



**INFORME DE SEGUIMIENTO
PLAN DE DESCONTAMINACIÓN DE VENTANAS
1993-2008**

Informe Marzo de 2009

RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe, tiene por objeto entregar la información respecto al seguimiento del cumplimiento del Plan de Descontaminación del Complejo Industrial las Ventanas, periodo 1999-2008, conforme a la evaluación anual del mismo, por parte de la comisión conjunta SAG-Salud.

Mediante D.S N° 252/92 del Ministerio de Minería, se aprueba el Plan de Descontaminación Ventanas propuesto simultáneamente por la Empresa Nacional de Minería ENAMI (Fundición y Refinería Las Ventanas) y la Planta Termoeléctrica CHILGENER. Este decreto, fijó un cronograma de reducción de emisiones de SO₂ y MP₁₀, estableciendo metas de emisión de Azufre hasta el año 1998 y de material particulado hasta el año 1999, con la finalidad de dar cumplimiento a las normas de calidad del aire vigentes para los contaminantes Material Particulado Respirable (y MP₁₀) y Anhídrido Sulfuroso (SO₂).

Por otra parte, el D.S. N°185/91 del Ministerio de Minería estableció que se instalara una red de monitoreo permanente de calidad del aire en la zona circundante al Complejo Industrial de Ventanas. Debido a que las concentraciones monitoreadas por dicha red alcanzaron niveles por sobre la norma establecida por el D.S. N°185/91, se declara la zona como saturada por material particulado respirable (MP₁₀) y dióxido de azufre (SO₂) el año 1994.

La evaluación a la que ha sido sujeto este instrumento de gestión por parte de las entidades fiscalizadoras; Servicio Agrícola y Ganadero y Secretaría Regional Ministerial de Salud Región Valparaíso, concluyen que el plan si bien ha dado cumplimiento a las metas de emisión establecidas en el D.S 252/92, las estaciones que comprenden la red de monitoreo Las Ventanas han sufrido un cambio negativo respecto de la evaluación 2007, considerando que tanto la estación Los Maitenes y la Estación Sur registraron niveles de latencia para la Norma Diaria de Anhídrido sulfuroso mientras que la estación La Greda, continua registrando latencia para la Norma de Material Particulado anual, alcanzando un 93% de la misma.

Del análisis de los monitoreos de la Red Ventanas comprendidos entre el periodo 1993-2008, se observa lo siguiente:

Normas Primarias

- Norma primaria de SO₂ diaria (D.S.N°113/02): En todas las estaciones de la red se observan niveles bajo saturación a partir del año 2003, y bajo latencia en el periodo 2004-2007. Sin embargo durante el año 2008 se registra nivel de latencia en dos estaciones de la red.
- Norma primaria de SO₂ Anual (D.S.N°113/02): Se observan niveles bajo saturación a partir del año 2000 y bajo latencia a partir del año 2002 en adelante.
- Norma primaria de MP₁₀ diaria (D.S.N°59/ 98): Se observa niveles bajo saturación a partir del año 2000 para todas las estaciones de la red. A partir del año 2003 se observan valores bajo el nivel de latencia. La excepción de lo anterior se manifiesta en la estación La Greda, la cual durante el año 2006 registró valores sobre el nivel de latencia mientras que durante el periodo 2007-2008, esta condición cambia a niveles bajo la latencia.
- Norma primaria Anual de MP₁₀ (D.S.N°45/01): Se observan niveles bajo saturación a partir del año 2002, sin embargo se mantienen niveles de latencia en la estación La Greda, alcanzando en el año 2008, niveles cercanos a la saturación.

Normas Secundarias

Respecto de la norma de calidad de aire secundaria, se observa un incumplimiento de la norma horaria de SO₂. Desde el año 1993 al 2006, las concentraciones registradas se encuentran sobre el nivel de saturación.

Atendiendo a los antecedentes expuestos en esta evaluación se hacen las siguientes recomendaciones:

- Dar origen a la reformulación del plan de descontaminación en virtud del escenario actual en materia de calidad del aire en la zona, donde se registra el cumplimiento del cronograma de reducción de emisiones de Anhídrido Sulfuroso (SO₂) y Material Particulado (MP₁₀) para las empresas contempladas en el plan, y el empeoramiento paulatino de la calidad del aire durante los últimos 4 años.
- No modificar la condición de la zona establecida por el D.S. N°346/94, hasta no haber realizado la actualización del Plan de Descontaminación de Ventanas planteada en el punto anterior, en donde deberán quedar establecidos los nuevos límites de emisión asociados tanto a las fuentes que han sido parte del Plan, como a otras fuentes establecidas en la zona no consideradas en éste. Así mismo se deberán establecer los mecanismos de ingreso para fuentes nuevas y la incorporación el monitoreo y/o análisis de metales pesados y arsénico contenidas en el material particulado (análisis receptor).
- En virtud de que aun se registran excedencias horarias, y considerando que aun está vigente el D.S. N°185/91, se debe continuar con el Plan de Acción Operacional Ante Episodios Críticos aprobado por la Autoridad Sanitaria según Resolución N° 2161/95 del 18/07/1995.

**INFORME DE SEGUIMIENTO
PLAN DE DESCONTAMINACIÓN DE VENTANAS
1999-2008**

Informe Marzo de 2008

INDICE GENERAL

1.	ANTECEDENTES GENERALES.....	1
2.	ANTECEDENTES DEL PLAN DE DESCONTAMINACIÓN.....	1
	2.1 CRONOGRAMA DE REDUCCION DE EMISIONES DE AZUFRE.....	2
	2.2 CRONOGRAMA DE REDUCCIÓN DE EMISIONES DE MATERIAL PARTICULADO.....	3
	2.3 PLAN DE ACCIÓN DE OPERACIÓN ANTE EPISODIOS CRITICOS.....	3
	2.4 CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN DE ACCIONES.....	4
	2.4.1 CODELCO División Ventanas.....	4
	2.4.2 AES GENER S.A.....	5
3	EMISIONES.....	6
	3.1 META Y CUMPLIMIENTO EN LAS EMISIONES.....	6
	3.1.1 REDUCCIÓN DE MATERIAL PARTICULADO.....	6
	3.1.2 REDUCCIÓN DE DIÓXIDO DE AZUFRE.....	6
	3.2 CUMPLIMIENTO DE LÍMITES DE EMISIONES.....	9
	3.2.1 Cumplimiento de Emisiones de Material Particulado ENAMI.....	9
	3.2.2 Cumplimiento de Emisiones de SO ₂ CODELCO.....	10
	3.2.3 Cumplimiento de Emisiones de Material Particulado AES GENER S.A.....	12
	3.2.4 Cumplimiento de Emisiones de SO ₂ AES GENER S.A.....	13
4	EMISIONES.....	16
	4.1 REDES DE MONITOREO.....	16
	4.2 NORMATIVA DE CALIDAD DE AIRE VIGENTE.....	16
	4.2.1 Normativa de SO ₂	16
	4.2.2 Normativa de MP ₁₀	18
	4.2.3 Análisis General de Calidad del Aire en Red Ventanas.....	19
	4.2.3.1 Cumplimiento de Normas Primarias Vigentes.....	19
	4.2.3.2 Cumplimiento de Normas Secundaria.....	21
	4.3 Análisis por Estaciones de la Calidad del Aire.....	22
	4.3.1 Normas Primarias de Calidad del Aire.....	22
	4.3.1.1 Concentraciones de MP ₁₀	23
	4.3.1.2 Concentraciones de SO ₂ Norma Primaria.....	27
	4.3.1.3 Análisis de Tendencia por Estación de las Normas primarias periodo 2000 -2008.....	31
	4.3.2 Norma Secundaria de Calidad del Aire.....	33
5	EPISODIOS CRITICOS O NIVELES DE EMERGENCIA.....	37
6	CONCLUSIONES.....	39
	6.1 METAS DE EMISIÓN.....	39
	6.2 NORMA PRIMARIA DE CALIDAD DEL AIRE.....	39
	6.2.1 Norma de Primaria de MP ₁₀	39
	6.2.2 Norma de Primaria de SO ₂	39
	6.3 NORMA SECUNDARIA DE CALIDAD DEL AIRE.....	40
7	RECOMENDACIONES.....	41

INDICE DE TABLAS

Tabla 2-1. Exigencias de emisión de Azufre, D.S. 252/92 Ministerio de Minería	2
Tabla 2-2. Exigencias de emisión de Material Particulado, DS 252/92 Ministerio de Minería.....	3
Tabla 2-3 Inversiones realizadas por ENAMI para dar cumplimiento al Plan de Descontaminación ..	4
Tabla 2-4 Inversiones realizadas por AES GENER S.A. para dar cumplimiento al Plan de Descontaminación.....	5
Tabla 3-1 Evolución de emisiones de AES GENER S.A. y CODELCO División Ventanas.....	7
Tabla 3-2 Emisiones de Material Particulado de CODELCO Ventanas.....	9
Tabla 3-3 Emisiones de Azufre y SO ₂ de CODELCO División Ventanas v/s Meta de Emisión.....	11
Tabla 3-4 Emisiones de Material Particulado AES GENER S.A.	12
Tabla 3-5 Cumplimiento de Norma de Emisión por AES GENER S.A.	14
Tabla 3-6 Emisiones de SO ₂ v/s Generación de AES GENER S.A.....	14
Tabla 4-1 Norma de Calidad del Aire para SO ₂ establecida por el D.S. N°185/91.....	17
Tabla 4-2 Normas de Calidad de Aire de SO ₂ Vigentes Contenidas en el D.S. 113/02 y D.S. 185/91.	17
Tabla 4-3 Norma de Calidad de Aire para MP ₁₀ establecida por D.S. N°185/91.....	18
Tabla 4-4 Norma de Calidad de Aire para MP ₁₀ establecida por D.S. N°59/98 y D.S. N°45/01.....	18
Tabla 4-5 Máximo Nivel de Normativa Primaria D.S 113/02, D.S 59/98, y D.S 45/01 Registrado en Red Ventanas (% Respecto a la Norma).....	19
Tabla 4-6 Nivel de Normativa Secundaria D.S 185/91 Registrado en Red Ventanas (% Respecto a la Norma)	21
Tabla 4-7 Cumplimiento Norma Primaria Anual y Diaria de MP ₁₀ Estación Puchuncaví.....	23
Tabla 4-8 Cumplimiento Norma Primaria Anual y Diaria de MP ₁₀	24
Tabla 4-9 Cumplimiento Norma Primaria Anual y Diaria de MP ₁₀ Estación Valle Alegre	24
Tabla 4-10 Cumplimiento Norma Primaria Anual y Diaria de MP ₁₀ Estación Sur.....	25
Tabla 4-11 Cumplimiento Norma Primaria Anual y Diaria de MP ₁₀ Estación Los Maitenes.....	25
Tabla 4-12 Cumplimiento Norma Primaria Anual y Diaria de SO ₂ Estación Puchuncaví.....	27
Tabla 4-13 Cumplimiento Norma Primaria Anual y Diaria de SO ₂ Estación La Greda	27
Tabla 4-14 Cumplimiento Norma Primaria Anual y Diaria de SO ₂ Estación Valle Alegre.....	28
Tabla 4-15 Cumplimiento Norma Primaria Anual y Diaria de SO ₂ Estación Sur	28
Tabla 4-16 Cumplimiento Norma Primaria Anual y Diaria de SO ₂ Estación Los Maitenes.....	29
Tabla 4-17 Cumplimiento de Norma Secundaria Anual, Diaria y Horaria de SO ₂ Estación Puchuncavi	34
Tabla 4-18 Cumplimiento de Norma Secundaria Anual, Diaria y Horaria de SO ₂ Estación La Greda	34
Tabla 4-19 Cumplimiento de Norma Secundaria Anual, Diaria y Horaria de SO ₂ Estación Valle Alegre.....	35
Tabla 4-20 Cumplimiento de Norma Secundaria Anual, Diaria y Horaria de SO ₂ Estación Sur	35
Tabla 4-21 Cumplimiento de Norma Secundaria Anual, Diaria y Horaria de SO ₂ Estación Los Maitenes	36

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 3 1 Emisiones de Material Particulado AES GENER S.A. y ENAMI Fundición Ventanas...	7
Gráfico 3 2 Emisiones de SO ₂ AES GENER S.A. y ENAMI Fundición Ventanas.....	8
Gráfico 3 3 Emisiones Totales de AES GENER S.A y CODELCO Ventanas.....	8
Gráfico 3 4 Emisiones de Material Particulado CODELCO Ventanas.....	10
Gráfico 3 5 Emisiones de Azufre CODELCO Ventanas.....	11
Gráfico 3 6 Emisiones de Material Particulado de AES GENER S.A.....	13
Gráfico 3 7 Emisiones de SO ₂ de AES GENER S.A.....	15
Gráfico 4 1 Máximo Porcentaje de Norma Primaria de Calidad del Aire Registrado en la Red Ventanas (D.S. 113/02, D.S 59/98, D.S 45/01).....	20
Gráfico 4 2 Máximo Porcentaje de Norma Secundaria Anual y Diaria de Calidad del Aire Registrada en la Red Ventanas.....	21
Gráfico 4 3 Número Total de Excedencias de Norma Horaria Secundaria de SO ₂ Registradas en Red Ventanas (D.S. 185/91).....	22
Gráfico 4 4 Red Ventanas MP ₁₀ Norma Primaria Diaria.....	26
Gráfico 4 5 Red Ventanas MP ₁₀ Norma Primaria Anual.....	26
Gráfico 4 6 Cumplimiento de Norma Primaria Anual SO ₂ Red Ventanas.....	30
Gráfico 4 7 Cumplimiento de Norma Primaria Diaria de SO ₂ Red Ventanas.....	30
Gráfico 4 8 Tendencia Normas Primarias Periodo 2000-2008 Estación Puchuncaví.....	31
Gráfico 4 9 Tendencia Normas Primarias Periodo 2000-2008 Estación La Greda.....	31
Gráfico 4 10 Tendencia Normas Primarias Periodo 2000-2008 Estación Valle Alegre.....	32
Gráfico 4 11 Tendencia Normas Primarias Periodo 2000-2008 Estación Sur.....	32
Gráfico 4 12 Tendencia Normas Primarias Periodo 2000-2008 Estación Los Maitenes.....	33

ANEXO

I. MAPA ZONA SATURADA Y CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA ESTACIONES RED VENTANAS, 2008

1. ANTECEDENTES GENERALES

La declaración de zona saturada de Ventanas, fue establecida mediante Decreto Supremo N° 346/93 del Ministerio de Agricultura, en virtud que tanto el entonces Servicio de Salud Viña del Mar y el Servicio Agrícola y Ganadero de la Región de Valparaíso, verificaron la superación de las normas de calidad del aire previstas en el artículo 9° del D.S 185/91.

Debido a las excedencias a las normas de calidad de aire, el Ministerio de Agricultura mediante el D.S. N° 346/93 (D.O.03.02.94) declara en su artículo único lo siguiente; "Declarase zona saturada para anhídrido sulfuroso y material particulado respirable la zona circundante al Complejo Industrial Ventanas, en las áreas jurisdiccionales de las comunas de Puchuncavi y Quintero, de acuerdo a los siguientes límites:

NORTE: Océano Pacífico a la latitud de la desembocadura del Estero Catapilco, continuando por el este curso hasta su confluencia con el Estero La Calera, y tomando este curso hasta su nacimiento en la cumbre del Alto del Agua el Peumo.

ORIENTE: Desde la cumbre del Alto del Agua del Peumo, siguiendo por la divisoria de las aguas hasta el cerro Pucalán, continuando en línea rehecha hasta la cumbre del Cerro Piedra Trepada, de ésta en línea recta hasta la cumbre del Cerro Colorado.

SUR: Desde la cumbre del Cerro Colorado en línea recta hasta la intersección del canal Mauco con el Estero Mantagua, siguiendo por este hasta su desembocadura.

PONIENTE: La línea de la costa del Océano Pacífico que va desde la desembocadura del Estero Mantagua por el Sur, a la desembocadura del Estero Catapilco por el Norte." (ver mapa Anexo I).

Posteriormente el Servicio de Salud Viña del Mar–Quillota aprobó por Resolución N° 2161, del 18 de Julio de 1995, el Plan de Acción Operacional ante episodios críticos por anhídrido sulfuroso, presentado por la Fundición y Refinería Ventanas de ENAMI.

Por otra parte y de acuerdo a lo establecido en el artículo 4° transitorio del D.S.N° 185/91 (D.O. 02.01.92), el Complejo Industrial Ventanas, constituido por la Fundición y Refinería de la Empresa Nacional de Minería (ENAMI), actual CODELCO División Ventanas y la Central Termoeléctrica de CHILGENER S.A., actual AES GENER S.A., presentaron un Proyecto de red de monitoreo continuo para medir la concentración de anhídrido sulfuroso y material particulado respirable en la zona circundante al complejo industrial.

El proyecto de red de monitoreo fue aprobado por Resolución Conjunta N° 2005/115 del 29 de Abril de 1992, del Servicio de Salud de Viña del Mar- Quillota y Servicio Agrícola y Ganadero V Región respectivamente, la que fue modificada posteriormente por las Resoluciones N° 3474/206, del 23.de Julio de 1992, y N° 1927/197, del 28 de Mayo de 1993.

En cumplimiento con el artículo 4° transitorio del D.S. 185/91, las empresas presentaron un Plan de Descontaminación, el que fue aprobado por el D.S. N° 252/92 (D.O. 02.03.93), del Ministerio de Minería suscrito por los Ministerios de Hacienda, Salud, Agricultura y Economía.

2. ANTECEDENTES DEL PLAN DE DESCONTAMINACIÓN

Con fecha 30 de septiembre de 1992 el Ministerio de Minería promulga el Decreto Supremo N°252/92 que "Aprueba el Plan de Descontaminación del Complejo Industrial las Ventanas Propuesto Conjuntamente por la Empresa Nacional de Minería ENAMI, Fundición y Refinería las Ventanas¹ y la Planta Termoeléctrica CHILGENER S.A.²". En este decreto se establece para ambas empresas la obligación de cumplir con las normas de Calidad del Aire vigentes para los contaminantes Material Particulado Respirable (MP₁₀) y Anhídrido

¹ Actual CODELCO División Ventanas

² Actualmente AES GENER S.A.

Sulfuroso (SO₂) a más tardar el 1° de Enero de 1995 para MP₁₀ y 30 de Junio de 1999 para SO₂. Estableciendo además metas de reducción de emisiones para azufre¹ y MP₁₀.

2.1 CRONOGRAMA DE REDUCCION DE EMISIONES DE AZUFRE

El Decreto Supremo N°252/92 estableció la exigencia de reducción de azufre como elemento formador de SO₂, a partir del 01 de marzo de 1993. A ENAMI Ventanas se le exigió un cronograma de reducción de emisiones mientras que a CHILGENER se le exigió una norma de emisión en función de la energía generada. El cronograma de reducción exigido a ENAMI Ventanas, así como las exigencias a CHILGENER se muestran en la Tabla 2-1 . La verificación del cumplimiento de las emisiones de SO₂ es realizada por ENAMI a través de balance de masa, mientras que AES GENER (Ex CHILGENER) las estima a partir de la información capturada por un monitor continuo.

