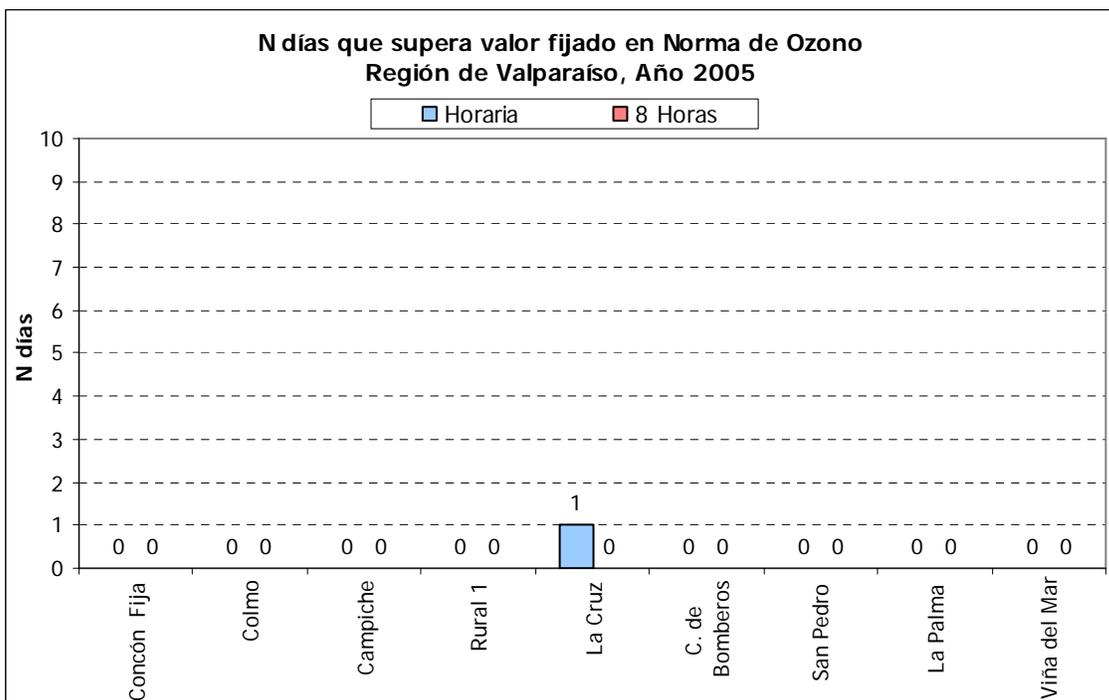
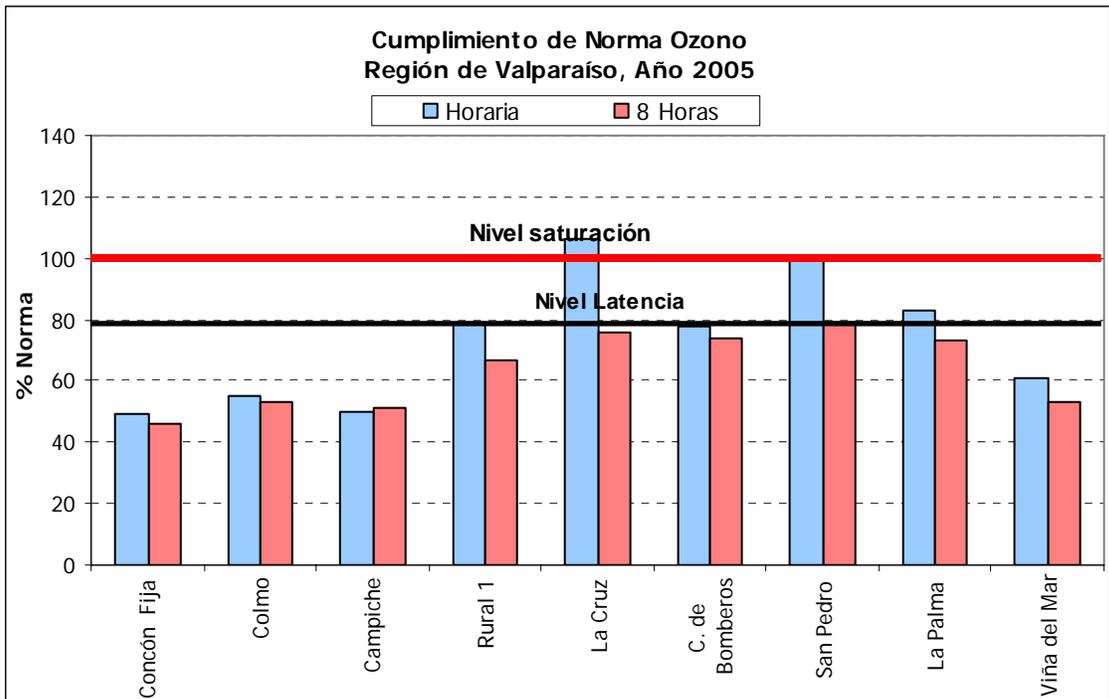
Concentraciones en ppb				Episodios			Promedios Trimestrales y anual 2005									Maximo 1h			Percentil 99 max 8h			% Normas	
Red	Estación	N° días c/med válidas	% datos	N° días >=204 nivel 1	N° días >=408 nivel 2	N° días >=510 nivel 3	T1	n° datos	T2	N° datos	T3	n° datos	T4	n° datos	año	2003	2004	2005	2003	2004	2005	Horaria	8 Horas
ENAP Refinerías Aconcagua	Concón Fija	365	100	0	0	0	10.0	90	6.7	91	9.7	92	13.7	92	10.0	52.2	52.1	39.0	31.9	27.7	24.7	49	46 <sup>R</sup>
	Colmo	362	99.2	0	0	0	12.9	89	8.9	90	14.2	91	16.9	92	13.2	45.5	44.1	44.1	31.3	31.7	33.7	55	53 <sup>R</sup>
Puerto Ventanas	Terminal Combustible	259	71.0	0	0	0	N/R	43	11.6	51	11.5	83	14.6	82	12.6	80.7	44.1	39.6	30.7	35.1	28.4	50	51 <sup>R</sup>
Cemento Melón	Rural 1	347	95.1	0	0	0	11.2	85	5.1	86	7.7	87	13.4	89	9.3	60.2	62.5	62.9	44.8	36.6	40.4	79	67 <sup>R</sup>
	La Cruz	348	95.3	0	0	0	13.0	88	7.6	87	11.0	83	14.4	90	11.5	S/M	63.1	84.6	S/M	47.6	44.6	106	76 <sup>R</sup>
San Isidro - Nehuenco	C. Bomberos	362	99.2	0	0	0	13.6	87	5.7	91	8.9	92	16.9	92	11.3	71.9	71.9	62.7	47.6	42.6	45.8	78	74 <sup>R</sup>
	San Pedro	361	98.9	0	0	0	13.9	90	10.5	90	17.7	91	22.5	90	16.2	79.0	72.4	79.4	49.4	42.8	51.8	99	79 <sup>R</sup>
	La Palma	360	98.6	0	0	0	13.9	90	9.9	88	12.6	91	20.2	91	14.2	63.2	64.8	66.6	45.8	39.8	47.4	83	73 <sup>R</sup>
Cosude	Viña del Mar	301	82.5	0	0	0	11.5	79	S/I	40	10.8	90	14.6	92	12.3	S/M	57.3	48.8	S/M	32.1	33.1	61	53 <sup>R</sup>

Notas:

S/M: Sin mediciones

<sup>R</sup> Valor referencial para norma anual ya que no se completa 3 años desde declaración EMRP o 3 años de mediciones

Para el resto de las estaciones valores referenciales por no completar 3 años desde declaración EMRPG



Notas:  
 Norma 8 horas en todas las estaciones sólo referencial

### 3.3.5 Tabla resumen valores de NO<sub>2</sub>

Concentraciones en ppb				Episodios			Promedios Trimestrales 2005								Prom Anuales			Percentil 99 conc 24h			% Normas	
Red	Estación	N° días c/med válidas	% datos	N° días >=601 nivel 1	N° días >=1202 nivel 2	N° días >=1596 nivel 3	T1	n° datos	T2	n° datos	T3	n° datos	T4	n° datos	2003	2004	2005	2003	2004	2005	Diaria	Anual
ENAP Refinerías Aconcagua	Concón Fija	362	99.2	0	0	0	7.9	90	11.8	91	8.9	91	8.3	90	8.6	7.4	9.2	34.6	37.0	34.4	17 <sup>R</sup>	16 <sup>R</sup>
	Colmo	359	98.4	0	0	0	6.6	88	11.2	90	9.3	91	6.5	90	7.0	5.6	8.4	28.7	35.7	28.6	15 <sup>R</sup>	13 <sup>R</sup>
Puerto Ventanas	Terminal Combustible	315	86.3	0	0	0	7.4	69	6.3	71	3.9	87	2.8	88	9.4	5.6	5.1	52.1	37.5	28.6	19 <sup>R</sup>	13 <sup>R</sup>
Cemento Melón	La Calera	342	93.7	0	0	0	11.4	82	20.6	76	10.5	92	7.9	92	10.5	10.6	12.6	44.5	55.2	50.5	23 <sup>R</sup>	21 <sup>R</sup>
	Rural 1	350	95.9	0	0	0	8.1	85	15.1	87	8.6	86	6.7	92	8.5	8.1	9.6	40.3	49.4	48.2	22 <sup>R</sup>	16 <sup>R</sup>
San Isidro - Nehuenco	C. Bomberos	362	99.2	0	0	0	6.1	87	12.8	91	15.7	92	7.5	92	9.7	8.1	10.5	59.6	48.9	52.7	25 <sup>R</sup>	18 <sup>R</sup>
	San Pedro	361	98.9	0	0	0	3.8	90	5.9	90	2.7	91	1.3	90	7.1	6.7	3.4	38.3	39.4	25.0	16 <sup>R</sup>	11 <sup>R</sup>
	La Palma	359	98.4	0	0	0	4.5	90	5.6	88	1.9	91	2.5	90	6.3	7.8	3.6	22.9	59.6	26.6	17 <sup>R</sup>	11 <sup>R</sup>
Cosude	Viña del Mar	307	84.1	0	0	0	S/I	39	8.7	91	9.1	85	4.6	92	S/M	7.4	7.5	S/M	22.8	39.9	15 <sup>R</sup>	14 <sup>R</sup>

Notas:

<sup>R</sup> Valor referencial para norma anual ya que no se completa 3 años desde declaración EMRP o 3 años de mediciones

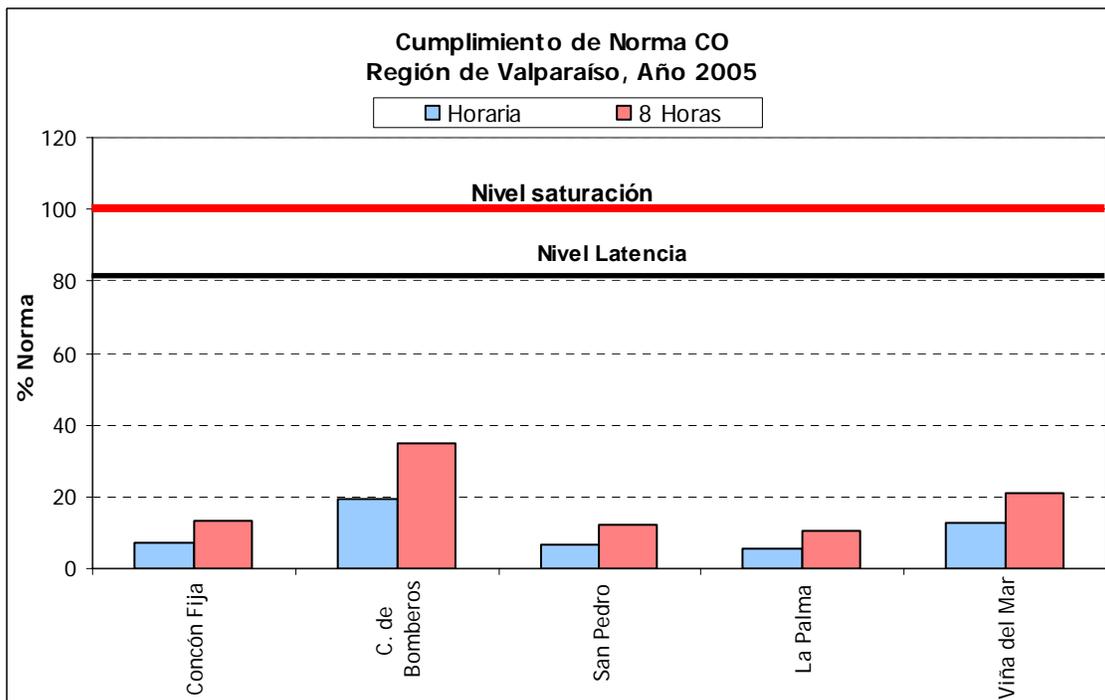
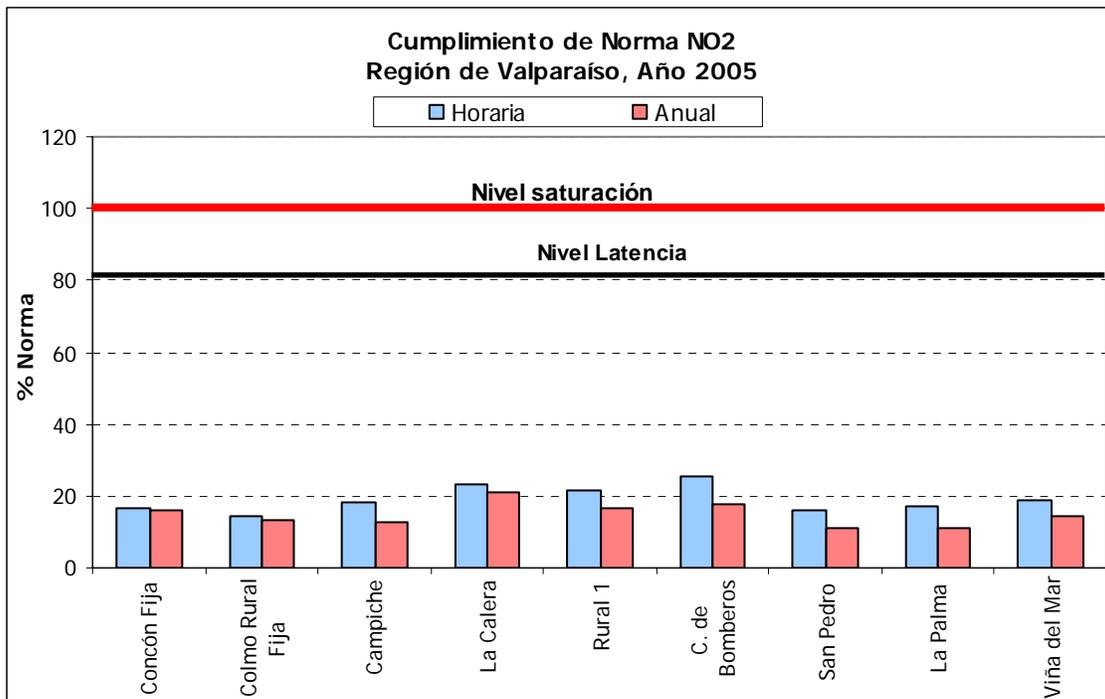
Para el resto de las estaciones valores referenciales por no completar 3 años desde declaración EMRPG

### 3.3.6 Tabla resumen valores de CO

Concentraciones en ppm				Episodios			Promedios Trimestrales y anual 2005									Percentil 99 max 1h			Percentil 99 max 8h			% Normas	
Red	Estación	N° días c/med válidas	% datos	N° días >=15 nivel 1	N° días >=30 nivel 2	N° días >=35 nivel 3	T1	n° datos	T2	n° datos	T3	n° datos	T4	n° datos	año	2003	2004	2005	2003	2004	2005	Horaria	8 Horas
ENAP Refinerías Aconcagua	Concón Urbana Fija	359	98.4	0	0	0	0.3	90	0.5	91	0.4	92	0.3	86	0.4	1.8	2.0	1.8	1.2	1.1	1.1	7 <sup>R</sup>	13 <sup>R</sup>
San Isidro - Nehuenco	C. de Bomberos	362	99.2	0	0	0	0.4	86	1.0	91	0.8	92	0.6	92	0.7	5.5	4.6	5.2	3.3	2.7	3.3	20 <sup>R</sup>	34 <sup>R</sup>
San Isidro - Nehuenco	San Pedro	361	98.9	0	0	0	0.3	90	0.4	90	0.4	91	0.3	90	0.3	1.5	2.4	1.6	1.1	1.1	1.1	7 <sup>R</sup>	12 <sup>R</sup>
San Isidro - Nehuenco	La Palma	360	98.6	0	0	0	0.2	90	0.3	88	0.2	91	0.1	90	0.2	1.8	1.5	1.1	1.1	1.0	0.7	6 <sup>R</sup>	10 <sup>R</sup>
Cosude	Viña del Mar	356	97.5	0	0	0	0.4	84	0.6	91	0.4	89	0.4	92	0.4	S/M	3.3	3.3	S/M	1.6	1.9	13 <sup>R</sup>	19 <sup>R</sup>

Notas:

<sup>R</sup> Valor referencial para norma anual ya que no se completa 3 años desde declaración EMRP o 3 años de mediciones  
 Para el resto de las estaciones valores referenciales por no completar 3 años desde declaración EMRPG



Notas:  
 Comparación con normas para NO2 y CO es solo referencial

## **3.4 Anuario Región Metropolitana**

### **3.4.1 Antecedentes generales**

La Región Metropolitana se extiende entre los 32°55' y 34°19' de latitud Sur y entre los 69°46' y 71°43' de longitud Oeste. Es la región de menor superficie en el país con 15.403 km<sup>2</sup>, la única mediterránea y la de mayor población con 6.061.185 hab.

Representa una de las áreas mejor definidas de la orografía chilena, diferenciándose claramente las tres entidades fundamentales de Chile Central: Cordillera de la Costa, Depresión Intermedia y Cordillera de los Andes. Debe agregarse una cuarta unidad, las Cuencas Marginales, que se ubican en el borde oriental de la Cordillera de la Costa. El clima predominante en la región corresponde al templado cálido con estación seca prolongada.

La metrópolis santiaguina, capital del país, es el núcleo administrativo, industrial, comercial, financiero y cultural, que concentra la mayor actividad del quehacer nacional, aportando el 41,5% del producto interno bruto (PIB).

La ciudad de Santiago presenta un grave problema de contaminación atmosférica, por material particulado respirable en la época de otoño-invierno, y por contaminación fotoquímica (ozono) en los meses de primavera y verano. La región fue declarada Zona Saturada por MP10, PTS, O<sub>3</sub> y CO y latente por NO<sub>2</sub> en el año 1996 mediante el DS131 de MINSEGPRES. En 1998 el D.S. N°16 de MINSEGPRES estableció el Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica de la Región Metropolitana (PPDA) el cual se actualizó en enero de 2004 mediante el DS58 de MINSEGPRES.

