

**GOBIERNO DE CHILE  
COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE  
II REGION DE ANTOFAGASTA**

# **INFORME DE CALIDAD DE AIRE DE LA II REGION DE ANTOFAGASTA**

**Actualizado al 31 Diciembre 2006**

**JULIO 2007**

## RESUMEN EJECUTIVO

En la Segunda Región a partir del año 2000, la Comisión Nacional del Medio Ambiente a través de su Área Control de la Contaminación y Recursos Naturales ha generado Informes de Calidad de Aire de la II Región, para mantener informada a la comunidad y entregar una herramienta para la gestión ambiental en la región.

Los resultados del análisis para el año 2006, se muestran a continuación por comunas y de acuerdo a la normativa vigente:

### Comuna de Antofagasta

- Existe información de monitoreos en los siguientes sectores: Coloso, Coviefi, La Negra, ciudad de Antofagasta, Minera Escondida Limitada, Minera Meridian Limitada (faena El Peñón), Minera Zaldivar y Minera Rayrock.
- En relación a las concentraciones de calidad de aire para Material Particulado Respirable MP10, se puede señalar que se cumple la norma diaria en Coloso, Coviefi, Ciudad de Antofagasta. No se puede verificar norma en el año 2006 en el sector Minera Meridian (faena El Peñón) sólo existe información de calidad de aire MP10 hasta Junio del 2006, el sector Minera Zaldivar se encuentra en saturación. Estación Inacesa, referencialmente se puede señalar que no se cumple la norma diaria, fue declarada EMRP (con representatividad poblacional para MP10) por la Autoridad Sanitaria el 27 de Junio del 2006. El sector La negra, según la estación La Negra propiedad de Xstrata Copper se encontraría en latencia según norma diaria.
- En las estaciones de Minera Escondida Ltda., el valor del percentil 98 durante el año 2006 estuvo sobre el valor de la norma diaria de MP10 para las estación San Lorenzo y en latencia para la estación Campamento 2000, la estación campamento 5400 cumple la norma diaria. Ninguna de las estaciones han sido declaradas EMRP. Respecto a la norma anual para MP10, sólo puede ser verificada en la estación Coloso y cumple dicha norma. A modo referencial, es calculada para otras estaciones, estación Coviefi y Sur bajo la norma, estación La Negra y Campamento Operaciones referencialmente se puede señalar que se encuentran en saturación.
- Las concentraciones de calidad de aire para SO<sub>2</sub> están sobre los valores de la norma diaria y anual en la estación Sur del sector La Negra, dicha estación no cuenta con la clasificación de EMRPG (con representatividad poblacional para gases). Para la estación La Negra las concentraciones de calidad de aire para SO<sub>2</sub> están bajo la norma diaria y anual. Dichos antecedentes son sólo referenciales para ambas estaciones.
- Se recomienda que las estaciones ubicadas en los sectores Minera Escondida y Sector Rayrock sean declaradas EMRP.

### Comuna de Mejillones

- Se monitorea en la ciudad de Mejillones en tres estaciones; estación Compañía de Bomberos, Ferrocarriles y Jardín Infantil Integra. Fuera de la ciudad de Mejillones, existen campañas realizadas en Minera Michilla.
- Se cumple la norma diaria de MP10 en la estación Ferrocarriles. Respecto a la norma anual, el promedio del periodo 2004-2006 en la estación Ferrocarriles esta bajo el valor de la norma. Estos antecedentes son referenciales, la estación Ferrocarril fue declarada EMRP en el año 2006.
- Respecto al D.S. N°113, de manera referencial, esta estación fue declarada como EMRPG el año 2006, se puede señalar que se cumple la norma diaria y anual de SO<sub>2</sub> en la estación Ferrocarriles.
- Respecto al D.S. N°114, la norma anual de NO<sub>2</sub> se cumple en las estaciones Jardín Infantil Integra y Compañía de Bomberos. En la estación Jardín Infantil Integra la norma primaria como concentración en 1 hora también, se cumple. En la estación Compañía de Bomberos de manera referencial, los valores calculados están bajo el valor de la norma en 1 hora, solo existe información para dos años.
- Respecto al D.S. N°112, la norma horaria de O<sub>3</sub>, en las estaciones Ferrocarriles y Compañía de Bomberos, no es posible calcular el percentil 99 de los máximos diarios

de concentración de 8 horas para ninguna estación, debido a que sólo se realizan campañas.

- La estación Ferrocarriles cuenta con representatividad poblacional del 28 de Septiembre 2006 como EMRP y EMRPG.

#### Comuna de Taltal

- Se monitorea en dos estaciones: Paposo y Punto de máximo Impacto.
- Respecto al D.S. N°114, para el contaminante NO<sub>2</sub>, ambas estaciones Paposo y Punto de Máximo Impacto están bajo el límite de la norma. En relación a la norma como concentración en una hora, no se cuenta con los tres años de información, referencialmente se puede señalar que los valores del percentil 99 para los años 2005 y 2006 para ambas estaciones están bajo el límite de la norma.
- Respecto al D.S. N°112, para el contaminante O<sub>3</sub>, los valores calculados están bajo la norma de concentración de 8 horas en la estación Paposo. En la estación de Punto de Máximo Impacto no se ha podido calcular el promedio del percentil 99 de tres años, el año 2005 no se cuenta con la cantidad necesaria de datos.

#### Comuna de Calama

- Se monitorea en la ciudad de Calama, en Chuquicamata y en el sector El Abra.
- En la ciudad de Calama se cumple la norma diaria para MP10. Respecto a la norma anual para MP10, promedio de tres años, está sobre el valor de norma en la estación Hospital del Cobre.
- Respecto al D.S. N°113, para el contaminante SO<sub>2</sub>, los valores calculados estuvieron bajo la norma anual y diaria en la Hospital El Cobre.
- Se recomienda, en la Auditoría Externa a Red calidad del aire realizada el año 2004, reubicar la estación Villa Caspana, ya que no cumple con criterio EMRP.
- Dado los resultados obtenidos para las campañas en el año 2006 en la estación Escuela D-126 (de la empresa Inppamet Ltda), se recomienda medir en forma permanente por un periodo anual para verificar el cumplimiento de la norma diaria.
- La localidad de Chuquicamata se encuentra declarada Zona Saturada por MP10 y estuvo declarada zona saturada por SO<sub>2</sub>, sin embargo debido al mejoramiento de la calidad del aire para dicho contaminante, durante el año 2004 se solicitó la declaración de zona latente, estableciéndose en el D.S. N°55 del 26 de Abril de 2005, como zona latente por SO<sub>2</sub>. En el año 2006, se ha mantenido la condición de latencia para SO<sub>2</sub> en la estación Auka Huasi, y hay cumplimiento de norma en la estación San José.
- En el sector El Abra, en forma referencial se puede señalar que se cumple la norma diaria y anual de MP10, dicha estación no es EMRP. En el sector de Conchi (estación Conchi) en los alrededores de la empresa El Abra, declarada EMRP el 29 de Diciembre del 2006, referencialmente se puede señalar que se cumplen la norma diaria y anual para MP10.

#### Comuna de Sierra Gorda

- En el localidad de Sierra Gorda, existen dos estaciones de monitoreo de calidad de aire para el contaminante Material Particulado Respirable MP10, de propiedad de las mineras Spence y El Tesoro. La norma diaria de MP10 se cumple en Sierra Gorda para ambas estaciones. Referencialmente se puede indicar que respecto a la norma anual, no se cumpliría en la estación Sierra Gorda de Spence, fue declarada EMRP el 13 de Septiembre 2004. En relación a la estación Sierra Gorda de El Tesoro no se cuenta con tres años de información, por que el año 2004 solo se realizaban campañas. Ambas mineras cuentan con estaciones en las dependencias de sus empresas. La minera Lomas Bayas también cuenta con estaciones de monitoreo para MP10 dentro de sus instalaciones.
- En las estaciones de Lomas Bayas no autorizada EMRP, en forma referencial se puede señalar que no se cumplen las normas diaria ni anual. En la estación Spence no autorizada EMRP, referencialmente se puede señalar que se cumple con la norma diaria pero no con la norma anual. En el Sector Minera El Tesoro no es posible verificar el cumplimiento de la normativa en la estación Campamento MET, ya que no se dispone de monitoreos año 2006.

- Se recomienda declarar EMRP a las estaciones Lomas Bayas, Spence y Campamento MET.

#### Comuna de Tocopilla

- Se monitorea en dos estaciones permanentes en la ciudad de Tocopilla. Además existen estaciones que sólo funcionan cuando las Centrales Termoeléctricas están utilizando petcoke como combustible.
- Se cumple la norma diaria de MP-10 en las estaciones Escuela E-10, Gobernación y Escuela E-12, en dichas estaciones la norma diaria no es superada. La norma anual, promedio de 3 años, está sobre el valor de la norma en la estación Escuela E-10. Las estaciones Gabriela Mistral y estación sur se encuentran en latencia.
- Respecto al D.S. N°113, sólo puede ser verificada en la estación Escuela E-10 (EMRPG desde año 2000, debido a que se dispone de información de tres años calendarios, el promedio percentil 99 para el periodo 2004-2006 corresponde a 122 µg/m<sup>3</sup>N y el promedio anual 2004-2006 corresponde a 32 µg/m<sup>3</sup>N, ambos valores bajo norma y latencia.
- Respecto al D.S. N°114, fue calculado en forma referencial para la concentración de 1 hora, solo existe información a partir del año 2005, los valores están bajo la norma. En relación a la norma anual, el promedio de los valores del periodo 2004-2006 está bajo la norma.

#### Comuna de María Elena

- Se monitorea en dos estaciones dentro de la localidad de María Elena. Además existe una estación de monitoreo continuo (Beta) para el control operacional de episodios críticos ubicada en estación Hospital.
- La localidad de María Elena está declarada Zona Saturada por MP10, la norma diaria y anual de MP10 fueron superadas en ambas estaciones.
- El proyecto "Cambio tecnológico de María Elena" establece la incorporación de una nueva estación de monitoreo por el periodo de un año en el punto de máximo impacto, luego de transcurrido un período anual y verificando en la práctica que dicha estación sea la de máximo impacto, la autoridad modificará la ubicación de una de las estaciones actuales y mantendrá en total dos estaciones de monitoreo de calidad del aire.

Respecto a la situación de las zonas saturadas actuales y/o futuras, se tiene lo siguiente:

- La localidad de Chuquicamata para el año 2006 no se ha sobrepasado la norma diaria ni la anual de SO<sub>2</sub> existiendo sólo valores en el nivel de latencia para la norma diaria. El D.S. N°55 del 26 de Abril de 2005, establece zona latente por anhídrido sulfuroso como concentración de 24 horas. La situación de saturación para el contaminante Material Particulado Respirable no ha variado.
- En la ciudad de Tocopilla, en el año 2006, se mantiene la situación de saturación por norma anual de MP10 y se encuentra en situación de latencia para la norma diaria de Material Particulado Respirable.
- En el Sector El Penón en forma referencia, se puede señalar que el Material Particulado Respirable está sobre el valor de la norma anual. El año 2006 solo hay datos hasta el mes de Junio.
- El Sector Minera Zaldivar se encontrarían en situación de saturación para la norma diaria de Material Particulado Respirable y también para la norma anual del periodo 2004-2006.
- En la ciudad de Calama, la norma anual de Material Particulado Respirable es superada para el periodo 2004-2006.

## INDICE

I.	INTRODUCCION .....	06
II.	OBJETIVOS Y ALCANCES .....	06
III.	DEFINICIONES GENERALES .....	07
IV.	METODOLOGIA DE TRABAJO .....	07
	4.1. Recopilación y sistematización de la información .....	07
	4.2. Evaluación y análisis de la información .....	08
	4.2.1. Material Particulado Respirable PM10 .....	08
	4.2.2. Anhídrido Sulfuroso SO <sub>2</sub> .....	10
	4.2.3. Dióxido de Nitrógeno NO <sub>2</sub> .....	11
	4.2.4. Ozono O <sub>3</sub> .....	11
	4.2.5. Monóxido de Carbono CO .....	12
	4.2.6. Plomo Pb .....	12
V.	ESTACIONES DE MONITOREO .....	13
VI.	ANALISIS DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMTIVA VIGENTE POR COMUNA.....	18
	6.1. Comuna de Antofagasta .....	18
	6.1.1. Sector Coloso .....	18
	6.1.2. Sector Coviefi .....	19
	6.1.3. Sector La Negra .....	22
	6.1.4. Sector Centro Ciudad de Antofagasta.....	26
	6.1.5. Sector Minera Escondida Limitada .....	27
	6.1.6. Sector El Peñon .....	28
	6.1.7. Sector Minera Zaldivar.....	29
	6.1.8. Sector Minera Rayrock.....	30
	6.2. Comuna de Mejillones .....	31
	6.2.1. Sector Ciudad de Mejillones .....	31
	6.2.2. Sector Minera Michilla.....	35
	6.3. Comuna de Tal Tal .....	36
	6.3.1. Sector Paposos.....	36
	6.4. Comuna de Calama .....	37
	6.4.1. Sector Ciudad de Calama .....	38
	6.4.2. Sector Chuquicamata .....	41
	6.4.3. Sector El Abra .....	44
	6.5. Comuna Sierra Gorda .....	46
	6.5.1. Sector Sierra Gorda .....	46
	6.5.2. Sector Lomas Bayas .....	47
	6.5.3. Sector Proyecto Spence .....	49
	6.5.4. Sector Minera El Tesoro.....	50
	6.6. Comuna Tocopilla .....	51
	6.6.1. Sector Ciudad de Tocopilla .....	51
	6.7. Comuna de María Elena .....	55
	6.7.1. Sector localidad de María Elena .....	55
VII.	ANALISIS ZONA SATURADA Y/O LATENTE.....	59
VIII.	CONCLUSIONES .....	60
	ANEXO I : Información histórica de las estaciones que no están operativas actualmente.65-70	
	1.1. Sector Coloso	
	1.2. Sector Puerto de Antofagasta- Sector habitacional Los Colectivos	
	1.3. Sector Bellavista	
	1.4. Sector RayRock	
	1.5. Sector Michilla	
	1.6. Sector Campamento EXPLODESA y PCS Yumbes	
	1.7. Sector cercanías Compañía Minera Tocopilla	
	ANEXO II: Ubicación geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad del aire.....	71-78

## I. INTRODUCCIÓN

De acuerdo a la Ley 19.300 le corresponde a la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) proponer al Presidente de la República las políticas ambientales del gobierno; informar periódicamente al Presidente de la República sobre el cumplimiento y aplicación de la legislación vigente en materia ambiental; actuar como un órgano de consulta, análisis, comunicación y coordinación en materias relacionadas con el medio ambiente; mantener un sistema nacional de información ambiental, desglosada regionalmente, de carácter público.

Por otra parte, históricamente, en la CONAMA, existía bastante información de calidad de aire de la región, generada a partir de los monitoreos de seguimiento de los proyectos ingresados al SEIA, planes de descontaminación y monitoreos proporcionados por el Servicio de Salud de Antofagasta (actualmente Autoridad Sanitaria). Esta información se encontraba en distintos documentos, y no estaba sistematizada computacionalmente.

Por lo anteriormente señalado, para cumplir con algunas de las funciones asignadas a la CONAMA, presentadas anteriormente y teniendo en cuenta que se contaba con información de calidad de aire en forma dispersa, nace la necesidad de realizar una evaluación de la calidad de aire de la II Región, recopilando la información existente, sistematizándola y posteriormente realizando un análisis de ella.

En este sentido, en el año 2000 se elaboró el primer informe de Calidad de Aire de la II Región, considerando la información existente hasta el 30 de Septiembre del 2000, para PM10, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> y PTS.

Este informe se elaboró sobre la base de recopilación, sistematización y posterior evaluación de los datos de las estaciones de monitoreo privadas y certificadas por la Autoridad Sanitaria Regional.

Posteriormente, este informe es complementado con la información existente hasta el 31 de Diciembre del año 2001, 2002, 2003, 2004 y 2005. El presente informe contiene la actualización de la información al 31 de Diciembre del año 2006 y la evaluación de la calidad de aire de la región de acuerdo a la normativa vigente. Los antecedentes contenidos en este informe tiene como objetivo ser utilizados como un instrumento de apoyo a la toma de decisión de la autoridad y para la generación y/o modificación de políticas, leyes o normas.

## II. OBJETIVOS Y ALCANCES

### 2.1 Objetivo General

El objetivo de este estudio es entregar los antecedentes de la situación actual e histórica de la calidad de aire de la II Región, actualizada al 31 de diciembre del año 2006.

Los objetivos específicos son:

- Generar información como base para la aplicación de futuras políticas ambientales.
- Evaluar el cumplimiento de la normativa actual, identificando las posibles zonas saturadas y latentes con relación a las normas primarias de calidad.
- Generar información para los procesos de dictación de nuevas normas y revisión de las actuales.

### 2.2 Alcances

Este informe contiene la información existente en CONAMA hasta el 31 de Diciembre del año 2006. Se realiza un análisis del cumplimiento de la normativa existente, abordando



aquellos parámetros monitoreados en la región. No se evaluará la norma horaria de SO<sub>2</sub>, dada la derogación de la norma de PTS, tampoco se analizará este contaminante. Se incorporan algunas de las recomendaciones realizadas en el proyecto "Evaluación y Verificación de Funcionamiento de Redes de Monitoreo de Calidad del aire" ejecutado en el año 2004 por el CENMA, que aún no han sido consideradas.

### III. DEFINICIONES GENERALES

**Norma Primaria de Calidad Ambiental:** aquellas que establece los valores de las concentraciones y períodos, máximos o mínimos permisibles de elementos, compuestos, sustancias, derivados químicos o biológicos, energías, radiaciones, vibraciones, ruidos o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la vida o la salud de la población.

**Norma Secundaria de Calidad Ambiental:** aquella que establece los valores de las concentraciones y períodos, máximos o mínimos permisibles de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la protección o conservación del medio ambiente, o la preservación de la naturaleza.

**Zona Latente:** aquella en que la medición de la concentración de contaminantes en el aire, agua o suelo, se sitúa entre el 80% y el 100% del valor de la respectiva norma de calidad ambiental.

**Zona Saturada:** aquella en que una o más normas de calidad ambiental se encuentran sobrepasadas.

### METODOLOGÍA DE TRABAJO

#### 4.1 Recopilación y sistematización de la información

Se ha continuado con la recopilación de información del seguimiento de los Planes de Descontaminación, de los informes de monitoreo de seguimiento de los proyectos ingresados al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental y de información proporcionada por la Autoridad Sanitaria.

La información ha sido sistematizada, evaluándose el cumplimiento de la normativa vigente, adicionalmente se ha comparado la evolución de los niveles de calidad a través de los años. Para efectuar este análisis se ha dividido la región por comunas y los resultados se presentan en tablas resúmenes y/o gráficos.

Los parámetros que se están monitoreando en la región en aire y que son analizados en este informe son los siguientes:

- Dióxido de Nitrógeno, NO<sub>2</sub>
- Anhídrido Sulfuroso, SO<sub>2</sub>
- Ozono, O<sub>3</sub>
- Material Particulado Respirable, MP10
- Plomo, Pb
- Arsénico As (Se muestra la evolución a través de los años, aunque no existe norma de calidad)

La información a la cual se ha tenido acceso a la fecha corresponde, en general, al período comprendido entre el año 1994 a Diciembre del 2006. Las características de esta información son las siguientes:

- Algunas estaciones cuentan con información de varios años desde 1994 al 2006 y otras con información sólo de algunos meses.

- 23 empresas o instituciones públicas, realizan monitoreos en nuestra región contando con 34 estaciones monitoreando en forma permanente y 13 estaciones que realizan sólo campañas.
- Los parámetros medidos en cada estación varían de una estación a otra dependiendo de la fuente emisora asociada a este monitoreo.

#### 4.2 Evaluación y análisis de la información

La evaluación y análisis de la información sistematizada, ha sido realizada sobre la base de la normativa nacional de calidad del aire vigente.

Las normas de calidad del aire vigentes para los parámetros estudiados son:

- **Decreto Supremo N°185** del año 1991 del Ministerio de Minería: Que establece las concentraciones máximas permitidas para SO<sub>2</sub> primarias y secundaria y los niveles de episodios críticos.
- **Decreto Supremo N°59** del año 1998 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia: Que establece la concentración máxima permitida de MP10.
- **Decreto Supremo N°45** del año 2001, Ministerio Secretaría General de la Presidencia: Que modifica el Decreto N°59 anteriormente señalado.
- **Decreto Supremo N°136** del año 2000 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia: Que establece norma de calidad primaria para plomo en el aire.
- **Decreto Supremo N°114** del año 2002, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República: Que establece norma primaria de calidad de aire para dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>).
- **Decreto Supremo N°112** del año 2002, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República: Que establece norma primaria de calidad de aire para ozono (O<sub>3</sub>).
- **Decreto Supremo N°113** del año 2002, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República: Que establece norma primaria de calidad de aire para dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>).

Además, en el presente informe se identifican las posibles zonas saturadas y latentes. Pero es importante señalar que sólo se identifican las posibles zonas, pues para declarar una zona saturada o latente es necesario considerar lo que establece de la Ley Bases del Medio Ambiente, en particular el Artículo 43, que señala:

“La Declaración de una zona del territorio como saturada o latente se hará por decreto supremo que llevará la firma del Ministro Secretario General de la Presidencia y contendrá la determinación precisa del área geográfica que abarca. Llevará además la firma del Ministro de Salud, si se trata de la aplicación de normas primarias de calidad ambiental, o del ministro sectorial que corresponda, según la naturaleza de la respectiva norma secundaria de calidad ambiental.

Esta Declaración tendrá como fundamento las mediciones, realizadas o certificadas por los organismos públicos competentes, en las que conste haberse verificado la condición que la hace procedente. El procedimiento estará a cargo de la Comisión Regional del Medio Ambiente. Si la zona objeto de la declaración estuviese situada en distintas regiones, el procedimiento estará a cargo de la Comisión Nacional del Medio Ambiente”.

##### 4.2.1. Material Particulado Respirable MP10

###### a) Definiciones específicas

**Estación de monitoreo de Material Particulado Respirable MP10 con Representatividad Poblacional (EMRP):** Una estación de monitoreo podrá clasificarse como EMRP si se cumple simultáneamente los siguientes criterios: i) que exista al menos un área edificada habitada en un círculo de radio de 2 Km contados desde la ubicación de la estación; ii) que esté colocada a más de 15 m de la calle o avenida más cercana, y a



más de 50 m de la calle o avenida más cercana que tenga un flujo igual o superior a 2.500 vehículos/día; iii) que esté colocada a más de 50 m de la salida de un sistema de calefacción (que utilice carbón, leña o petróleo equivalente a petróleo 2 o superior) o de otras fuentes fijas similares

Una EMRP tendrá un área de representatividad para la población expuesta consistente en un círculo de radio de 2 Km. contados desde la ubicación de la estación.

En caso que una estación de monitoreo no cumpla con los criterios ii) o iii) señalados precedentemente, el Servicio de Salud (actualmente Autoridad Sanitaria) respectivo podrá igualmente clasificarla como EMRP si existen antecedentes de que dicho incumplimiento no genera interferencia en la calidad de la información aportada por el monitoreo. Para tal efecto, se deberán tomar en consideración aspectos tales como el bajo flujo vehicular en calles o avenidas, el material del que están construidas las calles o avenidas, o bien, la operación esporádica y/o circunstancial de fuentes fijas como las indicadas.

**Percentil:** Corresponde al valor "q" calculado a partir de los valores efectivamente medidos en cada estación, redondeados al  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  más próximo. Todos los valores se anotarán en una lista establecida por orden creciente para cada estación de monitoreo:

$$X_1 \leq X_2 \leq X_3 \dots \leq X_k \dots \leq X_{n-1} \leq X_n$$

El percentil será el valor del elemento de orden k para el que "k" se calculará por medio de la siguiente fórmula  $k=qn$ , donde  $q=0,98$  para el Percentil 98 y "n" corresponde al número de valores efectivamente medidos. El valor "j" se redondeará al número entero más próximo.

**b) Concentración Diaria MP10**

El Decreto Supremo N°59/98, establece que la norma primaria de calidad del aire para el contaminante Material Particulado Respirable MP10, es ciento cincuenta microgramos por metro cúbico normal ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) como concentración de 24 horas.

Se considerará sobrepasada la norma de calidad del aire para Material Particulado Respirable cuando el percentil 98 de las concentraciones de 24 horas registradas durante un período anual en cualquier estación monitorea clasificada como estación de monitoreo de Material Particulado Respirable MP10 con representatividad poblacional, EMRP, sea mayor o igual a  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ .

Asimismo se considerará superada la norma, si antes que concluyese el primer período anual de mediciones certificadas por el Servicio de Salud competente se registrase en alguna de las estaciones monitoras de Material Particulado Respirable MP10 clasificada como EMRP, un número de días con mediciones sobre el valor de  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  mayor que siete (7).

El Decreto Supremo N° 45/01, modifica al Decreto N°59/98, estableciendo que desde el 1° de enero del año 2012, la norma diaria será de  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , salvo que a dicha fecha haya entrado en vigencia una norma de calidad ambiental para MP2,5, en cuyo caso se mantendrá el valor actual.

Defínese como niveles de emergencia ambiental para Material Particulado Respirable MP10, aquellos de acuerdo a los cuales el valor calculado para la calidad del aire en concentraciones de 24 horas, se encuentre en el respectivo rango señalado en la tabla:

Nivel	Material Particulado respirable MP10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) en 24 horas
Nivel 1	195 - 239
Nivel 2	240 - 329
Nivel 3	330 o superior

Se establecerá que se encuentra en situación de latencia cuando el percentil 98 se encuentre en este rango, entre el 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  y 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ .

Este informe determina el número días sobre el nivel de la norma y el nivel de latencia en el ítem "Valores sobre nivel norma" y "Valores sobre nivel de latencia".

#### **c) Concentración anual MP10**

El Decreto Supremo N°45/01, modifica el Decreto Supremo N°59/98, estableciendo la norma primaria de calidad de aire para el contaminante Material Particulado Respirable MP10, es cincuenta microgramos por metro cúbico normal (50  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) como concentración anual.

Se considerará sobrepasada la norma primaria anual de calidad del aire para Material Particulado Respirable MP10, cuando la concentración anual calculada como promedio aritmético de tres años calendario consecutivos en cualquier estación monitorea clasificada como EMRP, sea mayor o igual que 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , si correspondiere de acuerdo a lo que indica la metodología de pronóstico y medición.

De acuerdo al Art. segundo del D.S. 45 de 2001, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República, sólo podrán declararse zonas saturadas o latentes en virtud de la norma anual de Material Particulado Respirable MP10, a partir de la información que se genere a contar del 1° de enero del año 2002.

#### **4.2.2. Anhídrido Sulfuroso o Dióxido de Azufre - SO<sub>2</sub>**

Esta norma ha sido revisada, estableciéndose bajo el D.S.N°113/02 del MINSEGPRES la norma Primaria de Calidad del Aire para dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), que indica lo siguiente:

##### **a) Concentración Diaria**

La norma primaria de calidad de aire para dióxido de azufre como concentración de 24 horas será de 96 ppbv (250  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ).

Se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para dióxido de azufre como concentración de 24 horas, cuando el promedio aritmético de tres años sucesivos, del percentil 99 de las concentraciones de 24 horas registradas durante un año calendario, en cualquier estación monitorea EMRPG, fuere mayor o igual al nivel indicado en el párrafo precedente.

##### **b) Concentración Anual**

La norma primaria de calidad de aire para dióxido de azufre como concentración anual será de 31 ppbv (80  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ).

Se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para dióxido de azufre como concentración anual, cuando el promedio aritmético de los valores de concentración anual de tres años calendarios sucesivos, en cualquier estación monitorea EMRPG, fuere mayor o igual al nivel indicado en el párrafo precedente.

Una estación EMRPG (Estación monitorea con representatividad poblacional para gases SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, CO), corresponde a una estación de monitoreo que se encuentra localizada en un área habitada. Se entiende como área habitada, a una porción del territorio donde vive habitual y permanentemente un conjunto de personas.

Cabe señalar, en lo que respecta a los límites de concentraciones y los niveles que originan situaciones de emergencia, establecidos en el D.S. N°113/02, entraron en vigencia el año 2006.

Conforme al D.S.113/02, se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para dióxido de azufre como concentración anual, cuando el promedio aritmético de los valores de concentración anual de tres años calendarios sucesivos, en cualquier estación monitora EMRPG, fuere mayor o igual al nivel indicado (80 ug/m<sup>3</sup>N)

La norma primaria de calidad de aire para dióxido de azufre como concentración de 24 horas será de 96 ppbv (250 ug/m<sup>3</sup>N).

Se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para dióxido de azufre como concentración de 24 horas, cuando el promedio aritmético de tres años sucesivos, del percentil 99 de las concentraciones de 24 horas registradas durante un año calendario, en cualquier estación monitora EMRPG, fuere mayor o igual al nivel indicado.

#### **4.2.3. Dióxido de Nitrógeno NO<sub>2</sub>**

Esta norma ha sido revisada, estableciéndose bajo el D.S. N°114/02 del MINSEGPRES la norma Primaria de Calidad del Aire para dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), que indica lo siguiente:

##### **a) Concentración Anual**

La norma primaria de calidad de aire para dióxido de nitrógeno como concentración anual será de 53 ppbv (100 µg/m<sup>3</sup>N).

Se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para dióxido de nitrógeno como concentración anual, cuando el promedio aritmético de los valores de concentración anual de tres años calendarios sucesivos, en cualquier estación monitora EMRPG, fuere mayor o igual al nivel indicado en el párrafo precedente.

##### **b) Concentración horaria**

La norma primaria de calidad de aire para dióxido de nitrógeno como concentración de 1 hora será de 213 ppbv (400 µg/m<sup>3</sup>N).

Se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para dióxido de nitrógeno como concentración de 1 hora, cuando el promedio aritmético de tres años sucesivos del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 1 hora registrados durante un año calendario, en cualquier estación monitora EMRPG, fuere mayor o igual al nivel indicado en el párrafo precedente.

Cabe señalar, en lo que respecta a los límites de concentraciones y a los niveles que originan situaciones de emergencia, establecido en los D.S. N°114/02, entraron en vigencia el año 2006.

#### **4.2.4. Ozono O<sub>3</sub>**

Esta norma ha sido revisada, estableciéndose bajo el D.S. N°112/02 del MINSEGPRES la norma Primaria de Calidad del Aire para ozono (O<sub>3</sub>). Este decreto señala que la norma primaria de calidad del aire para ozono como concentración de 8 horas será de 61 ppbv (120 µg/m<sup>3</sup>N).

Se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para ozono como concentración de 8 horas, cuando el promedio aritmético de tres años sucesivos, del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 8 horas registrados durante un año calendario, en cualquier estación monitora EMRPG, fuere mayor o igual al nivel indicado en el párrafo precedente.

Cabe señalar, en lo que respecta a los límites de concentraciones y a los niveles que originan situaciones de emergencia, establecidos en el D.S. N°112/02, entraron en vigencia el año 2006.

#### **4.2.5. Monóxido de Carbono CO**

Esta norma ha sido revisada, estableciéndose bajo el D.S. N° 115/02 del MINSEGPRES la Norma Primaria de Calidad del Aire para Monóxido de Carbono (CO). Este decreto señala que la norma primaria de calidad del aire para Monóxido de Carbono como concentración de 8 horas será de 9 ppmv (10 mg/m<sup>3</sup>N).

Se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para monóxido de carbono como concentración de 8 horas, cuando el promedio aritmético de tres años sucesivos, del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 8 horas registrados durante un año calendario, en cualquier estación monitora EMRPG fuere mayor o igual al nivel indicado en el inciso precedente.

Así mismo establece que la norma primaria de calidad del aire para Monóxido de Carbono de 1 hora será de 26 ppmv (30 mg/m<sup>3</sup>N).

Se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para monóxido de carbono como concentración de 1 hora, cuando el promedio aritmético de tres años sucesivos, del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 1 hora registrados durante un año calendario, en cualquier estación monitora EMRPG, fuere mayor o igual al nivel indicado en el párrafo precedente.

Cabe señalar, en lo que respecta a los límites de concentraciones y a los niveles que originan situaciones de emergencia, establecidos en el D.S. N°115/02, entraron en vigencia el año 2006.

**Dado que no se dispone de información permanente para este contaminante y sólo es monitoreado por una estación, no será analizado.**

#### **4.2.6. Plomo Pb**

En el Decreto Supremo N°136 del año 2000, establece la norma primaria de calidad para el plomo en el aire cuyo valor es de 0,5 µg/m<sup>3</sup>N como concentración anual. Se considerará sobrepasada la norma cuando el promedio aritmético de los valores de concentración de dos años sucesivos supera el nivel de la norma en cualquier estación EMPB (estación de monitoreo de plomo con representatividad poblacional).

Así mismo se considerará sobrepasada la norma de concentración anual correspondiente al primer periodo anual contado desde la entrada en vigencia de la presente norma, es superior en más de un 100 % al nivel de la norma en cualquier estación EMPB.

Una EMPB (Estación de monitoreo de plomo con representatividad poblacional) es una estación que cumple simultáneamente los siguientes requisitos: a) que la estación se utilizará para el muestreo de material particulado de 24 horas con el fin de realizar un análisis de plomo ; b) que exista al menos un área habitada en un radio de 2 kilómetros (km), contados desde la ubicación de la estación; c) que se ubique a más de 15 metros de la calle o avenida más cercana, y a más de 50 metros de la calle o avenida más cercana que tenga un flujo igual o superior a 2.500 vehículos/día; d) que se ubique a más de 50 metros de una fuente fija emisora de plomo.

Una estación EMPB tendrá un área de representatividad para la población expuesta correspondiente a un radio de 2 km, contados desde la ubicación de la estación.

**Tabla N°1. Valores de Norma Vigente y Nivel de Latencia**  
Que se utilizan en el presente estudio

Contaminante	Norma horaria ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	Norma diaria ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	Norma anual ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	Nivel de latencia horaria ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	Nivel de latencia diaria ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	Nivel de latencia anual ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )
O <sub>3</sub> (D.S.112)	120 (8 hrs.)	-	-	-	-	-
Pb(D.S.136)	-	-	0,5(2 años)	-	-	-
NO <sub>2</sub> (D.S.114)	400	-	100(3 años)	-	-	80
SO <sub>2</sub> (D.S.113)	-	250 (3 años)	80	-	200	64
MP10(D.S.59)	-	150	50 (3 años)	-	120	40 (3 años)

Vigente para las estaciones que cumplen con el requisito de estar declaradas EMRPG.

#### IV. ESTACIONES DE MONITOREO

A continuación se presenta un cuadro resumen con la información de las estaciones de monitoreo utilizadas.