Tabla 2-1.
Exigencias de emisión de Azufre, D.S. 252/92 Ministerio de Minería

Año	Emisiones			CHILGENER Anhídrido Sulfuroso
	ENAMI VENTANAS Azufre		Ton/día*	
	Ton/año como SO ₂	Ton/año azufre		
1993	124.000	62.000	170	Se deberá cumplir con la norma de emisión de: 1,13 Kg de SO ₂ por millón de BTU
1994	124.000	62.000	170	
1995	124.000	62.000	170	
1996	124.000	62.000	170	
1997	124.000	62.000	170	
1998	90.000	45.000	123	

*Los valores diarios se han calculado dividiendo la emisión anual por 365 días y no representan limitación a las emisiones diarias.

¹ En un proceso térmico en que participen combustibles o materias primas con azufre, se emite SO₂ en una proporción en peso de 2 es a uno, es decir, por cada tonelada de azufre que participe en la reacción se incorporan a la atmósfera 2 toneladas de SO₂.

2.2 CRONOGRAMA DE REDUCCIÓN DE EMISIONES DE MATERIAL PARTICULADO

El Decreto Supremo Nº252/92 estableció la reducción de las emisiones de material particulado según el cronograma que se muestra en la Tabla 2-2. Exigiéndose que ENAMI cumpliera con la meta de emisión de 1000 Ton/año de material particulado al 1º de Enero de 1999 y CHILGENER con la emisión de 3000 Ton/año al 1º de Enero de 1995. La verificación del cumplimiento de las emisiones de material particulado es realizada por ENAMI a través de muestreo isocinético en chimenea, mientras que AES GENER (Ex CHILGENER) las estima a partir de la información capturada por un monitor continuo.

Tabla 2-2.
Exigencias de emisión de Material Particulado, DS 252/92 Ministerio de Minería

Año	Emisiones			
	ENAMI VENTANAS		CHILGENER	
	Ton/año	Ton/día*	Ton/año	Ton/día*
1993	3.400	9,3	26.000	71,3
1994	3.400	9,3	26.000	71,3
1995	3.400	9,3	3.000	8,2
1996	3.400	9,3	3.000	8,2
1997	3.400	9,3	3.000	8,2
1998	2.000	5,5	3.000	8,2
1999	1.000	2,7	3.000	8,2

*Los valores diarios se han calculado dividiendo la emisión anual por 365 días y no representan una limitación a las emisiones diarias.

2.3 PLAN DE ACCIÓN DE OPERACIÓN ANTE EPISODIOS CRITICOS

Decreto Supremo Nº252/92 estableció en su Artículo 6º que la Fundición y Refinería las Ventanas de ENAMI debía contar con un Plan de Acción Operacional aprobado por el Servicio de Salud Viña del Mar-Quillota. Desde el año 1995 ENAMI cuenta con un Plan de Acción Operacional Ante Episodios Críticos, el cual fue aprobado por Resolución Nº 2161/95 del 18 de Julio de 1995 del Servicio de Salud Viña del Mar Quillota. Este Plan Operacional incluye la detención de los hornos convertidores que no están conectados a la planta de ácido. La acción se toma cuando cualquier monitor de SO₂ detecta una concentración promedio minuto de 1500 µg/m³, siendo ésta menor al nivel de concentración horaria para decretar la alerta, es decir 1962 µg/m³.

Desde 1996 la Fundición y Refinería Ventanas cuenta con una Unidad de Meteorología, integrada por un equipo de meteorólogos profesionales encargados de realizar pronósticos de dispersión de contaminantes para prevenir episodios críticos de contaminación. Para tal efecto, se utiliza software específico de dispersión de contaminantes, alimentado por datos entregados por instrumental meteorológico. Los pronósticos han sido utilizados para apoyar el plan operacional de episodios críticos, asociados a la norma primaria de calidad de aire desde el año 1999. Desde 1997 se han desarrollado procedimientos operativos integrados en el Sistema de Gestión Ambiental para el control de emisiones atmosféricas.

Desde 1993 se han tomado 3.768 acciones operacionales, tanto en el horno reverbero de fusión de cobre, retirado en febrero de 1998, como en el Convertidor Teniente que lo reemplazó. Estas detenciones han significado una pérdida de fusión de carga útil de 64.134 Ton Métricas Secas (TMS).

2.4 CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN DE ACCIONES

2.4.1 CODELCO División Ventanas

Las acciones a cumplir por parte de la Fundición Ventanas se definieron en el "Plan de Descontaminación Complejo Industrial de Ventanas" aprobado por el D.S. N° 252/92 (D.O. 02.03.93). El cronograma de implementación de dichas acciones quedó sujeto a dar cumplimiento al cronograma de emisiones establecido por el mismo decreto.

En la Tabla 2-3 se muestran las inversiones realizadas, su costo y la reducción de emisiones aproximada asociada a cada una de ellas. La implementación de dicha acciones se basó en una modificación importante del proceso de producción, así como la implementación de sistemas de captación de emisiones de SO₂.

Las medidas implementadas significaron una reducción total de las emisiones de azufre de aproximadamente 43.551 Ton/año, representando una reducción de un 74% de las emisiones correspondientes al año 1996. La reducción aproximada de material particulado fue de aproximadamente 3.203 Ton/año, representando una reducción de un 96% de las emisiones correspondientes al año 1996.

La implementación de las medidas se realizó a tiempo para dar estricto cumplimiento con el cronograma de reducción de emisiones tanto de SO₂ como de Material Particulado establecido en el D.S. N° 252/92 (D.O. 02.03.93).

Tabla 2-3
Inversiones realizadas por ENAMI para dar cumplimiento al Plan de Descontaminación

Nº	Inversiones	Costo \$US	Fecha de Implementación		Reducción ^{1,2} Emisiones Azufre	Reducción ^{1,2} Emisiones Partículas
			Año	Mes	Ton/año	Ton/año
1	Ampliación de Subestación Eléctrica N°2	1.130.085	1996	Diciembre	-	-
2	Manejo de Gases de Convertidores	12.187.800	1997	Marzo	36.257	2.097
3	Instalación de Planta de Ácido	11.182.205		Marzo		
4	Secado, Transporte e Inyección de Concentrados	10.242.648		Junio		
5	Instalación de Horno Eléctrico	12.788.356		Noviembre		
6	Manejo de Gases de Horno Eléctrico	3.280.808	1999	Abril	7.294	1.106
7	Red de vapor, agua y combustible	5.158.920	-	-	-	-
	Total	55.970.822			43.551	3.203

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ENAMI

1. Reducción año 1997, Cálculo aproximado a partir de emisiones año 1996 y 1998

2. Reducción año 1999, Cálculo aproximado a partir de emisiones año 1998 y 2000

2.4.2 AES GENER S.A.

En la Tabla 2-4 se muestran las inversiones realizadas por AES GENER S.A. para poder cumplir con los límites de emisión establecidos en el D.S. N°252/92. Las medidas implementadas consistieron básicamente en la instalación de dos precipitadores electrostáticos, así como en el uso de carbón con menor contenido de ceniza y azufre. La implementación de los precipitadores electrostáticos se realizó el 21 de febrero de 1995. La reducción de emisiones de partículas obtenida con las medidas aplicadas fue de aproximadamente 22.200 toneladas representando una reducción aproximada de un 95% con respecto a las emisiones del año 1994. La empresa empezó a cumplir con las emisiones establecidas en el cronograma del D.S. N°252/92 a partir del año 1996.

Tabla 2-4
Inversiones realizadas por AES GENER S.A. para dar cumplimiento al Plan de Descontaminación

Nº	Inversión	US\$
1	Construcción de tres precipitadores electrostáticos	15.000.000
2	Adquisición de terrenos para vertedero de cenizas	300.000
3	Adquisición e instalación de monitores continuos en chimeneas	750.000
4	Paralización de la Central Ventanas por conexión de precipitadotes	1.950.000
5	Construcción de la red de calidad del aire en conjunto con ENAMI	500.000
Total		18.500.000
Nº	Acciones Operacionales	US\$/Año
1	Operación y mantención de precipitadores electrostáticos	1.000.000
2	Reducción del contenido de cenizas en el carbón de 20 % a sólo 10 %	12.500.000
3	Reducción del contenido de azufre en el carbón de 3% a sólo 1,4 %	1.920.000
4	Operación y manejo de ceniza en vertedero autorizado	500.000
5	Operación y mantención de monitores en chimeneas	50.000
6	Operación y mantención Red de Monitoreo en conjunto con ENAMI	70.000
Total		16.040.000

3 EMISIONES

3.1 META Y CUMPLIMIENTO EN LAS EMISIONES

En la Tabla 3-1 se presenta la evolución de las emisiones de la Central Termoeléctrica Ventanas de AES. GENER S.A. y de la Fundición CODELCO División Ventanas. En ella, se observa que históricamente la mayor participación en las emisiones de Material Particulado pertenece a AES GENER S.A. No obstante, se puede apreciar también que a partir del año 2005, los niveles de emisión de ambas instalaciones son prácticamente las mismas.

Por otra parte, la empresa Codelco Fundición Ventanas; es la que tiene la mayor participación en las emisiones de dióxido de azufre SO₂.

Los gráficos 3.-1 y 3-2, se muestra la evolución de las emisiones de material particulado y SO₂ respectivamente, entre los años 1994 al 2008.

Por otra parte, la figura 3-3 grafica las emisiones totales de dióxido de azufre SO₂ y Material particulado de ambas emisiones, entre los años 1994 al 2008. En dicho gráfico y de acuerdo a los antecedentes, se aprecia una tendencia positiva polinomial de las emisiones de material particulado.

3.1.1 REDUCCIÓN DE MATERIAL PARTICULADO

1994 a 1996: Observando las emisiones totales, se aprecia una significativa reducción de emisiones de material particulado (26.705 Ton/año a 3.870 Ton/año, respectivamente), lo que coincide con la plena operación de los precipitadores electrostáticos instalados por AES GENER S.A. en Febrero de 1995 y la disminución en el contenido de ceniza y azufre del carbón empleado en la central termoeléctrica.

1997-2008: Esta tendencia a la baja, se mantiene hasta el año 2003, mientras que del periodo 2004-2008, se ha experimentado fluctuaciones aumentando las emisiones en el año 2008 respecto del periodo 2006-2007. No obstante lo anterior, las emisiones de material particulado, solo alcanzan un 28% de la meta total (4.000 Ton/año).

3.1.2 REDUCCIÓN DE DIÓXIDO DE AZUFRE

1994 a 1998: Respecto de la reducción de las emisiones de anhídrido sulfuroso (SO₂), entre 1996 y 1999 se produce una significativa disminución en las emisiones, desde 126.273 Ton/año a 41.251 Ton/año, coincidiendo con la implementación de la Planta de Ácido (lo que favorece indirectamente además, la captación de material particulado) e instalación del horno Eléctrico el año 1997, y el manejo de los gases del Horno Eléctrico el año 1999. A partir del año 2000 las emisiones se encuentran bajo las 40.000 Ton/año llegando en el año 2008 a 32.299 Ton anuales, lo que representa un 25,6 % de las emisiones del año 1996.

Tabla 3-1
Evolución de emisiones de AES GENER S.A. y CODELCO División Ventanas

Año	Material Particulado		Anhídrido Sulfuros (SO ₂)		Emisión Total	
	GENER Ton/año	CODELCO Ton/año	GENER(1) Ton/año	CODELCO Ton/año	Material Particulado Ton/año	SO ₂ Ton/año
1993	-	-	-	117.298,00	-	-
1994	23.404	3.301	-	123.052,00	26.705	-
1995	8.330	2.746	-	118.436,00	11.076	-
1996	542	3.328	8.951	117.322,00	3.870	126.273
1997	464	1.616	10.020	85.378,00	2.080	95.398
1998	1.183	1.231	9.224	44.808,00	2.414	54.032
1999	1.277	305	10.529	30.732,00	1.582	41.261
2000	1.242	125	8.229	30.220,00	1.367	38.449
2001	685	127	2.767	31.910,00	812	34.677
2002	144	55	538	30.882,00	199	31.420
2003	425	92	2.774	24.352,00	517	27.126
2004	1.016	202	9.498	22.534,00	1.218	32.032
2005	606	414	5.869	31.496,00	1.020	37.365
2006	336	332	8.309	27.454,00	668	35.763
2007	444	452	11.820	23.014,00	896	34.834
2008	605	532	10.955	21.344,00	1.137	32.299

Fuente: AES GENER S.A. y ENAMI

(1) No se tienen datos de emisión antes del año 1996 pues los sensores de SO₂ en chimenea se instalaron en dicho año.

Gráfico 3-1
Emisiones de Material Particulado AES GENER S.A. y CODELCO Fundición Ventanas