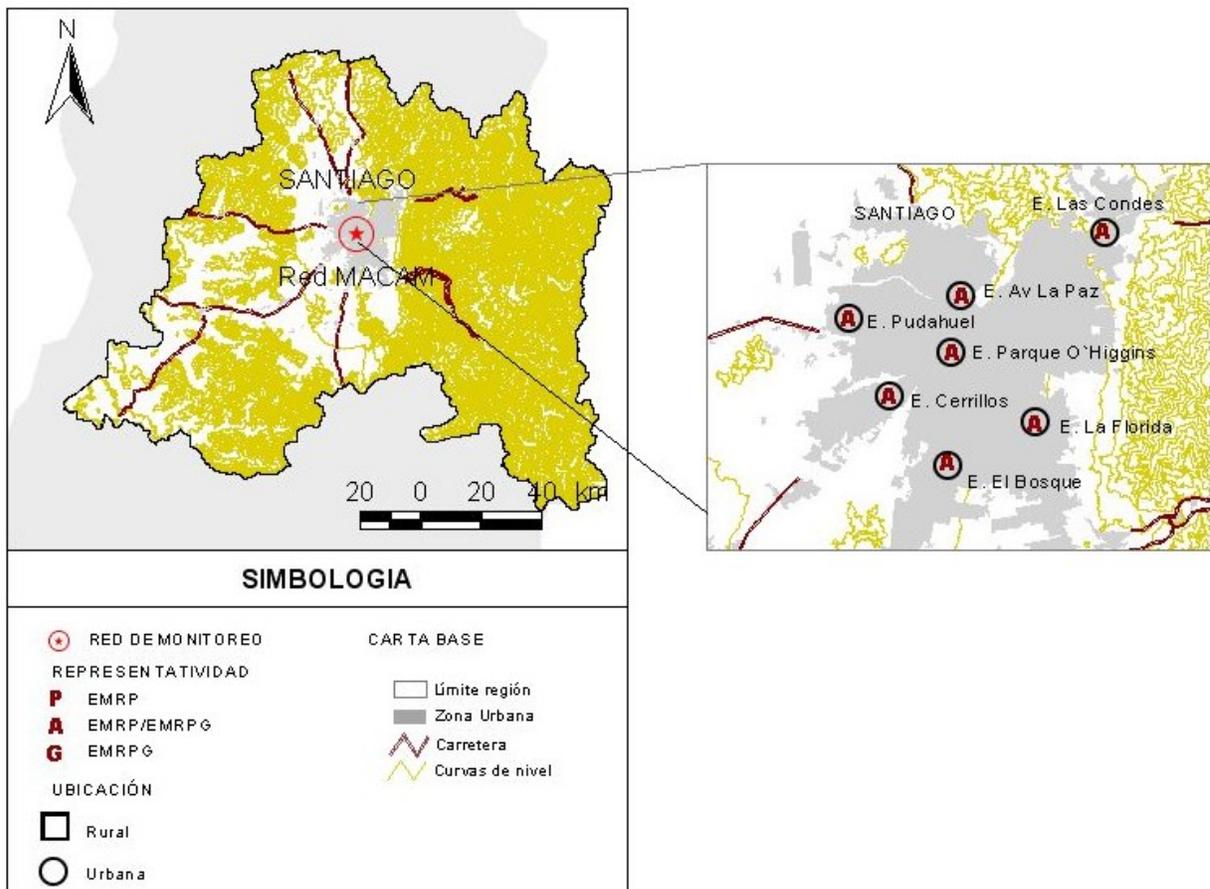
Procesos industriales, combustión en calderas, hornos y artefactos, emisiones vehiculares, polvo resuspendido desde el suelo, uso de chimeneas domiciliarias y quemas agrícolas son las principales fuentes emisoras de partículas. Emisiones vehiculares y centrales termoeléctricas a gas natural corresponden a los principales emisores de precursores de O<sub>3</sub>.

La implementación de las medidas del PPDA se ha centrado principalmente en el control de las emisiones de material particulado logrando un 100% de reducción de las Emergencias Ambientales por MP10, 95% de reducción de los eventos de Preemergencia Ambiental, 81% de reducción de los eventos de Alerta Ambiental, 27% de reducción en las concentraciones máximas de MP10 y 58% de reducción del MP2.5 (desde 1990 a la fecha). A pesar de la reducción de niveles las normas primarias de MP10, en el caso de CO y O<sub>3</sub> continúan siendo superadas.

La red de monitoreo de Santiago, red MACAM, tiene mediciones sistemáticas desde 1987 en las comunas de Santiago Centro, Las Condes e Independencia. Desde 1997 se amplió la cobertura a las comunas de La Florida, El Bosque, Pudahuel y Cerrillos. Las concentraciones más altas de MP10 ocurren en otoño-invierno en las comunas del sector poniente (Pudahuel, Cerro Navia, El Bosque, Cerrillos) y las concentraciones más altas de

O<sub>3</sub> ocurren en meses de verano en las comunas del sector oriente (Las Condes, La Florida, Lo Barnechea, etc).

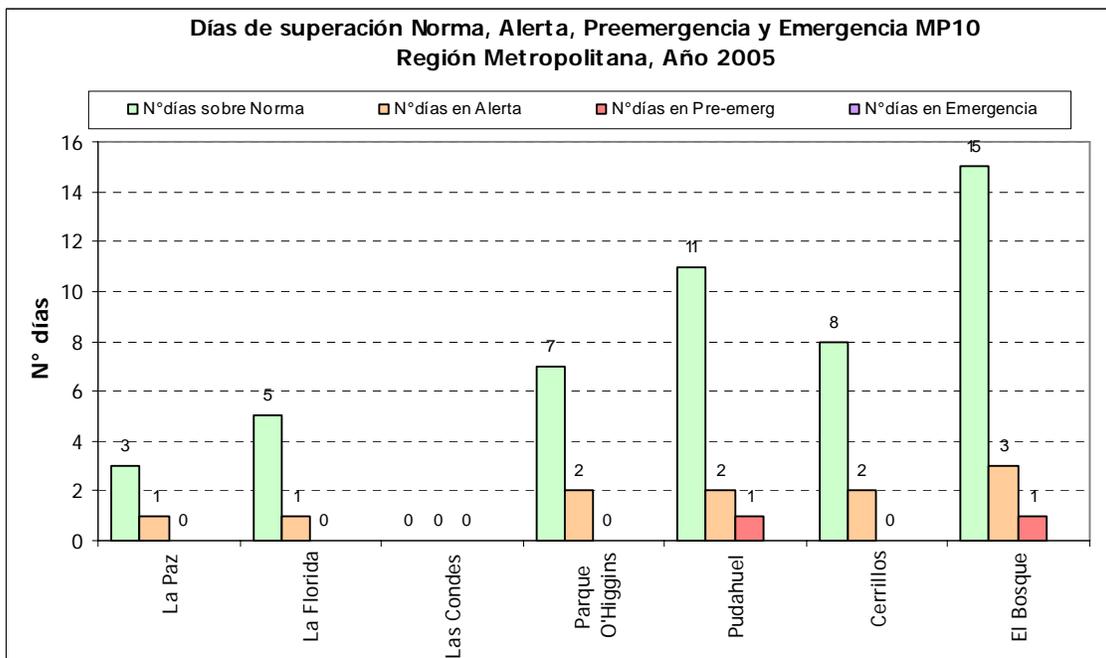
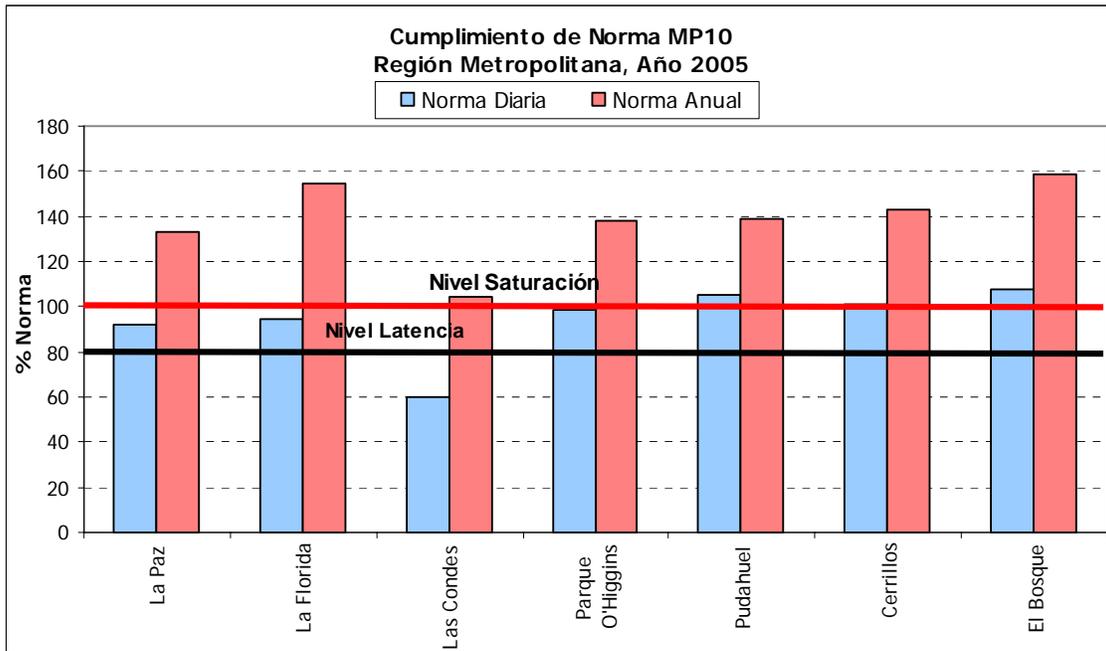
Durante los últimos años, en asociación a las Resoluciones de Calificación Ambiental (RCA) de algunos proyectos (autopistas, centrales termoléctricas), se han instalado nuevas redes de monitoreo; sin embargo, la información generada no está aún disponible para el público general. Por este motivo, la Figura 4 ilustra la ubicación de las estaciones de la red MACAM, y sólo se incluye MP10 y O<sub>3</sub> en el anuario debido a la disponibilidad de información validada.



**Figura 4 Redes y estaciones de monitoreo de calidad de aire en Región Metropolitana incluidas en Anuario**

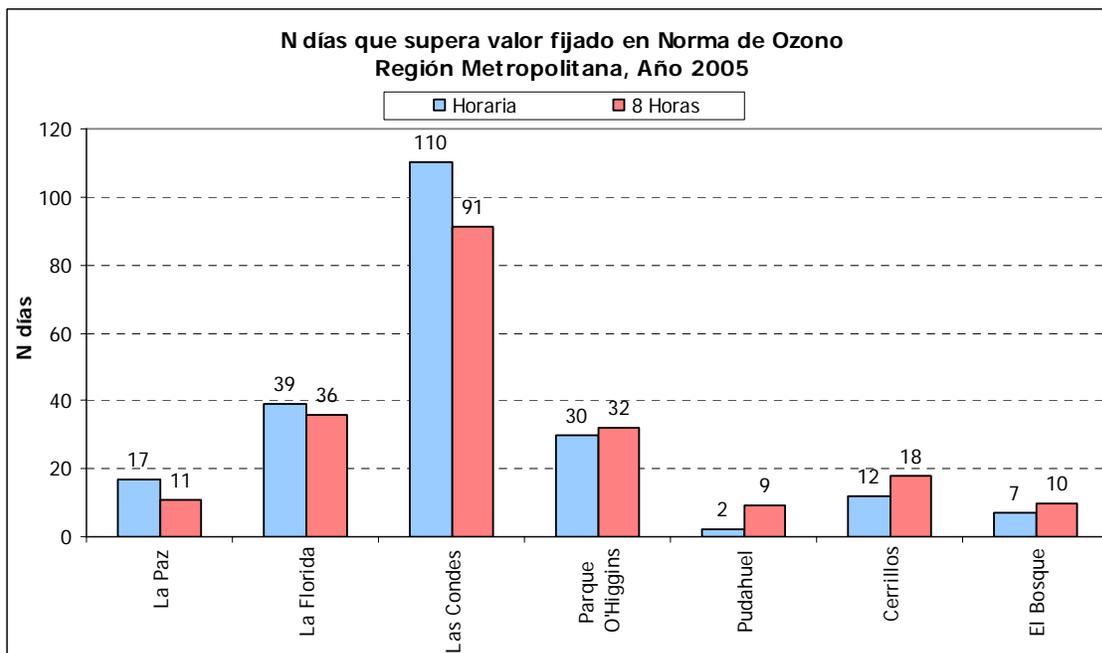
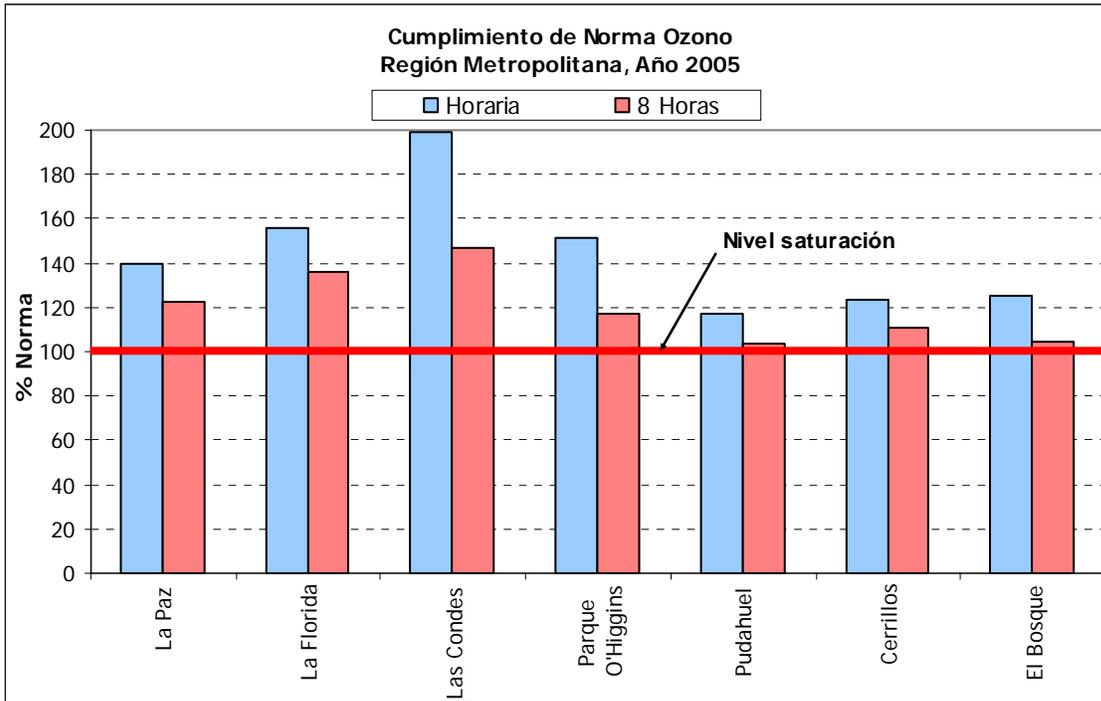
### 3.4.2 Tabla resumen valores de MP10

Concentraciones en $\mu\text{g}/\text{m}^3$						Episodios			Promedios Trimestrales 2005						Prom Anuales			% Normas			
Estación	N° días c/med válidas	% datos	Perc 98	Conc 24h máx	N° días > 150 norma	N° días ≥195 nivel 1	N° días ≥240 nivel 2	N° días ≥330 nivel 3	T1	n° datos	T2	n° datos	T3	n° datos	T4	n° datos	2003	2004	2005	Diaria	Anual
La Paz	363	99.5	138.0	178.1	3	1	0	0	60.4	89	83.2	91	71.6	92	49.2	91	71.1	62.7	66.1	92	133
La Florida	364	99.7	142.0	190.2	5	1	0	0	68.8	89	87.0	91	75.5	92	57.4	92	78.2	80.7	72.2	95	154
Las Condes	364	99.7	89.6	108.1	0	0	0	0	54.5	90	53.2	91	44.9	91	46.3	92	54.3	52.5	49.8	60	104
Parque O'Higgins	358	98.1	147.6	190.7	7	2	0	0	47.1	87	81.3	90	70.7	92	49.5	89	77.5	67.7	62.1	98	138
Pudahuel	364	99.7	157.5	199.1	11	2	1	0	65.3	90	86.3	91	63.1	91	43.1	92	77.1	66.9	64.4	105	139
Cerrillos	364	99.7	151.5	184.0	8	2	0	0	63.5	90	84.2	91	68.1	92	59.2	91	77.8	67.8	68.8	101	143
El Bosque	361	98.9	161.6	207.5	15	3	1	0	74.8	89	100.1	88	79.1	92	57.0	92	83.0	76.8	77.8	108	158



### 3.4.3 Tabla resumen valores de O<sub>3</sub>

Concentraciones en ppb			Episodios			Promedios Trimestrales y anual 2005									Maximo 1h			Percentil 99 max 8h			% Normas	
Estación	N° días c/med válidas	% datos	N° días >=204 nivel 1	N° días >=408 nivel 2	N° días >=510 nivel 3	T1	n° datos	T2	n° datos	T3	n° datos	T4	n° datos	año	2003	2004	2005	2003	2004	2005	Horaria	8 Horas
La Paz	360	98.6	0	0	0	19.4	86	6.1	91	7.3	92	18.0	91	12.7	118	64	112	100	62	63	140	123
La Florida	358	98.1	0	0	0	21.8	90	8.1	84	9.4	92	21.4	92	15.2	135	77	125	110	68	71	156	136
Las Condes	364	99.7	0	0	0	27.7	90	10.2	90	9.6	92	23.4	92	17.7	163	141	159	93	86	89	199	146
Parque O'Higgins	336	92.1	0	0	0	24.1	87	8.5	90	6.2	67	22.0	92	15.2	121	97	121	75	67	72	151	117
Pudahuel	364	99.7	0	0	0	21.5	90	8.1	91	9.4	91	20.8	92	14.9	115	83	94	63	62	65	118	104
Cerrillos	363	99.5	0	0	0	24.0	88	9.2	91	9.7	92	21.2	92	16.1	124	89	99	70	64	69	124	111
El Bosque	362	99.2	0	0	0	21.0	90	8.6	88	8.3	92	19.2	92	14.2	103	112	100	69	59	64	125	105



## **3.5 Anuario VI Región del Libertador Bernardo O'Higgins**

### **3.5.1 Antecedentes Generales**

La región se extiende entre los 33°51' y los 35°01' de latitud Sur y desde los 70°02' de longitud Oeste hasta el Océano Pacífico. Cuenta con una superficie de 16.387 km<sup>2</sup> y una población de 780.627 hab, con un 70% de población urbana y 30% de población rural.

El relieve de la región corresponde a planicies litorales, que alcanzan un desarrollo entre 25 a 30 kilómetros; Cordillera de la Costa; Depresión Intermedia, donde se pueden distinguir la Cuenca de Rancagua al Norte y la Depresión Intermedia propiamente tal al sur de la angostura de Pelequén, y Cordillera de los Andes. La región se encuentra bajo el dominio del clima templado cálido con lluvias invernales (mediterráneo).

