



---

**ESTUDIO**

**ESQUEMAS DE DESCONEXIÓN**

**AUTOMÁTICOS DE CARGA**

**Noviembre 2013 - Octubre 2015**

---



**CDEC-SIC**

**Versión Final**  
**Octubre de 2013**

## Índice

<b>I</b>	<b>EDAC POR BAJA FRECUENCIA (EDAC BF)</b> .....	<b>3</b>
1.	ANTECEDENTES .....	3
<b>II</b>	<b>REVISIÓN DEL EDAC BF HABILITADO</b> .....	<b>4</b>
2.	EDAC BAJA FRECUENCIA .....	4
2.1	Revisión del EDAC BF actualmente habilitado .....	4
3.	EFFECTIVIDAD DEL EDAC BF ACTUALMENTE OPERATIVO .....	8
4.	CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS AL EDAC BF ACTUALMENTE OPERATIVO .....	17
<b>III</b>	<b>ADECUACIÓN DEL EDAC POR BAJA FRECUENCIA</b> .....	<b>17</b>
5.	ANÁLISIS DE FACTORES PARA EL DISEÑO DEL EDAC BF .....	17
5.1	Parque Generador y Sistema de Transmisión .....	17
5.2	Previsión de consumos .....	19
5.3	Modo de Regulación de Frecuencia .....	20
5.4	Plan de defensa contra contingencias extremas .....	20
6.	PROYECCIÓN DEL EDAC BF .....	21
7.	CONCLUSIONES GENERALES EDAC BF .....	24
8.	CENTROS DE CONTROL ENCARGADOS DE COMUNICACIONES DE VOZ PARA RECUPERACIÓN DE CONSUMOS .....	25
<b>IV</b>	<b>ANÁLISIS MEDIANTE SIMULACIONES DINÁMICAS DEL EDAC BF</b> .....	<b>25</b>
<b>V</b>	<b>EDAC POR BAJA TENSIÓN (EDAC BT)</b> .....	<b>26</b>
<b>VI</b>	<b>LÍMITES MÍNIMOS DE SEGURIDAD Y CALIDAD DE SERVICIO</b> .....	<b>26</b>
	<b>ANEXO 1</b> .....	<b>28</b>
	<b>Detalle del EDAC BF habilitado al 30 de Septiembre de 2013</b> .....	<b>28</b>
	<b>ANEXO 2</b> .....	<b>54</b>
	<b>Detalle Simulaciones Dinámicas Escenario de Demanda Alta</b> .....	<b>54</b>
	<b>ANEXO 3</b> .....	<b>67</b>
	<b>Detalle Simulaciones Dinámicas Escenario de Demanda Baja</b> .....	<b>67</b>
	<b>ANEXO 4</b> .....	<b>80</b>
	<b>Tabla de Comunicaciones Operativas entre los Coordinados y el CDC (CC, COR)</b> .....	<b>80</b>

## **Introducción y Objetivos**

El presente informe se fundamenta en la "Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio de los Sistemas Interconectados" (NT) vigente, la cual establece los siguientes objetivos para el estudio EDAC:

- *Será responsabilidad de la DO realizar los estudios periódicos para revisar y verificar la efectividad de los EDAC y sus resultados deberán ser publicados en el sitio WEB del CDEC. Esta periodicidad será de al menos cada 2 años. (Art.5-22)*
- *La DO realizará el Estudio de EDAC, al menos con periodicidad bianual, para revisar y adecuar los EDAC vigentes. El estudio se realizará para un horizonte de 24 meses, y se revisará y ajustará a la finalización de ese período, o antes de su finalización, si se producen incorporaciones o modificaciones importantes en el SI que puedan afectar el correcto funcionamiento de cada EDAC. (Art.6-54)*

Conforme lo señalado, el presente informe muestra un análisis y conclusiones de la *revisión* y *adecuación* de los Esquemas de Desconexión Automática de Carga por Baja Frecuencia (EDAC BF) vigentes.

Por otra parte, se revisa la necesidad de implementar relés de desconexión de carga por subtensión (EDAC BT).

Finalmente, se discute acerca de la necesidad de revisar los límites mínimos de seguridad y calidad de servicio, en lo que respecta a los porcentajes de demanda a afectar por los EDAC estudiados ante cada contingencia.

## **I EDAC por Baja Frecuencia (EDAC BF)**

### **1. Antecedentes**

El EDAC por subfrecuencia exigido por la NT se puso en servicio el jueves 26 de Octubre de 2006 y para efectos del presente estudio, la etapa de *revisión* del esquema comprenderá un análisis del EDAC operativo al mes de Septiembre del año 2013 y un análisis de las operaciones reales más importantes del esquema en los últimos 24 meses.

Por otra parte, se analizan los factores que pudiesen afectar y modificar el diseño del EDAC por subfrecuencia, se hace un análisis del esquema final proyectado a Octubre del año 2015 y, además, se verifica mediante simulaciones dinámicas el comportamiento de la frecuencia del sistema ante la operación del esquema EDAC vigente.



## II Revisión del EDAC BF Habilitado

### 2. EDAC Baja Frecuencia

De acuerdo con lo establecido en el primer Estudio EDAC, publicado en su versión final el 12 de Enero de 2006, se determinó un esquema compuesto por seis escalones, de los cuales dos serán activados por gradiente de frecuencia (-0.6 Hz/seg) y supervisados por frecuencia absoluta (49.0 Hz y 48.8 Hz), mientras que los cuatro escalones restantes operarán sólo por frecuencia absoluta (48.9 Hz, 48.7 Hz, 48.5 Hz y 48.3 Hz).

El siguiente cuadro resume el EDAC por baja frecuencia definido, donde los porcentajes están referidos a la demanda de cada zona:

	Porcentajes de Participación en EDAC por Baja Frecuencia						% TOTAL
	49.0 Hz	48,9 Hz	48.8 Hz	48.7 Hz	48.5 Hz	48,3 Hz	
<b>Ajuste umbral Frecuencia</b>	49.0 Hz	48,9 Hz	48.8 Hz	48.7 Hz	48.5 Hz	48,3 Hz	
<b>Ajuste Gradiente de Frecuencia</b>	-0.6 [Hz/seg]	---	-0.6 [Hz/seg]	---	---	---	
<b>ZONA</b>	[MW]	[MW]	[MW]	[MW]	[MW]	[MW]	
<b>Atacama</b>	7.2%	1.8%	7.2%	1.8%	1.8%	1.8%	<b>21.6%</b>
<b>Coquimbo</b>	7.2%	1.8%	7.2%	1.8%	1.8%	1.8%	<b>21.6%</b>
<b>Quinta Región</b>	7.2%	1.8%	7.2%	1.8%	1.8%	1.8%	<b>21.6%</b>
<b>Metropolitana (*)</b>	7.2% (3.6%)	1.8% (3.6%)	7.2% (3.6%)	1.8% (3.6%)	1.8% (3.6%)	1.8% (3.6%)	<b>21.6%</b>
<b>Troncal centro</b>	7.2%	1.8%	7.2%	1.8%	1.8%	1.8%	<b>21.6%</b>
<b>Sistema 154 - 66 kV</b>	7.2%	1.8%	7.2%	1.8%	1.8%	1.8%	<b>21.6%</b>
<b>Charrúa</b>	7.2%	1.8%	7.2%	1.8%	1.8%	1.8%	<b>21.6%</b>
<b>Concepción</b>	7.2%	1.8%	7.2%	1.8%	1.8%	1.8%	<b>21.6%</b>
<b>Araucanía</b>	7.2%	1.8%	7.2%	1.8%	1.8%	1.8%	<b>21.6%</b>
<b>% TOTAL DE CARGA DEL SIC QUE PARTICIPA DEL ESQUEMA</b>							<b>21.6%</b>

(\*) Porcentajes entre paréntesis corresponden a lo solicitado a la empresa Chilectra.

#### 2.1 Revisión del EDAC BF actualmente habilitado

A partir del día jueves 26 de Octubre de 2006 a las 00:00 horas, quedó operativo el EDAC BF de las empresas que, a esa fecha, tenían su Solicitud de Habilitación aprobada por la DO. Posteriormente, se han incorporado las empresas que han aprobado el proceso de habilitación para participar en el EDAC BF.

