



CENTRO DE DESPACHO ECONÓMICO DE CARGA
DEL SISTEMA INTERCONECTADO DEL NORTE GRANDE



CDEC-SING C0051/2013
Clasificación: Emitido como Informe

Versión: 1.0

ESTUDIO DE EDAC POR SUBFRECUENCIA - AÑO 2013 INFORME

Autor	Dirección de Operación
Fecha Creación	13-09-2013
Última Impresión	13-09-2013
Correlativo	CDEC-SING C0051/2013
Versión	1.0



CONTROL DEL DOCUMENTO

APROBACIÓN

Versión	Aprobado por
1.0	Raúl Moreno T.

REGISTRO DE CAMBIOS

Fecha	Autor	Versión	Descripción del Cambio
13-09-2013	Departamento de Sistemas Eléctricos	1.0	Confección del Informe

REVISORES

Nombre	Cargo
Daniel Salazar J.	Director de Operación y Peajes
Raúl Moreno T.	Subdirector de Operaciones
Gretchen Zbinden V.	Jefe Departamento de Sistemas Eléctricos
Germán Concha V.	Ingeniero Departamento de Sistemas Eléctricos
Sebastián Barckhahn	Ingeniero Departamento de Sistemas Eléctricos

DISTRIBUCIÓN

Copia	Destinatario



CONTENIDO.

CONTROL DEL DOCUMENTO	2
Aprobación	2
Registro de Cambios	2
Revisores	2
Distribución	2
1. INTRODUCCIÓN	4
2. ESCENARIOS DE ANÁLISIS	5
2.1 Horizonte de Evaluación	5
2.2 Tipos de Contingencias	5
2.3 Previsión de Demanda	5
2.4 Despacho tipo para Estado Normal	5
3. ANÁLISIS DE EDAC POR SUBFRECUENCIA VIGENTE	6
3.1 EDAC Actual, Consideraciones de Diseño	6
3.2 Coordinados con Implementación de EDAC por Subfrecuencia Pendiente	7
3.3 Análisis del Desempeño del EDAC por Subfrecuencia Vigente	8
3.3.1 Evaluación del Tiempo de Operación del EDAC por Subfrecuencia	8
3.3.1.1 Plan de Normalización	9
3.3.2 Evaluación del Desempeño del EDAC por Subfrecuencia, Montos de Desconexión	9
3.3.2.1 Mejoras para la Normalización	11
4. MODIFICACIÓN DEL EDAC VIGENTE	13
5. CONCLUSIONES	15
6. ANEXOS	16
6.1 EDAC por Subfrecuencia Vigente	16
6.2 Contingencias Consideradas en Análisis	17
6.3 Despachos Considerados	18
6.4 Equipos de Protecciones EDAC Subfrecuencia: Registro de Eventos y Oscilografías	19
6.5 Desempeño EDAC por Subfrecuencia por Coordinado	21
6.6 Calidad de Señales en el Scada	26
6.7 Variación EDAC por Subfrecuencia en Horizonte de Evaluación	27
6.8 Resultado simulaciones considerando EDAC vigente	29
6.8.1 Operación del primer escalón del EDAC	29
6.8.2 Operación del segundo escalón del EDAC	29
6.8.3 Operación del tercer escalón del EDAC	30
6.8.4 Desconexión de un bloque de generación de 583 MW netos	30



1. INTRODUCCIÓN

El presente Estudio de Esquema de Desconexión Automática de Carga (EDAC) por Subfrecuencia, tiene por objeto revisar y adecuar los EDAC vigentes, según se encomienda el Título 6-9 de la Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio (NT).

De acuerdo con lo establecido en el Artículo 6-54 de la NT, este deberá realizarse al menos con periodicidad bianual.

Al respecto, en mayo de 2006 la DO publicó un Informe de Implementación, donde se especificó el EDAC por Subfrecuencia a implementar en el SING, de acuerdo a los requerimientos de la NT, adaptado según la revisión de la DO de las propuestas enviadas por los Coordinados en relación al diseño preliminar establecido en el Estudio de EDAC.

En términos generales, el EDAC por Subfrecuencia considera actualmente un monto total de 673 MW, repartidos en 8 etapas o escalones de frecuencia. El primer ajuste corresponde a 49 Hz y el último corresponde a 48.3 Hz, y todos los ajustes intermedios presentan una diferencia de 0.1 Hz.

En el presente Estudio se revisan aspectos relevantes ligados a la Operación del EDAC por Subfrecuencia en el SING y a la incorporación de nuevos consumos al Esquema que actualmente se encuentra operativo.

Este Estudio será actualizado en los plazos señalados en la NT, o antes, si se producen incorporaciones o modificaciones importantes en las instalaciones del SING que puedan afectar el correcto funcionamiento del EDAC.



2. ESCENARIOS DE ANÁLISIS

2.1 HORIZONTE DE EVALUACIÓN

El Artículo 6-54 de la NT establece que la DO realizará el Estudio de EDAC, al menos con periodicidad bianual, para revisar y adecuar los EDAC vigentes.

Considerando lo anterior, para la elaboración del presente Estudio se consideró un horizonte de evaluación comprendido entre Septiembre 2013 a Agosto 2015.

2.2 TIPOS DE CONTINGENCIAS

Los tipos de Contingencias a considerar a efectos de evaluar el correcto desempeño del EDAC son las indicadas en el Art. 6-56 de la NT, y se relacionan con los montos de carga que se deben asignar en cada una de las etapas del EDAC.

En lo que respecta a las contingencias con una tasa de ocurrencia de hasta una vez cada 5 años, en el *Anexo 6.2 Contingencias Consideradas en Análisis* se indica la estadística de fallas consideradas.

2.3 PREVISIÓN DE DEMANDA

Para el presente Estudio se considera la previsión de demandas informadas por las empresas, en respuesta a la carta CDEC-SING N° 0034/2013 para el período Enero 2013 - Diciembre 2027.

Dado el horizonte de evaluación, en el presente Estudio se ha considerado la conexión al sistema de los consumos indicados en la Tabla N°1:

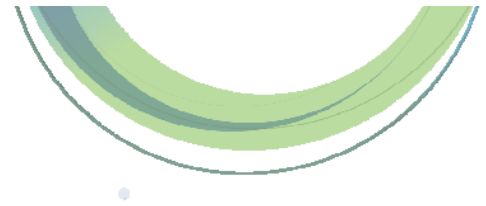
Tabla N°1 Potencia Máxima de Nuevos Consumos que se conectan al Sistema

Propietario	Proyecto	Fecha Conexión	Potencia Conectada [MVA]	Factor de Potencia	Potencia Conectada [MW]
Codelco Chile	Ministro Hales	Septiembre 2013	97.0	0.98	95.1
Antofagasta Minerals	Antucoya	Enero 2014	45.0	0.98	44.1
Minera Quadra Chile	Sierra Gorda	Julio 2015	120.0	0.98	117.6
Norgener	PMA Tocopilla	2° Semestre 2013	7.0	0.98	6.9
Minera Escondida	Subestación Lixiviación	2° Semestre 2013	4.6	0.98	4.5
	OLAP	Noviembre 2013	20.0	0.98	19.6
	OGP1	Octubre 2014	170.0	0.98	166.6

2.4 DESPACHO TIPO PARA ESTADO NORMAL

El análisis general considera un despacho base, cuya característica principal se presenta en el *Anexo 6.3 Despachos Considerados*. De acuerdo a los análisis realizados, este despacho base puede sufrir modificaciones con el objeto de realizar análisis particulares.

Los requerimientos para el EDAC son analizados mediante simulaciones digitales, considerando las contingencias indicadas en la *Sección 2.2 Tipos de Contingencias*, de modo de verificar que los resultados obtenidos cumplan las exigencias de SyCS establecidas en la NT y las establecidas por la DO (indicadas en sección 3.1). En caso de que éstas no se satisfagan, se debe realizar un ajuste iterativo de variables, modificando el nivel de despacho de generación y el monto total del EDAC, dentro de rangos que permitan preservar la estabilidad del SING; principalmente en los casos en que la desconexión de un bloque importante de generación y el control realizado mediante el EDAC derive en situaciones de pérdida de sincronismo, falta de amortiguamiento, subtensiones transitorias o sobretensiones permanentes fuera de los estándares de SyCS.



3. ANÁLISIS DE EDAC POR SUBFRECUENCIA VIGENTE

3.1 EDAC ACTUAL, CONSIDERACIONES DE DISEÑO

En mayo de 2006, la DO publicó un Informe de Implementación, donde se especificó el EDAC por Subfrecuencia a implementar en el SING, de acuerdo a los requerimientos de la NT, adaptado según la revisión realizada por la DO de las propuestas enviadas por los Coordinados en relación al diseño preliminar establecido en el Estudio de EDAC.

En términos generales, el EDAC por Subfrecuencia consideró, en su diseño original, un monto total de 580 MW, repartidos en 8 etapas de frecuencia. El primer ajuste corresponde a 49 Hz y el último corresponde a 48.3 Hz, y todos los ajustes intermedios presentan una diferencia de 0.1 Hz.

El EDAC por Subfrecuencia vigente, es el resultado de aquel que fue implementado a partir del año 2006, al cual se le han incorporado los nuevos consumos que se han conectado al SING. Actualmente, la carga nominal disponible en el EDAC por Subfrecuencia es de 673 MW, cuyo detalle se muestra en el *Anexo 6.1 EDAC por Subfrecuencia Vigente*.

En la Figura 1 se puede observar las distintas modificaciones que ha presentado el EDAC desde el año 2007 a la fecha.

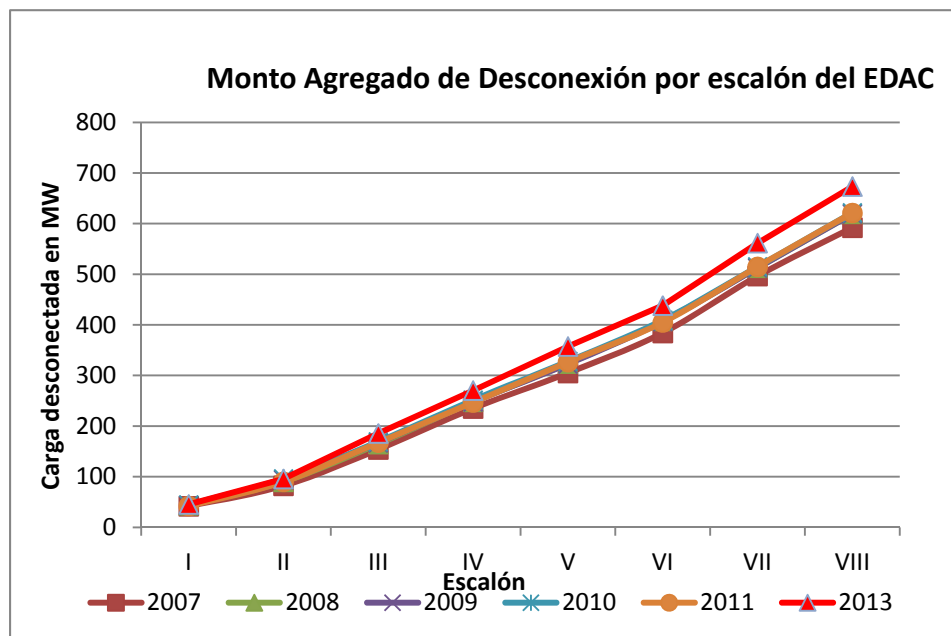
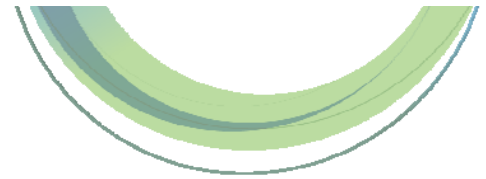


Figura 1: Variación del EDAC.