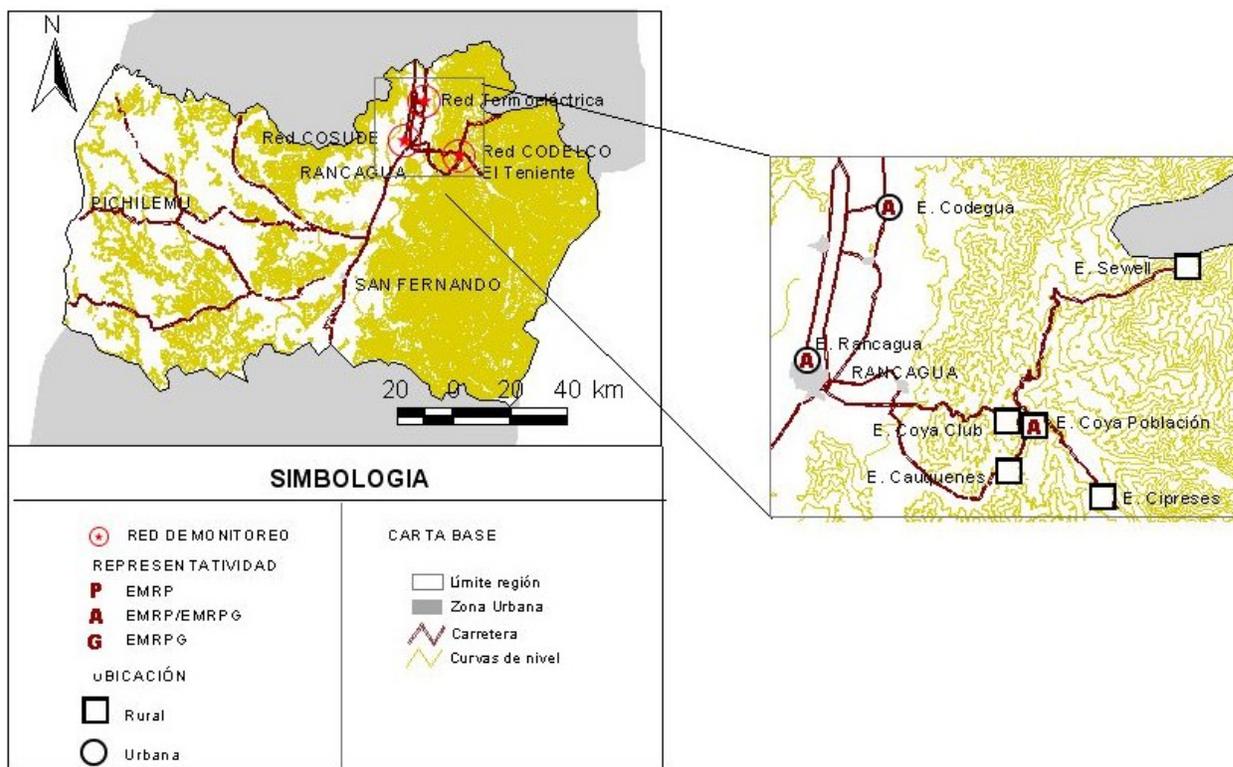
Los sectores silvoagropecuario, minero, comercio e industria manufacturera concentran el 76.3% del PIB regional. El sector silvoagropecuario aporta el 30% al PIB regional, destacando la producción frutícola de manzanas, uvas, peras y carozos. La minería, con el cobre, su principal producto, aporta el 24.8% de la producción nacional.

La fuente emisora de contaminantes atmosféricos más importante en la región corresponde a la Fundición Caletones de la División El Teniente de Codelco, la cual ha cumplido en forma satisfactoria las metas de reducción de emisiones de SO<sub>2</sub> y MP10 establecidas en el Plan de Descontaminación decretado el año 1998 mediante el DS 081 de MINSEGPRES, lo cual se ha traducido en la disminución de las concentraciones de SO<sub>2</sub> y MP10 en el área de influencia de la fundición (en la comuna de Machalí) declarada Zona Saturada por SO<sub>2</sub> y MP10 en el año 1994 mediante DS. N° 179 del MINSEGPRES. Las concentraciones obtenidas en el 2005 verifican el cumplimiento de las normas primarias, por lo cual la COREMA ha solicitado levantar la declaración de Zona Saturada para efectos de normas primarias manteniendo Zona Saturada por SO<sub>2</sub> horario (norma secundaria) y declarar Zona Latente por MP10 la localidad de Coya.

La cercanía a la Región Metropolitana y la instalación de centrales termoeléctricas en la zona de San Francisco de Mostazal podría implicar, en el mediano plazo, aumento de las concentraciones de contaminantes secundarios, especialmente de ozono, tanto por aumento de las emisiones de sus precursores como por el traslado de masas de aire contaminado desde Santiago.

Asociadas a las fuentes emisoras se han establecido 2 redes de monitoreo. En 1991, mediante el D.S. N° 185 del Ministerio de Minería, se dispuso la instalación de una red permanente de monitoreo de calidad de aire en la zona circundante a la Fundición Caletones y desde 2004, mediante una RCA, se estableció la red de la central Térmica Candelaria. En julio de 2004, el Proyecto COSUDE de MINSAL y CONAMA incorporó medición de calidad de aire en Rancagua, la cual ha verificado altas concentraciones de MP10 diario y anual, situación que podría significar declarar Zona saturada en los próximos años.

La ubicación de las estaciones incluidas en el anuario se presenta en la Figura 5. Los parámetros de cada estación incluidos en el anuario por contar con mediciones e información disponible se presentan la Tabla 1-6.



**Figura 5 Redes y estaciones de monitoreo de calidad de aire en VI Región incluidas en Anuario**

### 3.5.2 Tabla resumen valores de MP10

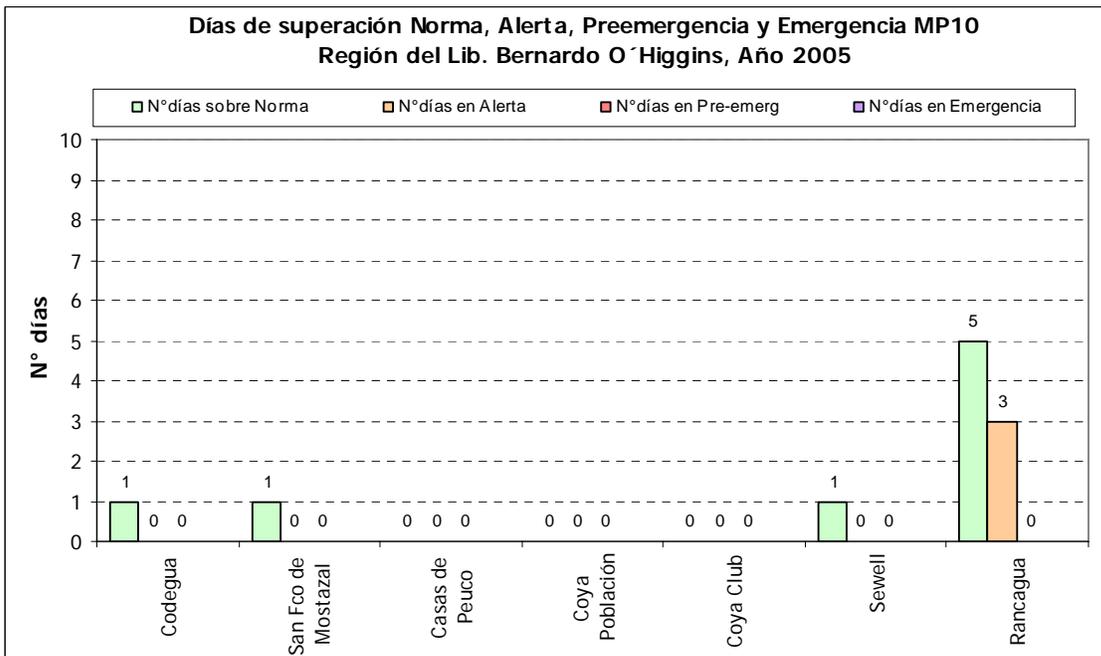
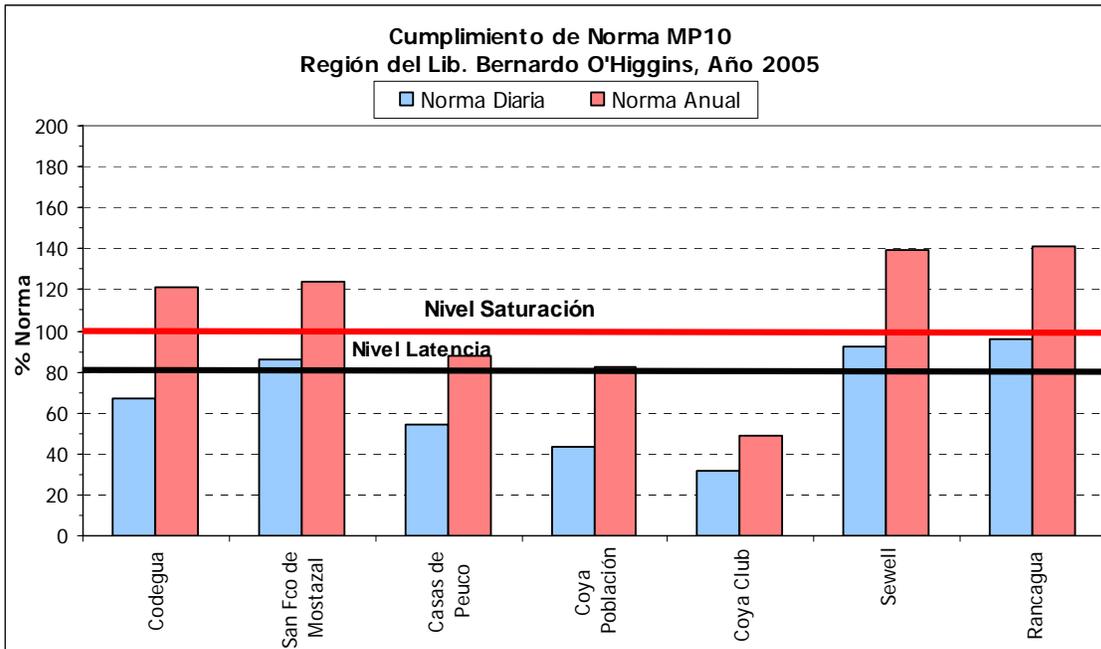
Concentraciones en $\mu\text{g}/\text{m}^3$						Episodios			Promedios Trimestrales 2005								Prom Anuales			% Normas		
Red	Estación	N° días c/med válidas	% datos	Perc 98	Conc 24h máx	N° días > 150 norma	N° días $\geq 195$ nivel 1	N° días $\geq 240$ nivel 2	N° días $\geq 330$ nivel 3	T1	n° datos	T2	n° datos	T3	n° datos	T4	n° datos	2003	2004	2005	Diaria	Anual
Termo-eléctrica Candelaria	Codegua	111	91.0	100.1	151.8	1	0	0	0	63.2	30	60.7	30	53.9	31	38.9	20	S/M	65.9	55.5	67	121 <sup>R</sup>
	San Fco de Mostazal	110	90.2	128.4	157.3	1	0	0	0	61.6	29	66.9	30	62.5	31	38.8	20	S/M	64.7	59.0	86	124 <sup>R</sup>
	Casas de Peuco	110	90.2	80.8	127.3	0	0	0	0	48.2	30	42.4	30	38.5	30	34.7	20	S/M	45.8	41.5	54	87 <sup>R</sup>
CODELCO El Teniente	Coya Población	115	94.3	65.0	83.0	0	0	0	0	50.0	29	32.6	30	32.0	27	35.1	29	45.8	40.4	37.4	43	82
	Coya Club	115	94.3	47.0	78.0	0	0	0	0	34.0	28	18.4	29	16.3	29	25.9	29	26.8	23.5	23.5	31 <sup>R</sup>	49 <sup>R</sup>
	Sewell	114	93.4	138.0	154.0	1	0	0	0	82.2	30	52.9	29	37.3	27	66.9	28	69.0	77.6	61.8	92 <sup>R</sup>	139 <sup>R</sup>
COSUDE	Rancagua	323	88.5	143.4	210.6	5	3	0	0	69.5	74	75.8	91	77.4	92	53.7	66	S/M	71.3	70.2	96	142 <sup>R</sup>

Notas:

S/M: Sin mediciones

<sup>R</sup> Valor referencial por no contar con 3 años de mediciones o declaración EMRP

Sewell no está declarada EMRP



**Notas:**

Norma diaria para Coya Población y Sewell es solo referencial

Norma anual para Codegua, San Fco Mostazal, Casas Peuco, Coya Club, Sewell y Rancagua es solo referencial.

### 3.5.3 Tabla resumen valores de SO<sub>2</sub>

Concentraciones en ppb				Episodios			Promedios Trimestrales 2005								Prom Anuales			Percentil 99 conc 24h			% Normas	
Red	Estación	N° días c/med válidas	% datos	N° días >=750 nivel 1	N° días >=1000 nivel 2	N° días >=1500 nivel 3	T1	n° datos	T2	n° datos	T3	n° datos	T4	n° datos	2003	2004	2005	2003	2004	2005	Diaria	Anual
Termo-eléctrica Candelaria	Codegua	353	96.7	0	0	0	1.1	90	2.1	82	0.8	89	0.6	92	S/M	1.2	1.2	S/M	8.8	6.2	8 <sup>R</sup>	4 <sup>R</sup>
	San Fco de Mostazal	330	90.4	0	0	0	1.2	90	0.8	87	0.8	92	0.6	61	S/M	1.5	0.8	S/M	5.0	4.1	5 <sup>R</sup>	4 <sup>R</sup>
	Casas de Peuco	360	98.6	0	0	0	1.4	90	1.5	86	1.1	92	1.1	92	S/M	1.1	1.3	S/M	7.6	5.2	7 <sup>R</sup>	4 <sup>R</sup>
CODELCO El Teniente	Coya Población	364	99.7	0	0	0	2.5	81	5.2	81	3.8	65	0.7	55	3.8	3.1	3.1	35.6	36.7	33.4	37 <sup>R</sup>	11 <sup>R</sup>
	Cipreses	364	99.7	0	0	0	2.3	85	3.3	83	2.1	82	2.5	84	1.9	3.7	2.6	12.3	22.6	12.9	17 <sup>R</sup>	9 <sup>R</sup>
	Cauquenes	364	99.7	0	0	0	1.9	74	4.4	86	4.1	86	2.2	88	3.2	4.1	3.1	23.7	29.6	15.1	24 <sup>R</sup>	11 <sup>R</sup>
	Coya Club	363	99.5	0	0	0	11.1	74	23.0	79	8.8	79	6.9	80	14.1	18.3	12.5	78.4	93.4	102.5	95 <sup>R</sup>	48 <sup>R</sup>
COSUDE	Sewell	356	97.5	33	46	64	268.4	90	134.1	91	37.1	78	233.5	88	233.7	292.4	168.3	958.3	1128.9	777.5	995 <sup>R</sup>	747 <sup>R</sup>
	Rancagua	330	90.4	0	0	0	5.3	81	6.8	90	5.0	87	5.0	70	S/M	3.8	5.5	S/M	16.5	15.7	17 <sup>R</sup>	15 <sup>R</sup>

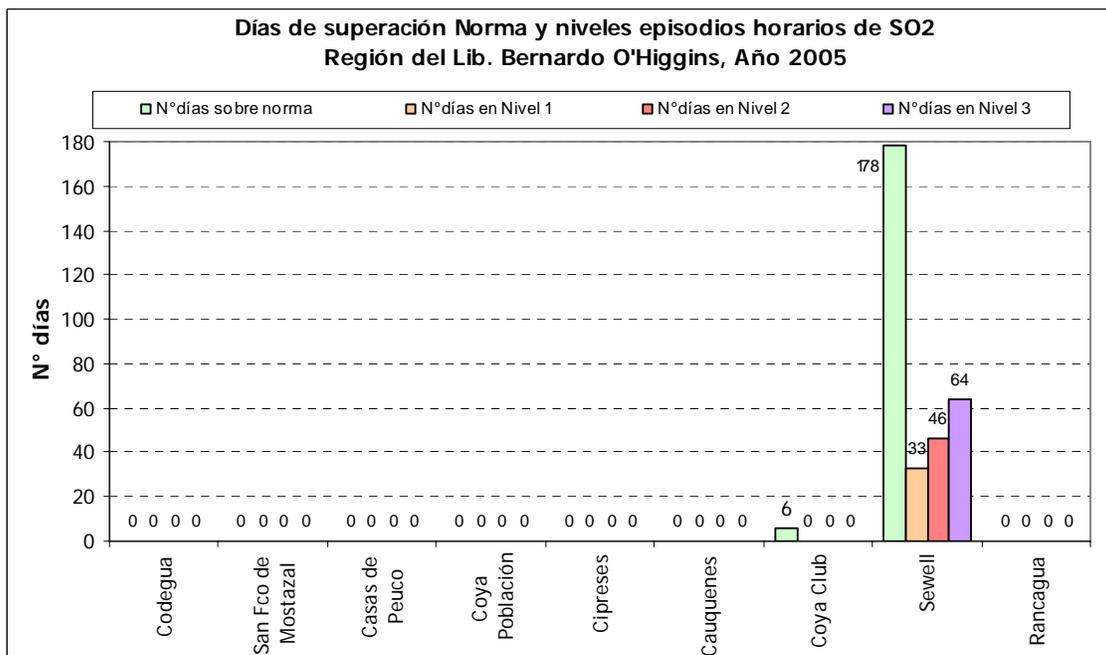
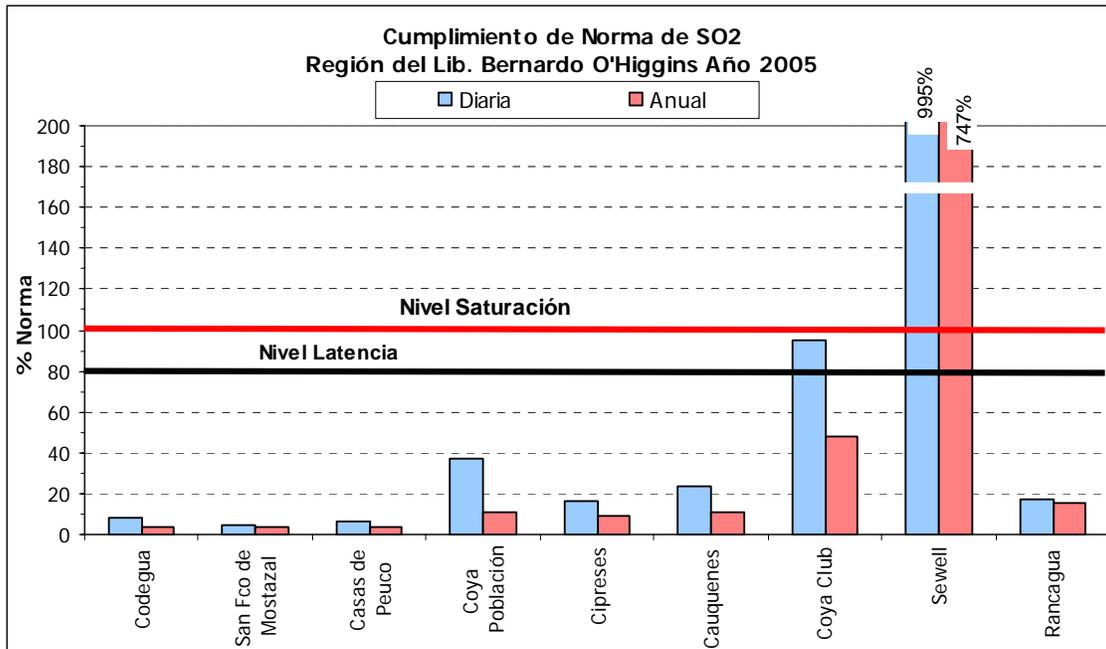
**Notas:**