A continuación, se resume el estado de cada empresa con respecto al avance en el proceso de habilitación e implementación del EDAC:

<b>EDAC OPERATIVO</b>		
<b>CODELCO SALVADOR</b>	<b>PANELES ARAUCO S.A.</b>	<b>C.E. LITORAL</b>
<b>MIN. MANTOS DE ORO</b>	<b>CELULOSA ARAUCO Y CONSTITUCIÓN</b>	<b>ENAP REFINERÍAS ACONCAGUA</b>
<b>MIN. VALLE CENTRAL</b>	<b>CGE DISTRIBUCIÓN</b>	<b>ELECDA</b>
<b>CAP</b>	<b>COPELEC</b>	<b>EMELAT</b>
<b>INSTAPANEL</b>	<b>COOP. CURICO</b>	<b>EMELECTRIC</b>
<b>CEMENTOS BIO BIO</b>	<b>COPELAN</b>	<b>CIA MINERA LA CANDELARIA</b>
<b>CMPC CELULOSA</b>	<b>CODINER</b>	<b>ENAMI H.V. LIRA</b>
<b>CEMENTOS POLPAICO</b>	<b>CONAFE</b>	<b>MIN. OJOS DEL SALADO (MINERA AUREX CHILE)</b>
<b>CMPC MADERAS(COPIHUE-MININCO)</b>	<b>CMPC PAPELES CORDILLERA</b>	<b>CIA. MINERA CARMEN DE ANDACOLLO</b>
<b>E.E. PTE. ALTO</b>	<b>LUZ LINARES</b>	<b>ANGLOAMERICAN CHILE - DIV. MANTOVERDE</b>
<b>ASERRADEROS ARAUCO - ASERRADEROS VIÑALES</b>	<b>LUZ PARRAL</b>	<b>CEMENTO MELON</b>
<b>COELCHA <sup>(1)</sup></b>	<b>LUZ CHARRÚA</b>	<b>CHILQUINTA</b>
<b>CMPC CARTULINAS - MAULE</b>	<b>COOP. OSORNO</b>	<b>OCCIDENTAL CHEMICAL (OXY)</b>
<b>MASISA</b>	<b>FRONTEL</b>	<b>EKA CHILE <sup>(2)</sup></b>
<b>NORSKE SKOG PAP. BIO BIO</b>	<b>SAESA</b>	<b>MOLY COP</b>
<b>CMPC CARTULINAS – CHUMPULLO/PLANTA VALDIVIA</b>	<b>METRO</b>	<b>PETROQUÍMICA DOW</b>
<b>ANGLOAMERICAN CHILE - DIV. EL SOLDADO y CHAGRES</b>	<b>CHILECTRA</b>	<b>INCHALAM</b>
<b>INDURA</b>	<b>ANGLOAMERICAN CHILE - DIV. LOS BRONCES</b>	<b>MIN. MARICUNGA</b>
<b>PETROQUIM</b>	<b>ENAP REFINERÍAS BIO BIO</b>	<b>CRISTALERÍAS DE CHILE</b>
<b>CODELCO VENTANAS</b>	<b>CODELCO ANDINA</b>	<b>CODELCO EL TENIENTE</b>
<b>MINERA LOS PELAMBRES</b>	<b>AGROSUPER <sup>(1)</sup></b>	<b>CÍA. MINERA PACÍFICO</b>
<b>CEMIN</b>	<b>MERVAL</b>	<b>FUNDICIÓN TALLERES</b>
<b>GNL QUINTERO</b>	<b>MINERA CENTENARIO COPPER (FRANKE) <sup>(3)</sup></b>	<b>PLANTA DE PANELES MDP TENO ARAUCO BIOENERGÍA S.A.</b>
<b>MINERA LAS CENIZAS <sup>(3)</sup></b>		
<b>SOLICITUD DE HABILITACIÓN EN ANÁLISIS U OBSERVADA</b>		
<b>S/E Manto Verde (ANGLOAMERICAN CHILE - DIV. MANTOVERDE)</b>	<b>Planta Coronel (CEMENTOS POLPAICO)</b>	
<b>EN PROCESO DE EVALUACIÓN O IMPLEMENTACIÓN DEL EDAC</b>		
<b>CRELL <sup>(4)</sup></b>	<b>SOCOEPA <sup>(4)</sup></b>	
<b>S/E YERBAS BUENAS (LUZ LINARES) <sup>(4)</sup></b>		

(1) Listo para habilitar, a la espera que tomen carga.

(2) Actualización del EDAC pendiente (EKA Chile se retiró del EDAC conjunto que mantenía con las empresas DOW y OXY, mantiene EDAC provisorio).

(3) Pendiente solicitud formal de Habilitación

(4) Pendiente Protocolos de pruebas y solicitud de habilitación

En Anexo 1 se presenta el detalle del EDAC operativo al 30 de Septiembre de 2013.

Los siguientes cuadros resumen los montos de carga del EDAC operativo a la fecha y se compara con respecto a los montos de carga solicitados para un escenario de demanda de 7246 MW en el SIC (máxima demanda periodo invierno 2013, ocurrida el día 26.06.2013, a las 12 hrs.). Lo anterior, se realizó para los casos en que la tasa de caída de frecuencia es menor a 0.6 [Hz/seg] y mayor o igual a 0.6 [Hz/seg].

a) Tasa de caída de la frecuencia menor a 0.6 [Hz/seg]

Para el caso en que la tasa de caída de frecuencia sea menor a 0.6 [Hz/seg], es decir, operen sólo los cuatro escalones por frecuencia absoluta (48.9 Hz, 48.7 Hz, 48.5 Hz y 48.3 Hz), se observa que los clientes habilitados a la fecha informaron la implementación de un monto de desconexión de carga referencial, para demanda alta de 961 MW, con lo cual superaría en un 23,8% (185 MW) el monto de carga de 777 MW exigido para el total de clientes del SIC.

ZONA	MONTOS DE CARGA [MW] PARA TASA DE CAÍDA DE LA FRECUENCIA MENOR A 0.6 HZ/SEG																				
	ESCALÓN 1			ESCALÓN 2			ESCALÓN 3			ESCALÓN 4			ESCALÓN 5			ESCALÓN 6			TOTAL		
	49 Hz,			48.9 Hz			48.8 Hz,			48.7 Hz			48.5 Hz			48.3 Hz					
	-0.6 Hz/seg						-0.6 Hz/seg														
	S*	I**	Δ	S*	I**	Δ	S*	I**	Δ	S*	I**	Δ	S*	I**	Δ	S*	I**	Δ	S*	I**	Δ
ATACAMA	N/A	N/A	N/A	8	17	10	N/A	N/A	N/A	8	18	11	8	16	8	8	3	-4	30	54	24
COQUIMBO	N/A	N/A	N/A	8	15	6	N/A	N/A	N/A	8	15	7	8	14	6	8	19	11	34	63	30
QUINTA REGIÓN	N/A	N/A	N/A	11	6	-5	N/A	N/A	N/A	11	14	4	11	16	6	11	6	-5	43	42	-1
METROPOLITANA	N/A	N/A	N/A	128	121	-7	N/A	N/A	N/A	128	133	6	128	136	8	128	131	4	510	521	11
TRONCAL CENTRO	N/A	N/A	N/A	2	3	0	N/A	N/A	N/A	2	5	2	2	10	7	2	1	-1	9	18	9
SISTEMA 154-66 KV	N/A	N/A	N/A	13	42	29	N/A	N/A	N/A	13	30	18	13	25	12	13	26	13	50	122	72
CHARRÚA	N/A	N/A	N/A	6	2	-4	N/A	N/A	N/A	6	9	4	6	7	1	6	4	-2	24	22	-1
CONCEPCIÓN	N/A	N/A	N/A	9	34	25	N/A	N/A	N/A	9	16	7	9	9	0	9	15	7	35	74	39
ARAUCANÍA	N/A	N/A	N/A	10	10	0	N/A	N/A	N/A	10	13	3	10	11	1	10	8	-2	40	43	2
<b>TOTAL</b>	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>	<b>194</b>	<b>249</b>	<b>55</b>	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>	<b>194</b>	<b>255</b>	<b>61</b>	<b>194</b>	<b>243</b>	<b>49</b>	<b>194</b>	<b>215</b>	<b>20</b>	<b>777</b>	<b>961</b>	<b>185</b>

-S\* : MW solicitados para la máxima demanda del año 2013 (7246 MW).

-I\*\* : MW referenciales implementados por las empresas para demanda alta.

-Se destaca en rojo y azul aquellos escalones deficitarios y excedentarios por más de 10 MW, respectivamente.

El análisis del monto de desprendimiento de carga total en el SIC, por zona, muestra que no existe déficit de demanda por zona de acuerdo con el monto de desprendimiento exigido. Por otra parte, las zonas más excedentarias son el Sistema 154-66 kV (72 MW), Concepción (39 MW), Coquimbo (30 MW) y Atacama (24 MW).