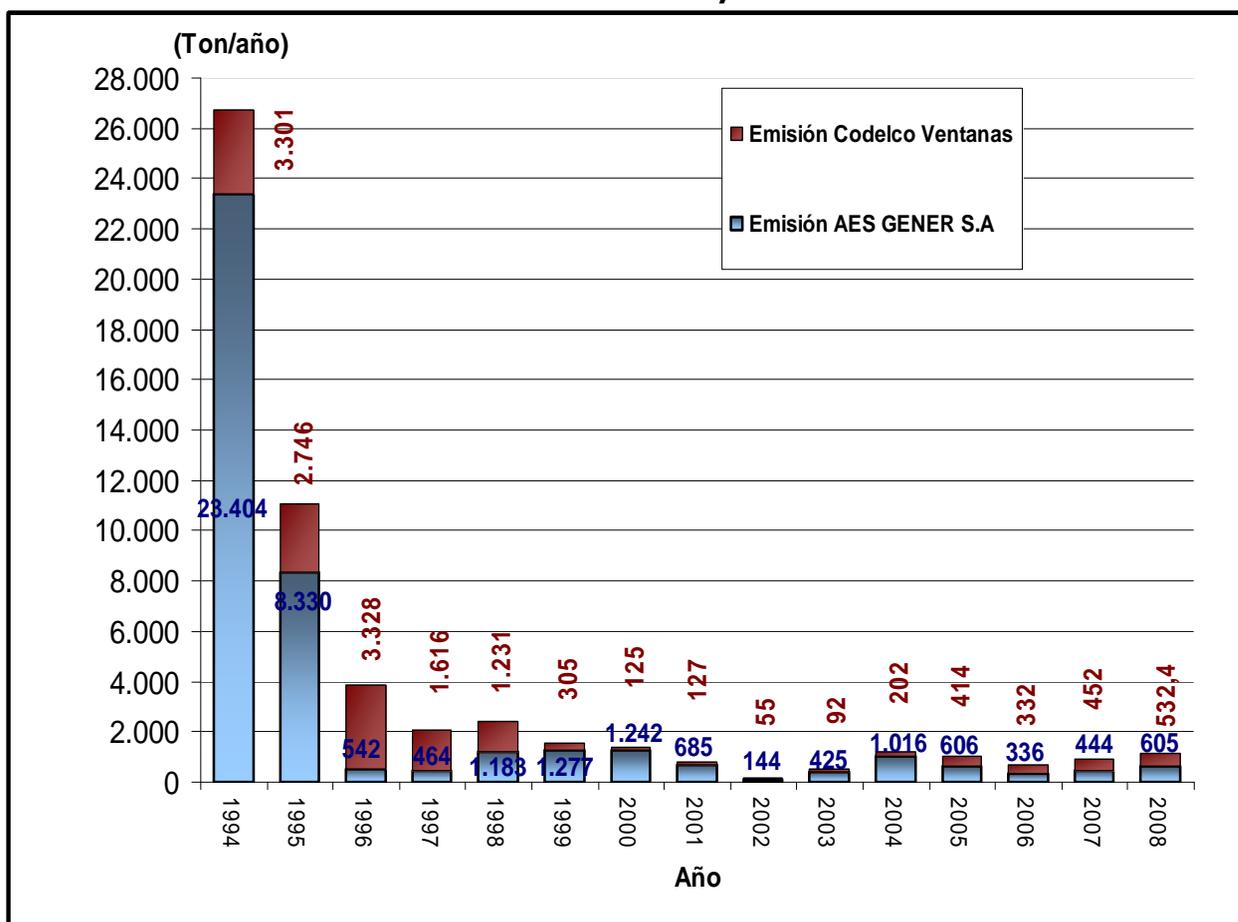


Gráfico 3-2
Emisiones de SO₂ AES GENER S.A. y CODELCO Fundición Ventanas

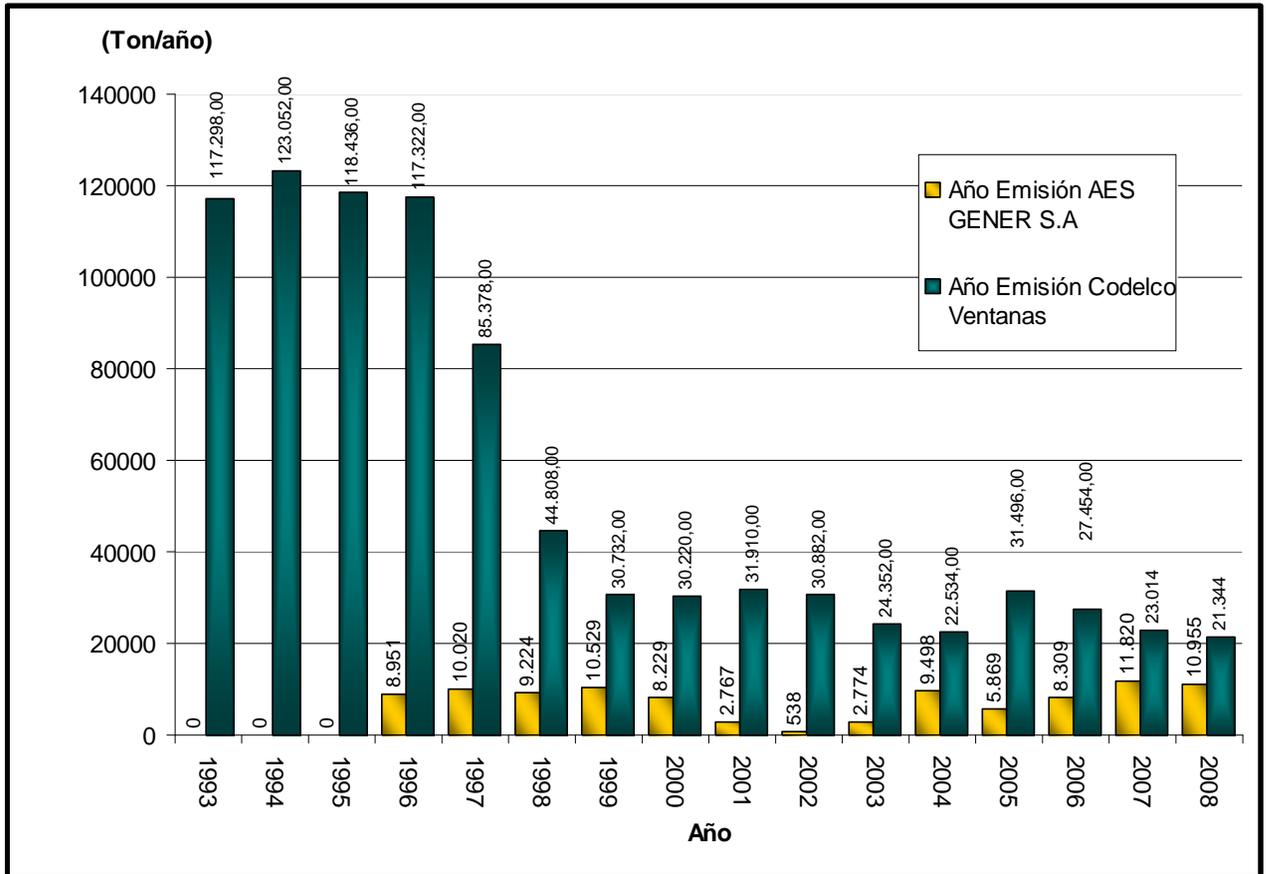
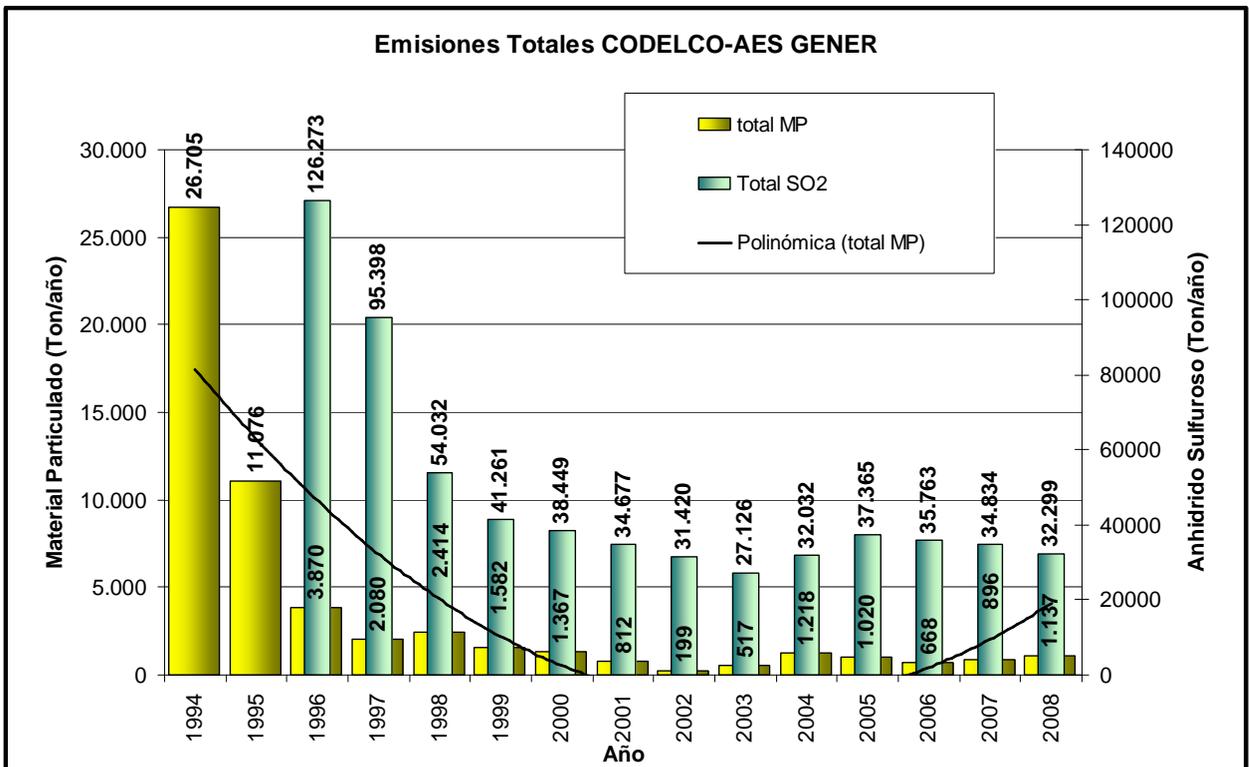


Gráfico 3-3
Emisiones Totales AES GENER S.A. y CODELCO Fundición Ventanas



3.2 CUMPLIMIENTO DE LÍMITES DE EMISIONES

3.2.1 Cumplimiento de Emisiones de Material Particulado ENAMI

La meta de emisión a partir del año 1999 corresponde a 1.000 ton/año alcanzando para el año 2008, una emisión total del 532 Ton/año siendo este un 53.2% del valor de la norma.

Cabe señalar que los valores de emisión, son obtenidos a través de pruebas isocinéticas conforme a lo establecido en el Plan y los valores operacionales correspondientes a los informes metalúrgicos. Ambos informes, son emitidos a la Autoridad Sanitaria y al Servicio Agrícola y Ganadero.

Se debe señalar que estas mediciones, no consideran las emisiones fugitivas de MP₁₀.

Con relación a las pruebas isocinéticas del año 2008, Codelco no entrega el informe correspondiente al primer semestre, haciendo entrega de uno que abarca el periodo de Enero-Noviembre y otro correspondiente al mes de Diciembre.

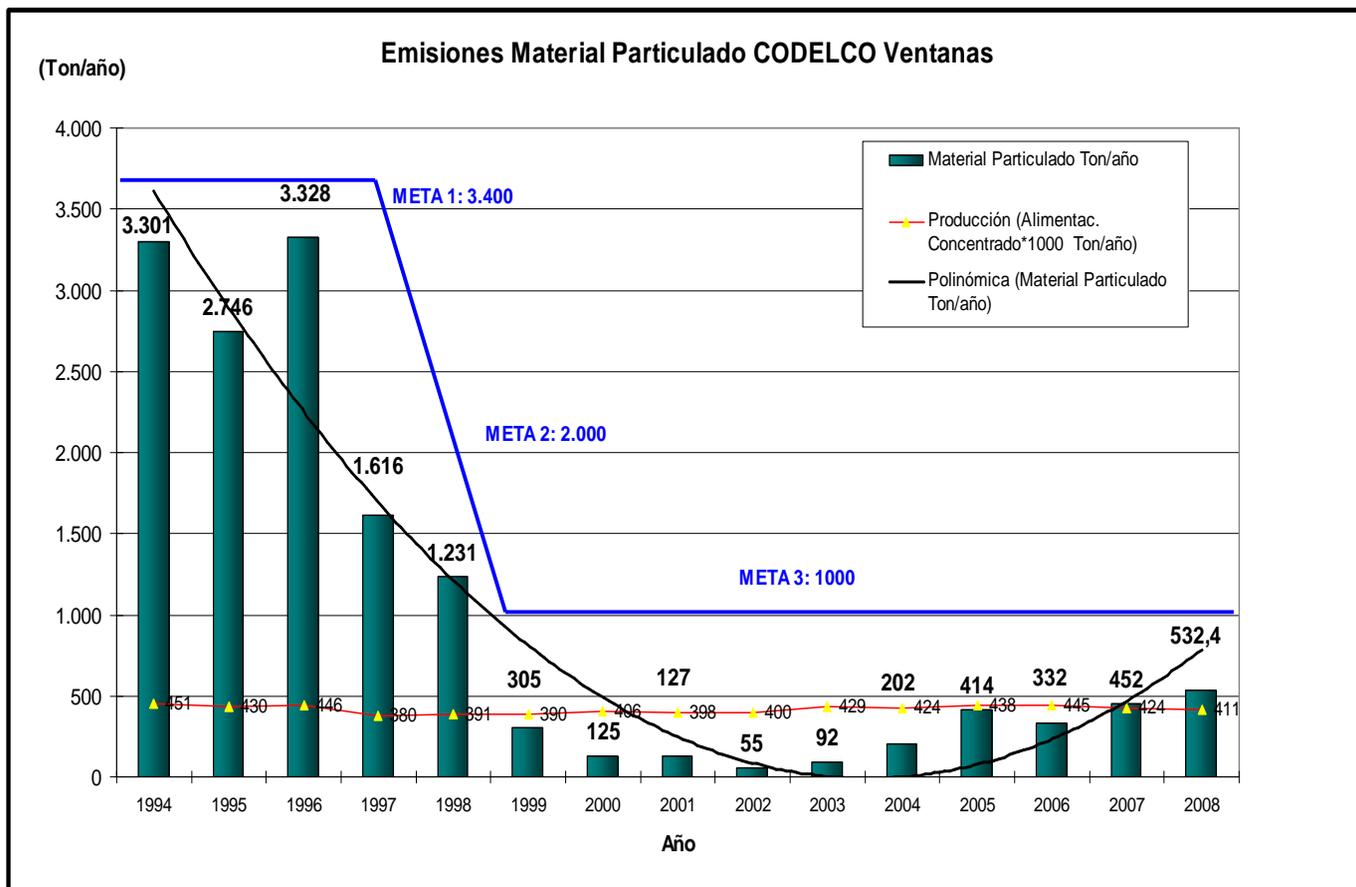
La División Ventanas ha cumplido con el plan de reducción de emisiones de material particulado a la atmósfera por chimenea. Sus emisiones a través del tiempo así como las metas de emisión pueden verse en la Tabla 3.2 y el Gráfico 3.4. En dicho gráfico, se puede apreciar una tendencia polinomial positiva para dichas emisiones marcada principalmente en los últimos cuatro años.

Tabla 3-2
Emisiones de Material Particulado de CODELCO Ventanas

Año	Emisiones de Material Particulado				
	Capacidad de Fusión (Ton/año)	Material Particulado Ton/año	Meta Ton/año	% Meta	Información
1994	450.825	3.301	3.400	97	CIMM
1995	429.629	2.746	3.400	81	CIMM
1996	446.452	3.328	3.400	98	CIMM
1997	380.108	1.616	3.400	48	CIMM
1998	390.788	1.231	2.000	62	Proyecta Ingeniería
1999	389.633	305	1.000	31	Proyecta Ingeniería
2000	406.332	125	1.000	13	Proyecta Ingeniería
2001	398.247	127	1.000	13	Proyecta Ingeniería
2002	400.039	55	1.000	6	Proyecta Ingeniería
2003	429.003	92	1.000	9	Proyecta Ingeniería
2004	424.255	202	1.000	20	Proyecta Ingeniería/CIMM
2005	437.997	414	1.000	41	CIMM
2006	445.077	332	1.000	33	CIMM
2007	424.173	452	1.000	45	CIMM
2008	410.880	532	1.000	53	CIMM

1. Información Base: Informes de Monitoreos isocinéticos de MP₁₀ semestrales entregados a la Autoridad Sanitaria
2. Durante el año 2008, se calculó la emisión a noviembre del 2008 complementada a diciembre con un Segundo ciclo de mediciones.
3. Durante el año 2008, se ajusta capacidad de fusión a la capacidad de tratamiento planta ácido. (Informe contabilidad metalúrgica Diciembre 2008).

Gráfico 3-4
Emisiones de Material Particulado de CODELCO Ventanas



3.2.2 Cumplimiento de Emisiones de SO₂ CODELCO

La meta de emisión a partir del año 1998 corresponde a 45.000 ton/año de azufre (90.000 Ton/año de SO₂) alcanzando para el año 2008, una emisión total del 21.344 Ton/año de SO₂ siendo este un 23.7 % del valor de la norma.

Codelco Ventanas entrega mensualmente los informes de emisión de azufre los cuales son determinados por balances de masa. Dichos balances, no contemplan las emisiones fugitivas.

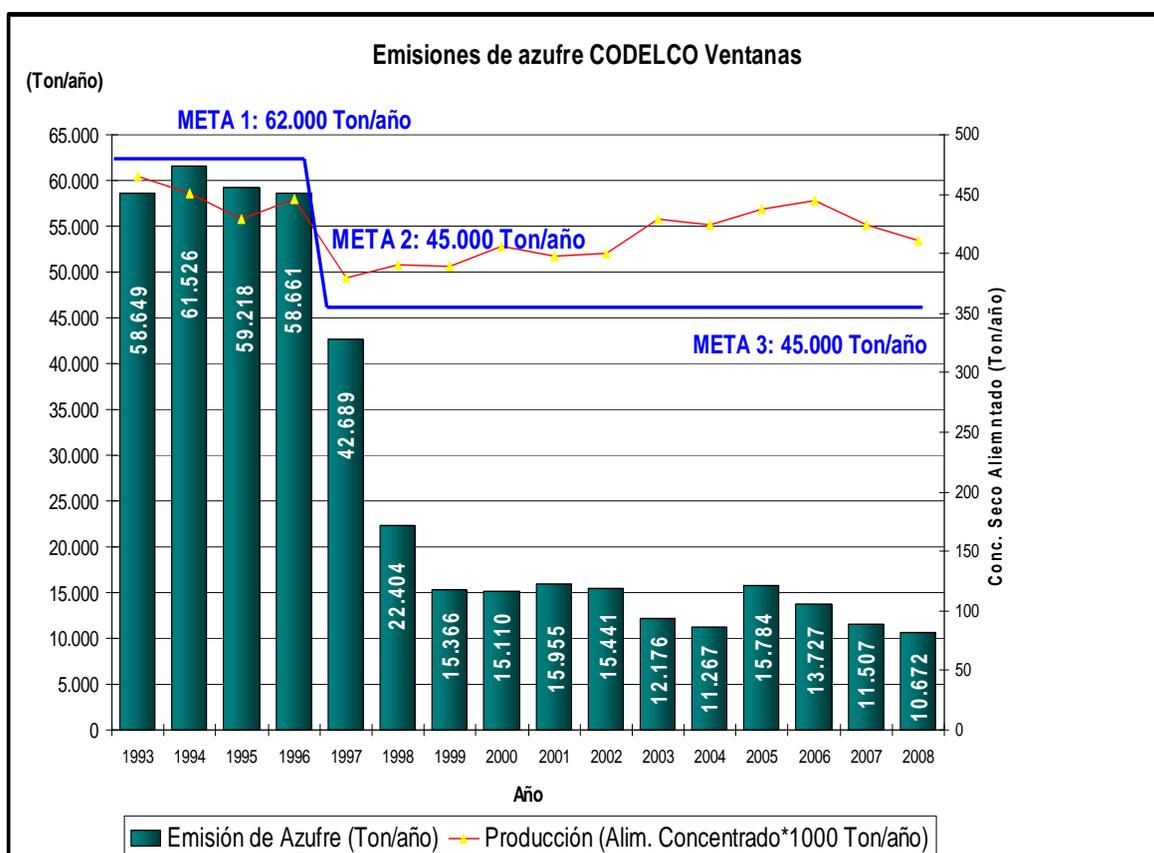
CODELCO División Ventanas, ha cumplido con el plan de reducción de azufre, y por lo tanto de emisiones de SO₂ a la atmósfera. Las emisiones de azufre a través del tiempo así como los límites de emisión pueden verse en la Tabla 3-3 y el Gráfico 3-5.

Tabla 3-3
Emisiones de Azufre y SO₂ de CODELCO División Ventanas v/s Meta de Emisión

Año	Producción	Emisiones de Azufre			Emisiones de SO ₂	
	Concentrado Seco (Ton/año)	Emisión Azufre Ton/año	Meta Azufre Ton/año	% Meta Azufre	Emisión SO ₂ Ton/año	Meta SO ₂ Ton/año
1993	464.656	58.649	62.000	95	117.298	124.000
1994	450.825	61.526	62.000	99	123.052	124.000
1995	429.629	59.218	62.000	96	118.436	124.000
1996	446.452	58.661	62.000	95	117.322	124.000
1997	380.108	42.689	62.000	69	85.378	124.000
1998	390.788	22.404	45.000	50	44.808	90.000
1999	389.633	15.366	45.000	34	30.732	90.000
2000	406.332	15.110	45.000	34	30.220	90.000
2001	398.247	15.955	45.000	35	31.910	90.000
2002	400.039	15.441	45.000	34	30.882	90.000
2003	429.003	12.176	45.000	27	24.352	90.000
2004	424.255	11.267	45.000	25	22.534	90.000
2005	437.997	15.784	45.000	35	31.496	90.000
2006	445.077	13.727	45.000	31	27.454	90.000
2007	424.173	11.507	45.000	26	23.014	90.000
2008	410.880	10.672	45.000	24	21.344	90.000

1. Información Base: Informes de Emisión mensual de Azufre y Arsénico entregados a la Autoridad Sanitaria
2. Estimaciones realizadas por Balance de Materia. Este balance, no considera el balance las emisiones fugitivas.

Gráfico 3-5
Emisiones de azufre CODELCO Ventanas



3.2.3 Cumplimiento de Emisiones de Material Particulado AES GENER S.A.

La meta de emisión a partir del año 1999 corresponde a 3.000 ton/año alcanzando para el año 2008, una emisión total del 605 Ton/año siendo este un 20.1% el valor de la norma.

Cabe considerar que los valores de emisión son obtenidos a partir de mediciones continuas de flujo y concentración de Material particulado en los gases de salida de cada chimenea. La empresa informa mensualmente los registros de monitoreo.

AES GENER S.A en el año 2008, envió los informes correspondientes a los registros de monitoreos mensuales. Se observa para algunos días del mes de Mayo y Octubre, ciertas discrepancias entre los valores de emisión calculados y los gráficos de registro operacional. A pesar de un aumento de las emisiones respecto del año 2007 tendencia que se refleja a partir del año 2006, las emisiones de AES GENER, siguen bajo la meta definida.

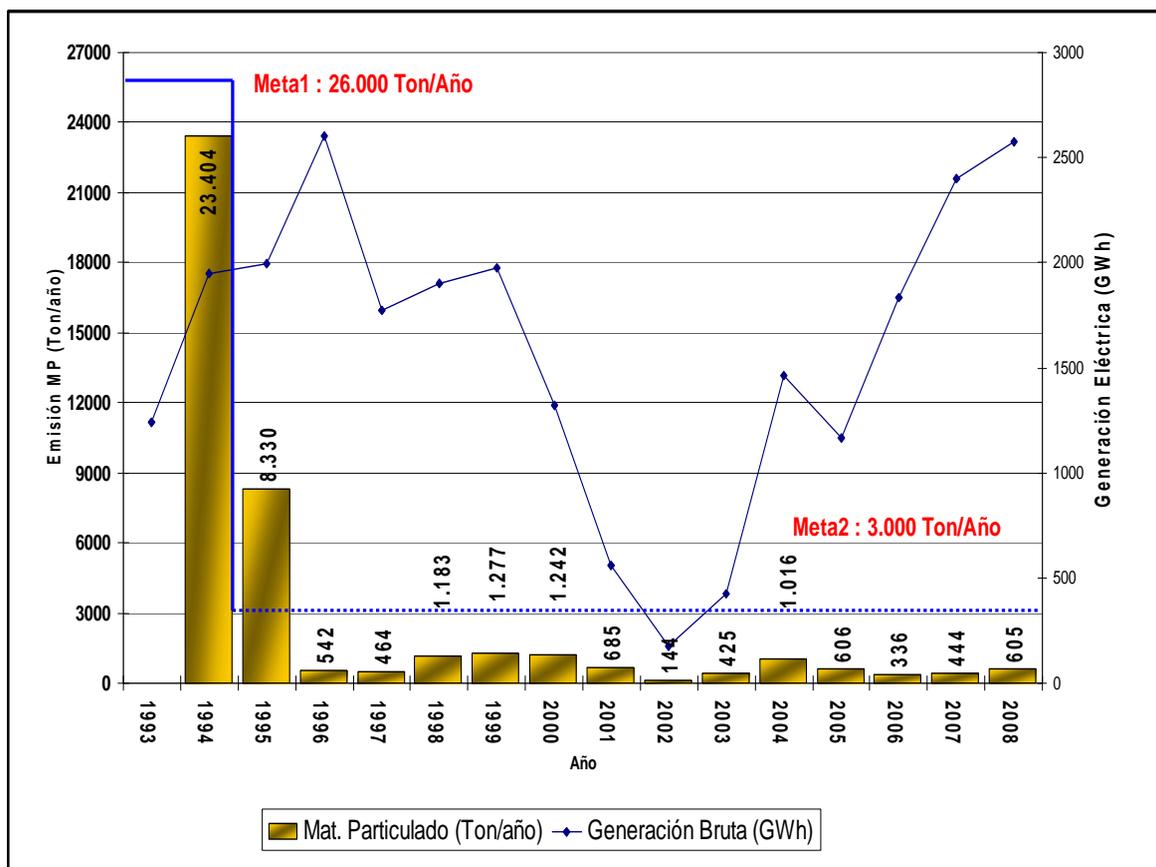
Las emisiones de Material Particulado a través del tiempo así como las cuotas de emisión pueden verse en la Tabla 3-4 y el gráfico 3-6.