S/M: Sin mediciones      S/I: Información no recibida

<sup>R</sup> Valor referencial por no contar con 3 años de mediciones o declaración EMRPG

Solamente la estación Coya Población tiene EMRPG de la red Codelco El Teniente

Para el resto de las estaciones valores referenciales por no completar 3 años desde declaración EMRPG



Notas:  
 Valor referencial para norma diaria y anual en todas las estaciones

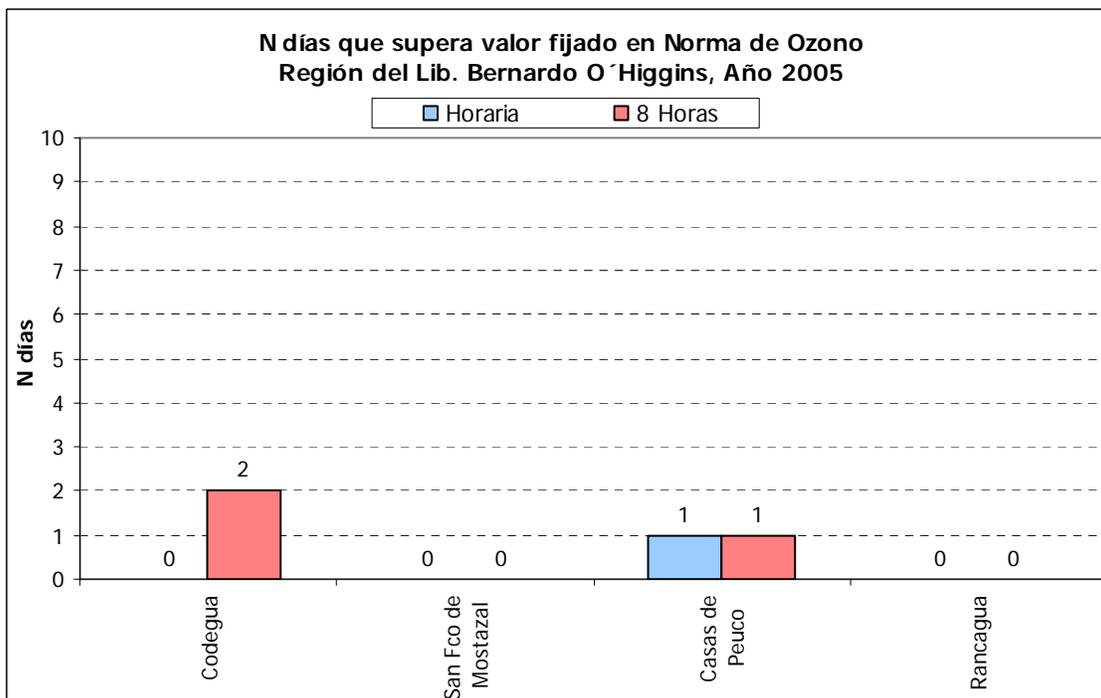
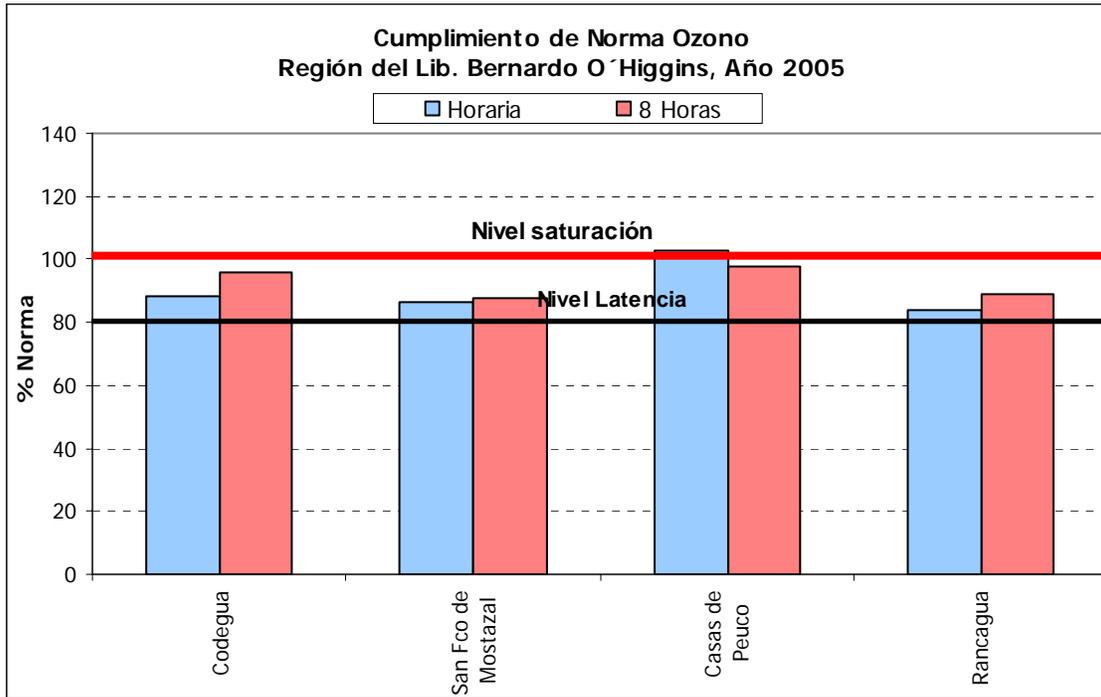
### 3.5.4 Tabla resumen valores de O<sub>3</sub>

Concentraciones en ppb				Episodios			Promedios Trimestrales y anual 2005									Maximo 1h			Percentil 99 max 8h			% Normas	
Red	Estación	Nº días c/med válidas	% datos	Nº días >=204 nivel 1	Nº días >=408 nivel 2	Nº días >=510 nivel 3	T1	nº datos	T2	nº datos	T3	nº datos	T4	nº datos	año	2003	2004	2005	2003	2004	2005	Horaria	8 Horas
Termo-eléctrica Candelaria	Codegua	362	99.2	0	0	0	22.1	90	10.8	88	12.6	92	22.2	92	16.9	S/M	78.5	70.6	S/M	59.3	58.0	88 <sup>R</sup>	96 <sup>R</sup>
	San Fco de Mostazal	330	90.4	0	0	0	17.4	90	9.8	87	9.6	92	17.6	61	13.6	S/M	83.9	69.3	S/M	52.3	55.0	87 <sup>R</sup>	88 <sup>R</sup>
	Casas de Peuco	343	94.0	0	0	0	24.4	90	14.2	74	15.8	87	23.6	92	19.5	S/M	103.6	82.3	S/M	62.4	57.1	103 <sup>R</sup>	98 <sup>R</sup>
COSUDE	Rancagua	319	87.4	0	0	0	20.9	84	11.1	90	11.4	91	18.9	54	15.6	S/M	77.5	67.3	S/M	54.9	53.6	84 <sup>R</sup>	89 <sup>R</sup>

Notas:

S/M: Sin mediciones

<sup>R</sup> Valor referencial por contar con un período menor a 3 años de mediciones o declaración EMRPG



Notas:  
 Valor referencial de comparación con normas para todas las estaciones

### 3.5.5 Tabla resumen valores de NO<sub>2</sub>

Concentraciones en ppb				Episodios			Promedios Trimestrales 2005								Prom Anuales			Percentil 99 conc 24h			% Normas	
Red	Estación	N° días c/med válidas	% datos	N° días >=601 nivel 1	N° días >=1202 nivel 2	N° días >=1596 nivel 3	T1	n° datos	T2	n° datos	T3	n° datos	T4	n° datos	2003	2004	2005	2003	2004	2005	Diaria	Anual
Termo-eléctrica Candelaria	Codegua	361	98.9	0	0	0	6.1	90	8.7	91	8.0	88	4.4	92	S/M	7.3	6.8	S/M	39.7	41.6	19 <sup>R</sup>	13 <sup>R</sup>
	San Fco de Mostazal	334	91.5	0	0	0	7.7	90	6.8	91	6.7	92	5.9	61	S/M	8.8	6.8	S/M	49.7	43.3	22 <sup>R</sup>	15 <sup>R</sup>
	Casas de Peuco	362	99.2	0	0	0	5.2	90	7.3	88	3.4	92	1.7	92	S/M	3.6	4.4	S/M	61.2	100.1	38 <sup>R</sup>	8 <sup>R</sup>
COSUDE	Rancagua	277	75.9	0	0	0	6.2	65	13.9	91	10.0	92	6.3	29	S/M	12.0	9.1	S/M	56.1	47.8	24 <sup>R</sup>	20 <sup>R</sup>

Notas:

S/M: Sin mediciones

<sup>R</sup> Valor referencial por contar con un período menor a 3 años de mediciones o declaración EMRPG

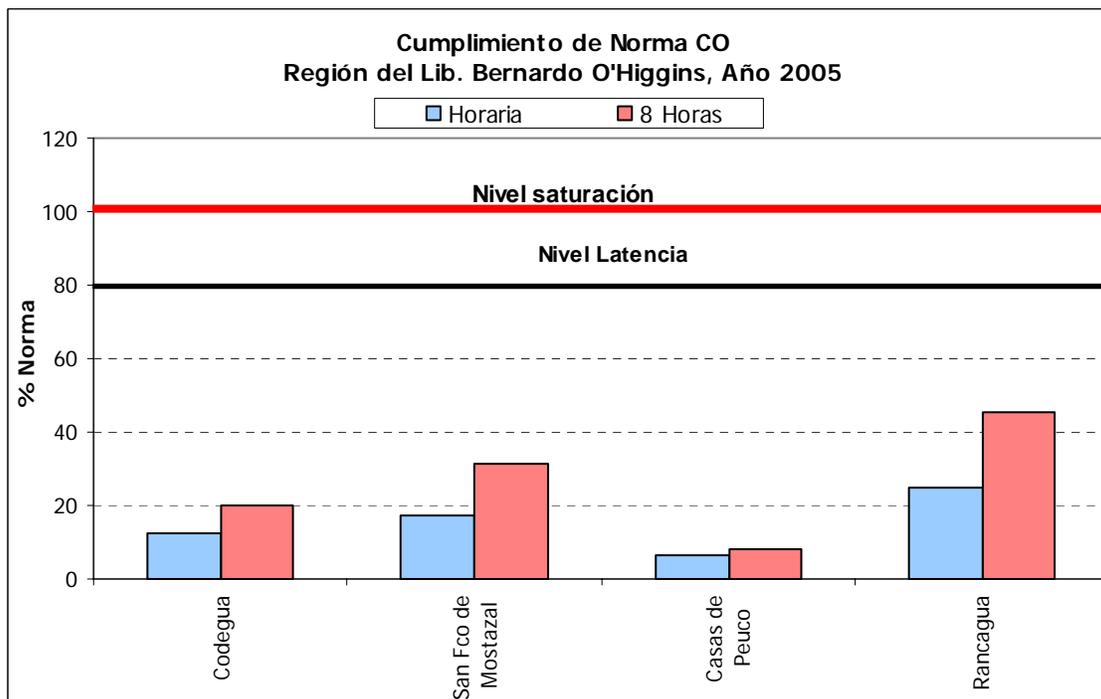
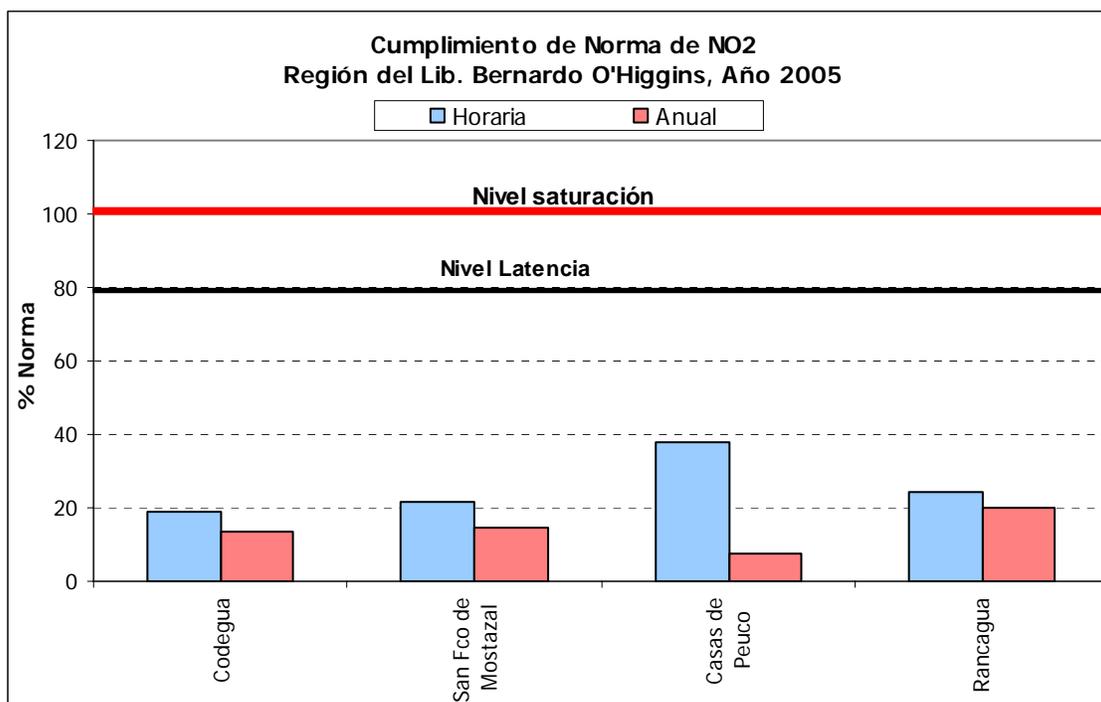
### 3.5.6 Tabla resumen valores de CO

Concentraciones en ppm				Episodios			Promedios Trimestrales y anual 2005									Percentil 99 max 1h			Percentil 99 max 8h			% Normas	
Red	Estación	N° días c/med válidas	% datos	N° días >=15 nivel 1	N° días >=30 nivel 2	N° días >=35 nivel 3	T1	n° datos	T2	n° datos	T3	n° datos	T4	n° datos	año	2003	2004	2005	2003	2004	2005	Horaria	8 Horas
Termo-eléctrica Candelaria	Codegua	352	96.4	0	0	0	0.2	77	0.3	91	0.3	92	0.1	92	0.3	S/M	3.3	3.3	S/M	1.9	1.8	13 <sup>R</sup>	20 <sup>R</sup>
	San Fco de Mostazal	361	98.9	0	0	0	0.2	90	0.5	87	0.4	92	0.1	92	0.3	S/M	4.6	4.4	S/M	2.9	2.7	17 <sup>R</sup>	31 <sup>R</sup>
	Casas de Peuco	351	96.2	0	0	0	0.3	77	0.2	90	0.2	92	0.1	92	0.2	S/M	1.9	1.5	S/M	0.8	0.7	7 <sup>R</sup>	8 <sup>R</sup>
COSUDE	Rancagua	323	88.5	0	0	0	0.2	79	0.7	86	0.5	88	0.2	70	0.4	S/M	6.3	6.6	S/M	4.2	4.0	25 <sup>R</sup>	46 <sup>R</sup>

Notas:

S/M: Sin mediciones

<sup>R</sup> Valor referencial por contar con un período menor a 3 años de mediciones o declaración EMRPG



Notas:  
 Valor referencial de comparación con normas para todas las estaciones

## **3.6 Anuario IX Región de la Araucanía**

### **3.6.1 Antecedentes generales**

La Región de La Araucanía se extiende entre los 37°35' y 39°37' de latitud Sur y desde los 70°50' de longitud Oeste hasta el Océano Pacífico. Cuenta con una superficie de 31.842 km<sup>2</sup> y una población de 869.535 hab, con un 68% de población rural.

El relieve de la región corresponde a Planicies litorales; Cordillera de la Costa; Depresión Intermedia; Precordillera y Cordillera de los Andes. Se observa una transición entre los climas de tipo mediterráneo con degradación húmeda y los climas templado-lluviosos con influencia oceánica, distinguiéndose el clima templado cálido con estación seca corta; clima templado cálido lluvioso con influencia mediterránea; clima templado frío-lluvioso con influencia mediterránea y clima de hielo de altura.

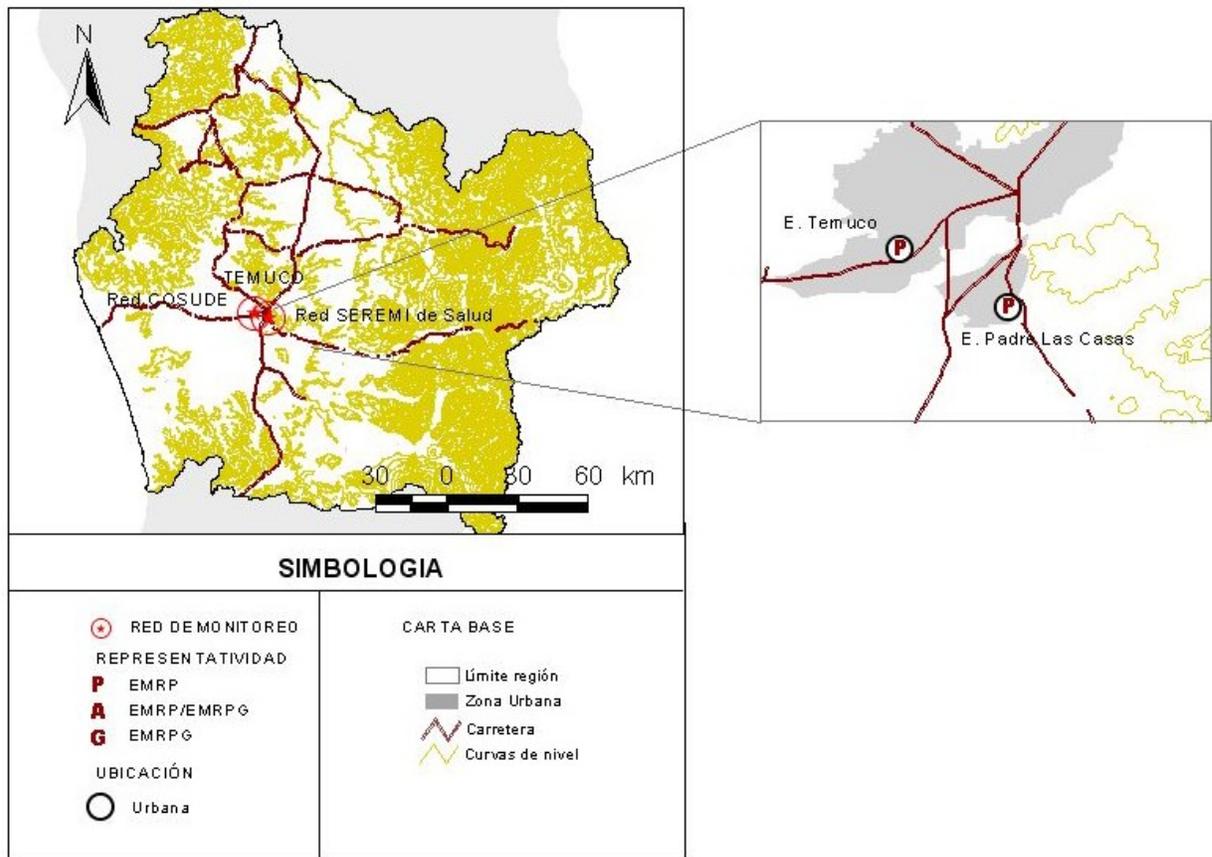
La principal actividad económica de la Región de La Araucanía es la silvoagropecuaria, destacando los cultivos tradicionales de cereales como trigo, avena, cebada y raps, además de la papa y el lupino. Todos los anteriores, excepto el cultivo de la papa, representan las mayores superficies cultivadas del país. Es destacable la producción pecuaria, especialmente el rubro bovino. Asimismo, la actividad forestal ha experimentado un gran incremento, principalmente en la provincia de Malleco, referido a la plantación y cosecha de pino y eucalipto.

