



Ministerio de
Energía

Gobierno de Chile

Revisión Norma Primaria de Calidad de Aire de SO₂

Ministerio de Energía

Carolina Gómez A

14/10/2014



Centrales Termoelectricas

Norma de Emisión para Centrales Termoeléctricas DS 13/2011 MMA. Diario Oficial 23/06/2011

- Aplicable a termoeléctricas de todo el país, existentes y nuevas
- Unidades de tamaño mayor o igual a 50 MW térmicos, exceptuando a los motores y cogeneradoras.
- Regula MP, SO₂, NO_x, Hg
- Se mide en chimenea
- Gradualidad de entrada en vigencia fuentes existentes:
 - MP: 23/12/2013
 - **SO₂**, NO_x, Hg: **23/06/2015** (zonas saturadas MP, SO₂ o Nox)
 - **SO₂**, NO_x, Hg: **23/06/2016** (zonas no saturadas o latentes)

Fuentes Emisoras Existentes (mg/m³N)

Combustible	MP	SO ₂	NO _x
Sólido	50	400	500
Líquido	30	30	200
Gas	n.a	n.a	50

Fuentes Emisoras Nuevas (mg/m³N)

Combustible	MP	SO ₂	NO _x
Sólido	30	200	200
Líquido	30	10	120
Gas	n.a	100	50

Fuentes Emisoras Nuevas y Existentes (mg/m³N)

