

Reunión Comité Operativo

Revisión Norma de Calidad Primaria de SO₂

Objetivo:

Conocer el efecto en la reducción de dióxido de azufre (SO₂) debido a:

- 1. La implementación de la norma de emisión para termoeléctricas**
- 2. El mejoramiento de combustibles fósiles en el transporte y en la industria**

14 de octubre, 2014

Reunión Comité Operativo

Revisión Norma de Calidad Primaria de SO₂

Temas:

Conocer los principales efectos en la reducción de SO₂ por

a) La aplicación de la norma de emisión a las termoeléctricas.

Carmen Gloria Contreras, Departamento de Normas MMA

b) Centrales termoeléctricas y contenido de azufre en el combustible.

Carolina Gómez, Ministerio de Energía

14 de octubre 2014

Efectos esperados en la reducción de SO₂ de la norma de emisión para termoeléctricas

Carmen Gloria Contreras F
Departamento de Normas MMA

Contexto: Antes de la Norma Termoeléctricas

- A través del SEIA se establecían exigencias caso a caso
- Zonas con problemas de calidad del aire, con aporte de emisiones de SO₂ de termoeléctricas:
 - Gran Concepción
 - Ventanas - Puchuncaví
 - Tocopilla
 - Huasco
- Emisiones de las termoeléctricas: MP, SO₂, NO_x, CO₂ y Hg
- Emisiones precursoras formadoras de MP2.5 y Ozono troposférico.

Característica del Parque Termoeléctrico (2008)

- Tecnología a carbón convencional CP - subcritical (η : 33%)
- Turbinas a gas pasaron a diesel
- Localizadas en la costa (efecto fumigación costera), en entornos urbanos
- No se constata repotenciamiento / retrofit
- Áreas degradadas por MP
- 2008: ninguna incluye desulfurizador o desnitrificador.
- 12 de 13 térmicas a carbón declaran control de MP



central Bocamina 125 MWe – 1970
Antes de incorporar FF

Centrales Existente a Carbón (al 26.10.10)

Zona saturada	Central	Sistema	Año puesta en Servicio	Potencia Eléctrica MW	Abatimiento MP	Abatimiento NOx	Abatimiento SO2
	AES Gener Laguna Verde (V Región)	SIC	1939	53	s/c	s/c	s/c
ZS	AES Gener Ventanas 1	SIC	1964	120	Precipitador	s/c	s/c
ZS	Endesa Bocamina (Coronel)	SIC	1970	128	Filtro	Tangencial	s/c
ZS	Norgener (AES Gener) Tocopilla 1	SING	1995-1997	136	Precipitador	s/c	s/c
ZS	Norgener (AES Gener) Tocopilla 2	SING	1995-1997	141	Precipitador	s/c	s/c
ZL	Guacolda (AES Gener) 1 (Huasco)	SIC	1995	152	Precipitador	s/c	s/c
ZL	Guacolda (AES Gener) 2 (Huasco)	SIC	1995	152	Precipitador	s/c	s/c
ZL	Guacolda (AES Gener) 3 (Huasco)	SIC	2009	152	Precipitador	LNOx	desulfurizador
ZL	Guacolda (AES Gener) 4 (Huasco)	SIC	2010	152	Precipitador	LNOx + SCR	desulfurizador
	Endesa Tarapacá (Patache, sur Iquique)	SING	S/I	182	Precipitador	s/c	s/c
ZS	E-CL (GDF Suez) Tocopilla U12 y U13	SING	1983-1900	170	Precipitador	s/c	s/c
ZS	AES Gener Ventanas 2	SIC	1977	220	Precipitador	LNOx	s/c
ZS	AES Gener Nueva Ventanas	SIC	2009	250	Precipitador	LNOx	s/c
ZS	E-CL (GDF Suez) Tocopilla U14 y U15	SING	1983-1900	268	Precipitador	s/c	s/c
	E-CL (GDF Suez) Mejillones 1 y 2	SING	1995	340	Precipitador	s/c	s/c
ZS	Petropower (Concepción)	SIC	1998	77	Filtro	lecho fluidizado	Lecho fluidizado

ZS: Zona Saturada

ZL: Zona Latente

Centrales en Construcción a Carbón (al 26.10.10)

