

Ampliación en S/E Monte Mina 220 kV

Obra a incorporar por Artículo 102° de la LGSE

Contenido

1	Introducción	3
2	Antecedentes del proyecto	4
2.1	Titular.....	4
2.2	Descripción del proyecto de transmisión	4
2.2.1	Descripción General	4
2.2.2	Cumplimiento Normativo	7
2.3	Descripción proyecto de nueva infraestructura para SSCC de Control de Tensión.....	8
2.3.1	Descripción General	8
2.3.2	Estado de avance del proyecto	10
3	Desarrollo del proyecto	11
3.1	Cronograma	11
3.2	Valorización	11
4	Justificación de necesidad y urgencia del proyecto	12
4.1	Necesidad del proyecto.....	12
4.2	Urgencia del proyecto.....	20
4.3	Exclusión del proceso de planificación.....	23
5	Conclusión	24
	ANEXO I – Resolución que resuelve consulta de pertinencia	25
	ANEXO II – RCA Proyecto “Subestación eléctrica Monte Mina y línea de transmisión eléctrica Parinas – Monte Mina”	25
	ANEXO III – Acta de adjudicación del Proceso de Licitación de SSCC	25
	ANEXO IV – Informe de Servicios Complementarios año 2023.....	25
	ANEXO V – Carta de compromiso por solicitud Artículo 102°	25

1 Introducción

De acuerdo a lo establecido en el inciso segundo del artículo 102° de la Ley General de Servicios Eléctricos ("LGSE") y lo indicado en el Decreto N°37 del 25 de mayo de 2021 ("el Reglamento") del Ministerio de Energía, se podrán interconectar instalaciones de transmisión al sistema eléctrico sin que estas formen parte de la planificación de la transmisión de que trata el artículo 87° de la LGSE, siempre y cuando la ejecución de estas obras haya sido autorizada previa y excepcionalmente por la Comisión Nacional de Energía ("CNE"), previo informe fundado, aprobado por el Coordinador Eléctrico Nacional ("Coordinador").

La presentación de este documento constituye un requisito para otorgar esta autorización, establecido en el artículo 40 del Reglamento y corresponde al informe fundado que justifica la necesidad y urgencia de la obra, así como los motivos de su exclusión del proceso de planificación de la transmisión.

La obra corresponde a la ampliación de barra de la S/E Monte Mina de propiedad de Transelec Holdings Renta Ltda. ("Transelec") y perteneciente al segmento de transmisión nacional, la cual permitirá la conexión de la nueva infraestructura para servicios complementarios ("SSCC") asociados a control de tensión, también de propiedad de Transelec. Cabe destacar que la S/E Monte Mina se encuentra actualmente en construcción y su materialización está dentro del alcance de la obra nueva del Decreto N°4 de 2019 del Ministerio de Energía denominada como "Nueva Línea 2x500 kV Parinas – Likanantai, energizada en 220 kV", siendo la S/E Monte Mina identificada en dicho decreto como S/E Likanantai. A su vez, se estima que la entrada en operación de la S/E Monte Mina se logre en enero de 2025.

El proyecto "Ampliación en S/E Monte Mina 220 kV" es requerido para la conexión de la nueva infraestructura requerida para la prestación del servicio complementario de control de tensión, el cual fue licitado por el Coordinador Eléctrico Nacional y cuyos requerimientos de potencia de cortocircuito en la S/E Monte Mina fueron adjudicados a Transelec. Esta nueva infraestructura consiste en dos nuevos condensadores sincrónicos de 50 MVar cada uno, los cuales se conectarán a la media diagonal J26-J27 de la ampliación solicitada a través de un cable subterráneo y sus transformadores elevadores respectivos.

El proyecto de nueva infraestructura para la prestación de servicios complementarios de control de tensión cuenta con resolución Folio N° 2024-02-145-2 emitida por el Servicio de Evaluación Ambiental ("SEA") que resuelve que dicho proyecto, el cual fue presentado ante el organismo como "Condensadores Sincrónicos para el Control de Tensión en Subestación Eléctrica Monte Mina", no tiene la necesidad de someterse al Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental ("SEIA"), en vista de que es una modificación al proyecto "Subestación Eléctrica Monte Mina y línea de transmisión eléctrica Parinas – Monte Mina", el cual posee resolución de calificación ambiental RCA N°202299101942 y que ya se encuentra

actualmente en construcción¹. Dicha resolución Folio N° 2024-02-145-2 es presentada en el Anexo I de este documento.

2 Antecedentes del proyecto

2.1 Titular

Empresa	Razón social	Transelec Holdings Rentas Ltda.
	Rut	76.555.400-4
	Dirección	Orinoco 90, piso 14 - Las Condes, Santiago
	Ciudad	Santiago, Región Metropolitana
	Teléfono	(56)224677000
Representantes	Nombre	Olivia Heuts Goen
	Rut	14.727.025-9
	Mail	oheuts@transelec.cl
	Nombre	Eduardo Tagle Gana
	Rut	16.210.817-4
	Mail	etagle@transelec.cl

2.2 Descripción del proyecto de transmisión

2.2.1 Descripción General

El proyecto de ampliación de la S/E Monte Mina, cuya ejecución se solicita mediante lo establecido en el inciso segundo del artículo 102° de la Ley, consiste en la ampliación de las barras del patio de 220 kV en configuración del tipo interruptor y medio y tecnología AIS, en una diagonal, de manera de utilizar una de las medias diagonales de esta ampliación, denominada como J26-J27, para permitir la conexión del conjunto de equipamiento necesario para cumplir con los requerimientos establecidos en el proceso de licitación del Servicio Complementario de Control de Tensión por Aportes de Potencia de Cortocircuito. Este conjunto de equipamiento se conectará a la nueva posición antes señalada a través de un enlace subterráneo en 220 kV.

Por su parte, la nueva infraestructura necesaria para la prestación de SSCC asociados al control de tensión considera la instalación de nuevas barras en 220 kV en configuración barra simple más transferencia y en tecnología GIS, dos transformadores elevadores de razón de transformación 220/15 kV y dos condensadores sincrónicos de 50MVar y 1000 MVA de potencia de cortocircuito cada uno.

¹ Expediente Consulta de pertinencia: <https://pertinencia.sea.gob.cl/api/public/expediente/PERTI-2024-8191>

En la Figura 1 se presenta la ubicación geográfica y emplazamiento propuesto para los equipos necesarios para la prestación del servicio complementario señalado y para la ampliación de barras de la S/E Monte Mina, la cual fue presentada en la consulta de pertinencia ante el SEA:

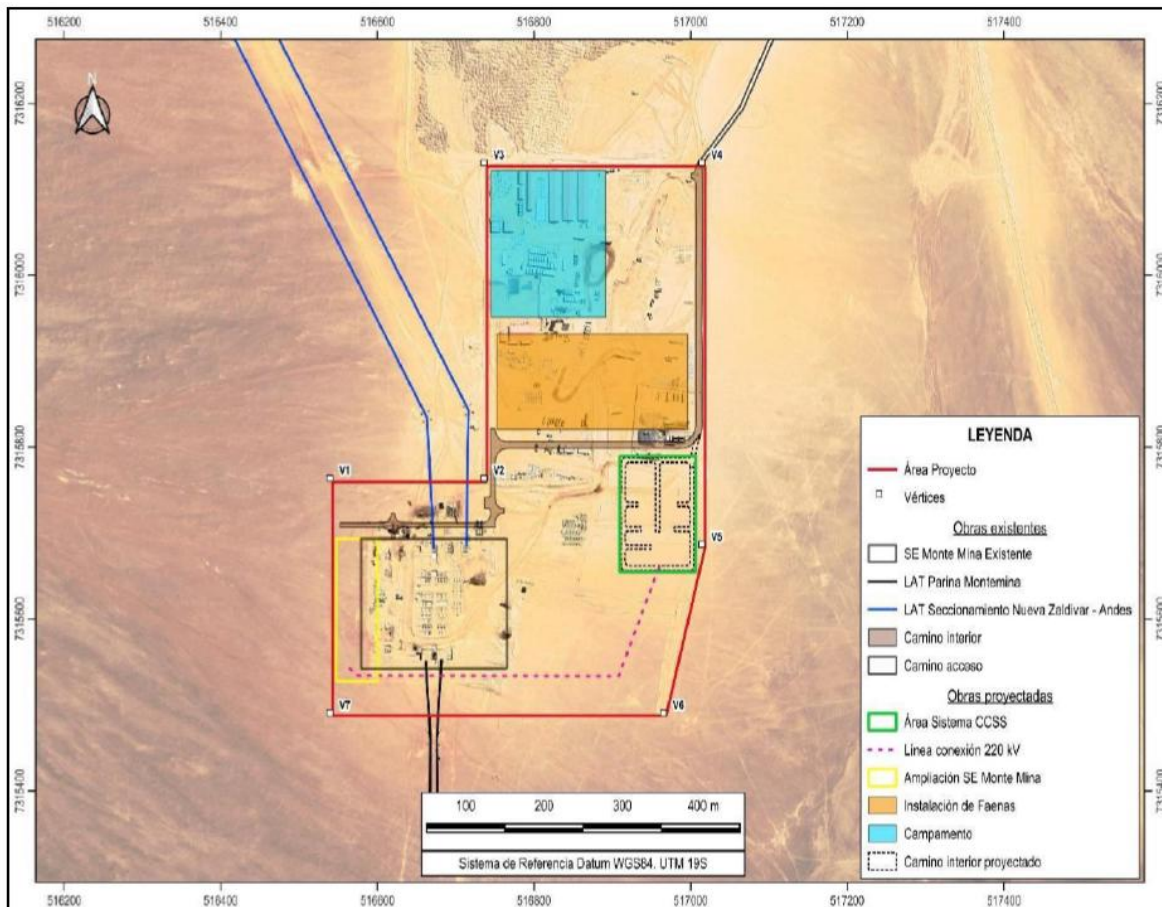


Figura 1: Emplazamiento de la nueva infraestructura para SSCC y ampliación de S/E Monte Mina.

Se considera el siguiente alcance general:

- Ingeniería del proyecto.
- Extensión de barra y plataforma para tres (3) diagonales en 220kV.
- Enlace subterráneo en 220 kV para conexión de nueva infraestructura para SSCC.
- Barra GIS en 220 kV, en configuración barra simple más barra de transferencia.
- Dos (2) transformadores elevadores 220/15 kV.

- Dos (2) Condensadores sincrónicos 50 MVar cada uno.
- Todas las modificaciones y ampliaciones que sean necesarias en los sistemas de telecomunicaciones, control y protecciones existentes en las instalaciones del Sistema Eléctrico Nacional, en especial en la S/E Monte Mina.

Por su parte, a continuación, se indican las principales características técnicas de la ampliación de barras solicitada vía artículo 102° de la LGSE y un diagrama de planta de la S/E Monte Mina, que incluye la ampliación de barras y los equipos de compensación sincrónica por instalar:

- La ampliación de la plataforma nivelada tendrá una superficie de 4050 m² (27x150 m).
- La ampliación de las Barras 1 y 2 será con 4 conductores por fase del tipo AAC Sagebrush 2250 MCM.
- El conductor a utilizar en la nueva diagonal (templa) será 2 conductores por fase del tipo AAC Coreopsis 1590 MCM.

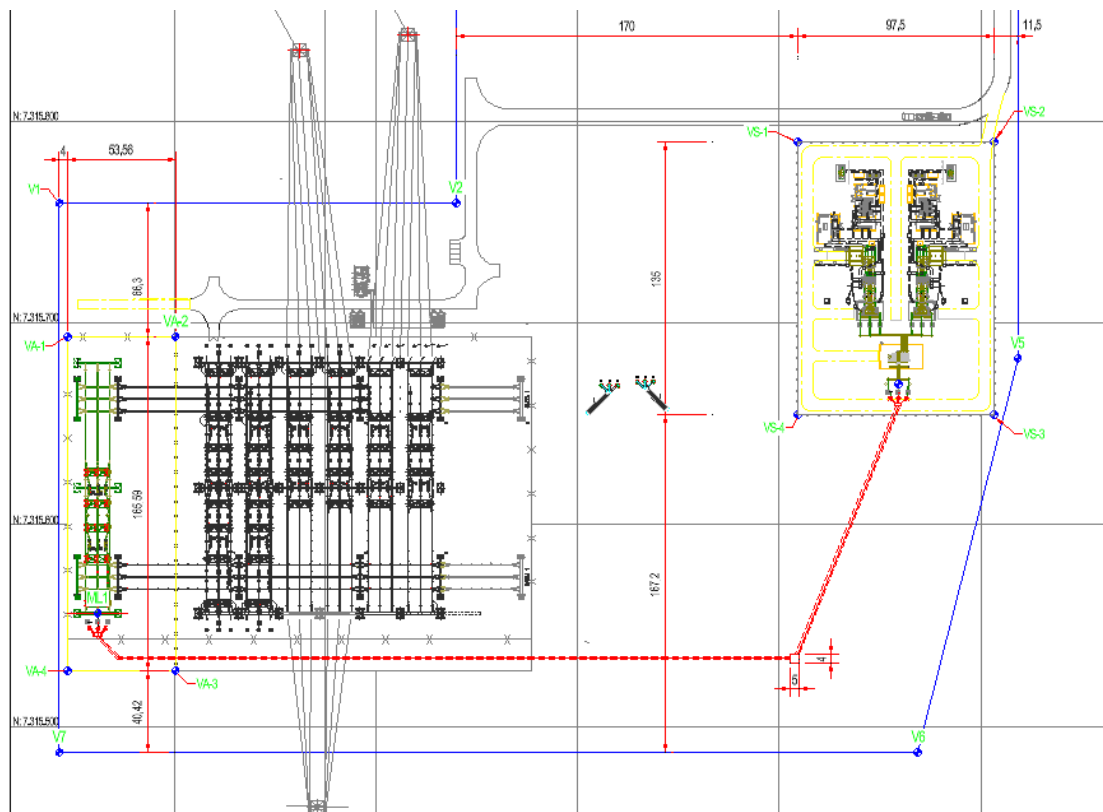


Figura 2: Diagrama de planta de la subestación Monte Mina y de los equipos CCSS (Vista superior).

2.2.2 Cumplimiento Normativo

El proyecto de Ampliación en S/E Monte Mina cumple las exigencias establecidas en el Anexo Técnico “Exigencias Mínimas de Diseño de Instalaciones de Transmisión” en lo relacionado a subestaciones en configuración interruptor y medio.

En lo particular, podemos mencionar lo siguiente:

- Se cumple con las exigencias del Artículo 47 del mencionado Anexo Técnico, ya que la ampliación de barras propuesta mantiene una configuración de interruptor y medio, la cual permitirá realizar el mantenimiento de cada interruptor asociado a las líneas, sin que éstas deban salir de servicio.
- Se cumple con las exigencias del Artículo 47 del mencionado Anexo Técnico, ya que la ampliación de barras mantiene una la configuración del tipo interruptor y medio, la cual permite realizar el mantenimiento de cada sección de barra sin desconectar del sistema los elementos asociados a ellas.
- Se cumple con las exigencias del Artículo 47 del mencionado Anexo Técnico, ya que la topología propuesta permite evitar la propagación de fallas de Severidad 9, ya que todos los elementos pueden ser transferidos a la sección de barra no fallada, evitando la desconexión de alguno de ellos.
- Se cumple con las exigencias del Artículo 50 del mencionado Anexo Técnico, en lo referido a subestaciones de configuración Interruptor y Medio, en todos los literales señalados.

A su vez, se verificaron los impactos generados sobre el SEN por la ampliación de barras de la S/E Monte Mina mediante análisis de flujos de potencia considerando para ello, la base de datos e. Los resultados concluyen que no se producen impactos negativos en condiciones normales de operación y tampoco ante contingencias, cumpliendo con los márgenes de tensión y sobrecargas exigidas por la Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio.

