

**INFORME DE EVALUACIÓN PLAN DE
DESCONTAMINACIÓN DEL COMPLEJO
INDUSTRIAL LAS VENTANAS**

1993-2004

MAYO/2005

RESUMEN EJECUTIVO

En la zona de Ventanas se ubican la Central Ventanas en la actualidad propiedad de AES GENER S.A. (Ex CHILGENER) y la Fundición y Refinería Ventanas de propiedad de la Empresa Nacional de Minería (ENAMI). La primera corresponde a una central termoeléctrica a carbón y la segunda una fundición de cobre.

El D.S. N°185/92 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°185/92 se declaró la zona como saturada en material particulado respirable (MP10) y dióxido de azufre (SO₂) el año 1994.

Las empresas CHILGENER (actual AES. GENER S.A.), y ENAMI Fundición y Refinería Ventanas ya había presentado un plan de descontaminación que fue aprobado por el D.S. N°252/92 el año 1993, conjuntamente el decreto fijaba un cronograma de reducción de emisiones de SO₂ y MP10, el cual fijaba metas de emisión de Azufre hasta el año 1998 y de material particulado hasta el año 1999.

Las principales medidas implementadas por AES GENER S.A. consideraron la instalación de un precipitador electrostático y la disminución del contenido de azufre y ceniza en el carbón, dichas medidas fueron implementadas entre los años 1995 y 1996. En el caso de la Fundición Ventanas de ENAMI, las medidas incluyeron la implementación de una planta de ácido, la instalación de un horno eléctrico, así como el manejo de los gases de los Convertidores y el Horno Eléctrico, dichos cambios fueron implementados entre los años 1996 y 1999.

Las medidas implementadas produjeron una significativa reducción de las emisiones de material particulado y SO₂ en la zona de Ventanas. En lo que respecta a material particulado, a partir del año 2000 las emisiones se encuentran por debajo de las 1.500 Ton/año, lo que representa un 5.6% de las emisiones del año 1996, o lo que es equivalente una reducción aproximada de un 94,4 % de las emisiones de material particulado de la zona. En lo que respecta a SO₂, a partir del año 2000 las emisiones se encuentran bajo la 40.000 Ton/año, lo que representa un 32% de las emisiones del año 1996, o lo que es equivalente una reducción aproximada de un 68% de las emisiones de SO₂ de la zona.

De los análisis de los monitoreos de la Red Ventana en el período comprendido entre el año 1993 al 2004 se concluye lo siguiente:

- Norma de SO₂ anual y diaria, tanto actual (D.S.N°185/92) como futura (D.S.N°113/03), se cumple y las concentraciones registradas están bajo el nivel de saturación y latencia.
- Norma de MP10 diaria (D.S.N°59/98 y D.S.N°45/01), se cumple y las concentraciones registradas están bajo el nivel de saturación y latencia.
- Norma de MP10 Anual (D.S.N°59/ 98 y D.S.N°45/01) registra niveles bajo saturación, pero sobre latencia.

Respecto a la norma de calidad secundaria, se observa un incumplimiento de la norma horaria de SO₂ desde el año 1993 al 2004, las concentraciones registradas se encuentran sobre el nivel de saturación.

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

- Modificar la condición de la zona establecida por el D.S. N°346/94 desde una condición de "Zona Saturada por anhídrido sulfuroso (SO₂) y Material Particulado Respirable". A una de Zona Saturada para norma secundaria

horaria de SO₂ y Zona Latente para norma primaria anual de material particulado respirable (MP10).

- No modificar la zona establecida por el D.S. N°346/94 hasta no contar con antecedentes para definir los límites de la nueva zona. Para lo cual debería realizarse al menos una mejora del inventario de emisiones en la zona, así como modelaciones con modelos de dispersión.
- Realizar una actualización del Plan de Descontaminación del Complejo Industrial Las Ventanas establecido por el D.S. N° 252/92, en virtud de que se ha dado cabal cumplimiento al cronograma de reducción de emisiones de SO₂ y Material Particulado, pero no se ha logrado un cumplimiento total de las normativas de calidad del aire en la zona, siendo esto el objetivo último del Plan.
- Considerando que desde el año 1993 a la fecha se han incorporado a la zona, nuevas industrias cuyas emisiones no fueron consideradas en el Plan de Descontaminación del Complejo Industrial Las Ventanas establecido por el D.S. N° 252/92. Para la redefinición del plan es necesario realizar estudios que permitan definir la responsabilidad en las emisiones de todas las fuentes en el área, y las nuevas medidas que se impondrán para recuperar los niveles de calidad del aire en la zona.
- En virtud de que aun se registran excedencias horarias, y considerando que aun es vigente el D.S. N°185/92. Se debe continuar con el Plan de Acción Ante Episodios Críticos aprobado por la autoridad sanitaria según Resolución N° 2161/95 del 18/07/1995 del Servicio de Salud Viña del Mar Quillota.

INDICE GENERAL

1.	ANTECEDENTES GENERALES	1
2.	PLAN DE DESCONTAMINACIÓN DE VENTANAS	1
2.1.	CRONOGRAMA DE REDUCCION DE EMISIONES DE AZUFRE	1
2.2.	CRONOGRAMA DE REDUCCIÓN DE EMISIONES DE MATERIAL PARTICULADO	2
2.3.	PLAN DE ACCIÓN DE OPERACIÓN ANTE EPISODIOS CRITICOS.....	2
2.4.	CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN DE ACCIONES.....	3
2.4.1.	ENAMI Fundición Ventanas	3
2.4.2.	AES GENER S.A.....	4
3.	EMISIONES	4
3.1.	REDUCCIÓN DE EMISIONES	4
3.2.	CUMPLIMIENTO DE LIMITES DE EMISIONES	6
3.2.1.	ENAMI Ventanas	6
3.2.2.	Cumplimiento de Emisiones de Material Particulado ENAMI	6
3.2.3.	Cumplimiento de Emisiones de SO ₂ ENAMI	7
3.2.4.	AES GENER S.A.....	8
3.2.5.	Cumplimiento de Emisiones de Material Particulado AES GENER S.A.	8
3.2.6.	Cumplimiento de Emisiones de SO ₂ AES GENER S.A.	9
4.	CALIDAD DEL AIRE	10
4.1.	NORMATIVA DE CALIDAD DE AIRE VIGENTE	10
4.1.1.	Normativa de SO ₂	10
4.1.2.	Normativa de MP10	10
4.2.	NUEVA NORMATIVA DE CALIDAD DE AIRE	11
4.2.1.	Normativa de SO ₂	11
4.3.	CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA DE CALIDAD DEL AIRE	11
4.3.1.	Análisis General de Calidad del Aire en Red Ventanas.....	11
4.3.1.1.	Cumplimiento de Normas Primarias Vigentes.....	11
4.3.1.2.	Cumplimiento de Normas Secundaria	13
4.3.1.3.	Cumplimiento de Nueva Normativa	14
4.3.2.	Análisis por Estaciones.....	15
4.3.2.1.	Normas Primarias	15
4.3.2.1.1.	Concentraciones de MP10	15
4.3.2.1.2.	Concentraciones de SO ₂	19
4.3.2.2.	Norma Secundaria SO ₂	23
5.	EPISODIOS CRITICOS	27
6.	CONCLUSIONES.....	28
6.1.	METAS DE EMISIÓN.	28
6.2.	NORMA PRIMARIA DE CALIDAD DEL AIRE	28
6.2.1.	Norma de Primaria de MP10.....	29
6.2.2.	Norma de Primaria de SO ₂	29
6.3.	NORMA SECUNDARIA DE CALIDAD DEL AIRE	30
7.	RECOMENDACIONES	30

ANEXO

MAPA ZONA SATURADA Y ESTACIONES RED VENTANAS

1. ANTECEDENTES GENERALES

De acuerdo a 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 Fundición y Refinería de la Empresa Nacional de Minería (ENAMI) 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 Nº 2005 y Nº 115 del 29.04.92, del Servicio de Salud de Viña del Mar-Quillota y Servicio Agrícola y Ganadero V Región respectivamente, las que fueron modificadas posteriormente por la Res. Nº 3474 y Nº206, del 23.07.92, del Servicio de Salud de Viña del Mar-Quillota y Servicio Agrícola y Ganadero V Región respectivamente.

En cumplimiento con el artículo 4º transitorio del D.S. 185/92, las empresas presentaron un Plan de Descontaminación, el que fue aprobado por el D.S. Nº 252/92 (D.O. 02.03.93), del Ministerio de Minería suscrito por el Ministerio de Hacienda, MINSAL, MINAGRI y Ministerio de Economía.

Debido a las excedencias a las normas de calidad de aire, el Ministerio de Agricultura mediante el D.S. Nº 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 Puchuncaví 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 recta 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 Res. Nº2161, del 18.07.95 el Plan de Acción Operacional ante episodios críticos por anhídrido sulfuroso, presentado por la Fundición y Refinería Ventanas de ENAMI.

2. PLAN DE DESCONTAMINACIÓN DE VENTANAS

Con fecha 30 de septiembre de 1992 el Ministerio de Minería promulga el Decreto Supremo Nº252/92 que "Aprueba el Plan de Descontaminación del Complejo Industrial las Ventanas Propuesto Conjuntamente por la Empresa Nacional de Minería ENAMI, Fundición y Refinería las Ventanas y la Planta Termoeléctrica CHILGENER S.A.¹". 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 Sulfuroso (SO₂) a más tardar el 1º 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

Decreto Supremo Nº252/92 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

¹ Actualmente AES GENER S.A.

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.

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

Emisiones			
Año	ENAMI VENTANAS Azufre		CHILGENER Anhídrido Sulfuroso
	Ton/año	Ton/día*	
1993	62.000	170	Se deberá cumplir con la norma de emisión de: 1.13 Kg de SO ₂ por millón de BTU
1994	62.000	170	
1995	62.000	170	
1996	62.000	170	
1997	62.000	170	
1998	45.000	123	

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

2.2. CRONOGRAMA DE REDUCCIÓN DE EMISIONES DE MATERIAL PARTICULADO

Decreto Supremo N°252/92 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 1° de Enero de 1999 y CHILGENER con la emisión de 3000 Ton/año al 1° de Enero de 1995. La verificación del cumplimiento de las emisiones de material particulado es realizada por ENAMI a través de monitoreo 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

Emisiones				
Año	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 N°252/92 estableció en su Artículo 6° 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 N° 2161/95 del 18/07/1995 de 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 ug/m³, siendo ésta menor al nivel de concentración horaria para decretar la alerta, es decir 1962 ug/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 un Ecosonda Remtech e 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 reemplazo. 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. ENAMI Fundición 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 quedo 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 baso 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 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. REDUCCIÓN DE EMISIONES

En la Tabla 3.1 se muestran la reducción de las emisiones de la Termoeléctrica Ventanas de AES. GENER S.A. y de la Fundición Ventanas de ENAMI. En ella se observa que históricamente la mayor participación en las emisiones de Material Particulado pertenece a AES GENER S.A. mientras que en dióxido de azufre SO₂ pertenece a ENAMI Fundición Ventanas. En los Gráficos 3.1 se muestra la evolución de las emisiones de material a material particulado en el período 1994 a 2004.