Considerando las modificaciones que ha sufrido el EDAC y lo indicado en el Art. 6-56 de la NT, los principales aspectos que definen el diseño y verificación del EDAC por Subfrecuencia son los siguientes:

- a) La activación de la última etapa del EDAC por Subfrecuencia, deberá cubrir fallas con una tasa de ocurrencia de al menos una vez cada 5 años, siendo éstas definidas por la pérdida de un bloque de generación o la salida intempestiva de un tramo del sistema de transmisión. Según las estadísticas de



fallas registradas en los últimos 5 años¹, la activación de la última etapa del EDAC por Subfrecuencia, debe cubrir desconexiones de generación del orden de 580 MW.

- b) Los eventos de mayor probabilidad de ocurrencia, deberán desconectar las primeras etapas del EDAC por Subfrecuencia, con excesos mínimos para la desconexión de demanda. Considerando el diseño actual del EDAC por Subfrecuencia, y los criterios establecidos por la DO², se tiene lo siguiente:
- Desconexiones en torno a 140-150 MW debieran ser contenidas con la operación del primer escalón del EDAC por Subfrecuencia.
 - Desconexiones en torno a 190-200 MW debieran ser contenidas con la operación de los dos primeros escalones del EDAC por Subfrecuencia.
 - Desconexiones de generación en torno a 240-250 MW, debieran ser contenidas con la operación de los tres primeros escalones del EDAC por subfrecuencia.

Cabe destacar que dado el nivel actual de demanda, el programa de generación resultante posee una reserva primaria, que en promedio, es superior al mínimo requerido de 70 MW, siendo esta del orden de 100-120 MW. Con esto, se espera que el desempeño del sistema ante desconexiones de generación pueda ser mejor que lo indicado, lo que dependerá del monto de reserva primaria programada y la que efectivamente aporten las unidades una vez ocurrida una contingencia.

- c) El sistema deberá soportar la desconexión intempestiva de unidades generadoras que se encuentren en su nivel Máximo de Despacho³, operando no más allá del sexto escalón del EDAC por subfrecuencia.
- d) El comportamiento dinámico del SING, principalmente en lo que respecta al control de frecuencia.

3.2 COORDINADOS CON IMPLEMENTACIÓN DE EDAC POR SUBFRECUENCIA PENDIENTE

A la fecha, los Coordinados que tienen pendiente la implementación del EDAC por Subfrecuencia en sus Instalaciones son los siguientes:

- Algorta
- Sierra Gorda

Dichos consumos se conectaron al sistema durante el año 2012 y deben implementar el EDAC por Subfrecuencia de acuerdo a lo indicado en la Tabla N°2:

Tabla N°2 EDAC a Implementar considerando Demanda Máxima Informada

Propietario	Proyecto	Potencia conectada [MVA]	Factor de potencia	Potencia conectada [MW]	Potencia para EDAC [MW]
Algorta S.A	Algorta	10	0.98	9.8	3.4
Mínera Quadra Chile ⁴	Sierra Gorda	30	0.98	29.4	10.3

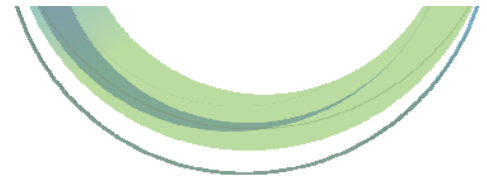
En la determinación de los montos indicados en la tabla previa, se ha considerado lo especificado en el Art. 5-15 de la NT, y el porcentaje promedio de participación actual de los coordinados en el EDAC vigente, esto es 35%. Cabe destacar que dicho porcentaje podrá ser modificado por la DO de acuerdo a los requerimientos del Sistema y según la propuesta de Implementación que se elabore en conjunto con el Coordinado.

¹ Anexo 6.2 Contingencias Consideradas en Análisis.

² Se considera una frecuencia inicial de 50 Hz, una Reserva Primaria de 70 MW y una Reserva en Giro de 50 MW, según lo establecido en el Estudio Control de Frecuencia vigente.

³ Política de Operación de Despacho Máximo en el SING según documento D-SDO-03-V01.

⁴ La demanda aquí indicada considera la etapa preliminar del proyecto, donde la demanda asociada es menor que la que presentará en su etapa final.



Para definir la distribución de potencia entre los diferentes escalones del EDAC, la DO enviará a los Coordinados mencionados anteriormente, una propuesta de Implementación del EDAC, donde se detallará el número de escalones a considerar y el monto de carga asignado a cada uno de ellos. Por su parte, una vez que los Coordinados reciban la propuesta de la DO, deberán enviar una propuesta concreta de Implementación del EDAC por Subfrecuencia, incorporando la siguiente información específica:

- Montos de carga por escalón de frecuencia. La potencia activa desconectada debe cumplir con el valor declarado con tolerancia del 10%, por escalón de frecuencia.
- Factor de carga diario de las cargas por escalón. Considerar que el factor de carga debe ser cercano a 1. Deberá informar la demanda asociada en función del tiempo en términos de P y Q.
- Unilineal de las instalaciones indicando los puntos en que se conectarían los relés de baja frecuencia.
- Tiempo de desconexión, por escalón de frecuencia, desde ocurrida la condición de operación del relé hasta la apertura efectiva del interruptor desconectador, inferior a 150 mseg., según lo especificado en el Art. 5-16 de la NT.
- Cantidad y duración estimada de los mantenimientos por año de las cargas asociadas al EDAC por escalón.
- Disponibilidad de carga según valor declarado con desviación del 10%, por escalón de frecuencia, de 95%, medido en una ventana móvil de 7 días.
- Orden de prioridad propuesto de las cargas a incorporar en los respectivos escalones.
- Programa de trabajo previsto para la implementación.

3.3 ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO DEL EDAC POR SUBFRECUENCIA VIGENTE

Para lograr un adecuado control de frecuencia del SING, de acuerdo a los requerimientos de la NT, se requiere que el desempeño del EDAC por Subfrecuencia, sea acorde al que ha sido especificado en su diseño. Sin embargo, se ha verificado, con motivo de la realización de los Estudios de Análisis de Falla, un mal desempeño de éste, junto con la dificultad de verificar factores asociados a las exigencias normativas como lo son los tiempos de operación de éstos.

Considerando los eventos de falla ocurridos durante el presente año, el mal desempeño del EDAC por Subfrecuencia se traduce en que ante la ocurrencia de un evento de subfrecuencia, se desconecten más escalones que los previstos. Esto se produce dado que al ocurrir una contingencia en el sistema, la frecuencia del sistema no se recupera, operando escalones que no debieran operar dada la magnitud de la falla.

Dado lo anterior, se realizó una evaluación de los siguientes aspectos:

- Tiempo de operación del EDAC por Subfrecuencia y envío de registros de eventos y oscilografías en formato Comtrade según requerimiento de la DO⁵.
- Monto de carga efectivamente desconectado en los distintos eventos, desglosado por escalón y un equivalente total de desconexión asociado al Coordinado.

Los resultados obtenidos se detallan a continuación.

3.3.1 EVALUACIÓN DEL TIEMPO DE OPERACIÓN DEL EDAC POR SUBFRECUENCIA

En los meses de Junio y Julio del año 2012, la DO solicitó a los Coordinados informar si los equipos de protección de baja frecuencia asociados al EDAC por Subfrecuencia, contaban con registros de eventos y oscilografía en formato Comtrade. La información requerida se solicitó con motivo del plan de mejoras

⁵ Carta CDEC-SING N°0615/202 de 5 de Junio de 2012 y Carta CDEC-SING N°0851/2012 de 3 de Agosto de 2012.



implementado en la confección de los Estudios de Análisis de Falla y los requerimientos definidos por la SEC⁶.

En dicha ocasión se solicitó a aquellos coordinados que contaran con registros de eventos, el envío de los mismos, junto a los Informes de Falla respectivos, según lo indicado en el Procedimiento DO Informes de Falla de Coordinados.

Adicionalmente, se solicitó que aquellos Coordinados cuyos equipos de protección de baja frecuencia no contaran con registros de eventos y oscilografía en formato Comtrade u otro, informar un cronograma con un plan de adecuación o reemplazo, tal que cuenten con dicho tipo de registro.

Según la información recibida, de los 26 Coordinados, se tiene lo siguiente:

- 10 Coordinados cuentan con la posibilidad de habilitar el registro de eventos y rescatar las oscilografías respectivas, sin embargo sólo 5 lo tienen habilitado en la actualidad.
- 7 Coordinados no cuentan con lo solicitado. De éstos, sólo 3 enviaron cronogramas de normalización.
- 9 Coordinados no respondieron las solicitudes de la DO.

En el *Anexo 6.4 Equipos de Protecciones EDAC Subfrecuencia: Registro de Eventos y Oscilografías* se muestra el detalle de la situación en la que se encuentra cada Coordinado, de acuerdo a lo descrito anteriormente.

3.3.1.1 Plan de Normalización

A la fecha el grado de cumplimiento de las normalizaciones y cronogramas de trabajo comprometidos es mínimo, recibiendo información adecuada de sólo 5 Coordinados.

Dado lo anterior, la DO solicitará nuevamente a los Coordinados el envío de la información requerida para evaluar adecuadamente el desempeño del EDAC junto con la actualización de los respectivos planes de normalización en el caso que corresponda, informando dichos compromisos a la SEC.

Con esta normalización se podrá verificar que el tiempo de desconexión, por escalón de frecuencia, desde ocurrida la condición de operación del relé hasta la apertura efectiva del interruptor desconectador, sea inferior a 150 mseg., según lo especificado en el Art. 5-16 de la NT.

3.3.2 EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DEL EDAC POR SUBFRECUENCIA, MONTOS DE DESCONEXIÓN

Con el fin de evaluar el desempeño del EDAC por Subfrecuencia, considerando los montos de desconexión reales que han ocurrido, a continuación se muestra el análisis realizado considerando los Eventos de Falla ocurridos durante el año 2013 y que han implicado la operación del respectivo EDAC.

Para ello se han definido dos índices de medición de desempeño del EDAC por Subfrecuencia:

- Desempeño promedio por Escalón.
- Desempeño promedio considerando la carga comprometida en cada uno de los escalones y que se esperaba operara de acuerdo a los eventos analizados.

Según se muestra en la Figura N°3, el desempeño de los Coordinados, en lo que respecta a la operación del EDAC, alcanza en promedio un 65%.