**Tabla Nº2. Estaciones en funcionamiento actual.**

Red Monitoreo Empresa	Estaciones Monitoras	Coordenadas UTM <sup>1</sup>	Comuna	Contaminantes Medidos	EMRP PM-10	EMRP Gases
1. Zaldivar	Campamento de Operaciones	485512 E- 7321675 N	Antofagasta	MP10	Si	-
2. Escondida Ltda.	San Lorenzo	485850 E-7317561 N	Antofagasta	MP10	No	-
	Campamento 2000	485416 E - 7320416 N		MP10	No	-
	Campamento 5400			MP10	No	-
	Caleta Coloso	351150 E - 7371600 N		MP10	Si	-
3. Minera Meridian	Campamento	451000 E- 7300000 N	Antofagasta	MP10	Si	-
4. Guanaco	Administración		Antofagasta	MP10	No	-
5. Falconbridge Fundición Altonorte	Coviefi	356.847 E - 7379757 N	Antofagasta	MP10 y SO <sub>2</sub>	Si	Si
	Sur	366.690 E - 7363604 N		MP10 y SO <sub>2</sub>	No	No
	La Negra	365.988 E - 7368263 N		MP10 y SO <sub>2</sub>	Si	Si
6. Inacesa	Inacesa	366001 E – 7369267 N	Antofagasta	MP10, SO <sub>2</sub> y As, Cu, SiO <sub>2</sub>	Si	Si
7. CONAMA-AIA-Seremi Salud	Rendic	359138 E - 7387995 N	Antofagasta	MP10	Si	-
	Oncológico	357923 E - 7383182 N		MP10	Si	-
8. Minera Rayrock Ltda.	Casa de Cambio	E 358.112- N 7.415.817	Antofagasta	MP10 (campañas)	No	-
	Sector Administración	N 7.415.817-E 358.112		MP10 (campañas)	No	-
9. NOPEL	Compañía de Bomberos	351441 E - 7444532 N	Mejillones	NO <sub>2</sub> , MP10, CO y (O <sub>3</sub> campañas)	Si	Si
10. EDELNOR	Ferrocarril de Mejillones	374 794 E - 7554836 N	Mejillones	MP10 y SO <sub>2</sub> . NO <sub>2</sub> y O <sub>3</sub>	Si	Si
11. ENAEX S.A.	Jardín Infantil Integra	352081 E - 7444452 N	Mejillones	NO <sub>2</sub>	-	Si
12. Minera Michilla S.A	Campamento Cátodo	E 378286 N 7492167	Mejillones	MP10 (campañas)	No	-
	ESEVA – (ex ICV)	E 378978 N 7492488		MP10 (campañas)	No	-
	Minas Mantención	E 379763 N 7492282		MP10 (campañas)	No	-
13. Cemento Polpaico	Norte Polpaico	355443 E - 7445592 N	Mejillones	MP10 (campañas)	No	-
	Sur Polpaico	355402 E - 7445285 N		MP10 (campañas)		
14. ENDESA Taltal	Pto. de Max. Impacto	352524 E-7236146 N	Taltal	NO <sub>2</sub> y O <sub>3</sub>	-	Si

<sup>1</sup> Coordenadas obtenidas del Informe CENMA "Evaluación y Verificación de Funcionamiento de redes de Monitoreo de Calidad del aire".



Red Monitoreo Empresa	Estaciones Monitoras	Coordenadas UTM <sup>1</sup>	Comuna	Contaminantes Medidos	EMRP PM-10	EMRP Gases
	Escuela Paposo	352352 E-7233451 N		NO <sub>2</sub> y O <sub>3</sub>		Si
15. Innpamet Ltda.	Escuela D-126 (Kamac-Mayu)		Calama	MP10 y CO (campañas)	Si	Si
16. Codelco Chile División Codelco Norte	San José	506.481 E-7531673 N	Calama	MP10 y SO <sub>2</sub>	Si	Si
	Auka Huasi	507229 E- 7532289 N		MP10 y SO <sub>2</sub>	Si	Si
	Hospital del cobre	509.243 E-7516913 N		MP10 y SO <sub>2</sub>	Si	Si
	Caspana	507410 E- 7514595 N		MP10 y SO <sub>2</sub>	No	No
17. El Abra	Conchi	538900 E- 7564100 N	Calama	MP10 y PTS	Si	-
	Planta	531330 E- 7569850 N		MP10 y PTS	No	-
18. Riochilex S.A.	Estación Sierra Gorda	467513 E - 7468965 N	Sierra Gorda	MP10	Si	-
	Estación Spence			MP10	No	-
19. Falconbridge Lomas Bayas	Garita de Control	449105 E - 7410620 N	Sierra Gorda	MP10	No	-
	Campamento	449313 E - 7448395 N		MP10	No	-
20. Minera El Tesoro	Poblado Sierra Gorda	466670 E - 7468150 N	Sierra Gorda	MP10	Si	-
	Sector Campamento MET	489460 E - 7464489 N		MP10 (campañas)	No	-
21. Norgener	Gobernación	376087 E 7556373 N	Tocopilla	MP10 y SO <sub>2</sub>	Si	No
	Escuela E-12	376731 E-7556849 N		MP10 y SO <sub>2</sub> (campañas)	Si	No
	Escuela Gabriela Mistral	376518 E- 7556323 N		SO <sub>2</sub> (campañas)	-	No
22. Electroandina S.A.	Escuela E-10 (Norte)	377362 E-7557230 N	Tocopilla	MP10, SO <sub>2</sub> y NO <sub>2</sub>	Si	Si
	Villa Covadonga (Sur)	374794 E-7554836 N		MP10 y SO <sub>2</sub> (campañas)	Si	Si
	Escuela Gabriela Mistral (Centro)	376516 E-7556334 N		SO <sub>2</sub> y MP10 (campañas)	Si	No
23. SQM S.A.	Hospital	431557 E-7529201 N	María Elena	MP10	Si	-
	Hospital Beta	431557 E-7529201 N		MP10	Si	-
	Iglesia	431963 E-7528848 N		MP10	Si	-

Del total de 47 estaciones: 34 realizan monitoreo permanente y 13 realizan campañas.

Tabla Nº3. Estaciones con información de calidad del aire, actualmente no funcionando.

Red Monitoreo Empresa	Estaciones Monitoras	Coordenadas UTM	Comuna	Contaminantes Medidos
Puerto Mejillones	TO1	E 355.875,32 N 7.445.552,18	Mejillones	PTS - PS: Junio y julio 1997 Análisis Químico: <b>Cu, Zn, Pb, Ag, K, SiO<sub>2</sub>, Na, SO<sub>4</sub>, Ca</b> en PTS y PS: Junio y julio 1997
	TO2	E 355.322,06 N 7.445.792,28		
	TO3	E 355.211,40 N 7.445.988,22		
	TO4	E 355.138,31 N 7.446.139,10		
	TO5	E355.326,16 N 7.446.223,76.		
Minera Escondida	Estación 5: Playa Amarilla	E 351.150 - N 7.371.900	Antofagasta	MP10: desde julio de 1997 a diciembre 2003 (sólo hasta febrero 2003 estaciones lado sur y correa. PTS: desde julio 1997 a noviembre 1997.
	Estación 7: Lado sur	E 350.200 - N 7.371.650		
	Estación 8: Lado correa	E 350.750 -N 7.372.100		
Servicio de Salud Antofagasta	Cuarta Compañía de Bomberos		Antofagasta	MP10 y plomo (Pb) en MP10: Est. Cuarta Compañía: desde marzo Agosto del 2002.
Gobernación Marítima de Antofagasta	Club de yates		Antofagasta	MP10 y plomo (Pb) en MP10: Est. Club de yates y Capitanía de Puerto : campañas durante año 2001.
	Capitanía de puerto			
Norgener	Carabineros		Tocopilla	MP-10 y SO <sub>2</sub> hasta el año 2004
Minera Tocopilla	Casa de huéspedes		Tocopilla	MP10: Noviembre -Diciembre 1995, SiO <sub>2</sub> , Al, Cu, SO <sub>4</sub> , C (en MP10):Noviembre- Diciembre 1995 y PTS: Nov.-Dic. 1995
	Sindicato de trabajadores de Cía. Minera Tocopilla S.A.			
Sociedad de Exploración y Desarrollo Minero SCM	Campamento		Taltal	MP10, SO <sub>2</sub> y As: campañas 2 meses al año 2002 y un mes 2003, Estación cachinal, sólo SO <sub>2</sub>
	Aguada Cachinal			

Red Monitoreo Empresa	Estaciones Monitoras	Coordenadas UTM	Comuna	Contaminantes Medidos
PCS Yumbes S.C.M.	PCS Yumbes		Taltal	MP10: campañas, 2000 febrero, marzo, junio, julio. 2001 marzo, abril, septiembre noviembre. 2003 marzo, abril, julio.

## VI. ANÁLISIS DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA VIGENTE POR COMUNA

Se realiza un análisis de la calidad de aire por comuna, considerando cada una de los parámetros en relación con la normativa vigente. En Anexo I, se presenta la información histórica de estaciones que funcionaron algún periodo de tiempo, pero actualmente no están en funcionamiento.

### 6.1 Comuna de Antofagasta

En la ciudad de Antofagasta se encuentran actualmente las siguientes estaciones:

- Las estaciones de la Empresa Xstrata Copper (ex Falconbridge), Fundación Altonorte en el sector La Negra (Est. La Negra y Est. Sur) y en el sector Coviefi (Est. Coviefi).
- La estación Oncológico y Rendic (desde Agosto 2005 en adelante) gestionada por CONAMA- AIA- Autoridad Sanitaria, en el sector centro y sector norte de la ciudad.
- La estación Inacesa, de la empresa Inacesa ubicada en el sector La Negra, en el mes de Diciembre del 2005 la estación de monitoreo fue cambiada de ubicación, actualmente cuenta con la declaración de EMRP a partir del mes de Junio del 2006.

Por otra parte existen estaciones dentro de la comuna de Antofagasta pero fuera de la ciudad, en las empresas mineras:

- Minera Escondida en el sector Mina y Coloso (Est. Campamento 2000, Est. Villa San Lorenzo, Est. Campamento 5400, Est. Caleta Coloso)
- Minera Meridian, proyecto El Peñón (realiza campañas hasta el año 2000 y reinicia monitoreo permanente desde el año 2003 a Junio del 2006)
- Minera Zaldivar en el sector mina (Est. Campamento de operaciones)
- Minera Rayrock Ltda. (Est. Casa de cambio y sector Administración)
- Minera Guanaco (Est. Administración)

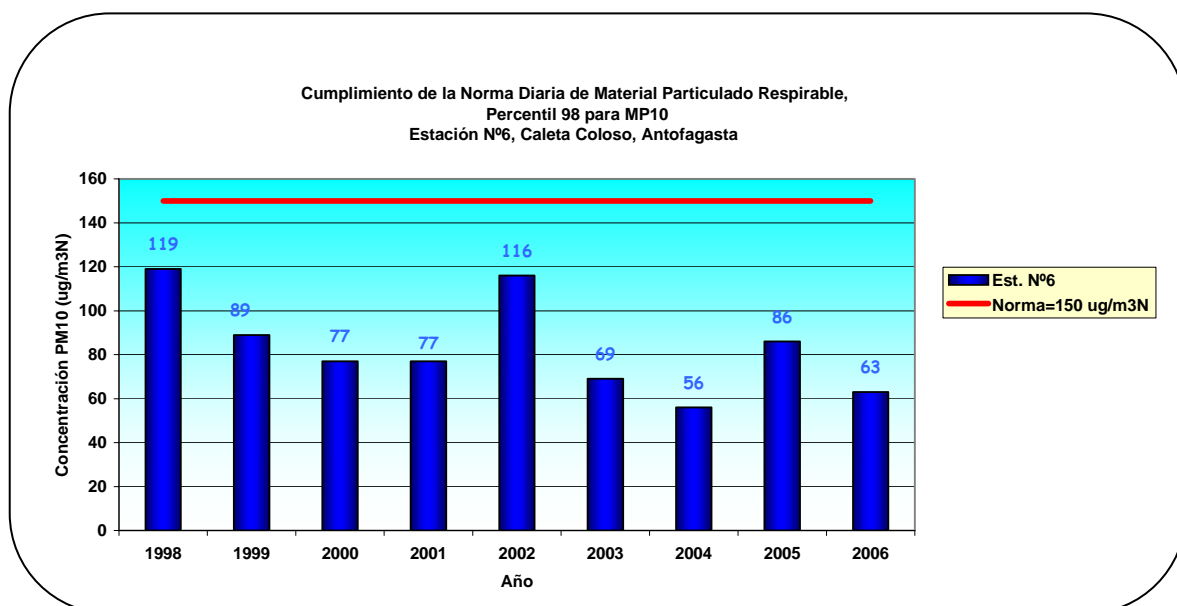
#### 6.1.1. Sector Coloso

##### a) Material Particulado Respirable MP10

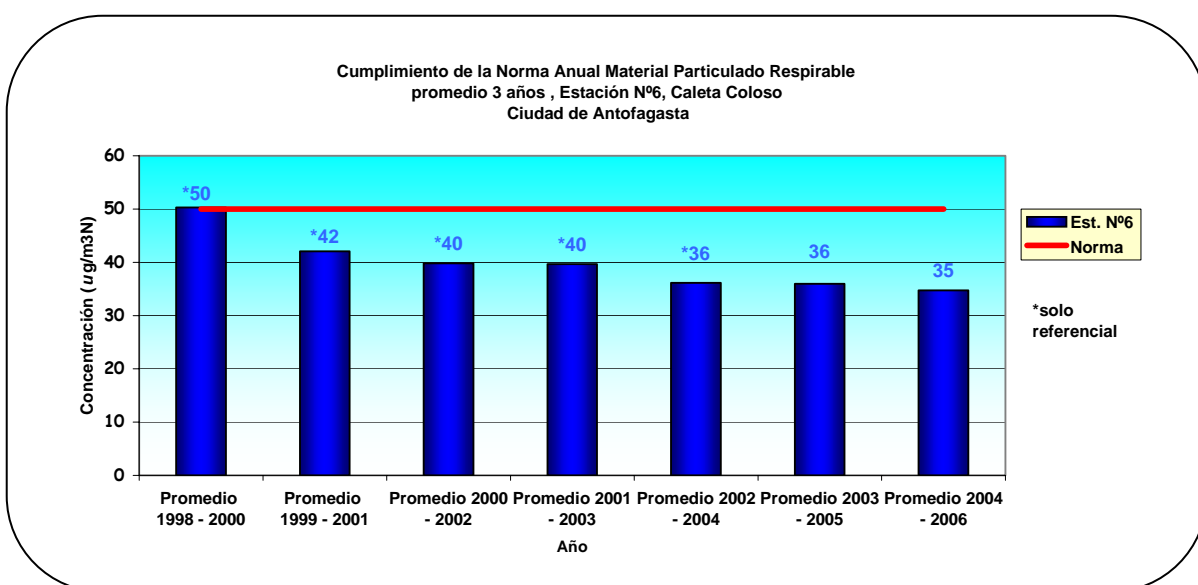
Existieron 4 estaciones en este sector: estación N°5, en Playa Amarilla, estación N°6, en Caleta Coloso, estación N°7 en Lado sur y estación N°8 en Lado correa. Actualmente, la única estación en funcionamiento es la estación Caleta Coloso (autorizada EMRP a partir del 10 de marzo del 2003).

##### a.1. Norma Diaria

El percentil 98 en la estación Caleta Coloso, para los años 1998 al 2006, no supera el valor de la norma ni el valor latencia.



## a.2. Norma Anual



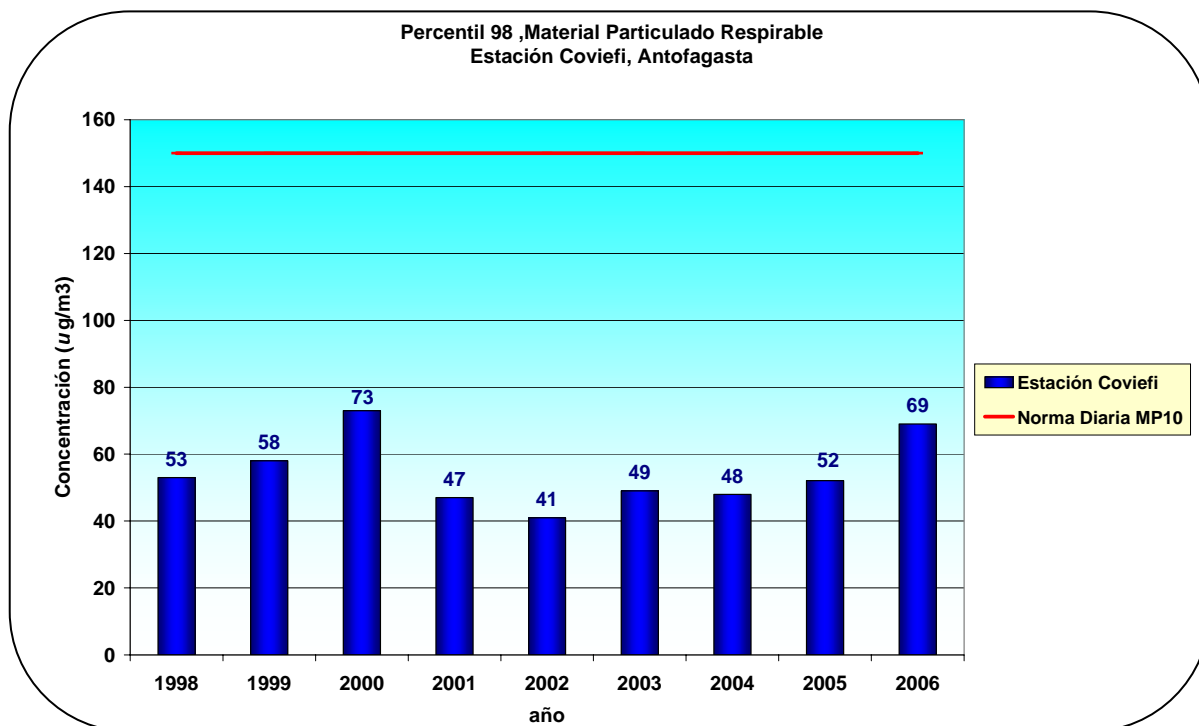
La norma de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , para promedio de tres años, es calculada de manera referencial para el periodo 2002-2004 y anteriores, dado que la estación fue declarada EMRP en el año 2003 (marzo 2003). Sin embargo a partir del periodo 2004-2006 el valor calculado cumple con los requisitos establecidos en la normativa.

### 6.1.2. Sector Coviefi

#### a) Material Particulado Respirable MP10

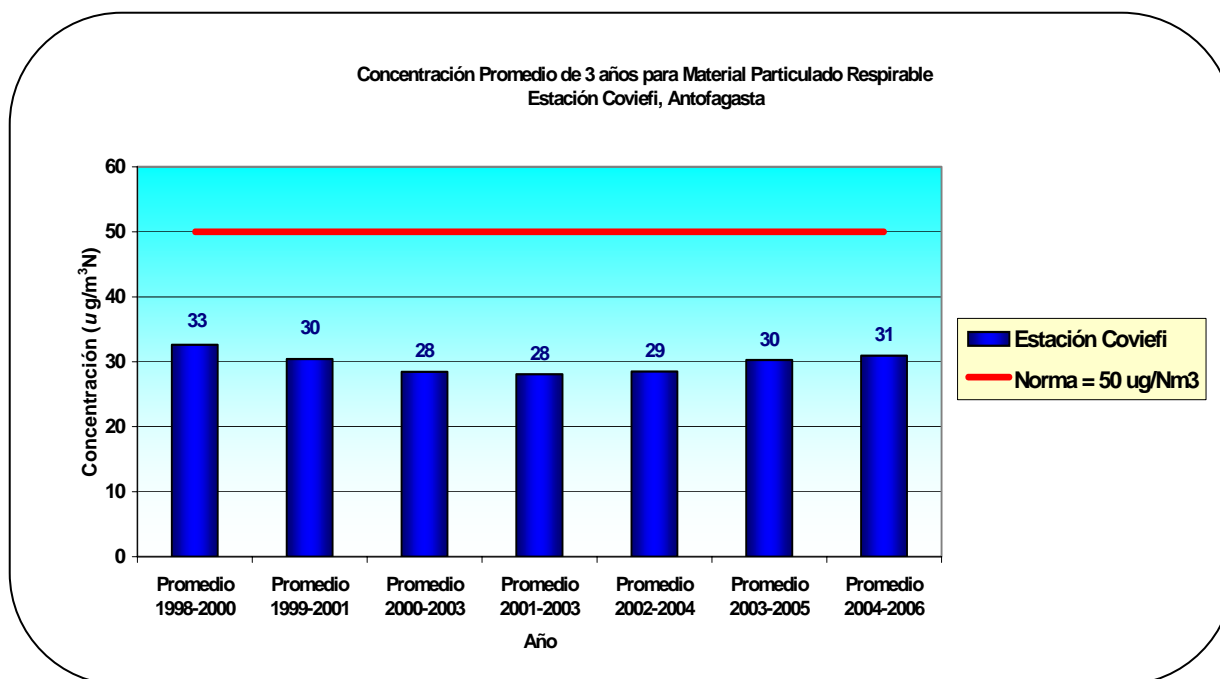
##### a.1. Norma Diaria

El percentil 98 en la estación Coviefi, para los años 1998 al 2006, no superan la norma diaria de  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  y tampoco se encuentran en situación de latencia (Autorizada EMRP a partir del 19 de Octubre de 2004). Esto se puede apreciar en el gráfico siguiente:



**a.2. Norma Anual**

La norma de 50 µg/m<sup>3</sup>N, para promedio de tres años, es calculada de manera referencial dado que la estación fue declarada EMRP en el año 2004, el promedio 2004-2006 esta bajo el valor de norma.



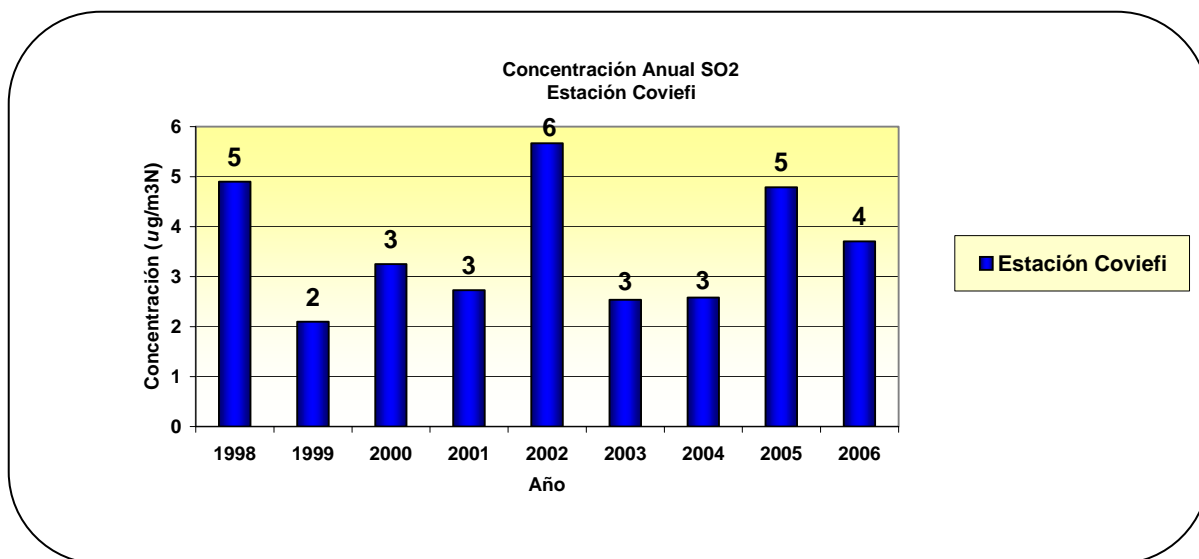


**b) Anhídrido Sulfuroso SO<sub>2</sub>**

**b.1. Conforme a lo establecido en el D.S.113:**

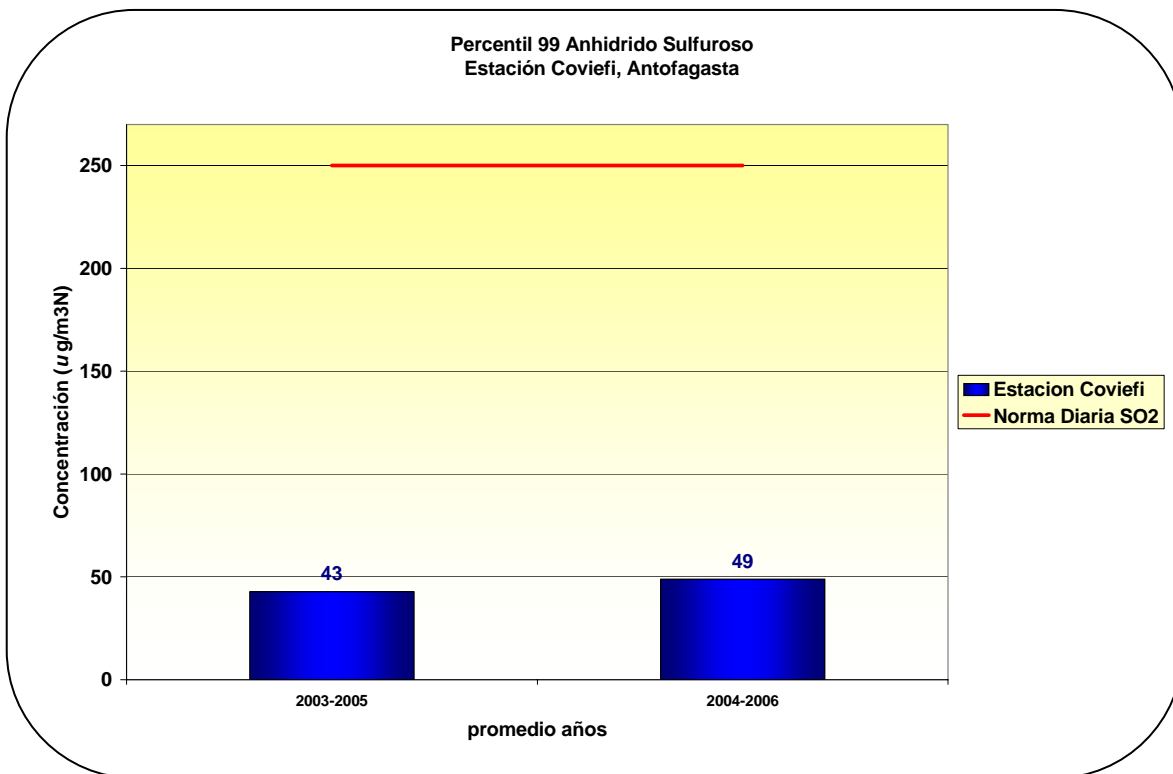
**Norma Anual**

La norma anual de **80 µg/m<sup>3</sup>N** no es superada para ninguno de los años de monitoreo y tampoco se sobrepasa la latencia en la estación Coviefi (Autorizada EMRPG a partir del 19 de Octubre de 2004). En el siguiente gráfico se muestra los promedios anuales.



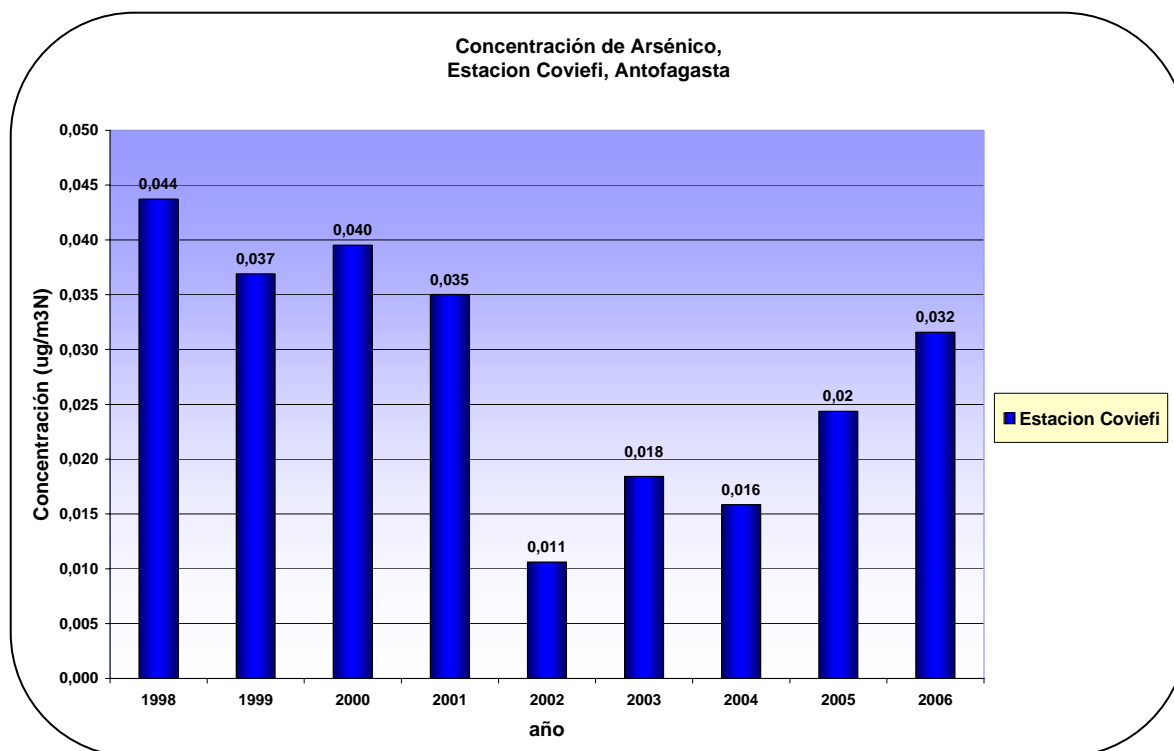
**b.2. Conforme a lo establecido en el D.S.113:**

**Norma Diaria:**



Respecto al cumplimiento de la Norma Diaria establecida en el D.S.113, el percentil 99 para el promedio de 3 años periodo 2004-2006 fue de  $48 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , valor inferior a la norma.

### c) Arsénico As



No existe una norma de calidad de arsénico, pero es importante ver la tendencia de las concentraciones anuales considerando especialmente que ha entrado en vigencia una norma de emisión de arsénico, Decreto Supremo N°165 de 1998, que trae restricciones desde el año 2000.

La concentración anual para el contaminante arsénico alcanza su mayor valor en el año 1998, produciéndose una reducción importante el año 2002, de este año en adelante se aprecia un aumento en las concentraciones.

### d) Observaciones de la Auditoría externa a Red calidad del aire realizada el año 2004

Respecto a la ubicación de la estación Coviefi, esta se encuentra localizada en la ladera de un cerro y junto a un edificio de mayor altura (5 m aprox.) en dirección a la quebrada, que pudieran afectar en las mediciones. Es necesario revisar mayor información para determinar si la ubicación de esta estación es representativa de la zona monitoreada. Situación Subsanaada de acuerdo a lo informado por la Autoridad Sanitaria, Ord. N°757 de fecha 31 de Marzo 2006.

#### 6.1.3. Sector La Negra

Existen las siguientes estaciones en el Sector la Negra:

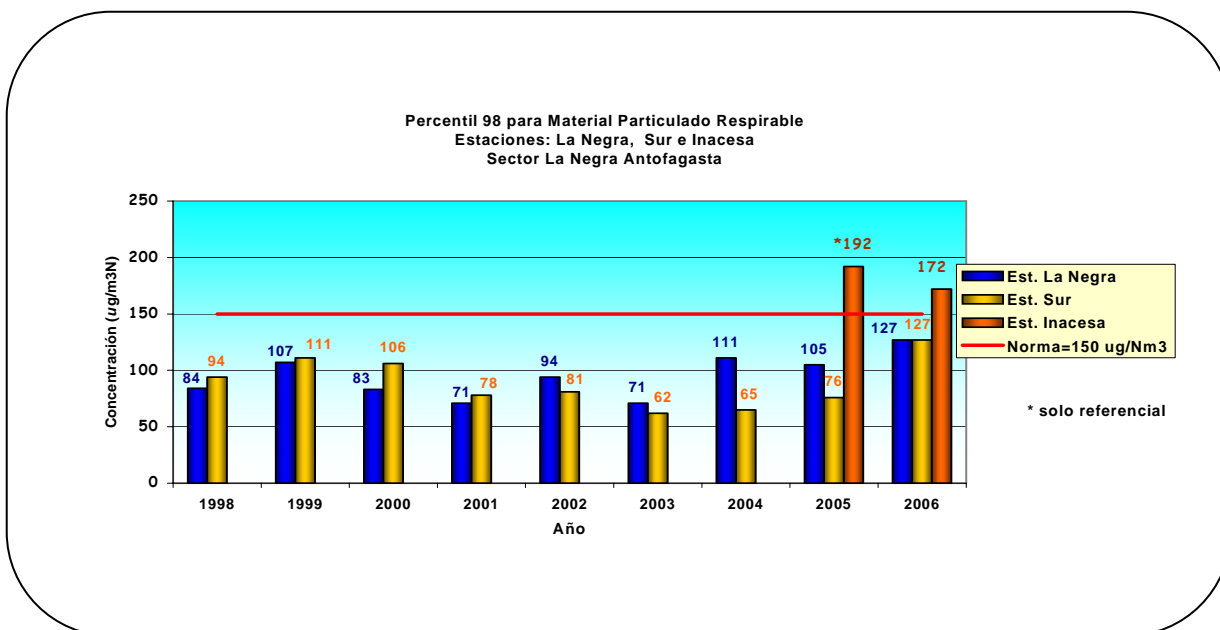
- Dos estaciones permanentes: estación La Negra (Autorizada EMRP y EMRPG a partir del 19 de Octubre de 2004) y estación Sur (no autorizada).
- Estación Inacesa la cual realiza monitoreo de MP10, en el año 2000 tuvo una duración de 1 mes; en los años 2003 y 2004, se realizaron campañas de 1 mes de duración con una frecuencia de tres veces al año, tanto para MP10 como  $\text{SO}_2$  y el año 2005 se realizó un monitoreo permanente desde Enero a Noviembre del mismo año. En el mes de Diciembre del 2005 la estación fue trasladada a las instalaciones de la empresa Murova, ubicada aproximadamente a 300 metros al este de las dependencias de INACESA. Este cambio

se realizó entre los días 08 y 14 de diciembre de 2005. En esta nueva ubicación fue declarada EMRP y EMRPG (27 junio 2006).

## a) Material Particulado Respirable MP10

### a.1. Norma Diaria

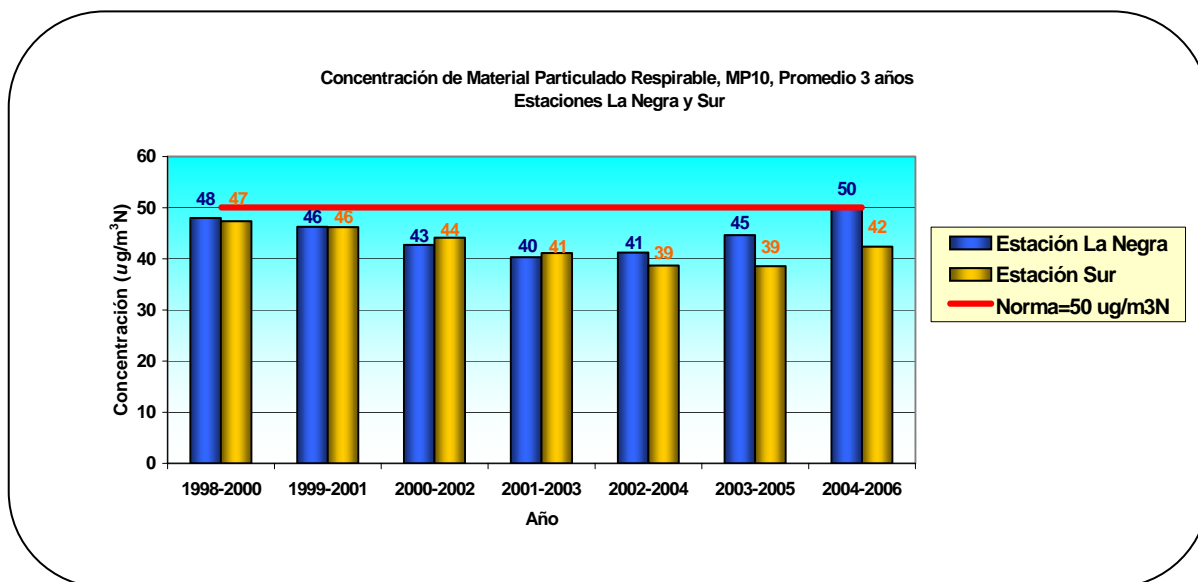
El percentil 98 para la estación La Negra y estación Sur, para los años desde 1998 al 2005 no supera la norma de  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  y tampoco la situación de latencia. Sin embargo para el año 2006 el percentil 98 para la estación La Negra y Sur se encuentra en situación de latencia y para la estación Inacesa se encuentra en situación de saturación.



Como se observa en el gráfico anterior, para la estación Inacesa el percentil 98 para el año 2006 es de  $172 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ . Cabe señalar que esta estación fue declarada EMRP y EMRPG en el mes de junio del año 2006. Sin embargo desde julio a diciembre del 2006 se superó la norma en 10 ocasiones, en consecuencia se encuentra en situación de saturación este sector.