Tabla 3-4
Emisiones de Material Particulado AES GENER S.A.

Año	Generación Bruta MWh	Material Part. Ton	Meta Anual Ton/año	% Meta
1993	1.238.062		26.000	
1994	1.946.187	23.404	26.000	90
1995	1.995.210	8.330	3.000	278
1996	2.601.345	542	3.000	18
1997	1.774.540	464	3.000	15
1998	1.902.893	1.183	3.000	39
1999	1.973.521	1.277	3.000	43
2000	1.319.186	1.242	3.000	41
2001	556.992	685	3.000	23
2002	176.278	144	3.000	5
2003	424.403	425	3.000	14
2004	1.464.321	1.016	3.000	34
2005	1.164.931	606	3.000	20
2006	1.835.916	336	3.000	11
2007	2.435.057	444	3.000	15
2008	2.575.312	605	3.000	20

Fuente: Elaboración propia a partir de datos AES GENER S.A.

Gráfico 3-6
Emisiones de Material Particulado de AES GENER S.A.



3.2.4 Cumplimiento de Emisiones de SO₂ AES GENER S.A.

La meta de emisión a partir del año 1993 1.13 Kg de SO₂ por Millón de BTU.

Cabe considerar que al igual que para el material particulado, los valores de emisión de SO₂, son obtenidos a partir de mediciones continuas de flujo y concentración de SO₂ en los gases de salida de cada chimenea y la energía del combustible en millones de BTU. La empresa informa mensualmente los registros de monitoreo.

AES GENER S.A en el año 2008, envió los informes correspondientes a los registros de monitoreos mensuales. Se observa para algunos días del mes de Mayo y Octubre, ciertas discrepancias entre los valores de emisión calculados y los gráficos de registro operacional. No obstante, las emisiones de AES GENER siguen bajo la meta definida generándose 4 excedencias a la norma de 1.13 Kg de SO₂ por Millón de BTU.

Como se puede observar en la Tabla 3-5, desde el año 2000 A.E.S GENER S.A. no ha excedido el valor de emisión de 1,13 (Kg de SO₂ por millones de BTU) establecida por el D.S. N° 252/92. Cabe señalar que esta emisión, es calculada por unidad.

Tabla 3-5
Cumplimiento de Norma de Emisión por AES GENER S.A.

Año	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Promedio Anual (Kg SO ₂ /millón de BTU)	-	0,36	0,48	0,41	0,6	0,51	0,48	0,61	0,56	0,38	0,70	0,70	0,54	0,49	0,52	0,47
Valor Máx. Diario (Kg SO ₂ /millón de BTU)	-	1,62	0,58	1,22	1,26	2,71	1,34	1,1	1	0,93	0,93	1,11	1,07	0,90	9,48	1,47
Mes del valor máximo ¹		Mar	Mar	May	Jun	Nov	May	Jun	Feb	Abr	May	Jun	Feb	Jul	May	Ago
Nº veces excede Norma	-	10	0	1	1	6	8	0	0	0	0	0	0	0	3	4

1. Mes en que se produjo el valor más alto

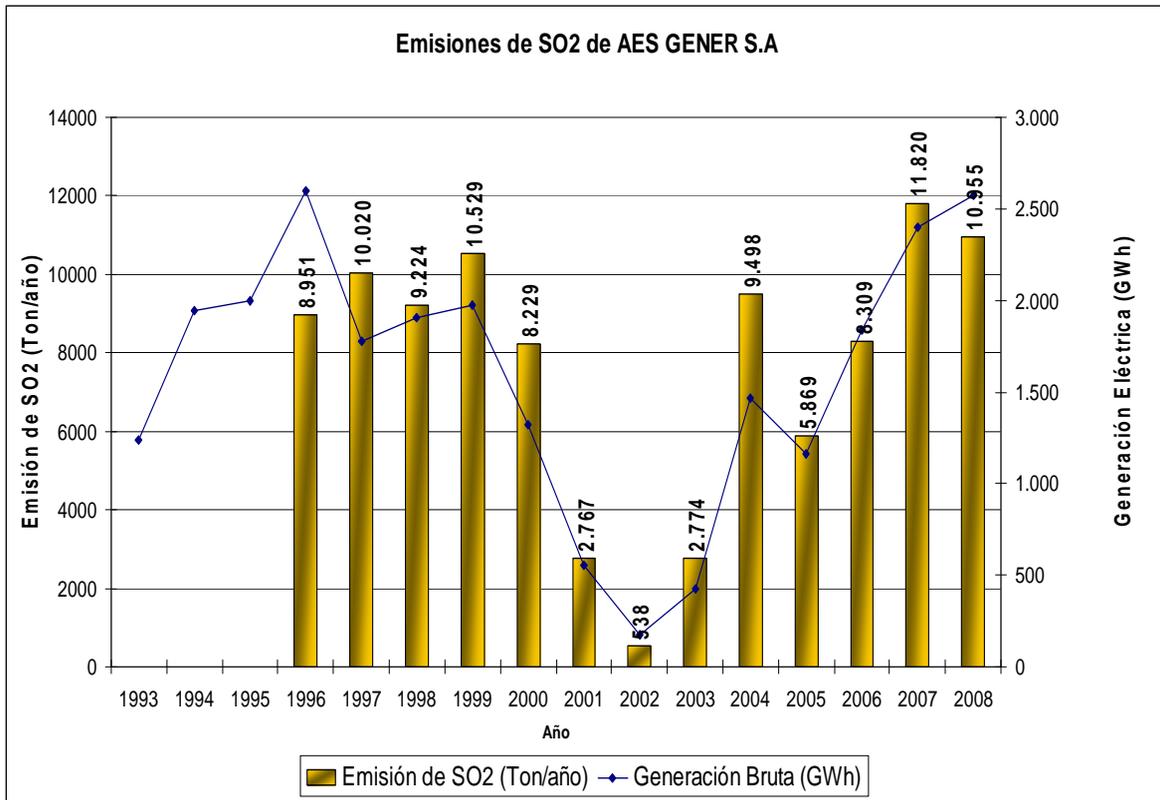
- Fuente: Informes mensuales de emisiones emitidos por AES GENER S.A., estimaciones corroboradas por la Seremi de Salud Valparaíso.
- Estas emisiones son calculadas por unidad.

En la Tabla 3-6 y el Gráfico 3-7 se observa la evolución de las emisiones de SO₂ hasta el año 2008.

Tabla 3-6
Emisiones de SO₂ v/s Generación de AES GENER S.A.

Año	Generación Bruta MWh	Generación Bruta GWh	Energía MMBtu	SO₂ Ton
1993	1.238.062	1.238		
1994	1.946.187	1.946	16.554.989	
1995	1.995.210	1.995	18.361.932	
1996	2.601.345	2.601	23.759.411	8.951
1997	1.774.540	1.775	16.640.850	10.020
1998	1.902.893	1.903	18.320.596	9.224
1999	1.973.521	1.974	19.043.866	10.529
2000	1.319.186	1.319	12.473.437	8.229
2001	556.992	557	5.251.859	2.767
2002	176.278	176	1.679.643	538
2003	424.403	424	3.964.252	2.774
2004	1.464.321	1.464	13.561.844	9.498
2005	1.164.931	1.165	10.955.627	5.869
2006	1.835.916	1.836	17.056.963	8.309
2007	2.435.057	2.400	22.583.691	11.820
2008	2.575.312	2.575	23.350.718	10.955

Gráfico 3-7
Emisiones de SO₂ de AES GENER S.A.



4. EMISIONES

4.1 REDES DE MONITOREO

Según lo establecido en el artículo 4º transitorio del D.S. Nº 185/91 (D.O. 02.01.92), el Complejo Industrial Ventanas, constituido por la actual CODELCO División Ventanas y la actual AES GENER S.A., presentaron un Proyecto de red de monitoreo continuo para medir la concentración de anhídrido sulfuroso y material particulado respirable en la zona circundante al complejo industrial.

El proyecto de red de monitoreo fue aprobado por Resolución Conjunta Nº 2005/ 115 del 29 de Abril de 1992, del Servicio de Salud de Viña del Mar- Quillota y Servicio Agrícola y Ganadero V Región respectivamente, la que fue modificada posteriormente por las Resoluciones Nº 3474/206, del 23.de Julio de 1992, y Nº 1927/197, del 28 de Mayo de 1993.

Esta red está compuesta por cinco estaciones que se ubican en el sector La Greda, Los Maitenes, sector Sur del complejo, Sector Valle Alegre y Puchuncaví. Además cuenta con una estación meteorológica.



4.2 NORMATIVA DE CALIDAD DE AIRE VIGENTE

4.2.1 Normativa de SO₂

Al momento de establecerse el plan de descontaminación, los límites de calidad de aire respecto a SO₂ eran establecidos por el D.S.185/91, el cual fijaba tanto las normas primarias como secundarias, estos valores son presentados en la tabla 4-1.

Tabla 4-1
Norma de Calidad del Aire para SO₂ establecida por el D.S. N°185/91

Tipo de Norma	Valor	Período de Evaluación	Condición de Verificación	Decreto
Primaria y Secundaria	80 µg/m ³ N	Anual	Promedio Anual	D.S. N°185/91
	360 µg/m ³ N	24 Horas	Promedio 24 Horas	
Secundaria	1000 µg/m ³ N	1 Hora	Promedio de 1Hora	

El Decreto Supremo N°113/02 del MINSEGPRES "Norma Primaria de Calidad del Aire para Dióxido de Azufre (SO₂)", estableció nuevos límites y forma de verificación de la norma para los períodos Anual y de 24 horas, que reemplazaron los establecidos por el D.S N°185/91 como normas primarias, los cuales sin embargo permanecieron como normas secundarias.

Este decreto entró en vigencia el 1° de Abril de 2003, estableciendo que la Norma primaria de calidad de aire para dióxido de azufre como concentración anual y de 24 horas, así como los niveles que originaran situaciones de emergencia ambiental, entrarían en vigencia transcurridos tres años contados desde la fecha señalada, vale decir, desde el 1° de Abril de 2006.

En el caso de la Red Ventanas, debido a que sus estaciones fueron declaradas como Estaciones Monitoras con Representatividad Poblacional para Gases (EMRPG) a partir del 01 de Enero del 2004 (Resolución Sanitaria N° 305/04 del Servicio de Salud Viña del Mar Quillota), la exigencia de la nueva normativa comienza a partir del 01 de Enero del 2007. Sin embargo, para facilitar el análisis de tendencia de los datos, la evaluación respecto a norma primaria de SO₂ se ha realizado utilizando los niveles y procedimientos establecidos en el D.S. N°113/2002, mientras que el análisis de norma secundaria se ha realizado utilizando los niveles y procedimientos establecidos por el D.S. N° 185/91.

La Tabla 4-2 muestra un resumen de la normativa vigente utilizada en la presente evaluación.

Tabla 4-2
Normas de Calidad de Aire de SO₂ Vigentes Contenidas en el D.S. 113/02 y D.S. 185/91.

Tipo de Norma	Valor	Período de Evaluación	Condición de Verificación	Decreto
Primaria	80 µg/m ³ N	Anual	Promedio de 3 años	D.S. N°113/02
	250 µg/m ³ N	24 horas	Promedio 3 años percentil 99 de los promedios de 24 horas	
Secundaria	80 µg/m ³ N	Anual	Promedio Anual	D.S. N°185/91
	360 µg/m ³ N	24 horas	Promedio 24 horas	
	1000 µg/m ³ N	1 hora	Promedio de 1Hora	

Norma Primaria: Respecto a la definición de norma primaria el DS 185/91 en el Título II artículo 4° establece: “*Con el fin de proteger la salud de la población, la Comisión Interministerial podrá proponer al Ministro de Salud que establezca concentraciones ambientales máximas permisibles para anhídrido sulfuroso y material particulado respirable aplicable en todo el territorio nacional. Con tal objeto se establece la norma primaria para Anhídrido sulfuroso*”

Norma Secundaria: Respecto a la definición de norma secundaria el DS 185/91 en el Título II artículo 6° establece: “*Con el objeto de proteger las explotaciones silvoagropecuarias y conservar los ecosistemas pertenecientes a las Áreas Silvestres Protegidas, la Comisión Interministerial establecida en el Título VII, podrá proponer al ministerio de agricultura normas secundarias de calidad de aire para anhídrido sulfuroso, material particulado y arsénico, aplicables a áreas con explotación silvoagropecuaria o recursos naturales renovables. Con tal objeto se establecen las normas secundarias sobre concentraciones máximas permisibles de anhídrido sulfuroso, para las áreas del territorio nacional divididas según los siguientes límites:...*”, correspondiendo al caso de ventanas el área norte con una exigencia horaria de 1000 µg/m³.

4.2.2 Normativa de Material Particulado MP₁₀

Al momento de establecerse el plan de descontaminación, los límites de calidad de aire respecto a material particulado respirable eran establecidos por el D.S.185/91, el cual fija sólo norma primaria diaria, como se ve en la Tabla 4-3.

Tabla 4-3
Norma de Calidad de Aire para MP₁₀ establecida por D.S. N°185/91

Norma Primaria para MP₁₀ al iniciarse el Plan
150 µg/m ³ N Concentración Media aritmética diaria

Esta normativa fue redefinida, al entrar en vigencia el D.S. 59/98 el 30 de Mayo de 1998. Este fue modificado por el D.S. 45 del 2001 con fecha de publicación 11 de Septiembre del 2001. Así desde el año 1999 en adelante es aplicable el límite diario mostrado en la Tabla 4-4. El límite anual es sólo exigible para el año 2004 en adelante, debido a que se necesita el promedio de tres años calendario. Debe tenerse presente que las estaciones de la Red Ventanas tienen calidad de Estaciones Monitoras de Representatividad Poblacional (EMRP), necesarias para la aplicación de la norma, a partir del 28 de Agosto del 2000 por Resolución N°1924/00 del Servicio de Salud Viña del Mar Quillota (SSVQ).

Tabla 4-4
Norma de Calidad de Aire para MP₁₀ establecida por D.S. N°59/98 y D.S. N°45/01

Tipo de Norma	Valor	Período de evaluación	Forma de verificación
	µg/m ³		
Primaria	150 µg/m ³	Concentración de 24 hrs.	Percentil 98 de valores de un año o más de 7 días en un año

Primaria	50 µg/m ³	Promedio Anual	Promedio de 3 años consecutivos
----------	----------------------	----------------	---------------------------------

Por lo tanto, debido a que existe un cambio normativo a partir del año 1999, el análisis de cumplimiento de la normativa de MP₁₀ en el presente informe se ha realizado teniendo las siguientes consideraciones:

- El valor de concentración diaria de MP₁₀ presentado en tablas y gráficos hasta el año 1998, corresponde a la máxima concentración diaria registrada el año correspondiente.
- El valor de concentración diaria de MP₁₀ en tablas y gráficos desde el año 1999 en adelante, corresponde al percentil 98 de los promedios de 24 horas registrados en un año.

4.2.3 Análisis General de Calidad del Aire en Red Ventanas

4.2.3.1 Cumplimiento de Normas Primarias Vigentes

Las normas primarias a evaluar en la Red Ventanas son:

- Norma Anual de material particulado respirable (MP₁₀), D.S. N°45/01 del MINSEGPRES.
- Norma Diaria de material particulado respirable (MP₁₀), D.S. N°59/98 del MINSEGPRES.
- Norma Anual de dióxido de azufre (SO₂), D.S. N°113/02 del MINSEGPRES.
- Norma Diaria de dióxido de azufre (SO₂), D.S. N°113/02 del MINSEGPRES.

En la Tabla 4-5 y Gráfico 4-1 se muestra el máximo porcentaje de cada una de las normas antes señaladas registradas en la Red Ventanas. Dicho análisis se obtuvo evaluando el cumplimiento de norma para cada una de las estaciones de la Red y luego escogiendo el mayor valor registrado en el año en análisis. Este valor se ha expresado en porcentaje con respecto a la norma, tanto para facilitar la comparación entre normas, como la visualización de niveles sobre el 80% (Nivel de Latencia) y 100% (Nivel de Saturación).