Se observa una significativa disminución en las emisiones en el período 1994 (26.705 Ton/año) a 1996 (3.870 Ton/año). Lo que coincide con la plena operación de los precipitadores electrostáticos instalados por AES. GENER. S.A. en Febrero del 2005 y la disminución en el contenido de ceniza y azufre del carbón empleado en la central termoeléctrica. También se observa una disminución en las emisiones de ENAMI posterior al año 1998, lo que coincide con la implementación de las modificaciones realizadas en la fundición, destinadas a la captación directa de emisiones de SO₂ e indirectamente a la disminución de Material Particulado. A partir del año 2000 las emisiones de material particulado se encuentran por debajo de las 1.500 Ton/año, lo que representa un 5.6% de las emisiones del año 1996, o lo que es equivalente una reducción aproximada de un 94,4 % de las emisiones de material particulado de la zona.

En el Gráfico 3.2, se muestra la reducción de las emisiones de anhídrido sulfuroso (SO₂). Se observa una significativa disminución de las emisiones del año 1996 (126.273 Ton/año) al año 1999 (41.251 Ton/año). Coincidente con la implementación de la Planta de Ácido 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 la 40.000 Ton/año, lo que representa un 32% de las emisiones del año 1996, o lo que es equivalente a una reducción aproximada de un 68% de las emisiones de SO₂ de la zona.

Tabla 3.1. Reducción de emisiones de AES GENER S.A. y ENAMI Fundición Ventanas

Año	Material Particulado		Anhídrido Sulfuroso (SO ₂)		Emisión Total	
	GENER Ton/año	ENAMI Ton/año	GENER ¹ Ton/año	ENAMI Ton/año	Material Particulado Ton/año	SO ₂ Ton/año
1993	-	-	-	117.298	-	-
1994	23.404	3.301	-	123.052	26.705	-
1995	8.330	2.746	-	118.436	11.076	-
1996	542	3.328	8.951	117.322	3.870	126.273
1997	464	1.616	10.020	85.378	2.080	95.398
1998	1.183	1.231	9.224	44.808	2.414	54.032
1999	1.277	305	10.529	30.732	1.582	41.261
2000	1.242	125	8.229	30.220	1.367	38.449
2001	685	127	2.767	31.910	812	34.677
2002	144	55	538	30.882	199	31.420
2003	525	92	2.797	24.352	617	27.149
2004	1.018	202	9.493	22.534	1.220	32.027

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.

**Emisiones de Material Particulado
ENAMI Fundición Ventanas y AES GENER S.A.**

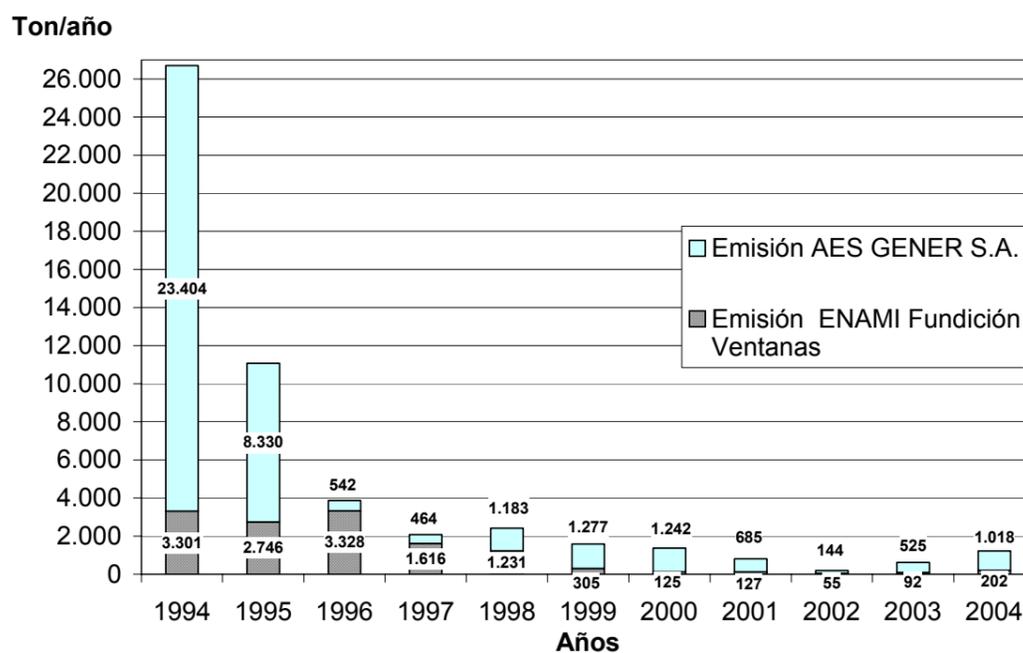
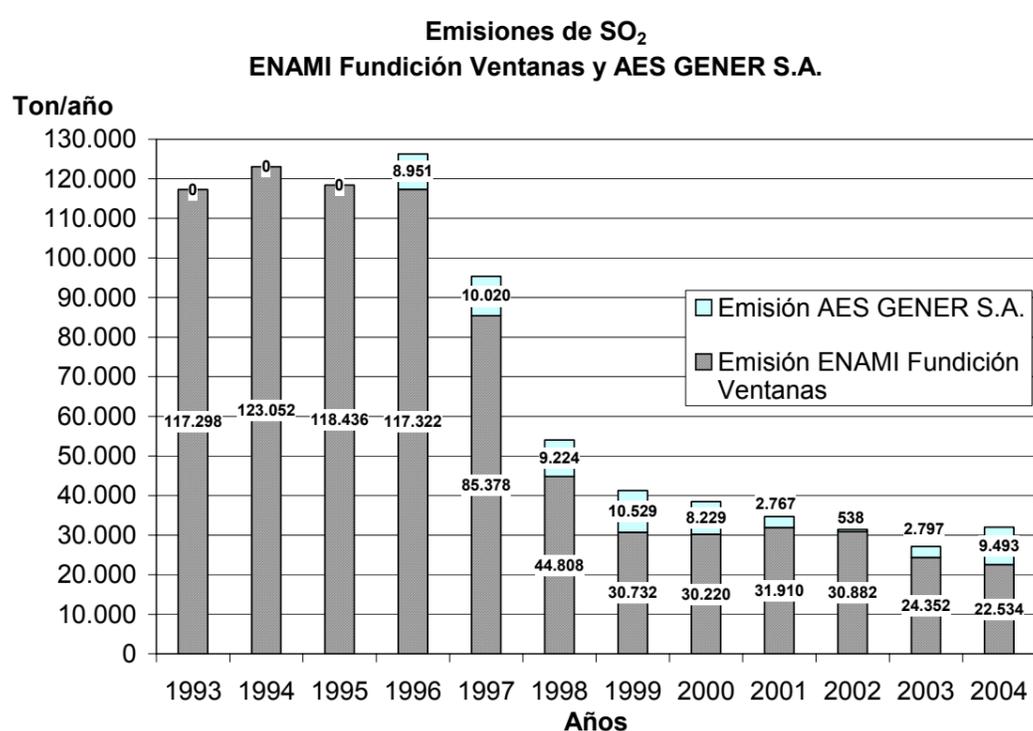


Gráfico 3.1. Emisiones de Material Particulado AES GENER S.A. y ENAMI Fundición Ventanas

Gráfico 3.2. Emisiones de SO₂ AES GENER S.A. y ENAMI Fundición Ventanas

3.2. CUMPLIMIENTO DE LIMITES DE EMISIONES

3.2.1. ENAMI Ventanas

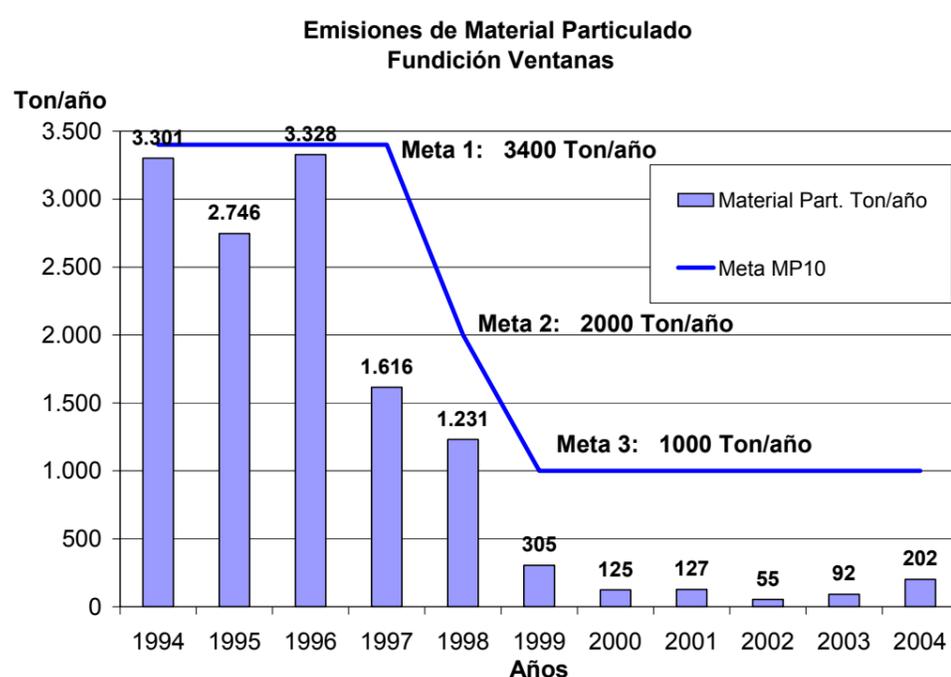
3.2.2. Cumplimiento de Emisiones de Material Particulado ENAMI

La Fundición y Refinería Ventanas (FRV) de la Empresa Nacional de Minería ha cumplido con el plan de reducción de emisiones de Material Particulado a la atmósfera por chimenea. Las emisiones de Material Particulado a través del tiempo así como las metas de emisión pueden verse en la Tabla 3.2 y el Gráfico 3.3. Se puede observar que en los últimos 4 años la emisión de FRV ha alcanzado un nivel no mayor al 20 % de la Meta de emisión establecida en el D.S. N° 252.