### a.2. Norma Anual

La norma de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , para promedio de tres años, es calculada de manera referencial para la estación La Negra y Sur, debido a que la estación La Negra fue declarada EMRP el 19 de octubre del 2004 y la estación Sur no ha sido declarada EMRP. La estación La negra en el periodo años 2004-2006 está saturada en MP10 y la estación Sur está en situación de latencia para dicho contaminante.

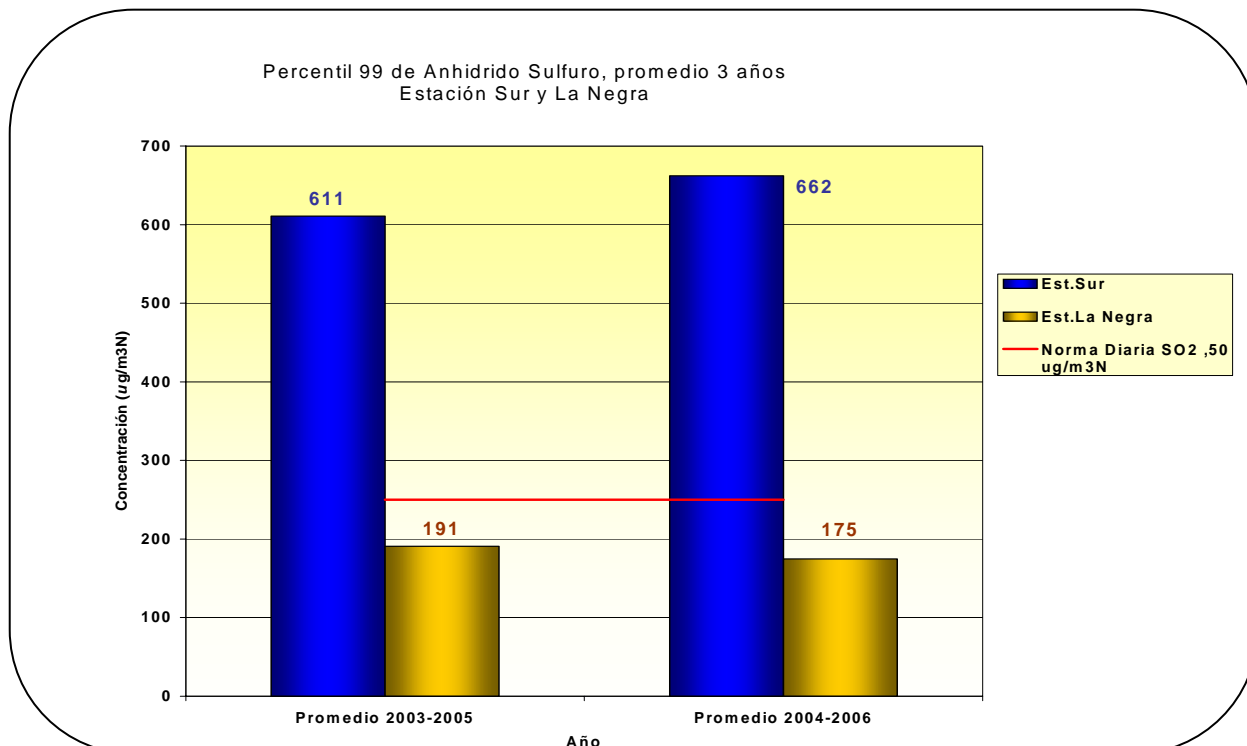


Respecto a la estación Inacesa, el promedio anual del año 2006 fue de 125  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , sólo como referencia se puede indicar que supera el valor norma de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ .

## b) Anhídrido Sulfuroso $\text{SO}_2$

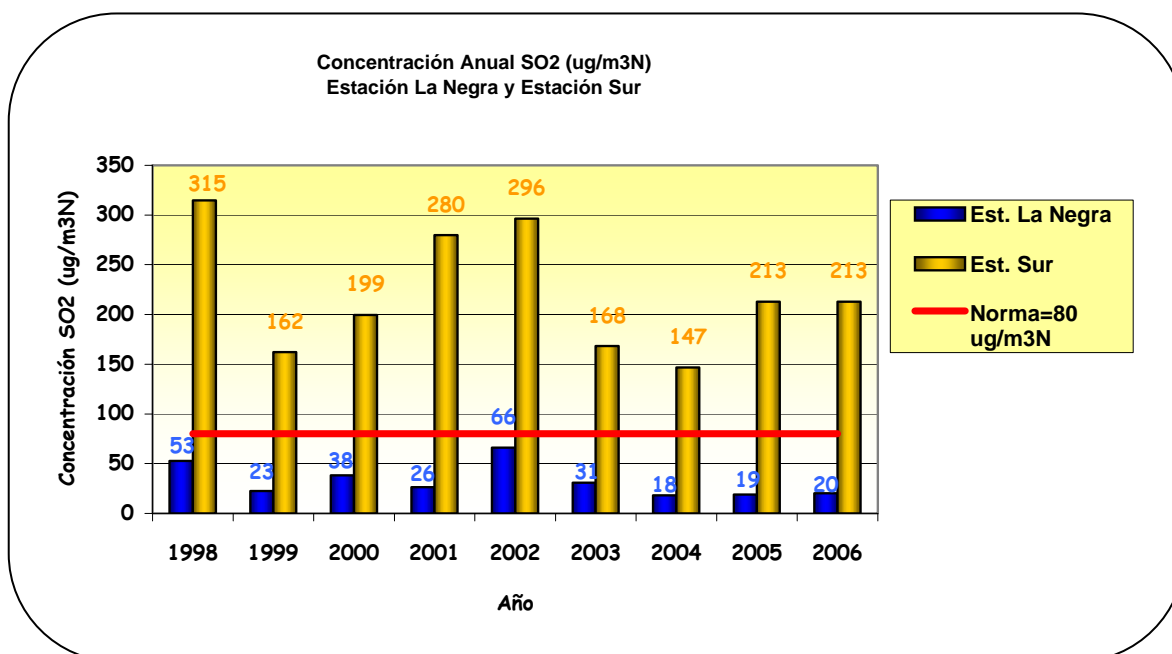
### b.1. Norma Diaria

Conforme a lo establecido en el D.S.113, para evaluar el cumplimiento de la norma se obtiene a través del promedio del percentil 99 de 3 años.



La estación Sur no ha sido declarada EMRPG y la estación La Negra fue declarada EMRPG el 19 de Octubre del 2004. Referencialmente se puede señalar que la estación Sur se encuentra en situación de saturación, la estación La Negra cumple con la norma diaria.

## b.2 Norma Anual

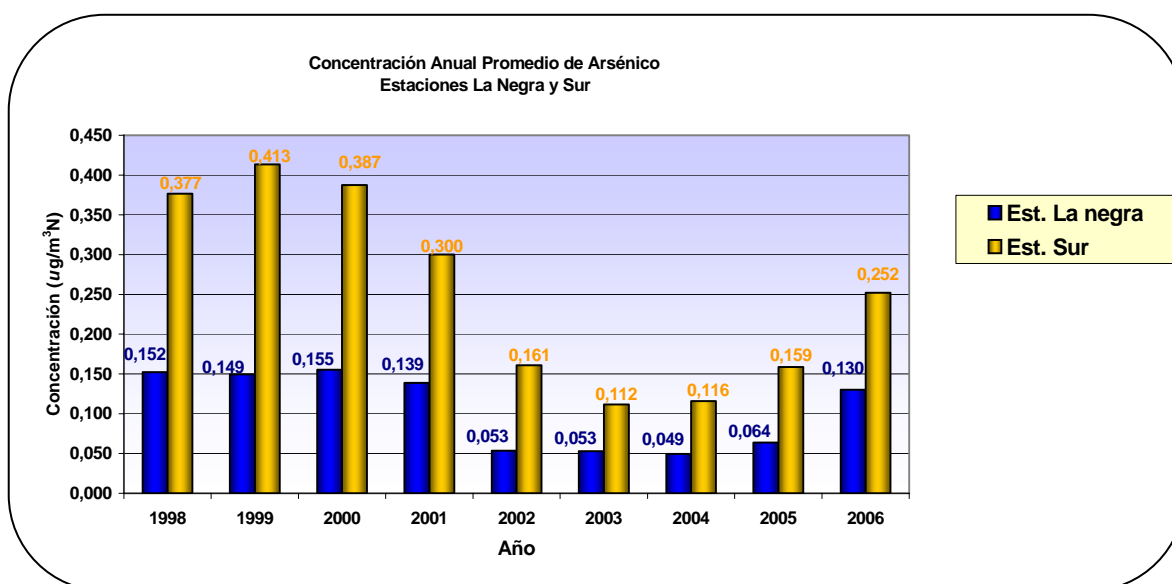


De modo referencial la norma anual de **80 µg/m<sup>3</sup>N** se cumple en la estación de La Negra para los años 1998- 2006, sin embargo para el año 2002 alcanzó la latencia.

Referencialmente en relación con la norma anual de **80 µg/m<sup>3</sup>N**, para la estación Sur, los valores de concentración de calidad de aire para SO<sub>2</sub> están sobre el valor de la norma anual para todos los años desde 1998 al 2006.

## c) Arsénico As

No existe una norma de calidad de arsénico, pero es importante ver la tendencia de las concentraciones anuales considerando especialmente que ha entrado en vigencia una norma de emisión de arsénico, Decreto Supremo N°165 de 1998, que trae restricciones desde el año 2000.



Para ambas estaciones, se aprecia que la concentración disminuye hasta el año 2003, aumentando para los años siguientes, alcanzando un valor de 0,252  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  para la estación Sur y de 0,130  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  para la estación La Negra.

**d) Observaciones de la Auditoría externa a Red calidad del aire realizada el año 2004**

Agregar cubierta (vegetación, arenilla, etc.) al suelo de las estaciones La Negra y Sur para evitar que el levantamiento de polvo que pudiera interferir en el monitoreo. Situación Subsanada de acuerdo a lo informado por la Autoridad Sanitaria, Ord. N°757 de fecha 31 de Marzo 2006.

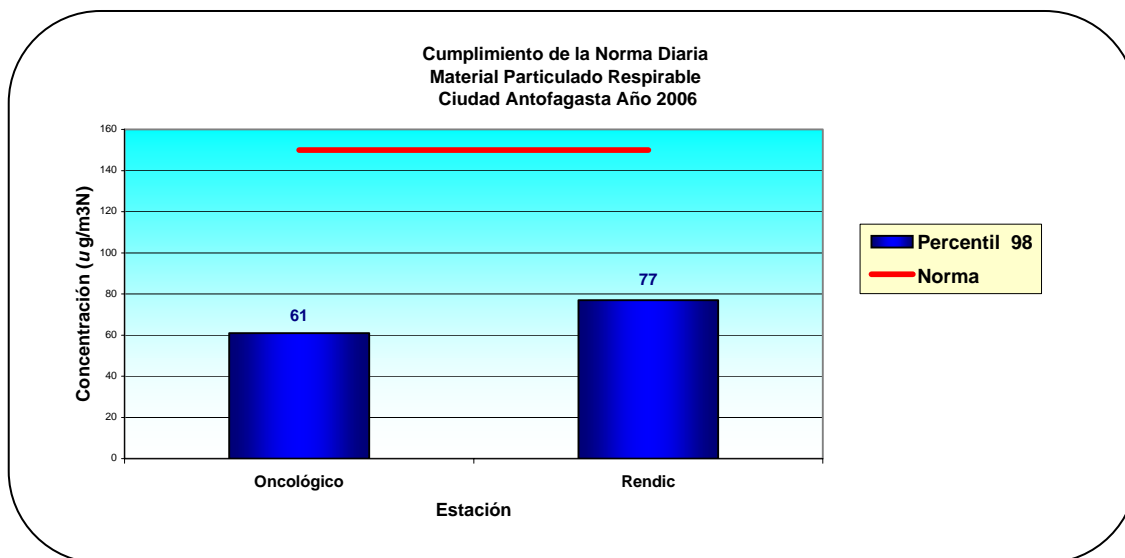
**6.1.4. Ciudad Antofagasta**

En la actualidad, la ciudad de Antofagasta cuenta con una red de monitoreo que consiste en 2 estaciones de monitoreo ubicadas en el sector centro (estación Oncológico) y sector Norte (estación Rendic) de la ciudad. Estas estaciones monitorean la calidad de aire para el contaminante Material Particulado Respirable (MP10) y Plomo (Pb). Ambas estaciones fueron declaradas por la autoridad sanitaria como EMRP y EMRPB, el 24 de noviembre del 2005.

**a) Material Particulado Respirable MP10**

**a.1. Norma Diaria**

Para evaluar el cumplimiento de la norma diaria de MP10, se debe calcular el percentil 98. El gráfico siguiente muestra los percentiles para ambas estaciones.

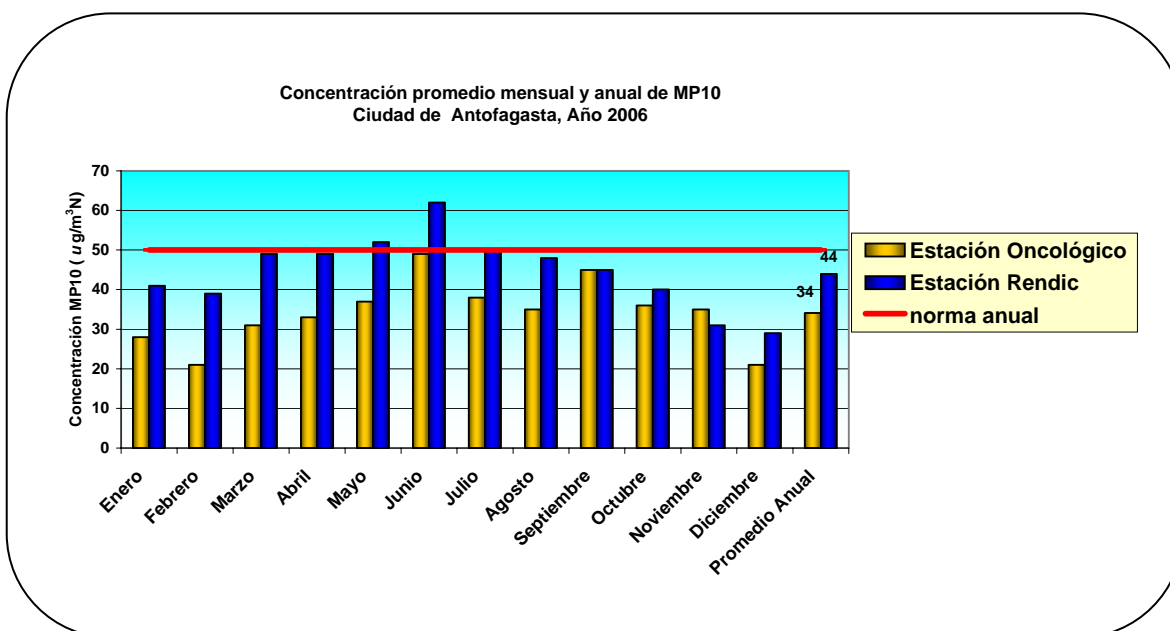


Para la estación Oncológico y Rendic, se puede observar que el percentil 98 para el año 2006 se encuentra por debajo del valor norma vale decir 61 y 77  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  respectivamente.

**a.2 Norma anual:**

Para evaluar el cumplimiento de la norma anual de Material Particulado Respirable se requiere contar con 3 años consecutivos de monitoreo. El gráfico siguiente muestra la evolución durante el año 2006 de los promedios de concentraciones mensuales y el promedio anual.





Solo de modo referencial, se puede señalar, que de seguir la tendencia, debiera cumplirse la norma de calidad anual para MP10 en la ciudad de Antofagasta.

#### b) Plomo

En ambas estaciones, Rendic y Oncológico, se mide Plomo en Material Particulado Respirable tal como lo establece el D.S.136. El cuadro siguiente muestra los resultados obtenidos para el año 2006:

Año 2006	Concentración Anual (µg/m³N)
Estación Rendic	0,006
Estación Oncológico	0,0037

Sólo como referencia se puede indicar que los valores anuales no sobrepasan el valor norma de  $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ . Lo anterior debido a que conforme a lo indicado en la norma se considerará sobrepasada la norma cuando el promedio aritmético de los valores de concentración anual de dos años sucesivos supera el nivel de la norma en cualquier estación monitorea clasificada como EMPB.

#### 6.1.5. Sector Minera Escondida Limitada

Existen tres estaciones monitoras ubicadas en los campamentos: estación Campamento 2000 (Autorizada pero no declarada EMRP), estación San Lorenzo (Autorizada pero no declarada EMRP) y estación Campamento 5400 (no está autorizada ni declarada EMRP), esta última registra valores a partir del mes de agosto del año 2002.

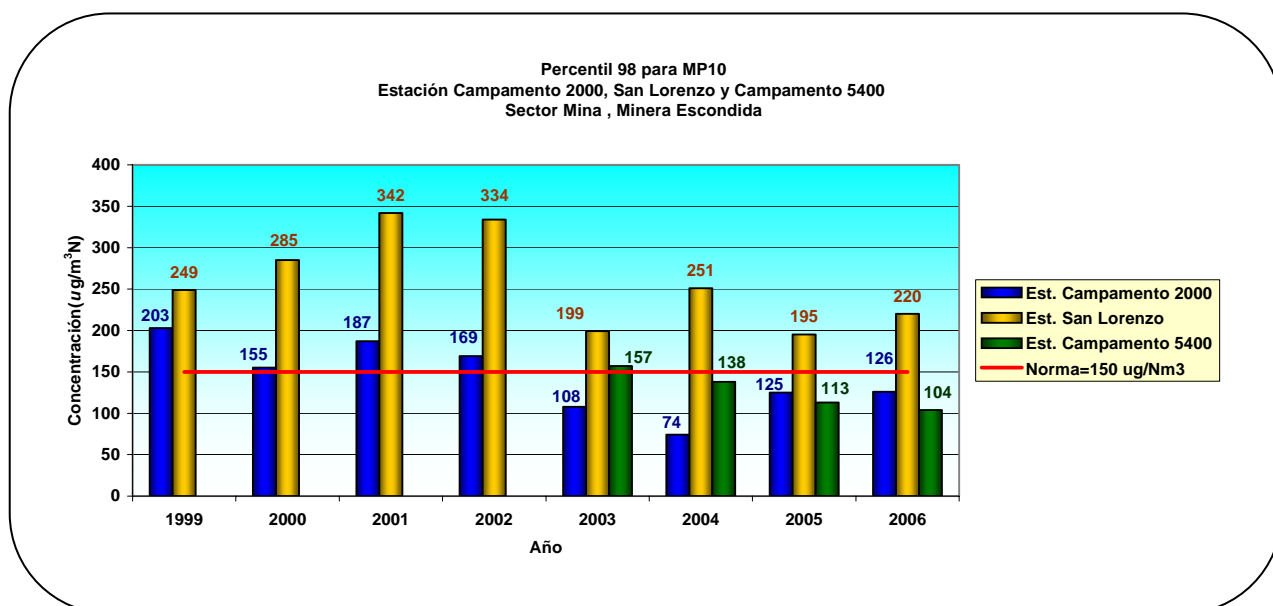
#### a) Material Particulado Respirable MP10

##### a.1. Norma Diaria

Para la estación Campamento 2000 y San Lorenzo los valores del percentil 98 están sobre el valor de la norma diaria de  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , para los años 1999, 2000, 2001 y 2002. Para el año 2003, el percentil 98 está sobre el valor de la norma diaria sólo para las estaciones San Lorenzo y Campamento 5400. Para el año 2004, el percentil 98 está sobre el valor de la

norma diaria sólo en la estación San Lorenzo y en latencia para la estación Campamento 5400.

Para el año 2006, el percentil 98 es 220  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  en la estación San Lorenzo se encuentra sobre norma y para la estación Campamento 2000, el percentil 98 se encuentra en nivel de latencia es 126  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ . La estación Campamento 5400, se cumple la norma diaria, el percentil 98 es 104  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ .



#### 6.1.6. Sector El Peñón

Durante los años 1999 al 2001 sólo se realizaron 2 campañas al año. A partir de marzo del año 2003, se realiza monitoreo permanente en la estación El Peñón (autorizada EMRP a partir del 26 Mayo 2003).

##### a) Material Particulado Respirable MP10

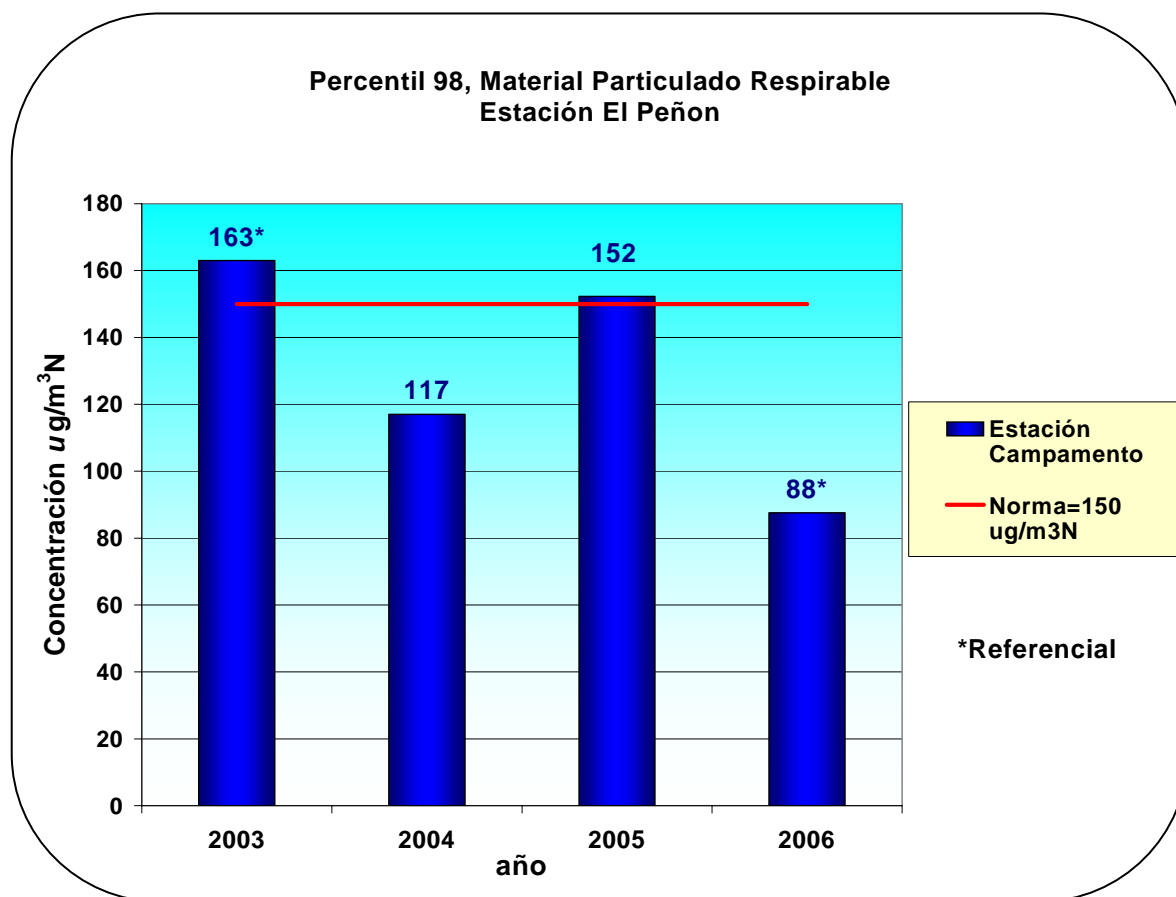
##### a.1. Norma Diaria

Al realizar sólo campañas, no es posible realizar una comparación con la norma y verificar el cumplimiento de la normativa. Por lo tanto, la evaluación respecto al cumplimiento de normativa esta realizada para los años 2004 y 2005. Respecto al año 2006 sólo se monitoreo hasta junio del 2006, conforme a lo establecido en la Resolución de Calificación Ambiental.

Sin embargo, con los monitoreos realizados se puede señalar que el año 1999 existieron valores sobre norma y sobre latencia, el año 2000 y 2001 no existen mediciones sobre la norma y se observa un valor sobre latencia el año 2000.

Año	1999	2000	2001	2003
Días evaluados	19	20	20	100
Promedio ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	125	61	50	81
Nº días latencia	5	1	0	8
Nº días saturación	6	0	0	4

Para la estación El Peñon, de los datos de concentración diaria obtenidas para el año 2005, el percentil 98 se encuentra sobre el valor norma ( $152 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ). Para el año 2006, se muestra el valor como referencia, debido que se monitoreó sólo hasta el mes de junio del 2006.



#### a.2. Norma anual

La norma de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , para promedio de tres años, es calculada de manera referencial para la estación El Peñon, dado que sólo se dispone de información validada para dos años. El promedio de 2 años (2004 y 2005), calculado como la media aritmética del promedio anual de cada año fue de  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , de continuar con esta tendencia no se cumplirá la norma anual.

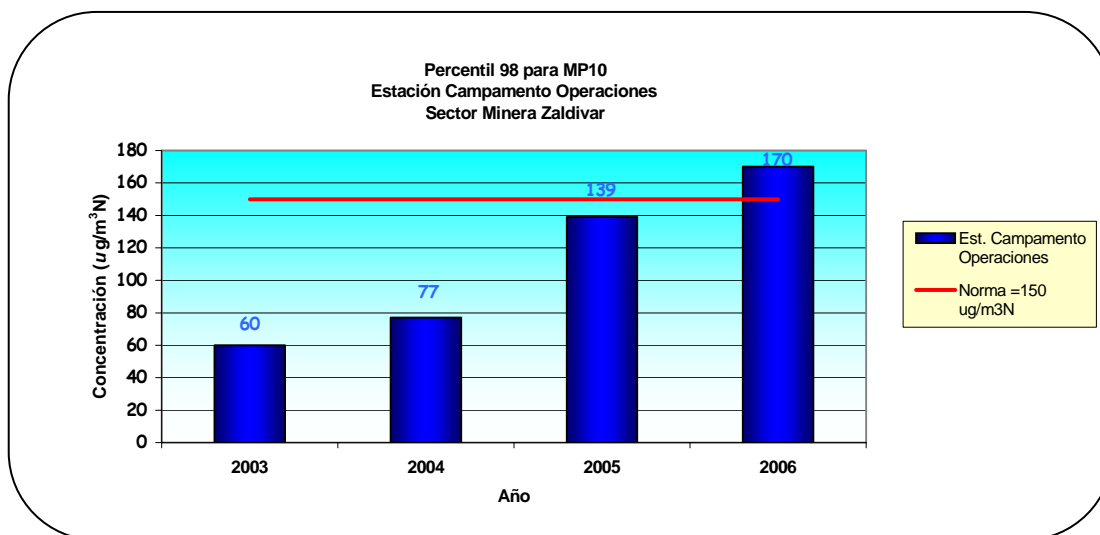
**Se recomienda extender el periodo de medición a un periodo anual, con el objeto de verificar el cumplimiento de la norma diaria de MP10.**

#### 6.1.7. Sector Minera Zaldivar

##### a) Material Particulado Respirable MP10

##### a.1. Norma Diaria

El percentil 98 para los años 2003 y 2004 no superan la norma diaria de  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  y tampoco se encuentran en situación de latencia en la estación Campamento Operaciones (autorizada EMRP a partir del 10 de Abril 2002). El percentil 98 para el año 2003 fue  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ,  $77 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  para el año 2004,  $139 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  para el año 2005 y  $170$  para el año 2006. La tendencia es a aumentar, quedando el año 2006 en saturación.



## a.2. Norma anual

La norma de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , para promedio de tres años, para el periodo 2004 – 2006 corresponde a  $61 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , valor sobre el nivel de la norma.

### 6.1.8. Sector Rayrock

#### a) Material Particulado Respirable MP10

##### a.1. Norma Diaria

Existen dos estaciones de la empresa minera Rayrock, Estación Casa de Cambio y Administración (ninguna autorizada EMRP), sólo se han realizado campañas desde el año 1997 al 2006. A continuación se detalla la información existente:

Estación Casa de Cambio	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Días evaluados	58	119	91	10	21	28	30	40	40	41
Promedio ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	80	445	484	128	82	75	82	104	103	78
Nº días latencia	4	9	5	1	1	1	2	6	4	0
Nº días saturación	4	96	80	4	1	0	1	8	6	5

Estación Sector Administración	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Días evaluados	61	7	4	10	20	27	32	40	40	40
Promedio ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	72	36	43	84	50	71	67	82	90	61
Nº días latencia	4	0	0	0	1	2	3	2	3	0
Nº días saturación	6	0	0	1	0	1	2	5	5	1

Dado que sólo se han realizado campañas, no es posible analizar el cumplimiento de normativa, sin embargo, se observa en varios años la superación del valor de norma diaria de MP10 en ambas estaciones. Durante el año 2006 se superó 5 veces la norma en la estación Casa de Cambio y en una vez estación Sector Administración.

**Se recomienda declarar las estaciones EMRP y extender el periodo de medición a un periodo anual, con el objeto de verificar el cumplimiento de la norma diaria de MP10.**

## 6.2 Comuna de Mejillones

En la ciudad de Mejillones se encuentra la información de las siguientes estaciones:

- Edelnor : estación Ferrocarriles (autorizada EMRP desde el 28 de Septiembre del 2006)
- ENAEX: estación Comandancia (funcionamiento hasta 1998) y estación Jardín Infantil Integra (actual y autorizada EMRPG desde el 25 de Octubre de 2004).
- NOPEL: estación Compañía de Bomberos (autorizada EMRP y EMRPG desde el 25 de Octubre de 2004).
- Polpaico: estación Sur Polpaico y estación Norte Polpaico (No autorizada EMRP).

Por otra parte, existen otras estaciones dentro de la comuna de Mejillones pero fuera de la ciudad, perteneciente a la empresa minera Michilla, estación Oficinas de Administración, Proyecta y Rojas & Blanco (no autorizadas EMRP).

### 6.2.1 Sector Ciudad de Mejillones

En el caso de ENAEX desde el año 1996 hasta el año 1998 monitoreaba en estación Comandancia de Bomberos y desde el año 1999 hasta la fecha en la estación Jardín Infantil Integra. En esta estación es monitoreado NO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>x</sub> y MP10. Para los gases nitrosos, durante el año 1996 y 1997 se realizaron sólo campañas, para octubre del año 1999 no se cuenta con información y en el año 2001 para Febrero y Abril. Respecto al MP10, sólo se han realizado campañas en los años 2003, 2004 y 2005, para el año 2006 no se han realizado campañas.

La estación Ferrocarriles de Edelnor cuenta con información desde 1996 hasta la fecha y monitorea NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, MP10 y SO<sub>2</sub>. Se realiza monitoreo en campañas NO<sub>2</sub> (sólo monitoreo continuo año 2002) y campañas O<sub>3</sub> (desde 2000). Para el contaminante MP10 se realiza monitoreo permanente desde el año 1998 al 2002, el monitoreo de MP10 no cuenta con información desde junio a octubre de 1999 y para junio y julio del 2001. Luego de esa fecha se realizan campañas para los años 2003, 2004 y 2005. Para el contaminante SO<sub>2</sub> se realizaron campañas hasta el año 2001 y a la fecha se monitorea en forma permanente.

La estación Compañía de Bomberos de NOPEL monitorea desde junio de 1999 hasta la fecha los siguientes contaminantes: MP10, NO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>x</sub>, CO y O<sub>3</sub>. Existe monitoreo permanente de O<sub>3</sub> hasta año 2002 y sólo campañas año 2003, 2004, 2005 y 2006. El Material Particulado Respirable MP10 fue monitoreado en forma permanente hasta año 2003 y desde Abril del año 2004 sólo cuando la Central Termoeléctrica de Atacama opere con combustibles de respaldo. Durante el año 2005 se cuenta con información de MP10 desde Enero a Septiembre. CO fue monitoreado en forma permanente hasta el año 2002 y desde Abril del año 2004 a la fecha sólo cuando la Central Termoeléctrica de Atacama opere con combustibles de respaldo.

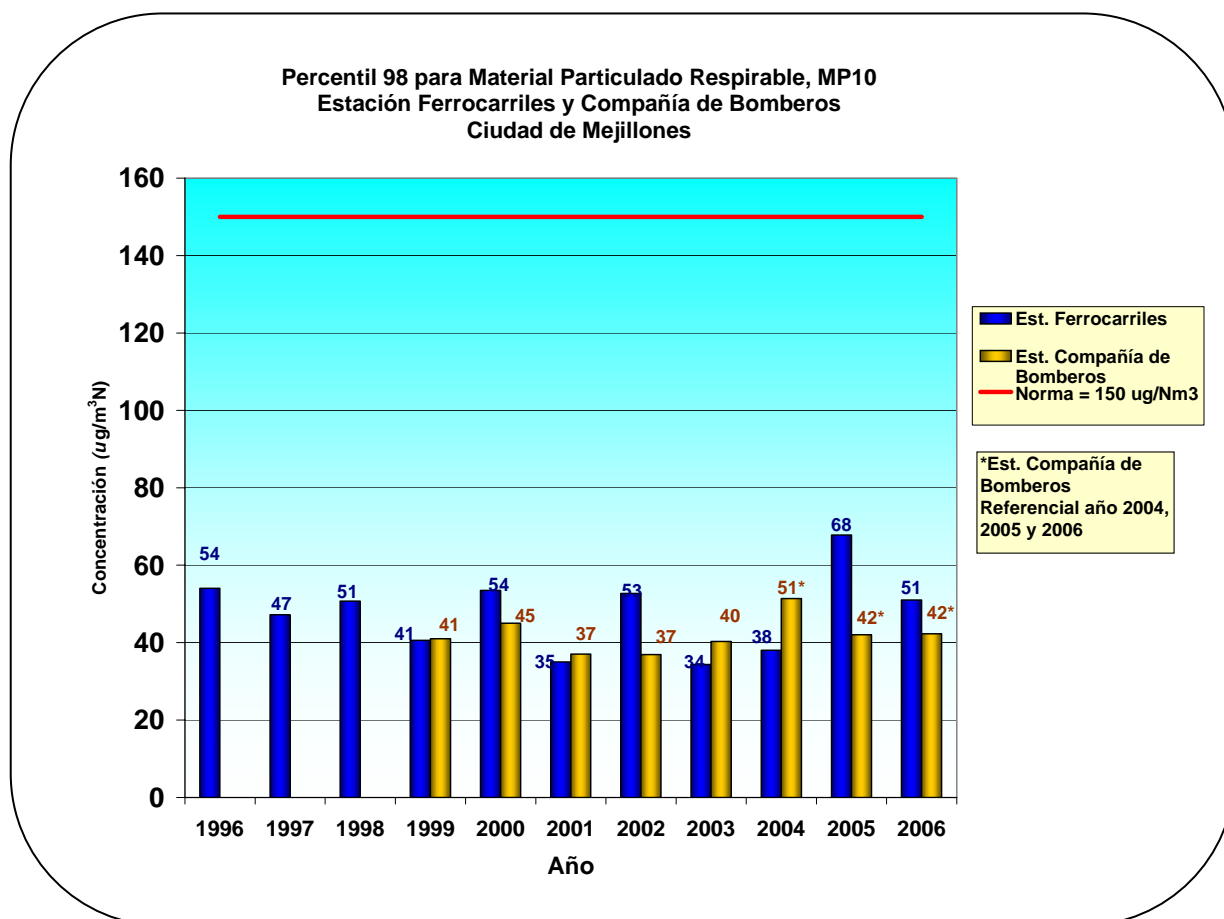
En las estaciones de Polpaico, estación Sur y estación Norte, se encuentran realizando campañas de monitoreos para MP10: durante el año 2001 se realizó una campaña en el mes de diciembre y durante el año 2002, se tienen mediciones de todos los meses a excepción del mes de octubre y noviembre, 2003, 2004, 2005 y 2006 campañas de un mes de duración dos veces al año.

Para este análisis se considerarán los siguientes parámetros: MP10, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> y O<sub>3</sub>.

**a) Material Particulado Respirable MP10**

**a.1. Norma Diaria**

El percentil 98 para la estación Compañía de Bomberos (Autorizada EMRP a partir del 25 de Octubre del 2004) en los años 1999 al 2006 y para la estación Ferrocarriles en los años 1996 al 2006, no superan la norma de **150  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$**  ni tampoco la situación de latencia.