El análisis del monto de desprendimiento de carga total en el SIC, por escalón, muestra que no existe déficit de demanda por escalón en el Sistema Interconectado Central de acuerdo con el monto de desprendimiento exigido.

Analizando en detalle los escalones del EDAC BF de cada zona, se observan que los más excedentarios son los escalones N°2, N°4, N°5 y N°6 del Sistema 154-66 kV (29 MW, 18 MW, 12 MW y 13 MW, respectivamente), el escalón N°4 de la zona Atacama (11 MW), el escalón N°6 de la zona de Coquimbo (11 MW) y el escalón N°2 de la zona de Concepción (25 MW).

b) Tasa de caída de la frecuencia mayor o igual a 0.6 [Hz/seg]

Para el caso en que la tasa de caída de frecuencia sea mayor o igual a 0.6 [Hz/seg], es decir, se cumplieren las condiciones para operar los seis escalones del EDAC, se observa que los clientes habilitados a la fecha informaron la implementación de un monto de desconexión de carga referencial, para demanda alta, de 1807 MW, con lo cual superaría en un 15,4 % (242 MW) el monto de carga de 1565 MW exigido para el total de clientes del SIC.

ZONA	MONTOS DE CARGA [MW] PARA TASA DE CAÍDA DE LA FRECUENCIA MAYOR O IGUAL A 0.6 HZ/SEG																				
	ESCALÓN 1			ESCALÓN 2			ESCALÓN 3			ESCALÓN 4			ESCALÓN 5			ESCALÓN 6			TOTAL		
	49 Hz,			48.9 Hz			48.8 Hz,			48.7 Hz			48.5 Hz			48.3 Hz					
	-0.6 Hz/seg						-0.6 Hz/seg														
	S*	I**	Δ	S*	I**	Δ	S*	I**	Δ	S*	I**	Δ	S*	I**	Δ	S*	I**	Δ	S*	I**	Δ
ATACAMA	30	35	4	8	17	10	30	26	-4	8	13	6	8	6	-2	8	3	-4	91	101	9
COQUIMBO	34	43	9	8	15	6	34	33	0	8	14	5	8	0	-8	8	4	-4	101	108	8
QUINTA REGIÓN	43	27	-16	11	6	-5	43	9	-35	11	4	-7	11	16	6	11	6	-5	130	68	-62
METROPOLITANA	128	182	54	128	121	-7	128	132	5	128	133	6	128	136	8	128	131	4	765	835	69
TRONCAL CENTRO	9	7	-2	2	3	0	9	3	-6	2	5	2	2	10	7	2	1	-1	28	29	0
SISTEMA 154-66 KV	50	88	37	13	40	27	50	101	51	13	24	12	13	24	12	13	26	13	151	302	151
CHARRÚA	24	33	10	6	2	-4	24	16	-8	6	0	-6	6	7	1	6	4	-2	71	62	-9
CONCEPCIÓN	35	37	2	9	34	25	35	62	27	9	11	3	9	9	0	9	15	7	106	170	63
ARAUCANÍA	40	40	0	10	10	0	40	51	11	10	12	1	10	11	1	10	8	-2	121	133	11
<b>TOTAL</b>	<b>394</b>	<b>491</b>	<b>97</b>	<b>194</b>	<b>247</b>	<b>53</b>	<b>394</b>	<b>434</b>	<b>40</b>	<b>194</b>	<b>216</b>	<b>22</b>	<b>194</b>	<b>219</b>	<b>25</b>	<b>194</b>	<b>200</b>	<b>5</b>	<b>1565</b>	<b>1807</b>	<b>242</b>

-S\* : MW solicitados para la máxima demanda del año 2013 (7246 MW).

-I\*\* : MW referenciales implementados por las empresas para demanda alta.

-Se destaca en rojo y azul aquellos escalones deficitarios y excedentarios por más de 10 MW, respectivamente.

El análisis del monto de desprendimiento de carga total, por zona, muestra que la zona más deficitaria corresponde a la Quinta Región (-62 MW). Por otra parte, las zonas más excedentarias corresponden a las zonas Metropolitana (69), el Sistema 154-66 kV (151 MW), Concepción (63 MW) y la zona de la Araucanía (11 MW).

El análisis del monto de desprendimiento de carga total en el SIC, por escalón, muestra que no existe déficit de demanda por escalón en el Sistema Interconectado Central de acuerdo con el monto de desprendimiento exigido.

Analizando en detalle los escalones del EDAC BF de cada zona, se observa que los más deficitarios son los escalones N°1 (-16 MW) y N°3 (-35 MW) de la zona Quinta Región. Por otra parte, los más excedentarios son los escalones N°1, N°2, N°3, N°4, N°5 y N°6 del Sistema 154-66 kV (37 MW, 27 MW, 51 MW, 12 MW, 12 MW y 13 MW, respectivamente),

el escalón N°1 (54 MW) de la zona Metropolitana, los escalones N°2 (25 MW) y N°3 (27 MW) de la zona Concepción, y el escalón N°3 (11 MW) de la zona de Araucanía.

Es importante señalar que los excesos se justifican principalmente por las características propias de los consumos de cada cliente, lo cual les impide el desprendimiento de bloques de carga (procesos productivos, alimentadores, etc.) menores. Por otra parte, los montos de carga informados por las empresas habilitadas son referenciales, no necesariamente son coincidentes a una misma hora y varían en el tiempo, por lo tanto, para determinar el monto de desprendimiento de carga real disponible en cada instante, se deberá contar a través del SITR con la información precisa de los montos de carga disponibles por todos y cada uno de los coordinados en el EDAC. Para estos efectos, el sistema SCADA que actualmente se encuentra en proceso de implementación por parte del CDEC-SIC considera los elementos necesarios para llevar la supervisión en línea de los montos de carga disponibles en cada zona para cada escalón.

### ***3. Efectividad del EDAC BF actualmente operativo***

Ante las contingencias de mayor probabilidad de ocurrencia, el EDAC BF diseñado minimiza los desprendimientos de carga. Por otra parte, la aplicación del esquema propuesto permite minimizar la probabilidad de un colapso por baja frecuencia del sistema frente a las contingencias de mayor severidad en el SIC.

Cabe señalar que el exceso de liberación de carga total que habría disponible en demanda alta, de acuerdo con los montos referenciales informados por las empresas que tienen su esquema operativo a la fecha, equivalente a un 15,4% (242 MW), implicaría principalmente sólo un mayor desprendimiento de carga ante contingencias simples de unidades de generación de mayor tamaño (ej. centrales de ciclo combinado o vapor-carbón de gran tamaño). Sin embargo, es muy poco probable que en escenarios de demanda alta se active la operación del EDAC a consecuencia de dichas contingencias, y en tal caso, el exceso relevante, si ocurriera, sólo podría alcanzar hasta el primer escalón de frecuencia absoluta, esto es, un exceso de desprendimiento de sólo 55 MW. Además, el exceso de desprendimiento no compromete la seguridad ni la calidad de servicio (por sobrefrecuencias o sobretensiones) en el SIC.

Respecto a la actuación del EDAC BF durante el año 2012 y lo transcurrido del presente año, podemos señalar que se han producido sólo diez actuaciones a nivel del SIC (salidas de una central de ciclo combinado o de una central vapor-carbón de gran tamaño). El resto corresponde a fallas locales del sistema de transmisión o a subsistemas operando en isla, que provocaron la operación local o parcial del EDAC BF, operación para la cual no fueron específicamente diseñados.