Combustible	Mercurio
Carbón y/o Petcoke	0.1

Listado Centrales Termoeléctricas SING

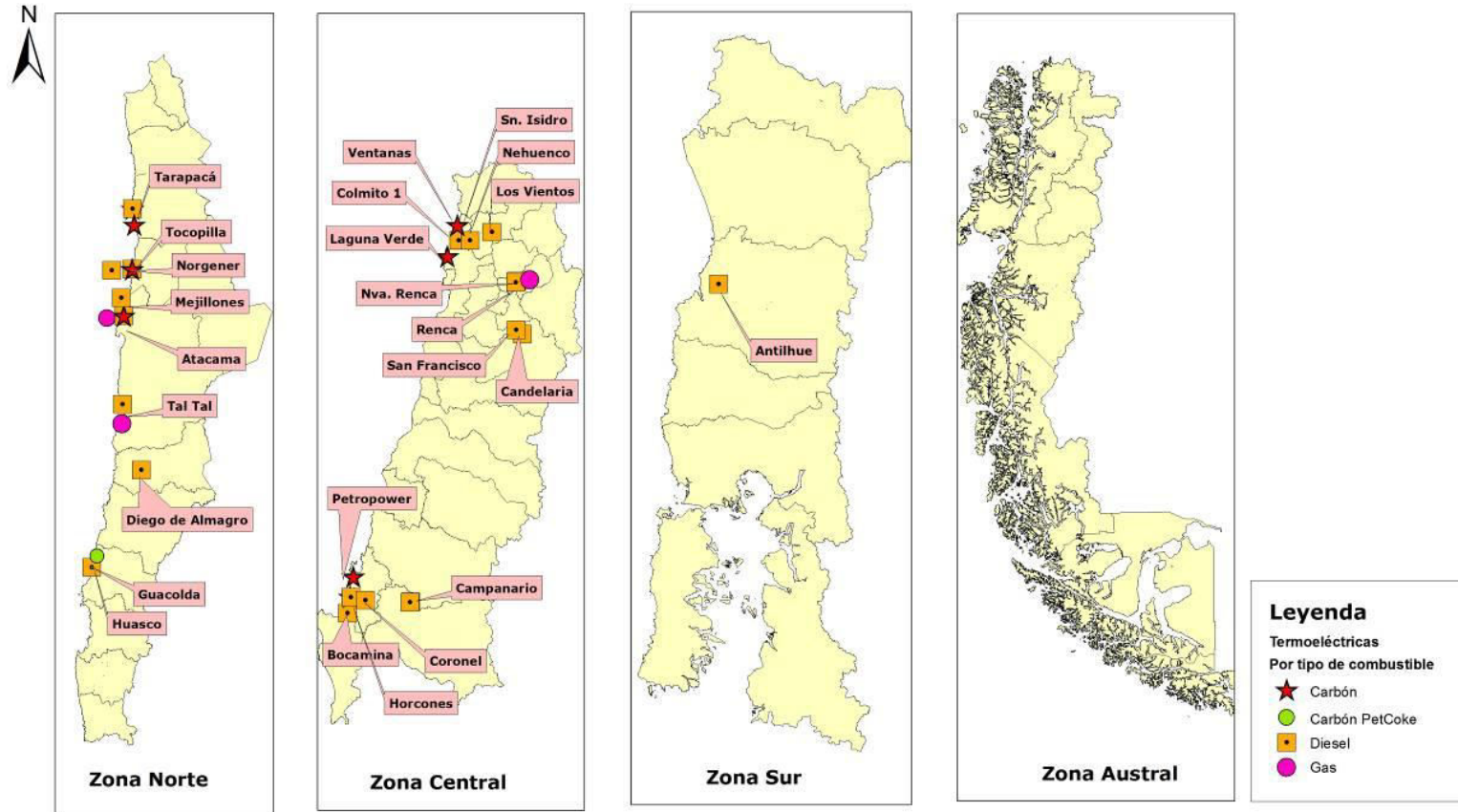
Región	Propietario	Nombre Central	Nombre Unidad	Combustible	Potencia (MW elect)	Tipo
Primera	Celta	Termoeléctrica Tarapacá	C.T. Tarapacá, #1	Carbón y Diesel	158	Turbina de Vapor
			C.T. Tarapacá, #2	Diesel	23	Turbina Gas
	Edelnor	Central Iquique	TurboGas	Diesel	23,8	Turbina Gas
Segunda	Gas Atacama	Central Térmica Atacama	TG1A	Gas Natural y Diesel	126,7	Turbina Gas, Dry low Nox DLN1 (GE)
			TG1B	Gas Natural y Diesel	126,7	Turbina Gas, Dry low Nox DLN1 (GE)
			TV1C	Gas Natural y Diesel	142,5	Turbina de Vapor
			TG2A	Gas Natural y Diesel	123,7	Turbina Gas, Dry low Nox DLN1 (GE)
			TG2B	Gas Natural y Diesel	124,1	Turbina Gas, Dry low Nox DLN1 (GE)
			TV2C	Gas Natural y Diesel	136,9	Turbina de Vapor
	Gener	Norgener S.A	Generadora N°1	Carbón/Petcoke	136,3	Turbina de Vapor
			Generadora N°2	Carbón/Petcoke	141,04	Turbina de Vapor
	Electroandina	Central Térmica Tocopilla	N°10	Petróleo N° 6	37,5	Turbina de Vapor
			N°11	Petróleo N° 6	37,5	Turbina de Vapor
			N°12	Carbón ó Carbón/Petcoke	85,3	Turbina de Vapor
			N°13	Carbón ó Carbón/Petcoke	85,3	Turbina de Vapor
			N°14	Carbón ó Carbón/Petcoke	128,3	Turbina de Vapor
			N°15	Carbón ó Carbón/Petcoke	130,3	Turbina de Vapor
			N°16	Gas Natural	400,0	Ciclo Combinado
			Turbo Gas N° 1	Diesel y Gas Natural (a)	24,7	Turbina Gas
			Turbo Gas N° 2	Diesel y Gas Natural (a)	24,9	Turbina Gas
	Turbo Gas N° 3	Diesel y Gas Natural	37,5	Turbina Gas		
	Edelnor	Central Térmica Mejillones	N° 1	Carbón ó Carbón/Petcoke	165,9	Turbina de Vapor
			N° 2	Carbón ó Carbón/Petcoke	175,0	Turbina de Vapor
			N° 3	Gas Natural	250,0	Ciclo Combinado
ANDINA S.A.	ANDINA	CTA	Carbón	152,6	Turbina de Vapor	
ANGAMOS S.A.	ANGAMOS	ANG1	Carbón	244	Turbina de Vapor	
		ANG2	Carbón	244,3	Turbina de Vapor	
HORNITOS S.A.	HORNITOS	CTH	Carbón	153,9	Turbina de Vapor	

Fuente: "Apoyo a la implementación de Norma de Emisión para centrales termoeléctricas". Gamma Ingenieros S.A 2007 actualizado con la pág. www.cne.cl 2014