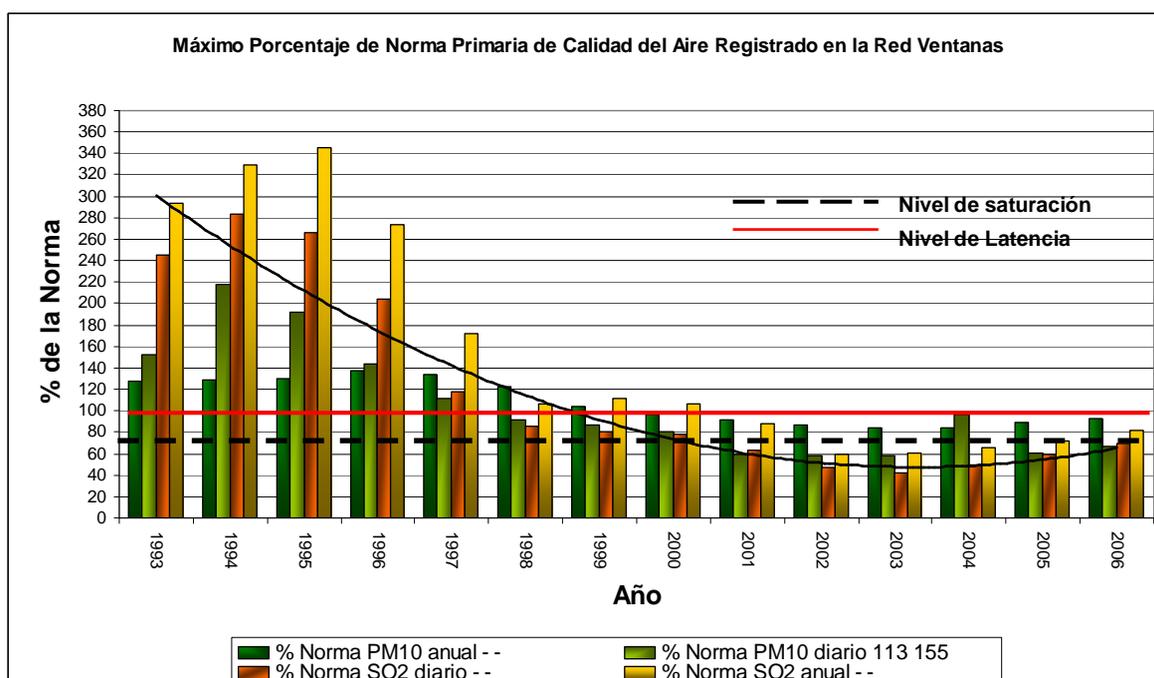
Tabla 4-5
Máximo Nivel de Normativa Primaria D.S 113/02, D.S 59/98, y D.S 45/01 Registrado en Red Ventanas (% Respecto a la Norma)

Red	Año	MP ₁₀ Anual (%)	MP ₁₀ Diaria (%)	SO ₂ Anual (%)	SO ₂ Diaria (%)
Ventanas	1993	-	113	-	-
	1994	-	155	-	-
	1995	128	152	245	293
	1996	129	218	283	329
	1997	130	192	266	345
	1998	138	144	204	274
	1999	134	111	117	172
	2000	123	91	86	107
	2001	104	87	80	111
	2002	96	81	78	106
	2003	91	59	63	88
	2004	87	58	47	59
	2005	84	58	42	61
2006	84	96	50	65	

	2007	89	61	59	72
	2008	93	67	69	82

1. Norma anual de MP10 calculada como promedio de tres años calendario, tal como lo establece el D.S.59/98 y D.S.45/01. Solo exigible a partir del año 2004 en adelante.

Gráfico 4-1
Máximo Porcentaje de Norma Primaria de Calidad del Aire Registrado en la Red Ventanas (D.S. 113/02, D.S 59/98, D.S 45/01)



En el Gráfico 4-1 se observa que a partir del año 2002 existe una disminución del nivel alcanzado por todas las normas primarias. A partir del mismo año todas las normas primarias se encuentran bajo el nivel de saturación. Entre el año 2003 y 2005 todas las normas, a excepción de la norma anual de MP₁₀, se encuentran bajo el nivel de latencia. En el año 2008 se observan niveles de latencia para la norma anual de MP₁₀, y latencia para la norma diaria de SO₂ demostrando un deterioro en la Calidad del Aire en ese año.

De lo antes expresado, es destacable que hay que poner especial atención en el aumento de los niveles de la norma diaria de MP₁₀ que en una de las estaciones está alcanzando los niveles de saturación y a la norma anual de SO₂ que desde el año 2001, no mostraba niveles de latencia.

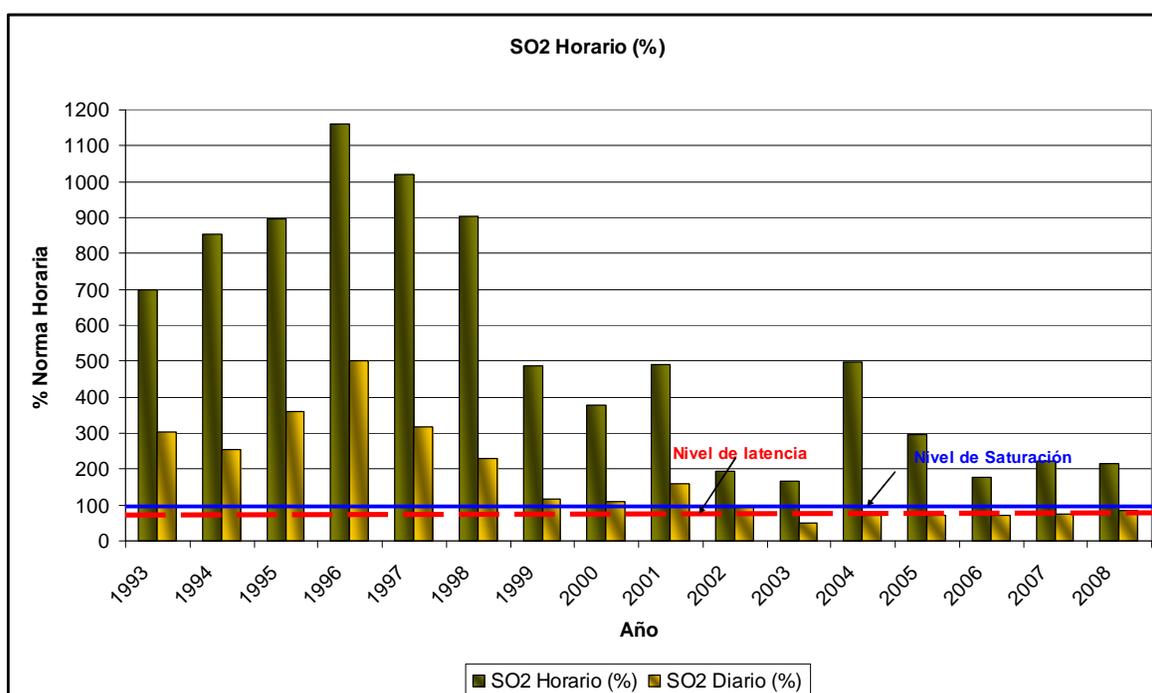
4.2.3.2 Cumplimiento de Normas Secundaria

La norma secundaria de calidad del aire a evaluar en la Red Ventanas esta relacionada con las normas anual, diaria y horaria de SO₂. En la Tabla 4-6 , se muestran el máximo porcentaje del valor de la norma secundaria horaria (1000 µg/m³N) y en el Gráfico 4-2 se muestran los máximos porcentajes de la norma secundaria anual y diaria para la red de ventanas.

Tabla 4-6
Nivel de Normativa Secundaria D.S 185/91 Registrado en Red Ventanas (% Respecto a la Norma)

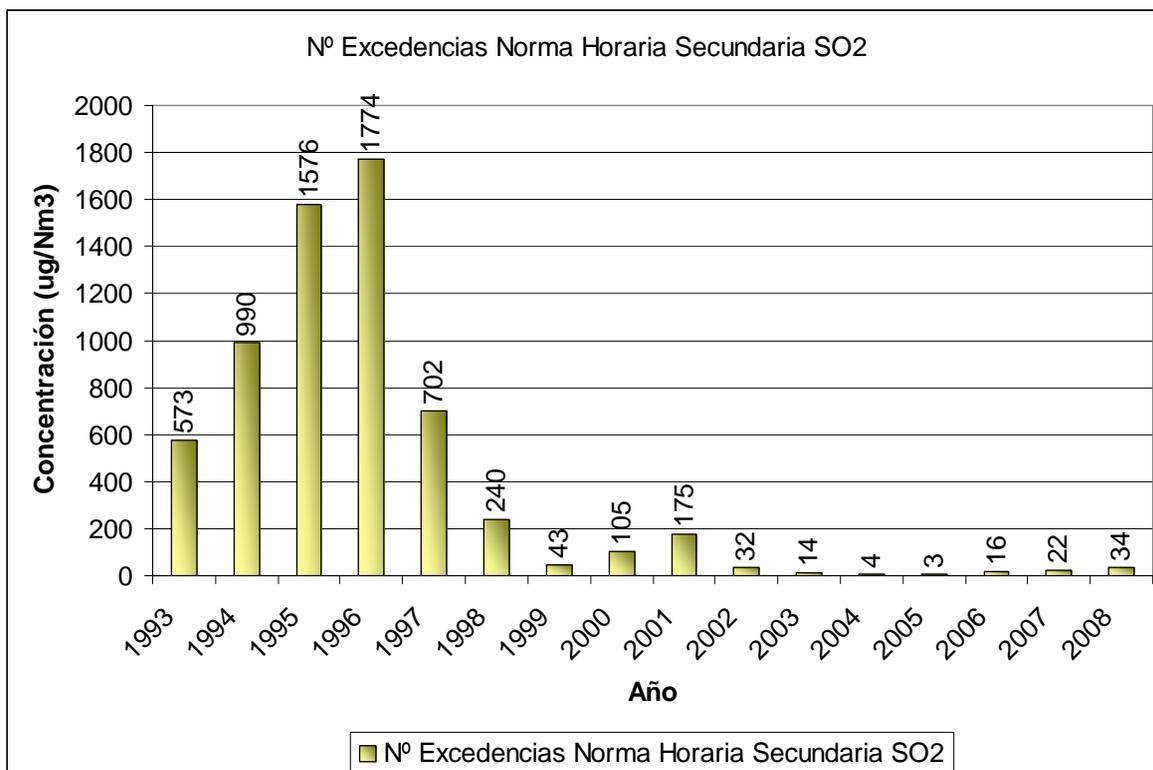
Red	Año	SO ₂ Horario (%)	SO ₂ Diario (%)	SO ₂ Anual (%)
Ventanas	1993	700	304	212
	1994	854	253	224
	1995	898	360	299
	1996	1162	500	325
	1997	1020	319	175
	1998	905	228	111
	1999	488	116	65
	2000	378	109	82
	2001	491	158	92
	2002	193	96	59
	2003	167	50	41
	2004	497	69	43
	2005	297	72	45
	2006	177	69	62
	2007	222	73	69
	2008	214	86	76

Gráfico 4-2
Máximo Porcentaje de Norma Secundaria Anual y Diaria de Calidad del Aire Registrada en la Red Ventanas



En el Gráfico 4-3 se muestra el número total de excedencias registradas para la norma secundaria horaria en la Red Ventanas. En él se observa que a pesar de ir disminuyendo el número de excedencias desde el año 2002 al año 2005, en el año 2006 se registraron 16 excedencias. Debido a esto la zona monitoreada por la Red Ventanas, sigue presentado condiciones de Zona Saturada para norma Secundaria de SO₂.

Gráfico 4-3
Número Total de Excedencias de Norma Horaria Secundaria de SO₂ Registradas en Red Ventanas (D.S. 185/91)



4.3 Análisis por Estaciones de la Calidad del Aire

4.3.1 Normas Primarias de Calidad del Aire

Las normas primarias a evaluar en las estaciones de la Red Ventanas son:

- Norma Anual de material particulado respirable (MP₁₀), D.S. N°45/01.
- Norma Diaria de material particulado respirable (MP₁₀), D.S. N°59/98.
- Norma Anual de dióxido de azufre (SO₂), D.S. N°113/02
- Norma Diaria de dióxido de azufre (SO₂), D.S. N°113/02

4.3.1.1 Concentraciones de MP10

En la Tabla 4-7 a la Tabla 4-11 se evalúa el cumplimiento de la norma de material particulado respirable (MP10) para cada una de las estaciones de la red Ventanas.

Tabla 4-7
Cumplimiento Norma Primaria Anual y Diaria de MP₁₀ Estación Puchuncaví.

Estación	Año	Meses Medidos N°	N° Días Válidos	Norma Primaria MP ₁₀				
				Norma Anual (1)			Norma Diaria (2)	
				Promedio Anual µg/m ³	Promedio Trianual µg/m ³	% Norma	Concentración 24 Horas µg/m ³	% Norma
Puchuncavi	1993	12	115	51	-		153	102%
	1994	12	118	57	-	-	148	99%
	1995	12	117	55	54	108%	160	107%
	1996	12	120	42	51	103%	114	76%
	1997	12	119	41	46	92%	78	52%
	1998	12	122	44	42	85%	99	66%
	1999	12	121	35	40	80%	78	52%
	2000	12	121	32	37	74%	73	49%
	2001	12	121	28	32	64%	54	36%
	2002	12	121	30	30	60%	57	38%
	2003	12	120	33	30	61%	67	45%
	2004	12	122	30	31	62%	64	43%
	2005	12	122	30	31	62%	66	44%
	2006	12	122	32	30	61%	70	47%
	2007	12	121	37	33	66%	75	50%
2008	12	122	35	35	69%	68	46%	
Limite Máximo Permisible				50 µg/m³ Promedio 3 años			150 µg/m³ Percentil 98	
80% de Norma				40 µg/m ³			120 µg/m ³	

Información Base: SAG, SEREMI Salud, CONAMA V Región

1. Promedio trianual solo aplicable del año 2004 en adelante, Res. 1924/2000 SSVQ

2. Hasta año 1998 calculado con normativa D.S.185/91 a partir de 1999 calculado con D.S. 59/98 considerando percentil 98 de los promedios de 24 horas de un año

Tabla 4-8
Cumplimiento Norma Primaria Anual y Diaria de MP₁₀

Estación La Greda

Estación	Año	Meses Medidos N°	N° Días Válidos	Norma Primaria MP ₁₀				
				Norma Anual (1)			Norma Diaria (2)	
				Promedio Anual µg/m ³	Promedio Trianual µg/m ³	% Norma	Concentración 24 Horas µg/m ³	% Norma
La Greda	1993	12	118	61	-	-	170	113%
	1994	12	117	68	-	-	233	155%
	1995	12	120	62	64	128%	228	152%
	1996	12	119	63	65	129%	327	218%
	1997	12	122	69	65	130%	288	192%
	1998	12	120	75	69	138%	216	144%
	1999	12	120	57	67	134%	166	111%
	2000	12	120	53	62	123%	137	91%
	2001	12	122	46	52	104%	131	87%
	2002	12	122	45	48	96%	118	79%
	2003	12	119	46	46	91%	88	59%
	2004	12	122	39	44	87%	88	58%
	2005	12	122	41	42	84%	87	58%
	2006	12	121	46	42	84%	144	96%
	2007	12	118	46	44	89%	92	61%
2008	12	122	48	47	93%	101	67%	
Limite Máximo Permissible				50 µg/m³ Promedio 3Años			150 µg/m³ Percentil 98	
80% de Norma				40 µg/m ³			120 µg/m ³	

Información Base: SAG, SEREMI Salud, CONAMA V Región

1. Promedio tri anual solo aplicable del año 2004 en adelante, Res. 1924/2000 SSVQ

2. Hasta año 1998 calculado con normativa D.S.185/91 a partir de 1999 calculado con D.S. 59/98 considerando percentil 98 de los promedios de 24 horas de un año

Tabla 4-9
Cumplimiento Norma Primaria Anual y Diaria de MP₁₀ Estación Valle Alegre

Estación	Año	Meses Medidos N°	N° Días Válidos	Norma Primaria MP ₁₀				
				Norma Anual (1)			Norma Diaria (2)	
				Promedio Anual µg/m ³	Promedio Trianual µg/m ³	% Norma	Concentración 24 Horas µg/m ³	% Norma
Valle Alegre	1993	12	116	44	-	-	147	98%
	1994	12	118	47	-	-	129	86%
	1995	12	116	45	46	91%	154	103%
	1996	12	120	39	44	88%	99	66%
	1997	12	122	37	40	81%	88	59%
	1998	12	121	37	38	75%	75	50%
	1999	12	118	29	34	69%	61	41%
	2000	12	120	29	32	64%	58	39%
	2001	12	120	27	29	57%	65	43%
	2002	12	120	26	28	55%	50	33%
	2003	12	121	31	28	56%	60	40%
	2004	12	121	29	29	58%	62	41%
	2005	12	121	25	28	57%	48	32%
	2006	12	122	28	27	54%	58	39%
	2007	12	121	30	27	55%	78	52%
2008	12	122	27	28	56%	59	46%	
Limite Máximo Permissible				50 µg/m³ Promedio 3Años			150 µg/m³ Percentil 98	
80% de Norma				40 µg/m ³			120 µg/m ³	

Información Base: SAG, SEREMI Salud, CONAMA V Región

1. Promedio trianual solo aplicable del año 2004 en adelante, Res. 1924/2000 SSVQ

2. Hasta año 1998 calculado con normativa D.S.185/91 a partir de 1999 calculado con D.S. 59/98 considerando percentil 98 de los promedios de 24 horas de un año

Tabla 4-10
Cumplimiento Norma Primaria Anual y Diaria de MP₁₀ Estación Sur

Estación	Año	Meses Medidos N°	N° Días Válidos	Norma Primaria MP ₁₀				
				Norma Anual (1)			Norma Diaria (2)	
				Promedio Anual µg/m ³	Promedio Trianual µg/m ³	% Norma	Concentración 24 Horas µg/m ³	% Norma
Sur	-	-	-	-	-	-	-	-
	1994	12	111	55	-	-	158	105%
	1995	12	117	51	-	-	167	111%
	1996	12	117	45	51	101%	190	127%
	1997	12	118	36	44	88%	96	64%
	1998	12	119	40	41	81%	131	87%
	1999	12	117	32	36	72%	68	45%
	2000	12	120	31	34	69%	90	60%
	2001	12	120	26	29	59%	60	40%
	2002	12	120	26	28	55%	61	41%
	2003	12	118	31	28	55%	54	36%
	2004	12	121	26	28	55%	53	35%
	2005	12	122	26	28	55%	53	35%
	2006	12	122	28	27	54%	55	37%
	2007	12	118	28	28	55%	52	35%
2008	12	119	30	29	58%	69	46%	
Limite Máximo Permissible				50 µg/m³ Promedio 3Años			150 µg/m³ Percentil 98	
80% de Norma				40 µg/m ³			120 µg/m ³	

Información Base: SEREMI Salud, CONAMA V Región

1. Promedio trianual solo aplicable del año 2004 en adelante, Res. 1924/2000 SSVQ

2. Hasta año 1998 calculado con normativa D.S.185/91 a partir de 1999 calculado con D.S. 59/98 considerando percentil 98 de los promedios de 24 horas de un año

Tabla 4-11
Cumplimiento Norma Primaria Anual y Diaria de MP₁₀ Estación Los Maitenes

Estación	Año	Meses Medidos N°	N° Días Válidos	Norma Primaria MP ₁₀				
				Norma Anual (1)			Norma Diaria (2)	
				Promedio Anual µg/m ³	Promedio Trianual µg/m ³	% Norma	Concentración 24 Horas µg/m ³	% Norma
Los Maitenes	-	-	-	-	-	-	-	-
	1994	12	120	65	-	-	152	101%
	1995	12	117	64	-	-	220	147%
	1996	12	118	48	59	118%	259	173%
	1997	12	118	44	52	104%	128	85%
	1998	12	119	49	47	93%	194	129%
	1999	12	120	41	44	88%	113	75%
	2000	12	120	36	42	83%	92	61%
	2001	12	121	32	36	72%	73	49%
	2002	12	121	35	34	68%	121	81%
	2003	12	117	33	33	67%	57	38%
	2004	12	122	29	32	65%	63	42%
	2005	12	120	32	31	63%	76	51%
	2006	12	121	38	33	66%	101	67%
	2007	12	121	35	35	70%	66	44%
2008	12	122	36	37	73%	89	59%	
Limite Máximo Permissible				50 µg/m³ Promedio 3Años			150 µg/m³ Percentil 98	
80% de Norma				40 µg/m ³			120 µg/m ³	

Información Base: SEREMI Salud, CONAMA V Región

1. Promedio trianual solo aplicable del año 2004 en adelante, Res. 1924/2000 SSVQ

2. Hasta año 1998 calculado con normativa D.S.185/91 a partir de 1999 calculado con D.S. 59/98 considerando percentil 98 de los promedios de 24 horas de un año

En el Gráfico 4-4 se observa que respecto a la norma diaria de MP₁₀, todas las estaciones están bajo el nivel de saturación a partir del año 2000. y bajo el nivel de latencia ha partir del año 2003. Lo obstante la estación La Greda presentó niveles de latencia en el año 2006, saliendo de esta condición durante el periodo 2007-2008.

