

INFORME DPRO-GM-SEN N° 33/2020

ESTUDIO DE SEGURIDAD DE ABASTECIMIENTO
PERÍODO NOVIEMBRE 2020 – ABRIL 2021

DEPARTAMENTO DE PROGRAMACIÓN

Noviembre 2020

Estudio de Seguridad de Abastecimiento período noviembre 2020 – abril 2021

Rev.	Fecha	Comentario	Realizó	Revisó / Aprobó
1	13-11-2020	Informe final	Felipe Pérez Illanes	Juan M. Donoso

TABLA DE CONTENIDO

1	<i>INTRODUCCIÓN</i>	4
2	<i>ANTECEDENTES</i>	4
3	<i>RESULTADOS</i>	12
4	<i>COMENTARIOS FINALES</i>	14
5	<i>ANEXOS</i>	15
	ANEXO 1 Resultados caso base, caso 1, caso 2, caso 3, caso 4 y caso 5	16
	ANEXO 2 Acuerdo de Operación y Recuperación del Lago Laja	41
	ANEXO 3 Convenio de uso eficiente de recursos hídricos Canal Maule Sur Sector Alto – Colbún	44
	ANEXO 4 Implementación de restricción de cota mínima en Lago Chapo	47
	ANEXO 5 Restricciones de cota mínima Embalse Rapel.....	50
	ANEXO 6 Carta Ministerio de Energía N° 130/2017	53

1 INTRODUCCIÓN

El siguiente informe resume los antecedentes utilizados y los resultados obtenidos del estudio de seguridad de abastecimiento de acuerdo al artículo 6° del DS 97/2008, que mensualmente prepara la Gerencia de Mercados, correspondiente al período noviembre de 2020 - abril de 2021.

El objetivo es estudiar la situación de abastecimiento del Sistema Eléctrico Nacional (SEN) en los siguientes 6 meses, bajo las condiciones hidrológicas más desfavorables durante el primer año del horizonte de estudio y suponiendo indisponibilidades de unidades generadoras de gran tamaño.

2 ANTECEDENTES

A continuación, se detallan los antecedentes empleados en el proceso:

- La estadística de caudales considerada corresponde a la de los últimos 59 años hidrológicos utilizados en el proceso de programación. Para el período noviembre-2020 a marzo-2021 se han limitado los volúmenes afluentes de acuerdo a los resultados del cuarto pronóstico de deshielo, elaborado a principios de noviembre. De esta manera, los caudales afluentes en el período de deshielo corresponden a los determinados en este último sistema de pronóstico. Además, para noviembre 2020 se han limitado los volúmenes afluentes de acuerdo a los datos entregados por el Sistema de Pronóstico de Caudales.
- La disponibilidad de gas natural en base a GNL y GNA corresponde a la utilizada en las bases de la programación del 3 de noviembre de 2020. La disponibilidad de GNL y GNA para el periodo noviembre 2020 – octubre 2021 se resume en las siguientes tablas:

Disponibilidad Mensual GNL y GNA Centrales Zona Norte SEN					
Mes	Tocopilla U16	Mejillones 3	Kelar	Gas Atacama	Taltal 1 y 2
nov-20	22%	57%	44%	22%	8%
dic-20	72%	46%	53%	0%	0%
ene-21	62%	0%	59%	0%	0%
feb-21	62%	0%	59%	0%	0%
mar-21	62%	0%	59%	0%	0%
abr-21	62%	0%	59%	0%	0%
may-21	62%	0%	55%	0%	0%
jun-21	62%	0%	59%	0%	0%
jul-21	62%	0%	59%	0%	0%
ago-21	62%	0%	59%	0%	0%
sep-21	52%	13%	59%	0%	0%
oct-21	42%	25%	36%	0%	0%

Disponibilidad Mensual GNL y GNA Zona Centro-Sur SEN

Mes	San Isidro 1	San Isidro 2	Nehuenco 1	Nehuenco 2	Colmito	Nueva Renca	Quintero 1 y 2	Candelaria 1 y 2
nov-20	33%	100%	0%	0%	0%	66%	100%	0%
dic-20	58%	100%	0%	0%	0%	69%	100%	0%
ene-21	81%	100%	67%	81%	0%	100%	14%	0%
feb-21	98%	100%	79%	100%	0%	100%	8%	0%
mar-21	100%	100%	91%	94%	0%	100%	100%	0%
abr-21	100%	100%	75%	100%	0%	99%	76%	0%
may-21	100%	100%	12%	71%	0%	90%	89%	0%
jun-21	100%	100%	0%	0%	0%	40%	100%	0%
jul-21	73%	100%	0%	0%	0%	37%	0%	0%
ago-21	97%	100%	0%	0%	0%	10%	5%	0%
sep-21	61%	100%	16%	2%	0%	33%	0%	0%
oct-21	97%	52%	55%	0%	0%	74%	100%	0%

c. Se consideran distintos escenarios durante el horizonte de estudio, los cuales se detallan a continuación:

- **Caso Base:** Tasa de crecimiento de las ventas del Sistema Eléctrico Nacional 3.0%. Considera a las centrales del complejo Neuenco indisponibles para operar con petróleo diésel hasta el 31 de marzo de 2022, debido a restricciones medioambientales.
- **Caso 1:** Caso Base, considerando adicionalmente indisponible la central Nueva Renca entre el 1 de diciembre de 2020 y el 31 de mayo de 2021.
- **Caso 2:** Incluye el caso 1, considerando adicionalmente indisponible la central Neuenco 1 entre el 1 de diciembre de 2020 y el 31 de mayo de 2021.
- **Caso 3:** Incluye el caso 2, considerando adicionalmente indisponible la central Bocamina 2 entre el 1 de diciembre de 2020 y el 31 de mayo de 2021.
- **Caso 4:** Análogo al caso 3, considerando adicionalmente una disponibilidad de 25% de diésel (6 horas al día) para los motores. Esta energía se utilizará sólo en los bloques de punta. Las centrales limitadas son las siguientes:

Centrales			
Calle Calle	Esperanza TG1	Loma Los Colorados 2	San Lorenzo U-3
Cenizas	Esperanza DS1	Placilla	Constitución Elek
Chiloé	Esperanza DS2	San Gregorio	Quellón 2
Chuyaca	Las Vegas	Teno	Quintay
Colihues	Linares	Termopacífico	Degañ
Con Con	Loma Los Colorados 1	Trapén	

- **Caso 5:** Análogo al caso base, considerando adicionalmente una indisponibilidad en el suministro de GNL a los complejos: San Isidro y Quintero de Enel; Neuenco y Candelaria de Colbún; además de la central Nueva Renca de Generadora Metropolitana. El suministro de GNL se interrumpe durante la primera semana de diciembre de 2020 y enero de 2021 y la última semana de marzo y abril de 2021. En estos períodos las centrales mencionadas quedan disponibles con un 25% de petróleo diésel, excepto la central Quintero de Enel. (Caso solicitado por el Ministerio de Energía en carta N° 130 del 29 de marzo de 2017 (Anexo 4)). Las centrales del complejo

Nehuenco se habilitan para operar con petróleo diésel en este caso, mientras existe indisponibilidad de GNL. Esta restricción no considera el gas natural de origen argentino.

- d. Para los casos antes mencionados, la operación de la Laguna del Maule se ajusta a la programación vigente desde el 1 de noviembre de 2020.
- e. El modelo aplicado corresponde al utilizado en el proceso de programación de largo plazo denominado PLP, el cual incorpora el sistema de transmisión y el factor de carga del consumo semanal, para lo cual se definen 5 bloques de consumo para las 48 semanas estudiadas. Como resultado de lo anterior se obtienen 240 (48x5) despachos para cada escenario hidrológico. El primer bloque de cada semana corresponde a las demandas agregadas de las horas de medianoche, el segundo corresponde a la agregación de las horas de madrugada, el tercero corresponde a la agregación de las horas de mañana, el cuarto corresponde a la agregación de las horas de tarde y el quinto corresponden a la agregación de las horas de noche.
- f. Se ha modelado el aporte de las centrales solares fotovoltaicas y eólicas considerando la disponibilidad del recurso primario de energía en cada uno de los 5 bloques de la curva de duración semanal.
- g. Los mantenimientos de centrales y líneas de transmisión considerados son los vigentes de acuerdo al programa de mantenimiento mayor del período julio 2020 – marzo 2022, actualizado al 30 de octubre del 2020.
- h. Los costos de combustibles de centrales térmicas son los considerados en el proceso de programación, correspondiente a la última semana de octubre de 2020.
- i. Se han utilizado las siguientes cotas iniciales, correspondientes a las 00:00 horas del 1 de noviembre de 2020.

Embalse	Cota [m.s.n.m.]
Lago Laja	1320.77
Embalse Colbún	429.92
Laguna del Maule	2159.10
Embalse Ralco	709.17
Lago Chapo	235.00
Embalse Rapel	104.08
Laguna La Invernada	1294.06

- j. Las transferencias máximas por las líneas del sistema de transmisión corresponden a las utilizadas en la programación del 1 de noviembre de 2020. Cabe señalar que la colocación de las centrales considera el abastecimiento de energía en cada bloque de la curva de duración.
- k. En el estudio se considera el Acuerdo de Operación y Recuperación del Lago Laja, que complementa el convenio del año 1958, según lo informado por Enel Generación mediante su comunicación GC-N°0426 del 22 de noviembre de 2017, la cual se adjunta en Anexo 2.
- l. Este estudio de seguridad considera las siguientes fechas de entrada en servicio de nuevas centrales:

Central	Tipo de central	Puesta en servicio	Potencia Neta [MW]	Barra de inyección
Solar UTFSM Vitacura	Solar	01/12/2020	0.1	Almendros110
Solar Caimi	Solar	01/12/2020	0.2	LVegas110
El Brinco	Hidráulica	01/12/2020	0.2	Mulchen220
Chilco	Hidráulica	01/12/2020	0.2	Pichirropulli220
Solar Lo Boza	Solar	01/12/2020	0.8	Renca110
Solar Kaufmann	Solar	01/12/2020	1.0	Batuco110

Central	Tipo de central	Puesta en servicio	Potencia Neta [MW]	Barra de inyección
El Atajo	Hidráulica	01/12/2020	1.1	Angostura220
Solar Los Lagos X	Solar	01/12/2020	2.2	Rancagua154
Solar Cintac	Solar	01/12/2020	2.5	Chena110
Solar Cocinillas	Solar	01/12/2020	2.5	ElPenon110
Solar Canelillo	Solar	01/12/2020	2.5	ElPenon110
Solar Don Andrónico	Solar	01/12/2020	2.8	Buin110
Solar Adele 1	Solar	01/12/2020	2.8	Rancagua154
Solar Peralillo	Solar	01/12/2020	2.9	Teno154
Solar Bicentenario	Solar	01/12/2020	2.9	Parral154
Solar Villa Cruz 7	Solar	01/12/2020	3.0	SJavier066
Solar Villa Prat V	Solar	01/12/2020	3.0	Itahue154
Pilar Los Amarillos	Solar	01/12/2020	3.0	DAlmagro110
Solar Playero 1	Solar	01/12/2020	3.0	Parral154
Solar Playero 2	Solar	01/12/2020	3.0	Parral154
Solar Candelaria	Solar	01/12/2020	3.0	SFcoMost066
Solar Puente	Solar	01/12/2020	3.0	Chena110
Solar Lumbrera	Solar	01/12/2020	3.0	AMelipilla220
Solar Santa Inés	Solar	01/12/2020	3.0	PPeuco110
Solar Las Torcazas	Solar	01/12/2020	3.0	Rapel220
Solar El Zorzal	Solar	01/12/2020	3.0	Itahue154
Solar Las Tórtolas	Solar	01/12/2020	3.0	Chillan154
Solar Pitra	Solar	01/12/2020	3.0	ASanta220
Solar Tamarugo	Solar	01/12/2020	3.0	PAlmonte110
Eólica Lebu II	Eólica	01/12/2020	3.5	Horcones066
Solar Ocoa II	Solar	01/12/2020	3.5	LVegas110
Solar El Boco Ampl	Solar	01/12/2020	4.7	LVegas110
Solar El Paso	Solar	01/12/2020	6.0	Talca066
Solar Meco Chillán	Solar	01/12/2020	6.0	Chillan154
Aillín	Hidráulica	01/12/2020	7.0	Rucue220
Solar PSF El Salitral	Solar	01/12/2020	8.4	ElPenon110
Solar Los Andes	Solar	01/12/2020	9.0	Andes220
Solar Granada	Solar	01/12/2020	9.0	Linares154
Solar Ciprés	Solar	01/12/2020	9.0	Linares154
Solar San Ramiro	Solar	01/12/2020	9.0	Rapel220
Solar Molina	Solar	01/12/2020	9.0	Itahue154
Solar Ovalle Norte	Solar	01/12/2020	9.0	SanLuis220
Cipresillos	Hidráulica	01/12/2020	9.0	Sauzal110_BP2
Solar Andes IIA E2	Solar	01/12/2020	11.4	Andes220
Hidromocho	Hidráulica	01/12/2020	15.0	Rahue220
San Javier Etapa I	Térmica	01/12/2020	23.8	Constitucion066
San Javier Etapa II	Térmica	01/12/2020	23.8	Constitucion066
Eólica Cabo Leones 2	Eólica	01/12/2020	33.6	Maitencillo220
Solar Usya	Solar	01/12/2020	52.4	Salar220
Maitencillo	Térmica	01/12/2020	60.6	Maitencillo220
Combarbalá	Térmica	01/12/2020	71.4	ElPenon110
Solar La Huella	Solar	01/12/2020	84.0	DonHector220
Eólica Tolpán Sur	Eólica	01/12/2020	84.0	Mulchen220
Prime Los Cóndores	Térmica	01/12/2020	90.9	LVilos220

Central	Tipo de central	Puesta en servicio	Potencia Neta [MW]	Barra de inyección
Pajonales	Térmica	01/12/2020	95.2	DonHector220
Solar Nuevo Quillagua	Solar	01/12/2020	100.0	Lagunas220
Solar San Pedro GPG	Solar	01/12/2020	106.0	Salar220
C.S. Cerro Dominador	Solar	01/12/2020	110.0	Crucero220
Solar Finis Terrae II	Solar	01/12/2020	126.2	Crucero220
Aurora	Eólica	01/12/2020	126.4	Rahue220
Eólica Malleco F1	Eólica	01/12/2020	135.1	Mulchen220
Eólica Renaico 2	Eólica	01/12/2020	144.0	Temuco220
Llanos Blancos	Térmica	01/12/2020	149.6	PAzucar220
Solar Atacama 2	Solar	01/12/2020	150.0	Lagunas220
Solar Sol de Lila	Solar	01/12/2020	152.0	Andes220
Solar Santa Isabel I	Solar	01/12/2020	158.8	Lagunas220
Eólica Cabo Leones 2 Etapa 2	Eólica	01/12/2020	172.1	Maitencillo220
Solar Campos de Sol	Solar	01/12/2020	381.0	CPinto220
Dos Valles Ampliación	Hidráulica	01/01/2021	1.6	PNegro220
La Confianza	Hidráulica	01/01/2021	2.6	Rucue220
Solar Santa Rita	Solar	01/01/2021	2.7	Chillan154
Solar Chillán Confluencia	Solar	01/01/2021	2.8	Chillan154
Solar Rinconada Norte	Solar	01/01/2021	3.0	Polpaico220
Solar Malinke	Solar	01/01/2021	3.0	Chillan154
Solar Crucero Solar	Solar	01/01/2021	3.0	AMelipilla220
Solar El Romeral	Solar	01/01/2021	8.0	Tinguiririca154
Solar Sol del Norte Andes	Solar	01/01/2021	8.6	Andes220
Solar San Juan 2	Solar	01/01/2021	9.0	Salar220
Solar Del Desierto	Solar	01/01/2021	9.0	Andes220
Solar Peñaflor	Solar	01/01/2021	9.0	AJahuel110
Solar Las Majadas	Solar	01/01/2021	9.0	ElPenon110
Solar Chillán 3	Solar	01/01/2021	9.0	Chillan154
El Pinar	Hidráulica	01/01/2021	11.4	Cholguan066
Trupán	Hidráulica	01/01/2021	20.0	Charrua154
Digua	Hidráulica	01/01/2021	20.0	Ancoa220
Cerro Pabellón U3	Térmica	01/01/2021	33.0	Conchi220
Solar Azabache	Solar	01/01/2021	59.8	Salar220
Eólica Alena	Eólica	01/01/2021	84.0	Charrua154
Solar Tchamma	Solar	01/01/2021	155.4	Crucero220
Solar Sol de Santa Inés	Solar	01/02/2021	2.7	Duqueco220
Solar Curacaví	Solar	01/02/2021	2.7	LoAguirre220
Solar Litre	Solar	01/02/2021	3.0	ASanta220
Solar Lingue	Solar	01/02/2021	3.0	ASanta220
Solar Mercurio Sur	Solar	01/02/2021	3.0	Linares154
Solar El Piuquén	Solar	01/02/2021	3.0	Chillan154
Solar El Ñandú	Solar	01/02/2021	3.0	Cardones110
Solar San Camilo	Solar	01/02/2021	3.0	Itahue154
Solar Coihueco Vicente Méndez	Solar	01/02/2021	3.0	Chillan154
Solar Sauce 7 Soles	Solar	01/02/2021	3.0	Duqueco220
Solar Santa Ester	Solar	01/02/2021	3.0	Chillan154
Solar Saturno Norte	Solar	01/02/2021	4.5	Linares154
Solar Caracas 1	Solar	01/02/2021	9.0	LVilos220