Cabe señalar, que los datos de concentración para la estación Compañía de Bomberos para los años 2004 y 2006 fueron calculados a modo referencial dado que se debe disponer de información de todo el periodo anual para señalar si se está o no sobrepasando la norma (esta estación mide MP10 cuando utiliza combustible de respaldo). Así también para la estación Ferrocarriles también sería referencial, debido a que fue declarada EMRP el 28 de Septiembre del 2006.

Para el caso de las **campañas realizadas por Enaex**, de las concentraciones de MP10 obtenidas, no se observa ningún dato sobre el valor de la norma hasta el año 2005. Para el 2006 no se cuenta con información de MP10. El cuadro siguiente resume esta información.

Año	2002	2003	2004	2005
Días evaluados	44	62	25	22
Promedio( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	27	20	17	18
Nº días latencia	0	0	0	0
Nº días saturación	0	0	0	0

Para el caso de las **campañas realizadas por Polpaico**, de las concentraciones de MP10 obtenidas, se observa un solo valor sobre el valor de la normativa en la estación Norte en el año 2003. El cuadro siguiente resume esta información.

Estación	Estación Sur Polpaico
----------	-----------------------

Año	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Promedio ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	29	37	35	49	57	50
Nº de mediciones	7	101	20	20	20	30
Nº de días en latencia	0	0	0	0	1	1
Nº de días en saturación	0	0	0	0	0	0

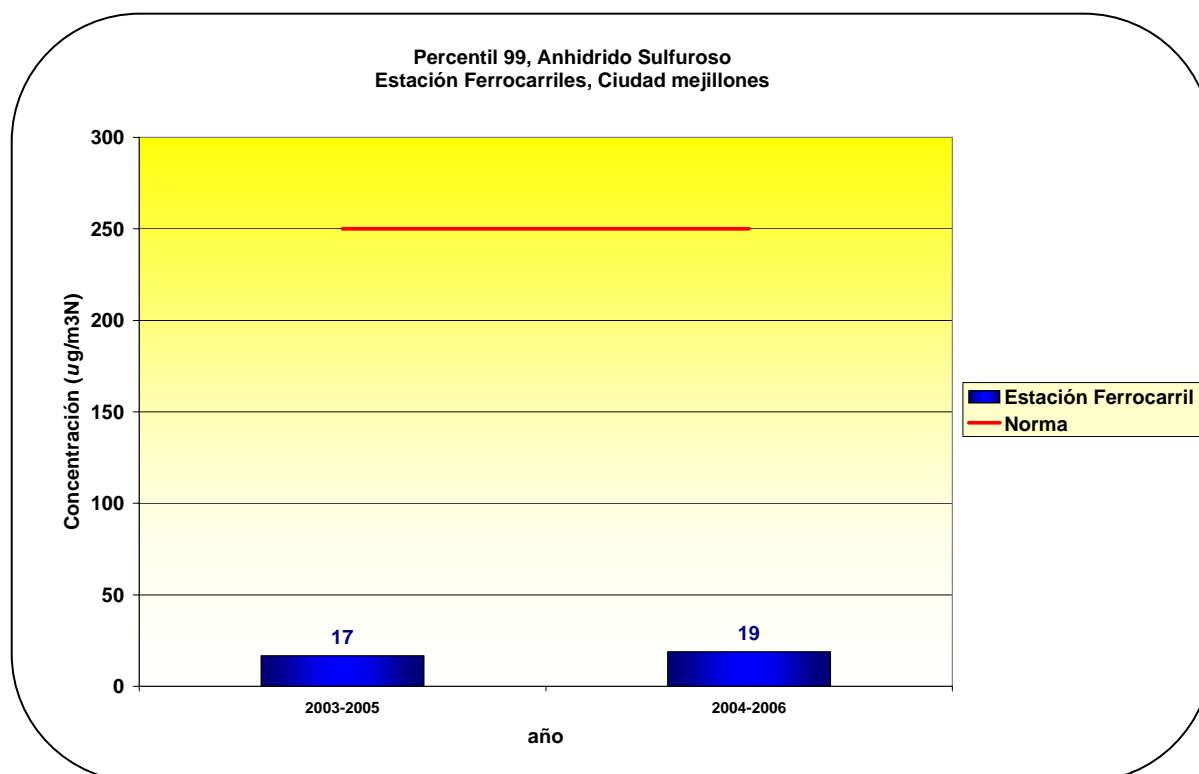
Estación	Estación Norte Polpaico					
Año	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Promedio ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	43	25	41	31	51	36
Nº de mediciones	7	99	20	20	20	20
Nº de días en latencia	0	0	0	0	2	1
Nº de días en saturación	0	0	1	0	0	0

### a.2. Norma Anual

La norma de **50  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$** , para promedio de tres años, fue calculada de manera referencial para la estación Ferrocarriles, debido a que fue declarada EMRP el 28 de Septiembre del 2006 y la estación Compañía de Bomberos, esta última no cuenta con todo el periodo anual para los años 2004, 2005 y 2006. El promedio del periodo 2004 - 2006 fue de 22 y 26  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  respectivamente.

### b) Anhídrido Sulfuroso $\text{SO}_2$

Conforme a lo establecido en el D.S.113:



Este valor es sólo referencial debido a que fue declarada EMRPG el 28 de Septiembre del 2006. El percentil 99 de la concentración de 24 horas para el periodo 2004-2006 corresponde 22  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , valor bajo la norma como concentración de 24 horas.

Respecto a la norma anual de  $\text{SO}_2$  para el año 2006 para la estación la Ferrocarriles, corresponde a 6,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , valor bajo norma.



**c) Dióxido de Nitrógeno NO<sub>2</sub>**

**Conforme a lo establecido en el D.S.114:**

**Norma Horaria:**

Este valor es sólo referencial dado que no se dispone de información suficiente para la verificación de la norma para NO<sub>2</sub> como concentración de 1 hora. En la estación Jardín Infantil, el percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 1 hora para el año 2005 corresponde a 48 µg/m<sup>3</sup>N y 38 µg/m<sup>3</sup>N para el año 2006. Para la estación Compañía de Bomberos corresponde a 96 µg/m<sup>3</sup>N para el año 2005 y a 45 µg/m<sup>3</sup>N para el año 2006, ambos valores bajo la norma (400 µg/m<sup>3</sup>N).

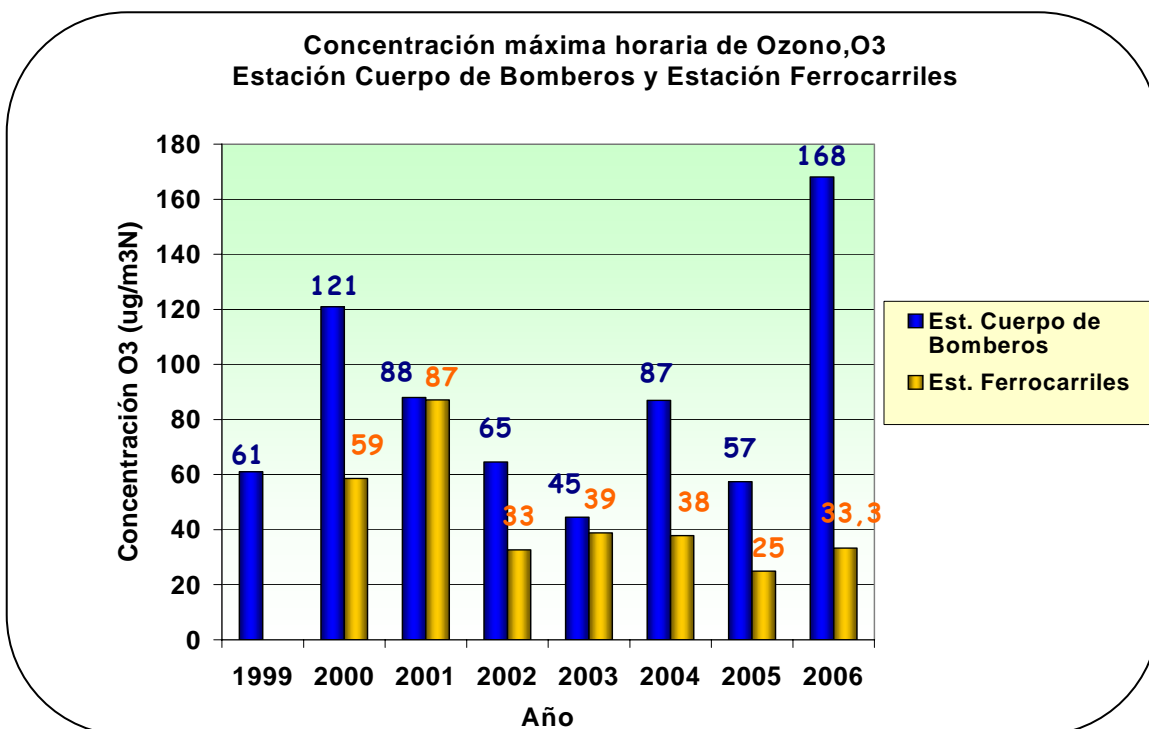
**Norma Anual:**

Solo como referencia, para el año 2006 en la estación Jardín Infantil Integra el promedio anual es 5,3 µg/m<sup>3</sup>N y 8,3 µg/m<sup>3</sup>N para la estación Compañía de Bomberos.

**d) Ozono O<sub>3</sub>**

**Conforme a lo establecido en el D.S. N°112:**

Se monitorea O<sub>3</sub> en la estación Compañía de Bomberos (no autorizada EMRPG para O<sub>3</sub>) desde el año 1999 al 2001 de forma permanente, a partir del año 2002 sólo en campañas y en la estación Ferrocarriles sólo en campañas.



Sólo como referencia, dado que sólo se realizan campañas de monitoreo, en el gráfico se presentan las concentraciones máxima anuales de Ozono.

No es posible calcular el percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 8 horas para ninguna estación, debido a que sólo se realizan campañas.

**e) Observaciones de la Auditoría externa a Red calidad del aire realizada el año 2004**

- En la medida que se aprecie un efecto significativo de la circulación de vehículos en el entorno de la estación Compañía de Bomberos, sobre los valores de concentración de MP10, se recomienda instalar el muestreador de MP10 a una distancia mayor a 15 m de las calles Latorre y Manuel Rodríguez.
- Respecto a la estación Ferrocarriles: colocar medidas de protección que permitan aislar la caseta o que restrinjan el paso hacia el techo de la estación, Implementar un programa de auditorías internas a la red y para el laboratorio interno, se recomienda incorporar una balanza apropiada para filtros de muestreadores de alto volumen.
- En la medida que se aprecie un efecto significativo de la circulación de vehículos en el entorno de la estación Compañía de Bomberos, sobre los valores de concentración NOx, se recomienda reubicar la toma muestra de CO y NOx a una distancia mayor a 10 m de la calle.

Situación Subsanada de acuerdo a lo informado por la Autoridad Sanitaria, Ord. N°757 de fecha 31 de Marzo 2006.

**6.2.2. Sector Minera Michilla**

Minera Michilla contó con tres estaciones de monitoreo de MP10 hasta el año 2003 (realizaban campañas), la estación Mantención Mina y ESEVA (ex ICV) funcionaron hasta ese año y la estación Laguna Seca, sólo estuvo en funcionamiento el año 2000.

Actualmente existen tres estaciones que se encuentran en funcionamiento: Estación Oficinas Administrativas (Ex Campamento Cátodos), Proyecta y Rojas & Blanco.

**a) Material Particulado Respirable MP10**

**a.1. Norma Diaria**

En las estaciones Oficinas Administrativas, Proyecta y Rojas & Blanco sólo se realizan campañas, por lo tanto, no es posible verificar el cumplimiento de la norma diaria ni anual. A continuación se presentan los resultados obtenidos.

Estación Oficinas Administrativas	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Días evaluados	16	15	15	13	10	10	10	10	10	30	67
Promedio ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	66	52	55	132	55	35	46	22	45	89	69
Nº días latencia	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6
Nº días saturación	1	0	0	3	1	0	0	0	0	1	1

Estación Proyecta	2003 <sup>1</sup>	2004	2005	2006
Días evaluados	-	10	30	64
Promedio ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	64	93	75	69
Nº días latencia	-	0	5	5
Nº días saturación	-	2	1	1

<sup>1</sup> No se dispone de mayor información para la (s) campañas (s) realizadas en el año 2003.

Estación Rojas & Blanco	2003 <sup>1</sup>	2004	2005	2006
Días evaluados	-	10	30	61
Promedio ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	23	28	68	59
Nº días latencia	-	0	6	5
Nº días saturación	-	0	1	1

<sup>1</sup> No se dispone de mayor información para la (s) campañas (s) realizadas en el año 2003.

Para la estación Oficinas Administrativas se puede señalar que presentan valores en latencia para los años 1996, sobre el valor de norma en los años 1996, 1999, 2000, 2005 y 2006.

Para la estación Proyecta, que comenzó a funcionar en el año 2003, se observa valores sobre norma en el año 2004, 2005 y 2006.

Para la estación Rojas & Blanco, que comenzó a funcionar en el año 2003, se observa valores sobre norma sólo para el año 2005 y 2006.

**Por lo anterior, se recomienda declarar las estaciones EMRP y extender el periodo de medición a un periodo anual, con el objeto de verificar el cumplimiento de la norma diaria de MP10.**

### 6.3 Comuna de Taltal

En la comuna de Taltal se encuentran las estaciones de:

- Central Termoeléctrica de Taltal en el sector de Paposo (estación Paposo y estación Punto de Máximo Impacto, autorizadas EMRPG para  $\text{NO}_2$  y  $\text{O}_3$  a partir del 25 de Octubre 2004).

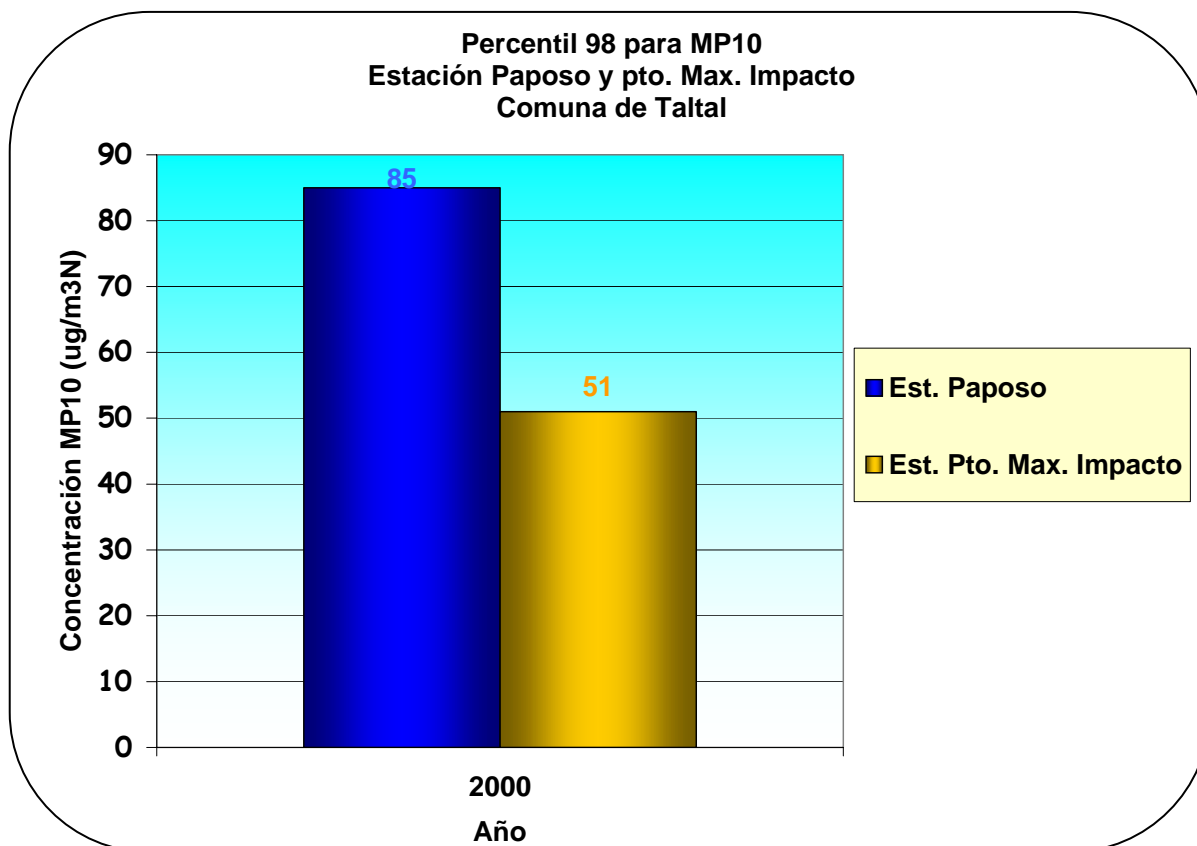
#### 6.3.1. Sector Paposo

##### a) Material Particulado Respirable MP10

##### a.1. Norma Diaria

Sólo durante el año 2000, se monitoreo Material Particulado Respirable en las dos estaciones permanentes (Paposo y Punto Máximo Impacto).

El percentil 98 para las dos estaciones durante el año 2000, no superaron la norma diaria de  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , ni tampoco de Latencia.



**b) Dióxido de Nitrógeno NO<sub>2</sub>**

**Conforme a lo establecido en el D.S.114:**

Este valor es sólo referencial dado que dicha estación fue declarada EMRPG en Octubre del año 2004.

Año 2006	Percentil 99	Promedio anual
Estación Paposo	5	2,6
Estación Máximo Impacto	107	12,0

Se puede observar que ambos valores (anual y percentil 99) se encuentran bajo el valor norma.

**c) Ozono, O<sub>3</sub>**

**Conforme a lo establecido en el D.S.112:**

Este valor es sólo referencial dado que dicha estación fue declarada EMRPG en Octubre del año 2004. Para la estación Punto de Máximo Impacto no fue factible calcular el percentil 99 ya que no se dispone del 75 % de los datos necesarios. El siguiente cuadro presenta los valores del percentil 99 del valor máximo de 8 horas (móvil), los que se encuentran bajo el valor norma (120 µg/m<sup>3</sup>N).

Ozono	Percentil 99 (µg/m <sup>3</sup> N)	
	Año 2005	Año 2006
Escuela Paposo	34	37
Punto Máximo Impacto	*	25

\* Insuficiencia de datos

**d) Observaciones Auditoría externa a Red calidad del aire año 2004**

- No existe respaldo de energía en caso de corte de luz, el problema se agrava debido a que la estación es alimentada por un generador de corriente perteneciente a minera PS Yumbes (minera cercana a la Central Termoeléctrica Taltal), el cual es desconectado cuando la minera no lo necesita. Esto genera perdida de datos y daños a los equipos.
- La empresa ha presentado una DIA cuya resolución podría indicar un cambio de la Estación Punto Máximo Impacto. De ser necesario el cambio se recomienda mantener por algún tiempo mediciones paralelas entre el nuevo lugar y la de máximo impacto para correlacionar los valores registrados y extrapolar la información histórica y en base a los resultados obtenidos reevaluar la decisión de cambio.

Situación Subsanada de acuerdo a lo informado por la Autoridad Sanitaria, Ord. N°757 de fecha 31 de Marzo 2006.

**6.4. Comuna Calama**

En la ciudad de Calama se encuentran las estaciones de propiedad de:

- CODELCO Chile, División Codelco Norte, miden MP10, SO<sub>2</sub> y Arsénico:
  - Estación Caspana (no autorizada EMRP)
  - *Estación Ayquina (monitoreó hasta octubre del año 2001)*
  - Estación Hospital del Cobre (funciona desde enero del 2002, autorizada EMRP a partir del 03 de Abril de 2002 y EMRPG para SO<sub>2</sub> a partir del 18 de Octubre 2004).

- Inppamet Ltda.: estación Escuela D-126 (Kamac Mayu), realiza sólo campañas para MP10 y CO (Autorizada EMRP a partir del 27 de Septiembre 2004).

En la localidad de Chuquicamata se encuentran las estaciones CODELCO Chile, División Codelco Norte:

- Estación John Bradford (monitoreo hasta mayo 2001)
- Estación San José (autorizada EMRP a partir del 22 de Septiembre de 1998 y EMRPG para SO<sub>2</sub> a partir del 18 de Octubre 2004)
- Estación Auka Huasi (autorizada EMRP a partir del 22 de Septiembre de 1998 y EMRPG para SO<sub>2</sub> a partir del 18 de Octubre 2004).

Por otra parte existen estaciones dentro de la comuna de Calama, pero fuera de la ciudad de Calama y de la localidad de Chuquicamata, en la empresa Minera:

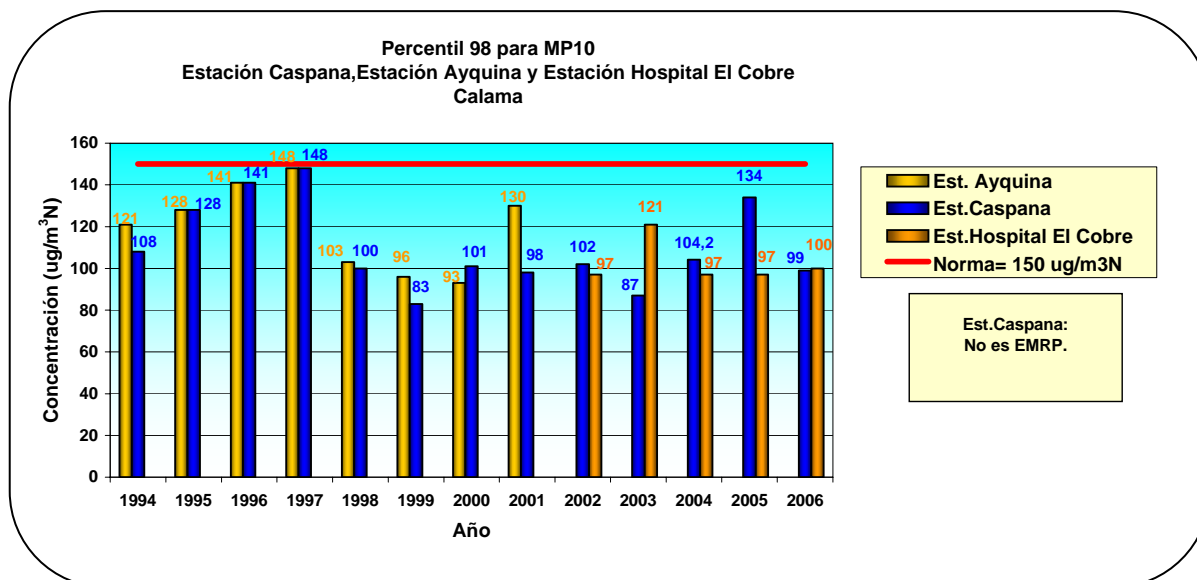
- El Abra (Est. Hotel El Abra no autorizada EMRP y Est. Conchi autorizada EMRP el 29 de Diciembre del 2006)

#### 6.4.1. Sector Ciudad de Calama

##### a) Material Particulado Respirable MP10

##### a.1. Norma Diaria

El percentil 98 para las estaciones Caspana y Ayquina, para los años 1994 al 1997, no superaban la norma de **150 µg/m<sup>3</sup>N** pero los valores del percentil 98, se encontraban sobre el nivel de latencia, a excepción del año 1994 para la estación Caspana.



El percentil 98 para las estaciones, antes señaladas, y para los años 1998 al 2001, no superan la norma de **150 µg/m<sup>3</sup>N**. El percentil 98 no supera el nivel de latencia para los años 1998 al 2001 para la estación Caspana y para la estación Ayquina tampoco supera el nivel de latencia entre los años 1998 y 2000, sin embargo para el año 2001 para la estación Ayquina, el percentil 98 es de 130 µg/m<sup>3</sup>N.

Desde el año 2002 al 2006, el percentil 98 no supera el nivel de la norma para las estaciones Caspana ni para la estación Hospital El Cobre. Se alcanzó el nivel de latencia para la estación Hospital El Cobre el año 2003 y para la estación Caspana el 2005, sin embargo esta última estación no es EMRP ni está autorizada por la Autoridad Sanitaria.

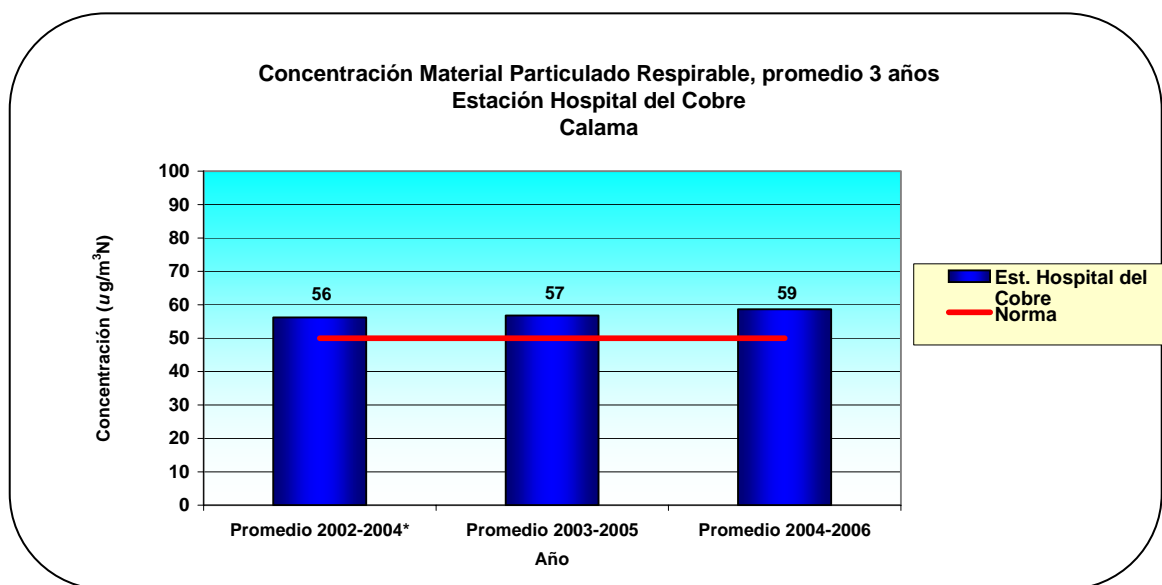
Para el caso de la estación Escuela D-126 (Kamac Mayu), inició sus mediciones durante el año 2004. A continuación se presenta un resumen con las concentraciones de MP10 obtenidos en las campañas realizadas en el año 2004, 2005 y 2006.

Estación D-126	2004	2005	2006
Promedio anual MP10	132	115	61
Días evaluados	19	29	20
Valores sobre nivel de latencia MP10	2	4	2
Valores sobre nivel norma diaria MP10	2	2	0

**Por lo anterior, se recomienda extender el periodo de medición, en la estación Escuela D-126, a un periodo de un año para verificar el cumplimiento de la norma diaria de MP10.**

**a.2. Norma Anual**

La norma de **50  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$**  (promedio de tres años), es superada para el periodo 2004-2006 para la estación Hospital del Cobre (declarada EMRP en el mes Abril del año 2002), cuyo valor promedio fue de **59  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$** .



**La Autoridad Sanitaria en ORD.Nº2590 del 17 de Octubre del 2006, solicitó iniciar proceso de declaración de zona saturada a la ciudad de Calama, en virtud de la excedencia en la norma anual de Material Particulado Respirable, monitoreos de la estación Hospital del Cobre de propiedad de Codelco Chile división Codelco Norte.**

**b) Plomo**

La norma anual de calidad primaria para plomo en el aire establece un valor de **0,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$**  como promedio de dos años sucesivos. Como referencia, los datos obtenidos en la estación Escuela D-126 para el año 2004, 2005 y 2006 están bajo el valor de norma. Pero es importante indicar que sólo es posible su verificación cuando se realicen mediciones permanentes por el periodo que indica la norma.

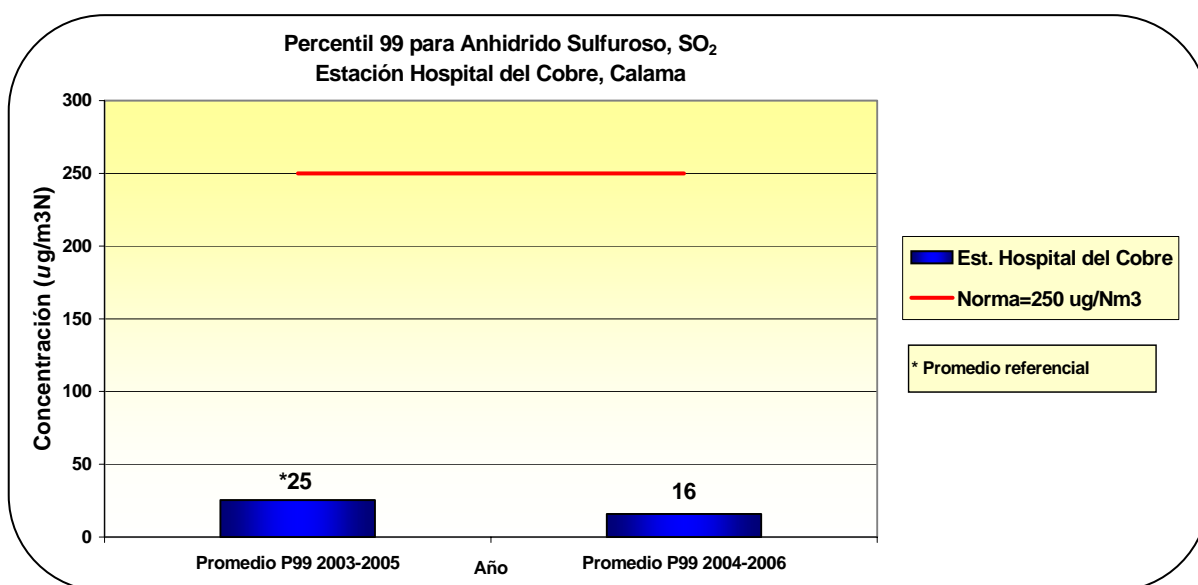
Estación D-126	2004	2005	2006
Promedio Anual Pb en MP10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	0,07	0,16	0,08

### c) Anhídrido Sulfuroso $\text{SO}_2$

Es importante destacar, que se presenta la evaluación histórica sólo desde el año 2000 al 2005 de la Calidad del aire. Lo anterior debido a que por Carta VDCN-259/2004 de fecha 24 de agosto del 2004, dirigida a la Directora Regional de CONAMA II Región, la empresa informó que como resultado de la auditoria ó revisión externa independiente de la data de Calidad del aire registrada en la red de monitoreo, “ se encontró que las concentraciones ambientales de  $\text{SO}_2$  se estaban expresando en las condiciones locales de Chuquicamata y no a nivel de mar, como lo establece el D.S.Nº185”.

El análisis de la calidad del aire para este contaminante, realizado en este informe, se basa en datos revisados y validados por el CENMA y que han sido entregados por la empresa. Este análisis de calidad del aire para el contaminante Anhídrido Sulfuroso considera la información de los años 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005 y 2006.

#### Conforme a lo establecido en el D.S.113:



Estos valores son sólo referenciales dado que la estación fue declarada EMRPG en el año 2004. El percentil 99 para el periodo 2003-2005 y 2004-2006 se incluyen en el grafico siguiente:

Respecto a la norma anual, el promedio del periodo 2004-2005, corresponde a  $4,3 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  (no se incluye el año 2003 debido a que no dispone del 75 % de datos en uno de los trimestres del año) y para el periodo 2004-2006 el promedio corresponde a  $3,3 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , ambos valores bajo norma.

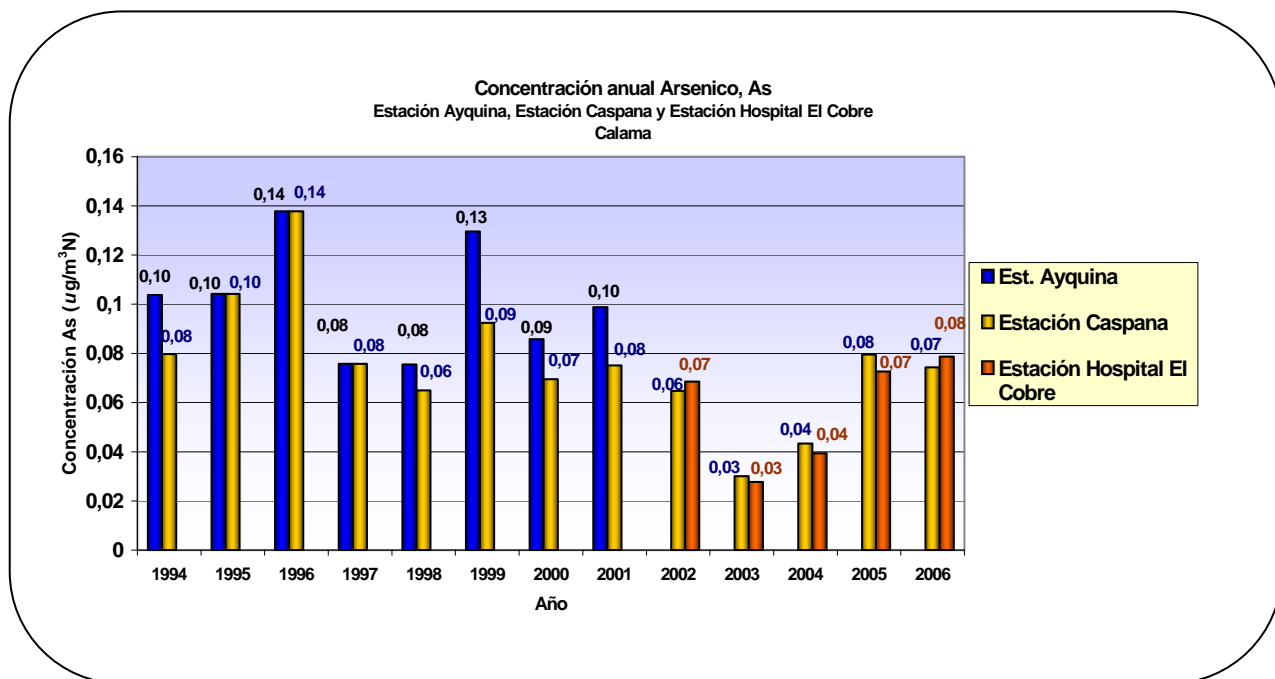
### d) Arsénico As

No existe una norma de calidad de arsénico, pero es importante considerar la tendencia de las concentraciones anuales, tomando en cuenta que ha entrado en vigencia una norma de emisión, Decreto Supremo Nº 165 de 1998, que trae restricciones desde el año 2000.

No se observa una tendencia clara de la concentración anual para arsénico, los valores fluctúan para la estación Ayquina entre 0,08 ( años 1997 y 1998) y  $0,14 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  (año 1996);



para la estación Caspana entre 0,03 (año 2003) y 0,14 (año 1996); para la estación Hospital del Cobre entre 0,03 (año 2003) y 0,08 (año 2006).



#### e) Observaciones de la Auditoría externa a Red calidad del aire realizada el año 2004

- Estudiar reubicación estación Villa Caspana ya que no cumple criterio de EMRP.
- Realizar Correlaciones mensuales de TEOM y Hi-Vol. En especial para la estación Hospital del Cobre lo cual permitirá determinar si la caída de flujo en TEOM significó caída en los valores de MP10.
- Dado el cambio de sistema SIVIAMCA por EDAS, se recomienda periódicamente realizar pruebas de verificación de la veracidad de la información generada, los cuales deberán quedar documentados.

Situación Subsanaada de acuerdo a lo informado por la Autoridad Sanitaria, Ord. N°757 de fecha 31 de Marzo 2006. Respecto a la estación Villa Caspana, el titular se compromete a reubicar dicha estación en el marco del Proyecto Mansa Mina, calificado favorablemente en Diciembre 2005.

#### 6.4.2. Sector Chuquicamata

La localidad de Chuquicamata está declarada zona saturada por MP10 y estuvo declarada zona saturada por SO<sub>2</sub>, sin embargo debido al mejoramiento de la calidad del aire para dicho contaminante, durante el año 2004 se solicitó la declaración de zona latente, estableciéndose en el D.S. N°55 del 26 de Abril de 2005, como zona latente por anhídrido sulfuroso como concentración de 24 horas. Actualmente existen dos estaciones monitoras estación San José y Auka Huasi, que miden Material Particulado Respirable, Anhídrido Sulfuroso y Arsénico.