Respecto a la norma anual de MP₁₀ en el Gráfico 4-5 se observa que todas las estaciones están bajo el nivel de saturación a partir del año 2002. Sin embargo, la estación La Greda registra concentraciones sobre el nivel de latencia desde el año 1993 hasta el año 2006, siendo el más preocupante los niveles presentados durante el año 2008 con un 93% de la norma. Es decir, valores cercanos a la saturación.

Gráfico 4-4
Red Ventanas MP10 Norma Primaria Diaria

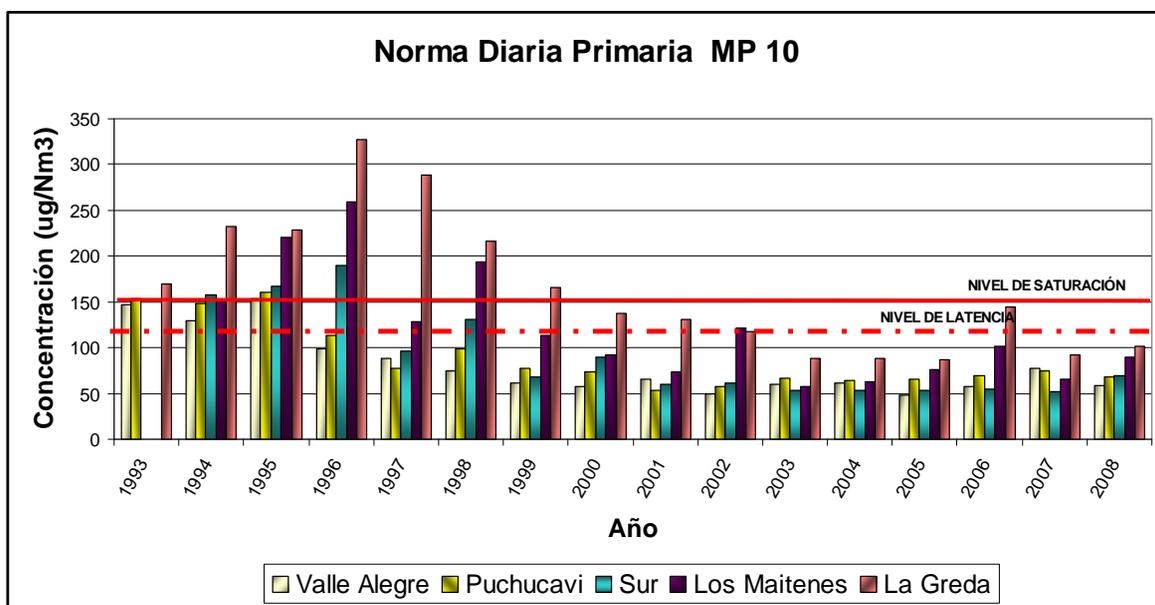
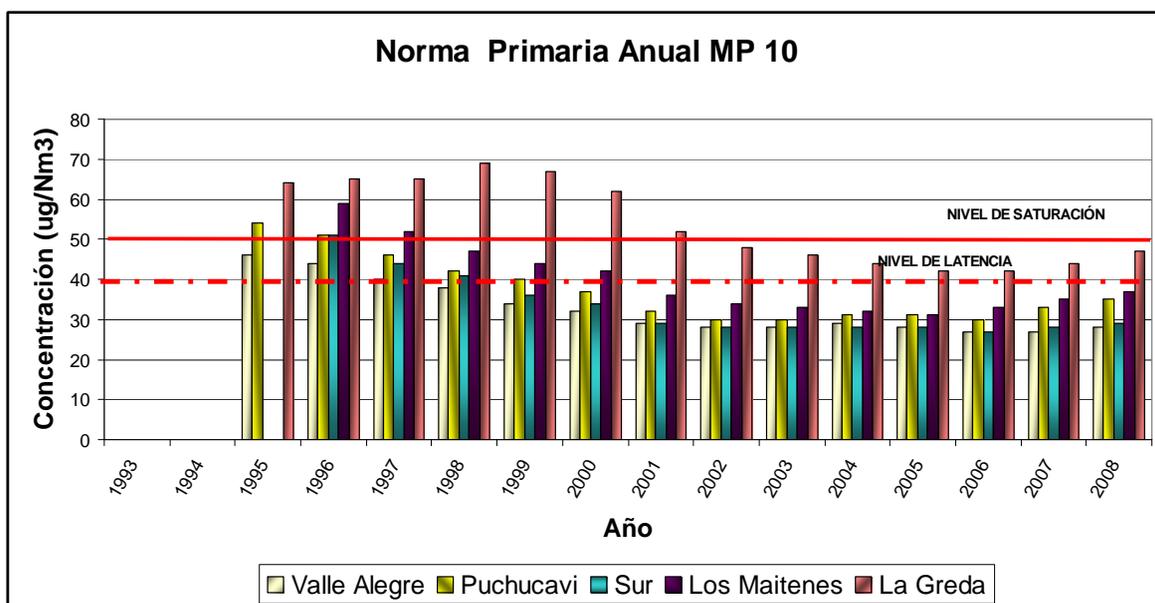


Gráfico 4-5
Red Ventanas MP10 Norma Primaria Anual



4.3.1.2 Concentraciones de SO₂

Desde la Tabla 4-12 a la Tabla 4-16 se muestra el cumplimiento de la norma primaria de SO₂, para cada una de las estaciones de la Red Ventanas.

Tabla 4-12
Cumplimiento Norma Primaria Anual y Diaria de SO₂ Estación Puchuncaví

Estación	Año	N° Meses	Días Válidos	Norma Primaria SO ₂					
				Norma Anual			Norma Diaria		
				Promedio Anual µg/m ³	Promedio Trianual µg/m ³ (¹)	% Norma	Percentil 99 µg/m ³	Promedio Trianual µg/m ³ (¹)	% Norma
Puchuncaví	1993	12	365	99	-	-	357	-	-
	1994	12	365	115	-	-	365	-	-
	1995	12	360	137	117	146%	456	393	157%
	1996	12	366	144	132	165%	478	433	173%
	1997	12	365	98	126	158%	390	441	177%
	1998	12	365	52	98	123%	170	346	138%
	1999	12	364	35	62	77%	117	226	90%
	2000	12	366	42	43	54%	127	138	55%
	2001	12	365	24	34	42%	96	113	45%
	2002	12	365	22	29	36%	65	96	38%
	2003	12	365	16	21	26%	54	72	29%
	2004	12	366	22	20	25%	128	82	33%
	2005	12	365	17	18	23%	54	79	31%
	2006	12	365	26	22	27%	79	87	35%
	2007	12	365	29	24	30%	88	74	29%
2008	12	366	31	29	36%	95	87	35%	
Limite Máximo Permissible				80 µg/m³			250 µg/m³		
80% de Norma				64 µg/m ³			200 µg/m ³		

Información Base: Información SAG, Servicio de Salud Viña del Mar-Quillota, CONAMA V Región
Evaluación realizada según D.S. N°113/02 de MINSEGPRES

Tabla 4-13
Cumplimiento Norma Primaria Anual y Diaria de SO₂ Estación La Greda

Estación	Año	N° Meses	Días Válidos	Norma Primaria SO ₂					
				Norma Anual			Norma Diaria		
				Promedio Anual µg/m ³	Promedio Trianual µg/m ³ (¹)	% Norma	Percentil 99 µg/m ³	Promedio Trianual µg/m ³ (¹)	% Norma
La Greda	1993	12	364	83	-	-	574	-	-
	1994	12	365	67	-	-	390	-	-
	1995	12	360	123	91	113%	663	542	217%
	1996	12	366	106	99	123%	626	560	224%
	1997	12	365	43	91	114%	462	584	233%
	1998	12	365	20	57	71%	127	405	162%
	1999	12	364	24	29	37%	149	246	98%
	2000	12	365	24	23	29%	116	130	52%
	2001	12	365	27	25	32%	223	163	65%
	2002	12	365	16	22	28%	101	147	59%
	2003	12	365	16	20	25%	124	149	60%
	2004	12	366	15	16	20%	95	107	43%
	2005	12	365	17	16	20%	87	102	41%
	2006	12	365	28	20	25%	106	96	38%
	2007	12	365	27	24	30%	111	101	41%
2008	12	366	33	29	37%	155	124	50%	
Limite Máximo Permissible				80 µg/m³			250 µg/m³		
80% de Norma				64 µg/m ³			200 µg/m ³		

Información Base: Información SAG, Servicio de Salud Viña del Mar-Quillota, CONAMA V Región
Evaluación realizada según D.S. N°113/02 de MINSEGPRES

Tabla 4-14
Cumplimiento Norma Primaria Anual y Diaria de SO₂ Estación Valle Alegre

Estación	Año	N° Meses	Días Válidos	Norma Primaria SO ₂					
				Norma Anual			Norma Diaria		
				Promedio Anual µg/m ³	Promedio Trianual µg/m ³ ⁽¹⁾	% Norma	Percentil 99 µg/m ³	Promedio Trianual µg/m ³ ⁽¹⁾	% Norma
Valle Alegre	1993	12	365	76	-	-	348	-	-
	1994	12	365	90	-	-	407	-	-
	1995	12	359	104	90	112%	450	402	161%
	1996	12	366	124	106	132%	532	463	185%
	1997	12	365	74	101	126%	297	426	171%
	1998	12	365	42	80	100%	164	331	132%
	1999	12	364	20	45	56%	85	182	73%
	2000	12	366	20	27	34%	78	109	44%
	2001	12	365	14	18	22%	45	69	28%
	2002	12	365	9	14	18%	29	51	20%
	2003	12	365	7	10	12%	22	32	13%
	2004	12	366	7	8	10%	22	24	10%
	2005	12	365	13	9	12%	63	35	14%
	2006	12	362	18	13	16%	65	50	20%
2007	12	365	26	19	24%	73	67	27%	
2008	12	365	25	23	29%	96	78	31%	
Limite Máximo Permissible				80 µg/m³			250 µg/m³		
80% de Norma				64 µg/m ³			200 µg/m ³		

Información Base: Información SAG, Seremi de Salud, CONAMA V Región
 Evaluación realizada según D.S. N°113/02 de MINSEGPRES

Tabla 4-15
Cumplimiento Norma Primaria Anual y Diaria de SO₂ Estación Sur

Estación	Año	N° Meses	Días Válidos	Norma Primaria SO ₂					
				Norma Anual			Norma Diaria		
				Promedio Anual µg/m ³	Promedio Trianual µg/m ³ ⁽¹⁾	% Norma	Percentil 99 µg/m ³	Promedio Trianual µg/m ³ ⁽¹⁾	% Norma
Sur	1993	7	212	135	-	-	581	-	-
	1994	12	365	141	-	-	643	-	-
	1995	12	360	188	155	193%	843	689	276%
	1996	12	366	227	185	232%	936	807	323%
	1997	12	365	130	182	227%	670	816	326%
	1998	12	365	76	145	181%	377	661	264%
	1999	12	364	41	82	103%	181	409	164%
	2000	12	366	63	60	75%	247	268	107%
	2001	12	365	57	54	67%	345	258	103%
	2002	12	365	38	53	66%	177	256	103%
	2003	12	365	33	43	53%	135	219	88%
	2004	12	366	27	33	41%	133	148	59%
	2005	12	365	31	30	37%	187	151	61%
	2006	12	363	46	34	43%	166	162	65%
2007	12	357	38	38	48%	188	180	72%	
2008	12	365	47	44	55%	257	204	82%	
Limite Máximo Permissible				80 µg/m³			250 µg/m³		
80% de Norma				64 µg/m ³			200 µg/m ³		

Información Base: Información SAG, Seremi de Salud, CONAMA V Región
 Evaluación realizada según D.S. N°113/02 de MINSEGPRES

Tabla 4-16
Cumplimiento Norma Primaria Anual y Diaria de SO₂ Estación Los Maitenes

Estación	Año	N° Meses	Días Válidos	Norma Primaria SO ₂					
				Norma Anual			Norma Diaria		
				Promedio Anual µg/m ³	Promedio Trianual µg/m ³ (¹)	% Norma	Percentil 99 µg/m ³	Promedio Trianual µg/m ³ (¹)	% Norma
Los Maitenes	1993	8	157	170	-	-	711	-	-
	1994	12	364	179	-	-	643	-	-
	1995	12	360	239	196	245%	844	733	293%
	1996	12	366	260	226	283%	976	821	329%
	1997	12	365	140	213	266%	767	863	345%
	1998	12	365	89	163	204%	314	686	274%
	1999	12	364	52	94	117%	209	430	172%
	2000	12	366	66	69	86%	265	263	105%
	2001	12	365	74	64	80%	354	276	111%
	2002	12	365	48	62	78%	174	265	106%
	2003	12	365	31	51	63%	124	217	87%
	2004	12	366	34	38	47%	134	144	58%
	2005	12	365	36	34	42%	128	129	51%
	2006	12	365	50	40	50%	191	151	60%
2007	12	363	55	47	59%	200	173	69%	
2008	12	363	61	55	69%	206	199	80%	
Limite Máximo Permisible				80 µg/m³			250 µg/m³		
80% de Norma				64 µg/m ³			199 µg/m ³		

Información Base: Información SAG, , Seremi de Salud, CONAMA V Región

En el Gráfico 4-6 se muestra el cumplimiento de norma anual de SO₂ en las estaciones de la Red Ventanas. Se observa una disminución de la concentración anual a partir del año 1997 a la fecha. Desde el año 1998 todas las estaciones registran concentraciones anuales bajo el nivel de saturación, y a partir del año 2002 se encuentran bajo el nivel de latencia.

En el Gráfico 4-7 se muestra el cumplimiento de norma diaria de SO₂ en las estaciones de la Red Ventanas. Se observa que a partir del año 2002 todas las estaciones registran valores bajo el nivel de saturación. Mientras que a partir del año 2003 todas las concentraciones registradas se encuentran bajo el nivel de latencia. Durante el año 2008, las estaciones Los Maitenes y Sur, registraron niveles de latencia.

Gráfico 4-6
Cumplimiento de Norma Primaria Anual SO₂ Red Ventanas

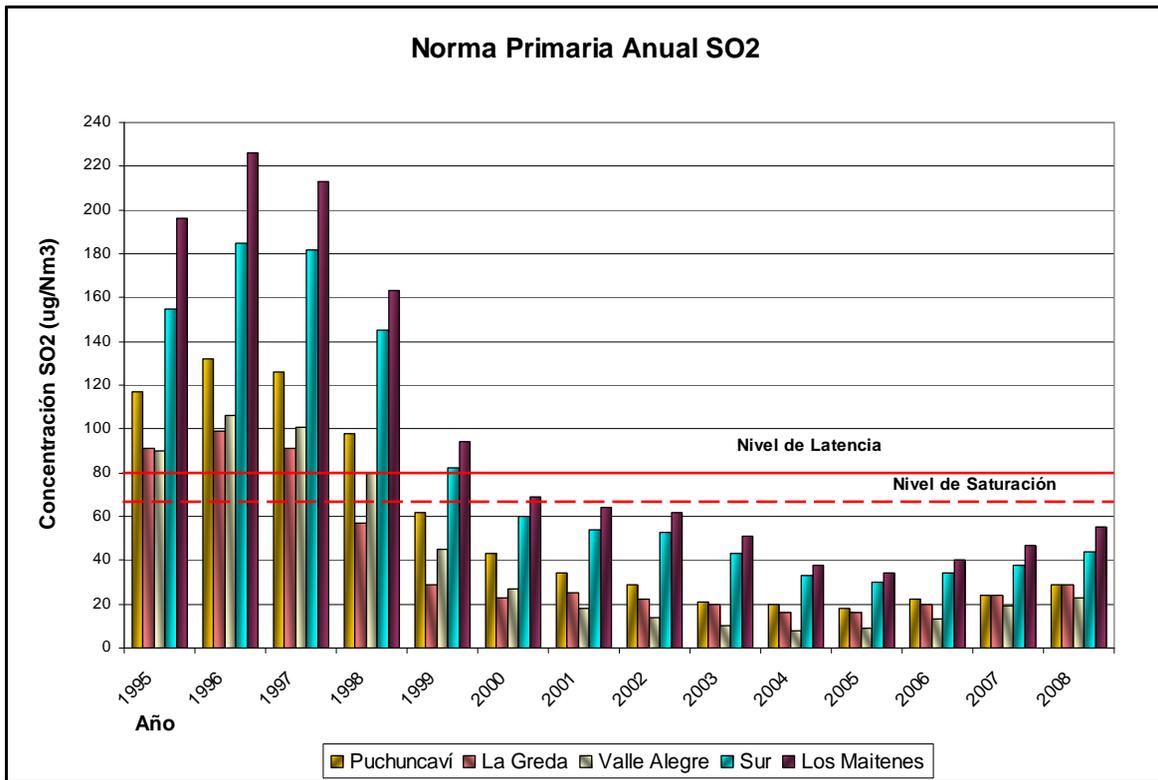
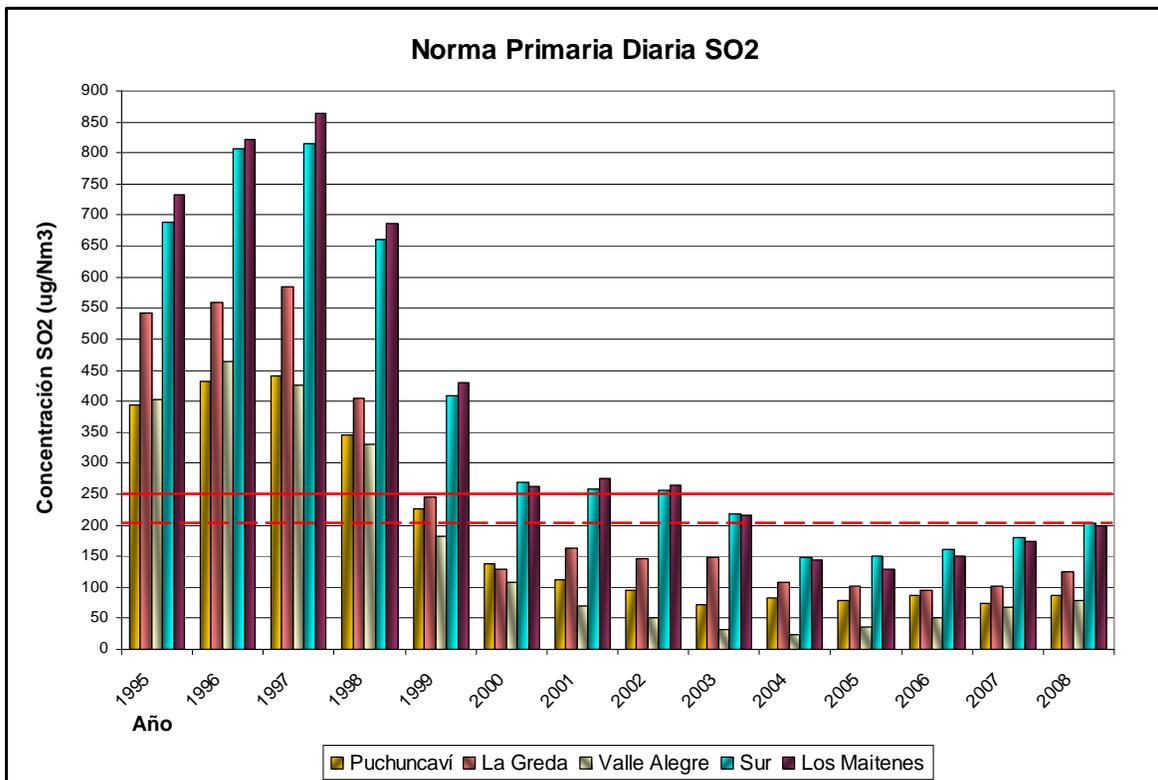


Gráfico 4-7
Cumplimiento de Norma Primaria Diaria de SO₂ Red Ventanas



4.3.1.3 Análisis de Tendencia por Estación de las Normas periodo 2000-2008

Desde los Grafico 4-8 al Gráfico 4-12 se muestra el comportamiento y la tendencia para las normas primarias y anual de Material Particulado y SO₂ durante el periodo 2000-2008, para cada una de las estaciones.