Listado Centrales Termoeléctricas SIC

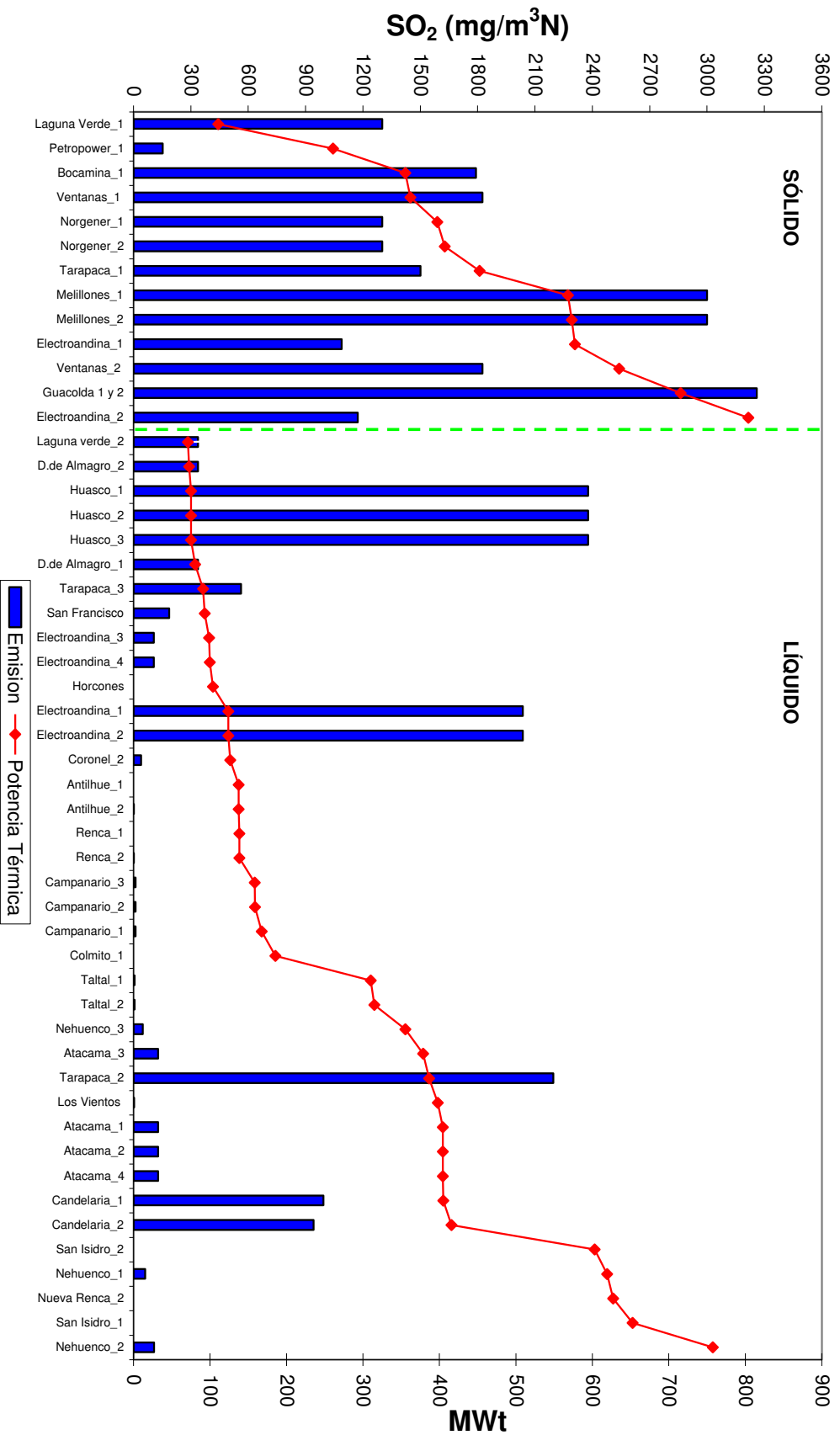
Región	Propietario	Nombre Central	Nombre Unidad	Combustible	Potencia (MW)	Tipo
Segunda	Endesa	Termoeléctrica Taltal	C.T. Taltal, #1	Gas Natural	120	Turbina Gas ciclo abierto
			C.T. Taltal, #2	Gas Natural	120	Turbina Gas ciclo abierto
Tercera	Eléctrica Guacolda	Termoeléctrica Guacolda	Unidad N°1	Petcoke, Carbones, Petróleo Diesel y Petróleo 6	152	Turbina de Vapor
			Unidad N°2	Petcoke, Carbones, Petróleo Diesel y Petróleo 6	152	Turbina de Vapor
			Unidad N°3	Petcoke, Carbones, Petróleo Diesel y Petróleo 6	152	Turbina de Vapor
			Unidad N°4	Petcoke, Carbones, Petróleo Diesel y Petróleo 6	152	Turbina de Vapor
	Endesa	Termoeléctrica Huasco	C.T. Huasco Vapor, # 1	Carbón	8	Turbina de Vapor
			C.T. Huasco Vapor, # 2	Carbón	8	Turbina de Vapor
			C.T. Huasco TG, # 3	Petróleo Combustible y Diesel	21,3	Turbina Gas
			C.T. Huasco TG, # 4	Petróleo Combustible y Diesel	21,3	Turbina Gas
			C.T. Huasco TG, # 5	Petróleo Combustible y Diesel	21,3	Turbina Gas
	EMELDA	Termoeléctrica Diego de Almagro	C.T. Diego de Almagro, #1	Diesel	23,8	Turbina Gas
			C.T. Diego de Almagro, #2	Diesel	23	Turbina Gas
			Emelda	Petróleo Diesel	69,3	Turbina Gas
	IC POWER	Cardones	Cardones	Petróleo Diesel	153,0	Turbina Gas
SWC	El Salvador	El Salvador	Petróleo Diesel	23,8	Turbina Gas	
Quinta	Endesa	Termoeléctrica San Isidro	C.T. San Isidro, #1	Gas Natural y P. Diesel	379	Ciclo Combinado
			Quintero	Petróleo Diesel	257,0	Turbina Gas
			San Isidro II	San Isidro II	GNL	399,0
	Colbun S.A.	Complejo Termoeléctrico Nehuenco	Nehuenco 1	Gas Natural y Diesel	360	Ciclo Combinado
			Nehuenco 2	Gas Natural	385	Ciclo Combinado