Zona saturada	Central	Sistema	Año puesta en Servicio	MWe	Abatimiento MP	Abatimiento NOx	Abatimiento SO2
ZS	AES Gener Campiche (Ventanas)	SIC	2012	270	Precipitador	LNOx	Desulfurizador
ZS	Colbún Santa María 1 (Coronel)	SIC	2011	350	Precipitador	LNOx	Desulfurizador
ZS	Endesa Bocamina 2 (Coronel)	SIC	2011	350	Filtro	LNOx	Desulfurizador
	E-CL (GDF Suez) Hornitos (Mejillones)	SING	2011	165	Precipitador	LNOx	Lecho fluidizado
	E-CL (GDF Suez) Andino (Mejillones)	SING	2011	165	Precipitador	LNOx	Lecho fluidizado
	AES Gener Angamos I (Mejillones)	SING	2011	270	Precipitador	LNOx	Desulfurizador
	AES Gener Angamos II (Mejillones)	SING	2011	270	Precipitador	LNOx	Desulfurizador

Proyectos a Carbón que cuentan con RCA favorable (al 26.10.10)

Zona saturada	Central	Sistema	Mwe	MP	NOx	SO2
	AES Gener Los Robles (Constitución)	SIC	750	Precipitador	LNOx	Desulfurizador
ZS	Codelco Energía Minera (Ventanas)	SIC	1050	Precipitador	LNOx + SCR	Desulfurizador
ZL	Guacolda 5 (Huasco)	SIC	152	Precipitador	LNOx + SCR	Desulfurizador
	BHP Kelar (Mejillones)	SING	500	Precipitador	LNOx	Desulfurizador
	E-CL (GDF Suez) Infraestructura Mejillones	SING	750	Precipitador	LNOx	Desulfurizador
	Norgener (AES Gener) Cochrane (Mejillones)	SING	560	Precipitador	LNOx	Desulfurizador

Proyectos en proceso de evaluación (al 26.10.10)

Zona saturada	Centrales	Sistema	Número de unidades	MWe	Abatimiento MP	Abatimiento NOx	Abatimiento SO2
ZS	Southern Cross RC Generación (Puchuncaví)	SIC	2 unidades (350 MW)	700	Precipitador	LNOx + SCR	Desulfurizador
	MPX Castilla (Caldera)	SIC	6 unidades (350MW)	2354	Filtro	LNOx	Desulfurizador
	CAP Cruz Grande (La Higuera)	SIC	2 unidades (150 MW)	300	Precipitador	LNOx + SCR	Desulfurizador
	SWB Pirquenes (Arauco)	SIC	1	50	Filtro	Lecho fluidizado	Lecho fluidizado
ZL	Endesa Punta Alcalde (Hiasco)	SIC	2 unidades (370 MW)	740	sin información	LNOx	Desulfurizador

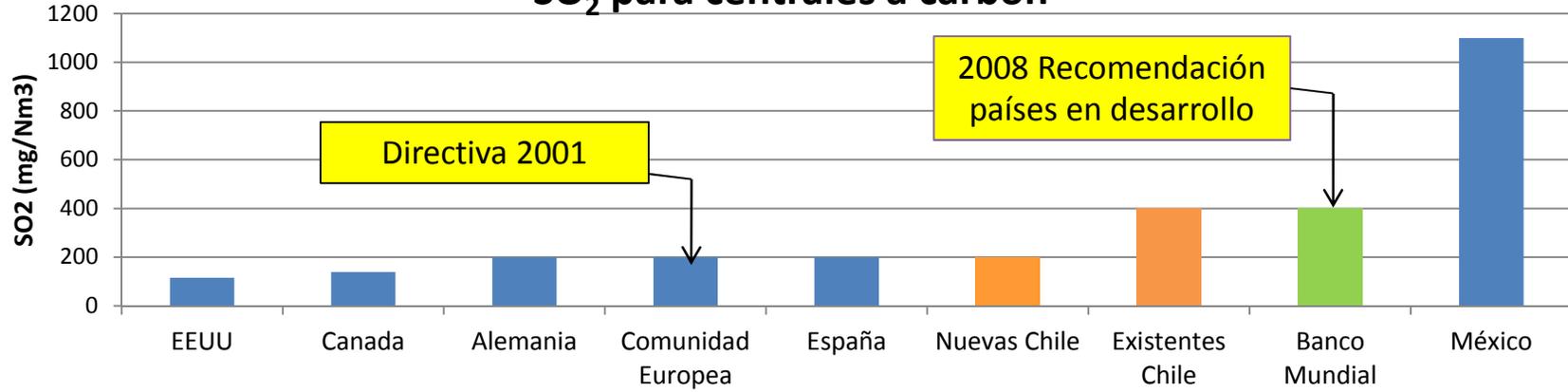
Tecnologías de control probadas, disponibles y eficiencia de remoción