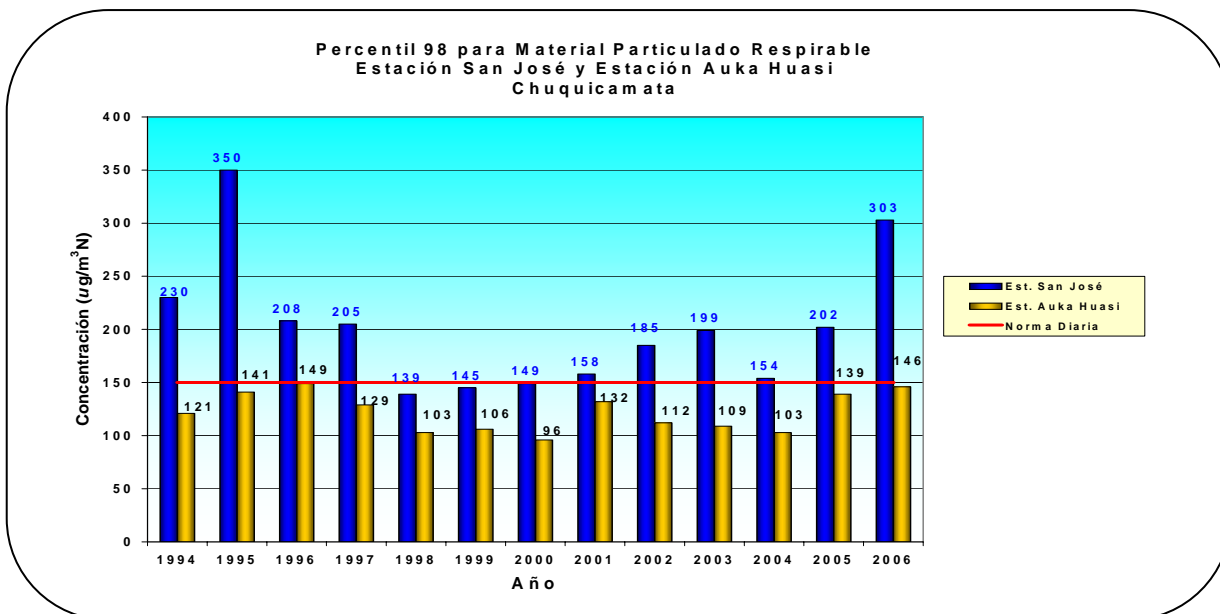
Anteriormente existía otra estación, estación John Bradford, la cual no está monitoreando actualmente.

#### a) Material Particulado Respirable MP10

##### a.1. Norma Diaria

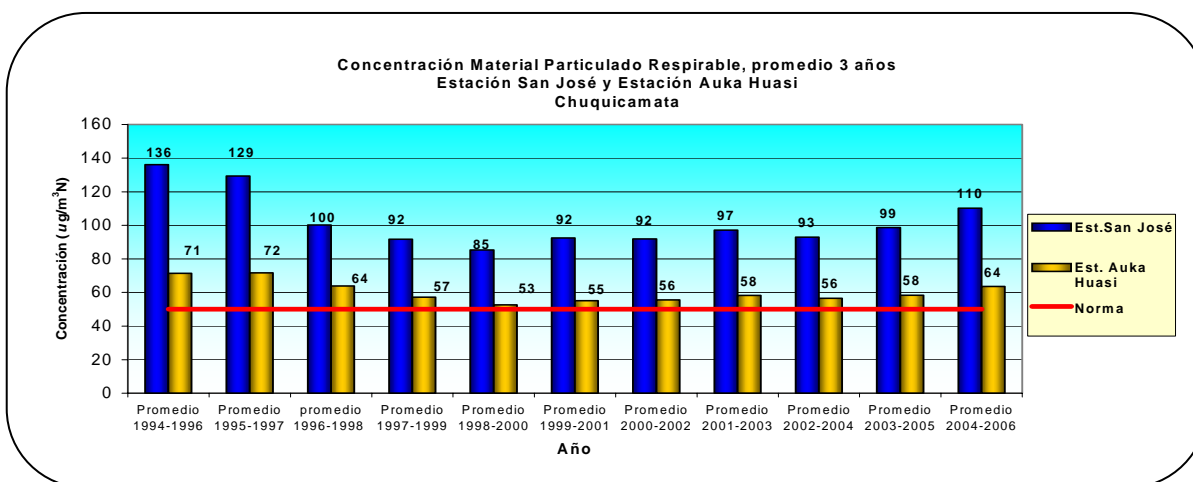
El percentil 98 para los años 1994 a 1997, superaban la norma diaria de 150 µg/m<sup>3</sup>N, para la estación San José y se encontraba en niveles de latencia para la estación Auka Huasi.

El percentil 98 para los años 1998 al 2005 para la estación Auka Huasi no supera la norma de  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ . El percentil 98 para esta estación (Auka Huasi) supera el nivel de latencia para el año 2001, 2005 y 2006. En cambio para la estación San José el percentil 98 supera el nivel de latencia todos los años desde 1998 al 2000 y supera la norma los años 2001 ( $158 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ), 2002 ( $185 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ), 2003 ( $199 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ), 2004 ( $154 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ), 2005 ( $202 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) y 2006 ( $303 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ), es decir se encuentra en incumplimiento de dicha normativa para los años antes mencionados.



## a.2. Norma Anual

Con relación a la norma anual de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  de promedio de 3 años, el promedio del periodo 2002-2004, 2003-2005 y 2004-2006 estuvo sobre el valor de la norma, en las dos estaciones. El valor para el periodo 2004 –2006 en la estación San José fue de  $110 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  y  $64 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  para la estación Auka Huasi.



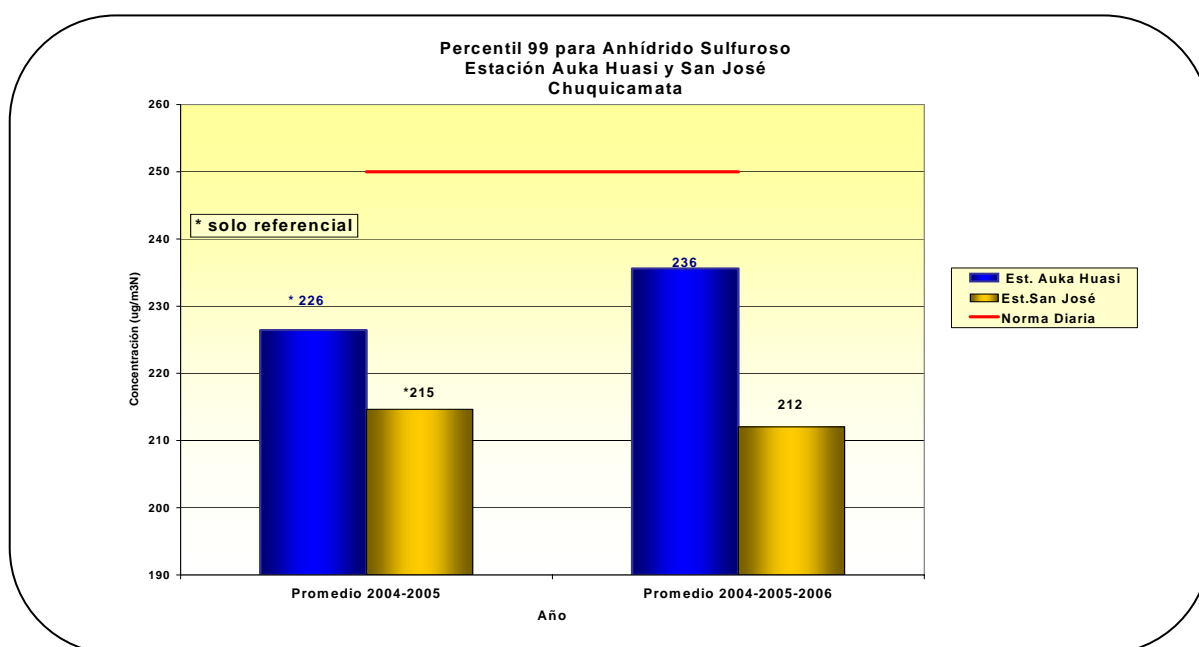
## b) Anhídrido Sulfuroso SO<sub>2</sub>

Conforme a lo establecido en el D.S.113:

### b.1. Norma Diaria:

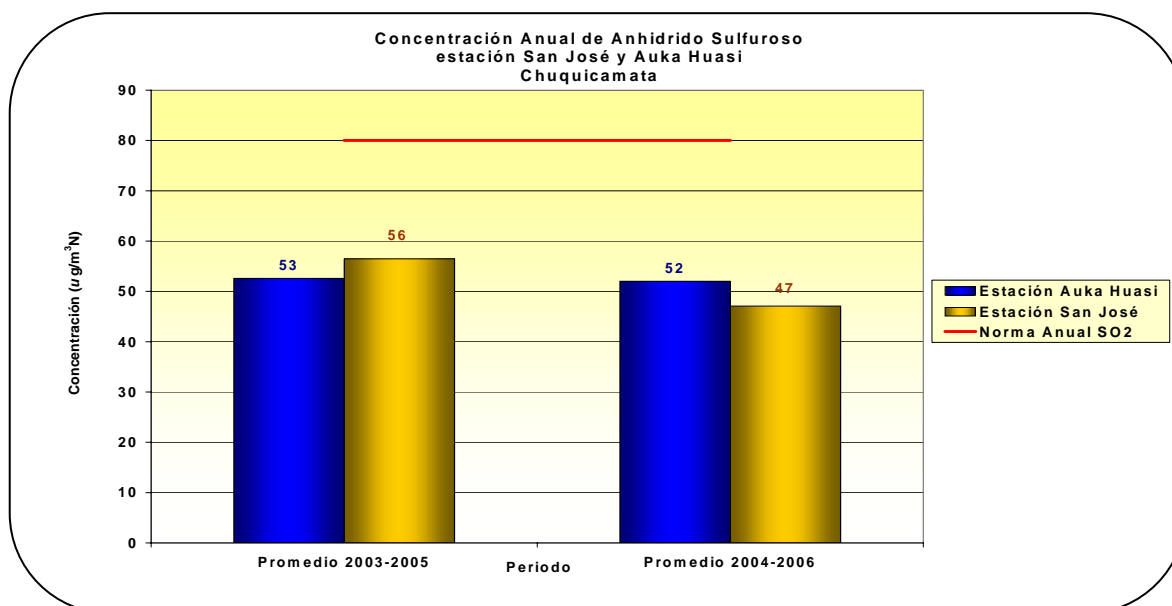
Estos valores son sólo referenciales dado que la estación fue declarada EMRPG en el año 2004. El promedio percentil 99 para el periodo 2004-2005 corresponde a  $226 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  y  $215$

$\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  para la estación Auka huasi y San José respectivamente, ambos valores en latencia. Para el periodo 2004-2006 el percentil 99 fue de  $236 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  en la estación Auka Huasi y de  $212 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  en la estación San José, ambos valores en latencia.



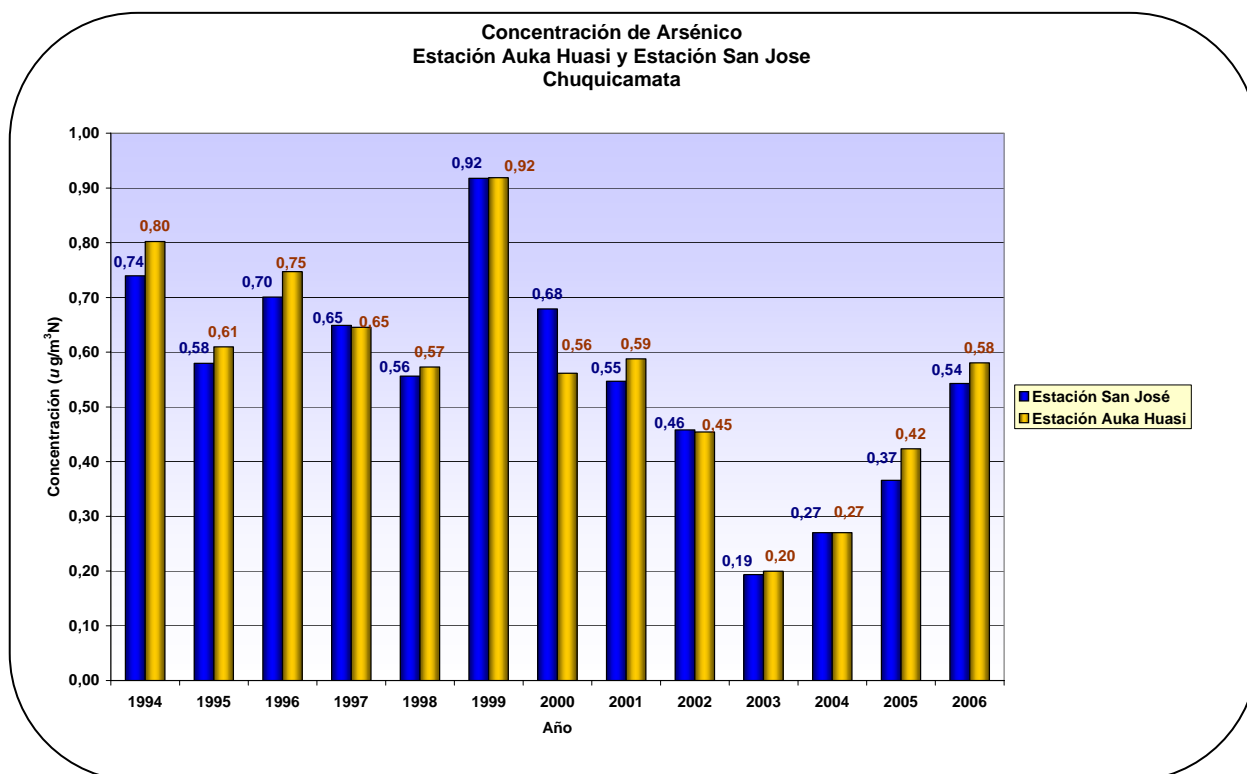
## b.2. Norma Anual:

Respecto a la norma anual, el promedio del periodo 2003-2005, corresponde a  $53 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  y  $56 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , para la estación San José y Auka huasi respectivamente, ambos resultados estuvieron bajo el valor de norma ( $80 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ). Para el periodo 2004-2005 el promedio corresponde a  $52 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  en la estación Auka Huasi y  $47 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  en la estación San José.



## c) Arsénico As

No existe una norma de calidad de arsénico, pero es importante considerar la tendencia de las concentraciones anuales, tomando en cuenta que ha entrado en vigencia una norma de emisión, Decreto Supremo N°165 de 1998, que trae restricciones desde el año 2000. En el gráfico siguiente se puede observar que las concentraciones de arsénico en el aire muestran una tendencia a la disminución a partir del año 1999 hasta el año 2003 y un aumento para los años siguientes (2004, 2005 y 2006).



### 6.4.3. Sector el Abra

#### a) Material Particulado Respirable MP10

Existen dos estaciones, la estación El Abra (Planta, no autorizada EMRP) que monitorea Material Particulado Respirable MP10 y PTS, y la estación Conchi (no autorizada EMRP) que monitorea MP10.

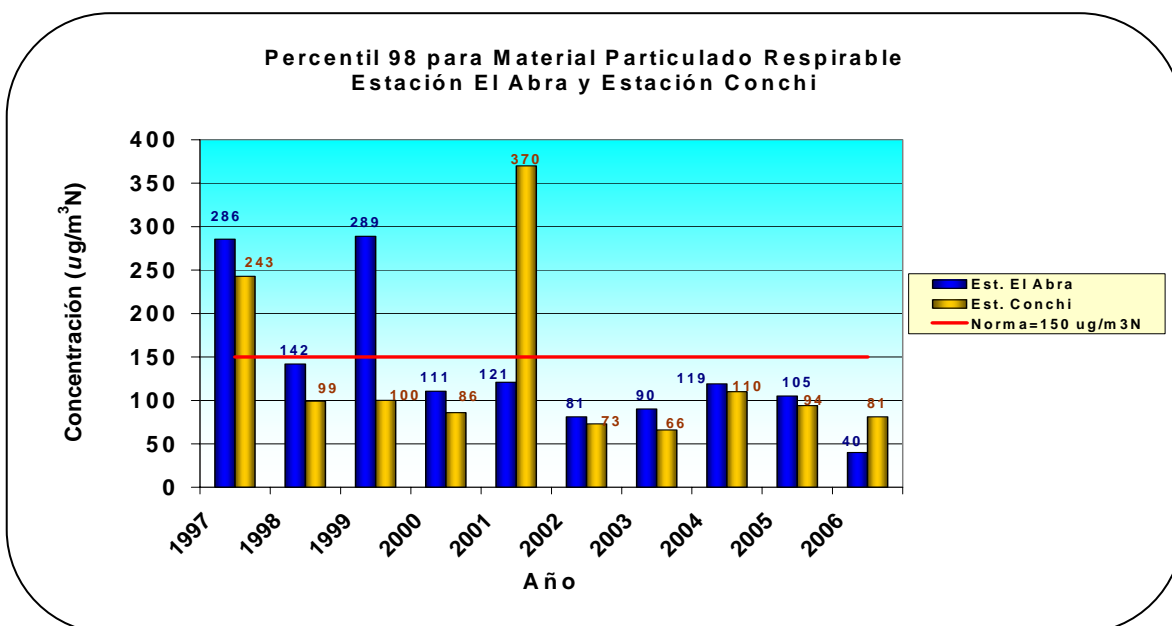
##### a.1. Norma Diaria

Los valores del percentil 98 están sobre el valor de la norma diaria de **150 µg/m³N** y el nivel de latencia, en algunos años.

En la estación Conchi los valores del percentil 98 durante el año 1997 y el año 2001 están sobre el valor de la norma.

En la estación El Abra los valores del percentil 98 están sobre la norma durante los años 1997 y el año 1999, durante el año 1998 y el año 2001 el valor del percentil 98 está sobre el nivel de latencia.

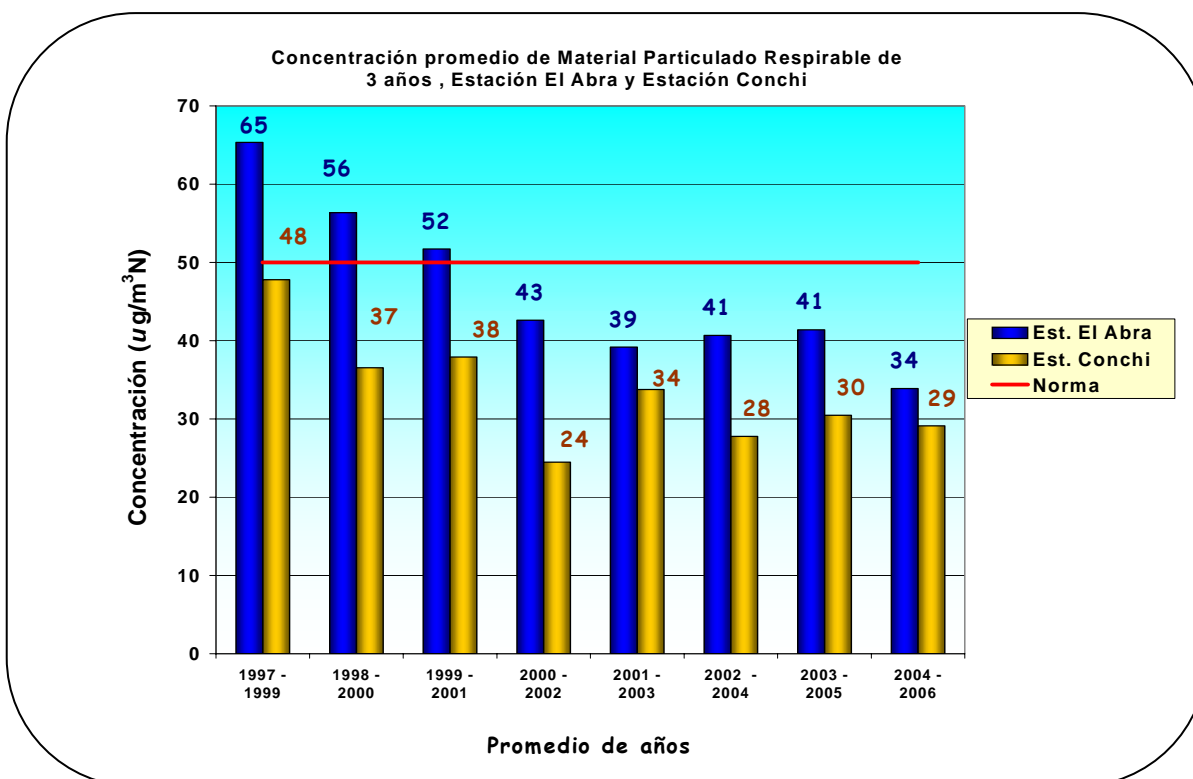
Para el año 2002 y 2003, en ambas estaciones el percentil 98 está bajo el valor de la norma y latencia. En el año 2004, el percentil 98 para ambas estaciones está bajo el valor de la norma, sin embargo para la estación El Abra dicho valor estuvo próximo a alcanzar el valor de latencia. En el año 2005 y 2006, en ambas estaciones el percentil 98 está bajo el valor de la norma y latencia.



**a.2. Norma Anual**

La norma de **50 µg/m³N**, para promedio de tres años, fue calculada de manera referencial para las estaciones El Abra y Conchi (autorizada EMRP el 29 de Diciembre 2006). El promedio del periodo 2004 - 2006 fue de 34 y 29 µg/m³N respectivamente.

**Se recomienda que las estaciones El Abra sean declaradas EMRP.**



## 6.5. Comuna de Sierra Gorda

En la localidad de Sierra Gorda se encuentran las siguientes estaciones:

- Estación Sierra Gorda (autorizada EMRP a partir del 13 de Septiembre de 2004) de propiedad de Minera Spence S.A. ( ex Compañía Minera Rio Chilex S.A.), monitoreo permanente desde el año 2003.
- Estación Poblado de Sierra Gorda (autorizada EMRP a partir del 29 de Julio de 2005) de propiedad de Minera el Tesoro, realiza sólo campañas durante los años 1993, 1994 y 2003 al 2005. En el año 2006 fue un monitoreo permanente.

Por otra parte existen estaciones dentro de la comuna de Sierra Gorda pero fuera del centro poblado

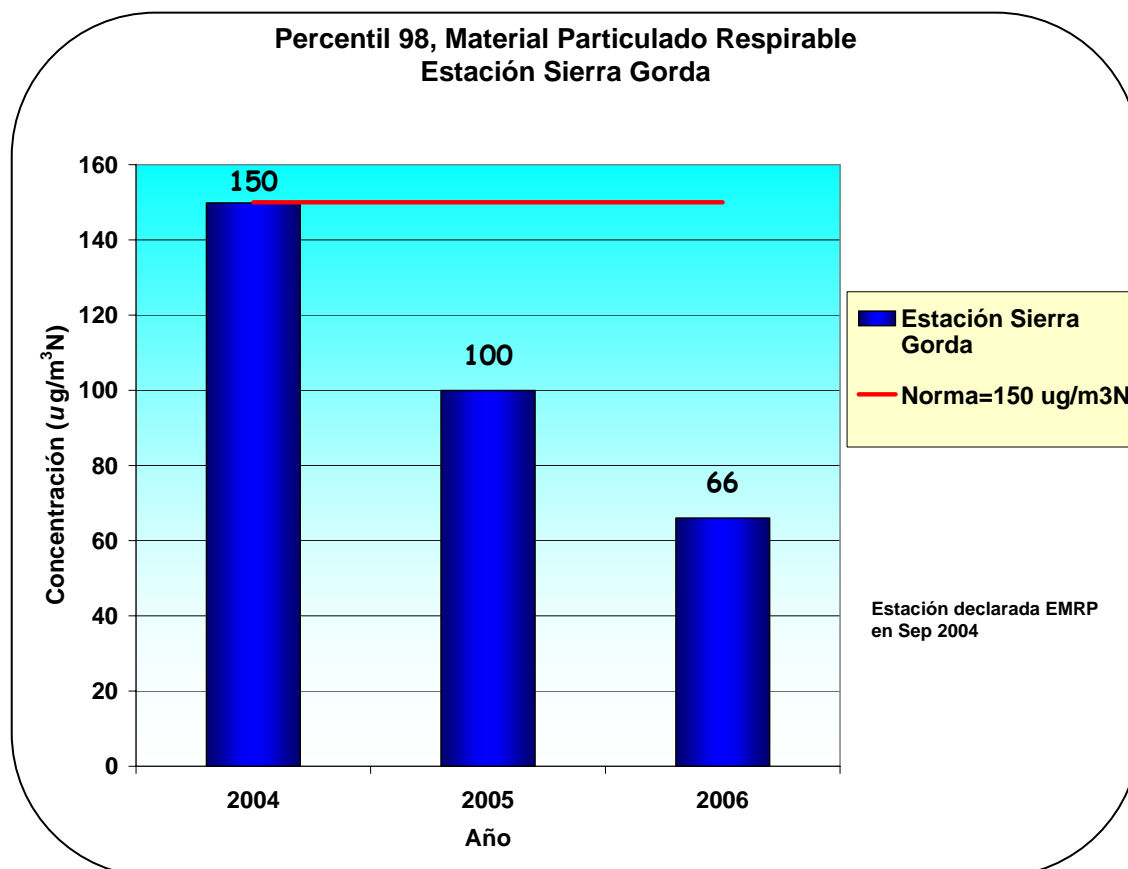
- Estación Campamento y Estación Garita de propiedad de Xstrata Copper (ex Falconbridge Lomas Bayas) ( no autorizada EMRP).
- Estación Spence de propiedad de Minera Spence S.A. ( no autorizada EMRP).
- Estación Campamento MET de propiedad de Minera el Tesoro (no autorizada EMRP), con información hasta campaña *Abril-Mayo del año 2005*.

### 6.5.1. Sector Sierra Gorda

#### a) Material Particulado Respirable MP10

##### a.1. Norma Diaria

Para la estación Sierra Gorda, el valor del percentil 98 para el año 2004 corresponde a 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , valor que supera la norma diaria, en el año 2005 disminuye a 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , y en el año 2006 disminuye a 66  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  valor bajo norma y latencia.

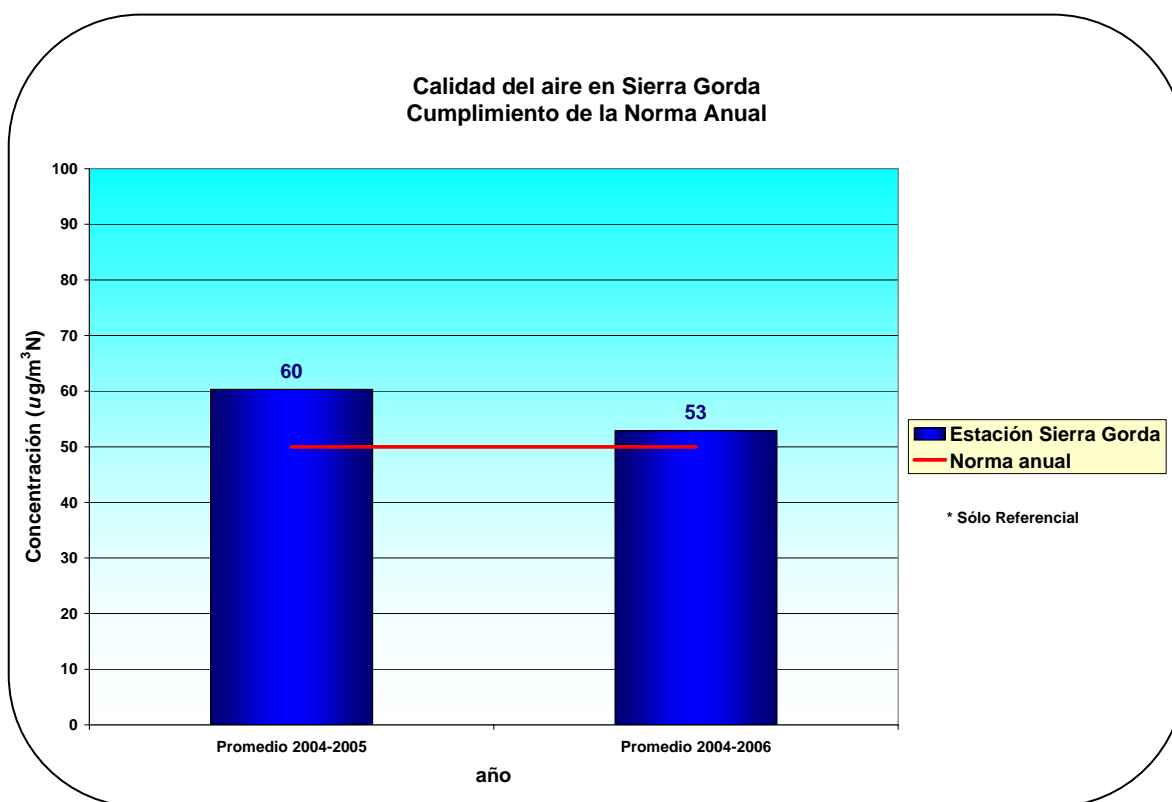


En la estación Poblado Sierra Gorda históricamente sólo se disponía de campañas, a continuación se presenta un resumen con las concentraciones de MP10 obtenidos en las campañas realizadas.

<b>Estación Poblado Sierra Gorda</b>	1993	1994	2003	2004	2005
Promedio Anual de MP10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	70	65	44	37	43
Concentración Máxima MP10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	229	90	100	77	89

### a.2. Norma Anual

La norma de **50  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$** , para promedio de tres años, fue calculada de manera referencial para la estación Sierra Gorda, la estación fue declarada EMRP en septiembre del año 2004.



### 6.5.2. Sector Lomas Bayas

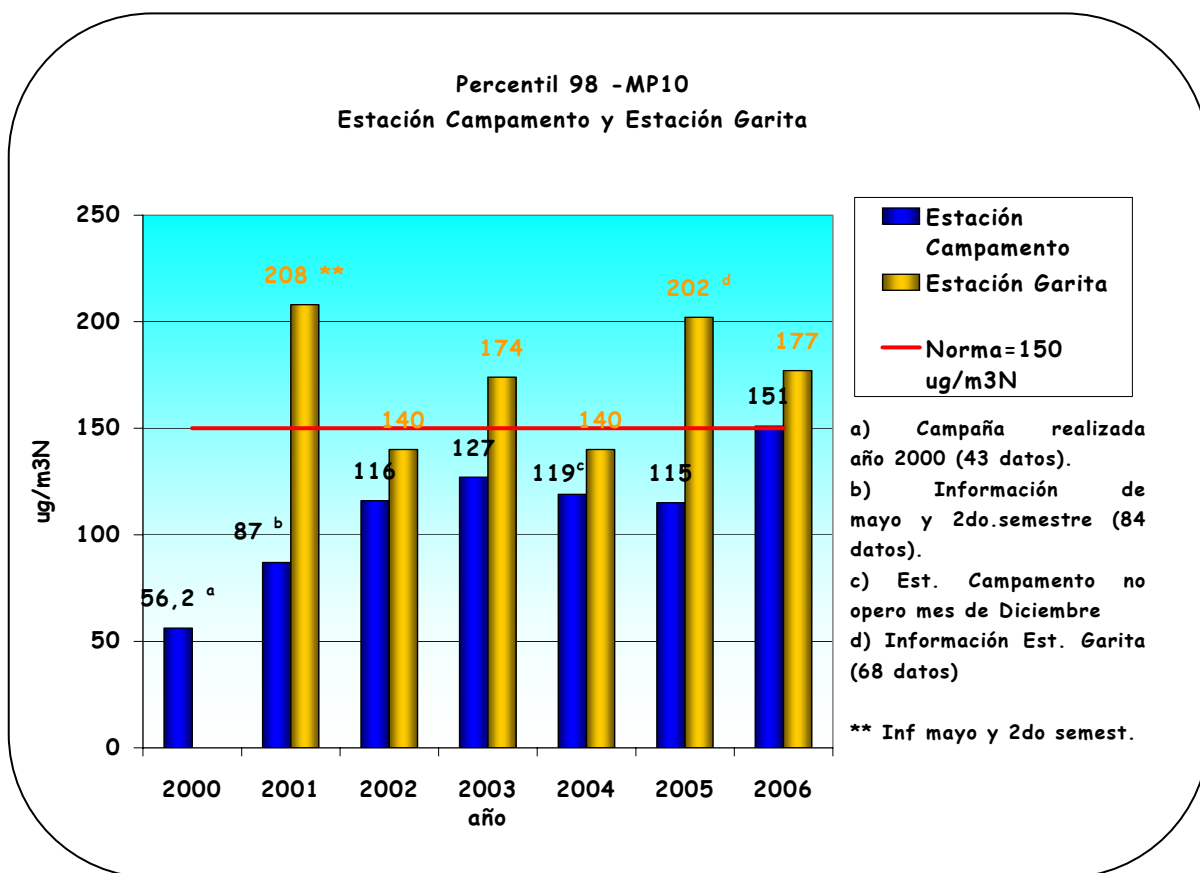
Existen dos estaciones monitoras en las cuales se realiza un monitoreo de MP10, estación Campamento y estación Garita (ninguna autorizada EMRP). La información disponible es la siguiente: campañas realizadas durante el año 2000, el mes de mayo y todo el segundo semestre del año 2001, y del año 2002 al año 2006, información de todo el año.

#### a) Material Particulado Respirable MP10

##### a.1. Norma Diaria

Al realizar campañas durante los años 2000 y 2001, sólo se puede señalar las condiciones de calidad de aire para esas campañas, no es posible realizar una comparación con la norma y verificar el cumplimiento de la normativa.

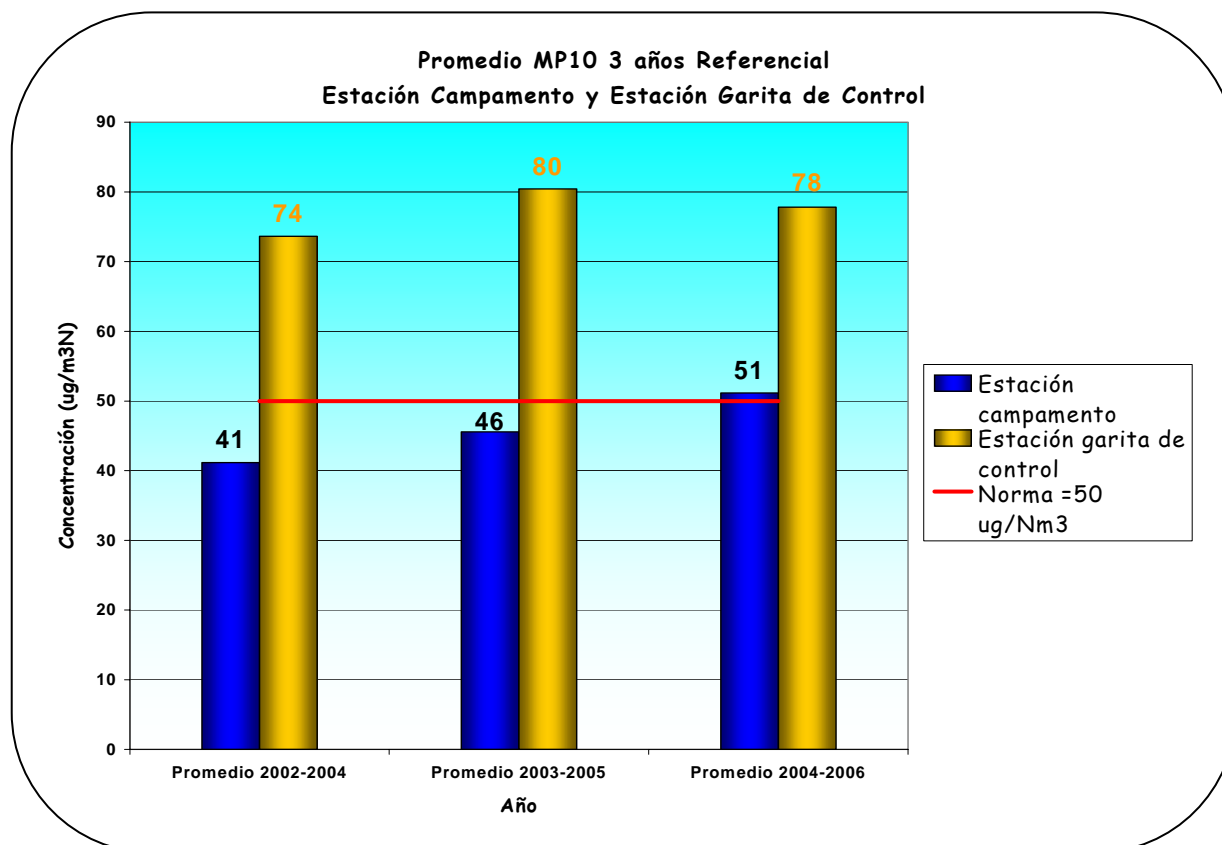




A modo de referencia se ha determinado el percentil 98 para las mediciones realizadas durante el año 2000 en la estación Campamento (julio a Octubre) y 2001 (mes de mayo y segundo semestre completo), obteniendo como resultado 56 y 87  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , para la estación Garita no existe información para el año 2000, para el 2001 se cuenta con información desde Julio a Diciembre, referencialmente el percentil fue 208  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ . El año 2002, el percentil 98 estuvo sobre el nivel de latencia en la estación Garita y para año 2003, el percentil 98 esta sobre el valor de norma para la estación garita y alcanza la latencia para la estación Campamento, en el año 2004, sólo la estación Garita está sobre el nivel de latencia y para el año 2005, esa misma estación está sobre el valor de norma. En el año 2006 el percentil 98 para la estación Campamento fue 151  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  y 177  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  para la estación Garita, ambas estaciones están con valores sobre la norma diaria, sin embargo este antecedente es referencial, dichas estaciones no cuentan con clasificación EMRP.