⁶ Requerimientos de la SEC fueron informados mediante Oficios N°06977 de fecha 13 de Julio de 2012 y N°6485 de fecha 25 de Junio de 2012.

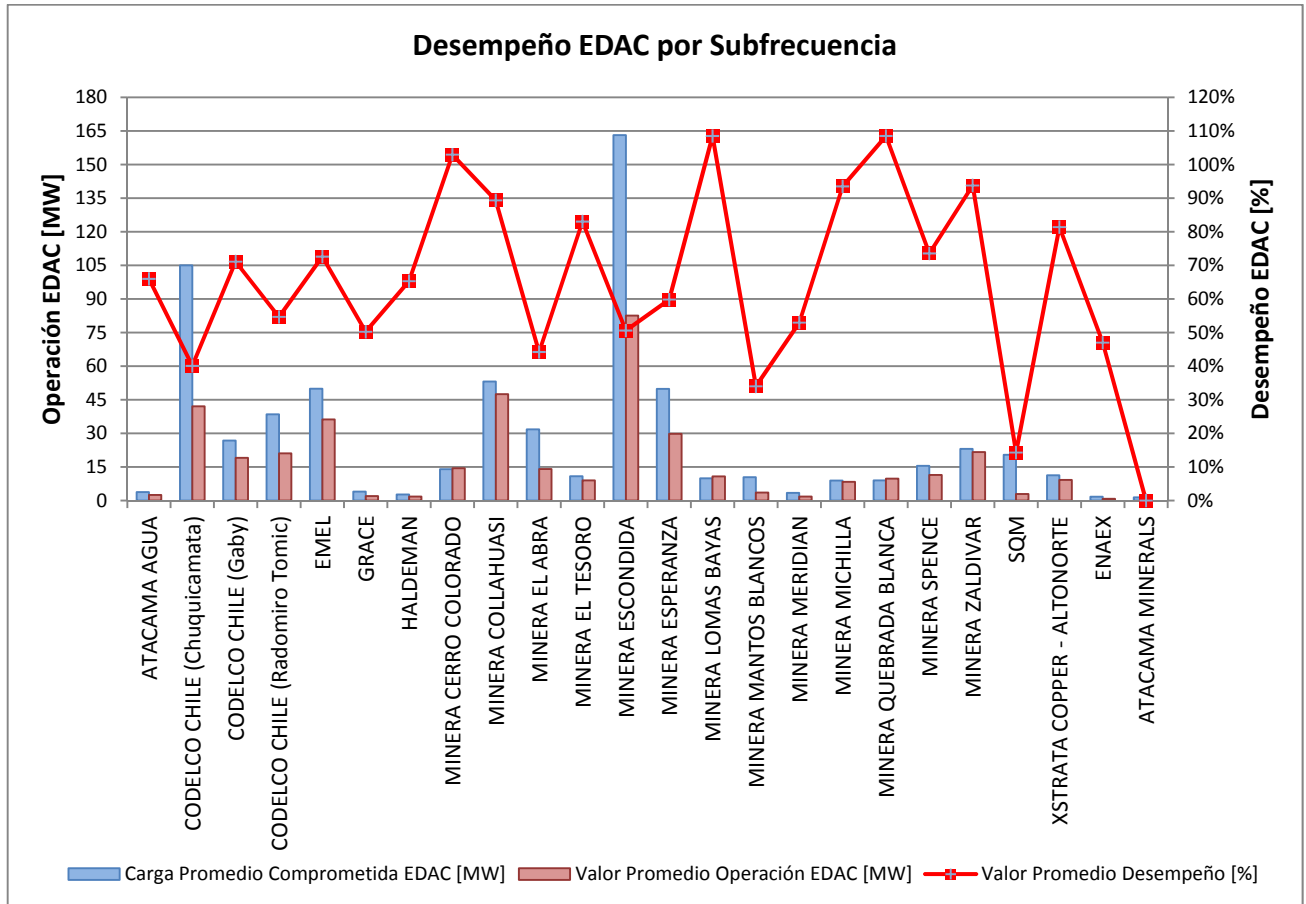
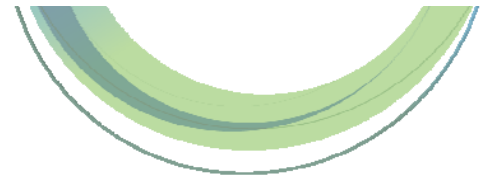


Figura N°2 Desempeño EDAC

En la figura anterior no se han considerado los Coordinados de Moly Cop y GNL Mejillones, cuyo desempeño promedio es de 265%, debiendo ser de igual forma verificado su comportamiento.

En lo que respecta a la Operación del EDAC por Subfrecuencia, y a su desempeño por Escalón, se observa que este es deficiente, en especial en los dos primeros escalones, tal como se muestra en la Tabla N°3 y Figura N°4:

Tabla N°3 Desempeño EDAC por Subfrecuencia por Escalón

Escalón	Carga Comprometida EDAC [MW]	Promedio Operación por escalón [MW]	Desempeño EDAC por Escalón [%]
Escalón I	45.3	25.6	57%
Escalón II	50.4	33.5	66%
Escalón III	89.8	63.2	70%
Escalón IV	84.8	63.3	75%
Escalón V	87.0	46.3	53%
Escalón VI	80.8	54.7	68%
Escalón VII	123.4	67.5	55%
Escalón VIII	111.9	90.0	80%

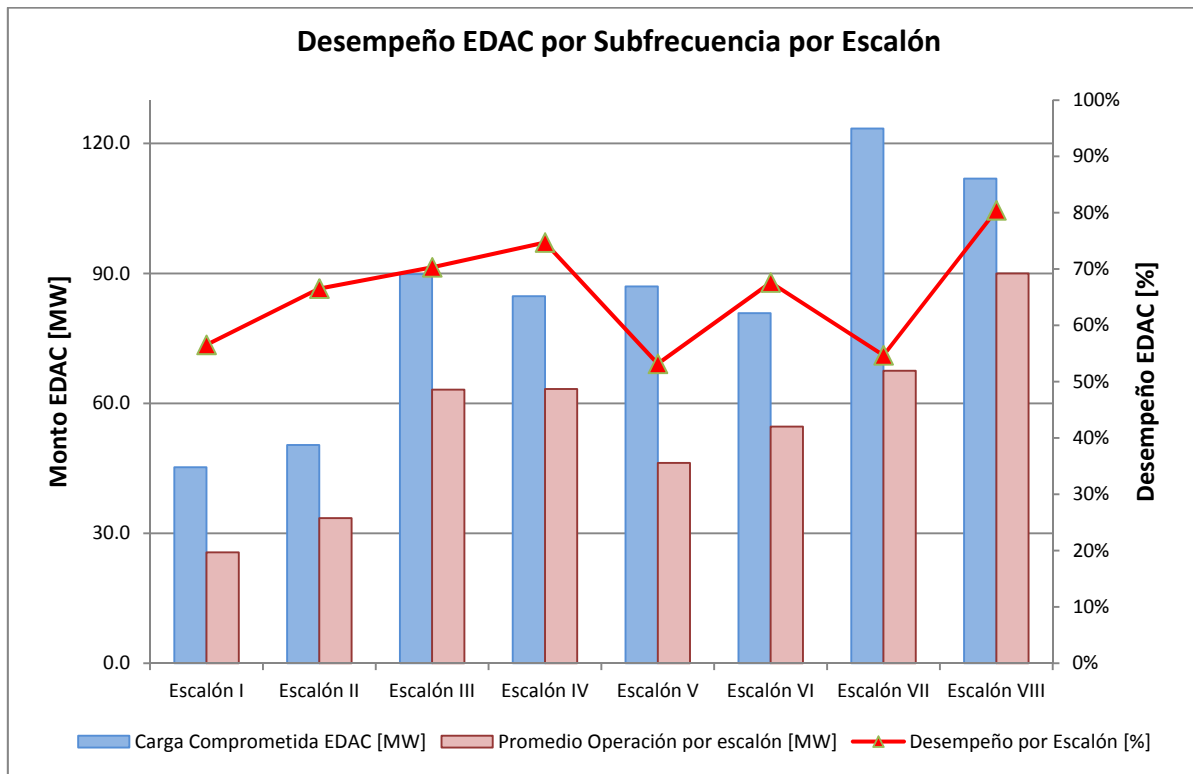


Figura N°3 Desempeño EDAC por Subfrecuencia por Escalón

En el Anexo 6.5 Desempeño EDAC por Subfrecuencia por Coordinado se detalla el desempeño de cada Escalón del EDAC por Subfrecuencia, detallado por Coordinado.

se detalla el desempeño de cada Escalón del EDAC por Subfrecuencia, detallado por Coordinado.

3.3.2.1 Mejoras para la Normalización

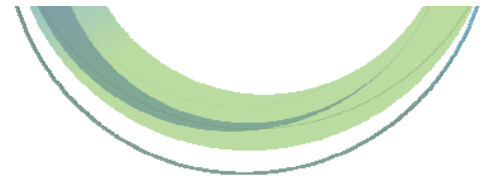
La DO solicitará a cada uno de los Coordinados revisar y regularizar el monto de operación del EDAC por Subfrecuencia, de manera que éste debe cumpla con las siguientes características:

- Factor de carga cercano a 1.
- Potencia activa desconectada según valor declarado con tolerancia del 10%, por escalón de frecuencia.
- Disponibilidad de carga según valor declarado con desviación del 10%, por escalón de frecuencia, de 95%, medido en una ventana móvil de 7 días

Por otro lado, considerando el mal desempeño del EDAC por Subfrecuencia, a pesar de existir diferencias entre los porcentajes que cada uno de los Coordinados aporta al Esquema en su totalidad, no es recomendable realizar ajustes en los montos asociados a cada uno de ellos, sin antes regularizar su comportamiento.

Sumado a lo anterior, se requiere que los Coordinados regularicen el estado de las variables del EDAC por Subfrecuencia que se encuentran disponibles en el SCADA y que permiten al CDC verificar en línea, tanto la disponibilidad del EDAC como los montos efectivamente activos.

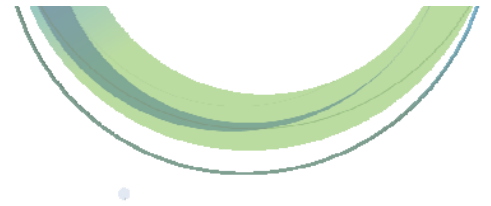
Al respecto, la Tabla N°4 muestra el número de Coordinados cuyas señales se encuentran integradas al SCADA, desglosadas por la calidad de dichas señales:

**Tabla N°4 Número de coordinados y calidad de señales EDAC**

Señal / N° Coordinados por Calidad Señal	Coordinados Integrados		No integrado
	Si / Good	Si / Bad	
Señal potencia activa/reactiva	10	10	6
Señal Operación EDAC por escalón	7	13	6
Señal Habilitación EDAC	4	15	6

De la tabla anterior se desprende que 6 Coordinados aun no se encuentran integrados al SCADA. En cuanto a los 20 Coordinados que se encuentran integrados al SCADA, se observa que existe un alto porcentaje de señales cuya calidad no es confiable, específicamente el 50% de los Coordinados tiene una señal de potencia activa/reactiva no confiable, 65% de los Coordinados tiene una Señal de Operación de EDAC por escalón no confiable, 75% de los Coordinados tiene una Señal de habilitación el EDAC no confiable.