Contaminante	Tecnología de Control	Eficiencia de remoción (%)
MP	<i>ESP</i>	99%
	<i>FF</i>	99,9%
SO₂	<i>DGC agua de mar</i>	97%
	<i>DDGC</i>	94%
	<i>WDGC</i>	98%
NO_x	<i>Quemadores Low-Nox*</i>	55%
	<i>SNCR</i>	50%
	<i>SCR</i>	95%
Hg	<i>ESP o FF</i>	70%
	<i>DGC+ESP o FF</i>	85%

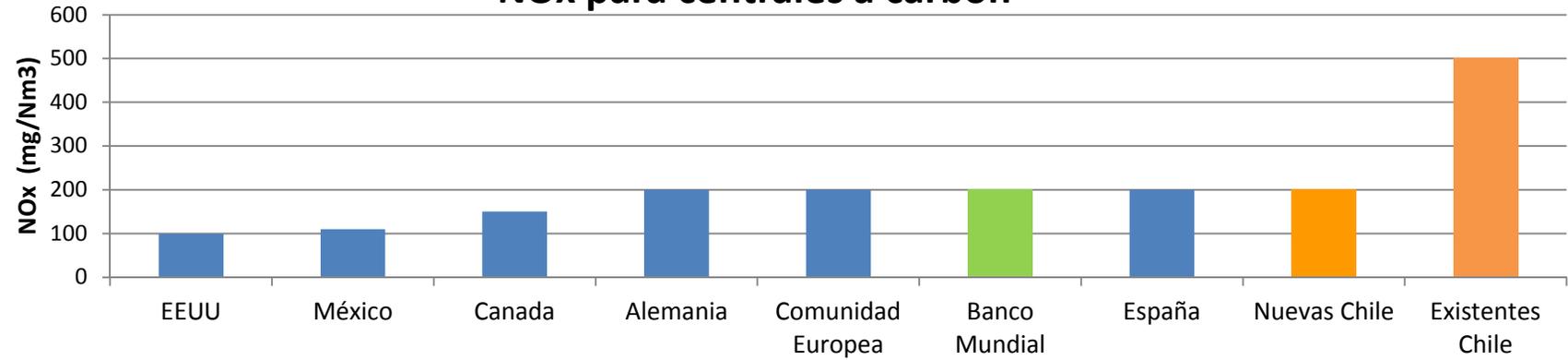
**Co-beneficio
por reducción
de MP - SO_x**