El cuadro resumen de las operaciones del EDAC BF en el SIC ocurridas entre los meses de Enero 2012 y Octubre 2013, se presenta a continuación:



<b>Operaciones EDAC BF en el SIC (Enero 2012-Agosto2013)</b>					
<b>Año</b>	<b>EAF</b>	<b>Descripción</b>	<b>Fecha</b>	<b>Hora</b>	<b>MW Desprendidos EDAC BF</b>
2012	105/2012	Operación EDAC-BF en el SIC por Sismo en la Quinta Región (desconexión de 853 MW, incluyendo centrales Nehuenco II CC, Ventanas I y Nueva Ventanas, entre otras).	17-04-2012	00:51	219,9
2012	129/2012	Operación EDAC por desconexión intempestiva de central Santa María	26-05-2012	08:10	47,4
2012	191/2012	Operación EDAC por desconexión de Bocamina II	15-06-2012	00:47	135,4
2012	193/2012	Operación EDAC por desconexión de Bocamina II	18-06-2012	20:28	12,1
2012	288/2012	Desconexión forzada del SIC de central Bocamina II	05-11-2012	02:21	35,1
2012	312/2012	Desconexión forzada del SIC de central Santa María	08-12-2012	03:04	38,3
2013	001/2013	Desconexión forzada del SIC de central Santa María	01-01-2013	09:12	122,6
2013	097/2013	Desconexión de centrales Santa María y Campiche	08-04-2013	03:11	332,3
2013	132/2013	Desconexión forzada del SIC de central Santa María	25-05-2013	12:57	61,2
2013	155/2013	Desconexión forzada del SIC de central Bocamina II	12-06-2013	02:32	94,2

A continuación se resumen brevemente la operación del EDAC BF a causa del fuerte sismo ocurrido en la Quinta Región el año 2012, por la magnitud de la pérdida de generación registrada, y las 4 operaciones ocurridas durante el transcurso del año 2013:

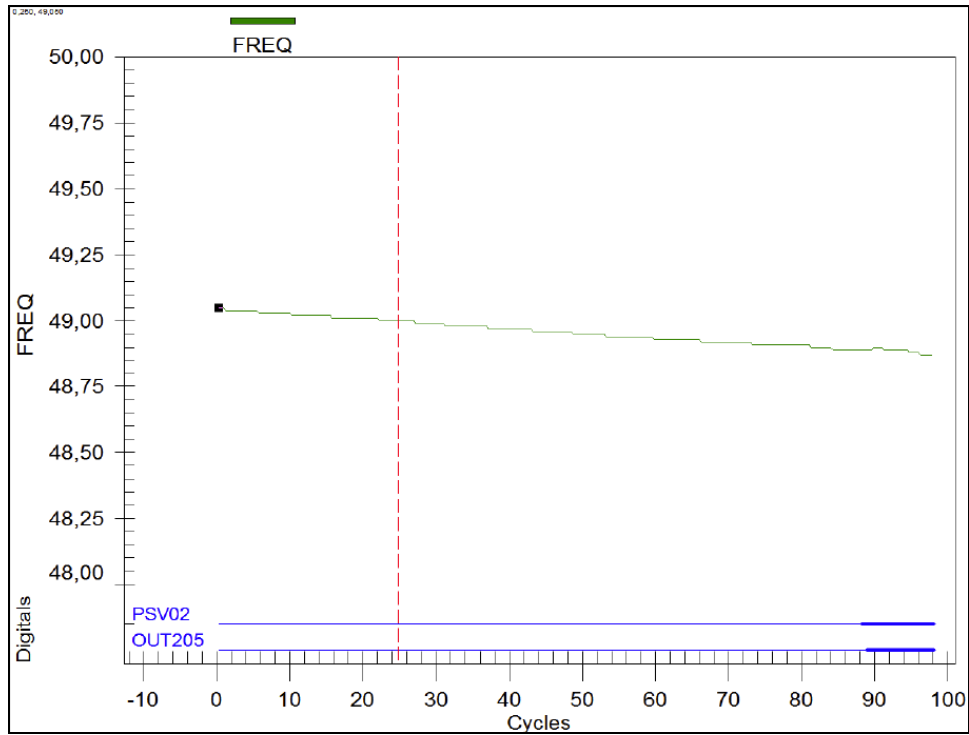
### **Operación EDAC-BF en el SIC por Sismo en la Quinta**

A las **00:51** horas del día 17 de Abril de 2012 se produce la pérdida de generación de las centrales: Ventanas U1, Nueva Ventanas, Maitenes U2, Maitenes U3, Nehuenco U2, Hornitos, Quellón II, Planta Arauco, Teno y Loma Los Colorados II, junto con la desconexión de instalaciones de transmisión: ambos circuitos de la línea 110 kV Maitenes - Queltehues - Florida en el extremo de SE Maitenes, el circuito N°1 de la línea 110 kV Ventanas - San Pedro en el extremo de Ventanas, el transformador 220/15 kV de central Quintero U1 y la desconexión del SIC de Planta Nueva Aldea III, a causa de sismo ocurrido en la zona central del país (epicentro en la Quinta Región).

Estas indisponibilidades generaron una variación de la frecuencia eléctrica, cuya reducción hizo operar escalones de baja frecuencia al descender levemente bajo los 48,9 Hz.

Producto del rechazo de carga se produjo una baja de frecuencia en el SIC que provocó la operación de los relés de baja frecuencia correspondiente al escalón N°2 del Esquema EDAC – BF, desprendiendo 219.88 MW de consumos (según Estudio para análisis de falla EAF 105/2012) equivalentes al 4.3% de la demanda del SIC. La demanda del sistema previo a la falla fue de 5103 MW.

En el registro oscilográfico de frecuencia correspondiente a la S/E Talcahuano ubicado en la zona de Concepción, se puede apreciar que la frecuencia traspasa el umbral de activación del escalón N°2 del EDAC BF configurado a los 48,9 Hz.



Registro de Frecuencia de S/E Talcahuano (Transnet S.A.)

A continuación se detalla las SS/EE operadas con su desprendimiento de carga ocurrido durante el evento:

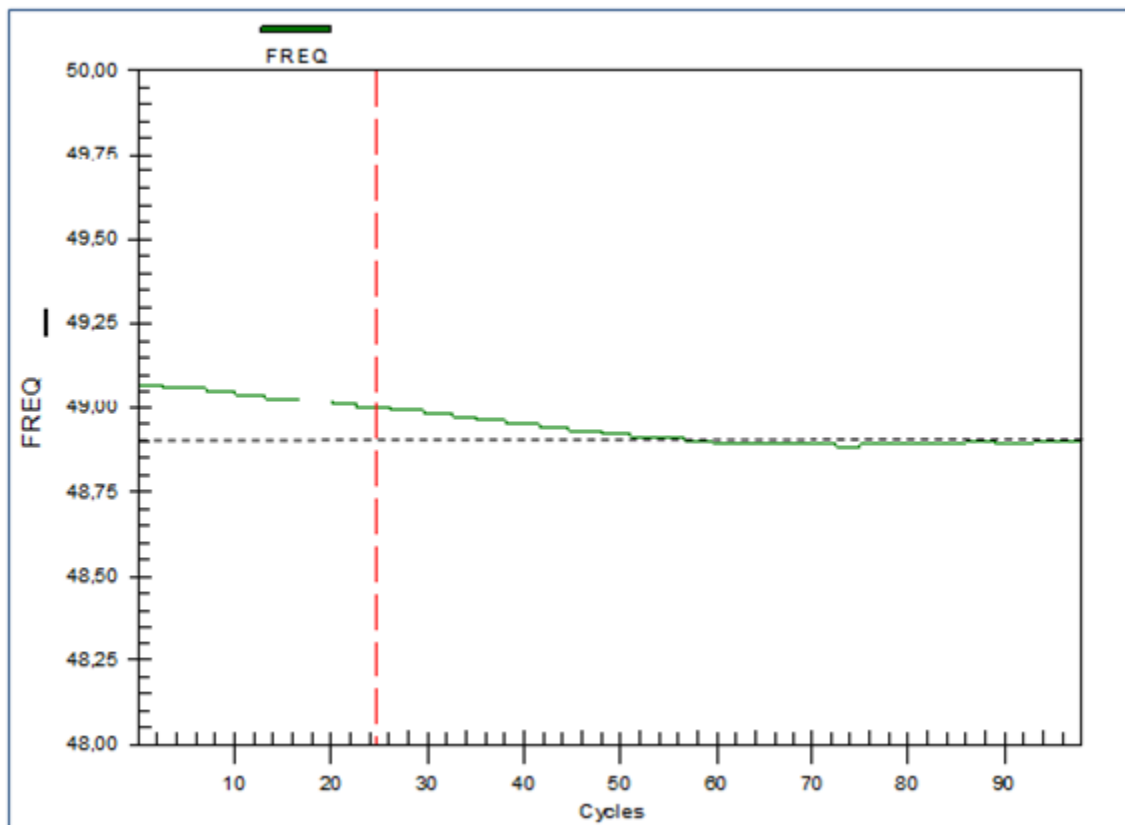
Sub-Estación	Pérdida de Consumo (MW)	Sub-Estación	Pérdida de Consumo (MW)
S/E Central Constitución	0,06	S/E Marquesa	3,5
S/E Central Constitución	0,05	S/E Casas Viejas	0,45
S/E Huachipato	3,4	S/E Illapel	0,59
S/E Cementos Bío Bío	1,12	S/E El Paico	1,72
S/E Playa Ancha	1,99	S/E Buin (C,G,E,)	4
S/E Casablanca	2,96	S/E Lo Miranda	1,4
S/E San Antonio	3,9	S/E Rauquén	2,8
S/E Minera Valle Central	1,71	S/E Talca	2,3
S/E Pellets	4	S/E El Retiro	0,9