Central	Tipo de central	Puesta en servicio	Potencia Neta [MW]	Barra de inyección
Solar Negrete	Solar	01/02/2021	36.0	Charrua154
Solar La Cruz	Solar	01/02/2021	50.0	Crucero220
Eólica Cabo Leones 3	Eólica	01/02/2021	78.1	Maitencillo220
Alto Bonito	Hidráulica	01/03/2021	2.5	Rahue220
Solar La Foresta	Solar	01/03/2021	2.8	Rapel220
Solar Dadinco	Solar	01/03/2021	3.0	Chillan154
Solar Coihueco San Carlos	Solar	01/03/2021	3.0	Chillan154
Solar Casabermeja	Solar	01/03/2021	7.0	CNavia110
Solar Las Tencas	Solar	01/03/2021	9.0	Malloa154
Solar El Trile	Solar	01/03/2021	9.0	Linares154
Solar Quinantu	Solar	01/03/2021	9.0	Talca066
Solar Chillán 1	Solar	01/03/2021	9.0	Chillan154
Solar Nahuen	Solar	01/03/2021	9.0	AMelipilla220
Solar La Palma	Solar	01/03/2021	9.0	Chillan154
La Estrella	Eólica	01/03/2021	50.0	Rapel220
Solar Capricornio	Solar	01/03/2021	87.9	Capricornio110
Eólica Malleco F2	Eólica	01/03/2021	137.9	Mulchen220
Solar Rio Escondido	Solar	01/03/2021	145.0	Cardones220
Eólica Cerro Tigre	Eólica	01/03/2021	184.8	Ohiggins220_BP1
Solar UTFSM San Joaquín	Solar	01/04/2021	0.1	Ochagavia110
Solar UTFSM Valparaíso	Solar	01/04/2021	0.1	Miraflores110
Corrales	Hidráulica	01/04/2021	3.0	Tinguiririca154
Solar El Flamenco	Solar	01/04/2021	9.0	Itahue154
Solar Corrales del Verano	Solar	01/04/2021	9.0	AJahuel110
Solar Llay Llay	Solar	01/04/2021	9.0	LVegas110
Eólica Mesamavida	Eólica	01/04/2021	60.0	Charrua154
Solar Malgárida 1	Solar	01/05/2021	28.0	Cumbres500
Solar Sol de Desierto 2	Solar	01/05/2021	55.0	MariaElena220
Solar Pampa Tigre	Solar	01/05/2021	100.0	Ohiggins220_BP1
Solar Valle Escondido	Solar	01/05/2021	105.0	Cardones220
Eólica Cabo Leones 3 F2	Eólica	01/05/2021	110.0	Maitencillo220
Solar Malgárida 2	Solar	01/05/2021	162.7	Cumbres500
Solar Sol del Desierto 1	Solar	01/05/2021	175.0	MariaElena220
Solar Caracas 2	Solar	01/06/2021	9.0	LVilos220
Solar Cortijo	Solar	01/06/2021	9.0	Charrua066
Linares Solar	Solar	01/06/2021	9.0	Linares154
Eólica Cabo Leones 1 extensión	Eólica	01/06/2021	60.0	Maitencillo220
Solar Domeyko	Solar	01/06/2021	186.2	Domeyko220
Eólica El Cruce	Eólica	01/07/2021	2.9	Rahue220
Solar Los Tordos	Solar	01/07/2021	5.0	Talca066
Solar Las Catitas	Solar	01/07/2021	9.0	Linares154
Solar Sol de Los Andes	Solar	01/07/2021	89.4	DAlmagro110
Solar Tamaya	Solar	01/07/2021	114.0	Tamaya110
Eólica Ochs	Eólica	01/08/2021	2.9	Rahue220
Solar Rucasol	Solar	01/08/2021	9.0	PPeuco110
Eólica Lomas de Duqueco	Eólica	01/08/2021	57.4	Temuco220
Eólica Ckani	Eólica	01/08/2021	107.2	Conchi220
Las Lajas	Hidráulica	01/08/2021	267.0	Florida110

Central	Tipo de central	Puesta en servicio	Potencia Neta [MW]	Barra de inyección
Eólica Los Olmos	Eólica	29/08/2021	100.0	Mulchen220
Solar Moya	Solar	01/09/2021	9.0	Charrua066
Solar Sol de Atacama	Solar	01/09/2021	80.8	Cardones110
Valle del Sol	Solar	01/09/2021	149.9	Miraje220
Eólica Calama	Eólica	01/09/2021	150.0	Salar220
Eólica Llanos del Viento	Eólica	01/09/2021	156.1	Ohiggins220_BP1
Solar Fuster del Verano	Solar	01/10/2021	9.0	Batuco110
Alfalfal 2	Hidráulica	01/10/2021	264.0	Almendros220
Solar Cardones	Solar	01/11/2021	35.0	Maitencillo110
Mapa	Térmica	01/11/2021	256.0	Lagunillas220
Eólica Puelche Sur	Eólica	01/12/2021	152.4	PMontt220
Solar Santa Carolina	Solar	01/01/2022	3.0	Tinguiririca154
Solar Chicauma Verano	Solar	01/01/2022	9.0	Batuco110
Solar Willka	Solar	01/01/2022	98.0	Condores220
Solar Coya	Solar	01/01/2022	180.0	Crucero220
Las Nieves	Hidráulica	01/02/2022	6.5	Cautin220
Solar Pastrán	Solar	01/03/2022	9.0	SanLuis220
Eólica Campo Lindo	Eólica	01/04/2022	71.6	Charrua066
Sol de Varas	Solar	01/04/2022	100.8	CPinto220
Ñuble	Hidráulica	01/04/2022	136.0	Ancoa220
Los Lagos	Hidráulica	01/09/2022	48.7	Pichirrahue220
Los Cóncores	Hidráulica	01/01/2024	150.0	Ancoa220
San Pedro	Hidráulica	01/11/2024	170.0	Ciruelos220
TOTAL			8285	

m. Además, considera las fechas de puesta en servicio de las siguientes instalaciones de transmisión.

Instalación	Puesta en servicio	Potencia Nominal (MVA)
Nueva Línea 1X220 kV A. Melipilla – Rapel	30/11/2020	386
Nueva Línea 2X220 kV Lo Aguirre – A. Melipilla, con un circuito tendido	30/11/2020	386
Nueva S/E Guindo 220/66 kV	01/12/2020	90
Seccionamiento de línea de transmisión 2x220 kV La Higuera – Tinguiririca y conexión a S/E Puente Negro 220 kV	01/12/2020	440
Nuevo Banco de Autotransformadores 1x750 MVA 500/220 kV en S/E Nueva Cardones y S/E Nueva Pan de Azúcar	01/12/2020	750
Ampliación en S/E Agua Santa	01/08/2021	300
Línea 2x500 kV Pichirropulli – Nueva Puerto Montt, energizada en 220 kV	01/08/2021	660
Nueva Línea 2x220 kV entre S/E Nueva Pozo Almonte - Cóncores, tendido del primer circuito	01/03/2022	250
Nueva Línea Nueva Maitencillo - Punta Colorada - Nueva Pan de Azúcar 2x220 kV	01/05/2022	500
Nueva Línea Nueva Pan de Azúcar - Punta Sierra - Los Pelambres 2x220 kV	01/01/2023	580
Línea Nueva Puerto Montt - Nueva Ancud 2x500 kV 2x1500 MVA y Nuevo cruce aéreo 2x500 kV 2x1500 MVA, ambos energizados en 220 kV	01/12/2023	187

n. Se considera también las fechas de puesta en servicio de las siguientes instalaciones de consumo.

Instalación	Puesta en servicio	Demanda (MW)
Planta desalinizadora SPENCE y sistema de bombeo asociado	01-05-2020	60
MAPA	02-11-2020	90

- o. Adicionalmente, en las bases del estudio se han considerado los cambios topológicos correspondientes a la alternativa de conexión de la central Los Vientos directamente a la subestación Cerro Navia 110 [KV].
- p. Se ha considerado que las unidades de la central Quintero no están disponibles para generar con diésel, según lo informado por su propietario en carta GC-N°109 de fecha 27 de agosto de 2014.
- q. El presente estudio considera la disponibilidad de GNL para el terminal de Quintero actualizada a la última semana de octubre de 2020 y declarada según Norma Técnica GNL de 2019 para el proceso de programación.

3 RESULTADOS

El cuadro siguiente muestra que no existe déficit de energías mensuales para los escenarios estudiados, los que consideran las 5 condiciones hidrológicas más secas de la estadística.

- Energías de déficit:

		Energía de Déficit [GWh]												Total
	Hidrología	nov-20	dic-20	ene-21	feb-21	mar-21	abr-21	may-21	jun-21	jul-21	ago-21	sept-21	oct-21	
Caso Base	68-69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0
	98-99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0
	16-17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0
	96-97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0
	62-63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0
Caso1	68-69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0
	98-99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0
	16-17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0
	96-97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0
	62-63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0
Caso2	68-69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0
	98-99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0
	16-17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0
	96-97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0
	62-63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0
Caso3	68-69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0
	98-99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0
	16-17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0
	96-97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0
	62-63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0
Caso4	68-69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0
	98-99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0
	16-17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0
	96-97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0
	62-63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0
Caso5	68-69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0
	98-99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0
	16-17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0
	96-97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0
	62-63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0

Adicionalmente, se muestra el consumo de petróleo para cada caso, (considerando la hidrología del año 68-69), como promedio diario en cada mes.

		Consumo Petróleo [m3/día]					
	Hidrología	nov-20	dic-20	ene-21	feb-21	mar-21	abr-21
Caso Base	68-69	-	-	-	-	-	-
Caso1	68-69	-	-	-	-	-	-
Caso2	68-69	-	-	-	-	-	-
Caso3	68-69	-	-	-	-	-	-
Caso4	68-69	-	-	-	-	-	-
Caso5	68-69	-	-	-	-	-	-

Por otro lado, se muestra el consumo de petróleo para el caso 5, considerando las hidrologías más secas analizadas, como promedio diario en cada mes.

		Consumo Petróleo [m3/día]					
	Hidrología	nov-20	dic-20	ene-21	feb-21	mar-21	abr-21
Caso5	62-63	-	-	-	-	-	-
Caso5	68-69	-	-	-	-	-	-
Caso5	96-97	-	-	-	-	-	-
Caso5	98-99	-	-	-	-	-	-
Caso5	16-17	-	-	-	-	-	-

Cabe señalar que en el Anexo 1 se incluyen las trayectorias de cotas y energía embalsada, para los casos estudiados.

4 COMENTARIOS FINALES

Para los casos estudiados, a partir de las simulaciones realizadas, no se presenta déficit de suministro durante los próximos 6 meses del horizonte de estudio, para las condiciones hidrológicas descritas en los antecedentes.

Respecto a la regulación de frecuencia en el SEN, las centrales de embalse que habitualmente entregan este servicio son Colbún, El Toro, Ralco y Pehuenche. Estas centrales presentan restricciones técnicas para cumplir con esta prestación bajo las cotas 418, 1310, 700 y 640.5 m.s.n.m, respectivamente. En todo caso, la regulación de frecuencia del sistema considera regulación distribuida con la participación de otras centrales, de modo que para el horizonte de simulación se ha supuesto que se mantienen los montos de reserva para control primario y secundario para los sistemas norte y centro sur considerados.

En un escenario en el que persistan condiciones secas, a partir de abril de 2021, el sistema contaría con una reserva de energía de aproximadamente 228 [GWh] como promedio. El detalle por hidrología de esta reserva (al final del mes de abril de 2021), se puede observar en la siguiente tabla:

		E[GWh]					Promedio
Año	Mes	Año 68-69	Año 98-99	Año 16-17	Año 96-97	Año 62-63	
2021	Abr	398	208	195	170	170	228
Energía Total embalsada al final del mes							

5 ANEXOS

- 1.- Resultados de casos base, caso 1, caso 2, caso 3, caso 4, y caso 5. Gráficos de cotas, Energía total embalsada en el SEN y Costos Marginales.
- 2.- Acuerdo de Operación y Recuperación del Lago Laja complementa Convenio de 1958, Carta Enel Generación GC N°0415 del 17 de noviembre de 2017.
- 3.- Convenio de uso eficiente de recursos hídricos. Asociación Canal Maule Sur – Sector Alto, carta Colbún GM N° 158/2020.
- 4.- Implementación de restricción cota mínima en Lago Chapo, carta GMC N° 466/2018.
- 5.- Restricciones de cota mínima Embalse Rapel, carta Enel Generación GC-N°0051.
- 6.- Carta Ministerio de Energía N° 130/2017.

ANEXO 1

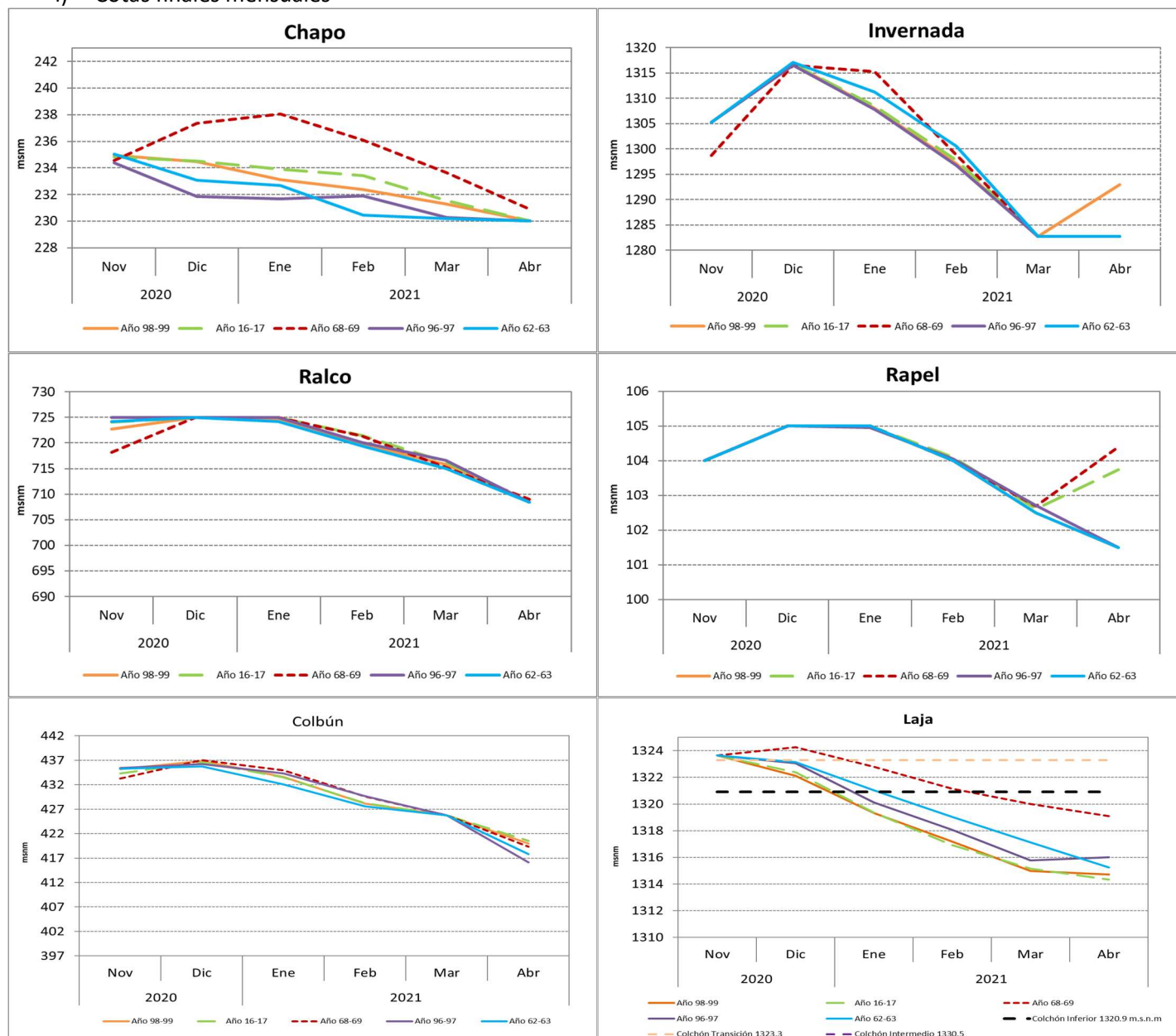
Resultados caso base, caso 1, caso 2, caso 3, caso 4 y caso 5.