Tabla 3.2. Emisiones de Material Particulado de ENAMI Ventanas

Año	Concentrado (Ton/año)	Material Particulado (Ton/año)	Meta (Ton/año)	% Meta
1994	450825	3.301	3400	97
1995	429629	2.746	3400	81
1996	446452	3.328	3400	98
1997	380118	1.616	3400	48
1998	390788	1.231	2000	62
1999	389932	305	1000	31
2000	406332	125	1000	13
2001	398247	127	1000	13
2002	400039	55	1000	6
2003	429003	92	1000	9
2004	424255	202	1000	20

Información Base: SAG, SSVQ

**Gráfico 3.3. Emisiones de Material Particulado de ENAMI Ventanas**

3.2.3. Cumplimiento de Emisiones de SO₂ ENAMI

La Fundición y Refinería Ventanas de la ENAMI 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 3.4. Se puede observar que en los últimos 4 años la emisión alcanzado entre un 35 y 25% de la Meta de emisión establecida en el D.S. N° 252.

Tabla 3.3. Emisiones de Azufre de ENAMI Ventanas v/s Meta de Emisión

Año	Concentrado (Ton/año)	Emisión Azufre Ton/año	Meta Azufre Ton/año	% Meta
1993	464656	58.649	62.000	95
1994	450825	61.526	62.000	99
1995	429629	59.218	62.000	96
1996	446452	58.661	62.000	95
1997	380118	42.689	62.000	69
1998	390788	22.404	45.000	50
1999	389932	15.366	45.000	34
2000	406332	15.110	45.000	34
2001	398247	15.955	45.000	35
2002	400039	15.441	45.000	34
2003	429003	12.176	45.000	27
2004	424255	11.267	45.000	25

Información Base: Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), SSVQ, ENAMI

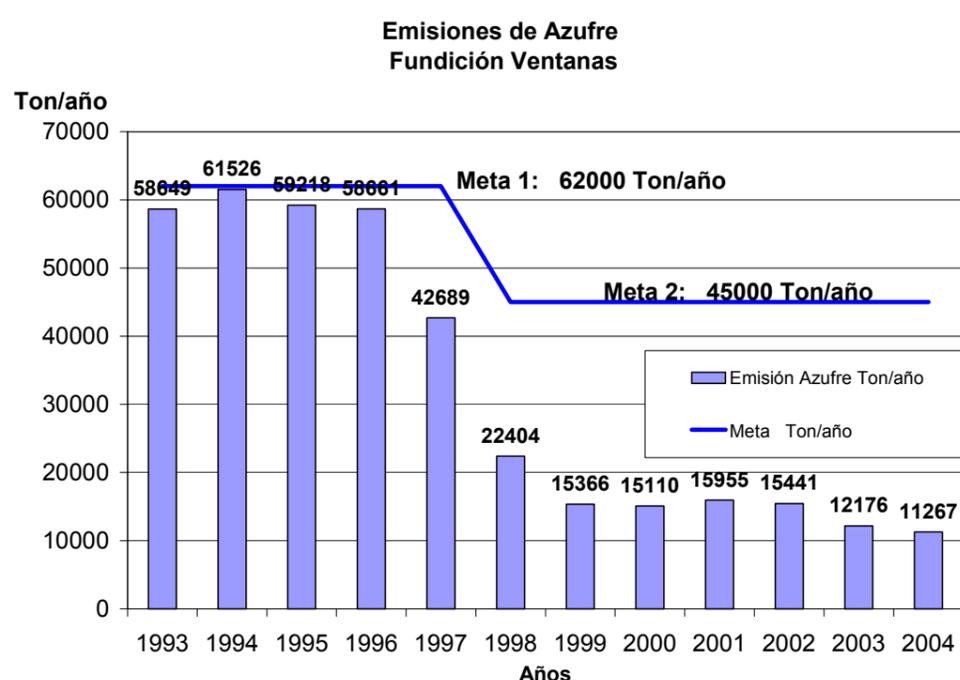


Gráfico 3.4. Emisiones de azufre Fundición Ventanas

3.2.4. AES GENER S.A.**3.2.5. Cumplimiento de Emisiones de Material Particulado AES GENER S.A.**

AES GENER S.A. ha cumplido con el plan de reducción de emisiones de Material Particulado a partir del año 1996. 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 3.5. Se puede observar que entre los años 1996 la emisión se ha mantenido bajo el 43% de la emisión establecida en el D.S. N° 252.

Tabla 3.4. Emisiones de Material Particulado AES GENER S.A.

Año	Generación Bruta MW	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	525	3.000	17
2004	1.464.321	1.018	3.000	34

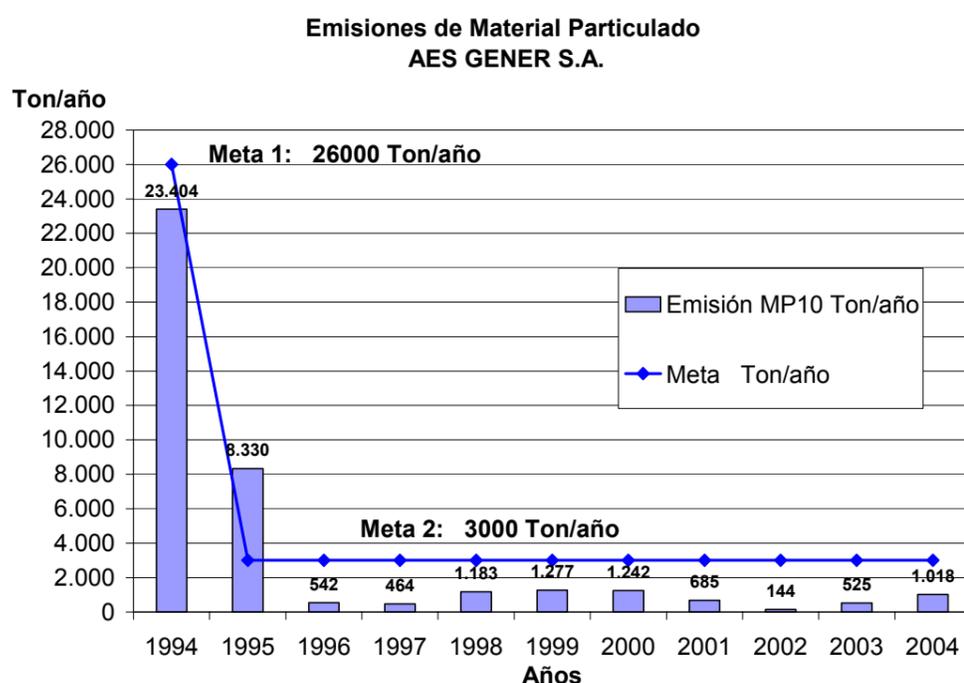


Gráfico 3.5. Emisiones de Material Particulado de AES GENER S.A.

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

Como se puede observar en la Tabla 3.5, que del año 2000 al 2002 A.E.S GENER S.A. no ha excedido la norma de emisión de 1,13 (Kg de SO₂ por millones de BTU) establecida por el D.S. N° 252/92..

Tabla 3.5. Cumplimiento de la Norma de Emisión de SO₂ por AES GENER S.A.

Año	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Promedio Anual	-	0.36	0.48	0.41	0.60	0.51	0.48	0.61	0.56	0.38
Valor Máx. Diario	-	1.62	0.58	1.22	1.26	2.71	1.34	1.10	1.00	0.93
Mes del Máximo*		Mar	Mar	May	Jun	Nov	May	Jun	Feb	Abr
Nº veces excede Norma	-	10	0	1	1	6	8	0	0	0
Norma	1.13 Kg SO ₂ /millón BTU									

1. Mes en que se produjo el valor más alto
Fuente: Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)

4. CALIDAD DEL AIRE

4.1. NORMATIVA DE CALIDAD DE AIRE VIGENTE

4.1.1. Normativa de SO₂

Las normativas vigentes al plan, con respecto a concentraciones de SO₂, corresponden a las que estipula el Decreto Supremo N°185/91 del Ministerio de Minería, que regula el funcionamiento de establecimientos emisores de anhídrido sulfuroso, material particulado y arsénico en todo el territorio de la República, lo estipulado por dicho decreto se muestra en la Tabla 4.1.

Tabla 4.1. Normas de Calidad de Aire de SO₂ Contenidas en el D.S. 185/91

Normas de Calidad del Aire para Anhídrido Sulfuroso	
Norma Primaria	Norma Secundaria
Concentración media aritmética anual: 80 ug/m ³ N	Concentración media aritmética anual:80 ug/m ³ N
Concentración media aritmética diaria: 365 ug/m ³ N	Concentración media aritmética diaria: 365 ug/m ³ N
No hay norma horaria primaria	Concentración media aritmética horaria: 1000 ug/m ³ N

Norma Primaria: Respecto a la definición de norma primaria el DS 185/91 en el Título III 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: Material particulado respirable, Anhídrido sulfuroso"

Norma Secundaria: Respecto a la definición de norma secundaria el DS 185/91 en el Título III artículo 4° 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 ug/m³.

4.1.2. Normativa de MP10

Al momento de establecerse el plan de descontaminación, los límites de calidad de aire respecto a material particulado respirables eran establecidos por el D.S.185/92, el cual fija sólo norma primaria diaria, como se ve en la Tabla 4.2.

Tabla 4.2. Norma de Calidad de Aire para MP₁₀ establecida por D.S. N°185/91

Norma Primaria para MP10 al Iniciarse el Plan
150 ug/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. Posteriormente 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 horario mostrado en la Tabla 4.3. El límite anual sólo exigidle para el año 2004 en adelante, debido a que necesita tres años calendarios para calcular el promedio trianual. Debe tenerse presente que las estaciones de la Red Ventanas tiene calidad de Estación Monitorea de Representatividad Poblacional (EMRP), necesaria 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 4.3. 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
Primaria	150 ug/m ³	Concentración de 24 hrs.	Percentil 98 de valores de un año o más de 7 días en un año
Primaria	50 ug/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. NUEVA NORMATIVA DE CALIDAD DE AIRE

4.2.1. Normativa de SO₂

La nueva normativa primaria para SO₂ establecida por el D.S. N°113/2002 y publicada en el diario oficial el 06 de Marzo del 2003 se muestra en la Tabla 4.4. Tal como se establece en su artículo N° 17 dicha normativa entrara en vigencia a partir de 3 años que entre a regir el decreto. Es decir, a partir del 06 de Marzo del 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, por Resolución N°305/04 del Servicio de Salud Viña del Mar Quillota (SSVQ). La exigibilidad de la nueva normativa comenzara a partir del 01 de Enero del 2007.

Tabla 4.4. Norma de Calidad de Aire para SO₂ establecida por D.S. N°113/2002

Tipo de Norma	Valor	Período de evaluación	Forma de verificación
Primaria	250 ug/m ³	Concentración de 24 hrs.	Promedio de 3 años del Percentil 99 de los promedio diarios
Primaria	80 ug/m ³	Promedio Anual	Promedio de 3 años consecutivos

4.3. CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA DE CALIDAD DEL AIRE

4.3.1. Análisis General de Calidad del Aire en Red Ventanas

4.3.1.1. *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°59/98 y D.S. N°45/01
- Norma Diaria de material particulado respirable (MP10) , D.S. N°59/98 y D.S. N°45/01
- Norma Anual de dióxido de azufre (SO₂), D.S. N°185/92
- Norma Diaria de dióxido de azufre (SO₂) , D.S. N°185/92

En la Tabla 4.5 y Grafico 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)

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. Desde el año 2003 todas las normas, a excepción de la norma anual de MP10, se encuentran bajo el nivel de latencia. A partir del año 2002, la norma anual de MP10 se encuentra bajo el nivel de saturación, permaneciendo sin embargo sobre el nivel de latencia.