Para ello, se utilizó la base de datos de DigSILENT PowerFactory enviada por el Coordinador mediante carta DE0461-24, la cual se encuentra ajustada al año 2027 y que contiene un escenario de alta generación del tipo renovable, baja inercia y una demanda en torno a los 8.500 MW. Esta base además contiene los modelos de los condensadores sincrónicos adjudicados en la licitación de SSCC de control de tensión en las barras de las SS/EE Ana María, Monte Mina, Illapa y Central Tocopilla. En particular, se consideró como caso base un escenario en el cual los equipos de compensación sincrónica en la subestación Monte Mina están fuera de servicio y se determinaron las tensiones y las sobrecargas en las barras y líneas aledañas al punto de conexión, para un caso sin contingencia (condición N) y para un caso con contingencia (condición N-1), siendo esta contingencia la apertura intempestiva de un circuito de la línea 2x220 kV Parinas – Monte Mina. Posteriormente, se realizó el

mismo ejercicio considerando en servicio los condensadores sincrónicos en Monte Mina, obteniéndose los siguientes resultados:

Barra	Caso sin CCSS (condición N)	Caso con CCSS (condición N)	Caso sin CCSS (condición N-1)	Caso con CCSS (condición N-1)
Monte Mina 220	1,009	1,004	0,995	0,998
Andes 220	1,011	1,006	0,997	1
Parinas 220	1,023	1,021	1,02	1,021
Parinas 500	0,999	0,997	0,996	0,997
Nueva Zaldivar 220	0,999	0,995	0,988	0,99
Laberinto 220	1,021	1,019	1,014	1,016
El Cobre 220	1,021	1,018	1,014	1,015
Oeste 220	1,007	1,003	0,995	0,998
Kapatur 220	1,039	1,037	1,035	1,038
Changos 220	1,039	1,037	1,035	1,036
Changos 500	1,015	1,014	1,012	1,013

Tabla 1: Tensiones en barras aledañas a S/E Monte Mina en p.u.

Línea	Circuito	Caso sin CCSS (condición N)	Caso con CCSS (condición N)	Caso sin CCSS (condición N-1)	Caso con CCSS (condición N-1)
Parinas - Monte Mina 220	C1	8%	8%	0%	0%
Parinas - Monte Mina 220	C2	8%	8%	10%	10%
Andes - Monte Mina 220	C1	28%	37%	29%	29%
Andes - Monte Mina 220	C2	37%	28%	38%	38%
Nueva Zaldivar - Monte Mina 220	C1	16%	16%	14%	14%
Nueva Zaldivar - Monte Mina 220	C2	16%	16%	14%	14%
Andes - Oeste 220	C1	8%	7%	5%	5%
Oeste - Laberinto 220	C1	10%	11%	12%	12%
Laberinto - El Cobre 220	C1	20%	20%	21%	21%
Centinela - El Cobre 220	C1	47%	47%	48%	48%
Centinela - El Cobre 220	C2	47%	47%	48%	48%

Tabla 2: Niveles de carga en líneas aledañas a S/E Monte Mina 220 kV

2.3 Descripción proyecto de nueva infraestructura para SSCC de Control de Tensión

2.3.1 Descripción General

El proyecto de nueva infraestructura para SSCC de Control de Tensión nace a partir de la licitación de servicios complementarios que fue impulsada por el Coordinador, la cual se justifica en base a la disminución de los niveles de cortocircuito en determinadas barras del

Sistema Eléctrico Nacional (“SEN”) producto de la descarbonización acelerada y de los altos niveles de penetración de energías renovables en base a inversores seguidores de red. En este proceso de licitación, el Coordinador dejó a disposición el requerimiento de potencia de cortocircuito en las barras de las SS/EE Ana María, Nueva Chuquicamata, Monte Mina e Illapa, las cuales podían ser suplidas mediante la instalación de condensadores sincrónicos o reconversión de unidades térmicas. En la siguiente tabla se indican los montos requeridos en las diferentes barras:

Código	Nombre SE	Potencia de CC Requerida MVA	Propietario
SE1	Ana María 220 kV	2.774	TSGF SpA
SE2	Nueva Chuquicamata 220 kV	543	Edelnor Transmisión S.A.
SE3	Monte Mina 220 kV	1.773	Transelec Holdings Rentas Ltda.
SE4	Illapa 220 kV	1.728	Diego de Almagro Transmisora de Energía S.A.

Tabla 3: Requerimientos de Potencia de Cortocircuitos definidos en bases de licitación de SSCC.

Por su parte, Transelec envió ofertas para suplir los requerimientos de potencia de cortocircuito en las barras de las SS/EE Monte Mina y Ana María, siendo adjudicatario de la totalidad del requerimiento para la S/E Monte Mina y de 1993 MVA en la S/E Ana María.

En cuanto a los plazos de ejecución, las bases de licitaciones del respectivo proceso señalan que la nueva infraestructura para suplir los montos de potencia de cortocircuitos requeridos debe entrar en operación a más tardar en 42 meses contados a partir de la fecha de adjudicación de los montos indicados. Dado de tal fecha ocurrió el 31 de mayo de 2024, los nuevos equipos deben estar operativos antes del 30 de noviembre de 2027.

Para lograr el abastecimiento de la potencia de cortocircuito requerida, se requiere proyectar las siguientes instalaciones principales:

- Proyecto solicitado mediante Artículo 102° de la LGSE:
 - Ampliación de barras y plataforma en 220 kV.
- Proyecto de infraestructura para SSCC:
 - Enlace subterráneo de 500 metros en 220 kV.
 - Barra GIS en 220 kV, en configuración barra simple más barra de transferencia
 - Condensador Sincrónico (CCSS) N°1, 50 MVar y 1000 MVA de potencia de cortocircuito.
 - Condensador Sincrónico (CCSS) N°2, 50 MVar y 1000 MVA de potencia de cortocircuito.

- Transformador de poder 220/15 kV para CCSS N°1.
- Transformador de poder 220/15 kV para CCSS N°2.

En la Figura 6 se muestra un Diagrama Unilineal general simplificado del proyecto Ampliación en S/E Monte Mina y Nueva Infraestructura para SSCC de Control de Tensión.

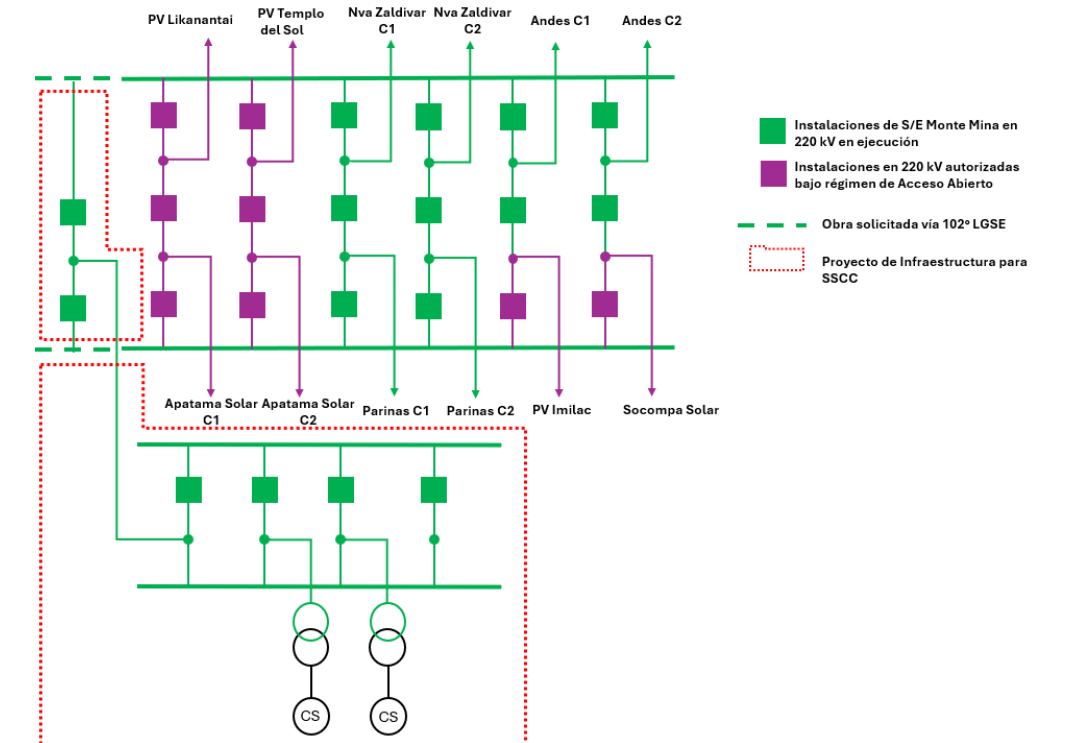


Figura 3: Diagrama Unilineal General simplificado de los proyectos “Ampliación en S/E Monte Mina” y “Nueva Infraestructura para SSCC de Control de Tensión”.