(*) *Quemadores Low NOX corresponde a tecnología básica estándar de quemado*

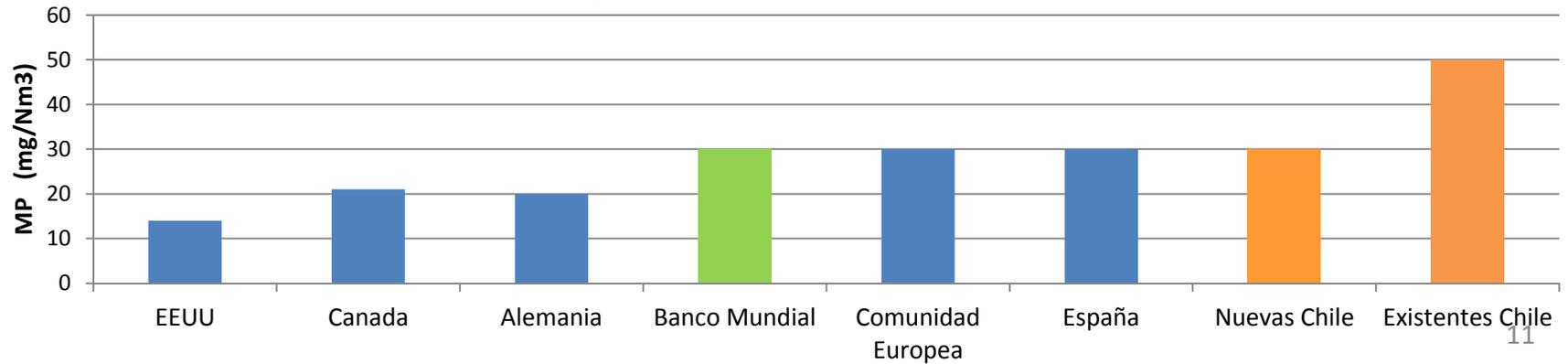
SO₂ para centrales a carbón



NO_x para centrales a carbón



MP para centrales a carbón



Límites de emisión para termoeléctricas post consulta pública

Combustible	Fuentes Existentes (mg/Nm3)			Fuentes Nuevas (mg/Nm3)		
	MP	SO ₂	NO _x	MP	SO ₂	NO _x
Sólido	50	400	500	30	200	200
Líquido	30	30	200	30	10	120
Gas	n.a.	n.a.	50	n.a.	n.a.	50

n.a. No Aplica

Valores se deben cumplir el 95% de las horas de funcionamiento.

En el caso de las fuentes existentes, se deberá cumplir el **límite de NOx el 70% del tiempo.**

Límite de Mercurio (Hg) para existentes y nuevas que utilicen carbón o petcoke

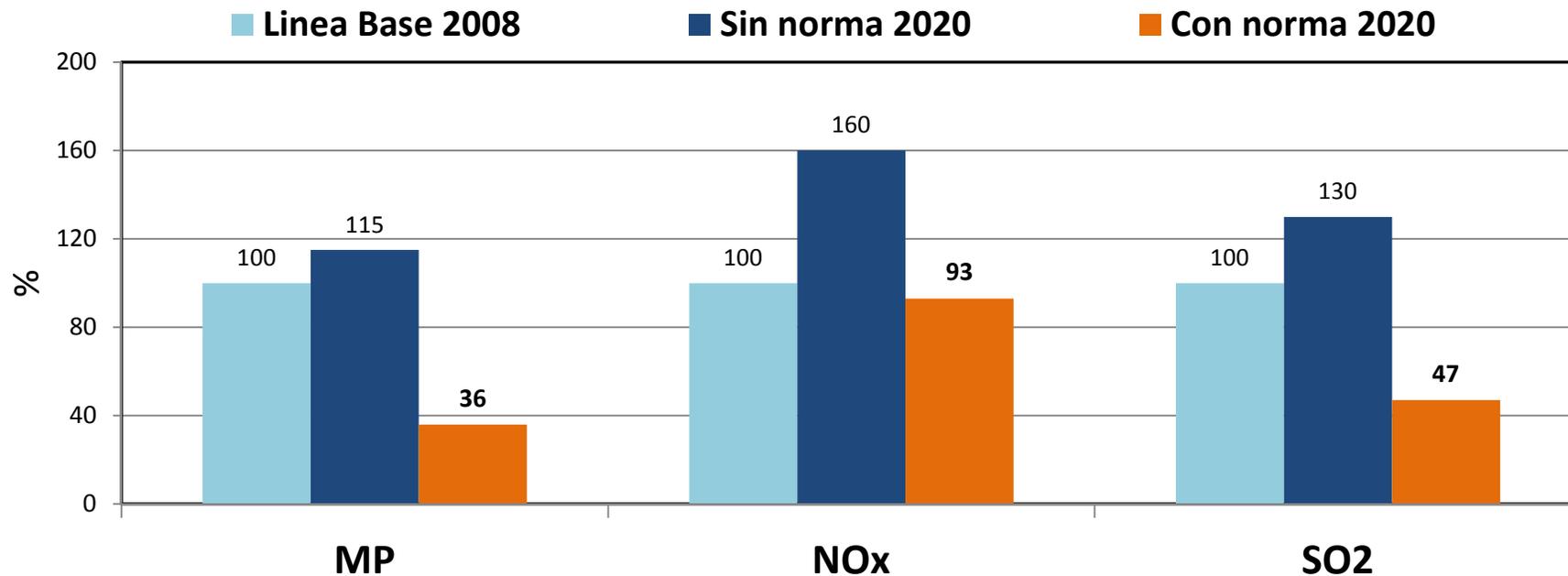
Combustible	Hg (mg/Nm3)
Carbón y/o Petcoke	0,1