En el *Anexo 6.6 Calidad de Señales en el Scada* se muestra un detalle de lo indicado.



4. MODIFICACIÓN DEL EDAC VIGENTE

Dadas las condiciones de operación previstas para el período de vigencia de este Estudio, donde no se prevé el ingreso de unidades generadoras de un tamaño mayor a las ya existentes, o la incorporación de obras de transmisión cuya contingencia simple provoque la salida de grandes bloques de generación, y considerando el criterio actual de planificación y operación del SING, que contempla el control de contingencias simples de generación en Estado Normal⁷, se considera adecuado mantener el diseño actual del EDAC por Subfrecuencia.

En este sentido, las modificaciones previstas se relacionan al aumento del EDAC debido a la conexión de nuevos consumos al sistema, siendo estos los indicados en la *Sección 2.3 Previsión de Demanda*. Dicho aumento en el EDAC, permitirá que las contingencias severas sean contenidas de mejor manera por el Esquema actual.

En la Tabla N° 5, se muestra el monto de carga que los nuevos consumos deberán implementar en el EDAC por Subfrecuencia.

Tabla N°5 EDAC asociado a Instalaciones de clientes que se conectarán en al SING

Propietario	Proyecto	Fecha	Potencia conectada [MW]	Potencia EDAC [MW]
Codelco Chile	Ministro Hales	Septiembre 2013	95.1	33.3
Antofagasta Minerals	Antucoya	Enero 2014	44.1	15.4
Minera Quadra Chile	Sierra Gorda	Julio 2015	117.6	41.2
Norgener	PMA Tocopilla	2° Semestre 2013	6.9	2.40
Minera Escondida	Subestación Lixiviación	2° Semestre 2013	4.5	2.40
	OLAP	Noviembre 2013	19.6	6.9
	OGP1	Octubre 2014	166.6	58.3

En la determinación de los montos indicados en la tabla previa, se ha considerado lo especificado en el Art. 5-15 de la NT, y el porcentaje promedio de participación actual de los coordinados en el EDAC vigente, esto es 35%. Cabe destacar que dicho porcentaje podrá ser modificado por la DO de acuerdo a los requerimientos del Sistema y según la propuesta de Implementación que se elabore en conjunto con el Coordinado.

En el *Anexo 6.7 Variación EDAC por Subfrecuencia en Horizonte de Evaluación* se muestra el detalle de cómo varía la participación porcentual de cada Coordinado en el Esquema de EDAC por Subfrecuencia, y en la Tabla N° 6, se muestra un resumen sistémico de dicha variación.

Tabla N°6 Variación EDAC por Subfrecuencia en horizonte de evaluación

	Período			
	Actual	2013	2014	2015
EDAC total	673	724	759	836
Demanda	1900	2046	2228	2445
% EDAC/Demanda	35%	35%	34%	34%

⁷ De acuerdo a los niveles de despacho previstos para el período de interés, los requerimientos de control establecidos en el diseño EDAC son suficientes; de ser requerido, es posible ajustar la potencia máxima de despacho de las unidades generadoras según la carga disponible en el EDAC.



Para definir la distribución de potencia entre los diferentes escalones del EDAC, la DO enviará a los Coordinados mencionados anteriormente, una propuesta de Implementación del EDAC, donde se detallará el número de escalones a considerar y el monto de carga asignado a cada uno de ellos. Por su parte, una vez que los Coordinados reciban la propuesta de la DO, deberán enviar una propuesta concreta de Implementación del EDAC por Subfrecuencia, incorporando la siguiente información específica:

- Montos de carga por escalón de frecuencia. La potencia activa desconectada debe cumplir con el valor declarado con tolerancia del 10%, por escalón de frecuencia.
- Factor de carga diario de las cargas por escalón. Considerar que el factor de carga debe ser cercano a 1. Deberá informar la demanda asociada en función del tiempo en términos de P y Q.
- Unilineal de las instalaciones indicando los puntos en que se conectarían los relés de baja frecuencia.
- Tiempo de desconexión, por escalón de frecuencia, desde ocurrida la condición de operación del relé hasta la apertura efectiva del interruptor desconectador, inferior a 150 mseg., según lo especificado en el Art. 5-16 de la NT.
- Cantidad y duración estimada de los mantenimientos por año de las cargas asociadas al EDAC por escalón.
- Disponibilidad de carga según valor declarado con desviación del 10%, por escalón de frecuencia, de 95%, medido en una ventana móvil de 7 días.
- Orden de prioridad propuesto de las cargas a incorporar en los respectivos escalones.
- Programa de trabajo previsto para la implementación.



5. CONCLUSIONES

Considerando lo expuesto en el presente Estudio, y el análisis realizado en base a la información recopilada en los eventos de falla ocurridos durante el presente año, el EDAC por Subfrecuencia que se encuentra implementado a la fecha evidencia un desempeño deficiente, el que debe ser mejorado a la brevedad. El mal desempeño del EDAC se traduce en que ante la ocurrencia de un evento de subfrecuencia, se desconecten más escalones que los previstos. Esto se produce dado que al ocurrir una contingencia en el sistema, la frecuencia del sistema no se recupera, operando escalones que no debieran operar dada la magnitud de la falla.

Las modificaciones a realizar implicarán mejoras en el comportamiento de la frecuencia ante contingencias en el sistema que signifiquen la operación del EDAC.

En este aspecto, la DO se encuentra impulsando iniciativas que permitirán mejorar la evaluación de desempeño en la operación de los EDAC's, como también en la línea de mejorar su visualización en tiempo real.

Por otro lado, se concluye que el diseño y dimensionamiento del EDAC por Subfrecuencia es adecuado para contener las contingencias especificadas en la NT. Cabe señalar que las modificaciones planteadas en el presente Estudio, sólo incorporan la participación de los nuevos consumos del SING en el actual esquema y no constituyen un cambio estructural del mismo.

Para la incorporación de los nuevos consumos y ampliaciones de proyectos existentes al EDAC por Subfrecuencia, se establecerá el proceso y características que deberán cumplir dichas instalaciones.

Dado lo anterior, las modificaciones que presentará el EDAC por Subfrecuencia se basan en la incorporación al sistema de nuevos consumos, los que deberán participar en el EDAC según se ha especificado en las secciones previas.

Finalmente, cabe destacar que en paralelo con la mejora del desempeño del EDAC por Subfrecuencia se llevará a cabo un plan tendiente a mejorar la respuesta de las unidades generadoras ante la ocurrencia de contingencias, lo que repercutirá en una recuperación más rápida del sistema ante determinados eventos.



6. ANEXOS

6.1 EDAC POR SUBFRECUENCIA VIGENTE

El EDAC vigente se encuentra publicado en el sitio web www.cdec-sing.cl, Inicio → Datos de la Operación → Operación Programada → EDAC por Subfrecuencia. Este se muestra en la Tabla N° 7:

Tabla N°7 EDAC vigente

Coordinado	S/E	Escalones								Total Desc. [MW]
		49,00 I [MW]	48,90 II [MW]	48,80 III [MW]	48,70 IV [MW]	48,60 V [MW]	48,50 VI [MW]	48,40 VII [MW]	48,30 VIII [MW]	
ATACAMA AGUA	Tap Off Desalant				0,9		2,8			3,7
CODELCO CHILE	Chuquicamata	3,0	7,0	13,5	21,0	12,5	12,5	23,5	12,0	105,0
	Gaby	4,8		5,9		5,1	4,9		6,1	26,8
	Radomiro Tomic	3,0		11,0		11,0		13,5		38,5
ELECDA	Calama						6,5			6,5
	Esmeralda			2,9	5,9				12,9	21,7
ELIQSA	Cóndores			3,5	3,9			5,5		12,9
EMELARI	Parinacota			2,5		6,3				8,8
ENAEX	Central Diesel Enaex				1,7					1,7
GNL MEJILLONES	GNL Mejillones				0,5				0,5	1,0
GRACE	Mantos de la Luna	2,0						2,0		4,0
HALDEMAN	Sagasca		0,9		1,1				0,7	2,7
MINERA ATACAMA MINERALS	Aguas Blancas					1,4				1,4
MINERA CERRO COLORADO	Cerro Colorado		3,5		3,5		3,5		3,5	14,0
MINERA COLLAHUASI	Collahuasi	6,5			3,5	14,8		14,8	13,6	53,2
MINERA EL ABRA	El Abra	2,5	3,3	6,4		3,3	4,3	6,0	6,0	31,8
MINERA EL TESORO	El Tesoro	0,8		1,6	1,4	0,8		6,2		10,8
MINERA ESCONDIDA	Coloso								3,7	3,7
	Escondida	1,5	11,5	14,2	9,0		8,6	8,6	8,6	62,0
	Laguna Seca		4,0					14,0		18,0
	Planta Óxidos	7,5			8,6	13,5				29,6
	Sulfuros				9,3		17,4	8,5	8,1	43,3
	Tap Off Estación de bombeo N°2								2,2	2,2
	Tap Off Estación de bombeo N°3								2,2	2,2
Tap Off Estación de bombeo N°4								2,2	2,2	
MINERA ESPERANZA	Esperanza	5,4	5,4	10,8		9,8		13,5	5,0	49,8
MINERA LOMAS BAYAS	Lomas Bayas			3,8		3,7		0,7	1,7	9,9
MINERA MANTOS BLANCOS	Mantos Blancos	3,4			3,4				3,6	10,4
MINERA MERIDIAN	Tap Off Palestina			1,5			0,3	1,6		3,4
MINERA MICHILLA	Mejillones		2,9				6,0			8,9
MINERA QUEBRADA BLANCA	Collahuasi			9,0						9,0
MINERA RAYROCK	Tap Off Pampa				1,5					1,5
MINERA SPENCE	Spence		3,9		1,9		3,9		5,8	15,4
MINERA ZALDIVAR	Zaldivar	2,5	2,3	2,5	3,9	1,3	1,3	1,3	8,0	23,1
MOLY-COP	Chacaya				2,7					2,7
SQM	Tap Off El Loa			0,9	1,0	2,0	3,0	1,0	2,0	9,9
	Tap Off La Cruz	1,7	2,5							4,2
	Tap Off Nueva Victoria					1,5	1,4			2,9
	Tap Off Oeste	0,7						2,7		3,4
XSTRATA COPPER - ALTONORTE	Alto Norte		3,3				4,5		3,5	11,3
Total		45,3	50,4	89,8	84,8	87,0	80,8	123,4	111,9	673,4



6.2 CONTINGENCIAS CONSIDERADAS EN ANÁLISIS

Las contingencias severas ocurridas en los últimos 5 años y que se consideran relevantes para verificar el correcto diseño del EDAC por Subfrecuencia se muestran a continuación, en la Tabla N° 8:

Tabla N°8: Contingencias de mayor severidad con operación de EDAC ocurridas durante los últimos 5 años (2009-2013)

N° Evento CDC	Fecha Falla	Instalación Fallada	Desconexión de Generación [MW]	Frecuencia mín/max [Hz]	Escalón Operado
2057	26-08-2008	Configuración TG11 + TG12 + TV10 214 MW; CTM1 155,7 MW	370	48.63	4
2189	04-03-2009	Configuración U16-TG + U16-TV	342	48.52	5
2683	03-03-2011	Sub Estación Atacama (CC1 328,8 MW)	329	48.69	4
2842	19-07-2011	Configuración CTM2 156 MW (Carbón) (21:59); ANG1 254 MW (22:02)	410	48.51	5
2875	24-08-2011	Sub Estación Central Tocopilla U15-U16 (14:21); TG1-TG3 (14:23); U14 (14:46)	526	48.70	4
3019	16-02-2012	Configuración CTM2 (Carbón)	362	48.85	2
3316	08-05-2013	Segmento Línea 220 kV Central Tocopilla - Crucero.Circuito N°6A: Central Tocopilla - Tap Off El Loa	649	48.22	8



6.3 DESPACHOS CONSIDERADOS

En la Tabla N°9, se presenta el despacho base utilizado.