Las comunas que han identificado problemas de contaminación atmosférica son Temuco y Padre Las Casas, debido principalmente a la utilización de leña como combustible en cocinas y calefactores domésticos. Las emisiones de estas fuentes se concentran mayoritariamente en meses fríos (abril a agosto) por la presencia de bancos de niebla, bajas temperaturas y la ausencia de viento, generando episodios de altas concentraciones diarias de MP10 que superan los niveles normados. En el resto del año las concentraciones de MP10 son bajas.

En Temuco se realiza monitoreo continuo de MP10 desde mediados del año 2000, en cambio en Padre Las Casas se inició un monitoreo permanente de MP10 a fines de 2002. En Abril de 2004 el Proyecto COSUDE de MINSAL y CONAMA incorporó mediciones continuas de CO y NO<sub>x</sub> en Temuco.

Debido a las altas concentraciones de MP10, principalmente en invierno, el DS 35 de MINSEGPRES declaró en el año 2005 Zona Saturada a Temuco y Padre Las Casas por concentraciones diarias de MP10. Actualmente está en elaboración un Plan de Descontaminación.

La ubicación de las estaciones se presenta en la Figura 6. Los parámetros de cada estación incluidos en el anuario por contar con mediciones e información disponible se presentan en la Tabla 1-7.



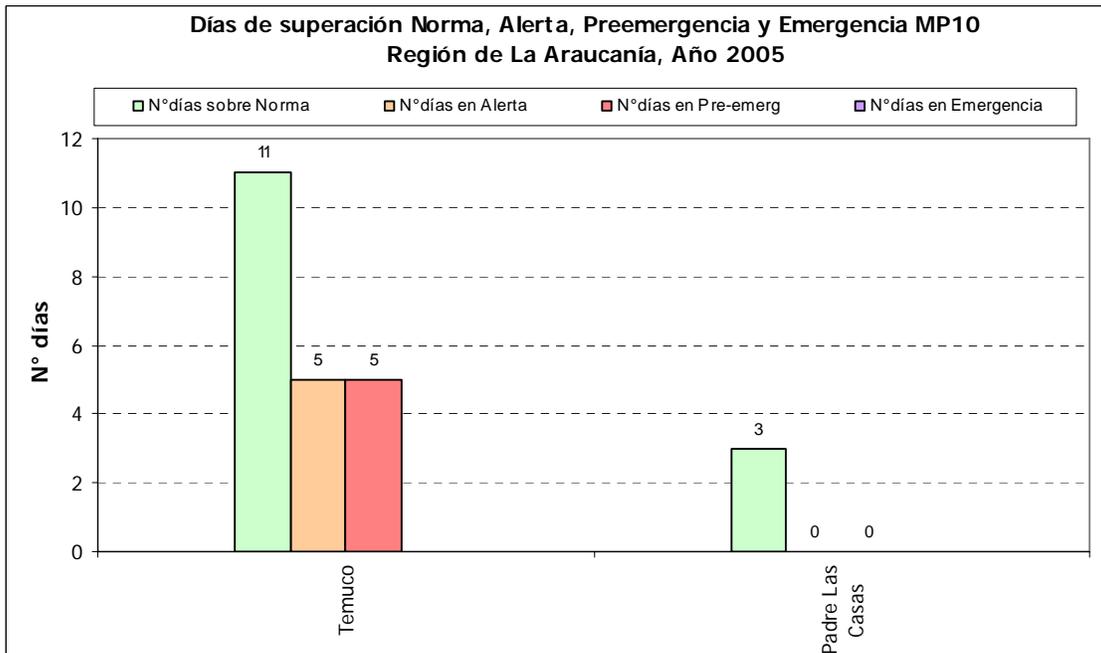
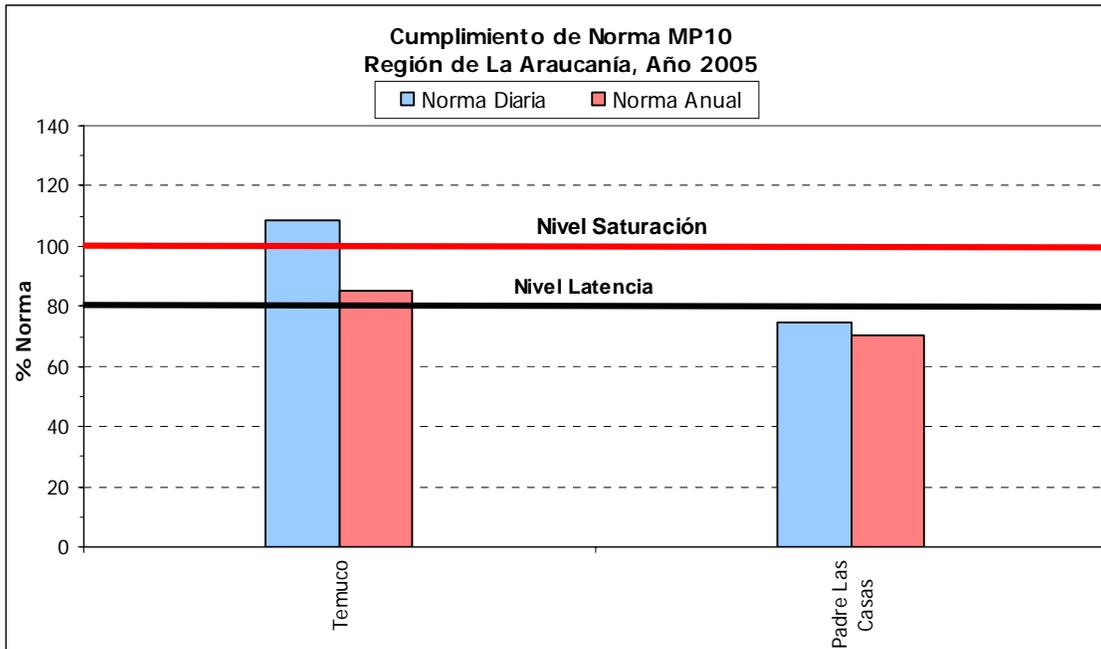
**Figura 6 Redes y estaciones de monitoreo de calidad de aire en IX Región incluidas en Anuario**

### 3.6.2 Tabla resumen valores de MP10

Concentraciones en $\mu\text{g}/\text{m}^3$							Episodios			Promedios Trimestrales 2005							Prom Anuales			% Normas		
Red	Estación	N° días c/med válidas	% datos	Perc 98	Conc 24h máx	N° días > 150 norma	N° días $\geq 195$ nivel 1	N° días $\geq 240$ nivel 2	N° días $\geq 330$ nivel 3	T1	n° datos	T2	n° datos	T3	n° datos	T4	n° datos	2003	2004	2005	Diaria	Anual
COSUDE	Temuco	333	91.2	162.6	262.3	11	5	5	0	23.7	90	66.0	83	72.7	92	21.7	68	36.8	42.8	48.4	108	85 <sup>R</sup>
SEREMI Salud	Padre Las Casas	305	83.6	87.8	152.7	1	0	0	0	14.2	67	34.2	82	37.0	75	22.4	81	32.9	39.8	25.8	59	66 <sup>R</sup>

Notas:

<sup>R</sup> Valor referencial por contar con un período menor a 3 años de mediciones EMRP



Notas:  
 Comparación con norma anual sólo referencial por no cumplir con 3 años EMRP

### 3.6.3 Tabla resumen valores de CO

Concentraciones en ppm				Episodios			Promedios Trimestrales y anual 2005									Percentil 99 max 1h			Percentil 99 max 8h			% Normas	
Red	Estación	N° días c/med válidas	% datos	N° días >=15 nivel 1	N° días >=30 nivel 2	N° días >=35 nivel 3	T1	n° datos	T2	n° datos	T3	n° datos	T4	n° datos	año	2003	2004	2005	2003	2004	2005	Horaria	8 Horas
COSUDE	Temuco	360	98.6	0	0	0	0.7	89	1.2	86	0.9	91	0.6	90	0.9	S/M	10.1	9.8	S/M	6.9	6.4	38 <sup>R</sup>	74 <sup>R</sup>

Notas:

S/M: Sin mediciones

<sup>R</sup> Valor referencial por contar con un período menor a 3 años de mediciones

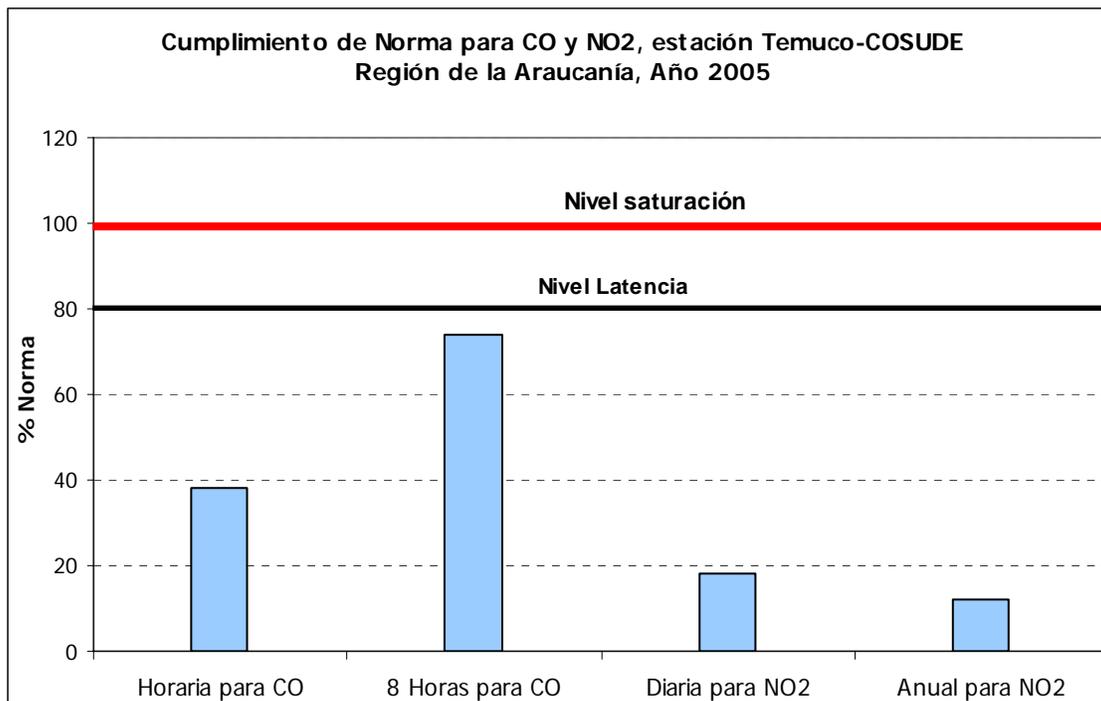
### 3.6.4 Tabla resumen valores de NO<sub>2</sub>

Concentraciones en ppb				Episodios			Promedios Trimestrales 2005								Prom Anuales			Percentil 99 conc 24h			% Normas	
Red	Estación	N° días c/med válidas	% datos	N° días >=601 nivel 1	N° días >=1202 nivel 2	N° días >=1596 nivel 3	T1	n° datos	T2	n° datos	T3	n° datos	T4	n° datos	2003	2004	2005	2003	2004	2005	Diaria	Anual
COSUDE	Temuco	350	95.9	0	0	0	2.5	81	8.1	84	9.4	87	3.0	92	S/M	7.0	5.7	S/M	39.9	38.0	18 <sup>R</sup>	12 <sup>R</sup>

Notas:

S/M: Sin mediciones

<sup>R</sup> Valor referencial por contar con un período menor a 3 años de mediciones



Notas:

Comparación con normas solo referencial por no cumplir con 3 años EMRPG

## 4. Gestión en Planes de descontaminación

### 4.1 Antecedentes generales

La recuperación de la calidad del aire en aquellos lugares con graves problemas de contaminación, como la Región Metropolitana y el entorno de grandes refinerías de cobre, ha sido una de las prioridades gubernamentales de los últimos quince años. Los esfuerzos realizados en esta materia han permitido reducir en un 85% los episodios críticos de contaminación atmosférica en la cuenca de Santiago, mientras en el tema minero, las emisiones de anhídrido sulfuroso se han reducido en promedio un 80%, y las de material particulado, en un 67%.

Los Planes de descontaminación vigentes son:

En Centros Mineros:

- Plan de descontaminación de Fundición Chuquicamata
- Plan de descontaminación de Fundición Fernán Videla Lira (Paipote)
- Plan de descontaminación de Fundición Potrerillos
- Plan de descontaminación de María Elena
- Plan de Descontaminación Atmosférica del Complejo Industrial Ventanas (consulta: Aun está vigente??)
- Plan de Descontaminación Atmosférica Fundición Caletones (consulta: Aun está vigente??)
- 

En Centros Urbanos:

- Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica de la Región Metropolitana

En elaboración

- Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica de Temuco y Padre Las Casas

Además, CONAMA ha realizado diagnósticos del estado de la calidad del aire en las principales ciudades del país, lo que ha permitido iniciar gestiones de solución para aquellos problemas detectados, entre ellos la contaminación generada por la combustión de leña y por la intensa actividad industrial. (CONAMA, 2006).

## 4.2 Plan de Descontaminación de Fundición Chuquicamata

El área circundante a la Fundición Chuquicamata de CODELCO Chile fue declarada zona saturada por Material Particulado Respirable y Anhídrido Sulfuroso el año 1991. El año 1993, fue aprobado el primer Plan de Descontaminación para la zona, el cual daba plazo hasta fines del año 1999 para cumplir con las normas de calidad de aire de Anhídrido Sulfuroso, fijando un cronograma de reducción de emisiones para ambos contaminantes en saturación.

La captura de Anhídrido Sulfuroso aumentó desde aproximadamente un 30% en el año 1990, a cerca de un 78% en el año 1998. Se estima que la calidad del aire por SO<sub>2</sub> mejoró en promedio, en un 45%, registrándose una disminución importante del número de episodios críticos (en un 50% aproximadamente).

El año 1998, aunque se estaban cumpliendo las metas de emisión estipuladas, la empresa solicitó la reformulación del Plan de Descontaminación, el cual fue decretado el año 2001 estableciendo un nuevo cronograma de reducción de emisiones para Anhídrido Sulfuroso, un tope anual de emisiones de MP10 y Planes Operacionales para enfrentar episodios críticos por SO<sub>2</sub> y MP10 que corresponden a un control dinámico preventivo de las emisiones basado en la información entregada por la red de monitoreo de la empresa y por el pronóstico meteorológico experto.

En el periodo 1999 – 2003, la captura de SO<sub>2</sub> se elevó desde aproximadamente el 78% al 95%, y la calidad de aire promedio por SO<sub>2</sub> presentó en los últimos años una mejoría sostenida alcanzando sólo niveles de latencia. Por este motivo, a fines de 2005 el D.S. N° 55/2005 del MINSEGPRES cambió Chuquicamata de zona saturada a zona latente por SO<sub>2</sub> y se ha iniciado formalmente el proceso de revisión del Plan de Descontaminación Atmosférica y la elaboración de un Plan de Prevención en la zona.

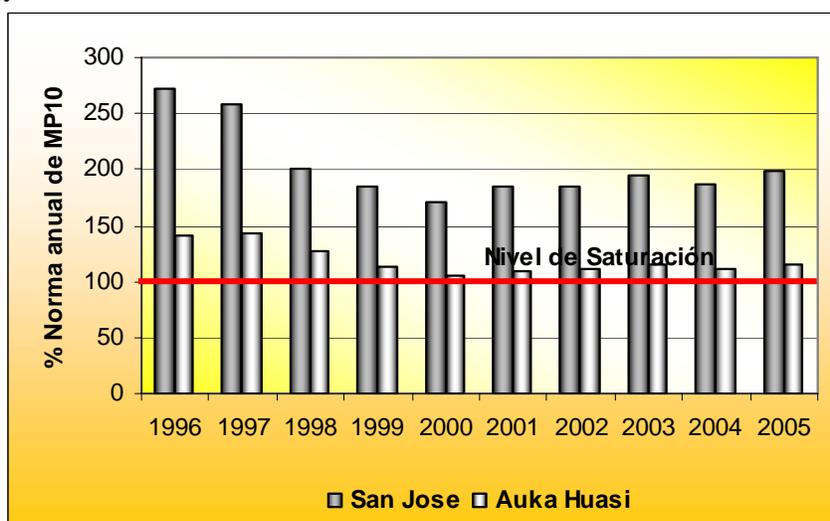
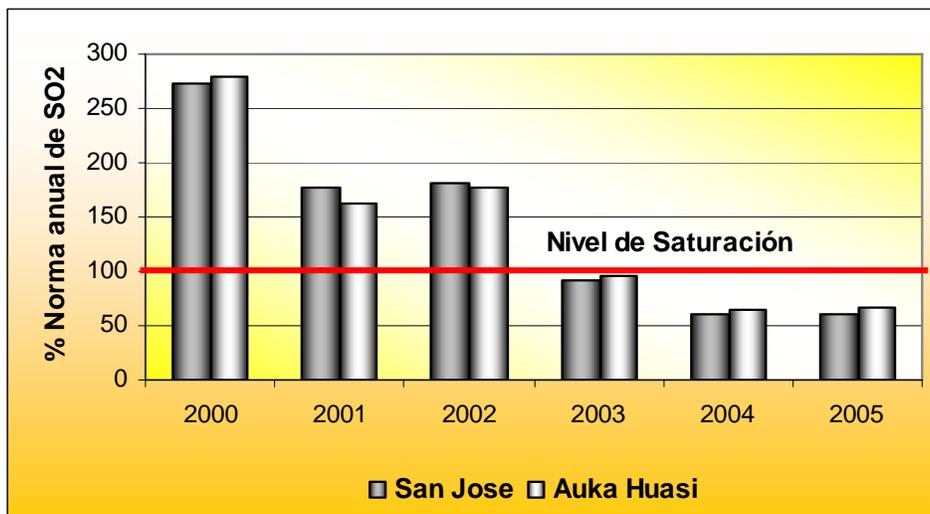


Figura 7 Cumplimiento de Norma anual de MP10 en Chuquicamata

Hasta el año 2000 se aprecia una disminución de los promedios trianuales, aunque superan el valor de la norma. Desde el año 2001 los promedios trianuales de MP10 en San José y Aukahuasi se han estabilizado, pero con concentraciones por sobre el nivel de saturación con valores cercanos a 190% y 108% respectivamente.



**Figura 8 Cumplimiento de norma anual de SO<sub>2</sub> en Chuquicamata**

Existe una fuerte disminución de las concentraciones tri-anales de SO<sub>2</sub> desde valores sobre 250% de la norma en 2000 hasta valores cercanos a 60% en el 2005.