Gráfico 4-8
Tendencia Normas Primarias de Calidad del Aire Periodo 2000-2008
Estación Puchuncaví

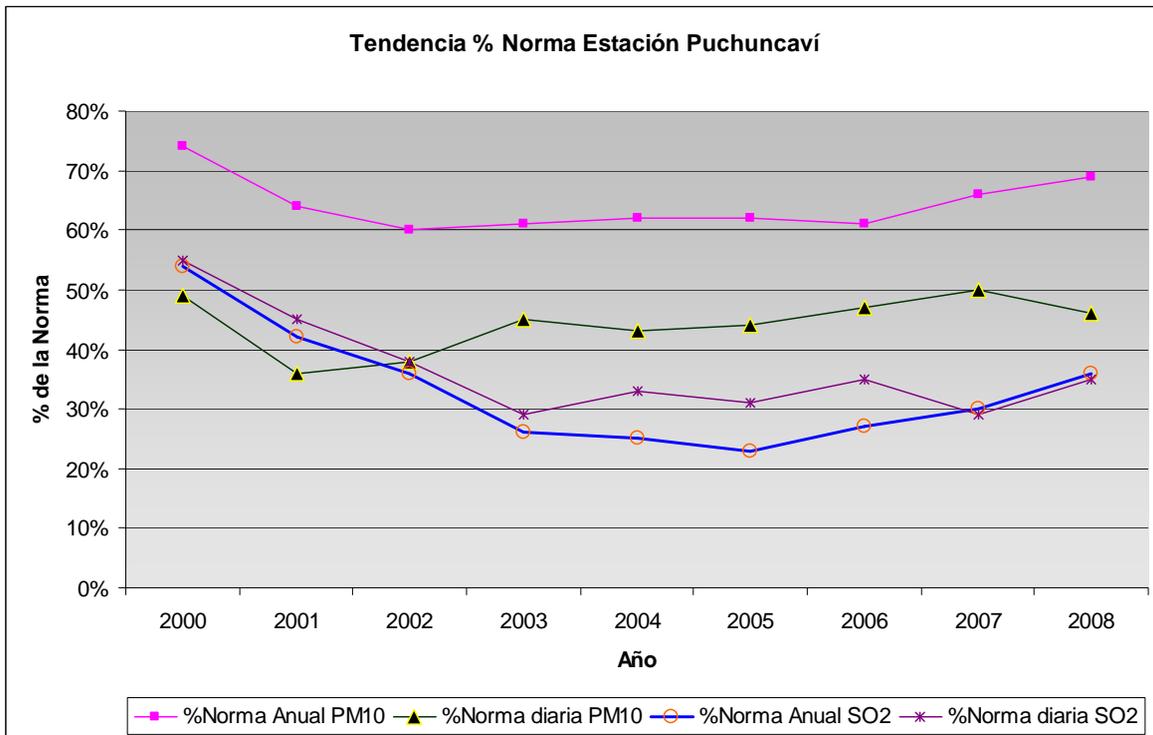


Gráfico 4-9
Tendencia Normas Primarias de Calidad del Aire Periodo 2000-2008
Estación La Greda

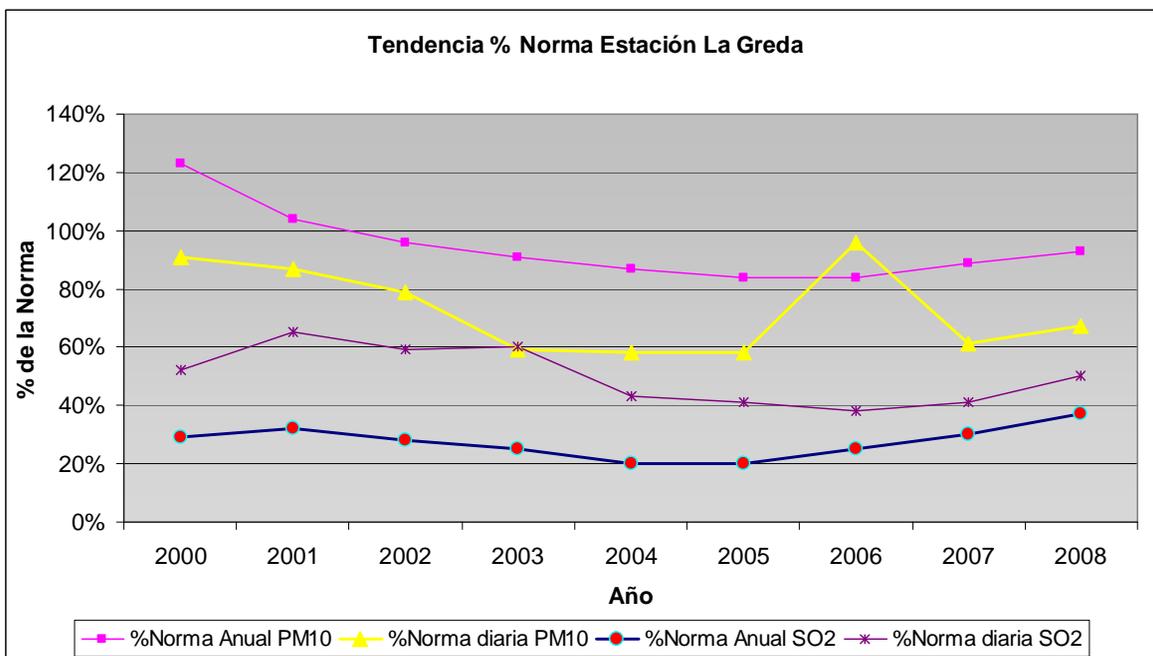


Gráfico 4-10
Tendencia Normas Primarias de Calidad del Aire Periodo 2000-2008
Estación Valle Alegre

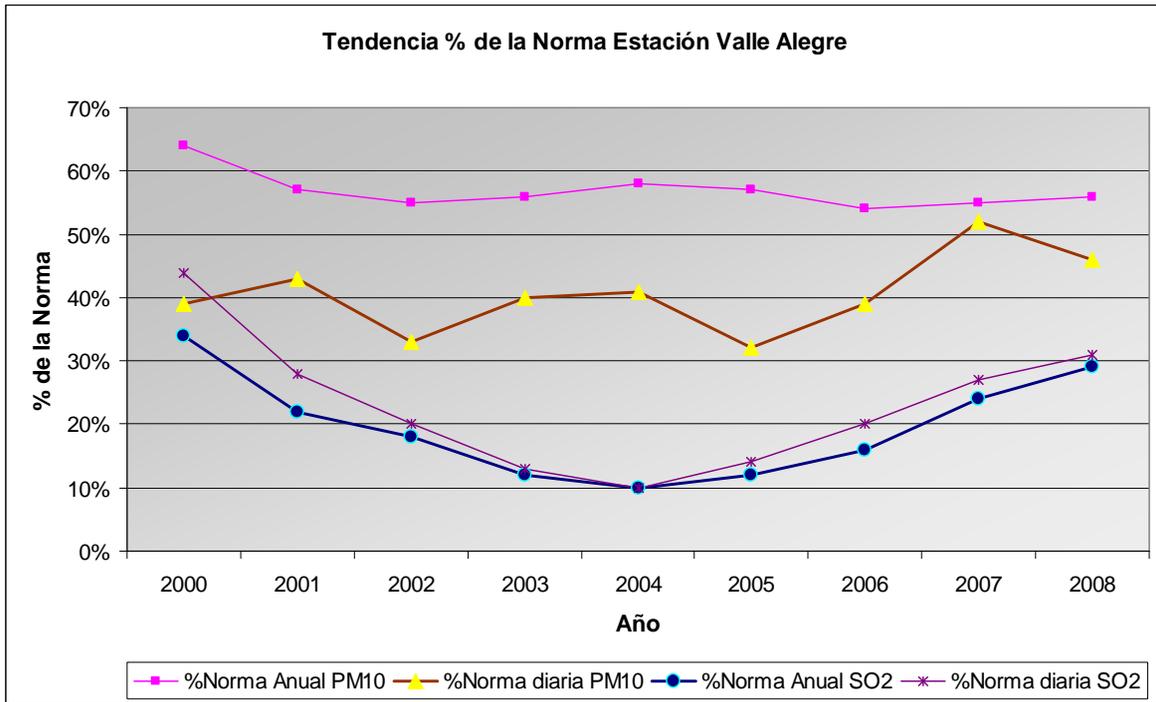


Gráfico 4-11
Tendencia Normas Primarias de Calidad del Aire Periodo 2000-2008
Estación Sur

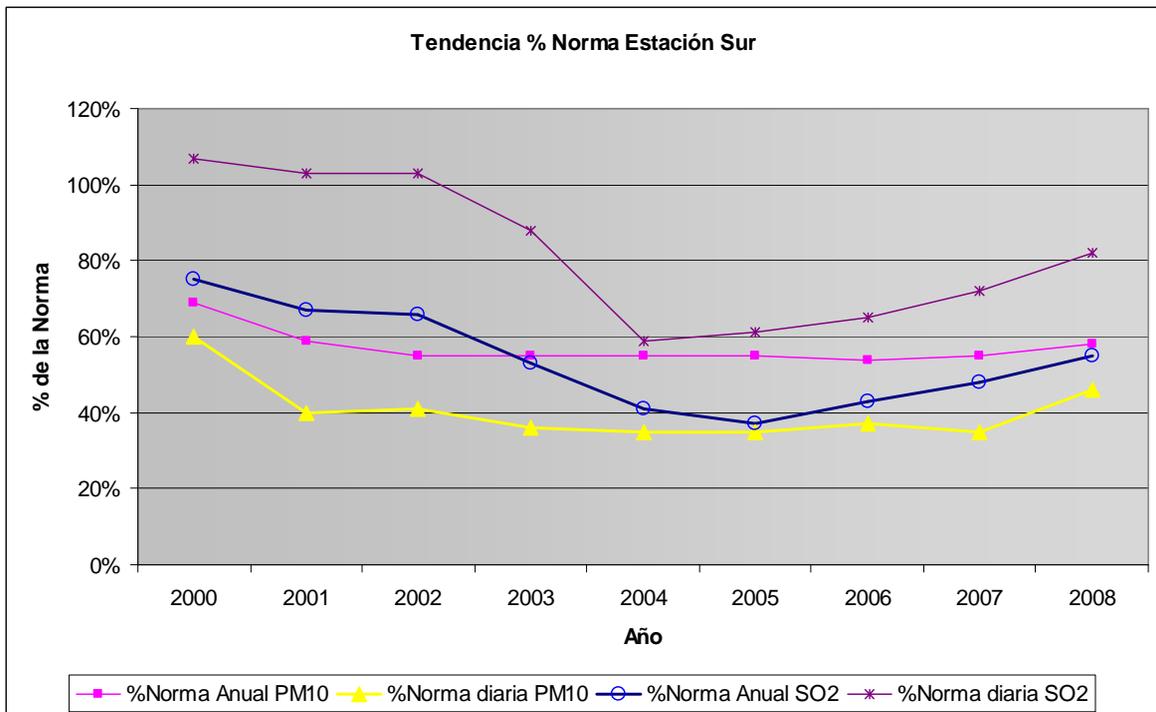
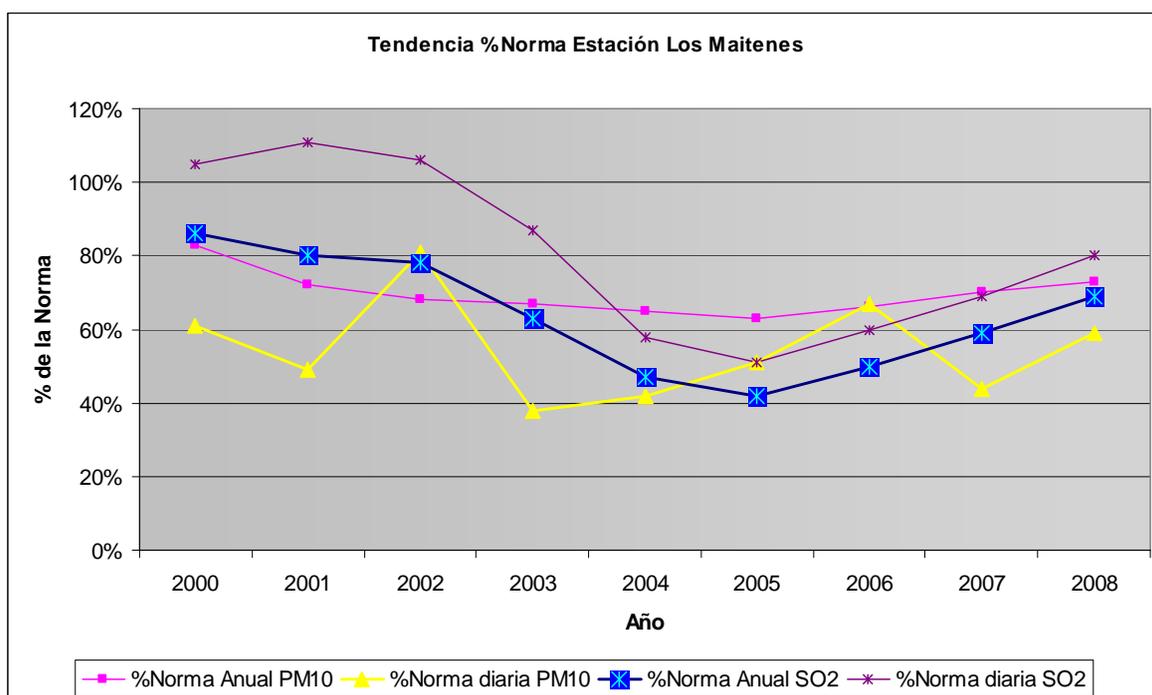


Gráfico 4-12
Tendencia Normas Primarias de Calidad del Aire Periodo 2000-2008
Estación Los Maitenes



De los gráficos anteriores, se observa para todas las estaciones una tendencia a incrementar los niveles de la Normativa Primaria D.S 113/02 y D.S 59/98 (% respecto de la norma) en la red Ventanas. Además, este incremento comienza a apreciarse entre el periodo 2004-2005.

Puchuncaví: Respecto del análisis anterior, se observa un incremento en los niveles de la norma anual y diaria de SO₂ y norma anual de MP₁₀. Respecto de la norma diaria de MP₁₀, ha tendido a disminuir en los últimos 8 años.

La Greda, Valle Alegre, Sur y Los Maitenes: En el caso de estas estaciones, se observa la tendencia al aumento en los niveles de las normas tanto diaria como anual para MP₁₀ y SO₂ respectivamente.

4.3.2 Norma Secundaria de Calidad del Aire

Las normas secundarias a evaluar en las estaciones de la Red Ventanas son:

- Norma Anual de dióxido de azufre (SO₂), D.S. N°185/91.
- Norma Diaria de dióxido de azufre (SO₂), D.S. N°185/91.
- Norma Horaria de dióxido de azufre (SO₂), D.S. N°185/91.

Desde la Tabla 4-17a la Tabla 4-21, se evalúa los valores de la norma secundaria para SO₂ en la red ventana.