2.3.2 Estado de avance del proyecto

Como se señaló anteriormente, el proyecto “Nueva Infraestructura para SSCC de Control de Tensión” cuenta con la resolución Folio N° 2024-02-145-2 emitida por parte del SEA que resuelve que éste no tiene la necesidad de ingresar al SEIA, debido a que es una modificación a la RCA N°202299101942 que aprueba ambientalmente los Estudio de Impacto Ambiental del proyecto “Subestación Eléctrica Monte Mina y línea de transmisión eléctrica Parinas – Monte Mina”, otorgada por la Comisión de Evaluación Ambiental de la Región de Antofagasta.

Respecto al desarrollo de los proyectos de cada una de las áreas, se indica que se ha realizado la mayor parte de las ingenierías, y además se realizó la adjudicación de todos los equipos principales del sistema eléctrico como son (salas eléctricas, transformadores, equipos de patio alta tensión, sistemas de protecciones, entre otros), los que ya se

encuentran en etapa de fabricación por los distintos proveedores nacionales e internacionales.

Actualmente el proyecto “Nueva Infraestructura para SSCC de Control de Tensión” se encuentra en etapa de adjudicación de construcción de la mayoría de sus proyectos.

3 Desarrollo del proyecto

3.1 Cronograma

Se estima la fecha de puesta en servicio de la ampliación de barras para septiembre de 2026, basado en el programa de trabajo de la Tabla 2.

Ítem	Inicio	Fin	2024				2025				2026				2027			
			T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Solicitud Art.102	oct-24	ene-25																
PRE-Construcción	oct-24	ene-26																
Estudios e Ingeniería	ene-25	jun-25																
Hito 1 - Término Ingeniería	jul-25	jul-25																
Permisos	oct-24	oct-25																
Suministros	abr-25	dic-25																
Hito 2 - Adquisición OC	ene-26	ene-26																
Hito 3 - Declaración construcción	dic-25	dic-25																
Construcción	dic-25	sept-26																
Obras civiles y estructurales	dic-25	may-26																
Montaje Estructuras Altas	jun-26	jul-26																
Tendido Conductor	ago-26	ago-26																
PES y Entrada en Operación	sept-26	sept-26																
Hito 4 - Entrada en Operación	sept-26	sept-26																

Tabla 4: Programa de trabajo proyecto Ampliación en S/E Monte Mina.

Los equipos de compensación sincrónica se espera que estén operativos en Q3 del año 2027, por lo que se requiere que las obras eléctricas asociadas a la ampliación de barras estén satisfechas para el 31 de septiembre del año 2026.

3.2 Valorización

El proyecto tiene una valorización de USD 848.086, monto que considera costos de ingeniería, suministros y otros aspectos, de acuerdo con el desglose presentado a continuación.

Ampliación Barras S/E Monte Mina	
Item	Costo USD
Administración del Proyecto	37.231
Costos Directos	658.200
Ingeniería	36.074
Contrato de construcción	365.725
Suministros	254.426
Seguros	1.975
Contingencia	25.443
Gastos Generales	101.770
Gastos Financieros	25.443
Total	848.086

Tabla 5: Valor de Inversión proyecto S/E Ampliación en S/E Monte Mina.

4 Justificación de necesidad y urgencia del proyecto

De acuerdo con lo establecido en el inciso segundo del artículo 102° de la LGSE, en concordancia con su artículo 79°, para que el Coordinador pueda autorizar una interconexión al sistema eléctrico, sin que las instalaciones respectivas formen parte de la planificación anual de la transmisión, es necesario que la ejecución de estas obras haya sido autorizada previamente por la CNE. Para esto último, se requiere un informe previo, aprobado por el Coordinador, en que se justifique la necesidad y urgencia de dicha interconexión, así como su exclusión del proceso de planificación de la transmisión.

4.1 Necesidad del proyecto.

De acuerdo a lo establecido en el párrafo sexto del Artículo 40 del Reglamento, *“También se considerarán como necesarias y urgentes aquellas obras de transmisión asociadas a proyectos de generación, aquellas obras de transmisión asociadas a Sistemas de Almacenamiento de Energía o aquellas obras de transmisión asociadas a nueva infraestructura para la prestación de servicios complementarios, cuando, tratándose de proyectos que cuenten con permisos ambientales o sectoriales vigentes, se justifique fundadamente la urgencia de su materialización, su ejecución implique una reducción de los costos de operación y otorgue beneficios netos al sistema, o una mejora de las condiciones de seguridad y calidad de servicio del sistema.”*

En efecto, la **necesidad** del proyecto “Ampliación en S/E Monte Mina 220 kV” se justifica en el sentido de permitir la conexión de la nueva infraestructura que proveerá los montos de potencia de cortocircuito requeridos por el Coordinador en el proceso de licitación del SSCC de Control de Tensión. A su vez el proyecto de nueva infraestructura posee los permisos ambientales vigentes, dado que, tal como se comentó anteriormente, el SEA estableció que el proyecto no tiene la necesidad de ingresar al SEIA debido a que éste es una modificación

al proyecto original ingresado al SEIA como “Subestación eléctrica Monte Mina y línea de transmisión eléctrica Parinas-Monte Mina”, el cual además posee los permisos ambientales vigentes.

Adicionalmente, el proyecto otorga una mejora de las condiciones de seguridad y calidad de servicio en el sistema. En efecto, la LGSE en el literal z) del artículo 225° define a los servicios complementarios como aquellas prestaciones que permiten efectuar la coordinación de la operación del sistema en los términos dispuestos en el artículo 72°-1, mientras que el artículo 72°-1 de la LGSE señala que la operación de las instalaciones eléctricas que operen interconectadas entre sí deberá coordinarse con el fin de, entre otros principios, **preservar la seguridad y calidad de servicio en el sistema eléctrico**.

En base a lo anterior, la incorporación de nuevos equipos debido a una necesidad de servicios complementarios, de manera intrínseca contribuyen a una mejora de las condiciones de seguridad y calidad de servicio en el sistema ya que estos equipos de compensación sincrónica son capaces de:

- Entregar potencia de cortocircuito a la red, logrando una mayor fortaleza a la red.
- Entregar inercia al sistema, lo cual mejora la respuesta inercial del sistema ante alguna contingencia de frecuencia, ya sea ante la salida intempestiva de un generador o una demanda considerable.
- Entregar o absorber reactivos al sistema, de manera tal de permitir un mayor control de tensión en el punto de conexión del sistema y en las barras aledañas.

Para justificar lo anterior, se procedió a determinar los índices de fortaleza de la red en las barras aledañas al punto de conexión de los nuevos equipos de compensación sincrónica. Si bien un índice típico que representa la fortaleza de una barra está dado por el indicador SCR (*Short-Circuit Ratio*), el cual se define como la razón entre la potencia subtransitoria de cortocircuito y la potencia activa total que inyectan las centrales en base a inversores estáticos en dicha barra, este índice no considera la inyección de las centrales en base a inversores estáticos conectadas a la barras aledañas, por lo que, en ese sentido, se prefiere utilizar el índice denominado como ESCR o *Equivalent Short Circuit Ratio*, el cual se define como:

$$ESCR = \frac{S_{kssi}}{P_i + \sum_j IF_{ji}P_j}$$

Donde S_{kssi} es la potencia subtransitoria de cortocircuito en MVA en el nodo i , P_i y P_j son las potencias activas inyectada en los nodos i y j por las centrales en base a inversores estáticos, e IF_{ji} representa el factor de interacción entre los nodos i y j .

El análisis presentado es totalmente consistente con lo elaborado por DlgSILENT GmbH en el Informe “Estudio de Requerimientos Mínimos de Seguridad y Calidad para el SEN –

Análisis de Estabilidad de la Tensión”, el cual fue preparado para el Coordinador Eléctrico Nacional con el motivo determinar el estado actual del SEN en cuanto a los índices de fortaleza de la red y presentar las respectivas medidas de mitigación, de manera tal de que estos índices se encuentren dentro de los rangos seguros de operación conforme a estándares internacionales. Cabe señalar además que los resultados de este estudio fueron predominantes para que el Coordinador impulsara la licitación de los servicios complementarios de control de tensión mediante la inyección de potencia de cortocircuito.