Mayores antecedentes en <http://www.conama.cl/portal/1301/article-34991.html>

### 4.3 Plan de Descontaminación María Elena y Pedro de Valdivia

En las salitreras de la II Región de Antofagasta se ubica el proyecto de explotación minera, perteneciente a la Sociedad Química y Minera de Chile S.A. (SQM), en las localidades de María Elena y Pedro de Valdivia, las cuales fueron declaradas zona saturada por Material Particulado Respirable por el Ministerio de Salud en el año 1993, aprobando un plan de descontaminación en el año 1998 (DS N°164 de MINSEGPRES)

La población residente en la localidad de María Elena alcanza a aproximadamente 9.000 personas. Actualmente, en la localidad de Pedro de Valdivia, no existen asentamientos humanos.

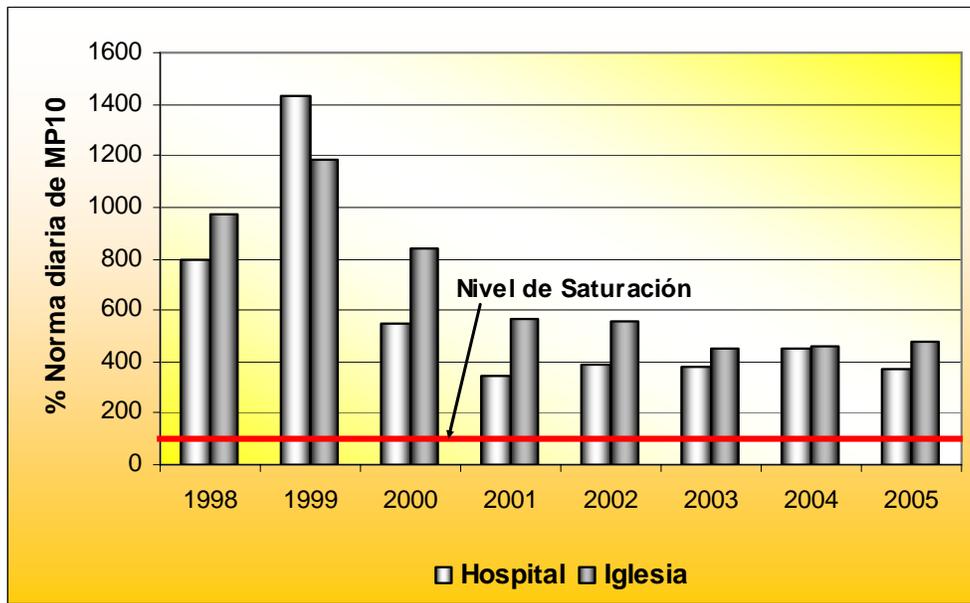
Aunque SQM cumplió con las metas de emisión establecidas en el Plan, no se cumplieron las metas para los niveles de concentración de MP10, por lo cual en diciembre de 1999 SQM solicitó a la COREMA de la II Región, la reformulación del Plan de Descontaminación, iniciándose el proceso de Reformulación del Plan de Descontaminación el 28 de Abril de 2000 el cual fue aprobado en marzo del año 2004 mediante el DS N°37 de MINSEGPRES. El Plan comenzó a regir el 1° de Abril de 2004. Mayores antecedentes en <http://www.conama.cl/portal/1301/article-34892.html>

El nuevo plan establece límites de emisión máxima de material particulado desde la Planta de Producción de María Elena, de 900 ton/año desde 2004 y de 180 ton/año desde 2006. Adicionalmente, establece un plan operacional para enfrentar episodios críticos de contaminación por material particulado respirable, que incluye medidas de prevención a la población y detención de procesos cuando se excedan límites predefinidos.

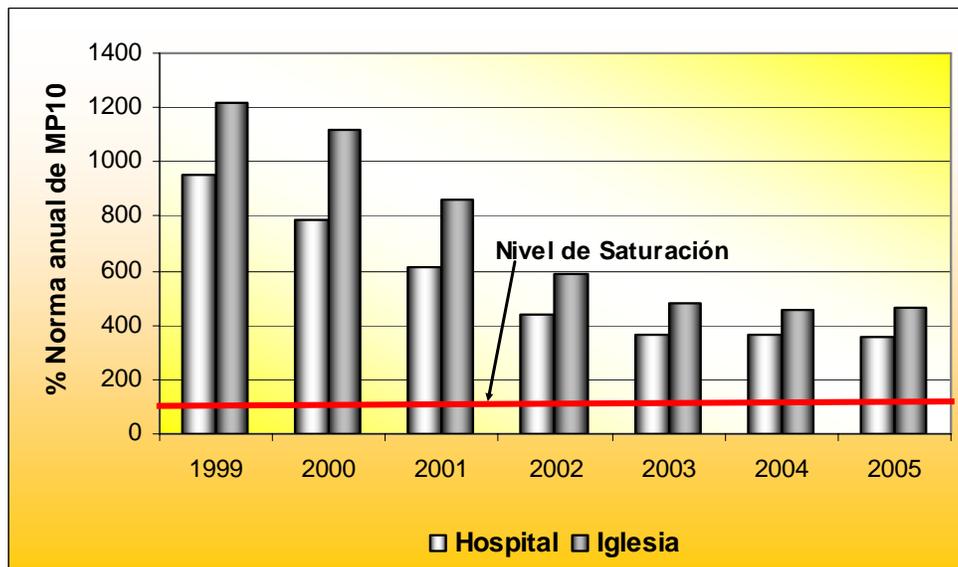
Se monitorea MP10 en dos estaciones (Hospital e Iglesia) dentro de la localidad de María Elena, ambas aprobadas EMRP desde septiembre de 1998. Además, la estación Hospital realiza un monitoreo continuo (equipo Beta) para el control operacional de episodios críticos. A pesar de la paulatina disminución de las concentraciones, las normas diaria y anual de MP10 son superadas en ambas estaciones, registrándose concentraciones hasta 4 veces superiores a los valores normados siendo mayores en el sector de la Iglesia.

El percentil 98 de las concentraciones diarias en el año 2005 de 556  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 717  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en las estaciones Hospital e Iglesia es del orden de un tercio de las registradas en el año 1999 con 2143  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 1783  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  respectivamente. A pesar de la fuerte reducción de las concentraciones se supera ampliamente el valor fijado en la norma diaria con un factor cercano al 400% (ver Figura 9). Una situación similar se registra para la norma anual (ver Figura 10).

Los gráficos siguientes muestran la evolución del cumplimiento de la norma primaria de MP10 para concentración diaria y trianual.



**Figura 9 Cumplimiento de Norma diaria de MP10 en estaciones Hospital e Iglesia**



**Figura 10 Cumplimiento de norma tri-anual de MP10 en Hospital e Iglesia**

Existe una fuerte disminución de las concentraciones respecto a los valores de 1999 con niveles sobre 1000% de las normas, aunque durante los últimos años se han estabilizado en niveles cercanos a 400% de la norma anual.

#### **4.4 Plan de Descontaminación de Potrerillos**

El D.S. N°185/91 de MINSAL, estipuló que la División El Salvador de CODELCO - Chile debía instalar una red de monitoreo de calidad del aire en el Campamento de Potrerillos, ubicado en el entorno de la Fundición Potrerillos, aproximadamente a 3.000 m.s.n.m., en la comuna de Diego de Almagro, a 300 kilómetros al noreste de Copiapó.

Las concentraciones obtenidas durante los años 1994 y 1995 en la red verificaron que las normas primarias de calidad de aire, en sus niveles anuales y diarios para SO<sub>2</sub> y en sus niveles diarios para MP10 se excedieron en numerosas oportunidades en la localidad. Por este motivo en 1997, el área circundante a la Fundición se declaró zona saturada por ambos contaminantes (DS 18 de MINSEGPRES).

En 1998 el DS 179 de MINSEGPRES estableció el respectivo Plan de Descontaminación Atmosférica, el cual limitó las emisiones atmosféricas de anhídrido sulfuroso y de material particulado respirable (expresadas como material particulado total) a 100.000 ton/año y 5.500 ton/año respectivamente. Además, desde 2003, debía verificarse cumplimiento de las normas primarias de calidad de aire para anhídrido sulfuroso y material particulado respirable en la zona, situación que aun no se cumple.

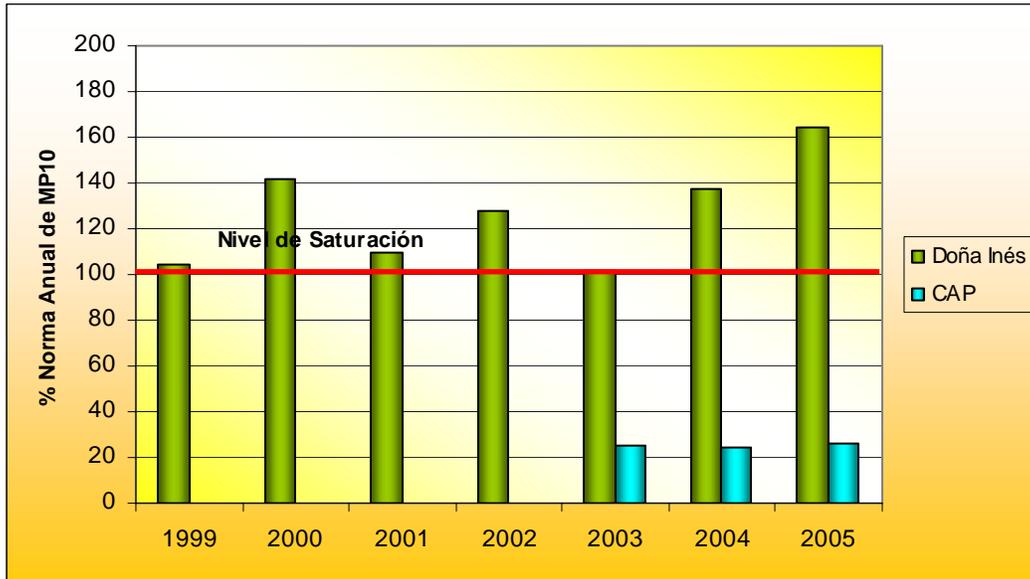
CODELCO Chile División Salvador previendo que las modernizaciones tecnológicas previstas para la Fundición no lograrían el objetivo de cumplimiento de las normas primarias de calidad del aire dentro del área saturada, inició un proceso de traslado de toda la población de Potrerillos a otras localidades de la región, para convertir la Fundición en un establecimiento de acceso restringido sólo a los trabajadores. El proceso de traslado terminó en noviembre de 1999, habilitando a unos 3 kilómetros al Noroeste de la Fundición y fuera del área saturada un campamento dormitorio para los trabajadores. En la actualidad existe una estación de monitoreo de calidad del aire por SO<sub>2</sub> y MP10 en el nuevo campamento (estación CAP).

Considerando que dentro de la zona saturada la población existente corresponde a aquella que permanece en horario laboral, a la cual sólo le sería aplicable la legislación correspondiente a las Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo, la empresa llegó a algunos acuerdos con el Servicio de Salud de Atacama para la flexibilización de las exigencias del Plan. Además, CODELCO Chile División Salvador, solicitó en enero del 2000 a la Comisión Regional del Medio Ambiente, que ante el nuevo escenario de ausencia de población en Potrerillos realice gestiones para la derogación del decreto que declaró zona saturada la localidad de Potrerillos, como así mismo el decreto aprobatorio del Plan de Descontaminación, o que se dejen sin efecto las exigencias del referido Plan.

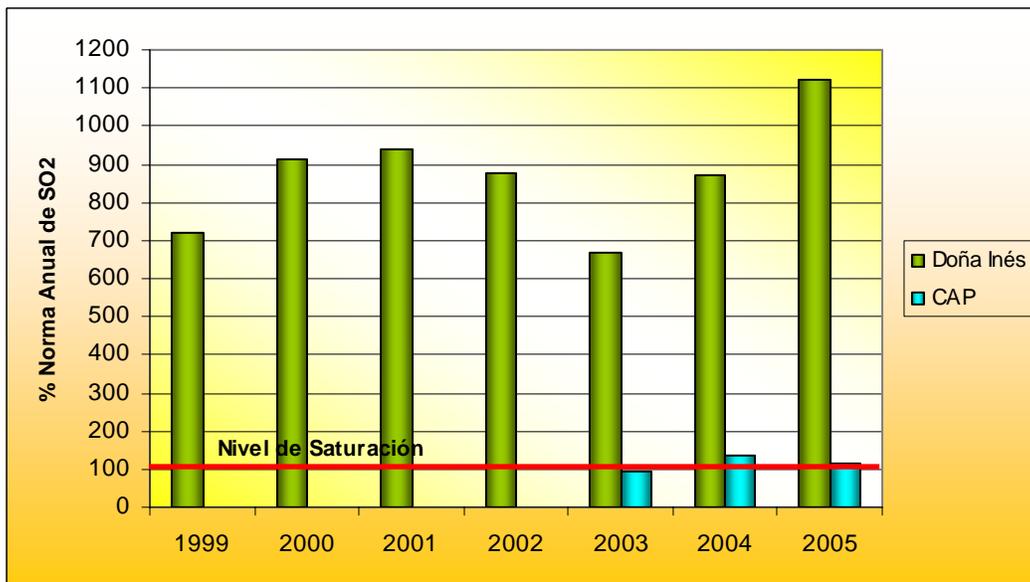
CONAMA, con la venia del Ministerio de Salud y del Servicio de Salud de Atacama, emitió un pronunciamiento que se traduce en la flexibilización del Plan en el sentido de la inaplicabilidad de las normas primarias de calidad del aire en la zona actualmente declarada

saturada, no obstante mantener las exigencias referidas a las emisiones anuales, las que se mantendrán como máximos permisibles de emisión. Mayores antecedentes en <http://www.conama.cl/portal/1301/article-34894.html>

Las figuras siguientes muestran la evolución de las concentraciones respecto a los valores normados:



**Figura 11 Comparación de promedios anuales de MP10 con valor de norma anual en Doña Inés y CAP**



**Figura 12 Comparación de promedios anuales de SO2 con valor de norma anual en Doña Inés y CAP**

#### **4.5 Plan de Descontaminación Fundición Hernán Videla Lira (Paipote)**

En la III Región de Atacama, en la localidad de Paipote, se encuentra ubicada la Fundición Hernán Videla Lira, la primera fundición estatal, iniciando sus funciones a fines de 1951.

En el marco del Decreto Supremo 185/91, se comenzó el monitoreo de contaminantes atmosféricos en el entorno de la Fundición, constatándose altos niveles de contaminación por anhídrido sulfuroso debido al impacto de sus emisiones. En septiembre de 1993, la zona comprendida por las localidades de Tierra Amarilla, Pabellón, Pueblo San Fernando y Estación Paipote, fue declarada zona saturada por anhídrido sulfuroso por los Ministerios de Agricultura y de Salud (D.S. 255/1993).

En 1994, la empresa elaboró un Plan de Descontaminación, con un programa de reducción de emisiones de azufre desde la fundición, de modo que en un plazo de cinco años se cumpliera cabalmente con las normas de calidad del aire en la zona declarada saturada. Además, se obligaba a la empresa a reducir en un 40% como mínimo, las emisiones de azufre a la atmósfera durante los meses de invierno a partir del año 1995 y mientras no se cumpliera con la norma de calidad del aire por anhídrido sulfuroso. Por otro lado, se restringieron las emisiones de material particulado y de arsénico de la Fundición, y a partir del año 1995, en un plazo de cinco años ambos contaminantes deberían reducirse en un 67%.

El Plan de Descontaminación consistió en la modificación del proceso productivo que se desarrollaba, a través de la incorporación de tecnología moderna, con el propósito de reducir las emisiones gaseosas y de material particulado a la atmósfera. El plan se complementó con tres instrumentos de gestión, cuyo objetivo fundamental era controlar la ocurrencia de episodios críticos y mantener permanentemente informada a la comunidad afectada, durante el tiempo que duró la implementación del Plan. Estos instrumentos fueron un plan operacional de control de eventos críticos, un sistema meteorológico predictivo de episodios críticos y un plan comunicacional. Mayores antecedentes en <http://www.conama.cl/portal/1301/article-34880.html>

Desde el año 1998 se cumple la norma anual de SO<sub>2</sub> en todas las estaciones y desde el año 1999 las concentraciones anuales son menores al límite de latencia. Desde el año 1997 las concentraciones diarias de SO<sub>2</sub> están bajo la norma en las estaciones Tierra Amarilla, San Fernando y Copiapó. Desde el año 2000 esta condición se cumple en la estación Paipote.

Las figuras siguientes presentan una evolución de los promedios anuales y comparación con los valores normados para SO<sub>2</sub> y MP10

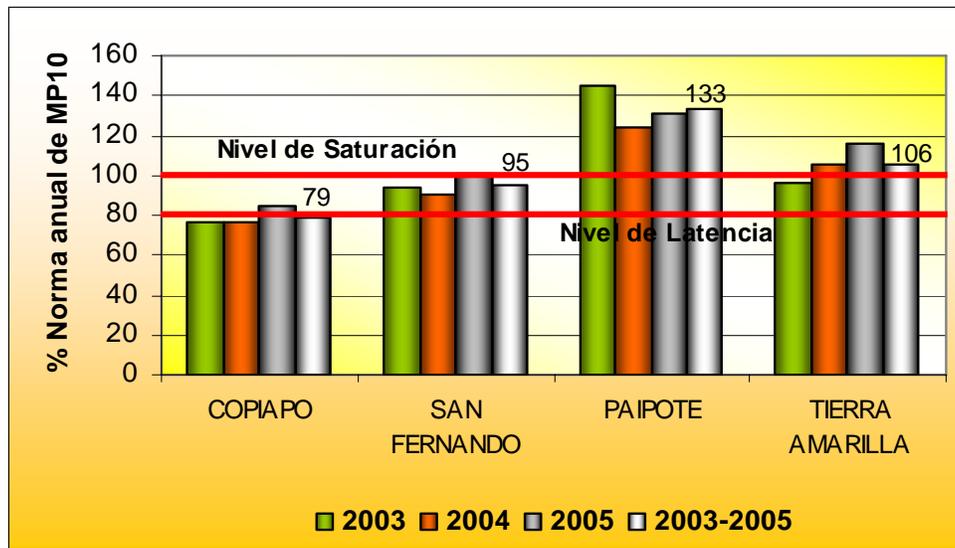


Figura 13 Comparación de promedios anuales y trianual de MP10 con norma anual

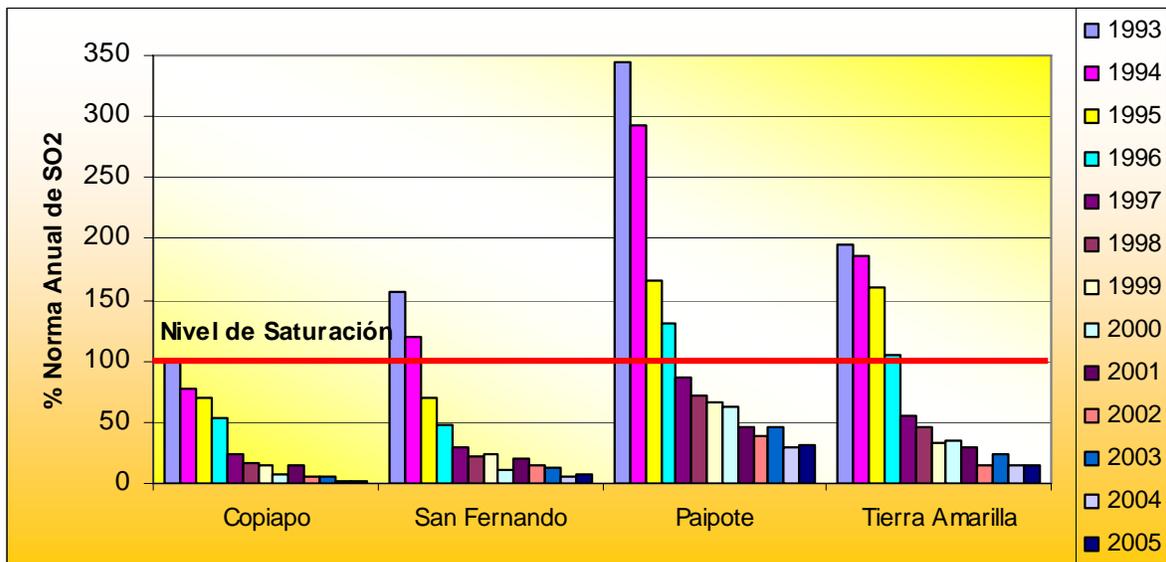


Figura 14 Tendencia de promedios anuales de SO<sub>2</sub> respecto a la norma anual en estaciones de red Paipote

Desde el año 1997 las concentraciones diarias de SO<sub>2</sub> están bajo la norma en las estaciones Tierra Amarilla, San Fernando y Copiapó. Desde el año 2000 está condición se cumple en la estación Paipote.