S/E Procart	1,92	S/E Talcahuano	2
S/E Colón	3,77	S/E San Pedro (C,G,E,)	1,2
S/E El Salvador	1,31	S/E Manso de Velasco	0,6
S/E Cordillera	3,53	S/E Pumahue	3,4
S/E Los Maquis	13,2	S/E Club Hípico	9
S/E San Vicente	0,35	S/E Apoquindo	8
S/E Curicó	2,53	S/E San José	14
S/E Curicó	2,31	S/E Vitacura	4
S/E Longaví	0,93	S/E Alonso de Córdova	8
S/E Lord Cochrane	1,49	S/E Petropower	0,5
S/E Papelera Bío Bío	4,29	S/E Celulosa Laja	10,9
S/E Cabrero	0,9	S/E Celulosa Santa Fe	3,9
S/E Mapal	0,26	S/E Papelera Inforsa	2,8
S/E Santa Elisa	0,13	S/E Minera La Candelaria	13,3
S/E Santa Elisa	1,02	S/E Dos Amigos	0,5
S/E Cocharcas (COPELEC)	0,7	S/E Los Piuquenes	30
S/E Plantas	1,12	Tap Maitenes (CODELCO)	31,17
<b>TOTAL 219,88 MW</b>			

### **Desconexión forzada del SIC de central Santa María.**

A las **09:12** horas del día 01 de Enero de 2013 se produce la salida de servicio en forma intempestiva de la central Santa María con una generación de 350 MW. Producto del rechazo de carga se produjo una baja de frecuencia en el SIC que provocó la operación de los relés de baja frecuencia correspondiente al escalón N°2 del Esquema EDAC – BF, desprendiendo 122.56 MW de consumos (según Estudio para análisis de falla EAF 001/2013) equivalentes al 3.3% de la demanda del SIC. La demanda del sistema previo a la falla fue de 3712 MW.

En el registro oscilográfico de frecuencia correspondiente a la S/E Talcahuano ubicado en la zona de Concepción, se puede apreciar que la frecuencia traspasa el umbral de activación del escalón N°2 del EDAC BF configurado a los 48,9 Hz.



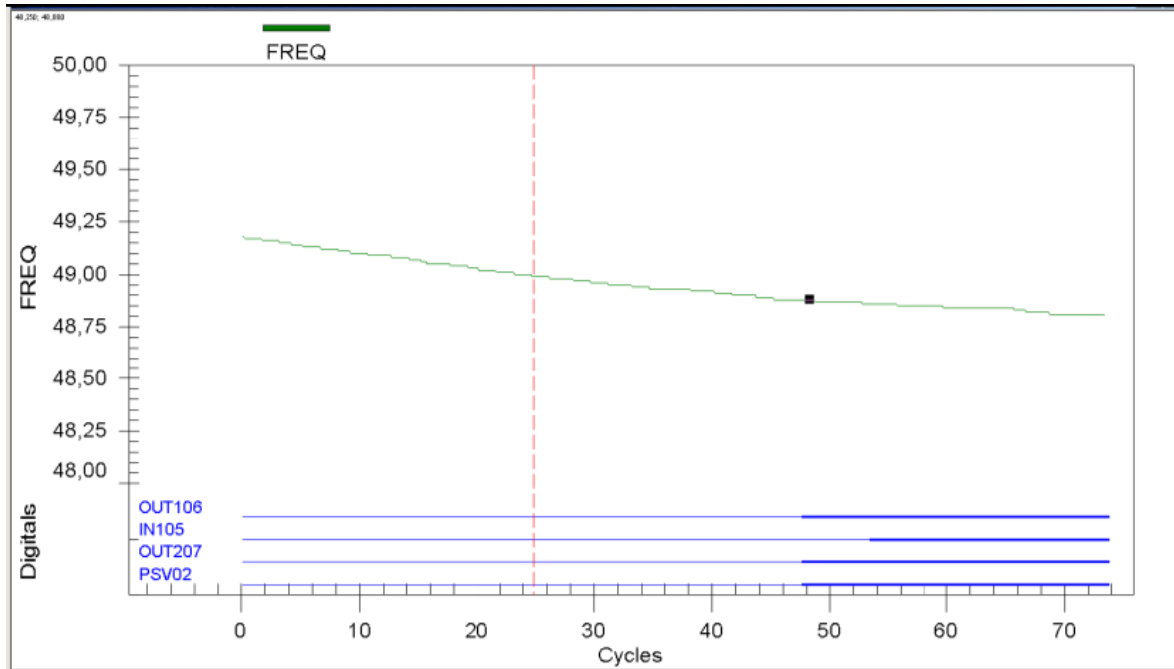
Registro de Frecuencia de S/E Talcahuano (Transnet S.A.)

### **Desconexión forzada del SIC de central Santa María y Campiche.**

A las **03:11** horas del día 08 de Abril de 2013 se produce la salida de servicio en forma intempestiva de la central Santa María con una generación de 370 MW. A consecuencia de la falla se produjo la salida intempestiva de la central Campiche con una generación de 272 MW y una baja de frecuencia en el SIC que provocó la operación de los relés de baja frecuencia, desprendiendo 332.31 MW de consumos (según Estudio para análisis de falla

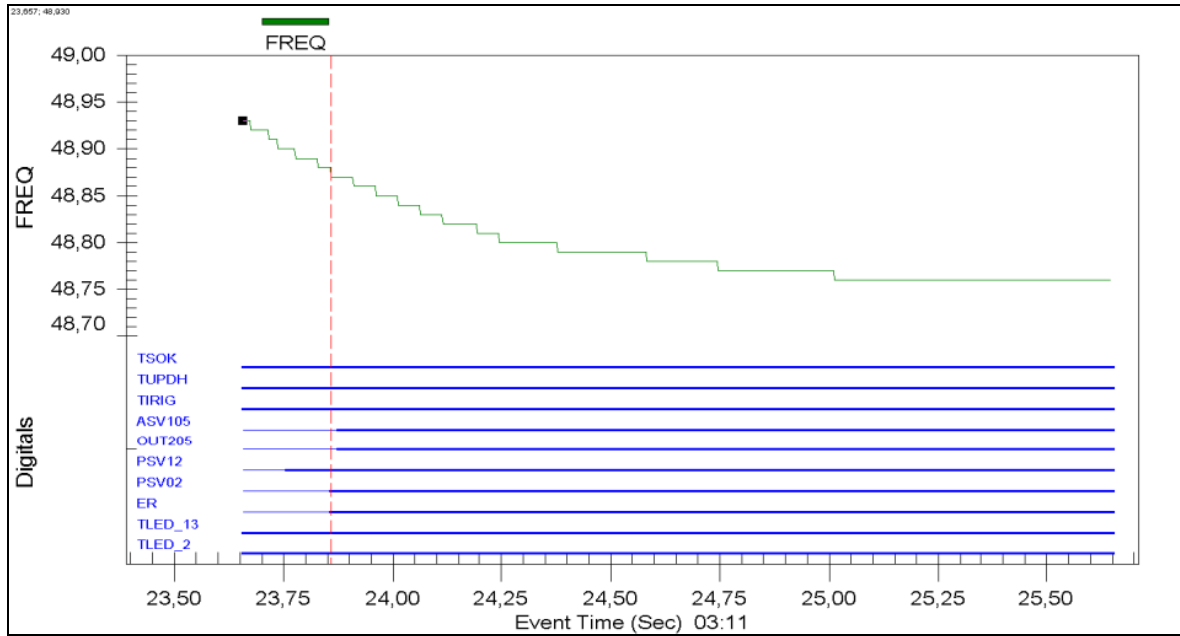
EAF 097/2013) equivalentes al 7.4% de la demanda del SIC. La demanda del sistema previo a la falla fue de 4457.8 MW.

En el registro oscilográfico de frecuencia correspondiente a la S/E Plantas ubicado en la zona de Atacama, se puede apreciar que la frecuencia traspasa el umbral de activación del escalón N°2 del EDAC BF configurado a los 48,9 Hz.



Registro de Frecuencia de S/E Plantas (Transnet S.A.)

En el registro oscilográfico de frecuencia correspondiente a la S/E Manso de Velasco ubicado en la zona de Concepción, se puede apreciar que la frecuencia traspasa el umbral de activación del escalón N°2 del EDAC BF configurado a los 48,9 Hz.



Registro de Frecuencia de S/E Manso de Velasco (Transnet S.A.)