Para realizar el análisis expuesto anteriormente, se utilizó la base de datos de DigSILENT PowerFactory enviada por el Coordinador mediante carta DE0461-24, la cual se encuentra ajustada al año 2027 y que contiene un escenario de alta generación del tipo renovable, baja inercia y una demanda en torno a los 8.500 MW. Esta base además contiene los modelos de los condensadores sincrónicos adjudicados en la licitación de SSCC de control de tensión en las barras de las SS/EE Ana María, Monte Mina, Illapa y Central Tocopilla.

Con el fin de verificar mejoras en los índices de seguridad y calidad de servicio producto de la incorporación de los condensadores sincrónicos en S/E Monte Mina, a partir del escenario base extraído de la base del Coordinador, se consideraron los siguientes escenarios:

- Escenario E1: Equipos de compensación sincrónica en SS/EE Ana María e Illapa y equipo reconvertido en S/E Central Tocopilla fuera de servicio. Equipo de compensación sincrónica en S/E Monte Mina fuera de servicio.
- Escenario E2: Equipos de compensación sincrónica en SS/EE Ana María e Illapa y equipo reconvertido en S/E Central Tocopilla fuera de servicio. Equipo de compensación sincrónica en S/E Monte Mina en servicio y operando con modo PQ inductivo.
- Escenario E3: Equipos de compensación sincrónica en SS/EE Ana María e Illapa y equipo reconvertido en S/E Central Tocopilla fuera de servicio. Equipo de compensación sincrónica en S/E Monte Mina en servicio y operando con modo PQ capacitivo.
- Escenario E4: Equipos de compensación sincrónica en SS/EE Ana María e Illapa y equipo reconvertido en S/E Central Tocopilla fuera de servicio. Equipo de compensación sincrónica en S/E Monte Mina en servicio y operando con modo PV.
- Escenario E5: Equipos de compensación sincrónica en SS/EE Ana María e Illapa y equipo reconvertido en S/E Central Tocopilla en servicio. Equipo de compensación sincrónica en S/E Monte Mina fuera de servicio.
- Escenario E6: Equipos de compensación sincrónica en SS/EE Ana María e Illapa y equipo reconvertido en S/E Central Tocopilla en servicio. Equipo de compensación sincrónica en S/E Monte Mina en servicio y operando con modo PQ inductivo.

- Escenario E7: Equipos de compensación sincrónica en SS/EE Ana María e Illapa y equipo reconvertido en S/E Central Tocopilla en servicio. Equipo de compensación sincrónica en S/E Monte Mina en servicio y operando con modo PQ capacitivo.
- Escenario E8: Equipos de compensación sincrónica en SS/EE Ana María e Illapa y equipo reconvertido en S/E Central Tocopilla en servicio. Equipo de compensación sincrónica en S/E Monte Mina en servicio y operando con modo PV.

Cabe señalar que, para el escenario E1, se realizaron ajustes en los taps de ciertos transformadores y en las consignas de algunos elementos que permiten el control de tensión, así como también se consideran cerrados los interruptores de *bypass* de los condensadores series en el sistema de 500 kV del Norte Grande y del Norte Chico, de manera tal de mantener las tensiones de las barras dentro de los márgenes establecidos en la NTSyCS. Dicho escenario corresponde al escenario base de los escenarios E2, E3, E4, los cuales considera los equipos de compensación sincrónica en la S/E Monte Mina en servicio. El cálculo de los índices ESCR se realiza a través de una rutina en Python de nombre “*Calculate_ESCR for Buses*”, la cual se encuentra alojada en la base de datos enviada por el Coordinador.

Los resultados de este análisis se observan en la siguiente imagen:

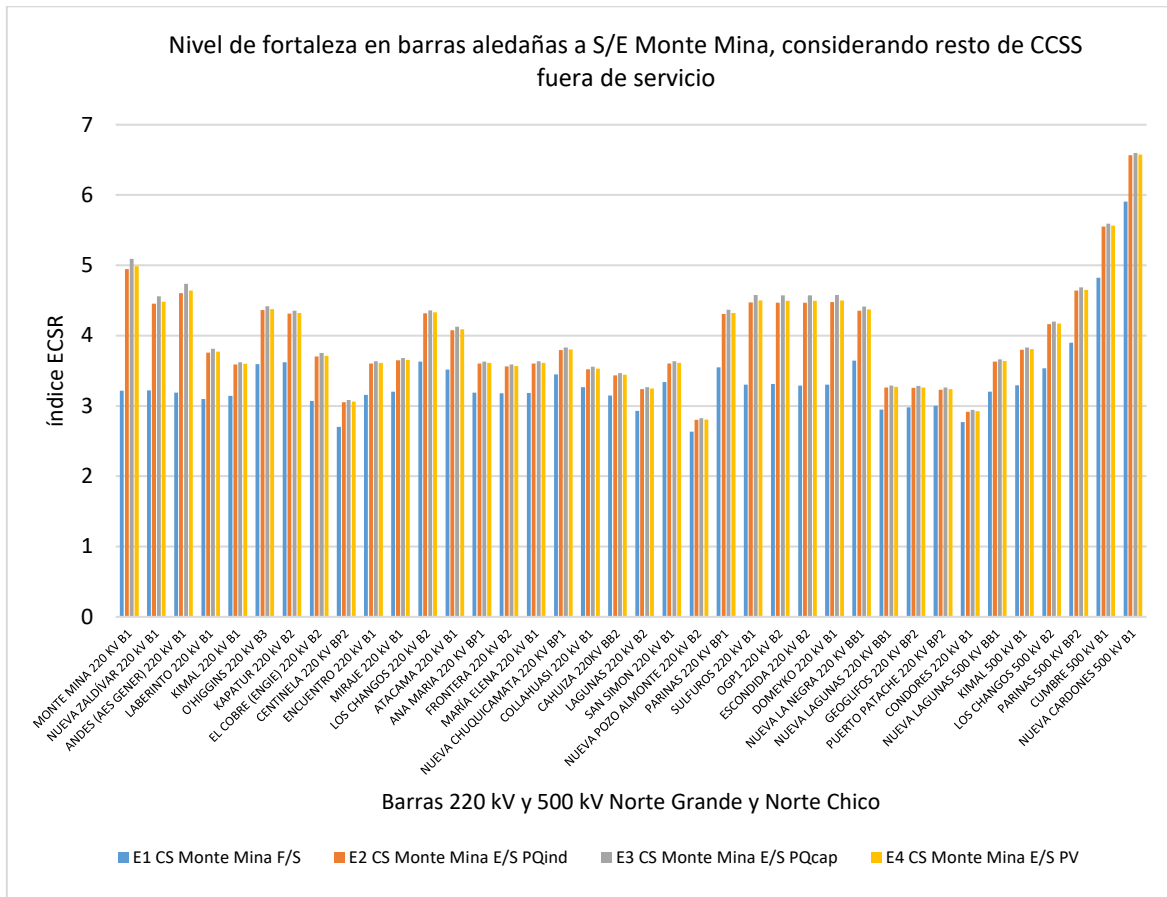


Figura 4: Nivel de fortaleza en barras aledañas a S/E Monte Mina, considerando resto de CCSS fuera de servicio