#### **4.6 Plan de Descontaminación Atmosférica Fundición Caletones**

La Fundición de Caletones de la División El Teniente de CODELCO Chile está emplazada aproximadamente a 1.500 m.s.n.m en la Cordillera de los Andes de la VI región. El Decreto Supremo N° 185 de 1991 del Ministerio de Minería dispuso la instalación de una red permanente de monitoreo de calidad de aire en la zona circundante a la Fundición.

De los resultados de las mediciones de la red durante los años 1992 y 1993, se concluyó que la norma primaria de calidad ambiental de aire, en sus niveles diarios para anhídrido sulfuroso, se excedió en numerosas oportunidades durante los años 1992 y 1993. Además, se excedió la norma primaria de calidad ambiental de aire para material particulado respirable en algunas de las estaciones.

La información recolectada y los resultados entregados por la aplicación de un modelo matemático de dispersión de contaminantes, llevaron en 1994 a la declaración de zona saturada por anhídrido sulfuroso y por material particulado respirable al área circundante a la Fundición Caletones mediante D.S. N° 179/94 del MINSEGPRES.

En 1998 se estableció el respectivo Plan de Descontaminación Atmosférica (D.S. N° 081/98 MINSEGPRES). Este instrumento fijó un cronograma de reducción de emisiones y condiciones de cumplimiento de normas de calidad hacia el fin del periodo de aplicación, tanto para anhídrido sulfuroso como para material particulado.

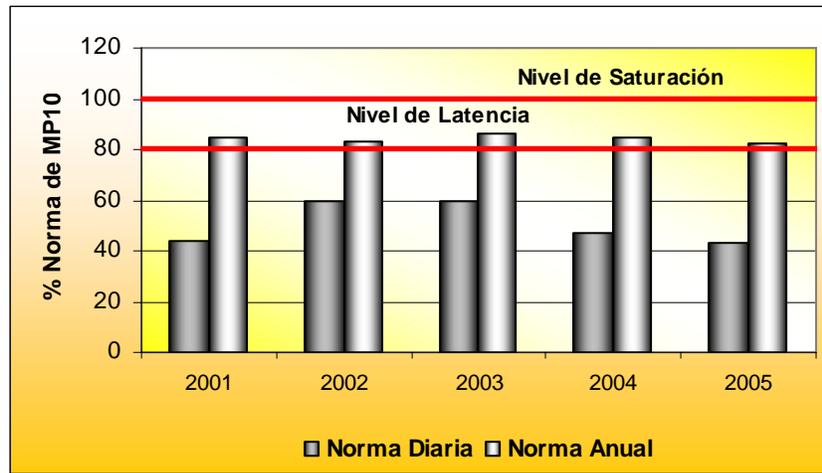
En los años previos al inicio del Plan, las emisiones anuales de anhídrido sulfuroso fluctuaban en el rango de 760.000 a 788.750 ton/año, y las emisiones de material particulado bordeaban las 3.000 ton/año. Durante el transcurso del Plan, la empresa puso en funcionamiento dos Plantas de Tratamiento de Ácido Sulfúrico, que en su conjunto captan el 80% de las emisiones de azufre, produciendo del orden de 1.700 ton/día de ácido. Además, se modificó la infraestructura operacional de la Fundición, eliminándose el Horno Reverbero, potenciando los Convertidores Teniente e instalándose un nuevo Horno de Limpieza de escorias.

Como fruto de estas cuantiosas inversiones, la fuente logró abatir significativamente los contaminantes del Plan: en el año 2004, las emisiones anuales de anhídrido sulfuroso fueron del orden de 149.650 toneladas, mientras que al año 2002, las emisiones de material particulado alcanzaron las 750 toneladas.

También se ha podido constatar el cumplimiento de las normas primarias de calidad del aire para anhídrido sulfuroso, en el período 2003 – 2004, y el cumplimiento de las normas primarias para material particulado respirable, durante el período 1 de enero de 2003 a diciembre de 2004. La excepción lo constituye una superación de la norma horaria secundaria, en la estación de Cauquenes, y dos superaciones en la estación Cipreses durante el año 2004. Mayores antecedentes en:

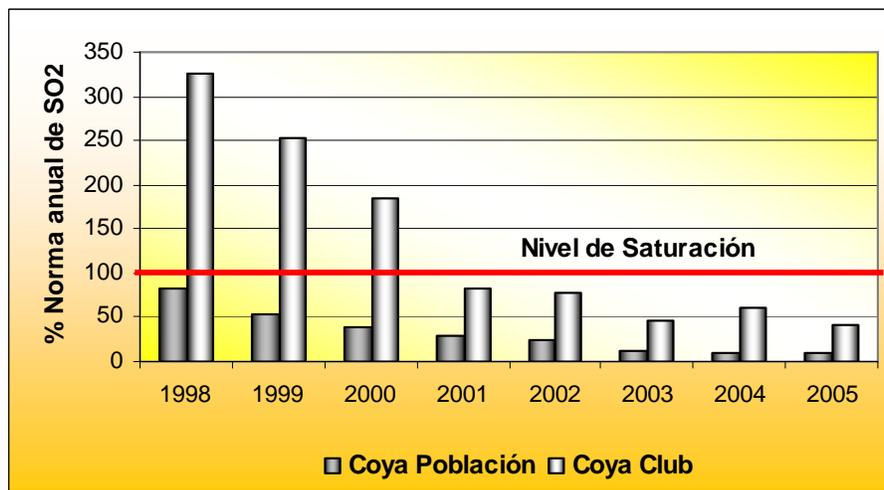
<http://www.conama.cl/portal/1301/article-35118.html>

Las figuras siguientes presentan una comparación de los niveles de MP10 y SO<sub>2</sub> con las Normas diarias y Anuales.



**Figura 15 Comparación de concentraciones de MP10 con Normas en Coya Población**

La estación Coya Población ha presentado una disminución de las concentraciones diarias y levemente del promedio trianual, superando el nivel de latencia por MP10.



**Figura 16 Excedencias de Norma de SO<sub>2</sub> en Coya Población y Coya Club**

La marcada disminución de las concentraciones de SO<sub>2</sub> en la estación Coya Club es producto de las medidas de disminución de emisiones de SO<sub>2</sub> del Plan de descontaminación. En el año 1998 la concentración anual correspondía a un 326% de la norma y en el año 2005 corresponde sólo a un 41% de la norma.

#### **4.7 Plan de Descontaminación Atmosférica del Complejo Industrial Ventanas**

En la V región del país, en la zona de Ventanas, se ubica el Complejo Industrial Ventanas, compuesto por la Central Ventanas de propiedad de AES GENER S.A. y la Fundición y Refinería Ventanas, de CODELCO Chile. La primera corresponde a una central termoeléctrica a carbón y la segunda a una fundición de cobre.

Como en la mayoría de los casos, la historia de la gestión ambiental atmosférica del Complejo Industrial Ventanas, parte con la obligación impuesta por el Decreto Supremo N° 185/92 del Ministerio de Minería a presentar un proyecto de red de monitoreo continuo para medir Anhídrido Sulfuroso (SO<sub>2</sub>) y Material Particulado respirable en la zona circundante, y a presentar un Plan de Descontaminación. Esta área es declarada zona saturada por Anhídrido Sulfuroso (SO<sub>2</sub>) y Material Particulado en 1994 (D.S. N°346/94 Ministerio de Agricultura).

Paralelamente, las empresas CHILGENER y ENAMI Fundición y Refinería Ventanas, quienes eran los propietarios originalmente, presentaron un plan de descontaminación que fijaba un cronograma de reducción de emisiones de SO<sub>2</sub> y MP10, metas de emisión de Azufre hasta el año 1998 y de material particulado hasta el año 1999.

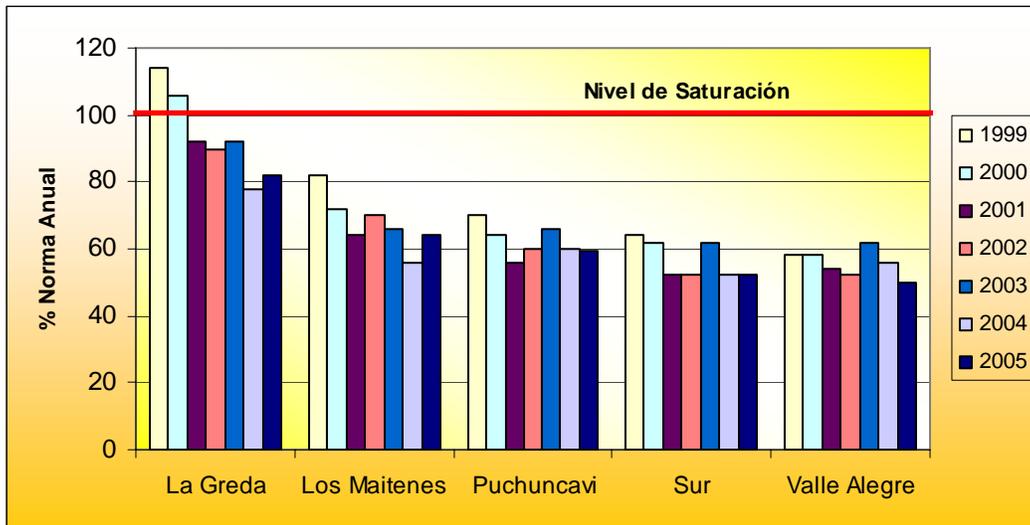
Las principales medidas implementadas por AES GENER S.A. consideraron la instalación de un precipitador electrostático y la disminución del contenido de azufre y ceniza en el carbón. En el caso de la Fundición y Refinería Ventanas, las medidas incluyeron la implementación de una planta de ácido, la instalación de un horno eléctrico y el manejo de los gases de los Convertidores y el Horno Eléctrico.

Estas medidas produjeron una significativa reducción de las emisiones de material particulado y SO<sub>2</sub> en la zona de Ventanas. En lo que respecta a material particulado, a partir del año 2000 las emisiones se encuentran por debajo de las 1.500 ton/año, lo que representa un 5.6% de las emisiones del año 1996, o lo que es equivalente, a una reducción aproximada de un 94,4 % de las emisiones de material particulado de la zona. En lo que respecta a anhídrido sulfuroso, a partir del año 2000 las emisiones se encuentran bajo las 40.000 ton/año, lo que representa un 32% de las emisiones del año 1996, es decir, una reducción aproximada de un 68% de las emisiones de SO<sub>2</sub> en la zona.

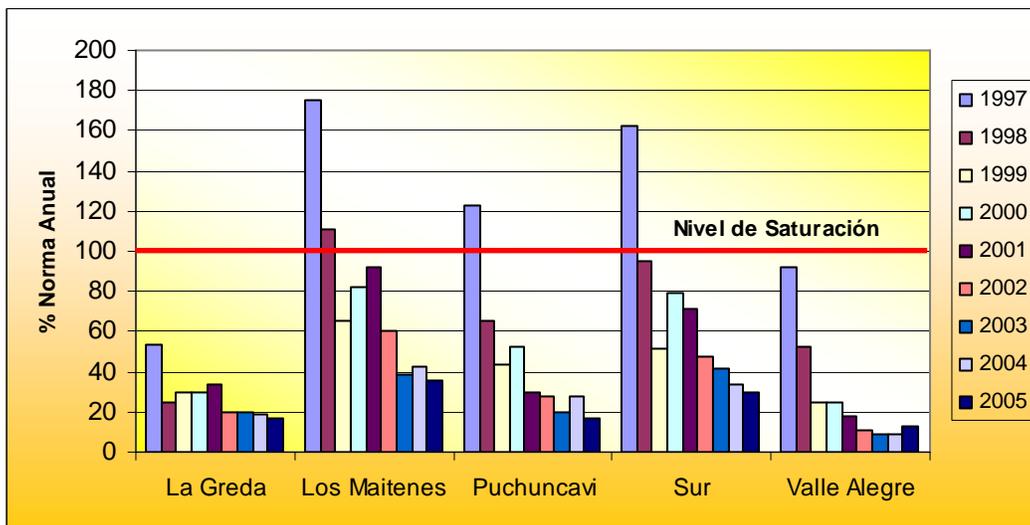
En el período comprendido entre el año 1993 al 2004 se observa una positiva evolución de la calidad del aire. Hoy se cumple con las normas primarias de SO<sub>2</sub>, y las concentraciones registradas están bajo el nivel de latencia. Las normas primarias de material particulado respirable también se cumplen, aunque respecto de la norma anual existe una condición de latencia. Con relación a la norma de calidad secundaria de anhídrido sulfuroso, se observa incumplimiento entre los años 1993 al 2004, ya que la actual norma permite sólo una superación horaria en el año.

Mayores antecedentes en <http://www.conama.cl/portal/1301/article-34893.html>

Las figuras siguientes presentan la tendencia de los promedios anuales de MP10 y SO<sub>2</sub> respecto a las normas anuales, expresados en porcentaje:



**Figura 17 Comparación de Promedios anuales de MP10 respecto a la Norma, período 1999 a 2005**



**Figura 18 Comparación de Promedios anuales de SO<sub>2</sub> respecto a la Norma, período 1997 a 2005**

#### **4.8 Plan de Prevención y Descontaminación de la Región Metropolitana**

La ciudad de Santiago presenta un grave problema de contaminación atmosférica, por material particulado respirable en la época de otoño-invierno, y por contaminación fotoquímica (ozono) en los meses de primavera y verano.

Procesos industriales, combustión en calderas, hornos y artefactos, emisiones vehiculares, polvo suspendido desde el suelo, uso de chimeneas domiciliarias y quemas agrícolas son las principales fuentes emisoras de partículas. Emisiones vehiculares y centrales termoeléctricas a gas natural corresponden a los principales emisores de precursores de O<sub>3</sub>.

La Región Metropolitana fue declarada Zona Saturada por MP10, PTS, O<sub>3</sub> y CO y latente por NO<sub>2</sub> en el año 1996 mediante el DS131 de MINSEGPRES. En 1998 el DS16 de MINSEGPRES establece el Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica de la Región Metropolitana (PPDA), el cual consideró 139 medidas, desagregadas según se indica a continuación:

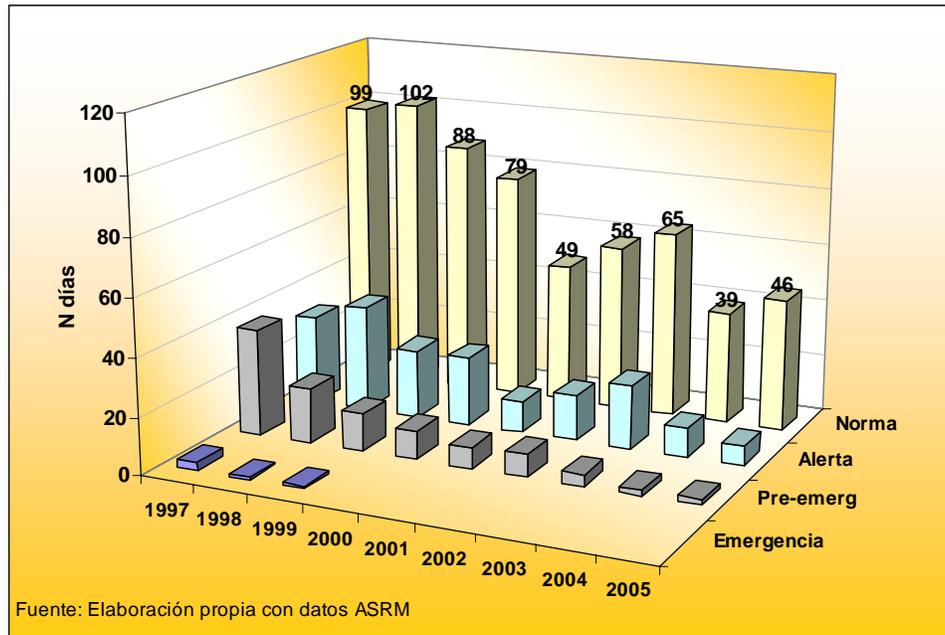
- 104 medidas de reducción directa y permanente de emisiones, orientadas al control de las actividades o fuentes que originan la contaminación, esto es: transporte, industria, comercio, construcción, agricultura y polvo resuspendido.
- 26 medidas de gestión de episodios críticos de contaminación, esto es, aquellas que se implementan en situaciones de alerta, preemergencia o emergencia.
- 9 medidas de reducción indirecta de emisiones, a saber, instrumentos de sensibilización, participación y educación.

El PPDA establece un plazo de 14 años para alcanzar el pleno cumplimiento en la Región Metropolitana de las normas de calidad de aire. El 29 de enero del año 2004, mediante el Decreto Supremo 058/03, entró en vigencia la actualización del PPDA que plantea entre muchas medidas al año 2005 la reducción del 75% de las emisiones de MP10 y el 40% de NO<sub>x</sub> (ambos respecto de las emisiones base año 1997).