## a.2. Norma Anual

La norma de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , para promedio de tres años, fue calculada de manera referencial para la estación Campamento y Garita (no autorizada EMRP). El promedio del periodo 2004 - 2006 fue de 51  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  y 78  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  en las estaciones Campamento y Garita respectivamente (ambas sobre valor de norma anual) .



**Se recomienda declarar EMRP ambas estaciones (Campamento y Garita) y evaluar funcionamiento de la estación Garita dado la pérdida significativa de datos.**

### 6.5.3. Sector Proyecto Spence

En el sector del proyecto Spence, se encuentra ubicada la estación del mismo nombre (no autorizada EMRP), en el año 2002 realizó campañas y desde febrero de 2003 en forma permanente.

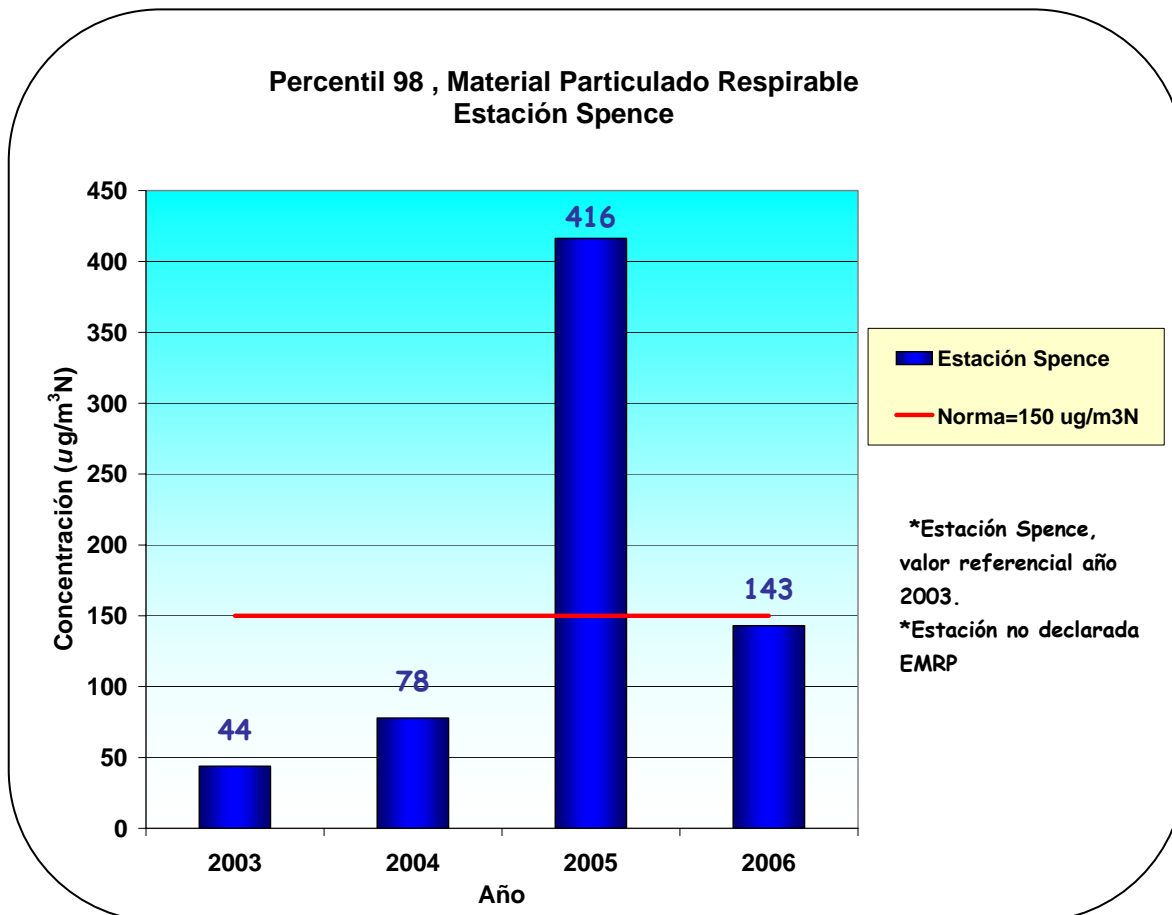
Durante los primeros meses del segundo semestre del año 2004 Spence realizó tres actividades tempranas preparatorias en el sector de la futura mina y dio inicio a la fase de construcción del Proyecto el 12 de Noviembre del 2004, que tendrá una duración de dos años.

#### a) Material Particulado Respirable MP10

##### a.1. Norma Diaria

Para la estación Spence, a modo de referencia se ha determinado el percentil 98 para el año 2003, dado que se dispone de datos a partir de Febrero de ese año, dicho valor está bajo el nivel de latencia.

El valor del percentil 98 para el año 2004 corresponde a 78  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , para el año 2005 corresponde a 416  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , valor sobre la norma diaria de 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ . Para el año 2006 el percentil 98 fue de 143  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , valor en situación de latencia.



## a.2. Norma Anual

La norma de **50 µg/m³N**, para promedio de tres años, es calculada de manera referencial para la estación Spence, no se incluye el año 2003 porque dispone poco datos. El valor promedio para el periodo 2004-2006 fue de 64 µg/m³N:

Promedio 2004-2005	72 µg/m³N
Promedio 2004-2006	64 µg/m³N

Se recomienda que la estación Spence sea declarada EMRP.

## 6.5.4. Sector Minera El Tesoro

En el sector Minera El Tesoro, se encuentra ubicada la estación Campamento MET (no autorizado EMRP), realiza campañas entre el año 2001 al 2005.

### a) Material Particulado Respirable MP10

#### a.1. Norma Diaria

Para la estación Campamento MET no es posible verificar el cumplimiento de la normativa, ya que sólo dispone de campañas, a continuación se presenta un resumen con las concentraciones de MP10 obtenidos en las campañas realizadas.

Estación Campamento MET	2001	2002	2003	2004	2005
Promedio Anual de MP10 (µg/m³)	17	30	27	29	27
Concentración Máxima MP10 (µg/m³)	48	61	53	45	43

**Se recomienda declarar EMRP la Estación Campamento MET y continuar con el monitoreo con la periodicidad que señala el D.S.Nº59/1998.**

## 6.6. Comuna Tocopilla

En la ciudad de Tocopilla se encuentran datos de monitoreos de las estaciones de propiedad:

- Electroandina
  - Estación Escuela E-10 ( autorizada EMRP y EMRPG el 11 de Septiembre de 2000)
  - Estación Villa Covadonga (autorizada EMRP y EMRPG el 19 de Octubre de 2004)
  - Estación Gabriela Mistral (centro, autorizada EMRP el 19 de Octubre de 2004).

Estas dos últimas estaciones sólo funcionan cuando la Central Termoeléctrica opera con combustible petcoke.

- Norgener
  - Estación Carabineros (autorizada EMRP y EMRPG el 11 de Septiembre de 2000) funcionó hasta el mes de Mayo 2004 y desde junio 2004 opera la estación Gobernación (autorizada EMRP el 06 de Septiembre de 2004)
  - Estación Escuela E-12 (autorizada EMRP el 06 de Septiembre de 2004)
  - Estación Escuela Gabriela Mistral (autorizada EMRP el 06 de Septiembre de 2004)

Estas dos últimas estaciones sólo funcionan cuando la Central Termoeléctrica opera con combustible petcoke.

La empresa Norgener mide Material Particulado Respirable y Anhídrido Sulfuroso y la empresa Electroandina mide Material Particulado Respirable, Anhídrido Sulfuroso y Dióxido de Nitrógeno.

### 6.6.1. Ciudad de Tocopilla

#### a) Material Particulado Respirable MP10

##### a.1. Norma Diaria

El percentil 98 para la estación Escuela E-10 entre los años 1998 al 2006 no superan la norma ni el nivel de latencia. El percentil 98 para el año 2006 corresponde a 103  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ .

Las estaciones Gabriela Mistral (centro, de la empresa Electroandina) y Villa Covadonga sólo operaron dos meses (marzo y Abril) en el año 2004 y desde el mes de Mayo en el año 2005, por lo cual no se calculó el percentil 98 para esos años, sin embargo, a continuación se presenta la información de dichos monitoreos.

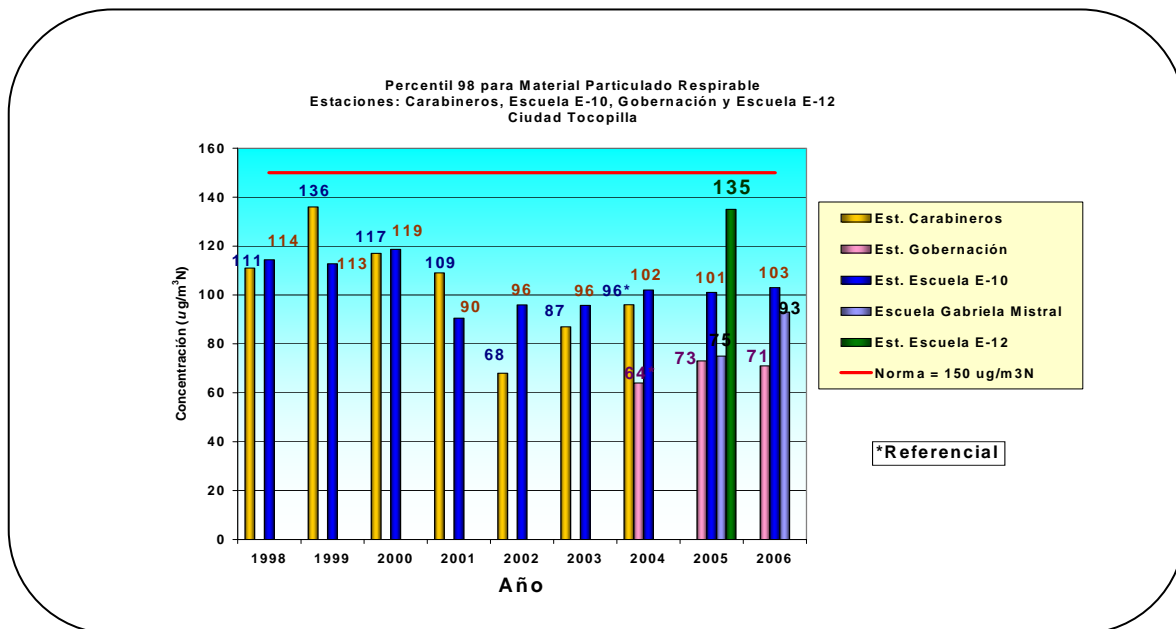
Estación	Gabriela Mistral (centro)		Villa Covadonga	
	2004	2005	2004	2005
Año	2004	2005	2004	2005
Promedio ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	74	45	119	57
Nº de mediciones	60	221	19	76
Nº de días en latencia	2	1	0	1
Nº de días en saturación	0	0	6	1

El percentil 98 para la estación Carabineros entre los años 1998 al 2003 no superan la norma y alcanza el nivel de latencia en el año 1999. El año 2004 no es factible verificar el cumplimiento de normativa debido a que el cambio de estación no permite contar con el número de datos suficientes para completar el periodo anual. El percentil 98 para el año 2004 fue sólo referencial dado que la estación Carabineros operó hasta Mayo de dicho año (50 datos), siendo su valor 96 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ .

La estación Carabineros fue reemplazada por la estación Gobernación, que comenzó a operar en el mes de Junio del año 2004, siendo el valor del percentil 98 de 64 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , sólo a

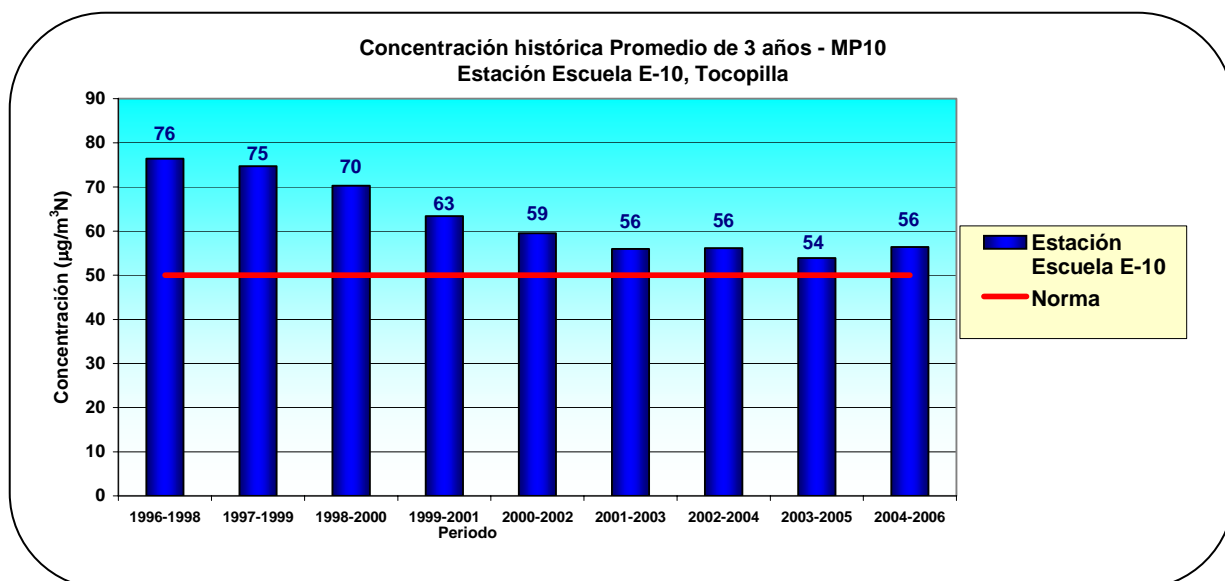
modo referencial. Para el año 2005, el percentil 98 fue  $73\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , para el año 2006 fue  $71\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ .

La estación Escuela E-12 comenzó a operar en el mes de Junio del año 2004, siendo el valor del percentil 98 para ese año sólo referencial de  $95\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  y para el año 2005 corresponde a  $135\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  (valor sobre la latencia). Durante el año 2006 esta estación (Escuela E-12) sólo monitoreo durante enero y la mitad de febrero. La estación Gabriela Mistral (de la empresa Norgener) no monitorea MP10.



## a.2. Norma Anual

Con relación a la norma anual de  $50\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  de promedio de 3 años y considerando que fue declarada EMRP en el año 2000, se puede observar en el grafico que el promedio de los periodos trianuales están sobre el valor de la norma, en la estación Escuela E-10. Especificamente para el último periodo 2004-2006 fue de  $56\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ .



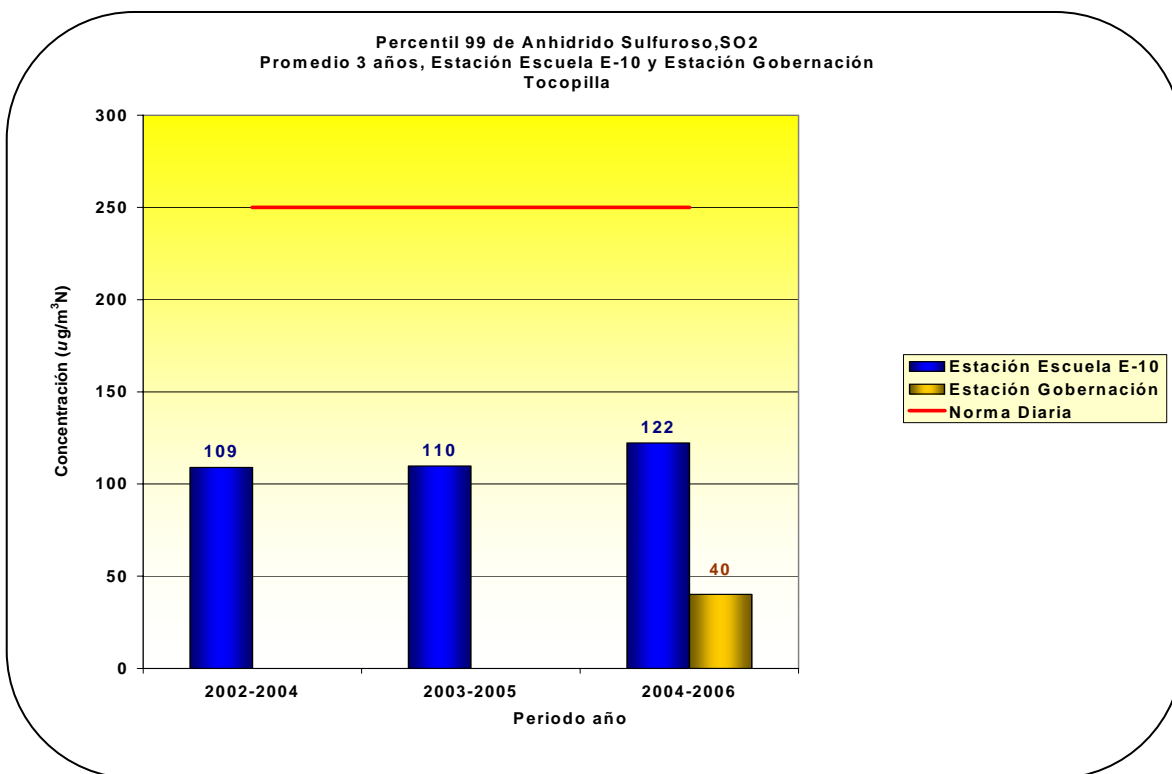
## b) Anhídrido Sulfuroso $\text{SO}_2$

Conforme a lo establecido en el D.S.113:

**Norma Diaria:**

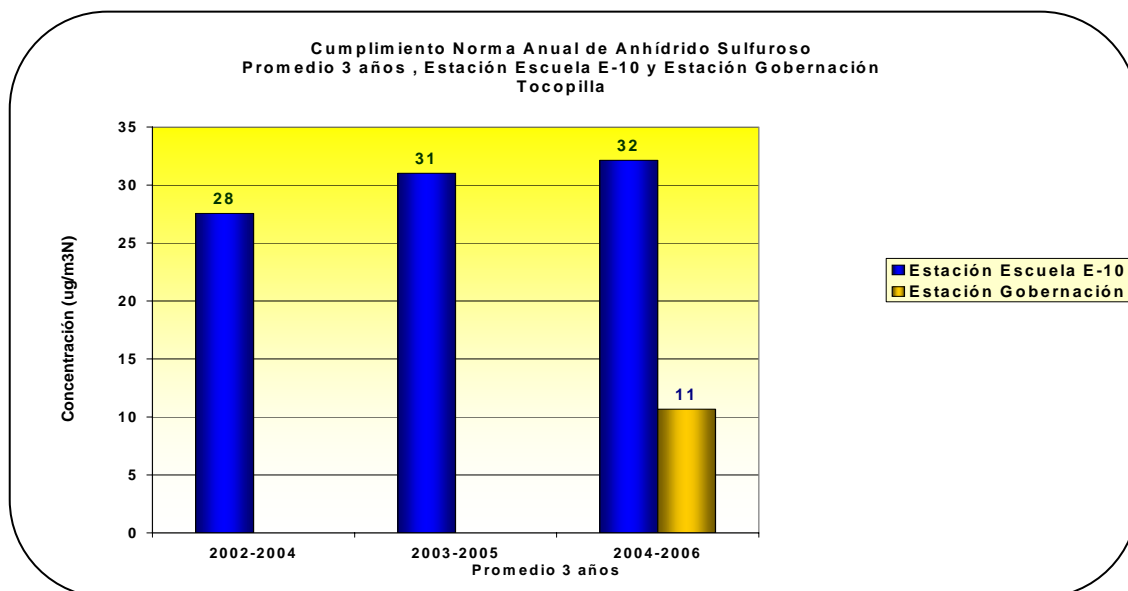
En la estación Escuela E-10 (EMRPG desde año 2000) se puede verificar el cumplimiento de la norma diaria, debido a que se dispone de información de tres años calendarios, el promedio percentil 99 para el periodo 2004-2006 corresponde a 122  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , valor bajo norma y latencia.

Para la estación Gobernación el percentil 99 para periodo el año 2004-2006 es sólo referencial y es de 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ .



**Norma Anual:**

Respecto a la norma anual, tal como se muestra en el grafico siguiente, el promedio de 3 años para 2004-2006 corresponde a 32  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  para la estación Escuela E-10. Para la estación Gobernación sólo de modo referencial el promedio de 3 años 2004-2006 es de 11  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ . Para las estaciones Escuela E-12 y Gabriela Mistral, no fue posible calcular la concentración promedio de 3 años debido a que o se cuenta con la información suficiente (75 % de los datos del trimestre).



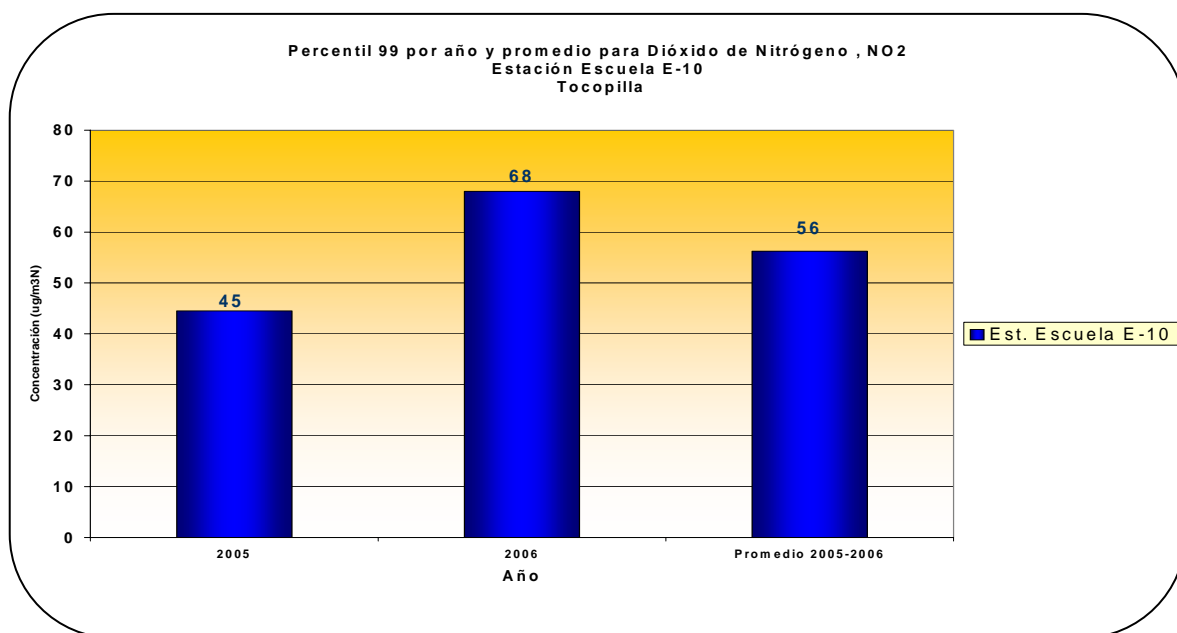
### c) Dióxido de Nitrógeno NO<sub>2</sub>

c.1. Conforme a lo establecido en el D.S.Nº114:

c.1. Conforme a lo establecido en el D.S.114, para NO<sub>2</sub>:

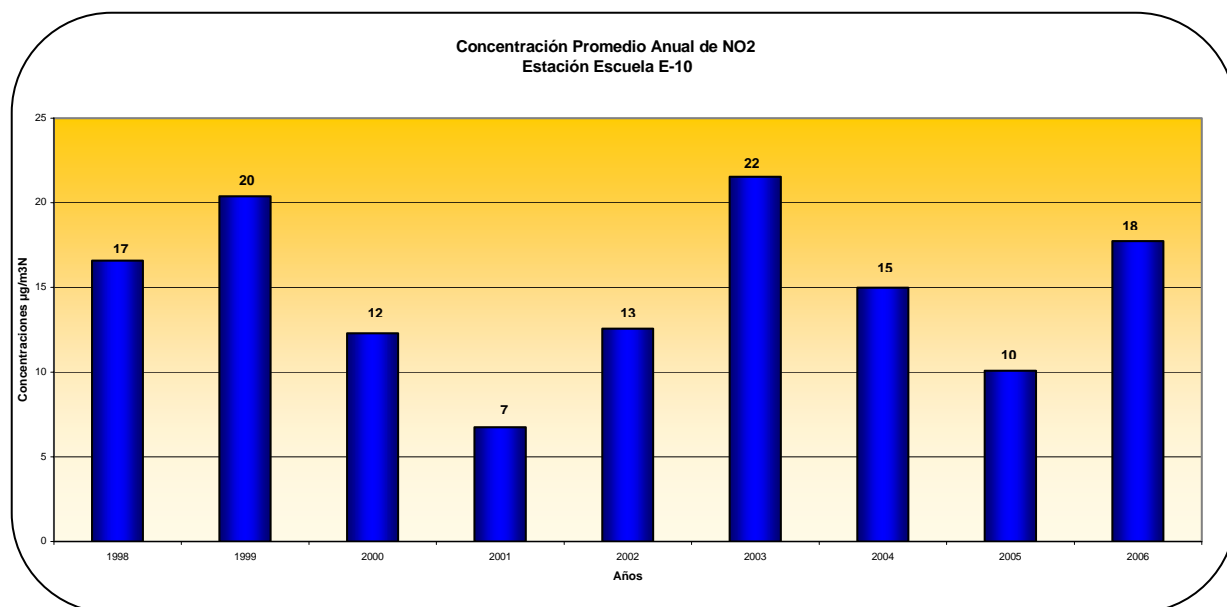
#### Norma Horaria:

Este parámetro solo se mide en la estación Escuela E-10, el percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 1 hora para el año 2005 y 2006 corresponde a 45 µg/m<sup>3</sup>N y 68 µg/m<sup>3</sup>N respectivamente, y el promedio sólo de forma referencial fue de 56 µg/m<sup>3</sup>N valor bajo la norma (400 µg/m<sup>3</sup>N).



#### Norma Anual:

Este parámetro solo se mide en la estación Escuela E-10, la norma anual de 100 µg/m<sup>3</sup>N no es sobrepasada en los años 1998 a 2006:





La concentración anual para el año 2003 no fue posible calcular debido a que un trimestre del año no dispone de la información suficiente (75 % de los datos del trimestre).

Se calculó el promedio del periodo 2004-2006, cuyo valor alcanzó a  $14 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , valor bajo la norma ( $100 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ).

#### **d) Observaciones de la Auditoría externa a Red calidad del aire realizada el año 2004**

- Agregar cubierta (vegetación, arenilla, etc) al suelo de las estaciones Escuela E-10 y Villa Covadonga para evitar polvo interfiera en el monitoreo.
- Evaluar representatividad de las mediciones de la estación Villa Covadonga y verificar presencia de otras fuentes emisoras que afecten las mediciones que no correspondan a efecto de la central termoeléctrica en ese sector. Considerar cambio en la ubicación.
- Implementar un programa de auditorías independientes a la red, para cumplir con lo señalado en la Res. Exenta N°77.
- Además, con el objetivo de estudiar el efecto de las condiciones meteorológicas locales sobre los niveles de contaminación se recomienda realizar campañas de mediciones meteorológicas en las estaciones Gabriela Mistral (Centro) y Villa Covadonga .
- Por otra parte sería recomendable, ubicar el monitor TEOM para medición continua de MP10 durante el periodo en que no se requiere reportar sus concentraciones (cuando se utiliza coque de petróleo como combustible) en las estaciones Gabriela Mistral (Centro) y Villa Covadonga, para determinar el comportamiento horario (construir ciclos diarios) del Material Particulado Respirable (MP10) en ambas estaciones.
- Implementar un programa de auditorías internas a la red de la empresa Norgener
- Para la empresa Norgener, evaluar posibles efectos de fuentes locales no consideradas que expliquen la ocurrencia de concentraciones de  $\text{SO}_2$  a las horas en que en función de la dirección del viento se esperarían valores bajos. Durante la visita se visualizaron humos desde chimeneas que podrían ser panaderías, las cuales podrían estar utilizando como combustible algún elemento que contenga  $\text{SO}_2$  o Azufre.

Situación Subsanaada de acuerdo a lo informado por la Autoridad Sanitaria, Ord. N°757 de fecha 31 de Marzo 2006. Respecto a la estación Villa Covadonga, el titular reubica dicha estación, la Autoridad Sanitaria otorga Representatividad para MP10 con fecha 28 de Marzo del 2006.

### **6.7. Comuna María Elena**

#### **6.7.1. Sector localidad de María Elena**

La ciudad de María Elena se encuentra declarada zona saturada por MP10. Las estaciones que dispone la empresa SQM para el monitoreo, son las siguientes:

- Estación Iglesia (autorizada EMRP en Septiembre del año 1998)
- Estación Hospital (autorizada EMRP en Septiembre del año 1998)
- Estación Beta (autorizada EMRP en noviembre del año 2002)

Estas estaciones monitorean Material Particulado Respirable, las dos primeras en forma permanente cada tres días y la última en forma continua.

Sólo se considerarán las dos primeras para el análisis dado que la estación Beta tiene como objetivo el control Operacional.

#### **a) Material Particulado Respirable MP10**

Actualmente, esta zona se encuentra declarada saturada por Material Particulado Respirable, estableciéndose en el Plan de Descontaminación vigente la obligación de presentar los antecedentes que den cuenta como se llevará a cabo el cumplimiento de las metas de emisión establecidas. Estos antecedentes se encuentran descritos en el proyecto "Cambio Tecnológico María Elena".

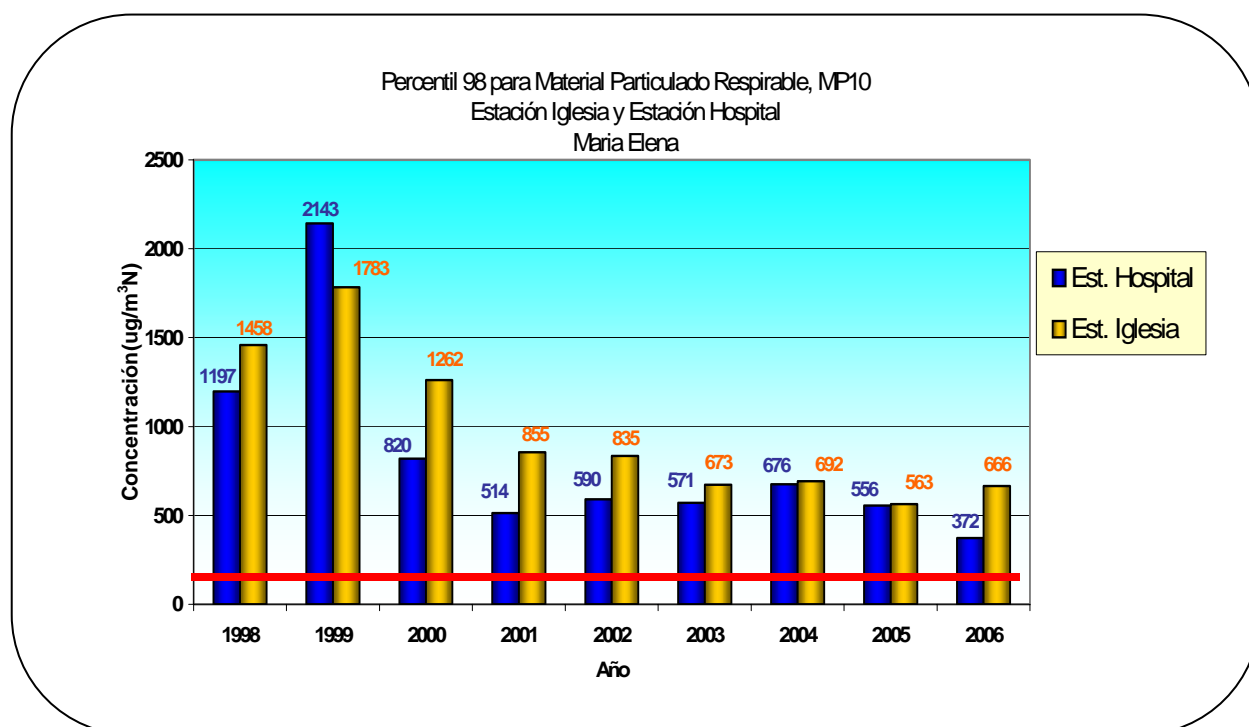
En el mes de Abril del año 2005, la COREMA II Región autorizó provisoriamente el inicio del proyecto “Cambio Tecnológico María Elena”, iniciando las obras preliminares de la etapa de construcción con fecha 15 de Junio de 2005 y finalizadas en el mes de Octubre de 2005. En el ese mismo mes, fue calificado favorablemente dicho proyecto, continuando con las actividades descritas para la etapa de construcción en el mes de Noviembre del año 2005, que finalizarán en Julio de 2006.

### a.1. Norma Diaria

El percentil 98 para ambas estaciones y para todos los años desde 1997 a la fecha, supera la norma diaria de **150  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$** .

En la estación Iglesia, el percentil 98 para el año 2006 fue de 666  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  y en la estación Hospital fue de 372  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ .

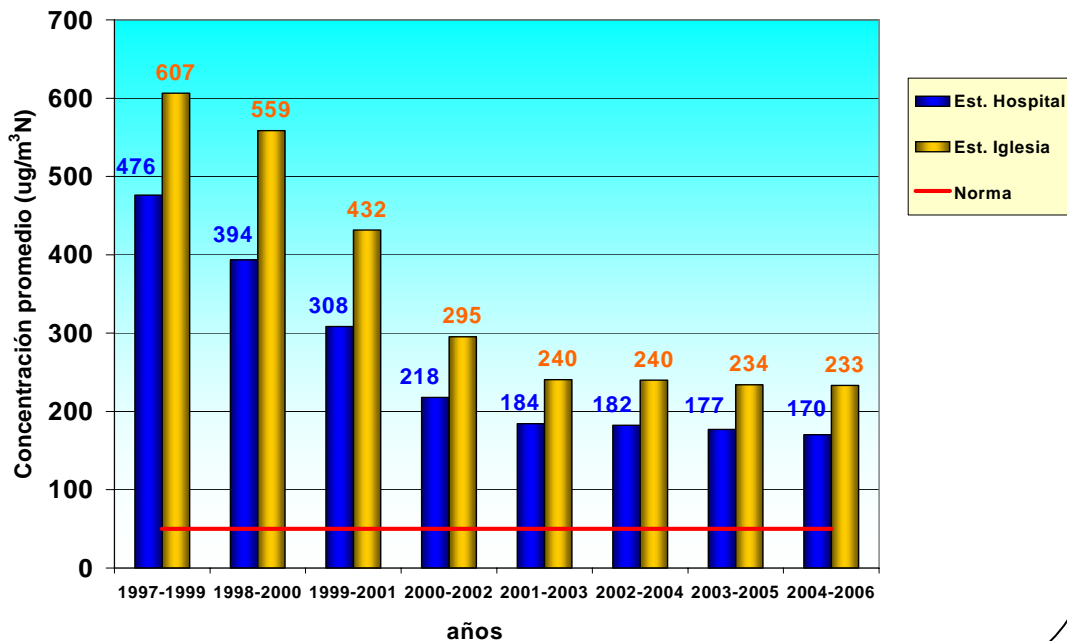
En ambas estaciones se monitorean valores de calidad de aire de los tres niveles de los episodios críticos.