De lo antes expresado, es posible concluir que la zona monitoreada por la Red Ventanas ha tenido una recuperación de su calidad del aire que permite redefinirla en lo que respecta a norma primaria, de una condición de Zona Saturada por anhídrido sulfuroso (SO₂) y material particulado (MP10), como lo estableció D.S. N° 346/93 (D.O.03.02.94), a una de Zona Latente por norma anual de material particulado respirable (MP10).

Tabla 4.5. Máximo Nivel de Normativa Primaria D.S 185/92, 59/98 y 45/01 Registrado en Red Ventanas (% Respecto a la Norma)

Red	Año	MP10 Anual ¹ (%)	MP10 Diaria (%)	SO ₂ Anual (%)	SO ₂ Diaria (%)
Ventanas	1993	-	113	212	304
	1994	-	155	224	253
	1995	128	152	299	360
	1996	129	218	325	500
	1997	130	192	175	319
	1998	138	144	111	228
	1999	134	111	65	116
	2000	123	91	82	109
	2001	104	87	92	158
	2002	96	81	59	96
	2003	91	59	41	50
2004	87	58	43	69	

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

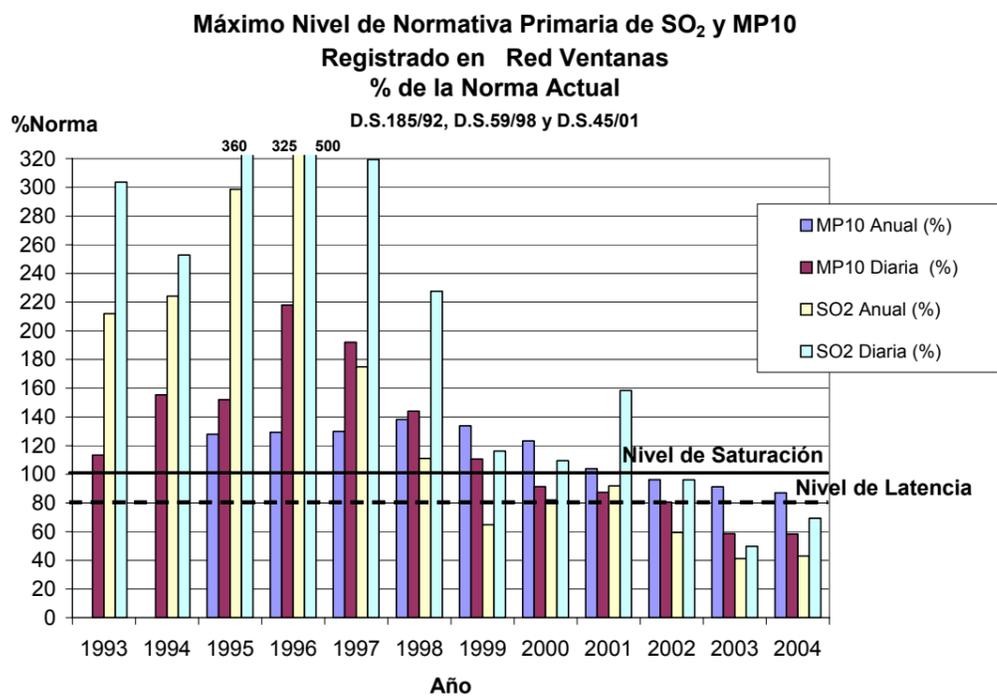


Gráfico 4.1. Máximo Porcentaje de Norma Primaria de Calidad del Aire Registrado en la Red Ventanas

4.3.1.2. Cumplimiento de Normas Secundaria

La norma secundaria de calidad del aire a evaluar en la Red Ventanas esta relacionada con la norma horaria de SO₂. En el Gráfico 4.2 se muestra el número total de excedencias registradas para dicha norma en la Red Ventanas. En el se observa que a pesar de ir disminuyendo el número de excedencias desde el año 2002 a la fecha, en el año 2004 aún se registraron 4 excedencias. Debido a esto la zona monitoreada por la Red Ventanas, seguiría presentado condiciones de Zona Saturada para norma Secundaria de SO₂.

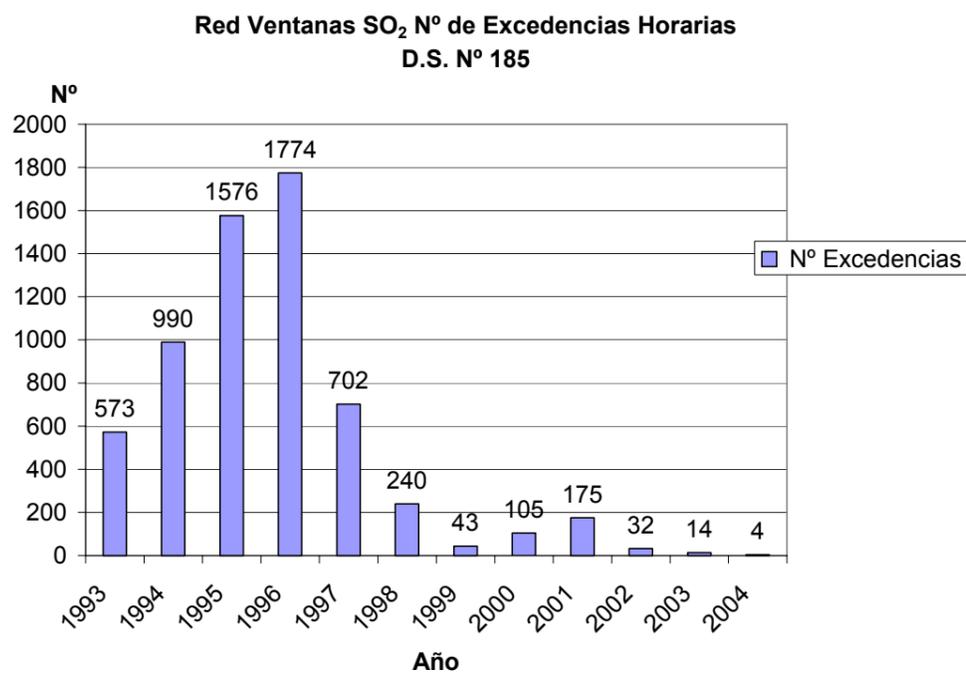


Gráfico 4.2. Número Total de Excedencias de Norma Horaria Secundaria de SO₂ Registradas en Red Ventanas

4.3.1.3. Cumplimiento de Nueva Normativa

La norma futura de calidad del aire asociada a los parámetros registrados por la Red Ventanas, esta representada por la nueva normativa de SO₂ establecida por el D.S. N° 113/02 y aplicable a partir de 01 de Enero del 2006. En la Tabla 4.6 y Gráfico 4-3 se muestra máximo porcentaje de la norma futura alcanzado por la red ventanas, cuando se aplica dicha normativa a los datos disponibles (año 1997 a 1999). Dado su forma de verificación, a partir de promedios de tres años consecutivos, los años mostrados en la tabla y gráfico antes mencionado corresponden al período 1999-2004. De dichos datos se puede concluir lo siguiente;

En lo que respecta al límite de concentración anual de SO₂ establecido por la normativa futura. 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.

En lo que respecta al límite de concentración diaria de SO₂ establecido por la normativa futura. 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.

Se observa una tendencia decreciente de los niveles de norma a partir del año 2001 a la fecha. El año 2004 la red Ventanas estaría cumpliendo con la normativa establecida por el D.S.N°113.

Tabla 4.6. Máximo Nivel de Nueva Normativa de SO₂ D.S N°113 Registrado en Red Ventanas (% Respecto a la Norma)

Red	Año	SO ₂ Anual ^{1,2} (%)	SO ₂ Diaria (%)
Ventanas	1995	245	293
	1996	283	329
	1997	266	345
	1998	204	274
	1999	117	172
	2000	86	107
	2001	80	111
	2002	78	106
	2003	63	88
	2004	47	59

1. Datos solo referenciales, no exigibles hasta el 01/01/06 según se lo establece el D.S.N°113/02

2. Tanto para la norma anual como la diaria los datos corresponden a promedios trianuales, tal como lo establece el D.S.N°113/02

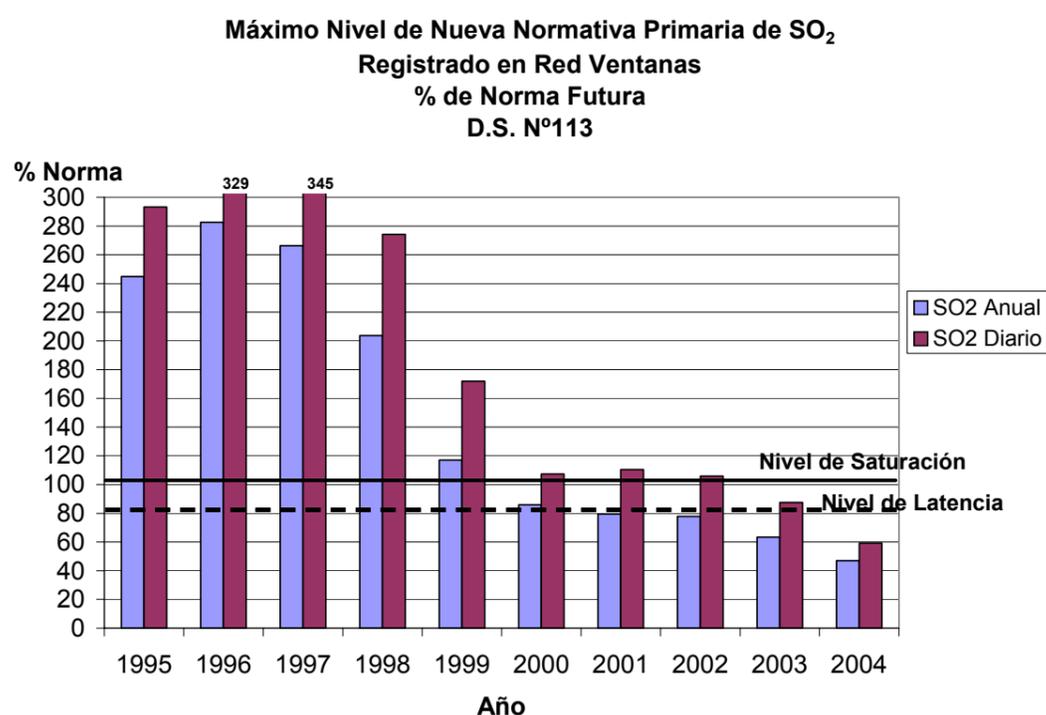


Gráfico 4.3. Máximo Porcentaje de Nueva Norma Primaria de Calidad del Aire Registrado en la Red Ventanas

4.3.2. Análisis por Estaciones

4.3.2.1. Normas Primarias

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

- Norma Anual de material particulado respirable (MP10), D.S. N°59/98 y D.S. N°45/01
- Norma Diaria de material particulado respirable (MP10), D.S. N°59/98 y D.S. N°45/01
- Norma Anual de dióxido de azufre (SO₂), D.S. N°185/92
- Norma Diaria de dióxido de azufre (SO₂), D.S. N°185/92

4.3.2.1.1 Concentraciones de MP10

En la Tabla 4.7 a 4.11 se evalúa el cumplimiento de la norma de material particulado respirable (MP10) para cada una de las estaciones de la red Ventanas.