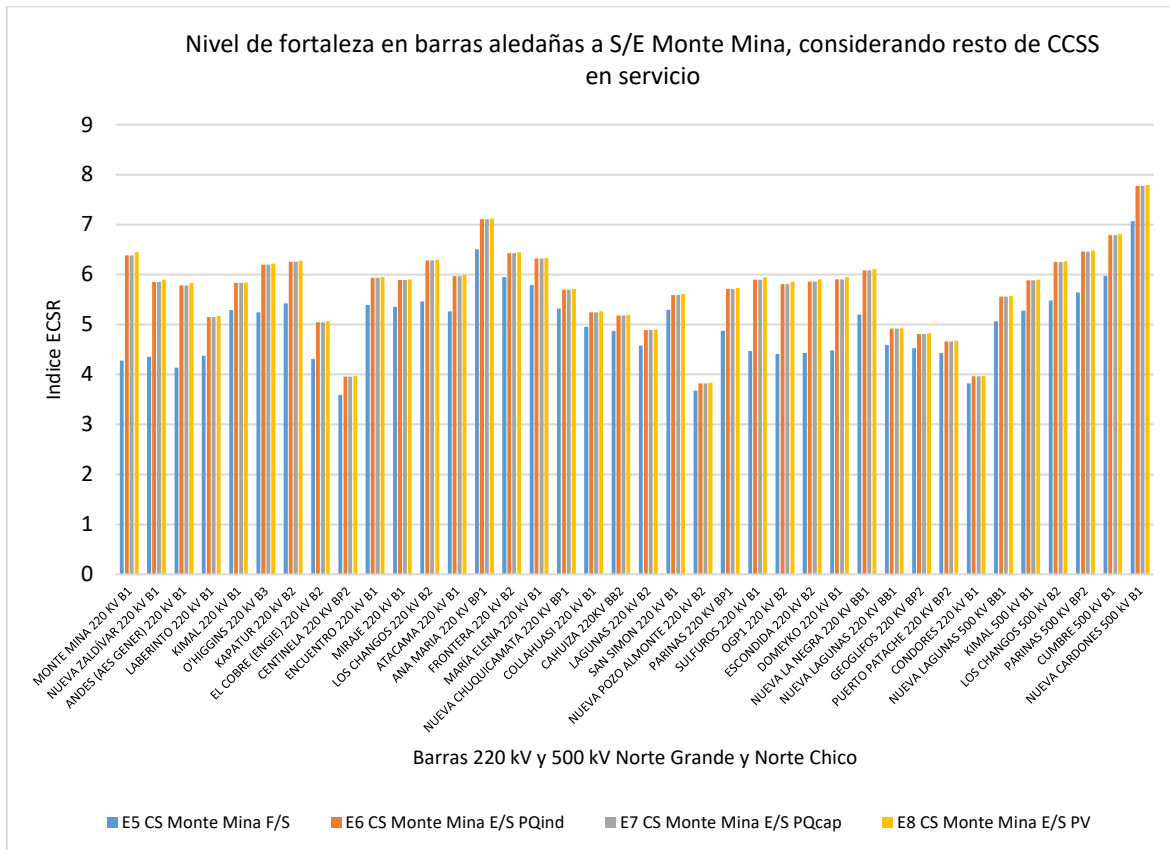


Figura 5: Nivel de fortaleza en barras aledañas a S/E Monte Mina, considerando resto de CCSS en servicio

A partir de estos gráficos, se observa que la incorporación de los equipos de compensación sincrónica en S/E Monte Mina permite un aumento de los índices ESCR en todas las barras aledañas a la subestación, tanto para los escenarios donde no se consideran en servicio el resto de los equipos de compensación sincrónica como para aquellos escenarios donde si se consideran. Asimismo, el aumento en los índices ESCR es relativamente similar para los tres modos de operación de los condensadores síncronos, ya sea en modo PQ inductivo, PQ capacitivo o PV.

Adicionalmente, se determinan las curvas PV y QV en la barra de la S/E Monte Mina para cada escenario analizado, con el motivo de complementar los índices ESCR calculados anteriormente. Para ello, se simula una red equivalente en la barra de la S/E Monte Mina y se aumenta la potencia activa despachada por ella, obteniéndose así la curva PV en dicha barra, las cuales se muestran en las siguientes gráficas:

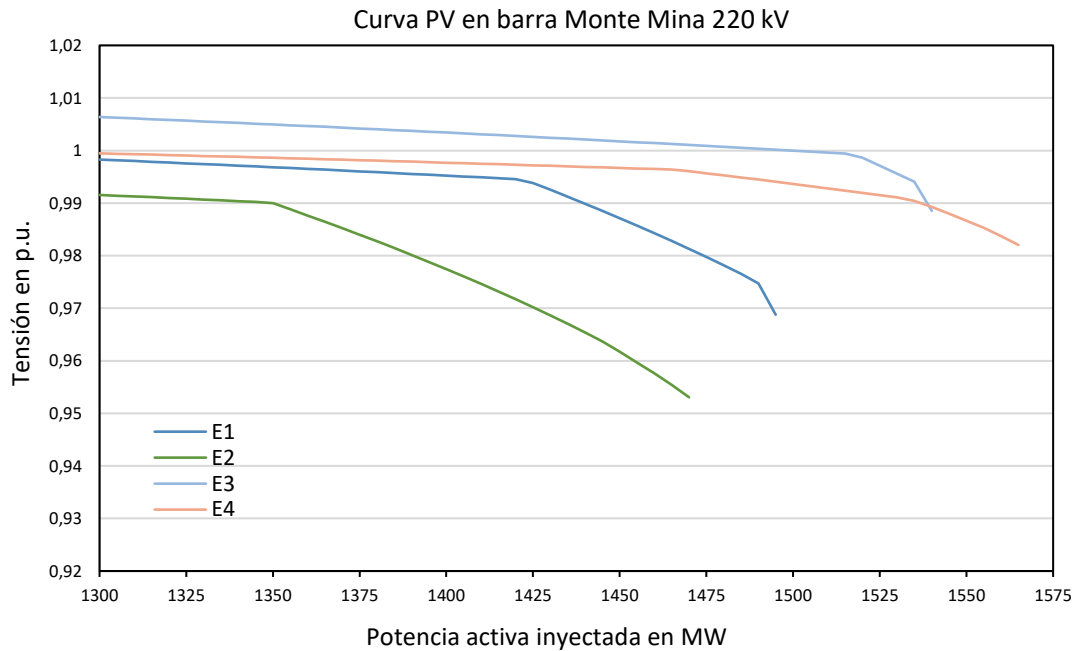


Figura 6: Curva PV en barra Monte Mina 220 kV, para escenarios E1, E2, E3 y E4

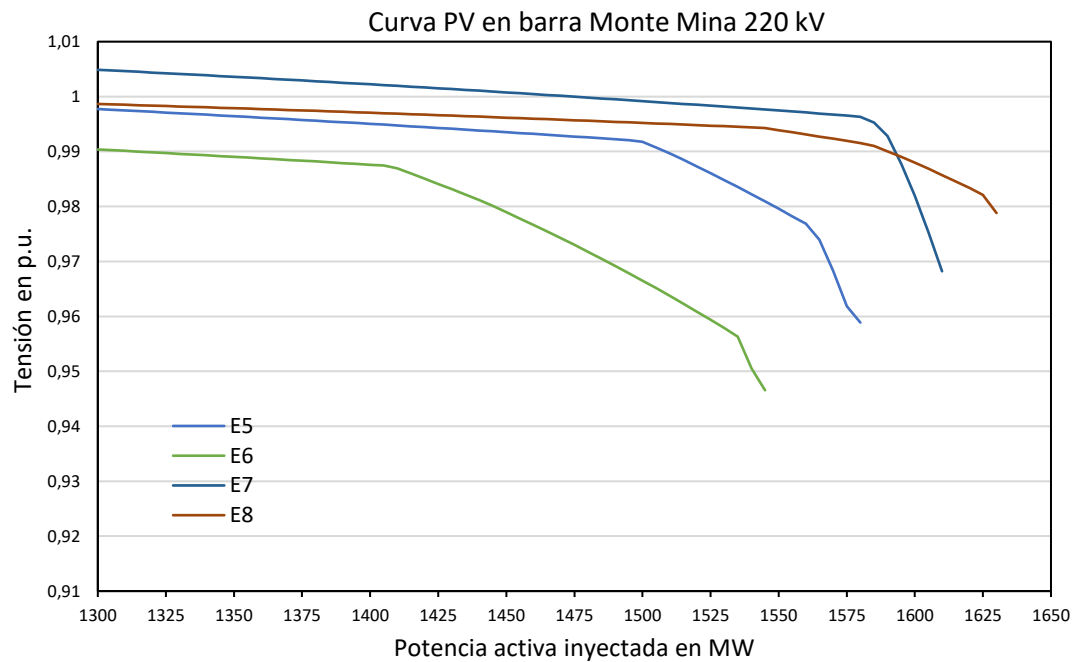


Figura 7: Curva PV en barra Monte Mina 220 kV, para escenarios E5, E6, E7 y E8

De manera similar, se aumenta la potencia reactiva inyectada a la barra de la misma subestación, obteniéndose las curvas QV para los escenarios E5, E6, E7 y E8, los cuales consideran en servicio los equipos de compensación sincrónica en las SS/EE Ana María, Illapa y Central Tocopilla.

