



UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE LA INCLUSIÓN DE PROYECTOS DE  
GENERACIÓN APROBADOS Y PENDIENTES DE CONSTRUIR EN EL SISTEMA  
INTERCONECTADO CENTRAL

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL ELÉCTRICO

JUAN RODRIGO VÁSQUEZ ROJAS

PROFESOR GUÍA:  
CRISTIAN HERMANSEN REBOLLEDO

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:  
ARIEL VALDENEGRO ESPINOZA  
RODRIGO MORENO VIEYRA

SANTIAGO DE CHILE  
2015

**RESUMEN DE LA MEMORIA PARA OPTAR AL  
TÍTULO DE: INGENIERO CIVIL ELÉCTRICO  
POR: JUAN RODRIGO VÁSQUEZ ROJAS  
FECHA: 12 DE ENERO DE 2015  
PROFESOR GUÍA: CRISTIAN HERMANSEN REBOLLEDO**

## **ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE LA INCLUSIÓN DE PROYECTOS DE GENERACIÓN APROBADOS Y PENDIENTES DE CONSTRUIR EN EL SISTEMA INTERCONECTADO CENTRAL**

Durante los últimos años ha aumentado la incertidumbre respecto al futuro del sistema eléctrico de Chile producto del alto rechazo por parte de la sociedad al desarrollo de proyectos de centrales eléctricas y de líneas de transmisión, tanto por factores medioambientales como sociales. Es por este motivo que es de real interés analizar el sistema en diferentes situaciones ante el aumento inminente del consumo eléctrico del país al estar en vías de desarrollo.

Este trabajo estudia el comportamiento en situación de demanda máxima del Sistema Interconectado Central (**SIC**), frente a la incorporación de nuevas centrales de generación según lo indicado por la Comisión Nacional de Energía (**CNE**), y de la expansión del sistema de transmisión troncal, considerando la entrada en operación de dos de los más cuestionados proyectos energéticos en Chile: el Proyecto Hidroaysén de 2750 MW hidráulicos, a ubicarse en la zona sur de sistema, y el Proyecto Central Castilla de 2100 MW térmicos, a ubicarse en la zona norte del sistema.

El estudio considera la creación de un modelo reducido del SIC tomando como base el año 2013, y proyectándolo al año 2033, utilizando la información pública provista por el Centro de Despacho Económico de Carga del SIC (**CDEC-SIC**), y de la **CNE**. Para ello, se realiza una proyección de la demanda en situación de demanda máxima anual, en cada una de las barras del modelo reducido.

Se analizan los costos marginales en las barras y los flujos por las líneas de este, detectando posibles problemas de desacople. Se consideran 3 hidrologías: seca, normal y húmeda. Luego se realiza un análisis considerando la incorporación de cada una de las centrales de interés por sí sola, y de ninguna de ellas.

La conclusión principal del estudio es que la entrada en operación de los Proyectos Hidroaysén y Castilla benefician al sistema, en cuanto permiten reducir los costos de operación de este y ser un respaldo para situaciones donde no haya radiación solar y/o no exista generación eólica producto de la intermitencia del viento. De esta forma, en caso de no poder entrar en operación por oposición social y política, se hace urgente buscar sustitutos que puedan proveer la potencia no suministrada por ellos.

*A quienes desde pequeño me apoyaron y estuvieron ahí en todo momento para que pudiera lograr las metas que me propuse y superar los problemas que se me enfrentaron, y gracias a quienes soy quien soy ahora. Este logro se lo dedico a ustedes.*

*Mamá, Papá, Mami y Nan.*

## Agradecimientos

En primer lugar quiero agradecer a mis padres, Nancy Rojas y Juan Vásquez, quienes me apoyaron en el colegio y luego desde el primer instante en que entré a la universidad, y quienes me dieron palabras de aliento en los momentos más difíciles que pasé. Gracias a ellos pude llegar hasta aquí.

A mi hermana mayor, Gisselle Vásquez, por todo el “*hana ma hana*” que me diste cada vez que tenía evaluaciones. Infinitas gracias por tu gran apoyo durante el desarrollo de esta memoria.

A mi hermana menor, Noelia Vásquez, por todo el cariño que me entregaste desde que naciste, y por todo el ánimo que me dabas cuando me veías estudiando. Sin duda llegaste para alegrar nuestro hogar. Muchas gracias “*mana*”.

A mis abuelos, Silvia Lillo y Hernán Rojas, que me han entregado todo su apoyo y cariño desde que era pequeño. Han sido un apoyo fundamental para poder llegar hasta este punto de mi vida.

A mi polola, mi “*amochita*”, Vannia Alarcón, que durante el año del desarrollo de esta memoria estuvo incondicionalmente a mi lado, comprendiéndome y apoyándome en los momentos en que lo necesité. Su cariño y sus palabras de ánimo fueron muy importantes para poder lograr esto.

A mi profesor guía, Cristian Hermansen, por el apoyo, la preocupación y el tiempo empleado para que pudiera realizar este trabajo de la mejor forma.

A los profesores y compañeros que compartieron sus conocimientos desinteresadamente y fueron parte fundamental de este proceso.

A mis amigos, Cristóbal Inostroza, Rodrigo Chi, Williams Rebolledo, Sebastián Garcés, grandes personas que conocí en la universidad, por la gran disposición que mostraron cada vez que necesité ayuda. Y en general, muchas gracias a todas las personas que conocí.

A Dios, por darme la fortaleza para seguir adelante en momentos en que podía decaer, y por brindarme la linda vida que tengo.

Finalmente quisiera agradecer a la Fundación Moisés Mellado, a la Universidad de Chile y al Gobierno de Chile, por todo el apoyo económico que recibí, el que me permitió estudiar esta carrera.

# Tabla de contenido

Capítulo 1: Introducción .....	1
Capítulo 2: Antecedentes.....	3
2.1 El Mercado Eléctrico Chileno .....	3
2.1.1 Sector de la Generación.....	3
2.1.2 Sector de la Transmisión.....	3
2.1.3 Sector de la Distribución.....	4
2.1.4 Los Consumidores.....	4
2.1.5 El Mercado Spot.....	4
2.2 El Sistema Eléctrico Nacional .....	6
2.3 Estructura de costos del mercado.....	8
2.3.1 Costos de Inversión.....	8
2.3.2 Costo de Desarrollo.....	9
2.3.3 Costo de Operación.....	10
2.3.4 Costo por regular frecuencia .....	11
2.3.5 Costo de Falla o de Racionamiento.....	12
2.3.6 Costos por servicios complementarios .....	12
2.4 Condiciones especiales de operación .....	12
2.4.1 Condición de Vertimiento .....	12
2.4.2 Desacople de precios .....	13
2.5 Seguridad de Servicio .....	13
2.6 Sistema de Tarificación .....	15
2.6.1 Estructura tarifaria en Generación.....	15
2.6.2 Estructura tarifaria en Transmisión.....	16
2.6.3 Estructura tarifaria en Distribución.....	17
2.7 Costo nivelado de la energía.....	17
2.8 Centrales.....	18
2.8.1 Centrales Hidroeléctricas .....	18
2.8.2 Centrales Termoeléctricas.....	20
2.9 Sistemas de Transmisión .....	24
2.9.1 Transmisión en Corriente Alterna (AC).....	24
2.10 Proyectos aprobados y pendientes de construir .....	25
2.10.1 Proyecto Hidroaysén .....	25
2.10.2 Proyecto Central Castilla .....	26
2.11 Demanda de un sistema eléctrico.....	27
2.12 Precio de los Combustibles.....	30

2.13	Operación económica del sistema .....	31
2.14	Experiencia Internacional .....	32
2.14.1	Central Hidroeléctrica .....	32
2.14.2	Central Termoeléctrica .....	33
Capítulo 3: Implementación .....		34
3.1	Modelo del SIC.....	34
3.2	Proyección del SIC al 2033 .....	42
3.2.1	Centrales que salen de operación .....	42
3.2.2	Centrales que entran en operación .....	42
3.2.3	Líneas de transmisión que salen de operación .....	44
3.2.4	Líneas de transmisión y transformadores que entran en operación .....	44
3.3	Proyección de la Demanda Máxima.....	45
3.4	Hidrología.....	49
3.5	Mantenimientos.....	50
3.6	Simulación base: año 2013 .....	51
Capítulo 4: Análisis de resultados.....		55
4.1	Incorporación de Castilla e Hydroaysén.....	56
4.1.1	Año 2014 .....	56
4.1.2	Año 2015 .....	58
4.1.3	Año 2016 .....	59
4.1.4	Año 2017 .....	61
4.1.5	Año 2018 .....	63
4.1.6	Año 2019 .....	65
4.1.7	Año 2020 .....	67
4.1.8	Año 2021 .....	69
4.1.9	Año 2022 .....	71
4.1.10	Año 2023 .....	73
4.1.11	Año 2024 .....	75
4.1.12	Año 2025 .....	77
4.1.13	Año 2026 .....	79
4.1.14	Año 2027 .....	81
4.1.15	Año 2028 .....	83
4.1.16	Año 2029 .....	85
4.1.17	Año 2030 .....	87
4.1.18	Año 2031 .....	89
4.1.19	Año 2032 .....	91

4.1.20Año 2033 .....	93
4.2 Análisis de nuevos escenarios .....	95
4.2.1 Barra Cardones 220 kV .....	95
4.2.2 Barra Polpaico 220 kV .....	97
4.2.3 Barra Cerro Navia 220 kV .....	99
4.2.4 Barra Alto Jahuel 220 kV .....	100
4.2.5 Barra Charrúa 220 kV.....	102
4.2.6 Barra Itahue 220 kV.....	104
4.3 Resumen de resultados .....	105
Capítulo 5: Conclusiones y Recomendaciones.....	111
Capítulo 6: Bibliografía.....	114
Capítulo 7: Anexos.....	116
7.1 Anexo 1. Líneas de Transmisión del SIC .....	116
7.2 Anexo 2. Resultados simulaciones .....	120

## Índice de tablas

Tabla 2.1. Sistema Eléctrico Nacional. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Comisión Nacional de Energía, Abril 2014 [2].	6
Tabla 2.2. Costo de Inversión de proyectos de generación. Fuente: Escenarios Energéticos Chile 2030, julio 2013 [5].	9
Tabla 2.3. Centrales Hidráulicas de Pasada en el SIC. Fuente: Elaboración Propia.	19
Tabla 2.4. Centrales Hidráulicas de Embalse en el SIC. Fuente: Elaboración Propia.	20
Tabla 2.5. Centrales Termoeléctricas a Biogás en el SIC. Fuente: Elaboración Propia.	21
Tabla 2.6. Centrales Termoeléctricas a Biomasa en el SIC. Fuente: Elaboración Propia.	22
Tabla 2.7. Centrales Termoeléctricas a Carbón en el SIC Fuente: Elaboración Propia.	22
Tabla 2.8. Centrales Termoeléctricas con Cogeneración en el SIC. Fuente: Elaboración Propia.	22
Tabla 2.9. Centrales Termoeléctricas a Diésel en el SIC. Fuente: Elaboración Propia.	22
Tabla 2.10. Centrales Termoeléctricas de Ciclo Combinado en el SIC. Fuente: Elaboración Propia.	23
Tabla 2.11. Proyección de Demanda de Energía SIC. Fuente: CNE, abril 2014 [15].	29
Tabla 2.12. Proyección de Precio Carbón Térmico. Fuente: CNE, abril 2014 [15].	30
Tabla 2.13. Proyección de Precio Crudo WTI. Fuente: CNE, abril 2014 [15].	30
Tabla 2.14. Proyección de Precio GNL en Chile. Fuente: CNE, abril 2014 [15].	30
Tabla 3.1. Barras del SIC Reducido al año 2013	34
Tabla 3.2. Líneas de Transmisión del SIC Reducido al año 2013.	35
Tabla 3.3. Centrales del SIC Reducido al año 2013.	35
Tabla 3.4. Centrales que salen de operación desde el 2014 al 2033. Fuente: Elaboración propia a partir de ITD 2014.	42
Tabla 3.5. Centrales que entran en operación desde el 2014 al 2033. Fuente: Elaboración propia a partir del ITD 2014.	42
Tabla 3.6. Líneas de transmisión que salen de operación desde el 2014 al 2033. Fuente: Elaboración propia a partir del ITD 2014.	44
Tabla 3.7. Líneas de transmisión y transformadores que entran en operación desde el 2014 al 2033. Fuente: Elaboración propia a partir del ITD 2014.	44
Tabla 3.8. Fecha y demanda máxima anual del SIC, entre el año 2004 y el 2013. Fuente: Elaboración Propia.	45
Tabla 3.9. Demanda Máxima año 2013 en las barras del sistema reducido del SIC. Fuente: Elaboración Propia.	46
Tabla 3.10. Barras donde hay consumo en el modelo reducido, clasificadas por zona.	46
Tabla 3.11. Proyección de la Demanda Máxima del 2013 al 2023. Fuente: Elaboración Propia.	48
Tabla 3.12. Proyección de la Demanda Máxima del 2024 al 2033. Fuente: Elaboración Propia.	49
Tabla 3.13. Programa de mantenimiento que afecta a diciembre de 2014.	50
Tabla 3.14. Programa de mantenimiento considerado para las simulaciones hasta el 2013.	51
Tabla 3.15. Costos marginales año 2013 por hidrología	51
Tabla 3.16. Despacho centrales año 2013 por hidrología	52
Tabla 3.17. Flujos por las líneas año 2013.	54
Tabla 4.1. Entrada en operación de Central Hidroeléctrica Hidroaysén.	55
Tabla 4.2. Entrada en operación de Central Castilla	55

Tabla 4.3. Flujos por las líneas de transmisión en el año 2014.....	56
Tabla 4.4. Costos marginales en las barras en el año 2014 .....	57
Tabla 4.5. Flujos por las líneas de transmisión en el año 2015.....	58
Tabla 4.6. Costos marginales en las barras en el año 2015 .....	59
Tabla 4.7. Flujos por las líneas de transmisión en el año 2016.....	60
Tabla 4.8. Costos marginales en las barras en el año 2016 .....	61
Tabla 4.9. Flujos por las líneas de transmisión en el año 2017.....	61
Tabla 4.10. Costos marginales en las barras en el año 2017 .....	63
Tabla 4.11. Flujos por las líneas de transmisión en el año 2018.....	63
Tabla 4.12. Costos marginales en las barras en el año 2018 .....	65
Tabla 4.13. Flujos por las líneas de transmisión en el año 2019.....	65
Tabla 4.14. Costos marginales en las barras en el año 2019 .....	67
Tabla 4.15. Flujos por las líneas de transmisión en el año 2020.....	67
Tabla 4.16. Costos marginales en las barras en el año 2020 .....	69
Tabla 4.17. Flujos por las líneas de transmisión en el año 2021 .....	69
Tabla 4.18. Costos marginales en las barras en el año 2021 .....	70
Tabla 4.19. Flujos por las líneas de transmisión en el año 2022.....	71
Tabla 4.20. Costos marginales en las barras en el año 2022 .....	72
Tabla 4.21. Flujos por las líneas de transmisión en el año 2023.....	73
Tabla 4.22. Costos marginales en las barras en el año 2023 .....	74
Tabla 4.23. Flujos por las líneas de transmisión en el año 2024.....	75
Tabla 4.24. Costos marginales en las barras en el año 2024 .....	76
Tabla 4.25. Flujos por las líneas de transmisión en el año 2025.....	77
Tabla 4.26. Costos marginales en las barras en el año 2025 .....	78
Tabla 4.27. Flujos por las líneas de transmisión en el año 2026.....	79
Tabla 4.28. Costos marginales en las barras en el año 2026 .....	80
Tabla 4.29. Flujos por las líneas de transmisión en el año 2027.....	81
Tabla 4.30. Costos marginales en las barras en el año 2027 .....	82
Tabla 4.31. Flujos por las líneas de transmisión en el año 2028.....	83
Tabla 4.32. Costos marginales en las barras en el año 2028 .....	84
Tabla 4.33. Flujos por las líneas de transmisión en el año 2029.....	85
Tabla 4.34. Costos marginales en las barras en el año 2029 .....	86
Tabla 4.35. Flujos por las líneas de transmisión en el año 2030.....	87
Tabla 4.36. Costos marginales en las barras en el año 2030 .....	88
Tabla 4.37. Flujos por las líneas de transmisión en el año 2031 .....	89
Tabla 4.38. Costos marginales en las barras en el año 2031 .....	90
Tabla 4.39. Flujos por las líneas de transmisión en el año 2032.....	91
Tabla 4.40. Costos marginales en las barras en el año 2032 .....	92
Tabla 4.41. Flujos por las líneas de transmisión en el año 2030.....	93
Tabla 4.42. Costos marginales en las barras en el año 2033 .....	94

## Índice de figuras

Figura 2.1. Sistema Eléctrico Simplificado. Fuente: Elaboración propia. ....	5
Figura 2.2. Ubicación Geográfica de los Sistemas Eléctricos de Chile. Fuente: Grupo CGE, 2014 [3].....	7
Figura 2.3. Tecnologías implicadas en la generación del SIC a Diciembre de 2013. Fuente: Elaboración propia. ....	7
Figura 2.4. Evolución de la demanda energética anual del SIC. Fuente: Elaboración propias con datos CNE, 2014 [4].....	8
Figura 2.5. Estados de un Sistema Eléctrico. Elaboración Propia a partir del documento Operating under stress and strain, IEEE Spectrum, 1978 [8].....	15
Figura 2.6. Modelo del Costo nivelado de la energía. Fuente: Documento “El costo nivelado de energía y el futuro de la energía renovable no convencional en Chile: derribando algunos mitos”, junio 2012 [9]. ....	18
Figura 2.7. Sistema de Transmisión Simplificado. Fuente: Elaboración Propia .....	24
Figura 2.8. Curva comparativa de costos de Sistemas HVAC y HDVC. Fuente: Siemens, 2014 [12] .....	25
Figura 2.9. Ubicación Centrales Proyecto Hidroaysén. Fuente: Sitio web Proyecto Hidroaysén, 2014 [13]. ....	26
Figura 2.10. Ubicación Proyecto Castilla. Fuente: Proyecto Central Castilla, 2014 [14] .....	27
Figura 2.11. Demanda y Energía. ....	27
Figura 2.12. Curva de Carga Consumo Residencial .....	28
Figura 2.13. Curva de Carga Consumo Comercial.....	28
Figura 2.14. Curva de Carga Alumbrado Público .....	28
Figura 2.15. Curva de Carga Sector Industrial .....	28
Figura 2.16. Curva de Crecimiento Vegetativo .....	29
Figura 2.17. Curva de Crecimiento Industrial .....	29
Figura 3.1. Modelo del SIC reducido al año 2013 – Zona Norte.....	40
Figura 3.2. Modelo del SIC reducido al año 2013 – Zona Centro Parte 1 .....	40
Figura 3.3. Modelo del SIC reducido al año 2013 – Zona Centro Parte 2 .....	41
Figura 3.4. Modelo del SIC reducido al año 2013 – Zona Sur.....	41
Figura 3.5. Proyección de la tasa de crecimiento considerada para el Plan de Obras en el ITD de Abril de 2014. Fuente: Elaboración Propia .....	47
Figura 3.6. Proyección de la tasa de crecimiento de la demanda para al 2033. Fuente: Elaboración Propia .....	48
Figura 3.7. Energía generada por centrales hidráulicas desde el año 1996 al 2013. Fuente: Elaboración Propia. ....	49
Figura 4.1. Entrada de centrales según tecnología desde el 2014 al 2033, según la CNE .....	55
Figura 4.2. Cardones 220 kV con Hidroaysén y Castilla .....	95
Figura 4.3. Cardones 220 kV solo con Castilla.....	96
Figura 4.4. Cardones 220 kV solo con Hidroaysén .....	96
Figura 4.5. Cardones 220 kV sin Hidroaysén ni Castilla .....	96
Figura 4.6. Polpaico 220 kV con Hidroaysén y Castilla .....	97
Figura 4.7. Polpaico 220 kV solo con Castilla .....	97
Figura 4.8. Polpaico 220 kV solo con Hidroaysén .....	98
Figura 4.9. Polpaico 220 kV sin Hidroaysén ni Castilla .....	98
Figura 4.10. Cerro Navia 220 kV con Hidroaysén y Castilla.....	99
Figura 4.11. Cerro Navia 220 kV solo con Castilla .....	99

Figura 4.12. Cerro Navia 220 kV solo con Hidroaysén.....	99
Figura 4.13. Cerro Navia 220 kV sin Hidroaysén ni Castilla.....	100
Figura 4.14. Alto Jahuel 220 kV con Hidroaysén y Castilla .....	100
Figura 4.15. Alto Jahuel 220 kV solo con Castilla .....	101
Figura 4.16. Alto Jahuel 220 kV solo con Hidroaysén .....	101
Figura 4.17. Alto Jahuel 220 kV sin Hidroaysén ni Castilla .....	101
Figura 4.18. Charrúa 220 kV con Hidroaysén y Castilla .....	102
Figura 4.19. Charrúa 220 kV solo con Castilla .....	102
Figura 4.20. Charrúa 220 kV solo con Hidroaysén .....	103
Figura 4.21. Charrúa 220 kV sin Hidroaysén ni Castilla .....	103
Figura 4.22. Itahue 220 kV con Hidroaysén y Castilla.....	104
Figura 4.23. Itahue 220 kV solo con Castilla .....	104
Figura 4.24. Itahue 220 kV solo con Hidroaysén.....	104
Figura 4.25. Itahue 220 kV sin Hidroaysén ni Castilla .....	105

## Capítulo 1: Introducción

El presente estudio se enmarca en el cuestionamiento que han generado dos de los más grandes proyectos en el Sistema Interconectado Central: el Proyecto Hidroaysén (2750 MW) y el Proyecto Castilla (2100 MW), y en las implicancias que tendría para el sistema la no incorporación de los mismos.

El estudio se presenta en 4 capítulos: en el Capítulo 2 se realiza una contextualización de cómo funciona el sistema eléctrico en Chile, de acuerdo a la legislación vigente. Se revisan los distintos sectores en los que está dividido, y en cómo estos son coordinados. Además se muestra cómo funciona el mercado eléctrico, de manera de hacerlo operar a mínimo costo según las condiciones técnicas presentes en cada momento. También se efectúa una breve descripción de la composición de la matriz energética, y cómo las distintas tecnologías afectan al precio de la potencia y energía eléctrica, de acuerdo a los costos de inversión y operación implicados. Se da también énfasis a la calidad y la seguridad del servicio del suministro eléctrico, indicando los estados en los que el sistema puede estar frente a distintas situaciones. Finalmente se describen las tecnologías **HVAC** y **HVDC**, los proyectos Hidroaysén y Castilla, y se revisa la experiencia internacional de proyectos que se hayan construido y que fueron anteriormente cuestionados por la sociedad.

En el Capítulo 3 se realiza una descripción de la metodología a seguir para realizar el estudio, diseñando el modelo a utilizar y señalando los supuestos. Además se efectúa la simulación base, correspondiente al año 2013, para comprobar que el modelo se encuentre correcto.

En el Capítulo 4 se analizan los resultados para las simulaciones con la incorporación al **SIC** de Hidroaysén y de Castilla, detallando los resultados de las transferencias en las líneas de transmisión y los costos marginales en las barras del sistema reducido.

Finalmente, en el Capítulo 5 se concluye sobre los resultados obtenidos, y se realizan recomendaciones respecto a trabajos futuros a partir del presente estudio.

### **Objetivo General**

En el escenario de demanda máxima anual del SIC, determinar los efectos que tiene sobre este la entrada en operación del Proyecto Hidroeléctrico Hidroaysén y de la Central Termoeléctrica Castilla, considerando la incorporación de las centrales determinadas por la CNE y la expansión del Sistema de Transmisión frente a la creciente demanda.

### **Objetivos Específicos**

- Crear un modelo reducido del SIC actualizado al año 2013, considerado como año base para el análisis.

- Proyectar el modelo anterior año a año, hasta el 2033, considerando las entrada de nuevas centrales y líneas de transmisión.
- Realizar una proyección de la demanda en situación de demanda máxima anual del **SIC** desde el 2014 al 2033, en las distintas barras del modelo reducido.
- Determinar el precio de la energía en las barras del modelo reducido en la situación de demanda máxima anual, frente a tres escenarios: Hidrología Seca, Hidrología Normal e Hidrología Húmeda.
- Verificar la propuesta de expansión del Sistema de Transmisión Troncal ante los distintos escenarios, y en caso de ser necesario, definir un nuevo calendario de inversiones en transmisión.
- Analizar el comportamiento del **SIC**, considerando la expansión del Sistema de Transmisión Troncal y la incorporación de centrales de generación según señala la Comisión Nacional de Energía (**CNE**) en el Informe Técnico Definitivo de Fijación de Precio Nudos de Corto Plazo de abril de 2014, y la inclusión del Proyecto Hidroeléctrico Hidroaysén y de la Central Termoeléctrica Castilla, verificando los efectos de la no inclusión de ellas, y la inclusión de sólo una.
- Realizar un análisis de distintos escenarios, considerando la inclusión de sólo del Proyecto Hidroeléctrico Hidroaysén, solo de la Central Termoeléctrica Castilla, o de ninguno de ellos.

## Capítulo 2: Antecedentes

### 2.1 El Mercado Eléctrico Chileno

En Chile, el mercado eléctrico está conformado por 3 actividades: Generación, Transmisión y Distribución. Estas son desarrolladas por empresas con capitales privados, donde el Estado de Chile, mediante el Ministerio de Energía, la Comisión Nacional de Energía (**CNE**) y la Superintendencia de Electricidad y Combustible (**SEC**), ejerce las funciones de regulación y fiscalización. El principal organismo es la CNE, la cual participa en la regulación del sector eléctrico, encargándose de elaborar y coordinar los planes, las políticas y las normas necesarias para el correcto funcionamiento del sector energético nacional, velando por el cumplimiento y asesorando a los organismos de Gobierno en las materias relacionadas con energía.

#### 2.1.1 Sector de la Generación

Está constituido por las empresas eléctricas propietarias de centrales generadoras de energía eléctrica, la cual es transmitida y distribuida a los consumidores finales. Se caracteriza por ser un mercado competitivo, con deseconomías de escala en los costos variables de operación, donde los precios de energía tienden a reflejar el costo marginal de producción de la energía. El sector de la Generación está en un mercado competitivo, no correspondiendo a una actividad de servicio público, siendo los precios fijados por el mercado.

#### 2.1.2 Sector de la Transmisión

Está constituido por el conjunto de líneas, subestaciones y equipos destinados al transporte de la energía eléctrica desde los generadores hasta los centros de distribución. En Chile, se clasifica en la categoría de Transmisión a toda línea o subestación con una tensión igual o superior a 23 kV. Los equipos con tensiones menores se clasifican en la categoría de Distribución. La Transmisión es de libre acceso para los generadores, los cuales pueden imponer servidumbre de paso sobre la capacidad disponible de transmisión mediante el pago de peajes. El sector de la Transmisión es un monopolio natural.

En el Sistema de Transmisión se puede distinguir el Sistema Troncal (líneas y subestaciones que configuran el mercado común), y los Sistemas de Subtransmisión (los que permiten retirar la energía desde el Sistema Troncal hasta los distintos puntos de consumo). El transporte de electricidad por los Sistemas Troncal y Subtransmisión es un servicio público eléctrico, es decir, las empresas de transmisión tienen obligación de servicio, siendo responsabilidad de estas el de invertir en nuevas líneas o ampliaciones de las mismas [1].

### 2.1.3 Sector de la Distribución

Los Sistemas de Distribución son constituidos por las líneas, subestaciones y equipos que permiten distribuir la energía eléctrica hasta los consumidores finales. Las empresas de distribución operan bajo un régimen de concesión de servicio público de distribución, con obligación de servicio y con tarifas reguladas para el suministro a clientes a precios regulados. El sector de la Distribución es un monopolio natural.

### 2.1.4 Los Consumidores

Los consumidores de energía eléctrica se clasifican según su demanda, de la siguiente forma:

- Clientes regulados: son consumidores cuya potencia conectada al sistema es inferior o igual a 2 MW.
- Clientes libres o no regulados: son consumidores cuya potencia conectada es superior a 2 MW.
- Clientes con derecho a optar por un régimen de tarifa regulada o de precio libre, por periodos, con mínimo de 4 años de permanencia en cada régimen: son consumidores cuya potencia conectada es superior a 500 kW e inferior o igual a 2 MW.

### 2.1.5 El Mercado Spot

El mercado spot está formado por los productores de energía y de potencia eléctrica, donde se realizan intercambios de estos productos a un precio igual al costo marginal, lo que no corresponde a un precio de equilibrio de mercado de competencia perfecta, ya que está normado según lo indicado en las leyes DFL1 de 1982, D.S. 327 de 1998, y las leyes 19.940 (Ley Corta I) y 20.018 (Ley Corta II). En el mercado spot son pocos los vendedores o generadores excedentarios y pocos los compradores (generadores deficitarios para distribuidoras o clientes libres).

En Chile, el mercado spot está coordinado por los Centros de Despacho Económico de Carga (**CDEC**), los que determinan, para cada sistema, el precio de la energía a partir de la función objetivo donde obligatoriamente se debe despachar las unidades generadoras al mínimo costo total del sistema, considerando las restricciones que impone el Sistema de Transmisión. El precio es equivalente al costo marginal obtenido después de utilizar el modelo matemático llamado **PCP** (programación de la generación en el corto plazo o de una semana). No es influenciado en el corto plazo ni por los compradores ni por los vendedores, ya que se calcula en función de los costos reales de los generadores, las estadísticas hidrológicas, las previsiones de demanda y otros parámetros, lo que es realizado específicamente por la Dirección de Operación y Peajes del **CDEC**. Por lo tanto, los generadores son tomadores de precio [1].

La legislación eléctrica obliga a que la operación del sistema se realice con criterio de mínimo costo, es decir, la colocación de la generación debe ser según un orden económico [1]. Una explicación simplificada se puede obtener del sistema de la Figura 2.1, con dos generadores, una línea y una carga.

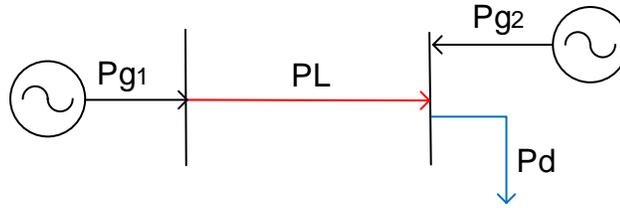


Figura 2.1. Sistema Eléctrico Simplificado. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 2.1,  $P_{g1}$  y  $P_{g2}$  es la potencia generada de los generadores 1 y 2,  $P_L$  las pérdidas de potencia en las líneas de transmisión, y  $P_D$  la potencia demandada.

La función objetivo a resolver busca minimizar el costo total de generación  $C_T$  en el sistema, como se muestra en ( 2.1 ).

$$\begin{aligned} \min \{C_T(P_g)\} & \quad (2.1) \\ \text{s. a. } P_g &= P_{g1} + P_{g2} \\ P_{g1} + P_{g2} &= P_L + P_D \end{aligned}$$

El problema se puede resolver con los Multiplicadores de Lagrange de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} \min \{L\} &= \min\{C_T(P_g) + \lambda(P_g - P_L - P_D)\} & (2.2) \\ \frac{\partial L}{\partial P_g} &= 0 \end{aligned}$$

$$\lambda = \frac{1}{1 - \frac{\partial P_L}{\partial P_g}} \cdot \frac{\partial C_T(P_g)}{\partial P_g} = F_{Penal} \cdot CMg_{Producir} \quad (2.3)$$

- $\lambda$  : Representa al costo marginal referido a la barra de demanda.
- :
- $\frac{\partial P_L}{\partial P_g}$  : Corresponde a la pérdida marginal (adimensional), que es la pérdida adicional de transmisión que introduce la inyección de 1 MW.
- :
- $\frac{1}{1 - \frac{\partial P_L}{\partial P_g}}$  : Es el factor de penalización  $F_{Penal}$ , que es más grande cuando hay una mayor pérdida marginal.
- :
- $\frac{P_L}{P_g}$  : Es la pérdida media (adimensional), que representa una tasa de pérdidas de transmisión por cada unidad de generación.

:

Se puede encontrar una relación entre las pérdidas medias y las marginales.

$$P_L = R \left( \frac{P_g}{V_g} \right)^2 \quad (2.4)$$

$$P_m = \frac{P_L}{P_g} = R \frac{P_g}{V_g^2} \quad (2.5)$$

$$P_{Mg} = \frac{\partial P_L}{\partial P_g} = 2R \frac{P_g}{V_g^2} \quad (2.6)$$

Donde  $P_m$  representa las pérdidas medias y  $P_{Mg}$  las pérdidas marginales. De esta forma:

$$P_{Mg} = 2P_m \quad (2.7)$$

Es decir, las pérdidas marginales equivalen a 2 veces las pérdidas medias. Esta relación sirve para estimar aproximadamente el factor de penalización en una operación real, a partir de los flujos o transferencias de energía en líneas de transmisión.

En la práctica, los factores de penalización se obtienen en base a la programación semanal ocupando el modelo **PCP**, el cual entrega la operación programada óptima horaria en los siguientes 7 días [1].

## 2.2 El Sistema Eléctrico Nacional

Actualmente el Sistema Eléctrico de Chile está dividido en cuatro subsistemas interconectados: el Sistema Interconectado del Norte Grande (**SING**), el Sistema Interconectado Central (**SIC**), el Sistema de Aysén, y el Sistema de Magallanes. La capacidad instalada y la ubicación geográfica de cada uno de estos sistemas se muestran en las Tabla 2.1 y Figura 2.2.

Tabla 2.1. Sistema Eléctrico Nacional.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Comisión Nacional de Energía, Abril 2014 [2].

Subsistema	Ubicación	Capacidad instalada MW	Capacidad instalada respecto al país
SING	Arica a Antofagasta	4.725	23,59%
SIC	Taltal a Chiloé	15.158	75,67%
Aysén	XI Región	50,2	0,25%
Magallanes	XII Región	99,5	0,5%
Total País	-	20.032	



Figura 2.2. Ubicación Geográfica de los Sistemas Eléctricos de Chile. Fuente: Grupo CGE, 2014 [3].

El SIC es de origen principalmente hidrotérmico, con menores aportes de generación eólica y solar. En la Figura 2.3 se muestra el nivel de participación de las distintas tecnologías de generación en el SIC.

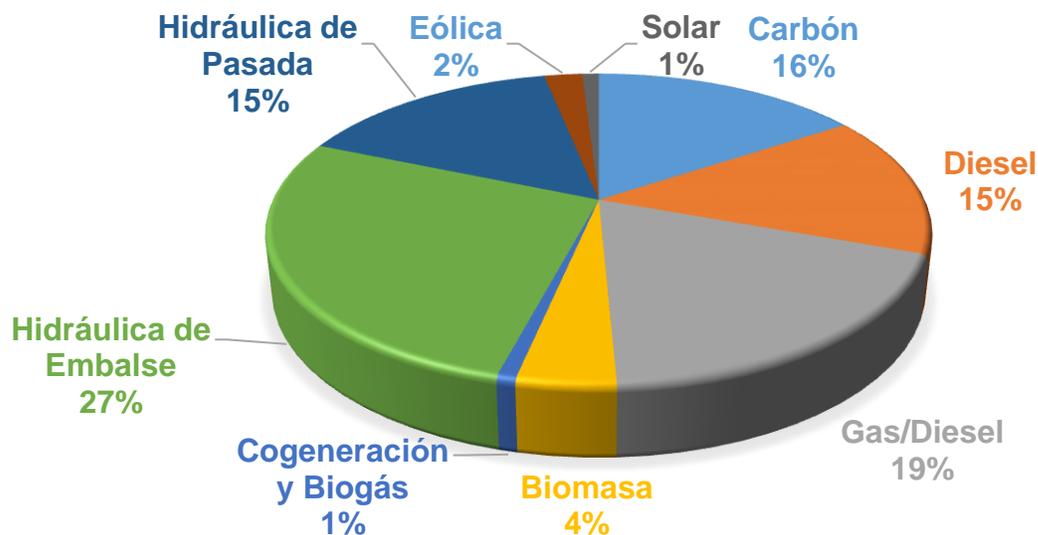


Figura 2.3. Tecnologías implicadas en la generación del SIC a Diciembre de 2013. Fuente: Elaboración propia.

Como antecedente, la generación del SIC en el año 2013 fue de 50.913 GWh, de la cual un 60,61% fue de origen térmico, un 38,33% de origen hidroeléctrico, un 1,06% de origen eólico y un 0,01% de origen solar. En la Figura 2.4 se muestra cómo ha evolucionado la generación de energía del sistema desde al año 1998 al año 2013.

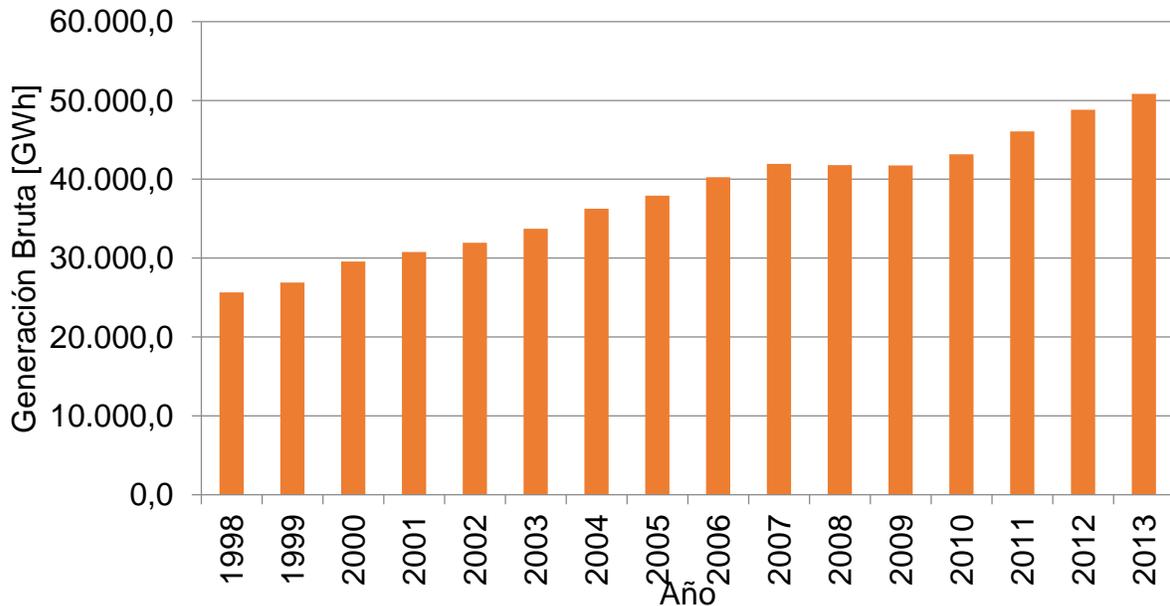


Figura 2.4. Evolución de la demanda energética anual del SIC. Fuente: Elaboración propias con datos CNE, 2014 [4].

El SIC es operado por el Centro de Despacho Económico de Carga del SIC (**CDEC-SIC**), el que realiza la coordinación de las centrales generadoras y las líneas de transmisión, intentando minimizar los costos de operación y de falla. Este organismo no posee personalidad jurídica y está constituido por las principales empresas generadoras y transmisoras del sistema eléctrico.

## 2.3 Estructura de costos del mercado

Los dos productos principales que se transan en el mercado eléctrico nacional, y que son proporcionados al consumidor final, son la Energía Eléctrica y la Potencia Eléctrica. En la Energía Eléctrica se distinguen dos tipos de costos de operación: el costo variable de las centrales térmicas (función del combustible que utilizan), y el costo de oportunidad de las centrales de embalse (que equivale al costo de la central térmica que se evita). Por su parte, la Potencia Eléctrica está asociada a los costos de inversión de instalar 1 [kW] adicional en la red.

La legislación actual señala que las tarifas de la energía eléctrica deben representar los costos reales de generación, transmisión y distribución de la energía, asociados a una operación eficiente del sistema, con el fin de alcanzar un desarrollo óptimo de los sistemas eléctricos.

### 2.3.1 Costos de Inversión

El costo de inversión de un proyecto se puede recuperar. Esto debido a que en Chile la tarificación marginalista remunera la energía y la potencia. El pago marginalista de la energía remunera el costo variable de la unidad más cara, mientras que el de la

potencia contribuye con un ingreso adicional que cubre el costo hundido de la inversión de unidad de punta.

Los costos de inversión de las distintas tecnologías involucradas en los proyectos de generación se muestran en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2. Costo de Inversión de proyectos de generación. Fuente: Escenarios Energéticos Chile 2030, julio 2013 [5]

Tecnología	Costo Inversión [US\$/kW]
Concentración Solar	5.684
Nuclear	3.966
Geotérmica	3.896
Solar Fotovoltaica	2.110
Carbón	2.078
Hidráulica de Embalse	2.000
Hidráulica de Pasada	2.000
Eólica	1.945
Biomasa	1.300
GNL Ciclo Combinado	893
GNL Ciclo Abierto	568
Petróleo Diésel	500

### 2.3.2 Costo de Desarrollo

El costo de desarrollo de un proyecto está determinado por el precio de la energía que permite que este sea rentable, es decir, cuando el VAN del proyecto en el horizonte de evaluación es nulo.

$$VAN = -Inv + VP (Ing - Cos - Imp) \quad (2.8)$$

Donde  $Inv$  es la inversión del proyecto,  $Ing$  son los ingresos,  $Cos$  son los costos asociados a su operación e  $Imp$  son los impuestos a los que está expuesto.  $VP$  corresponde a la función Valor Presente, la que determina el valor actual de lo evaluado en el horizonte de evaluación que en general es la vida útil del proyecto.

$$VP = \frac{1}{FRC} = \frac{(1+r)^{vu} - 1}{(1+r)^{vu} r} \quad (2.9)$$

Donde  $FRC$  es el factor de recuperación del capital,  $r$  es la tasa de descuento y  $vu$  es la vida útil del proyecto.

- Un generador obtiene ingresos por comercialización de potencia y de energía. De esta forma:

$$Ing = I_P + I_E \quad (2.10)$$

$$I_P = f_{pp} \cdot P_{m\acute{a}x} \cdot 12 \cdot P_{Pot} \cdot \quad (2.11)$$

$$I_E = f_p \cdot P_{m\acute{a}x} \cdot 8760 \cdot P_E \cdot \quad (2.12)$$

Donde  $I_P$  e  $I_E$  son los ingresos por comercialización de potencia y energía respectivamente en un año,  $f_{pp}$  es el factor de participación de la central, y  $f_p$  es el factor de planta de la misma.

- Los costos de la operación anuales están determinados por la energía generada por la central en el año, y los costos variables combustibles y no combustibles (en US\$/MWh).

$$Cos = E \cdot (C_{vc} + C_{vnc}) \quad (2.13)$$

- Los impuestos asociados están determinados por una tasa de interés, de la siguiente forma:

$$Imp = t_i \cdot (Ing - Cos - Dep) \quad (2.14)$$

Donde  $t_i$  es la tasa de interés, y  $Dep$  es la depreciación del proyecto, que se determina por la razón entre la inversión y la vida útil de este.

$$Dep = \frac{Inv}{vu} \quad (2.15)$$

De esta forma, igualando el VAN a cero, y despejando el precio de la energía  $P_E$  de la ecuación (2.8), se obtiene el costo de desarrollo de un proyecto [6].

### 2.3.3 Costo de Operación

Cada una de las centrales del sistema se caracteriza por las variables que se resumen a continuación:

- Potencia máxima: potencia que es capaz de generar la central sin considerar los consumos propios de esta. Se mide en MW.
- Consumo específico: cantidad de combustible necesaria para generar 1 MWh de energía. Depende del tipo de tecnología utilizada.
- Costo variable combustible: corresponden al costo por unidad de combustible, el que cambia constantemente.

- Costo variable no combustible: es un costo adicional de cada central que es proporcional a la energía generada, el que involucra mantenimientos y repuestos, etc. Se mide en US\$/MWh.

Lo anterior define al Costo Variable, que medido en US\$/MWh, señala el costo de generar 1 MWh adicional.

$$C_{var} = C_{vc} \cdot C_e + C_{vnc} = CMg \quad (2.16)$$

Donde  $C_{var}$  es el costo variable,  $C_{vc}$  es el costo variable combustible,  $C_e$  es el consumo específico,  $C_{vnc}$  es el costo variable no combustible y  $CMg$  es el costo incremental o marginal.

En Centrales Hidráulicas de Pasada el costo de operación es casi nulo, por lo que se supone que es cero, y así también en Centrales Eólicas, Solares, Geotérmicas y Mareomotrices.

Sin embargo, si bien en Centrales Hidráulicas de Embalse el costo de operación es nulo, el valor del agua utilizada es distinto de cero, el que corresponde al “costo de oportunidad” de uso, es decir, el costo de lo que puede reemplazar (energía proveniente de centrales térmicas), la que sí tiene un costo (de combustible).

#### 2.3.4 Costo por regular frecuencia

El objetivo de la regulación de frecuencia es mantener la frecuencia de operación de 50 [Hz] del sistema eléctrico dentro del rango  $50 \pm 0,2 \text{ Hz}$ , según el artículo n° 242 del D.S. N° 327 del año 1997, tal que no se produzcan problemas o daños a los usuarios del sistema. En el SIC, la regulación primaria de frecuencia se realiza con la operación de una unidad hidráulica como reguladora piloto con estatismo nulo.

$$\frac{\Delta f}{\Delta P} \approx 0 \quad (2.17)$$

En la operación de la unidad generadora que opera como reguladora piloto se producen ineficiencias, debido a su operación fuera de su óptimo económico, lo que es conocido como pérdida de eficiencia por regular frecuencia. Esta pérdida de eficiencia es estimada en base a la curva de rendimiento del generador involucrado, calculando una tasa de pérdida promedio por hora que incurre cada unidad generadora para absorber variaciones de carga en el rango  $\pm 50 \text{ MW}$ .

También es calculado el cobro por pérdida de energía producido cuando la unidad generadora que regula frecuencia está operando en condiciones de vertimiento, en cuyo caso se valoriza el costo marginal del sistema la energía utilizada para regular frecuencia [1].

### 2.3.5 Costo de Falla o de Racionamiento

El Costo de racionamiento es una cuantificación de los costos que produciría a un cliente o consumo la existencia de un racionamiento del suministro de energía eléctrica por largo tiempo, debido a factores impredecibles y de larga duración (por ejemplo, sequías). Es un “costo de reemplazo”, por ejemplo, por tener que invertir y operar grupos de emergencia. Estos costos dependen de la profundidad y de la duración del racionamiento.

### 2.3.6 Costos por servicios complementarios

Hay servicios complementarios que tienen un costo económico para los generadores que lo proveen: la inyección de reactivos de una unidad generadora para la regulación de tensión y la operación a mínimo técnico de unidades generadoras para el control de transferencia en líneas de transmisión.

## 2.4 Condiciones especiales de operación

El sistema eléctrico puede estar operando en condiciones especiales. Estas condiciones especiales, respecto a las centrales hidráulicas de embalse son por Vertimiento, por Vertimiento Evitable y por Agotamiento. Respecto a la transmisión se pueden producir desacoples de precios por las restricciones propias de las líneas.

### 2.4.1 Condición de Vertimiento

La condición de vertimiento se genera cuando se prevé que en el transcurso de las próximas 48 horas un embalse de una central hidráulica de pasada embalse enfrenta vertimientos no considerados en la planificación de la operación. De esta forma, la central afectada se declara en “condición de vertimiento”. El costo de oportunidad para la central declarada como tal, será igual a 0. El costo de oportunidad de los embalses ubicados aguas arriba de la central declarada en condición de vertimiento, será igual al valor indicado en las Políticas de Operación cuando ocurre esta circunstancia.

La cancelación de una condición de vertimiento de un embalse implicará que los embalses ubicados aguas arriba, modificarán su costo de oportunidad al establecido en las Políticas de Operación vigentes en la situación sin condición de vertimiento. Una vez comunicada la cancelación de la condición de vertimiento del embalse, este se considerará de forma automática en “condición de vertimiento evitable”.

#### 2.4.1.1 Condición de Vertimiento Evitable

La condición de vertimiento evitable se genera cuando se prevé que en el transcurso de las próximas 72 horas un embalse enfrenta vertimientos no considerados en la planificación de la operación y que pueden ser evitados aumentando la

generación de la central correspondiente. De esta forma, la central afectada se declara en “condición de vertimiento evitable”. Esta condición no modifica el costo de oportunidad ni las prioridades de colocación de embalses ubicados aguas arriba de la central declarada en vertimiento evitable. A una central de embalse declarada en condición de vertimiento evitable no se le considera el costo de oportunidad antes establecido en las Políticas de Operación Vigente. Para definir el costo marginal de cada hora, se considera el más bajo de los costos variables de las centrales que modificaron su generación, como resultado de esta declaración.

#### 2.4.1.2 Condición de Agotamiento

La condición de agotamiento se genera cuando se prevé que en el transcurso de las próximas 72 horas uno de los embalses enfrenta agotamiento del volumen de regulación e imposibilidad de cumplir con el programa de generación. De esta forma, la central afectada se declara en “condición de agotamiento”. A una central declarada en condición de agotamiento, no se le considera el costo de oportunidad antes establecido en las Políticas de Operación vigentes. Esta condición no modifica el costo de oportunidad indicado en las Políticas de Operación vigentes, de las centrales ubicadas aguas arriba. Para definir el costo marginal de cada hora, se considera al más alto de los costos variables (centrales térmicas) o costos de oportunidad (centrales hidráulicas de embalse) de las centrales que modificaron su generación, como resultado de esta declaración [1].

#### 2.4.2 Desacople de precios

El desacople de precios se genera cuando dentro de un mismo sistema, existe más de algún costo marginal de operación, originando subsistemas de precios. Esta condición se genera debido al control de transferencias que se requiere realizar en algunas líneas y en general por limitaciones dadas por la capacidad de transmisión de estas. Ejemplo es el caso del subsistema formado por la S/E Charrúa 220 kV y la zona de Concepción, originado por el control de transferencias de la línea Ancoa – Alto Jahuel 500 kV.

### 2.5 Seguridad de Servicio

Un Sistema Eléctrico de Potencia (en adelante **SEP**) es necesario planificarlo, diseñarlo, operarlo y mantenerlo de acuerdo a los estándares de Seguridad y Calidad de Servicio, debido a que está en constante crecimiento. Es un sistema dinámico en cuanto a la oferta, a la demanda, y a las líneas de transmisión que permiten abastecerla.

Se define que un **SEP** es **seguro** si frente a contingencias o perturbaciones puede mantener su integridad y volver a su estado normal mediante acciones de control, mientras que posee **suficiencia** si es capaz de abastecer la demanda para un conjunto esperado de desconexiones de generación y equipos, por ejemplo, por mantenimientos [7]. Un **SEP** está expuesto a perder sincronismo debido a diversas perturbaciones, por lo cual es posible que no pueda abastecer la demanda. La pérdida de consumo total se

denomina **Blackout**, mientras que si esta pérdida es parcial, se denomina **Brownout**. Entre el estado normal y el colapso parcial o total, existen diferentes estados durante los cuales se pueden tomar acciones de control correctivas y preventivas.

Los fenómenos asociados a la seguridad de operación de un SEP pueden ser caracterizados mediante un modelo basado en 5 estados posibles, desarrollado por Fink y Carlsen en 1978, el que es basado en la observación de las variables propias de los **SEP** y así determinando las causas que originan el tránsito de un estado a otro. Según el modelo, en un **SEP** existen relaciones de igualdad y de desigualdad. En las relaciones de igualdad gobierna la dinámica de los equipos (generadores y motores síncronos, motores de inducción, reguladores de voltaje y velocidad, dinámica de las cargas, controles de flujo mediante dispositivos FACTS, etc.), y las relaciones algebraicas de la red (Ley de Kirchoff, demanda del sistema). En las relaciones de desigualdad gobiernan los límites de los flujos por los transformadores y líneas, los límites de inyección y absorción de potencias activa y reactiva, los límites de tensión en nodos, y márgenes de seguridad [7].

Se definen de esta forma los siguientes 5 estados: Estado Normal (seguro), Estado de Alerta (seguridad restringida), Estado de Emergencia (sin seguridad), Estado Extremo (colapso) y Estado de Restauración (resincronización) [5].

- Estado Normal: se cumplen tanto las relaciones de igualdad y desigualdad del sistema.
- Estado de Alerta: las relaciones de desigualdad están restringidas (con poco margen)
- Estado de Emergencia: hay relaciones de desigualdad que no se cumplen. Sin embargo, el sistema aún está integrado.
- Estado Extremo: tanto las relaciones de igualdad como de desigualdad no se cumplen. Las variables fundamentales de las restricciones de igualdad se encuentran fuera de rango. El Sistema está desintegrado.
- Estado de Restauración. Las relaciones de desigualdad se cumplen, mientras que las de igualdad no se cumplen.

De esta manera, el sistema se puede mover entre los distintos de estado debido a perturbaciones o fallas, o a la toma de acciones de control, como se muestra en la Figura 2.5.

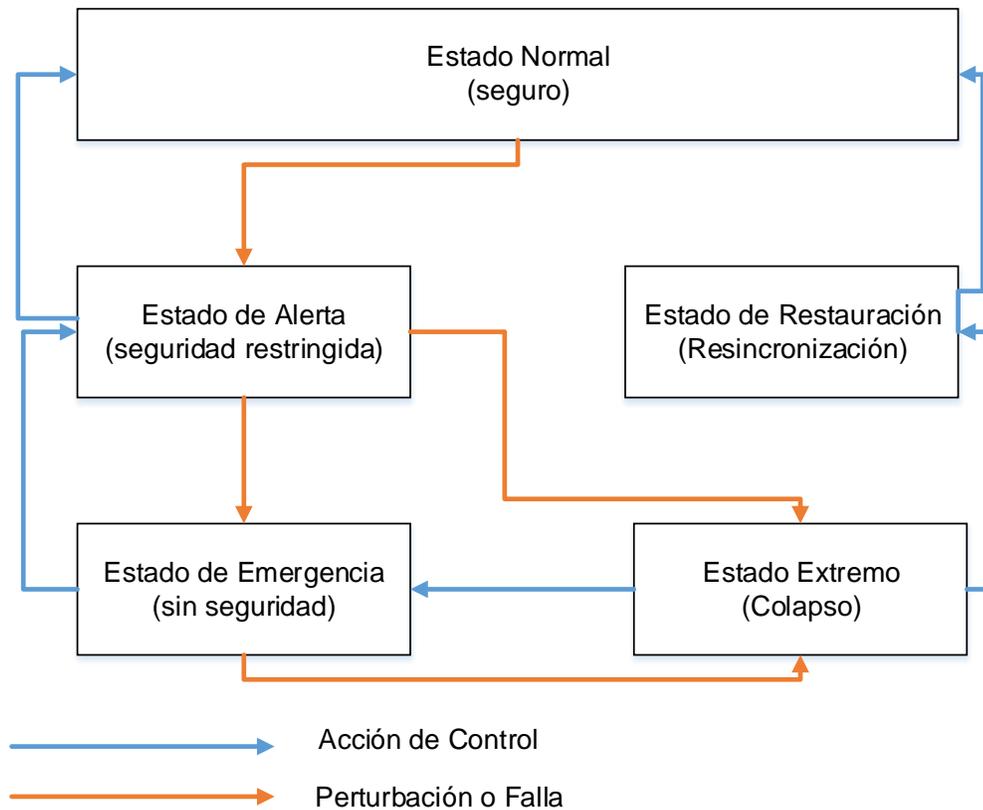


Figura 2.5. Estados de un Sistema Eléctrico. Elaboración Propia a partir del documento *Operating under stress and strain, IEEE Spectrum, 1978 [8]*

## 2.6 Sistema de Tarificación

### 2.6.1 Estructura tarifaria en Generación

Antes del DFL1 del 1982, en Chile la tarificación de la electricidad se realizaba según costos medios, lo que escondía las ineficiencias de producción. Actualmente, la tarificación se realiza según el costo marginal, costo unitario de producción correspondiente al costo de la unidad adicional más cara que aporta una unidad de energía MWh. El propósito de una política basada en el costo marginal es que se logra el uso óptimo de la capacidad de generación existente. La unidad generadora más cara se identifica de los valores de costos variables de las centrales térmicas, o el costo de oportunidad de las centrales hidráulicas que se encuentran generando, según sea el caso.

En tarificación, existe el Costo Marginal de Potencia y de Energía. La valorización de las ventas de energía eléctrica corresponde a una medida de la cantidad total del producto “energía eléctrica” suministrada en un periodo de tiempo, mientras que la valorización de las ventas de “potencia eléctrica” corresponde a una medida de la cantidad máxima instantánea (potencia de punta) que un generador es capaz de asegurar al sistema a lo largo de un periodo de tiempo.

En el sector de la generación hay 3 tipos de tarifas:

- Los costos marginales instantáneos (mercado spot).
- Los precios libres para usuarios que negocian directamente con las empresas generadoras (mercado libre para clientes industriales).
- Los precios nudos para clientes regulados (empresas distribuidoras).

La valorización de las transferencias de energía y los pagos entre generadores son contabilizados mensualmente por el CDEC-SIC. En las barras de las subestaciones en que se producen transferencias de energía entre generadores, se realizan mediciones para determinar las inyecciones y retiros horarios netos de energía de cada generador, que son valorizadas multiplicándolas por el costo marginal instantáneo correspondiente. Para cada generador, se suman todas las inyecciones y retiros netos de energía valorizados ocurridos en todo el sistema durante el mes. Las inyecciones se consideran con signo positivo y los retiros con signo negativo. Para este efecto, se considera como “inyecciones” a los flujos provenientes de centrales o de líneas de transporte, y como “retiros”, los destinados a los clientes o a ser transmitidos por otras líneas de transporte. El valor resultante constituye el saldo neto mensual de cada uno de los generadores. Cada generador con saldo neto mensual negativo, realizará dicho pago a cada uno de los generadores que tengan saldo positivo, en la proporción en que cada uno de estos últimos participe del saldo positivo total del mes.

#### 2.6.2 Estructura tarifaria en Transmisión

La Ley 19.940 o Ley Corta 1, define los peajes de transmisión troncal, con la premisa de que los precios y pagos de transmisión no deben distorsionar las decisiones de inversión en una nueva generadora, en las decisiones de operación de estas, ni en las decisiones de demanda de parte de los consumidores. Los propietarios de las instalaciones de transmisión involucradas deben percibir la retribución del costo de inversión de las instalaciones en forma de valor nuevo de reemplazo (**AVNR**) y los costos de operación y mantenimiento (**COMA**). De esta manera, los propietarios de las líneas de transmisión involucradas en el uso de las centrales generadoras tienen derecho a percibir una retribución compuesta por el ingreso tarifario (**IT**), el peaje básico, y si corresponde, un peaje adicional.

El ingreso tarifario en la ley queda definido como la cantidad que percibe el dueño de las instalaciones de transmisión correspondiente a la diferencia que se produzca en la aplicación de los precios nudo en cada barra del área de influencia para las inyecciones y retiros de potencia y energía en dichos nudos.

El peaje básico se define como el monto que resulta de la suma de la anualidad del valor nuevo de reemplazo (**AVNR**) de las instalaciones, costos de operación, mantenimiento y administración (**COMA**), descontando un valor estimado del ingreso tarifario anual (**ITD**).

$$\text{Peaje Básico} = AVNR + COMA - ITD \quad ( 2.18 )$$

El Área de Influencia Común (**AIC**) dentro de un sistema de transmisión troncal se define como el área donde se realiza el 75% de las inyecciones de potencia y retiros de demanda. En esta área, el peaje que se paga es realizado en un 80% por los generadores y en un 20% por los consumidores. Fuera de esta área, el pago se determina por la dirección del flujo de potencia. El peaje de las líneas que inyectan potencia al **AIC** debe ser asumido por las plantas generadoras responsables de esta inyección, mientras que el peaje de las líneas que retiran potencia del **AIC** debe ser asumido por los consumidores responsables del retiro.

Todo generador que inyecta energía y potencia a la red eléctrica para transportarla a los puntos de retiro para el consumo de sus clientes, produce pérdidas de transmisión en las líneas y transformadores que utiliza. La valorización de estas pérdidas de transmisión son los Ingresos por Tramos (**IT**).

### 2.6.3 Estructura tarifaria en Distribución

El Precio Nudo es el precio utilizado para la transacción de energía y de potencia entre los generadores y las empresas distribuidoras. Antes de la existencia de las licitaciones, el Precio Nudo era determinado cada 6 meses por la Comisión Nacional de Energía (**CNE**) considerando estimaciones del costo marginal del sistema. Actualmente, el precio antes descrito es conocido como Precio Nudo de Corto Plazo, el que solo puede ser utilizado para definir los límites superiores de las licitaciones de las empresas distribuidoras. El Precio Nudo que actualmente se utiliza, es el conocido como Precio Nudo de Largo Plazo, el que es definido por los precios alcanzados en las licitaciones, y son los que efectivamente los consumidores regulados pagarán por la energía eléctrica.

## 2.7 Costo nivelado de la energía

El costo nivelado de la energía (**LCOE**), en US\$/MWh, representa un costo constante que permite la comparación entre distintas tecnologías de generación, cuantificando el costo unitario de la electricidad durante toda la vida útil de una central. El **LCOE** es calculado a partir de la creación de un modelo específico de financiamiento de proyecto, determinando el precio de la energía necesario para obtener un retorno determinado sobre el capital invertido en un proyecto. El Costo Nivelado está determinado por la suma del Costo Nivelado de la Inversión, que es el costo generado durante el tiempo de construcción, y el Costo de Producción, que es el generado durante la vida económica de la central, el que incluye Costo Nivelado de combustible y el Costo Nivelado de Operación y Mantenimiento [9].

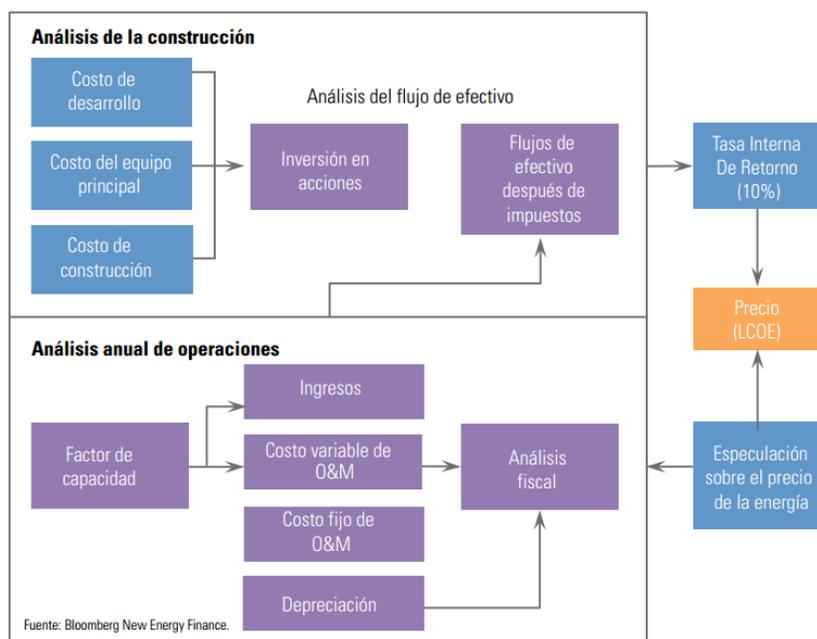


Figura 2.6. Modelo del Costo nivelado de la energía. Fuente: Documento “El costo nivelado de energía y el futuro de la energía renovable no convencional en Chile: derribando algunos mitos”, junio 2012 [9].

## 2.8 Centrales

### 2.8.1 Centrales Hidroeléctricas

La hidroelectricidad es actualmente la forma más común de energía renovable y juega una parte importante en la generación del mundo. La aceptación del público de este tipo de energía se ha convertido en una alta prioridad para su desarrollo en las últimas décadas. Los ciudadanos locales y los grupos más afectados deben ser consultados como parte del desarrollo de cada proyecto, lo que tiene implicancias económicas para el financiamiento de estos [10]. Por otra parte, el costo inicial de construcción de las centrales hidroeléctricas es elevado, pero sus gastos de explotación y mantenimiento son relativamente bajos. Sin embargo, tienen condicionantes en su funcionamiento, como lo son las condiciones pluviométricas del año, y que el lugar de emplazamiento está sujeto a las características del terreno por el que fluye la corriente del agua. El funcionamiento de las centrales hidroeléctricas radica en el aprovechamiento de la energía cinética del agua, la cual acciona las turbinas hidráulicas. Esto último depende básicamente de dos variables: el caudal y la altura del salto del agua.

#### 2.8.1.1 Centrales Hidroeléctricas de Pasada

Una Central Hidroeléctrica de Pasada es aquella donde no existe apreciable acumulación del agua antes de que esta accione las turbinas, por lo que deben aceptar el caudal natural del río (y sus variaciones estacionales) en el que la central está construida. En caso de que el caudal fuera mayor al necesario, el agua sobrante se pierde rebalsándose, o bien es enviada para su utilización por regantes de la zona. A

veces para evitar este rebalse, se construye un pequeño embalse. El impacto ambiental de este tipo de centrales se produce mayormente entre el punto de captación y el punto de restitución, produciéndose caudales reducidos (particularmente en proyectos previos a la existencia de un caudal ecológico), alteración térmica y fragmentación del hábitat (en Chile, no es exigencia que se permita el paso de peces en obras hidráulicas) [11]. Las Centrales Hidráulicas de Pasada presentes en el SIC al 14 de abril de 2014 se muestran en la Tabla 2.3.

Tabla 2.3. Centrales Hidráulicas de Pasada en el SIC. Fuente: Elaboración Propia.

Unidad de generación	Propietario	Número de unidades	Capacidad Instalada MW
Abanico	ENDESA	6	129
Alfalfal	AES GENER	2	178
Allipén	ALLIPEN S.A	1	2.7
Auxiliar del Maipo (CAEMSA)	Compañía auxiliar de electricidad del maipo S.A.	1	5
Blanco	HASA	1	57
Caemsa	CAEMSA	3	5.3
Callao	HIDROCALLAO	2	3.3
Capullo	E.E. CAPULLO	1	11
Carena	EMPRESA ELECTRICA INDUSTRIAL	4	10
Chacabuquito	OBRAS Y DESARROLLO S.A.	4	28.4
Chacayes	PACIFIC HYDRO CHILE	2	112
Chiburgo	COLBUN	2	19.4
Coya	HIDROELECTRICA EL CACHAPOAL	1	12.8
Curillinque	PEHUENCHE	1	85.5
Don Walterio	GENERHOM	1	2
Dongo	HIDROELECTRICA DONGO	2	6
DONGUIL	DONGUIL ENERGÍA	1	0.3
Doña Hilda	GANADERA Y FORESTAL CARRAN	1	0.4
El Canelo	Hidroeléctrica El Canelo S.A.	2	6
El Diuto	HIDROELECTRICA DIUTO	1	3.3
El Llano	Eléctrica Puntilla S.A.	1	1.9
El Manzano	EL MANZANO	1	4.9
El Rincón	SOCIEDAD CANALISTAS DEL MAIPO	1	0.3
El Tártaro	ON-GROUP	1	0.1
Ensenada	HIDROELÉCTRICA ENSENADA S. A.	2	6.8
Eyzaguirre	SOCIEDAD CANALISTAS DEL MAIPO	1	1.8
Florida I	SOCIEDAD CANALISTAS DEL MAIPO	2	5.4
Florida II	SOCIEDAD CANALISTAS DEL MAIPO	2	19.6
Florida III	SOCIEDAD CANALISTAS DEL MAIPO	2	2.4
Guayacán	ENERGIA COYANCO	2	12
Hornitos	RIO TRANQUILO	1	55
Isla	ENDESA	2	66.6
Juncal	HASA	1	32
Juncalito	HASA	1	1.5
La Arena	LA ARENA SPA	1	3
La Confluencia	HIDROELECTRICA LA CONFLUENCIA	2	165.4
La Higuera	HIDROELECTRICA LA HIGUERA	2	154.7
La Paloma	HIDROPALOMA S.A.	2	4.5
Laja 1	GDF Suez	1	36.8
Las Vertientes	Eléctrica Puntilla S.A.	1	2.1
Licán	E.E. LICAN	2	18
Lircay	HIDROMAULE	2	19
Loma Alta	PEHUENCHE	1	38
Los Bajos	CARBOMET	1	9
Los Corrales	SGA	1	0.8
Los Hierros	Besalco	1	20
Los Molles	ENDESA	2	20
Los Morros	CELMSA	5	3.2
Los Quilos	HGV	3	39.9
Maisan	Cooperativa campesina faja maisan Ltda	1	0.8
Maitenes	AES GENER	5	31
Mallarauco	HIDROELECTRICA MALLARAUCO	1	3.4
Mampil	IBENER	2	55
Mariposas	HIDROLIRCAY	1	6.3
MC1	HidroBonito S.A.	2	13.1
MC2	HidroBonito S.A.	2	9.9
Muchi	HIDROELECTRICA MUCHI	2	1

Unidad de generación	Propietario	Número de unidades	Capacidad Instalada MW
Nalcas	HIDRONALCAS	2	6.8
Ojos de Agua	ENDESAECO	1	9.5
Palmucho	ENDESA	1	32
Pehui	GENERHOM	1	1.1
Peuchén	IBENER	2	81
Pilmaiquén	E.E. PUYEHUE	5	40.8
Providencia	HIDROPROVIDENCIA	2	13
Puclaro	PUCLARO	2	5.2
Pullinque	E.E. PANGUIPULLI	3	51.4
Puntilla	ELECTRICA PUNTILLA S.A.	3	22.3
Purísima	ENERBOSCH S.A.	1	0.4
Queltehues	AES GENER	3	48.9
Quilleco	COLBUN	2	72.2
Reca	ENERBOSCH S.A.	1	1.7
Renaico	MAINCO S.A.	1	6.3
Río Huasco	Hidroeléctrica Río Huasco S.A.	2	5.1
Roblería	Generadora Eléctrica Roblería	1	4
Rucatayo	EMPRESA ELECTRICA RUCATAYO	1	52.3
Rucúe	COLBUN	2	178
San Andrés	HydroChile	1	40
San Clemente	COLBUN	1	6.1
San Ignacio	COLBUN	1	37
Sauce Andes	GESAN	4	1.2
Sauzal	ENDESA	3	76.8
Sauzalito	ENDESA	1	12
Trueno	HIDROELECTRICA TRUENO	2	5.7
Triful Triful	HIDROELEC S.A.	1	0.8
Volcán	AES GENER	1	13

### 2.8.1.2 Centrales Hidroeléctricas de Embalse

Una Central Hidroeléctrica de Embalse es aquella donde existe un volumen considerable de agua que es embalsada aguas arriba de la central. Este último permite graduar la cantidad de agua que pasa por las turbinas, y tener reservas para las épocas del año en el que el río no tiene caudal. El impacto ambiental de este tipo de centrales se debe por ejemplo, a que la transformación de un sistema fluvial en un lago, y su operación variable, podrían producir el larvado y varado de especies, disrupción del ciclo de vida, cambios en la vegetación, alteración de la cadena alimenticia, cambios en transportes de sedimentos y cambios en el régimen térmico y de turbidez [11]. Las Centrales Hidráulicas de Pasada presentes en el SIC al 14 de abril de 2014 se muestran en la Tabla 2.4.