Tabla 4-17
Cumplimiento de Norma Secundaria Anual, Diaria y Horaria de SO₂ Estación Puchuncavi

Estación	Año	N° Meses	Días Válidos	Norma Secundaria SO ₂							
				Norma Anual		Norma Diaria			Conc. Máx 1 Hora		
				Media Anual µg/m ³	% Norma	Máx. µg/m ³	% Norma	N° Exced.	Máx. µg/m ³	% Norma	N° Exced.
Puchuncaví	1993	12	365	99	124%	444	122%	3	3554	355%	107
	1994	12	365	115	144%	565	155%	5	3605	361%	150
	1995	12	360	137	171%	811	222%	14	5471	547%	199
	1996	12	366	144	180%	790	216%	19	4160	416%	215
	1997	12	365	98	123%	668	183%	6	2962	296%	106
	1998	12	365	52	65%	263	72%	0	2125	212%	17
	1999	12	364	35	44%	152	42%	0	821	82%	0
	2000	12	366	42	52%	172	47%	0	1414	141%	2
	2001	12	365	24	30%	140	38%	0	1106	111%	2
	2002	12	365	22	27%	93	26%	0	805	81%	0
	2003	12	365	16	20%	78	21%	0	746	75%	0
	2004	12	366	22	27%	148	41%	0	859	86%	0
	2005	12	365	17	21%	79	22%	0	455	46%	0
	2006	12	365	26	33%	100	27%	0	570	57%	0
	2007	12	365	29	36%	96	26%	0	590	59%	0
2008	12	365	31	39%	104	28%	0	1113	111%	1	
Limite Máximo Permisible				80 µg/m³ Año		365 µg/m³ Día			1000 µg/m³ hora		
80% de Norma				64 µg/m ³		292 µg/m ³			800 µg/m ³		

Información Base: Información SAG, SEREMI de Salud Región de Valparaíso, CONAMA V Región

Tabla 4-18
Cumplimiento de Norma Secundaria Anual, Diaria y Horaria de SO₂ Estación La Greda

Estación	Año	N° Meses	Días Válidos	Norma Secundaria SO ₂							
				Norma Anual		Norma Diaria			Conc. Máx 1 Hora		
				Media Anual µg/m ³	% Norma	Máx. µg/m ³	% Norma	N° Exced.	Máx. µg/m ³	% Norma	N° Exced.
La Greda	1993	12	364	83	104%	1108	304%	12	7003	700%	142
	1994	12	365	67	83%	686	188%	5	3725	373%	86
	1995	12	360	123	153%	1229	337%	24	8982	898%	226
	1996	12	366	106	133%	791	217%	18	7427	743%	176
	1997	12	365	43	54%	538	147%	5	7296	730%	44
	1998	12	365	20	25%	178	49%	0	2399	240%	9
	1999	12	364	24	30%	283	78%	0	2693	269%	7
	2000	12	365	24	30%	181	50%	0	1690	169%	9
	2001	12	365	27	34%	320	88%	0	2451	245%	24
	2002	12	365	16	20%	145	40%	0	1618	162%	4
	2003	12	365	16	21%	168	46%	0	1023	102%	2
	2004	12	366	15	19%	169	46%	0	953	95%	0
	2005	12	365	17	22%	100	27%	0	861	86%	0
	2006	12	365	28	35%	158	43%	0	1529	153%	2
	2007	12	365	27	34%	224	61%	0	1337	134%	2
2008	12	365	33	42%	268	74%	0	2137	214%	6	
Limite Máximo Permisible				80 µg/m³ Año		365 µg/m³ Día			1000 µg/m³ hora		
80% de Norma				64 µg/m ³		292 µg/m ³			800 µg/m ³		

Información Base: Información SAG, SEREMI de Salud Región de Valparaíso, CONAMA V Región

Tabla 4-19
Cumplimiento de Norma Secundaria Anual, Diaria y Horaria de SO₂ Estación Valle Alegre

Estación	Año	N° Meses	Días Válidos	Norma Secundaria SO ₂							
				Norma Anual		Norma Diaria			Conc. Máx 1 Hora		
				Media Anual µg/m ³	% Norma	Máx. µg/m ³	% Norma	N° Exced.	Máx. µg/m ³	% Norma	N° Exced.
Valle Alegre	1993	12	365	76	95%	452	124%	2	2896	290%	60
	1994	12	365	90	112%	745	204%	7	2989	299%	119
	1995	12	359	104	130%	973	266%	11	3176	318%	184
	1996	12	366	124	155%	1018	279%	14	5881	588%	238
	1997	12	365	74	93%	439	120%	2	3280	328%	90
	1998	12	365	42	52%	450	123%	1	2768	277%	20
	1999	12	364	20	25%	140	38%	0	947	95%	0
	2000	12	366	20	25%	112	31%	0	627	63%	0
	2001	12	365	14	17%	62	17%	0	520	52%	0
	2002	12	365	9	11%	71	19%	0	258	26%	0
	2003	12	365	7	9%	49	13%	0	205	21%	0
	2004	12	366	7	9%	46	13%	0	284	28%	0
	2005	12	365	13	16%	96	26%	0	412	41%	0
	2006	12	362	18	22%	79	22%	0	417	42%	0
	2007	12	365	25	31%	108	30%	0	507	51%	0
2008	12	365	25	31%	149	41%	0	678	68%	0	
Limite Máximo Permissible				80 µg/m³ Año		365 µg/m³ Día			1000 µg/m³ hora		
80% de Norma				64 µg/m ³		292 µg/m ³			800 µg/m ³		

Información Base: Información SAG, SEREMI de Salud Región de Valparaíso, CONAMA V Región

Tabla 4-20
Cumplimiento de Norma Secundaria Anual, Diaria y Horaria de SO₂ Estación Sur

Estación	Año	N° Meses	Días Válidos	Norma Secundaria SO ₂							
				Norma Anual		Norma Diaria			Conc. Máx 1 Hora		
				Media Anual µg/m ³	% Norma	Máx. µg/m ³	% Norma	N° Exced.	Máx. µg/m ³	% Norma	N° Exced.
Sur	1993	7	212	135	169%	736	202%	18	4863	486%	95
	1994	12	365	141	176%	923	253%	26	8535	854%	239
	1995	12	360	188	235%	1315	360%	58	7586	759%	388
	1996	12	366	227	284%	1826	500%	75	11619	1162%	525
	1997	12	365	130	162%	1166	319%	25	6091	609%	187
	1998	12	365	76	95%	831	228%	5	9048	905%	77
	1999	12	364	41	52%	278	76%	0	1817	182%	9
	2000	12	366	63	78%	332	91%	0	3205	321%	24
	2001	12	365	57	71%	578	158%	2	4908	491%	44
	2002	12	365	38	48%	351	96%	0	1904	190%	7
	2003	12	365	33	41%	181	50%	0	1250	125%	3
	2004	12	366	27	33%	170	47%	0	896	90%	0
	2005	12	365	31	38%	262	72%	0	2973	297%	1
	2006	12	363	46	58%	252	69%	0	1306	131%	4
	2007	12	365	38	48%	211	58%	0	1200	120%	3
2008	12	365	47	59%	314	86%	0	1854	185%	10	
Limite Máximo Permissible				80 µg/m³ Año		365 µg/m³ Día			1000 µg/m³ hora		
80% de Norma				64 µg/m ³		292 µg/m ³			800 µg/m ³		

Información Base: Información SAG, SEREMI de Salud Región de Valparaíso, CONAMA V Región

Tabla 4-21
Cumplimiento de Norma Secundaria Anual, Diaria y Horaria de SO₂ Estación Los Maitenes

Estación	Año	N° Meses	Días Válidos	Norma Secundaria SO ₂							
				Norma Anual		Norma Diaria			Conc. Máx 1 Hora		
				Media Anual µg/m ³	% Norma	Máx. µg/m ³	% Norma	N° Exced.	Máx. µg/m ³	% Norma	N° Exced.
Los Maitenes	1993	8	157	170	212%	920	252%	15	4040	404%	169
	1994	12	364	179	224%	811	222%	40	8363	836%	396
	1995	12	360	239	299%	1215	333%	84	6344	634%	579
	1996	12	366	260	325%	1247	342%	92	7638	764%	620
	1997	12	365	140	175%	1071	294%	25	10199	1020%	275
	1998	12	365	89	111%	482	132%	2	6978	698%	117
	1999	12	364	52	65%	424	116%	1	4883	488%	27
	2000	12	366	66	82%	400	109%	1	3783	378%	70
	2001	12	365	74	92%	430	118%	2	4031	403%	105
	2002	12	365	48	59%	270	74%	0	1933	193%	21
	2003	12	365	31	39%	144	40%	0	1674	167%	9
	2004	12	366	34	43%	253	69%	0	4968	497%	4
	2005	12	365	36	45%	148	41%	0	1707	171%	2
	2006	12	365	50	62%	204	56%	0	1767	177%	10
2007	12	365	55	69%	265	73%	0	2224	222%	17	
2008	12	365	61	76%	230	63%	0	1584	158%	17	
Limite Máximo Permissible				80 µg/m³ Año		365 µg/m³ Día			1000 µg/m³ hora		
80% de Norma				64 µg/m ³		292 µg/m ³			800 µg/m ³		

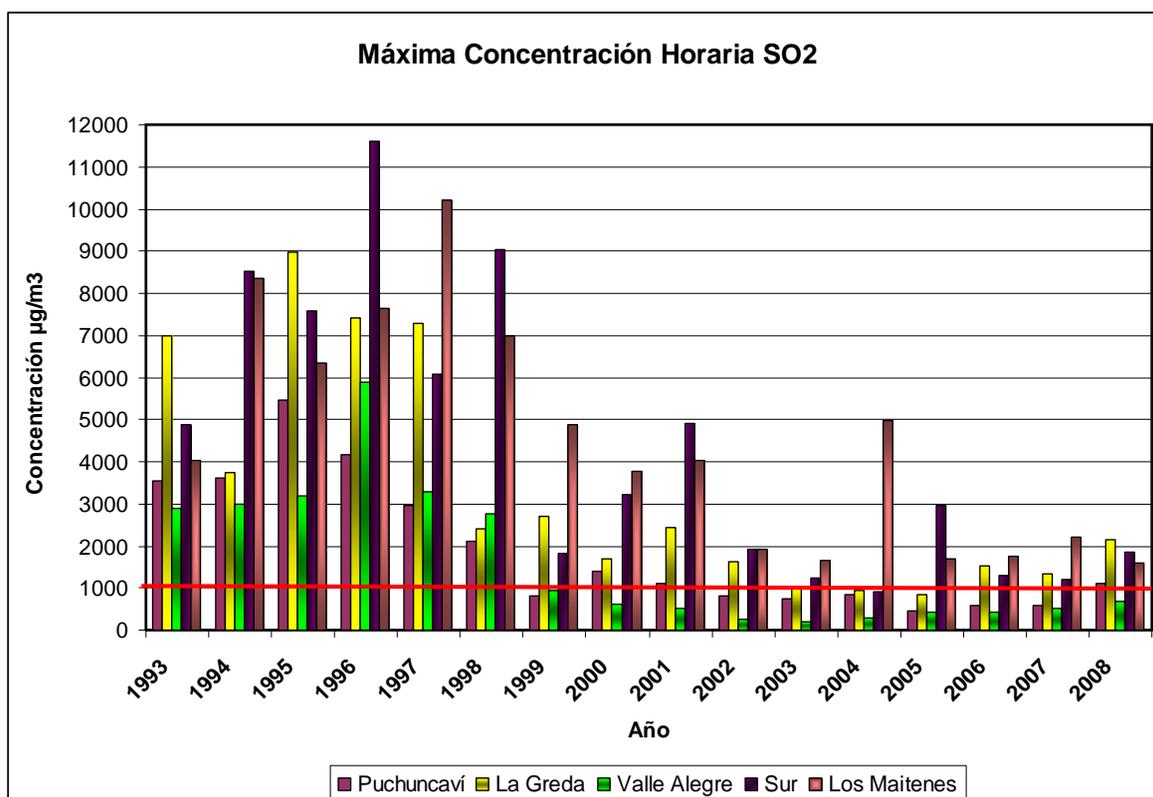
Información Base: Información SAG, SEREMI de Salud Región de Valparaíso, CONAMA V Región

En el Gráfico 4-13 se observa una disminución de la concentración máxima horaria registrada en la Red Ventanas en el período 1996 a 2006. Sin embargo, en todo el período de monitoreo se han registrando concentraciones sobre la norma horaria en al menos una estación de la Red Ventanas.

El número de excedencias se ve reducido desde el año 1996 (1766 excedencia) al 2005 (3 excedencias), sin embargo en el año 2008 este número incrementa llegando a registrarse 34 excedencias y 39 latencias.

Debido a que hasta la fecha de evaluación se sigue sobrepasando el nivel establecido por la norma horaria, la zona aun se encuentra con niveles de saturación para normativa secundaria de SO₂.

Gráfico 4-13
Red Ventana SO₂ Máxima Concentración Horaria (Norma Secundaria)



5 EPISODIOS CRITICOS O NIVELES DE EMERGENCIA

Los niveles de concentración horaria que generan situaciones de emergencia ambiental para Anhídrido Sulfuroso estaban definidos en el D.S. N°185/91 hasta el año 2002 y actualmente en el D.S. N°113/02. En la Tabla 5-1 se observan dichos niveles.

Tabla 5-1.
Niveles de Concentración Horaria que Generan Emergencia Ambiental

DECRETO	ALERTA	ADVERTENCIA	EMERGENCIA
N°185/91	1963 ug/m ³ N (0.75ppm)	2618 ug/m ³ N (1.0 ppm)	3927 ug/m ³ N (1.5 ppm)
N°113/02	1.962 - 2.615 µg/m ³ N (0,75 – 0,99 ppm)	2.616 – 3.923 µg/m ³ N (1,0 – 1,499 ppm)	3.924 µg/m ³ N o más (1,5 ppm o más)

Fuente: D.S. 185/91 Ministerio de Minería.

D.S. 113/02 MINSEGEPRES. Este Decreto redefinió los episodios críticos como emergencias ambientales, catalogándolos como nivel 1, nivel 2 y nivel 3.

En la Tabla 5.2 se muestra el número de episodios críticos ocurridos desde 1993 a la fecha. Se observa una notoria disminución de los episodios críticos a partir de 1997 a la fecha, los que en su mayoría corresponden a alertas y advertencias. Se observa un comportamiento similar para el periodo 2007-2008, constatándose solo una alerta.

Tabla 5-2
Número de episodios críticos por tipo

Decreto	Red	Año	Tipo de Episodio			Total
			Alerta	Advertencia	Emergencias	
D.S. 185/91	Ventanas	1993	69	25	5	99
		1994	117	58	15	190
		1995	196	130	48	374
		1996	258	158	67	483
		1997	75	41	17	133
		1998	21	21	6	48
		1999	5	1	1	7
		2000	10	3	0	13
		2001	21	12	3	36
D.S. 113/02	Ventanas	2002	0	0	0	0
		2003	0	0	0	0
		2004	0	0	2	2
		2005	0	1	0	1
		2006	0	0	0	0
		2007	1	0	0	1
		2008	1	0	0	1

Información Base: Información SAG V Región, SEREMI de Salud V Región, CONAMA V Región

6 CONCLUSIONES

6.1 METAS DE EMISIÓN.

- Las metas de reducción de emisiones de azufre, y por lo tanto de SO₂, fijadas por el **D.S. N° 252/92** a la Fundición y Refinería de Ventanas (FRV) han sido cumplidas siguiendo el cronograma de reducción establecido en dicho decreto y que establecía metas de emisión a cumplir hasta el año 1999.
- El límite de emisión de SO₂ fijado por el D.S. N° 252/92 a AES GENER S.A., de 1,13 Kg de SO₂ por millones de BTU, se cumple a partir del segundo semestre del año 1999. En el año 2008 se registran 4 excedencias a dicho límite.
- Las metas de reducción de emisiones de Material Particulado fijadas por el **D.S. N° 252/92** tanto a la Fundición y Refinería de Ventanas como a AES GENER S.A. han sido cumplidas por ambas empresas.

6.2 NORMA PRIMARIA DE CALIDAD DEL AIRE

Del análisis de los monitoreos de la Red Ventanas en el período comprendido entre el año 1993 al 2008 se concluye lo siguiente en lo que respecta a las normas primarias de calidad del aire (diarias y anuales):

- **Norma de SO₂ anual D.S.N°113/02**, se cumple y las concentraciones registradas están bajo el nivel de saturación y latencia.
- **Norma de SO₂ diaria D.S.N°113/02**, dos estaciones están en condiciones de latencia.
- **Norma de MP₁₀ diaria, D.S.N°59/98**, se cumple y las concentraciones registradas están bajo el nivel de saturación y latencia.
- **Norma de MP₁₀ anual, D.S.N°45/01** se registran niveles bajo saturación, pero sobre latencia.

En particular con respecto a cada norma primaria de calidad del aire, se puede concluir lo siguiente.

6.2.1 Norma de Calidad Primaria para Material Particulado MP₁₀

5.2.1.1 Norma Diaria de MP₁₀

- Año 2000: Todas las estaciones están bajo el nivel de saturación
- Período 2003-2008: Las 5 estaciones registraron nivel bajo latencia a partir del año 2003. Sin embargo, la Estación La Greda presentó latencia a la Norma Diaria en el año 2006 y bajo latencia durante el período 2007-2008.

5.2.1.1 Norma Anual de MP₁₀

- Período 2002-2008: A partir de este año, 4 de las 5 las estaciones están bajo el nivel de saturación a. Sin embargo, la estación **La Greda** registra concentraciones sobre el nivel de latencia desde el año 1993 hasta el año 2006, presentando en el año 2008, niveles cercanos a la saturación con un 93% de la norma.

6.2.2 Norma de Calidad Primaria para Anhídrido Sulfuroso SO₂

La norma de SO₂ establecidos por la normativa vigente D.S. N°113/02, comenzó a ser aplicable a partir del 06 de Marzo del 2006. A partir del análisis de los datos disponible es posible concluir lo siguiente.

5.2.2.1 Norma Anual de SO₂

- En lo que respecta al límite de concentración anual de SO₂, a partir del año 2000 la Red Ventanas registra valores bajo el nivel de saturación, y a partir del año 2002 bajo el nivel de latencia.

5.2.2.1 Norma Diaria de SO₂

- En lo que respecta al límite de concentración diaria de SO₂, a partir del año 2003 la Red Ventanas registra valores bajo el nivel de saturación, y a partir del año 2004 bajo el nivel de latencia.
- Respecto al año 2008, se registraron 2 estaciones con niveles de latencia.

6.2.3. EPISODIOS CRÍTICOS

A partir de los datos evaluados, años 1997 a 2006, se observa una disminución de los episodios críticos a partir de 1997 a la fecha. La mayoría de los episodios críticos corresponden a alertas y advertencias.

Se observa un comportamiento similar para el periodo 2007-2008, constatándose solo un episodio crítico correspondiente a alerta ambiental.

6.3 NORMA SECUNDARIA DE CALIDAD DEL AIRE

Respecto a la norma de calidad secundaria, se observa un incumplimiento de la norma horaria de SO₂ desde el año 1993 al 2008, Las concentraciones registradas se encuentran sobre el nivel de saturación.

Durante el año 2008, se registró un valor máximo de 2137 µg/m³ en la estación La Greda, situación que no se manifestaba desde el año 2001 cuyo valor alcanzó un máximo de 2451 µg/m³. Se debe destacar que en todo el período de monitoreo, se han registrando concentraciones sobre la norma horaria en al menos una estación de la Red Ventanas.

En lo que respecta al número de excedencias, se constata una drástica reducción de excedencias durante el periodo (1993-2001). Durante el año 2008 se observan 37 excedencias constatando que el nivel de estas, se elevó respecto de los 3 años anteriores según se indica en el Gráfico 6-1.

7 RECOMENDACIONES

Atendiendo a los antecedentes expuestos en esta evaluación se hacen las siguientes recomendaciones:

- Dar origen a la reformulación del plan de descontaminación en virtud del escenario actual en materia de calidad del aire en la zona, donde se registra el cumplimiento del cronograma de reducción de emisiones de Anhídrido Sulfuroso (SO₂) y Material Particulado (MP₁₀) para las empresas contempladas en el plan, y el empeoramiento paulatino de la calidad del aire durante los últimos 4 años.
- No modificar la condición de la zona establecida por el D.S. N°346/94, hasta no haber realizado la actualización del Plan de Descontaminación de Ventanas planteada en el punto anterior, en donde deberán quedar establecidos los nuevos límites de emisión asociados tanto a las fuentes que han sido parte del Plan, como a otras fuentes establecidas en la zona no consideradas en éste. Así mismo se deberán establecer los mecanismos de ingreso para fuentes nuevas y la incorporación el monitoreo y/o análisis de metales pesados y arsénico contenidas en el material particulado (análisis receptor).
- En virtud de que aun se registran excedencias horarias, y considerando que aun está vigente el D.S. N°185/91, se debe continuar con el Plan de Acción Operacional Ante Episodios Críticos aprobado por la Autoridad Sanitaria según Resolución N° 2161/95 del 18/07/1995.

ANEXOS

I. MAPA ZONA SATURADA Y ESTACIONES RED VENTANAS

Figura 1. Zona Saturada Establecida por D.S. N°346 y Cumplimiento de Normativa Estaciones de Red Ventanas, 2008.