A continuación se detalla las SS/EE operadas con su desprendimiento de carga ocurrido durante el evento:

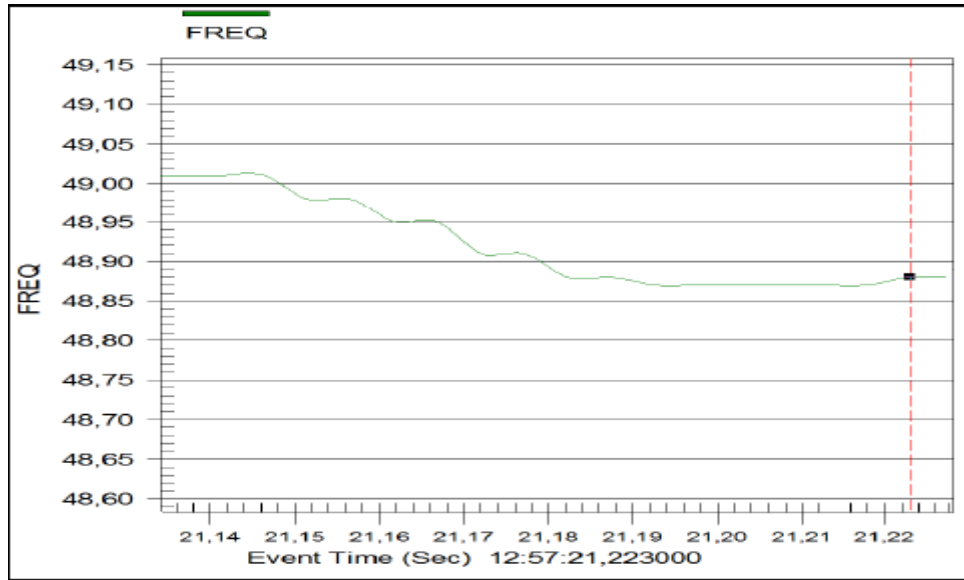
Sub-Estación	Pérdida de Consumo (MW)	Sub-Estación	Pérdida de Consumo (MW)
S/E Dos Amigos	1,9	S/E Pellets	5
S/E Cristalerías	2,35	S/E Alonso de Córdova	8,06
S/E Puente Alto (CMPC)	0,89	S/E Apoquindo	3,71
S/E Rauquén	1,8	S/E Apoquindo	4,55
S/E Talca	1,3	S/E Recoleta	6,08
S/E Retiro	0,77	S/E La Pintana	3,5
S/E Marquesa	3,4	S/E La Reina	1,15
S/E Casas Viejas	0,72	S/E La Reina	2,34
S/E Illapel	0,6	S/E Macul	21,36
S/E Buin (TRANSNET)	2,2	S/E San Bernardo	9,3
S/E Lo Miranda	1,3	S/E Santa Elena	13,25
S/E Talcahuano	1,3	S/E Vitacura	11,63
S/E San Pedro (TRANSNET)	1,1	S/E Vitacura	5,08
S/E Manso de Velasco	0,3	S/E La Cisterna	25,4
S/E Pumahue	3,2	S/E Santa Marta	8,48
S/E Plantas	1,78	S/E Santa Marta	1,8
S/E Cabrero	2,4	S/E Santa Rosa (CHILECTRA)	2,6
S/E Pid Pid	1	S/E Santa Rosa (CHILECTRA)	5,8

S/E Miraflores	1,7	S/E Playa Ancha	1,39
S/E Las Arañas	1,25	S/E San Antonio	4,48
S/E Papelera Bío Bío	5,64	S/E Casablanca	2,26
S/E Metro	1,44	S/E Huachipato	5,5
S/E Longaví	1,22	S/E Los Piuquenes	5,58
S/E Curicó	2,8	S/E Celulosa Santa Fe	13,48
S/E El Salvador	2,49	S/E Celulosa Pacífico	14,37
S/E Colón	4,4	S/E Minera Franke	8
S/E Cordillera (ANDINA)	18,3	S/E Minera Valle Central	1,5
S/E SAG	19,2	S/E Petrodow	0,7
S/E Los Maitenes	27,71	S/E Minera La Candelaria	11
S/E Procart	2,5	S/E Mapal	8
<b>TOTAL 332,3 MW</b>			

### **Desconexión forzada del SIC de central Santa María.**

A las **12:57** horas del día 25 de Mayo de 2013 se produce la salida de servicio en forma intempestiva de la central Santa María con una generación de 370 MW. Producto del rechazo de carga se produjo una baja de frecuencia en el SIC que provocó la operación de los relés de baja frecuencia en las SS/EE Curicó, Rauquén, Papeles Río Vergara, Cordillera y Celulosa Pacífico, desprendiendo 61.22 MW de consumos (según Estudio para análisis de falla EAF 132/2013) equivalentes al 1 % de la demanda del SIC. La demanda del sistema previo a la falla fue de 6066 MW.

En el registro oscilográfico de frecuencia correspondiente a la S/E Rauquén ubicado en la zona Sistema 154-66 kV, se puede apreciar que la frecuencia traspasa el umbral de activación del escalón N°2 del EDAC BF configurado a los 48,9 Hz.



Registro de Frecuencia de S/E Rauquén (Transnet S.A.)

### **Desconexión forzada del SIC de central Bocamina II.**

A las **02:32** hrs, del día 12 de Junio de 2013 se produce la salida de servicio en forma intempestiva de la central Bocamina II con una generación de 345 MW. Producto del rechazo de carga se produjo una baja de frecuencia en el SIC que provocó la operación de los relés de baja frecuencia en las SSEE Marquesa, Apoquindo, Altamirano, Santa Marta, San Bernardo, La Pintana, Santa Filomena, Las Tórtolas y Confluencia, Cordillera (Andina) y Papeles Río Vergara (Inforsa), además de la operación de protecciones de baja frecuencia en las plantas Santa Fe y Pacífico de CMPC y en la planta Arauco, las cuales quedaron operando aisladas del SIC. Adicionalmente, se produjo la operación de consumos en S/E San Felipe y la desconexión forzada de las centrales Colihues U1, Quellón II y El Rincón (según Estudio para análisis de falla EAF 155/2013)

El total de consumos interrumpidos fue de 94.24 MW, correspondiente al 1.87% de la demanda del SIC. La demanda del sistema previo a la falla fue de 5020.6 MW.

Es importante destacar que, si bien el esquema operativo a la fecha cuenta en principio con montos de carga por escalones levemente superiores a los montos exigidos para todo el SIC, se debe considerar que los montos de carga informados por las empresas habilitadas son referenciales y no necesariamente coincidentes, variando en el tiempo, durante el día y las épocas del año. Por lo tanto, se deberá esperar contar con registros estadísticos de la evolución de los montos por escalón para determinar los montos efectivos esperados de desprendimiento de carga que dispondrá el esquema operativo, los cuales se podrán realizar una vez que todos los coordinados completen la implementación del control (y de sus respectivos registros) a través del SITR de los montos de de carga disponibles en el EDAC BF.



#### **4. Conclusiones del análisis al EDAC BF actualmente operativo**

Del análisis del estado del EDAC por baja frecuencia del SIC, se observa que aproximadamente el 90% de los clientes ya se encuentra habilitado para participar en el EDAC y del orden de un 5% se encuentra en el proceso de aprobación de la solicitud para participar en el EDAC por subfrecuencia.

Por otra parte, el EDAC operativo a la fecha dispone de un monto referencial de carga total a desprender, en demanda alta, del orden de un 115,4 % con respecto al monto total solicitado para el SIC, no comprometiendo este exceso del 15.4% (242 MW) la seguridad ni la calidad de servicio (por sobre frecuencias o sobre tensiones) del SIC. Particularmente, para los casos en que se produzca un decaimiento de la frecuencia con una tasa de caída menor a 0.6 [Hz/seg] (caso con mayor probabilidad de ocurrencia), el exceso total del esquema sería de 185 MW.

Cabe señalar que habrían excedentes en el monto de desprendimiento de carga disponible en el escalón de mayor probabilidad de operación (escalón N°2) de hasta 55 MW, por lo cual podría ser necesario analizar la conveniencia de una redistribución de los montos de carga operativos y/o por habilitar en los distintos escalones. Lo anterior se definirá una vez que se cuente con una base histórica precisa de información recopilada en tiempo real, a través del SITR, de los montos de carga disponibles en cada instante en el EDAC BF del SIC.

### **III Adecuación del EDAC por baja frecuencia**

#### **5. Análisis de factores para el diseño del EDAC BF**

A continuación, se analizan los factores que pudiesen afectar el diseño del EDAC BF actualmente habilitado.