Tabla 2.4. Centrales Hidráulicas de Embalse en el SIC. Fuente: Elaboración Propia.

Unidad de generación	Propietario	Número de unidades	Capacidad Instalada MW
Angostura	Colbún S.A.	1	330.3
Antuco	ENDESA	2	324
Canutillar	COLBUN	2	172
Cipreses	ENDESA	3	99.9
Colbún	COLBUN	2	478
El Toro	ENDESA	4	448
Machicura	COLBUN	2	96
Pangue	SAN ISIDRO	2	456
Pehuenche	PEHUENCHE	2	551
Ralco	ENDESA	2	763.8
Rapel	ENDESA	5	380

### 2.8.2 Centrales Termoeléctricas

Las centrales termoeléctricas utilizan principalmente carbón, petróleo diésel, gas natural y subproductos de la madera y desechos combustibles de todo tipo. Además en algunos casos pueden utilizar para su funcionamiento el vapor producido por procesos industriales. En Chile existen zonas carboníferas con yacimientos más o menos importantes a distintas profundidades, como los ubicados en la zona costera entre Concepción y Valdivia.

#### 2.8.2.1 Centrales Termoeléctricas basadas en motores diésel

Las centrales termoeléctricas basadas en centrales diésel, tienen la ventaja de que son fáciles de instalar en cualquier lugar y su tiempo de respuesta es bastante rápido, a pesar de que en su arranque hay que precalentarlas. Su rendimiento, comparado con el de las centrales con turbinas hidráulicas, es menor, y además están limitados a que no es posible construir máquinas muy grandes, por lo que están limitados a potencias relativamente pequeñas.

#### 2.8.2.2 Centrales Termoeléctricas con Turbinas a Vapor.

Este tipo de centrales funcionan en base a turbinas impulsadas por vapor recalentado, el que es inyectado a la turbina y luego expulsado. Este vapor es generado en calderas diseñadas para consumir distintos combustibles sólidos, líquidos o gaseosos. Es necesario aplicar métodos de descontaminación de los gases de escape.

#### 2.8.2.3 Centrales Termoeléctricas con Turbinas a Gas Combustible.

Este tipo de centrales funcionan en base a turbinas alimentadas por gas combustible mezclado con aire, en donde se inflama y se expande.

#### 2.8.2.4 Centrales Termoeléctricas de Ciclo Combinado

Las centrales de ciclo combinado se caracterizan por combinar turbinas en cascada: una de alta presión y temperatura, impulsada por gas combustible, y la segunda de baja presión, impulsada por vapor recalentado. El principio de funcionamiento de este tipo de centrales es que los gases quemados que salen de la turbina primaria se utilizan como fuente de calor para calentar el vapor de agua que se inyecta en la turbina secundaria, obteniendo mejores rendimientos. En las siguientes tablas se muestran la centrales térmicas instaladas en el SIC hasta el 14 de abril de 2014.

Tabla 2.5. Centrales Termoeléctricas a Biogás en el SIC. Fuente: Elaboración Propia.

Unidad de generación	Propietario	Número de unidades	Capacidad Instalada MW
Ancali	Agrícola Ancali Limitada	1	1.9
Central Loma Los Colorados I	KDM ENERGIA S.A.	2	2.0
Central Loma Los Colorados II	KDM ENERGIA S.A.	11	15.4
El Trebal Mapocho	AGUAS ANDINAS	1	7.8
Las Pampas	Genera Austral	1	1.0
Santa Irene	Genera Austral	1	1.0
Santa Marta	Empresa Consorcio Santa Marta S.A.	8	15.7
Tamm	Genera4	1	0.2

Tabla 2.6. Centrales Termoeléctricas a Biomasa en el SIC. Fuente: Elaboración Propia.

Unidad de generación	Propietario	Número de unidades	Capacidad Instalada MW
Arauco	CELULOSA ARAUCO Y CONSTITUCION S.A.	1	30.1
Cabrero	MASISA ECOENERGIA	1	11.1
Cholguán	PANELES ARAUCO S.A.	1	29.0
CMPC Pacífico	CMPC celulosa S.A.	1	41.0
Constitución	ENERGIA VERDE	2	11.1
Constitución A	CELULOSA ARAUCO Y CONSTITUCION S.A.	1	20.0
Energía León	Forestal León	1	7.1
Energía Pacífico	ENERGIA PACIFICO	1	15.6
Energía Pacífico	Compañía Papelera del Pacífico	1	14.3
Escuadrón	NUEVA ENERGIA	2	19.5
Laja	ENERGIA VERDE	2	12.6
Laja CMPC	BIOENERGIA FORESTAL	1	25.0
Lautaro-Comasa	COMASA	1	25.0
Licantel	CELULOSA ARAUCO Y CONSTITUCION S.A.	1	27.0
Nueva Aldea I	PANELES ARAUCO S.A.	1	29.3
Nueva Aldea III	CELULOSA ARAUCO Y CONSTITUCION S.A.	1	65.0
Santa Fé	CMPC	1	50.4
SF Energia	BIOENERGIA FORESTAL	1	75.0
Valdivia	CELULOSA ARAUCO Y CONSTITUCION S.A.	1	70.0
Viñales	ASERRADEROS ARAUCO	1	40.8

Tabla 2.7. Centrales Termoeléctricas a Carbón en el SIC Fuente: Elaboración Propia.

Unidad de generación	Propietario	Número de unidades	Capacidad Instalada MW
Bocamina	ENDESA	1	127
Bocamina 2	ENDESA	1	350
Campiche	AES GENER	1	272
Guacolda	GUACOLDA	4	610
Laguna Verde	AES GENER	2	47.5
Nueva Ventanas	ELECTRICA VENTANAS	1	272
Santa María	COLBUN	1	370
Ventanas	AES GENER	2	333.5

Tabla 2.8. Centrales Termoeléctricas con Cogeneración en el SIC. Fuente: Elaboración Propia.

Unidad de generación	Propietario	Número de unidades	Capacidad Instalada MW
Petropower	PETROPOWER	1	74.1

Tabla 2.9. Centrales Termoeléctricas a Diésel en el SIC. Fuente: Elaboración Propia.

Unidad de generación	Propietario	Número de unidades	Capacidad Instalada MW
Antihue	COLBUN	2	101.8
Biocruz	ON-GROUP	1	1.8
Biomar	SGA	3	2.4
Calle Calle	SAGESA	8	12.8
Cañete	SAGESA	3	3.1
Cardones	INKIA	1	153
CasaBlanca 1	TECNORED	2	1.6
CasaBlanca 2	TECNORED	1	0.5
Cementos Biobio	EQUIPOS GENERACIÓN	8	13.6
Cenizas	ELECTRICA CENIZAS	3	16.3
Chiloé	ELEKTRA GENERACION	9	9
Chufken (Traiguén)	SAGESA	4	3.3
Chuyaca	SAGESA	6	15
Colihues	MINERA VALLE CENTRAL GENERACION	2	24
Collipulli (Malleco)	SAGESA	4	3.3
Colmito	HIDROELECTRICA LA HIGUERA	1	60
Concón	TECNORED	3	2.7
Constitución 1	ELEKTRA GENERACION	6	9
Contulmo	SGA	1	0.8
Coronel	SAGESA	1	45.7
Curacautin	SAGESA	3	3.1
Curauma	TECNORED	3	2.7

Unidad de generación	Propietario	Número de unidades	Capacidad Instalada MW
Danisco	SGA	1	0.8
Degañ	ENERGY PARTNERS CHILE	22	36.3
Diego de Almagro	ENDESA	1	23.8
Eagon	SGA	3	2.4
El Peñón	ENLASA	50	74.5
El Salvador	SWC	1	23.8
El Totoral	TECNORED	3	3.2
Emelda	EMELDA	2	69.3
Esperanza	ENOR CHILE	3	22.1
Estancilla	Generadora Estancilla	6	3
HBS	ON-GROUP	1	2.2
Horcones	ARAUCO BIOENERGIA	1	25
Huasco	ENDESA	5	91.8
JCE	SGA	1	0.8
Laguna Verde TG	AES GENER	1	18.8
Las Vegas	TECNORED	2	2.3
Linares Norte	TECNORED	1	0.5
Lonquimay	SAGESA	2	1.6
Los Álamos	SGA	1	0.9
Los Espinos	LOS ESPINOS	80	137
Los Pinos	COLBUN	1	92.1
Los Sauces I	SAGESA	2	1.6
Los Sauces II	SAGESA	2	1.6
Los Vientos	AES GENER	1	125
Louisiana Pacific	SGA	4	2.9
Louisiana Pacific Lautaro	SGA	1	0.8
Maule	CEN	6	6
Monte Patria	ELEKTRA GENERACION	8	9
Multiexport 1	SGA	1	0.8
Multiexport 2	SGA	2	1.6
Newén	Gas/Diesel SUR	1	15
Nueva Aldea II	ARAUCO BIOENERGIA	1	11
Olivos	POTENCIA CHILE	72	120.1
Placilla	TECNORED	3	3.2
Polincay	SGA	3	2.4
Punitaqui	ELEKTRA GENERACION	6	9
Punta Colorada	BARRICK	1	17.1
Quellón	SAGESA	6	4.6
Quellón II	SAGESA	4	10
Quintay	TECNORED	3	3.2
Renca	S.E. SANTIAGO S.A.	2	100
Salmofood 1	SGA	1	1.6
Salmofood 2	SGA	2	1.6
San Francisco de Mostazal	ENERGIA VERDE	1	24
San Gregorio	TECNORED	1	0.5
San Lorenzo	ENLASA	2	55.8
Santa Lidia	AES GENER	1	132
Skretting	NUTRECO	2	1.5
Skretting Osorno	SGA	4	3
Skretting Pargua	SGA	2	2.7
Southern Bulbs	SGA	1	0.8
Tapihue	TECNORED	2	6.4
Teno	ENLASA	36	53.6
Termopacífico	GENERADORA DEL PACÍFICO S.A.	60	99
Tirúa	SAGESA	1	0.8
Tomaval	ON-GROUP	1	1
Trapén	ENLASA	50	74.4
Trongol	SGA	1	2.4
Watts 1	SGA	1	0.8
Watts 2	SGA	2	1.6
Yungay	DUKE ENERGY	4	218

Tabla 2.10. Centrales Termoeléctricas de Ciclo Combinado en el SIC. Fuente: Elaboración Propia.

Unidad de generación	Propietario	Número de unidades	Capacidad Instalada MW
Candelaria	COLBUN	2	272
Nehuenco I	COLBUN	2	380.8
Nehuenco II	COLBUN	2	390.3
Nehuenco III	COLBUN	1	103
Nueva Renca	S.E. SANTIAGO S.A.	2	380

Quintero	ENDESA	2	289.8
San Isidro I	SAN ISIDRO	2	381.2
San Isidro II	ENDESA	2	406.4
Taltal	ENDESA	2	240

## 2.9 Sistemas de Transmisión

### 2.9.1 Transmisión en Corriente Alterna (AC)

Un sistema de transmisión en corriente alterna se puede modelar como en la Figura 2.7.

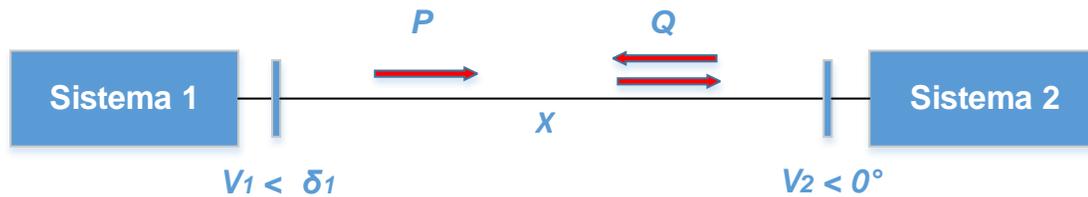


Figura 2.7. Sistema de Transmisión Simplificado. Fuente: Elaboración Propia

Las ecuaciones que gobiernan este sistema se describen a continuación:

$$P = \frac{V_1 V_2}{X} \text{sen}(\delta_1), \quad \delta_1 \geq 0^\circ \quad (2.19)$$

$$Q = \frac{V_1^2}{X} - \frac{V_1 V_2}{X} \text{cos}(\delta_1) \quad (2.20)$$

Por lo tanto, un sistema de transmisión en corriente alterna presenta límites de transmisión dados por la diferencia angular ( $P_{m\acute{a}x}$ ) y por las diferencias de tensión, las que determinan la transmisión de reactivos  $Q$ .

#### 2.9.1.1 Transmisión en Corriente Continua (DC)

La Transmisión en Corriente Continua (**HVDC**), presenta algunas ventajas respecto a la transmisión en Corriente Alterna (**HVAC**). Entre ellas:

- Las líneas en **HVAC** presentan límites en cuanto al largo del enlace y en la capacidad de transmisión debido a los parámetros capacitivos e inductivos. Un sistema **HVDC** no se ve afectado por estos parámetros.
- Los sistemas **HVDC** permiten la interconexión de dos sistemas de distinta frecuencia, o redes las cuales no necesariamente pueden estar sincronizadas.
- Los sistemas **HVDC** permiten controlar rápidamente la potencia activa entregada a un sistema.

Uno de los criterios más importantes a la hora de elegir el tipo de sistemas de transmisión a utilizar es el costo del mismo. Para ello, se distinguen costos directos, como las líneas, subestaciones convertoras, transformadores, y en general el equipamiento necesario, y costos indirectos, como por las pérdidas en las líneas. En sistemas HVDC el costo de las subestaciones convertoras es elevado (para convertir la corriente alterna que llega al sistema a continua, y la continua que sale del sistema a alterna), lo que es compensado por el menor costo de las líneas, las torres, y las pérdidas.

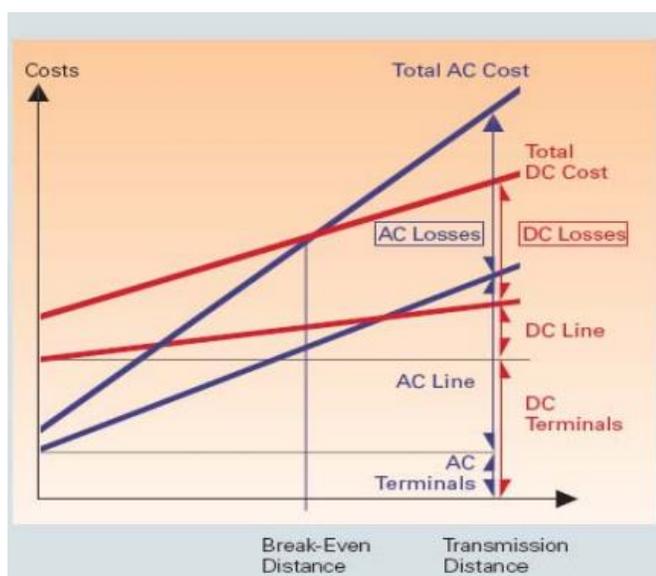


Figura 2.8. Curva comparativa de costos de Sistemas HVAC y HVDC. Fuente: Siemens, 2014 [12]

Actualmente el SIC presenta un sistema de transmisión completamente en corriente alterna, el que la integran las líneas de transmisión detalladas en el Anexo 7.1

## 2.10 Proyectos aprobados y pendientes de construir

### 2.10.1 Proyecto Hidroaysén

El Proyecto Hidroaysén contempla la construcción y operación de cinco centrales hidroeléctricas, que en su conjunto aportarán al SIC 2.750 MW, con una capacidad de generación anual de 18.430 GWh. Dos de las centrales se ubican en el río Baker, y las restantes 3 en el río Pascua, XI Región de Chile. La inversión del proyecto es cercana a los US\$ 3.200 millones, abarcando una superficie inundada de 5.910 hectáreas, correspondientes al 0,05% de la Región. El tiempo de construcción aproximado del complejo, considerando la entrada en operación de todas las unidades, es de 12 años.



Figura 2.9. Ubicación Centrales Proyecto Hidroaysén. Fuente: Sitio web Proyecto Hidroaysén, 2014 [13].

La ubicación del proyecto se justifica por la abundancia y baja variación de los caudales de los ríos Baker y Pascua, los cuales reciben las aguas provenientes de los lagos Bertrand y O'Higgins, alimentados de los glaciales Campo de Hielo Norte y Campo de Hielo Sur. Los ríos Baker y Pascua reciben sus mayores caudales cuando los ríos de la zona central presentan sus niveles más bajos, por lo que las centrales se hacen complementarias a las hidráulicas ya existentes.

La energía proveniente de las cinco centrales de Hidroaysén será transportada hacia una subestación convertidora en corriente continua, ubicada en las cercanías de la central Baker 1. Este será el punto de partida para la conexión de las centrales al SIC. De esta forma, y gracias a la generación de los 18.430 GWh anuales del proyecto, Hidroaysén permite el desarrollo proyectos de energía alternativas, las que requieren un respaldo para garantizar el suministro energético debido a la variabilidad de las fuentes de energía con las que generan (por ejemplo la energía proveniente del viento y del sol).

### 2.10.2 Proyecto Central Castilla

El Proyecto Central Castilla contempla la instalación de una Central Termoeléctrica a Petróleo Diésel, la que considera dos turbinas de combustión en ciclo abierto de 127 MW, y la construcción una Central Termoeléctrica a carbón, con seis unidades de 350 MW cada una. La Central Termoeléctrica a Petróleo Diésel es de respaldo, por lo que el proyecto Central Castilla tiene un tamaño de 2100 MW. La

inversión del proyecto es cercana a los US\$ 4.400 millones, abarcando una superficie de 612 hectáreas. El tiempo de construcción aproximado es de 8 años.

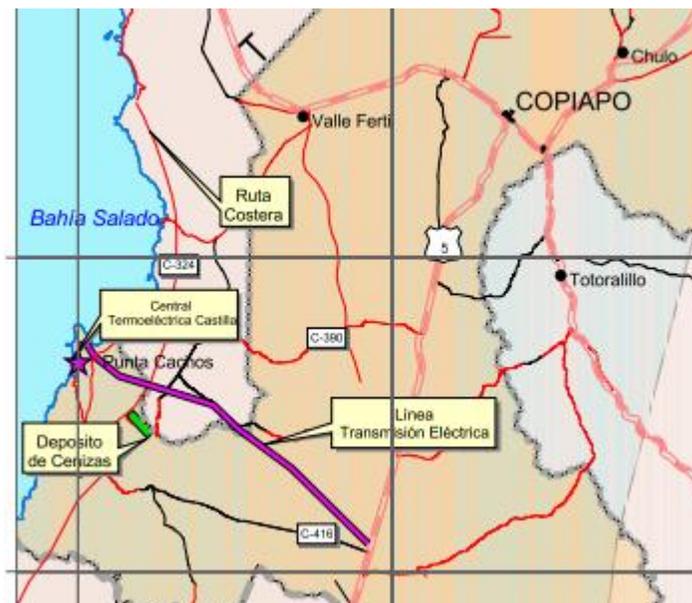


Figura 2.10. Ubicación Proyecto Castilla. Fuente: Proyecto Central Castilla, 2014 [14]

## 2.11 Demanda de un sistema eléctrico

La demanda de potencia y de energía presenta variabilidad a lo largo del tiempo, la que es determinada por la variabilidad del consumo en los distintos sectores que consumen energía eléctrica.

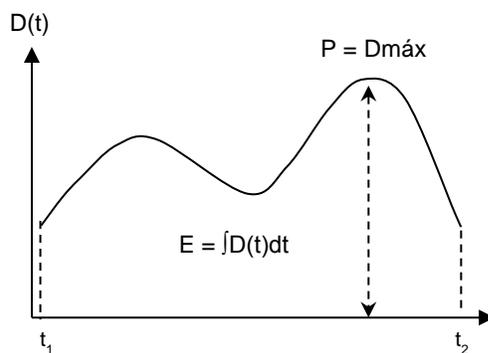


Figura 2.11. Demanda y Energía.

Fuente: Curso Planificación de Sistemas Eléctricos de Potencia, 2014 [6]

La potencia máxima demandada sirve para definir la capacidad de las líneas y transformadores, de acuerdo a la potencia instalada de las unidades generadoras de energía, mientras que la energía sirve para definir el tipo de tecnología para abastecer la demanda de acuerdo a las necesidades de combustible necesarias.

La demanda del sistema en todo momento está determinada por la curva de carga de los distintos sectores participantes: residencial, comercial, industrial y alumbrado público.

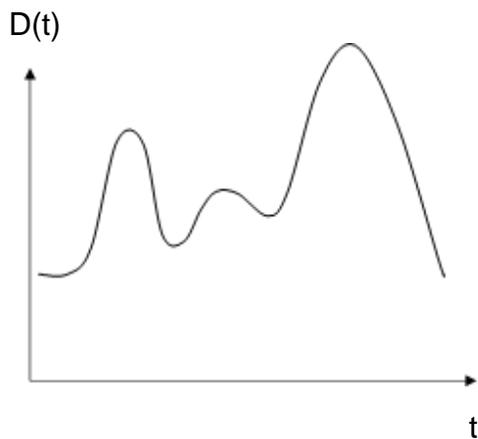


Figura 2.12. Curva de Carga Consumo Residencial

Fuente: Curso Planificación de Sistemas Eléctricos de Potencia, 2014 [6]

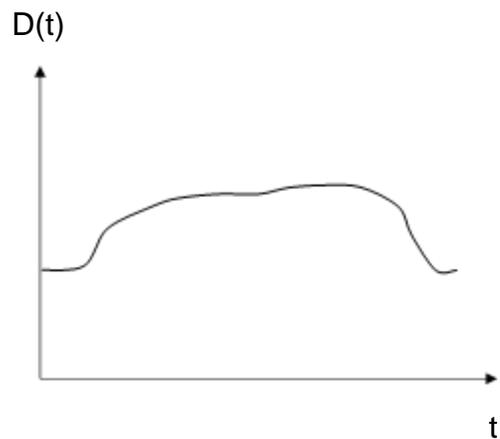


Figura 2.13. Curva de Carga Consumo Comercial

Fuente: Curso Planificación de Sistemas Eléctricos de Potencia, 2014 [6]

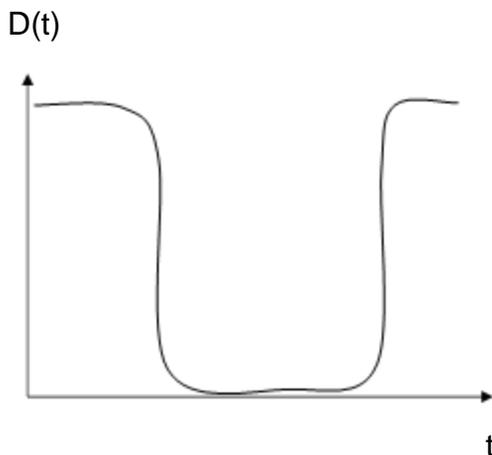


Figura 2.14. Curva de Carga Alumbrado Público

Fuente: Curso Planificación de Sistemas Eléctricos de Potencia, 2014 [6]

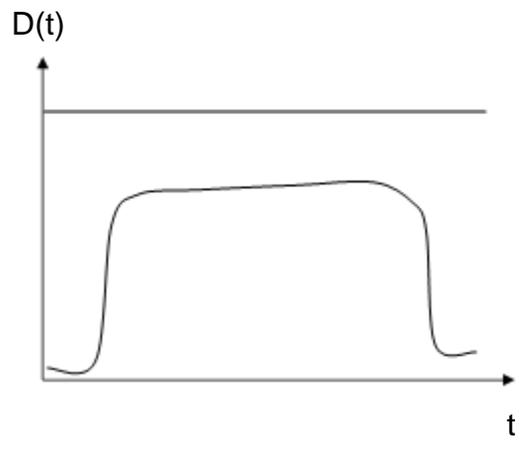


Figura 2.15. Curva de Carga Sector Industrial

Fuente: Curso Planificación de Sistemas Eléctricos de Potencia, 2014 [6]

Las curvas de carga anteriores, en su conjunto, determinan la curva de carga del sistema. La variación de la demanda del sistema puede estar determinada por el cambio de uso de suelo y la densificación de la población. Se pueden distinguir dos tipos de demanda: la vegetativa y la industrial. La demanda vegetativa es aquella que crece a una cierta tasa anual, mientras que la demanda industrial crece debido a la operación de nuevos proyectos. En Chile, el nivel de desarrollo económico determinado por el **PIB** tiene directa relación con la demanda de energía eléctrica del sistema.

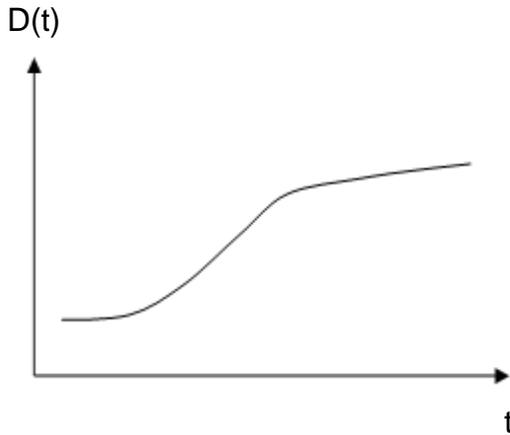


Figura 2.16. Curva de Crecimiento Vegetativo

Fuente: Curso Planificación de Sistemas Eléctricos de Potencia, 2014 [6]

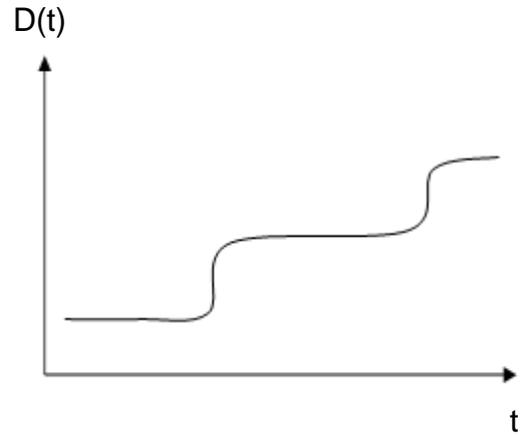


Figura 2.17. Curva de Crecimiento Industrial

Fuente: Curso Planificación de Sistemas Eléctricos de Potencia, 2014 [6]

El factor de carga de un consumo se define como la razón entre la demanda media y la demanda máxima, mientras que la demanda media es la energía consumida en un periodo de tiempo.

$$f_c = \frac{P_{media}}{P_{máxima}} = \frac{E}{P_{máxima} \cdot \Delta t} \quad (2.21)$$

De esta forma, es posible estimar la energía consumida por una carga dada la estimación de la potencia máxima en el tiempo:

$$E = f_c \cdot P_{máxima} \cdot \Delta t \quad (2.22)$$

La **CNE** realiza estudios de proyección de demanda de energía y potencia en el **SIC** y **SING**, el que se realiza en las barras en las cuales se pueden alimentar a los clientes libres y regulados.

Tabla 2.11. Proyección de Demanda de Energía SIC. Fuente: CNE, abril 2014 [15]

Proyección de Demanda de Energía SIC [GWh]										
SISTEMA	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
SIC Norte	7.997	8.644	9.225	10.114	11.037	12.183	13.155	14.306	15.302	16.255
SIC Centro	28.423	29.590	30.753	31.686	32.618	33.449	34.420	35.301	36.309	37.362
SIC Itahue	4.529	4.769	5.022	5.235	5.450	5.660	5.885	6.105	6.332	6.569
SIC Concepción	3.761	3.951	4.168	4.334	4.491	4.609	4.750	4.871	5.024	5.184
SIC Sur	2.368	2.485	2.600	2.689	2.780	2.860	2.962	3.052	3.157	3.271
SIC Austral	3.894	4.104	4.306	4.495	4.686	4.877	5.069	5.261	5.454	5.649
<b>TOTAL</b>	<b>50.973</b>	<b>53.543</b>	<b>56.074</b>	<b>58.553</b>	<b>61.062</b>	<b>63.638</b>	<b>66.241</b>	<b>68.896</b>	<b>71.579</b>	<b>74.289</b>

## 2.12 Precio de los Combustibles

En Chile, los combustibles necesarios para la producción de energía eléctrica son importados. Estos son el carbón, el petróleo diésel, el gas natural, y el gas natural licuado. La CNE elabora una proyección de los precios de los combustibles en el Informe de Precio Nudo.

Tabla 2.12. Proyección de Precio Carbón Térmico. Fuente: CNE, abril 2014 [15]

<b>Carbón Térmico [7000 kcal/kg]</b>		
<b>Año</b>	<b>Precio US\$/Ton</b>	<b>Factor de Modulación</b>
2014	94,19	1,0000
2015	95,61	1,0151
2016	96,90	1,0288
2017	99,10	1,0522
2018	100,78	1,0701
2019	101,43	1,0769
2020	101,95	1,0824
2021	102,34	1,0865
2022	102,85	1,0920
2023	103,37	1,0975
2024	104,28	1,1071

Tabla 2.13. Proyección de Precio Crudo WTI. Fuente: CNE, abril 2014 [15]

<b>Crudo WTI</b>		
<b>Año</b>	<b>Precio US\$/BBL</b>	<b>Factor de Modulación</b>
2014	94,02	1,0000
2015	90,33	0,9608
2016	88,64	0,9428
2017	89,72	0,9542
2018	90,89	0,9667
2019	93,19	0,9912
2020	95,51	1,0158
2021	98,02	1,0425
2022	100,56	1,0695
2023	103,23	1,0979
2024	105,73	1,1245

Tabla 2.14. Proyección de Precio GNL en Chile. Fuente: CNE, abril 2014 [15]

<b>GNL EN CHILE</b>		
<b>Año</b>	<b>Proyección GNL US\$/MMBtu</b>	<b>Factor de Modulación</b>
2014	12,70	1,0000
2015	12,48	0,9823
2016	12,00	0,9448
2017	11,80	0,9286
2018	10,68	0,8405
2019	10,51	0,8270
2020	10,16	0,7996
2021	10,51	0,8276
2022	10,71	0,8427
2023	10,87	0,8559
2024	11,07	0,8716

## 2.13 Operación económica del sistema

La correcta operación económica tiene dos actores principales: la demanda y la oferta. Por un lado, el abastecimiento de la demanda está determinado por la potencia que determina las características de los equipos necesarios (empalmes, líneas) y la seguridad y calidad de servicio en cuanto a continuidad de suministro, tensiones, regulación de frecuencia, etc). La correcta entrega de la oferta para abastecer la demanda está determinada por la capacidad de las unidades generadoras, de los sistemas de transmisión, la energía disponible para ser convertida en energía eléctrica (agua, viento, combustible, etc), y la seguridad y calidad de servicio en cuanto a servicios complementarios, como la coordinación entre los distintos actores. De esta forma, se obtiene una operación económica segura y planificada y en tiempo real.

La seguridad del servicio se define como la capacidad de respuesta que tiene un sistema eléctrico de potencia, o parte, para soportar contingencias y minimizar la pérdida de consumos a través de respaldos y servicios complementarios. De esta forma es necesario que exista redundancia en las instalaciones y una matriz energética diversificada, además de una correcta coordinación durante las contingencias y disponibilidad de equipos específicos para salir de ella.

Se distinguen 3 tipos de operación económica: la centralizada, la coordinada, y la descentralizada o desregulada [16].

- En la operación económica centralizada, un despacho central decide con criterios propios cómo opera el sistema, generando una producción económica ineficiente. Ya no es utilizada.
- En la operación económica coordinada, existe regulación parcial, es decir, una parte es centralizada y la otra la regula el mercado, existiendo coordinación entre ambos. Es el tipo de operación económica que se utiliza actualmente en el sistema nacional.
- En la operación económica descentralizada o desregulada, las empresas deciden cuánto generar según las señales del mercado, pudiendo haber altos déficits. Un operador de mercado ayuda a equilibrar la oferta con la demanda. Corresponde al modelo de Bolsas de Energía.

Además, la Operación Económica se puede clasificar en de Largo Plazo, Mediano Plazo y Corto Plazo [16].

- Una Operación Económica de Largo Plazo es del orden de varios años. En ella tanto la demanda como la hidrología son probabilísticas, estimando una tasa de crecimiento. Está determinada por las siguientes variables: los escenarios de operación, en cuanto a demanda e hidrología, los costos esperados de operación y de falla, para evaluar los proyectos de inversión en generación, transmisión y consumo, los precios nudos, y el plan de obras de generación y estudios de

expansión de los sistemas de transmisión. Existe fuerte dependencia de los grandes embalses existentes en el sistema. Por lo tanto, la Operación Económica de Largo Plazo es netamente un problema de Planificación de inversiones.

- Una Operación Económica de Mediano Plazo es del orden de algunos meses, y se caracteriza porque la demanda de energía y de potencia, tienen baja incertidumbre, además de la hidrología que es parcialmente probabilística debido a que existen periodos aleatorios, y otros como los deshielos más predecibles. En esta Operación Económica además se considera la disponibilidad de las unidades en función de su correspondiente plan de mantenimiento. Las variables que la definen son la condición preliminar de generación de las unidades térmicas, el manejo de los embalses medianos entre sus cotas máximas y mínimas y el costo medio y marginal esperados.
- Una Operación Económica a Corto Plazo es del orden de días o semanas. Se caracteriza porque la demanda de energía y potencia son determinísticas, y así también la curva de carga. La hidrología es conocida y así también de forma relativa la ventosidad. Las variables a definir corresponden a: las unidades que operan en un determinado tiempo, los flujos de potencia por las líneas para evitar congestiones, el perfil de tensiones en las barras, el despacho de reactivos para compensación de tensión, los costos marginales programados horarios, las pérdidas de energía en el sistema de transmisión y los niveles de reserva de potencia activa.

## 2.14 Experiencia Internacional

### 2.14.1 Central Hidroeléctrica

La construcción de la actual central hidroeléctrica más grande del mundo con 22.500 MW instalados en 32 turbinas, las Tres Gargantas, en el río Yangtsé en China, estuvo sometida a grandes controversias. En el año 1953 se ordenó realizar estudios de viabilidad para la construcción de la central en distintos emplazamientos, y en 1992, la Asamblea Popular Nacional, en votación, estuvo a favor de su construcción con una alta oposición y abstención, algo raro en un país como China, donde las unanimidades imperan. De esta forma, la central comenzó a construirse en el año 1993, y en 2001 comenzaron a operar sus primeras unidades. La oposición a la construcción de la central existía puesto que iba a generar distintos problemas, como la inundación de localidades, lo que afectaría a terrenos agrícolas, empresas y viviendas, y el consiguiente desplazamiento de más de un millón de personas, generando desempleo y pobreza por la dificultad de los pobladores de adaptarse socialmente a otro lugar. Además, iba a generar pérdidas de diversos elementos culturales, como reliquias y tumbas antiguas. Sin embargo, también traería beneficios, como que evitaría las inundaciones que amenazaban la vida de 15 millones de personas, controlando el cauce del río, que ya habían cobrado más de 500.000 vidas en el siglo XIX y 800.000 en el siglo XX [17]. Esta es una de las funciones que podría tener una central multipropósito, que además de generar energía eléctrica, puede generar un beneficio adicional al entorno [18]. Sin embargo, actualmente el gobierno chino admite que el

proyecto está generando daños ambientales, como el cambio de la estabilidad del río y haciendo a la zona en la que se emplaza más vulnerable a deslizamientos de tierra.

#### 2.14.2 Central Termoeléctrica

El gobierno sudafricano tiene un plan energético en el que predomina la generación mediante centrales a carbón. Es por este motivo que muchos de estos proyectos han entrado en conflicto. Uno de estos es la central termoeléctrica Kusile, que se encuentra en construcción, con 6 unidades que suman una potencia instalada de 4800 MW. En 2011, activistas de grupos organizados se encadenaron a una grúa situada en la construcción de la planta, protestando por el uso del combustible fósil, principal contaminante en Sudáfrica [19]. El gobierno sudafricano, si bien asume que el país debe desarrollarse y utilizar una mayor cantidad de fuentes renovables, señala que el costo bajo del carbón hace que la utilización de este sea una fuente de energía necesaria.

## Capítulo 3: Implementación

El presente estudio requiere de la creación de un modelo base del Sistema Interconectado Central. Este modelo corresponde al estado del sistema al año 2013, representado en la herramienta computacional DeepEdit, escogida para la realización de las simulaciones. Este modelo base es utilizado posteriormente para realizar simulaciones año a año, hasta el 2033, haciéndole las modificaciones respectivas de acuerdo a las distintas centrales y líneas que están en construcción, que existen como proyecto y que se recomienda se construyan para su posterior entrada en operación. En cada año, se realiza una simulación del despacho del sistema en el estado de Demanda Máxima Anual, para tres escenarios: Hidrología Seca, Hidrología Normal e Hidrología Húmeda.

### 3.1 Modelo del SIC

Ya definida la herramienta computacional, se opta por crear y utilizar un modelo reducido del SIC, el que representa al estado del sistema en el año 2013. El modelo base reducido se crea a partir de la base de datos publicada en la página web de la **CNE**, correspondiente a las Bases de Cálculo para la creación del Informe Técnico Definitivo para la Fijación de Precios de Nudo de Corto Plazo de abril de 2014 (en adelante **ITD 2014**) [15]. El modelo contiene 50 barras y 58 líneas de transmisión, y considera las centrales Hidroeléctricas de Pasada, Hidroeléctricas de Embalse, Termoeléctricas, Solares, Eólicas, y Pequeños Medios de Generación Distribuida (PMGD), detalladas en el Anuario del año 2013 del CDEC-SIC [20].

Tabla 3.1. Barras del SIC Reducido al año 2013

Barra	Tensión kV	Barra	Tensión kV	Barra	Tensión kV
Alto Jahuel	220	Chena	110	Nogales	220
Alto Jahuel	500	Chena	220	Pan de Azúcar	220
Agua Santa	110	Ciruelos	220	Pangue	220
Agua Santa	220	Colbun	220	Paposo	220
Alto Jahuel	110	Diego de Almagro	220	Polpaico	220
Ancoa	220	El Salto	110	Polpaico	500
Ancoa	500	El Salto	220	Puerto Montt	220
Antuco	220	Esperanza	220	Punta Colorada	220
Barro Blanco	220	Itahue	220	Quillota	110
Canutillar	220	Lampa	220	Quillota	220
Cardones	220	Las Palmas	220	Rapel	220
Carrera Pinto	220	Las Vegas	110	Rodeo	220
Cautín	220	Los Almendros	110	San Luis	220
Cerro Navia	110	Los Almendros	220	Temuco	220
Cerro Navia	220	Los Vilos	220	Trupán	220
Charrúa	220	Maitencillo	220	Valdivia	220
Charrúa	500	Melipilla	220		

Tabla 3.2. Líneas de Transmisión del SIC Reducido al año 2013

Línea	Tensión kV	Smáx MVA	Línea	Tensión kV	Smáx MVA
Agua Santa -> Quillota	110	800.00	Colbún -> Ancoa	220	910.00
Agua Santa -> San Luis	220	321.15	Diego de Almagro -> Carrera Pinto	220	220.00
Alto Jahuel -> Chena	110	316.00	El Rodeo -> Chena	220	1320.00
Alto Jahuel -> El Rodeo	220	1320.00	El Salto -> Cerro Navia	110	316.00
Alto Jahuel -> Los Almendros	110	162.00	Lampa -> Polpaico	220	620.00
Alto Jahuel -> Los Almendros	220	423.06	Las Palmas -> Los Vilos	220	446.00
Alto Jahuel -> Polpaico	220	646.00	Las Vegas -> Quillota	110	366.00
Alto Jahuel -> Polpaico	500	1400.00	Los Almendros -> El Salto	110	316.00
Ancoa -> Alto Jahuel	500	1400.00	Los Vilos -> Nogales	220	446.00
Ancoa -> Itahue	220	944.00	Maitencillo -> Punta Colorada	220	460.00
Ancoa -> Polpaico	500	1400.00	Melipilla -> Cerro Navia	220	394.77
Antuco -> Charrúa L1	220	517.47	Nogales -> Polpaico	220	3000.00
Antuco -> Charrúa L2	220	517.47	Pan de Azucar -> Las Palmas	220	446.00
Antuco -> Trupán	220	517.47	Pangue -> Charrúa	220	242.73
Barro Blanco -> Valdivia	220	182.00	Pangue -> Trupán	220	242.73
Canutillar -> Puerto Montt L1	220	197.38	Paposo -> Diego de Almagro L1	220	285.03
Canutillar -> Puerto Montt L2	220	197.38	Paposo -> Diego de Almagro L2	220	285.03
Cardones -> Maitencillo	220	591.00	Polpaico -> ElSalto	220	1640.00
Carrera Pinto -> Cardones	220	220.00	Puerto Montt -> Barro Blanco	220	174.00
Cautín -> Ciruelos	220	332.00	Puerto Montt -> Valdivia	220	166.00
Cerro Navia -> Chena	220	800.00	Punta Colorada -> Pan de Azucar	220	460.00
Cerro Navia -> Lampa	220	620.00	Quillota -> Polpaico	220	2000.00
Cerro Navia -> Las Vegas	110	162.00	Rapel -> Melipilla	220	394.77
Charrúa -> Ancoa	500	2600.00	San Luis -> Quillota	220	2352.00
Charrúa -> Cautín	220	1000.00	Temuco -> Cautín	220	332.00
Charrúa -> Esperanza	220	224.80	Temuco -> Esperanza	220	224.80
Chena -> Cerro Navia	110	128.00	Trupán -> Charrúa	220	517.47
Chena -> Los Almendros	110	1368.00	Valdivia -> Cautín	220	332.00
Colbún -> Alto Jahuel	200	640.00	Valdivia -> Ciruelos	220	332.00

Tabla 3.3. Centrales del SIC Reducido al año 2013

Central	Tipo	P Instalada MW	CV US\$/MWh	Barra de Conexión
Abanico	Hidráulica de Pasada	136.00	0.00	B_Charrua220
Aconcagua (Juncal Blanco)	Hidráulica de Pasada	74.00	0.00	B_LasVegas110
Alfalfal	Hidráulica de Pasada	178.00	0.00	B_LosAlmendros220
Allipen	Hidráulica de Pasada	2.70	0.00	B_Temuco220
Ancali	Térmica	1.60	22.70	B_Charrua220
Angol	Térmica	1.50	261.52	B_Charrua220
Antihue01_TG	Térmica	51.60	240.40	B_Valdivia220
Antihue02_TG	Térmica	50.90	240.40	B_Valdivia220
Antuco	Hidráulica de Pasada	320.00	0.00	B_Antuco220
Arauco01	Térmica	10.00	40.00	B_Charrua220
Arauco02	Térmica	10.00	70.00	B_Charrua220
Arauco03	Térmica	4.00	100.00	B_Charrua220
Biocruz	Térmica	1.80	198.37	B_Quillota220
Biomar	Térmica	2.40	240.40	B_PuertoMontt220
Bocamina	Térmica	130.00	45.99	B_Charrua220
Bocamina02	Térmica	350.00	42.72	B_Charrua220
Caemsa	Hidráulica de Pasada	3.40	0.00	B_LosAlmendros110
Callecalle	Térmica	13.00	249.82	B_Valdivia220
Campiche	Térmica	272.00	41.25	B_Nogales220
Candelaria01_Diesel	Térmica	125.30	281.62	B_A.Jahuel220
Candelaria02_Diesel	Térmica	128.56	281.62	B_A.Jahuel220
Canete	Térmica	4.00	261.52	B_Charrua220
Canutillar	Hidráulica de Embalse	172.00	28.00	B_Canutillar220
Capullo	Hidráulica de Pasada	11.00	0.00	B_BarroBlanco220
Cardones	Térmica	153.00	270.25	B_Cardones220
Carena	Hidráulica de Pasada	10.00	0.00	B_AltoJahuel110
Casablanca	Térmica	1.60	272.32	B_Quillota220
Celco01	Térmica	3.00	10.00	B_Itahue220
Celco02	Térmica	2.00	118.04	B_Itahue220
Celco03	Térmica	3.00	269.26	B_Itahue220
Cementos_Bio_Bio	Térmica	13.60	177.93	B_Itahue220
Cenizas	Térmica	14.50	189.73	B_Cardones220
Chacabuquito	Hidráulica de Pasada	25.50	0.00	B_LasVegas110
Chacayes	Hidráulica de Pasada	112.00	0.00	B_AltoJahuel110
Chbonito	Hidráulica de Pasada	12.20	0.00	B_Valdivia220

Central	Tipo	P Instalada MW	CV US\$/MWh	Barra de Conexión
Chcallao	Hidráulica de Pasada	3.30	0.00	B_Valdivia220
Chiburgo	Hidráulica de Pasada	19.40	0.00	B_Colbun220
Chiloe	Térmica	8.00	334.72	B_PuertoMontt220
Chnalcas	Hidráulica de Pasada	6.80	0.00	B_Valdivia220
Cholguan00	Térmica	9.00	29.85	B_Charrua220
Cholguan01	Térmica	4.00	288.15	B_Charrua220
Chufken	Térmica	1.60	240.40	B_Temuco220
Chuyaca	Térmica	10.50	260.61	B_BarroBlanco220
Cipreses	Hidráulica de Embalse	106.00	28.00	B_Itahue220
Colbun	Hidráulica de Embalse	478.00	28.00	B_Colbun220
Colihues	Térmica	22.00	176.65	B_Itahue220
Colmito	Térmica	58.00	263.93	B_SanLuis220
Concon	Térmica	2.30	272.32	B_Quillota110
Confluencia	Hidráulica de Pasada	162.90	0.00	B_Itahue220
Constitucion_Elektragen	Térmica	9.00	340.16	B_Itahue220
Contra	Hidráulica de Pasada	0.30	0.00	B_BarroBlanco220
Contulmo	Térmica	0.80	261.52	B_Charrua220
Coronel_TG_Diesel	Térmica	47.20	241.95	B_Charrua220
Coya_Pangal	Hidráulica de Pasada	12.00	0.00	B_AltoJahuel110
Curacautin	Térmica	2.40	240.40	B_Temuco220
Curanilahue	Térmica	2.80	261.52	B_Charrua220
Curauama	Térmica	2.50	272.32	B_Quillota220
Curillinque	Hidráulica de Pasada	89.00	0.00	B_Itahue220
Danisco	Térmica	0.80	240.40	B_PuertoMontt220
Degan	Térmica	36.00	310.75	B_PuertoMontt220
Diego_de_Almagro_TG	Térmica	23.80	353.44	B_DAlmagro220
Don_Walterio	Hidráulica de Pasada	3.00	0.00	B_Valdivia220
Dona_Hilda	Hidráulica de Pasada	0.40	0.00	B_BarroBlanco220
Dongo	Hidráulica de Pasada	6.00	0.00	B_PuertoMontt220
Donguil	Hidráulica de Pasada	0.30	0.00	B_Temuco220
Eagon	Térmica	2.40	240.40	B_Temuco220
El_Arrayan	Hidráulica de Pasada	0.20	0.00	B_BarroBlanco220
El_Canelo	Hidráulica de Pasada	6.10	0.00	B_Temuco220
El_Diuto	Hidráulica de Pasada	3.30	0.00	B_Charrua220
El_Llano	Hidráulica de Pasada	2.00	0.00	B_AltoJahuel110
El_Manzano	Hidráulica de Pasada	4.90	0.00	B_Temuco220
El_Penon	Térmica	81.00	260.69	B_PanAzucar220
El_Rincon	Hidráulica de Pasada	0.30	0.00	B_LosAlmendros110
El_Salvador_TG	Térmica	23.80	390.45	B_DAlmagro220
El_Tartaro	Hidráulica de Pasada	0.10	0.00	B_Polpaico220
El_Toro	Hidráulica de Embalse	450.00	28.00	B_Antuco220
Emelda_01	Térmica	33.25	375.52	B_DAlmagro220
Emelda_02	Térmica	36.00	402.72	B_DAlmagro220
Energia_Pacifico	Térmica	14.30	53.36	B_Itahue220
Ensenada	Hidráulica de Pasada	1.20	0.00	B_BarroBlanco220
Eolica_Canela01	Eólica	18.20	7.70	B_LasPalmas220
Eolica_Canela02	Eólica	60.00	7.70	B_LasPalmas220
Eolica_Lebu	Eólica	3.60	7.70	B_Charrua220
Eolica_Monte_Redondo	Eólica	48.00	7.70	B_LasPalmas220
Eolica_Negretecuel	Eólica		7.70	B_Charrua220
Eolica_Punta_Colorada	Eólica	20.00	7.70	B_PuntaColorada
Eolica_Talinay_Oriente	Eólica	90.00	7.70	B_LosVilos220
Eolica_Total	Eólica	46.00	7.70	B_LasPalmas220
Eolica_Ucuquer	Eólica	7.20	7.70	B_Melipilla220
Escuadron	Térmica	14.20	47.20	B_Charrua220
Esperanza01	Térmica	18.80	396.48	B_Itahue220
Esperanza02	Térmica	1.80	296.12	B_Itahue220
Esperanza03	Térmica	1.60	282.75	B_Itahue220
Espinosa01	Térmica	100.00	241.26	B_LosVilos220
Espinosa02	Térmica	24.00	266.06	B_LosVilos220
Estancilla	Térmica	3.00	261.52	B_A.Jahuel220
Eyzaguirre	Hidráulica de Pasada	2.10	0.00	B_LosAlmendros110
Florida	Hidráulica de Pasada	28.50	0.00	B_LosAlmendros110
Guacolda01	Térmica	142.90	38.14	B_Maitencillo220
Guacolda02	Térmica	142.90	38.14	B_Maitencillo220
Guacolda02	Térmica	142.90	38.14	B_Maitencillo220
Guacolda03	Térmica	137.10	30.61	B_Maitencillo220
Guacolda04	Térmica	139.00	34.53	B_Maitencillo220
Guayacan	Hidráulica de Pasada	12.00	0.00	B_LosAlmendros110
HBS	Térmica	2.20	40.00	B_Charrua220
Horcones_TG_Diesel	Térmica	24.30	368.49	B_Charrua220

Central	Tipo	P Instalada MW	CV US\$/MWh	Barra de Conexión
Hornitos	Hidráulica de Pasada	55.00	0.00	B_LasVegas110
Hornitos_solar	Solar	0.30	0.00	B_Cardones220
Huasco_TG	Térmica	58.00	362.87	B_Maitencillo220
Isla	Hidráulica de Pasada	68.00	0.00	B_Itahue220
JCE	Térmica	0.80	261.52	B_Charrua220
Juncalito	Hidráulica de Pasada	1.50	0.00	B_LasVegas110
La_Arena	Hidráulica de Pasada	3.00	0.00	B_PuertoMontt220
La_Higuera	Hidráulica de Pasada	154.70	0.00	B_Itahue220
La_Paloma	Hidráulica de Pasada	4.90	0.00	B_PanAzucar220
Laguna_Verde	Térmica	47.00	422.77	B_AguaSanta110
Laguna_Verde_TG	Térmica	18.00	277.28	B_AguaSanta110
Laja01	Térmica	7.92	53.90	B_Charrua220
Laja02	Térmica	3.86	0.00	B_Charrua220
LajaCMPC01	Térmica	5.00	0.00	B_Charrua220
LajaCMPC02	Térmica	10.00	36.90	B_Charrua220
LajaCMPC03	Térmica	10.00	131.90	B_Charrua220
Las_Vegas	Térmica	2.10	270.80	B_LasVegas110
Las_Vertientes	Hidráulica de Pasada	2.00	0.00	B_AltoJahuel110
Lautaro01	Térmica	13.00	46.96	B_Charrua220
Lautaro02	Térmica	9.00	64.47	B_Charrua220
Lautaro03	Térmica	4.00	78.30	B_Charrua220
Lebu	Térmica	2.40	261.52	B_Charrua220
Lican	Hidráulica de Pasada	18.00	0.00	B_BarroBlanco220
Licanten00	Térmica	5.00	0.00	B_Itahue220
Licanten01	Térmica	1.00	63.00	B_Itahue220
Linares	Térmica	0.50	261.52	B_Charrua220
Lircay	Hidráulica de Pasada	19.00	0.00	B_Itahue220
Loma_Alta	Hidráulica de Pasada	40.00	0.00	B_Ancoa220
Lonquimay	Térmica	1.20	240.40	B_Temuco220
Los_Alamos	Térmica	0.80	261.52	B_Charrua220
Los_Bajos	Hidráulica de Pasada	5.10	0.00	B_LosAlmendros110
Los_Colorados_01	Térmica	1.80	22.70	B_Polpaico220
Los_Colorados_02	Térmica	17.00	16.95	B_Polpaico220
Los_Corrales_1	Hidráulica de Pasada	0.80	0.00	B_Valdivia220
Los_Corrales_2	Hidráulica de Pasada	1.00	0.00	B_Valdivia220
Los_Molles	Hidráulica de Pasada	18.00	0.00	B_PanAzucar220
Los_Morros	Hidráulica de Pasada	3.10	0.00	B_AltoJahuel110
Los_Pinos	Térmica	104.20	197.04	B_Charrua220
Los_Quilos	Hidráulica de Pasada	39.30	0.00	B_LasVegas110
Los_Sauces_II	Térmica	1.50	240.40	B_Temuco220
Los_Vientos	Térmica	132.00	272.53	B_LasVegas110
Lousiana_Pacific	Térmica	2.90	240.40	B_Temuco220
Lousiana_Pacific_II	Térmica	3.20	240.40	B_Temuco220
Machicura	Hidráulica de Pasada	95.00	0.00	B_Colbun220
Maisan	Hidráulica de Pasada	0.60	0.00	B_Temuco220
Maitenes	Hidráulica de Pasada	31.00	0.00	B_LosAlmendros110
Mallarauco	Hidráulica de Pasada	3.40	0.00	B_Rapel220
Mampil	Hidráulica de Pasada	55.00	0.00	B_Charrua220
Mariposas	Hidráulica de Pasada	6.30	0.00	B_BarroBlanco220
Masisa	Térmica	11.00	41.13	B_Charrua220
Maule	Térmica	6.00	340.16	B_Itahue220
Monte_Patria	Térmica	9.00	260.69	B_PanAzucar220
Muchi	Hidráulica de Pasada	1.00	0.00	B_Valdivia220
MultiExport_I	Térmica	0.80	240.40	B_PuertoMontt220
MultiExport_II	Térmica	1.60	240.40	B_PuertoMontt220
Nehuenco01_Diesel	Térmica	310.00	162.63	B_SanLuis220
Nehuenco01_GNLTP	Térmica	340.00	0.00	B_SanLuis220
Nehuenco02_Diesel	Térmica	391.00	162.42	B_SanLuis220
Nehuenco02_GNL_TP	Térmica	384.20	0.00	B_SanLuis220
Nehuenco9B01_Diesel	Térmica	92.00	276.05	B_SanLuis220
Nehuenco9B02_Diesel	Térmica	16.00	303.10	B_SanLuis220
Newen	Térmica	14.50	354.28	B_Charrua220
Nueva_Aldea01	Térmica	19.00	25.00	B_Charrua220
Nueva_Aldea02	Térmica	10.00	74.00	B_Charrua220
Nueva_Aldea03	Térmica	37.00	0.00	B_Charrua220
Nueva_Renca_Diesel	Térmica	312.00	180.53	B_CerroNavia110
Nueva_Renca_FAGLP	Térmica	30.00	203.67	B_CerroNavia110
Nueva_Ventanas	Térmica	272.00	37.56	B_Nogales220
Ojos_de_agua	Hidráulica de Pasada	9.00	0.00	B_Itahue220
Olivos01	Térmica	93.00	254.55	B_LosVilos220
Olivos02	Térmica	22.20	273.15	B_LosVilos220

Central	Tipo	P Instalada MW	CV US\$/MWh	Barra de Conexión
Orafti	Térmica	0.50	261.52	B_Charrua220
PacificoCMPC01	Térmica	11.30	51.45	B_Charrua220
PacificoCMPC02	Térmica	9.10	196.00	B_Charrua220
Palmucho	Hidráulica de Pasada	32.00	0.00	B_Charrua220
Pangue	Hidráulica de Embalse	467.00	28.00	B_Pangue220
Panguipulli	Hidráulica de Pasada	51.40	0.00	B_Temuco220
Pehuenche	Hidráulica de Embalse	570.00	28.00	B_Ancoa220
Pehui	Hidráulica de Pasada	1.10	0.00	B_Valdivia220
Petropower	Térmica	75.00	3.90	B_Charrua220
Peuchen	Hidráulica de Pasada	85.00	0.00	B_Charrua220
Pilmaiquen	Hidráulica de Pasada	40.80	0.00	B_BarroBlanco220
Placilla	Térmica	3.00	261.87	B_AguaSanta110
Planta_Curico	Térmica	2.00	37.56	B_Itahue220
Providencia	Hidráulica de Pasada	14.20	0.00	B_Itahue220
Puclaro	Hidráulica de Pasada	6.00	0.00	B_PanAzucar220
Punitaqui	Térmica	9.00	260.69	B_PanAzucar220
Punta_Colorada01_Fuel	Térmica	4.70	187.19	B_PanAzucar220
Puntilla	Hidráulica de Pasada	22.10	0.00	B_LosAlmendros110
Purisima	Hidráulica de Pasada	0.40	0.00	B_Itahue220
Quellon02	Térmica	6.00	270.12	B_PuertoMontt220
Queltehues	Hidráulica de Pasada	49.00	0.00	B_LosAlmendros110
Quilleco	Hidráulica de Pasada	70.80	0.00	B_Charrua220
Quintay	Térmica	3.00	262.62	B_AguaSanta110
Quintero01_CA_Diesel	Térmica	128.00	276.05	B_SanLuis220
Quintero02_CA_Diesel	Térmica	129.00	276.05	B_SanLuis220
Ralco	Hidráulica de Embalse	690.00	28.00	B_Charrua220
Rapel	Hidráulica de Embalse	377.00	28.00	B_Rapel220
Reca	Hidráulica de Pasada	1.70	0.00	B_Valdivia220
Renaico	Hidráulica de Pasada	6.30	0.00	B_Charrua220
Renca	Térmica	100.00	373.04	B_CerroNavia110
Rio_Huasco	Hidráulica de Pasada	5.10	0.00	B_Maitencillo220
Rio_Trueno	Hidráulica de Pasada	5.60	0.00	B_Temuco220
Robleria	Hidráulica de Pasada	4.00	0.00	B_Itahue220
Rucatayo	Hidráulica de Pasada	52.50	0.00	B_BarroBlanco220
Rucue	Hidráulica de Pasada	178.40	0.00	B_Charrua220
Salmafood_I	Térmica	1.60	240.40	B_BarroBlanco220
Salmafood_II	Térmica	1.60	240.40	B_BarroBlanco220
Salvador_solar	Solar	1.40	0.00	B_DAlmagro220
San_Clemente	Hidráulica de Pasada	6.10	0.00	B_A.Jahuel220
San_Francisco_TG	Térmica	25.70	318.50	B_Itahue220
San_Gregorio	Térmica	0.50	261.52	B_Charrua220
San_Ignacio	Hidráulica de Pasada	37.00	0.00	B_Itahue220
San_Isidro_Diesel	Térmica	305.00	192.34	B_SanLuis217
San_Isidro_FAGNL	Térmica	20.00	124.95	B_SanLuis218
San_Isidro02_CCDiesel	Térmica	350.00	176.66	B_SanLuis219
San_Isidro02_GNL	Térmica	392.00	70.35	B_SanLuis220
San_IsidroGNL	Térmica	350.00	77.55	B_SanLuis220
San_Lorenzo_01	Térmica	28.50	394.89	B_DAlmagro220
San_Lorenzo_02	Térmica	26.00	436.46	B_DAlmagro220
Santa_Cecilia	Solar	3.00	0.00	B_Maitencillo220
Santa_Irene	Térmica	0.40	22.70	B_Rapel220
Santa_Lidia	Térmica	139.00	274.30	B_Charrua220
Santa_Maria	Térmica	321.00	37.56	B_Charrua220
Santa_Marta	Térmica	15.70	15.00	B_A.Jahuel220
SantaFe01	Térmica	17.02	14.80	B_Charrua220
SantaFe02	Térmica	16.80	37.00	B_Charrua220
SantaFe03	Térmica	16.14	56.45	B_Charrua220
SantaFe04	Térmica	10.76	130.00	B_Charrua220
Sauce_Andes	Hidráulica de Pasada	1.10	0.00	B_LasVegas110
Sauzal_Sauzalito	Hidráulica de Pasada	88.80	0.00	B_AltoJahuel110
SDGx01	Solar	1.30	0.00	B_PanAzucar220
Skretting	Térmica	2.70	240.40	B_PuertoMontt220
Skretting_Osorno	Térmica	3.00	240.40	B_BarroBlanco220
TalTal1_GNL	Térmica	123.40	198.37	B_Paposo220
TalTal2_GNL	Térmica	121.50	198.37	B_Paposo221
Tambo_Real	Solar	1.10	0.00	B_PanAzucar220
Tamm	Térmica	0.20	22.70	B_Itahue220
Tapihue	Térmica	6.40	198.37	B_Quillota220
Teno	Térmica	59.00	262.94	B_Itahue220
Termopacifico	Térmica	81.20	272.34	B_Cardones220
Tirua	Térmica	1.90	261.52	B_Charrua220

Central	Tipo	P Instalada MW	CV US\$/MWh	Barra de Conexión
Tomaval	Térmica	2.60	198.37	B_Quillota220
Total	Térmica	3.00	268.84	B_AguaSanta110
Trapen	Térmica	81.00	261.55	B_PuertoMontt220
Trebal_Mapocho	Térmica	5.00	50.00	B_CerroNavia110
Trufultruful	Hidráulica de Pasada	0.80	0.00	B_Itahue220
Valdivia01	Térmica	11.00	0.00	B_Ciruelos220
Valdivia02	Térmica	21.00	18.00	B_Ciruelos220
Valdivia03	Térmica	6.00	103.12	B_Ciruelos220
Valdivia04	Térmica	23.00	219.05	B_Ciruelos220
Ventanas01	Térmica	120.00	44.62	B_Quillota110
Ventanas02	Térmica	220.00	41.98	B_Quillota110
Vinales01	Térmica	6.00	16.00	B_Itahue220
Vinales02	Térmica	10.00	38.00	B_Itahue220
Vinales03	Térmica	6.00	45.00	B_Itahue220
Volcan	Hidráulica de Pasada	13.00	0.00	B_LosAlmendros110
Watt	Térmica	0.80	240.40	B_BarroBlanco220
Watt_II	Térmica	1.60	240.40	B_BarroBlanco220
Yungay01_Diesel	Térmica	52.40	304.81	B_Charrua220
Yungay02_Diesel	Térmica	52.40	276.60	B_Charrua220
Yungay03_Diesel	Térmica	52.09	298.77	B_Charrua220
Yungay04_Diesel	Térmica	41.16	298.77	B_Charrua221
Yungay04CCDiesel	Térmica	45.80	28.20	B_Charrua220

El costo variable considerado de las centrales termoeléctricas, solares, y eólicas, es el publicado en el **ITD 2014**. En el caso de las centrales hidráulicas de pasada, se considera un costo variable nulo, y en las centrales hidráulicas de embalse, igual a 28 US\$/MWh. En aquellas centrales existentes que no aparecen en el **ITD 2014**, se considera un costo variable igual al de centrales de la misma tecnología que están cercanas geográficamente.

El sistema reducido al año 2013 se muestra en las Figura 3.1, Figura 3.2, Figura 3.3 y Figura 3.4.

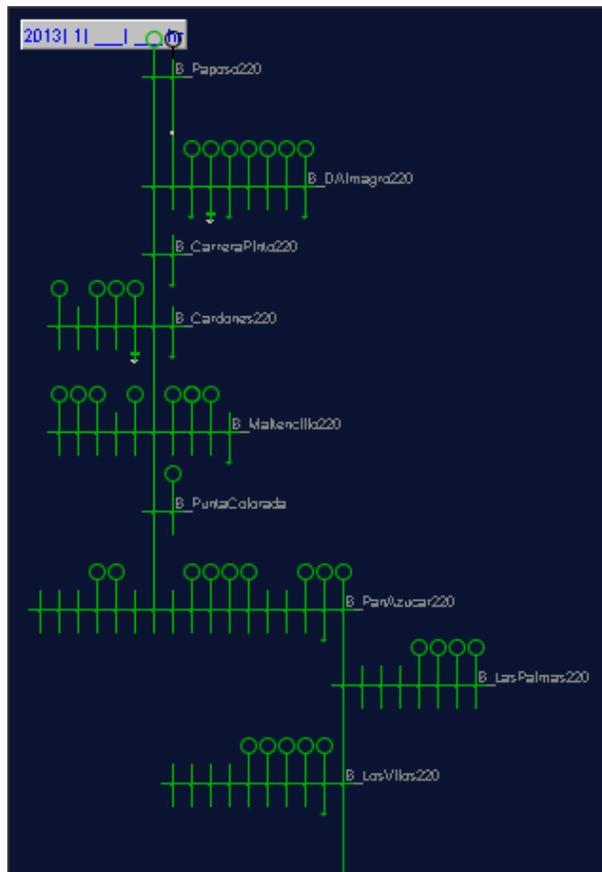


Figura 3.1. Modelo del SIC reducido al año 2013 – Zona Norte

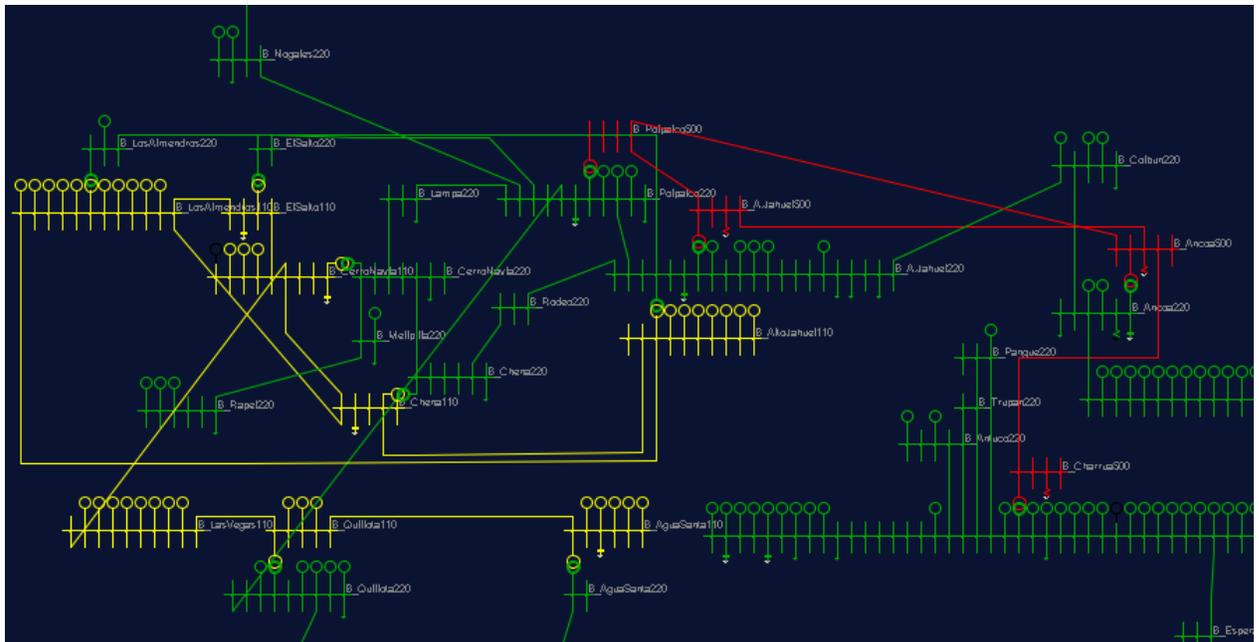


Figura 3.2. Modelo del SIC reducido al año 2013 – Zona Centro Parte 1



## 3.2 Proyección del SIC al 2033

El estado de la infraestructura del SIC al 2033 se proyecta a partir de la base de datos utilizada para la elaboración del **ITD 2014**. Este considera la entrada y salida de nuevas centrales, líneas de transmisión y transformadores, así como el cambio del tipo de combustible utilizado en la operación de algunas centrales termoeléctricas.