Tabla N°9: Despacho Base

Unidad Generadora	Caso Demanda Alta [MW]	Reserva Primaria [MW]	Unidad Generadora	Caso Demanda Baja [MW]	Reserva Primaria [MW]
ANG 2	230	10	ANG 2	220	10
ANG 1	230	10	ANG 1	170	10
U16	220	14	U16	220	14
CTM1	149	5	CTM1	149	5
CTM2	154	12	CTM2	154	12
CTA	150	5	CTA	150	5
CTH	150	5	CTH	-	-
CTTAR	140	7	CTTAR	140	7
NTO1	113	5	NTO1	135	5
NTO2	120	5	NTO2	130	5
U14	122	10	U14	122	10
U15	116	10	U15	116	10
U13	60	6	U13	80	6
U12	60	8	U12	80	8
CC1 (TG1A + 0.5 TV1C)	155	14	CC1 (TG1A + 0.5 TV1C)	155	14
Quebrada Blanca UGs	33	-	Quebrada Blanca UGs	33	-
PAM Turbogenerador	25	-	PAM Turbogenerador	25	-
Chuquicamata UGs 1-3	24	-	Chuquicamata UGs 1-3	24	-
CHAP1-2	3	-	CHAP1-2	5	-
CAVA	3	-	CAVA	3	-
TOTAL	2256	126	TOTAL	2110	121

Para el presente Estudio se considera la previsión de demandas informadas por las empresas en respuesta a la carta CDEC-SING N° 0034/2013 para el período Enero 2013 - Diciembre 2027.



6.4 EQUIPOS DE PROTECCIONES EDAC SUBFRECUENCIA: REGISTRO DE EVENTOS Y OSCILOGRAFÍAS

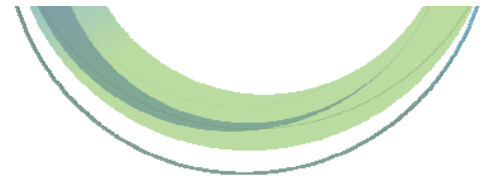
En la Tabla N° 10, se indican el detalle de las respuestas dadas por lo Coordinados a las solicitudes de información de la DO.

Tabla N°10: Coordinados que cuentan con Registro de Eventos y Oscilografías en formato Comtrade.

Coordinado	Cuenta con protecciones con registro oscilográfico	Envía Cronograma de adecuación	Fecha de implementación del EDAC con registro oscilográfico	Observación
EMEL (Elecda, Eliqsa y Emelari)	Sí	Sí	Agosto y Septiembre 2012 para configurar los equipos que disponen de registros oscilográficos y de eventos.	Informan que a excepción de S/E Quiani, todas las demás subestaciones cuentan con registros oscilográficos. No comprometen fecha para la normalización de los equipos de S/E Quiani.
MINERA ESCONDIDA	Sí	Sí	Agosto 2012	Deben configurar los equipos para que permitan el registro de eventos. Esta configuración finalizará el 31 de agosto de 2012, por lo tanto a partir de septiembre de 2012 comenzarán a enviar los antecedentes.
MINERA ESPERANZA	Sí	Sí	Diciembre 2012	Informan que cuentan con equipos Siemens con registros oscilográficos en formato SIGRA(es archivo comtrade). Adicionalmente informan que deben realizar una modificación para que las protecciones cuenten con estampa de tiempo con equipo GPS, lo que se encontrará implementado a fines del año 2012.
MINERA QUEBRADA BLANCA	Sí	Sí	Diciembre 2012	Deben habilitar la función de registros de eventos, para lo cual están en fase de cotización. Los trabajos se encontrarán finalizados a mediados de diciembre de 2012.
MINERA ZALDIVAR	Sí	Sí	Agosto 2012	Deben habilitar y configurar las protecciones para registrar falla. Esta tarea les demorará hasta fines de agosto de acuerdo a carta Gantt.
SOQUIMICH	Sí	Sí	Diciembre 2012	Informan que no cuentan con el software para ello, y que durante el año 2012 se encontrará operativo. Se solicitó que formalizaran mediante carta lo indicado, presentando una fecha estimada para su implementación, considerando plazos razonables.
MINERA EL TESORO	Sí	Sí	Mayo 2013	Actualmente envía los registros oscilográficos
GNL MEJILLONES	Sí			No envía registros oscilográficos
MINERA CERRO COLORADO	Sí			Envía los registros oscilográficos
MINERA XSTRATA LOMAS BAYAS	Sí			Envía los registros oscilográficos
MINERA ANGLO AMERICAN (Mantos Blancos)	Sí			Envía los registros oscilográficos

En relación a la tabla anterior se debe considerar lo siguiente:

- EMEL (Eliqsa, Emelari y Elecda) y Minera Esperanza envían registro oscilográfico en formato Comtrade.



- Minera Escondida, envía actualmente planillas Excel con los datos de corriente, voltajes y tiempos de actuación de las protecciones. A la fecha no envía los archivos Comtrade.
- SQM, Minera Zaldívar y Minera Quebrada Blanca, no han cumplido cronograma por lo que a la fecha no envían registros oscilográficos.

En la Tabla N°11, se indica el detalle de las respuestas dadas por lo coordinados que no indicaron no contar con protecciones con registro de eventos y oscilografías.

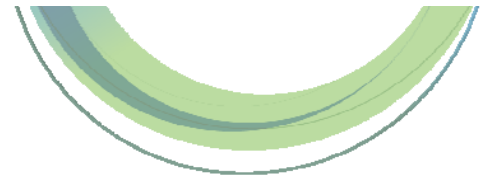
Tabla N°11: Coordinados que no cuentan con Registro de Eventos y Oscilografías en formato Comtrade.

Coordinado	Cuenta con protecciones con registro oscilográfico	Envía Cronograma de adecuación	Fecha de implementación del EDAC con registro oscilográfico	Observación
CODELCO CHILE	No	Sí	Segundo semestre del año 2013	
MINERA COLLAHUASI	No	Sí	Octubre 2012	No tienen protecciones con capacidad de registros. Adquirieron nuevas protecciones que reemplazarán los equipos antiguos.
ATACAMA AGUA Y TECNOLOGÍA	No	No	No indica	Se encuentran desarrollando un proyecto el que considera registros oscilográficos en formato COMTRADE. Los equipos entrarán en operación luego de pruebas con el CDEC, una vez se hayan integrado las variables SCADA.
MINERA MICHILLA	No	No	No indica	Solicitaron a Conecta implementar el reemplazo de equipos para contar con Registros Oscilográficos y COMTRADE. Queda pendiente el envío del cronograma de implementación.
MOLY-COP	No	No	No indica	Informan que durante el año 2012 contarán con protecciones con capacidad de registro de eventos y oscilográficos.
XSTRATACOPPER (ALTO NORTE)	No	No	No indica	

En la Tabla N°12, se indican los Coordinados que no respondieron a las consultas planteadas por la DO.

Tabla N°12: Coordinados que no dieron respuesta a consultas de la DO

Atacama Minerals
Enaex
Grace
Haldeman
Minera El Abra
Minera Gaby
Minera Meridian
Minera Rayrock
Minera Spence



6.5 DESEMPEÑO EDAC POR SUBFRECUENCIA POR COORDINADO

En la Tabla N° 13, se indican el detalle del desempeño de la operación del EDAC por Subfrecuencia, desglosado por Coordinado y por escalón.

Tabla N°13: Coordinados que cuentan con Registro de Eventos y Oscilografías en formato COMTRADE.

ENAEX

Subestación	Escalón	Carga Comprometida EDAC [MW]	Valor promedio Desempeño por Escalón [%]	Valor Promedio Operación por escalón [MW]	Total Carga Comprometida [MW]	Valor Promedio Desempeño [%]	Valor Promedio Operación EDAC [MW]
Mejillones	IV	1.7	47%	0.8	1.7	47.0%	0.80

MOLY-COP

Subestación	Escalón	Carga Comprometida EDAC [MW]	Valor promedio Desempeño por Escalón [%]	Valor Promedio Operación por escalón [MW]	Total Carga Comprometida [MW]	Valor Promedio Desempeño [%]	Valor Promedio Operación EDAC [MW]
Chacaya	IV	2.7	530%	14.3	2.7	265.0%	7.16

ATACAMA MINERALS

Subestación	Escalón	Carga Comprometida EDAC [MW]	Valor promedio Desempeño por Escalón [%]	Valor Promedio Operación por escalón [MW]	Total Carga Comprometida [MW]	Valor Promedio Desempeño [%]	Valor Promedio Operación EDAC [MW]
Aguas Blancas	V	1.4	0%	0.0	1.4	0.0%	0.00

ATACAMA AGUA

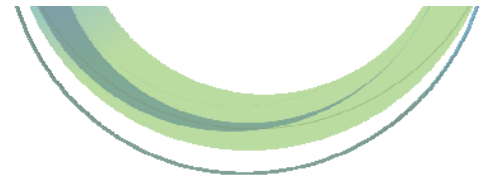
Subestación	Escalón	Carga Comprometida EDAC [MW]	Valor promedio Desempeño por Escalón [%]	Valor Promedio Operación por escalón [MW]	Total Carga Comprometida [MW]	Valor Promedio Desempeño [%]	Valor Promedio Operación EDAC [MW]
Tap Off Desalant	IV	0.934	50%	0.5	3.742	66.0%	2.47
Tap Off Desalant	VI	2.808	98%	2.8			

CODELCO CHILE - CHUQUICAMATA

Subestación	Escalón	Carga Comprometida EDAC [MW]	Valor promedio Desempeño por Escalón [%]	Valor Promedio Operación por escalón [MW]	Total Carga Comprometida [MW]	Valor Promedio Desempeño [%]	Valor Promedio Operación EDAC [MW]
Chuquicamata	I	3	13%	0.4	105	40.1%	42.08
Chuquicamata	II	7	62%	4.3			
Chuquicamata	III	13.5	66%	8.9			
Chuquicamata	IV	21	30%	6.3			
Chuquicamata	V	12.5	30%	3.8			
Chuquicamata	VI	12.5	34%	4.3			
Chuquicamata	VII	23.5	51%	12.0			
Chuquicamata	VIII	12	100%	12.0			