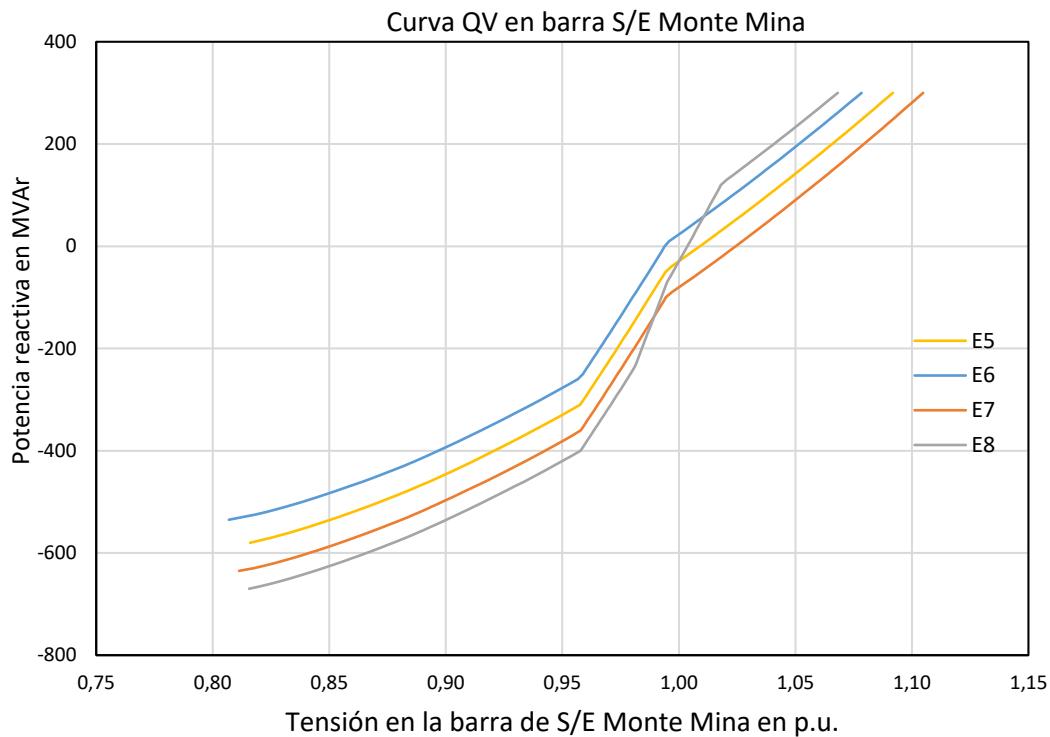


Figura 8: Curva QV en barra Monte Mina 220 kV para los escenarios E5, E6, E7 y E8

A mayor abundamiento, en cuanto a los beneficios económicos del proyecto, éste se basa en lo determinado por el Coordinador en el Informe de Servicios Complementarios Año 2023, adjunto en el Anexo IV del presente informe, el cual dio origen al proceso de licitación de servicios complementarios para el control de tensión mediante aportes de potencia de cortocircuito y que, tal como se ha comentado anteriormente, Transelec se adjudicó los equipos necesarios para el aporte de potencia de cortocircuito en la S/E Monte Mina.

En el Anexo E de este informe, se presenta la evaluación económica de los costos de operación y de falla del sistema, considerando la ausencia y la presencia del conjunto de equipos de compensación sincrónica necesarios para abastecer la totalidad de la potencia de cortocircuito requerida en las cuatro barras que el Coordinador determinó en el referido informe. En él se determina que el beneficio neto que otorga la totalidad de la infraestructura requerida para el aporte de potencia de cortocircuito asciende a los 701,5 MMUSD, conforme a la siguiente tabla:

Materia	MMUSD
Reducción de Costo	970.8
Costos de Inversión y OyM	269.3
Beneficios netos	701.5

Tabla 6: Beneficios económicos de los proyectos de CCSS para el control de tensión

En consecuencia, se concluye acerca de la necesidad del proyecto “Ampliación en S/E Monte Mina”, de acuerdo a los términos indicados en el Reglamento.

4.2 Urgencia del proyecto.

De acuerdo a lo establecido en el párrafo cuarto del artículo 40° del Reglamento, se entenderá que una obra de transmisión es necesaria y urgente si se requiere para asegurar el abastecimiento de la demanda o aumentar la seguridad y calidad de servicio, y cuando la fecha de entrada en operación estimada, si la obra fuese considerada en el siguiente Proceso de Planificación de la Transmisión, fuere posterior a la fecha en que se estima que se verificará la necesidad que justifica la ejecución de la misma.

Asimismo, el párrafo segundo del artículo 40° señala que, en caso de que el requerimiento que se busca cubrir con la obra objeto de la solicitud a la que se refiere el inciso tercero del presente artículo, esté ya cubierto en tiempo y forma con las propuestas contenidas en el informe técnico final que contenga el Plan de Expansión del proceso en curso, dicha obra no podrá ser objeto de análisis para la aplicación del artículo 102° de la Ley. En ningún caso será posible excluir una Obra de Expansión ya decretada en virtud de lo señalado en el artículo 102° de la Ley.

En efecto, en la actualidad existe una obra denominada como “Ampliación en S/E Monte Mina”, la cual pertenece al Decreto de Expansión N°4 de 2024 del Ministerio de Energía, cuyo alcance es ampliar las barras de la S/E Monte Mina en tres diagonales para conectar futuros proyectos y que, actualmente, se encuentra en proceso de licitación. Sin embargo, conforme a lo señalado el artículo 40° del Reglamento, no es posible presentar una obra bajo el mecanismo al que se refiere el artículo 102° de la LGSE cuando ya existe una obra proveniente de algún plan de expansión que cumple **en tiempo y forma** con el requerimiento solicitado. En este caso, solo se cumple el alcance de la obra, no así el tiempo, debido a que, tal como se ha señalado anteriormente, los equipos de compensación sincrónica nacen a partir del proceso de licitación de los servicios complementarios del Coordinador, el cual establece que estos deben estar operativos a más tardar en 42 meses a partir de la adjudicación del proceso licitatorio de SSCC. Dado que la adjudicación del proceso de licitación de servicios complementarios ocurrió en mayo de 2024, **los equipos de compensación sincrónica deben entrar en operación a más tardar en noviembre de 2027.**

En cuanto a la obra decretada en el Decreto N°4-2024, ésta posee 30 meses para su construcción, los que se cuentan a partir de la publicación en el Diario Oficial del Decreto de Adjudicación al que se refiere el artículo 96° de la LGSE. Conforme a las fechas del proceso de licitación de las obras que pertenecen al decreto indicado, la adjudicación de la obra se realizará en noviembre de 2024, momento del cual es posible solicitar una posición disponible mediante el mecanismo de acceso abierto a instalaciones de servicio público.

Sin embargo, el Ministerio de Energía se ha demorado más de lo señalado en el Reglamento en emitir los respectivos decretos de adjudicación, debido a que, en su calidad de decreto supremo, estos deben ser revisados previamente por la Contraloría General de la República. A continuación, se indica un resumen de los tiempos de demora de los distintos decretos de adjudicación, donde se observa que lo mínimo que se ha demorado el Ministerio es 6 meses a contar de la adjudicación de la obra, no obstante, los tiempos de demora de los últimos decretos de adjudicación han alcanzado incluso los 12 meses.

Decreto de expansión	Plan de expansión	Fecha acta de adjudicación	Fecha publicación decreto adjudicación	Diferencia en meses
Dec 04-2019 OONN	2017	feb-20	ene-21	11
Dec 293-2019 OAAA	2017	dic-19	dic-20	12
Dec 231-2019 OONN	2018	dic-20	jun-21	6
Dec 198-2019 OAAA	2018	jul-20	abr-21	9
Dec 185-2020 OONN	2019	sept-21	abr-22	7
Dec 171-2020 OAAA	2019	ago-21	jun-22	10
Dec 229-2021 OONN	2020	sept-22	jun-23	9
Dec 185-2021 OAAA	2020	jul-22	mar-23	8
Dec 257-2022 OONN	2021	nov-23	Pendiente	>=11
Dec 200-2022 OAAA	2021	sept-23	Pendiente	>=13
Dec 058-2024 OONN	2022	Pendiente	Pendiente	Pendiente
Dec 04-2024 OAAA	2022	Pendiente	Pendiente	Pendiente

Tabla 7: Tiempo entre adjudicación de obras y publicación de los decretos de adjudicación

De esta manera, considerando un tiempo promedio de 9 meses de demora, se estima que el decreto de adjudicación asociado al decreto de expansión N°4-2024 estará publicado en el Diario Oficial en agosto de 2025, por lo que la obra “Ampliación en S/E Monte Mina” entrará en operación en **febrero de 2028**, lo cual haría imposible cumplir con los 42 meses establecidos por el Coordinador para la entrada en operación de la nueva infraestructura para los servicios complementarios del control de tensión.