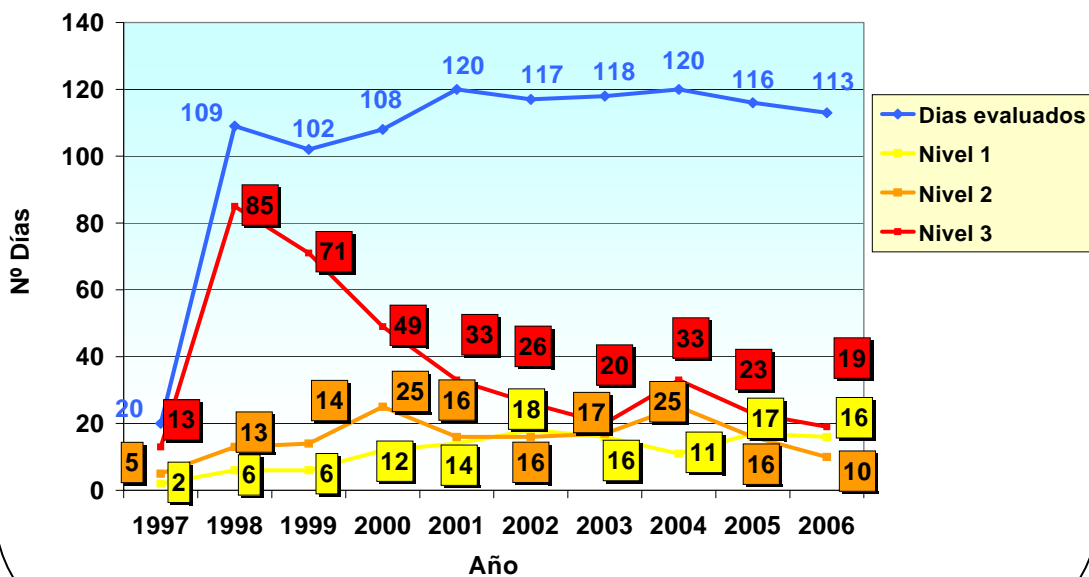
### a.2. Norma Anual

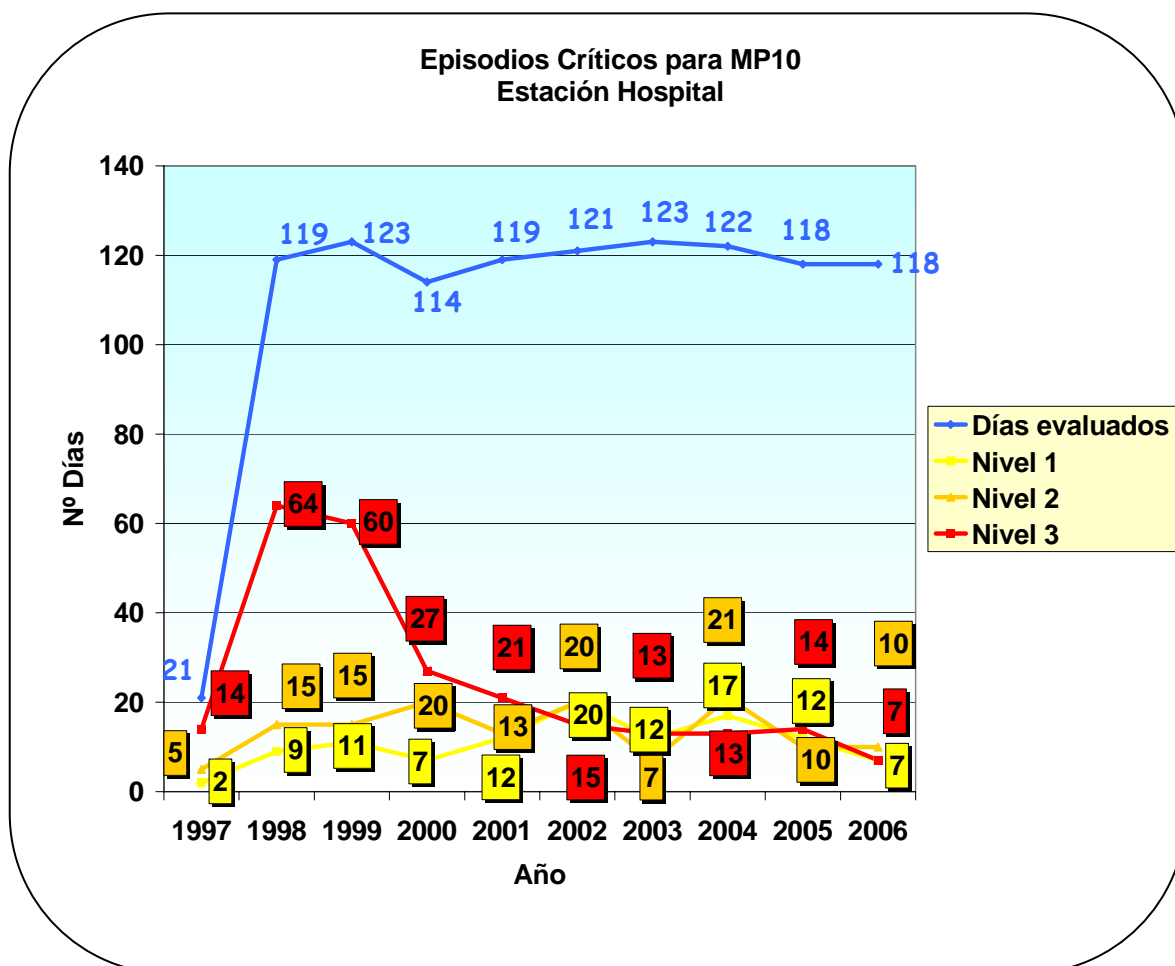
La norma anual de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  de promedio de 3 años, es superada para periodo 2002-2004, y 2003 –2005 en las dos estaciones. El valor para la estación Hospital fue de 234  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  y 177  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  para la estación Iglesia en el periodo 2003 -2005.

Concentración Histórica de MP10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) 3 años  
Estación Hospital y Estación Iglesia



Episodios críticos para MP10  
Estación Iglesia





Se recomienda analizar la ubicación de la estación de control para el plan operacional de episodios críticos, dado que éste es controlado en la estación Beta ubicada en el mismo lugar estación Hospital, y los resultados obtenidos muestran que en la estación Iglesia existe un mayor número de días con nivel 3 que en la estación Hospital. El proyecto “Cambio tecnológico de María Elena” establece la incorporación de una nueva estación de monitoreo por el periodo de un año en el punto de máximo impacto, luego de transcurrido un período anual y verificando en la práctica que dicha estación sea la de máximo impacto, la autoridad modificará la ubicación de una de las estaciones actuales y mantendrá en total dos estaciones de monitoreo de calidad del aire.

**b) Observaciones de la Auditoría externa a Red calidad del aire realizada el año 2004**

- Agregar cubierta (vegetación, arenilla, etc) al suelo de las estación Hospital para evitar que el polvo pudiera interferir en el monitoreo
- Se recomienda elevar los sensores de velocidad y dirección del viento, de la estación meteorológica, a 10 m. para efectos de aplicación de modelos de dispersión.
- Incluir en el programa de auditorías a los monitores de MP10, una auditoria anual o bianual a la red completa.
- Se recomienda estudiar las diferencias constatadas en casos de alta concentración de MP10, entre el Hi-vol y monitor Beta, de la estación Hospital. Es probable durante episodios de altas concentraciones de MP10 el Hi-Vol pierda el punto de corte y se transforme en un PTS (midiendo más) y el Beta se sature (midiendo menos). Luego, se recomienda realizar mediciones con equipos PTS durante horas de altas concentraciones para verificar la posible pérdida de corte del Hi-vol.

Situación Subsanada de acuerdo a lo informado por la Autoridad Sanitaria, Ord. N°757 de fecha 31 de Marzo 2006. Respecto a la estación Villa Caspana, el titular se compromete a reubicar dicha estación en el marco del Proyecto Mansa Mina, calificado favorablemente en Diciembre 2005.

## VII. ANALISIS ZONAS SATURADA Y/O LATENTE

Aquellos sectores que no cumplen con alguna de las normas vigentes, son posibles zonas saturadas y aquellos con valores sobre los niveles de latencia, son posibles zonas latentes. Para la Declaración de Zona se debe considerar los monitoreos y las condiciones de estos monitoreos según lo establecido por la Ley 19.300 en particular con el Artículo 43 de esta ley, sobre Declaración de Zonas Saturadas o Latentes:

- La Declaración de una zona del territorio como saturada o latente se hará por Decreto Supremo que llevará la firma del Ministro Secretario General de la Presidencia y contendrá la determinación precisa del área geográfica que abarca. Llevará además la firma del Ministro de Salud, si se trata de la aplicación de normas primarias de calidad ambiental, o del ministro sectorial que corresponda, según la naturaleza de la respectiva norma secundaria de calidad ambiental.
- Esta declaración tendrá como fundamento las mediciones, realizadas o certificadas por los organismos públicos competentes, en las que conste haberse verificado la condición que la hace procedente. El procedimiento de Declaración de Zona está a cargo de la Comisión Regional del Medio Ambiente. Si la zona objeto de la declaración estuviese situada en distintas regiones, el procedimiento estará a cargo de la Comisión Nacional del Medio Ambiente.

Actualmente existen dos zonas declaradas saturadas y una latente en la Región:

- La localidad de Chuquicamata declarada zona saturada por MP10.
- La localidad de Chuquicamata declarada zona latente por SO<sub>2</sub>.
- La ciudad de María Elena declarada zona saturada por MP10.

Cabe señalar, que la localidad de Chuquicamata estuvo declarada zona saturada por SO<sub>2</sub>, sin embargo debido al mejoramiento de la calidad del aire para dicho contaminante, durante el año 2004 fue solicitada la declaración de zona latente, estableciéndose en el D.S. N°55 del 26 de Abril de 2005, como zona latente por anhídrido sulfuroso como concentración de 24 horas.

Respecto a la declaración de posibles zonas saturadas o latentes:

1. En el año 2004 se encontraba **en situación de saturación por norma anual de MP10 a la ciudad de Tocopilla**. Por lo anterior, el Gobierno Regional mediante acuerdo de COREMA inicio el proceso para la declaración de zona saturada y adicionalmente con fondos FNDR financió el Estudio "Análisis de la Calidad del Aire para MP10 en Tocopilla". Dicho estudio determino el aporte antropogénico y el aporte natural a la calidad del aire del contaminante Material Particulado Respirable (MP10), delimitó el área saturada, identificó puntos de máxima concentración, y estableció las responsabilidades de las fuentes de emisión. En la actualidad se esta a la espera de la resolución por parte de la Contraloría sobre la declaración de zona saturada.
2. En el año 2006, se observó lo siguiente:
  - Los valores medidos en la estación El peñón (Sector El Peñón) **se encontrarían en situación de saturación para la norma diaria de Material Particulado Respirable**, debido a que el percentil 98 para el año 2005 correspondió a 152 µg/m<sup>3</sup>N, concentración sobre el valor de dicha norma. Con respecto al año 2006 solo se tiene información hasta el mes de junio, por lo cual no se puede verificar cumplimiento de norma.
  - Los valores medidos en la estación Campamento (Sector Minera Zaldivar) **se encontrarían en situación de latencia para la norma diaria de Material Particulado Respirable**, debido a que el percentil 98 para el año 2006 correspondió a 170 µg/m<sup>3</sup>N, y **también para la norma anual** debido a que el promedio del periodo 2004-2006 correspondió a 61 µg/m<sup>3</sup>N.

- En la estación Hospital del Cobre, **la norma anual de Material Particulado Respirable (promedio de tres años) es superada para el periodo 2004-2006**, cuyo valor promedio fue de  $59 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ .
- En la estación Escuela E-10, se mantiene la condición de saturación para la norma anual **de Material Particulado Respirable** el promedio del periodo 2004-2006 fue de  $56 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ .

## VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La información disponible corresponde al período comprendido entre los años 1994 y 2006. Las características de esta información son las siguientes:

- Algunas estaciones cuentan con información de varios años desde 1994 al 2006 y otras con información sólo de algunos meses.
- Existe un total de 47 estaciones de las cuales 34 realizan monitoreo permanente y 13 realizan campañas.
- Los parámetros medidos en cada estación varían de una estación a otra dependiendo de la fuente emisora asociada a este monitoreo.

Las conclusiones de la evaluación del cumplimiento de la normativa vigente fue realizada por Comuna, ciudades y sectores, durante el año 2006.

### Comuna de Antofagasta

#### Ciudad de Antofagasta

- **En el sector Coloso:** se cumple la norma diaria de MP10 y respecto a la norma anual para este contaminante, el promedio del periodo 2004-2006 cumple con dicha norma.
- **En el Sector Coviefi:** se cumple la norma diaria de MP10 y respecto a la norma anual para este contaminante, los valores calculados de manera referencial están bajo dicha norma.

La norma diaria y anual para  $\text{SO}_2$  se cumplen en este sector, respecto al D.S. N°113. Con relación a la concentración de As en aire, se observa un aumento en el año 2006 en comparación con el año 2005.

Se recomienda, en Auditoría Externa a Red calidad del aire realizada el año 2004, revisar mayor información para determinar si la ubicación de esta estación es representativa de la zona monitoreada.

- **En el Sector La Negra:** en relación a la Norma diaria para el año 2006, la estación La Negra y Sur, se encuentran en situación de latencia y para la estación Inacesa se encuentra en situación de saturación. Cabe señalar que esta estación fue declarada EMRP en el mes de junio del año 2006. Sin embargo desde julio a diciembre del 2006 se superó la norma en 10 ocasiones, en consecuencia se encuentra en situación de saturación este sector.

Respecto a la norma anual para MP10, el promedio de tres años, es calculada de manera referencial para la estación La Negra y Sur hasta el año 2005, debido a que ambas estaciones fueron declaradas EMRP en el año 2004. Sin embargo para el periodo 2004-2006 el valor cumple con los requisitos establecidos en la normativa vigente. La estación La negra está saturada en MP10 para la norma anual y la estación Sur está en situación de latencia para dicho contaminante. Respecto a la estación Inacesa, con el promedio anual del año 2006, como referencia se puede indicar que supera el valor de la norma.

Respecto al D.S. N°113, los valores calculados de manera referencial están bajo la norma diaria y anual en la estación La Negra y saturados en ambas normas para la estación Sur. Cabe señalar, que la estación Sur está ubicada en un sector sin asentamientos humanos y no está autorizada EMRPG. La estación Inacesa fue declarada EMRPG en el mes de



junio del año 2006, sólo se puede señalar que el promedio del periodo junio-Diciembre está bajo la norma anual.

En la concentración de As, existe un aumento en comparación con el año 2004 en ambas estaciones La Negra y Sur.

- **Sector Centro Ciudad Antofagasta:** La estación Prat dejó de funcionar el 12 de Agosto del 2005. En las estaciones Oncológico y Rendic no es posible verificar la norma anual para MP10, no se cuenta con información de tres años, la norma diaria se cumple en ambas estaciones.

#### **Fuera de la ciudad**

- **En el Sector Minera Escondida Limitada:** el valor del percentil 98 durante el año 2006 estuvo sobre el valor de la norma diaria de MP10 para las estación San Lorenzo y en latencia para la estación Campamento 2000, la estación campamento 5400 cumple la norma diaria. Ninguna de las estaciones han sido declaradas EMRP.
- **En el Sector El Peñón:** En la estación Campamento no es posible verificar cumplimiento de la norma diaria de MP10, solo cuenta con información hasta Junio 2006. Respecto a la norma anual, fue calculado de manera referencial dado que se dispone de información de los años 2004, 2005 y sólo hasta junio 2006, teniendo esto en consideración el promedio de tres años 2004-2006 es 65 µg/m<sup>3</sup>N.
- **En el Sector Minera Zaldivar:** En la estación Campamento de Operaciones, los valores medidos se encuentran en saturación para la norma diaria y anual de MP10.
- **En el Sector Rayrock:** Dado que sólo se han realizado campañas, no es posible analizar el cumplimiento de normativa, sin embargo, se observa en varios años la superación del valor de norma diaria de MP10, alcanzando el año 2006 a cinco valores en la estación Casa de Cambio y uno valores en la Estación Sector Administración. Se recomienda declarar las estaciones EMRP y extender el periodo de medición a un periodo anual, con el objeto de verificar el cumplimiento de la norma diaria de MP10.

#### **Comuna de Mejillones**

- **En la ciudad de Mejillones:** se cumple la norma diaria de MP10 en la estación Ferrocarriles: No fue factible verificar la norma diaria en la estación Compañía de Bomberos debido a que no se dispone de información de todo el periodo anual. Respecto a la norma anual, el promedio del periodo 2004-2006 en la estación Ferrocarriles esta bajo el valor de la norma. Se recomienda que la estación Ferrocarriles sea declarada EMRP, con el objeto de verificar el cumplimiento de la norma diaria de MP10. Respecto al D.S. N°113, contaminante SO<sub>2</sub> los valores calculados están bajo la norma diaria y anual en la estación Ferrocarriles. Respecto al D.S. N°114, contaminante NO<sub>2</sub>, los valores calculados están bajo la norma anual, no fue factible el cálculo para concentraciones de una hora, debido a que no se dispone de información suficiente para el periodo de tres años. Respecto al D.S. N°112, la norma horaria de O<sub>3</sub>, no es verificable, no se cuenta con información del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 8 horas para ninguna estación, debido a que sólo se realizan campañas.
- **Sector Minera Michilla:** Dado que sólo se han realizado campañas, no es posible analizar el cumplimiento de normativa, sin embargo, se observa en varios años la superación del valor de norma diaria de MP10, en el año 2006 se observó un valor sobre norma en todas las estaciones Estación Oficinas Administrativas (Ex Campamento Cátodos), Proyecta y Rojas & Blanco. Se recomienda declarar las estaciones EMRP y extender el periodo de medición a un periodo anual, con el objeto de verificar el cumplimiento de la norma diaria de MP10.

#### **Comuna de Taltal**

- **En el sector de Paposo:** Respecto al D.S. N°114, contaminante NO<sub>2</sub>, los valores calculados están bajo la norma anual en la estación Paposo, la norma en una hora no se

puede verificar, faltan antecedentes para tener los tres años necesarios para verificar cumplimiento.

Respecto al D.S. N°112 norma del O<sub>3</sub> no se ha excedido la norma en 8 horas en ninguna de las dos estaciones, cabe señalar que para la estación Punto Máximo Impacto es solo referencial, no fue factible calcular el promedio de tres años para el percentil 99, para el año 2005 no se dispone del 75 % de los datos necesarios.

Se recomienda, en la Auditoría Externa a Red calidad del aire realizada el año 2004, revisar lo concerniente al respaldo de energía en caso de corte de luz, esto genera pérdida de datos y daños a los equipos. Además, en caso de modificar la ubicación de la estación Punto Máximo Impacto, se recomienda mantener por algún tiempo mediciones paralelas entre el nuevo lugar y la de máximo impacto para correlacionar los valores registrados y extrapolar la información histórica y en base a los resultados obtenidos re-evaluar la decisión de cambio.

### Comuna de Calama

- **En la ciudad de Calama:** se cumple la norma diaria para MP10 en el año 2006 en la estación Hospital del Cobre y la estación Caspana. Respecto a la norma anual promedio de tres años, El valor del promedio del periodo 2004-2006 fue de 59 µg/m<sup>3</sup>N para la estación Hospital del Cobre y 65 µg/m<sup>3</sup>N para estación Caspana (no está clasificada como EMRP) , valor sobre norma.

Se recomienda, en Auditoría Externa a Red calidad del aire año 2004, reubicar la estación Villa Caspana, ya que no cumple con criterio EMRP. Respecto a la estación Villa Caspana, el titular se compromete a reubicar dicha estación en el marco del Proyecto Mansa Mina, calificado favorablemente en Diciembre 2005.

Para la estación Escuela D-126 (de la empresa Inppamet Ltda) que realiza solamente campañas, no hay valores sobre norma y dos veces alcanzó el valor de latencia, por lo tanto, se recomienda medir en forma permanente por un periodo anual para verificar el cumplimiento de la norma diaria. Además, dicha estación mide Plomo en MP10, el valor obtenido en las campañas alcanzó a 0,08 µg/m<sup>3</sup>N, bajo el valor de norma.

Para el contaminante SO<sub>2</sub>, no son superadas la norma anual ni la diaria en ninguna de las estaciones Caspana y Hospital El Cobre.

En relación con la concentración de As, se observa un aumento para el año 2006 en comparación con el año 2005.

- **En la localidad de Chuquicamata:** La localidad de Chuquicamata se encuentra declarada Zona Saturada por MP10 y estuvo declarada zona saturada por SO<sub>2</sub>, sin embargo debido al mejoramiento de la calidad del aire para dicho contaminante, durante el año 2004 se solicitó la declaración de zona latente, estableciéndose en el D.S. N°55 del 26 de Abril de 2005, como zona latente por SO<sub>2</sub>.

Para el año 2006, en la estación San José se supera la norma diaria de MP10 y en la estación Auka Huasi, se encuentra en latencia para este contaminante. Para la norma anual, promedio de 3 años, el promedio del periodo 2004-2006 estuvo sobre el valor de la norma, en las dos estaciones. El valor para la estación San José fue de 110µg/m<sup>3</sup>N y 64 µg/m<sup>3</sup>N para la estación Auka Huasi.

Para el contaminante SO<sub>2</sub>, respecto al D.S. N°113, el año 2006, no se superó la norma diaria en ninguna estación y sólo se alcanzó el nivel de latencia en ambas estaciones (San José y Auka Huasi). Respecto a la norma anual, no se superó la norma ni la latencia en ninguna estación.

En relación con la concentración de As, se observa un aumento para el año 2006 en comparación con el año 2005.

- **En el Sector El Abra:** En el año 2006, los resultados obtenidos para ambas estaciones (El Abra y Conchi) están bajo el valor de la norma diaria y latencia de MP10. La norma anual de MP10 se cumple, calculada a modo de referencia en ambas estaciones. La estación El Abra se recomienda sea declarada EMRP.

### Comuna de Sierra Gorda

- **Sector Sierra Gorda:** se cumple la norma diaria de MP10. Respecto a la norma anual, el promedio del periodo 2004 – 2006 fue 53 µg/m<sup>3</sup>N, valor sobre norma.



- **Sector Lomas Bayas:** En el año 2006 el percentil 98 para la estación Campamento fue  $151 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  y  $177 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  para la estación Garita, ambas estaciones están con valores sobre la norma diaria, sin embargo este antecedente es referencial, dichas estaciones no cuentan con clasificación EMRP. El promedio anual del periodo 2004 - 2006 fue de  $51 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  y  $78 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  en las estaciones Campamento y Garita respectivamente (ambas sobre valor de norma anual).  
Se recomienda declarar EMRP ambas estaciones (Campamento y Garita) y funcionamiento de la estación Garita dado la pérdida significativa de datos.
- **Sector proyecto Spence:** no se cumple la norma diaria de MP10, cabe señalar, que dicha estación no ha sido declarada EMRP. Respecto a la norma anual es calculada de manera referencial para la estación Spence. El valor del promedio 2004-2006 corresponde a  $64 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , valor sobre la norma. Se recomienda que la estación Spence sea declarada EMRP.
- **Sector Minera El Tesoro:** no es posible verificar el cumplimiento de la normativa en la estación Campamento MET, ya que sólo dispone de campañas. Se recomienda que la estación Campamento MET sea declarada EMRP.

### Comuna de Tocopilla

- **En la ciudad de Tocopilla:** la norma diaria de MP10 fue verificada en las estaciones Escuela E-10, Gobernación y Gabriela Mistral, en dichas estaciones la norma diaria no es superada. Con relación a la norma anual, promedio de 3 años, el promedio del periodo 2004-2006 está sobre el valor de la norma, en la estación Escuela E-10. El valor para dicha estación fue de  $56 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ .  
Para  $\text{SO}_2$  la norma la diaria no fue superada en las estaciones Gobernación y Escuela E-10, el promedio percentil 99 para el periodo 2004-2006 son  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  y  $122 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  respectivamente. Respecto a la norma anual, el promedio anual 2004-2006 corresponde a  $11 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  en la estación Gobernación y  $32 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  en la estación Escuela E-10, ambos valores bajo norma y latencia.  
Para  $\text{NO}_2$  la norma anual no es superada en la estación Escuela E-10 (única estación que mide este parámetro), la norma en 1 hora no es verificable, se cuenta con información desde el año 2005, se requiere tres años sucesivos. Referencialmente se puede señalar que el valor del percentil 99 para el año 2006 fue  $68 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , valor bajo el límite de la norma. Respecto a la concentración anual, el promedio del periodo 2004-2006 fue  $14 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , valor bajo la norma.

### Comuna de María Elena

- **En la Localidad de María Elena:** Esta localidad está declarada Zona Saturada por MP10 y se encuentra vigente un Plan de Descontaminación para recuperar los niveles de calidad ambiental, se supera la norma diaria y anual de MP10 en ambas estaciones de monitoreo. En ambas estaciones se constatan episodios críticos de los tres niveles. La norma anual, promedio de 3 años, es superada para periodo 2004-2006, en las dos estaciones. El valor para la estación Hospital fue de  $170 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  y  $233 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  para la estación Iglesia. El proyecto "Cambio tecnológico de María Elena" establece la incorporación de una nueva estación de monitoreo por el periodo de un año en el punto de máximo impacto, luego de transcurrido un período anual y verificando en la práctica que dicha estación sea la de máximo impacto, la autoridad modificará la ubicación de una de las estaciones actuales y mantendrá en total dos estaciones de monitoreo de calidad del aire.
- Una de las recomendaciones de la Auditoría externa a Red calidad del aire realizada el año 2004, fue estudiar las diferencias constatadas en casos de alta concentración de MP10, entre el Hi-Vol y monitor Beta, de la estación Hospital. Es probable durante episodios de altas concentraciones de MP10 el Hi-Vol pierda el punto de corte y se transforme en un PTS (midiendo más) y el Beta se sature (midiendo menos). Luego, se recomienda realizar mediciones con equipos PTS durante horas de altas concentraciones para verificar la posible pérdida de corte del Hi-Vol.

**Situación de las zonas saturadas actuales y/o futuras, se tiene lo siguiente:**

- **Localidad de Chuquicamata:** estuvo declarada zona saturada por SO<sub>2</sub>, sin embargo debido al mejoramiento de la calidad del aire para dicho contaminante, durante el año 2004 fue solicitada la declaración de zona latente, estableciéndose en el D.S. N°55 del 26 de Abril de 2005, como zona latente por anhídrido sulfuroso como concentración de 24 horas. Con respecto al Material Particulado Respirable, no se ha logrado cumplir con la norma, por lo cual está en revisión el Plan de Descontaminación.
- **Ciudad de Tocopilla:** En el año 2006 se mantiene la **situación de saturación por norma anual de MP10 a la ciudad de Tocopilla**, en la estación Escuela E-10 el promedio del periodo 2004-2006 fue de 56 µg/m<sup>3</sup>N. El Gobierno Regional mediante acuerdo de COREMA inicio el proceso para la declaración de zona saturada y adicionalmente con fondos FNDR financió el Estudio "Análisis de la Calidad del Aire para MP10 en Tocopilla". Dicho estudio determinará el aporte antropogénico y el aporte natural a la calidad del aire del contaminante Material Particulado Respirable (MP10), delimitará el área saturada, identificará puntos de máxima concentración, y establecerá las responsabilidades de las fuentes de emisión.
- **Sector El Peñón:** El valor del percentil 98 durante el año 2005 fue 152 µg/m<sup>3</sup>N, por lo cual **se encontraba en situación de saturación para la norma diaria de Material Particulado Respirable**, durante el año 2006 sólo se tiene información hasta Junio, percentil 98 fue 88 µg/m<sup>3</sup>N .
- **Sector Minera Zaldivar:** Los valores medidos en la estación Campamento **se encontrarían en situación de saturación para la norma diaria de Material Particulado Respirable**, debido a que el percentil 98 para el año 2006 correspondió a 170 µg/m<sup>3</sup>N, y **también para la norma anual** debido a que el promedio del periodo 2004-2006 correspondió a 61 µg/m<sup>3</sup>N.
- **Ciudad de Calama:** En la estación Hospital del Cobre, **la norma anual de Material Particulado Respirable (promedio de tres años) es superada para el periodo 2004-2006**, cuyo valor promedio fue de 59 µg/m<sup>3</sup>N.

## **ANEXO I**

### **Información histórica de las estaciones que no están operativas actualmente**

En este Anexo, se presenta la información histórica de las estaciones que funcionaron en algún periodo de tiempo pero actualmente no están en funcionamiento.

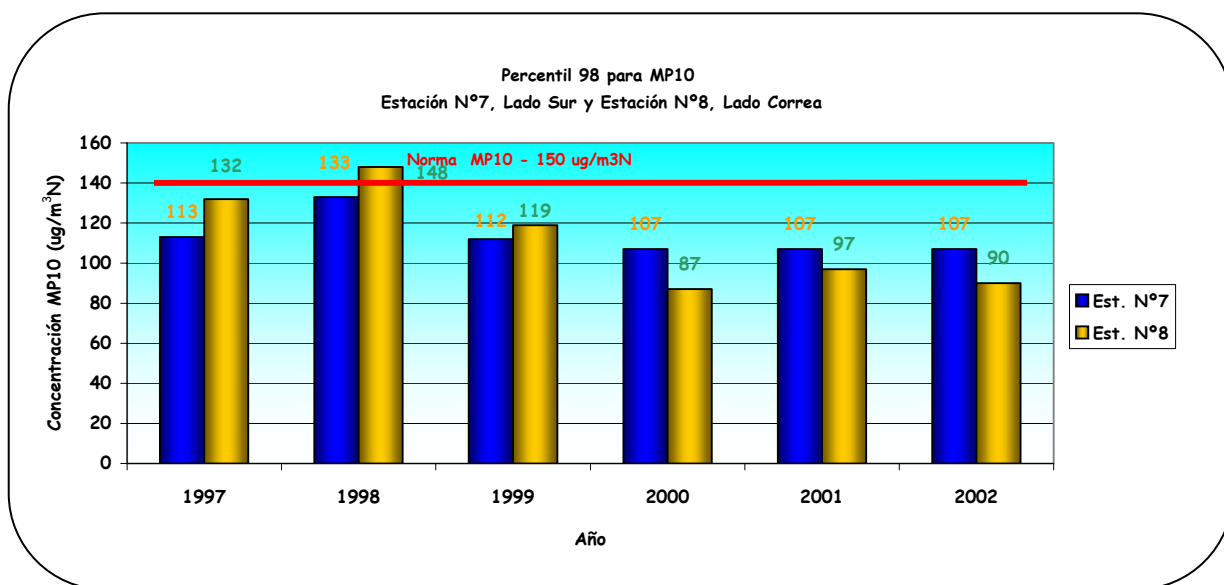
### 1.1. Sector Coloso, Comuna de Antofagasta

#### a) Material Particulado Respirable MP10

Existieron 3 estaciones de la empresa Minera Escondida en este sector: La estación N°5, en Playa Amarilla, la estación N°7, en Lado sur y estación N°8 en Lado correa. La estación N°7 y N°8 sólo operaron hasta febrero de 2003 y la estación N°5 sólo operó el año 1997.

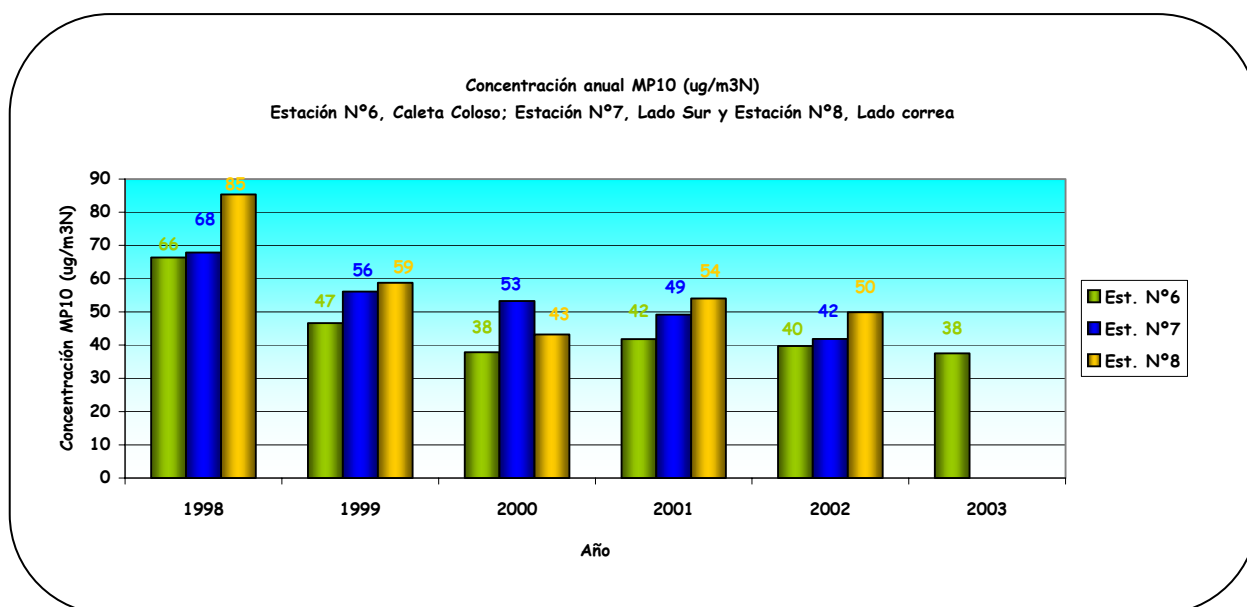
#### a.1. Norma Diaria

Para la norma diaria tenemos que el percentil 98 para cada estación y todos los años no supera la norma diaria de **150  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$** . El percentil 98 se encontraba sobre el nivel de latencia para la estación N°7 el año 1998 y para la estación N°8 el año 1997 y 1998. Para el año 1999, 2000, 2001, 2002 el percentil 98 no supera la norma ni la latencia.



Año	Estación N° 7		Estación N° 8	
	Percentil 98	Días evaluados	Percentil 98	Días evaluados
1997	113	55	132	60
1998	133	109	148	111
1999	112	114	119	116
2000	107	117	87	117
2001	107	106	97	120
2002	107	112	90	115
2003	-	18	-	18

Con relación a la tendencia de la concentración promedio anual, entre el año 1998 y 2000 se mostraba una tendencia descendente para las 2 estaciones monitoras, pero el año 2001, se presenta un aumento en la estación 8 y una disminución en la estación N°7, para el año 2002 se presenta una disminución para las dos estaciones.