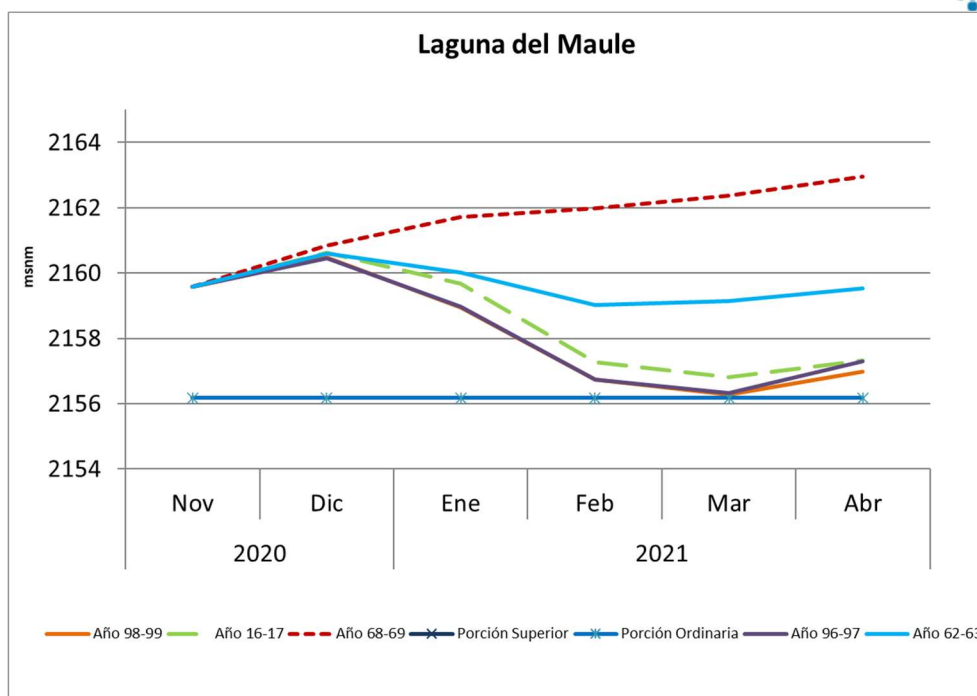
Gráficos de cotas, Energía total embalsada en el SEN y Costos Marginales

Los gráficos siguientes resumen los resultados generados a partir de los casos correspondientes para el primer semestre:

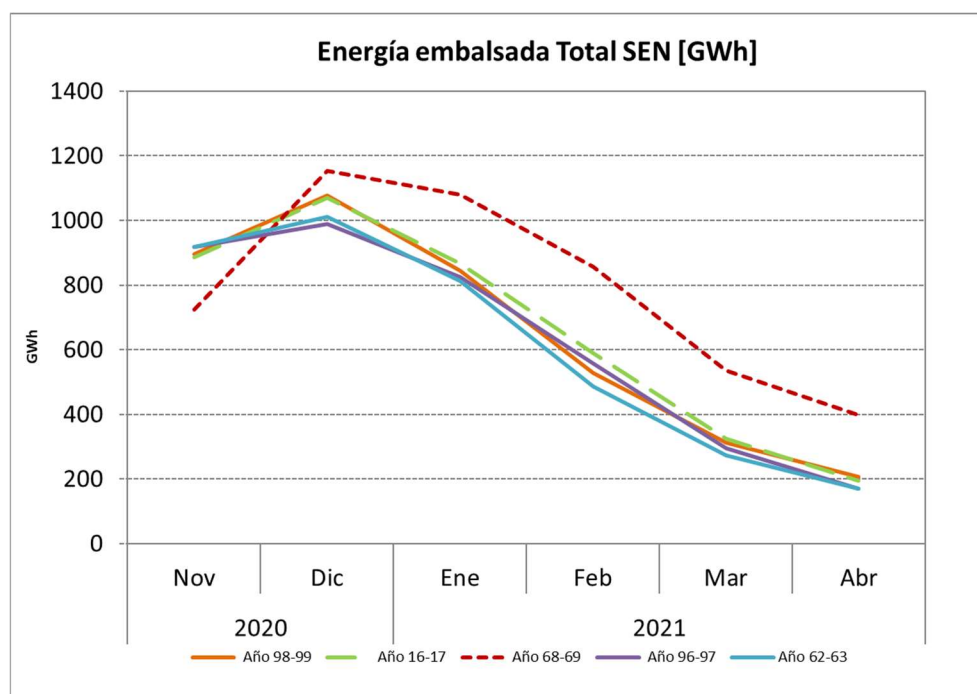
Caso base

i) Cotas finales mensuales





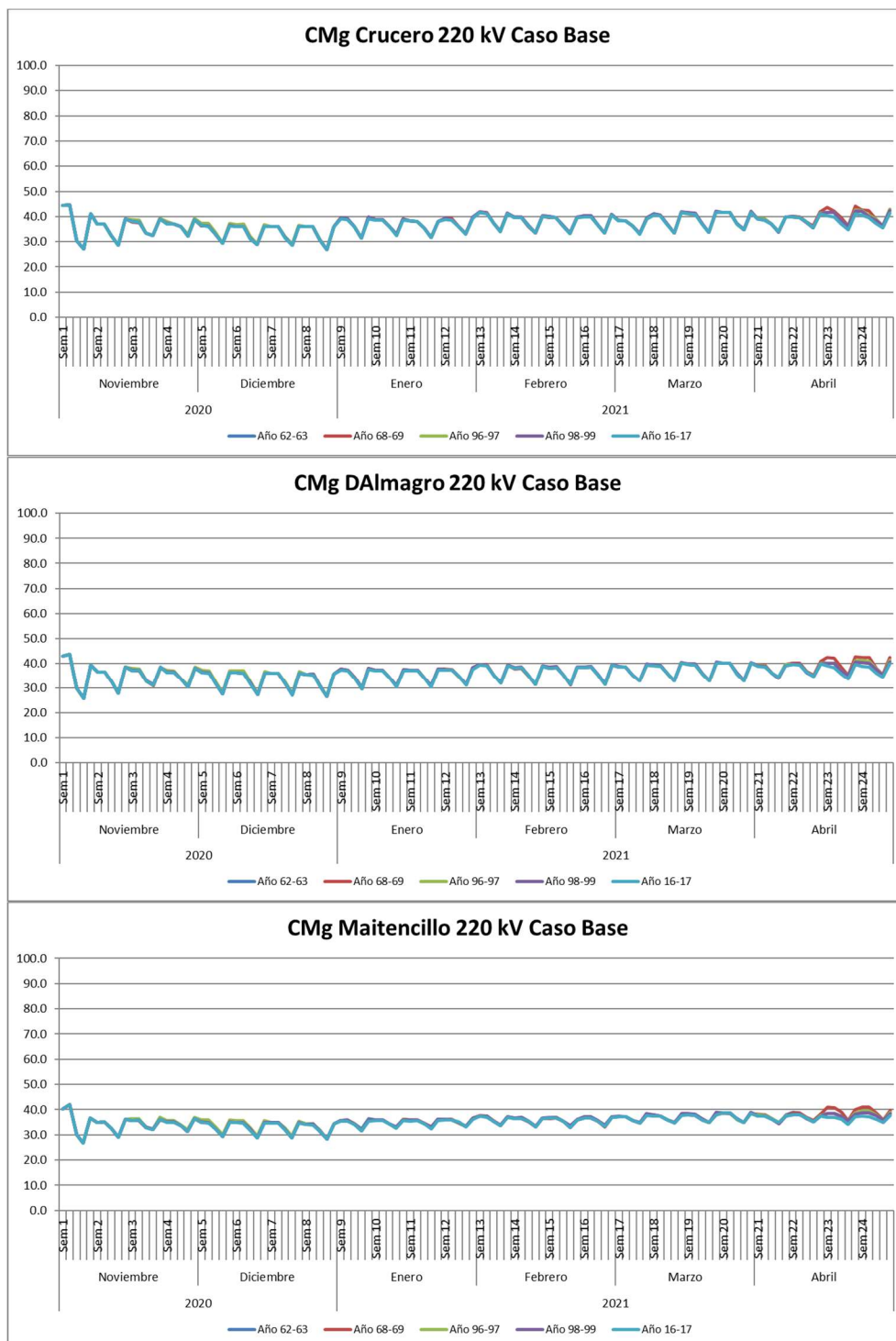
ii) Energía embalsada final mensual total SEN – Caso base

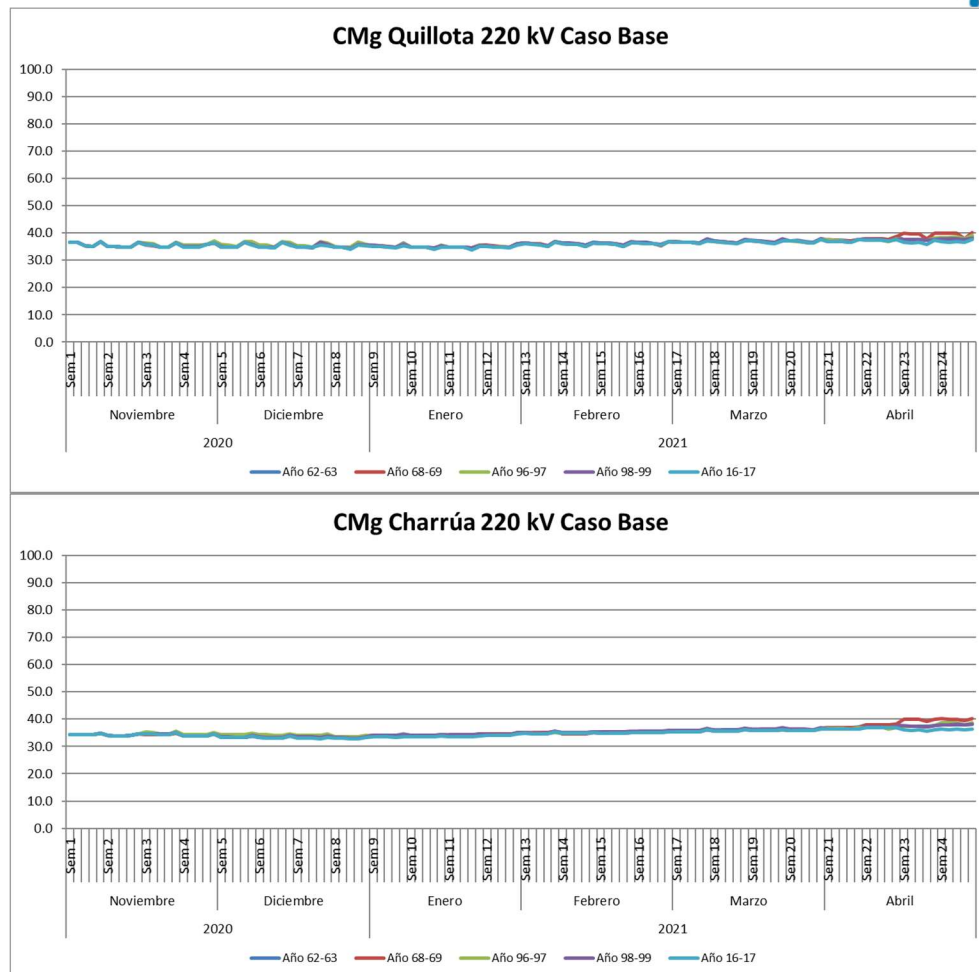


Nota: El cálculo de la energía embalsada no incluye los derechos de agua para riego del Lago Laja para dar cumplimiento al Convenio.

En el cálculo de la energía embalsada en el SEN se considera el agua acumulada en los embalses Chapo, Invernada, Colbún, Pangue, Melado, Ralco y Rapel. Además, se incluye la energía generable por el Laja dado el convenio de operación del año 2017 y se excluye en el cálculo a la Laguna del Maule debido a que el uso del agua es compartido entre generación y riego.