### 3.2.1 Centrales que salen de operación

Las centrales que salen de operación en el modelo reducido, correspondientes a las detalladas en la Tabla 3.4, son aquellas que están operando con un tipo de combustible, y que luego operarán con otro, o bien como ciclo combinado.

Tabla 3.4. Centrales que salen de operación desde el 2014 al 2033. Fuente: Elaboración propia a partir de ITD 2014.

Central	Tipo	Potencia Instalada MW	Barra de Conexión	Salida de operación
Nehuenco 01 GNL TP	Térmica	340.1	San Luis 220	abr-14
San Isidro Diesel	Térmica	305.0	San Luis 220	dic-14
San Isidro 02 CC Diesel	Térmica	350.0	San Luis 220	dic-14
Nehuenco 02 GNL TP	Térmica	384.2	San Luis 220	abr-15
Nueva Renca FA GLP	Térmica	30.0	Cerro Navia 110	mar-15
Nueva Renca Diesel	Térmica	312.0	Cerro Navia 110	mar-15
Nehuenco 01 Diesel	Térmica	310.0	San Luis 220	mar-16
Nehuenco 02 Diesel	Térmica	391.0	San Luis 220	mar-16
Taltal 01 GNL	Térmica	123.4	Diego de Almagro 220	sep-16
Taltal 02 GNL	Térmica	121.5	Diego de Almagro 220	sep-16
Candelaria CA 01 Diesel	Térmica	125.3	Alto Jahuel 220	ene-20
Candelaria CA 02 Diesel	Térmica	128.6	Alto Jahuel 220	ene-20
Quintero 01 CA GNL	Térmica	128.0	San Luis 220	mayo-22
Quintero 02 CA GNL	Térmica	129.0	San Luis 220	mayo-22
Candelaria CA 01 GNL	Térmica	125.3	Alto Jahuel 220	jul-24
Candelaria CA 02 GNL	Térmica	128.6	Alto Jahuel 220	jul-24

### 3.2.2 Centrales que entran en operación

En Tabla 3.5 se detallan las centrales que entrarán en operación según el **ITD 2014**, año a año hasta el 2033, incluyendo aquellas centrales térmicas que se encontraban operando con un tipo de combustible, y luego lo harán de otra forma.

Tabla 3.5. Centrales que entran en operación desde el 2014 al 2033. Fuente: Elaboración propia a partir del ITD 2014.

Central	Tipo	Potencia Instalada MW	Barra de Conexión	Entrada en operación
Central Des.For. VIII Region 02	Térmica	8.0	Charrua 220	ene-14
Angostura	Hidráulica de Pasada	316.0	Charrua 220	ene-14
Hidroeléctrica VIII Región 04	Hidráulica de Pasada	20.0	Charrua 220	mar-14
San Andres	Hidráulica de Pasada	40.0	Itahue 154	abr-14
Los Hierros	Hidráulica de Pasada	25.0	Ancoa 220	abr-14
Llano de Llampos FV	Solar	93.0	Cardones 220	abr-14
San Andres FV	Solar	50.0	Cardones 220	abr-14
Laja I	Hidráulica de Pasada	34.4	Temuco 220	mayo-14
Pulelfu	Hidráulica de Pasada	9.0	Barro Blanco 220	mayo-14
Los Cururos	Eólica	110.0	Pan de Azucar 220	mayo-14
Lautaro 2	Térmica	22.0	Charrua 220	mayo-14
El Arrayán	Eólica	100.0	Pan de Azucar 220	mayo-14
Ucuquer II Eólico	Eólica	9.0	Melipilla 220	mayo-14
Diego de Almagro FV	Solar	36.0	Diego de Almagro 220	ago-14
Picoiquen	Hidráulica de Pasada	19.0	Charrua 220	oct-14
Tal Tal Eólico	Eólica	99.0	Diego de Almagro 220	oct-14
Salvador FV	Solar	68.0	Diego de Almagro 220	oct-14
Punta Palmeras	Eólica	45.0	Las Palmas 220	oct-14
El Paso	Hidráulica de Pasada	60.0	Itahue 154	nov-14
Neltume	Hidráulica de Pasada	473.0	Valdivia 220	nov-14
Los Hierros 02	Hidráulica de Pasada	6.0	Ancoa 220	dic-14

Central	Tipo	Potencia Instalada MW	Barra de Conexión	Entrada en operación
Lalackama FV	Solar	55.0	Diego de Almagro 220	dic-14
Hidroeléctrica VII Región 04	Hidráulica de Pasada	150.0	Ancoa 220	ene-15
Quintero 01 CA GNL	Térmica	128.0	San Luis 220	ene-15
Quintero 02 CA GNL	Térmica	129.0	San Luis 220	ene-15
Rio Colorado	Hidráulica de Pasada	15.0	Ancoa 220	abr-15
Nueva Renca GNL	Térmica	312.0	Cerro Navia 110	abr-15
Nueva Renca Int GNL	Térmica	30.0	Cerro Navia 110	abr-15
Luz del Norte FV	Solar	141.0	Carrera Pinto 220	mayo-15
Itata	Hidráulica de Pasada	20.0	Charrua 220	jul-15
Cordillera	Térmica	50.0	Los Almendros 110	jul-15
Guacolda 05	Térmica	152.0	Maitencillo 220	oct-15
Hidroeléctrica VII Región 01	Hidráulica de Pasada	30.0	Ancoa 220	ene-16
Geotermica San Gregorio 01	Geotérmica	9.4	Temuco 220	ene-16
Geotermica Santa Antonia	Geotérmica	40.0	Charrua 220	ene-16
Geotermica Santa Sonia	Geotérmica	40.0	Itahue 154	ene-16
Geotermica Tinguiririca 01	Geotérmica	40.0	Itahue 154	ene-16
Geotermica Chillan 01	Geotérmica	40.0	Charrua 220	mar-16
Nehuenco 01 GNL	Térmica	340.1	San Luis 220	abr-16
Nehuenco 01 FA GNL	Térmica	21.4	San Luis 220	abr-16
Nehuenco 02 GNL	Térmica	384.2	San Luis 220	abr-16
Carbón Cardones 01	Térmica	342.0	Cardones 220	abr-16
Taltal CC GNL	Térmica	360.0	Diego de Almagro 220	ene-17
Carbón Pan de Azucar 03	Térmica	200.0	Pan de Azucar 220	ene-17
Geotermica Laguna del Maule 01	Geotérmica	25.0	Alto Jahuel 220	ene-17
Central Des.For. VIII Region 04	Térmica	8.0	Charrua 220	mar-17
Hidroeléctrica XIV Región 02	Hidráulica de Pasada	139.0	Valdivia 220	mayo-17
Hidroeléctrica VI Región 05	Hidráulica de Pasada	94.0	Alto Jahuel 110	jun-17
Ñuble	Hidráulica de Pasada	136.0	Ancoa 220	jul-17
Carbón Pan de Azucar 02	Térmica	200.0	Pan de Azucar 220	ago-17
Las Lajas	Hidráulica de Pasada	267.0	Los Almendros 220	dic-17
Geotermica San Gregorio 02	Geotérmica	70.0	Temuco 220	ene-18
Geotermica Tinguiririca 02	Geotérmica	40.0	Itahue 154	ene-18
Geotermica Pellado	Geotérmica	25.0	Ancoa 220	abr-18
Geotermica Potrerillos 03	Geotérmica	40.0	Alto Jahuel 220	abr-18
Geotermica Calabozo 04	Geotérmica	40.0	Ancoa 220	abr-18
Alfalfal 02	Hidráulica de Pasada	264.0	Los Almendros 220	jun-18
Carbón Puerto Montt 01	Térmica	250.0	Puerto Montt 220	jul-18
Los Condores	Hidráulica de Embalse	150.0	Ancoa 220	dic-18
San Pedro	Hidráulica de Pasada	144.0	Valdivia 220	ene-19
Geotermica Laguna del Maule 02	Geotérmica	25.0	Alto Jahuel 220	ene-19
Charrua CC I	Térmica	575.0	Charrua 500	sep-19
Hidroeléctrica VII Región 02	Hidráulica de Pasada	20.0	Ancoa 220	oct-19
Geotermica Copahue	Geotérmica	40.0	Charrua 220	oct-19
Candelaria CA 01 GNL	Térmica	125.3	Alto Jahuel 220	feb-20
Candelaria CA 02 GNL	Térmica	128.6	Alto Jahuel 220	feb-20
Carbón Pan de Azucar 01	Térmica	250.0	Pan de Azucar 220	mar-20
Carbón VIII Region 01	Térmica	343.0	Charrua 220	jul-20
Eolica IV Region 09	Eólica	50.0	Pan de Azucar 220	dic-20
Eolica IV Region 01	Eólica	50.0	Los Vilos 220	ene-21
Eolica Concepcion 01	Eólica	50.0	Charrua 220	ene-21
Central Des.For. VII Region 01	Térmica	15.0	Itahue 154	ene-21
Central Des.For. VII Region 02	Térmica	10.0	Itahue 154	ene-21
Hidroeléctrica VIII Región 03	Hidráulica de Pasada	20.0	Charrua 220	mar-21
Central Des.For. VIII Region 03	Térmica	10.0	Itahue 154	jul-21
Geotermica Calabozo 01	Geotérmica	40.0	Ancoa 220	jul-21
Central Des.For. VIII Region 01	Térmica	9.0	Charrua 220	jul-21
Carbón Maitencillo 02	Térmica	342.0	Maitencillo 220	jul-21
Geotermica Calabozo 03	Geotérmica	40.0	Ancoa 220	jul-21
Carbón Maitencillo 03	Térmica	342.0	Maitencillo 220	ago-21
Hidroeléctrica VII Región 03	Hidráulica de Pasada	20.0	Ancoa 220	ene-22
Eolica IV Region 03	Eólica	50.0	Pan de Azucar 220	ene-22
Eolica Concepcion 02	Eólica	50.0	Charrua 220	ene-22
Eolica IV Region 02	Eólica	50.0	Los Vilos 220	ene-22
Geotermica Potrerillos 02	Geotérmica	40.0	Alto Jahuel 220	ene-22
Eolica Concepcion 03	Eólica	50.0	Charrua 220	ene-22
Eolica IV Region 04	Eólica	50.0	Pan de Azucar 220	jul-22
Eolica Concepcion 04	Eólica	50.0	Charrua 220	jul-22
Eolica Concepcion 05	Eólica	50.0	Charrua 220	jul-22
Eolica IV Region 05	Eólica	50.0	Los Vilos 220	jul-22
Quintero CC FA GNL	Térmica	35.0	San Luis 220	sep-22
Quintero CC GNL	Térmica	350.0	San Luis 220	sep-22
Geotermica Potrerillos 01	Geotérmica	40.0	Alto Jahuel 220	sep-22
Hidroeléctrica VIII Región 05	Hidráulica de Pasada	20.0	Charrua 220	ene-23
Hidroeléctrica VIII Región 02	Hidráulica de Pasada	20.0	Charrua 220	ene-23
Eolica IV Region 06	Eólica	50.0	Los Vilos 220	ene-23
Geotermica Calabozo 02	Geotérmica	40.0	Ancoa 220	ene-23
Eolica Concepcion 06	Eólica	50.0	Charrua 220	ene-23
Modulo 02	Hidráulica de Pasada	500.0	Lo Aguirre 500	mayo-23
Eolica IV Region 07	Eólica	50.0	Pan de Azucar 220	jul-23
Eolica IV Region 08	Eólica	50.0	Pan de Azucar 220	jul-23
Modulo 05	Hidráulica de Pasada	360.0	Lo Aguirre 500	nov-23

Central	Tipo	Potencia Instalada MW	Barra de Conexión	Entrada en operación
Modulo 04	Hidráulica de Pasada	770.0	Lo Aguirre 500	feb-24
Modulo 03	Hidráulica de Pasada	460.0	Lo Aguirre 500	oct-24
Candelaria CC GNL	Térmica	360.0	Alto Jahuel 220	oct-24
Modulo 01	Hidráulica de Pasada	660.0	Lo Aguirre 500	nov-24
Cardones CC I	Térmica	575.0	Cardones 500	mayo-28

### 3.2.3 Líneas de transmisión que salen de operación

En la Tabla 3.6 se detallan las líneas de transmisión que en el modelo reducido saldrán de operación hasta el año 2033. En el caso de la línea Ancoa – Polpaico 500 kV de 1400 MVA, se considera que está en operación durante todo el 2013, saliendo de operación a fines del mes de diciembre.

Tabla 3.6. Líneas de transmisión que salen de operación desde el 2014 al 2033. Fuente: Elaboración propia a partir del ITD 2014.

Línea	Tensión kV	Potencia Máxima MVA	Potencia N-1 MVA	Resistencia Ohm	Reactancia Ohm	Salida de operación
Ancoa ->Polpaico	500	1400	1400	6.5	42.5	dic-13
Alto Jahuel ->Polpaico	500	1400	1400	1.5	19.75	ago-15
Alto Jahuel ->Polpaico II	500	1400	1400	1.632	19.284	sep-16
Puerto Montt ->Valdivia	220	166	166	30.8326	82.6268	nov-16
Barro Blanco ->Valdivia	220	182	182	10.648	42.108	nov-16
Puerto Montt ->Barro Blanco	220	174	174	10.987	45.593	nov-16
Lo Aguirre ->Cerro Navia	220	386	193	0.70785	2.7709	sep-18
Barro Blanco ->Valdivia	220	364	182	6.5042	20.50475	abr-18
Charrua ->Ancoa	500	2600	1300	2.4379	15.952	feb-18
Pichirpulli ->Puerto Montt	220	580	290	8.29	54.24	ene-23

### 3.2.4 Líneas de transmisión y transformadores que entran en operación

En la Tabla 3.7 se detallan las líneas de transmisión y transformadores necesarios que entrarán en operación hasta el año 2033. En el caso particular del seccionamiento de líneas de transmisión, se debe adicionar las barras respectivas, como es el caso de las barras Lo Aguirre 500 kV y Lo Aguirre 220 kV, con su respectivo transformador.

Tabla 3.7. Líneas de transmisión y transformadores que entran en operación desde el 2014 al 2033. Fuente: Elaboración propia a partir del ITD 2014.

Línea	Tensión kV	Potencia Máxima MVA	Potencia N-1 MVA	Resistencia Ohm	Reactancia Ohm	Entrada en operación
Ancoa ->Alto Jahuel II	500	1400	1400	6.207	33.25	ene-14
Alto Jahuel ->Polpaico II	500	1400	1400	1.632	19.284	ene-14
Ancoa ->Alto Jahuel III	500	1400	1400	6.207	33.25	jul-14
Alto Jahuel ->Alto Jahuel II	500	1542.52	771.26	0.25	24.5	ago-14
Lo Aguirre ->Cerro Navia	220	386	193	0.70785	2.7709	sep-15
Alto Jahuel ->Lo Aguirre	500	1400	1400	0.89406	10.39659	sep-15
Lo Aguirre ->Polpaico	500	1400	1400	0.7999	9.3022	sep-15
Melipilla ->Lo Aguirre	220	386	193	2.12355	8.3127	sep-15
Barro Blanco ->Valdivia	220	364	182	6.5042	20.50475	dic-16
Ancoa ->Alto Jahuel IV	500	1400	1400	6.207	33.25	ene-16
Puerto Montt ->Valdivia II	220	332	332	15.4163	41.3134	ene-16
Puerto Montt ->Temuco II	220	332	332	25.7245	74.028	ene-16
Puerto Montt ->Barro Blanco	220	348	174	6.71344	22.19468	dic-16
Puerto Montt ->Barro Blanco II	220	348	348	5.4935	22.7965	ene-16
Temuco ->Cautin II	220	332	332	0.6103	1.9311	ene-16
Valdivia ->Cautin II	220	332	332	8.567	27.061	ene-16
Cardones ->Diego de Almagro	220	290	290	14.7157	58.7005	oct-17
Diego de Almagro ->Carrera Pinto II	220	290	290	7.5324	29.9883	oct-17
Carrera Pinto ->Cardones II	220	290	290	7.1833	28.7122	oct-17
Itahueb->Alto Jahuel	220	800	400	3.5	29	ene-17
Lo Aguirre ->Cerro Navia	220	3000	1500	0.16	1.896	oct-18
Pichirpulli ->Valdivia	220	364	182	3.43618	10.8327	mayo-18
Pichirpulli ->Barro Blanco	220	364	182	3.06802	9.67205	mayo-18

Línea	Tensión kV	Potencia Máxima MVA	Potencia N-1 MVA	Resistencia Ohm	Reactancia Ohm	Entrada en operación
Ciruelos ->Pichirropulli	220	580	290	3.34	13.323	mayo-18
Charrua ->Nueva Charrua	220	1000	1000	0	0.0001	mar-18
Nueva Charrua ->Nueva Charrua	500	750	750	0.5	48.75	mar-18
Nueva Charrua ->Ancoa	500	3900	2600	1.6253	10.6347	mar-18
Nueva Charrua ->Charrua	500	3900	2600	0	0.0001	mar-18
Pan de Azucar ->Polpaico	500	3400	1700	4.8831	28.0254	ene-18
Pan de Azucar ->Pan de Azucar	500	750	750	0.5	48.75	ene-18
Pan de Azucar ->Maitencillo	500	3400	1700	2.3698	13.6011	ene-18
Maitencillo ->Maitencillo	500	750	750	0.5	48.75	ene-18
Maitencillo ->Cardones	500	3400	1700	1.6032	9.2011	ene-18
Cardones ->Cardones	500	750	750	0.25	24.375	ene-18
Pichirropulli ->Puerto Montt	220	580	290	8.29	54.24	feb-21
Pichirropulli ->Charrua	500	1500	750	4.88	31.9	feb-23
Pichirropulli ->Pichirropulli	500	771	771	0.5	48.75	feb-23
Puerto Montt ->Pichirropulli	500	1500	750	8.29	54.24	feb-23
Puerto Montt ->Puerto Montt	500	771	771	0.5	48.75	feb-23
Alto Jahuel ->Los Almendros I	500	1800	1200	1.13	12.77	abr-27
Los Almendros -> Polpaico I	500	1800	1200	1.61	18.2	abr-27
Los Almendros ->Los Almendros I	500	750	750	0.5	33.4	abr-27

### 3.3 Proyección de la Demanda Máxima

Para realizar una proyección de la demanda máxima del sistema hasta el año 2033, es necesario especificar la fecha en que esta ocurre, lo que define el estado de las distintas centrales en ella. De esta forma, se toma como antecedente lo ocurrido en los últimos años, detallado en la Tabla 3.8. Se observa en ella que desde el año 2004 al 2008, la demanda máxima ocurre entre los meses de marzo y abril, y que desde el 2009 en adelante, la tendencia es que ocurra en el mes de diciembre. Esta diferencia se debe a que el periodo de horas punta de invierno era definido como aquel comprendido entre las 18:00 y 23:00 hrs., durante los meses de mayo y septiembre, y en año 2008 se extendió a los meses de marzo y abril. Así, para evitar sobrecargos por sobreconsumo en horas punta, la industria y el comercio, buscan otras alternativas para el abastecimiento de su demanda, como la utilización de motores diésel, arrastrando la demanda máxima anual a los meses fuera de punta.

Tabla 3.8. Fecha y demanda máxima anual del SIC, entre el año 2004 y el 2013. Fuente: Elaboración Propia.

Año	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Día-Mes	27-abr	14-abr	25-abr	13-mar	27-feb	14-dic	27-dic	27-dic	06-jul	16-dic
MW	5430,8	5763,9	6058,9	6313,4	6147,1	6139,1	6482,1	6881,4	6991,9	7281,8

De esta manera, para la proyección de la demanda máxima se toma como base la demanda en las barras en la situación de demanda máxima del año 2013 del SIC, ocurrida en la hora 17 del día 16 de diciembre.

Tabla 3.9. Demanda Máxima año 2013 en las barras del sistema reducido del SIC. Fuente: Elaboración Propia.

Barra	Tensión kV	Demanda MW	Barra	Tensión kV	Demanda MW
Diego de Almagro	220	91.88	Colbún	220	66.89
Carrera Pinto	220	18.53	Alto Jahuel	220	1422.44
Cardones	220	306.23	Melipilla	220	97.52
Maitencillo	220	140.53	Rapel	220	63.46
Pan de Azúcar	220	265.62	Itahue	220	387.81
Los Vilos	220	41.96	Ancoa	220	9.15
Nogales	220	84.36	Charrúa	220	542.83
Quillota	220	644.29	Hualpén	220	259.50
Polpaico	220	392.64	Lagunillas	220	11.74
Lampa	220	22.60	Temuco	220	217.97
Cerro Navia	220	1166.14	Ciruelos	220	6.90
Chena	220	154.59	Valdivia	220	98.12
Maipo	220	3.76	Barro Blanco	220	75.18
Candelaria	220	213.18	Puerto Montt	220	188.99
Demanda Máxima SIC 2013 MW:			6996.79		

Para proyectar la demanda de las barras en situación de demanda máxima anual, hasta el año 2033, se utiliza como base la proyección del crecimiento de la demanda realizada por la CNE al elaborar el Programa de Obras en el Informe Técnico Definitivo para la Fijación de Precios de Nudo de Corto Plazo de Abril de 2014. En ella, se divide al SIC en 6 zonas: SIC Norte, SIC Centro, SIC Itahue, SIC Concepción, SIC Sur y SIC Austral. De acuerdo al modelo reducido presentado anteriormente, las barras donde existen consumos quedan clasificadas en estas zonas como se muestra en la Tabla 3.10.

Tabla 3.10. Barras donde hay consumo en el modelo reducido, clasificadas por zona.

Zona	Barra	Tensión kV	Zona	Barra	Tensión kV
SIC Norte	Diego de Almagro	220	SIC Centro	Colbún	220
SIC Norte	Carrera Pinto	220	SIC Centro	Alto Jahuel	220
SIC Norte	Cardones	220	SIC Centro	Melipilla	220
SIC Norte	Maitencillo	220	SIC Centro	Rapel	220
SIC Norte	Pan de Azúcar	220	SIC Itahue	Itahue	220
SIC Norte	Los Vilos	220	SIC Itahue	Ancoa	220
SIC Norte	Nogales	220	SIC Concepción	Charrúa	220
SIC Centro	Quillota	220	SIC Concepción	Hualpén	220
SIC Centro	Polpaico	220	SIC Concepción	Lagunillas	220
SIC Centro	Lampa	220	SIC Sur	Temuco	220
SIC Centro	Cerro Navia	220	SIC Sur	Ciruelos	220
SIC Centro	Chena	220	SIC Sur	Valdivia	220
SIC Centro	Maipo	220	SIC Sur	Barro Blanco	220
SIC Centro	Candelaria	220	SIC Austral	Puerto Montt	220

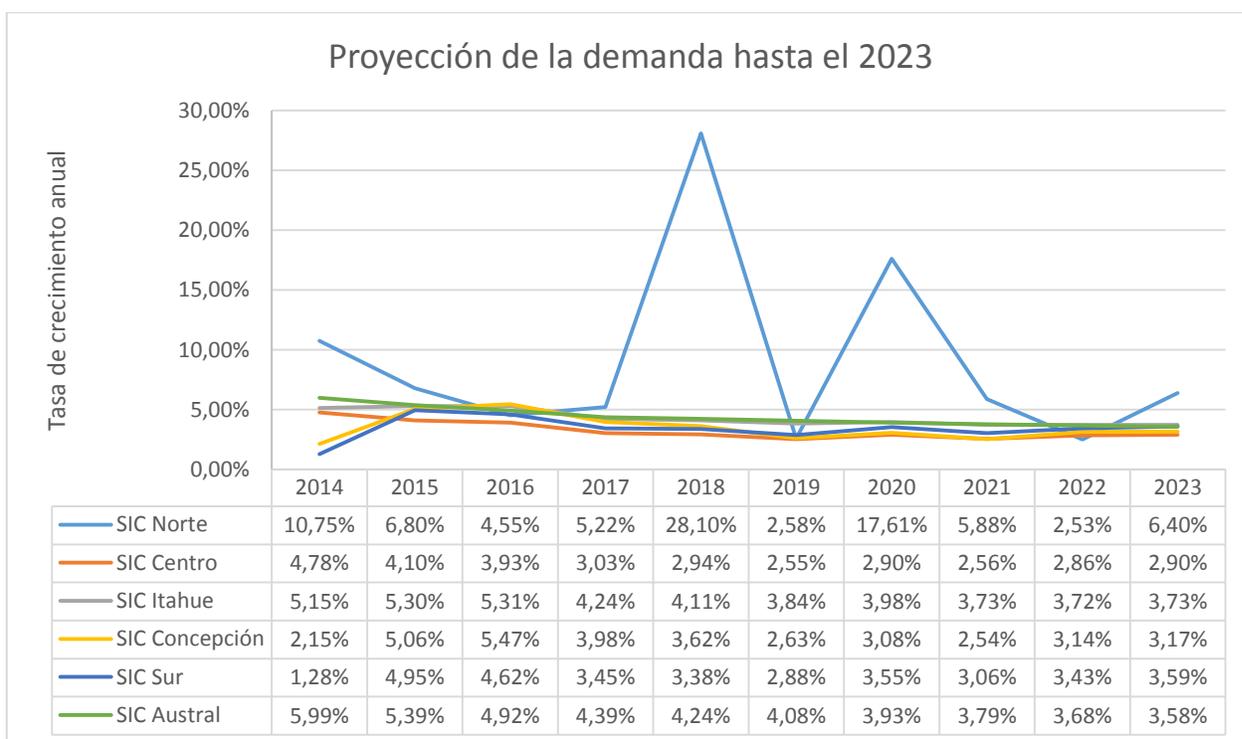


Figura 3.5. Proyección de la tasa de crecimiento considerada para el Plan de Obras en el ITD de Abril de 2014.  
Fuente: Elaboración Propia

Dado que es necesario proyectar la demanda hasta el año 2033, y las características de las curvas de la Figura 3.5, se realiza una regresión lineal para obtener la tasa de crecimiento desde el año 2024 hasta el año 2033 en todas las zonas del SIC, excepto en el SIC Norte. El crecimiento del consumo eléctrico en esta última zona, está determinada principalmente por el crecimiento del consumo minero, por lo que para esta zona se utilizan las tasas de crecimiento proyectadas en el estudio “Proyección del Consumo de Energía Eléctrica de la Minería del Cobre en Chile al 2025”, de la Comisión Chilena del Cobre (Cochilco) [21]. Para los años posteriores al 2025, en el SIC Norte se considera una tasa de crecimiento correspondiente a la regresión lineal ajustada de los datos comprendidos entre el 2013 al 2025, excepto para los años 2032 y 2033, donde se considera una tasa de crecimiento menor.

De esta manera, considerando la demanda en las barras en la situación de demanda máxima ocurrida en el año 2013 y las tasas de crecimiento hasta el año 2033 detalladas en la Figura 3.6, se presenta la demanda máxima proyectada en las barras en la Tabla 3.11 y en la Tabla 3.12.

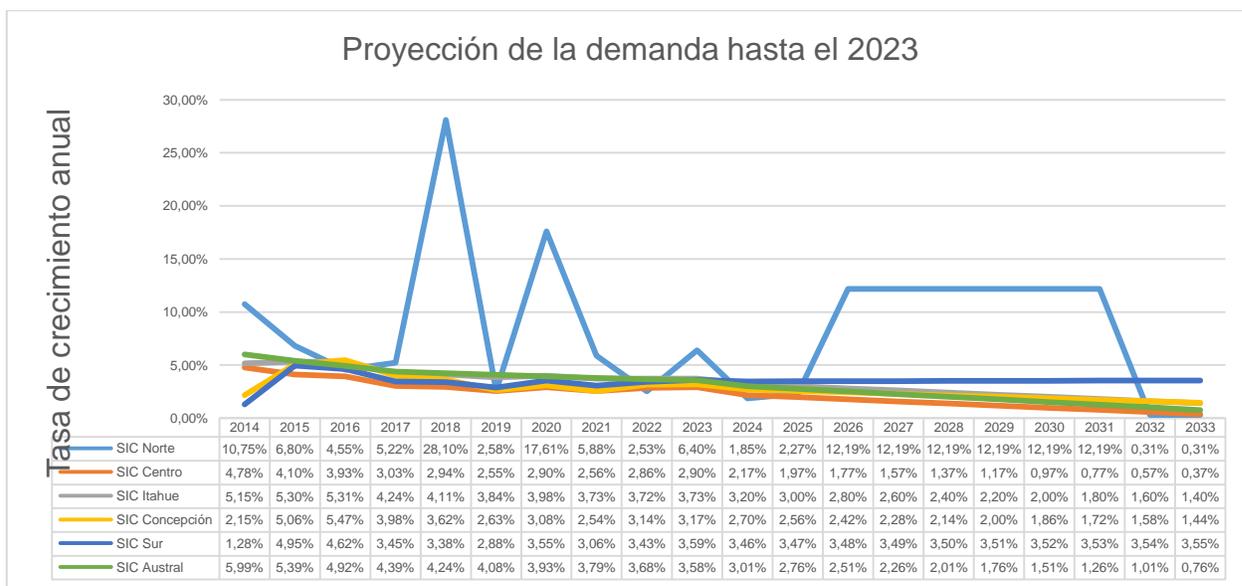


Figura 3.6. Proyección de la tasa de crecimiento de la demanda para al 2033. Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.11. Proyección de la Demanda Máxima del 2013 al 2023. Fuente: Elaboración Propia.

Barra	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Diego de Almagro 220	91.88	101.76	108.68	113.61	119.54	153.13	157.08	184.75	195.62	200.55	213.40
Carrera Pinto 220	18.53	20.52	21.92	22.91	24.11	30.88	31.68	37.26	39.45	40.45	43.04
Cardones 220	306.23	339.15	362.20	378.67	398.42	510.38	523.55	615.74	651.96	668.43	711.23
Maitencillo 220	140.53	155.64	166.22	173.77	182.84	234.22	240.26	282.57	299.19	306.75	326.39
Pan de Azúcar 220	265.62	294.18	314.17	328.45	345.59	442.69	454.12	534.09	565.51	579.79	616.92
Los Vilos 220	41.96	46.47	49.62	51.88	54.59	69.93	71.73	84.36	89.32	91.58	97.45
Nogales 220	84.36	93.43	99.78	104.32	109.76	140.60	144.23	169.63	179.60	184.14	195.93
Quillota 220	644.29	675.09	702.80	730.42	752.58	774.73	794.45	817.52	838.44	862.39	887.39
Polpaico 220	392.64	411.41	428.29	445.12	458.63	472.13	484.15	498.20	510.95	525.55	540.78
Lampa 220	22.60	23.68	24.65	25.62	26.40	27.18	27.87	28.68	29.41	30.25	31.13
Cerro Navia 220	1166.14	1221.89	1272.03	1322.02	1362.15	1402.22	1437.92	1479.67	1517.53	1560.90	1606.14
Chena 220	154.59	161.98	168.62	175.25	180.57	185.88	190.61	196.15	201.17	206.92	212.91
Maipo 220	3.76	3.94	4.11	4.27	4.40	4.53	4.64	4.78	4.90	5.04	5.18
Candelaria 220	213.18	223.38	232.54	241.68	249.02	256.34	262.87	270.50	277.42	285.35	293.62
Colbún 220	66.89	70.09	72.96	75.83	78.13	80.43	82.48	84.87	87.05	89.53	92.13
Alto Jahuel 220	1422.44	1490.45	1551.62	1612.59	1661.53	1710.42	1753.96	1804.89	1851.07	1903.97	1959.15
Melipilla 220	97.52	102.18	106.38	110.56	113.91	117.26	120.25	123.74	126.91	130.53	134.32
Rapel 220	63.46	66.49	69.22	71.94	74.12	76.30	78.25	80.52	82.58	84.94	87.40
Itahue 220	387.81	407.79	429.40	452.21	471.36	490.74	509.60	529.90	549.69	570.16	591.44
Ancoa 220	9.15	9.62	10.13	10.67	11.12	11.58	12.02	12.50	12.97	13.45	13.95
Charrua 220	542.83	554.49	582.56	614.45	638.92	662.08	679.48	700.38	718.18	740.76	764.26
Hualpén 220	259.50	265.08	278.49	293.74	305.44	316.51	324.83	334.82	343.33	354.12	365.36
Lagunillas 220	11.74	11.99	12.60	13.29	13.82	14.32	14.69	15.14	15.53	16.02	16.53
Temuco 220	217.97	220.77	231.69	242.40	250.76	259.24	266.71	276.18	284.62	294.39	304.97
Ciruelos 220	6.90	6.99	7.33	7.67	7.94	8.21	8.44	8.74	9.01	9.32	9.65
Valdivia 220	98.12	99.38	104.29	109.12	112.88	116.69	120.06	124.32	128.12	132.52	137.28
Barro Blanco 220	75.18	76.14	79.90	83.60	86.48	89.41	91.98	95.25	98.16	101.53	105.18
Puerto Montt 220	188.99	200.32	211.12	221.52	231.23	241.04	250.88	260.74	270.61	280.56	290.61
<b>Total SIC MW</b>	<b>6994.79</b>	<b>7354.31</b>	<b>7703.34</b>	<b>8037.58</b>	<b>8326.24</b>	<b>8899.06</b>	<b>9138.78</b>	<b>9655.88</b>	<b>9978.30</b>	<b>10269.89</b>	<b>10653.73</b>

Tabla 3.12. Proyección de la Demanda Máxima del 2024 al 2033. Fuente: Elaboración Propia.

Barra	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Diego de Almagro 220	217.35	222.29	249.39	279.79	313.89	352.16	395.08	443.25	444.62	446.00
Carrera Pinto 220	43.83	44.83	50.30	56.43	63.30	71.02	79.68	89.39	89.67	89.95
Cardones 220	724.41	740.87	831.18	932.50	1046.17	1173.70	1316.78	1477.29	1481.87	1486.47
Maitencillo 220	332.44	339.99	381.44	427.94	480.10	538.62	604.28	677.95	680.05	682.15
Pan de Azucar 220	628.34	642.62	720.96	808.84	907.44	1018.06	1142.16	1281.39	1285.36	1289.34
Los Vilos 220	99.25	101.51	113.88	127.76	143.34	160.81	180.41	202.40	203.03	203.66
Nogales 220	199.56	204.10	228.98	256.89	288.20	323.33	362.75	406.97	408.23	409.49
Quillota 220	906.65	924.51	940.87	955.64	968.73	980.07	989.58	997.20	1002.88	1006.59
Polpaico 220	552.52	563.40	573.38	582.38	590.36	597.26	603.06	607.70	611.16	613.43
Lampa 220	31.80	32.43	33.00	33.52	33.98	34.38	34.71	34.98	35.18	35.31
Cerro Navia 220	1640.99	1673.32	1702.94	1729.67	1753.37	1773.88	1791.09	1804.88	1815.17	1821.88
Chena 220	217.53	221.82	225.75	229.29	232.43	235.15	237.43	239.26	240.62	241.51
Maipo 220	5.30	5.40	5.50	5.58	5.66	5.73	5.78	5.83	5.86	5.88
Candelaria 220	299.99	305.90	311.32	316.21	320.54	324.29	327.43	329.96	331.84	333.06
Colbun 220	94.13	95.98	97.68	99.21	100.57	101.75	102.74	103.53	104.12	104.50
Alto Jahuel 220	2001.67	2041.10	2077.23	2109.84	2138.74	2163.77	2184.76	2201.58	2214.13	2222.32
Melipilla 220	137.23	139.93	142.41	144.65	146.63	148.34	149.78	150.94	151.80	152.36
Rapel 220	89.30	91.06	92.67	94.12	95.41	96.53	97.46	98.21	98.77	99.14
Itahue 220	610.36	628.67	646.27	663.08	678.99	693.93	707.81	720.55	732.08	742.33
Ancoa 220	14.40	14.83	15.25	15.64	16.02	16.37	16.70	17.00	17.27	17.51
Charrua 220	784.90	804.99	824.47	843.27	861.32	878.54	894.88	910.28	924.66	937.97
Hualpen 220	375.22	384.83	394.14	403.13	411.75	419.99	427.80	435.16	442.04	448.40
Lagunillas 220	16.97	17.41	17.83	18.23	18.62	19.00	19.35	19.68	19.99	20.28
Temuco 220	315.52	326.47	337.83	349.62	361.85	374.56	387.74	401.43	415.64	430.39
Ciruelos 220	9.99	10.34	10.69	11.07	11.46	11.86	12.27	12.71	13.16	13.63
Valdivia 220	142.03	146.96	152.07	157.38	162.89	168.60	174.54	180.70	187.10	193.74
Barro Blanco 220	108.82	112.59	116.51	120.58	124.80	129.18	133.72	138.44	143.35	148.43
Puerto Montt 220	299.35	307.61	315.34	322.46	328.94	334.73	339.79	344.07	347.54	350.19
Total SIC MW	10899.84	11145.75	11609.25	12094.71	12605.52	13145.61	13719.57	14332.70	14447.17	14545.92

### 3.4 Hidrología

En el presente estudio se realizan 3 simulaciones por año, considerando las distintas hidrologías de un año (seca, normal y húmeda). Según cada una de las distintas hidrologías, se considera una “Potencia Máxima Disponible” de las centrales Hidroeléctricas de Embalse y de Pasada. Esta “Potencia Máxima Disponible” se define a partir del despacho histórico de este tipo de centrales en las distintas hidrologías.

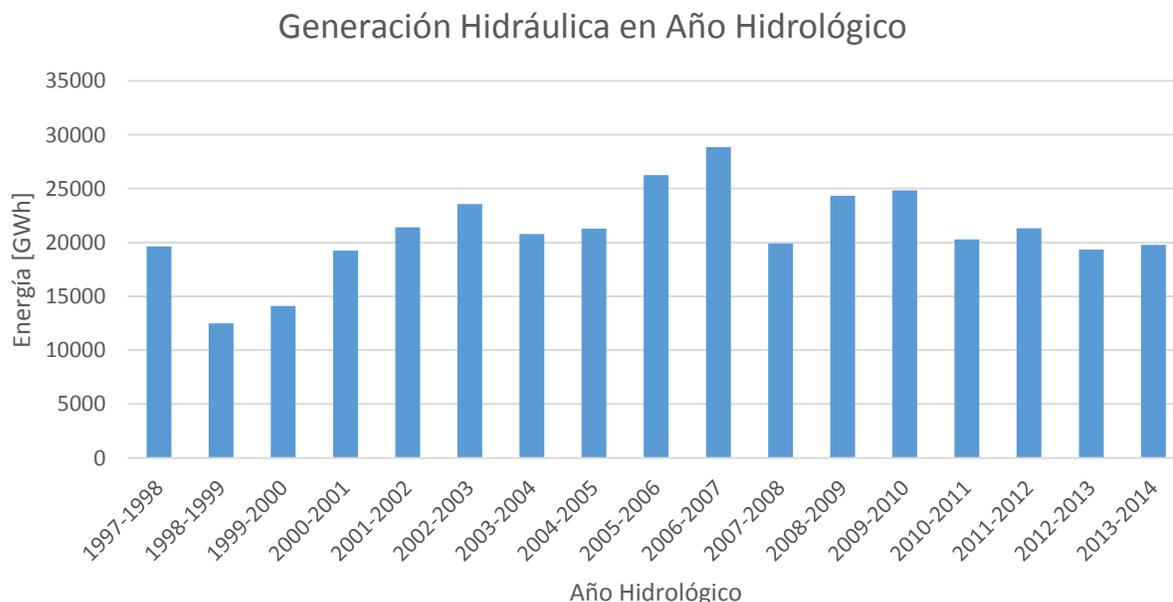


Figura 3.7. Energía generada por centrales hidráulicas desde el año 1996 al 2013. Fuente: Elaboración Propia.

Se puede observar de la Figura 3.7. , la sequía que afectó a gran parte del territorio nacional durante los años 1998 y 1999, lo que implicó políticas de racionamiento en el suministro de energía entre los meses de noviembre de 1998 y julio de 1999. Debido a esta particularidad, y a que el SIC en ese entonces era mayoritariamente hidroeléctrico, el periodo 1997-2000 se descartará para los análisis. Por lo tanto, tomando como muestra el periodo 2000-2014, se define al año hidrológico 2006-2007, como un periodo de **Hidrología Húmeda**, generando 28857,6 GWh de energía eléctrica mediante centrales de pasada y embalse. Por su parte, al periodo 2013-2014, año hidrológico que incluye la situación de demanda máxima del caso base correspondiente al año 2013, se le considera como un año hidrológico con **Hidrología Seca**, generando 19791,6 GWh mediante centrales hidroeléctricas. Finalmente, en el periodo 2008-2009, son generados 24335,1 [GWh] mediante este tipo de centrales, siendo un año con **Hidrología Normal**.

Dados los antecedentes de los últimos años, en el presente estudio se considera que la demanda máxima anual ocurre en el mes de diciembre. Es por este motivo, que para definir el estado de las centrales hidroeléctricas en las distintas hidrologías, se supone como aquel habido en el instante de demanda máxima durante el mes de diciembre. De esta forma, en **Hidrología Seca** el estado de las centrales hidroeléctricas se define como aquel habido el 16 de diciembre de 2013 en la hora 17, en **Hidrología Normal** como el habido el 30 de diciembre de 2008 en la hora 16, y en **Hidrología Húmeda** como el habido el 16 de diciembre de 2006 en la hora 22. Finalmente, revisando la relación entre las potencias máximas de las centrales hidráulicas de acuerdo a su hidrología, y verificando que sean coherentes de acuerdo a esto, se obtiene la potencia máxima disponible para todas las centrales hidráulicas de acuerdo a sus hidrologías, las que serán reflejadas en las simulaciones.

### 3.5 Mantenimientos

Para considerar el efecto de la indisponibilidad de las centrales por efecto del mantenimiento programado, se considerará un día promedio del mes de diciembre, respecto a la versión 11 del Programa de Mantenimiento Mayor emitido por el CDEC-SIC para el periodo 2014-2015, del 07 de octubre de 2014.

Tabla 3.13. Programa de mantenimiento que afecta a diciembre de 2014.

Central	Tipo Central	Unidad	Potencia MW	Tarea	Inicio	Fin	Tipo
Rapel	H. de Embalse	U-1	75.4	Mantenimiento mayor anual. Reparación rodete.	01-12	10-12	Postergable
Rapel	H. de Embalse	U-1	75.4	Mantenimiento mayor anual.	15-12	18-12	Postergable
Canutillar	H. de Embalse	U-1	86	Mantenimiento Mayor y cambio sello turbina	01-12	14-12	Postergable
Coya	H. de Pasada	U-5	12.8	Mantenimiento Semestral	13-12	14-12	Postergable
Pilmaiquén	H. de Pasada	U-3	5	Mantenimiento Mayor U-3	19-12	30-12	Postergable
Pilmaiquén	H. de Pasada	U-1	5	Mantenimiento Mayor U-1	01-12	10-12	Postergable
Pilmaiquén	H. de Pasada	U-2	5	Mantenimiento Mayor U-2	11-12	18-12	Postergable
San Isidro	Térmica	U-1	240	Actualización sistema de control. MPB semestral.	01-12	02-12	Postergable
Taltal	Térmica	U-2	121.5	Inspección mayor turbina a gas.	03-11	12-01	Postergable
Nueva Renca	Térmica	-	379		03-11	10-12	Postergable
Nehuenco	Térmica	U-2	398	Lavado de compresor	27-12	28-12	Postergable
Nehuenco	Térmica	U-2	398	Inspección de Combustión	01-12	10-12	Postergable
Guacolda	Térmica	U-4	152	Mantenimiento General	02-12	21-12	Impostergable
Viñales	Térmica	-	22	Mantenimiento Mayor	12-11	14-12	Postergable
Chiloé	Térmica	U-2	1	Mantenimiento Mayor	01-12	15-12	Postergable
Chiloé	Térmica	U-3	1	Mantenimiento Mayor	16-12	31-12	Postergable
Constitución Elektragen	Térmica	U-5	1.5	Mantenimiento Mayor	01-12	15-12	Postergable
Constitución Elektragen	Térmica	U-6	1.5	Mantenimiento Mayor	16-12	31-12	Postergable
Calle-Calle	Térmica	-	12.8	Mantenimiento Mayor	01-12	14-12	Postergable
Comasa Lautaro	Térmica	-	25		01-12	06-12	Postergable
Colmito TG	Térmica	-	60	Mantenimiento mayor	24-11	07-12	Postergable

La potencia promedio no disponible por este efecto, corresponde 678,9 MW, cercano al día 27 de diciembre, donde hay fuera de servicio 527 MW por este efecto.

Tabla 3.14. Programa de mantenimiento considerado para las simulaciones hasta el 2013.

Central	Tipo Central	Unidad	Potencia MW	Tarea	Inicio	Fin	Tipo
Pilmaiquén	H. de Pasada	U-3	5	Mantenimiento Mayor U-3	19-12	30-12	Postergable
Taltal	Térmica	U-2	121.5	Inspección mayor turbina a gas.	03-11	12-01	Postergable
Nehuenco	Térmica	U-2	398	Lavado de compresor	27-12	28-12	Postergable
Chiloé	Térmica	U-3	1	Mantenimiento Mayor	16-12	31-12	Postergable
Constitución Elektragen	Térmica	U-6	1.5	Mantenimiento Mayor	16-12	31-12	Postergable

### 3.6 Simulación base: año 2013

El instante de demanda máxima del año base, corresponde al de un año con Hidrología Seca. En la simulación de este escenario, se considera el despacho real ocurrido en las centrales Hidroeléctricas de Embalse, Hidroeléctricas de Pasada, Eólicas y Solares. Considerando esto, se realiza un Flujo de Potencia Óptimo (OPF), lo que genera el despacho de las centrales termoeléctricas. Además se analiza el caso hipotético de que este el año hubiera tenido una Hidrología Normal o una Hidrología Húmeda.

#### 3.6.1.1 Costos Marginales en las barras

Tabla 3.15. Costos marginales año 2013 por hidrología

Barra	Cmdg Seca US\$/MWh	Cmdg Normal US\$/MWh	Cmdg Húmeda US\$/MWh	Barra	Cmdg Seca US\$/MWh	Cmdg Normal US\$/MWh	Cmdg Húmeda US\$/MWh
B_A.Jahuel220	166.06	138.14	37.64	B_Itahue220	150.46	102.97	33.87
B_A.Jahuel500	156.40	111.19	37.44	B_Lampa220	205.92	257.42	38.02
B_AguaSanta110	140.61	77.61	37.67	B_LasPalmas220	145.36	66.15	39.06
B_AguaSanta220	138.66	73.00	37.58	B_LasVegas110	147.81	105.12	36.90
B_AltoJahuel110	169.06	146.05	37.60	B_LosAlmendros110	166.55	140.61	37.36
B_Ancoa220	150.48	103.59	34.36	B_LosAlmendros220	165.36	138.09	37.34
B_Ancoa500	148.96	98.73	34.72	B_LosVilos220	142.31	65.07	38.45
B_Antuco220	144.84	93.81	32.50	B_Maitencillo220	144.51	65.08	38.34
B_BarroBlanco220	168.69	104.02	34.32	B_Melipilla220	194.03	213.35	37.52
B_Canutilar220	170.74	104.09	34.00	B_Nogales220	137.75	63.49	37.56
B_Cardones220	155.69	70.12	41.31	B_PanAzucar220	151.61	68.46	40.35
B_CarreraPinto220	160.69	72.37	42.63	B_Pangue220	145.06	93.77	32.39
B_Cautin220	154.61	99.33	34.36	B_Paposo220	165.16	74.38	43.82
B_CerroNavia110	180.53	180.53	38.40	B_Polpaico220	138.59	63.90	37.48
B_CerroNavia220	192.78	213.96	38.44	B_Polpaico500	148.98	91.88	37.35
B_Charrua220	146.10	95.10	33.40	B_PuertoMontt220	172.78	105.72	34.64
B_Charrua500	146.20	95.46	33.51	B_PuntaColorada	148.29	66.90	39.43
B_Chena110	176.18	165.67	38.08	B_Quillota110	140.85	82.32	37.52
B_Chena220	180.69	179.81	38.07	B_Quillota220	138.42	70.19	37.63
B_Ciruelos220	160.70	101.60	34.48	B_Rapel220	193.13	210.48	36.27
B_Colbun220	150.48	103.59	34.36	B_Rodeo220	168.78	145.97	37.69
B_DAlmagro220	165.16	74.38	43.82	B_SanLuis220	137.89	70.35	37.58
B_ElSalto110	160.68	122.25	37.46	B_Temuco220	154.97	99.60	34.46
B_ElSalto220	147.87	87.52	37.45	B_Trupan220	145.25	94.19	32.75
B_Esperanza220	150.13	97.16	33.89	B_Valdivia220	164.21	103.08	34.71

### 3.6.1.2 Despacho de Centrales

A continuación se presenta el despacho de las centrales.

Tabla 3.16. Despacho centrales año 2013 por hidrología

Central	Pseca MW	Pnormal MW	Phúmeda MW	Central	Pseca MW	Pnormal MW	Phúmeda MW
Abanico	32.0	60.0	135.0	Los_Alamos	0.0	0.0	0.0
Aconcagua (Juncal Blanco)	50.0	58.0	71.3	Los_Bajos	5.4	5.4	5.4
Alfalfal	120.0	139.2	171.2	Los_Colorados_01	1.8	1.8	1.8
Allipen	1.5	1.8	2.5	Los_Colorados_02	17.0	17.0	17.0
Ancali	1.6	1.6	1.6	Los_Corrales_1	0.3	0.5	0.8
Angol	0.0	0.0	0.0	Los_Corrales_2	0.2	0.4	1.0
Antihue01_TG	0.0	0.0	0.0	Los_Molles	0.0	2.0	5.0
Antihue02_TG	0.0	0.0	0.0	Los_Morros	3.1	3.1	3.1
Antuco	140.0	210.0	304.0	Los_Pinos	0.0	0.0	0.0
Arauco01	10.0	10.0	0.0	Los_Quilos	30.0	34.8	37.7
Arauco02	10.0	10.0	0.0	Los_Sauces_II	0.0	0.0	0.0
Arauco03	4.0	0.0	0.0	Los_Vientos	0.0	0.0	0.0
Biocruz	0.0	0.0	0.0	Lousiana_Pacific	0.0	0.0	0.0
Biomar	0.0	0.0	0.0	Lousiana_Pacific_II	0.0	0.0	0.0
Bocamina	130.0	130.0	0.0	Machicura	34.0	43.2	94.0
Bocamina02	350.0	350.0	0.0	Maisan	0.6	0.6	0.6
Caemsa	3.6	3.6	3.6	Maitenes	17.1	17.1	17.1
Callecalle	0.0	0.0	0.0	Mallarauco	3.0	3.0	3.0
Campiche	272.0	272.0	0.0	Mampil	19.0	27.0	34.3
Candelaria01_Diesel	0.0	0.0	0.0	Mariposas	6.3	6.3	6.3
Candelaria02_Diesel	0.0	0.0	0.0	Masisa	11.0	11.0	0.0
Canete	0.0	0.0	0.0	Maule	0.0	0.0	0.0
Canutillar	100.0	133.0	166.0	Monte_Patria	0.0	0.0	0.0
Capullo	2.0	4.0	5.8	Muchi	0.1	0.3	0.8
Cardones	0.0	0.0	0.0	MultiExport_I	0.0	0.0	0.0
Carena	9.8	9.8	9.8	MultiExport_II	0.0	0.0	0.0
Casablanca	0.0	0.0	0.0	Nehuenco01_Diesel	0.0	0.0	0.0
Celco01	3.0	3.0	3.0	Nehuenco01_GNLTP	340.0	340.0	340.0
Celco02	2.0	0.0	0.0	Nehuenco02_Diesel	0.0	0.0	0.0
Celco03	0.0	0.0	0.0	Nehuenco02_GNL_TP	0.0	0.0	0.0
Cementos_Bio_Bio	0.0	0.0	0.0	Nehuenco9B01_Diesel	0.0	0.0	0.0
Cenizas	0.0	0.0	0.0	Nehuenco9B02_Diesel	0.0	0.0	0.0
Chacabuquito	18.0	20.9	25.7	Newen	0.0	0.0	0.0
Chacayes	100.0	100.0	100.0	Nueva_Aldea01	19.0	19.0	19.0
Chbonito	2.5	5.0	7.3	Nueva_Aldea02	10.0	10.0	0.0
Chcallao	0.3	1.2	1.7	Nueva_Aldea03	37.0	37.0	37.0
Chiburgo	3.0	5.0	13.0	Nueva_Renca_Diesel	266.3	46.8	0.0
Chiloe	0.0	0.0	0.0	Nueva_Renca_FAGLP	0.0	0.0	0.0
Chnalcas	0.6	2.4	3.5	Nueva_Ventanas	272.0	272.0	117.0
Cholguan00	9.0	9.0	9.0	Ojos_de_agua	6.3	7.3	9.0
Cholguan01	0.0	0.0	0.0	Olivos01	0.0	0.0	0.0
Chufken	0.0	0.0	0.0	Olivos02	0.0	0.0	0.0
Chuyaca	0.0	0.0	0.0	Orafti	0.0	0.0	0.0
Cipreses	40.0	56.0	106.0	PacificoCMPC01	11.3	11.3	0.0
Colbun	203.0	257.8	481.0	PacificoCMPC02	0.0	0.0	0.0
Colihues	0.0	0.0	0.0	Palmucho	32.0	32.0	32.0
Colmito	0.0	0.0	0.0	Pangue	100.0	210.0	456.3
Concon	0.0	0.0	0.0	Panguipulli	15.1	20.0	30.0
Confluencia	40.0	85.0	152.0	Pehueneche	274.0	350.0	570.0
Constitucion_Elektragen	0.0	0.0	0.0	Pehui	0.1	0.4	0.8
Contra	0.3	0.3	0.3	Petropower	75.0	75.0	75.0
Contulmo	0.0	0.0	0.0	Peuchen	20.0	27.6	34.5
Coronel_TG_Diesel	0.0	0.0	0.0	Pilmaiquen	23.0	28.0	40.8
Coya_Pangal	12.1	12.1	12.1	Placilla	0.0	0.0	0.0
Curacautin	0.0	0.0	0.0	Planta_Curico	2.0	2.0	0.0
Curanilahue	0.0	0.0	0.0	Providencia	14.2	14.2	14.2
Curauma	0.0	0.0	0.0	Puclaro	0.0	1.5	2.5
Curillinque	76.0	81.0	88.0	Punitaqui	0.0	0.0	0.0
Danisco	0.0	0.0	0.0	Punta_Colorada01_Fuel	0.0	0.0	0.0
Degan	0.0	0.0	0.0	Puntilla	16.0	17.4	18.6
Diego_de_Almagro_TG	0.0	0.0	0.0	Purisima	0.4	0.4	0.4
Don_Walterio	1.7	2.0	2.5	Quellon02	0.0	0.0	0.0
Dona_Hilda	0.4	0.4	0.4	Queltehues	39.0	43.0	49.0
Dongo	0.0	1.5	2.5	Quilleco	70.8	70.8	70.8
Donguil	0.3	0.3	0.3	Quintay	0.0	0.0	0.0
Eagon	0.0	0.0	0.0	Quintero01_CA_Diesel	0.0	0.0	0.0
El_Arrayan	0.2	0.8	1.5	Quintero02_CA_Diesel	0.0	0.0	0.0
El_Canelo	1.9	2.4	3.5	Ralco	268.0	402.6	690.0
El_Diuto	3.0	3.0	3.0	Rapel	100.0	180.0	377.0
El_Llano	0.7	1.0	1.5	Reca	0.3	0.7	1.3
El_Manzano	2.3	3.0	4.7	Renaico	5.0	5.3	6.0
El_Penon	0.0	0.0	0.0	Renca	100.0	0.0	0.0

Central	Pseca MW	Pnormal MW	Phúmeda MW	Central	Pseca MW	Pnormal MW	Phúmeda MW
El_Rincon	0.2	0.2	0.2	Rio_Huasco	0.1	1.1	3.0
El_Salvador_TG	0.0	0.0	0.0	Rio_Trueno	1.3	2.2	3.0
El_Tartaro	0.0	0.1	0.1	Robleria	2.8	3.2	4.0
El_Toro	110.0	170.0	440.0	Rucatayo	25.0	36.0	52.2
Emelda_01	0.0	0.0	0.0	Rucue	132.0	178.4	178.4
Emelda_02	0.0	0.0	0.0	Salmafood_I	0.0	0.0	0.0
Energia_Pacifico	14.3	14.3	0.0	Salmafood_II	0.0	0.0	0.0
Ensenada	1.0	1.0	1.0	Salvador_solar	1.3	1.3	1.3
Eolica_Canela01	0.0	0.0	0.0	San_Clemente	5.9	5.9	5.9
Eolica_Canela02	0.1	0.1	0.1	San_Francisco_TG	0.0	0.0	0.0
Eolica_Lebu	0.0	0.0	0.0	San_Gregorio	0.0	0.0	0.0
Eolica_Monte_Redondo	1.4	1.4	1.4	San_Ignacio	34.0	37.0	37.0
Eolica_Negreteciel	0.7	0.7	0.7	San_Isidro_Diesel	0.0	0.0	0.0
Eolica_Punta_Colorada	4.7	4.7	4.7	San_Isidro_FAGNL	0.0	0.0	0.0
Eolica_Talinay_Oriente	34.0	34.0	34.0	San_Isidro02_CCDiesel	0.0	0.0	0.0
Eolica_Total	0.0	0.0	0.0	San_Isidro02_GNL	392.0	191.0	0.0
Eolica_Ucuquer	3.9	3.9	3.9	San_IsidroGNL	350.0	0.0	0.0
Escuadron	14.2	14.2	0.0	San_Lorenzo_01	0.0	0.0	0.0
Esperanza01	0.0	0.0	0.0	San_Lorenzo_02	0.0	0.0	0.0
Esperanza02	0.0	0.0	0.0	Santa_Cecilia	2.8	2.8	2.8
Esperanza03	0.0	0.0	0.0	Santa_Irene	0.4	0.4	0.4
Espinos01	0.0	0.0	0.0	Santa_Lidia	0.0	0.0	0.0
Espinos02	0.0	0.0	0.0	Santa_Maria	321.0	321.0	0.0
Estancilla	0.0	0.0	0.0	Santa_Marta	15.7	15.7	15.7
Eyzaguirre	1.1	1.3	1.8	SantaFe01	17.0	17.0	17.0
Florida	23.0	23.0	23.0	SantaFe02	16.8	16.8	0.0
Guacolda01	142.9	142.9	142.9	SantaFe03	16.1	16.1	0.0
Guacolda02	142.9	142.9	142.9	SantaFe04	10.8	0.0	0.0
Guacolda02	142.9	142.9	142.9	Sauce_Andes	0.2	0.8	1.4
Guacolda03	137.1	137.1	137.1	Sauzal_Sauzalito	83.0	83.0	83.0
Guacolda04	139.0	139.0	139.0	SDGx01	0.6	0.6	0.6
Guayacan	10.2	10.2	10.2	Skretting	0.0	0.0	0.0
HBS	2.2	2.2	0.0	Skretting_Osorno	0.0	0.0	0.0
Horcones_TG_Diesel	0.0	0.0	0.0	TalTal1_GNL	0.0	0.0	0.0
Hornitos	33.0	38.3	47.1	TalTal2_GNL	0.0	0.0	0.0
Hornitos_solar	0.3	0.3	0.3	Tambo_Real	0.3	0.3	0.3
Huasco_TG	0.0	0.0	0.0	Tamm	0.2	0.2	0.2
Isla	68.0	68.0	68.0	Tapihue	0.0	0.0	0.0
JCE	0.0	0.0	0.0	Teno	0.0	0.0	0.0
Juncalito	1.4	1.4	1.4	Termopacifico	0.0	0.0	0.0
La_Arena	0.0	1.0	1.8	Tirua	0.0	0.0	0.0
La_Higuera	38.0	83.0	150.0	Tomaval	0.0	0.0	0.0
La_Paloma	0.0	1.5	2.6	Total	0.0	0.0	0.0
Laguna_Verde	0.0	0.0	0.0	Trapen	0.0	0.0	0.0
Laguna_Verde_TG	0.0	0.0	0.0	Trebal_Mapocho	5.0	5.0	0.0
Laja01	7.9	7.9	0.0	Trifultriful	0.7	0.7	0.7
Laja02	3.9	3.9	3.9	Valdivia01	11.0	11.0	11.0
LajaCMPC01	5.0	5.0	5.0	Valdivia02	21.0	21.0	21.0
LajaCMPC02	10.0	10.0	0.0	Valdivia03	6.0	0.0	0.0
LajaCMPC03	10.0	0.0	0.0	Valdivia04	0.0	0.0	0.0
Las_Vegas	0.0	0.0	0.0	Ventanas01	120.0	120.0	0.0
Las_Vertientes	0.0	0.5	1.5	Ventanas02	220.0	220.0	0.0
Lautaro01	13.0	13.0	0.0	Vinales01	6.0	6.0	6.0
Lautaro02	9.0	9.0	0.0	Vinales02	10.0	10.0	0.0
Lautaro03	4.0	4.0	0.0	Vinales03	6.0	6.0	0.0
Lebu	0.0	0.0	0.0	Volcan	13.0	13.0	13.0
Lican	8.0	14.0	18.0	Watt	0.0	0.0	0.0
Licanten00	5.0	5.0	5.0	Watt_II	0.0	0.0	0.0
Licanten01	1.0	1.0	0.0	Yungay01_Diesel	0.0	0.0	0.0
Linares	0.0	0.0	0.0	Yungay02_Diesel	0.0	0.0	0.0
Lircay	20.0	20.0	20.0	Yungay03_Diesel	0.0	0.0	0.0
Loma_Alta	40.0	40.0	40.0	Yungay04_Diesel	0.0	0.0	0.0
Lonquimay	0.0	0.0	0.0	Yungay04CCDiesel	45.8	45.8	45.8

### 3.6.1.3 Flujo por las líneas

A continuación se presenta el flujo por las líneas en las distintas hidrologías. La columna “Sentido” indica el sentido del flujo de potencia activa, según el nombre de la línea. Si es “1”, el sentido es positivo, “-1”, el sentido es negativo, y “0”, no hay flujo. De esta forma, para la línea Antuco – Charrúa 220 kV, el flujo de potencia activa va en las tres hidrologías desde la barra Antuco 220 kV hasta la barra Charrúa 220 kV

Tabla 3.17. Flujos por las líneas año 2013.

Línea	Smáx MVA	Sentido	Sseca MVA	Sentido	Snormal MVA	Sentido	Shúmeda MVA
Agua_Santa_Quillota_110kV	800.00	1	72.76	-1	87.12	-1	23.65
Agua_Santa_San_Luis_220kV	321.15	1	101.01	1	107.08	1	26.73
Alto_Jahuel_Chena_110kV	316.00	1	6.26	1	55.61	1	82.18
Alto_Jahuel_El_Rodeo_220kV	1320.00	1	250.06	1	357.13	1	426.13
Alto_Jahuel_Los_Almendros_110kV	162.00	1	26.73	-1	13.30	-1	6.52
Alto_Jahuel_Los_Almendros_220kV_L1	423.06	1	257.37	1	216.82	1	184.87
Alto_Jahuel_Polpaico_220kV	646.00	1	360.23	-1	209.32	-1	17.56
Alto_Jahuel_Polpaico_500kV	1400.00	1	164.28	-1	111.21	1	140.77
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L1	1400.00	1	674.41	1	1005.92	1	1300.88
Ancoa_Itahue_220kV	944.00	1	2.10	-1	115.94	-1	276.32
Ancoa_Polpaico_500kV	1400.00	1	454.98	1	765.21	1	1064.20
Antuco_Charrua_220kV_L1	517.47	1	92.32	1	147.01	1	292.71
Antuco_Charrua_220kV_L2	517.47	1	92.32	1	147.01	1	292.71
Antuco_Trupan_220kV	517.47	1	66.19	1	86.78	1	159.02
Barro_Blanco_Valdivia_220kV	182.00	1	52.35	-1	15.55	1	28.61
Canutillar_Puerto_Montt_220kV_1	197.38	1	50.01	1	66.53	1	83.01
Canutillar_Puerto_Montt_220kV_L2	197.38	1	50.01	1	66.53	1	83.01
Cardones_Maitencillo_220kV	591.00	1	433.69	-1	433.69	-1	433.69
Carrera_Pinto_Cardones_220kV	220.00	1	112.12	-1	112.12	-1	112.12
Cautin_Ciruelos_220kV	332.00	1	84.52	-1	49.66	-1	10.76
Cerro_Navia_Chena_220kV_L1	800.00	1	289.69	-1	321.30	-1	360.72
Cerro_Navia_Lampa_220kV_L1	620.00	1	638.10	-1	599.52	-1	404.39
Cerro_Navia_Las_Vegas_110kV	162.00	1	160.38	-1	140.35	-1	68.56
Charrua_Ancoa_500_kv	2600.00	1	934.20	1	1444.04	1	1571.13
Charrua_Cautin_220kV	1000.00	1	266.82	1	211.45	1	141.61
Charrua_Esperanza_220kV	224.80	1	105.65	1	84.59	1	57.85
Chena_Cerro_Navia_110kV	128.00	1	117.85	1	78.65	1	75.26
Chena_Los_Almendros_110kV	1368.00	1	62.79	-1	80.01	-1	92.59
Colbun_Alto_Jahuel_200kV	640.00	1	274.10	1	393.33	1	585.23
Colbun_Ancoa_220kV	910.00	1	263.16	-1	253.62	-1	82.37
Diego_de_Almagro_Carrera_Pinto_220kV	220.00	1	92.21	-1	92.21	-1	92.21
El_Rodeo_Chena_220kV	1320.00	1	249.46	1	356.40	1	425.84
El_Salto_Cerro_Navia_110kV	316.00	1	45.84	1	71.57	1	59.83
Lampa_Polpaico_220kV	620.00	1	654.79	-1	626.92	-1	430.47
Las_Palmas_Los_Vilos_220kV	446.00	1	145.89	-1	125.95	-1	118.85
Las_Vegas_Quillota_110kV	366.00	1	71.41	1	15.66	1	116.38
Los_Almendros_El_Salto_110kV_L1	316.00	1	21.95	1	73.72	1	116.72
Los_Vilos_Nogales_220kV	446.00	1	155.84	-1	135.82	-1	128.51
Maitencillo_Punta_Colorada_220kV	460.00	1	138.25	1	134.78	1	136.64
Melipilla_Cerro_Navia_220kV	394.77	1	69.72	1	63.24	1	229.15
Nogales_Polpaico_220kV	3000.00	1	368.21	1	449.56	-1	292.80
Pan_de_Azucar_Las_Palmas_220kV	446.00	1	141.48	-1	125.84	-1	118.78
Pangue_Charrua_220kV	242.73	1	60.96	1	119.40	1	254.87
Pangue_Trupan_220kV	242.73	1	39.18	1	90.91	1	203.07
Paposo_Diego_de_Almagro_220kV_L1	285.03	1	0.00	0	0.00	0	0.00
Paposo_Diego_de_Almagro_220kV_L2	285.03	1	0.00	0	0.00	0	0.00
Polpaico_ElSalto_220kV	1640.00	1	193.33	1	131.47	-1	116.78
Puerto_Montt_Barro_Blanco_220kV	174.00	1	42.85	-1	31.08	-1	22.59
Puerto_Montt_Valdivia_220kV	166.00	1	48.75	-1	24.21	1	2.54
Punta_Colorada_Pan_de_Azucar_220kV	460.00	1	142.09	1	137.60	1	139.48
Quillota_Polpaico_220kV	2000.00	1	787.75	1	301.41	-1	250.27
Rapel_Melipilla_220kV	394.77	1	39.94	1	119.98	1	317.64
San_Luis_Quillota_220kV	2352.00	1	1156.46	1	628.27	1	469.64
Temuco_Cautin_220kV_L1	332.00	1	94.38	-1	105.94	-1	116.88
Temuco_Esperanza_220kV	224.80	1	104.31	-1	83.64	-1	57.38
Trupan_Charrua_220kV	517.47	1	105.36	1	177.60	1	361.06
Valdivia_Cautin_220kV_L1	332.00	1	91.24	-1	56.03	-1	15.68
Valdivia_Ciruelos_220kV	332.00	1	107.64	-1	71.20	-1	33.17

## Capítulo 4: Análisis de resultados

Según el **ITD 2014**, la Central Hidroeléctrica Hidroaysén entrará en operación según se muestra en la Tabla 4.1, mientras que la Central Castilla lo hará según se muestra en la Tabla 4.2.

Tabla 4.1. Entrada en operación de Central Hidroeléctrica Hidroaysén

Central	Tipo	Potencia Instalada MW	Barra de Conexión	Entrada en operación
Módulo 02	Hidráulica de Pasada	500.0	Lo Aguirre 500	mayo-23
Módulo 05	Hidráulica de Pasada	360.0	Lo Aguirre 500	nov-23
Módulo 04	Hidráulica de Pasada	770.0	Lo Aguirre 500	feb-24
Módulo 03	Hidráulica de Pasada	460.0	Lo Aguirre 500	oct-24
Módulo 01	Hidráulica de Pasada	660.0	Lo Aguirre 500	nov-24

Tabla 4.2. Entrada en operación de Central Castilla

Central	Tipo	Potencia Instalada MW	Barra de Conexión	Entrada en operación
Carbón Cardones 01	Térmica	342.0	Cardones 220	abr-16
Carbón Maitencillo 02	Térmica	342.0	Maitencillo 220	jul-21
Carbón Maitencillo 03	Térmica	342.0	Maitencillo 220	ago-21
Cardones CC I	Térmica	575.0	Cardones 500	mayo-28
Maitencillo CC I	Térmica	575.0	Maitencillo 500	abr-50

Se analizará la situación con la entrada de las dos centrales, considerando la entrada efectiva de ambas en las fechas indicadas, y se realizará un análisis del efecto de la entrada de cada una por separado, y de ninguna. Así, hasta el año 2015, la entrada en operación de estas centrales no afecta al sistema. Se analizará específicamente el costo marginal en las barras del sistema y las transferencias en las líneas de transmisión.