Resumen de la norma de emisión

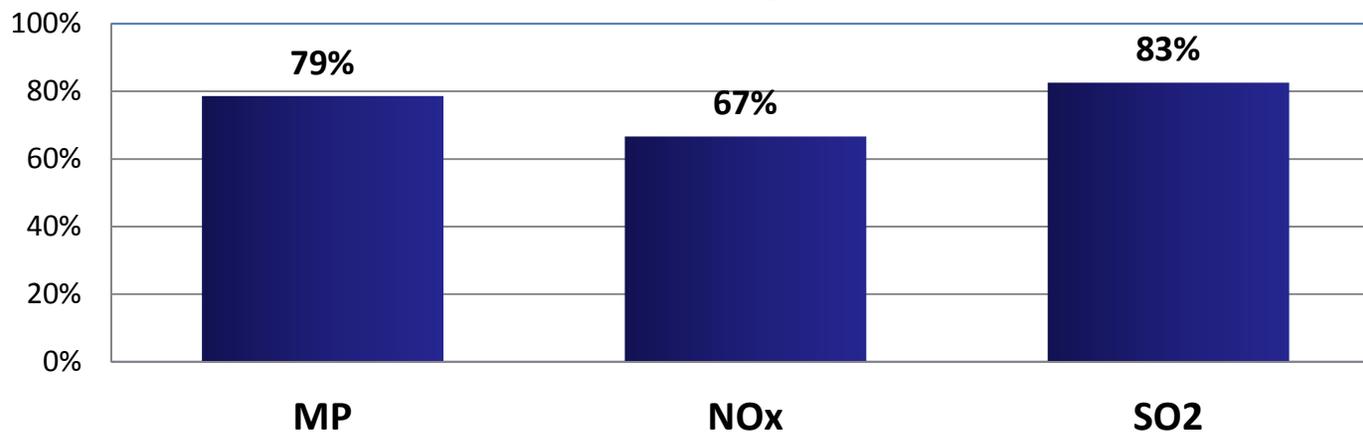
1. Aplica a todo el territorio del país
2. Tecnologías: calderas y turbinas
3. Tamaño: mayor a 50 MWt
4. Distingue por combustible: líquido, gaseoso, sólido
5. **Fuentes existentes : se modifican límites para contaminantes criterio: SO₂, NO_x**
6. **Fuentes existentes : se establece percentil 70 en el parámetro NO_x**
7. **Se modifica límites metales pesados: límite sólo Hg, reportar Ni, V**
8. Hito para diferenciar entre existente y nueva: Plan de obras
9. **Gradualidad para que existentes: diferenciado**
10. **Fuentes existentes menores a 150 MWt, diesel, que operen menos del 10% del tiempo, quedan eximidas de cumplir el límite de NO_x**
11. Monitoreo continuo de emisiones MP-gases y monitoreo discreto para Hg
12. Entrada en vigencia: publicación Diario Oficial
13. Fiscalizador: **Superintendencia de Medio Ambiente**

Resultados de la Norma:

Emisiones con y sin norma 2020



Reducción máxima esperada (%) al 2020



Resultados de la Evaluación de la Norma

1. Beneficios

- Nº de casos evitados en morbilidad y mortalidad debido a la reducción de concentración de MP, SO₂, NO_x, PM2.5
- Reducción concentración de SO₂ (norma secundaria recursos silvo-agrícolas)
- Reducción depositación particulado sobre coberturas vegetales
- Reducción de Hg sobre cuerpos de agua

2. Costos

- Costos Inversión
- Costo Operación + Mantención
- Costos de Monitoreo en línea
- Costos de fiscalización
- Costo Marginal de generación: aumento en la tarifa

3. Análisis del plazo de cumplimiento para las existentes (gradualidad)

Número esperado de casos evitados

Mortalidad evitada/año	
MP	202-282

Morbilidad admisiones hospitalarias evitadas/año	
MP	742 -1046
MP2.5	8.055 – 11.290
NOx	275 -442
SO2	388 - 505

Beneficios Millones US\$/año	
Mill US\$	234 - 657

Análisis General del Impacto Económico y Social (efectos valorados en salud)