	AES Gener	Central Termoeléctrica Ventanas	Unidad N°1	Carbón, Diesel y Petróleo 6	120	Turbina de Vapor
			Unidad N°2	Carbón, Diesel y Petróleo 6	220	Turbina de Vapor
		Central Termoeléctrica Laguna Verde	Nueva Ventanas	Carbón	272,0	Turbina de Vapor
			Unidad N°1	Carbón	55 (a)	Turbina de Vapor
	Campiche	Campiche	Unidad N°2	Carbón	55 (a)	Turbina de Vapor
			TurboGas	Diesel	17	Turbina Gas
			Campiche	Carbón	272,0	Turbina de Vapor
	Colmito	Colmito	Colmito	Petróleo Diesel	58,0	Turbina Gas
AES Gener	Central Termoeléctrica Los Vientos	Unidad N°1	Diesel	270	Turbina Gas	
Sexta	Colbun S.A.	Central Candelaria	Candelaria I	Gas Natural y Diesel	130	Turbina Gas
			Candelaria II	Gas Natural y Diesel	130	Turbina Gas
	Energía Verde S.A.	San Francisco de Mostazal	San Fco. de Mostazal	Diesel	24	Turbina Gas
Octava	Arauco Generación	TG Horcones	TG Horcones Gas Natural	Gas Natural o Diesel	24 / 24*	Turbina Gas
			TG Nueva Aldea II	Petróleo Diesel	10 / 10*	Turbina Gas
	Endesa	Termoeléctrica Bocamina	C.T. Bocamina	Carbón, Diesel y Petróleo Combustible	128	Turbina de Vapor
	PSEG	Central Coronel	Central Coronel	Gas Natural y Diesel	47	Turbina a Gas y Petróleo
	AES Gener	Santa Lidia	Santa Lidia	Petróleo Diesel	139,0	Turbina Gas
	Colbun S.A.	Los Pinos	Los Pinos	Petróleo Diesel	104,2	Turbina Gas
	Colbun S.A.	Santa María	Santa María	Carbón	370,0	Turbina de Vapor
	Petropower Energía Ltda.	Petropower Energía Ltda.	Petropower Energía Ltda.	Petcoke	75	Turbina de Vapor
Décima	Colbun S.A.	Antihue	TG1	Diesel	50	Turbina Gas
			TG2	Diesel	50	Turbina Gas
Metropolitana	Eléctrica Santiago	Renca	Unidad 1	Diesel	50	Turbina de Vapor
			Unidad 2	Diesel	50	Turbina de Vapor
		Nueva Renca	Nueva Renca	Gas Natural y Diesel	379 (b)	Ciclo Combinado