Año a año, además se considera la entrada de las nuevas centrales que están en construcción, que se proyectan, y que se recomiendan por la **CNE**, obteniendo así una distribución de entrada de distintas tecnologías tal como se muestra en la Figura 4.1.

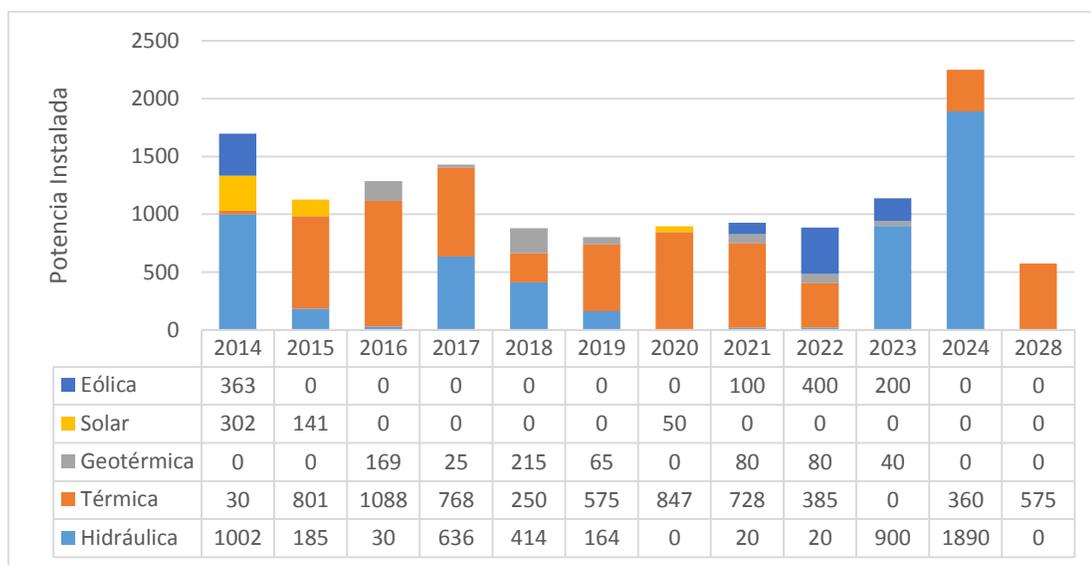


Figura 4.1. Entrada de centrales según tecnología desde el 2014 al 2033, según la CNE

## 4.1 Incorporación de Castilla e Hidroaysén

En el presente caso se considera la incorporación al **SIC** tanto del Proyecto Central Castilla como del Proyecto Hidroaysén, de acuerdo al calendario mostrado anteriormente. Se realizará un análisis año por año, estudiando el comportamiento del sistema.

### 4.1.1 Año 2014

En el año 2014 se presenta un aumento de la demanda máxima de un 5,14% respecto al año 2013, produciéndose este aumento en mayor medida en la zona norte del SIC, con un 10,75%. Ingresan al sistema 1002 MW hidráulicos, 30 MW térmicos, 302 MW solares y 363 MW eólicos.

Se observa que en hidrología húmeda las líneas Ancoa – Alto Jahuel 500 kV de 1400 MVA operan con 1055 MVA, y la línea Charrúa – Ancoa 500 kV de 2600 MVA con 2248 MVA, previéndose una posible congestión en el futuro producto del ingreso de nuevas centrales en la zona sur.

En la zona norte, en hidrología seca y normal la línea Maitencillo - Punta Colorada 220 kV, de 460 MVA, opera con una gran transferencia, con 412 MVA. Esta congestión puede afectar la entrada de nuevas centrales renovables en la zona, por la incapacidad del sistema de transferir una mayor cantidad de potencia hacia la zona centro, donde existe un mayor consumo. Se observa también que en la zona norte existe una mayor generación en la hidrología seca y una menor en hidrología húmeda, debido a que en esta última existe una mayor transferencia desde el sur.

Tabla 4.3. Flujos por las líneas de transmisión en el año 2014

Línea	Smáx MVA	Sentido	Sseca MVA	Sentido	Snormal MVA	Sentido	Shúmeda MVA
Agua_Santa_Quillota_110kV	800.00	1	80.92	-1	99.42	-1	38.76
Agua_Santa_San_Luis_220kV	321.15	1	104.19	1	98.39	1	39.28
Alto_Jahuel_Chena_110kV	316.00	1	53.05	1	95.32	1	133.19
Alto_Jahuel_El_Rodeo_220kV	1320.00	1	400.46	1	550.93	1	714.01
Alto_Jahuel_Los_Almendros_110kV	162.00	1	11.16	1	1.69	1	18.06
Alto_Jahuel_Los_Almendros_220kV_L1	423.06	1	205.11	1	167.30	1	217.19
Alto_Jahuel_Polpaico_220kV	646.00	1	174.32	1	9.03	1	296.17
Alto_Jahuel_Polpaico_500kV	1400.00	1	126.56	1	315.15	1	576.70
Alto_Jahuel_Polpaico_500kV_L2	1400.00	1	129.53	1	322.54	1	590.23
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L1	1400.00	1	538.60	1	772.88	1	1054.27
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L2	1400.00	1	539.47	1	774.14	1	1055.98
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L3	1400.00	1	539.47	1	774.14	1	1055.98
Ancoa_Itahue_220kV	944.00	1	50.34	-1	161.75	-1	356.30
Ancoa_Polpaico_500kV	1400.00	1	0.00	0	0.00	0	0.00
Antuco_Charrua_220kV_L1	517.47	1	92.32	1	147.01	1	292.10
Antuco_Charrua_220kV_L2	517.47	1	92.32	1	147.01	1	292.10
Antuco_Trupan_220kV	517.47	1	66.19	1	86.78	1	160.23
Barro_Blanco_Valdivia_220kV	182.00	1	55.62	-1	17.27	-1	51.40
Canutillar_Puerto_Montt_220kV_1	197.38	1	50.01	1	66.53	1	4.69
Canutillar_Puerto_Montt_220kV_L2	197.38	1	50.01	1	66.53	1	4.69
Cardones_Maitencillo_220kV	591.00	1	146.46	-1	146.46	-1	146.43
Carrera_Pinto_Cardones_220kV	220.00	1	59.62	1	59.62	1	59.04
Cautin_Ciruelos_220kV	332.00	1	10.71	1	96.51	1	141.53
Cerro_Navia_Chena_220kV_L1	800.00	1	366.92	-1	483.25	-1	624.48
Cerro_Navia_Lampa_220kV_L1	620.00	1	598.97	-1	492.85	-1	207.78
Cerro_Navia_Las_Vegas_110kV	162.00	1	136.78	-1	96.10	-1	30.87
Charrua_Ancoa_500_kV	2600.00	1	1328.77	1	1889.62	1	2248.23
Charrua_Cautin_220kV	1000.00	1	120.34	-1	28.24	-1	104.73
Charrua_Esperanza_220kV	224.80	1	49.98	-1	9.37	-1	36.20
Chena_Cerro_Navia_110kV	128.00	1	76.27	1	80.68	1	132.03

Línea	Smáx MVA	Sentido	Sseca MVA	Sentido	Snormal MVA	Sentido	Shúmeda MVA
Chena_Los Almendros_110kV	1368.00	1	72.58	-1	92.88	-1	94.81
Colbun_Alto Jahuel_200kV	640.00	1	248.93	1	353.07	1	555.12
Colbun_Ancoa_220kV	910.00	1	212.22	-1	187.93	-1	253.01
Diego_de Almagro_Carrera_Pinto_220kV	220.00	1	80.24	1	80.24	1	80.39
El Rodeo_Chena_220kV	1320.00	1	399.69	1	550.43	1	714.10
El Salto_Cerro Navia_110kV	316.00	1	64.75	1	61.31	1	49.00
Lampa_Polpaico_220kV	620.00	1	627.64	-1	521.79	-1	234.40
Las Palmas_Los Vilos_220kV	446.00	1	164.53	1	169.46	-1	207.11
Las Vegas_Quillota_110kV	366.00	1	4.51	1	58.10	1	156.00
Los Almendros_El Salto_110kV_L1	316.00	1	74.91	1	115.19	1	158.05
Los Vilos_Nogales_220kV	446.00	1	148.88	1	153.99	-1	225.04
Maitencillo_Punta Colorada_220kV	460.00	1	411.02	1	412.02	1	10.28
Melipilla_Cerro Navia_220kV	394.77	1	107.77	1	40.67	1	233.32
Nogales_Polpaico_220kV	3000.00	1	630.23	1	617.30	-1	480.37
Pan_de Azucar_Las Palmas_220kV	446.00	1	155.56	1	160.05	-1	215.88
Pangue_Charrua_220kV	242.73	1	60.96	1	119.40	1	252.46
Pangue_Trupan_220kV	242.73	1	39.18	1	90.91	1	200.25
Paposo_Diego_de Almagro_220kV_L1	285.03	1	14.95	1	14.95	1	14.95
Paposo_Diego_de Almagro_220kV_L2	285.03	1	14.95	1	14.95	1	14.95
Polpaico_ElSalto_220kV	1640.00	1	124.89	1	120.67	-1	139.19
Puerto_Montt_Barro Blanco_220kV	174.00	1	49.42	-1	38.03	-1	109.98
Puerto_Montt_Valdivia_220kV	166.00	1	53.88	-1	28.77	-1	83.70
Punta_Colorada_Pan_de Azucar_220kV	460.00	1	396.24	1	396.86	1	13.54
Quillota_Polpaico_220kV	2000.00	1	442.49	-1	304.48	-1	584.01
Rapel_Melipilla_220kV	394.77	1	36.91	1	116.95	1	314.58
San_Luis_Quillota_220kV	2352.00	1	823.33	1	260.47	1	402.68
Temuco_Cautin_220kV_L1	332.00	1	131.84	-1	170.09	-1	178.14
Temuco_Esperanza_220kV	224.80	1	49.79	1	9.31	1	35.94
Trupan_Charrua_220kV	517.47	1	105.36	1	177.60	1	359.49
Valdivia_Cautin_220kV_L1	332.00	1	4.74	1	94.89	1	142.56
Valdivia_Ciruelos_220kV	332.00	1	21.99	1	73.25	1	120.98

El costo de operación del sistema respecto al año anterior es menor en las distintas hidrologías, producto de la gran inserción de nuevas centrales durante el año.

En hidrología seca, se presentan desacoples en la zona centro norte del SIC, producto que debido a las limitaciones en el sistema de transmisión, para satisfacer la demanda de la zona centro es necesario generar con centrales de alto costo de operación.

Tabla 4.4. Costos marginales en las barras en el año 2014

Barra	cmg Seca US\$/MWh	cmg Normal US\$/MWh	cmg Húmeda US\$/MWh	Barra	cmg Seca US\$/MWh	cmg Normal US\$/MWh	cmg Húmeda US\$/MWh
B_A.Jahuel220	111.37	45.54	28.30	B_Itahue220	64.95	45.27	38.22
B_A.Jahuel500	111.06	45.36	28.08	B_Lampa220	56.20	39.16	38.49
B_AguaSanta110	137.33	50.14	32.84	B_LasPalmas220	165.33	51.22	33.43
B_AguaSanta220	213.37	51.85	34.09	B_LasVegas110	256.64	51.20	33.83
B_AltoJahuel110	116.02	48.10	30.77	B_LosAlmendros110	93.56	50.36	33.33
B_Ancoa220	119.67	43.67	28.00	B_LosAlmendros220	80.00	50.54	33.89
B_Ancoa500	111.23	45.34	28.00	B_LosVilos220	71.98	50.35	33.47
B_Antuco220	113.45	45.98	28.64	B_Maitencillo220	125.38	50.42	33.30
B_BarroBlanco220	118.16	47.84	30.34	B_Melipilla220	60.75	42.34	38.17
B_Canutilar220	112.45	46.16	29.09	B_Nogales220	136.31	50.41	33.02
B_Cardones220	144.24	50.51	33.09	B_PanAzucar220	144.86	50.39	32.90
B_CarreraPinto220	178.70	51.17	33.57	B_Pangue220	67.75	47.29	36.05
B_Cautin220	57.11	39.79	39.10	B_Paposo220	109.83	49.37	33.22
B_CerroNavia110	77.55	50.59	33.88	B_Polpaico220	88.60	49.95	33.82
B_CerroNavia220	69.22	48.36	35.09	B_Polpaico500	84.29	50.93	34.03
B_Charrua220	71.13	49.75	33.69	B_PuertoMontt220	180.53	51.76	34.20
B_Charrua500	114.72	45.79	28.27	B_PuntaColorada	117.90	43.50	26.52
B_Chena110	114.13	43.69	26.37	B_Quillota110	54.94	38.28	37.63
B_Chena220	118.16	47.84	30.34	B_Quillota220	54.66	38.08	37.44
B_Ciruelos220	141.14	50.21	32.88	B_Rapel220	117.85	47.44	29.78
B_Colbun220	114.66	43.07	25.75	B_Rodeo220	214.87	51.73	33.29
B_DAlmagro220	55.74	38.84	38.14	B_SanLuis220	115.08	45.98	28.39
B_ElSalto110	121.06	44.33	28.03	B_Temuco220	105.48	50.39	33.23
B_ElSalto220	77.49	50.58	33.88	B_Trupan220	119.39	50.22	32.88
B_Esperanza220	213.98	51.05	32.20	B_Valdivia220	112.03	45.99	28.86

#### 4.1.2 Año 2015

En el año 2015 se presenta un aumento de la demanda máxima de un 4,75% respecto al año 2014, produciéndose este aumento en mayor medida en la zona norte del SIC, con un 6,8%. Ingresan al sistema 182 MW hidráulicos, 801 MW térmicos y 302 MW solares.

La línea Charrúa-Ancoa 220 kV opera casi en su límite en hidrología húmeda, y en la zona norte en las hidrologías seca y normal sigue habiendo congestión en las líneas. La entrada de las líneas Ancoa - Alto Jahuel 500 kV II y III en el año anterior, permite que en hidrología húmeda esta zona del SIC no se sature frente a la disponibilidad del recurso hídrico. De otra forma, la operación de solo una línea de 1400 MVA en entre estas barras, implicaría un mayor costo de operación.

Tabla 4.5. Flujos por las líneas de transmisión en el año 2015

Línea	Smáx MVA	Sentido	Sseca MVA	Sentido	Snormal MVA	Sentido	Shúmeda MVA
Agua_Santa_Quillota_110kV	800.00	-1	75.26	-1	90.17	-1	38.37
Agua_Santa_San_Luis_220kV	321.15	1	75.83	1	90.12	1	38.61
Alto_Jahuel_Chena_110kV	316.00	1	24.25	1	49.99	1	112.05
Alto_Jahuel_El_Rodeo_220kV	1320.00	1	236.76	1	373.18	1	585.34
Alto_Jahuel_Lo_Aguirre_500kV	1400.00	1	272.97	1	475.98	1	834.19
Alto_Jahuel_Los_Almendros_110kV	162.00	-1	18.80	-1	17.06	1	24.26
Alto_Jahuel_Los_Almendros_220kV_L1	423.06	1	170.88	1	169.07	1	234.73
Alto_Jahuel_Polpaico_220kV	646.00	-1	184.35	-1	65.83	1	229.95
Alto_Jahuel_Polpaico_500kV	1400.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Alto_Jahuel_Polpaico_500kV_L2	1400.00	1	149.16	1	311.59	1	613.10
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L1	1400.00	1	535.38	1	766.84	1	1093.16
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L2	1400.00	1	536.26	1	768.09	1	1094.94
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L3	1400.00	1	536.26	1	768.09	1	1094.94
Ancoa_Itahue_220kV	944.00	-1	28.64	-1	145.41	-1	334.70
Ancoa_Polpaico_500kV	1400.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Antuco_Charrua_220kV_L1	517.47	1	92.32	1	79.79	1	292.71
Antuco_Charrua_220kV_L2	517.47	1	92.32	1	79.79	1	292.71
Antuco_Trupan_220kV	517.47	1	66.19	1	12.13	1	159.02
Barro_Blanco_Valdivia_220kV	182.00	-1	64.22	-1	25.64	-1	36.92
Canutillar_Puerto_Montt_220kV_1	197.38	1	50.01	1	66.53	1	26.25
Canutillar_Puerto_Montt_220kV_L2	197.38	1	50.01	1	66.53	1	26.25
Cardones_Maitencillo_220kV	591.00	-1	42.68	-1	42.68	-1	42.68
Carrera_Pinto_Cardones_220kV	220.00	1	52.51	1	52.51	1	52.51
Cautin_Ciruelos_220kV	332.00	-1	7.44	1	86.58	1	153.54
Cerro_Navia_Chena_220kV_L1	800.00	-1	217.81	-1	291.75	-1	490.71
Cerro_Navia_Lampa_220kV_L1	620.00	-1	482.39	-1	421.43	-1	222.10
Cerro_Navia_Las_Vegas_110kV	162.00	-1	121.68	-1	106.13	-1	37.92
Charrua_Ancoa_500_kV	2600.00	1	1258.61	1	1765.29	1	2245.47
Charrua_Cautin_220kV	1000.00	1	147.60	1	20.24	-1	115.85
Charrua_Esperanza_220kV	224.80	1	60.55	1	10.29	-1	40.21
Chena_Cerro_Navia_110kV	128.00	-1	69.69	1	40.04	1	115.41
Chena_Los_Almendros_110kV	1368.00	-1	64.03	-1	85.01	-1	89.22
Colbun_Alto_Jahuel_200kV	640.00	1	253.09	1	364.86	1	579.85
Colbun_Ancoa_220kV	910.00	-1	83.43	-1	194.39	-1	247.99
Diego_de_Almagro_Carrera_Pinto_220kV	220.00	1	73.43	1	73.43	1	73.43
El_Rodeo_Chena_220kV	1320.00	1	236.45	1	372.84	1	585.34
El_Salto_Cerro_Navia_110kV	316.00	1	38.39	1	51.73	1	68.42
Lampa_Polpaico_220kV	620.00	-1	511.06	-1	450.03	-1	250.19
Las_Palmas_Los_Vilos_220kV	446.00	1	206.58	1	210.38	-1	97.57
Las_Vegas_Quillota_110kV	366.00	1	13.16	1	38.39	1	155.81
Lo_Aguirre_Cerro_Navia_220kV	386.00	1	217.31	1	328.66	1	385.28
Lo_Aguirre_Polpaico_500kV	1400.00	-1	71.65	1	124.47	1	335.82
Los_Almendros_El_Salto_110kV_L1	316.00	1	96.08	1	105.51	1	130.69
Los_Vilos_Nogales_220kV	446.00	1	186.42	1	190.22	-1	114.43
Maitencillo_Punta_Colorada_220kV	460.00	1	483.00	1	483.00	1	128.80
Melipilla_Cerro_Navia_220kV	394.77	1	22.05	1	64.18	1	113.30
Melipilla_Lo_Aguirre_220kV	386.00	-1	75.72	-1	69.68	-1	188.37
Nogales_Polpaico_220kV	3000.00	1	627.90	1	639.34	1	316.63
Pan_de_Azucar_Las_Palmas_220kV	446.00	1	201.36	1	205.12	-1	111.52
Pangue_Charrua_220kV	242.73	1	60.96	1	107.06	1	254.87
Pangue_Trupan_220kV	242.73	1	39.18	1	103.24	1	203.07
Paposo_Diego_de_Almagro_220kV_L1	285.03	1	14.95	1	14.95	1	14.95
Paposo_Diego_de_Almagro_220kV_L2	285.03	1	14.95	1	14.95	1	14.95
Polpaico_ElSalto_220kV	1640.00	1	115.43	1	122.69	-1	130.00

Línea	Smáx MVA	Sentido	Sseca MVA	Sentido	Snormal MVA	Sentido	Shúmeda MVA
Puerto_Montt_Barro_Blanco_220kV	174.00	-1	54.07	-1	42.59	-1	92.06
Puerto_Montt_Valdivia_220kV	166.00	-1	60.60	-1	35.35	-1	67.15
Punta_Colorada_Pan_de_Azucar_220kV	460.00	1	468.00	1	466.75	1	131.76
Quillota_Polpaico_220kV	2000.00	1	393.07	-1	114.29	-1	626.86
Rapel_Melipilla_220kV	394.77	1	34.18	1	114.22	1	105.91
San_Luis_Quillota_220kV	2352.00	1	842.54	1	413.73	1	467.64
Temuco_Cautin_220kV_L1	332.00	-1	132.59	-1	172.35	-1	191.78
Temuco_Esperanza_220kV	224.80	-1	60.31	-1	10.23	1	39.89
Trupan_Charrua_220kV	517.47	1	105.36	1	114.97	1	361.06
Valdivia_Cautin_220kV_L1	332.00	-1	11.95	1	84.50	1	155.41
Valdivia_Ciruelos_220kV	332.00	-1	29.76	1	63.27	1	134.44

Las centrales de la zona centro del SIC, Quintero y Nueva Renca, comienzan a operar con gas natural licuado, permitiendo abaratar los costos de operación, y por ende los costos marginales en las barras de esta zona. Así mismo, en la zona norte, entra operación la central fotovoltaica Luz del Norte, de 141 MW, abasteciendo de sobra el aumento de la demanda en esta zona.

Tabla 4.6. Costos marginales en las barras en el año 2015

Barra	Cmg Seca US\$/MWh	Cmg Normal US\$/MWh	Cmg Húmeda US\$/MWh	Barra	Cmg Seca US\$/MWh	Cmg Normal US\$/MWh	Cmg Húmeda US\$/MWh
B_A.Jahuel220	105.99	70.74	36.72	B_Lampa220	106.33	71.34	40.11
B_A.Jahuel500	105.65	70.49	34.26	B_LasPalmas220	97.40	65.30	38.84
B_AguaSanta110	104.16	70.75	38.52	B_LasVegas110	101.62	68.70	38.23
B_AguaSanta220	103.59	70.27	38.29	B_LoAguirre220	106.51	71.23	17.36
B_AltoJahuel110	106.16	70.80	37.36	B_LoAguirre500	105.80	70.74	32.68
B_Ancoa220	102.35	67.14	31.73	B_LosAlmendros110	105.44	70.28	37.72
B_Ancoa500	102.71	67.56	31.95	B_LosAlmendros220	105.27	70.26	36.94
B_Antuco220	99.13	64.39	29.05	B_LosVilos220	100.12	67.14	38.34
B_BarroBlanco220	107.14	62.27	26.91	B_Maitencillo220	38.14	38.14	38.14
B_Canutilar220	109.04	62.68	28.00	B_Melipilla220	107.22	71.53	28.06
B_Cardones220	38.39	38.39	38.39	B_Nogales220	103.68	69.54	37.56
B_CarreraPinto220	37.86	37.86	37.86	B_PanAzucar220	92.08	61.72	40.03
B_Cautin220	102.98	64.85	29.18	B_Pangue220	99.28	64.02	28.95
B_CerroNavia110	106.87	71.97	40.66	B_Paposo220	36.88	36.88	36.88
B_CerroNavia220	107.35	72.03	42.10	B_Polpaico220	104.98	70.43	37.62
B_Charrua220	100.00	64.84	29.85	B_Polpaico500	105.62	70.69	34.26
B_Charrua500	100.14	65.04	30.13	B_PuertoMontt220	110.32	63.62	28.17
B_Chena110	106.92	71.50	39.28	B_PuntaColorada	84.82	56.94	39.16
B_Chena220	106.74	71.46	39.74	B_Quillota110	102.60	69.48	38.43
B_Ciruelos220	103.12	62.17	27.04	B_Quillota220	103.98	70.41	38.23
B_Colbun220	102.35	67.14	31.73	B_Rapel220	106.80	70.61	28.00
B_DAlmagro220	37.08	37.08	37.08	B_Rodeo220	106.09	70.83	37.26
B_ElSalto110	105.44	70.46	38.16	B_SanLuis220	103.70	70.35	38.24
B_ElSalto220	105.15	70.43	37.75	B_Temuco220	103.30	65.11	29.31
B_Esperanza220	101.53	64.96	29.60	B_Trupan220	99.41	64.47	29.27
B_Itahue220	102.20	66.64	31.18	B_Valdivia220	103.76	61.41	26.33

#### 4.1.3 Año 2016

En el año 2016 se presenta un aumento de la demanda máxima de un 4,34% respecto al año 2015, produciéndose este aumento en mayor medida en la zona de Concepción del SIC, con un 5,47%. Ingresan al sistema 30 MW hidráulicos, 1088 MW térmicos y 169 MW geotérmicos.

Ingresa en operación la cuarta línea Alto Jahuel – Ancoa 500 kV, permitiendo descongestionar esta zona en situación de hidrología húmeda. El SIC en el norte sigue restringido en situación de hidrología seca y normal, estando la línea Maitencillo – Punta Colorada 220 kV operando en su máximo

Tabla 4.7. Flujos por las líneas de transmisión en el año 2016

Línea	Smáx MVA	Sentido	Sseca MVA	Sentido	Snormal MVA	Sentido	Shúmeda MVA
Agua_Santa_Quillota_110kV	800.00	-1	70.82	-1	99.34	-1	39.53
Agua_Santa_San_Luis_220kV	321.15	1	71.29	1	98.79	1	39.73
Alto_Jahuel_Chena_110kV	316.00	1	24.67	1	87.04	1	127.19
Alto_Jahuel_El_Rodeo_220kV	1320.00	1	253.17	1	459.41	1	681.69
Alto_Jahuel_Lo_Aguirre_500kV	1400.00	1	380.93	1	833.15	1	1345.75
Alto_Jahuel_Los_Almendros_110kV	162.00	-1	19.26	-1	1.64	1	33.19
Alto_Jahuel_Los_Almendros_220kV_L1	423.06	1	171.33	1	185.92	1	240.69
Alto_Jahuel_Polpaico_220kV	646.00	-1	186.85	1	35.08	1	311.51
Alto_Jahuel_Polpaico_500kV	1400.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Alto_Jahuel_Polpaico_500kV_L2	1400.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L1	1400.00	1	414.87	1	640.05	1	863.31
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L2	1400.00	1	415.54	1	641.09	1	864.71
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L3	1400.00	1	415.54	1	641.09	1	864.71
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L4	1400.00	1	415.54	1	641.09	1	864.71
Ancoa_Itahue_220kV	944.00	-1	74.01	-1	200.68	-1	379.85
Ancoa_Polpaico_500kV	1400.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Antuco_Charrua_220kV_L1	517.47	1	92.32	1	147.01	1	292.71
Antuco_Charrua_220kV_L2	517.47	1	92.32	1	147.01	1	292.71
Antuco_Trupan_220kV	517.47	1	66.19	1	86.78	1	159.02
Barro_Blanco_Valdivia_220kV	182.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Barro_Blanco_Valdivia_220kV_L2	364.00	-1	65.47	-1	44.84	-1	30.17
Canutillar_Puerto_Montt_220kV_1	197.38	1	50.01	1	66.53	1	73.60
Canutillar_Puerto_Montt_220kV_L2	197.38	1	50.01	1	66.53	1	73.60
Cardones_Maitencillo_220kV	591.00	-1	9.54	-1	9.54	-1	9.53
Carrera_Pinto_Cardones_220kV	220.00	1	47.35	1	47.35	1	47.35
Cautin_Ciruelos_220kV	332.00	1	4.27	1	38.11	1	84.21
Cerro_Navia_Chena_220kV_L1	800.00	-1	228.77	-1	374.19	-1	578.90
Cerro_Navia_Lampa_220kV_L1	620.00	-1	505.43	-1	353.49	-1	209.98
Cerro_Navia_Las_Vegas_110kV	162.00	-1	129.81	-1	91.39	-1	34.86
Charrua_Ancoa_500_kV	2600.00	1	1254.19	1	1964.41	1	2350.29
Charrua_Cautin_220kV	1000.00	1	163.91	1	23.72	-1	168.85
Charrua_Esperanza_220kV	224.80	1	65.52	1	11.21	-1	63.26
Chena_Cerro_Navia_110kV	128.00	-1	69.01	1	66.53	1	128.64
Chena_Los_Almendros_110kV	1368.00	-1	65.19	-1	83.75	-1	94.23
Colbun_Alto_Jahuel_200kV	640.00	1	251.95	1	373.93	1	577.49
Colbun_Ancoa_220kV	910.00	-1	115.63	-1	197.49	-1	241.91
Diego_de_Almagro_Carrera_Pinto_220kV	220.00	1	68.60	1	68.60	1	68.60
El_Rodeo_Chena_220kV	1320.00	1	252.84	1	459.12	1	681.69
El_Salto_Cerro_Navia_110kV	316.00	1	38.66	1	48.65	1	68.64
Lampa_Polpaico_220kV	620.00	-1	535.73	-1	382.76	-1	238.18
Las_Palmas_Los_Vilos_220kV	446.00	1	193.10	1	197.10	-1	75.99
Las_Vegas_Quillota_110kV	366.00	1	6.97	1	62.88	1	160.73
Lo_Aguirre_Cerro_Navia_220kV	386.00	1	222.82	1	348.13	1	384.14
Lo_Aguirre_Polpaico_500kV	1400.00	1	136.61	1	445.80	1	837.43
Los_Almendros_El_Salto_110kV_L1	316.00	1	96.62	1	116.10	1	142.22
Los_Vilos_Nogales_220kV	446.00	1	171.15	1	175.09	-1	94.69
Maitencillo_Punta_Colorada_220kV	460.00	1	483.00	1	483.00	1	165.77
Melipilla_Cerro_Navia_220kV	394.77	1	23.74	1	67.67	1	113.60
Melipilla_Lo_Aguirre_220kV	386.00	-1	80.35	-1	81.02	-1	201.45
Nogales_Polpaico_220kV	3000.00	1	608.10	1	621.65	1	327.90
Pan_de_Azucar_Las_Palmas_220kV	446.00	1	186.65	1	190.78	-1	90.57
Panguel_Charrua_220kV	242.73	1	60.96	1	119.40	1	254.87
Panguel_Trupan_220kV	242.73	1	39.18	1	90.91	1	203.07
Paposo_Diego_de_Almagro_220kV_L1	285.03	1	14.95	1	14.95	1	14.95
Paposo_Diego_de_Almagro_220kV_L2	285.03	1	14.95	1	14.95	1	14.95
Polpaico_ElSalto_220kV	1640.00	1	115.06	-1	125.85	-1	138.89
Puerto_Montt_Barro_Blanco_220kV	174.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Puerto_Montt_Barro_Blanco_220kV_L1_2	348.00	-1	25.93	-1	28.98	-1	40.75
Puerto_Montt_Barro_Blanco_220kV_L2	348.00	-1	25.93	-1	28.98	-1	40.75
Puerto_Montt_Temuco_220kV_L2	332.00	-1	25.76	1	7.55	1	46.02
Puerto_Montt_Valdivia_220kV	166.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Puerto_Montt_Valdivia_220kV_2	332.00	-1	45.69	-1	37.18	-1	36.14
Punta_Colorada_Pan_de_Azucar_220kV	460.00	1	467.24	1	466.26	1	167.33
Quillota_Polpaico_220kV	2000.00	1	500.81	-1	269.43	-1	651.30
Rapel_Melipilla_220kV	394.77	1	31.46	1	111.49	-1	110.77
San_Luis_Quillota_220kV	2352.00	1	983.89	1	299.87	1	484.64
Temuco_Cautin_220kV_L1	332.00	-1	78.18	-1	81.82	-1	86.69
Temuco_Cautin_220kV_L2	332.00	-1	78.18	-1	81.82	-1	86.69
Temuco_Esperanza_220kV	224.80	-1	65.20	-1	11.16	1	62.80
Trupan_Charrua_220kV	517.47	1	105.36	1	177.60	1	361.06
Valdivia_Cautin_220kV_L1	332.00	-1	3.43	1	33.63	1	82.11
Valdivia_Cautin_220kV_L2	332.00	-1	7.42	1	72.77	1	177.65
Valdivia_Ciruelos_220kV	332.00	-1	21.09	1	13.98	1	61.15

Durante el 2016, existe una fuerte inserción de centrales geotérmicas en la zona centro sur del país, la entrada de la primera unidad de la Central Castilla, y el comienzo

de la operación de la Central Nehuenco con gas natural licuado. Esto permite que, los costos marginales en hidrología seca disminuyan.

Tabla 4.8. Costos marginales en las barras en el año 2016

Barra	Cmdg Seca US\$/MWh	Cmdg Normal US\$/MWh	Cmdg Húmeda US\$/MWh	Barra	Cmdg Seca US\$/MWh	Cmdg Normal US\$/MWh	Cmdg Húmeda US\$/MWh
B_A.Jahuel220	98.77	70.02	37.61	B_Lampa220	99.10	70.91	41.42
B_A.Jahuel500	98.44	69.75	34.86	B_LasPalmas220	91.14	65.29	39.61
B_AguaSanta110	96.71	70.81	39.65	B_LasVegas110	94.47	68.53	39.41
B_AguaSanta220	96.22	70.27	39.39	B_LoAguirre220	99.29	70.69	15.96
B_AltoJahuel110	98.94	69.95	38.32	B_LoAguirre500	98.57	70.18	33.08
B_Ancoa220	95.85	66.73	32.63	B_LosAlmendros110	98.27	69.70	38.76
B_Ancoa500	96.30	67.27	32.94	B_LosAlmendros220	98.10	69.62	37.91
B_Antuco220	92.97	63.29	29.82	B_LosVilos220	93.54	67.02	39.22
B_BarroBlanco220	98.85	63.68	28.17	B_Maitencillo220	38.14	38.14	38.14
B_Canutilar220	98.45	63.23	28.00	B_Melipilla220	100.01	71.03	27.97
B_Cardones220	38.14	38.14	38.14	B_Nogales220	96.60	69.24	38.56
B_CarreraPinto220	37.67	37.67	37.67	B_PanAzucar220	86.50	61.93	40.59
B_Cautin220	96.91	64.40	29.62	B_Pangue220	93.11	63.27	29.72
B_CerroNavia110	99.66	71.50	42.03	B_Paposo220	36.74	36.74	36.74
B_CerroNavia220	100.12	71.53	43.64	B_Polpaico220	97.77	70.09	38.65
B_Charrua220	93.79	64.17	30.64	B_Polpaico500	98.37	70.27	34.82
B_Charrua500	93.91	64.42	30.96	B_PuertoMontt220	99.59	64.18	28.47
B_Chena110	99.69	70.91	40.48	B_PuntaColorada	79.69	57.13	39.47
B_Chena220	99.52	70.85	41.00	B_Quillota110	95.34	69.44	39.56
B_Ciruelos220	96.72	63.13	28.33	B_Quillota220	96.62	70.36	39.32
B_Colbun220	95.85	66.73	32.63	B_Rapel220	99.65	70.14	28.00
B_DAlmagro220	36.93	36.93	36.93	B_Rodeo220	98.87	70.12	38.22
B_ElSalto110	98.24	70.06	39.27	B_SanLuis220	96.31	70.35	39.33
B_ElSalto220	97.95	70.03	38.80	B_Temuco220	97.09	64.53	29.68
B_Esperanza220	95.32	64.33	30.19	B_Trupan220	93.23	63.54	30.04
B_Itahue220	95.48	66.03	31.99	B_Valdivia220	97.13	62.93	27.96

#### 4.1.4 Año 2017

En el año 2017 se presenta un aumento de la demanda máxima de un 3,59% respecto al año 2016, produciéndose este aumento en mayor medida en la zona norte del SIC, con un 5,22%. Ingresan al sistema 636 MW hidráulicos, 768 MW térmicos y 25 MW geotérmicos.

Existe un fortalecimiento del sistema de transmisión en el norte del SIC, entre Diego de Almagro y Cardones, con líneas en 220 kV de 290 MVA. Producto de la incorporación al sistema de centrales geotérmicas el año anterior y el presente, y nuevas centrales hidráulicas de pasada durante este año, en hidrología seca la línea Maitencillo Punta Colorada, que antes estaba operando al máximo, disminuye su transferencia de norte a sur, siendo esta aún alta.

Tabla 4.9. Flujos por las líneas de transmisión en el año 2017

Línea	Smáx MVA	Sentido	Sseca MVA	Sentido	Snormal MVA	Sentido	Shúmeda MVA
Agua_Santa_Quillota_110kV	800.00	-1	72.57	-1	103.57	-1	77.57
Agua_Santa_San_Luis_220kV	321.15	1	73.47	1	103.68	1	75.74
Alto_Jahuel_Chena_110kV	316.00	1	77.79	1	129.06	1	144.36
Alto_Jahuel_El_Rodeo_220kV	1320.00	1	370.82	1	515.16	1	666.92
Alto_Jahuel_Lo_Aguirre_500kV	1400.00	1	380.51	1	742.12	1	1126.58
Alto_Jahuel_Los_Almendros_110kV	162.00	-1	15.69	1	14.78	1	24.31
Alto_Jahuel_Los_Almendros_220kV_L1	423.06	1	305.64	1	310.76	1	373.85
Alto_Jahuel_Polpaico_220kV	646.00	-1	158.05	1	85.04	1	346.94
Alto_Jahuel_Polpaico_500kV	1400.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Alto_Jahuel_Polpaico_500kV_L2	1400.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L1	1400.00	1	377.09	1	522.62	1	659.00
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L2	1400.00	1	377.70	1	523.46	1	660.08
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L3	1400.00	1	377.70	1	523.46	1	660.08
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L4	1400.00	1	377.70	1	523.46	1	660.08
Ancoa_Itahue_220kV	944.00	1	159.75	1	162.76	1	158.12

Línea	Smáx MVA	Sentido	Sseca MVA	Sentido	Snormal MVA	Sentido	Shúmeda MVA
Ancoa_Polpaico_500kV	1400.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Antuco_Charrua_220kV_L1	517.47	1	79.45	1	147.01	1	169.31
Antuco_Charrua_220kV_L2	517.47	1	79.45	1	147.01	1	169.31
Antuco_Trupan_220kV	517.47	1	51.84	1	86.78	1	103.03
Barro_Blanco_Valdivia_220kV	182.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Barro_Blanco_Valdivia_220kV_L2	364.00	-1	75.07	-1	57.52	-1	105.85
Canutillar_Puerto_Montt_220kV_1	197.38	1	50.01	1	66.53	0	0.00
Canutillar_Puerto_Montt_220kV_L2	197.38	1	50.01	1	66.53	0	0.00
Cardones_Diego_de_Almagro	290.00	-1	16.94	-1	16.94	-1	16.80
Cardones_Maitencillo_220kV	591.00	-1	6.39	-1	6.39	-1	69.46
Carrera_Pinto_Cardones_220kV	220.00	1	11.56	1	11.56	1	10.97
Carrera_Pinto_Cardones_220kV_L2	220.00	1	11.39	1	11.39	1	10.81
Cautin_Ciruelos_220kV	332.00	1	11.51	1	52.60	1	84.80
Cerro_Navia_Chena_220kV_L1	800.00	-1	321.80	-1	455.91	-1	586.18
Cerro_Navia_Lampa_220kV_L1	620.00	-1	561.25	-1	322.49	-1	160.02
Cerro_Navia_Las_Vegas_110kV	162.00	-1	132.61	-1	80.52	-1	48.43
Charrua_Ancoa_500_kV	2600.00	1	1216.89	1	1649.82	1	1763.50
Charrua_Cautin_220kV	1000.00	1	142.47	-1	31.35	-1	144.04
Charrua_Esperanza_220kV	224.80	1	57.36	-1	10.82	-1	53.35
Chena_Cerro_Navia_110kV	128.00	1	52.97	1	106.66	1	131.57
Chena_Los Almendros_110kV	1368.00	-1	105.72	-1	108.57	-1	113.71
Colbun_Alto_Jahuel_200kV	640.00	1	208.13	1	285.05	1	425.73
Colbun_Ancoa_220kV	910.00	-1	550.55	-1	194.66	1	310.09
Diego_de_Almagro_Carrera_Pinto_220kV	220.00	1	23.00	1	23.00	1	23.08
Diego_de_Almagro_Carrera_Pinto_220kV_L2	220.00	1	22.66	1	22.66	1	22.73
El_Rodeo_Chena_220kV	1320.00	1	370.20	1	514.51	1	666.61
El_Salto_Cerro_Navia_110kV	316.00	1	63.96	1	57.25	1	55.71
Itahue_Alto_Jahuel_220kV	800.00	1	215.88	1	324.85	1	523.39
Lampa_Polpaico_220kV	620.00	-1	593.92	-1	352.27	-1	183.27
Las_Palmas_Los_Vilos_220kV	446.00	1	459.03	1	236.98	-1	13.37
Las_Vegas_Quillota_110kV	366.00	1	7.81	1	73.93	1	138.22
Lo_Aguirre_Cerro_Navia_220kV	386.00	1	238.36	1	314.64	1	388.04
Lo_Aguirre_Polpaico_500kV	1400.00	1	125.92	1	389.79	1	730.01
Los_Almendros_El_Salto_110kV_L1	316.00	1	113.68	1	143.77	1	191.58
Los_Vilos_Nogales_220kV	446.00	1	419.43	1	211.94	-1	34.01
Maitencillo_Punta_Colorada_220kV	460.00	1	374.11	1	104.75	1	29.65
Melipilla_Cerro_Navia_220kV	394.77	1	28.37	1	56.36	1	114.72
Melipilla_Lo_Aguirre_220kV	386.00	-1	86.00	-1	65.80	-1	95.45
Nogales_Polpaico_220kV	3000.00	1	840.99	1	648.62	-1	304.31
Pan_de_Azucar_Las_Palmas_220kV	446.00	1	468.30	1	230.69	-1	28.30
Pangue_Charrua_220kV	242.73	1	58.60	1	119.40	1	133.81
Pangue_Trupan_220kV	242.73	1	41.55	1	90.91	1	99.98
Paposo_Diego_de_Almagro_220kV_L1	285.03	1	14.95	1	14.95	1	14.88
Paposo_Diego_de_Almagro_220kV_L2	285.03	1	14.95	1	14.95	1	14.88
Polpaico_ElSalto_220kV	1640.00	1	113.00	-1	129.06	-1	147.45
Puerto_Montt_Barro_Blanco_220kV	174.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Puerto_Montt_Barro_Blanco_220kV_L1_2	348.00	-1	29.21	-1	33.34	-1	76.56
Puerto_Montt_Barro_Blanco_220kV_L2	348.00	-1	29.21	-1	33.34	-1	76.56
Puerto_Montt_Temuco_220kV_L2	332.00	-1	22.63	1	14.89	1	16.26
Puerto_Montt_Valdivia_220kV	166.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Puerto_Montt_Valdivia_220kV_2	332.00	-1	52.12	-1	45.68	-1	92.22
Punta_Colorada_Pan_de_Azucar_220kV	460.00	1	365.68	1	108.53	1	34.27
Quillota_Polpaico_220kV	2000.00	1	332.31	-1	348.05	-1	499.33
Rapel_Melipilla_220kV	394.77	1	29.28	1	109.31	1	193.14
San_Luis_Quillota_220kV	2352.00	1	842.05	1	221.98	1	432.48
Temuco_Cautin_220kV_L1	332.00	-1	84.70	-1	90.66	-1	100.57
Temuco_Cautin_220kV_L2	332.00	-1	84.70	-1	90.66	-1	100.57
Temuco_Esperanza_220kV	224.80	-1	57.15	1	10.77	1	52.95
Trupan_Charrua_220kV	517.47	1	93.38	1	177.60	1	202.90
Valdivia_Cautin_220kV_L1	332.00	1	5.98	1	48.91	1	82.79
Valdivia_Cautin_220kV_L2	332.00	1	12.94	1	105.81	1	179.12
Valdivia_Ciruelos_220kV	332.00	-1	12.94	1	28.92	1	61.97

La entrada en operación de centrales termoeléctricas a carbón, de ciclo combinado, geotérmicas e hidráulicas de pasada, con 1429 MW nuevos instalados en total, permite que ante el aumento de demanda, y considerando que las centrales hidráulicas no operan a su máximo en todas las hidrologías, los costos marginales en las barras del sistema se mantengan en torno a los del año anterior.

Tabla 4.10. Costos marginales en las barras en el año 2017

Barra	Comg Seca US\$/MWh	Comg Normal US\$/MWh	Comg Húmeda US\$/MWh	Barra	Comg Seca US\$/MWh	Comg Normal US\$/MWh	Comg Húmeda US\$/MWh
B_A.Jahuel220	97.69	45.71	32.34	B_Lampa220	98.38	46.39	41.42
B_A.Jahuel500	97.43	45.60	31.11	B_LasPalmas220	83.05	42.25	37.85
B_AguaSanta110	96.17	46.49	41.15	B_LasVegas110	94.03	44.97	46.68
B_AguaSanta220	95.66	46.11	39.95	B_LoAguirre220	98.65	46.26	16.87
B_AltoJahuel110	97.58	45.53	26.08	B_LoAguirre500	97.63	45.88	30.52
B_Ancoa220	95.01	43.96	29.56	B_LosAlmendros110	96.68	45.32	27.40
B_Ancoa500	95.50	44.32	29.86	B_LosAlmendros220	96.44	45.15	29.96
B_Antuco220	92.40	42.14	28.00	B_LosVilos220	88.19	43.57	37.79
B_BarroBlanco220	97.37	41.70	26.83	B_Maitencillo220	38.14	38.14	37.70
B_Canutilar220	97.07	41.45	27.39	B_Melipilla220	99.44	46.48	28.60
B_Cardones220	38.14	38.14	38.14	B_Nogales220	95.23	45.29	37.56
B_CarreraPinto220	38.03	38.03	38.03	B_PanAzucar220	43.86	39.69	38.14
B_Cautin220	95.77	42.49	27.64	B_Pangue220	92.45	42.12	28.00
B_CerroNavia110	99.55	46.81	63.61	B_Paposo220	37.58	37.58	37.59
B_CerroNavia220	99.59	46.77	44.58	B_Polpaico220	96.83	45.87	37.49
B_Charrua220	93.09	42.72	28.45	B_Polpaico500	97.42	45.95	32.63
B_Charrua500	93.20	42.82	28.61	B_PuertoMontt220	98.17	42.08	27.39
B_Chena110	98.83	46.33	12.56	B_PuntaColorada	41.24	38.98	37.93
B_Chena220	98.72	46.27	36.73	B_Quillota110	94.77	45.57	41.98
B_Ciruelos220	95.21	41.34	26.43	B_Quillota220	96.01	46.15	39.35
B_Colbun220	95.01	43.96	29.56	B_Rapel220	99.10	45.91	28.00
B_DAlmagro220	37.78	37.78	37.79	B_Rodeo220	97.83	45.77	33.12
B_ElSalto110	97.00	45.77	38.29	B_SanLuis220	95.75	46.16	39.42
B_ElSalto220	96.88	45.76	37.72	B_Temuco220	95.96	42.58	27.70
B_Esperanza220	94.43	42.66	28.10	B_Trupan220	92.62	42.31	28.13
B_Itahue220	95.52	44.15	29.74	B_Valdivia220	95.46	41.08	26.08

#### 4.1.5 Año 2018

En el año 2018 se presenta un aumento de la demanda máxima de un 6,88% respecto al año 2017, produciéndose este aumento en mayor medida en la zona norte del SIC, con un 28,1%. Ingresan al sistema 414 MW hidráulicos, 250 MW térmicos y 215 MW geotérmicos.

El fuerte ingreso de centrales geotérmicas se produce en la zona centro sur del SIC, además de los 250 MW térmicos en Puerto Montt y 264 MW hidráulicos de pasada con Alfalfa 2. Destaca la entrada en operación la central hidroeléctrica de embalse Los Cóndores. Además, se produce el fortalecimiento necesario del sistema de transmisión en la zona norte del SIC, con la incorporación de líneas de 3400 MVA en 500 kV entre Cardones y Polpaico. Esto implica el acoplamiento esperado entre esta zona y el centro del sistema. También se fortalece la línea Charrúa - Ancoa, con la incorporación de una línea con 3900 MVA de potencia máxima en 500 kV.

La línea Alto Jahuel – Los Almendros 220 kV de 423 MVA opera en su máximo en las hidrologías normal y húmeda y con una gran transferencia en hidrología seca.

Tabla 4.11. Flujos por las líneas de transmisión en el año 2018

Línea	Smáx MVA	Sentido	Sseca MVA	Sentido	Snormal MVA	Sentido	Shúmeda MVA
Agua_Santa_Quillota_110kV	800.00	-1	98.90	-1	42.98	-1	116.45
Agua_Santa_San_Luis_220kV	321.15	1	98.56	1	46.31	1	107.17
Alto_Jahuel_Chena_110kV	316.00	1	105.00	1	119.58	1	161.96
Alto_Jahuel_El_Rodeo_220kV	1320.00	1	520.07	1	578.87	1	661.83
Alto_Jahuel_Lo_Aguirre_500kV	1400.00	1	430.20	1	617.15	1	1388.86
Alto_Jahuel_Los_Almendros_110kV	162.00	-1	15.90	-1	11.00	-1	67.43
Alto_Jahuel_Los_Almendros_220kV_L1	423.06	1	408.80	1	435.04	1	430.37
Alto_Jahuel_Polpaico_220kV	646.00	1	64.30	1	163.61	1	386.24
Alto_Jahuel_Polpaico_500kV	1400.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Alto_Jahuel_Polpaico_500kV_L2	1400.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L1	1400.00	1	450.95	1	499.76	1	687.66
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L2	1400.00	1	451.68	1	500.58	1	688.78
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L3	1400.00	1	451.68	1	500.58	1	688.78

Línea	Smáx MVA	Sentido	Sseca MVA	Sentido	Snormal MVA	Sentido	Shúmeda MVA
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L4	1400.00	1	451.68	1	500.58	1	688.78
Ancoa_Itahue_220kV	944.00	1	181.38	1	166.99	1	193.00
Ancoa_Polpaico_500kV	1400.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Antuco_Charrua_220kV_L1	517.47	1	92.32	1	147.01	1	169.56
Antuco_Charrua_220kV_L2	517.47	1	92.32	1	147.01	1	169.56
Antuco_Trupan_220kV	517.47	1	66.19	1	86.78	1	103.18
Barro_Blanco_Valdivia_220kV	182.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Barro_Blanco_Valdivia_220kV_L2	364.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Canutillar_Puerto_Montt_220kV_1	197.38	1	51.32	1	66.50	0	0.00
Canutillar_Puerto_Montt_220kV_L2	197.38	1	51.32	1	66.50	0	0.00
Cardones_Diego_de_Almagro	290.00	-1	4.56	-1	4.56	-1	4.56
Cardones_Maitencillo_220kV	591.00	-1	96.15	-1	65.62	-1	75.67
Carrera_Pinto_Cardones_220kV	220.00	-1	4.03	-1	4.03	-1	4.03
Carrera_Pinto_Cardones_220kV_L2	220.00	-1	3.97	-1	3.97	-1	3.97
Cautin_Ciruelos_220kV	332.00	1	53.10	1	55.85	1	79.89
Cerro_Navia_Chena_220kV_L1	800.00	-1	452.96	-1	505.95	-1	588.31
Cerro_Navia_Lampa_220kV_L1	620.00	-1	357.25	-1	252.52	-1	204.80
Cerro_Navia_Las_Vegas_110kV	162.00	-1	74.65	-1	21.31	-1	72.29
Charrua_Ancoa_500_kV	2600.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Charrua_Cautin_220kV	1000.00	-1	68.60	-1	79.53	-1	167.80
Charrua_Esperanza_220kV	224.80	-1	25.17	-1	29.16	-1	62.97
Charrua_Nueva_Charrua_220kV	1000.00	1	566.59	1	564.81	1	683.18
Chena_Cerro_Navia_110kV	128.00	1	103.47	1	132.03	1	130.45
Chena_Los Almendros_110kV	1368.00	-1	128.39	-1	136.30	-1	140.79
Ciruelos_Pichirropulli_220kV	580.00	-1	18.64	1	1.74	1	10.37
Colbun_Alto_Jahuel_200kV	640.00	1	247.13	1	307.10	1	452.73
Colbun_Ancoa_220kV	910.00	-1	214.19	-1	261.89	1	63.34
Diego_de_Almagro_Carrera_Pinto_220kV	220.00	1	12.50	1	12.50	1	12.50
Diego_de_Almagro_Carrera_Pinto_220kV_L2	220.00	1	12.31	1	12.32	1	12.31
El_Rodeo_Chena_220kV	1320.00	1	519.20	1	578.08	1	661.51
El_Salto_Cerro_Navia_110kV	316.00	1	64.99	1	68.58	1	69.11
Itahue_Alto_Jahuel_220kV	800.00	1	261.64	1	353.63	1	546.23
Lampa_Polpaico_220kV	620.00	-1	388.39	-1	282.67	-1	223.14
Las_Palmas_Los_Vilos_220kV	446.00	1	87.31	1	81.01	-1	27.54
Las_Vegas_Quillota_110kV	366.00	1	58.17	1	133.37	1	114.02
Lo_Aguirre_Cerro_Navia_220kV	386.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Lo_Aguirre_Cerro_Navia_220kV_2	3000.00	1	369.63	1	405.32	1	411.21
Lo_Aguirre_Polpaico_500kV	1400.00	-1	130.00	1	211.19	1	1074.51
Los_Almendros_El_Salto_110kV_L1	316.00	1	153.06	1	166.63	1	202.92
Los_Vilos_Nogales_220kV	446.00	1	50.96	1	44.73	-1	62.61
Maitencillo_Cardones_500kV	3400.00	-1	195.84	-1	166.55	1	181.43
Maitencillo_Punta_Colorada_220kV	460.00	1	121.07	1	93.42	1	35.87
Melipilla_Cerro_Navia_220kV	394.77	-1	27.04	1	47.61	1	119.78
Melipilla_Lo_Aguirre_220kV	386.00	-1	94.48	-1	65.30	1	72.26
Nogales_Polpaico_220kV	3000.00	1	456.35	1	422.91	-1	310.92
Nueva_Charrua_Ancoa_500kV	3900.00	1	1459.35	1	1446.34	1	1747.57
Nueva_Charrua_Charrua_500kV	3900.00	-1	922.89	-1	912.74	-1	1101.46
Pan_de_Azucar_Las_Palmas_220kV	446.00	1	73.01	1	66.60	-1	41.95
Pan_de_Azucar_Maitencillo_500kV	3400.00	-1	607.67	-1	486.54	1	287.13
Pan_de_Azucar_Polpaico_500kV	3400.00	1	679.52	1	547.29	-1	599.32
Pangue_Charrua_220kV	242.73	1	60.96	1	119.40	1	134.02
Pangue_Trupan_220kV	242.73	1	39.18	1	90.91	1	100.14
Paposo_Diego_de_Almagro_220kV_L1	285.03	1	14.85	1	14.85	1	14.85
Paposo_Diego_de_Almagro_220kV_L2	285.03	1	14.85	1	14.85	1	14.85
Pichirropulli_Barro_Blanco_220kV	364.00	-1	25.81	1	47.21	1	112.46
Pichirropulli_Valdivia_220kV	364.00	1	7.57	-1	46.54	-1	103.33
Polpaico_ElSalto_220kV	1640.00	-1	119.75	-1	143.83	-1	169.00
Puerto_Montt_Barro_Blanco_220kV	174.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Puerto_Montt_Barro_Blanco_220kV_L1_2	348.00	1	22.12	-1	27.31	-1	78.67
Puerto_Montt_Barro_Blanco_220kV_L2	348.00	1	22.12	-1	27.31	-1	78.67
Puerto_Montt_Temuco_220kV_L2	332.00	1	47.48	1	21.98	1	13.19
Puerto_Montt_Valdivia_220kV	166.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Puerto_Montt_Valdivia_220kV_2	332.00	1	19.39	-1	37.30	-1	94.29
Punta_Colorada_Pan_de_Azucar_220kV	460.00	1	124.27	1	97.22	1	40.58
Quillota_Polpaico_220kV	2000.00	-1	348.36	-1	608.65	-1	370.24
Rapel_Melipilla_220kV	394.77	1	27.10	1	107.13	1	304.79
San_Luis_Quillota_220kV	2352.00	1	226.05	1	215.79	1	396.32
Temuco_Cautin_220kV_L1	332.00	-1	64.15	-1	71.93	-1	82.15
Temuco_Cautin_220kV_L2	332.00	-1	64.15	-1	71.93	-1	82.15
Temuco_Esperanza_220kV	224.80	1	25.04	1	29.02	1	62.53
Trupan_Charrua_220kV	517.47	1	105.36	1	177.60	1	203.22
Valdivia_Cautin_220kV_L1	332.00	1	44.81	1	52.59	1	80.22
Valdivia_Cautin_220kV_L2	332.00	1	96.94	1	113.79	1	173.56
Valdivia_Ciruelos_220kV	332.00	1	11.35	1	33.32	1	66.95

Debido al fortalecimiento del sistema de transmisión del sistema, y de las centrales con bajo costo de operación que ya han entrado, los costos marginales en las distintas hidrologías disminuyen, estando el sistema acoplado.

Tabla 4.12. Costos marginales en las barras en el año 2018

Barra	Cmg Secca US\$/MWh	Cmg Normal US\$/MWh	Cmg Húmeda US\$/MWh	Barra	Cmg Secca US\$/MWh	Cmg Normal US\$/MWh	Cmg Húmeda US\$/MWh
B_A.Jahuel220	69.84	41.42	29.57	B_LasVegas110	68.76	41.35	53.81
B_A.Jahuel500	69.75	41.32	30.98	B_LoAguirre220	70.97	42.01	41.32
B_AguaSanta110	70.85	42.28	43.59	B_LoAguirre500	70.05	41.54	35.87
B_AguaSanta220	70.29	42.09	41.56	B_LosAlmendros110	68.89	39.02	6.52
B_AltoJahuel110	69.64	40.77	12.87	B_LosAlmendros220	68.65	36.79	0.00
B_Ancoa220	67.63	39.82	28.27	B_LosVilos220	69.24	41.18	37.72
B_Ancoa500	68.09	40.21	29.42	B_Maitencillo220	66.66	39.96	37.40
B_Antuco220	66.15	38.87	28.00	B_Maitencillo500	67.26	40.23	37.55
B_BarroBlanco220	63.53	37.87	26.76	B_Melipilla220	71.43	42.11	41.42
B_Canutilar220	62.38	37.57	27.34	B_Nogales220	69.43	41.25	37.56
B_Cardones220	67.34	40.25	37.72	B_NuevaCharrua220	66.74	39.41	28.44
B_Cardones500	67.14	40.17	37.64	B_NuevaCharrua500	66.80	39.44	28.56
B_CarreraPinto220	67.40	40.28	37.76	B_PanAzucar220	68.22	40.67	37.63
B_Cautin220	65.85	38.79	27.50	B_PandeAzucar500	68.08	40.63	37.41
B_CerroNavia110	71.38	42.38	83.30	B_Pangue220	66.25	38.85	28.00
B_CerroNavia220	71.33	42.22	42.44	B_Paposo220	66.83	39.94	37.44
B_Charrua220	66.74	39.41	28.44	B_Pichirropulli220	63.77	37.65	26.39
B_Charrua500	66.80	39.44	28.55	B_Polpaico220	69.91	41.51	37.57
B_Chena110	70.67	40.87	-20.46	B_Polpaico500	69.95	41.53	36.56
B_Chena220	70.61	41.73	31.35	B_PuertoMontt220	63.12	38.14	27.34
B_Ciruelos220	63.97	37.66	26.36	B_PuntaColorada	67.49	40.34	37.51
B_Colbun220	67.63	39.82	28.27	B_Quillota110	69.50	41.98	45.04
B_DAlmagro220	67.17	40.14	37.63	B_Quillota220	70.34	42.07	40.45
B_EISaltoa110	69.65	40.43	31.75	B_Rapel220	71.20	41.60	40.02
B_EISaltoa220	69.71	40.98	35.04	B_Rodeo220	69.92	41.44	29.85
B_Esperanza220	66.38	39.15	28.03	B_SanLuis220	70.35	42.08	40.57
B_Itahue220	68.00	39.94	28.00	B_Temuco220	65.95	38.86	27.56
B_Lampa220	70.72	41.92	40.27	B_Trupan220	66.33	39.02	28.13
B_LasPalmas220	68.81	40.96	37.64	B_Valdivia220	63.85	37.40	26.00

#### 4.1.6 Año 2019

En el año 2019 se presenta un aumento de la demanda máxima de un 2,69% respecto al año 2018, produciéndose este aumento en mayor medida en la zona austral del SIC, en Puerto Montt, con un 4,08%. Ingresan al sistema 164 MW hidráulicos, 575 MW térmicos y 65 MW geotérmicos.

El fortalecimiento del sistema de transmisión en el norte del SIC permite la entrada de 2 unidades nuevas del proyecto central Castilla, con 575 MW. La línea Chena – Cerro Navia en 110 kV opera en su máximo, sin producirse desacoples producto de que las dos zonas que se forman están unidades entre otras barras. Además, la línea Alto Jahuel – Los Almendros 220 kV de 423 MVA sigue operando en su máximo en las hidrologías normal y húmeda y con una gran transferencia en hidrología seca.

Tabla 4.13. Flujos por las líneas de transmisión en el año 2019

Línea	S <sub>máx</sub> MVA	Sentido	S <sub>secca</sub> MVA	Sentido	S <sub>normal</sub> MVA	Sentido	S <sub>húmeda</sub> MVA
Agua_Santa_Quillota_110kV	800.00	-1	95.42	-1	50.97	-1	116.68
Agua_Santa_San_Luis_220kV	321.15	1	95.15	1	52.55	1	106.95
Alto_Jahuel_Chena_110kV	316.00	1	104.54	1	119.61	1	159.43
Alto_Jahuel_El_Rodeo_220kV	1320.00	1	530.47	1	591.79	1	671.86
Alto_Jahuel_Lo_Aguirre_500kV	1400.00	1	440.59	1	628.96	1	1395.54
Alto_Jahuel_Los_Almendros_110kV	162.00	-1	15.27	-1	11.32	-1	60.06
Alto_Jahuel_Los_Almendros_220kV_L1	423.06	1	407.84	1	436.35	1	432.10
Alto_Jahuel_Polpaico_220kV	646.00	1	55.94	1	159.55	1	372.26
Alto_Jahuel_Polpaico_500kV	1400.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Alto_Jahuel_Polpaico_220kV_L2	1400.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L1	1400.00	1	463.13	1	514.40	1	700.28
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L2	1400.00	1	463.88	1	515.24	1	701.41
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L3	1400.00	1	463.88	1	515.24	1	701.41
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L4	1400.00	1	463.88	1	515.24	1	701.41
Ancoa_Itahue_220kV	944.00	1	200.36	1	186.92	1	208.20

Línea	Smáx MVA	Sentido	Sseca MVA	Sentido	Snormal MVA	Sentido	Shúmeda MVA
Ancoa_Polpaico_500kV	1400.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Antuco_Charrua_220kV_L1	517.47	1	92.32	1	147.01	1	146.38
Antuco_Charrua_220kV_L2	517.47	1	92.32	1	147.01	1	146.38
Antuco_Trupan_220kV	517.47	1	66.19	1	86.78	1	89.03
Barro_Blanco_Valdivia_220kV	182.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Barro_Blanco_Valdivia_220kV_L2	364.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Canutillar_Puerto_Montt_220kV_1	197.38	1	51.32	1	66.53	0	0.00
Canutillar_Puerto_Montt_220kV_L2	197.38	1	51.32	1	66.53	0	0.00
Cardones_Diego_de_Almagro	290.00	-1	3.12	-1	3.12	-1	3.12
Cardones_Maitencillo_220kV	591.00	-1	100.08	-1	75.26	-1	79.80
Carrera_Pinto_Cardones_220kV	220.00	-1	5.51	-1	5.51	-1	5.55
Carrera_Pinto_Cardones_220kV_L2	220.00	-1	5.44	-1	5.44	-1	5.47
Cautin_Ciruelos_220kV	332.00	1	61.18	1	65.45	1	107.18
Cerro_Navia_Chena_220kV_L1	800.00	-1	458.76	-1	514.21	-1	594.17
Cerro_Navia_Lampa_220kV_L1	620.00	-1	380.46	-1	269.09	-1	205.03
Cerro_Navia_Las_Vegas_110kV	162.00	-1	81.30	-1	27.97	-1	72.32
Charrua_Ancoa_500_kV	2600.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Charrua_Cautin_220kV	1000.00	-1	89.81	-1	104.77	-1	249.45
Charrua_Esperanza_220kV	224.80	-1	33.18	-1	38.67	-1	94.15
Charrua_Nueva_Charrua_220kV	1000.00	1	566.68	1	564.55	1	674.56
Chena_Cerro_Navia_110kV	128.00	1	103.24	1	131.95	1	130.59
Chena_Los_Almendros_110kV	1368.00	-1	128.96	-1	137.02	-1	138.57
Ciruelos_Pichirropulli_220kV	580.00	-1	19.18	1	4.56	1	6.29
Colbun_Alto_Jahuel_200kV	640.00	1	245.77	1	306.58	1	451.80
Colbun_Ancoa_220kV	910.00	-1	148.09	-1	81.05	1	137.47
Diego_de_Almagro_Carrera_Pinto_220kV	220.00	1	11.27	1	11.27	1	11.26
Diego_de_Almagro_Carrera_Pinto_220kV_L2	220.00	1	11.10	1	11.10	1	11.09
El_Rodeo_Chena_220kV	1320.00	1	529.48	1	590.84	1	671.36
El_Salto_Cerro_Navia_110kV	316.00	1	67.55	1	70.92	1	68.10
Itahue_Alto_Jahuel_220kV	800.00	1	251.15	1	343.70	1	537.88
Lampa_Polpaico_220kV	620.00	-1	412.70	-1	300.28	-1	226.59
Las_Palmas_Los_Vilos_220kV	446.00	1	83.38	1	78.74	-1	38.64
Las_Vegas_Quillota_110kV	366.00	1	51.56	1	126.63	1	113.76
Lo_Aguirre_Cerro_Navia_220kV	386.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Lo_Aguirre_Cerro_Navia_220kV_2	3000.00	1	374.32	1	413.43	1	416.48
Lo_Aguirre_Polpaico_500kV	1400.00	-1	107.71	1	207.50	1	1071.88
Los_Almendros_El_Salto_110kV_L1	316.00	1	152.16	1	167.51	1	203.82
Los_Vilos_Nogales_220kV	446.00	1	45.24	1	40.63	-1	75.60
Maitencillo_Cardones_500kV	3400.00	-1	182.04	-1	158.93	1	193.88
Maitencillo_Punta_Colorada_220kV	460.00	1	119.64	1	97.01	1	33.38
Melipilla_Cerro_Navia_220kV	394.77	-1	29.94	1	49.99	1	118.33
Melipilla_Lo_Aguirre_220kV	386.00	-1	97.89	-1	70.16	1	68.65
Nogales_Polpaico_220kV	3000.00	1	446.48	1	443.81	-1	262.55
Nueva_Charrua_Ancoa_500kV	3900.00	1	1541.32	1	1535.09	1	1820.46
Nueva_Charrua_Charrua_500kV	3900.00	-1	985.92	-1	982.64	-1	1163.57
Pan_de_Azucar_Las_Palmas_220kV	446.00	1	69.00	1	64.31	-1	53.06
Pan_de_Azucar_Maitencillo_500kV	3400.00	-1	585.15	-1	487.91	1	301.15
Pan_de_Azucar_Polpaico_500kV	3400.00	1	647.76	1	543.43	-1	614.07
Pangue_Charrua_220kV	242.73	1	60.96	1	119.40	1	115.73
Pangue_Trupan_220kV	242.73	1	39.18	1	90.91	1	86.48
Paposo_Diego_de_Almagro_220kV_L1	285.03	1	14.85	1	14.85	1	14.85
Paposo_Diego_de_Almagro_220kV_L2	285.03	1	14.85	1	14.85	1	14.85
Pichirropulli_Barro_Blanco_220kV	364.00	-1	16.32	1	72.56	1	127.75
Pichirropulli_Valdivia_220kV	364.00	-1	4.21	-1	68.75	-1	125.45
Polpaico_ElSalto_220kV	1640.00	-1	114.97	-1	137.36	-1	162.27
Puerto_Montt_Barro_Blanco_220kV	174.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Puerto_Montt_Barro_Blanco_220kV_L1_2	348.00	1	18.59	-1	38.59	-1	84.82
Puerto_Montt_Barro_Blanco_220kV_L2	348.00	1	18.59	-1	38.59	-1	84.82
Puerto_Montt_Temuco_220kV_L2	332.00	1	50.53	1	20.97	1	27.18
Puerto_Montt_Valdivia_220kV	166.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Puerto_Montt_Valdivia_220kV_2	332.00	1	12.73	-1	54.87	-1	106.77
Punta_Colorada_Pan_de_Azucar_220kV	460.00	1	122.87	1	100.77	1	38.11
Quillota_Polpaico_220kV	2000.00	-1	268.55	-1	595.56	-1	387.76
Rapel_Melipilla_220kV	394.77	1	25.15	1	105.18	1	302.82
San_Luis_Quillota_220kV	2352.00	1	294.02	1	216.94	1	404.54
Temuco_Cautin_220kV_L1	332.00	-1	70.39	-1	81.04	-1	97.93
Temuco_Cautin_220kV_L2	332.00	-1	70.39	-1	81.04	-1	97.93
Temuco_Esperanza_220kV	224.80	1	33.00	1	38.44	1	93.32
Trupan_Charrua_220kV	517.47	1	105.36	1	177.60	1	175.45
Valdivia_Cautin_220kV_L1	332.00	1	53.19	1	63.60	1	107.44
Valdivia_Cautin_220kV_L2	332.00	1	115.09	1	137.61	1	232.46
Valdivia_Ciruelos_220kV	332.00	1	19.23	1	46.64	1	89.06

Al tener en este año un sistema de transmisión robusto, con un gran aporte renovable, los costos marginales en las barras del sistema se mantienen bajos en las tres hidrologías.