CODELCO CHILE - GABY

Subestación	Escalón	Carga Comprometida EDAC [MW]	Valor promedio Desempeño por Escalón [%]	Valor Promedio Operación por escalón [MW]	Total Carga Comprometida [MW]	Valor Promedio Desempeño [%]	Valor Promedio Operación EDAC [MW]
Gaby	I	4.8	86%	4.1	26.8	71.1%	19.06
Gaby	III	5.9	37%	2.2			
Gaby	V	5.1	100%	5.1			
Gaby	VI	4.9	100%	4.9			
Gaby	VIII	6.1	101%	6.1			



CODELCO CHILE – RADOMIRO TOMIC

Subestación	Escalón	Carga Comprometida EDAC [MW]	Valor promedio Desempeño por Escalón [%]	Valor Promedio Operación por escalón [MW]	Total Carga Comprometida [MW]	Valor Promedio Desempeño [%]	Valor Promedio Operación EDAC [MW]
Radomiro Tomic	I	3	63%	1.9	38.5	54.7%	21.05
Radomiro Tomic	III	11	70%	7.7			
Radomiro Tomic	V	11	0%	0.0			
Radomiro Tomic	VII	13.5	0%	0.0			

EMEL

Subestación	Escalón	Carga Comprometida EDAC [MW]	Valor promedio Desempeño por Escalón [%]	Valor Promedio Operación por escalón [MW]	Total Carga Comprometida [MW]	Valor Promedio Desempeño [%]	Valor Promedio Operación EDAC [MW]
Esmeralda	III	2.9	81%	7.2	49.9	72.6%	36.23
Cóndores	III	3.5					
Parinacota	III	2.5					
Esmeralda	IV	5.9	68%	6.6			
Cóndores	IV	3.9					
Parinacota	V	6.3	91%	5.7			
Calama	VI	6.5	0%	0.0			
Cóndores	VII	5.5	49%	2.7			
Esmeralda	VIII	12.9	56%	7.2			

GNL MEJILLONES

Subestación	Escalón	Carga Comprometida EDAC [MW]	Valor promedio Desempeño por Escalón [%]	Valor Promedio Operación por escalón [MW]	Total Carga Comprometida [MW]	Valor Promedio Desempeño [%]	Valor Promedio Operación EDAC [MW]
GNL Mejillones	IV	0.5	310%	1.6	1	266.7%	2.67
GNL Mejillones	VIII	0.5	180%	0.9			

GRACE

Subestación	Escalón	Carga Comprometida EDAC [MW]	Valor promedio Desempeño por Escalón [%]	Valor Promedio Operación por escalón [MW]	Total Carga Comprometida [MW]	Valor Promedio Desempeño [%]	Valor Promedio Operación EDAC [MW]
Mantos de la Luna	I	2	75%	1.5	4	50.3%	2.01
Mantos de la Luna	VII	2	0%	0.0			

HALDEMAN

Subestación	Escalón	Carga Comprometida EDAC [MW]	Valor promedio Desempeño por Escalón [%]	Valor Promedio Operación por escalón [MW]	Total Carga Comprometida [MW]	Valor Promedio Desempeño [%]	Valor Promedio Operación EDAC [MW]
Sagasca	II	0.9	78%	0.7	2.7	65.3%	1.76
Sagasca	IV	1.1	0%	0.0			
Sagasca	VIII	0.7	0%	0.0			

MINERA CERRO COLORADO

Subestación	Escalón	Carga Comprometida EDAC [MW]	Valor promedio Desempeño por Escalón [%]	Valor Promedio Operación por escalón [MW]	Total Carga Comprometida [MW]	Valor Promedio Desempeño [%]	Valor Promedio Operación EDAC [MW]
Cerro Colorado	II	3.5	106%	3.7	14	103.0%	14.42
Cerro Colorado	IV	3.5	0%	0.0			
Cerro Colorado	VI	3.5	0%	0.0			
Cerro Colorado	VIII	3.5	291%	10.2			



MINERA COLLAHUASI

Subestación	Escalón	Carga Comprometida EDAC [MW]	Valor promedio Desempeño por Escalón [%]	Valor Promedio Operación por escalón [MW]	Total Carga Comprometida [MW]	Valor Promedio Desempeño [%]	Valor Promedio Operación EDAC [MW]
Collahuasi	I	6.47	75%	4.8	53.17	89.4%	47.51
Collahuasi	IV	3.53	144%	5.1			
Collahuasi	V	14.8	74%	11.0			
Collahuasi	VII	14.76	95%	14.0			
Collahuasi	VIII	13.61	95%	12.9			

MINERA EL ABRA

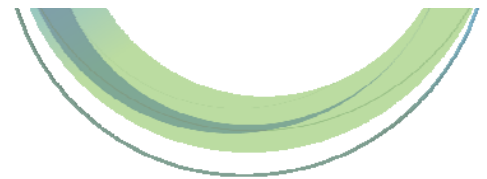
Subestación	Escalón	Carga Comprometida EDAC [MW]	Valor promedio Desempeño por Escalón [%]	Valor Promedio Operación por escalón [MW]	Total Carga Comprometida [MW]	Valor Promedio Desempeño [%]	Valor Promedio Operación EDAC [MW]
El Abra	I	2.5	54%	1.4	31.8	44.2%	14.07
El Abra	II	3.3	91%	3.0			
El Abra	III	6.4	88%	5.6			
El Abra	V	3.3	98%	3.2			
El Abra	VI	4.3	101%	4.3			
El Abra	VII	6	99%	5.9			
El Abra	VIII	6	99%	5.9			

MINERA EL TESORO

Subestación	Escalón	Carga Comprometida EDAC [MW]	Valor promedio Desempeño por Escalón [%]	Valor Promedio Operación por escalón [MW]	Total Carga Comprometida [MW]	Valor Promedio Desempeño [%]	Valor Promedio Operación EDAC [MW]
El Tesoro	I	0.8	98%	0.8	10.82	83.0%	8.98
El Tesoro	III	1.6	57%	0.9			
El Tesoro	IV	1.4	50%	0.7			
El Tesoro	V	0.8	100%	0.8			
El Tesoro	VII	6.22	100%	6.2			

MINERA ESCONDIDA

Subestación	Escalón	Carga Comprometida EDAC [MW]	Valor promedio Desempeño por Escalón [%]	Valor Promedio Operación por escalón [MW]	Total Carga Comprometida [MW]	Valor Promedio Desempeño [%]	Valor Promedio Operación EDAC [MW]
Escondida	I	1.5	28%	2.5	163.2	50.6%	82.60
Planta Óxidos	I	7.5					
Escondida	II	11.5	46%	7.1			
Laguna Seca	II	4					
Escondida	III	14.2	17%	2.4			
Escondida	IV	9					
Planta Óxidos	IV	8.6	88%	23.7			
Sulfuros	IV	9.3					
Planta Óxidos	V	13.5	83%	11.2			
Escondida	VI	8.6					
Sulfuros	VI	17.4	84%	21.8			
Escondida	VII	8.6					
Laguna Seca	VII	14	80%	24.8			
Sulfuros	VII	8.5					
Escondida	VIII	8.6	91%	24.5			
Sulfuros	VIII	8.1					
Coloso	VIII	3.7					
Estación Bombeo	VIII	6.6					



MINERA ESPERANZA

Subestación	Escalón	Carga Comprometida EDAC [MW]	Valor promedio Desempeño por Escalón [%]	Valor Promedio Operación por escalón [MW]	Total Carga Comprometida [MW]	Valor Promedio Desempeño [%]	Valor Promedio Operación EDAC [MW]
Esperanza	I	5.38	63%	3.4	49.84	59.8%	29.81
Esperanza	II	5.38	69%	3.7			
Esperanza	III	10.76	71%	7.7			
Esperanza	V	9.78	0%	0.0			
Esperanza	VII	13.53	0%	0.0			
Esperanza	VIII	5.01	0%	0.0			

MINERA LOMAS BAYAS

Subestación	Escalón	Carga Comprometida EDAC [MW]	Valor promedio Desempeño por Escalón [%]	Valor Promedio Operación por escalón [MW]	Total Carga Comprometida [MW]	Valor Promedio Desempeño [%]	Valor Promedio Operación EDAC [MW]
Lomas Bayas	III	3.8	119%	4.5	9.9	108.5%	10.74
Lomas Bayas	V	3.7	101%	3.7			
Lomas Bayas	VII	0.7	101%	0.7			
Lomas Bayas	VIII	1.7	69%	1.2			

MINERA MANTOS BLANCOS

Subestación	Escalón	Carga Comprometida EDAC [MW]	Valor promedio Desempeño por Escalón [%]	Valor Promedio Operación por escalón [MW]	Total Carga Comprometida [MW]	Valor Promedio Desempeño [%]	Valor Promedio Operación EDAC [MW]
Mantos Blancos	I	3.4	41%	1.4	10.4	34.0%	3.54
Mantos Blancos	IV	3.4	19%	0.6			
Mantos Blancos	VIII	3.6	0%	0.0			

MINERA MERIDIAN

Subestación	Escalón	Carga Comprometida EDAC [MW]	Valor promedio Desempeño por Escalón [%]	Valor Promedio Operación por escalón [MW]	Total Carga Comprometida [MW]	Valor Promedio Desempeño [%]	Valor Promedio Operación EDAC [MW]
Tap Off Palestina	III	1.5	37%	0.6	3.4	53.0%	1.80
Tap Off Palestina	VI	0.3	117%	0.4			
Tap Off Palestina	VII	1.6	70%	1.1			

MINERA MICHILLA

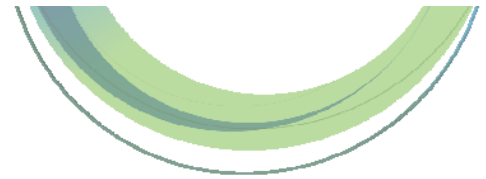
Subestación	Escalón	Carga Comprometida EDAC [MW]	Valor promedio Desempeño por Escalón [%]	Valor Promedio Operación por escalón [MW]	Total Carga Comprometida [MW]	Valor Promedio Desempeño [%]	Valor Promedio Operación EDAC [MW]
Mejillones	II	2.9	88%	2.6	8.9	93.5%	8.32
Mejillones	VI	6	140%	8.4			

MINERA QUEBRADA BLANCA

Subestación	Escalón	Carga Comprometida EDAC [MW]	Valor promedio Desempeño por Escalón [%]	Valor Promedio Operación por escalón [MW]	Total Carga Comprometida [MW]	Valor Promedio Desempeño [%]	Valor Promedio Operación EDAC [MW]
Collahuasi	III	9	130%	11.7	9	108.5%	9.77

MINERA SPENCE

Subestación	Escalón	Carga Comprometida EDAC [MW]	Valor promedio Desempeño por Escalón [%]	Valor Promedio Operación por escalón [MW]	Total Carga Comprometida [MW]	Valor Promedio Desempeño [%]	Valor Promedio Operación EDAC [MW]
Spence	II	3.9	86%	3.3	15.5	73.6%	11.40
Spence	IV	1.9	67%	1.3			
Spence	VI	3.9	0%	0.0			
Spence	VIII	5.8	155%	9.0			