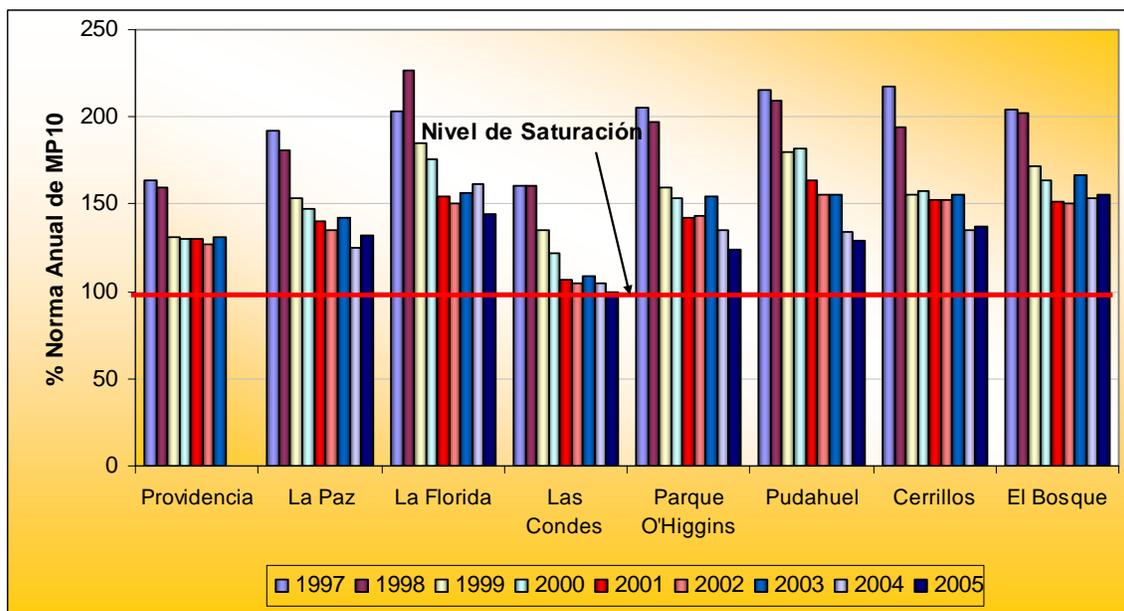
La implementación de las medidas del PPDA se ha centrado principalmente en el control de las emisiones de material particulado logrando un 100% de reducción de las Emergencias Ambientales por MP10, 95% de reducción de los eventos de Preemergencia Ambiental, 81% de reducción de los eventos de Alerta Ambiental, 27% de reducción en las concentraciones máximas de MP10 y 58% de reducción del MP2.5 (desde 1990 a la fecha). A pesar de la reducción de niveles la norma primaria de MP10, CO y O<sub>3</sub> continúa siendo superada.

La red de monitoreo de Santiago, red MACAM, tiene mediciones sistemáticas desde 1987 en las comunas de Santiago centro, Las Condes e Independencia. Desde 1997 se amplió la cobertura a las Comunas de La Florida, El Bosque, Pudahuel y Cerrillos. Las concentraciones más altas de MP10 ocurren en otoño-invierno en las comunas del sector poniente (Pudahuel, Cerro Navia, El Bosque, Cerrillos) y las concentraciones más altas de O<sub>3</sub> ocurren en meses de verano en las comunas del sector Oriente (Las Condes, La Dehesa, Lo Barnechea, etc).

La Figura 19 ilustra el número de días de ocurrencia de episodios críticos desde 1997 a 2005. La estación de Pudahuel es usualmente la que muestra valores más altos en días de episodios de MP10 (generalmente entre abril y agosto). En los casos restantes los niveles más altos se presentan en El Bosque, Cerrillos y La Florida (CENMA, 2005).



**Figura 19** Número de días que exceden los niveles de contingencias ambientales en la Región Metropolitana desde 1997



**Figura 20** Comparación de Promedios anuales de MP10 respecto a la Norma, 1997 a 2005

Los promedios anuales registrados en las distintas estaciones de la red MACAM presentan una marcada disminución entre 1997 y 2001, situación poco evidente desde 2002 a 2005. Además, la contaminación por MP10 no es homogénea en Santiago. La estación Las Condes (sector oriente) presenta las concentraciones anuales más bajas, en cambio las mayores concentraciones anuales se presentan en Pudahuel, El Bosque y La Florida.

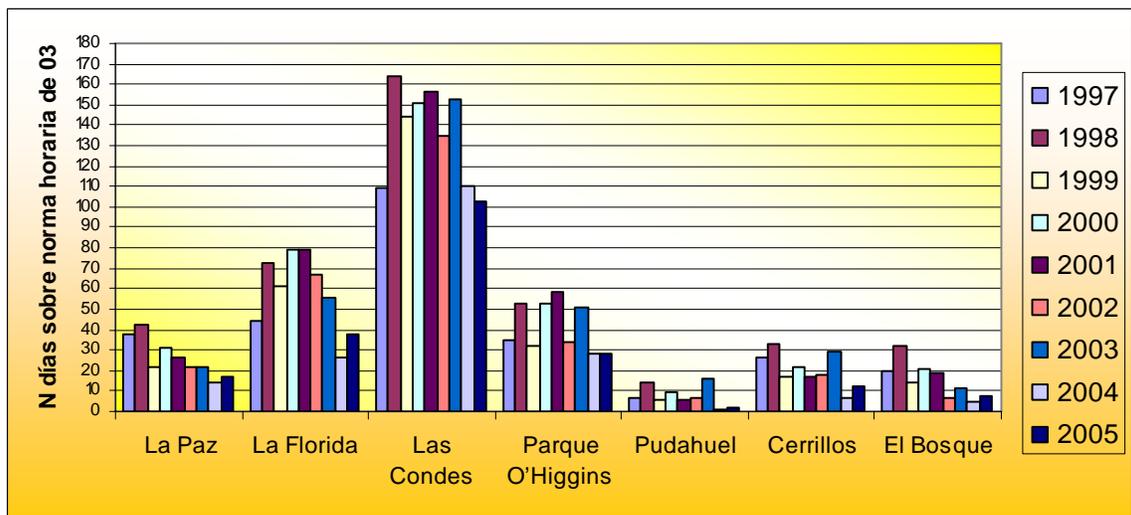


Figura 21 Número de días que excede el valor de la norma horaria de O3, período 1997 a 2005

La Figura 21 muestra que el valor de la norma horaria (80 ppb) es superado en una gran proporción de los días del año, especialmente en las estaciones monitoras ubicadas hacia el oriente de la ciudad, principalmente Las Condes y también La Florida. No se aprecia una tendencia entre 1997 y 2000, al igual que la comparación con el valor de la norma que corresponde al valor máximo registrado en la Región Metropolitana el cual ocurre en la estación Las Condes (ver Figura 22)

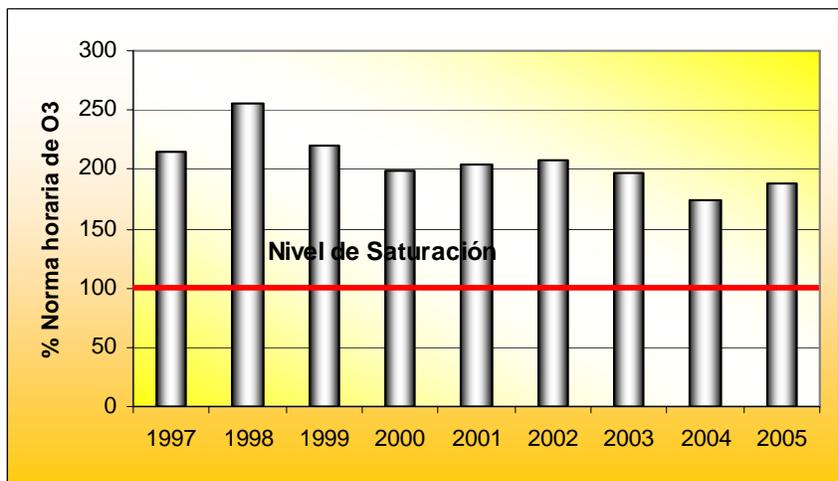


Figura 22 Comparación de máximos horarios de O3 con la norma horaria, 1997 a 2005

## 5. Referencias Bibliográficas

CENMA 2004. Evaluación y verificación de funcionamiento de redes de monitoreo de calidad de aire regiones II, III, V y VI. Informe Final. Estudio desarrollado para CONAMA.

CENMA 2005. Pronóstico Meteorológico y de Calidad del Aire para Material Particulado para la Gestión de Episodios Críticos de Contaminación Atmosférica Período 2005. Informe Final. Estudio desarrollado para CONAMA RM.

CENMA 2005a. Estudio de apoyo para la elaboración de un Plan de Descontaminación para las comunas de Temuco y Padre Las Casas. Mediciones de calidad de aire y meteorología. Informe Final. Estudio desarrollado para CONAMA IX.

CENMA 2006. 2° Fase del estudio de la calidad del aire en regiones urbano industriales de Chile: Implementación de un sistema de vigilancia y gestión de la calidad del aire. Informe Final - Julio 2006. Estudio desarrollado para CONAMA y MINSAL.

CONAMA II Región, 2006. Informe de Calidad de Aire de la II Región de Antofagasta, actualizado al 31 de diciembre de 2005.

CONAMA III Región, 2001. Informe estado actual del Plan de descontaminación de Potrerillos año 2000.

CONAMA III Región, 2002. Informe estado actual del Plan de descontaminación de Potrerillos año 2001.

CONAMA III Región, 2003. Informe estado actual del Plan de descontaminación de Potrerillos año 2002.

CONAMA III Región, 2004. Informe estado actual del Plan de descontaminación de Potrerillos año 2003.

CONAMA III Región, 2005. Informe estado actual del Plan de descontaminación de Potrerillos año 2004.

CONAMA III Región, 2005a. Resultados del Plan de descontaminación de la Fundición Hernán Videla Lira. Informe Borrador

CONAMA V Región, 2004. Informe Técnico N°9/2004 Reporte de datos de calidad de aire en redes de la V Región.

CONAMA VI Región, 2006. Informe de Seguimiento al Plan de Descontaminación al área circundante a la Fundición Caletones según D.S. N°081 MINSEGPRES/98..

CONAMA IX Región, 2004. Antecedentes para declarar a las comunas de Temuco y Padre Las Casas como Zona Saturada por MP10.

CONAMA RM, 2004. Evolución de la calidad de aire en Santiago. Disponible en sitio web de CONAMA: <http://www.conamarm.cl/propertyvalue-12242.html>

CONAMA RM, 2006. Segunda Auditoría Internacional al Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica de la Región Metropolitana. Informe Final, Marzo 2006. Disponible en sitio web de CONAMA: <http://www.conamarm.cl/article-34635.html>

OCDE, 2005 Evaluaciones del desempeño ambiental: CHILE. Publicación conjunta OCDE y la CEPAL. Disponible en: <http://www.eclac.cl/publicaciones/xml/2/21252/lcl2305e.pdf>

Sandoval, H. 1999. Situación del medio ambiente y del patrimonio cultural: Aire. En: Informe País, Estado del Medio Ambiente en Chile 1999. Área de Desarrollo Sustentable de Centro de análisis de políticas públicas de la Universidad de Chile, Santiago, Junio 2000, pp 35-74

Ulriksen, P. 2002. Situación del medio ambiente y del patrimonio cultural: Aire. En: Informe País, Estado del Medio Ambiente en Chile 2002. Área de Desarrollo Sustentable de Instituto de análisis de políticas públicas de la Universidad de Chile, Santiago, Diciembre 2002, pp 19-6

## 6. Anexos

### 6.1 Estaciones de monitoreo declaradas EMRP y EMRPG

Región	Red	Estación	Representatividad	Resolución	Fecha Resolución
II	Norgener	Gobernación	EMRP	Res. 3664/04	Sep-2004
		Escuela E-12	EMRP	Res. 3664/04	Sep-2004
		Escuela Gabriela Mistral	-	-	-
	Electroandina	Escuela E-10	EMRP/EMRPG	Res. 4066/00 (P/G)	Sep-2000
		Escuela Gabriela Mistral	EMRP	Res. 4474/04	Oct-2004
		Villa Covadonga	EMRP/EMRPG	Res. 4474/04 (P/G)	Oct-2004
	Edelnor	Ferrocarriles	-	-	-
	Gas Atacama	Compañía de Bomberos	EMRP/EMRPG	Res. 4562/04 (P/G)	Oct-2004
	ENAEX	Jardin Infantil Integra	EMRPG	Res. 4567/04	Oct-2004
	SQM	Hospital	EMRP	Res. 4075/98 (HI-vol)	Sep-1998
				Res. 5593/02 (Beta)	Nov-2002
	Iglesia	EMRP	Res. 4075/98	Sep-1998	
	Noranda (ALTONORTE)	Coviefi	EMRP/EMRPG	Res. 4473/04	Oct-2004
		Sur	-	-	-
		La Negra	EMRP/EMRPG	Res. 4473/04	Oct-2004
	Endesa	Máximo Impacto	EMRPG	Res. 4566/04	Oct-2004
		Escuela de Paposos	EMRPG	Res. 4566/04	Oct-2004
	Codelco Norte	Hospital El Cobre	EMRP/EMRPG	Res. 1477/02 (P)	Abr-02 (P)
			Villa Caspana	-	-
Aukahuasi			EMRP/EMRPG	Res. 4074/98 (P)	Sep-1998 (P)
			Res. 4471/04 (G)	Oct-2004 (G)	
San Jose			EMRP/EMRPG	Res. 4074/98 (P)	Sep-1998 (P)
		Res. 4471/04 (G)	Oct-2004 (G)		
III	Empresa Electrica Guacolda	SM1	EMRPG		
		SM2	EMRPG		
		SM3	EMRPG		
		SM4	EMRPG		
		SM5	EMRPG		
		SM6	EMRPG		
		SM7	EMRPG		
		SM8	EMRPG		
		EME M	EMRP/EMRPG	Res. 1179/03 (P)	
		EME F	EMRP/EMRPG	Res. 1179/03 (P)	
	Fundicion Hernan Videla. ENAMI (Paipote)	Copiapo	EMRPG		2004
		Tierra Amarilla	EMRP/EMRPG		2004
		San Fernando	EMRP/EMRPG		2004
		Paipote	EMRPG		2004
		El Volcan	EMRPG		2004
		Pabellon	EMRPG		2004
	CODELCO	Cine Inca	-	-	

Región	Red	Estación	Representatividad	Resolución	Fecha Resolución	
	Division El Salvador	Intelec	-	-		
		Cobresal	-	-		
		CAP	-	-		
		Dona Ines	-	-		
V	Puerto Ventanas	Campiche (fusión est1 y est2 desde mayo 2005)	EMRP/EMRPG	Res. 2175/05 (P)	Jul-2005	
				Res. 308/04 (G)	Ene-2004	
	Complejo Industrial Ventanas	La Greda	EMRP/EMRPG	Res. 1924/00 (P)	Ago-2000	
				Res. 305 (G)	Ene-2004	
		Los Maitenes	EMRP/EMRPG	Res. 1924/00 (P)	Ago-2000	
				Res. 305 (G)	Ene-2004	
		Puchuncavi	EMRP/EMRPG	Res. 1924/00 (P)	Ago-2000	
				Res. 305 (G)	Ene-2004	
	Sur	-	-	-		
	ENAP Refinerias Aconcagua (ERA)	Concón urbana fija	EMRP/EMRPG	Res. 2330/05 (P)	Sep-2005	
				Res. 306/04 (G)	Ene-2004	
		Concon Sur urbana movil	-	-	-	
		Colmo rural fija	EMRP/EMRPG	Res. 2176/05 (P)	Jul-2005	
			Res. 306/04 (G)	Ene-2004		
	Las Gaviotas rural movil	EMRPG	Res. 2179/05	Jul-2005		
	San Isidro - Nehuenco	Cuerpo de Bomberos de Quillota	EMRP/EMRPG	Res. 2697/03 (P)	Dic-2004	
				Res. 307/04 (G)	Ene-2004	
		San Pedro	EMRP/EMRPG	Res. 2697/03 (P)	Dic-2004	
				Res. 307/04 (G)	Ene-2004	
	La Palma EX UCV	EMRP/EMRPG	Res. 2697/03 (P)	Dic-2004		
			Res. 307/04 (G)	Ene-2004		
	Cemento Melon	La Calera	EMRP/EMRPG	Res. 2695/04 (P)	Dic-2004	
				Res. 309/04 (G)	Ene-2004	
		Rural	EMRP/EMRPG	Res. 2695/04 (P)	Dic-2004	
				Res. 309/04 (G)	Ene-2004	
		La Cruz	EMRP/EMRPG	Res. 2695/04 (P)	Dic-2004	
				Res. 309/04 (G)	Ene-2004	
	Fundicion Chagres	Lo Campo	EMRP/EMRPG	Res. 480/02 (P)	Ene-2002	
				Res. 12480/03 (G)	2003	
		Catemu	EMRP/EMRPG	Res. 480/02 (P)	Ene-2002	
				Res. 12480/03 (G)	2003	
		Romeral	EMRPG	Res. 12480/03 (G)	2003	
	Santa Margarita	EMRPG	Res. 12480/03 (G)	2003		
	Armat	Armat	EMRP	Res. 2329/05	2005	
	Las Cenizas	Hospital Cabildo	-	-	-	
	COSUDE	Viña del Mar		Res. 4300/05 (P)	Ago-2005	
				Res. 4301/05 (G)	Ago-2005	
	RM	MACAM-2	Av. La Paz	EMRP/EMRPG	Res. 11,481/98 (P)	Jun-1998
					Res. 121,821/05 (O3)	Dic-2005

Región	Red	Estación	Representatividad	Resolución	Fecha Resolución	
		Parque O'higgins	EMRP/EMRPG	Res. 11,481/98 (P)	Jun-1998	
				Res. 121,821/05 (O3)	Dic-2005	
		Las Condes	EMRP/EMRPG	Res. 11,481/98 (P)	Jun-1998	
				Res. 121,821/05 (O3)	Dic-2005	
		La Florida	EMRP/EMRPG	Res. 11,481/98 (P)	Jun-1998	
				Res. 121,821/05 (O3)	Dic-2005	
		El Bosque	EMRP/EMRPG	Res. 11,481/98 (P)	Jun-1998	
				Res. 121,821/05 (O3)	Dic-2005	
		Cerrillos	EMRP/EMRPG	Res. 11,481/98 (P)	Jun-1998	
				Res. 121,821/05 (O3)	Dic-2005	
		Pudahuel	EMRP/EMRPG	Res. 11,481/98 (P)	Jun-1998	
				Res. 121,821/05 (O3)	Dic-2005	
VI	Termoelectrica Candelaria Colbun S.A.	Codegua	EMRP/EMRPG	Res. 1064/05 (P)	Feb-2005	
				Res. 1062/05 (SO2)	Feb-2005	
				Res. 1610/05 (CO)	Mar-2005	
				Res. 1608/05 (NO2)	Mar-2005	
		San Francisco de Mostazal		Res. 1609/05 (O3)	Mar-2005	
			EMRP/EMRPG	Res. 1062 (P)	Feb-2005	
				Res. 1063/05 (SO2)	Feb-2005	
				Res. 1607/05 (CO)	Mar-2005	
		Casas de Peuco		Res. 1606/05 (NO2)	Mar-2005	
				Res. 1605/05 (O3)	Mar-2005	
			EMRP/EMRPG	Res. 1066 (P)	Feb-2005	
				Res. 1061/05 (SO2)	Feb-2005	
		Codelco Teniente	Coya Población		Res. 1604/05 (CO)	Mar-2005
					Res. 1602/05 (NO2)	Mar-2005
				Res. 1603/05 (O3)	Mar-2005	
			Cipreses	-	-	-
	Cauquenes		-	-	-	
	COSUDE	Rancagua	Coya Club	-	-	-
			Sewell	-	-	-
			EMRP/EMRPG	Res. 5390/04 (P)	Oct-2004	
			Res. 2356/06 (SO2)	Jun-2006		
			Res. 2358/06 (CO)	Jun-2006		
	Res. 2357/06 (NO2)	Jun-2006				
	Res. 2359/06 (O3)	Jun-2006				
IX	COSUDE	Temuco	EMRP	Res. 1480/05	May-2005	
	SEREMI Salud	Padre Las Casas	EMRP	Res. 2046/04	Ago-2004	