##### **5.1 Parque Generador y Sistema de Transmisión**

La incorporación al SIC de unidades generadoras con capacidad mayor a las unidades más grandes actualmente en servicio o la incorporación de obras de transmisión cuya contingencia simple provoque la salida de grandes bloques de generación, podrían afectar el requerimiento de los montos de desconexión de carga por escalón. Por lo anterior, se analiza el plan de obras de generación y transmisión del SIC para el próximo periodo de 24 meses.

Los siguientes cuadros muestran el programa de obras del SIC en construcción, de acuerdo con el Informe de Precio de Nudo Definitivo de Abril de 2013 de la CNE.

### Programa de Obras del SIC (construcción)

Fecha de entrada		Obras en Construcción de Generación	Potencia MW
Mes	Año		
Abr	2013	CH Rio Huasco(*)	4,3
Abr	2013	Talinay Oriente (**)	90
May	2013	CH Bonito(**)	12
Jun	2013	Los Hierros	25,1
Jul	2013	San Andres	40
Jul	2013	El Paso	60
Ago	2013	Negrete Cuel	33
Sep	2013	Pulelfu	9,4
Oct	2013	Picoiquen	19
Dic	2013	Angostura	316
Mar	2014	El Arrayán	115
Oct	2015	Guacolda 05	152
Ene	2017	San Pedro	144

Fecha de entrada		Obras de Transmisión en Construcción (***)	Potencia MVA
Mes	Año		
May	2013	SVC Plus S/E Diego de Almagro(**)	-
Ene	2014	Línea Ancoa - Polpaico 1x500 kV: seccionamiento.	-
Ene	2014	Línea de entrada a A. Jahuel 2x500 kV.	2x1800
Jul	2014	Línea Ancoa - A. Jahuel 2x500 kV: primer circuito.	1400
Jul	2013	S/E Charrúa: 3° Banco Autotransformador 500/220 kV.(**)	750
Sep	2013	S/E Seccionadora Rahue 220 kV.(**)	-
Sep	2013	Normalización S/E Chena 220 kV.(**)	-
Oct	2014	Instalación de un CER en S/E Cardones	-
Sep	2015	Subestación Seccionadora Lo Aguirre: Etapa I.	-
Sep	2016	Segundo Transformador Ancoa 500/220 kV.	750
Jun	2017	Nueva Línea 2x220 kV Lo Aguirre - Cerro Navia 220 kV.	2x1500
Oct	2017	Nueva Línea Cardones-Diego de Almagro 2x220 kV: tendido del primer circuito.	2x290
Ene	2018	Nueva Línea Cardones-Maitencillo 2x 500 kV.	2x1500
Ene	2018	Nueva Línea Maitencillo-Pan de Azúcar 2x 500 kV.	2x1500
Ene	2018	Nueva Línea Pan de Azúcar-Polpaico 2x 500 kV.	2x1500
Mar	2018	Nueva Línea 2x220 Ciruelos-Pichirropulli: tendido del primer circuito.	2x290
Mar	2018	Línea Charrúa - Ancoa - 2x500 kV: primer circuito.	2x1700
Jun	2018	Nueva Línea 1x220 kV A. Melipilla – Rapel.	2x290
Jun	2018	Nueva Línea 2x220 kV Lo Aguirre – A. Melipilla.	2x290

Fuente: Informe CNE Precio Nudo Definitivo Abril de 2013

(\*) Centrales actualmente en pruebas de operación.

(\*\*) Instalaciones en servicio.

(\*\*) Incluye también las obras de transmisión troncal cuya construcción ha sido adjudicada.

Se puede apreciar que para el próximo periodo de 24 meses, no se contempla la incorporación de unidades generadoras con capacidad mayor a la unidad más grande actualmente en servicio ni nuevas obras de transmisión cuya falla simple pudiese provocar la salida de grandes bloques de generación, por lo tanto, este factor no altera el diseño del EDAC actualmente operativo.

## 5.2 Previsión de consumos

La incorporación al SIC de grandes bloques de consumo podría afectar el requerimiento o la distribución de los montos de desconexión de carga entre las empresas participantes. Por lo anterior, se analiza la previsión de demandas para el próximo periodo de 24 meses:

<b>Tasas de Crecimiento según Previsión de Demanda SIC [%]</b>			
<b>Años</b>	<b>Libres</b>	<b>Regulados</b>	<b>Total</b>
2013	5,4%	6,1%	5,8%
2014	6,4%	5,7%	6,0%
2015	6,6%	5,3%	5,8%

Fuente: Informe CNE Precio Nudo Definitivo Abril de 2013

De acuerdo con lo anterior, considerando un crecimiento de los montos de carga disponibles en el EDAC, con la misma tasa de crecimiento que la demanda del SIC, se estima un aumento del monto de carga disponible en el EDAC del orden de 219.5 MW (considerando los seis escalones del EDAC BF).

Por otra parte y de manera particular, se identifican además las mayores plantas de consumo en creación, expansión y terminación de faenas. Así, según la información disponible, los proyectos para el próximo periodo de 24 meses, que se deben adecuar o incorporar al EDAC por subfrecuencia del SIC, son los siguientes:

- a) Proyecto Caserones de Minera Lumina Copper Chile S.A., en S/E Maitencillo 220 kV, con una demanda de 130 MW Aprox. Fecha de entrada en servicio: Diciembre 2013.
- b) Proyectos mineros de Cerro Negro Norte (Tecnocap S.A.), Planta desalinizadora y Puerto Totoralillo, en S/E Cardones 220 kV, con una demanda máxima de 57 MW Fecha de entrada en servicio: Noviembre de 2013 Planta desalinizadora.
- c) Modificación esquema EDAC BF de EKA Chile, debido a su salida del esquema conjunto que tenía con las empresas Occidental Chemical Chile (OXY) y Petroquímica-Dow.
- d) Modificación esquema EDAC BF de Minera Los Pelambres, debido a implementación de EDACxCEX.
- e) EDAC BF proyecto Suministro Agua Desalada Caldera-Bodega, Compañía Contractual Minera Candelaria
- f) EDAC BF proyecto Ampliación de Plantas Los Colorados y Pellets Compañía Minera Del Pacífico S.A
- g) EDAC BF Socoepa.
- h) EDAC BF Crell.

### 5.3 Modo de Regulación de Frecuencia

Se mantiene a la fecha el modo de regulación de frecuencia considerado en el primer Estudio EDAC, es decir, con una unidad reguladora piloto con estatismo nulo más centrales colaboradoras. Por lo tanto, este factor no afecta el diseño del EDAC operativo.

No obstante lo anterior, se encuentra en desarrollo la etapa de programación de pruebas para un primer grupo de unidades que permitan realizar una prueba efectiva de regulación primaria distribuida de frecuencia en el SIC. Una vez concluidas estas evaluaciones, se podría requerir la evaluación de los ajustes del EDAC BF vigente.

### 5.4 Plan de defensa contra contingencias extremas

Actualmente se encuentran en proceso de implementación las fases 1, 2 y 3 del Plan de Defensa contra Contingencias Extremas (PDCE) en el SIC. De acuerdo con lo señalado en el informe técnico "Estudio para el Diseño de Detalle y Definición de los requerimientos específicos del PDCE 2011 – 2012", dentro de los recursos requeridos se considera la actuación de un EDAC por Contingencia Extrema (EDACxCEx) para desprender en la Zona Centro 615 MW en condiciones de demanda mínima (en 3 escalones) y 550 MW en condiciones de demanda máxima (en 2 escalones).

Los montos mínimos a desprender en cada escalón de frecuencia se indican en la siguiente tabla:

Esc. 1 (-0,9 Hz/s; 49,5 Hz) [MW]	Esc. 2 (-1,2 Hz/s; 49,5 Hz) [MW]	Esc. 3 (-1,9 Hz/s; 49,5 Hz) [MW]
153	201	276

El equipamiento y cargas asociadas al esquema EDACxCEx, se debe considerar complementario e independiente al actual Esquema EDAC BF.

## 6. Proyección del EDAC BF

Se realiza un análisis comparativo entre el EDAC solicitado y el EDAC definitivo que quedaría habilitado una vez que todos los proyectos (nuevos y adecuaciones) se pongan en operación.