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 a partir del año 2003.

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 2004, no obstante se observa una tendencia decreciente de las concentraciones anuales en dicha estación a partir del año 1998.

Tabla 4.7 Cumplimiento Norma Primaria Diaria de MP10 Estación Puchuncaví.

Estación	Año	Meses Medidos N°	N° Días Válidos	Norma Primaria MP10				
				Norma Anual (1)			Norma Diaria (2)	
				Promedio Anual ug/m3	Promedio Trianual ug/m3	% Norma	Concentración 24 Horas ug/m3	% 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%	
Limite Máximo Permisible				50 ug/m3 Promedio 3Años			150 ug/m3 Percentil 98	
Latencia 80% de Norma				40 ug/m3			120 ug/m3	

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 Diaria de MP10 Estación La Greda

Estación	Año	Meses Medidos N°	N° Días Válidos	Norma Primaria MP10				
				Norma Anual (1)			Norma Diaria (2)	
				Promedio Anual ug/m3	Promedio Trianual ug/m3	% Norma	Concentración 24 Horas ug/m3	% 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%
Limite Máximo Permisible				50 ug/m3 Promedio 3Años			150 ug/m3 Percentil 98	
Latencia 80% de Norma				40 ug/m3			120 ug/m3	

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 4.9. Cumplimiento Norma Primaria Diaria de MP10 Estación Valle Alegre

Estación	Año	Meses Medidos N°	N° Días Válidos	Norma Primaria MP10				
				Norma Anual (1)			Norma Diaria (2)	
				Promedio Anual ug/m3	Promedio Trianual ug/m3	% Norma	Concentración 24 Horas ug/m3	% 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%
Limite Máximo Permisible				50 ug/m3 Promedio 3Años			150 ug/m3 Percentil 98	
Latencia 80% de Norma				40 ug/m3			120 ug/m3	

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 Diaria de MP10 Estación Sur

Estación	Año	Meses Medidos N°	N° Días Válidos	Norma Primaria MP10				
				Norma Anual (1)			Norma Diaria (2)	
				Promedio Anual ug/m3	Promedio Trianual ug/m3	% Norma	Concentración 24 Horas ug/m3	% 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%
Limite Máximo Permisible				50 ug/m3 Promedio 3Años			150 ug/m3 Percentil 98	
Latencia 80% de Norma				40 ug/m3			120 ug/m3	

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 4.11. Cumplimiento Norma Primaria Diaria de MP10 Estación Los Maitenes

Estación	Año	Meses Medidos N°	N° Días Válidos	Norma Primaria MP10				
				Norma Anual (1)			Norma Diaria (2)	
				Promedio Anual ug/m3	Promedio Trianual ug/m3	% Norma	Concentración 24 Horas ug/m3	% 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%	
Limite Máximo Permissible				50 ug/m3 Promedio 3Años			150 ug/m3 Percentil 98	
Latencia 80% de Norma				40 ug/m3			120 ug/m3	

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

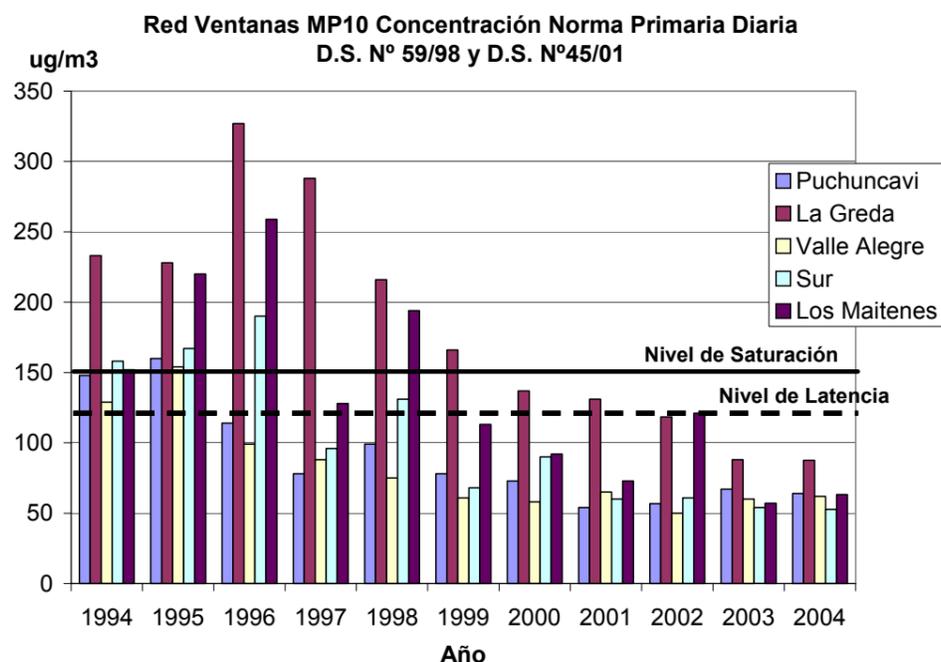


Gráfico 4.4. Red Ventanas MP10 Norma Primaria Diaria

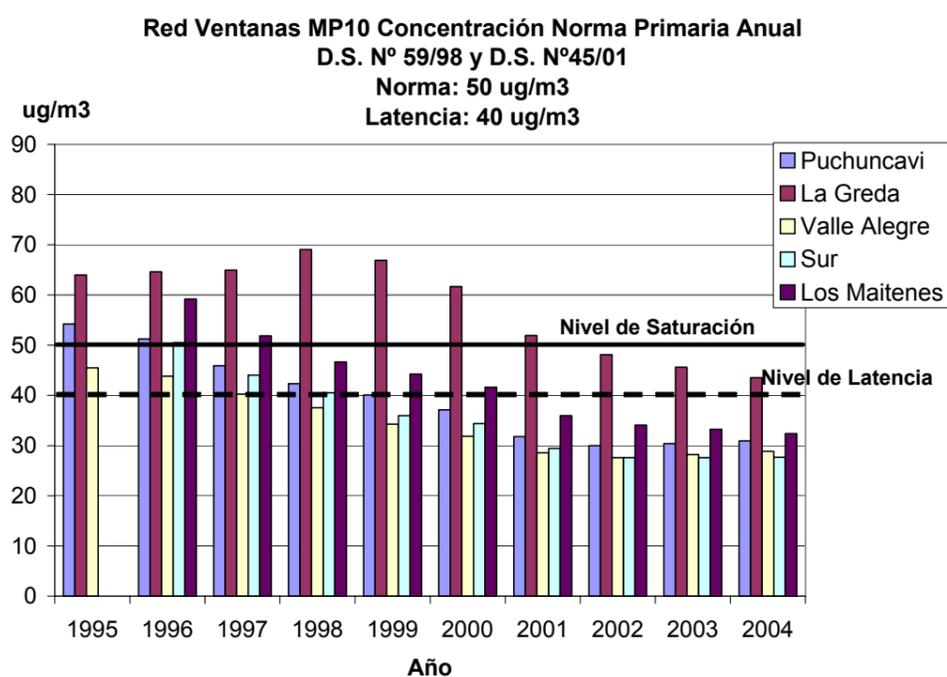


Gráfico 4.5. Red Ventanas MP10 Norma Primaria Anual

4.3.2.1.2 Concentraciones de SO₂

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 1999 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. En el Gráfico 4.8 se muestran el número de excedencias a la norma diaria de SO₂ ocurridas en la Red Ventanas, se observa que a partir del año 2002 no se han registrado excedencias.

Tabla 4.12 a la 4.16 se muestra el cumplimiento de la norma primaria de SO₂, para cada una de las estaciones de la Red Ventanas.

En el Gráfico 4.66 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 1999 se encuentran bajo el nivel de latencia.

En el Gráfico 4.67 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.

En el Gráfico 4.8 se muestran el número de excedencias a la norma diaria de SO₂ ocurridas en la Red Ventanas, se observa que a partir del año 2002 no se han registrado excedencias.

Tabla 4.12. Cumplimiento Norma Primaria SO₂ Estación Puchuncavi

Estación	Año	Meses Medidos N°	Norma Primaria SO ₂				
			Norma Anual		Norma Diaria		
			Promedio Anual ug/m3	% Norma	Máximo ug/m3	% Norma	Nº Excedencias
Puchuncavi	1993	12	99	124%	444	122%	3
	1994	12	115	144%	565	155%	5
	1995	12	137	171%	811	222%	14
	1996	12	144	180%	790	216%	19
	1997	12	98	123%	668	183%	6
	1998	12	52	65%	263	72%	0
	1999	12	35	44%	152	42%	0
	2000	12	42	52%	172	47%	0
	2001	12	24	30%	140	38%	0
	2002	12	22	27%	93	26%	0
	2003	12	16	20%	78	21%	0
2004	12	22	27%	148	41%	0	
Limite Máximo Permisible			80 ug/m3 Año		365 ug/m3 Día		
Latencia 80% de Norma			64 ug/m3		292 ug/m3		

Información Base: Información SAG, Servicio de Salud Viña del Mar-Quillota, CONAMA V Región

Tabla 4.13. Cumplimiento Norma Primaria SO₂ Estación La Greda

Estación	Año	Meses Medidos N°	Norma Primaria SO ₂				
			Norma Anual		Norma Diaria		
			Promedio Anual ug/m3	% Norma	Máximo ug/m3	% Norma	Nº Excedencias
La Greda	1993	12	83	104%	1108	304%	12
	1994	12	67	83%	686	188%	5
	1995	12	123	153%	1229	337%	24
	1996	12	106	133%	791	217%	18
	1997	12	43	54%	538	147%	5
	1998	12	20	25%	178	49%	0
	1999	12	24	30%	283	78%	0
	2000	12	24	30%	181	50%	0
	2001	12	27	34%	320	88%	0
	2002	12	16	20%	145	40%	0
	2003	12	16	21%	168	46%	0
2004	12	15	19%	169	46%	0	
Limite Máximo Permisible			80 ug/m3 Año		365 ug/m3 Día		
Latencia 80% de Norma			64 ug/m3		292 ug/m3		

Información Base: Información SAG, Servicio de Salud Viña del Mar-Quillota, CONAMA V Región