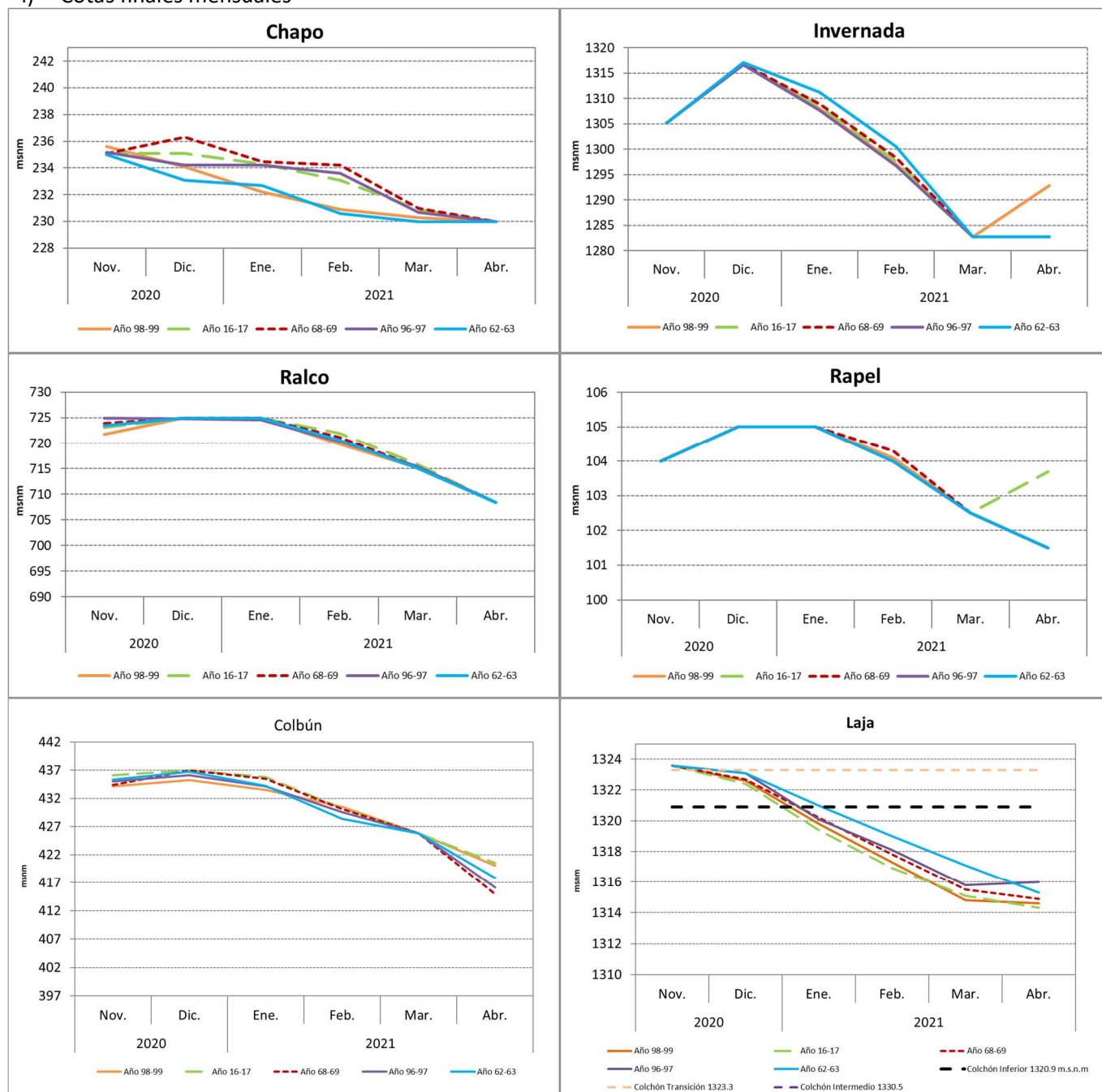
iii) Costos Marginales – Caso base

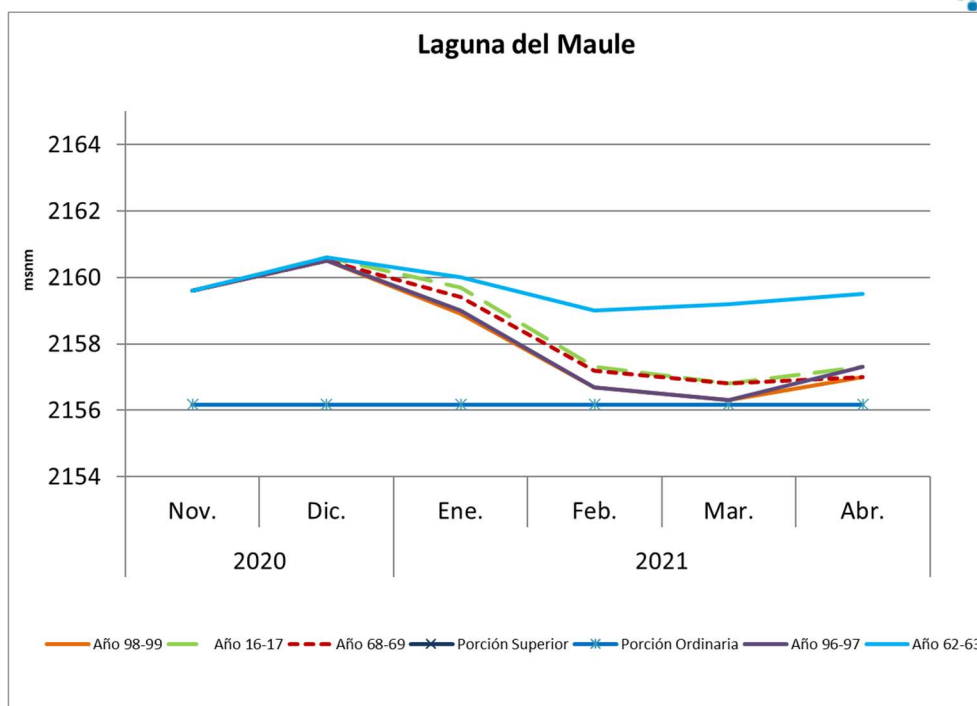




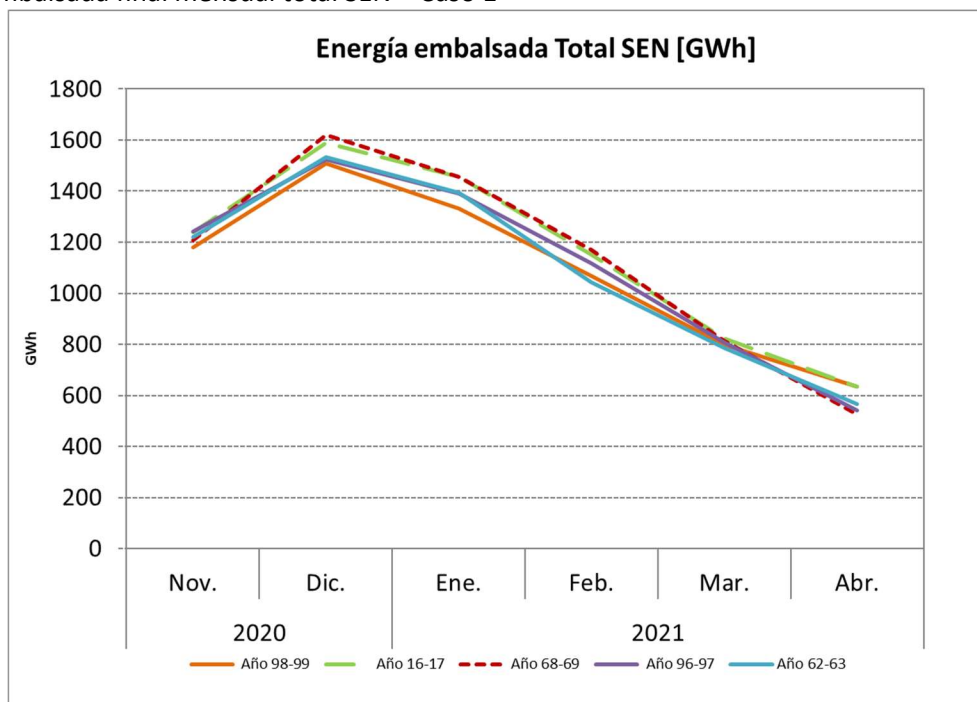
Caso 1

i) Cotas finales mensuales



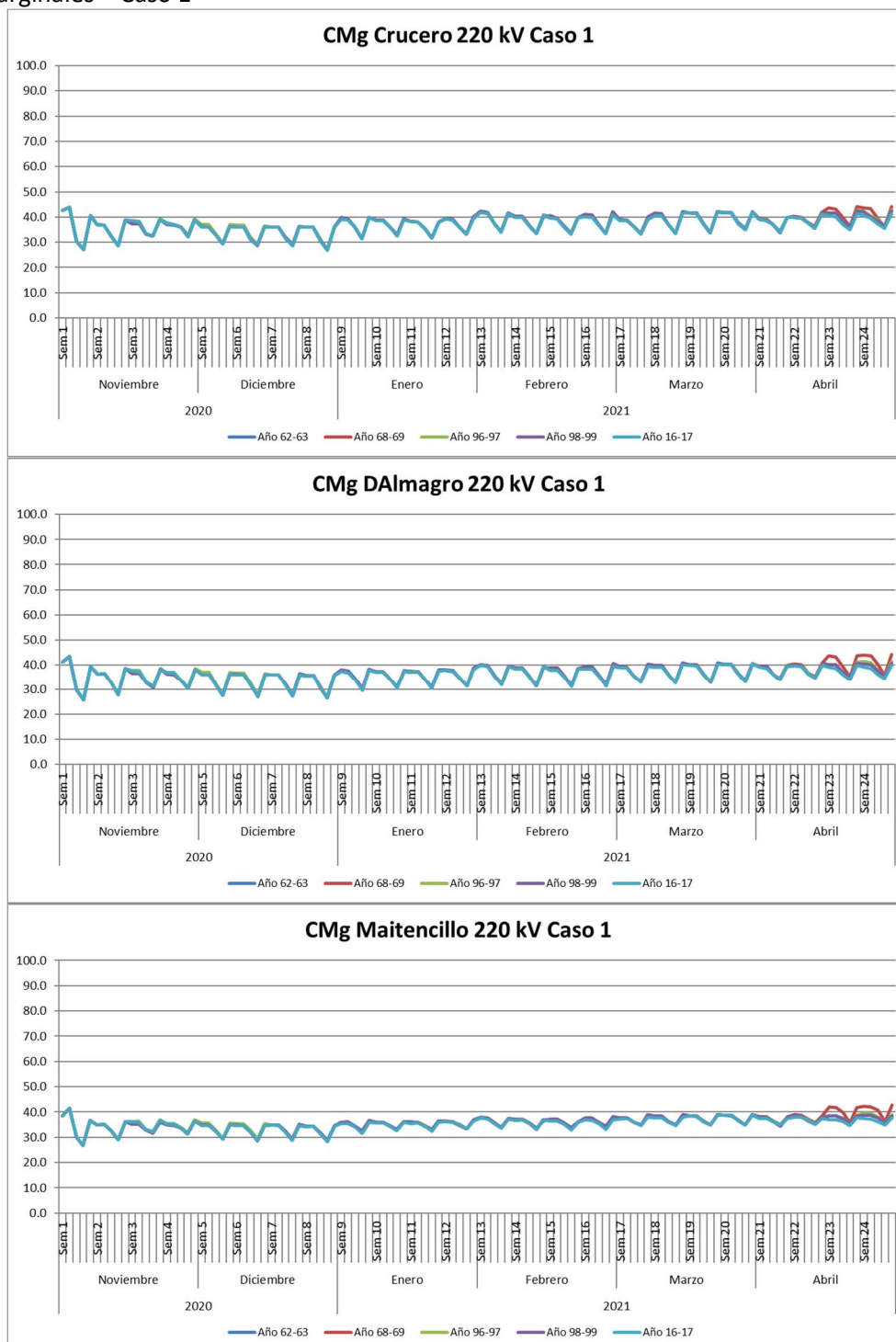


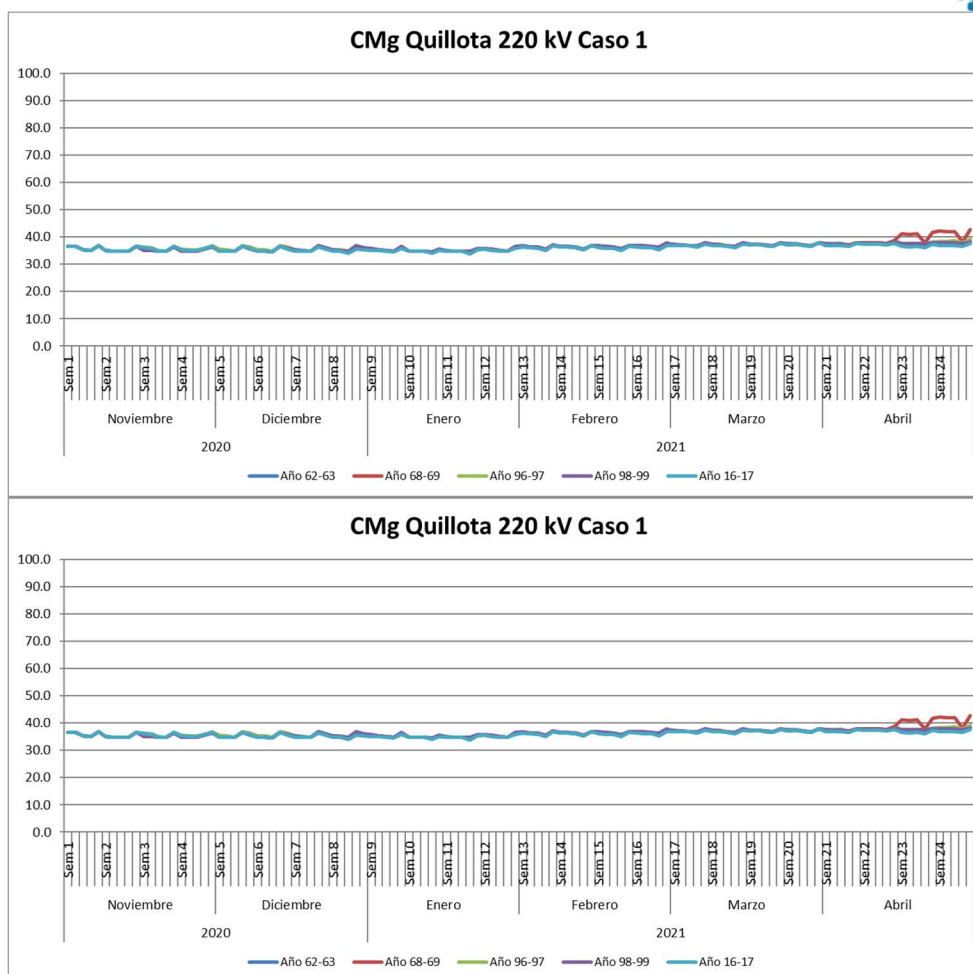
ii) Energía embalsada final mensual total SEN – Caso 1



Nota: El cálculo de la energía embalsada no incluye los derechos de agua para riego del Lago Laja para dar cumplimiento al Convenio.