Tabla 4.14. Costos marginales en las barras en el año 2019

Barra	CMg Seca US\$/MWh	CMg Normal US\$/MWh	CMg Húmeda US\$/MWh	Barra	CMg Seca US\$/MWh	CMg Normal US\$/MWh	CMg Húmeda US\$/MWh
B_A.Jahuel220	70.03	41.60	29.55	B_LasVegas110	68.81	41.33	53.97
B_A.Jahuel500	69.94	41.48	30.90	B_LoAguirre220	71.19	42.14	41.45
B_AguaSanta110	70.83	42.36	43.69	B_LoAguirre500	70.24	41.68	36.05
B_AguaSanta220	70.29	42.15	41.66	B_LosAlmendros110	69.08	38.97	6.49
B_AltoJahuel110	69.85	40.93	12.84	B_LosAlmendros220	68.83	36.39	0.00
B_Ancoa220	67.82	39.97	28.24	B_LosVilos220	69.45	41.30	37.79
B_Ancoa500	68.26	40.35	29.36	B_Maitencillo220	66.95	40.09	37.60
B_Antuco220	66.34	39.01	28.00	B_Maitencillo500	67.55	40.38	37.76
B_BarroBlanco220	63.21	37.75	25.89	B_Melipilla220	71.67	42.25	41.55
B_Canutillar220	62.12	37.57	26.50	B_Nogales220	69.58	41.33	37.56
B_Cardones220	67.66	40.41	37.95	B_NuevaCharrua220	66.93	39.55	28.40
B_Cardones500	67.45	40.32	37.85	B_NuevaCharrua500	66.96	39.58	28.50
B_CarreraPinto220	67.75	40.46	38.00	B_PanAzucar220	68.49	40.82	37.83
B_Cautin220	65.73	38.73	27.00	B_PandeAzucar500	68.35	40.77	37.60
B_CerroNavia110	71.61	42.36	83.63	B_Pangue220	66.44	38.99	28.00
B_CerroNavia220	71.56	42.35	42.56	B_Paposo220	67.19	40.13	37.69
B_Charrua220	66.92	39.54	28.39	B_Pichirropulli220	63.38	37.41	25.48
B_Charrua500	66.96	39.57	28.50	B_Polpaico220	70.06	41.61	37.65
B_Chena110	70.89	41.08	-20.64	B_Polpaico500	70.13	41.66	36.71
B_Chena220	70.82	41.88	31.39	B_PuertoMontt220	62.86	38.14	26.50
B_Ciruelos220	63.59	37.41	25.49	B_PuntaColorada	67.77	40.48	37.71
B_Colbun220	67.82	39.97	28.24	B_Quillota110	69.53	41.98	45.15
B_DAlmagro220	67.54	40.34	37.88	B_Quillota220	70.37	42.15	40.55
B_EISalto110	69.80	40.40	31.85	B_Rapel220	71.46	41.75	40.16
B_EISalto220	69.86	41.03	35.13	B_Rodeo220	70.12	41.61	29.84
B_Esperanza220	66.42	39.20	27.77	B_SanLuis220	70.35	42.15	40.67
B_Itahue220	68.27	40.15	28.00	B_Temuco220	65.84	38.80	27.06
B_Lampa220	70.91	42.04	40.37	B_Trupan220	66.53	39.16	28.11
B_LasPalmas220	69.04	41.08	37.76	B_Valdivia220	63.36	37.05	25.02

#### 4.1.7 Año 2020

En el año 2020 se presenta un aumento de la demanda máxima de un 5,66% respecto al año 2019, produciéndose este aumento en mayor medida en la zona norte del **SIC**, con un 17,61%. Ingresan al sistema 847 MW térmicos y 50 MW solares.

La línea Alto Jahuel – Lo Aguirre 500 kV opera casi en su límite en hidrología húmeda, debido a la incorporación de nuevas centrales de bajo costo variable en la zona centro sur y a la disponibilidad del recurso hídrico. La central Candelaria comienza a operar con gas natural licuado. La línea Alto Jahuel – Los Almendros 220 kV de 423 MVA sigue operando en su máximo en las hidrologías normal y húmeda y con una gran transferencia en hidrología seca.

Tabla 4.15. Flujos por las líneas de transmisión en el año 2020

Línea	Smáx MVA	Sentido	Sseca MVA	Sentido	Snormal MVA	Sentido	Shúmeda MVA
Agua_Santa_Quillota_110kV	800.00	-1	98.63	-1	59.22	-1	117.53
Agua_Santa_San_Luis_220kV	321.15	1	98.01	1	61.70	1	106.61
Alto_Jahuel_Chena_110kV	316.00	1	110.44	1	125.60	1	156.10
Alto_Jahuel_El_Rodeo_220kV	1320.00	1	577.12	1	636.00	1	686.32
Alto_Jahuel_Lo_Aguirre_500kV	1400.00	1	540.47	1	737.42	1	1398.92
Alto_Jahuel_Los_Almendros_110kV	162.00	-1	13.34	-1	8.69	-1	50.36
Alto_Jahuel_Los_Almendros_220kV_L1	423.06	1	401.05	1	439.52	1	434.95
Alto_Jahuel_Polpaico_220kV	646.00	1	91.61	1	192.61	1	359.22
Alto_Jahuel_Polpaico_500kV	1400.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Alto_Jahuel_Polpaico_500kV_L2	1400.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L1	1400.00	1	523.81	1	574.58	1	722.46
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L2	1400.00	1	524.67	1	575.52	1	723.64
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L3	1400.00	1	524.67	1	575.52	1	723.64
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L4	1400.00	1	524.67	1	575.52	1	723.64
Ancoa_Itahue_220kV	944.00	1	224.70	1	210.32	1	245.56
Ancoa_Polpaico_500kV	1400.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Antuco_Charrua_220kV_L1	517.47	1	92.32	1	147.01	1	194.33
Antuco_Charrua_220kV_L2	517.47	1	92.32	1	147.01	1	194.33
Antuco_Trupan_220kV	517.47	1	66.19	1	86.78	1	118.36
Barro_Blanco_Valdivia_220kV	182.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00

Línea	Smáx MVA	Sentido	Sseca MVA	Sentido	Snormal MVA	Sentido	Shúmeda MVA
Barro_Blanco_Valdivia_220kV_L2	364.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Canutillar_Puerto_Montt_220kV_1	197.38	1	51.32	1	66.53	0	0.00
Canutillar_Puerto_Montt_220kV_L2	197.38	1	51.32	1	66.53	0	0.00
Cardones_Diego_de_Almagro	290.00	1	6.98	1	6.98	1	6.98
Cardones_Maitencillo_220kV	591.00	-1	137.87	-1	107.09	-1	52.77
Carrera_Pinto_Cardones_220kV	220.00	-1	16.93	-1	16.93	-1	16.97
Carrera_Pinto_Cardones_220kV_L2	220.00	-1	16.68	-1	16.68	-1	16.71
Cautin_Ciruelos_220kV	332.00	1	57.34	1	60.97	1	103.23
Cerro_Navia_Chena_220kV_L1	800.00	-1	497.31	-1	550.68	-1	602.57
Cerro_Navia_Lampa_220kV_L1	620.00	-1	362.11	-1	254.62	-1	205.50
Cerro_Navia_Las_Vegas_110kV	162.00	-1	73.62	-1	32.28	-1	71.82
Charrua_Ancoa_500_kV	2600.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Charrua_Cautin_220kV	1000.00	-1	70.88	-1	83.40	-1	230.54
Charrua_Esperanza_220kV	224.80	-1	25.84	-1	30.39	-1	86.77
Charrua_Nueva_Charrua_220kV	1000.00	1	672.46	1	668.18	1	721.69
Chena_Cerro_Navia_110kV	128.00	1	110.84	1	132.19	1	130.82
Chena_Los_Almendros_110kV	1368.00	-1	130.15	-1	139.75	-1	136.42
Ciruelos_Pichirropulli_220kV	580.00	-1	16.00	1	7.93	1	8.25
Colbun_Alto_Jahuel_220kV	640.00	1	255.80	1	315.79	1	450.31
Colbun_Ancoa_220kV	910.00	-1	353.51	-1	343.35	1	58.98
Diego_de_Almagro_Carrera_Pinto_220kV	220.00	1	3.62	1	3.62	1	3.45
Diego_de_Almagro_Carrera_Pinto_220kV_L2	220.00	1	3.56	1	3.56	1	3.40
El_Rodeo_Chena_220kV	1320.00	1	575.87	1	634.84	1	685.53
El_Salto_Cerro_Navia_110kV	316.00	1	67.78	1	64.21	1	65.95
Itahue_Alto_Jahuel_220kV	800.00	1	254.42	1	345.53	1	518.67
Lampa_Polpaico_220kV	620.00	-1	394.99	-1	286.63	-1	229.81
Las_Palmas_Los_Vilos_220kV	446.00	1	108.57	1	106.37	-1	33.72
Las_Vegas_Quillota_110kV	366.00	1	59.14	1	122.61	1	114.03
Lo_Aguirre_Cerro_Navia_220kV	386.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Lo_Aguirre_Cerro_Navia_220kV_2	3000.00	1	397.02	1	431.63	1	429.80
Lo_Aguirre_Polpaico_500kV	1400.00	1	126.46	1	285.34	1	1057.51
Los_Almendros_El_Salto_110kV_L1	316.00	1	156.49	1	181.24	1	206.01
Los_Vilos_Nogales_220kV	446.00	1	57.61	1	55.48	-1	83.14
Maitencillo_Cardones_500kV	3400.00	-1	93.14	-1	64.09	1	167.60
Maitencillo_Punta_Colorada_220kV	460.00	1	74.19	1	47.39	1	29.69
Melipilla_Cerro_Navia_220kV	394.77	-1	32.01	1	45.51	1	117.17
Melipilla_Lo_Aguirre_220kV	386.00	-1	104.76	-1	70.51	1	64.74
Nogales_Polpaico_220kV	3000.00	1	433.24	1	350.03	1	237.81
Nueva_Charrua_Ancoa_500kV	3900.00	1	1820.66	1	1808.64	1	1944.97
Nueva_Charrua_Charrua_500kV	3900.00	-1	1161.48	-1	1154.20	-1	1241.43
Pan_de_Azucar_Las_Palmas_220kV	446.00	1	94.74	1	92.48	-1	48.35
Pan_de_Azucar_Maitencillo_500kV	3400.00	-1	462.01	-1	340.51	1	282.09
Pan_de_Azucar_Polpaico_500kV	3400.00	1	643.05	1	507.07	-1	580.82
Pangue_Charrua_220kV	242.73	1	60.96	1	119.40	1	153.48
Pangue_Trupan_220kV	242.73	1	39.18	1	90.91	1	114.63
Paposo_Diego_de_Almagro_220kV_L1	285.03	1	14.85	1	14.85	1	14.85
Paposo_Diego_de_Almagro_220kV_L2	285.03	1	14.85	1	14.85	1	14.85
Pichirropulli_Barro_Blanco_220kV	364.00	-1	10.12	1	79.60	1	134.01
Pichirropulli_Valdivia_220kV	364.00	-1	6.87	-1	72.20	-1	128.54
Polpaico_ElSalto_220kV	1640.00	-1	117.79	-1	134.67	-1	155.91
Puerto_Montt_Barro_Blanco_220kV	174.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Puerto_Montt_Barro_Blanco_220kV_L1_2	348.00	1	17.03	-1	41.94	-1	86.29
Puerto_Montt_Barro_Blanco_220kV_L2	348.00	1	17.03	-1	41.94	-1	86.29
Puerto_Montt_Temuco_220kV_L2	332.00	1	46.40	1	15.83	1	23.18
Puerto_Montt_Valdivia_220kV	166.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Puerto_Montt_Valdivia_220kV_2	332.00	1	9.61	-1	59.18	-1	109.83
Punta_Colorada_Pan_de_Azucar_220kV	460.00	1	78.25	1	51.80	1	34.44
Quillota_Polpaico_220kV	2000.00	-1	362.67	-1	586.50	-1	412.08
Rapel_Melipilla_220kV	394.77	1	22.88	1	102.91	1	300.53
San_Luis_Quillota_220kV	2352.00	1	249.99	1	232.65	1	435.40
Temuco_Cautin_220kV_L1	332.00	-1	73.31	-1	84.03	-1	99.94
Temuco_Cautin_220kV_L2	332.00	-1	73.31	-1	84.03	-1	99.94
Temuco_Esperanza_220kV	224.80	1	25.71	1	30.21	1	86.02
Trupan_Charrua_220kV	517.47	1	105.36	1	177.60	1	232.84
Valdivia_Cautin_220kV_L1	332.00	1	50.05	1	59.88	1	104.18
Valdivia_Cautin_220kV_L2	332.00	1	108.28	1	129.56	1	225.40
Valdivia_Ciruelos_220kV	332.00	1	18.74	1	45.96	1	88.44

El sistema sigue operando a un costo bajo en las distintas hidrologías, ya que se dispone de generación térmica a bajo costo, de generación geotérmica y de generación solar y eólica, independientemente de la hidrología.

Tabla 4.16. Costos marginales en las barras en el año 2020

Barra	Comg Seca US\$/MWh	Comg Normal US\$/MWh	Comg Húmeda US\$/MWh	Barra	Comg Seca US\$/MWh	Comg Normal US\$/MWh	Comg Húmeda US\$/MWh
B_A.Jahuel220	69.73	40.87	29.23	B_LasVegas110	68.78	41.64	58.01
B_A.Jahuel500	69.64	40.88	31.20	B_LoAguirre220	70.97	41.98	42.96
B_AguaSanta110	70.86	42.35	45.56	B_LoAguirre500	69.99	41.25	36.07
B_AguaSanta220	70.29	42.07	43.21	B_LosAlmendros110	68.82	39.93	4.52
B_AltoJahuel110	69.54	40.31	10.21	B_LosAlmendros220	68.56	39.98	0.00
B_Ancoa220	67.34	39.25	28.29	B_LosVilos220	69.33	41.16	38.50
B_Ancoa500	67.76	39.64	29.57	B_Maitencillo220	66.95	39.96	37.90
B_Antuco220	65.57	38.17	28.00	B_Maitencillo500	67.52	40.20	38.00
B_BarroBlanco220	62.95	37.24	26.20	B_Melipilla220	71.47	42.13	43.19
B_Canutillar220	61.89	37.11	26.83	B_Nogales220	69.48	41.25	38.34
B_Cardones220	67.85	40.37	38.14	B_NuevaCharrua220	66.16	38.70	28.53
B_Cardones500	67.51	40.21	38.08	B_NuevaCharrua500	66.21	38.73	28.64
B_CarreraPinto220	68.16	40.55	38.31	B_PanAzucar220	68.03	40.38	38.14
B_Cautin220	65.23	38.06	27.22	B_PandeAzucar500	68.12	40.46	37.86
B_CerroNavia110	71.39	43.52	92.85	B_Pangue220	65.67	38.15	28.00
B_CerroNavia220	71.35	42.25	44.36	B_Paposo220	67.76	40.31	38.09
B_Charrua220	66.14	38.69	28.52	B_Pichirpulli220	63.06	36.88	25.77
B_Charrua500	66.21	38.73	28.64	B_Polpaico220	69.89	41.43	38.52
B_Chena110	70.63	40.04	-28.83	B_Polpaico500	69.92	41.31	36.98
B_Chena220	70.57	41.44	31.41	B_PuertoMontt220	62.63	37.67	26.83
B_Ciruelos220	63.24	36.85	25.76	B_PuntaColorada	67.52	40.17	38.02
B_Colbun220	67.34	39.25	28.29	B_Quillota110	69.51	41.98	47.45
B_DAlmagro220	68.12	40.53	38.29	B_Quillota220	70.35	42.03	41.92
B_EISalto110	69.58	41.13	33.23	B_Rapel220	71.28	41.64	41.76
B_EISalto220	69.66	41.22	36.22	B_Rodeo220	69.82	40.93	29.58
B_Esperanza220	65.77	38.43	27.95	B_SanLuis220	70.35	42.04	42.06
B_Itahue220	67.90	39.46	28.00	B_Temuco220	65.34	38.13	27.28
B_Lampa220	70.72	41.90	41.75	B_Trupan220	65.75	38.32	28.15
B_LasPalmas220	68.81	40.85	38.33	B_Valdivia220	63.01	36.50	25.29

#### 4.1.8 Año 2021

En el año 2021 se presenta un aumento de la demanda máxima de un 3,34% respecto al año 2020, produciéndose este aumento en mayor medida en la zona norte del **SIC**, con un 5,88%. Ingresan centrales térmicas a carbón y de biomasa, con 728 MW en total, considerando la entrada de 2 nuevas unidades de la central Castilla, además de 100 MW eólicos, 80 MW geotérmicos y 20 MW hidráulicos.

La entrada de la central Castilla implica que para una misma hidrología, la transferencia desde la zona norte al sur respecto al año anterior sea mayor. Además, la línea Alto Jahuel – Los Almendros 220 kV de 423 MVA sigue operando en su máximo en las hidrologías normal y húmeda y con una gran transferencia en hidrología seca.

Tabla 4.17. Flujos por las líneas de transmisión en el año 2021

Línea	Smáx MVA	Sentido	Sseca MVA	Sentido	Snormal MVA	Sentido	Shúmeda MVA
Agua_Santa_Quillota_110kV	800.00	-1	89.65	-1	80.84	-1	117.36
Agua_Santa_San_Luis_220kV	321.15	1	89.27	1	81.30	1	107.87
Alto_Jahuel_Chena_110kV	316.00	1	109.14	1	127.06	1	161.77
Alto_Jahuel_El_Rodeo_220kV	1320.00	1	551.39	1	648.21	1	688.30
Alto_Jahuel_Lo_Aguirre_500kV	1400.00	1	251.98	1	748.97	1	1392.03
Alto_Jahuel_Los_Almendros_110kV	162.00	-1	17.27	-1	8.11	-1	64.45
Alto_Jahuel_Los_Almendros_220kV_L1	423.06	1	407.43	1	439.53	1	431.48
Alto_Jahuel_Polpaico_220kV	646.00	1	52.41	1	210.19	1	364.31
Alto_Jahuel_Polpaico_500kV	1400.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Alto_Jahuel_Polpaico_500kV_L2	1400.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L1	1400.00	1	448.60	1	587.06	1	729.70
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L2	1400.00	1	449.33	1	588.01	1	730.88
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L3	1400.00	1	449.33	1	588.01	1	730.88
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L4	1400.00	1	449.33	1	588.01	1	730.88
Ancoa_Itahue_220kV	944.00	1	229.20	1	191.65	1	273.80
Ancoa_Polpaico_500kV	1400.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Antuco_Charrua_220kV_L1	517.47	1	92.32	1	147.01	1	196.32
Antuco_Charrua_220kV_L2	517.47	1	92.32	1	147.01	1	196.32
Antuco_Trupan_220kV	517.47	1	66.19	1	86.78	1	119.59
Barro_Blanco_Valdivia_220kV	182.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00

Línea	Smáx MVA	Sentido	Sseca MVA	Sentido	Snormal MVA	Sentido	Shúmeda MVA
Barro_Blanco_Valdivia_220kV_L2	364.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Canutillar_Puerto_Montt_220kV_1	197.38	1	51.03	1	66.53	0	0.00
Canutillar_Puerto_Montt_220kV_L2	197.38	1	51.03	1	66.53	0	0.00
Cardones_Diego_de_Almagro	290.00	1	10.96	1	10.96	1	10.96
Cardones_Maitencillo_220kV	591.00	-1	289.97	-1	162.84	-1	46.07
Carrera_Pinto_Cardones_220kV	220.00	-1	21.51	-1	21.51	-1	21.51
Carrera_Pinto_Cardones_220kV_L2	220.00	-1	21.19	-1	21.19	-1	21.19
Cautin_Ciruelos_220kV	332.00	1	54.01	1	55.23	1	97.16
Cerro_Navia_Chena_220kV_L1	800.00	-1	469.24	-1	561.33	-1	603.22
Cerro_Navia_Lampa_220kV_L1	620.00	-1	402.01	-1	253.73	-1	223.63
Cerro_Navia_Las_Vegas_110kV	162.00	-1	62.38	-1	48.28	-1	71.27
Charrua_Ancoa_500_kV	2600.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Charrua_Cautin_220kV	1000.00	-1	53.50	-1	63.80	-1	213.72
Charrua_Esperanza_220kV	224.80	-1	19.15	-1	22.87	-1	80.29
Charrua_Nueva_Charrua_220kV	1000.00	1	537.86	1	664.65	1	726.25
Chena_Cerro_Navia_110kV	128.00	1	110.81	1	132.12	1	130.39
Chena_Los_Almendros_110kV	1368.00	-1	132.06	-1	139.76	-1	141.90
Ciruelos_Pichirropulli_220kV	580.00	-1	13.75	1	14.99	1	16.57
Colbun_Alto_Jahuel_220kV	640.00	1	256.90	1	336.63	1	462.84
Colbun_Ancoa_220kV	910.00	-1	111.08	-1	116.16	1	145.06
Diego_de_Almagro_Carrera_Pinto_220kV	220.00	-1	3.41	-1	3.41	-1	3.41
Diego_de_Almagro_Carrera_Pinto_220kV_L2	220.00	-1	3.36	-1	3.36	-1	3.36
El_Rodeo_Chena_220kV	1320.00	1	550.37	1	647.34	1	687.85
El_Salto_Cerro_Navia_110kV	316.00	1	69.63	1	62.19	1	71.09
Itahue_Alto_Jahuel_220kV	800.00	1	253.71	1	383.48	1	524.57
Lampa_Polpaico_220kV	620.00	-1	435.98	-1	287.18	-1	249.87
Las_Palmas_Los_Vilos_220kV	446.00	1	162.80	1	130.37	-1	20.08
Las_Vegas_Quillota_110kV	366.00	1	70.38	1	106.73	1	115.61
Lo_Aguirre_Cerro_Navia_220kV	386.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Lo_Aguirre_Cerro_Navia_220kV_2	3000.00	1	430.76	1	449.32	1	444.15
Lo_Aguirre_Polpaico_500kV	1400.00	-1	279.54	1	286.66	1	1036.93
Los_Almendros_El_Salto_110kV_L1	316.00	1	150.81	1	187.19	1	200.35
Los_Vilos_Nogales_220kV	446.00	1	121.01	1	89.21	-1	59.46
Maitencillo_Cardones_500kV	3400.00	-1	188.32	-1	68.41	1	157.51
Maitencillo_Punta_Colorada_220kV	460.00	1	199.44	1	87.14	1	17.03
Melipilla_Cerro_Navia_220kV	394.77	-1	35.89	1	50.62	1	117.47
Melipilla_Lo_Aguirre_220kV	386.00	-1	114.05	-1	81.58	1	65.69
Nogales_Polpaico_220kV	3000.00	1	489.11	1	210.47	1	262.64
Nueva_Charrua_Ancoa_500kV	3900.00	1	1464.89	1	1798.18	1	1954.12
Nueva_Charrua_Charrua_500kV	3900.00	-1	938.59	-1	1148.10	-1	1247.99
Pan_de_Azucar_Las_Palmas_220kV	446.00	1	150.65	1	117.11	-1	34.68
Pan_de_Azucar_Maitencillo_500kV	3400.00	-1	949.42	-1	453.87	1	272.77
Pan_de_Azucar_Polpaico_500kV	3400.00	1	1150.52	1	604.08	-1	524.05
Pangue_Charrua_220kV	242.73	1	60.96	1	119.40	1	155.07
Pangue_Trupan_220kV	242.73	1	39.18	1	90.91	1	115.82
Paposo_Diego_de_Almagro_220kV_L1	285.03	1	14.85	1	14.85	1	14.85
Paposo_Diego_de_Almagro_220kV_L2	285.03	1	14.85	1	14.85	1	14.85
Pichirropulli_Barro_Blanco_220kV	364.00	1	3.74	1	70.17	1	108.04
Pichirropulli_Puerto_Montt_220kV	580.00	-1	5.80	1	27.51	1	50.45
Pichirropulli_Valdivia_220kV	364.00	-1	8.40	-1	82.98	-1	143.51
Polpaico_ElSalto_220kV	1640.00	-1	119.06	-1	135.11	-1	159.77
Puerto_Montt_Barro_Blanco_220kV	174.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Puerto_Montt_Barro_Blanco_220kV_L1_2	348.00	1	13.65	-1	34.30	-1	71.94
Puerto_Montt_Barro_Blanco_220kV_L2	348.00	1	13.65	-1	34.30	-1	71.94
Puerto_Montt_Temuco_220kV_L2	332.00	1	41.75	1	14.46	1	24.90
Puerto_Montt_Valdivia_220kV	166.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Puerto_Montt_Valdivia_220kV_2	332.00	1	5.33	-1	55.77	-1	100.19
Punta_Colorada_Pan_de_Azucar_220kV	460.00	1	200.49	1	91.24	1	21.84
Quillota_Polpaico_220kV	2000.00	-1	488.13	-1	526.94	-1	445.65
Rapel_Melipilla_220kV	394.77	1	20.82	1	100.85	1	298.46
San_Luis_Quillota_220kV	2352.00	1	261.44	1	279.80	1	486.72
Temuco_Cautin_220kV_L1	332.00	-1	76.28	-1	84.92	-1	98.91
Temuco_Cautin_220kV_L2	332.00	-1	76.28	-1	84.92	-1	98.91
Temuco_Esperanza_220kV	224.80	1	19.05	1	22.75	1	79.62
Trupan_Charrua_220kV	517.47	1	105.36	1	177.60	1	235.24
Valdivia_Cautin_220kV_L1	332.00	1	47.19	1	55.75	1	100.16
Valdivia_Cautin_220kV_L2	332.00	1	102.11	1	120.62	1	216.69
Valdivia_Ciruelos_220kV	332.00	1	17.90	1	47.48	1	91.29

La consiguiente entrada de nuevas centrales de bajo costo de operación, permite que el sistema opere a menor valor.

Tabla 4.18. Costos marginales en las barras en el año 2021

Barra	Cmdg Seca US\$/MWh	Cmdg Normal US\$/MWh	Cmdg Húmeda US\$/MWh	Barra	Cmdg Seca US\$/MWh	Cmdg Normal US\$/MWh	Cmdg Húmeda US\$/MWh
B_A.Jahuel220	44.65	40.38	28.89	B_LasVegas110	44.14	42.11	60.93
B_A.Jahuel500	44.59	40.47	31.33	B_LoAguirre220	45.40	41.98	44.02

Barra	Cmg Secca US\$/MWh	Cmg Normal US\$/MWh	Cmg Húmeda US\$/MWh	Barra	Cmg Secca US\$/MWh	Cmg Normal US\$/MWh	Cmg Húmeda US\$/MWh
B_AguaSanta110	45.39	42.42	46.89	B_LoAguirre500	44.73	40.94	35.98
B_AguaSanta220	45.05	42.00	44.31	B_LosAlmendros110	44.03	38.46	2.97
B_AltoJahuel110	44.53	39.08	8.04	B_LosAlmendros220	43.88	38.25	0.00
B_Ancoa220	43.22	38.72	28.15	B_LosVilos220	43.94	40.97	38.83
B_Ancoa500	43.54	39.18	29.61	B_Maitencillo220	40.87	39.27	37.94
B_Antuco220	42.35	37.70	28.00	B_Maitencillo500	41.69	39.66	38.01
B_BarroBlanco220	40.95	37.05	26.32	B_Melipilla220	45.74	42.17	44.34
B_Canutillar220	40.32	36.80	26.79	B_Nogales220	44.39	41.25	38.88
B_Cardones220	42.09	39.91	38.14	B_NuevaCharrua220	42.73	38.23	28.53
B_Cardones500	41.67	39.68	38.08	B_NuevaCharrua500	42.75	38.27	28.66
B_CarreraPinto220	42.33	40.14	38.36	B_PanAzucar220	42.58	39.97	38.14
B_Cautin220	42.28	37.75	27.32	B_PandeAzucar500	42.51	40.02	37.87
B_CerroNavia110	45.69	45.44	99.55	B_Pangue220	42.41	37.69	28.00
B_CerroNavia220	45.66	42.31	45.63	B_Paposo220	42.13	39.94	38.17
B_Charrua220	42.72	38.22	28.52	B_Pichirropulli220	40.96	36.76	26.01
B_Charrua500	42.75	38.27	28.65	B_Polpaico220	44.65	41.28	39.10
B_Chena110	45.21	37.32	-35.04	B_Polpaico500	44.60	41.04	37.09
B_Chena220	45.18	41.02	31.34	B_PuertoMontt220	40.79	37.36	26.79
B_Ciruelos220	41.06	36.69	25.96	B_PuntaColorada	41.79	39.64	38.04
B_Colbun220	43.22	38.72	28.15	B_Quillota110	44.62	41.98	49.08
B_DAlmagro220	42.35	40.15	38.37	B_Quillota220	45.07	41.92	42.88
B_EISalto110	44.46	40.78	34.02	B_Rapel220	45.63	41.69	42.87
B_EISalto220	44.51	40.98	36.89	B_Rodeo220	44.71	40.45	29.30
B_Esperanza220	42.55	38.04	27.99	B_SanLuis220	45.08	41.94	43.03
B_Itahue220	43.55	38.84	27.81	B_Temuco220	42.36	37.83	27.38
B_Lampa220	45.23	41.87	42.71	B_Trupan220	42.46	37.85	28.15
B_LasPalmas220	43.44	40.59	38.56	B_Valdivia220	40.92	36.32	25.46

#### 4.1.9 Año 2022

En el año 2022 se presenta un aumento de la demanda máxima de un 2,92% respecto al año 2021, produciéndose este aumento en mayor medida en la zona austral del **SIC**, en Puerto Montt, con un 3,68%. Ingresan al sistema 20 MW hidráulicos, 385 MW térmicos, 80 MW geotérmicos y 400 MW eólicos entre Pan de Azúcar, Charrúa y Los Vilos. La central Quintero comienza a operar como Ciclo Combinado, disminuyendo sus costos de operación en la zona centro.

La línea Alto Jahuel – Los Almendros 220 kV de 423 MVA sigue operando en su máximo en las hidrologías normal y húmeda y con una gran transferencia en hidrología seca.

Tabla 4.19. Flujos por las líneas de transmisión en el año 2022

Línea	Smáx MVA	Sentido	Sseca MVA	Sentido	Snormal MVA	Sentido	Shúmeda MVA
Agua_Santa_Quillota_110kV	800.00	1	98.40	-1	81.47	-1	117.78
Agua_Santa_San_Luis_220kV	321.15	1	97.74	1	81.98	1	108.19
Alto_Jahuel_Chena_110kV	316.00	1	111.02	1	127.16	1	162.03
Alto_Jahuel_El_Rodeo_220kV	1320.00	1	574.49	1	657.45	1	707.80
Alto_Jahuel_Lo_Aguirre_500kV	1400.00	1	282.63	1	718.56	1	1392.12
Alto_Jahuel_Los_Almendros_110kV	162.00	1	16.98	-1	8.73	-1	63.45
Alto_Jahuel_Los_Almendros_220kV_L1	423.06	1	405.70	1	439.51	1	431.87
Alto_Jahuel_Polpaico_220kV	646.00	1	55.96	1	192.80	1	365.28
Alto_Jahuel_Polpaico_500kV	1400.00	1	0.00	0	0.00	0	0.00
Alto_Jahuel_Polpaico_500kV_L2	1400.00	1	0.00	0	0.00	0	0.00
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L1	1400.00	1	462.65	1	581.99	1	734.90
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L2	1400.00	1	463.40	1	582.94	1	736.09
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L3	1400.00	1	463.40	1	582.94	1	736.09
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L4	1400.00	1	463.40	1	582.94	1	736.09
Ancoa_Itahue_220kV	944.00	1	245.02	1	229.03	1	290.03
Ancoa_Polpaico_500kV	1400.00	1	0.00	0	0.00	0	0.00
Antuco_Charrua_220kV_L1	517.47	1	92.32	1	147.01	1	202.08
Antuco_Charrua_220kV_L2	517.47	1	92.32	1	147.01	1	202.08
Antuco_Trupan_220kV	517.47	1	66.19	1	86.78	1	123.12
Barro_Blanco_Valdivia_220kV	182.00	1	0.00	0	0.00	0	0.00
Barro_Blanco_Valdivia_220kV_L2	364.00	1	0.00	0	0.00	0	0.00
Canutillar_Puerto_Montt_220kV_L1	197.38	1	50.81	1	66.53	0	0.00
Canutillar_Puerto_Montt_220kV_L2	197.38	1	50.81	1	66.53	0	0.00
Cardones_Diego_de_Almagro	290.00	1	12.77	1	12.77	1	12.77
Cardones_Maitencillo_220kV	591.00	1	295.50	-1	181.26	-1	40.69

Línea	Smáx MVA	Sentido	Sseca MVA	Sentido	Snormal MVA	Sentido	Shúmeda MVA
Carrera_Pinto_Cardones_220kV	220.00	1	23.60	-1	23.60	-1	23.60
Carrera_Pinto_Cardones_220kV_L2	220.00	1	23.25	-1	23.25	-1	23.25
Cautin_Ciruelos_220kV	332.00	1	50.03	1	51.20	1	93.06
Cerro_Navia_Chena_220kV_L1	800.00	1	487.72	-1	566.01	-1	618.85
Cerro_Navia_Lampa_220kV_L1	620.00	1	416.31	-1	284.41	-1	227.62
Cerro_Navia_Las_Vegas_110kV	162.00	1	68.78	-1	49.29	-1	69.98
Charrua_Ancoa_500_kV	2600.00	1	0.00	0	0.00	0	0.00
Charrua_Cautin_220kV	1000.00	1	35.07	-1	44.89	-1	194.29
Charrua_Esperanza_220kV	224.80	1	12.25	-1	15.71	-1	72.72
Charrua_Nueva_Charrua_220kV	1000.00	1	562.61	1	664.05	1	734.47
Chena_Cerro_Navia_110kV	128.00	1	111.77	1	132.10	1	130.42
Chena_Los Almendros_110kV	1368.00	1	133.11	-1	141.32	-1	142.59
Ciruelos_Pichirropulli_220kV	580.00	1	10.45	1	18.31	1	19.75
Colbun_Alto_Jahuel_200kV	640.00	1	258.55	1	331.66	1	464.58
Colbun_Ancoa_220kV	910.00	1	220.49	-1	118.61	1	279.54
Diego_de_Almagro_Carrera_Pinto_220kV	220.00	1	4.37	-1	4.37	-1	4.37
Diego_de_Almagro_Carrera_Pinto_220kV_L2	220.00	1	4.30	-1	4.30	-1	4.30
El_Rodeo_Chena_220kV	1320.00	1	573.36	1	656.46	1	707.25
El_Salto_Cerro_Navia_110kV	316.00	1	70.37	1	64.42	1	70.99
Itahue_Alto_Jahuel_220kV	800.00	1	248.74	1	359.70	1	519.73
Lampa_Polpaico_220kV	620.00	1	451.46	-1	319.08	-1	255.67
Las_Palmas_Los_Vilos_220kV	446.00	1	146.33	1	113.35	-1	27.74
Las_Vegas_Quillota_110kV	366.00	1	63.99	1	105.71	1	116.97
Lo_Aguirre_Cerro_Navia_220kV	386.00	1	0.00	0	0.00	0	0.00
Lo_Aguirre_Cerro_Navia_220kV_2	3000.00	1	436.37	1	455.08	1	452.60
Lo_Aguirre_Polpaico_500kV	1400.00	1	259.93	1	251.79	1	1025.34
Los_Almendros_El_Salto_110kV_L1	316.00	1	151.29	1	184.63	1	200.79
Los_Vilos_Nogales_220kV	446.00	1	147.25	1	114.87	-1	25.47
Maitencillo_Cardones_500kV	3400.00	1	171.29	-1	63.58	1	148.79
Maitencillo_Punta_Colorada_220kV	460.00	1	195.45	1	93.67	1	13.51
Melipilla_Cerro_Navia_220kV	394.77	1	37.31	1	49.90	1	116.13
Melipilla_Lo_Aguirre_220kV	386.00	1	118.23	-1	84.81	1	63.63
Nogales_Polpaico_220kV	3000.00	1	510.73	1	300.73	1	266.30
Nueva_Charrua_Ancoa_500kV	3900.00	1	1530.06	1	1796.74	1	1975.66
Nueva_Charrua_Charrua_500kV	3900.00	1	979.41	-1	1147.14	-1	1261.50
Pan_de_Azucar_Las_Palmas_220kV	446.00	1	133.50	1	99.57	-1	42.96
Pan_de_Azucar_Maitencillo_500kV	3400.00	1	923.14	-1	477.81	1	262.86
Pan_de_Azucar_Polpaico_500kV	3400.00	1	1124.18	1	636.18	-1	498.02
Pangue_Charrua_220kV	242.73	1	60.96	1	119.40	1	159.57
Pangue_Trupan_220kV	242.73	1	39.18	1	90.91	1	119.17
Paposo_Diego_de_Almagro_220kV_L1	285.03	1	14.85	1	14.85	1	14.85
Paposo_Diego_de_Almagro_220kV_L2	285.03	1	14.85	1	14.85	1	14.85
Pichirropulli_Barro_Blanco_220kV	364.00	1	6.89	1	75.56	1	113.47
Pichirropulli_Puerto_Montt_220kV	580.00	1	4.41	1	28.94	1	51.90
Pichirropulli_Valdivia_220kV	364.00	1	11.84	-1	86.48	-1	147.02
Polpaico_ElSalto_220kV	1640.00	1	118.75	-1	131.89	-1	159.94
Puerto_Montt_Barro_Blanco_220kV	174.00	1	0.00	0	0.00	0	0.00
Puerto_Montt_Barro_Blanco_220kV_L1_2	348.00	1	12.65	-1	35.30	-1	72.94
Puerto_Montt_Barro_Blanco_220kV_L2	348.00	1	12.65	-1	35.30	-1	72.94
Puerto_Montt_Temuco_220kV_L2	332.00	1	37.77	1	10.51	1	20.96
Puerto_Montt_Valdivia_220kV	166.00	1	0.00	0	0.00	0	0.00
Puerto_Montt_Valdivia_220kV_2	332.00	1	3.06	-1	58.47	-1	102.92
Punta_Colorada_Pan_de_Azucar_220kV	460.00	1	196.65	1	97.66	1	18.34
Quillota_Polpaico_220kV	2000.00	1	477.88	-1	548.10	-1	466.39
Rapel_Melipilla_220kV	394.77	1	18.46	1	98.48	1	296.09
San_Luis_Quillota_220kV	2352.00	1	269.20	1	285.85	1	495.64
Temuco_Cautin_220kV_L1	332.00	1	79.23	-1	87.87	-1	101.25
Temuco_Cautin_220kV_L2	332.00	1	79.23	-1	87.87	-1	101.25
Temuco_Esperanza_220kV	224.80	1	12.19	1	15.62	1	72.12
Trupan_Charrua_220kV	517.47	1	105.36	1	177.60	1	242.12
Valdivia_Cautin_220kV_L1	332.00	1	43.95	1	52.45	1	96.80
Valdivia_Cautin_220kV_L2	332.00	1	95.10	1	113.47	1	209.43
Valdivia_Ciruelos_220kV	332.00	1	17.46	1	47.06	1	90.79

Los costos marginales se mantienen bajos producto del ingreso de las centrales de bajo costo de operación mencionadas anteriormente, y producto de lo robusto del sistema de transmisión, el sistema se encuentra acoplado.

Tabla 4.20. Costos marginales en las barras en el año 2022

Barra	Cmg Secca US\$/MWh	Cmg Normal US\$/MWh	Cmg Húmeda US\$/MWh	Barra	Cmg Secca US\$/MWh	Cmg Normal US\$/MWh	Cmg Húmeda US\$/MWh
B_A.Jahuel220	44.72	40.54	28.96	B_LasVegas110	44.15	42.13	61.00
B_A.Jahuel500	44.66	40.62	31.38	B_LoAguirre220	45.51	42.10	44.10
B_AguaSanta110	45.47	42.50	46.98	B_LoAguirre500	44.82	41.07	36.06
B_AguaSanta220	45.10	42.09	44.39	B_LosAlmendros110	44.11	38.71	3.04
B_AltoJahuel110	44.60	39.33	8.15	B_LosAlmendros220	43.96	38.52	0.00

Barra	Cmdg Seca US\$/MWh	Cmdg Normal US\$/MWh	Cmdg Húmeda US\$/MWh	Barra	Cmdg Seca US\$/MWh	Cmdg Normal US\$/MWh	Cmdg Húmeda US\$/MWh
B_Ancoa220	43.26	38.89	28.19	B_LosVilos220	43.78	40.77	38.66
B_Ancoa500	43.58	39.34	29.65	B_Maitencillo220	41.01	39.27	37.97
B_Antuco220	42.35	37.86	28.00	B_Maitencillo500	41.84	39.70	38.02
B_BarroBlanco220	41.25	37.48	26.54	B_Melipilla220	45.87	42.30	44.43
B_Canutillar220	40.63	37.24	27.02	B_Nogales220	44.44	41.25	38.93
B_Cardones220	42.26	39.98	38.14	B_NuevaCharrua220	42.73	38.39	28.55
B_Cardones500	41.83	39.72	38.09	B_NuevaCharrua500	42.75	38.43	28.68
B_CarreraPinto220	42.53	40.23	38.38	B_PanAzucar220	42.70	40.04	38.14
B_Cautin220	42.45	38.06	27.45	B_PandeAzucar500	42.64	40.08	37.89
B_CerroNavia110	45.80	45.34	99.55	B_Panguel220	42.42	37.85	28.00
B_CerroNavia220	45.78	42.43	45.71	B_Paposo220	42.34	40.06	38.21
B_Charrua220	42.72	38.38	28.54	B_Pichirropulli220	41.24	37.17	26.20
B_Charrua500	42.75	38.43	28.68	B_Polpaico220	44.72	41.36	39.16
B_Chena110	45.30	37.75	-34.88	B_Polpaico500	44.68	41.15	37.16
B_Chena220	45.27	41.19	31.42	B_PuertoMontt220	41.11	37.81	27.02
B_Ciruelos220	41.32	37.08	26.14	B_PuntaColorada	41.93	39.68	38.05
B_Colbun220	43.26	38.89	28.19	B_Quillota110	44.62	42.04	49.17
B_DAlmagro220	42.56	40.27	38.41	B_Quillota220	45.13	42.01	42.96
B_EISalto110	44.54	40.90	34.08	B_Rapel220	45.77	41.83	42.97
B_EISalto220	44.59	41.08	36.96	B_Rodeo220	44.78	40.61	29.36
B_Esperanza220	42.63	38.27	28.06	B_SanLuis220	45.14	42.03	43.12
B_Itahue220	43.64	39.10	27.88	B_Temuco220	42.53	38.14	27.51
B_Lampa220	45.32	41.97	42.79	B_Trupan220	42.47	38.01	28.15
B_LasPalmas220	43.37	40.48	38.44	B_Valdivia220	41.18	36.71	25.65

#### 4.1.10 Año 2023

En el año 2023 se presenta un aumento de la demanda máxima de un 3,74% respecto al año 2022, produciéndose este aumento en mayor medida en la zona norte del **SIC**, con un 6,4%. Ingresan al sistema 900 MW hidráulicos, de los cuales 860 MW corresponden a los Módulos 02 y 05 de Hidroaysén, 40 MW geotérmicos y 200 MW eólicos. Hidroaysén es conectado en la barra Lo Aguirre 500 kV en la zona centro del SIC.

La línea Lo Aguirre – Polpaico 500 kV de 1400 MVA se encuentra operando en su máximo en hidrología húmeda producto de la incorporación de los módulos de Hidroaysén, y la línea Alto Jahuel – Los Almendros 220 kV de 423 MVA sigue operando en su máximo en las hidrologías normal y húmeda y con una gran transferencia en hidrología seca.

Tabla 4.21. Flujos por las líneas de transmisión en el año 2023

Línea	Smáx MVA	Sentido	Sseca MVA	Sentido	Snormal MVA	Sentido	Shúmeda MVA
Agua_Santa_Quillota_110kV	800.00	-1	76.40	-1	80.16	-1	118.53
Agua_Santa_San_Luis_220kV	321.15	1	76.50	1	79.50	1	108.44
Alto_Jahuel_Chena_110kV	316.00	1	113.16	1	134.28	1	160.04
Alto_Jahuel_El_Rodeo_220kV	1320.00	1	580.80	1	664.91	1	701.46
Alto_Jahuel_Lo_Aguirre_500kV	1400.00	-1	73.48	1	406.76	1	1034.34
Alto_Jahuel_Los_Almendros_110kV	162.00	-1	15.73	-1	14.25	-1	57.66
Alto_Jahuel_Los_Almendros_220kV_L1	423.06	1	403.11	1	441.67	1	433.34
Alto_Jahuel_Polpaico_220kV	646.00	1	66.51	1	215.09	1	363.77
Alto_Jahuel_Polpaico_500kV	1400.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Alto_Jahuel_Polpaico_500kV_L2	1400.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L1	1400.00	1	396.28	1	525.23	1	677.32
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L2	1400.00	1	396.93	1	526.09	1	678.43
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L3	1400.00	1	396.93	1	526.09	1	678.43
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L4	1400.00	1	396.93	1	526.09	1	678.43
Ancoa_Itahue_220kV	944.00	1	257.43	1	242.90	1	266.38
Ancoa_Polpaico_500kV	1400.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Antuco_Charrua_220kV_L1	517.47	1	92.32	1	147.01	1	148.19
Antuco_Charrua_220kV_L2	517.47	1	92.32	1	147.01	1	148.19
Antuco_Trupan_220kV	517.47	1	66.19	1	86.78	1	89.26
Barro_Blanco_Valdivia_220kV	182.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Barro_Blanco_Valdivia_220kV_L2	364.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Canutillar_Puerto_Montt_220kV_1	197.38	1	50.01	1	66.53	1	66.30
Canutillar_Puerto_Montt_220kV_L2	197.38	1	50.01	1	66.53	1	66.30
Cardones_Diego_de_Almagro	290.00	1	17.50	1	17.50	1	17.50

Línea	Smáx MVA	Sentido	Sseca MVA	Sentido	Snormal MVA	Sentido	Shúmeda MVA
Cardones_Maitencillo_220kV	591.00	-1	288.15	-1	149.62	-1	69.90
Carrera_Pinto_Cardones_220kV	220.00	-1	29.05	-1	29.05	-1	29.05
Carrera_Pinto_Cardones_220kV_L2	220.00	-1	28.63	-1	28.63	-1	28.62
Cautin_Ciruelos_220kV	332.00	1	15.13	1	12.87	1	25.88
Cerro_Navia_Chena_220kV_L1	800.00	-1	484.54	-1	563.31	-1	604.96
Cerro_Navia_Lampa_220kV_L1	620.00	-1	399.91	-1	268.91	-1	208.75
Cerro_Navia_Las_Vegas_110kV	162.00	-1	47.23	-1	45.82	-1	68.15
Charrua_Ancoa_500_kV	2600.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Charrua_Cautin_220kV	1000.00	1	85.27	1	82.41	1	14.05
Charrua_Esperanza_220kV	224.80	1	35.03	1	34.12	1	6.20
Charrua_Nueva_Charrua_220kV	1000.00	1	406.89	1	519.56	1	566.94
Chena_Cerro_Navia_110kV	128.00	1	116.85	1	131.67	1	130.61
Chena_Los Almendros_110kV	1368.00	-1	133.69	-1	137.79	-1	139.57
Ciruelos_Pichirropulli_220kV	580.00	1	30.36	1	63.34	1	102.48
Colbun_Alto_Jahuel_200kV	640.00	1	256.43	1	330.64	1	424.29
Colbun_Ancoa_220kV	910.00	-1	107.83	-1	176.36	-1	168.96
Diego_de_Almagro_Carrera_Pinto_220kV	220.00	-1	7.88	-1	7.88	-1	7.88
Diego_de_Almagro_Carrera_Pinto_220kV_L2	220.00	-1	7.76	-1	7.76	-1	7.76
El_Rodeo_Chena_220kV	1320.00	1	579.62	1	663.86	1	700.86
El_Salto_Cerro_Navia_110kV	316.00	1	71.04	1	65.78	1	68.54
Itahue_Alto_Jahuel_220kV	800.00	1	239.45	1	352.01	1	473.55
Lampa_Polpaico_220kV	620.00	-1	435.77	-1	304.84	-1	236.20
Las_Palmas_Los_Vilos_220kV	446.00	1	135.14	1	96.82	-1	75.96
Las_Vegas_Quillota_110kV	366.00	1	85.58	1	110.38	1	118.68
Lo_Aguirre_Cerro_Navia_220kV	386.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Lo_Aguirre_Cerro_Navia_220kV_2	3000.00	1	512.11	1	529.57	1	533.00
Lo_Aguirre_Polpaico_500kV	1400.00	1	54.17	1	603.01	1	1409.81
Los_Almendros_El_Salto_110kV_L1	316.00	1	153.30	1	188.51	1	203.29
Los_Vilos_Nogales_220kV	446.00	1	145.39	1	107.53	-1	64.66
Maitencillo_Cardones_500kV	3400.00	-1	106.12	1	30.62	1	243.48
Maitencillo_Punta_Colorada_220kV	460.00	1	167.84	1	44.52	1	28.93
Melipilla_Cerro_Navia_220kV	394.77	1	36.95	1	55.49	1	125.44
Melipilla_Lo_Aguirre_220kV	386.00	-1	128.41	-1	95.99	1	72.40
Nogales_Polpaico_220kV	3000.00	1	497.20	1	232.79	1	252.03
Nueva_Charrua_Ancoa_500kV	3900.00	1	1249.90	1	1552.44	1	1897.25
Nueva_Charrua_Charrua_500kV	3900.00	-1	851.39	-1	1042.99	-1	1342.65
Pan_de_Azucar_Las_Palmas_220kV	446.00	1	121.92	1	82.68	-1	90.71
Pan_de_Azucar_Maitencillo_500kV	3400.00	-1	770.13	-1	229.90	1	414.95
Pan_de_Azucar_Polpaico_500kV	3400.00	1	953.39	1	363.59	-1	808.88
Pangue_Charrua_220kV	242.73	1	60.96	1	119.40	1	118.23
Pangue_Trupan_220kV	242.73	1	39.18	1	90.91	1	88.92
Paposo_Diego_de_Almagro_220kV_L1	285.03	1	14.85	1	14.85	1	14.85
Paposo_Diego_de_Almagro_220kV_L2	285.03	1	14.85	1	14.85	1	14.85
Pichirropulli_Barro_Blanco_220kV	364.00	1	14.73	1	72.65	1	84.39
Pichirropulli_Charrua_500kV	1500.00	1	130.35	1	136.97	1	367.60
Pichirropulli_Puerto_Montt_220kV	580.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Pichirropulli_Valdivia_220kV	364.00	-1	67.69	-1	150.97	-1	273.58
Polpaico_ElSalto_220kV	1640.00	-1	119.32	-1	127.52	-1	158.30
Puerto_Montt_Barro_Blanco_220kV	174.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Puerto_Montt_Barro_Blanco_220kV_L1_2	348.00	1	10.72	-1	31.05	-1	45.32
Puerto_Montt_Barro_Blanco_220kV_L2	348.00	1	10.72	-1	31.05	-1	45.32
Puerto_Montt_Pichirropulli_500kV	1500.00	1	45.43	-1	6.14	1	59.69
Puerto_Montt_Temuco_220kV_L2	332.00	1	7.53	-1	19.49	-1	22.42
Puerto_Montt_Valdivia_220kV	166.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Puerto_Montt_Valdivia_220kV_2	332.00	-1	14.82	-1	71.95	-1	110.83
Punta_Colorada_Pan_de_Azucar_220kV	460.00	1	169.98	1	49.17	1	33.69
Quillota_Polpaico_220kV	2000.00	-1	588.58	-1	582.33	-1	483.42
Rapel_Melipilla_220kV	394.77	1	16.00	1	96.02	1	293.60
San_Luis_Quillota_220kV	2352.00	1	272.79	1	324.61	1	496.52
Temuco_Cautin_220kV_L1	332.00	-1	77.62	-1	84.81	-1	88.34
Temuco_Cautin_220kV_L2	332.00	-1	77.62	-1	84.81	-1	88.34
Temuco_Esperanza_220kV	224.80	-1	34.88	-1	33.97	-1	6.17
Trupan_Charrua_220kV	517.47	1	105.36	1	177.60	1	178.10
Valdivia_Cautin_220kV_L1	332.00	1	17.71	1	23.91	1	48.32
Valdivia_Cautin_220kV_L2	332.00	1	38.31	1	51.73	1	104.54
Valdivia_Ciruelos_220kV	332.00	1	22.66	1	54.21	1	110.36

Debido a la gran cantidad de centrales con bajo costo de combustible que se consideró que entraron en operación, se observa una baja en los costos marginales pero no tan significativos, debido a que en su entrada, los costos ya eran bajos.

Tabla 4.22. Costos marginales en las barras en el año 2023

Barra	Cmdg Seca US\$/MWh	Cmdg Normal US\$/MWh	Cmdg Húmeda US\$/MWh	Barra	Cmdg Seca US\$/MWh	Cmdg Normal US\$/MWh	Cmdg Húmeda US\$/MWh
B_A.Jahuel220	43.21	39.33	28.31	B_LoAguirre220	43.91	41.60	43.17
B_A.Jahuel500	43.15	39.57	30.97	B_LoAguirre500	43.20	40.10	34.21

Barra	Cmg Secca US\$/MWh	Cmg Normal US\$/MWh	Cmg Húmeda US\$/MWh	Barra	Cmg Secca US\$/MWh	Cmg Normal US\$/MWh	Cmg Húmeda US\$/MWh
B_AguaSanta110	44.03	42.26	46.40	B_LosAlmendros110	42.60	36.79	2.44
B_AguaSanta220	43.73	41.73	43.79	B_LosAlmendros220	42.47	37.16	0.00
B_AltoJahuel110	43.08	37.19	7.33	B_LosVilos220	42.35	40.22	38.14
B_Ancoa220	41.91	37.91	28.00	B_Maitencillo220	40.09	39.27	37.83
B_Ancoa500	42.25	38.43	29.41	B_Maitencillo500	40.83	39.57	37.94
B_Antuco220	41.17	37.05	28.00	B_Melipilla220	44.28	41.86	43.60
B_BarroBlanco220	41.63	37.83	28.18	B_Nogales220	42.97	40.68	38.25
B_Canutiliar220	41.04	37.49	28.00	B_NuevaCharrua220	41.54	37.57	28.40
B_Cardones220	41.27	39.84	38.14	B_NuevaCharrua500	41.61	37.67	28.53
B_Cardones500	40.85	39.62	38.06	B_PanAzucar220	41.50	39.65	38.07
B_CarreraPinto220	41.59	40.16	38.43	B_PandeAzucar500	41.48	39.74	37.71
B_Cautin220	41.92	37.70	28.07	B_Pangue220	41.23	37.04	28.00
B_CerroNavia110	44.22	47.75	99.55	B_Paposo220	41.46	40.03	38.31
B_CerroNavia220	44.20	42.04	44.96	B_Pichirropulli220	41.57	37.58	28.04
B_Charrua220	41.54	37.56	28.39	B_Pichirropulli500	41.50	37.60	28.15
B_Charrua500	41.61	37.67	28.52	B_Polpaico220	43.23	40.72	38.48
B_Chena110	43.75	33.48	-36.25	B_Polpaico500	43.16	40.34	36.41
B_Chena220	43.73	40.11	30.66	B_PuertoMontt220	41.50	38.06	28.43
B_Ciruelos220	41.46	37.30	27.65	B_PuertoMontt500	41.45	37.85	28.24
B_Colbun220	41.91	37.91	28.00	B_PuntaColorada	40.85	39.46	37.94
B_DAlmagro220	41.68	40.24	38.51	B_Quillota110	43.40	41.98	48.64
B_EISalto110	43.03	40.30	33.65	B_Quillota220	43.74	41.58	42.34
B_EISalto220	43.09	40.46	36.38	B_Rapel220	44.20	41.41	42.20
B_Esperanza220	41.75	37.66	28.27	B_Rodeo220	43.26	39.42	28.69
B_Itahue220	42.27	38.08	27.61	B_SanLuis220	43.75	41.60	42.50
B_Lampa220	43.78	41.47	42.07	B_Temuco220	42.00	37.77	28.12
B_LasPalmas220	42.01	39.98	38.07	B_Trupan220	41.28	37.20	28.12
B_LasVegas110	42.91	42.72	60.66	B_Valdivia220	41.27	36.87	26.98

#### 4.1.11 Año 2024

En el año 2024 se presenta un aumento de la demanda máxima de un 2,31% respecto al año 2023, produciéndose este aumento en mayor medida en la zona sur del **SIC**, con un 3,46%. Ingresan al sistema 1890 MW hidráulicos, correspondientes a los Módulos 01, 02 y 03 de Hidroaysén, y 360 MW térmicos, correspondientes a la entrada en operación de Candelaria como ciclo combinados.

La línea Lo Aguirre – Polpaico 500 kV de 1400 MVA se encuentra operando en su máximo, además de en hidrología húmeda, en hidrología normal, producto de la incorporación de los nuevos módulos de Hidroaysén, y la línea Alto Jahuel – Los Almendros 220 kV de 423 MVA sigue operando en su máximo en las hidrologías normal y húmeda y con una gran transferencia en hidrología seca.

Tabla 4.23. Flujos por las líneas de transmisión en el año 2024

Línea	Smáx MVA	Sentido	Ssecca MVA	Sentido	Snormal MVA	Sentido	Shúmeda MVA
Agua_Santa_Quillota_110kV	800.00	-1	33.53	-1	75.33	-1	44.64
Agua_Santa_San_Luis_220kV	321.15	1	37.82	1	78.59	1	59.09
Alto_Jahuel_Chena_110kV	316.00	1	138.74	1	146.83	1	150.13
Alto_Jahuel_El_Rodeo_220kV	1320.00	1	637.03	1	676.85	1	600.92
Alto_Jahuel_Lo_Aguirre_500kV	1400.00	-1	551.74	-1	400.48	-1	606.81
Alto_Jahuel_Los_Almendros_110kV	162.00	-1	21.52	-1	27.15	-1	56.22
Alto_Jahuel_Los_Almendros_220kV_L1	423.06	1	395.58	1	432.97	1	434.66
Alto_Jahuel_Polpaico_220kV	646.00	1	179.08	1	281.97	1	275.35
Alto_Jahuel_Polpaico_500kV	1400.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Alto_Jahuel_Polpaico_500kV_L2	1400.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L1	1400.00	1	340.16	1	385.76	1	282.54
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L2	1400.00	1	340.71	1	386.39	1	282.99
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L3	1400.00	1	340.71	1	386.39	1	282.99
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L4	1400.00	1	340.71	1	386.39	1	282.99
Ancoa_Itahue_220kV	944.00	1	272.71	1	227.05	1	86.72
Ancoa_Polpaico_500kV	1400.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Antuco_Charrua_220kV_L1	517.47	1	92.32	1	130.68	1	97.89
Antuco_Charrua_220kV_L2	517.47	1	92.32	1	130.68	1	97.89
Antuco_Trupan_220kV	517.47	1	66.19	1	79.44	1	109.16
Barro_Blanco_Valdivia_220kV	182.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Barro_Blanco_Valdivia_220kV_L2	364.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Canutiliar_Puerto_Montt_220kV_1	197.38	1	50.01	1	66.51	1	22.48

Línea	Smáx MVA	Sentido	Sseca MVA	Sentido	Snormal MVA	Sentido	Shúmeda MVA
Canutillar_Puerto_Montt_220kV_L2	197.38	1	50.01	1	66.51	1	22.48
Cardones_Diego_de_Almagro	290.00	1	18.95	1	18.95	1	18.95
Cardones_Maitencillo_220kV	591.00	-1	141.26	-1	71.34	-1	92.49
Carrera_Pinto_Cardones_220kV	220.00	-1	30.73	-1	30.73	-1	30.73
Carrera_Pinto_Cardones_220kV_L2	220.00	-1	30.27	-1	30.27	-1	30.27
Cautin_Ciruelos_220kV	332.00	1	12.52	1	22.24	1	43.79
Cerro_Navia_Chena_220kV_L1	800.00	-1	517.67	-1	561.43	-1	489.03
Cerro_Navia_Lampa_220kV_L1	620.00	-1	277.91	-1	176.54	-1	81.56
Cerro_Navia_Las_Vegas_110kV	162.00	-1	18.92	-1	35.62	-1	17.20
Charrua_Ancoa_500_kV	2600.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Charrua_Cautin_220kV	1000.00	1	111.48	1	62.39	-1	43.57
Charrua_Esperanza_220kV	224.80	1	45.33	1	26.51	-1	14.96
Charrua_Nueva_Charrua_220kV	1000.00	1	372.74	1	317.48	1	142.38
Chena_Cerro_Navia_110kV	128.00	1	131.50	1	131.53	1	131.32
Chena_Los_Almendros_110kV	1368.00	-1	128.59	-1	133.24	-1	138.25
Ciruelos_Pichirropulli_220kV	580.00	1	28.70	1	50.63	1	77.72
Colbun_Alto_Jahuel_200kV	640.00	1	257.03	1	317.52	1	300.48
Colbun_Ancoa_220kV	910.00	-1	202.35	-1	161.02	1	133.00
Diego_de_Almagro_Carrera_Pinto_220kV	220.00	-1	9.08	-1	9.07	-1	9.08
Diego_de_Almagro_Carrera_Pinto_220kV_L2	220.00	-1	8.94	-1	8.94	-1	8.94
El_Rodeo_Chena_220kV	1320.00	1	635.75	1	675.55	1	600.08
El_Salto_Cerro_Navia_110kV	316.00	1	68.63	1	62.37	1	64.54
Itahue_Alto_Jahuel_220kV	800.00	1	235.69	1	340.10	1	380.31
Lampa_Polpaico_220kV	620.00	-1	314.61	-1	210.39	-1	114.85
Las_Palmas_Los_Vilos_220kV	446.00	1	104.06	1	39.43	1	47.40
Las_Vegas_Quillota_110kV	366.00	1	132.76	1	122.77	1	176.12
Lo_Aguirre_Cerro_Navia_220kV	386.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Lo_Aguirre_Cerro_Navia_220kV_2	3000.00	1	664.47	1	680.86	1	755.45
Lo_Aguirre_Polpaico_500kV	1400.00	1	974.88	1	1440.05	1	1407.26
Los_Almendros_El_Salto_110kV_L1	316.00	1	175.40	1	198.85	1	178.03
Los_Vilos_Nogales_220kV	446.00	1	112.99	1	49.09	1	57.11
Maitencillo_Cardones_500kV	3400.00	1	54.65	1	129.84	1	112.74
Maitencillo_Punta_Colorada_220kV	460.00	1	35.88	1	33.53	1	57.89
Melipilla_Cerro_Navia_220kV	394.77	1	42.10	1	62.23	1	160.89
Melipilla_Lo_Aguirre_220kV	386.00	-1	148.45	-1	104.24	1	119.21
Nogales_Polpaico_220kV	3000.00	1	224.54	-1	200.91	-1	156.03
Nueva_Charrua_Ancoa_500kV	3900.00	1	1047.67	1	964.18	1	612.47
Nueva_Charrua_Charrua_500kV	3900.00	-1	685.25	-1	653.07	-1	472.99
Pan_de_Azucar_Las_Palmas_220kV	446.00	1	90.00	1	24.73	1	33.64
Pan_de_Azucar_Maitencillo_500kV	3400.00	-1	162.60	1	166.16	1	139.96
Pan_de_Azucar_Polpaico_500kV	3400.00	1	273.30	-1	375.08	-1	315.50
Pangue_Charrua_220kV	242.73	1	60.96	1	103.35	1	18.03
Pangue_Trupan_220kV	242.73	1	39.18	1	77.25	-1	17.98
Paposo_Diego_de_Almagro_220kV_L1	285.03	1	14.85	1	14.85	1	14.85
Paposo_Diego_de_Almagro_220kV_L2	285.03	1	14.85	1	14.85	1	14.85
Pichirropulli_Barro_Blanco_220kV	364.00	1	56.71	1	77.98	1	97.27
Pichirropulli_Charrua_500kV	1500.00	1	33.02	1	81.65	1	201.44
Pichirropulli_Puerto_Montt_220kV	580.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Pichirropulli_Valdivia_220kV	364.00	-1	59.81	-1	132.26	-1	232.72
Polpaico_ElSalto_220kV	1640.00	-1	118.15	-1	134.07	-1	170.75
Puerto_Montt_Barro_Blanco_220kV	174.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Puerto_Montt_Barro_Blanco_220kV_L1_2	348.00	-1	8.68	-1	31.41	-1	58.30
Puerto_Montt_Barro_Blanco_220kV_L2	348.00	-1	8.68	-1	31.41	-1	58.30
Puerto_Montt_Pichirropulli_500kV	1500.00	-1	24.95	-1	26.00	-1	14.99
Puerto_Montt_Temuco_220kV_L2	332.00	-1	5.23	-1	12.32	-1	13.44
Puerto_Montt_Valdivia_220kV	166.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Puerto_Montt_Valdivia_220kV_2	332.00	-1	32.76	-1	68.50	-1	112.80
Punta_Colorada_Pan_de_Azucar_220kV	460.00	1	40.59	1	38.25	1	62.25
Quillota_Polpaico_220kV	2000.00	-1	791.62	-1	614.37	-1	738.91
Rapel_Melipilla_220kV	394.77	1	14.10	1	94.12	1	296.65
San_Luis_Quillota_220kV	2352.00	1	357.30	1	250.22	1	247.15
Temuco_Cautin_220kV_L1	332.00	-1	84.05	-1	90.08	-1	97.01
Temuco_Cautin_220kV_L2	332.00	-1	84.05	-1	90.08	-1	97.01
Temuco_Esperanza_220kV	224.80	-1	45.15	-1	26.40	1	14.88
Trupan_Charrua_220kV	517.47	1	105.36	1	156.65	1	91.22
Valdivia_Cautin_220kV_L1	332.00	1	14.55	1	30.72	1	60.43
Valdivia_Cautin_220kV_L2	332.00	1	31.49	1	66.46	1	130.76
Valdivia_Ciruelos_220kV	332.00	1	18.39	1	51.95	1	101.50

Los costos marginales disminuyen en la operación durante las tres hidrologías, debido a la fuerte entrada de Hidroaysén.

Tabla 4.24. Costos marginales en las barras en el año 2024

Barra	Cmdg Seca US\$/MWh	Cmdg Normal US\$/MWh	Cmdg Húmeda US\$/MWh	Barra	Cmdg Seca US\$/MWh	Cmdg Normal US\$/MWh	Cmdg Húmeda US\$/MWh
B_A.Jahuel220	38.73	28.84	29.67	B_LoAguirre220	40.64	37.02	33.44
B_A.Jahuel500	38.97	29.48	28.77	B_LoAguirre500	39.19	30.21	28.01

Barra	CMg Seca US\$/MWh	CMg Normal US\$/MWh	CMg Húmeda US\$/MWh	Barra	CMg Seca US\$/MWh	CMg Normal US\$/MWh	CMg Húmeda US\$/MWh
B_AguaSanta110	41.45	40.99	37.48	B_LosAlmendros110	36.85	21.27	12.96
B_AguaSanta220	41.09	39.67	36.75	B_LosAlmendros220	37.55	25.47	0.00
B_AltoJahuel110	36.97	19.99	21.41	B_LosVilos220	39.47	37.23	36.00
B_Ancoa220	37.80	28.17	28.00	B_Maitencillo220	38.69	38.14	38.14
B_Ancoa500	38.24	28.77	28.24	B_Maitencillo500	38.96	38.33	38.43
B_Antuco220	37.36	28.00	27.73	B_Melipilla220	41.08	37.70	33.66
B_BarroBlanco220	38.09	28.50	27.81	B_Nogales220	39.89	37.00	35.28
B_Canutiliar220	37.72	28.25	28.00	B_NuevaCharrua220	37.69	28.34	28.00
B_Cardones220	39.22	38.47	38.58	B_NuevaCharrua500	37.76	28.39	28.01
B_Cardones500	39.02	38.40	38.49	B_PanAzucar220	38.95	38.14	38.14
B_CarreraPinto220	39.55	38.78	38.91	B_PandeAzucar500	39.08	38.27	38.45
B_Cautin220	38.16	28.48	27.78	B_Pangue220	37.41	28.00	27.94
B_CerroNavia110	45.94	65.74	50.03	B_Paposo220	39.44	38.68	38.79
B_CerroNavia220	41.10	38.45	34.60	B_Pichirropulli220	37.88	28.30	27.59
B_Charrua220	37.68	28.34	28.00	B_Pichirropulli500	37.84	28.35	27.77
B_Charrua500	37.75	28.39	28.01	B_Polpaico220	39.92	36.72	34.83
B_Chena110	33.95	0.00	7.39	B_Polpaico500	39.52	37.95	38.38
B_Chena220	39.45	30.98	30.02	B_PuertoMontt220	38.14	28.67	28.14
B_Ciruelos220	37.78	28.11	27.25	B_PuertoMontt500	38.03	28.54	27.98
B_Colbun220	37.80	28.17	28.00	B_PuntaColorada	38.81	38.12	38.12
B_DAlmagro220	39.64	38.88	39.00	B_Quillota110	41.54	41.98	38.03
B_ElSalto110	39.66	35.09	26.69	B_Quillota220	40.93	38.92	36.34
B_ElSalto220	39.74	35.91	31.31	B_Rapel220	41.02	37.31	32.58
B_Esperanza220	37.94	28.43	27.93	B_Rodeo220	38.82	29.20	29.70
B_Itahue220	38.07	28.15	28.04	B_SanLuis220	40.95	39.00	36.38
B_Lampa220	40.59	37.69	34.72	B_Temuco220	38.24	28.54	27.84
B_LasPalmas220	39.25	37.48	36.65	B_Trupan220	37.46	28.10	27.83
B_LasVegas110	42.14	47.46	40.47	B_Valdivia220	37.64	27.79	26.65

#### 4.1.12 Año 2025

En el año 2025 se presenta un aumento de la demanda máxima de un 2,26% respecto al año 2024, produciéndose este aumento en mayor medida en la zona sur del **SIC**, con un 3,47%. No se proyecta el ingreso de nuevas centrales durante este año.