MINERA ZALDIVAR

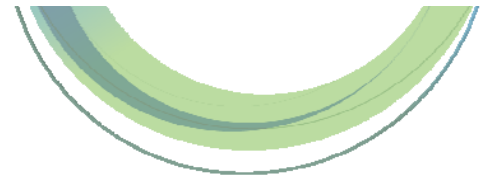
Subestación	Escalón	Carga Comprometida EDAC [MW]	Valor promedio Desempeño por Escalón [%]	Valor Promedio Operación por escalón [MW]	Total Carga Comprometida [MW]	Valor Promedio Desempeño [%]	Valor Promedio Operación EDAC [MW]
Zaldívar	I	2.5	111%	2.8	23.1	93.8%	21.67
Zaldívar	II	2.3	84%	1.9			
Zaldívar	III	2.5	143%	3.6			
Zaldívar	IV	3.9	47%	1.8			
Zaldívar	V	1.3	138%	1.8			
Zaldívar	VI	1.3	68%	0.9			
Zaldívar	VII	1.3	0%	0.0			
Zaldívar	VIII	8	0%	0.0			

SQM

Subestación	Escalón	Carga Comprometida EDAC [MW]	Valor promedio Desempeño por Escalón [%]	Valor Promedio Operación por escalón [MW]	Total Carga Comprometida [MW]	Valor Promedio Desempeño [%]	Valor Promedio Operación EDAC [MW]
Tap Off Oeste	I	0.7	22%	0.5	20.4	14.3%	2.92
Tap Off La Cruz	I	1.7					
Tap Off La Cruz	II	2.5	17%	0.4			
Tap Off El Loa	III	0.9	22%	0.2			
Tap Off El Loa	IV	1	0%	0.0			
Tap Off El Loa	V	2	0%	0.0			
Tap Off Nueva Victoria	V	1.5					
Tap Off El Loa	VI	3	0%	0.0			
Tap Off Nueva Victoria	VI	1.4					
Tap Off El Loa	VII	1	0%	0.0			
Tap Off Oeste	VII	2.7					
Tap Off El Loa	VIII	2	0%	0.0			

XSTRATA COPPER - ALTONORTE

Subestación	Escalón	Carga Comprometida EDAC [MW]	Valor promedio Desempeño por Escalón [%]	Valor Promedio Operación por escalón [MW]	Total Carga Comprometida [MW]	Valor Promedio Desempeño [%]	Valor Promedio Operación EDAC [MW]
Alto Norte	II	3.3	81%	2.7	11.3	81.4%	9.20
Alto Norte	VI	4.5	156%	7.0			
Alto Norte	VIII	3.5	0%	0.0			



6.6 CALIDAD DE SEÑALES EN EL SCADA

En la Tabla N° 14, se indican el detalle del desempeño de la operación del EDAC por Subfrecuencia, desglosado por Coordinado y por escalón.

Tabla N°14: Calidad de señales integradas al SCADA por Coordinado

Coordinado	Señal Potencia por Escalón (P/Q) Si/No		Señal Operación EDAC por escalón Si/No	Señal Habilitación EDAC Si/No
	Potencia activa	Potencia reactiva		
ATACAMA AGUA	Si / Bad	Si / Bad	Si / Bad	Si / Bad
CODELCO CHILE (Chuquicamata)	Si / Bad	Si / Bad	Si / Bad	Si / Bad
CODELCO CHILE (Gaby)	Si / Bad	Si / Bad	Si / Bad	Si / Bad
CODELCO CHILE (Radomiro Tomic)	Si / Good	Si / Good	Si / Bad	Si / Bad
EMEL	Si / Bad	Si / Bad	Si / Bad	Si / Bad
GRACE	Si / Bad	Si / Bad	Si / Bad	Si / Bad
HALDEMAN	No integrado	No integrado	No integrado	No integrado
MINERA CERRO COLORADO	No integrado	No integrado	No integrado	No integrado
MINERA COLLAHUASI	Si / Good	Si / Good	Si / Good	Si / Good
MINERA EL ABRA	Si / Good	Si / Good	Si / Bad	Si / Bad
MINERA EL TESORO	Si / Good	Si / Good	Si / Good	Si / Bad
MINERA ESCONDIDA	Si / Good	Si / Good	Si / Bad	Si / Bad
MINERA ESPERANZA	Si / Bad	Si / Bad	Si / Bad	Si / Bad
MINERA LOMAS BAYAS	Si / Good	Si / Good	Si / Good	Si / Good
MINERA MANTOS BLANCOS	Si / Good	Si / Good	Si / Bad	Si / Bad
MINERA MERIDIAN	No integrado	No integrado	No integrado	No integrado
MINERA MICHILLA	Si / Good	Si / Good	Si / Good	Si / Bad
MINERA QUEBRADA BLANCA	Si / Bad	Si / Bad	Si / Bad	Si / Bad
MINERA SPENCE	Si / Good	Si / Good	Si / Bad	Si / Bad
MINERA ZALDIVAR	Si / Bad	Si / Bad	Si / Good	Si / Good
SQM	No integrado	No integrado	No integrado	No integrado
XSTRATA COPPER - ALTONORTE	Si / Bad	Si / Bad	Si / Good	Si / Bad
ENAEX	Si / Good	Si / Good	Si / Good	Si / Good
ATACAMA MINERALS	Si / Bad	Si / Bad	Si / Bad	Si / Bad
MOLY-COP	No integrado	No integrado	No integrado	No integrado
GNL MEJILLONES	No integrado	No integrado	No integrado	No integrado



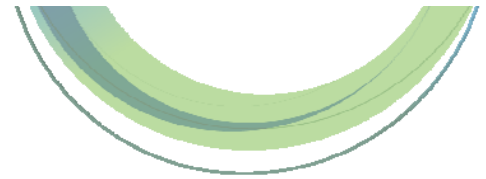
6.7 VARIACIÓN EDAC POR SUBFRECUENCIA EN HORIZONTE DE EVALUACIÓN

En la Tabla N°15, se muestra la variación que sufrirán las demandas del Sistema y el EDAC implementado, desglosado por Coordinado.

Tabla N°15: Variación EDAC Subfrecuencia años 2013, 2014 y 2015.

Coordinado	S/E	Total EDAC 2013 [MW]	Total EDAC 2014 [MW]	Total EDAC 2015 [MW]	Demanda 2013 [MW]	Porcentaje EDAC/Dda 2013	Demanda 2014 [MW]	Porcentaje EDAC/Dda 2014	Demanda 2015 [MW]	Porcentaje EDAC/Dda 2015
ALGORTA NORTE	Algorta Norte ⁸	3.430	3.430	3.430	9.80	35.00%	9.80	35.00%	9.80	35.00%
MINERA QUADRA	Sierra Gorda ⁸	10.290	10.290	41.160	29.40	35.00%	29.40	35.00%	117.60	35.00%
ANTOFAGASTA MINERALS	Antucoya ⁸	0.000	15.435	15.435	0.00	0.00%	44.10	35.00%	44.10	35.00%
ATACAMA AGUA	Tap Off Desalant	3.742	3.742	3.742	9.58	39.05%	9.58	39.05%	9.58	39.05%
CODELCO CHILE	Chuquicamata	105.000	105.000	105.000	260.34	40.33%	266.57	39.39%	252.19	41.64%
	Gaby	26.800	26.800	26.800	65.29	41.05%	65.02	41.22%	63.37	42.29%
	Radomiro Tomic	38.500	38.500	38.500	100.68	38.24%	100.68	38.24%	100.68	38.24%
CODELCO CHILE	Ministro Hales ⁸	33.271	33.271	33.271	95.06	35.00%	95.06	35.00%	95.06	35.00%
ELECDA	Calama	6.500	6.500	6.500	68.40	41.23%	68.40	41.23%	68.40	41.23%
	Esmeralda	21.700	21.700	21.700						
ELIQUA	Cóndores	12.900	12.900	12.900	65.19	19.79%	68.68	18.78%	73.11	17.64%
EMELARI	Parinacota	8.800	8.800	8.800	30.84	28.53%	30.84	28.53%	30.84	28.53%
ENAEX	Central Diesel Enaex	1.700	1.700	1.700	7.50	22.67%	7.50	22.67%	7.50	22.67%
GNL MEJILLONES	GNL Mejillones	1.000	1.000	1.000	3.26	30.67%	3.26	30.67%	3.26	30.67%
GRACE	Mantos de la Luna	4.000	4.000	4.000	8.33	48.02%	9.72	41.15%	9.72	41.15%
HALDEMAN	Sagasca	2.693	2.693	2.693	8.61	31.28%	8.61	31.28%	8.61	31.28%
MINERA ATACAMA MINERALS	Aguas Blancas	1.400	1.400	1.400	3.61	38.78%	3.88	36.08%	6.66	21.02%
MINERA CERRO COLORADO	Cerro Colorado	14.000	14.000	14.000	37.42	37.41%	40.62	34.47%	35.78	39.13%
MINERA COLLAHUASI	Collahuasi	53.170	53.170	53.170	176.66	30.10%	181.31	29.33%	197.81	26.88%
MINERA EL ABRA	El Abra	31.810	31.810	31.810	86.95	36.58%	84.48	37.65%	82.18	38.71%
MINERA EL TESORO	El Tesoro	10.792	10.792	10.792	34.72	31.08%	36.11	29.89%	30.55	35.33%
MINERA ESCONDIDA	Coloso	3.700	3.700	3.700	402.65	40.92%	489.15	37.60%	627.31	36.66%
	Escondida	62.000	62.000	62.000						
	Laguna Seca	18.000	18.000	18.000						
	Planta Óxidos	29.600	29.600	29.600						
	Sulfuros	43.300	43.300	43.300						
	Tap Off Estación de bombeo N°2	2.200	2.200	2.200						
	Tap Off Estación de bombeo N°3	2.200	2.200	2.200						
	Tap Off Estación de bombeo N°4	2.200	2.200	2.200						
	OGP1 ⁸	0.00	12.30	58.31						
	OLAP9	0.00	6.86	6.86						
BOOSTER ⁸	1.58	1.58	1.58							
MINERA ESPERANZA	Espesanza	49.840	49.840	49.840	140.40	35.50%	140.40	35.50%	140.40	35.50%
MINERA LOMAS BAYAS	Lomas Bayas	9.910	9.910	9.910	38.49	25.75%	38.49	25.75%	38.49	25.75%
MINERA MANTOS BLANCOS	Mantos Blancos	10.367	10.367	10.367	28.41	36.49%	28.92	35.85%	28.67	36.16%
MINERA MERIDIAN	Tap Off Palestina	3.380	3.380	3.380	15.17	22.28%	17.63	19.17%	12.89	26.22%