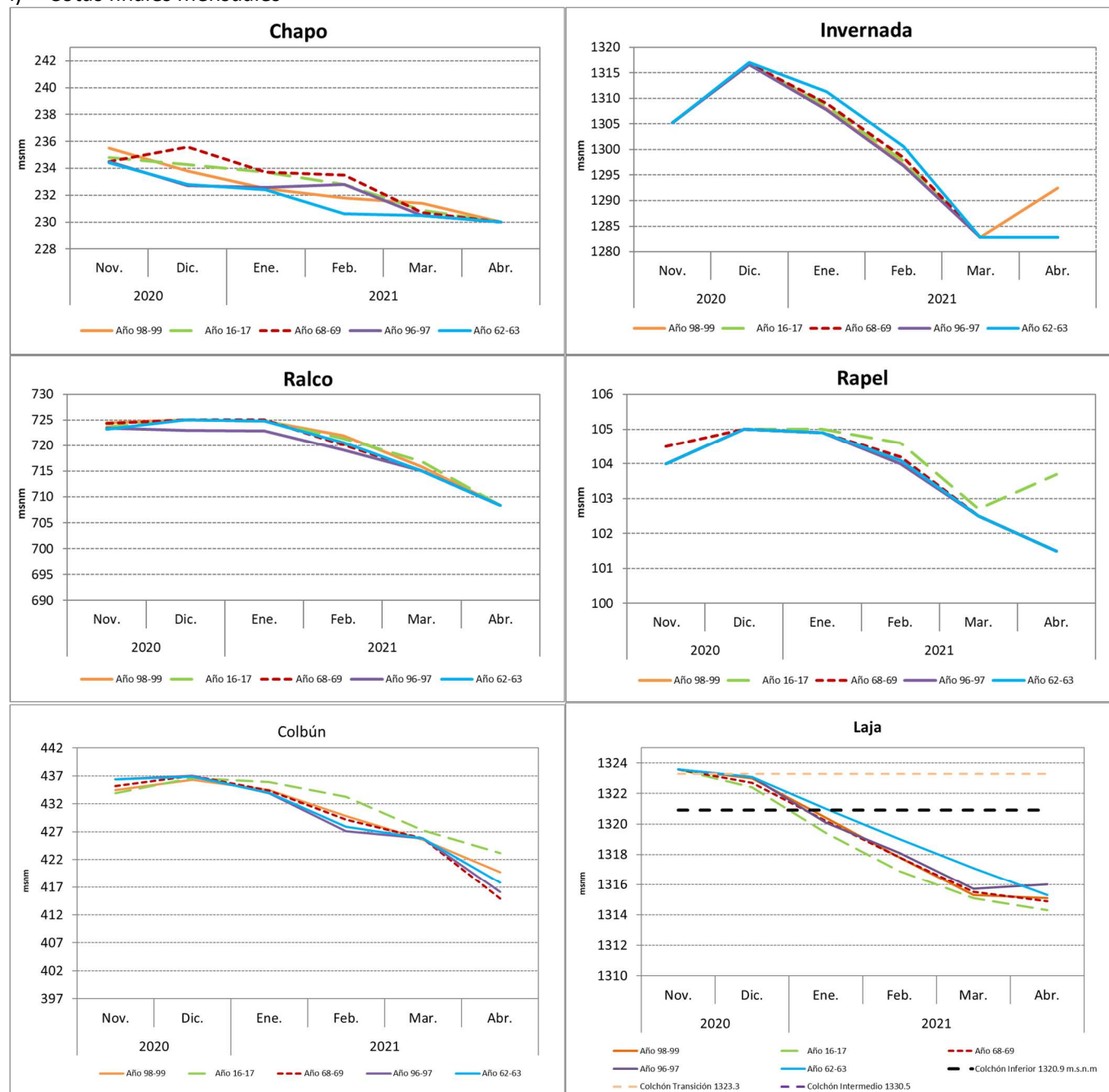
iii) Costos Marginales – Caso 1

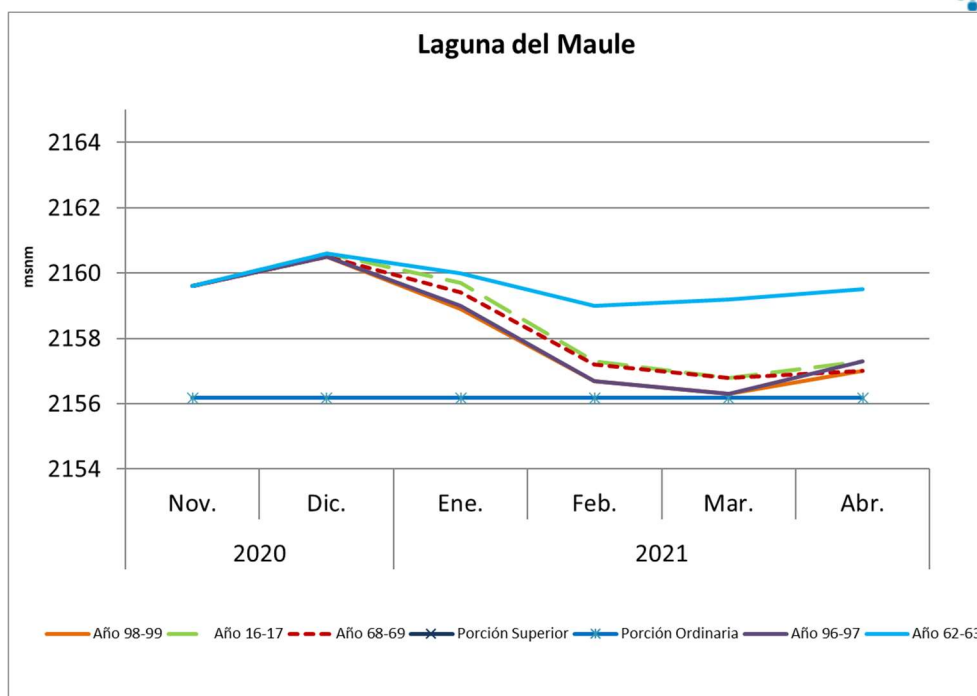




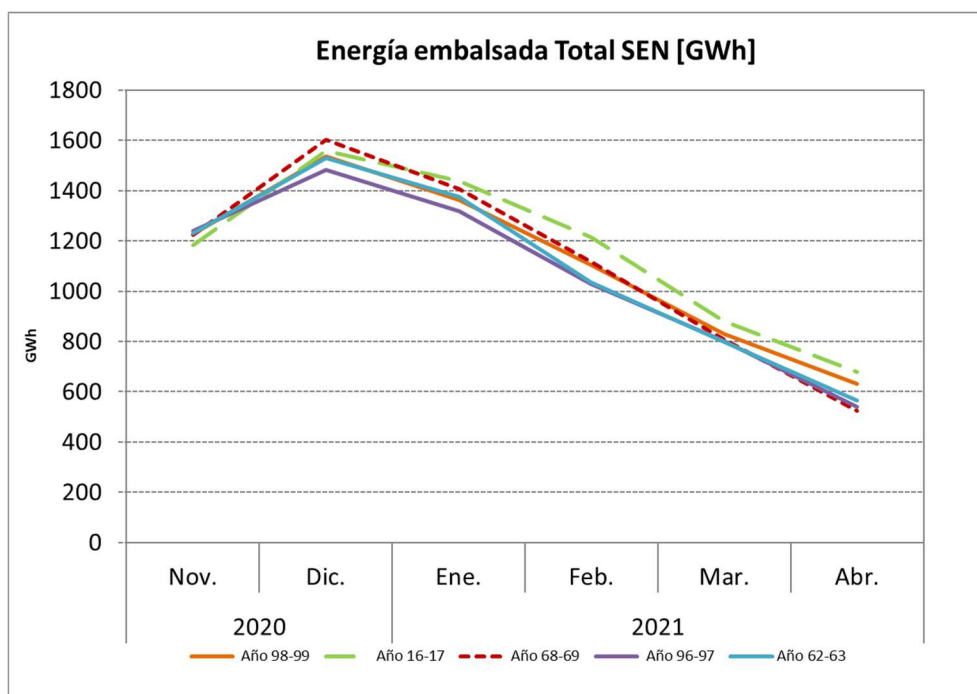
Caso 2

i) Cotas finales mensuales



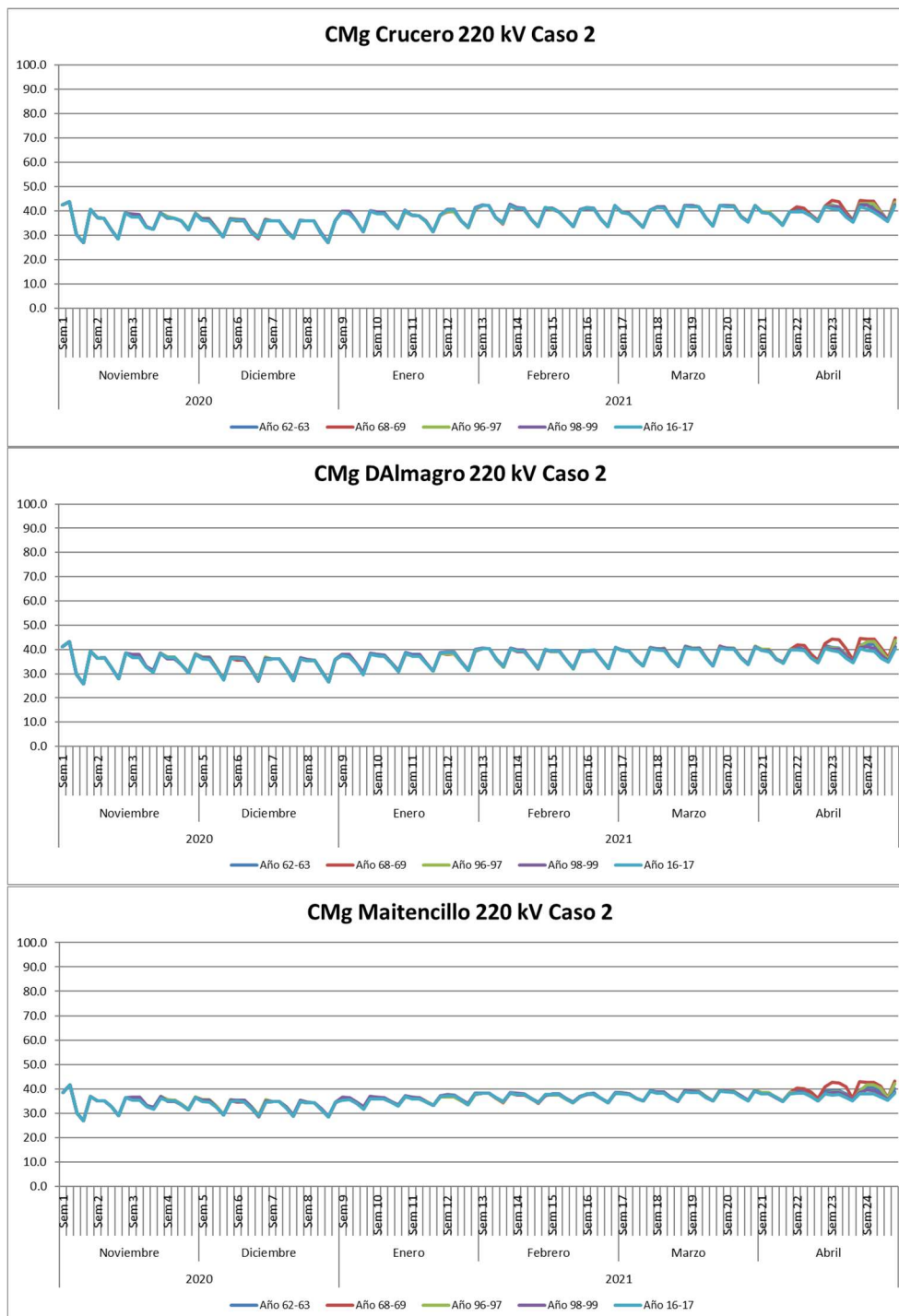


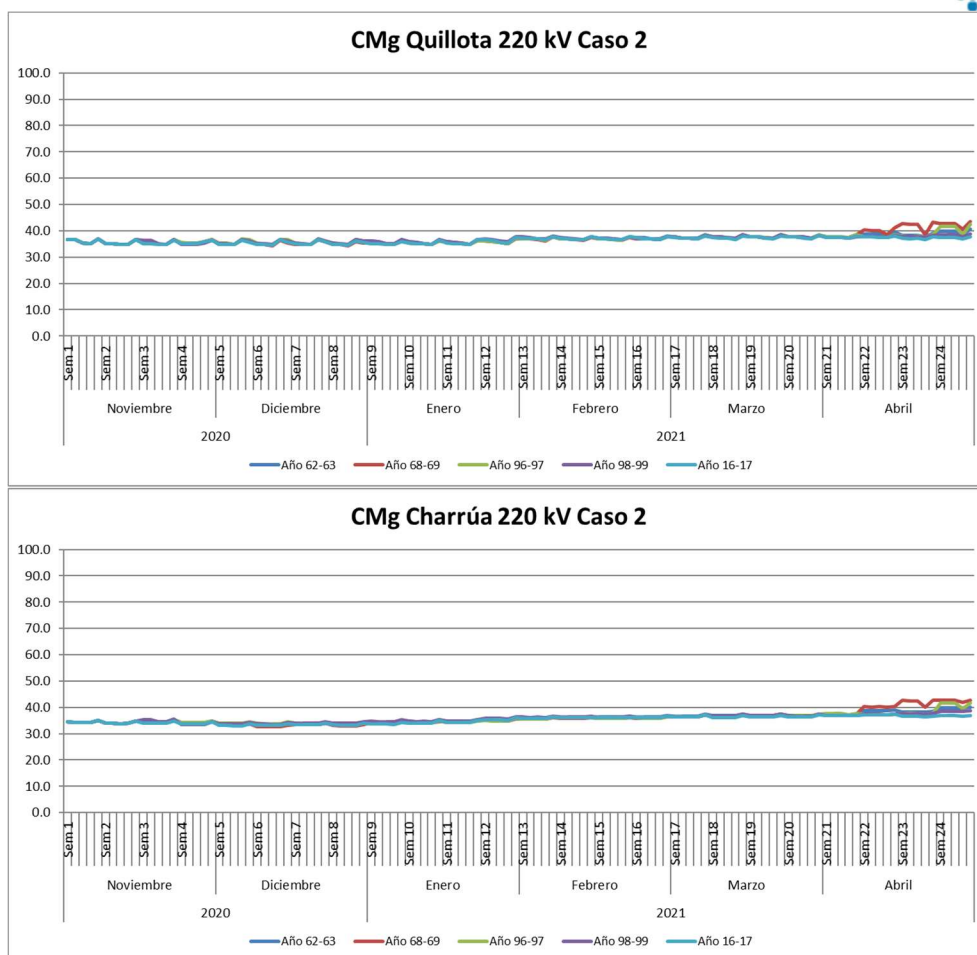
ii) Energía embalsada final mensual total SEN – Caso 2



Nota: El cálculo de la energía embalsada no incluye los derechos de agua para riego del Lago Laja para dar cumplimiento al Convenio.