Tabla 4.14. Cumplimiento Norma Primaria SO₂ Estación Valle Alegre

Estación	Año	Meses Medidos N°	Norma Primaria SO ₂				
			Norma Anual		Norma Diaria		
			Promedio Anual ug/m3	% Norma	Máximo ug/m3	% Norma	Nº Excedencias
Valle Alegre	1993	12	76	95%	452	124%	2
	1994	12	90	112%	745	204%	7
	1995	12	104	130%	973	266%	11
	1996	12	124	155%	1018	279%	14
	1997	12	74	93%	439	120%	2
	1998	12	42	52%	450	123%	1
	1999	12	20	25%	140	38%	0
	2000	12	20	25%	112	31%	0
	2001	12	14	17%	62	17%	0
	2002	12	9	11%	71	19%	0
	2003	12	7	9%	49	13%	0
	2004	12	7	9%	46	13%	0
Limite Máximo Permisible			80 ug/m3 Año		365 ug/m3 Día		
Latencia 80% de Norma			64 ug/m3		292 ug/m3		

Información Base: Información SAG, Servicio de Salud Viña del Mar-Quillota, CONAMA V Región

Tabla 4.15. Cumplimiento Norma Primaria SO₂ Estación Sur

Estación	Año	Meses Medidos N°	Norma Primaria SO ₂				
			Norma Anual		Norma Diaria		
			Promedio Anual ug/m3	% Norma	Máximo ug/m3	% Norma	Nº Excedencias
Sur	1993	7	135	169%	736	202%	18
	1994	12	141	176%	923	253%	26
	1995	12	188	235%	1315	360%	58
	1996	12	227	284%	1826	500%	75
	1997	12	130	162%	1166	319%	25
	1998	12	76	95%	831	228%	5
	1999	12	41	52%	278	76%	0
	2000	12	63	78%	332	91%	0
	2001	12	57	71%	578	158%	2
	2002	12	38	48%	351	96%	0
	2003	12	33	41%	181	50%	0
	2004	12	27	33%	170	47%	0
Limite Máximo Permisible			80 ug/m3 Año		365 ug/m3 Día		
Latencia 80% de Norma			64 ug/m3		292 ug/m3		

Información Base: Información SAG, Servicio de Salud Viña del Mar-Quillota, CONAMA V Región

Tabla 4.16. Cumplimiento Norma Primaria SO₂ Estación Los Maitenes

Estación	Año	Meses Medidos N°	Norma Primaria SO ₂				
			Norma Anual		Norma Diaria		
			Promedio Anual ug/m3	% Norma	Máximo ug/m3	% Norma	Nº Excedencias
Los Maitenes	1993	8	170	212%	920	252%	15
	1994	12	179	224%	811	222%	40
	1995	12	239	299%	1215	333%	84
	1996	12	260	325%	1247	342%	92
	1997	12	140	175%	1071	294%	25
	1998	12	89	111%	482	132%	2
	1999	12	52	65%	424	116%	1
	2000	12	66	82%	400	109%	1
	2001	12	74	92%	430	118%	2
	2002	12	48	59%	270	74%	0
	2003	12	31	39%	144	40%	0
2004	12	34	43%	253	69%	0	
Limite Máximo Permissible			80 ug/m3 Año		365 ug/m3 Día		
Latencia 80% de Norma			64 ug/m3		292 ug/m3		

Información Base: Información SAG, Servicio de Salud Viña del Mar-Quillota, CONAMA V Región

Red Ventanas SO₂ Concentración Norma Primaria Anual

D.S. N°185

Norma: 80 ug/m3

Latencia: 64 ug/m3

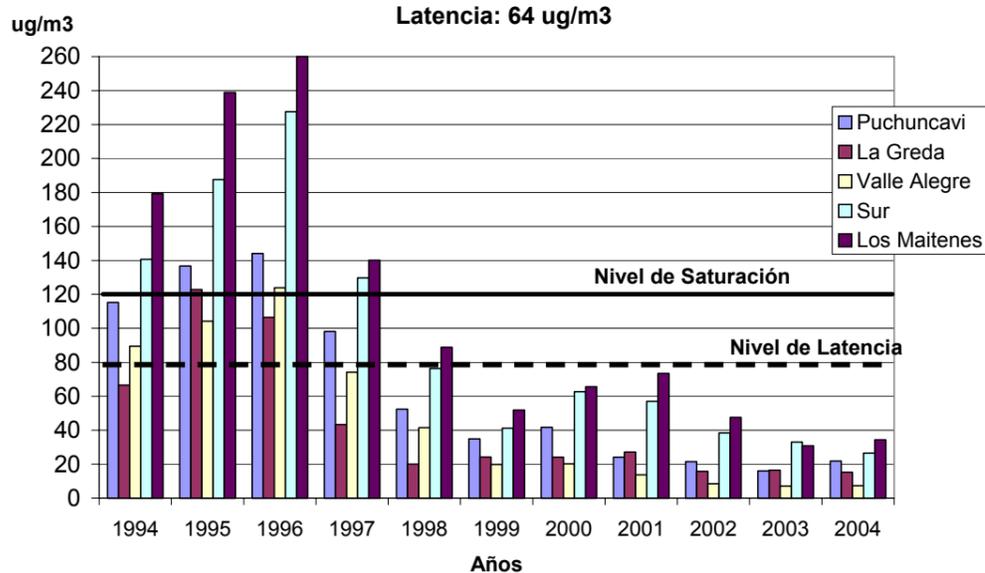


Gráfico 4.6. Cumplimiento de Norma Primaria Anual SO₂ Red Ventanas

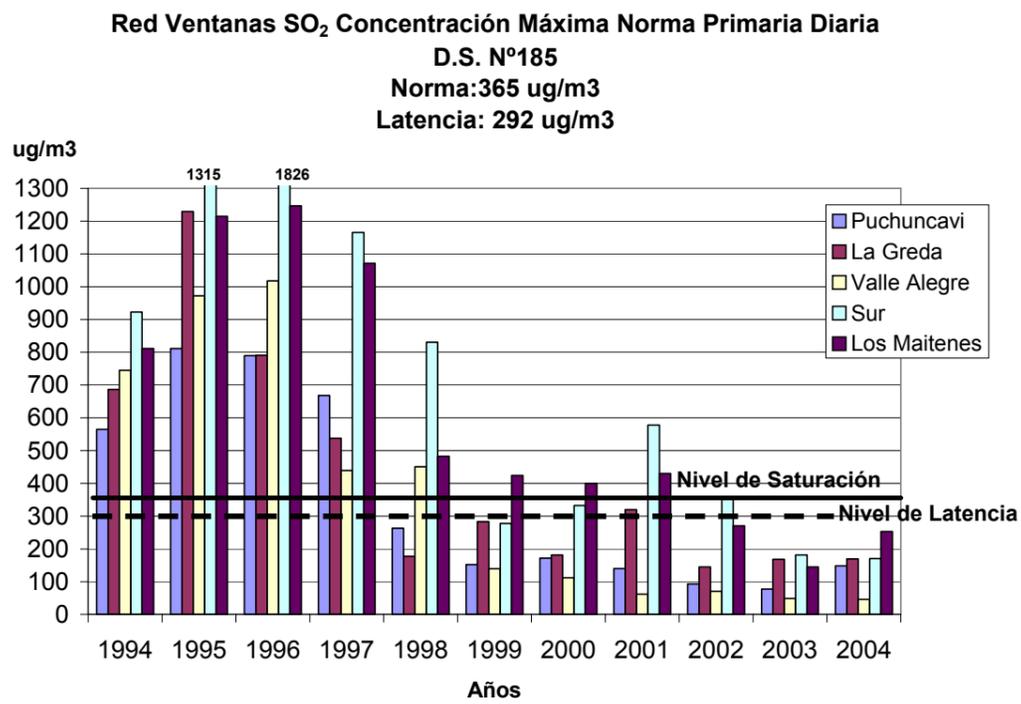


Gráfico 4.7. Cumplimiento de Norma Primaria Diaria de SO₂ Red Ventanas

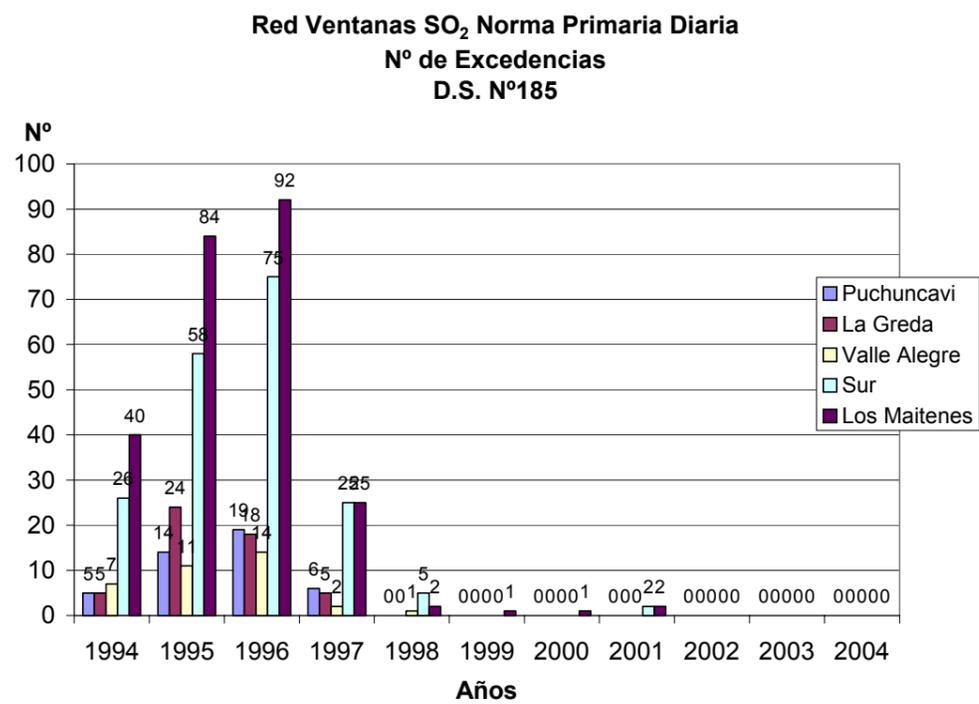


Gráfico 4.8. Número de Excedencias a Norma Primaria Diaria SO₂ por Estación Red Ventanas

4.3.2.2. Norma Secundaria SO₂

La norma secundaria anual y diaria de SO₂, establecida por el D.S. N°185/91, coinciden con la norma primaria anual y diaria respectivamente, las cuales ya han sido evaluadas en el punto 2.2.2.1.2. del presente informe. La norma secundaria horaria corresponde 1000

ug/m³ y los niveles máximos alcanzados por las estaciones de la Red Ventanas se muestran en la Tabla 4.17. a Tabla 4.21.

En el Gráfico 4-9 se observa una disminución de la concentración máxima horaria registrada en la Red Ventanas en el período 1996 a 2004. 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.