La línea Lo Aguirre – Polpaico 500 kV de 1400 MVA sigue operando en su máximo en hidrología normal y húmeda, y la línea Alto Jahuel – Los Almendros 220 kV de 423 MVA sigue operando en su máximo en las hidrologías normal y húmeda y con una gran transferencia en hidrología seca.

Tabla 4.25. Flujos por las líneas de transmisión en el año 2025

Línea	Smáx MVA	Sentido	Sseca MVA	Sentido	Snormal MVA	Sentido	Shúmeda MVA
Agua_Santa_Quillota_110kV	800.00	1	41.77	-1	66.39	-1	45.17
Agua_Santa_San_Luis_220kV	321.15	1	45.16	1	69.54	1	55.65
Alto_Jahuel_Chena_110kV	316.00	1	133.72	1	145.44	1	148.50
Alto_Jahuel_El_Rodeo_220kV	1320.00	1	643.48	1	671.92	1	608.16
Alto_Jahuel_Lo_Aguirre_500kV	1400.00	1	552.76	-1	408.43	-1	588.20
Alto_Jahuel_Los_Almendros_110kV	162.00	1	13.76	-1	27.23	-1	46.85
Alto_Jahuel_Los_Almendros_220kV_L1	423.06	1	394.06	1	434.27	1	435.86
Alto_Jahuel_Polpaico_220kV	646.00	1	173.46	1	249.79	1	274.53
Alto_Jahuel_Polpaico_500kV	1400.00	1	0.00	0	0.00	0	0.00
Alto_Jahuel_Polpaico_500kV_L2	1400.00	1	0.00	0	0.00	0	0.00
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L1	1400.00	1	352.96	1	387.54	1	306.46
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L2	1400.00	1	353.54	1	388.17	1	306.96
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L3	1400.00	1	353.54	1	388.17	1	306.96
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L4	1400.00	1	353.54	1	388.17	1	306.96
Ancoa_Itahue_220kV	944.00	1	286.35	1	238.23	1	104.21
Ancoa_Polpaico_500kV	1400.00	1	0.00	0	0.00	0	0.00
Antuco_Charrua_220kV_L1	517.47	1	92.32	1	147.01	1	97.89
Antuco_Charrua_220kV_L2	517.47	1	92.32	1	147.01	1	97.89
Antuco_Trupan_220kV	517.47	1	66.19	1	86.78	1	109.16
Barro_Blanco_Valdivia_220kV	182.00	1	0.00	0	0.00	0	0.00
Barro_Blanco_Valdivia_220kV_L2	364.00	1	0.00	0	0.00	0	0.00
Canutiliar_Puerto_Montt_220kV_1	197.38	1	50.02	1	66.53	1	27.66
Canutiliar_Puerto_Montt_220kV_L2	197.38	1	50.02	1	66.53	1	27.66
Cardones_Diego_de_Almagro	290.00	1	20.77	1	20.77	1	20.78
Cardones_Maitencillo_220kV	591.00	1	162.95	-1	67.85	-1	104.77
Carrera_Pinto_Cardones_220kV	220.00	1	32.84	-1	32.83	-1	32.84
Carrera_Pinto_Cardones_220kV_L2	220.00	1	32.35	-1	32.35	-1	32.35

Línea	Smáx MVA	Sentido	Sseca MVA	Sentido	Snormal MVA	Sentido	Shúmeda MVA
Cautin_Ciruelos_220kV	332.00	1	17.39	1	21.99	1	41.56
Cerro_Navia_Chena_220kV_L1	800.00	1	523.36	-1	552.60	-1	490.89
Cerro_Navia_Lampa_220kV_L1	620.00	1	286.20	-1	229.86	-1	124.73
Cerro_Navia_Las_Vegas_110kV	162.00	1	17.19	-1	32.20	-1	26.05
Charrua_Ancoa_500_kV	2600.00	1	0.00	0	0.00	0	0.00
Charrua_Cautin_220kV	1000.00	1	95.85	1	72.07	-1	30.77
Charrua_Esperanza_220kV	224.80	1	39.34	1	30.36	-1	10.37
Charrua_Nueva_Charrua_220kV	1000.00	1	370.30	1	330.20	1	189.85
Chena_Cerro_Navia_110kV	128.00	1	131.73	1	131.35	1	131.23
Chena_Los Almendros_110kV	1368.00	1	130.05	-1	135.02	-1	135.47
Ciruelos_Pichirropulli_220kV	580.00	1	24.98	1	49.51	1	79.07
Colbun_Alto_Jahuel_200kV	640.00	1	258.58	1	315.97	1	292.63
Colbun_Ancoa_220kV	910.00	1	176.45	-1	285.24	1	79.48
Diego_de_Almagro_Carrera_Pinto_220kV	220.00	1	10.59	-1	10.59	-1	10.59
Diego_de_Almagro_Carrera_Pinto_220kV_L2	220.00	1	10.43	-1	10.43	-1	10.44
El_Rodeo_Chena_220kV	1320.00	1	642.19	1	670.57	1	607.32
El_Salto_Cerro_Navia_110kV	316.00	1	67.50	1	66.46	1	65.07
Itahue_Alto_Jahuel_220kV	800.00	1	230.97	1	333.01	1	361.45
Lampa_Polpaico_220kV	620.00	1	323.49	-1	265.92	-1	156.76
Las_Palmas_Los_Vilos_220kV	446.00	1	108.01	1	12.79	1	58.96
Las_Vegas_Quillota_110kV	366.00	1	126.33	1	129.24	1	175.92
Lo_Aguirre_Cerro_Navia_220kV	386.00	1	0.00	0	0.00	0	0.00
Lo_Aguirre_Cerro_Navia_220kV_2	3000.00	1	674.26	1	675.56	1	768.64
Lo_Aguirre_Polpaico_500kV	1400.00	1	959.13	1	1439.59	1	1412.70
Los_Almendros_El_Salto_110kV_L1	316.00	1	173.64	1	196.67	1	187.66
Los_Vilos_Nogales_220kV	446.00	1	114.67	1	19.83	1	67.45
Maitencillo_Cardones_500kV	3400.00	1	55.86	1	151.51	1	118.63
Maitencillo_Punta_Colorada_220kV	460.00	1	49.25	1	18.39	1	49.85
Melipilla_Cerro_Navia_220kV	394.77	1	41.57	1	51.24	1	158.26
Melipilla_Lo_Aguirre_220kV	386.00	1	151.93	-1	95.91	1	114.55
Nogales_Polpaico_220kV	3000.00	1	216.09	1	159.60	-1	187.70
Nueva_Charrua_Ancoa_500kV	3900.00	1	1115.11	1	983.17	1	744.21
Nueva_Charrua_Charrua_500kV	3900.00	1	753.34	-1	659.66	-1	557.42
Pan_de_Azucar_Las_Palmas_220kV	446.00	1	94.02	-1	4.72	1	43.82
Pan_de_Azucar_Maitencillo_500kV	3400.00	1	197.82	1	219.78	1	126.43
Pan_de_Azucar_Polpaico_500kV	3400.00	1	300.09	-1	426.53	-1	280.20
Pangue_Charrua_220kV	242.73	1	60.96	1	119.40	1	18.03
Pangue_Trupan_220kV	242.73	1	39.18	1	90.91	-1	17.98
Paposo_Diego_de_Almagro_220kV_L1	285.03	1	14.85	1	14.85	1	14.85
Paposo_Diego_de_Almagro_220kV_L2	285.03	1	14.85	1	14.85	1	14.85
Pichirropulli_Barro_Blanco_220kV	364.00	1	23.29	1	81.18	1	100.04
Pichirropulli_Charrua_500kV	1500.00	1	90.74	1	66.70	1	203.30
Pichirropulli_Puerto_Montt_220kV	580.00	1	0.00	0	0.00	0	0.00
Pichirropulli_Valdivia_220kV	364.00	1	57.45	-1	129.05	-1	234.25
Polpaico_ElSalto_220kV	1640.00	1	121.94	-1	123.98	-1	153.25
Puerto_Montt_Barro_Blanco_220kV	174.00	1	0.00	0	0.00	0	0.00
Puerto_Montt_Barro_Blanco_220kV_L1_2	348.00	1	9.96	-1	31.75	-1	57.17
Puerto_Montt_Barro_Blanco_220kV_L2	348.00	1	9.96	-1	31.75	-1	57.17
Puerto_Montt_Pichirropulli_500kV	1500.00	1	29.32	-1	32.15	-1	14.45
Puerto_Montt_Temuco_220kV_L2	332.00	1	8.73	-1	12.62	-1	14.97
Puerto_Montt_Valdivia_220kV	166.00	1	0.00	0	0.00	0	0.00
Puerto_Montt_Valdivia_220kV_2	332.00	1	14.61	-1	68.72	-1	113.09
Punta_Colorada_Pan_de_Azucar_220kV	460.00	1	53.61	1	23.19	1	54.34
Quillota_Polpaico_220kV	2000.00	1	773.51	-1	673.86	-1	766.77
Rapel_Melipilla_220kV	394.77	1	12.34	1	92.36	1	293.48
San_Luis_Quillota_220kV	2352.00	1	346.10	1	301.72	1	338.71
Temuco_Cautin_220kV_L1	332.00	1	85.68	-1	93.95	-1	100.32
Temuco_Cautin_220kV_L2	332.00	1	85.68	-1	93.95	-1	100.32
Temuco_Esperanza_220kV	224.80	1	39.16	-1	30.22	1	10.32
Trupan_Charrua_220kV	517.47	1	105.36	1	177.60	1	91.22
Valdivia_Cautin_220kV_L1	332.00	1	18.82	1	30.19	1	58.63
Valdivia_Cautin_220kV_L2	332.00	1	40.72	1	65.32	1	126.86
Valdivia_Ciruelos_220kV	332.00	1	20.01	1	50.50	1	101.47

Producto de la no incorporación de nuevas centrales y la necesidad de satisfacer el aumento de la demanda, se observa un leve crecimiento en los costos marginales en las barras.

Tabla 4.26. Costos marginales en las barras en el año 2025

Barra	Comg Seca US\$/MWh	Comg Normal US\$/MWh	Comg Húmeda US\$/MWh	Barra	Comg Seca US\$/MWh	Comg Normal US\$/MWh	Comg Húmeda US\$/MWh
B_A.Jahuel220	39.61	31.97	29.44	B_LoAguirre220	41.28	38.55	34.73
B_A.Jahuel500	39.79	32.77	28.93	B_LoAguirre500	39.95	33.62	28.58
B_AguaSanta110	42.02	41.19	38.89	B_LosAlmendros110	38.00	25.59	11.51
B_AguaSanta220	41.68	40.09	37.93	B_LosAlmendros220	38.53	29.04	0.00
B_AltoJahuel110	38.18	24.78	19.45	B_LosVilos220	40.17	37.64	36.42

Barra	Cmdg Seca US\$/MWh	Cmdg Normal US\$/MWh	Cmdg Húmeda US\$/MWh	Barra	Cmdg Seca US\$/MWh	Cmdg Normal US\$/MWh	Cmdg Húmeda US\$/MWh
B_Ancoa220	38.61	31.34	28.00	B_Maitencillo220	39.27	38.14	38.14
B_Ancoa500	39.02	32.00	28.33	B_Maitencillo500	39.60	38.28	38.43
B_Antuco220	38.10	31.11	27.73	B_Melipilla220	41.73	39.10	35.00
B_BarroBlanco220	38.60	31.76	27.85	B_Nogales220	40.59	37.56	35.87
B_Canutillar220	38.06	31.48	28.00	B_NuevaCharrua220	38.44	31.54	28.00
B_Cardones220	39.91	38.44	38.61	B_NuevaCharrua500	38.50	31.59	28.03
B_Cardones500	39.67	38.36	38.50	B_PanAzucar220	39.64	38.14	38.14
B_CarreraPinto220	40.26	38.78	38.96	B_PandeAzucar500	39.75	38.16	38.44
B_Cautin220	38.90	31.73	27.81	B_Pangue220	38.16	31.09	27.94
B_CerroNavia110	45.60	61.44	56.87	B_Paposo220	40.16	38.68	38.86
B_CerroNavia220	41.73	39.65	36.02	B_Pichirropulli220	38.51	31.52	27.62
B_Charrua220	38.44	31.53	28.00	B_Pichirropulli500	38.45	31.57	27.79
B_Charrua500	38.50	31.59	28.03	B_Polpaico220	40.61	37.54	35.46
B_Chena110	35.93	8.84	1.35	B_Polpaico500	40.26	37.66	38.41
B_Chena220	40.31	33.66	30.10	B_PuertoMontt220	38.49	31.95	28.18
B_Ciruelos220	38.43	31.32	27.29	B_PuertoMontt500	38.44	31.80	28.00
B_Colbun220	38.61	31.34	28.00	B_PuntaColorada	39.46	38.12	38.12
B_DAlmagro220	40.38	38.88	39.07	B_Quillota110	41.98	41.98	39.76
B_EISalto110	40.35	36.63	27.71	B_Quillota220	41.55	39.48	37.36
B_EISalto220	40.43	37.05	32.13	B_Rapel220	41.67	38.70	33.88
B_Esperanza220	38.69	31.66	27.94	B_Rodeo220	39.70	32.24	29.52
B_Itahue220	38.93	31.33	28.00	B_SanLuis220	41.57	39.55	37.42
B_Lampa220	41.24	38.72	35.79	B_Temuco220	38.98	31.80	27.87
B_LasPalmas220	39.94	37.76	36.93	B_Trupan220	38.21	31.23	27.84
B_LasVegas110	42.35	46.34	43.49	B_Valdivia220	38.28	30.97	26.68

#### 4.1.13 Año 2026

En el año 2026 se presenta un aumento de la demanda máxima de un 4,16% respecto al año 2025, produciéndose este aumento en mayor medida en la zona norte del **SIC**, con un 12,19%. No se proyecta el ingreso de nuevas centrales durante este año.

La línea Lo Aguirre – Polpaico 500 kV de 1400 MVA sigue operando en su máximo en hidrología normal y húmeda, y la línea Alto Jahuel – Los Almendros 220 kV de 423 MVA sigue operando en su máximo en las hidrologías normal y húmeda y con una gran transferencia en hidrología seca.

Tabla 4.27. Flujos por las líneas de transmisión en el año 2026

Línea	Smáx MVA	Sentido	Sseca MVA	Sentido	Snormal MVA	Sentido	Shúmeda MVA
Agua_Santa_Quillota_110kV	800.00	-1	46.70	-1	61.24	-1	45.17
Agua_Santa_San_Luis_220kV	321.15	1	49.15	1	63.37	1	55.65
Alto_Jahuel_Chena_110kV	316.00	1	125.33	1	144.81	1	148.50
Alto_Jahuel_El_Rodeo_220kV	1320.00	1	639.03	1	669.39	1	608.16
Alto_Jahuel_Lo_Aguirre_500kV	1400.00	-1	648.42	-1	480.66	-1	588.20
Alto_Jahuel_Los_Almendros_110kV	162.00	-1	8.13	-1	27.93	-1	46.85
Alto_Jahuel_Los_Almendros_220kV_L1	423.06	1	390.47	1	436.65	1	435.86
Alto_Jahuel_Polpaico_220kV	646.00	1	158.06	1	233.81	1	274.53
Alto_Jahuel_Polpaico_500kV	1400.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Alto_Jahuel_Polpaico_500kV_L2	1400.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L1	1400.00	1	336.92	1	371.06	1	306.46
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L2	1400.00	1	337.47	1	371.67	1	306.96
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L3	1400.00	1	337.47	1	371.67	1	306.96
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L4	1400.00	1	337.47	1	371.67	1	306.96
Ancoa_Itahue_220kV	944.00	1	294.94	1	247.68	1	104.21
Ancoa_Polpaico_500kV	1400.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Antuco_Charrua_220kV_L1	517.47	1	92.32	1	147.01	1	97.89
Antuco_Charrua_220kV_L2	517.47	1	92.32	1	147.01	1	97.89
Antuco_Trupan_220kV	517.47	1	66.19	1	86.78	1	109.16
Barro_Blanco_Valdivia_220kV	182.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Barro_Blanco_Valdivia_220kV_L2	364.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Canutillar_Puerto_Montt_220kV_L1	197.38	1	50.00	1	66.53	1	27.66
Canutillar_Puerto_Montt_220kV_L2	197.38	1	50.00	1	66.53	1	27.66
Cardones_Diego_de_Almagro	290.00	1	30.80	1	30.80	1	20.78
Cardones_Maitencillo_220kV	591.00	-1	280.98	-1	139.10	-1	104.77
Carrera_Pinto_Cardones_220kV	220.00	-1	44.42	-1	44.42	-1	32.84
Carrera_Pinto_Cardones_220kV_L2	220.00	-1	43.76	-1	43.76	-1	32.35
Cautin_Ciruelos_220kV	332.00	1	18.33	1	22.98	1	41.56

Línea	Smáx MVA	Sentido	Sseca MVA	Sentido	Snormal MVA	Sentido	Shúmeda MVA
Cerro_Navia_Chena_220kV_L1	800.00	-1	521.13	-1	546.17	-1	490.89
Cerro_Navia_Lampa_220kV_L1	620.00	-1	295.24	-1	254.31	-1	124.73
Cerro_Navia_Las_Vegas_110kV	162.00	-1	12.75	-1	30.17	-1	26.05
Charrua_Ancoa_500_kV	2600.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Charrua_Cautin_220kV	1000.00	1	102.10	1	78.37	-1	30.77
Charrua_Esperanza_220kV	224.80	1	41.88	1	32.90	-1	10.37
Charrua_Nueva_Charrua_220kV	1000.00	1	357.34	1	316.84	1	189.85
Chena_Cerro_Navia_110kV	128.00	1	132.27	1	131.26	1	131.23
Chena_Los Almendros_110kV	1368.00	-1	133.80	-1	135.60	-1	135.47
Ciruelos_Pichirropulli_220kV	580.00	1	22.35	1	46.91	1	79.07
Colbun_Alto_Jahuel_200kV	640.00	1	255.93	1	313.11	1	292.63
Colbun_Ancoa_220kV	910.00	-1	112.34	-1	103.68	1	79.48
Diego_de_Almagro_Carrera_Pinto_220kV	220.00	-1	19.13	-1	19.13	-1	10.59
Diego_de_Almagro_Carrera_Pinto_220kV_L2	220.00	-1	18.85	-1	18.85	-1	10.44
El_Rodeo_Chena_220kV	1320.00	1	637.71	1	667.99	1	607.32
El_Salto_Cerro_Navia_110kV	316.00	1	65.55	1	68.42	1	65.07
Itahue_Alto_Jahuel_220kV	800.00	1	221.53	1	324.86	1	361.45
Lampa_Polpaico_220kV	620.00	-1	332.25	-1	291.69	-1	156.76
Las_Palmas_Los_Vilos_220kV	446.00	1	126.14	1	56.37	1	58.96
Las_Vegas_Quillota_110kV	366.00	1	122.69	1	133.77	1	175.92
Lo_Aguirre_Cerro_Navia_220kV	386.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Lo_Aguirre_Cerro_Navia_220kV_2	3000.00	1	689.01	1	690.76	1	768.64
Lo_Aguirre_Polpaico_500kV	1400.00	1	839.14	1	1325.56	1	1412.70
Los_Almendros_El_Salto_110kV_L1	316.00	1	168.90	1	194.51	1	187.66
Los_Vilos_Nogales_220kV	446.00	1	120.31	1	51.27	1	67.45
Maitencillo_Cardones_500kV	3400.00	1	65.37	1	201.80	1	118.63
Maitencillo_Punta_Colorada_220kV	460.00	1	121.17	-1	3.30	1	49.85
Melipilla_Cerro_Navia_220kV	394.77	1	39.57	1	47.94	1	158.26
Melipilla_Lo_Aguirre_220kV	386.00	-1	155.10	-1	96.17	1	114.55
Nogales_Polpaico_220kV	3000.00	1	188.51	1	175.14	-1	187.70
Nueva_Charrua_Ancoa_500kV	3900.00	1	1062.99	1	929.26	1	744.21
Nueva_Charrua_Charrua_500kV	3900.00	-1	714.54	-1	619.38	-1	557.42
Pan_de_Azucar_Las_Palmas_220kV	446.00	1	112.61	1	41.73	1	43.82
Pan_de_Azucar_Maitencillo_500kV	3400.00	-1	389.04	1	196.41	1	126.43
Pan_de_Azucar_Polpaico_500kV	3400.00	1	448.82	-1	257.40	-1	280.20
Pangue_Charrua_220kV	242.73	1	60.96	1	119.40	1	18.03
Pangue_Trupan_220kV	242.73	1	39.18	1	90.91	-1	17.98
Paposo_Diego_de_Almagro_220kV_L1	285.03	1	14.85	1	14.85	1	14.85
Paposo_Diego_de_Almagro_220kV_L2	285.03	1	14.85	1	14.85	1	14.85
Pichirropulli_Barro_Blanco_220kV	364.00	1	27.42	1	84.64	1	100.04
Pichirropulli_Charrua_500kV	1500.00	1	72.01	1	46.94	1	203.30
Pichirropulli_Puerto_Montt_220kV	580.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Pichirropulli_Valdivia_220kV	364.00	-1	52.51	-1	123.80	-1	234.25
Polpaico_ElSalto_220kV	1640.00	-1	130.32	-1	120.06	-1	153.25
Puerto_Montt_Barro_Blanco_220kV	174.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Puerto_Montt_Barro_Blanco_220kV_L1_2	348.00	1	9.77	-1	31.95	-1	57.17
Puerto_Montt_Barro_Blanco_220kV_L2	348.00	1	9.77	-1	31.95	-1	57.17
Puerto_Montt_Pichirropulli_500kV	1500.00	1	21.99	-1	39.86	-1	14.45
Puerto_Montt_Temuco_220kV_L2	332.00	1	9.26	-1	11.89	-1	14.97
Puerto_Montt_Valdivia_220kV	166.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Puerto_Montt_Valdivia_220kV_2	332.00	-1	14.44	-1	68.37	-1	113.09
Punta_Colorada_Pan_de_Azucar_220kV	460.00	1	124.36	1	1.69	1	54.34
Quillota_Polpaico_220kV	2000.00	-1	764.65	-1	717.08	-1	766.77
Rapel_Melipilla_220kV	394.77	1	10.73	1	90.75	1	293.48
San_Luis_Quillota_220kV	2352.00	1	319.72	1	344.37	1	338.71
Temuco_Cautin_220kV_L1	332.00	-1	89.88	-1	98.16	-1	100.32
Temuco_Cautin_220kV_L2	332.00	-1	89.88	-1	98.16	-1	100.32
Temuco_Esperanza_220kV	224.80	-1	41.66	-1	32.74	1	10.32
Trupan_Charrua_220kV	517.47	1	105.36	1	177.60	1	91.22
Valdivia_Cautin_220kV_L1	332.00	1	19.23	1	30.60	1	58.63
Valdivia_Cautin_220kV_L2	332.00	1	41.61	1	66.19	1	126.86
Valdivia_Ciruelos_220kV	332.00	1	18.71	1	48.91	1	101.47

Al igual que en el año anterior, producto de la no incorporación de nuevas centrales y la necesidad de satisfacer el aumento de la demanda, se observa un leve crecimiento en los costos marginales en las barras.

Tabla 4.28. Costos marginales en las barras en el año 2026

Barra	Comg Seca US\$/MWh	Comg Normal US\$/MWh	Comg Húmeda US\$/MWh	Barra	Comg Seca US\$/MWh	Comg Normal US\$/MWh	Comg Húmeda US\$/MWh
B_A.Jahuel220	40.85	35.73	29.44	B_LoAguirre220	41.69	40.20	34.73
B_A.Jahuel500	40.86	36.53	28.93	B_LoAguirre500	40.81	37.33	28.58
B_AguaSanta110	42.25	41.55	38.89	B_LosAlmendros110	40.07	31.14	11.51
B_AguaSanta220	42.02	40.74	37.93	B_LosAlmendros220	40.08	33.47	0.00
B_AltoJahuel110	40.42	30.85	19.45	B_LosVilos220	40.85	38.52	36.42
B_Ancoa220	39.75	35.05	28.00	B_Maitencillo220	39.27	38.14	38.14

Barra	Comg Seca US\$/MWh	Comg Normal US\$/MWh	Comg Húmeda US\$/MWh	Barra	Comg Seca US\$/MWh	Comg Normal US\$/MWh	Comg Húmeda US\$/MWh
B_Ancosa500	40.12	35.74	28.33	B_Maitencillo500	39.90	38.33	38.43
B_Antuco220	39.21	34.79	27.73	B_Melipilla220	42.12	40.60	35.00
B_BarroBlanco220	39.76	35.56	27.85	B_Nogales220	41.25	38.74	35.87
B_Canutillar220	39.21	35.25	28.00	B_NuevaCharrua220	39.56	35.28	28.00
B_Cardones220	40.40	38.66	38.61	B_NuevaCharrua500	39.61	35.33	28.03
B_Cardones500	40.00	38.46	38.50	B_PanAzucar220	40.19	38.14	38.14
B_CarreraPinto220	40.89	39.13	38.96	B_PandeAzucar500	40.23	38.21	38.44
B_Cautin220	40.08	35.55	27.81	B_Pangue220	39.27	34.78	27.94
B_CerroNavia110	42.93	55.28	56.87	B_Paposo220	40.90	39.13	38.86
B_CerroNavia220	42.06	40.93	36.02	B_Pichirropulli220	39.65	35.27	27.62
B_Charrua220	39.55	35.27	28.00	B_Pichirropulli500	39.59	35.34	27.79
B_Charrua500	39.61	35.33	28.03	B_Polpaico220	41.23	38.77	35.46
B_Chena110	40.45	20.50	1.35	B_Polpaico500	41.03	37.94	38.41
B_Chena220	41.40	36.90	30.10	B_PuertoMontt220	39.65	35.78	28.18
B_Ciruelos220	39.58	35.07	27.29	B_PuertoMontt500	39.60	35.61	28.00
B_Colbun220	39.75	35.05	28.00	B_PuntaColorada	39.76	38.12	38.12
B_DAlmagro220	41.12	39.34	39.07	B_Quillota110	41.98	41.98	39.76
B_ElSalto110	40.97	38.51	27.71	B_Quillota220	41.98	40.32	37.36
B_ElSalto220	41.05	38.57	32.13	B_Rapel220	42.07	40.19	33.88
B_Esperanza220	39.84	35.44	27.94	B_Rodeo220	40.91	35.90	29.52
B_Itahue220	40.13	35.08	28.00	B_SanLuis220	41.98	40.37	37.42
B_Lampa220	41.71	39.98	35.79	B_Temuco220	40.17	35.63	27.87
B_LasPalmas220	40.58	38.35	36.93	B_Trupan220	39.32	34.93	27.84
B_LasVegas110	41.63	44.74	43.49	B_Valdivia220	39.43	34.70	26.68

#### 4.1.14 Año 2027

En el año 2027 se presenta un aumento de la demanda máxima de un 4,18% respecto al año 2026, produciéndose este aumento en mayor medida en la zona norte del **SIC**, con un 12,19%. No se proyecta el ingreso de nuevas centrales durante este año.

La línea Lo Aguirre – Polpaico 500 kV de 1400 MVA sigue operando en su máximo, pero solo en hidrología húmeda, producto de la incorporación de nuevas líneas de transmisión que descongestionan el sistema, como Alto Jahuel – Los Almendros 500 kV de 1800 MVA, y Los Almendros – Polpaico 500 kV de 1800 MVA. Además, esto permite una mayor transferencia entre Alto Jahuel y Los Almendros, al estar congestionada la línea que une las barras en 220 kV.

Tabla 4.29. Flujos por las líneas de transmisión en el año 2027

Línea	Smáx MVA	Sentido	Sseca MVA	Sentido	Snormal MVA	Sentido	Shúmeda MVA
Agua_Santa_Quillota_110kV	800.00	-1	56.01	-1	75.70	-1	70.37
Agua_Santa_San_Luis_220kV	321.15	1	55.57	1	74.53	1	67.62
Alto_Jahuel_Chena_110kV	316.00	1	120.69	1	149.09	1	150.12
Alto_Jahuel_El_Rodeo_220kV	1320.00	1	617.24	1	658.25	1	642.09
Alto_Jahuel_Lo_Aguirre_500kV	1400.00	-1	678.31	-1	442.85	-1	584.88
Alto_Jahuel_Los_Almendros_110kV	162.00	-1	15.36	-1	46.59	-1	40.46
Alto_Jahuel_Los_Almendros_220kV_L1	423.06	1	434.97	1	432.42	1	434.47
Alto_Jahuel_Los_Almendros_500kV	1800.00	1	96.36	1	272.46	1	240.61
Alto_Jahuel_Polpaico_220kV	646.00	1	113.45	1	231.76	1	303.14
Alto_Jahuel_Polpaico_500kV	1400.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Alto_Jahuel_Polpaico_500kV_L2	1400.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Ancosa_Alto_Jahuel_500kV_L1	1400.00	1	325.45	1	432.28	1	337.54
Ancosa_Alto_Jahuel_500kV_L2	1400.00	1	325.99	1	432.99	1	338.08
Ancosa_Alto_Jahuel_500kV_L3	1400.00	1	325.99	1	432.99	1	338.08
Ancosa_Alto_Jahuel_500kV_L4	1400.00	1	325.99	1	432.99	1	338.08
Ancosa_Itahue_220kV	944.00	1	301.83	1	281.41	1	242.23
Ancosa_Polpaico_500kV	1400.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Antuco_Charrua_220kV_L1	517.47	1	92.32	1	147.01	1	97.89
Antuco_Charrua_220kV_L2	517.47	1	92.32	1	147.01	1	97.89
Antuco_Trupan_220kV	517.47	1	66.19	1	86.78	1	109.16
Barro_Blanco_Valdivia_220kV	182.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Barro_Blanco_Valdivia_220kV_L2	364.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Canutillar_Puerto_Montt_220kV_1	197.38	1	50.00	1	66.53	1	28.64
Canutillar_Puerto_Montt_220kV_L2	197.38	1	50.00	1	66.53	1	28.64
Cardones_Diego_de_Almagro	290.00	1	42.13	1	42.12	1	42.20
Cardones_Maitencillo_220kV	591.00	-1	347.60	-1	187.93	-1	192.39

Línea	Smáx MVA	Sentido	Sseca MVA	Sentido	Snormal MVA	Sentido	Shúmeda MVA
Carrera_Pinto_Cardones_220kV	220.00	-1	57.49	-1	57.49	-1	57.33
Carrera_Pinto_Cardones_220kV_L2	220.00	-1	56.64	-1	56.64	-1	56.48
Cautin_Ciruelos_220kV	332.00	1	19.19	1	18.50	1	48.63
Cerro_Navia_Chena_220kV_L1	800.00	-1	501.12	-1	539.87	-1	520.99
Cerro_Navia_Lampa_220kV_L1	620.00	-1	349.62	-1	259.70	-1	180.79
Cerro_Navia_Las_Vegas_110kV	162.00	-1	22.68	-1	40.33	-1	35.10
Charrua_Ancoa_500_kV	2600.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Charrua_Cautin_220kV	1000.00	1	108.94	1	101.32	-1	33.19
Charrua_Esperanza_220kV	224.80	1	44.63	1	41.88	-1	10.95
Charrua_Nueva_Charrua_220kV	1000.00	1	347.33	1	425.41	1	89.63
Chena_Cerro_Navia_110kV	128.00	1	131.58	1	130.78	1	131.04
Chena_Los Almendros_110kV	1368.00	-1	139.28	-1	139.87	-1	135.77
Ciruelos_Pichirropulli_220kV	580.00	1	19.93	1	50.86	1	67.58
Colbun_Alto_Jahuel_200kV	640.00	1	249.38	1	319.25	1	423.09
Colbun_Ancoa_220kV	910.00	-1	196.69	-1	206.35	1	284.16
Diego_de_Almagro_Carrera_Pinto_220kV	220.00	-1	28.92	-1	28.91	-1	29.48
Diego_de_Almagro_Carrera_Pinto_220kV_L2	220.00	-1	28.49	-1	28.49	-1	29.05
El_Rodeo_Chena_220kV	1320.00	1	615.94	1	657.25	1	641.31
El_Salto_Cerro_Navia_110kV	316.00	1	78.71	1	75.09	1	65.78
Itahue_Alto_Jahuel_220kV	800.00	1	212.78	1	319.69	1	481.63
Lampa_Polpaico_220kV	620.00	-1	388.43	-1	297.95	-1	211.91
Las_Palmas_Los_Vilos_220kV	446.00	1	93.43	1	46.91	1	57.79
Las_Vegas_Quillota_110kV	366.00	1	112.01	1	121.51	1	156.33
Lo_Aguirre_Cerro_Navia_220kV	386.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Lo_Aguirre_Cerro_Navia_220kV_2	3000.00	1	672.00	1	698.25	1	767.19
Lo_Aguirre_Polpaico_500kV	1400.00	1	829.33	1	1297.33	1	1420.64
Los_Almendros_El_Salto_110kV_L1	316.00	1	160.28	1	183.28	1	202.96
Los_Almendros_Polpaico_500kV	1800.00	-1	13.94	1	234.29	1	238.61
Los_Vilos_Nogales_220kV	446.00	1	74.23	1	27.91	1	40.06
Maitencillo_Cardones_500kV	3400.00	1	140.66	1	296.44	1	294.02
Maitencillo_Punta_Colorada_220kV	460.00	1	136.97	-1	5.35	1	19.40
Melipilla_Cerro_Navia_220kV	394.77	1	58.40	1	78.45	1	154.22
Melipilla_Lo_Aguirre_220kV	386.00	-1	165.51	-1	137.24	1	109.79
Nogales_Polpaico_220kV	3000.00	1	375.88	1	215.21	-1	325.83
Nueva_Charrua_Ancoa_500kV	3900.00	1	1018.67	1	1222.48	1	430.40
Nueva_Charrua_Charrua_500kV	3900.00	-1	680.45	-1	806.96	-1	344.58
Pan_de_Azucar_Las_Palmas_220kV	446.00	1	79.22	1	32.36	1	42.82
Pan_de_Azucar_Maitencillo_500kV	3400.00	-1	347.68	1	323.75	1	307.40
Pan_de_Azucar_Polpaico_500kV	3400.00	1	371.46	-1	443.41	-1	494.65
Pangue_Charrua_220kV	242.73	1	60.96	1	119.40	1	18.03
Pangue_Trupan_220kV	242.73	1	39.18	1	90.91	-1	17.98
Paposo_Diego_de_Almagro_220kV_L1	285.03	1	14.85	1	14.85	1	14.85
Paposo_Diego_de_Almagro_220kV_L2	285.03	1	14.85	1	14.85	1	14.85
Pichirropulli_Barro_Blanco_220kV	364.00	1	31.63	1	89.82	1	114.58
Pichirropulli_Charrua_500kV	1500.00	1	55.19	1	53.76	1	146.20
Pichirropulli_Puerto_Montt_220kV	580.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Pichirropulli_Valdivia_220kV	364.00	-1	47.70	-1	128.08	-1	217.06
Polpaico_ElSalto_220kV	1640.00	-1	124.93	-1	131.58	-1	140.81
Puerto_Montt_Barro_Blanco_220kV	174.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Puerto_Montt_Barro_Blanco_220kV_L1_2	348.00	1	9.68	-1	32.12	-1	57.33
Puerto_Montt_Barro_Blanco_220kV_L2	348.00	1	9.68	-1	32.12	-1	57.33
Puerto_Montt_Pichirropulli_500kV	1500.00	1	15.69	-1	40.53	-1	40.27
Puerto_Montt_Temuco_220kV_L2	332.00	1	9.76	-1	15.96	-1	11.04
Puerto_Montt_Valdivia_220kV	166.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Puerto_Montt_Valdivia_220kV_2	332.00	-1	14.23	-1	70.65	-1	111.38
Punta_Colorada_Pan_de_Azucar_220kV	460.00	1	139.68	-1	0.50	1	24.20
Quillota_Polpaico_220kV	2000.00	-1	739.61	-1	679.56	-1	712.66
Rapel_Melipilla_220kV	394.77	1	9.28	1	89.62	1	289.57
San_Luis_Quillota_220kV	2352.00	1	329.97	1	394.53	1	482.88
Temuco_Cautin_220kV_L1	332.00	-1	94.19	-1	101.65	-1	109.70
Temuco_Cautin_220kV_L2	332.00	-1	94.19	-1	101.65	-1	109.70
Temuco_Esperanza_220kV	224.80	-1	44.40	-1	41.66	1	10.89
Trupan_Charrua_220kV	517.47	1	105.36	1	177.60	1	91.22
Valdivia_Cautin_220kV_L1	332.00	1	19.58	1	26.95	1	63.56
Valdivia_Cautin_220kV_L2	332.00	1	42.35	1	58.31	1	137.52
Valdivia_Ciruelos_220kV	332.00	1	17.39	1	48.59	1	99.71

Al igual que en el año anterior, producto de la no incorporación de nuevas centrales y la necesidad de satisfacer el aumento de la demanda, se observa un leve crecimiento en los costos marginales en las barras

Tabla 4.30. Costos marginales en las barras en el año 2027

Barra	Comg Seca US\$/MWh	Comg Normal US\$/MWh	Comg Húmeda US\$/MWh	Barra	Comg Seca US\$/MWh	Comg Normal US\$/MWh	Comg Húmeda US\$/MWh
B_A.Jahuel220	42.37	42.34	33.66	B_LoAguirre500	41.06	38.01	24.93
B_A.Jahuel500	41.33	38.31	28.74	B_LosAlmendros110	38.66	24.38	11.87

Barra	Cmg Secca US\$/MWh	Cmg Normal US\$/MWh	Cmg Húmeda US\$/MWh	Barra	Cmg Secca US\$/MWh	Cmg Normal US\$/MWh	Cmg Húmeda US\$/MWh
B_AguaSanta110	42.39	41.96	41.04	B_LosAlmendros220	35.12	9.74	0.00
B_AguaSanta220	42.16	41.28	39.83	B_LosAlmendros500	40.40	34.18	28.10
B_AltoJahuel110	41.45	35.27	21.47	B_LosVilos220	41.06	39.29	37.63
B_Ancoa220	40.57	38.23	28.64	B_Maitencillo220	39.38	38.14	38.14
B_Ancoa500	40.65	37.57	28.16	B_Maitencillo500	40.12	38.38	38.47
B_Antuco220	39.76	36.40	27.72	B_Melipilla220	42.60	42.14	36.98
B_BarroBlanco220	40.36	37.31	27.86	B_Nogales220	41.30	39.69	37.39
B_Canutiliar220	39.80	36.98	28.00	B_NuevaCharrua220	40.11	36.91	28.00
B_Cardones220	40.79	38.85	38.93	B_NuevaCharrua500	40.16	36.99	28.00
B_Cardones500	40.28	38.57	38.65	B_PanAzucar220	40.49	38.23	38.14
B_CarreraPinto220	41.43	39.46	39.53	B_PandeAzucar500	40.42	38.16	38.30
B_Cautin220	40.70	37.24	27.87	B_Pangue220	39.82	36.38	27.93
B_CerroNavia110	42.37	51.37	63.71	B_Paposo220	41.55	39.57	39.65
B_CerroNavia220	42.55	42.53	38.63	B_Pichirropulli220	40.23	36.99	27.60
B_Charrua220	40.11	36.90	28.00	B_Pichirropulli500	40.17	37.03	27.79
B_Charrua500	40.16	36.99	28.00	B_Polpaico220	41.49	39.79	37.09
B_Chena110	41.42	25.12	-0.70	B_Polpaico500	41.05	37.55	37.81
B_Chena220	42.33	40.70	32.89	B_PuertoMontt220	40.25	37.54	28.18
B_Ciruelos220	40.17	36.77	27.29	B_PuertoMontt500	40.20	37.34	28.02
B_Colbun220	40.57	38.23	28.64	B_PuntaColorada	39.98	38.17	38.12
B_DAlmagro220	41.77	39.78	39.86	B_Quillota110	41.98	41.98	41.98
B_EISalto110	40.12	34.09	29.70	B_Quillota220	42.15	41.00	39.20
B_EISalto220	40.85	37.29	33.88	B_Rapel220	42.55	41.72	35.65
B_Esperanza220	40.42	37.10	27.97	B_Rodeo220	42.32	41.98	33.47
B_Itahue220	41.20	39.31	29.57	B_SanLuis220	42.16	41.03	39.27
B_Lampa220	42.10	41.32	37.96	B_Temuco220	40.79	37.33	27.94
B_LasPalmas220	40.82	38.90	37.75	B_Trupan220	39.88	36.54	27.83
B_LasVegas110	41.45	43.69	46.79	B_Valdivia220	40.04	36.38	26.68
B_LoAguirre220	42.15	41.65	36.36				

#### 4.1.15 Año 2028

En el año 2028 se presenta un aumento de la demanda máxima de un 4,22% respecto al año 2027, produciéndose este aumento en mayor medida en la zona norte del **SIC**, con un 12,19%. Ingresan 575 MW térmicos, correspondientes a la central Castilla.

Sigue habiendo congestión en la línea Alto Jahuel – Los Almendros 220 kV de 423 MVA, en las tres hidrologías, pero lo que no puede transferir esta línea, lo realiza su equivalente en 500 kV. La línea Lo Aguirre – Polpaico 500 kV de 1400 MVA opera en su máximo en hidrología húmeda.

Tabla 4.31. Flujos por las líneas de transmisión en el año 2028

Línea	Smáx MVA	Sentido	Ssecca MVA	Sentido	Snormal MVA	Sentido	Shúmeda MVA
Agua_Santa_Quillota_110kV	800.00	-1	82.19	-1	85.70	-1	47.55
Agua_Santa_San_Luis_220kV	321.15	1	80.99	1	81.82	1	46.73
Alto_Jahuel_Chena_110kV	316.00	1	118.55	1	150.38	1	159.68
Alto_Jahuel_El_Rodeo_220kV	1320.00	1	626.00	1	670.36	1	835.58
Alto_Jahuel_Lo_Aguirre_500kV	1400.00	-1	607.41	-1	376.39	1	285.14
Alto_Jahuel_Los_Almendros_110kV	162.00	-1	12.17	-1	46.04	1	8.60
Alto_Jahuel_Los_Almendros_220kV_L1	423.06	1	435.15	1	432.15	1	471.49
Alto_Jahuel_Los_Almendros_500kV	1800.00	1	135.66	1	318.24	1	774.83
Alto_Jahuel_Polpaico_220kV	646.00	1	117.39	1	242.30	1	514.82
Alto_Jahuel_Polpaico_500kV	1400.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Alto_Jahuel_Polpaico_500kV_L2	1400.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L1	1400.00	1	365.48	1	474.31	1	788.19
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L2	1400.00	1	366.07	1	475.09	1	789.47
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L3	1400.00	1	366.07	1	475.09	1	789.47
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L4	1400.00	1	366.07	1	475.09	1	789.47
Ancoa_Itahue_220kV	944.00	1	317.28	1	297.60	1	322.38
Ancoa_Polpaico_500kV	1400.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Antuco_Charrua_220kV_L1	517.47	1	92.32	1	147.01	1	292.65
Antuco_Charrua_220kV_L2	517.47	1	92.32	1	147.01	1	292.65
Antuco_Trupan_220kV	517.47	1	66.19	1	86.78	1	159.15
Barro_Blanco_Valdivia_220kV	182.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Barro_Blanco_Valdivia_220kV_L2	364.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Canutiliar_Puerto_Montt_220kV_1	197.38	1	50.00	1	66.53	1	83.06
Canutiliar_Puerto_Montt_220kV_L2	197.38	1	50.00	1	66.53	1	83.06

Línea	Smáx MVA	Sentido	Sseca MVA	Sentido	Snormal MVA	Sentido	Shúmeda MVA
Cardones_Diego_de_Almagro	290.00	1	54.94	1	54.94	1	55.28
Cardones_Maitencillo_220kV	591.00	-1	415.30	-1	260.47	-1	257.62
Carrera_Pinto_Cardones_220kV	220.00	-1	72.19	-1	72.15	-1	72.04
Carrera_Pinto_Cardones_220kV_L2	220.00	-1	71.12	-1	71.08	-1	70.98
Cautin_Ciruelos_220kV	332.00	1	16.56	1	17.68	1	22.58
Cerro_Navia_Chena_220kV_L1	800.00	-1	510.48	-1	550.32	-1	707.93
Cerro_Navia_Lampa_220kV_L1	620.00	-1	352.04	-1	272.59	1	165.08
Cerro_Navia_Las_Vegas_110kV	162.00	-1	42.47	-1	45.61	1	21.87
Charrua_Ancoa_500_kV	2600.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Charrua_Cautin_220kV	1000.00	1	126.90	1	110.42	1	55.20
Charrua_Esperanza_220kV	224.80	1	51.68	1	45.48	1	24.18
Charrua_Nueva_Charrua_220kV	1000.00	1	416.20	1	487.12	1	705.91
Chena_Cerro_Navia_110kV	128.00	1	130.16	1	130.71	1	181.58
Chena_Los_Almendros_110kV	1368.00	-1	138.61	-1	140.05	-1	144.11
Ciruelos_Pichirropulli_220kV	580.00	1	21.51	1	51.51	1	100.18
Colbun_Alto_Jahuel_220kV	640.00	1	253.90	1	324.54	1	494.57
Colbun_Ancoa_220kV	910.00	-1	113.34	-1	208.15	-1	279.83
Diego_de_Almagro_Carrera_Pinto_220kV	220.00	-1	40.16	-1	40.26	-1	41.47
Diego_de_Almagro_Carrera_Pinto_220kV_L2	220.00	-1	39.57	-1	39.66	-1	40.86
El_Rodeo_Chena_220kV	1320.00	1	624.66	1	669.39	1	834.57
El_Salto_Cerro_Navia_110kV	316.00	1	78.10	1	75.16	1	51.24
Itahue_Alto_Jahuel_220kV	800.00	1	212.03	1	319.95	1	545.95
Lampa_Polpaico_220kV	620.00	-1	391.50	-1	311.53	1	164.90
Las_Palmas_Los_Vilos_220kV	446.00	1	78.75	1	31.01	-1	131.99
Las_Vegas_Quillota_110kV	366.00	1	91.06	1	115.02	1	192.79
Lo_Aguirre_Cerro_Navia_220kV	386.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Lo_Aguirre_Cerro_Navia_220kV_2	3000.00	1	670.81	1	701.01	1	775.84
Lo_Aguirre_Polpaico_500kV	1400.00	1	901.21	1	1366.50	1	1399.06
Los_Almendros_El_Salto_110kV_L1	316.00	1	159.89	1	187.07	1	241.98
Los_Almendros_Polpaico_500kV	1800.00	1	35.42	1	279.64	1	788.03
Los_Vilos_Nogales_220kV	446.00	1	44.23	-1	3.92	-1	171.74
Maitencillo_Cardones_500kV	3400.00	1	236.58	1	391.61	1	785.25
Maitencillo_Punta_Colorada_220kV	460.00	1	152.26	1	13.79	-1	28.05
Melipilla_Cerro_Navia_220kV	394.77	1	59.09	1	78.67	1	152.15
Melipilla_Lo_Aguirre_220kV	386.00	-1	167.49	-1	139.97	1	119.85
Nogales_Polpaico_220kV	3000.00	1	315.85	1	237.56	-1	550.16
Nueva_Charrua_Ancoa_500kV	3900.00	1	1193.82	1	1410.34	1	2229.20
Nueva_Charrua_Charrua_500kV	3900.00	-1	787.50	-1	933.81	-1	1539.73
Pan_de_Azucar_Las_Palmas_220kV	446.00	1	64.28	1	16.19	-1	144.72
Pan_de_Azucar_Maitencillo_500kV	3400.00	-1	281.11	1	390.40	1	1243.05
Pan_de_Azucar_Polpaico_500kV	3400.00	1	250.46	-1	562.50	-1	1931.55
Pangue_Charrua_220kV	242.73	1	60.96	1	119.40	1	254.63
Pangue_Trupan_220kV	242.73	1	39.18	1	90.91	1	202.79
Paposo_Diego_de_Almagro_220kV_L1	285.03	1	14.85	1	14.85	1	14.85
Paposo_Diego_de_Almagro_220kV_L2	285.03	1	14.85	1	14.85	1	14.85
Pichirropulli_Barro_Blanco_220kV	364.00	1	36.02	1	82.14	1	81.40
Pichirropulli_Charrua_500kV	1500.00	1	52.18	1	79.50	1	332.85
Pichirropulli_Puerto_Montt_220kV	580.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Pichirropulli_Valdivia_220kV	364.00	-1	48.77	-1	129.30	-1	263.70
Polpaico_ElSalto_220kV	1640.00	-1	125.64	-1	128.90	-1	196.22
Puerto_Montt_Barro_Blanco_220kV	174.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Puerto_Montt_Barro_Blanco_220kV_L1_2	348.00	1	9.68	-1	25.87	-1	41.59
Puerto_Montt_Barro_Blanco_220kV_L2	348.00	1	9.68	-1	25.87	-1	41.59
Puerto_Montt_Pichirropulli_500kV	1500.00	1	13.98	-1	25.15	1	46.45
Puerto_Montt_Temuco_220kV_L2	332.00	1	7.45	-1	13.80	-1	23.04
Puerto_Montt_Valdivia_220kV	166.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Puerto_Montt_Valdivia_220kV_2	332.00	-1	15.49	-1	65.77	-1	107.85
Punta_Colorada_Pan_de_Azucar_220kV	460.00	1	154.55	1	18.61	-1	23.26
Quillota_Polpaico_220kV	2000.00	-1	647.41	-1	664.44	-1	828.42
Rapel_Melipilla_220kV	394.77	1	7.99	1	88.69	1	289.70
San_Luis_Quillota_220kV	2352.00	1	321.40	1	450.22	1	520.17
Temuco_Cautin_220kV_L1	332.00	-1	98.07	-1	104.79	-1	107.11
Temuco_Cautin_220kV_L2	332.00	-1	98.07	-1	104.79	-1	107.11
Temuco_Esperanza_220kV	224.80	-1	51.41	-1	45.24	-1	24.04
Trupan_Charrua_220kV	517.47	1	105.36	1	177.60	1	360.90
Valdivia_Cautin_220kV_L1	332.00	1	17.33	1	26.36	1	44.27
Valdivia_Cautin_220kV_L2	332.00	1	37.50	1	57.03	1	95.78
Valdivia_Ciruelos_220kV	332.00	1	16.76	1	48.96	1	104.03

A pesar de la incorporación de una nueva unidad de la central Castilla, se observa un leve crecimiento en los costos marginales en las barras, producto del crecimiento de la demanda del sistema.

Tabla 4.32. Costos marginales en las barras en el año 2028

Barra	Cmdg Seca US\$/MWh	Cmdg Normal US\$/MWh	Cmdg Húmeda US\$/MWh	Barra	Cmdg Seca US\$/MWh	Cmdg Normal US\$/MWh	Cmdg Húmeda US\$/MWh
-------	-----------------------	-------------------------	-------------------------	-------	-----------------------	-------------------------	-------------------------

B_A_Jahuel220	45.27	43.81	31.48	B_LoAguirre500	43.99	39.05	31.48
B_A_Jahuel500	44.25	39.21	31.32	B_LosAlmendros110	41.71	21.48	31.16
B_AguaSanta110	45.32	44.37	33.00	B_LosAlmendros220	38.29	4.89	31.14
B_AguaSanta220	44.99	43.42	32.83	B_LosAlmendros500	43.37	34.33	31.53
B_AltoJahuel110	44.42	34.14	31.36	B_LosVilos220	44.20	40.88	33.38
B_Ancoa220	43.34	39.17	29.38	B_Maitencillo220	42.40	39.27	35.36
B_Ancoa500	43.43	38.37	29.91	B_Maitencillo500	43.33	39.64	35.64
B_Antuco220	42.35	37.05	28.09	B_Melipilla220	45.59	44.55	31.99
B_BarroBlanco220	43.09	37.96	28.85	B_Nogales220	44.25	41.25	32.50
B_Canutillar220	42.49	37.58	28.54	B_NuevaCharrua220	42.73	37.57	28.88
B_Cardones220	44.23	40.30	36.37	B_NuevaCharrua500	42.80	37.67	29.00
B_Cardones500	43.57	39.89	36.03	B_PanAzucar220	43.73	39.57	34.98
B_CarreraPinto220	45.13	41.10	37.12	B_PandeAzucar500	43.60	39.38	34.84
B_Cautin220	43.42	37.93	28.75	B_Pangue220	42.41	37.03	28.00
B_CerroNavia110	45.24	59.49	32.45	B_Paposo220	45.41	41.36	37.36
B_CerroNavia220	45.53	45.07	32.37	B_Pichirropulli220	42.93	37.66	28.67
B_Charrua220	42.72	37.56	28.87	B_Pichirropulli500	42.84	37.68	28.73
B_Charrua500	42.80	37.67	28.99	B_Polpaico220	44.42	41.41	32.24
B_Chena110	44.59	18.98	32.00	B_Polpaico500	44.02	38.51	32.03
B_Chena220	45.29	41.99	31.94	B_PuertoMontt220	42.97	38.14	29.08
B_Ciruelos220	42.87	37.45	28.31	B_PuertoMontt500	42.90	37.95	28.87
B_Colbun220	43.34	39.17	29.38	B_PuntaColorada	43.12	39.42	35.13
B_DAlmagro220	45.65	41.58	37.56	B_Quillota110	44.62	44.62	32.76
B_ElSalto110	43.10	34.78	31.72	B_Quillota220	45.00	42.99	32.81
B_ElSalto220	43.79	38.52	31.86	B_Rapel220	45.55	44.11	31.01
B_Esperanza220	43.09	37.78	28.85	B_Rodeo220	45.22	43.41	31.52
B_Itahue220	44.04	40.42	29.62	B_SanLuis220	45.01	43.04	32.82
B_Lampa220	45.05	43.44	32.33	B_Temuco220	43.52	38.03	28.82
B_LasPalmas220	43.99	40.40	33.85	B_Trupan220	42.47	37.19	28.30
B_LasVegas110	44.06	47.66	32.07	B_Valdivia220	42.73	37.05	27.68
B_LoAguirre220	45.11	43.95	32.08				

#### 4.1.16 Año 2029

En el año 2029 se presenta un aumento de la demanda máxima de un 4,28% respecto al año 2028, produciéndose este aumento en mayor medida en la zona norte del **SIC**, con un 12,19%. No se contempla en ingreso de nuevas centrales durante este año.

Sigue habiendo congestión en la línea Alto Jahuel – Los Almendros 220 kV de 423 MVA, en las tres hidrologías. La línea Lo Aguirre – Polpaico 500 kV de 1400 MVA opera en su máximo en hidrología normal y húmeda.

Tabla 4.33. Flujos por las líneas de transmisión en el año 2029

Línea	S máx MVA	Sentido	Sseca MVA	Sentido	Snormal MVA	Sentido	Shúmeda MVA
Agua_Santa_Quillota_110kV	800.00	-1	89.57	-1	89.51	-1	67.14
Agua_Santa_San_Luis_220kV	321.15	1	89.81	1	85.69	1	64.66
Alto_Jahuel_Chena_110kV	316.00	1	109.99	1	151.13	1	149.87
Alto_Jahuel_El_Rodeo_220kV	1320.00	1	609.40	1	674.92	1	644.27
Alto_Jahuel_Lo_Aguirre_500kV	1400.00	-1	574.59	-1	338.09	-1	579.14
Alto_Jahuel_Los_Almendros_110kV	162.00	-1	18.67	-1	49.01	-1	41.02
Alto_Jahuel_Los_Almendros_220kV_L1	423.06	1	437.74	1	431.43	1	434.16
Alto_Jahuel_Los_Almendros_500kV	1800.00	1	160.66	1	345.14	1	251.32
Alto_Jahuel_Polpaico_220kV	646.00	1	58.81	1	236.44	1	278.89
Alto_Jahuel_Polpaico_500kV	1400.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Alto_Jahuel_Polpaico_500kV_L2	1400.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L1	1400.00	1	363.77	1	498.81	1	353.38
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L2	1400.00	1	364.37	1	499.62	1	353.95
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L3	1400.00	1	364.37	1	499.62	1	353.95
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L4	1400.00	1	364.37	1	499.62	1	353.95
Ancoa_Itahue_220kV	944.00	1	308.94	1	310.50	1	263.51
Ancoa_Polpaico_500kV	1400.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Antuco_Charrua_220kV_L1	517.47	1	92.32	1	147.01	1	97.89
Antuco_Charrua_220kV_L2	517.47	1	92.32	1	147.01	1	97.89
Antuco_Trupan_220kV	517.47	1	66.19	1	86.78	1	109.15
Barro_Blanco_Valdivia_220kV	182.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Barro_Blanco_Valdivia_220kV_L2	364.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Canutillar_Puerto_Montt_220kV_1	197.38	1	50.00	1	66.53	1	35.33
Canutillar_Puerto_Montt_220kV_L2	197.38	1	50.00	1	66.53	1	35.33
Cardones_Diego_de_Almagro	290.00	1	69.56	1	69.51	1	69.42
Cardones_Maitencillo_220kV	591.00	-1	458.09	-1	349.54	-1	379.43

Línea	Smáx MVA	Sentido	Sseca MVA	Sentido	Snormal MVA	Sentido	Shúmeda MVA
Carrera_Pinto_Cardones_220kV	220.00	-1	88.76	-1	88.76	-1	88.84
Carrera_Pinto_Cardones_220kV_L2	220.00	-1	87.45	-1	87.44	-1	87.52
Cautin_Ciruelos_220kV	332.00	1	17.09	1	17.79	1	48.21
Cerro_Navia_Chena_220kV_L1	800.00	-1	474.26	-1	553.59	-1	518.48
Cerro_Navia_Lampa_220kV_L1	620.00	-1	420.60	-1	285.79	-1	205.99
Cerro_Navia_Las_Vegas_110kV	162.00	-1	88.02	-1	48.53	-1	34.58
Charrua_Ancoa_500_kV	2600.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Charrua_Cautin_220kV	1000.00	1	135.39	1	117.60	-1	19.48
Charrua_Esperanza_220kV	224.80	1	55.09	1	48.36	1	7.40
Charrua_Nueva_Charrua_220kV	1000.00	1	415.64	1	524.49	1	106.18
Chena_Cerro_Navia_110kV	128.00	1	106.38	1	130.61	1	130.95
Chena_Los Almendros_110kV	1368.00	-1	139.44	-1	141.45	-1	137.28
Ciruelos_Pichirropulli_220kV	580.00	1	19.20	1	50.89	1	65.25
Colbun_Alto_Jahuel_200kV	640.00	1	251.12	1	327.19	1	422.86
Colbun_Ancoa_220kV	910.00	-1	111.38	-1	264.32	1	305.28
Diego_de_Almagro_Carrera_Pinto_220kV	220.00	-1	53.32	-1	53.17	-1	52.78
Diego_de_Almagro_Carrera_Pinto_220kV_L2	220.00	-1	52.53	-1	52.39	-1	52.00
El_Rodeo_Chena_220kV	1320.00	1	608.03	1	673.96	1	643.45
El_Salto_Cerro_Navia_110kV	316.00	1	70.34	1	76.94	1	68.44
Itahue_Alto_Jahuel_220kV	800.00	1	208.97	1	318.18	1	471.85
Lampa_Polpaico_220kV	620.00	-1	461.09	-1	325.64	-1	241.26
Las_Palmas_Los_Vilos_220kV	446.00	1	39.44	1	10.33	1	41.87
Las_Vegas_Quillota_110kV	366.00	1	44.82	1	111.77	1	157.79
Lo_Aguirre_Cerro_Navia_220kV	386.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Lo_Aguirre_Cerro_Navia_220kV_2	3000.00	1	638.57	1	700.12	1	773.02
Lo_Aguirre_Polpaico_500kV	1400.00	1	969.39	1	1409.74	1	1422.54
Los_Almendros_El_Salto_110kV_L1	316.00	1	159.80	1	183.95	1	198.99
Los_Almendros_Polpaico_500kV	1800.00	1	74.12	1	307.32	1	239.18
Los_Vilos_Nogales_220kV	446.00	-1	12.76	-1	42.16	-1	12.65
Maitencillo_Cardones_500kV	3400.00	1	371.86	1	493.72	1	487.57
Maitencillo_Punta_Colorada_220kV	460.00	1	136.67	1	40.33	1	71.81
Melipilla_Cerro_Navia_220kV	394.77	1	44.84	1	78.48	1	153.30
Melipilla_Lo_Aguirre_220kV	386.00	-1	156.33	-1	141.56	1	110.75
Nogales_Polpaico_220kV	3000.00	1	217.47	1	258.19	-1	232.74
Nueva_Charrua_Ancoa_500kV	3900.00	1	1173.96	1	1525.26	1	478.74
Nueva_Charrua_Charrua_500kV	3900.00	-1	767.86	-1	1012.09	-1	374.13
Pan_de_Azucar_Las_Palmas_220kV	446.00	1	246.66	-1	5.77	1	26.80
Pan_de_Azucar_Maitencillo_500kV	3400.00	-1	124.96	1	440.30	1	340.27
Pan_de_Azucar_Polpaico_500kV	3400.00	-1	184.51	-1	666.94	-1	542.34
Pangue_Charrua_220kV	242.73	1	60.96	1	119.40	1	18.05
Pangue_Trupan_220kV	242.73	1	39.18	1	90.91	-1	17.98
Paposo_Diego_de_Almagro_220kV_L1	285.03	1	14.85	1	14.85	1	14.85
Paposo_Diego_de_Almagro_220kV_L2	285.03	1	14.85	1	14.85	1	14.85
Pichirropulli_Barro_Blanco_220kV	364.00	1	39.84	1	75.92	1	120.42
Pichirropulli_Charrua_500kV	1500.00	1	36.53	1	96.20	1	130.25
Pichirropulli_Puerto_Montt_220kV	580.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Pichirropulli_Valdivia_220kV	364.00	-1	44.27	-1	128.29	-1	212.28
Polpaico_ElSalto_220kV	1640.00	-1	113.65	-1	129.41	-1	134.66
Puerto_Montt_Barro_Blanco_220kV	174.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Puerto_Montt_Barro_Blanco_220kV_L1_2	348.00	1	9.86	-1	20.50	-1	55.18
Puerto_Montt_Barro_Blanco_220kV_L2	348.00	1	9.86	-1	20.50	-1	55.18
Puerto_Montt_Pichirropulli_500kV	1500.00	1	9.61	-1	14.93	-1	46.49
Puerto_Montt_Temuco_220kV_L2	332.00	1	7.83	-1	11.27	-1	11.38
Puerto_Montt_Valdivia_220kV	166.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Puerto_Montt_Valdivia_220kV_2	332.00	-1	15.21	-1	61.14	-1	110.25
Punta_Colorada_Pan_de_Azucar_220kV	460.00	1	139.45	1	45.00	1	76.14
Quillota_Polpaico_220kV	2000.00	-1	202.70	-1	659.26	-1	748.69
Rapel_Melipilla_220kV	394.77	1	6.87	1	87.84	1	287.79
San_Luis_Quillota_220kV	2352.00	1	546.26	1	444.28	1	489.31
Temuco_Cautin_220kV_L1	332.00	-1	102.62	-1	108.40	-1	118.05
Temuco_Cautin_220kV_L2	332.00	-1	102.62	-1	108.40	-1	118.05
Temuco_Esperanza_220kV	224.80	-1	54.77	-1	48.10	-1	7.36
Trupan_Charrua_220kV	517.47	1	105.36	1	177.60	1	91.22
Valdivia_Cautin_220kV_L1	332.00	1	17.43	1	26.40	1	62.79
Valdivia_Cautin_220kV_L2	332.00	1	37.69	1	57.11	1	135.83
Valdivia_Ciruelos_220kV	332.00	1	15.50	1	48.81	1	98.49

Se observa un fuerte crecimiento de los costos marginales en hidrología seca, producto del aumento de la demanda y la no incorporación de nuevas centrales.

Tabla 4.34. Costos marginales en las barras en el año 2029

Barra	CMg Seca US\$/MWh	CMg Normal US\$/MWh	CMg Húmeda US\$/MWh	Barra	CMg Seca US\$/MWh	CMg Normal US\$/MWh	CMg Húmeda US\$/MWh
B_A.Jahuel220	77.81	44.63	34.29	B_LoAguirre500	77.04	39.11	24.16
B_A.Jahuel500	77.28	39.36	28.83	B_LosAlmendros110	75.85	20.19	12.94
B_AguaSanta110	78.06	44.43	41.21	B_LosAlmendros220	74.73	1.08	0.00

B_AguaSanta220	77.49	43.48	40.13	B_LosAlmendros500	76.97	33.87	28.69
B_AltoJahuel110	77.40	34.50	22.94	B_LosVilos220	77.79	41.05	38.58
B_Ancoa220	75.31	39.50	28.82	B_Maitencillo220	75.68	39.27	39.27
B_Ancoa500	75.82	38.50	28.22	B_Maitencillo500	77.40	39.81	39.97
B_Antuco220	73.96	37.11	27.73	B_Melipilla220	79.48	44.77	36.76
B_BarroBlanco220	75.34	38.00	27.92	B_Nogales220	77.22	41.25	37.87
B_Canutillar220	74.29	37.58	28.00	B_NuevaCharrua220	74.61	37.63	28.00
B_Cardones220	79.33	40.67	40.84	B_NuevaCharrua500	74.75	37.74	28.01
B_Cardones500	77.99	40.13	40.28	B_PanAzucar220	77.82	39.81	39.68
B_CarreraPinto220	81.36	41.70	41.85	B_PandeAzucar500	77.56	39.53	39.83
B_Cautin220	75.93	38.03	27.94	B_Pangue220	74.07	37.10	27.94
B_CerroNavia110	79.32	59.29	60.84	B_Paposo220	82.18	42.12	42.27
B_CerroNavia220	79.32	45.29	38.47	B_Pichirropulli220	75.02	37.73	27.65
B_Charrua220	74.60	37.62	28.00	B_Pichirropulli500	74.87	37.73	27.83
B_Charrua500	74.74	37.73	28.01	B_Polpaico220	77.41	41.49	37.64
B_Chena110	78.46	19.06	2.84	B_Polpaico500	77.33	38.45	39.30
B_Chena220	78.60	42.42	33.40	B_PuertoMontt220	75.13	38.14	28.23
B_Ciruelos220	74.95	37.52	27.34	B_PuertoMontt500	75.00	37.96	28.06
B_Colbun220	75.31	39.50	28.82	B_PuntaColorada	76.83	39.55	39.48
B_DAlmagro220	82.64	42.35	42.50	B_Quillota110	76.74	44.62	41.98
B_ElSalto110	76.85	34.00	29.67	B_Quillota220	77.65	43.05	39.58
B_ElSalto220	77.07	38.24	34.18	B_Rapel220	79.42	44.33	35.40
B_Esperanza220	75.31	37.86	28.01	B_Rodeo220	77.87	44.15	34.07
B_Itahue220	76.25	40.91	29.90	B_SanLuis220	77.55	43.10	39.64
B_Lampa220	78.50	43.61	38.12	B_Temuco220	76.12	38.13	28.02
B_LasPalmas220	77.69	40.60	38.89	B_Trupan220	74.16	37.26	27.84
B_LasVegas110	76.01	47.60	46.05	B_Valdivia220	74.72	37.13	26.75
B_LoAguirre220	78.66	44.15	36.11				

#### 4.1.17 Año 2030

En el año 2030 se presenta un aumento de la demanda máxima de un 4,37% respecto al año 2029, produciéndose este aumento en mayor medida en la zona norte del **SIC**, con un 12,19%. No se contempla en ingreso de nuevas centrales durante este año.

Sigue habiendo congestión en la línea Alto Jahuel – Los Almendros 220 kV de 423 MVA, en las tres hidrologías. La línea Lo Aguirre – Polpaico 500 kV de 1400 MVA opera en su máximo en hidrología normal y húmeda.