Localización Centrales Termoeléctricas.



Fuente: Informe Final AGIES. KAS Ingeniería Diciembre 2009

Emissiones SO2 Centrales Termoeléctricas.



Fuente: Informe Final AGIES. KAS Ingeniería Diciembre 2009

Control de SO2

- Utilizar combustibles con menor contenido de azufre. Carbones usados en Chile con bajo porcentaje de azufre (<1%)

Tipo de Carbón	Origen	Cenizas %	Volátiles %	Azufre %	Poder Calorífico Superior kcal/kg
Carbón Bituminoso		11,37 - 16,02		0,49 - 4,26	6.368
	Indonesia	8	37	0,6	6.400
	China	11	32	0,7	6.300
	Sudafrica	12	27	0,8	6.200
	Australia (New South Wales)	12	29	0,7	6.300
	Australia (Brisbane)	13	35	0,6	6.400
	Colombia	7	34	0,7	6.500
	Venezuela	8	35	0,6	6.900
	EE.UU	11	33 - 36	1 - 3	6.300 - 6.700
Carbón Sub-Bituminoso		15,93 - 19,54		0,28 - 0,70	3.968
	Indonesia	2	34	0,2	4.300 - 5.100
	EE.UU	5	33	0,4	5.100

Fuente: Guacolda y Gener

- El petróleo pesado puede ser reemplazado por petróleo diesel que tiene menos azufre.
- Implementación de lecho fluidizado para las calderas a vapor, con la inyección de caliza en el lecho se alcanza eficiencias entre 80 a 90%
- Tecnologías de Desulfurizadores húmedos (eficiencia 98%), semiseco (94%), con agua de mar (97%)



Contenido de Azufre en el combustible

Marco Normativo

- En Chile los combustibles que se comercializan deben cumplir especificaciones de calidad y normas sobre su comercialización: Decreto N°132/1979, DFL N° 1.

Las especificaciones de calidad quedan determinadas a través de: Normas del INN o por Decreto del Ministerio de Energía.

Especificaciones de calidad Diesel A y B:

- En RM: DS N° 66/2010 (PPDA RM) → Diesel A
- En RP: DS N° 319/2006 M.Econ. → Diesel B
- DS N°60/2012 M. Energía y sus modificaciones
- Diferencias entre Diesel A y B: Agua y sedimentos, destilación máxima, viscosidad máxima, corrosión de lámina de cobre, densidad mínima, residuo carbonoso, azufre y nitrógeno.

Reducción de Azufre en el Diesel Nacional

Chile no se encuentra ajeno a la tendencia mundial de reducción de azufre en el diesel:

- A mediados de los años '80 el contenido de azufre del diesel alcanzaba a 5.000 ppm, en septiembre de 2011 el PPDA RM dispuso de diesel A de 15 ppm en la Región Metropolitana y el DS 60/2012 M. Energía dispuso 15 ppm para Gasolinas y 50 ppm para diesel B, ambos para el resto del país.

Reducción del contenido de azufre del diesel:

Concentración Contenido de Azufre en el Diesel
ppm

Fecha	Región Metropolitana	Resto País	Norma
Jul-97	1,500	5,000	DS 456
Ene-00	1,500	3,000	Nch -62
Abr-00	1,000	3,000	DS 146
Abr-02	300	3,000	
Jul-04	50	3,000	DS 58
Dic-04	50	2,000	DS 133
Jul-05	50	500	
Jul-06	50	350	
Sep-06	50	350	DS 319
Ene-07	50	350	
Ene-08	50	350	
Ene-10	50	50	
Abr-10	50	50	DS 66
Sep-11	15	50	

Implicancias del Incremento de Exigencias de Calidad en el Diesel

Producto del PPDA, MMA y MTT, se requiere:

- Cumplimiento de normas de emisión más exigentes: La única calidad permitida de diesel en la RM a partir de septiembre de 2011 es de 15 ppm.
- Obligan en la RM a la adopción de tecnologías que requieren diesel de azufre de 15 ppm (EURO V y IV) a partir de septiembre de 2011:
 - Septiembre de 2011: Vehículos livianos con tecnología Euro V (requiere 15 ppm).
 - Enero de 2012: Vehículos pesados con tecnología Euro III o Euro IV con filtro DPF o SCR (requieren 15 ppm).
 - Septiembre de 2012: Vehículos medianos con tecnología Euro V (requiere 15 ppm).

Inversiones

Respecto a inversiones, los cambios de especificaciones generalmente han ido asociadas a inversiones de las refinerías Aconcagua y Bio Bio a través de proyectos específicos como en las unidades desulfuradoras HDT, entre otros.

Para el último cambio de especificaciones (DS 60), las inversiones se hicieron parcialmente un par de años antes.



Ministerio de
Energía

Gobierno de Chile

Revisión Norma Primaria de Calidad de Aire de SO₂

Ministerio de Energía

Carolina Gómez A

14/10/2014