En el Gráfico 4.10 se observa una reducción en el número de excedencias desde el año 1996 (1766 excedencia) al 2004 (4 excedencias).

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

Tabla 4.17. Cumplimiento de Norma Secundaria SO₂ Estación Puchuncavi

Estación	Año	Meses Medidos N°	Norma Secundaria SO ₂ Concentración Máxima de 1 Hora		
			Máximo ug/m ³	% Norma	N° Excedencias
Puchuncavi	1993	12	3554	355%	107
	1994	12	3605	361%	150
	1995	12	5471	547%	199
	1996	12	4160	416%	215
	1997	12	2962	296%	106
	1998	12	2125	212%	17
	1999	12	821	82%	0
	2000	12	1414	141%	2
	2001	12	1106	111%	2
	2002	12	805	81%	0
	2003	12	746	75%	0
2004	12	859	86%	0	
Limite Máximo Permisible			1000 ug/m³ hora		
Latencia 80% de Norma			800 ug/m ³		

Información Base: Información SAG, Servicio de Salud Viña del Mar-Quillota, CONAMA V Región

Tabla 4.18. Cumplimiento de Norma Secundaria SO₂ Estación La Greda

Estación	Año	Meses Medidos N°	Norma Secundaria SO ₂ Concentración máxima de 1 Hora		
			Máximo ug/m ³	% Norma	N° Excedencias
La Greda	1993	12	7003	700%	142
	1994	12	3725	373%	86
	1995	12	8982	898%	226
	1996	12	7427	743%	176
	1997	12	7296	730%	44
	1998	12	2399	240%	9
	1999	12	2693	269%	7
	2000	12	1690	169%	9
	2001	12	2451	245%	24
	2002	12	1618	162%	4
	2003	12	1023	102%	2
	2004	12	953	95%	0
	Limite Máximo Permisible			1000 ug/m³ hora	
Latencia 80% de Norma			800 ug/m ³		

Información Base: Información SAG, Servicio de Salud Viña del Mar-Quillota, CONAMA V Región

Tabla 4.19. Cumplimiento de Norma Secundaria SO₂ Estación Valle Alegre

Estación	Año	Meses Medidos N°	Norma Secundaria SO ₂ Concentración máxima de 1 Hora		
			Máximo ug/m3	% Norma	Nº Excedencias
Valle Alegre	1993	12	2896	290%	60
	1994	12	2989	299%	119
	1995	12	3176	318%	184
	1996	12	5881	588%	238
	1997	12	3280	328%	90
	1998	12	2768	277%	20
	1999	12	947	95%	0
	2000	12	627	63%	0
	2001	12	520	52%	0
	2002	12	258	26%	0
	2003	12	205	21%	0
	2004	12	284	28%	0
Limite Máximo Permissible			1000 ug/m3 hora		
Latencia 80% de Norma			800 ug/m3		

Información Base: Información SAG, Servicio de Salud Viña del Mar-Quillota, CONAMA V Región

Tabla 4.20. Cumplimiento de Norma Secundaria SO₂ Estación Sur

Estación	Año	Meses Medidos N°	Norma Secundaria SO ₂ Concentración máxima de 1 Hora		
			Máximo ug/m3	% Norma	Nº Excedencias
Sur	1993	7	4863	486%	95
	1994	12	8535	854%	239
	1995	12	7586	759%	388
	1996	12	11619	1162%	525
	1997	12	6091	609%	187
	1998	12	9048	905%	77
	1999	12	1817	182%	9
	2000	12	3205	321%	24
	2001	12	4908	491%	44
	2002	12	1904	190%	7
	2003	12	1250	125%	3
	2004	12	896	90%	0
Limite Máximo Permissible			1000 ug/m3 hora		
Latencia 80% de Norma			800 ug/m3		

Información Base: Información SAG, Servicio de Salud Viña del Mar-Quillota, CONAMA V Región

Tabla 4.21. Cumplimiento de Norma Secundaria SO₂ Estación Los Maitenes

Estación	Año	Meses Medidos N°	Norma Secundaria SO ₂		
			Concentración máxima de 1 Hora		
			Máximo ug/m ³	% Norma	N° Excedencias
Los Maitenes	1993	8	4040	404%	169
	1994	12	8363	836%	396
	1995	12	6344	634%	579
	1996	12	7638	764%	620
	1997	12	10199	1020%	275
	1998	12	6978	698%	117
	1999	12	4883	488%	27
	2000	12	3783	378%	70
	2001	12	4031	403%	105
	2002	12	1933	193%	21
	2003	12	1674	167%	9
	2004	12	4968	497%	4
Limite Máximo Permissible			1000 ug/m³ hora		
Latencia 80% de Norma			800 ug/m ³		

Información Base: Información SAG, Servicio de Salud Viña del Mar-Quillota, CONAMA V Región

Red Ventanas SO₂ Máxima Concentración Horaria

D.S. N°185

Norma: 1000ug/m³

Latencia: 800ug/m³

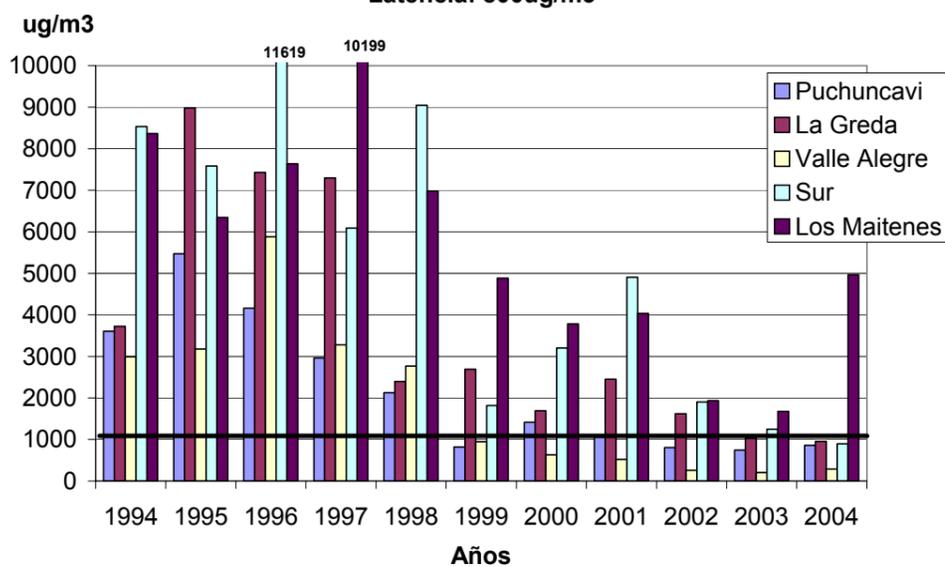


Gráfico 4.9. Red Ventana SO₂ Máxima Concentración Horaria

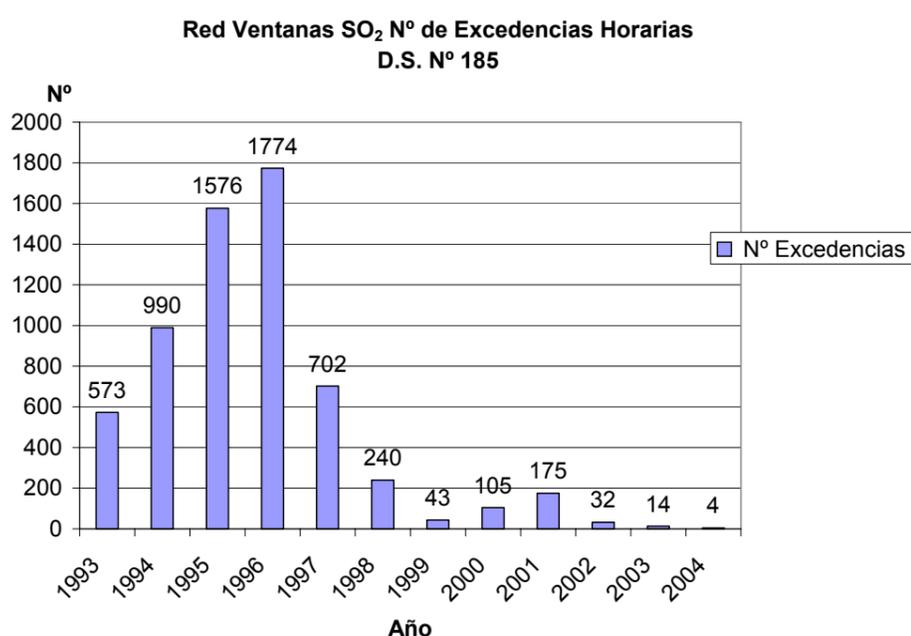


Gráfico 4.10. Número Total de Excedencias Norma Secundaria Horaria SO₂ Red Ventanas

5. EPISODIOS CRITICOS

Los niveles de concentración horaria que generan situaciones de emergencia ambiental para Anhídrido Sulfuroso están definidos en el D.S. N°185/91. En la Tabla 5-1.1 se observan dichos niveles.

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

ALERTA	ADVERTENCIA	EMERGENCIA
1963 ug/m ³ N (0.75ppm)	2618 ug/m ³ N (1.0 ppm)	3927 ug/m ³ N (1.5 ppm)

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

En la Tabla 5.2 y el Gráfico 5.1 se muestra el número de episodios críticos ocurridos desde 1997 a la fecha separados por tipo de episodio. Se observa una disminución de los episodios críticos a partir de 1997 a la fecha, y que en su mayoría corresponden a alertas y advertencias. El año 2002 y 2003 no se produjeron episodios críticos, sin embargo el año 2004 acontecieron 2 emergencias.