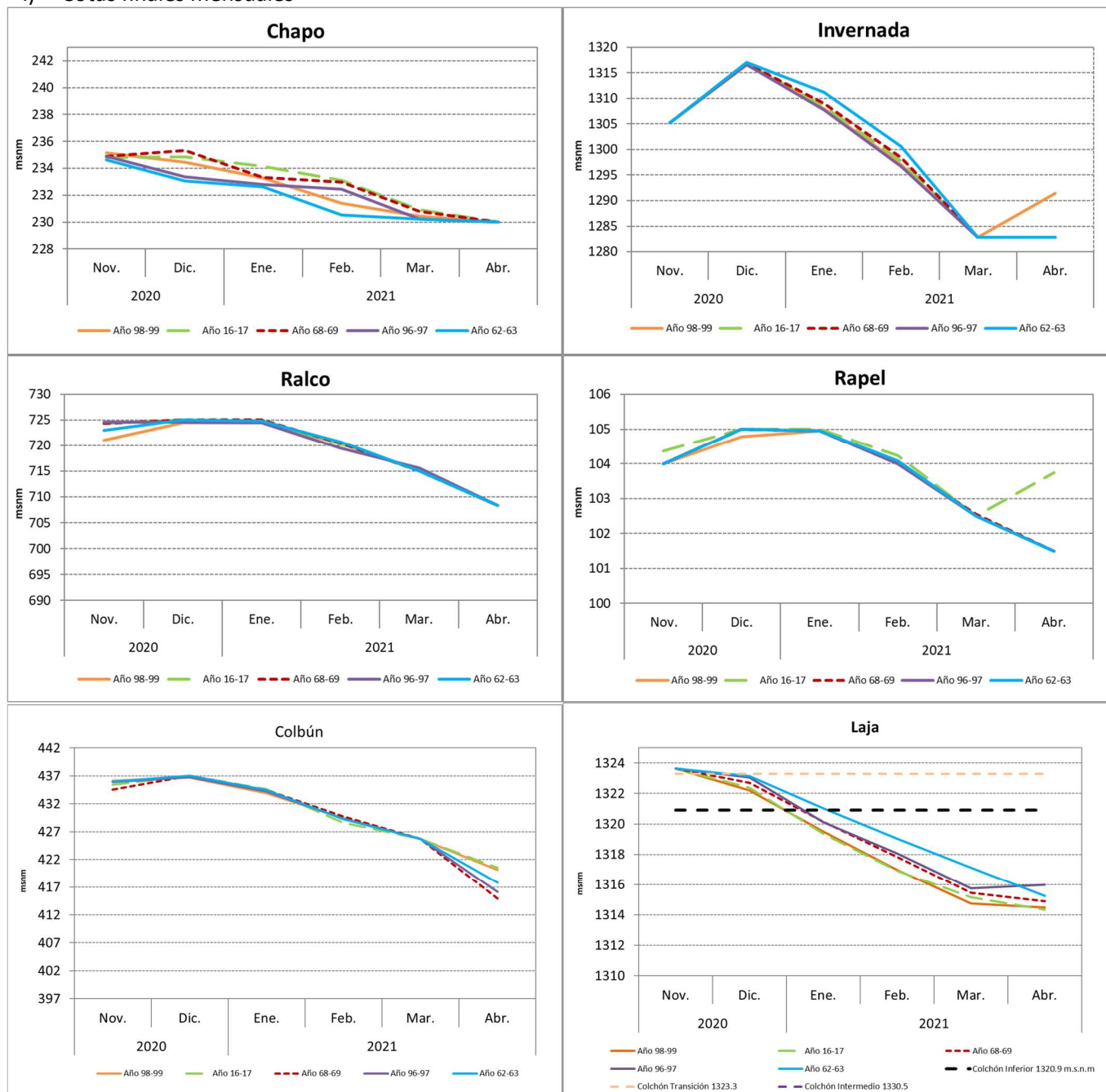
iii) Costos Marginales – Caso 2

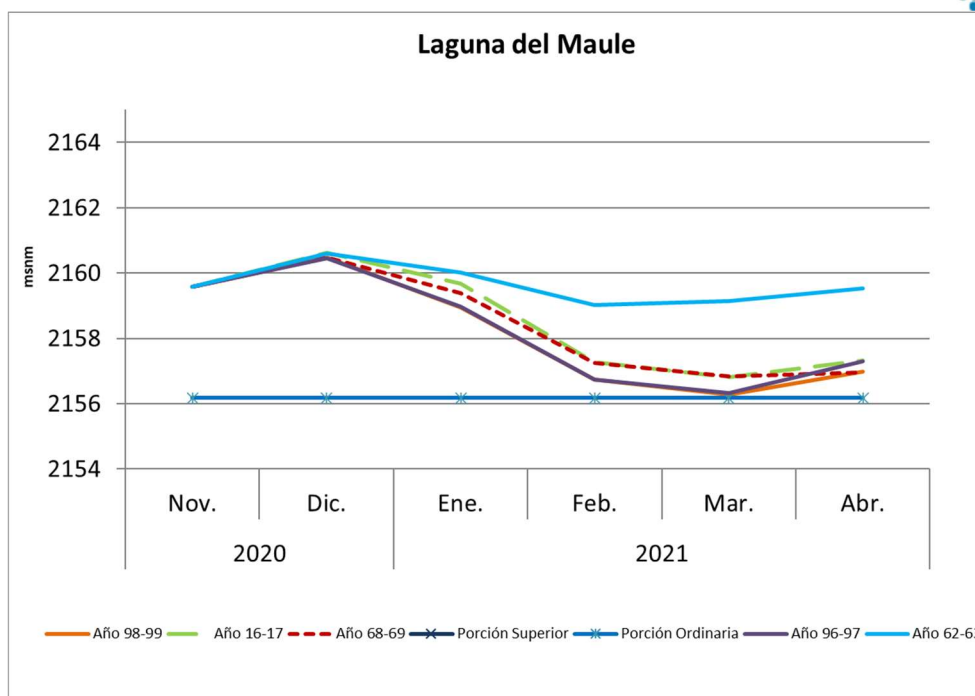




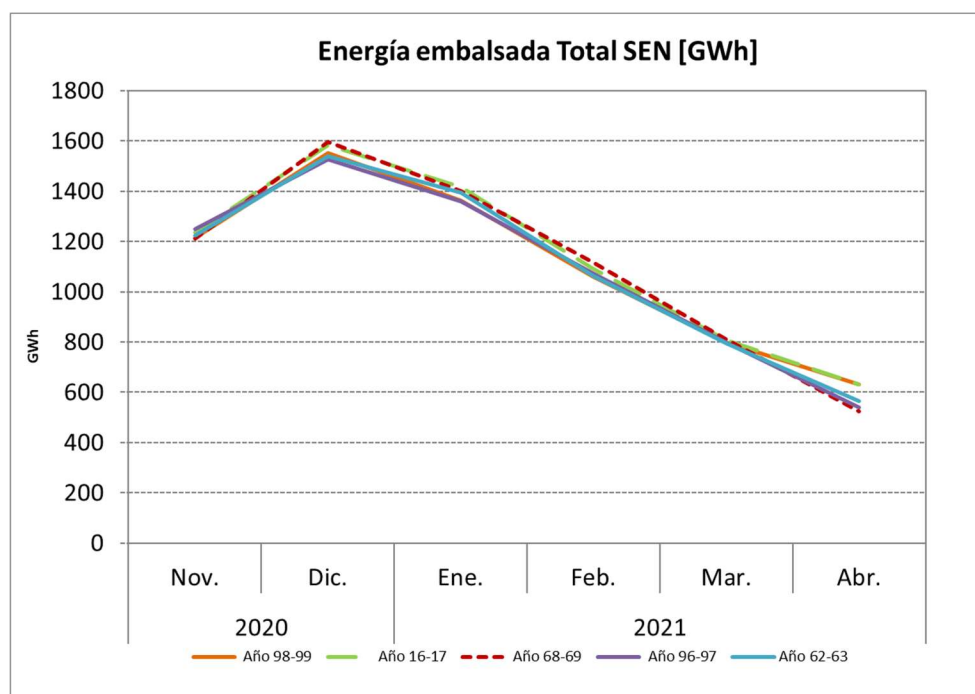
Caso 3

i) Cotas finales mensuales



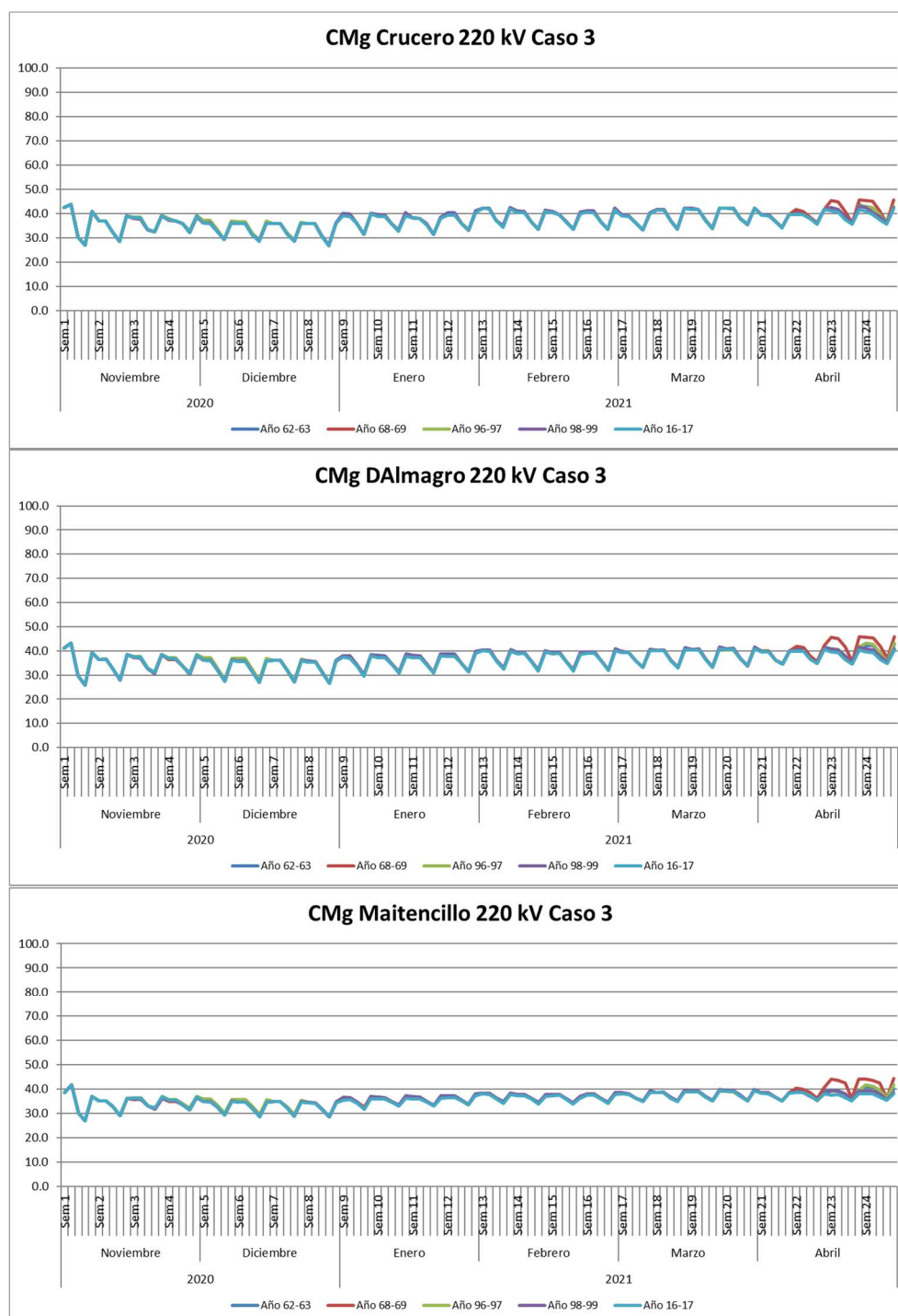


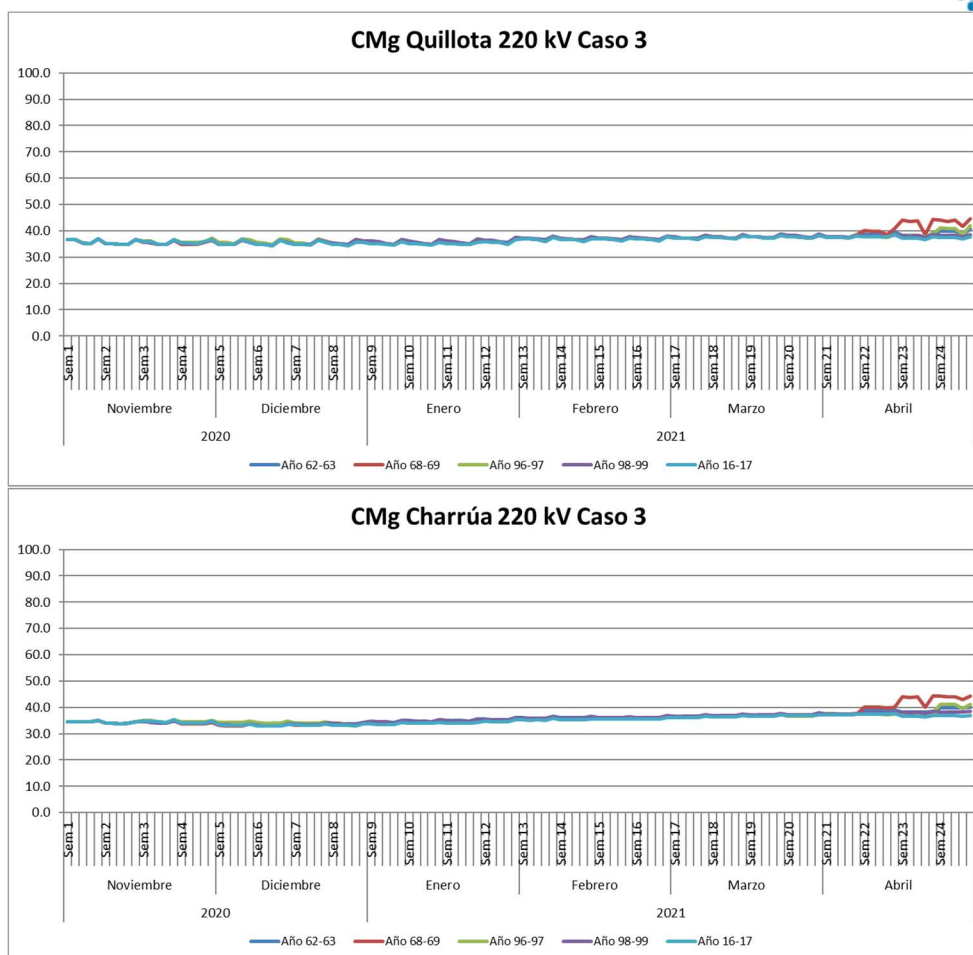
ii) Energía embalsada final mensual total SEN – Caso 3



Nota: El cálculo de la energía embalsada no incluye los derechos de agua para riego del Lago Laja para dar cumplimiento al Convenio.