⁸ Nuevo Consumo que se incorporará al EDAC



Coordinado	S/E	Total EDAC 2013 [MW]	Total EDAC 2014 [MW]	Total EDAC 2015 [MW]	Demanda 2013 [MW]	Porcentaje EDAC/Dda 2013	Demanda 2014 [MW]	Porcentaje EDAC/Dda 2014	Demanda 2015 [MW]	Porcentaje EDAC/Dda 2015
MINERA MICHILLA	Mejillones	8.850	8.850	8.850	19.45	45.50%	18.91	46.80%	18.76	47.17%
MINERA QUEBRADA BLANCA	Collahuasi	9.000	9.000	9.000	35.00	25.71%	39.00	23.08%	35.00	25.71%
MINERA RAYROCK	Tap Off Pampa	1.500	1.500	1.500	2.57	58.37%	2.57	58.37%	2.57	58.37%
MINERA SPENCE	Spence	15.380	15.380	15.380	70.50	21.82%	81.87	18.79%	81.87	18.79%
MINERA ZALDIVAR	Zaldivar	23.100	23.100	23.100	63.49	36.38%	64.14	36.01%	65.12	35.47%
MOLY-COP	Chacaya	2.700	2.700	2.700	8.21	32.89%	8.21	32.89%	8.21	32.89%
Norgener	Norgener ⁹	2.40	2.40	2.40	6.86	35.00%	6.86	35.00%	6.86	35.00%
SQM	Tap Off El Loa	9.850	9.850	9.850	71.91	28.33%	87.76	23.21%	90.68	22.46%
	Tap Off La Cruz	4.180	4.180	4.180						
	Tap Off Nueva Victoria	2.940	2.940	2.940						
	Tap Off Oeste	3.400	3.400	3.400						
XSTRATA COPPER - ALTONORTE	Alto Norte	11.300	11.300	11.300	40.88	27.64%	40.88	27.64%	40.88	27.64%
Total		724.376	758.971	835.851	2045.63	35.41%	2228.41	34.06%	2444.51	34.19%

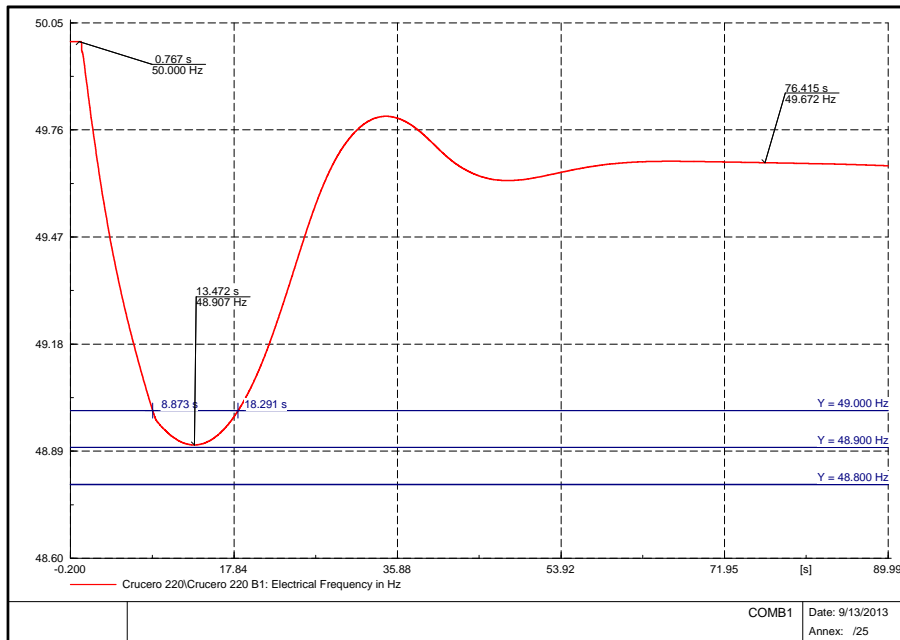
⁹ Nuevo Consumo que se incorporará al EDAC



6.8 RESULTADO SIMULACIONES CONSIDERANDO EDAC VIGENTE

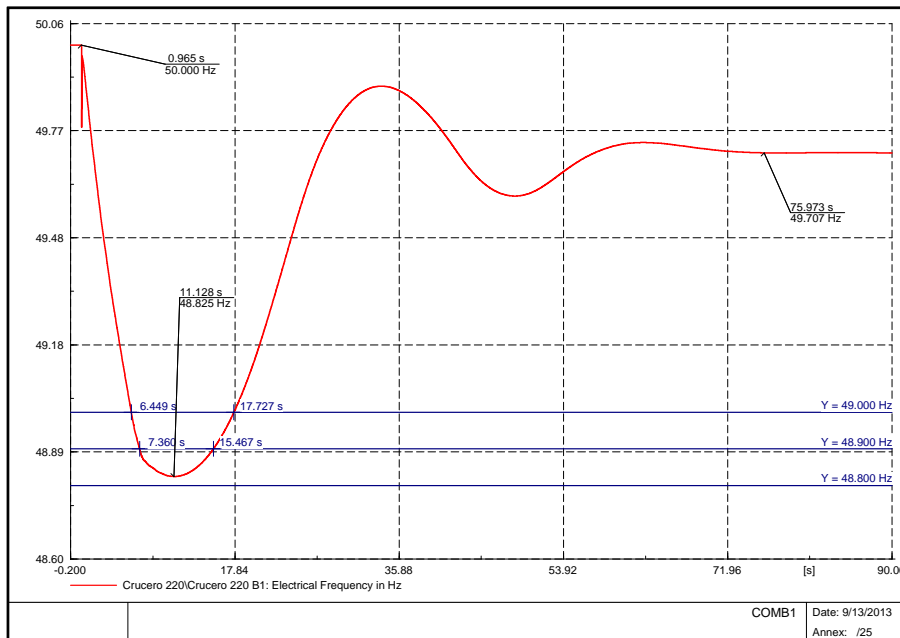
6.8.1 OPERACIÓN DEL PRIMER ESCALÓN DEL EDAC.

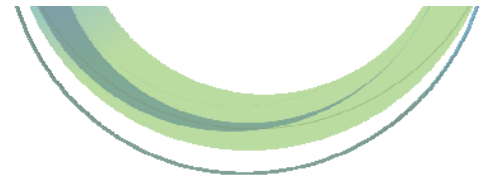
- Variación de la frecuencia considerando una desconexión de 160 MW de Generación y una RGP de 70 MW.



6.8.2 OPERACIÓN DEL SEGUNDO ESCALÓN DEL EDAC.

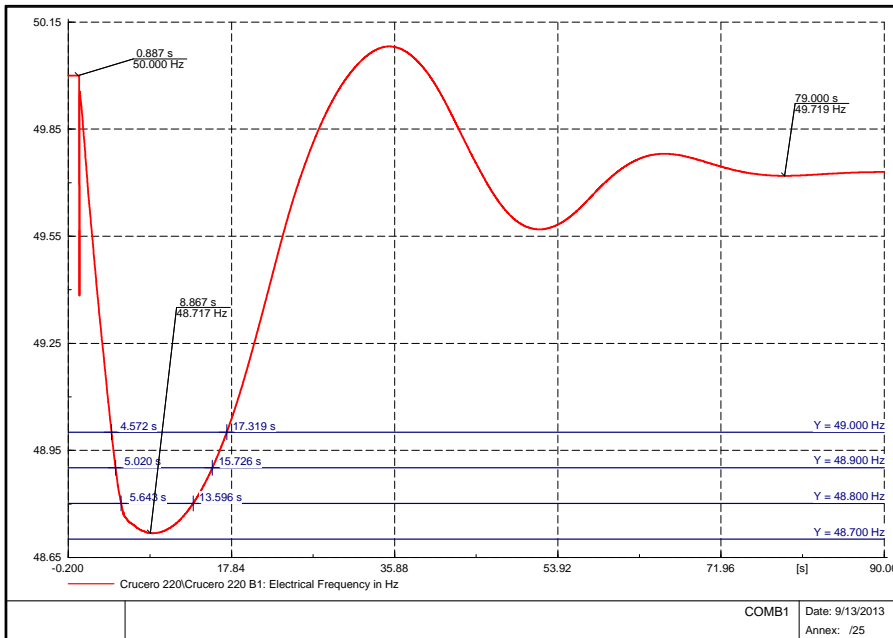
- Variación de la frecuencia considerando una desconexión de 200 MW de Generación y una RGP de 70 MW.





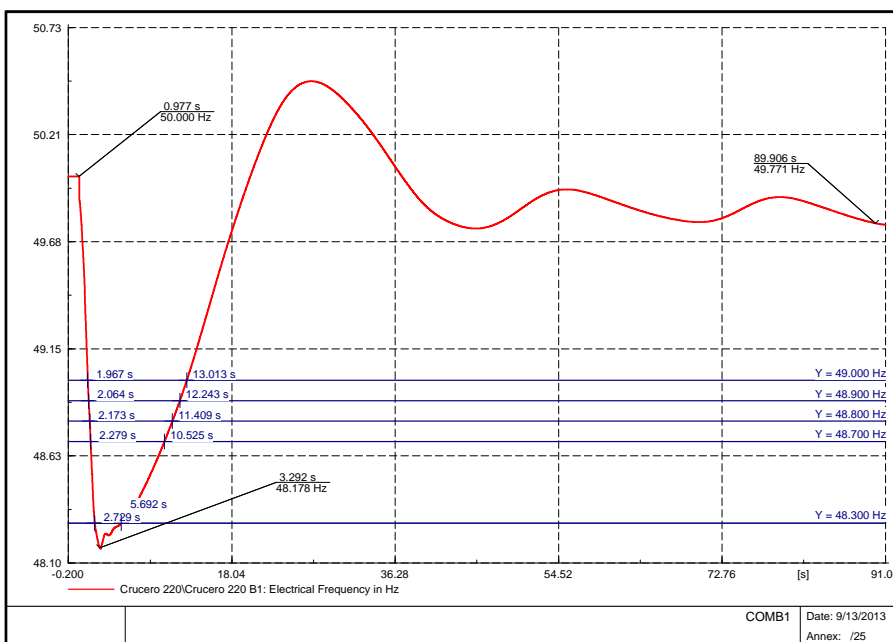
6.8.3 OPERACIÓN DEL TERCER ESCALÓN DEL EDAC.

- Variación de la frecuencia considerando una desconexión de 250 MW de Generación y una RGP de 70 MW.



6.8.4 DESCONEXIÓN DE UN BLOQUE DE GENERACIÓN DE 583 MW NETOS

- Variación de la frecuencia considerando una desconexión de 583 MW de Generación y una RGP de 70 MW.





Cabe destacar que los valores obtenidos para las distintas desconexiones de generación que producen la operación de los primeros escalones del EDAC por Subfrecuencia, consideran una reserva primaria acorde con lo establecido en el Estudio de Control de Frecuencia vigente, esto es superior a 70 MW. Para esto se ha considerado que no todas las unidades consideradas en el Despacho Base, aportan a la reserva primaria.

Dado el nivel actual de demanda, el programa de generación resultante posee una reserva primaria, que en promedio, es superior al mínimo requerido de 70 MW, siendo esta del orden de 100 – 120 MW. Con esto, se espera que el desempeño del sistema ante desconexiones de generación pueda ser mejor que lo indicado, lo que dependerá del monto de reserva primaria programada y la que efectivamente aporten las unidades una vez ocurrida una contingencia.