Costo y Beneficio	Anteproyecto
Beneficio Salud	3.816
Costo Inversión y Fijos	1.035
Costo Sistema Eléctrico	707
Costo Total	1.741
Valor Actual Neto	2.075

Resultados en Valor Presente a enero 2010, Millones de
US\$: VAN de 2 mil millones de dólares

Obras de generación en construcción en el SIC y SING

Sistema	Fecha de entrada		Obras en construcción de generación	Tecnología	Potencia MW
	Mes	Año			
SIC	Septiembre	2014	Central Hidroeléctrica Pulelfu	Hidro-Pasada	9
SIC	Septiembre	2014	PE Ucuquer Dos	Eólico	11
SIC	Septiembre	2014	Punta Palmeras	Eólico	45
SIC	Octubre	2014	Parque Eólico Tal Tal	Eólico	99
SIC	Octubre	2014	Central Fotovoltaica Salvador	Solar Fotovoltaico	68
SIC	Octubre	2014	Central Hidroeléctrica Río Picoquén	Hidro-Pasada	19
SIC	Noviembre	2014	El Paso	Hidro-Pasada	60
SIC	Noviembre	2014	Central Hidroeléctrica Los Hierros II	Hidro-Pasada	5,5
SIC	Diciembre	2014	Proyecto Fotovoltaico Lalackama	Solar Fotovoltaico	55
SIC	Abril	2015	Central Hidroeléctrica Río Colorado	Hidro-Pasada	15
SIC	Abril	2015	Central Térmica de Respaldo Los Guindos	Diésel	132
SIC	Mayo	2015	Solar Luz del Norte	Solar Fotovoltaico	141
SIC	Junio	2015	Itata	Hidro-Pasada	20
SIC	Julio	2015	Cogeneración Papeles Cordillera S.A.	Gas Natural	50
SIC	Diciembre	2015	Proyecto Solar Conejo (Etapa I)	Solar Fotovoltaico	108
SIC	Septiembre	2015	Guacolda V	Carbón	152
SIC	Julio	2017	CTM-3	GNL-Diésel	243
SIC	Julio	2017	Ñuble	Hidro-Pasada	136
SIC	Febrero	2018	Alto Maipo - Central Las Lajas	Hidro-Pasada	267
SIC	Mayo	2018	Alto Maipo - Central Alfalfal II	Hidro-Pasada	264
SIC	Julio	2020	Central Hidroeléctrica San Pedro	Hidro-Pasada	144
SING	Septiembre	2014	María Elena	Solar Fotovoltaico	71
SING	Septiembre	2014	Ampliación La Huayca II (Fase II)	Solar Fotovoltaico	21
SING	Enero	2015	Complejo Fotovoltaico San Pedro III	Solar Fotovoltaico	30
SING	Enero	2015	Complejo Fotovoltaico San Pedro IV	Solar Fotovoltaico	30
SING	Enero	2015	Complejo Fotovoltaico San Pedro I	Solar Fotovoltaico	17
SING	Abril	2015	Parque Eólico Quillagua II	Solar Fotovoltaico	27
SING	Mayo	2015	Complejo Fotovoltaico San Pedro II	Solar Fotovoltaico	24
SING	Mayo	2015	Complejo Fotovoltaico Calama Sur	Solar Fotovoltaico	30
SING	Julio	2015	Parque Eólico Quillagua I	Solar Fotovoltaico	23
SING	Julio	2015	Uribe Solar	Solar Fotovoltaico	50
SING	Septiembre	2014	Arica Solar 1 (Etapa I)	Solar Fotovoltaico	18
SING	Septiembre	2014	Arica Solar 1 (Etapa II)	Solar Fotovoltaico	22
SING	Mayo	2016	Cochrane UI	Carbón	236
SING	Octubre	2016	Cochrane UII	Carbón	236
SING	Octubre	2016	Kelar	GNL	517
SING	Diciembre	2016	Concentración Solar Cerro Dominador	Termosolar	110
SING	Febrero	2017	Parque Eólico Quillagua III	Solar Fotovoltaico	50

Fuente:
Programa de obras de Generación y Transmisión del Sistema Interconectado Central y del Sistema Interconectado del Norte Grande.
Informe Técnico Anual Agosto 2014.