Tabla 4.35. Flujos por las líneas de transmisión en el año 2030

Línea	Smáx MVA	Sentido	Sseca MVA	Sentido	Snormal MVA	Sentido	Shúmeda MVA
Agua_Santa_Quillota_110kV	800.00	-1	80.90	-1	92.74	-1	85.92
Agua_Santa_San_Luis_220kV	321.15	1	81.73	1	90.45	1	87.76
Alto_Jahuel_Chena_110kV	316.00	1	108.35	1	151.86	1	126.81
Alto_Jahuel_El_Rodeo_220kV	1320.00	1	602.12	1	678.11	1	654.65
Alto_Jahuel_Lo_Aguirre_500kV	1400.00	-1	448.75	-1	330.95	-1	563.64
Alto_Jahuel_Los_Almendros_110kV	162.00	-1	16.42	-1	52.04	-1	14.28
Alto_Jahuel_Los_Almendros_220kV_L1	423.06	1	433.67	1	430.93	1	436.79
Alto_Jahuel_Los_Almendros_500kV	1800.00	1	242.20	1	352.38	1	256.97
Alto_Jahuel_Polpaico_220kV	646.00	1	52.47	1	231.04	1	268.89
Alto_Jahuel_Polpaico_500kV	1400.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Alto_Jahuel_Polpaico_500kV_L2	1400.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L1	1400.00	1	418.81	1	509.56	1	370.79
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L2	1400.00	1	419.49	1	510.38	1	371.39
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L3	1400.00	1	419.49	1	510.38	1	371.39
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L4	1400.00	1	419.49	1	510.38	1	371.39
Ancoa_Itahue_220kV	944.00	1	323.45	1	321.04	1	274.94
Ancoa_Polpaico_500kV	1400.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Antuco_Charrua_220kV_L1	517.47	1	92.32	1	147.01	1	97.89
Antuco_Charrua_220kV_L2	517.47	1	92.32	1	147.01	1	97.89
Antuco_Trupan_220kV	517.47	1	66.19	1	86.78	1	109.15
Barro_Blanco_Valdivia_220kV	182.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Barro_Blanco_Valdivia_220kV_L2	364.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Canutillar_Puerto_Montt_220kV_1	197.38	1	50.00	1	66.53	1	38.57
Canutillar_Puerto_Montt_220kV_L2	197.38	1	50.00	1	66.53	1	38.57
Cardones_Diego_de_Almagro	290.00	1	85.94	1	85.88	1	85.88
Cardones_Maitencillo_220kV	591.00	-1	507.68	-1	475.72	-1	503.61
Carrera_Pinto_Cardones_220kV	220.00	-1	107.77	-1	107.77	-1	107.75
Carrera_Pinto_Cardones_220kV_L2	220.00	-1	106.17	-1	106.18	-1	106.16
Cautin_Ciruelos_220kV	332.00	1	13.80	1	22.38	1	47.38

Línea	Smáx MVA	Sentido	Sseca MVA	Sentido	Snormal MVA	Sentido	Shúmeda MVA
Cerro_Navia_Chena_220kV_L1	800.00	-1	490.95	-1	555.80	-1	531.39
Cerro_Navia_Lampa_220kV_L1	620.00	-1	433.69	-1	287.11	-1	152.26
Cerro_Navia_Las_Vegas_110kV	162.00	-1	104.58	-1	51.13	-1	41.88
Charrua_Ancoa_500_kV	2600.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Charrua_Cautin_220kV	1000.00	1	156.58	1	105.94	1	17.50
Charrua_Esperanza_220kV	224.80	1	63.40	1	43.91	1	8.57
Charrua_Nueva_Charrua_220kV	1000.00	1	505.57	1	521.93	1	125.57
Chena_Cerro_Navia_110kV	128.00	1	104.39	1	130.57	1	132.49
Chena_Los Almendros_110kV	1368.00	-1	135.68	-1	142.90	-1	142.94
Ciruelos_Pichirpulli_220kV	580.00	1	21.69	1	47.00	1	64.73
Colbun_Alto_Jahuel_200kV	640.00	1	256.39	1	328.15	1	424.12
Colbun_Ancoa_220kV	910.00	-1	162.18	-1	145.98	1	75.12
Diego_de_Almagro_Carrera_Pinto_220kV	220.00	-1	67.14	-1	66.98	-1	67.05
Diego_de_Almagro_Carrera_Pinto_220kV_L2	220.00	-1	66.15	-1	66.00	-1	66.06
El_Rodeo_Chena_220kV	1320.00	1	600.75	1	677.16	1	653.70
El_Salto_Cerro_Navia_110kV	316.00	1	71.59	1	78.07	1	54.52
Itahue_Alto_Jahuel_220kV	800.00	1	209.25	1	315.06	1	467.83
Lampa_Polpaico_220kV	620.00	-1	475.10	-1	327.47	-1	189.52
Las_Palmas_Los_Vilos_220kV	446.00	1	13.94	1	7.94	1	41.86
Las_Vegas_Quillota_110kV	366.00	1	28.56	1	108.28	1	143.50
Lo_Aguirre_Cerro_Navia_220kV	386.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Lo_Aguirre_Cerro_Navia_220kV_2	3000.00	1	619.12	1	705.09	1	776.91
Lo_Aguirre_Polpaico_500kV	1400.00	1	1119.79	1	1413.35	1	1422.62
Los_Almendros_El_Salto_110kV_L1	316.00	1	155.63	1	180.28	1	201.68
Los_Almendros_Polpaico_500kV	1800.00	1	165.58	1	309.91	1	237.71
Los_Vilos_Nogales_220kV	446.00	-1	71.21	-1	67.68	-1	30.12
Maitencillo_Cardones_500kV	3400.00	1	533.07	1	590.81	1	564.89
Maitencillo_Punta_Colorada_220kV	460.00	1	120.05	1	94.79	1	125.27
Melipilla_Cerro_Navia_220kV	394.77	1	43.98	1	85.67	1	150.14
Melipilla_Lo_Aguirre_220kV	386.00	-1	154.58	-1	150.47	1	106.60
Nogales_Polpaico_220kV	3000.00	1	131.21	1	267.57	-1	205.74
Nueva_Charrua_Ancoa_500kV	3900.00	1	1410.20	1	1581.62	1	522.19
Nueva_Charrua_Charrua_500kV	3900.00	-1	914.98	-1	1070.48	-1	399.00
Pan_de_Azucar_Las_Palmas_220kV	446.00	-1	19.06	-1	12.68	1	28.76
Pan_de_Azucar_Maitencillo_500kV	3400.00	1	274.06	1	409.23	1	304.50
Pan_de_Azucar_Polpaico_500kV	3400.00	-1	505.59	-1	683.84	-1	559.61
Pangue_Charrua_220kV	242.73	1	60.96	1	119.40	1	18.05
Pangue_Trupan_220kV	242.73	1	39.18	1	90.91	-1	17.98
Paposo_Diego_de_Almagro_220kV_L1	285.03	1	17.25	1	16.65	1	16.89
Paposo_Diego_de_Almagro_220kV_L2	285.03	1	17.25	1	16.65	1	16.89
Pichirpulli_Barro_Blanco_220kV	364.00	1	44.07	1	48.22	1	121.86
Pichirpulli_Charrua_500kV	1500.00	1	37.58	1	159.86	1	123.39
Pichirpulli_Puerto_Montt_220kV	580.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Pichirpulli_Valdivia_220kV	364.00	-1	46.59	-1	125.04	-1	211.05
Polpaico_ElSalto_220kV	1640.00	-1	112.04	-1	132.23	-1	146.69
Puerto_Montt_Barro_Blanco_220kV	174.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Puerto_Montt_Barro_Blanco_220kV_L1_2	348.00	1	10.14	-1	4.18	-1	54.42
Puerto_Montt_Barro_Blanco_220kV_L2	348.00	1	10.14	-1	4.18	-1	54.42
Puerto_Montt_Pichirpulli_500kV	1500.00	1	10.17	1	32.73	-1	49.07
Puerto_Montt_Temuco_220kV_L2	332.00	1	5.27	1	3.33	-1	12.24
Puerto_Montt_Valdivia_220kV	166.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Puerto_Montt_Valdivia_220kV_2	332.00	-1	16.62	-1	44.84	-1	110.11
Punta_Colorada_Pan_de_Azucar_220kV	460.00	1	123.26	1	98.75	1	128.79
Quillota_Polpaico_220kV	2000.00	1	49.65	-1	644.23	-1	653.81
Rapel_Melipilla_220kV	394.77	1	5.94	1	91.92	1	285.50
San_Luis_Quillota_220kV	2352.00	1	786.29	1	398.61	1	266.52
Temuco_Cautin_220kV_L1	332.00	-1	106.67	-1	111.07	-1	122.38
Temuco_Cautin_220kV_L2	332.00	-1	106.67	-1	111.07	-1	122.38
Temuco_Esperanza_220kV	224.80	-1	63.03	-1	43.66	-1	8.52
Trupan_Charrua_220kV	517.47	1	105.36	1	177.60	1	91.22
Valdivia_Cautin_220kV_L1	332.00	1	14.65	1	30.33	1	61.95
Valdivia_Cautin_220kV_L2	332.00	1	31.71	1	65.63	1	134.03
Valdivia_Ciruelos_220kV	332.00	1	14.96	1	49.99	1	98.55

Se observa un leve crecimiento de los costos marginales, producto del aumento de la demanda y la no incorporación de nuevas centrales.

Tabla 4.36. Costos marginales en las barras en el año 2030

Barra	cmg Seca US\$/MWh	cmg Normal US\$/MWh	cmg Húmeda US\$/MWh	Barra	cmg Seca US\$/MWh	cmg Normal US\$/MWh	cmg Húmeda US\$/MWh
B_A.Jahuel220	77.99	45.67	36.36	B_LoAguirre500	77.60	38.91	20.56
B_A.Jahuel500	77.74	39.78	28.90	B_LosAlmendros110	77.05	20.93	17.00
B_AguaSanta110	78.00	44.64	42.13	B_LosAlmendros220	77.03	0.00	0.00
B_AguaSanta220	77.49	43.79	41.47	B_LosAlmendros500	77.75	34.36	30.99
B_AltoJahuel110	77.84	36.17	28.32	B_LosVilos220	78.99	41.95	42.49
B_Ancoa220	75.51	40.06	29.43	B_Maitencillo220	77.79	40.09	45.06
B_Ancoa500	76.04	38.89	28.30	B_Maitencillo500	79.64	40.93	46.23

Barra	Comg Seca US\$/MWh	Comg Normal US\$/MWh	Comg Húmeda US\$/MWh	Barra	Comg Seca US\$/MWh	Comg Normal US\$/MWh	Comg Húmeda US\$/MWh
B_Antuco220	73.89	37.46	27.73	B_Melipilla220	79.99	44.82	35.63
B_BarroBlanco220	75.47	38.14	27.94	B_Nogales220	77.78	41.86	40.70
B_Canutillar220	74.40	37.57	28.00	B_NuevaCharrua220	74.55	37.98	28.00
B_Cardones220	82.00	42.09	47.55	B_NuevaCharrua500	74.73	38.08	28.03
B_Cardones500	80.42	41.33	46.68	B_PanAzucar220	79.75	41.05	45.77
B_CarreraPinto220	84.65	43.43	49.06	B_PandeAzucar500	79.41	40.71	46.14
B_Cautin220	75.99	38.37	27.97	B_Pangue220	74.00	37.45	27.94
B_CerroNavia110	79.91	56.61	50.00	B_Paposo220	85.93	44.08	49.78
B_CerroNavia220	79.80	45.35	37.62	B_Pichirropulli220	75.11	37.98	27.67
B_Charrua220	74.54	37.98	28.00	B_Pichirropulli500	74.91	37.95	27.85
B_Charrua500	74.72	38.08	28.03	B_Polpaico220	77.90	42.08	40.12
B_Chena110	79.09	22.60	16.02	B_Polpaico500	78.02	39.61	45.71
B_Chena220	78.95	43.19	34.99	B_PuertoMontt220	75.24	38.14	28.25
B_Ciruelos220	75.04	37.79	27.37	B_PuertoMontt500	75.08	38.01	28.08
B_Colbun220	75.51	40.06	29.43	B_PuntaColorada	78.83	40.60	45.44
B_DAlmagro220	86.41	44.32	50.06	B_Quillota110	76.80	44.62	41.98
B_ElSalto110	77.67	33.85	29.73	B_Quillota220	77.73	43.45	41.23
B_ElSalto220	77.68	38.51	35.60	B_Rapel220	79.93	44.38	34.18
B_Esperanza220	75.30	38.21	28.02	B_Rodeo220	78.09	45.14	36.06
B_Itahue220	76.48	41.64	30.93	B_SanLuis220	77.55	43.49	41.26
B_Lampa220	78.98	43.91	38.75	B_Temuco220	76.18	38.48	28.05
B_LasPalmas220	79.14	41.60	43.51	B_Trupan220	74.09	37.61	27.84
B_LasVegas110	76.14	46.90	43.19	B_Valdivia220	74.83	37.40	26.78
B_LoAguirre220	79.16	44.17	34.84				

#### 4.1.18 Año 2031

En el año 2031 se presenta un aumento de la demanda máxima de un 4,47% respecto al año 2030, produciéndose este aumento en mayor medida en la zona norte del **SIC**, con un 12,19%. No se contempla en ingreso de nuevas centrales durante este año.

Sigue habiendo congestión en la línea Alto Jahuel – Los Almendros 220 kV de 423 MVA, en las tres hidrologías. La línea Lo Aguirre – Polpaico 500 kV de 1400 MVA opera en su máximo en hidrología normal y húmeda.

Tabla 4.37. Flujos por las líneas de transmisión en el año 2031

Línea	Smáx MVA	Sentido	Sseca MVA	Sentido	Snormal MVA	Sentido	Shúmeda MVA
Agua_Santa_Quillota_110kV	800.00	-1	78.92	-1	106.36	-1	115.61
Agua_Santa_San_Luis_220kV	321.15	1	79.55	1	105.47	1	117.62
Alto_Jahuel_Chena_110kV	316.00	1	113.78	1	128.57	1	124.06
Alto_Jahuel_El_Rodeo_220kV	1320.00	1	641.72	1	687.41	1	645.91
Alto_Jahuel_Lo_Aguirre_500kV	1400.00	-1	400.64	-1	303.51	-1	474.03
Alto_Jahuel_Los_Almendros_110kV	162.00	-1	13.78	-1	23.09	-1	22.93
Alto_Jahuel_Los_Almendros_220kV_L1	423.06	1	414.43	1	436.32	1	436.73
Alto_Jahuel_Los_Almendros_500kV	1800.00	1	259.83	1	360.44	1	273.28
Alto_Jahuel_Polpaico_220kV	646.00	1	83.90	1	216.74	1	238.13
Alto_Jahuel_Polpaico_500kV	1400.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Alto_Jahuel_Polpaico_500kV_L2	1400.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L1	1400.00	1	408.11	1	525.28	1	391.05
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L2	1400.00	1	408.78	1	526.13	1	391.69
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L3	1400.00	1	408.78	1	526.13	1	391.69
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L4	1400.00	1	408.78	1	526.13	1	391.69
Ancoa_Itahue_220kV	944.00	1	324.86	1	326.68	1	283.81
Ancoa_Polpaico_500kV	1400.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Antuco_Charrua_220kV_L1	517.47	1	92.32	1	147.01	1	97.89
Antuco_Charrua_220kV_L2	517.47	1	92.32	1	147.01	1	97.89
Antuco_Trupan_220kV	517.47	1	66.19	1	86.78	1	109.16
Barro_Blanco_Valdivia_220kV	182.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Barro_Blanco_Valdivia_220kV_L2	364.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Canutillar_Puerto_Montt_220kV_L1	197.38	1	50.00	1	68.19	1	33.95
Canutillar_Puerto_Montt_220kV_L2	197.38	1	50.00	1	68.19	1	33.95
Cardones_Diego_de_Almagro	290.00	1	9.84	1	36.95	1	40.94
Cardones_Maitencillo_220kV	591.00	-1	469.72	-1	495.18	-1	499.18
Carrera_Pinto_Cardones_220kV	220.00	-1	34.25	-1	60.65	-1	64.61
Carrera_Pinto_Cardones_220kV_L2	220.00	-1	33.74	-1	59.76	-1	63.66
Cautin_Ciruelos_220kV	332.00	1	14.91	1	24.82	1	45.80
Cerro_Navia_Chena_220kV_L1	800.00	-1	526.52	-1	570.80	-1	529.57

Línea	Smáx MVA	Sentido	Sseca MVA	Sentido	Snormal MVA	Sentido	Shúmeda MVA
Cerro_Navia_Lampa_220kV_L1	620.00	-1	419.46	-1	245.33	-1	182.13
Cerro_Navia_Las_Vegas_110kV	162.00	-1	107.31	-1	69.53	-1	80.55
Charrua_Ancoa_500_kV	2600.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Charrua_Cautin_220kV	1000.00	1	163.89	1	105.03	1	25.05
Charrua_Esperanza_220kV	224.80	1	66.36	1	43.65	1	12.77
Charrua_Nueva_Charrua_220kV	1000.00	1	494.37	1	534.83	1	161.50
Chena_Cerro_Navia_110kV	128.00	1	109.08	1	133.00	1	133.83
Chena_Los Almendros_110kV	1368.00	-1	134.40	-1	149.28	-1	149.31
Ciruelos_Pichirropulli_220kV	580.00	1	18.77	1	44.46	1	64.76
Colbun_Alto_Jahuel_200kV	640.00	1	248.68	1	328.45	1	424.23
Colbun_Ancoa_220kV	910.00	-1	135.27	-1	124.31	1	64.25
Diego_de_Almagro_Carrera_Pinto_220kV	220.00	1	13.23	-1	18.18	-1	21.93
Diego_de_Almagro_Carrera_Pinto_220kV_L2	220.00	1	13.03	-1	17.92	-1	21.60
El_Rodeo_Chena_220kV	1320.00	1	640.20	1	686.45	1	645.06
El_Salto_Cerro_Navia_110kV	316.00	1	71.03	1	55.93	1	49.91
Itahue_Alto_Jahuel_220kV	800.00	1	197.76	1	311.24	1	464.20
Lampa_Polpaico_220kV	620.00	-1	461.19	-1	280.35	-1	212.19
Las_Palmas_Los_Vilos_220kV	446.00	-1	22.30	-1	26.04	-1	41.43
Las_Vegas_Quillota_110kV	366.00	1	25.75	1	90.42	1	117.12
Lo_Aguirre_Cerro_Navia_220kV	386.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Lo_Aguirre_Cerro_Navia_220kV_2	3000.00	1	607.65	1	707.77	1	750.83
Lo_Aguirre_Polpaico_500kV	1400.00	1	1178.20	1	1412.40	1	1414.20
Los_Almendros_El_Salto_110kV_L1	316.00	1	159.58	1	185.23	1	184.86
Los_Almendros_Polpaico_500kV	1800.00	1	207.29	1	309.28	1	270.92
Los_Vilos_Nogales_220kV	446.00	-1	108.85	-1	102.27	-1	108.28
Maitencillo_Cardones_500kV	3400.00	1	502.26	1	583.53	1	589.68
Maitencillo_Punta_Colorada_220kV	460.00	1	134.50	1	126.52	1	124.99
Melipilla_Cerro_Navia_220kV	394.77	-1	45.08	1	105.10	1	148.66
Melipilla_Lo_Aguirre_220kV	386.00	-1	154.68	-1	175.01	1	110.72
Nogales_Polpaico_220kV	3000.00	1	86.63	1	105.15	1	74.71
Nueva_Charrua_Ancoa_500kV	3900.00	1	1361.67	1	1648.32	1	603.32
Nueva_Charrua_Charrua_500kV	3900.00	-1	877.61	-1	1123.56	-1	446.34
Pan_de_Azucar_Las_Palmas_220kV	446.00	-1	33.25	-1	27.56	-1	37.02
Pan_de_Azucar_Maitencillo_500kV	3400.00	1	291.04	1	396.20	1	393.27
Pan_de_Azucar_Polpaico_500kV	3400.00	-1	628.66	-1	742.94	-1	756.13
Pangue_Charrua_220kV	242.73	1	60.96	1	119.40	1	18.05
Pangue_Trupan_220kV	242.73	1	39.18	1	90.91	-1	17.98
Paposo_Diego_de_Almagro_220kV_L1	285.03	1	161.14	1	117.75	1	111.70
Paposo_Diego_de_Almagro_220kV_L2	285.03	1	161.14	1	117.75	1	111.70
Pichirropulli_Barro_Blanco_220kV	364.00	1	47.76	1	44.27	1	128.28
Pichirropulli_Charrua_500kV	1500.00	1	28.64	1	192.40	1	109.05
Pichirropulli_Puerto_Montt_220kV	580.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Pichirropulli_Valdivia_220kV	364.00	-1	41.04	-1	123.43	-1	209.52
Polpaico_ElSalto_220kV	1640.00	-1	112.47	-1	154.45	-1	172.61
Puerto_Montt_Barro_Blanco_220kV	174.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Puerto_Montt_Barro_Blanco_220kV_L1_2	348.00	1	10.62	1	6.44	-1	56.22
Puerto_Montt_Barro_Blanco_220kV_L2	348.00	1	10.62	1	6.44	-1	56.22
Puerto_Montt_Pichirropulli_500kV	1500.00	-1	11.96	1	56.08	-1	59.45
Puerto_Montt_Temuco_220kV_L2	332.00	1	6.19	1	9.68	-1	14.18
Puerto_Montt_Valdivia_220kV	166.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Puerto_Montt_Valdivia_220kV_2	332.00	-1	15.79	-1	36.80	-1	112.31
Punta_Colorada_Pan_de_Azucar_220kV	460.00	1	137.38	1	130.08	1	129.22
Quillota_Polpaico_220kV	2000.00	1	110.02	-1	505.01	-1	603.13
Rapel_Melipilla_220kV	394.77	1	5.19	1	121.21	1	285.85
San_Luis_Quillota_220kV	2352.00	1	857.60	1	222.03	1	112.67
Temuco_Cautin_220kV_L1	332.00	-1	111.62	-1	114.68	-1	127.49
Temuco_Cautin_220kV_L2	332.00	-1	111.62	-1	114.68	-1	127.49
Temuco_Esperanza_220kV	224.80	-1	65.95	-1	43.42	-1	12.71
Trupan_Charrua_220kV	517.47	1	105.36	1	177.60	1	91.22
Valdivia_Cautin_220kV_L1	332.00	1	15.17	1	32.22	1	60.47
Valdivia_Cautin_220kV_L2	332.00	1	32.83	1	69.73	1	130.84
Valdivia_Ciruelos_220kV	332.00	1	13.53	1	52.77	1	97.64

Se observa un fuerte crecimiento de los costos marginales, producto del aumento de la demanda y la no incorporación de nuevas centrales.

Tabla 4.38. Costos marginales en las barras en el año 2031

Barra	cmg Seca US\$/MWh	cmg Normal US\$/MWh	cmg Húmeda US\$/MWh	Barra	cmg Seca US\$/MWh	cmg Normal US\$/MWh	cmg Húmeda US\$/MWh
B_A.Jahuel220	91.79	62.92	46.65	B_LoAguirre500	91.43	23.49	0.00
B_A.Jahuel500	91.54	45.95	29.44	B_LosAlmendros110	90.77	35.84	28.05
B_AguaSanta110	91.77	70.04	61.21	B_LosAlmendros220	90.74	0.00	0.00
B_AguaSanta220	91.20	69.94	61.33	B_LosAlmendros500	91.59	55.26	46.88
B_AltoJahuel110	91.61	56.76	42.65	B_LosVilos220	93.68	77.97	72.33
B_Ancoa220	88.98	48.36	31.84	B_Maitencillo220	92.30	88.69	88.13
B_Ancoa500	89.60	44.53	28.65	B_Maitencillo500	94.40	91.04	90.59
B_Antuco220	87.11	42.14	27.73	B_Melipilla220	94.26	55.62	39.76

Barra	Comg Seca US\$/MWh	Comg Normal US\$/MWh	Comg Húmeda US\$/MWh	Barra	Comg Seca US\$/MWh	Comg Normal US\$/MWh	Comg Húmeda US\$/MWh
B_BarroBlanco220	89.07	42.74	27.89	B_Nogales220	91.77	71.96	64.40
B_Canutillar220	87.81	41.97	28.00	B_NuevaCharrua220	87.90	42.73	28.00
B_Cardones220	96.95	93.63	93.21	B_NuevaCharrua500	88.11	43.03	28.09
B_Cardones500	95.27	91.95	91.50	B_PanAzucar220	94.73	89.50	88.37
B_CarreraPinto220	97.90	95.34	95.02	B_PandeAzucar500	94.14	90.74	90.33
B_Cautin220	89.73	43.13	27.95	B_Pangue220	87.25	42.13	27.94
B_CerroNavia110	94.16	57.54	44.71	B_Paposo220	91.79	91.79	91.79
B_CerroNavia220	94.03	58.89	44.57	B_Pichirropulli220	88.62	42.69	27.68
B_Charrua220	87.88	42.72	28.00	B_Pichirropulli500	88.37	42.65	27.84
B_Charrua500	88.10	43.03	28.09	B_Polpaico220	91.81	70.60	62.40
B_Chena110	93.15	53.32	40.62	B_Polpaico500	91.96	89.53	89.62
B_Chena220	92.98	59.83	44.94	B_PuertoMontt220	88.80	42.63	28.22
B_Ciruelos220	88.57	42.42	27.35	B_PuertoMontt500	88.62	42.53	28.04
B_Colbun220	88.98	48.36	31.84	B_PuntaColorada	93.60	89.10	88.22
B_DAlmagro220	97.53	95.80	95.60	B_Quillota110	90.40	67.78	58.75
B_ElSalto110	91.55	48.10	38.67	B_Quillota220	91.50	70.39	61.90
B_ElSalto220	91.55	60.85	52.02	B_Rapel220	94.20	54.34	37.36
B_Esperanza220	88.85	42.96	28.02	B_Rodeo220	91.91	62.27	46.29
B_Itahue220	90.14	52.26	35.25	B_SanLuis220	91.26	70.35	61.87
B_Lampa220	93.08	64.10	52.47	B_Temuco220	89.97	43.25	28.04
B_LasPalmas220	93.90	81.66	77.55	B_Trupan220	87.35	42.32	27.84
B_LasVegas110	89.63	63.64	53.51	B_Valdivia220	88.34	41.94	26.72
B_LoAguirre220	93.28	53.32	37.56				

#### 4.1.19 Año 2032

En el año 2032 se presenta un aumento de la demanda máxima de un 0,8% respecto al año 2031, produciéndose este aumento en mayor medida en la zona sur del **SIC**, con un 3,54%. No se contempla en ingreso de nuevas centrales durante este año.

Sigue habiendo congestión en la línea Alto Jahuel – Los Almendros 220 kV de 423 MVA, en las hidrologías normal y húmeda. La línea Lo Aguirre – Polpaico 500 kV de 1400 MVA opera en su máximo en hidrología normal y húmeda.

Tabla 4.39. Flujos por las líneas de transmisión en el año 2032

Línea	Smáx MVA	Sentido	Sseca MVA	Sentido	Snormal MVA	Sentido	Shúmeda MVA
Agua_Santa_Quillota_110kV	800.00	-1	79.09	-1	105.15	-1	115.58
Agua_Santa_San_Luis_220kV	321.15	1	79.70	1	104.31	1	117.15
Alto_Jahuel_Chena_110kV	316.00	1	115.96	1	128.30	1	124.80
Alto_Jahuel_El_Rodeo_220kV	1320.00	1	657.78	1	687.30	1	651.71
Alto_Jahuel_Lo_Aguirre_500kV	1400.00	-1	400.00	-1	301.92	-1	447.34
Alto_Jahuel_Los_Almendros_110kV	162.00	-1	12.93	-1	23.03	-1	22.63
Alto_Jahuel_Los_Almendros_220kV_L1	423.06	1	408.05	1	436.08	1	436.73
Alto_Jahuel_Los_Almendros_500kV	1800.00	1	255.94	1	362.32	1	284.85
Alto_Jahuel_Polpaico_220kV	646.00	1	94.27	1	211.22	1	238.81
Alto_Jahuel_Polpaico_500kV	1400.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Alto_Jahuel_Polpaico_500kV_L2	1400.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L1	1400.00	1	395.66	1	529.36	1	407.06
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L2	1400.00	1	396.30	1	530.22	1	407.72
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L3	1400.00	1	396.30	1	530.22	1	407.72
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L4	1400.00	1	396.30	1	530.22	1	407.72
Ancoa_Itahue_220kV	944.00	1	328.11	1	334.44	1	293.32
Ancoa_Polpaico_500kV	1400.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Antuco_Charrua_220kV_L1	517.47	1	92.32	1	147.01	1	97.89
Antuco_Charrua_220kV_L2	517.47	1	92.32	1	147.01	1	97.89
Antuco_Trupan_220kV	517.47	1	66.19	1	86.78	1	109.16
Barro_Blanco_Valdivia_220kV	182.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Barro_Blanco_Valdivia_220kV_L2	364.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Canutillar_Puerto_Montt_220kV_1	197.38	1	50.00	1	68.19	1	38.12
Canutillar_Puerto_Montt_220kV_L2	197.38	1	50.00	1	68.19	1	38.12
Cardones_Diego_de_Almagro	290.00	1	9.32	1	35.28	1	36.37
Cardones_Maitencillo_220kV	591.00	-1	470.05	-1	494.90	-1	495.91
Carrera_Pinto_Cardones_220kV	220.00	-1	33.75	-1	59.10	-1	60.21
Carrera_Pinto_Cardones_220kV_L2	220.00	-1	33.25	-1	58.23	-1	59.33
Cautin_Ciruelos_220kV	332.00	1	16.20	1	24.86	1	45.37
Cerro_Navia_Chena_220kV_L1	800.00	-1	540.43	-1	570.10	-1	533.87
Cerro_Navia_Lampa_220kV_L1	620.00	-1	417.46	-1	254.39	-1	180.96
Cerro_Navia_Las_Vegas_110kV	162.00	-1	106.69	-1	72.78	-1	78.60
Charrua_Ancoa_500_kV	2600.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Charrua_Cautin_220kV	1000.00	1	171.20	1	116.01	1	35.40

Línea	Smáx MVA	Sentido	Sseca MVA	Sentido	Snormal MVA	Sentido	Shúmeda MVA
Charrua_Esperanza_220kV	224.80	1	69.32	1	48.03	1	17.04
Charrua_Nueva_Charrua_220kV	1000.00	1	482.49	1	549.48	1	188.16
Chena_Cerro_Navia_110kV	128.00	1	111.15	1	133.02	1	133.68
Chena_Los Almendros_110kV	1368.00	-1	134.34	-1	149.93	-1	149.08
Ciruelos_Pichirropulli_220kV	580.00	1	15.71	1	42.79	1	63.80
Colbun_Alto_Jahuel_200kV	640.00	1	243.79	1	328.19	1	425.75
Colbun_Ancoa_220kV	910.00	-1	170.52	-1	142.59	1	69.25
Diego_de_Almagro_Carrera_Pinto_220kV	220.00	1	13.93	-1	16.54	-1	17.42
Diego_de_Almagro_Carrera_Pinto_220kV_L2	220.00	1	13.73	-1	16.29	-1	17.16
El_Rodeo_Chena_220kV	1320.00	1	656.20	1	686.37	1	650.85
El_Salto_Cerro_Navia_110kV	316.00	1	71.05	1	56.01	1	50.03
Itahue_Alto_Jahuel_220kV	800.00	1	189.36	1	307.48	1	462.06
Lampa_Polpaico_220kV	620.00	-1	459.41	-1	289.37	-1	212.61
Las_Palmas_Los_Vilos_220kV	446.00	-1	23.00	-1	26.95	-1	37.69
Las_Vegas_Quillota_110kV	366.00	1	26.35	1	88.03	1	117.42
Lo_Aguirre_Cerro_Navia_220kV	386.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Lo_Aguirre_Cerro_Navia_220kV_2	3000.00	1	605.46	1	709.21	1	753.10
Lo_Aguirre_Polpaico_500kV	1400.00	1	1180.00	1	1411.62	1	1413.88
Los_Almendros_El_Salto_110kV_L1	316.00	1	160.86	1	184.44	1	186.09
Los_Almendros_Polpaico_500kV	1800.00	1	210.48	1	308.50	1	278.10
Los_Vilos_Nogales_220kV	446.00	-1	110.35	-1	103.96	-1	107.23
Maitencillo_Cardones_500kV	3400.00	1	504.87	1	583.42	1	584.08
Maitencillo_Punta_Colorada_220kV	460.00	1	134.40	1	126.73	1	126.06
Melipilla_Cerro_Navia_220kV	394.77	-1	45.40	1	105.21	1	148.44
Melipilla_Lo_Aguirre_220kV	386.00	-1	155.16	-1	176.16	1	111.16
Nogales_Polpaico_220kV	3000.00	1	85.92	1	100.29	1	89.18
Nueva_Charrua_Ancoa_500kV	3900.00	1	1311.26	1	1673.54	1	664.55
Nueva_Charrua_Charrua_500kV	3900.00	-1	839.20	-1	1134.66	-1	482.07
Pan_de_Azucar_Las_Palmas_220kV	446.00	-1	34.09	-1	28.46	-1	34.00
Pan_de_Azucar_Maitencillo_500kV	3400.00	1	295.09	1	398.90	1	389.56
Pan_de_Azucar_Polpaico_500kV	3400.00	-1	636.08	-1	748.23	-1	751.52
Pangue_Charrua_220kV	242.73	1	60.96	1	119.40	1	18.03
Pangue_Trupan_220kV	242.73	1	39.18	1	90.91	-1	17.98
Paposo_Diego_de_Almagro_220kV_L1	285.03	1	163.18	1	121.10	1	119.33
Paposo_Diego_de_Almagro_220kV_L2	285.03	1	163.18	1	121.10	1	119.33
Pichirropulli_Barro_Blanco_220kV	364.00	1	51.33	1	47.17	1	129.41
Pichirropulli_Charrua_500kV	1500.00	-1	31.55	1	178.77	1	104.26
Pichirropulli_Puerto_Montt_220kV	580.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Pichirropulli_Valdivia_220kV	364.00	-1	35.26	-1	119.64	-1	207.08
Polpaico_ElSalto_220kV	1640.00	-1	112.78	-1	154.95	-1	170.49
Puerto_Montt_Barro_Blanco_220kV	174.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Puerto_Montt_Barro_Blanco_220kV_L1_2	348.00	1	11.27	1	7.10	-1	54.34
Puerto_Montt_Barro_Blanco_220kV_L2	348.00	1	11.27	1	7.10	-1	54.34
Puerto_Montt_Pichirropulli_500kV	1500.00	-1	16.84	1	51.28	-1	60.01
Puerto_Montt_Temuco_220kV_L2	332.00	1	7.39	1	9.88	-1	14.19
Puerto_Montt_Valdivia_220kV	166.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Puerto_Montt_Valdivia_220kV_2	332.00	-1	14.79	-1	36.34	-1	110.98
Punta_Colorada_Pan_de_Azucar_220kV	460.00	1	137.28	1	130.26	1	130.21
Quillota_Polpaico_220kV	2000.00	1	104.85	-1	477.84	-1	600.48
Rapel_Melipilla_220kV	394.77	1	4.63	1	121.80	1	285.45
San_Luis_Quillota_220kV	2352.00	1	857.93	1	250.53	1	114.08
Temuco_Cautin_220kV_L1	332.00	-1	116.70	-1	119.61	-1	131.94
Temuco_Cautin_220kV_L2	332.00	-1	116.70	-1	119.61	-1	131.94
Temuco_Esperanza_220kV	224.80	-1	68.85	-1	47.77	-1	16.96
Trupan_Charrua_220kV	517.47	1	105.36	1	177.60	1	91.22
Valdivia_Cautin_220kV_L1	332.00	1	15.81	1	31.92	1	59.82
Valdivia_Cautin_220kV_L2	332.00	1	34.21	1	69.04	1	129.42
Valdivia_Ciruelos_220kV	332.00	1	12.07	1	51.46	1	96.60

Se observa que los costos marginales se mantienen en torno a los del año anterior, debido al bajo aumento de la demanda del sistema.

Tabla 4.40. Costos marginales en las barras en el año 2032

Barra	Comg Seca US\$/MWh	Comg Normal US\$/MWh	Comg Húmeda US\$/MWh	Barra	Comg Seca US\$/MWh	Comg Normal US\$/MWh	Comg Húmeda US\$/MWh
B_A.Jahuel220	91.85	63.04	46.93	B_LoAguirre500	91.51	23.46	0.00
B_A.Jahuel500	91.61	46.00	29.59	B_LosAlmendros110	90.85	35.99	28.09
B_AguaSanta110	91.88	70.00	61.77	B_LosAlmendros220	90.82	0.00	0.00
B_AguaSanta220	91.30	69.93	61.86	B_LosAlmendros500	91.66	55.36	47.17
B_AltoJahuel110	91.66	56.98	42.73	B_LosVilos220	93.79	78.11	72.81
B_Ancoa220	89.10	48.44	31.94	B_Maitencillo220	92.42	88.90	88.69
B_Ancoa500	89.73	44.57	28.74	B_Maitencillo500	94.53	91.25	91.15
B_Antuco220	87.32	42.14	27.72	B_Melipilla220	94.37	55.65	40.17
B_BarroBlanco220	89.37	42.81	27.93	B_Nogales220	91.87	72.05	64.87
B_Canutillar220	88.09	42.03	28.00	B_NuevaCharrua220	88.10	42.73	28.00
B_Cardones220	97.08	93.85	93.75	B_NuevaCharrua500	88.30	43.04	28.12
B_Cardones500	95.40	92.16	92.06	B_PanAzucar220	94.85	89.71	88.92

Barra	Comg Seca US\$/MWh	Comg Normal US\$/MWh	Comg Húmeda US\$/MWh	Barra	Comg Seca US\$/MWh	Comg Normal US\$/MWh	Comg Húmeda US\$/MWh
B_CarreraPinto220	98.02	95.52	95.45	B_PandeAzucar500	94.25	90.95	90.90
B_Cautin220	90.09	43.21	28.00	B_Pangue220	87.46	42.12	27.94
B_CerroNavia110	94.26	57.26	45.67	B_Paposo220	91.79	91.79	91.79
B_CerroNavia220	94.13	58.92	45.03	B_Pichirropulli220	88.87	42.74	27.71
B_Charrua220	88.08	42.72	28.00	B_Pichirropulli500	88.63	42.69	27.87
B_Charrua500	88.29	43.04	28.11	B_Polpaico220	91.91	70.68	62.87
B_Chena110	93.23	53.76	40.36	B_Polpaico500	92.05	89.72	90.20
B_Chena220	93.05	59.93	45.27	B_PuertoMontt220	89.08	42.70	28.25
B_Ciruelos220	88.86	42.49	27.40	B_PuertoMontt500	88.90	42.59	28.07
B_Colbun220	89.10	48.44	31.94	B_PuntaColorada	93.72	89.31	88.78
B_DAlmagro220	97.62	95.93	95.89	B_Quillota110	90.51	67.74	59.33
B_ElSalto110	91.64	48.12	39.07	B_Quillota220	91.61	70.41	62.42
B_ElSalto220	91.64	60.90	52.47	B_Rapel220	94.32	54.37	37.73
B_Esperanza220	89.13	43.00	28.04	B_Rodeo220	91.97	62.39	46.57
B_Itahue220	90.29	52.37	35.39	B_SanLuis220	91.37	70.35	62.38
B_Lampa220	93.17	64.15	52.94	B_Temuco220	90.34	43.33	28.09
B_LasPalmas220	94.02	81.82	78.04	B_Trupan220	87.57	42.31	27.83
B_LasVegas110	89.74	63.52	54.19	B_Valdivia220	88.66	42.02	26.77
B_LoAguirre220	93.38	53.34	37.95				

#### 4.1.20 Año 2033

En el año 2033 se presenta un aumento de la demanda máxima de un 0,8% respecto al año 2032, produciéndose este aumento en mayor medida en la zona sur del **SIC**, con un 3,55%. No se contempla en ingreso de nuevas centrales durante este año.

Sigue habiendo congestión en la línea Alto Jahuel – Los Almendros 220 kV de 423 MVA, en las hidrologías normal y húmeda. La línea Lo Aguirre – Polpaico 500 kV de 1400 MVA opera en su máximo en hidrología normal y húmeda.

Tabla 4.41. Flujos por las líneas de transmisión en el año 2030

Línea	Smáx MVA	Sentido	Sseca MVA	Sentido	Snormal MVA	Sentido	Shúmeda MVA
Agua_Santa_Quillota_110kV	800.00	-1	79.04	-1	104.02	-1	115.51
Agua_Santa_San_Luis_220kV	321.15	1	79.76	1	103.20	1	116.74
Alto_Jahuel_Chena_110kV	316.00	1	115.30	1	128.04	1	125.34
Alto_Jahuel_El_Rodeo_220kV	1320.00	1	654.65	1	687.20	1	655.94
Alto_Jahuel_Lo_Aguirre_500kV	1400.00	-1	432.72	-1	300.98	-1	424.82
Alto_Jahuel_Los_Almendros_110kV	162.00	-1	13.39	-1	23.04	-1	22.42
Alto_Jahuel_Los_Almendros_220kV_L1	423.06	1	411.27	1	435.92	1	436.73
Alto_Jahuel_Los_Almendros_500kV	1800.00	1	236.46	1	363.53	1	294.20
Alto_Jahuel_Polpaico_220kV	646.00	1	88.01	1	206.20	1	239.72
Alto_Jahuel_Polpaico_500kV	1400.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Alto_Jahuel_Polpaico_500kV_L2	1400.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L1	1400.00	1	382.83	1	531.95	1	419.74
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L2	1400.00	1	383.45	1	532.81	1	420.42
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L3	1400.00	1	383.45	1	532.81	1	420.42
Ancoa_Alto_Jahuel_500kV_L4	1400.00	1	383.45	1	532.81	1	420.42
Ancoa_Itahue_220kV	944.00	1	332.63	1	341.10	1	301.47
Ancoa_Polpaico_500kV	1400.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Antuco_Charrua_220kV_L1	517.47	1	92.32	1	147.01	1	97.89
Antuco_Charrua_220kV_L2	517.47	1	92.32	1	147.01	1	97.89
Antuco_Trupan_220kV	517.47	1	66.19	1	86.78	1	109.16
Barro_Blanco_Valdivia_220kV	182.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Barro_Blanco_Valdivia_220kV_L2	364.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Canutillar_Puerto_Montt_220kV_1	197.38	1	50.01	1	68.19	1	41.87
Canutillar_Puerto_Montt_220kV_L2	197.38	1	50.01	1	68.19	1	41.87
Cardones_Diego_de_Almagro	290.00	1	6.90	1	34.02	1	32.72
Cardones_Maitencillo_220kV	591.00	-1	460.99	-1	494.99	-1	493.58
Carrera_Pinto_Cardones_220kV	220.00	-1	29.91	-1	57.96	-1	56.75
Carrera_Pinto_Cardones_220kV_L2	220.00	-1	29.46	-1	57.10	-1	55.91
Cautin_Ciruelos_220kV	332.00	1	17.64	1	25.13	1	45.22
Cerro_Navia_Chena_220kV_L1	800.00	-1	537.06	-1	569.76	-1	537.08
Cerro_Navia_Lampa_220kV_L1	620.00	-1	423.81	-1	262.66	-1	180.10
Cerro_Navia_Las_Vegas_110kV	162.00	-1	106.92	-1	75.57	-1	77.23
Charrua_Ancoa_500_kV	2600.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Charrua_Cautin_220kV	1000.00	1	178.73	1	126.78	1	46.03
Charrua_Esperanza_220kV	224.80	1	72.38	1	52.33	1	21.34
Charrua_Nueva_Charrua_220kV	1000.00	1	471.47	1	561.40	1	210.99
Chena_Cerro_Navia_110kV	128.00	1	110.24	1	132.81	1	133.56

Línea	Smáx MVA	Sentido	Sseca MVA	Sentido	Snormal MVA	Sentido	Shúmeda MVA
Chena_Los Almendros_110kV	1368.00	-1	134.95	-1	150.33	-1	148.87
Ciruelos_Pichirropulli_220kV	580.00	1	12.62	1	40.85	1	62.45
Colbun_Alto Jahuel_200kV	640.00	1	241.21	1	327.69	1	426.77
Colbun_Ancoa_220kV	910.00	-1	277.93	-1	129.76	1	131.70
Diego_de Almagro Carrera Pinto_220kV	220.00	1	18.82	-1	15.29	-1	13.88
Diego_de Almagro Carrera Pinto_220kV_L2	220.00	1	18.54	-1	15.07	-1	13.68
El Rodeo_Chena_220kV	1320.00	1	653.07	1	686.28	1	655.07
El Salto_Cerro Navia_110kV	316.00	1	71.12	1	56.23	1	50.13
Itahue_Alto Jahuel_220kV	800.00	1	183.53	1	303.85	1	459.86
Lampa_Polpaico_220kV	620.00	-1	465.93	-1	297.68	-1	212.86
Las Palmas_Los Vilos_220kV	446.00	-1	18.20	-1	27.67	-1	35.02
Las Vegas_Quillota_110kV	366.00	1	26.15	1	85.79	1	117.65
Lo Aguirre_Cerro Navia_220kV	386.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Lo Aguirre_Cerro Navia_220kV_2	3000.00	1	609.19	1	710.10	1	754.26
Lo Aguirre_Polpaico_500kV	1400.00	1	1142.11	1	1411.17	1	1413.64
Los Almendros_El Salto_110kV_L1	316.00	1	160.08	1	183.68	1	187.06
Los Almendros_Polpaico_500kV	1800.00	1	186.62	1	307.99	1	284.51
Los Vilos_Nogales_220kV	446.00	-1	104.05	-1	105.77	-1	106.96
Maitencillo_Cardones_500kV	3400.00	1	426.09	1	584.03	1	580.16
Maitencillo_Punta Colorada_220kV	460.00	1	141.14	1	126.78	1	126.88
Melipilla_Cerro Navia_220kV	394.77	-1	44.81	1	105.35	1	148.28
Melipilla_Lo Aguirre_220kV	386.00	-1	155.68	-1	176.93	1	111.45
Nogales_Polpaico_220kV	3000.00	1	82.42	1	97.62	1	100.21
Nueva Charrua_Ancoa_500kV	3900.00	1	1263.39	-1	1691.02	1	715.52
Nueva Charrua_Charrua_500kV	3900.00	-1	802.65	-1	1140.66	-1	511.13
Pan_de Azucar_Las Palmas_220kV	446.00	-1	27.75	-1	29.30	-1	31.94
Pan_de Azucar_Maitencillo_500kV	3400.00	1	230.85	1	401.93	1	387.57
Pan_de Azucar_Polpaico_500kV	3400.00	-1	560.05	-1	754.34	-1	749.79
Pangue_Charrua_220kV	242.73	1	60.96	1	119.40	1	18.03
Pangue_Trupan_220kV	242.73	1	39.18	1	90.91	-1	17.98
Paposo_Diego_de Almagro_220kV_L1	285.03	1	172.09	1	123.86	1	125.67
Paposo_Diego_de Almagro_220kV_L2	285.03	1	172.09	1	123.86	1	125.67
Pichirropulli_Barro Blanco_220kV	364.00	1	54.78	1	49.95	1	130.61
Pichirropulli_Charrua_500kV	1500.00	-1	44.02	1	164.78	1	98.22
Pichirropulli_Puerto Montt_220kV	580.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Pichirropulli_Valdivia_220kV	364.00	-1	29.34	-1	115.46	-1	204.02
Polpaico_ElSalto_220kV	1640.00	-1	112.88	-1	154.89	-1	168.91
Puerto Montt_Barro Blanco_220kV	174.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Puerto Montt_Barro Blanco_220kV_L1_2	348.00	1	12.09	1	7.92	-1	52.42
Puerto Montt_Barro Blanco_220kV_L2	348.00	1	12.09	1	7.92	-1	52.42
Puerto Montt_Pichirropulli_500kV	1500.00	-1	22.75	1	46.59	-1	61.04
Puerto Montt_Temuco_220kV_L2	332.00	1	8.82	1	10.31	-1	14.17
Puerto Montt_Valdivia_220kV	166.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Puerto Montt_Valdivia_220kV_2	332.00	-1	13.63	-1	35.63	-1	109.49
Punta Colorada_Pan_de Azucar_220kV	460.00	1	143.82	1	130.30	1	130.96
Quillota_Polpaico_220kV	2000.00	1	100.98	-1	452.23	-1	598.20
Rapel_Melipilla_220kV	394.77	1	4.26	1	122.24	1	285.19
San Luis_Quillota_220kV	2352.00	1	857.95	1	277.97	1	115.69
Temuco_Cautin_220kV_L1	332.00	-1	121.92	-1	124.71	-1	136.57
Temuco_Cautin_220kV_L2	332.00	-1	121.92	-1	124.71	-1	136.57
Temuco_Esperanza_220kV	224.80	-1	71.81	-1	52.03	-1	21.22
Trupan_Charrua_220kV	517.47	1	105.36	1	177.60	1	91.22
Valdivia_Cautin_220kV_L1	332.00	1	16.56	1	31.74	1	59.34
Valdivia_Cautin_220kV_L2	332.00	1	35.81	1	68.67	1	128.39
Valdivia_Ciruelos_220kV	332.00	1	10.57	1	50.09	1	95.42

Se observa que los costos marginales se mantienen en torno a los del año anterior, debido al bajo aumento de la demanda del sistema.

Tabla 4.42. Costos marginales en las barras en el año 2033

Barra	Comg Seca US\$/MWh	Comg Normal US\$/MWh	Comg Húmeda US\$/MWh	Barra	Comg Seca US\$/MWh	Comg Normal US\$/MWh	Comg Húmeda US\$/MWh
B_A.Jahuel220	93.09	63.12	47.14	B_LoAguirre500	92.73	23.43	0.00
B_A.Jahuel500	92.86	46.04	29.71	B_LosAlmendros110	92.06	36.07	28.12
B_AguaSanta110	93.09	69.99	62.22	B_LosAlmendros220	92.04	0.00	0.00
B_AguaSanta220	92.51	69.93	62.29	B_LosAlmendros500	92.89	55.42	47.40
B_AltoJahuel110	92.90	57.10	42.77	B_LosVilos220	94.94	78.21	73.20
B_Ancoa220	90.38	48.48	32.02	B_Maitencillo220	93.20	89.06	89.14
B_Ancoa500	91.01	44.60	28.80	B_Maitencillo500	95.32	91.42	91.61
B_Antuco220	88.64	42.14	27.73	B_Melipilla220	95.64	55.69	40.50
B_BarroBlanco220	90.80	42.88	27.97	B_Nogales220	93.07	72.12	65.25
B_Canutilar220	89.48	42.09	28.00	B_NuevaCharrua220	89.41	42.73	28.00
B_Cardones220	97.77	94.02	94.20	B_NuevaCharrua500	89.61	43.05	28.13
B_Cardones500	96.10	92.33	92.52	B_PanAzucar220	95.80	89.87	89.38
B_CarreraPinto220	98.57	95.66	95.81	B_PandeAzucar500	95.19	91.11	91.36
B_Cautin220	91.59	43.29	28.05	B_Pangue220	88.78	42.13	27.94
B_CerroNavia110	95.52	57.17	46.46	B_Paposo220	91.79	91.79	91.79

Barra	Cmg Seca US\$/MWh	Cmg Normal US\$/MWh	Cmg Húmeda US\$/MWh	Barra	Cmg Seca US\$/MWh	Cmg Normal US\$/MWh	Cmg Húmeda US\$/MWh
B_CerroNavia220	95.39	58.96	45.39	B_Pichirropulli220	90.25	42.79	27.75
B_Charrua220	89.40	42.72	28.00	B_Pichirropulli500	90.00	42.74	27.89
B_Charrua500	89.60	43.05	28.13	B_Polpaico220	93.11	70.74	63.25
B_Chena110	94.48	53.97	40.10	B_Polpaico500	93.25	89.85	90.66
B_Chena220	94.31	60.01	45.52	B_PuertoMontt220	90.49	42.76	28.27
B_Ciruelos220	90.28	42.55	27.44	B_PuertoMontt500	90.31	42.65	28.10
B_Colbun220	90.38	48.48	32.02	B_PuntaColorada	94.59	89.47	89.23
B_DAlmagro220	98.00	96.04	96.14	B_Quillota110	91.70	67.72	59.80
B_ElSalto110	92.86	48.14	39.38	B_Quillota220	92.82	70.42	62.83
B_ElSalto220	92.85	60.94	52.83	B_Rapel220	95.59	54.42	38.02
B_Esperanza220	90.54	43.04	28.06	B_Rodeo220	93.21	62.47	46.79
B_Itahue220	91.60	52.45	35.51	B_SanLuis220	92.57	70.35	62.80
B_Lampa220	94.41	64.20	53.31	B_Temuco220	91.86	43.42	28.14
B_LasPalmas220	95.09	81.94	78.45	B_Trupan220	88.90	42.32	27.84
B_LasVegas110	90.92	63.47	54.75	B_Valdivia220	90.11	42.10	26.81
B_LoAguirre220	94.63	53.37	38.26				

## 4.2 Análisis de nuevos escenarios

Ya habiendo estudiado el escenario en que los proyectos Hidroaysén y Castilla entran en operación el horizonte 2014-2033, se analizará cómo varía el costo marginal en las barras si alguno de ellos no lo realiza, estudiando también el caso en que ninguno de ellos lo hace. Las barras consideradas para este análisis son Cardones 220 kV, Polpaico 220 kV, Cerro Navia 220 kV, Alto Jahuel 220 kV, Charrúa 220 kV e Itahue 220 kV.

### 4.2.1 Barra Cardones 220 kV

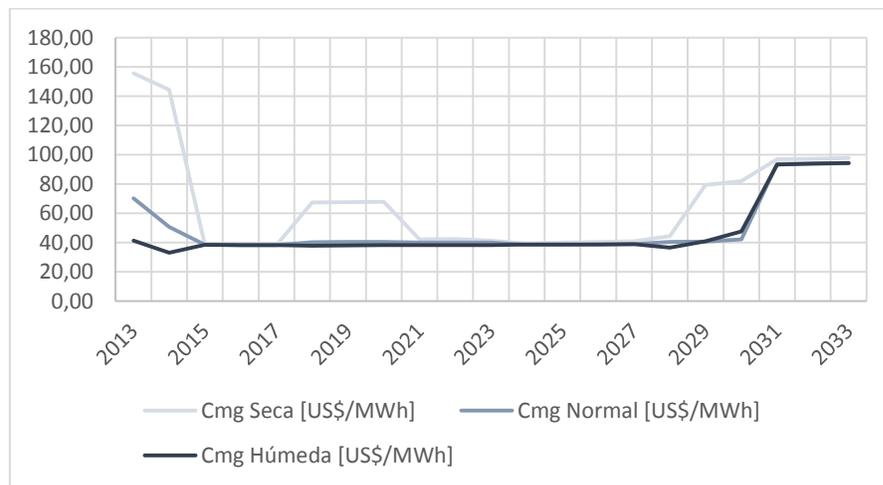


Figura 4.2. Cardones 220 kV con Hidroaysén y Castilla

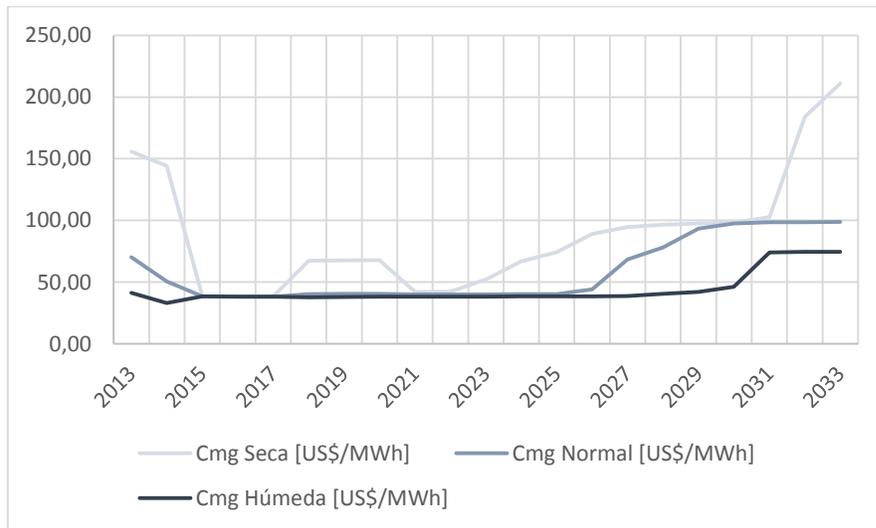


Figura 4.3. Cardones 220 kV solo con Castilla

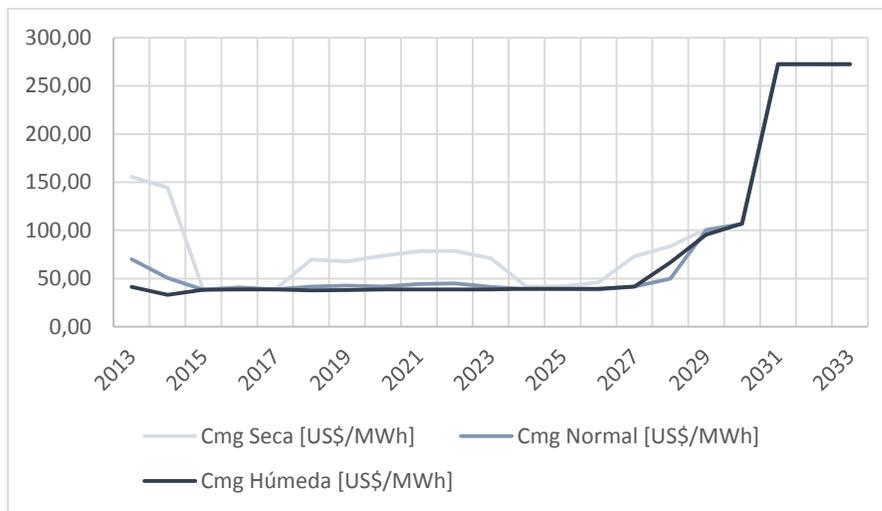


Figura 4.4. Cardones 220 kV solo con Hidroaysén

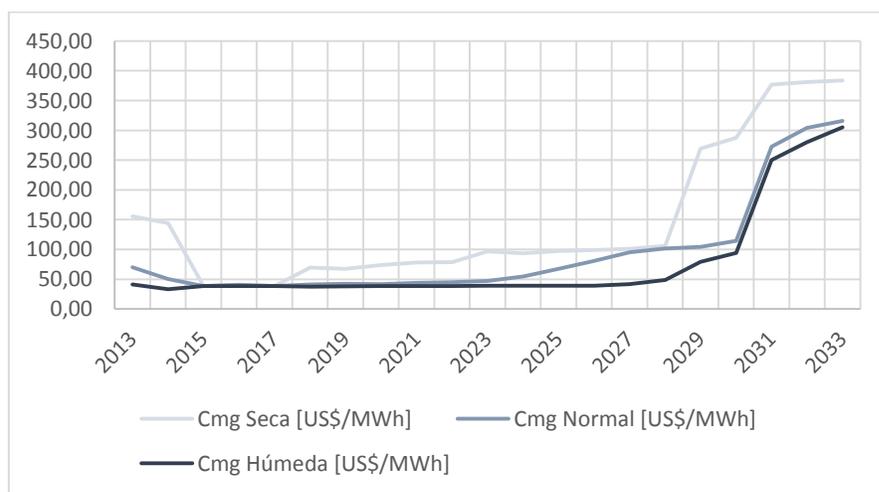


Figura 4.5. Cardones 220 kV sin Hidroaysén ni Castilla

En la barra Cardones 220 kV, el ingreso de la primera unidad de la central Castilla en 2016 no significa una disminución del costo en la barra respecto al año anterior, comparándola a la situación sin el ingreso de la unidad. Esto no significa que no tenga un efecto para el resto del sistema. Sí tiene un efecto directo la entrada de las nuevas unidades en 2021. La entrada del Módulo 02 y del Módulo 05 de Hidroaysén en 2023, genera una disminución en los costos marginales de la barra, manteniéndose durante el ingreso de los siguientes módulos en el 2024. El costo marginal al final del periodo de evaluación inevitablemente aumenta, producto de la no entrada de nuevas centrales ni de proyectos de líneas de transmisión, y el inminente aumento de la demanda.

4.2.2 Barra Polpaico 220 kV

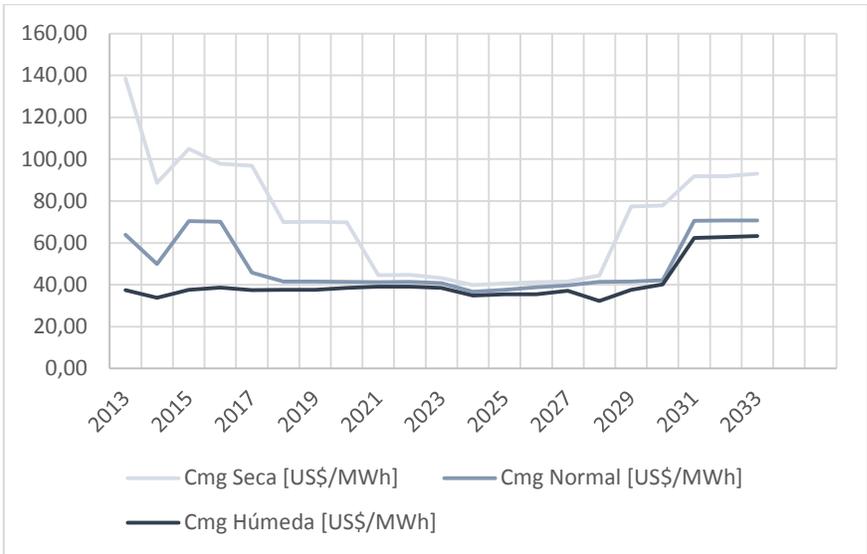


Figura 4.6. Polpaico 220 kV con Hidroaysén y Castilla

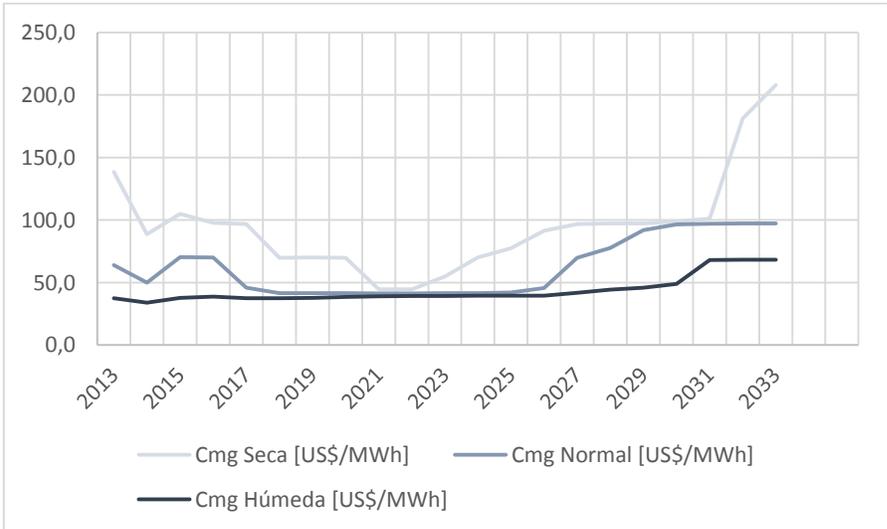


Figura 4.7. Polpaico 220 kV solo con Castilla

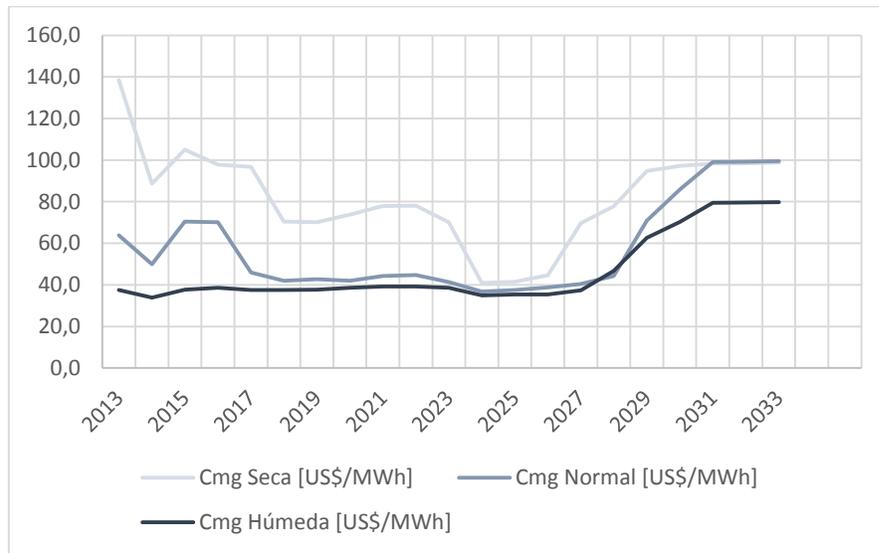


Figura 4.8. Polpaico 220 kV solo con Hidroaysén

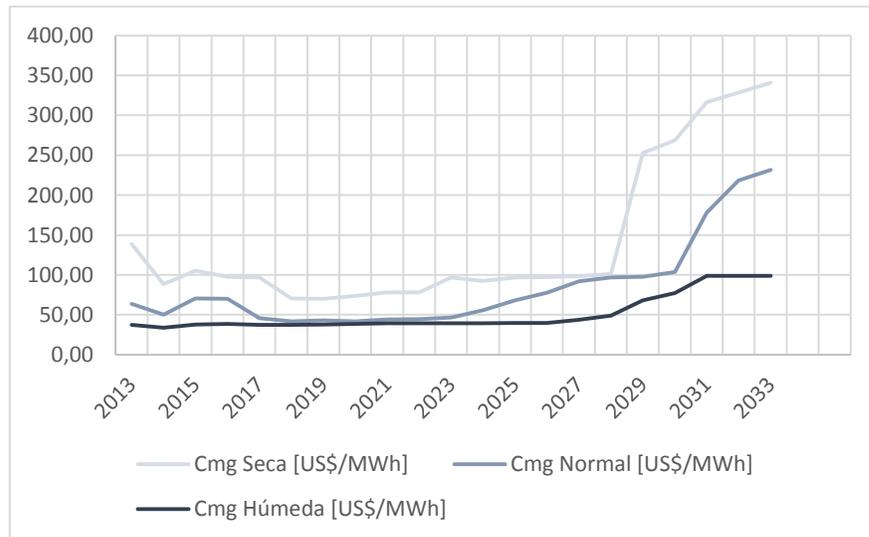


Figura 4.9. Polpaico 220 kV sin Hidroaysén ni Castilla

En la barra Polpaico 220 kV, el costo marginal producto del ingreso de las unidades de la central Castilla en los distintos años disminuye, y así también sucede con el ingreso de las unidades de la central Hidroaysén en los años 2023 y 2024. En el caso del no ingreso de las centrales, los costos marginales se mantienen en torno a un valor de acuerdo a su hidrología, hasta el año 2028 cuando se disparan producto de la no entrada de nuevas centrales y de líneas de transmisión, sumado al aumento de la demanda del sistema.

### 4.2.3 Barra Cerro Navia 220 kV

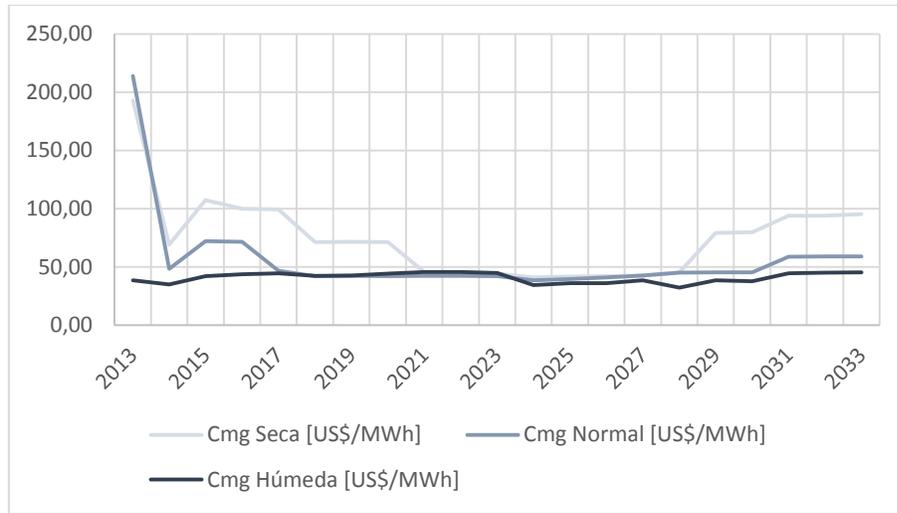


Figura 4.10. Cerro Navia 220 kV con Hidroaysén y Castilla

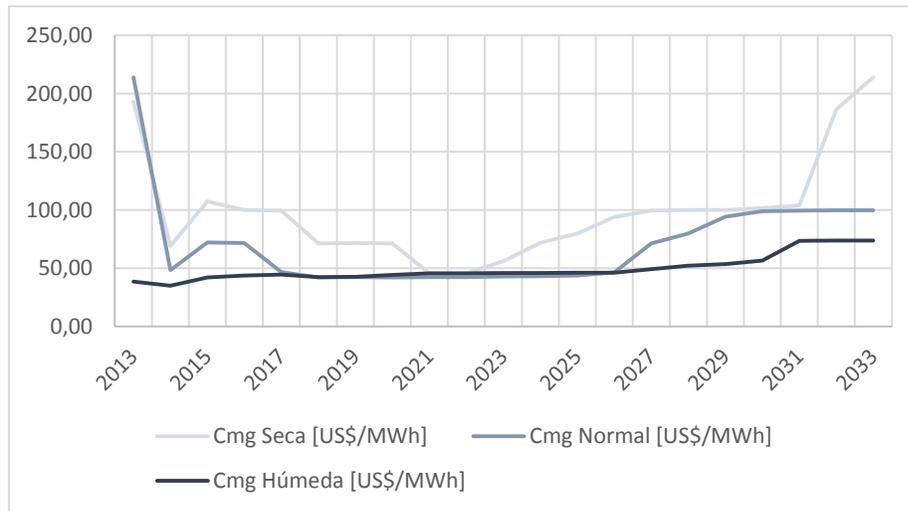


Figura 4.11. Cerro Navia 220 kV solo con Castilla

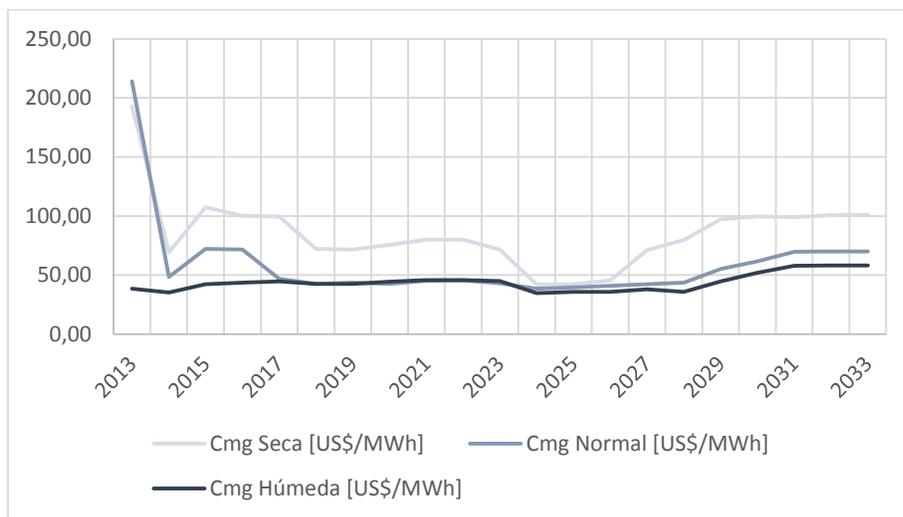


Figura 4.12. Cerro Navia 220 kV solo con Hidroaysén



Figura 4.13. Cerro Navia 220 kV sin Hidroaysén ni Castilla

En la barra Cerro Navia 220 kV, el ingreso de la central Castilla y de Hidroaysén generan una disminución en el costo marginal de las barras en el año de entrada de cada una de sus unidades. En el caso del no ingreso de las centrales, el costo marginal en la barra se mantiene en torno a un valor de acuerdo a su hidrología, hasta el año 2028 donde se disparan.