Cabe destacar además que la fecha estimada de la obra del Decreto N°4-2024 “Ampliación en S/E Monte Mina” puede ser determinada mediante la expresión que señala el Coordinador en su Guía Técnica “Proyectos vía artículo 102° de la Ley”, la cual está dada por:

$$FEE = APEP + 3 \text{ años} + PC$$

Donde FEE es la fecha estimada de entrada en operación, APEP es el año en que el plan de expansión es emitido y PC es el plazo constructivo de la obra de expansión. Si bien el plan de expansión corresponde al año 2022, el Informe Técnico Definitivo fue emitido por la CNE en octubre de 2023, mientras que el plazo constructivo de la obra posee 30 meses. En conclusión, considerando los valores indicados anteriormente, se obtiene una fecha estimada de entrada en operación de **abril de 2028**, muy cercano a la fecha estimada que fue determinada en los párrafos anteriores, concluyéndose nuevamente que no sería posible cumplir con los 42 meses exigidos por el Coordinador para que los condensadores sincrónicos se encuentren operativos.

Finalmente, de manera indicativa, en las siguientes tablas se presentan las diferencias aproximadas en los tiempos de puesta en servicio de los proyectos “Ampliación en S/E Monte Mina” presentado mediante Artículo 102° de la LGSE y “Ampliación en S/E Monte Mina” del Decreto N°4-2004, donde se puede evidenciar que con la segunda alternativa resulta imposible cumplir con los 42 meses requeridos por el Coordinador para la entrada en operación de los equipos de compensación sincrónica.

Ítem	Inicio	Fin	2024				2025				2026				2027			
			T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Solicitud Art.102	oct-24	ene-25																
PRE-Construcción	oct-24	ene-26																
Estudios e Ingeniería	ene-25	jun-25																
Hito 1 - Término Ingeniería	jul-25	jul-25																
Permisos	oct-24	oct-25																
Suministros	abr-25	dic-25																
Hito 2 - Adquisición OC	ene-26	ene-26																
Hito 3 - Declaración construcción	dic-25	dic-25																
Construcción	dic-25	sept-26																
Obras civiles y estructurales	dic-25	may-26																
Montaje Estructuras Altas	jun-26	jul-26																
Tendido Conductor	ago-26	ago-26																
PES y Entrada en Operación	sept-26	sept-26																
Hito 4 - Entrada en Operación	sept-26	sept-26																

Tabla 8: Cronograma de obra Ampliación en S/E Monte Mina ejecutada vía artículo 102



Ítem	Inicio	Fin	2024				2025				2026				2027				2028			
			T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Licitación OA Dec 04-2024	sept-24	nov-24																				
Publicación decreto de adjudicación	dic-24	ago-25																				
PRE-Construcción	sept-25	ene-27																				
Estudios e Ingeniería	ene-26	jun-26																				
Permisos	sept-25	oct-26																				
Suministros	abr-26	dic-26																				
Construcción	dic-26	oct-27																				
Obras civiles y estructurales	dic-26	abr-27																				
Montaje Estructuras Altas	jun-27	jul-27																				
Tendido Conductor	ago-27	sept-27																				
PES y Entrada en Operación	ago-27	oct-27																				

EO CCSS
Monte Mina

Tabla 9: Cronograma de Ampliación en S/E Monte Mina presentada en Decreto N°4-2024

Cabe señalar además que, el alcance de la obra presentada por Artículo 102° no produce interferencias con la obra “Ampliación en S/E Monte Mina” decretada, dado que la ampliación de barras propuesta considera la ampliación en una diagonal hacia la izquierda de la S/E Monte Mina, mientras que la obra presente en el Decreto N°4-2024 contempla un crecimiento de las barras hacia la derecha de la subestación.

En consecuencia, se concluye acerca de la urgencia del proyecto “Ampliación en S/E Monte Mina”, de acuerdo a los términos indicados en el Reglamento.

4.3 Exclusión del proceso de planificación.

Para que la CNE pueda autorizar una conexión por vía de la aplicación del artículo 102°, las obras respectivas no deben coincidir con alguna obra en tiempo y forma que sea parte de la planificación anual de la transmisión y, adicionalmente, se debe justificar la exclusión de dichas obras del proceso de planificación de la transmisión.

Como ya se ha mencionado, existe una obra denominada “Ampliación en S/E Monte Mina” que cumple con solo con el alcance propuesto por la obra solicitada bajo el mecanismo indicado en el artículo 102° de la LGSE, no así con el tiempo requerido por el Coordinador para permitir la conexión de los equipos de compensación sincrónica. En consecuencia, dado que la obra decretada no cumple con los tiempos requeridos, una nueva ampliación en la S/E Monte Mina considerará un plazo aún mayor, por lo que se justifica totalmente excluir dicha propuesta en el próximo proceso de planificación de la transmisión.

En cuanto a la exclusión del proceso de planificación vigente, cabe señalar que las bases de licitación de los SSCC de control de tensión fueron publicadas en la página web del Coordinador en abril de 2023, momento del cual el Informe Técnico Final que incluyó la obra “Ampliación en S/E Monte Mina” aún no se emitía. Asimismo, debido las incertezas

que generaba la ampliación decretada al cumplimiento de los 42 meses establecidos por el Coordinador, Transelec presentó su oferta considerando una ampliación de barras en la S/E Monte Mina para la conexión de los condensadores sincrónicos, con un valor anualizado del punto de conexión (VAPC) de 67.380 USD, cuya propuesta fue adjudicada finalmente por el Coordinador.

Siguiendo con el mismo punto, Transelec firmó una carta de compromiso asociada a la presentación de la solución vía Artículo 102° de la LGSE, la cual se encuentra adjunta en el Anexo V, donde se compromete a realizar todas las gestiones necesarias para obtener la autorización de la ejecución de la obra de ampliación necesaria para la conexión de los equipos de compensación sincrónica, a llevar a cabo dicha ampliación en un plazo inferior a los 42 meses solicitados en las bases de licitación y a respaldar el valor VAPC en su solicitud de autorización vía Artículo 102°. En el Anexo III de este informe se encuentra el acta de adjudicación del Coordinador respecto al proceso licitatorio de SSCC de control de tensión.

Por lo tanto, con el motivo de que la oferta económica adjudicada por Transelec incluye la solución propuesta para ser ejecutada mediante artículo 102° de la LGSE, tanto en el alcance como en el valor de la oferta, y que la obra de ampliación decretada no permite cumplir con los plazos indicados en las bases de licitación de SSCC, se hace urgente la aprobación y ejecución del proyecto de transmisión que permite la conexión al SEN de los nuevos equipos de compensación sincrónica a través de la excepción que permite el artículo 102° de la LGSE.

5 Conclusión

Considerando que se cumplen los requisitos establecidos en el inciso segundo del artículo 102° de la LGSE y en el Reglamento, es procedente que la CNE, previa aprobación del presente informe fundado por parte del Coordinador, autorice la ejecución de las obras del proyecto “Ampliación en S/E Monte Mina”, descrito en el párrafo 2.2 del presente documento, sin que ella forme parte del proceso de planificación de la transmisión, por cuanto se trata de una obra necesaria y urgente, y se justifica su exclusión de dicho proceso de planificación.

ANEXO I – Resolución que resuelve consulta de pertinencia

ANEXO II – RCA Proyecto “Subestación eléctrica Monte Mina y línea de transmisión eléctrica Parinas – Monte Mina”

ANEXO III – Acta de adjudicación del Proceso de Licitación de SSCC

ANEXO IV – Informe de Servicios Complementarios año 2023

ANEXO V – Carta de compromiso por solicitud Artículo 102°