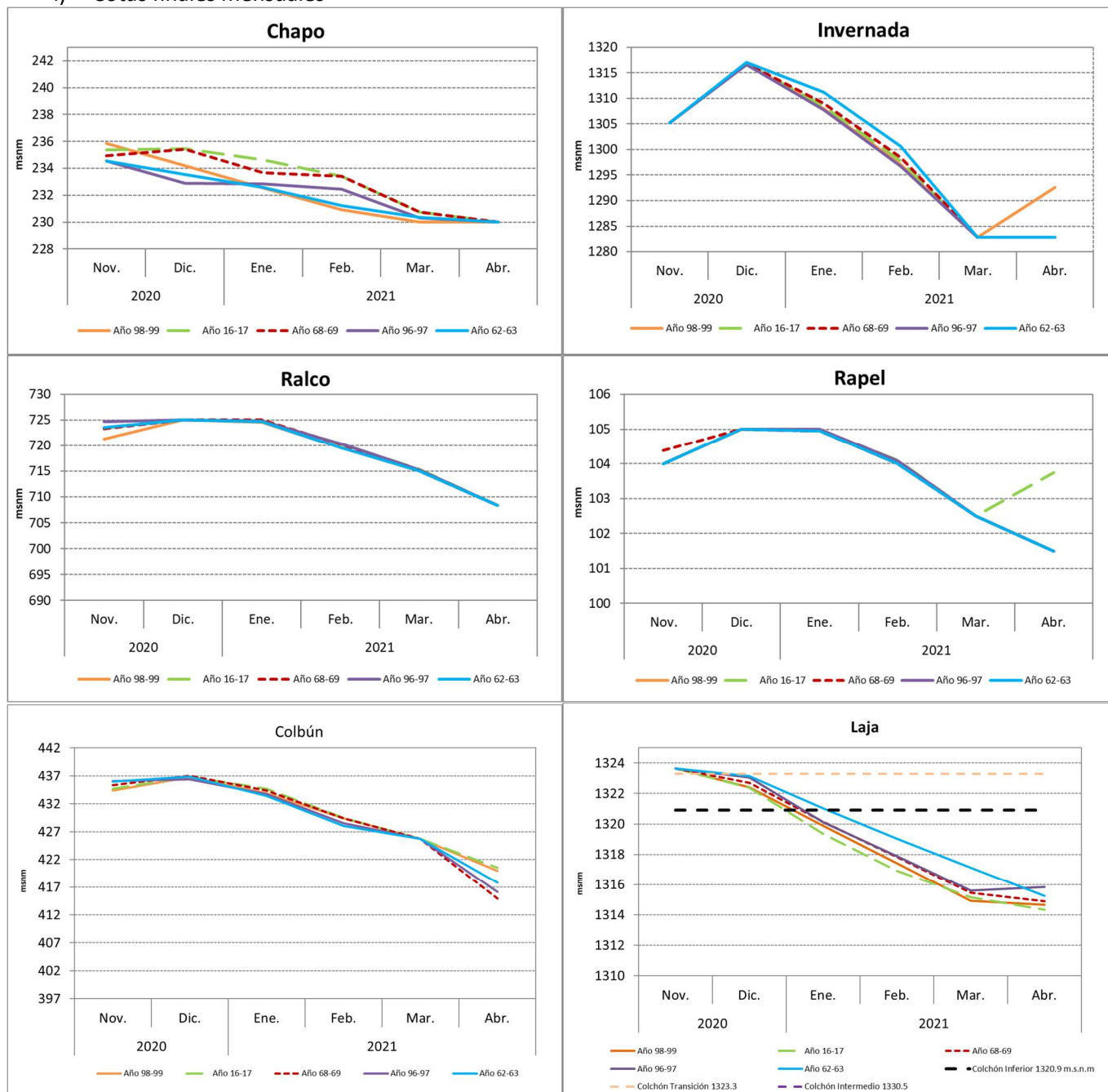
iii) Costos Marginales – Caso 3

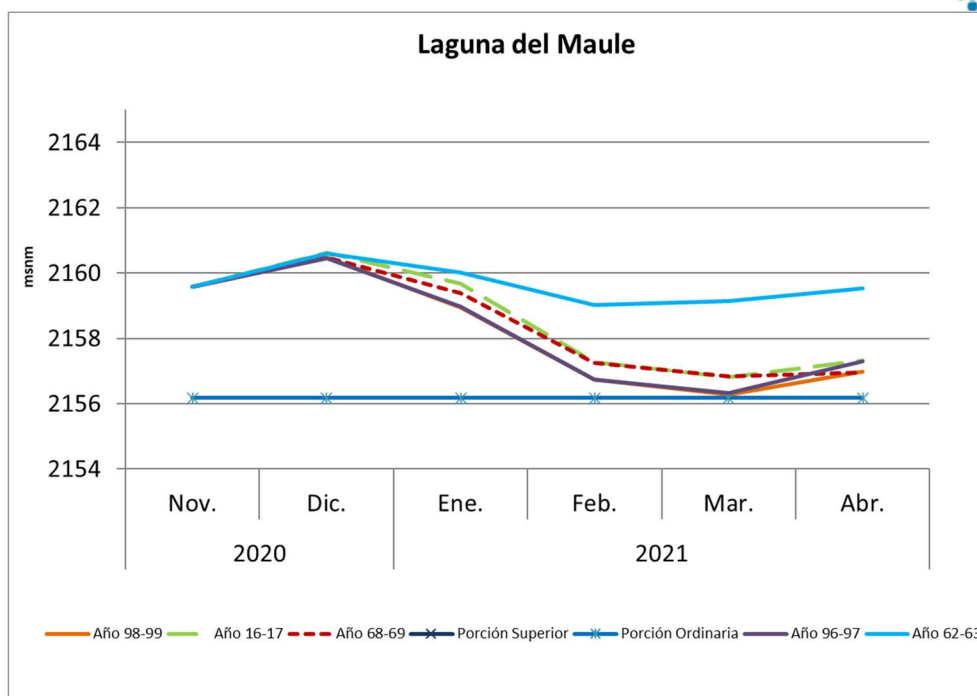




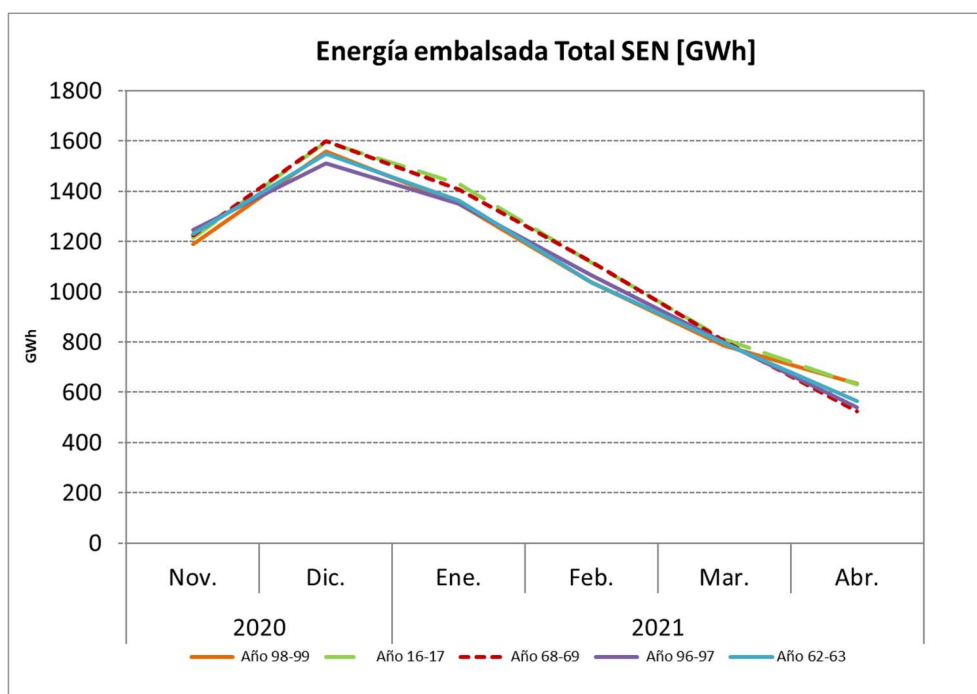
Caso 4

i) Cotas finales mensuales



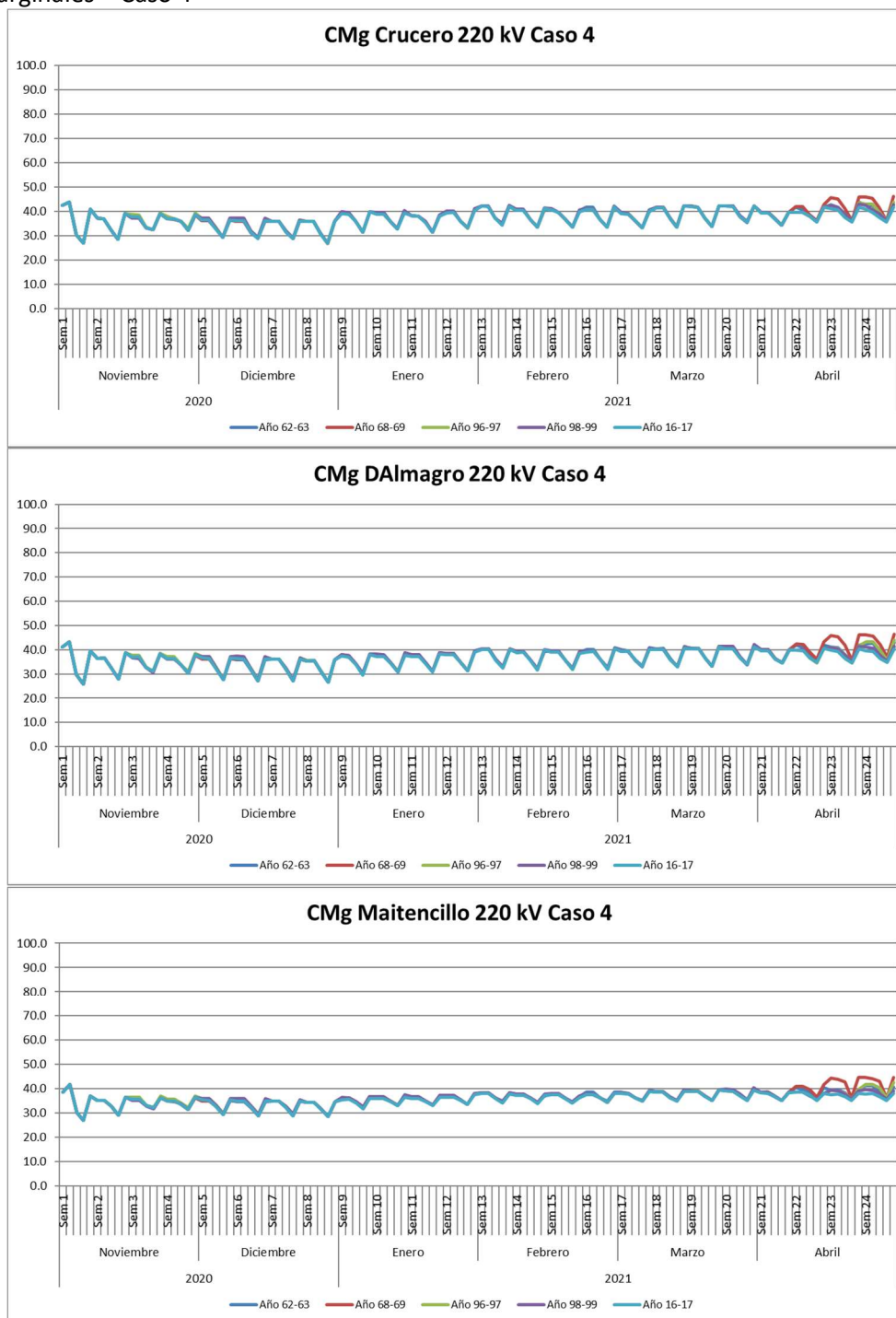


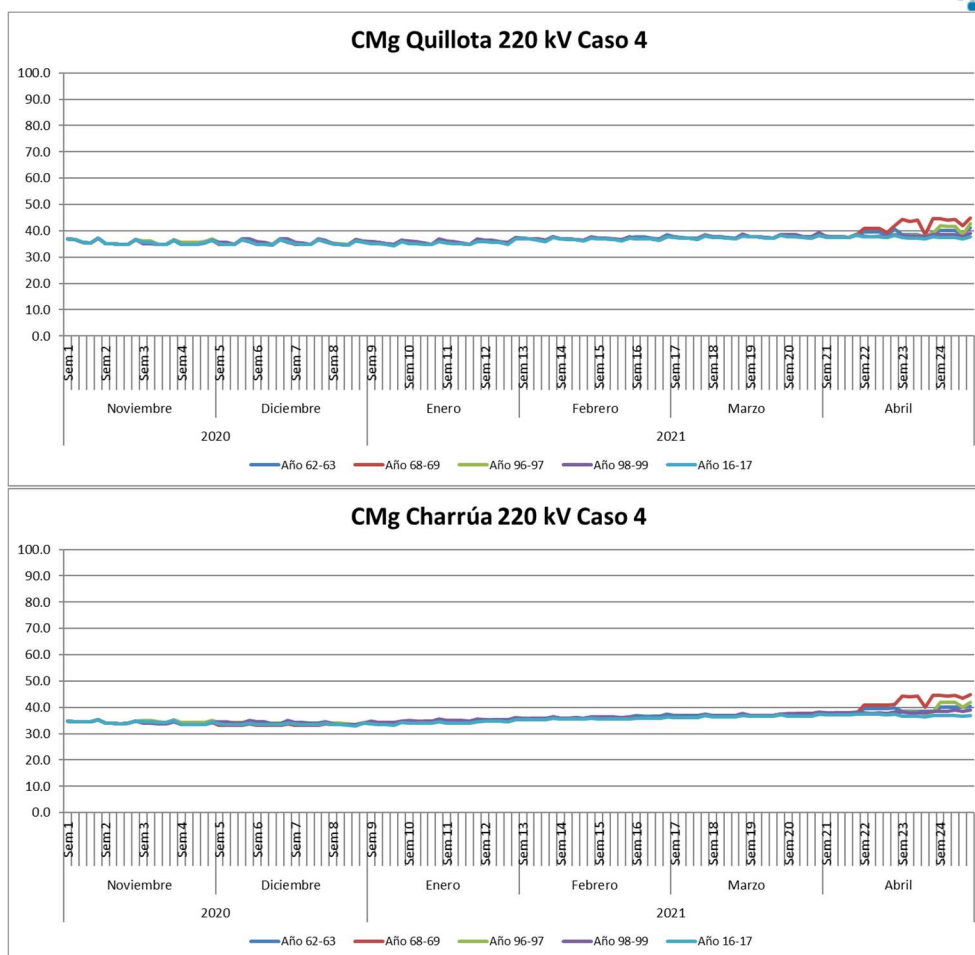
ii) Energía embalsada final mensual total SEN – Caso 4



Nota: El cálculo de la energía embalsada no incluye los derechos de agua para riego del Lago Laja para dar cumplimiento al Convenio.

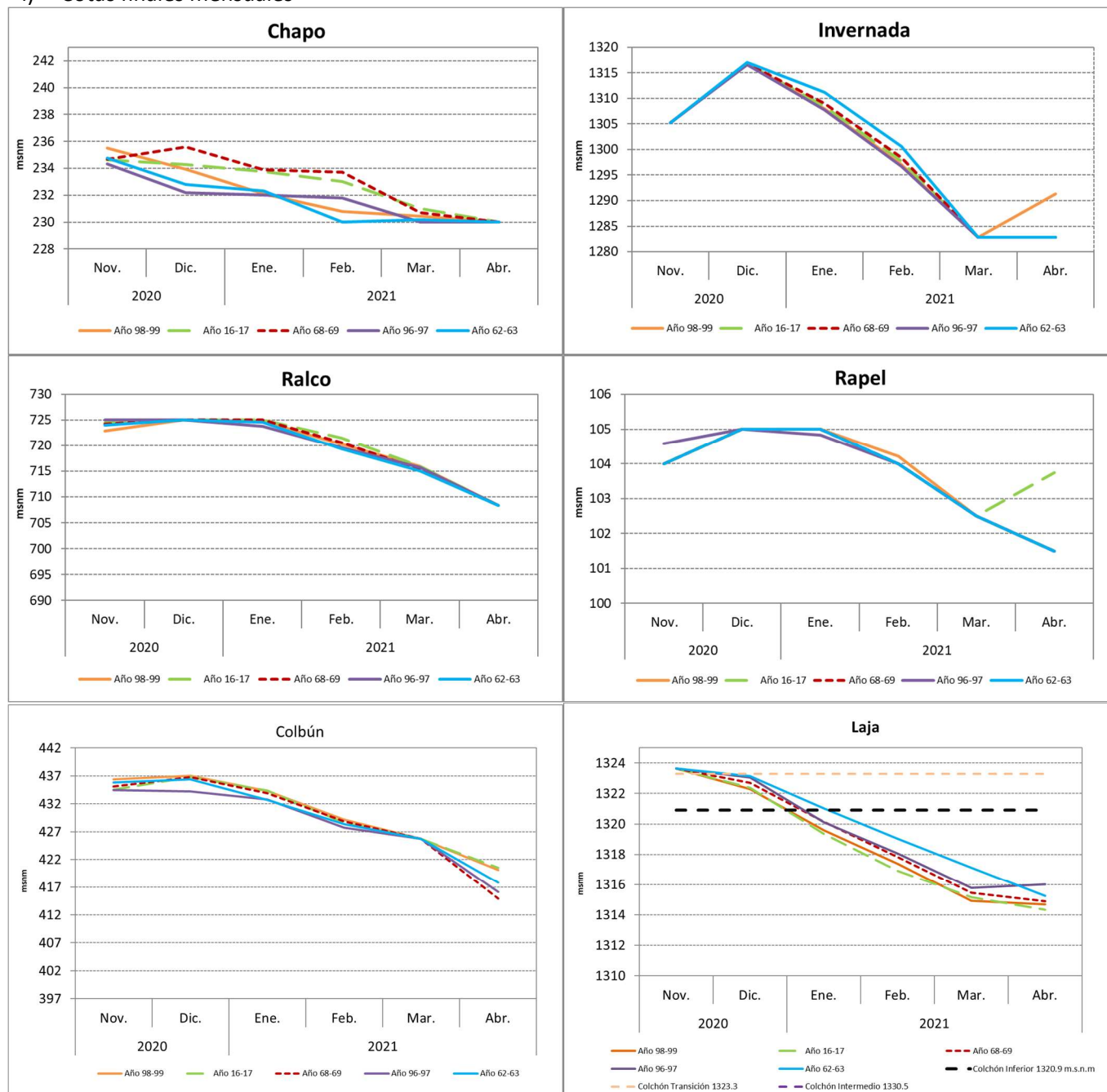
iii) Costos Marginales – Caso 4

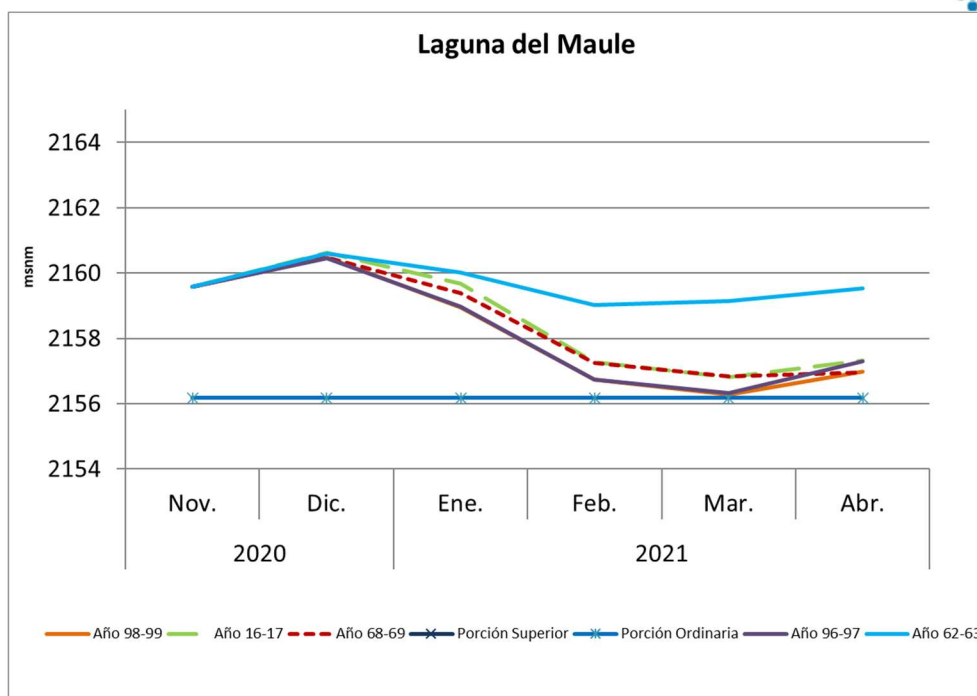




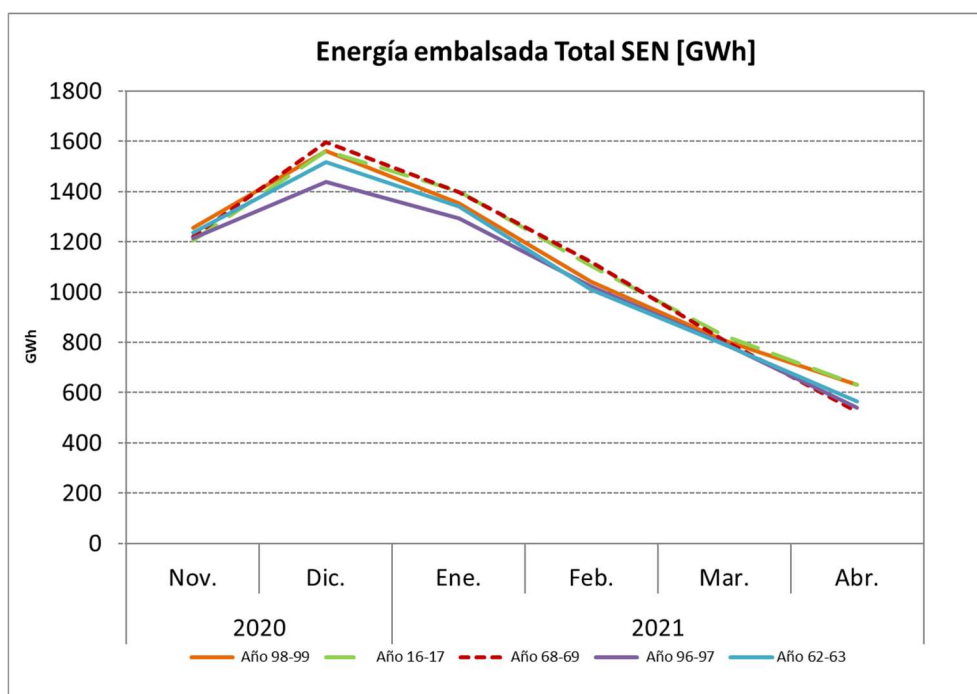
Caso 5

i) Cotas finales mensuales



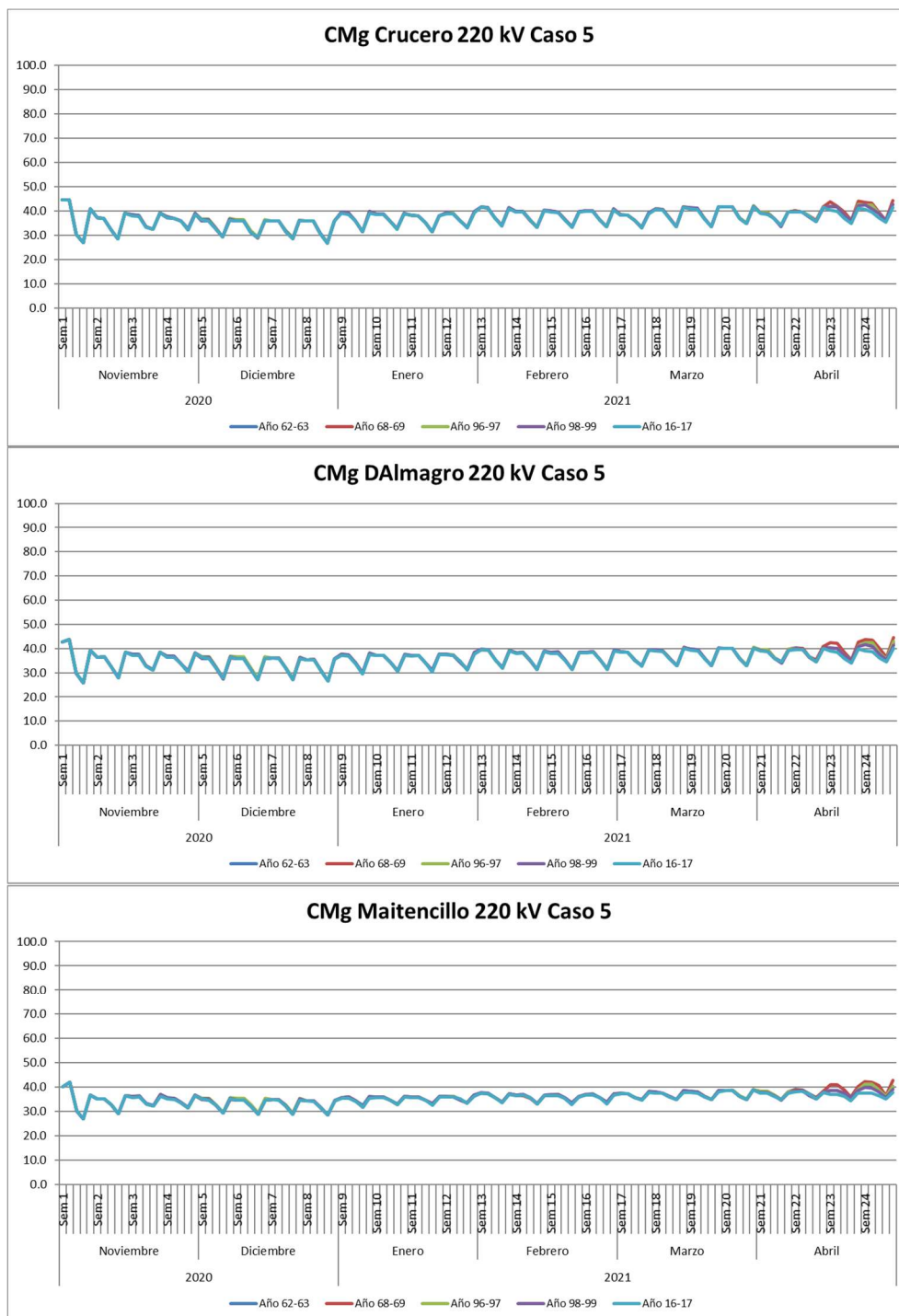


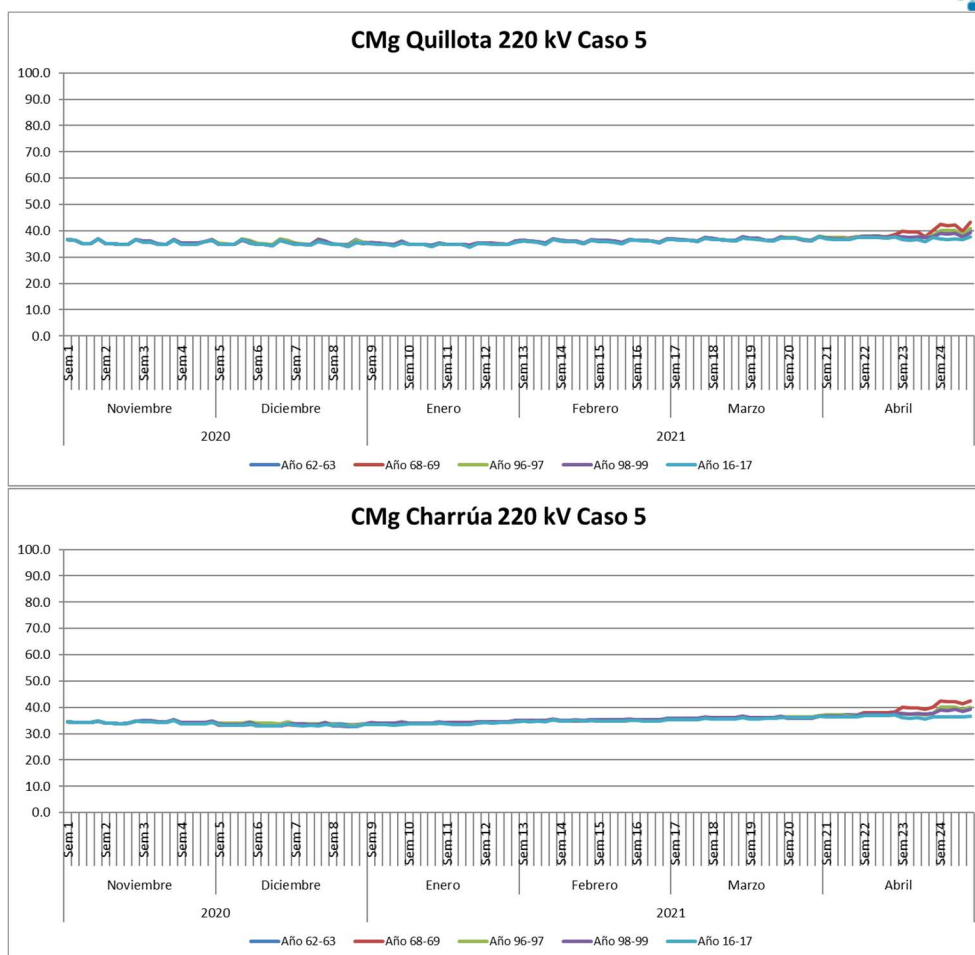
ii) Energía embalsada final mensual total SEN – Caso 5