Año	Estación N° 7		Estación N° 8	
	Promedio	Días evaluados	Promedio	Días evaluados
1997	-	55	-	60
1998	68	109	85	111
1999	56	114	59	116
2000	53	117	43	117
2001	49	106	54	120
2002	42	112	50	115
2003	-	18	-	18

## 1.2. Sector Puerto de Antofagasta - Sector habitacional Los Colectivos, Comuna de Antofagasta

### a) Plomo - MP10

Se realizaron campañas durante el año 2001 en las siguientes estaciones: estación Club de Yates, estación Capitanía de Puerto y el año 2002, en la estación de monitoreo ubicada en la Cuarta Compañía de Bomberos. El cuadro siguiente indica la concentración promedio obtenida para las campañas, antes señaladas:

Año	Estación Capitanía de Puerto (campañas)	Estación Club de Yates (campañas) (ug/m <sup>3</sup> )	Estación Cuarta Compañía (ug/m <sup>3</sup> )
2001	0,06	0,020	-
2002	-	-	0,025

La norma anual de calidad primaria para plomo en el aire establece un valor de **0,5 µg/m<sup>3</sup>** como promedio de dos años sucesivos. Como referencia, los datos obtenidos en la estación Cuarta Compañía hasta agosto del año 2002, dan un promedio es de 0,025, valor bajo norma. Pero es importante indicar que se debe esperar completar el periodo de medición para realizar su evaluación.

### 1.3. Sector Bellavista, Comuna Antofagasta

En el sector Bellavista se realizaron monitoreos de calidad de aire debido al derrame de Petróleo en este sector, se monitorearon Hidrocarburos Totales, metánicos y no metánicos, pero adicionalmente se midieron los niveles de MP10, As y otros metales en MP10.

Noranda facilitó una estación monitora para realizar el monitoreo por algunos meses. En CONAMA contamos con la información de un mes y medio desde mediados de junio a fines de julio. Para dicho período realizaremos el análisis de la información de MP10, en función de la norma existente.

#### a) Material Particulado Respirable MP10

Se realizó una campaña de monitoreo diario de MP10. CONAMA cuenta con la información desde el 16 de junio al 27 de julio del 2000.

Para ese período se cuenta con 38 días evaluados para MP10 de los cuales 8 se encuentran sobre la norma diaria de **150  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$**  y 11 en latencia. Dentro de los valores sobre norma, 3 corresponden a episodios críticos, 1 día al nivel 2 y 2 días al nivel 1.

Considerando el tercer párrafo del artículo N°2 que señala "Asimismo, se considerará superada la norma, si antes que concluyese el primer período anual de mediciones certificadas por el Servicio de Salud competente se registrare en alguna de las estaciones monitoras de Material Particulado Respirable MP10 clasificada como EMRP, un número de días con mediciones sobre el valor de  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  mayor que siete (7).

En este caso existen ocho (8) valores sobre la norma, por lo cual debería:

- verificarse que la estación sea EMRP
- y por otra parte realizar monitoreo más permanente para verificar el cumplimiento de la normativa.

El promedio de estas mediciones es de  $122,68 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ . Este valor es sólo una referencia, pues es un período muy corto para considerarlo como promedio anual, menos aun poder compararlo con la norma anual que corresponde a un promedio de 3 años.

Por otra parte se cuenta con 17 días de mediciones de As en MP10, lo que da un promedio de  $0,02 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , también se midieron otros compuestos como Cu y Plomo.

### 1.5. Sector Michilla, Comuna de Mejillones

Existen datos de monitoreo de 4 estaciones de la Empresa Michilla en este sector ( campañas anuales en los meses de Septiembre – Octubre): estación Campamento Cátodo (nombrado también como estación geología u oficina administrativas), estación Mantención Mina, estación ESEVA (ex ICV) y estación Laguna Seca (solo existen datos del año 2000).

Se monitorea MP10 y solo se realizan campañas para cada una de las estaciones, por lo cual no es posible realizar una comparación con la norma. Cada año se realiza una campaña de 10-15 días en los meses de septiembre y/o octubre y/o Noviembre.

De los días monitoreados se puede señalar que para las estaciones Mantención Mina y ESEVA existen valores sobre latencia y sobre saturación, entre los años 1996-2002, en cambio para la estación Campamento Cátodo sólo presentan valores sobre latencia y sobre saturación para los años 1996,1999 y 2000. Durante el año 2003, no se observan valores sobre latencia y sobre saturación para ninguna estación.

Dentro de los días sobre valor de norma existen algunos sobre los niveles de emergencia.

### Estación Campamento Cátodo

Año	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Promedio MP10 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$	65,63	51,73	54,93	132,28	54,6	35,3	45,6	21,7
Días evaluados	16	15	15	13	10	10	10	10
N Latencia	1	0	0	0	0	0	0	0
N Saturación	1	0	0	3	1	0	0	0
Nivel 1	0	0	0	0	0	0	0	0
Nivel 2	0	0	0	2	1	0	0	0
Nivel 3	0	0	0	1	0	0	0	0

### Estación Mantención Mina

Año	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Promedio MP10 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$	74,75	50,20	104,33	199,84	84,44	70,4	84,6	22,8
Días evaluados	16	15	15	14	25	10	10	10
N Latencia	3	0	0	2	1	0	1	0
N Saturación	0	0	3	6	5	2	2	0
Nivel 1	0	0	1	2	1	0	1	0
Nivel 2	0	0	1	1	0	1	0	0
Nivel 3	0	0	1	3	0	0	0	0

### Estación ESEVA (ex ICV)

Año	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Promedio MP10 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$	84,63	58,60	93,00	98,68	76,50	149,5	83,1	25,8
Días evaluados	16	15	15	15	10	10	10	10
N Latencia	2	1	2	1	1	0	1	0
N Saturación	1	0	2	3	1	5	2	0
Nivel 1	0	0	0	1	0	2	0	0
Nivel 2	0	0	1	1	1	1	0	0
Nivel 3	1	0	0	1	0	1	0	0

### Estación Laguna Seca

Año	2000
Promedio MP10 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$	29,04
Días evaluados	25
N Latencia	0
N Saturación	0
Nivel 1	0
Nivel 2	0
Nivel 3	0

#### 1.6. Sector Campamento ( de la empresa Sociedad de Exploración y Desarrollo Minero S.C.M.) y PCS Yumbes ( de Minera PCS Yumbes), Comuna de Taltal

##### a) Material Particulado Respirable MP10

Al realizarse sólo campañas en las estaciones Campamento y PCS Yumbes, se puede señalar las condiciones de calidad de aire para esas campañas, no es posible realizar una comparación con la norma y verificar el cumplimiento de la normativa.

Sin embargo, con los monitoreos realizados se puede señalar que el año 2003 existen 8 mediciones sobre la norma y no se monitoreo valores sobre latencia para la estación Campamento, mientras que para la estación PCS Yumbes, se observan un aumento de los días sobre norma alcanzando 13 eventos en el 2003. Se debe analizar si las estaciones corresponden a estaciones EMRP y por otra parte realizar monitoreo más permanente para verificar el cumplimiento de la normativa.

Estación	Campamento		PCS Yumbes		
	Año	2002	2003	2000	2001
Días evaluados	20	10	20	28	19
Promedio $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$	116	129	50	72	233
Nº días latencia	5	8	1	2	1
Nº días saturación	2	0	1	3	13

### b) Anhídrido Sulfuroso $\text{SO}_2$

Se monitorea  $\text{SO}_2$  sólo en la estación Campamento y Aguada de Cachinal, se realizaron campañas hasta el año 2003. La norma diaria de  $365 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  no es superada para ninguno de los años de monitoreo y tampoco se sobrepasa la latencia. En cuanto a la norma anual de  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  no se puede aplicar en los años que se realizan campañas.

#### 1.7. Sector Cercanías Compañía Minera Tocopilla, Comuna de Tocopilla

Minera Tocopilla (estación Casa de Huéspedes y estación Sindicato de Trabajadores). En las estaciones de Casa de Huéspedes y Sindicato de Trabajadores sólo se monitoreó en noviembre y diciembre del año 1995, MP10 y algunos elementos contenidos en material particulado (Aluminio, Cobre, sulfatos, carbono y sílice).

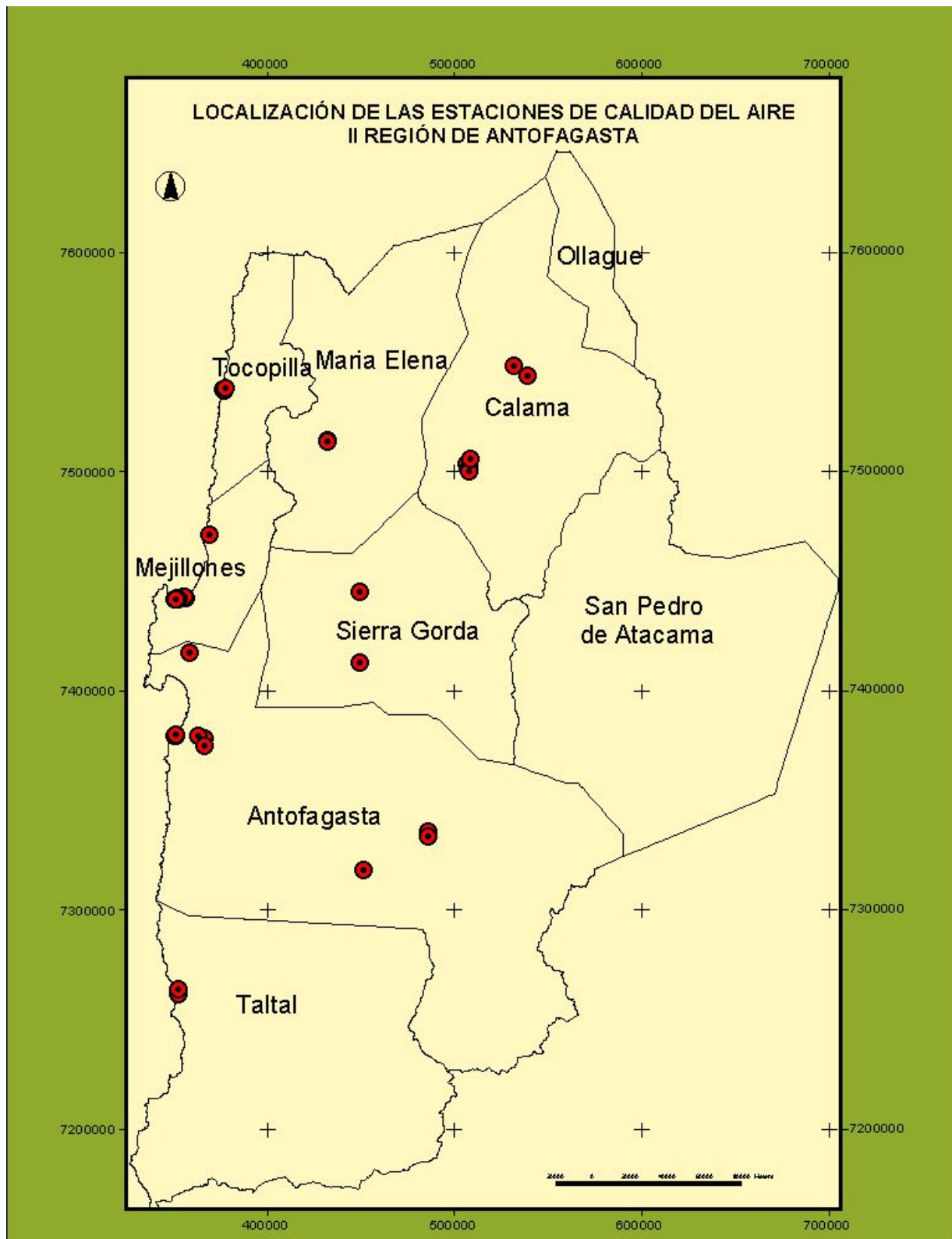
Estación	Casa de Huéspedes		Sindicato de Trabajadores		
	Año 1995	MP10	PTS	MP10	PTS
Promedio anual $\text{mg}/\text{m}^3\text{N}$		<b>95</b>	<b>114</b>	<b>86</b>	<b>197</b>
Días latencia		<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
Días saturación		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>



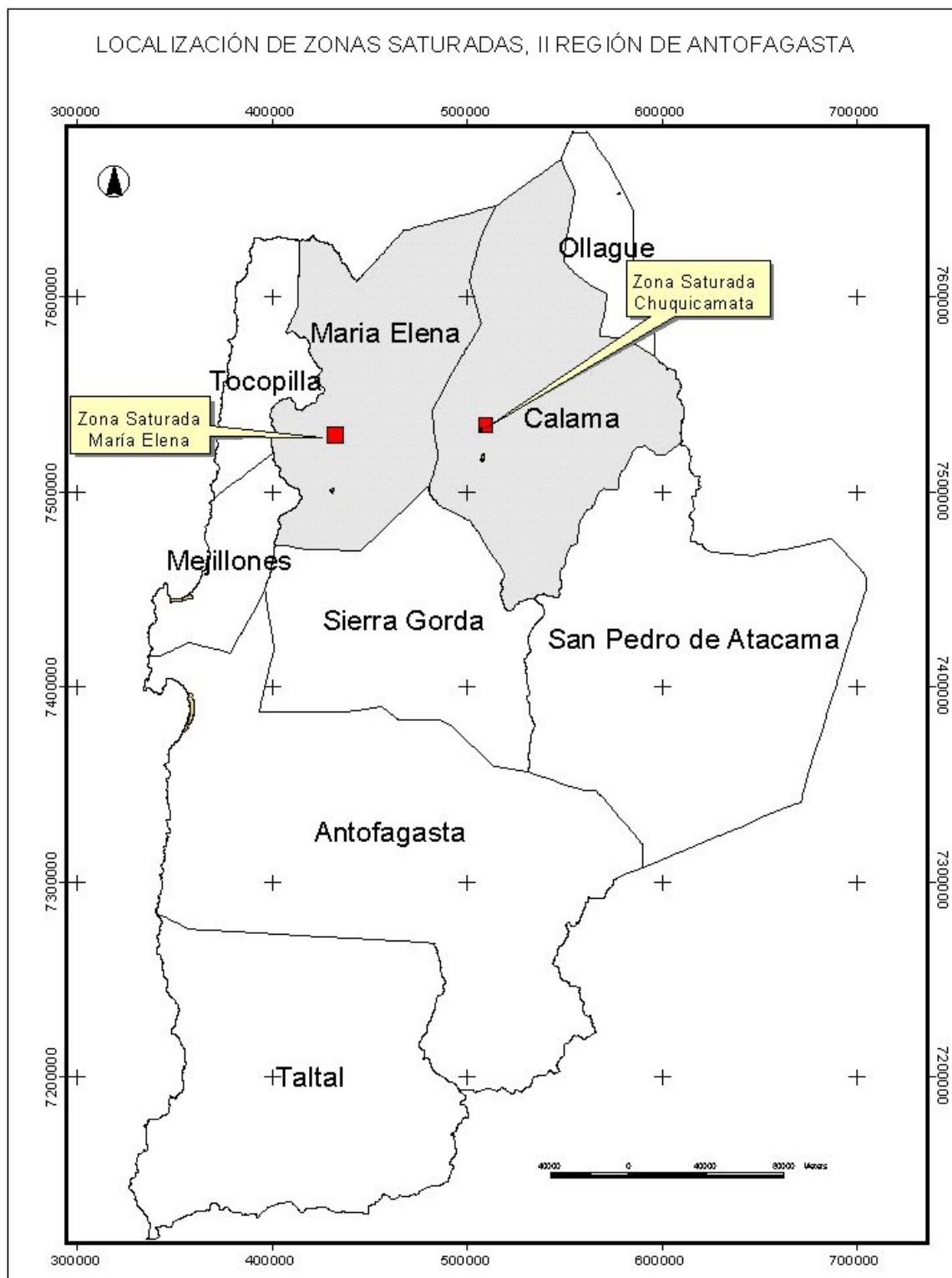
## ANEXO II

### Ubicación de las estaciones de monitoreo

## Ubicación de las estaciones de monitoreo de calidad del aire en la II Región de Antofagasta



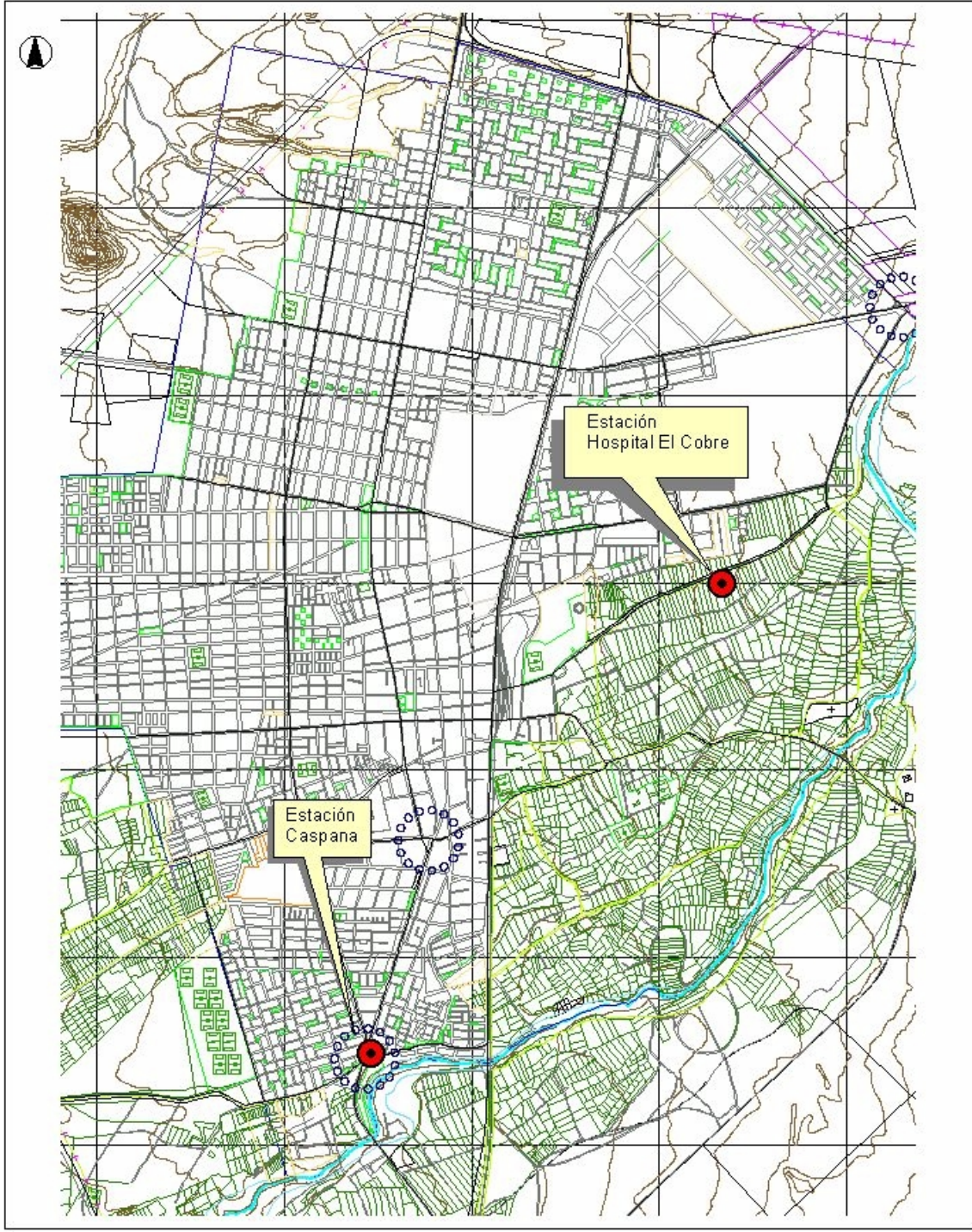
## Ubicación de las zonas saturadas en la II Región





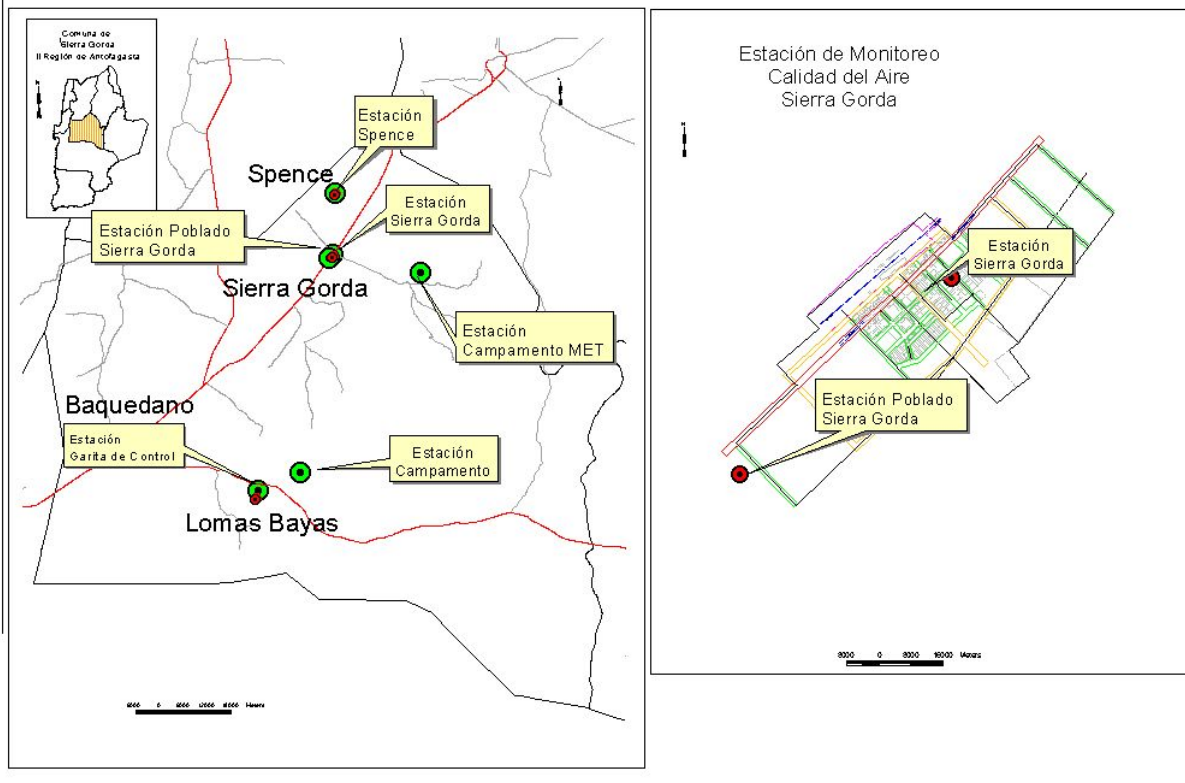
# Calama

UBICACIÓN DE ESTACIONES DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE  
COMUNA DE CALAMA, II REGIÓN DE ANTOFAGASTA



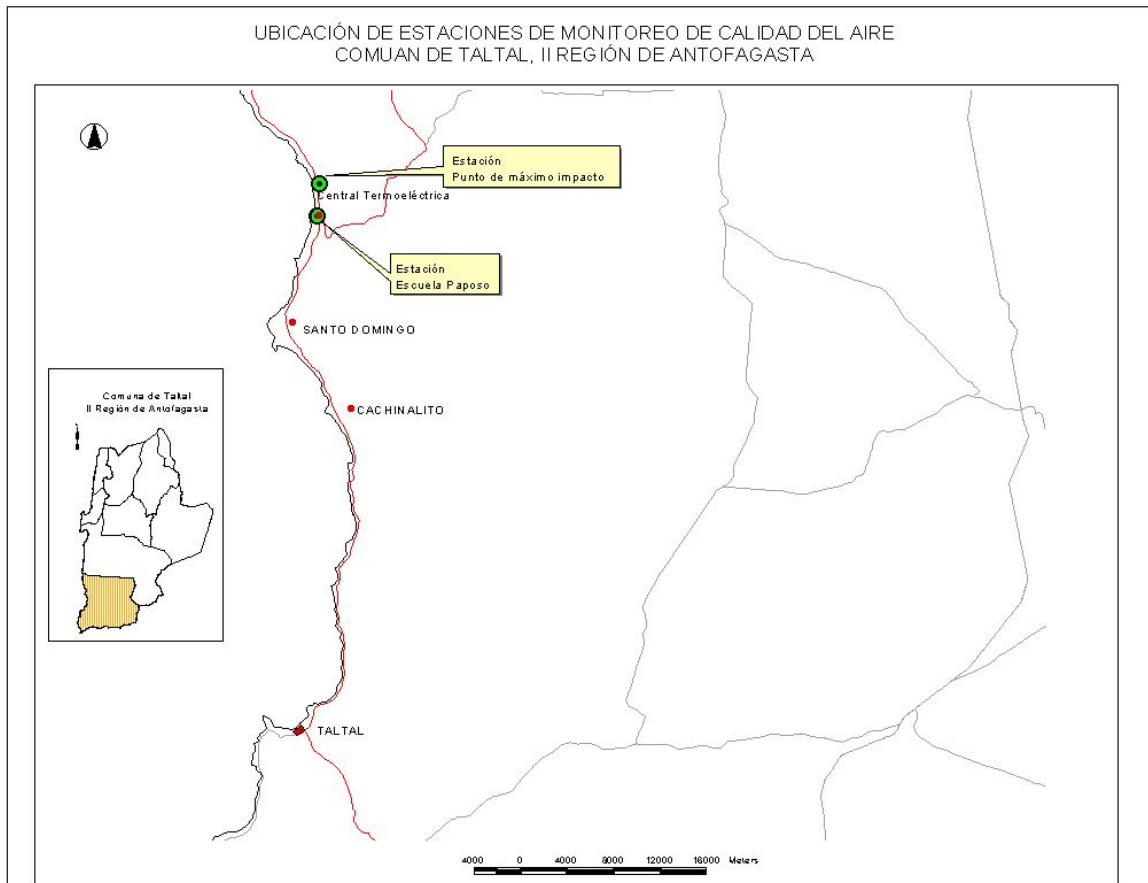
## Sierra Gorda

UBICACIÓN DE ESTACIONES DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE  
COMUNA DE SIERRA GORDA, II REGIÓN DE ANTOFAGASTA.



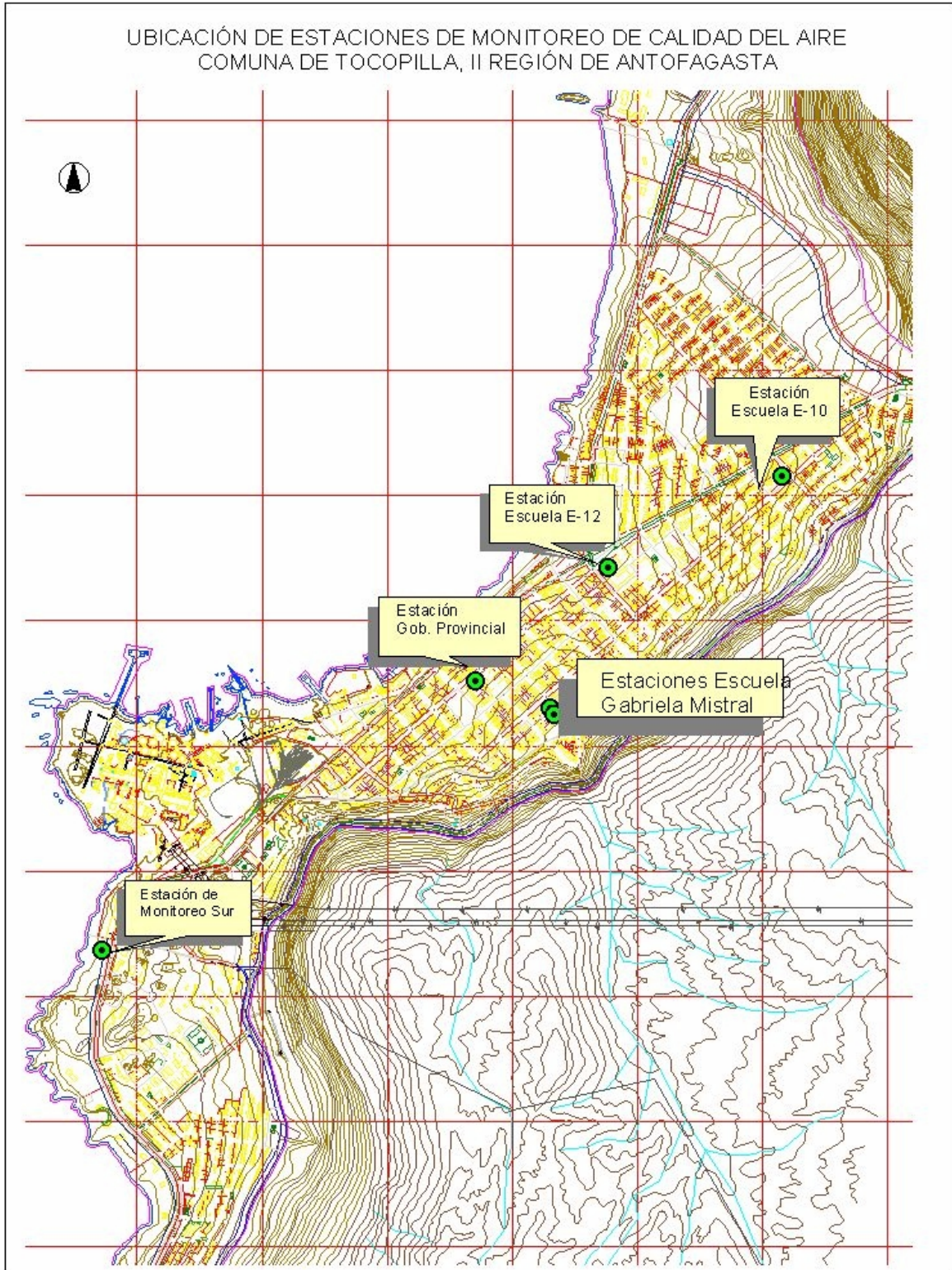
## Taltal

UBICACIÓN DE ESTACIONES DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE  
COMUNA DE TALTAL, II REGIÓN DE ANTOFAGASTA

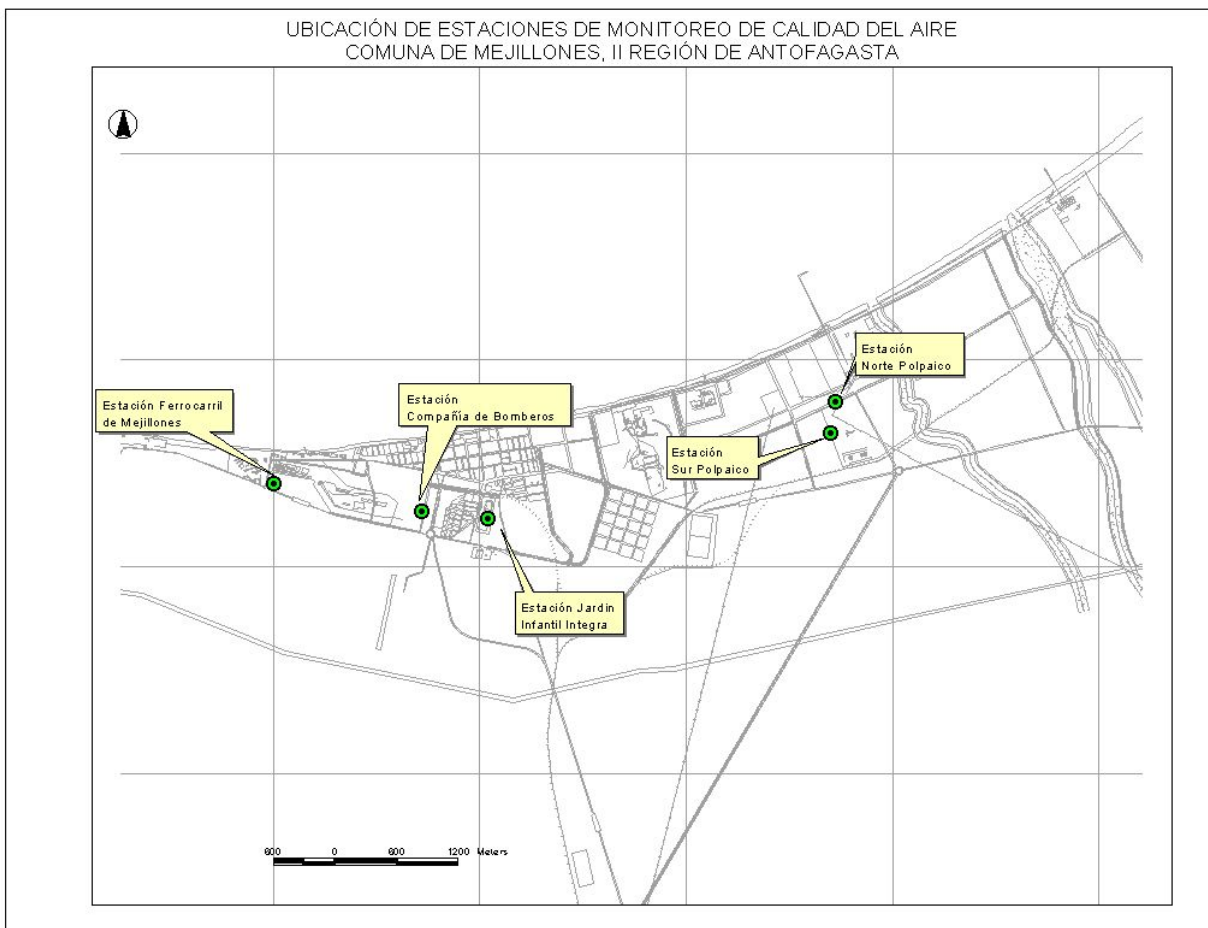




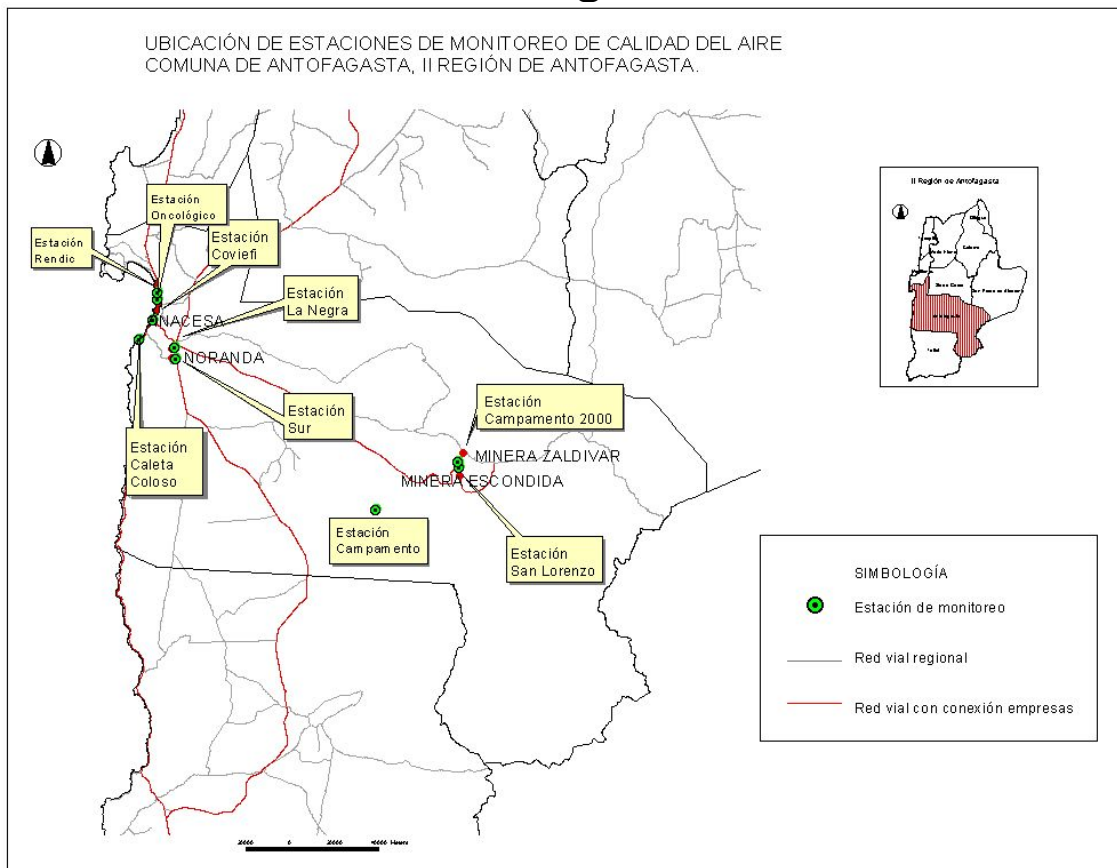
# Tocopilla



## Mejillones



## Antofagasta





# María Elena