#### 4.2.4 Barra Alto Jahuel 220 kV

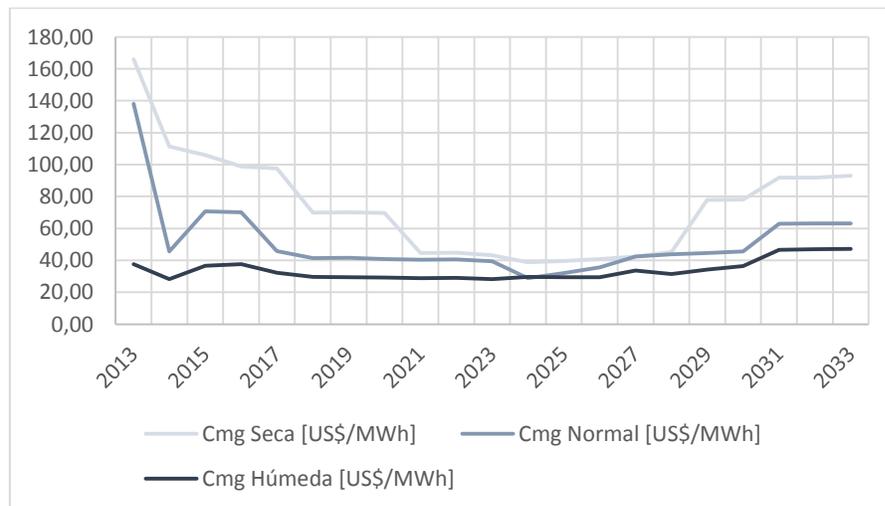


Figura 4.14. Alto Jahuel 220 kV con Hidroaysén y Castilla

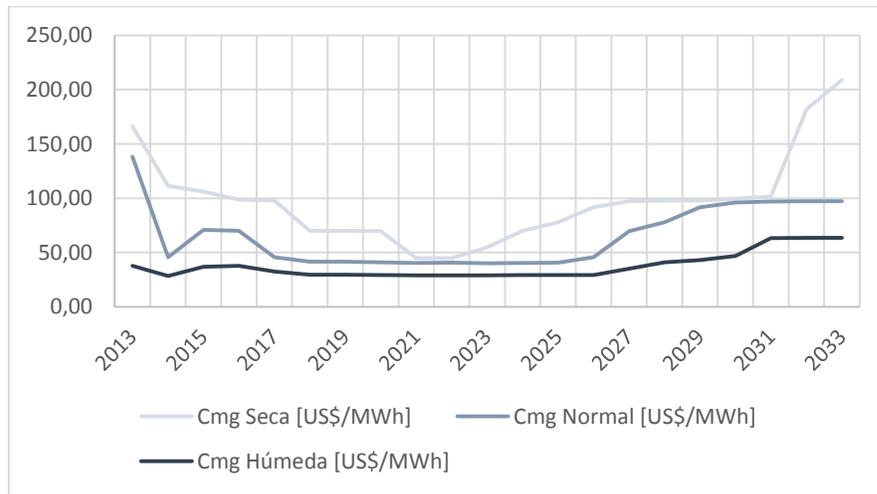


Figura 4.15. Alto Jahuel 220 kV solo con Castilla

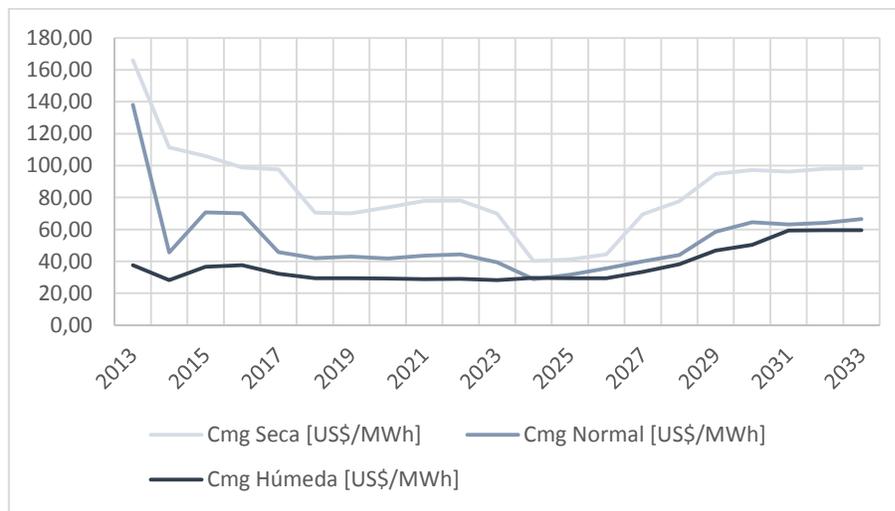


Figura 4.16. Alto Jahuel 220 kV solo con Hidroaysén

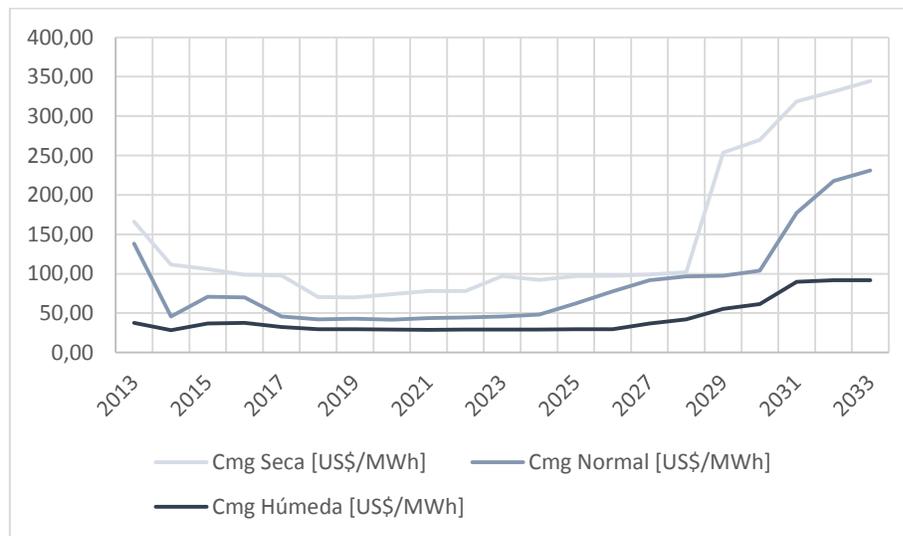


Figura 4.17. Alto Jahuel 220 kV sin Hidroaysén ni Castilla

En Alto Jahuel 220 kV, el ingreso de la primera unidad de la central Castilla en el año 2016 no tiene un gran efecto sobre el costo marginal en la barra, no así en el año 2021, donde sí se genera una gran disminución. El ingreso de la central Hidroaysén tiene un efecto inmediato desde el año 2023, disminuyendo los costos marginales. Desde el año 2028 estos costos comienzan a aumentar de acuerdo al aumento de la demanda.

4.2.5 Barra Charrúa 220 kV

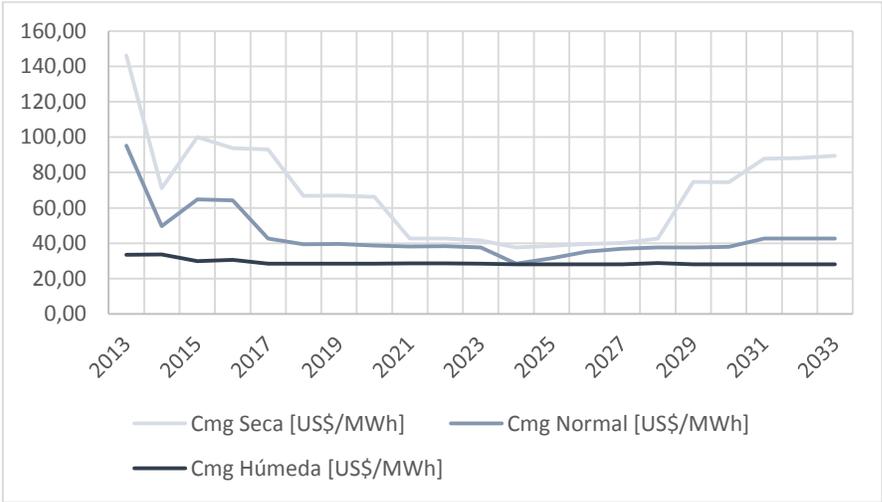


Figura 4.18. Charrúa 220 kV con Hidroaysén y Castilla

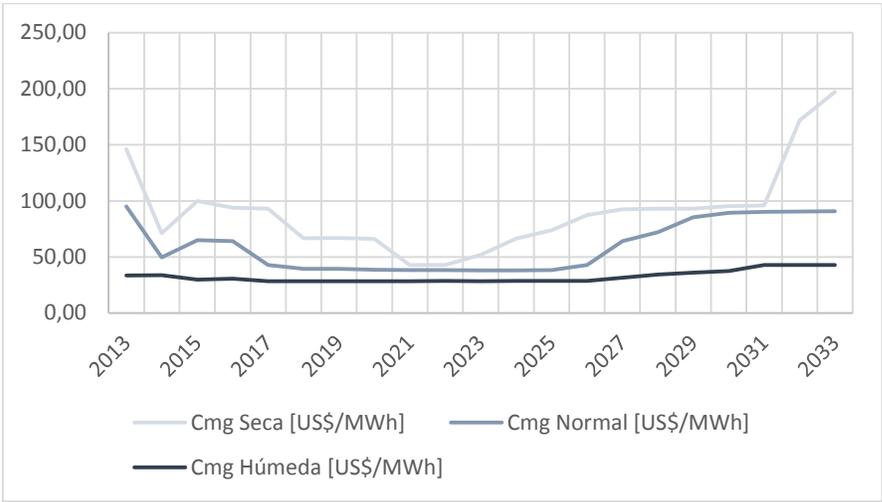


Figura 4.19. Charrúa 220 kV solo con Castilla

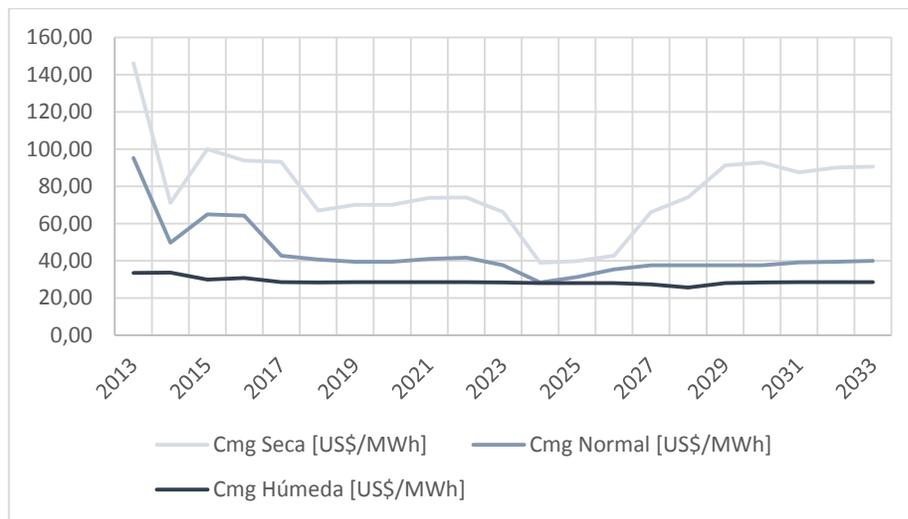


Figura 4.20. Charrúa 220 kV solo con Hidroaysén

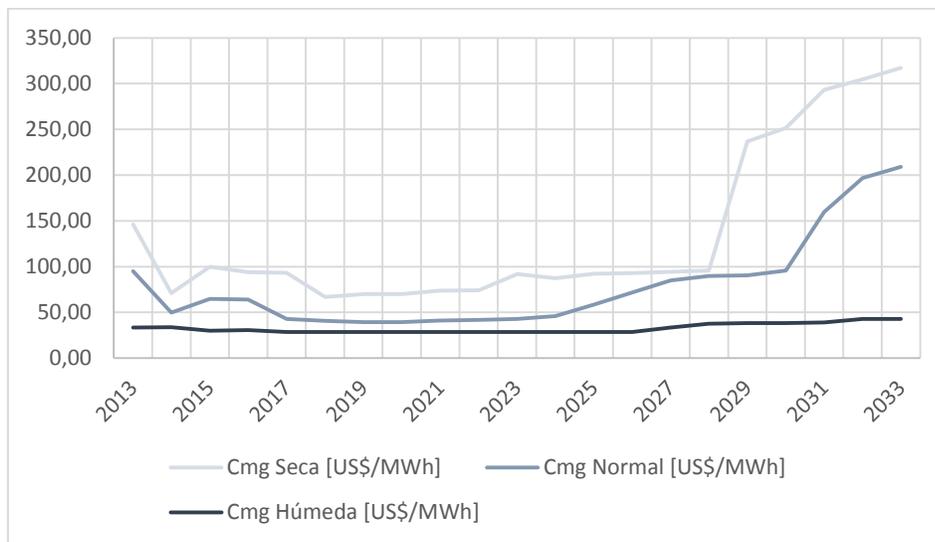


Figura 4.21. Charrúa 220 kV sin Hidroaysén ni Castilla

En la barra Charrúa 220 kV, existe una disminución del costo marginal con el ingreso de la primera unidad de la central Castilla en el año 2016, y una disminución más significativa con el ingreso de las siguientes unidades en el año 2021. Respecto a la entrada solo de Hidroaysén, el costo marginal en la barra durante los años 2023 y 2024 disminuye. Finalmente, en el caso de que ninguna de las dos centrales entra en operación, los costos marginales se mantienen en torno a un valor de acuerdo a su hidrología hasta el año 2028, y luego aumentan drásticamente producto del aumento de la demanda.

#### 4.2.6 Barra Itahue 220 kV

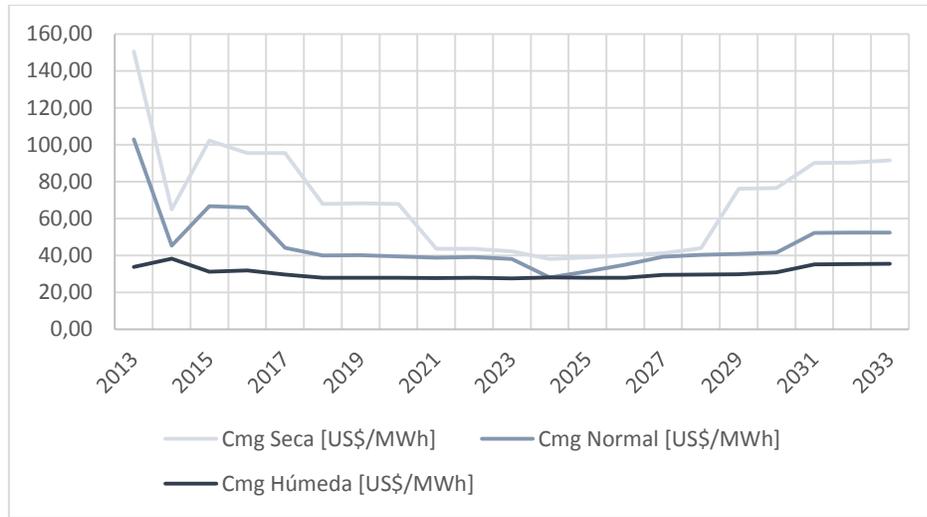


Figura 4.22. Itahue 220 kV con Hidroaysén y Castilla

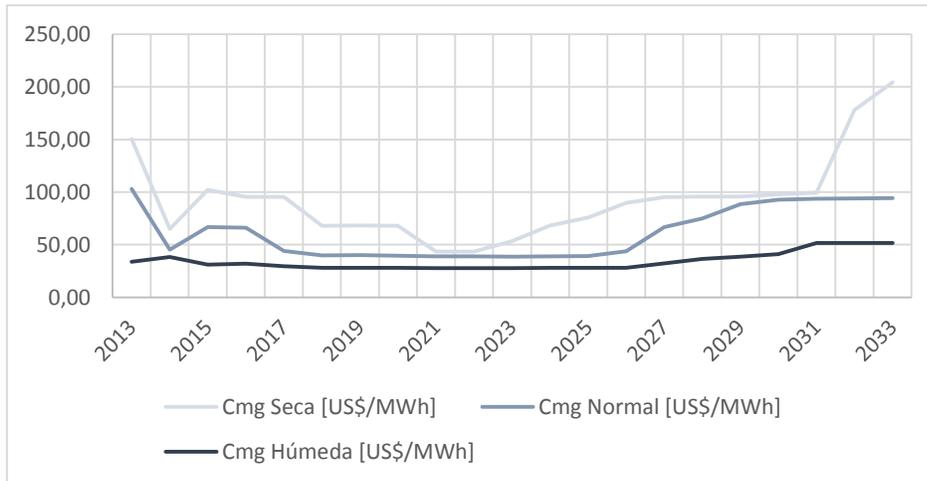


Figura 4.23. Itahue 220 kV solo con Castilla

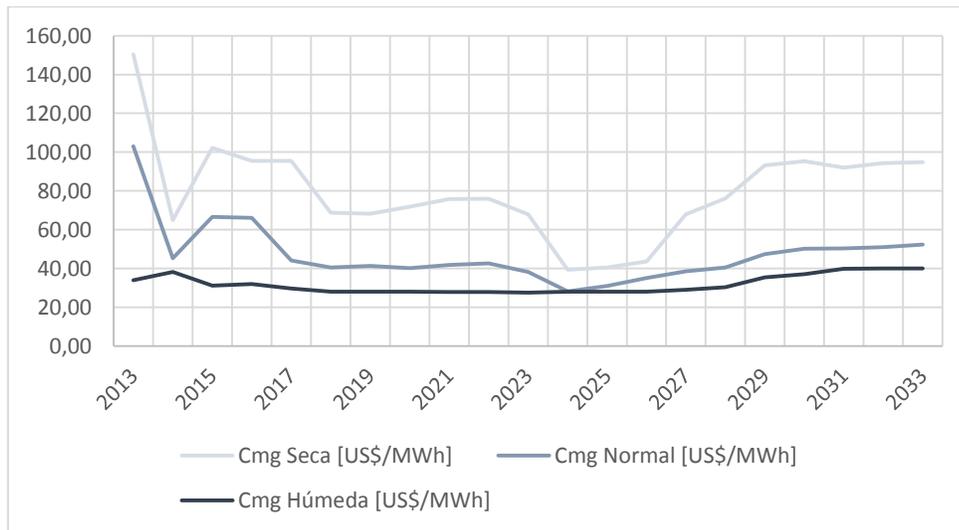


Figura 4.24. Itahue 220 kV solo con Hidroaysén

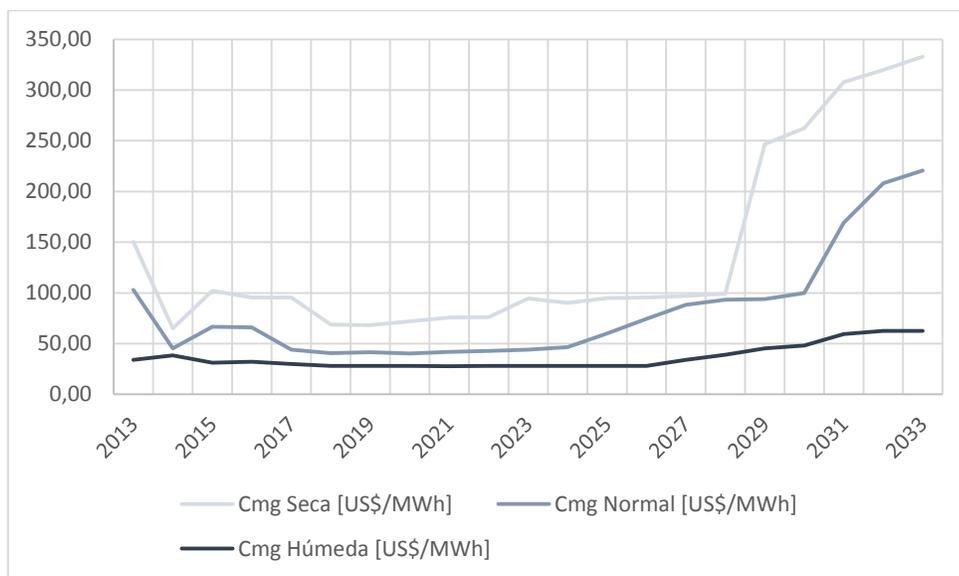


Figura 4.25. Itahue 220 kV sin Hidroaysén ni Castilla

En la barra Itahue 220 kV, con el ingreso de la central Castilla, se observa una mayor disminución de los costos marginales en el año 2021 respecto a lo ocurrido en el año 2016. Respecto al ingreso de la central Hidroaysén, la disminución de los costos marginales se produce durante los años de entrada de esta, 2023 y 2024. Al final del horizonte de evaluación, los costos marginales aumentan.

### 4.3 Resumen de resultados

A continuación se presenta un resumen año por año del análisis de los resultados anteriores, haciendo énfasis en lo que ocurrirá con las transferencias de potencia en las líneas y el costo marginal de las barras. El análisis base considera la entrada en operación de las centrales Hidroaysén y Castilla en sus fechas correspondientes. Luego se realiza un análisis considerando la entrada en operación de solo una de ellas, y de ninguna.

#### Año 2014

- En hidrología húmeda las líneas Ancoa – Alto Jahuel 500 kV de 1400 MVA y Charrúa – Ancoa 500 kV de 2600 MVA operan cerca de su capacidad máxima, previéndose una posible congestión en el futuro producto del ingreso de nuevas centrales en la zona sur.
- En las hidrologías seca y normal, la línea Maitencillo - Punta Colorada 220 kV, de 460 MVA opera cerca de su capacidad máxima.
- En hidrología seca, se presentan desacoples en la zona centro norte del SIC.
- El costo de operación del sistema respecto al año anterior es menor en las distintas hidrologías.

### **Año 2015**

- En hidrología húmeda, la línea Charrúa-Ancoa 220 kV opera casi en su límite, y en la zona norte en las hidrologías seca y normal sigue habiendo congestión en las líneas.
- La entrada de las líneas Ancoa - Alto Jahuel 500 kV II y III en el año anterior, permite que en hidrología húmeda esta zona del SIC no se sature frente a la disponibilidad del recurso hídrico.
- Las centrales de la zona centro del SIC, Quintero y Nueva Renca, comienzan a operar con gas natural licuado, permitiendo abaratar los costos de operación.
- En la zona norte, entra operación la central fotovoltaica Luz del Norte, de 141 MW, abasteciendo de sobra el aumento de la demanda en esta zona.

### **Año 2016**

- Ingresa en operación la cuarta línea Alto Jahuel – Ancoa 500 kV, permitiendo descongestionar esta zona en situación de hidrología húmeda.
- En las hidrologías seca y normal, el SIC norte sigue restringido, estando la línea Maitencillo – Punta Colorada 220 kV operando en su máximo.
- Existe una fuerte inserción de centrales geotérmicas en la zona centro sur del país, además de la entrada de la primera unidad de la Central Castilla, y el comienzo de la operación de la Central Nehuenco con gas natural licuado.

### **Año 2017**

- Existe un fortalecimiento del sistema de transmisión en el norte del SIC, entre Diego de Almagro y Cardones, con líneas en 220 kV de 290 MVA.
- Producto de la incorporación al sistema de centrales geotérmicas el año anterior y el presente, y nuevas centrales hidráulicas de pasada durante este año, en hidrología seca la línea Maitencillo - Punta Colorada, que antes estaba operando al máximo, disminuye su transferencia de norte a sur, siendo esta aún alta.
- Los costos marginales en las barras del sistema se mantienen en torno a los del año anterior.

### **Año 2018**

- Se produce el ingreso de centrales geotérmicas en la zona centro sur del SIC, además de los 250 MW térmicos en Puerto Montt y 264 MW hidráulicos de pasada con Alfalfal 2.
- Entra en operación la central hidroeléctrica de embalse Los Cóndores.
- Se produce el fortalecimiento necesario del sistema de transmisión en la zona norte del SIC, con la incorporación de líneas de 3400 MVA en 500 kV entre Cardones y Polpaico.
- Se fortalece la línea Charrúa - Ancoa, con la incorporación de una línea con 3900 MVA de potencia máxima en 500 kV.
- La línea Alto Jahuel – Los Almendros 220 kV de 423 MVA opera en su máximo en las hidrologías normal y húmeda, y presenta una gran transferencia en hidrología seca.
- Los costos marginales en las distintas hidrologías disminuyen, estando el sistema acoplado.

### **Año 2019**

- Entran en operación 2 unidades nuevas del proyecto central Castilla, con 575 MW.
- La línea Chena – Cerro Navia en 110 kV opera en su máximo,
- La línea Alto Jahuel – Los Almendros 220 kV de 423 MVA sigue operando en su máximo en las hidrologías normal y húmeda, y presenta una gran transferencia en hidrología seca.
- Los costos marginales en las barras del sistema se mantienen bajos en las tres hidrologías.

### **Año 2020**

- La línea Alto Jahuel – Lo Aguirre 500 kV opera casi en su límite en hidrología húmeda, debido a la incorporación de nuevas centrales de bajo costo variable en la zona centro sur y a la disponibilidad del recurso hídrico.
- La central Candelaria comienza a operar con gas natural licuado. La línea Alto Jahuel – Los Almendros 220 kV de 423 MVA sigue operando en su máximo en las hidrologías normal y húmeda y con una gran transferencia en hidrología seca.
- El sistema sigue operando a un costo bajo en las distintas hidrologías.

### **Año 2021**

- La entrada de la central Castilla implica que para una misma hidrología, la transferencia desde la zona norte al sur respecto al año anterior sea mayor
- La línea Alto Jahuel – Los Almendros 220 kV de 423 MVA sigue operando en su máximo en las hidrologías normal y húmeda y con una gran transferencia en hidrología seca.
- La consiguiente entrada de nuevas centrales de bajo costo de operación, permite que el sistema opere a menor valor.

### **Año 2022**

- La central Quintero comienza a operar como Ciclo Combinado, disminuyendo sus costos de operación en la zona centro
- La línea Alto Jahuel – Los Almendros 220 kV de 423 MVA sigue operando en su máximo en las hidrologías normal y húmeda y con una gran transferencia en hidrología seca.
- Los costos marginales se mantienen bajos producto del ingreso de las centrales de bajo costo de operación mencionadas anteriormente, y producto de lo robusto del sistema de transmisión, el sistema se encuentra acoplado.

### **Año 2023**

- Hidroaysén es conectado en la barra Lo Aguirre 500 kV en la zona centro del SIC.
- La línea Lo Aguirre – Polpaico 500 kV de 1400 MVA se encuentra operando en su máximo en hidrología húmeda producto de la incorporación de los módulos de Hidroaysén.
- La línea Alto Jahuel – Los Almendros 220 kV de 423 MVA sigue operando en su máximo en las hidrologías normal y húmeda y con una gran transferencia en hidrología seca.

- Se observa una baja en los costos marginales, pero no tan significativa.

#### **Año 2024**

- Ingresan al sistema 1890 MW correspondientes a los Módulos 01, 02 y 03 de Hidroaysén, y 360 MW correspondientes a la entrada en operación de Candelaria como ciclo combinados.
- La línea Lo Aguirre – Polpaico 500 kV de 1400 MVA se encuentra operando en su máximo, además de en hidrología húmeda, en hidrología normal, producto de la incorporación de los nuevos módulos de Hidroaysén.
- La línea Alto Jahuel – Los Almendros 220 kV de 423 MVA sigue operando en su máximo en las hidrologías normal y húmeda y con una gran transferencia en hidrología seca.
- Los costos marginales disminuyen en la operación en las tres hidrologías.

#### **Año 2025**

- La línea Lo Aguirre – Polpaico 500 kV de 1400 MVA sigue operando en su máximo en hidrología normal y húmeda
- La línea Alto Jahuel – Los Almendros 220 kV de 423 MVA sigue operando en su máximo en las hidrologías normal y húmeda y con una gran transferencia en hidrología seca.
- Se observa un leve crecimiento en los costos marginales en las barras.

#### **Año 2026**

- La línea Lo Aguirre – Polpaico 500 kV de 1400 MVA sigue operando en su máximo en hidrología normal y húmeda, y la línea Alto Jahuel – Los Almendros 220 kV de 423 MVA sigue operando en su máximo en las hidrologías normal y húmeda y con una gran transferencia en hidrología seca.
- Se observa un leve crecimiento en los costos marginales en las barras.

#### **Año 2027**

- La línea Lo Aguirre – Polpaico 500 kV de 1400 MVA sigue operando en su máximo, pero solo en hidrología húmeda, producto de la incorporación de nuevas líneas de transmisión que descongestionan el sistema, como Alto Jahuel – Los Almendros 500 kV de 1800 MVA, y Los Almendros – Polpaico 500 kV de 1800 MVA. Además, esto permite una mayor transferencia entre Alto Jahuel y Los Almendros, al estar congestionada la línea que une las barras en 220 kV.
- Se observa un leve crecimiento en los costos marginales en las barras

#### **Año 2028**

- Sigue habiendo congestión en la línea Alto Jahuel – Los Almendros 220 kV de 423 MVA, en las tres hidrologías, pero lo que no puede transferir esta línea, lo realiza su equivalente en 500 kV. La línea Lo Aguirre – Polpaico 500 kV de 1400 MVA opera en su máximo en hidrología húmeda.
- Se observa un leve crecimiento en los costos marginales en las barras.

### **Año 2029**

- Sigue habiendo congestión en la línea Alto Jahuel – Los Almendros 220 kV de 423 MVA, en las tres hidrologías. La línea Lo Aguirre – Polpaico 500 kV de 1400 MVA opera en su máximo en hidrología normal y húmeda.
- Se observa un fuerte crecimiento de los costos marginales en hidrología seca.

### **Año 2030**

- Sigue habiendo congestión en la línea Alto Jahuel – Los Almendros 220 kV de 423 MVA, en las tres hidrologías. La línea Lo Aguirre – Polpaico 500 kV de 1400 MVA opera en su máximo en hidrología normal y húmeda.
- Se observa un leve crecimiento de los costos marginales.

### **Año 2031**

- Sigue habiendo congestión en la línea Alto Jahuel – Los Almendros 220 kV de 423 MVA, en las tres hidrologías. La línea Lo Aguirre – Polpaico 500 kV de 1400 MVA opera en su máximo en hidrología normal y húmeda.
- Se observa un fuerte crecimiento de los costos marginales.

### **Año 2032 y 2033**

- Sigue habiendo congestión en la línea Alto Jahuel – Los Almendros 220 kV de 423 MVA, en las hidrologías normal y húmeda. La línea Lo Aguirre – Polpaico 500 kV de 1400 MVA opera en su máximo en hidrología normal y húmeda.
- Se observa que los costos marginales se mantienen en torno a los del año anterior.

## **Análisis de nuevos escenarios**

### **Barra Cardones 220 kV**

- El ingreso de la primera unidad de la central Castilla en 2016 no significa una disminución del costo en la barra respecto al año anterior, comparándola a la situación sin el ingreso de la unidad.
- Sí tiene un efecto directo la entrada en operación sobre el costo marginal en la barra la entrada de las nuevas unidades de Castilla en 2021, disminuyéndolo.
- La entrada del Módulo 02 y del Módulo 05 de Hidroaysén en 2023, genera una disminución en los costos marginales de la barra, manteniéndose durante el ingreso de los siguientes módulos en el 2024.
- El costo marginal al final del periodo de evaluación inevitablemente aumenta, producto de la no entrada de nuevas centrales ni de proyectos de líneas de transmisión, y el inminente aumento de la demanda.

### **Barra Polpaico 220 kV**

- El costo marginal producto del ingreso de las unidades de la central Castilla en los distintos años disminuye, y así también sucede con el ingreso de las unidades de la central Hidroaysén en los años 2023 y 2024.
- En el caso del no ingreso de las centrales, los costos marginales se mantienen en torno a un valor de acuerdo a su hidrología, hasta el año 2028 cuando se disparan.

### **Barra Cerro Navia 220 kV**

- El ingreso de la central Castilla y de Hidroaysén generan una disminución en el costo marginal de las barras en el año de entrada de cada una de sus unidades.
- En el caso del no ingreso de las centrales, los costos marginales se mantienen en torno a un valor de acuerdo a su hidrología, hasta el año 2028 cuando se disparan.

### **Barra Alto Jahuel 220 kV**

- El ingreso de la primera unidad de la central Castilla en el año 2016 no tiene un gran efecto sobre el costo marginal en la barra, no así en el año 2021, donde sí se genera una gran disminución.
- El ingreso de la central Hidroaysén tiene un efecto inmediato desde el año 2023, disminuyendo los costos marginales. Desde el año 2028 estos costos comienzan a aumentar de acuerdo al aumento de la demanda.
- 

### **Barra Charrúa 220 kV**

- Existe una disminución del costo marginal con el ingreso de la primera unidad de la central Castilla en el año 2016, y una disminución más significativa con el ingreso de las siguientes unidades en el año 2021.
- Respecto a la entrada solo de Hidroaysén, el costo marginal en la barra durante los años 2023 y 2024 disminuye.
- En el caso de que ninguna de las dos centrales entra en operación, los costos marginales se mantienen en torno a un valor de acuerdo a su hidrología hasta el año 2028, y luego aumentan drásticamente producto del aumento de la demanda.

### **Barra Itahue 220 kV**

- Con el ingreso de la central Castilla, se observa una mayor disminución de los costos marginales en el año 2021 respecto a lo ocurrido en el año 2016.
- El ingreso de la central Hidroaysén, la disminución de los costos marginales se produce durante los años de entrada de esta, 2023 y 2024. Al final del horizonte de evaluación, los costos marginales aumentan.

## Capítulo 5: Conclusiones y Recomendaciones

El presente trabajo estudia el efecto que tiene la operación de los proyectos HidroAysén y Castilla en el **SIC** en situación de demanda máxima anual, considerando el horizonte de evaluación 2014-2033. Para proyectar el estado del sistema en el futuro, se toman como base los proyectos de generación y líneas de transmisión señaladas en el Informe Técnico Definitivo para la Fijación de Precios de Nudo de Abril de 2014, publicado por la **CNE**. Este señala que la potencia instalada que habrá entrado en operación al final del horizonte de evaluación en el **SIC**, es de 13898 MW, de los cuales 46,1% corresponden a centrales térmicas, 37,86% a centrales hidráulicas, 7,65% a centrales eólicas, 4,85% a centrales geotérmicas y 3,55% a centrales solares.

El sistema de transmisión actual se encuentra restringido, y producto de ello se producen desacoples de precios entre las barras en distintos escenarios. Así, actualmente la zona norte del **SIC** está limitada a una baja transferencia de potencia por las líneas, operando algunas de ellas en su límite, lo que repercute en la generación desde el norte hacia el sur. Tal es el caso de la línea Maitencillo – Punta Colorada 220 kV, de 460 MVA, operando a plena capacidad durante los primeros años del horizonte de evaluación en las hidrologías seca y normal. Por lo tanto, para aprovechar el gran potencial solar de esta zona, sobre todo en las hidrologías más secas, es necesario el reforzamiento de estas líneas, lo que se confirma con los proyectos de líneas de transmisión en 500 kV entre Maitencillo y Polpaico a entrar en operación desde el año 2018.

En la zona centro del **SIC**, entre los años 2018 y 2026 la línea Alto Jahuel – Los Almendros 220 kV de 423 MVA opera en su máxima capacidad en las hidrologías normal y húmeda, y luego desde el año 2027 al 2033 opera en su máxima capacidad además en hidrología seca. La entrada en operación de la línea Alto Jahuel – Los Almendros 500 kV de 1800 MVA en el año 2027, permite una mayor transferencia desde Alto Jahuel hacia la zona centro.

La línea Lo Aguirre – Polpaico 500 kV de 1400 MVA, también en la zona centro del **SIC**, la cual que entra en operación en 2015, opera en su máxima capacidad en el 2023 en hidrología húmeda producto de la incorporación de dos módulos de Hidroaysén, y desde 2024 y hasta el fin del horizonte de evaluación, con la incorporación de los restantes 3 módulos, también lo hace en hidrología normal. Esto debido a que la transferencia de potencia proveniente de Hidroaysén es inyectada al **SIC** en la barra Lo Aguirre. Por lo tanto, la entrada en operación de esta línea es importante para el aprovechamiento de la energía proveniente desde el sur para los consumos del centro y del norte.

En la zona sur del **SIC**, los primeros años del horizonte de evaluación las líneas Ancoa – Alto Jahuel 500 kV de 1400 MVA y Charrúa Ancoa 500 kV de 2600 MVA operan cerca de su máxima capacidad en hidrología húmeda. De esta forma, los proyectos contemplados en el **ITD** de abril de 2014, consideran que en enero de 2016 la primera habrá aumentado su capacidad en 4340 MVA, con la entrada de los circuitos II, III y IV, y la segunda en marzo de 2018 habrá aumentado su capacidad en 3900

MVA, con la entrada de las línea Nueva Charrúa – Ancoa 500 kV. Así, se busca aprovechar el recurso hídrico de la zona sur y la posible entrada de centrales geotérmicas en esta zona, eventualmente pudiendo abastecer la mayor demanda de la zona centro del **SIC** a un menor costo.

El desarrollo del sistema de transmisión debe ir de la mano con la incorporación de nuevos proyectos de generación, siendo fundamental para la transferencia de la energía desde los distintos sectores del sistema, buscando siempre que el sistema opere a mínimo costo y promoviendo la seguridad de suministro y la calidad de servicio bajo los distintos escenarios que pueden ocurrir en el sistema.

Respecto a la entrada de las centrales Hidroaysén y Castilla, estas tienen un efecto positivo sobre el sistema, permitiendo que los costos marginales, y por ende el costo de operación del sistema, disminuya. El mayor efecto lo produce la operación de Hidroaysén en situación de hidrología seca. Así, por ejemplo en la barra Alto Jahuel, permite disminuir el costo marginal en un 48,61% entre el 2022 y el 2024. Por su parte, la operación de las primeras tres unidades la central Castilla hace disminuir los costos marginales de la misma barra en un 58,5%, pero entre los años 2016 y 2021, es decir, en un horizonte mayor. La entrada de la cuarta unidad, de ciclo combinado, en el año 2028, permite que los costos marginales en la barra se mantengan en torno a los del año anterior, producto de la no entrada de nuevas unidades entre el 2024 y 2028 y el aumento de la demanda del sistema. El ingreso al sistema de ambas centrales, provocará que en situación de demanda máxima, los costos marginales al final del periodo de evaluación se mantengan relativamente bajos (por ejemplo, en la barra Alto Jahuel 220 kV, cerca de los 90 US\$ en hidrología normal), y en caso contrario, se dispararían (en la misma barra, sobre los 200 US\$/MWh en hidrología normal).

Las centrales Hidroaysén y Castilla, además tienen la función de ser un respaldo para las fuentes de generación solar y eólicas, en momentos donde estas no estén inyectando potencia al sistema, como durante horas sin radiación solar las primeras, o por intermitencia del viento las segundas. Si la situación de demanda máxima ocurriera en horas donde no exista radiación solar y no haya generación eólica, y si no se contara con energía geotérmica, la operación de ambas centrales se hace necesaria para el abastecimiento de la demanda del sistema tanto en la zona norte como en el centro del **SIC**.

Dado que en el estudio se consideran los datos provistos por la **CNE**, suponiendo la entrada, por ejemplo, del total de geotermia planteada por el organismo, se prevé que la no incorporación de las centrales con esta tecnología, producto del alto riesgo que existe en las primeras etapas del desarrollo de estos proyectos, provocará un aumento en los costos marginales de las barras, adquiriendo mayor importancia la entrada de sustitutos como lo son Hidroaysén y Castilla, centrales con un alto factor de planta que pueden reducir los costos. En el caso de que estos proyectos siguieran con las trabas sociales actuales en las que están implicados, se hace necesaria la búsqueda de nuevas soluciones que la sociedad pueda aceptar.

Respecto a los efectos que tendría la interconexión **SIC-SING**, la cual podría realizarse en el año 2017 mediante la conexión en HVAC por la línea Mejillones – Maitencillo 2 x 500 kV, esta sería un elemento adicional para la seguridad de suministro de ambos sistemas, pudiendo eventualmente abastecer la demanda de la minería desde el **SIC** en hidrología húmeda, o abastecer la demanda del **SIC** desde el **SING** en hidrología seca, reduciendo los costos de operación del sistema país. De esta forma, es indispensable el fortalecimiento del sistema de transmisión del **SIC** en el norte, tal como se señaló anteriormente.

En relación a lo planteado en el más reciente Informe Técnico Definitivo de Fijación de Precio Nudo, correspondiente a Octubre 2014, se puede señalar que las fechas de entrada propuestas para algunas centrales varían solo en algunos meses, y así también con el ingreso de algunas líneas de transmisión. Cualquier retraso importante en la entrada de alguna central que genere de forma más barata que los costos marginales publicados en este estudio, podría hacer aumentarlos. Por su parte, un retraso en la entrada de las líneas de transmisión, podría generar desacoples que implicarían un mayor costo de operación del sistema.

## **Recomendaciones y trabajos futuros**

Para futuros trabajos, se recomienda analizar un nuevo horizonte de evaluación considerando los datos públicos recientes, y realizar otros tipos de análisis, como por ejemplo, estudiar qué porcentaje de la potencia de centrales geotérmicas que prevé la **CNE** entrará realmente en operación, y efectuar una investigación exhaustiva sobre las reales fechas de entradas de ella. Es interesante realizar un análisis sin geotermia, o con la incorporación de nuevas tecnologías no contempladas como la nuclear.

Es posible, para trabajos futuros, reducir la cantidad de supuestos tomados. Por ejemplo, debido a que en el caso base tomado la cantidad de centrales eólicas y solares en operación durante la situación de demanda máxima es reducida, se tomaron supuestos como que las primeras se encuentran operando según su factor de planta y las segundas a plena carga. En el futuro se tendrá una mayor cantidad de antecedentes respecto a la operación de las nuevas centrales de energía renovable que han ingresado al **SIC** durante el 2014.

Otros de los métodos utilizados por las empresas para aumentar la capacidad de las líneas de transmisión, es la compensación shunt, de tal forma de minimizar la transferencia de potencia reactiva por las líneas, permitiendo aumentar las de potencia activa. Esto se realiza mediante la conexión de elementos de electrónica de potencia, como SVC, STATCOM, etc, lo que puede ser una solución en algunas líneas del SIC. Queda como propuesto evaluar cuándo conviene invertir en una línea de transmisión o en un sistema alternativo para el aumento de la capacidad de transferencia de las líneas.

## Capítulo 6: Bibliografía

- [1] GÓMEZ B., ALFREDO. 2013. Curso Estructuras Tarifarias. Santiago de Chile.
- [2] COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA. 2013. «Capacidad Instalada por Sistema Eléctrico Nacional». Santiago de Chile.
- [3] GRUPO CGE. «Edelmag,» [En línea]. Available: <http://www.edelmag.cl/mercadoelectrico/Paginas/SistemasElectricos.aspx>.
- [4] COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA. 2014. Operación Real por Sistema Eléctrico Nacional. Santiago de Chile.
- [5] COMITÉ TÉCNICO DE LA PLATAFORMA ESCENARIOS ENERGÉTICOS. 2013. Escenarios Energéticos Chile 2030. Santiago de Chile.
- [6] MIQUEL, PEDRO. 2014. Planificación de la Generación. Santiago de Chile. Curso Planificación de Sistemas Eléctricos de Potencia. Universidad de Chile.
- [7] FUENTES DEL CAMPO, DENINSON. 2013, Seguridad de Servicio en Sistemas Eléctricos de Potencia [diapositiva]. Santiago de Chile: Curso Análisis y Operación de Sistemas Eléctricos de Potencia. Universidad de Chile.
- [8] CARLSEN, KJELF y FINK, LESTER. 1978. «Operating under stress and strain». IEEE Spectrum. Vol. 15. Issue 3. pp. 48-53.
- [9] HERRARA, CAROLINA; ROMÁN, ROBERTO y SIMS, DOUGLASS. 2012. El Costo Nivelado de Energía y El Futuro de la Energía Renovable No Convencional en Chile: Derribando Algunos Mitos. Nueva York, Estados Unidos.
- [10] ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT Y INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. 2010. Renewable Energy Essentials: Hydropower.
- [11] MORENO, RODRIGO y HASS, JANNIK. 2014. Rol de la Hidroelectricidad en la Matriz Energética. Santiago de Chile: Mesa Hidroelectricidad. Energía 2050.
- [12] SIEMENS AG - POWER TRANSMISSION AND DISTRIBUTION: HIGH VOLTAGE DIVISION. «High Voltage Direct Current Transmission : Proven Technology for Power Exchange». Erlangen, Alemania.
- [13] HIDROAYSÉN. «HidroAysén, Chile con energía». [En línea]. Available: [http://www.hidroaysen.cl/?page\\_id=26](http://www.hidroaysen.cl/?page_id=26).
- [14] SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL. «SEA». [En línea]. Available: <http://www.sea.gob.cl/>.
- [15] COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA. 2014. Informe Técnico Definitivo de Fijación de Precios de Nudo de Abril de 2014 Sistema Interconectado Central (SIC). Santiago de Chile.
- [16] FUENTES DEL CAMPO, DENINSON. 2013. Operación Económica en Sistemas Eléctricos de Potencia [diapositiva]. Santiago de Chile: Curso Análisis y Operación de Sistemas Eléctricos de Potencia. Universidad de Chile.
- [17] LÓPEZ-PUJOL, JORDI y PONSETI, MARTA. 2008. «El proyecto de las Tres Gargantas de China: su historia y sus consecuencias». *Estudios de Asia y África*. Vol. XLIII, núm. 2. México. pp. 255-324.

- [18] EURELECTRIC. Hydro in Europe: Powering Renewables, Full Report. 2011. Bruselas, Bélgica.
- [19] BUSINESS ENTERPRISES AT UNIVERSITY OF PRETORIA (PTY) LTD. 2011. The External Cost of Coal-Fired Power Generation: The case of Kusile. Pretoria, Sudáfrica.
- [20] CENTRO DE DESPACHO ECONÓMICO DE CARGA DEL SISTEMA INTERCONECTADO CENTRAL CDEC-SIC. 2014. Estadísticas de Operación Anuario 2013. Santiago de Chile.
- [21] COMISIÓN CHILENA DEL COBRE. 2013. Proyección del Consumo de Energía Eléctrica de la Minería del Cobre en Chile al 2025. Santiago de Chile.
- [22] BETANCUR V., MANUEL. 2008. Análisis de Mercado en el SIC Central Post-Incorporación HidroAysén (Enlace HVDC) en el nudo Charrúa. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil Electricista. Santiago de Chile.

## Capítulo 7: Anexos

### 7.1 Anexo 1. Líneas de Transmisión del SIC

N° Línea	Nombre Línea	Inicio Operación	Fin Operación	Pmáx A->B	Pmáx B->A
1	Paposo 220->Diego de Almagro 220	*	*	620	620
2	Diego de Almagro 220->Diego de Almagro 110	*	*	117.6	117.6
3	Diego de Almagro 220->Carrera Pinto 220	*	*	220	220
4	Carrera Pinto 220->Cardones 220	*	*	220	220
5	Cardones 220->Cardones 110	*	*	76	76
6	Cardones 220->Diego de Almagro 220	oct-17	*	290	290
7	Diego de Almagro 220->Carrera Pinto 220 II	oct-17	*	290	290
8	Carrera Pinto 220->Cardones 220 II	oct-17	*	290	290
9	Diego de Almagro 220->Diego de Almagro 220 Aux	*	sep-17	220	220
10	Diego de Almagro 220->Diego de Almagro 220 Aux II	oct-17	*	660	660
11	Pan de Azucar 500->Polpaico 500	ene-18	*	3400	3400
12	Pan de Azucar 500->Pan de Azucar 220	ene-18	*	750	750
13	Pan de Azucar 500->Maitencillo 500	ene-18	*	3400	3400
14	Maitencillo 500->Maitencillo 220	ene-18	*	750	750
15	Maitencillo 500->Cardones 500	ene-18	*	3400	3400
16	Cardones 500->Cardones 220	ene-18	*	750	750
17	Cardones 110->Castilla 110	*	*	46	46
18	Castilla 110->Punta Toro 110	*	*	46	46
19	Punta Toro 110->Maitencillo 110	*	*	46	46
20	Maitencillo 110->Huasco 110	*	*	124	124
21	Maitencillo 110->Algarrobo 110	*	*	46	46
22	Algarrobo 110->Dos Amigos 110	*	*	78	78
23	Dos Amigos 110->Pajonales 110	*	*	78	78
24	Pajonales 110->Incahuasi 110	*	*	78	78
25	Incahuasi 110->Romeral 110	*	*	78	78
26	Romeral 110->Las Compañías 110	*	*	78	78
27	Las Compañías 110->Pan de Azucar 110	*	*	78	78
28	Pan de Azucar 110->El Indio 110	*	*	29	29
29	Cardones 220->Maitencillo 220	*	*	591	591
30	Maitencillo 220->Punta Colorada 220	*	*	460	460
31	Punta Colorada 220->Pan de Azucar 220	*	*	460	460
32	Maitencillo 220->Maitencillo 110	*	*	76.44	76.44
33	Guacolda 220->Maitencillo 220	*	*	680	680
34	Pan de Azucar 220->Pan de Azucar 110	*	*	152.88	152.88
35	Pan de Azucar 110->Ovalle 110	*	*	67	67
36	Ovalle 110->Illapel 110	*	*	67	67
37	Illapel 110->Choapa 110	*	*	54	54
38	Pan de Azucar 220->Las Palmas 220	*	*	446	446
39	Las Palmas 220->Los Vilos 220	*	*	446	446
40	Los Vilos 220->Choapa 220	*	*	74	74
41	Choapa 220->Choapa 110	*	*	74	74
42	Choapa 110->Quinquimo 110	*	*	54	54
43	Quinquimo 110->Casas Viejas 110	*	*	54	54
44	Casas Viejas 110->Quillota 110	*	*	54	54
45	Los Vilos 220->Nogales 220	*	*	446	446
46	Nogales 220->Quillota 220	*	oct-11	446	446
47	Nogales 220->Polpaico 220	nov-11	*	3000	3000
48	Quillota 220->Polpaico 220	*	*	2000	2000
49	San Luis 220->Quillota 220	*	*	2352	2352
50	Agua Santa 220->San Luis 220	*	*	321.15	321.15
51	Agua Santa 220->Agua Santa 110	*	*	294	294
52	Quillota 220->Quillota 110	*	*	441	441
53	San Pedro 110->Quillota 110	*	*	336	336
54	Ventanas 110->San Pedro 110	*	*	560	560
55	Miraflores 110->Achupallas 110	*	*	98	98
56	Achupallas 110->Quilpue 110	*	*	98	98
57	Quilpue 110->San Pedro 110	*	*	98	98
58	Ventanas 110->Miraflores 110	*	*	322	322
59	Agua Santa 110->Miraflores 110	*	*	238	238
60	Pachacama 110->San Pedro 110	*	*	372	372
61	Las Vegas 110->Pachacama 110	*	*	372	372
62	Esperanza 110->Las Vegas 110	*	*	114	114
63	San Felipe 110->Esperanza 110	*	*	80	80
64	Totoral 110->San Felipe 110	*	*	40	40
65	Totoral 110->Los Maquis 110	*	*	40	40
66	San Felipe 110->Los Maquis 110	*	*	40	40
67	Aconcagua 110->Los Maquis 110	*	*	80	80
68	Polpaico 220->Los Maquis 220	*	*	250	250
69	Los Maquis 220->Los Maquis 110	*	*	74	74

70	Punta Peuco 110->Las Vegas 110	*	*	162	162
71	Batuco 110->Punta Peuco 110	*	*	162	162
72	Cerro Navia 110->Batuco 110	*	*	162	162
73	El Salto 110->La Dehesa 110	*	*	186	186
74	La Dehesa 110->Vitacura 110	*	*	158	158
75	Vitacura 110->Alonso de Cordova 110	*	*	136	136
76	Alonso de Cordova 110->Apoquindo 110	*	*	136	136
77	Apoquindo 110->Los Dominicos 110	*	*	186	186
78	Los Dominicos 110->Los Almendros 110	*	*	316	316
79	El Salto 110->San Cristobal 110	*	*	186	186
80	San Cristobal 110->Recoleta 110	*	*	90	90
81	Recoleta 110->Quilicura 110	*	*	316	316
82	Quilicura 110->Lo Boza 110	*	*	316	316
83	Lo Boza 110->Cerro Navia 110	*	*	212	212
84	Cerro Navia 110->Altamirano 110	*	*	423	423
85	Altamirano 110->Renca 110	*	*	423	423
86	Carrascal 110->Renca 110	*	*	423	423
87	Renca 110->Ochagavia 110	*	*	74	74
88	Ochagavia 110->Club Hipico 110	*	*	142	142
89	Club Hipico 110->San Joaquin 110	*	*	136	136
90	San Joaquin 110->Santa Elena 110	*	*	132	132
91	Santa Elena 110->Macul 110	*	*	136	136
92	Macul 110->Florida 110	*	*	136	136
93	Florida 110->La Reina 110	*	*	116	116
94	La Reina 110->Torre 80 110	*	*	116	116
95	Torre 80 110->Los Almendros 110	*	*	162	162
96	Cerro Navia 110->Pudahuel 110	*	*	188	188
97	Pudahuel 110->San Jose 110	*	*	188	188
98	San Jose 110->Pajaritos 110	*	*	128	128
99	Pajaritos 110->Lo Valledor 110	*	*	128	128
100	Lo Valledor 110->Maipu 110	*	*	128	128
101	Maipu 110->Chena 110	*	*	128	128
102	Chena 110->Lo Espejo 110	*	*	316	316
103	Lo Espejo 110->La Cisterna 110	*	*	316	316
104	La Cisterna 110->Ochagavia 110	*	*	316	316
105	Alto Jahuel 110->San Bernardo 110	*	*	316	316
106	San Bernardo 110->Lo Espejo 110	*	*	316	316
107	Alto Jahuel 110->Santa Rosa 110	*	*	142	142
108	Santa Rosa 110->Santa Raquel 110	*	*	142	142
109	Santa Raquel 110->Florida 110	*	*	142	142
110	Chena 220->Chena 110	*	*	392	392
111	Cerro Navia 220->Cerro Navia 110	*	*	735	735
112	Lampa 220->Polpaico 220	*	mar-12	620	620
113	Polpaico 220->Polpaico Desf 220	*	*	700	700
114	Lampa 220->Polpaico Desf 220	*	*	620	620
115	Cerro Navia 220->Lampa 220	*	*	620	620
116	Chena 220->Cerro Navia 220	*	*	800	800
117	Melipilla 220->Cerro Navia 220	*	ago-15	386	386
118	Rapel 220->Melipilla 220	*	*	386	386
119	Melipilla 220->Lo Aguirre 220		sep-15	386	386
120	Lo Aguirre 220->Cerro Navia 220		sep-15	386	386
121	Lo Aguirre 220->Cerro Navia 220		oct-18	3000	3000
122	Lo Aguirre 500->Lo Aguirre 220 I		sep-15	771.26	771.26
123	Alto Jahuel 500->Lo Aguirre 500		sep-15	1400	1400
124	Lo Aguirre 500->Polpaico 500		sep-15	1400	1400
125	Melipilla 220->Melipilla 110	*	*	147	147
126	Melipilla 110->Melipilla 066	*	*	25	25
127	Melipilla 066->Mandinga 066	*	*	25	25
128	Mandinga 066->Araña 066	*	*	25	25
129	Araña 066->Rapel 066	*	*	15	15
130	Rapel 066->San Fernando 066	*	*	15	15
131	San Fernando 154->San Fernando 066	*	*	110	110
132	Rapel 220->Rapel 066	*	*	335	335
133	Polpaico 220->El Salto 220	*	*	1640	1640
134	El Salto 220->El Salto 110	*	*	784	784
135	Alto Jahuel 220->El Rodeo 220	*	*	1320	1320
136	El Rodeo 220->Chena 220	*	*	1320	1320
137	Colbun 220->Candelaria 220	*	*	610	610
138	Candelaria 220->Maipo 220	*	*	610	610
139	Maipo 220->Alto Jahuel 220	*	*	610	610
140	Alfalfal 220->Los Almendros 220	*	*	373.42	373.42
141	Los Almendros 220->Alto Jahuel 220	*	*	423.06	423.06
142	Los Almendros 220->Los Almendros 110	*	*	392	392
143	Polpaico 500->Polpaico 220	*	*	1542.52	1542.52
144	Alto Jahuel 500->Alto Jahuel 500 Aux	*	*	2800	2800
145	Polpaico 500->Polpaico 500 Aux	*	*	2800	2800
146	Alto Jahuel 500->Alto Jahuel 220	*	*	1542.52	1542.52
147	Alto Jahuel 500->Polpaico 500	*	ago-15	1400	1400

148	Ancoa 500->Alto Jahuel 500	*	*	1400	1400
149	Ancoa 500->Polpaico 500	*	dic-13	1400	1400
150	Ancoa 500->Alto Jahuel 500 II	ene-14	*	1400	1400
151	Alto Jahuel 500->Polpaico 500 II	ene-14	sep-16	1400	1400
152	Ancoa 500->Alto Jahuel 500 III	jul-14	*	1400	1400
153	Ancoa 500->Alto Jahuel 500 IV	ene-16	*	1400	1400
154	Ancoa 500->Ancoa 500 Aux	*	*	2800	2800
155	Ancoa 500->Ancoa 220	*	*	771.26	771.26
156	Alto Jahuel 220->Alto Jahuel 110	*	*	821	821
157	Sauzal 110->Alto Jahuel 110	*	*	153.2	153.2
158	Sauzal 154->Sauzal 110	*	*	123.96	123.96
159	Sauzal 154->Rancagua 154	*	*	108	108
160	Alto Jahuel 220->Alto Jahuel 154	*	*	300	300
161	Alto Jahuel 154->Paine 154	*	dic-19	179	179
162	Paine 154->Rancagua 154	*	dic-19	179	179
163	Alto Jahuel 154->Punta Cortes 154	*	dic-19	179	179
164	Punta Cortes 154->Tilcoco 154	*	*	128.033	128.033
165	Teno 154->Itahue 154	*	dic-19	198	198
166	Itahue 220->Itahue 154	*	*	300	300
167	Rancagua 154->Tinguiririca 154	*	dic-19	1.280.331.957	1.280.331.957
168	Tinguiririca 154->Itahue 154	*	dic-19	198	198
169	Tilcoco 154->Tinguiririca 154	*	dic-19	198	198
170	Tinguiririca 154->Teno 154	*	dic-19	198	198
171	Tinguiririca 154->San Fernando 154	*	*	198	198
172	Paine 220->Paine 154	ene-20	*	300	300
173	Punta Cortes 220->Punta Cortes 154	ene-20	*	300	300
174	Tinguiririca 220->Tinguiririca 154	ene-20	*	300	300
175	Teno 220->Teno 154	ene-20	*	300	300
176	Alto Jahuel 220->Paine 220	ene-20	*	255.7	255.7
177	Paine 220->Punta de Cortes 220	ene-20	*	255.7	255.7
178	Alto Jahuel 220->Punta Cortes 220	ene-20	*	255.7	255.7
179	Punta Cortes 220->Tinguiririca 220	ene-20	*	565.7	565.7
180	Tinguiririca 220->Teno 220	ene-20	*	282.9	282.9
181	Teno 220->Itahue 220	ene-20	*	282.9	282.9
182	Tinguiririca 220->Itahue 220	ene-20	*	282.9	282.9
183	Punta Cortes 154->Rancagua 154	ene-20	*	358	358
184	Alto Jahuel 220->Punta Cortes 220 II	sep-20	*	800	800
185	Punta Cortes 220->Tinguiririca 220 II	sep-20	*	800	800
186	Tinguiririca 220->Itahue 220 II	sep-20	*	800	800
187	Punta Cortes 154->Rancagua 154 II	sep-20	*	358	358
188	Tinguiririca 154->San Fernando 154 II	sep-20	*	198	198
189	Paine 220->Paine 154 II	sep-20	*	300	300
190	Punta Cortes 220->Punta Cortes 154 II	sep-20	*	300	300
191	Tinguiririca 220->Tinguiririca 154 II	sep-20	*	300	300
192	Teno 220->Teno 154 II	sep-20	*	300	300
193	Ancoa 220->Itahue 220	*	*	800	800
194	Pehuenche 220->Ancoa 220	*	*	600	600
195	Loma Alta 220->Pehuenche 220	*	*	41.16	41.16
196	Calabozo 220->Ancoa 220	*	*	300	300
197	Curillinque 154->Itahue 154	*	*	140	140
198	Cipreses 154->Curillinque 154	*	*	140	140
199	Cipreses 154->M. Melado 154	*	*	140	140
200	M. Melado 154->Itahue 154	*	*	140	140
201	Itahue 154->Maule 154	*	*	110	110
202	Maule 154->Linares 154	*	*	110	110
203	Parral 154->Linares 154	*	*	105.84	105.84
204	A. Chillan 154->Parral 154	*	*	105.84	105.84
205	Chillan 154->A. Chillan 154	*	*	94.08	94.08
206	Charrua 154->A. Chillan 154	*	*	211.68	211.68
207	Charrua 220->Charrua 154	*	*	382.2	382.2
208	Antuco 220->Charrua 220	*	*	970.92	970.92
209	Toro 220->Antuco 220	*	*	970.92	970.92
210	Antuco 220->Trupan 220	*	*	485.46	485.46
211	Trupan 220->Charrua 220	*	*	504.13	504.13
212	Rucue 220->Charrua 220	*	*	330.9	330.9
213	Pangue 220->Charrua 220	*	*	242.73	242.73
214	Pangue 220->Trupan 220	*	*	242.73	242.73
215	Mampil 220->Rucue 220	*	*	266.56	266.56
216	Abanico 154->Charrua 154	*	*	150	150
217	Concepcion 154->Charrua 154	*	*	168	168
218	San Vicente 154->Concepcion 154	*	*	295	295
219	Petroquim 154->San Vicente 154	*	*	320	320
220	Hualpen 154->Petroquim 154	*	*	320	320
221	Hualpen 220->Hualpen 154	*	*	300	300
222	Hualpen 154->Mapal 154	*	*	209	209
223	Mapal 154->Fopaco 154	*	*	209	209
224	Fopaco 154->Coronel 154	*	*	209	209
225	Coronel 154->Coronel 066	*	*	118	118

226	Coronel 066->Arauco 066	*	*	69	69
227	Coronel 066->Color 066	*	*	48	48
228	Color 066->Concepcion 066	*	*	48	48
229	Concepcion 154->Concepcion 066	*	*	121	121
230	Charrua 220->Concepcion 220	*	*	600	600
231	Concepcion 220->Concepcion 154	*	*	300	300
232	Charrua 220->Lagunillas 220	*	*	300	300
233	Lagunillas 220->Coronel 154	*	*	600	600
234	Lagunillas 220->Hualpen 220	*	*	600	600
235	Charrua 220->Hualpen 220	*	*	229.6	229.6
236	Charrua 220->Esperanza 220	*	*	225	225
237	Charrua 220->Charrua 500	*	*	1300	1300
238	Charrua 500->Ancoa 500	*	feb-18	2600	2600
239	Esperanza 220->Temuco 220	*	*	225	225
240	Temuco 220->Temuco 066	*	*	172.9	172.9
241	Temuco 066-Padre Las Casas 066	*	*	56	56
242	Padre Las Casas 066->Metrenco 066	*	*	56	56
243	Metrenco 066->Pitrufulquen 066	*	*	56	56
244	Pitrufulquen 066->Loncoche 066	*	*	56	56
245	Loncoche 066->Pullinque 066	*	*	64	64
246	Pullinque 066->Panguipulli 066	*	*	54	54
247	Panguipulli 066->Los Lagos 066	*	*	54	54
248	Los Lagos 066->Valdivia 066	*	*	54	54
249	Valdivia 066->Chumpullo 066	*	*	24	24
250	Valdivia 066->Picarte 066	*	*	24	24
251	Picarte 066->La Union 066	*	*	18	18
252	Los Lagos 066->Paillaco 066	*	*	24	24
253	Paillaco 066->Pichirro 066	*	*	24	24
254	Pichirro 066->La Union 066	*	*	24	24
255	LaUnion 066->Osorno 066	*	*	42	42
256	Osorno 066->Barro Blanco 066	*	*	74	74
257	Barro Blanco 066->Purranque 066	*	*	18	18
258	Purranque 066->Frutillar 066	*	*	18	18
259	Frutillar 066->Puerto Varas 066	*	*	18	18
260	Barro Blanco 066->Puerto Varas 066	*	*	18	18
261	Puerto Varas 066->Puerto Montt 066	*	*	18	18
262	Valdivia 220->Valdivia 066	*	*	76.7	76.7
263	Barro Blanco 220->Barro Blanco 066	*	*	76.7	76.7
264	Osorno 066->Puerto Montt 066	*	*	23.4	23.4
265	Puerto Montt 220->Puerto Montt 066	*	*	76.7	76.7
266	Canutillar 220->Puerto Montt 220	*	*	172	172
267	Charrua 220->Cautin 220	*	*	1000	1000
268	Temuco 220->Cautin 220	*	*	332	332
269	Puerto Montt 220->Barro Blanco 220 II		ene-16 *	348	348
270	Puerto Montt 220->Valdivia 220 II		ene-16 *	332	332
271	Puerto Montt 220->Temuco 220 II		ene-16 *	332	332
272	Temuco 220->Cautin 220 II		ene-16 *	332	332
273	Valdivia 220->Cautin 220 II		ene-16 *	332	332
274	Sadi 220->Polpaico 220		ene-12 *	400	400
275	Sadi Sur 220->Valdivia 220		abr-10 *	500	500
276	Valdivia 220->Cautin 220	*	sep-16	332	332
277	Valdivia 220->Ciruelos 220	*	*	332	332
278	Ciruelos 220->Cautin 220	*	*	332	332
279	Puerto Montt 220->Valdivia 220	*	nov-16	166	166
280	Barro Blanco 220->Valdivia 220	*	nov-16	182	182
281	Puerto Montt 220->Barro Blanco 220	*	nov-16	174	174
282	Barro Blanco 220->Valdivia 220		dic-16	364	364
283	Puerto Montt 220->Barro Blanco 220		dic-16 *	348	348
284	Pichirropulli 220->Valdivia 220		may-18 *	364	364
285	Pichirropulli 220->Barro Blanco 220		may-18 *	364	364
286	Ciruelos 220->Pichirropulli 220		may-18 *	580	580
287	Pichirropulli 220->Pichirropulli 220 Aux		may-18 *	944	944
288	Pichirropulli 220->Puerto Montt 220		feb-21 ene-23	580	580
289	Charrua 220->Nueva Charrua 220		mar-18 *	1000	1000
290	Nueva Charrua 500->Nueva Charrua 220		mar-18 *	750	750
291	Nueva Charrua 500->Ancoa 500		mar-18 *	3900	3900
292	Nueva Charrua 500->Charrua 500		mar-18 *	3900	3900
293	Pichirropulli 500->Charrua 500		feb-23 *	1500	1500
294	Pichirropulli 500->Pichirropulli 220		feb-23 *	771	771
295	Puerto Montt 500->Pichirropulli 500		feb-23 *	1500	1500
296	Puerto Montt 500->Puerto Montt 220		feb-23 *	771	771
287	Puerto Montt 220->Puerto Montt 220 Aux		feb-21 ene-23	928	928
297	Colbun 220->Ancoa 220	*	*	910	910
298	Alto Jahuel 500->Alto Jahuel 220 II		abr-14 *	1542.52	1542.52
299	Alto Jahuel 500->Los Almendros 500 I		abr-27 *	1800	1800
300	Los Almendros 500-> Polpaico 500 I		abr-27 *	1800	1800
301	Los Almendros 500->Los Almendros 220 I		abr-27 *	750	750

## 7.2 Anexo 2. Resultados simulaciones

En el CD adjunto se encuentran los modelos utilizados y los resultados detallados de las simulaciones.