Nota: El cálculo de la energía embalsada no incluye los derechos de agua para riego del Lago Laja para dar cumplimiento al Convenio.

iii) Costos Marginales – Caso 5





ANEXO 2

Acuerdo de Operación y Recuperación del Lago Laja, que Complementa al Convenio de 1958, Carta ENDESA GC N°0426 del 22 de noviembre de 2017.



Fax GC - N° 0426

FECHA: 22 nov. 2017

Pág. 1 de 1

Sr.	ERNESTO HUBER J.
Dirección	Gerente de Operación Coordinador Eléctrico Nacional
Teléfono	TEATINOS 280
Fax	(56) (2) 2424 6300
	(56) (2) 2424 6301
Remite	MIGUEL BUZUNARIZ
Dirección	ENCARGADO Enel Generación Chile
Teléfono	Santa Rosa 76 - Piso 13 - Santiago
Fax	(56) (2) 2630 9000
	(56) (2) 2635 4087

MATERIA: CONVENIO LAJA

En archivo adjunto versión completamente firmada del "Acuerdo de Operación y recuperación del Lago Laja complementa Convenio de 1958", firmado el día 16 de noviembre de 2017. El texto de este acuerdo es igual al enviado mediante carta GC - N° 0426 del 17/11/2017.

Sin otro particular, saluda atentamente a usted,


Miguel Buzunáriz
ENCARGADO - Enel Generación Chile



Fax GC - N° 0429

FECHA: 22 nov. 2017

Pág. 1 de 1

Sr.	ERNESTO HUBER J.
Dirección	Gerente de Operación Coordinador Eléctrico Nacional
Teléfono	TEATINOS 280
Fax	(56) (2) 2424 6300
	(56) (2) 2424 6301
Remite	MIGUEL BUZUNARIZ
Dirección	ENCARGADO Enel Generación Chile
Teléfono	Santa Rosa 76 - Piso 13 – Santiago
Fax	(56) (2) 2630 9000
	(56) (2) 2635 4087

MATERIA: CORRECCIÓN INFORMACIÓN CARTA FAX GC - N° 0426

En relación al Convenio del Laja enviado mediante carta Fax GC - N° 0426 del 22/11/2017, corrijo en indicar que si existe una pequeña modificación en la clausula Decimo Tercera respecto a la versión enviada mediante carta GC - N° 0415 del 17/11/2017.

Sin otro particular, saluda atentamente a usted,


Miguel Buzunáriz
ENCARGADO – Enel Generación Chile

ANEXO 3

Convenio de uso eficiente de recursos hídricos. Asociación Canal Maule Sur – Sector Alto, carta Colbún GM N° 158/2020.



GM N° 158/2020

Santiago, 19 de agosto de 2020

Señor

Anibal Ramos Romero

Gerente de Mercados

Coordinador Eléctrico Nacional

Presente

Ref.: Convenio de uso eficiente de recursos hídricos. Asociación Canal Maule Sur – Sector Alto

De nuestra consideración:

En conformidad a lo requerido mediante carta DE 04286-18 de fecha 14 de septiembre de 2018, tengo el agrado de indicar a usted que Colbún S.A. ha suscrito el “Convenio de uso eficiente de recursos hídricos Período mayo 2020 – abril 2021”, de fecha 01 de mayo de 2020, cuya copia se adjunta como Anexo a la presente comunicación.

Este convenio tiene como objeto gestionar y promover conjuntamente el uso eficiente de los recursos hídricos en los canales que administra la Asociación Canal Maule Sur, correspondiente al Sector Alto, estableciendo un esquema de ahorro de los volúmenes diarios consumidos para riego, respecto de sus derechos disponibles, según se establece en la Resolución DGA N°105/83. Para esos efectos, el convenio establece un periodo de devolución de los volúmenes previamente ahorrados, lo que representa una restricción que podría afectar la disponibilidad del recurso primario del Complejo Hidroeléctrico Colbún.

- La temporada de estiaje del Convenio entró en vigor el 01 de agosto de 2020, extendiéndose hasta el día 30 de abril de 2021, ambas fechas inclusive.
- Considera un esquema de ahorro y devolución parcial o total de los caudales que administra la Asociación en el canal maule sur-Sector Alto, en conformidad a sus derechos de aguas.
- Define una Etapa de Ahorro, entre el 01 de agosto de 2020 y el 31 de diciembre de 2020, y una Etapa de Devolución, entre el 1° de enero de 2021 y el 30 de abril de 2021.
- Permite modificar la fecha de término de la Etapa de Ahorro y de inicio de la Etapa de Devolución, de común acuerdo entre las Partes y a requerimiento de la Asociación Canal Maule Sur con un aviso anticipado.
- El volumen máximo de devolución no podrá exceder los 22 hm3.



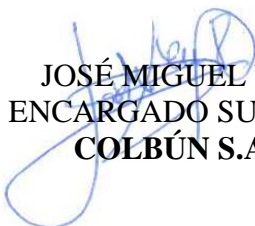


Adicionalmente, informamos a usted que, con periodicidad diaria (día hábil) y mediante correo electrónico dirigido a programación@coordinador.cl se informará la mejor estimación sobre las contabilidades de los ahorros verificados al día inmediatamente anterior a la fecha de dicha comunicación. Lo anterior sin perjuicio que el cierre definitivo de esas cifras acontecerá cuando las partes finalicen la Etapa de Ahorros según lo establecido en el convenio.

Finalmente, informamos a Ud. que el contenido de este Convenio es de carácter estrictamente confidencial entre Colbún S.A. y la Sociedad Asociación Canales Maule Sur Ltda., motivo por el cual agradeceremos manejarlo con la debida reserva.

Solicitamos a usted considerar esta información en la planificación de la operación del sistema eléctrico.

Sin otro particular, saluda atentamente a usted.


JOSÉ MIGUEL VERA
ENCARGADO SUPLENTE
COLBÚN S.A.

Incl. Lo indicado



ANEXO 4

Implementación de restricción de cota mínima en Lago Chapo, carta GMC N° 466/2018.

GMC N° 466/2018

Santiago, 08 de octubre de 2018

Señor
Daniel Salazar Jaque
Director Técnico
Coordinador Eléctrico Nacional
PRESENTE

REF.: Carta Colbún GMC N° 347/2018 de fecha 25 de julio de 2018 que **Informa**
Implementación de restricción cota mínima en Lago Chapo

De nuestra consideración:

De acuerdo a lo informado en la carta de la REF., Colbún S.A. (“Colbún”) solicitó una asesoría al Centro de Energía de la Universidad de Chile para implementar de manera eficiente una cota mínima de operación en el lago Chapo que mejorase la conectividad de los propietarios ribereños que permitiese consolidar esta cota como mínima operacional definitiva a partir del 01 de enero de 2021. Todo ello, resguardando los criterios de operación segura y económica para el sistema.

Sin embargo, con el propósito de mejorar sustantiva y oportunamente la conectividad de acceso al lago Chapo, Colbún ha acogido la solicitud presentada por la Junta de Vecinos del Lago Chapo (“la Junta”) en orden a adelantar el compromiso de incremento de cota mínima operacional.

Para estos efectos, Colbún ha considerado oportuno modificar las condiciones de implementación de cota para el lago Chapo, según se indica a continuación:

1. Se establece una cota mínima operacional del lago Chapo en el nivel 229,0 msnm, que será mantenida desde el 15 de diciembre de 2018 hasta el 31 de mayo de 2019.
2. Se define una trayectoria de cotas mínimas para el periodo junio-diciembre de 2019, que permitiría aumentar el nivel del lago desde la cota 229,0 msnm, a la “cota objetivo” en el nivel 230,0 msnm al 31 de diciembre de 2019.

Sin perjuicio de lo anterior, sólo en los casos que se presenten condiciones hidrológicas favorables tales que permitan alcanzar la “cota objetivo” en una fecha anterior al 31 de

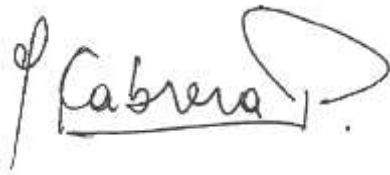
diciembre de 2019, esta restricción de cota mínima deberá incorporarse a partir de dicha fecha en el proceso de la Planificación de la Operación.

Para el resto del periodo, continuarán vigentes las restricciones de cotas mínimas informadas para la operación de la central Canutillar, las que podrán flexibilizarse conforme a las decisiones de uso del recurso hídrico que adopte el Coordinador Eléctrico Nacional en caso que sea necesario garantizar la seguridad operativa y de abastecimiento del sistema eléctrico.

Para mayor entendimiento de los compromisos adquiridos, se adjuntan los documentos complementarios correspondientes al Acuerdo suscrito con la Junta y los resultados del Estudio con el Centro de Energía de la Universidad de Chile. Quedamos a su disposición para reunirnos y aclarar, si fuese el caso, el sentido y alcance de estos antecedentes.

Por tanto, solicito a usted considerar esta información en la programación de la operación del sistema eléctrico.

Sin otro particular, le saluda atentamente



Iván Cabrera Pavez
Encargado Titular
COLBÚN S.A.

ANEXO 5

Restricciones de cota mínima Embalse Rapel, carta Enel Generación GC-N°0051.



GC - N° 0051

FECHA: 29/01/2019

SR.
OSCAR ANWANDTER QUENTIN
DIRECTOR EJECUTIVO
CODEPRA

MATERIA: Cota Lago Rapel

De nuestra consideración,

En primer lugar, quisiera expresar nuestro permanente compromiso con las distintas Comunidades pertenecientes a las zonas geográficas en las cuales está presente Enel Generación Chile y en particular la Zona del Lago Rapel. Entendemos la importancia que tiene el Turismo en la región y compartimos plenamente la necesidad de un desarrollo sustentable de las distintas actividades que se desarrollan en la zona.

Creemos que este compromiso debe ser un compromiso compartido por todos los sectores que estamos presentes en la región, en que todos debemos intentar entregar nuestros mejores esfuerzos para tener un desarrollo sustentable y en particular respecto al agua. En un escenario de requerimientos hídricos crecientes y una disponibilidad cada vez menor, es de vital importancia que todos cuidemos el agua disponible, haciendo un uso racional de la misma y con especial cuidado sobre la calidad del agua.

Creemos también que este compromiso compartido requiere a la vez de un adecuado nivel de comunicación y coordinación entre todos, además de un clima de mutua cordialidad.

Con respecto a vuestra solicitud de mantener ciertas cotas mínimas en el embalse Rapel en distintos periodos del año, ratificamos nuestro compromiso con este objetivo tal cual lo hemos venido haciendo durante ya varios años y creemos que nuestro compromiso a lo largo de este periodo se ha reflejado en un buen nivel de comunicación y cercanía con vuestra organización.

Hemos revisado las necesidades planteadas y hemos analizado su factibilidad, luego de lo cual nos hemos enfocado principalmente en dos objetivos de mejora, lograr mantener una adecuada cota en el periodo de fiestas Patrias y mejorar la trayectoria de cota durante la primavera de manera de asegurar con un gran nivel de seguridad la cota durante el periodo estival.

Por consiguiente, consideramos que podemos dar nuestros mejores esfuerzos, para conseguir las siguientes cotas mínimas, por supuesto sujeto a que existan las condiciones hidrológicas mínimas de afluente que así lo permitan y atendiendo las eventuales emergencias en el abastecimiento eléctrico que ocurran.

Fecha inicial	Cota mínima msnm	Fecha final	Cota mínima msnm
01-ene 00:00	104.0	31-ene 23:59	104.0
01-feb 00:00	104.0	28-feb 23:59	104.0
01-mar 00:00	104.0	31-mar 23:59	102.5
01-abr 00:00	102.5	30-abr 23:59	101.5
01-may 00:00	101.5	14-may 23:59	100.5
15-may 00:00	100.5	31-may 23:59	100.5
01-jun 00:00	100.5	30-jun 23:59	100.5
01-jul 00:00	100.5	31-jul 23:59	100.5
01-ago 00:00	100.5	14-ago 23:59	100.5
15-ago 00:00	100.5	31-ago 23:59	102.3
01-sept 00:00	102.3	14-sept 23:59	103.5
(*)15-sept 00:00	103.5	19-sept 23:59	103.5
20-sept 00:00	100.5	14-oct 23:59	102.5
15-oct 00:00	102.5	15-nov 23:59	103.5
16-nov 00:00	103.5	31-dic 23:59	104.0

(*) periodo de fiestas patrias, sujeto a la configuración de feriados que haya cada año.
Las fechas intermedias serán calculadas por interpolación lineal.

Esperando su buena acogida, sin otro particular, saluda atentamente,

Miguel Buzunáriz
Gerente Optimización Producción
Enel Generación Chile S.A.

ANEXO 6
Carta Ministerio de Energía N° 130/2017.

CARTA MINENERGIA N° 130 /

SANTIAGO,

29 MAR 2017

Señor
Daniel Salazar Jaque
Director Ejecutivo
Coordinador Eléctrico Nacional (CEN)
Presente

REF: Solicita incorporar nuevo escenario al Informe de Abastecimiento de Abril de 2017.

Estimado Señor:

En el marco de las funciones del Ministerio de Energía relacionadas con la seguridad de suministro, y en consideración de las condiciones de abastecimiento esperadas para los próximos meses, tengo a bien solicitar a Ud. que incorpore al informe de abastecimiento de Abril de 2017, el siguiente escenario:

- **Nuevo Caso 5:** Considerar que se cierra el puerto de Quintero por marejadas, afectando por siete (7) días seguidos el normal abastecimiento de gas natural licuado (GNL) al Terminal GNL Quintero; interrumpiendo el suministro de GNL al complejo San Isidro y Quintero de Enel Generación Chile; a los complejos Nehuenco y Candelaria de Colbún S.A, además de la central Nueva Renca de AES Gener.

Para efectos de la modelación solicitada, la interrupción de suministro a considerar corresponde a los siete (7) días seguidos de la primera semana de los meses de Abril, Mayo y Junio, y la última semana de los meses de Agosto y Septiembre.

Finalmente, es importante indicar que para este nuevo caso de estudio, se requiere que la central Bocamina II de Enel Generación Chile, se encuentre operando normalmente.

Esperando una buena acogida a nuestra solicitud y sin otro particular, saluda atentamente a usted.


María José Reveco Arenas

Jefa División Seguridad y Mercado Energético
Ministerio de Energía


OAG/CAG/ARR/sea

DISTRIBUCION:

- Destinatario
- Archivo Gabinete Ministro, Ministerio de Energía
- División Seguridad y Mercado Energético, Ministerio de Energía
- Oficina de Partes y Archivos, Ministerio de Energía