Tabla 5.2. Número de episodios críticos v/s tipo de episodio

Red	Año	Tipo de Episodio			Total
		Alerta	Advertencia	Emergencias	
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
	2002	0	0	0	0
	2003	0	0	0	0
	2004	0	0	2	2

Información Base: Información SAG, Servicio de Salud Viña del Mar-Quillota, CONAMA V Región

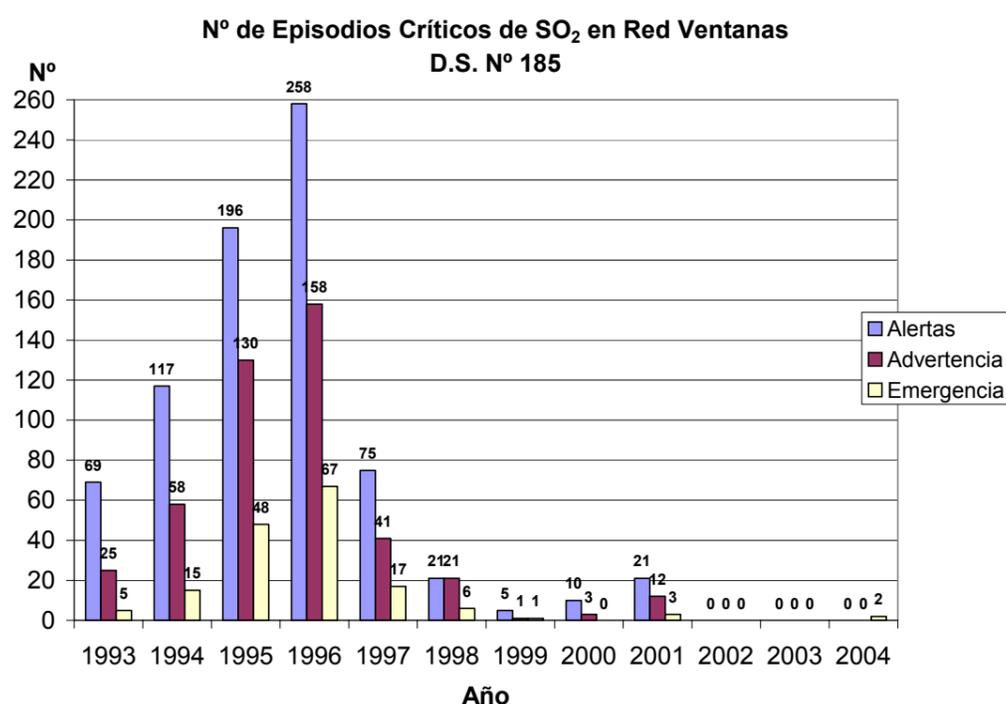


Gráfico 5.1. Excedencias a Norma Secundaria de SO₂ por Tipo de Evento

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. Nº 252/92 a la Fundición y Refinería de Ventanas (FRV) han sido cumplidas siguiendo el cronograma de reducción establecido D.S. Nº 252/92 que establecía metas de emisión a cumplir hasta el año 1999.

El límite de emisión de SO₂ fijado por el D.S. Nº 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.

Las metas de reducción de emisiones de Material Particulado fijadas por el D.S. Nº 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 Ventana en el período comprendido entre el año 1993 al 2004 se concluye lo siguiente:

- Norma de SO₂ anual y diaria, tanto actual (D.S. Nº 185/92) como futura (D.S. Nº 113/03), se cumple y las concentraciones registradas están bajo el nivel de saturación y latencia.
- Norma de MP10 diaria (D.S. Nº 59/98 y D.S. Nº 45/01), se cumple y las concentraciones registradas están bajo el nivel de saturación y latencia.
- Norma de MP10 Anual (D.S. Nº 59/98 y D.S. Nº 45/01) registra niveles bajo saturación, pero sobre latencia.

En particular con respecto a cada norma primaria se puede concluir lo siguiente.

6.2.1. Norma de Primaria de MP10

Con 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 a partir del año 2003.

Con respecto a la norma anual de MP10, 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 2004, no obstante se observa una tendencia decreciente de las concentraciones anuales en dicha estación a partir del año 1998.

6.2.2. Norma de Primaria de SO₂

A partir del análisis de los datos de la Red Ventanas se puede concluir que las concentraciones medidas en todas las estaciones estarían bajo los niveles de saturación y latencia establecidos por la normativa vigente (D.S. N°185/92) y la nueva normativa (D.S. N°113/03).

En particular se concluye lo siguiente:

a. Norma Primaria Anual Vigente D.S. N°185/92

Se observa una disminución de la concentración anual a partir del año 1996 a la fecha. Desde el año 1998 se logra cumplir con la norma primaria anual en todas las estaciones. Por otro lado, desde el año 1999 los valores se encuentran bajo el nivel de latencia, correspondientes a un 80% del valor de la norma (292 ug/m³).

b. Norma Primaria Diaria Vigente D.S. N°185/92

Se observa una disminución de los niveles de concentración diaria a partir del año 1997.

A partir del año 2002 todas las estaciones de la Red Ventanas registran concentraciones diarias de SO₂ bajo el nivel de saturación.

A partir del año 2003 todas las estaciones de la Red Ventanas registran concentraciones diarias de SO₂ bajo el nivel de latencia.

c. Episodios Críticos D.S. N°185/92

A partir de los datos evaluados, años 1997 a 2004, 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.

El año 2002 y 2003 no se produjeron episodios críticos, sin embargo el año 2004 hubo 2 episodios críticos correspondientes a emergencias.

d. Nueva Norma Primaria D.S. N°113/03

La nueva norma de SO₂ solo será aplicable a partir del 06 de Marzo del 2006. Sin embargo a partir del análisis de los datos disponible aplicando la normativa futura es posible concluir lo siguiente.

En lo que respecta al límite de concentración anual de SO₂ establecido por la nueva normativa. 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.

En lo que respecta al límite de concentración diaria de SO₂ establecido por la nueva normativa. 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.

Se observa una tendencia decreciente de los niveles de la norma a partir del año 2001 a la fecha. El año 2004 la red Ventanas estaría cumpliendo con la normativa establecida por el D.S.N°113.

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 2004, las concentraciones registradas se encuentran sobre el nivel de saturación.

Existe una disminución de la concentración máxima horaria registrada en la Red Ventanas en el período 1996 a 2004. 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.

Se constata una reducción en el número de excedencias desde el año 1996 (1766 excedencia) al 2004 (4 excedencias).

7. RECOMENDACIONES

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

- Modificar la condición de la zona establecida por el D.S. N°346/94 desde una condición de "Zona Saturada por anhídrido sulfuroso (SO₂) y Material Particulado Respirable". A una de Zona Saturada para norma secundaria horaria de SO₂ y Zona Latente para norma primaria anual de material particulado respirable (MP10).
- No modificar la zona establecida por el D.S. N°346/94 hasta no contar con antecedentes para definir los límites de la nueva zona. Para lo cual debería realizarse al menos una mejora del inventario de emisiones en la zona, así como modelaciones con modelos de dispersión.
- Realizar una actualización del Plan de Descontaminación del Complejo Industrial Las Ventanas establecido por el D.S. N° 252/92, en virtud de que se ha dado cabal cumplimiento al cronograma de reducción de emisiones de SO₂ y Material Particulado, pero no se ha logrado un cumplimiento total de las normativas de calidad del aire en la zona, siendo esto el objetivo último del Plan.
- Considerando que desde el año 1993 a la fecha se han incorporado a la zona, nuevas industrias cuyas emisiones no fueron consideradas en el Plan de Descontaminación del Complejo Industrial Las Ventanas establecido por el D.S. N° 252/92, para la redefinición del plan es necesario realizar estudios que permitan definir la responsabilidad en las emisiones de todas las fuentes en el área, y las nuevas medidas necesarias para recuperar los niveles de calidad del aire en la zona.
- En virtud de que aun se registran excedencias horarias, y considerando que aun es vigente el D.S. N°185/92. Se debe continuar con el Plan de Acción Ante Episodios Críticos aprobado por la autoridad sanitaria según Resolución N° 2161/95 del 18/07/1995 del Servicio de Salud Viña del Mar Quillota.

ANEXO

MAPA ZONA SATURADA Y ESTACIONES RED VENTANAS

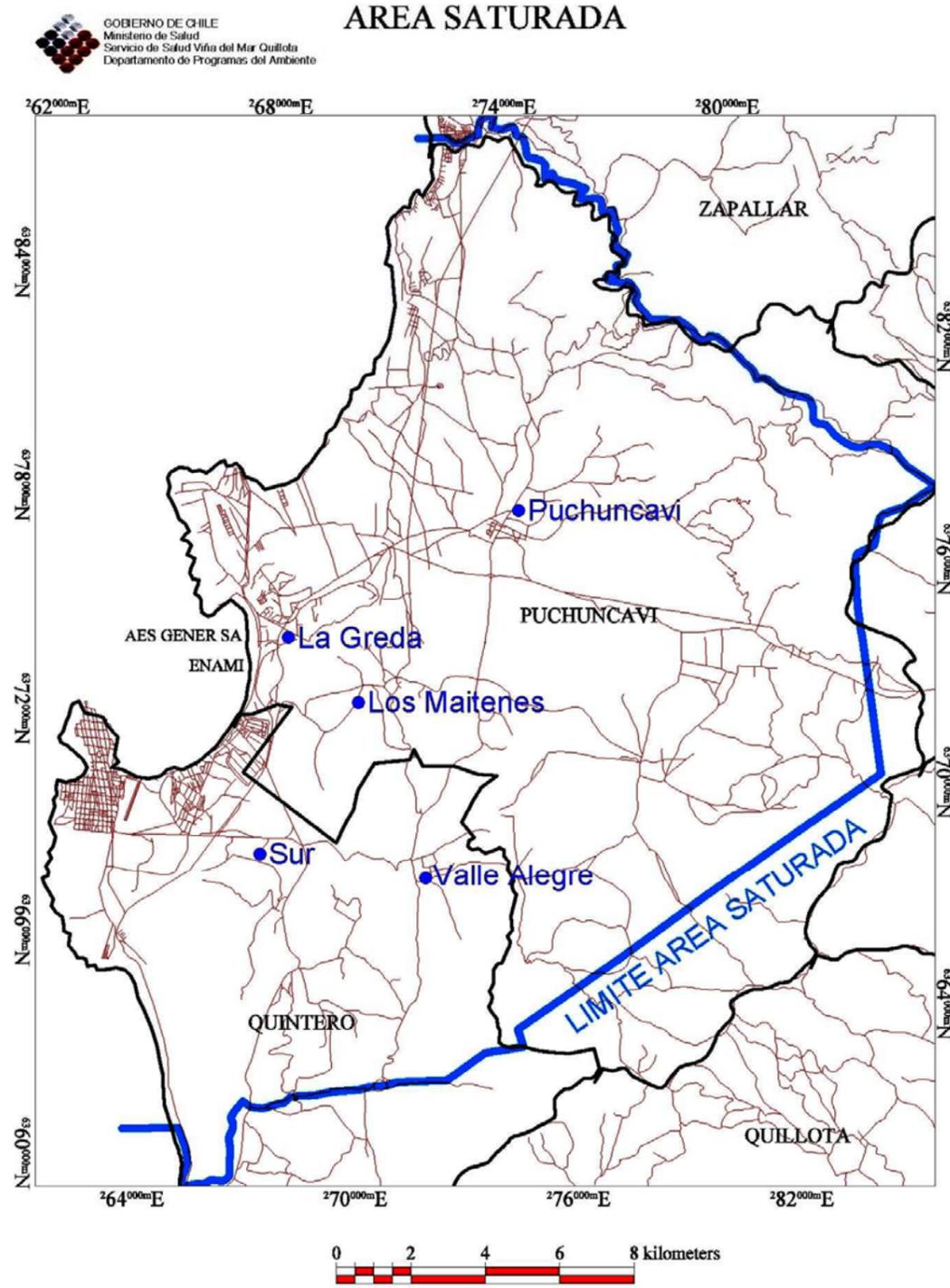


Figura 1. Zona Saturada Establecida por D.S. N°346 y Estaciones de Red Ventanas