El siguiente cuadro resume los montos de carga de los esquemas de desprendimiento de carga por baja frecuencia, por escalón y por zona, que deberían ser habilitados para participar en el EDAC BF en el próximo periodo de 24 meses, según lo indicado en el punto 5.2 de este informe:

ZONA	E1		E2	E3	E4	E5	E6	TOTAL
	49.0 Hz	-0.6 [Hz/seg]	48.9 Hz	48.8 Hz	48.7 Hz	48.5 Hz	48.3 Hz	
				- 0.6 [Hz/seg]				
<b>Atacama</b>	<b>16,0</b>		<b>14,6</b>	<b>43,1</b>	<b>7,9</b>	<b>7,5</b>	<b>3,3</b>	<b>92,4</b>
<b>Coquimbo</b>	<b>13,5</b>		<b>13,5</b>	<b>13,5</b>	0,0	0,0	0,0	<b>40,5</b>
<b>Quinta Región</b>	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Metropolitana</b>	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Troncal Centro</b>	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Sistema 154-66 kV</b>	-0,2		-0,1	-0,2	-0,1	-0,1	-0,1	-0,8
<b>Charrúa</b>	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Concepción</b>	<b>5,1</b>		<b>1,4</b>	<b>8,0</b>	<b>5,1</b>	0,0	0,0	<b>19,6</b>
<b>Araucanía</b>	0,0		0,0	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>0,7</b>	<b>0,4</b>	<b>4,0</b>
<b>TOTAL</b>	<b>34,4</b>		<b>29,4</b>	<b>65,8</b>	<b>14,4</b>	<b>8,1</b>	<b>3,5</b>	<b>155,6</b>

Se observa que la zona que tendrá el mayor incremento en el desprendimiento de carga será la zona Atacama, lo que está dado por los EDAC de los proyectos mineros Caserones y Cerro Negro Norte.

Los siguientes cuadros resumen el EDAC BF proyectado y se compara con respecto a los montos de carga solicitados para un escenario de demanda máxima proyectada del SIC (para el año 2015) de 8126 MW:

a) Tasa de caída de la frecuencia menor a 0.6 [Hz/seg]

ZONA	MONTOS DE CARGA [MW] PARA TASA DE CAÍDA DE LA FRECUENCIA MENOR A 0.6 HZ/SEG																				
	ESCALÓN 1			ESCALÓN 2			ESCALÓN 3			ESCALÓN 4			ESCALÓN 5			ESCALÓN 6					
	49 Hz,			48.9 Hz			48.8 Hz,			48.7 Hz			48.5 Hz			48.3 Hz					
	-0.6 Hz/seg						-0.6 Hz/seg														
S*	I**	Δ	S*	I**	Δ	S*	I**	Δ	S*	I**	Δ	S*	I**	Δ	S*	I**	Δ	S*	I**	Δ	
ATACAMA	N/A	N/A	N/A	9	32	23	N/A	N/A	N/A	9	26	18	9	23	15	9	6	-2	34	87	53
COQUIMBO	N/A	N/A	N/A	9	22	13	N/A	N/A	N/A	9	14	5	9	14	5	9	4	-5	38	55	17
QUINTA REGIÓN	N/A	N/A	N/A	12	6	-6	N/A	N/A	N/A	12	14	2	12	16	4	12	6	-6	48	42	-6
METROPOLITANA	N/A	N/A	N/A	143	121	-22	N/A	N/A	N/A	143	133	-10	143	136	-8	143	131	-12	572	521	-51
TRONCAL CENTRO	N/A	N/A	N/A	3	3	0	N/A	N/A	N/A	3	5	2	3	10	7	3	1	-1	11	18	8
SISTEMA 154-66 KV	N/A	N/A	N/A	14	42	28	N/A	N/A	N/A	14	30	16	14	24	10	14	26	11	57	122	66
CHARRÚA	N/A	N/A	N/A	7	2	-5	N/A	N/A	N/A	7	9	3	7	7	1	7	4	-3	27	22	-4
CONCEPCIÓN	N/A	N/A	N/A	10	32	22	N/A	N/A	N/A	10	21	11	10	9	-1	10	15	6	40	77	37
ARAUCANÍA	N/A	N/A	N/A	11	10	-1	N/A	N/A	N/A	11	15	3	11	12	0	11	9	-3	45	45	0
<b>TOTAL</b>	N/A	N/A	N/A	<b>218</b>	<b>268</b>	<b>51</b>	N/A	N/A	N/A	<b>218</b>	<b>268</b>	<b>50</b>	<b>218</b>	<b>251</b>	<b>33</b>	<b>218</b>	<b>203</b>	<b>-15</b>	<b>871</b>	<b>990</b>	<b>119</b>

-S\* : MW solicitados para la máxima demanda proyectada del año 2015 (8126 MW).

-I\*\* : MW referenciales implementados por las empresas en demanda alta.

-Se destaca en rojo y azul aquellos escalones deficitarios y excedentarios por más de 10 MW, respectivamente.

Para el caso en que la tasa de caída de frecuencia es menor a 0.6 [Hz/seg], es decir, operen sólo los cuatro escalones por frecuencia absoluta (48.9 Hz, 48.7 Hz, 48.5 Hz y 48.3 Hz), se observa que el EDAC final dispondría de un monto total de carga, en demanda alta, de 990 MW, con lo cual excedería un 13.6% (119 MW) el monto de carga total (871 MW) solicitado para el SIC.

El análisis del monto de carga total disponible, por zona, muestra que la zona deficitaria sería la Metropolitana (-51 MW). Por otra parte, las zonas excedentarias serían el Sistema 154-66 kV (66 MW), la zona Atacama (53 MW), la zona Coquimbo (17 MW), y la zona Concepción (37 MW).

El análisis del monto de carga total disponible en el SIC, por escalón, muestra que sólo sería deficitario el escalón N°6 (-15 MW). Por otra parte, los escalones más excedentarios serían el N°2 (51 MW), el N°4 (50 MW) y el N°5 (33 MW).

Analizando en detalle los escalones de cada zona, se aprecia que sólo serían deficitarios los escalones N°2 (-22 MW) y N°6 (-12 MW) de la zona Metropolitana. Por otra parte, los más excedentarios serían los escalones N° 2 (22 MW) y N°4 (11 MW) de la zona Concepción; los escalones N°2 (28 MW), N°4 (16 MW), N°5 (10 MW) y N°6 (11 MW) del Sistema 154-66 kV; los escalones N°2 (23 MW), N°4 (18 MW) y N°5 (15 MW) de la zona de Atacama y el escalón N°2 de la zona Coquimbo (13 MW).

b) Tasa de caída de la frecuencia mayor o igual a 0.6 [Hz/seg]

ZONA	MONTOS DE CARGA [MW] PARA TASA DE CAÍDA DE LA FRECUENCIA MAYOR O IGUAL A 0.6 HZ/SEG																				
	ESCALÓN 1			ESCALÓN 2			ESCALÓN 3			ESCALÓN 4			ESCALÓN 5			ESCALÓN 6					
	49 Hz,						48.8 Hz,														
	-0.6 Hz/seg			48.9 Hz			-0.6 Hz/seg			48.7 Hz			48.5 Hz			48.3 Hz					
	S*	I**	Δ	S*	I**	Δ	S*	I**	Δ	S*	I**	Δ	S*	I**	Δ	S*	I**	Δ	S*	I**	Δ
ATACAMA	34	51	16	9	32	23	34	69	35	9	21	13	9	13	5	9	6	-2	102	193	90
COQUIMBO	38	41	4	9	22	13	38	32	-6	9	12	3	9	0	-9	9	4	-5	113	112	-1
QUINTA REGIÓN	48	27	-21	12	6	-6	48	9	-40	12	4	-8	12	16	4	12	6	-6	145	68	-77
METROPOLITANA	143	182	38	143	121	-22	143	132	-11	143	133	-10	143	136	-8	143	131	-12	858	835	-24
TRONCAL CENTRO	11	7	-4	3	3	0	11	3	-7	3	5	2	3	10	7	3	1	-1	32	29	-3
SISTEMA 154-66 KV	57	88	31	14	39	25	57	103	47	14	24	10	14	24	10	14	26	11	170	304	135
CHARRÚA	27	33	7	7	2	-5	27	16	-11	7	0	-6	7	7	1	7	4	-3	80	62	-17
CONCEPCIÓN	40	42	3	10	32	22	40	53	13	10	16	6	10	9	-1	10	15	6	119	167	48
ARAUCANÍA	45	40	-5	11	10	-1	45	53	7	11	13	2	11	12	0	11	8	-3	136	136	0
<b>TOTAL</b>	<b>442</b>	<b>511</b>	<b>69</b>	<b>218</b>	<b>266</b>	<b>48</b>	<b>442</b>	<b>470</b>	<b>28</b>	<b>218</b>	<b>229</b>	<b>12</b>	<b>218</b>	<b>227</b>	<b>9</b>	<b>218</b>	<b>203</b>	<b>-15</b>	<b>1755</b>	<b>1906</b>	<b>151</b>

-S\* : MW solicitados para la máxima demanda proyectada del año 2015 (8126 MW).

-I\*\* : MW referenciales implementados por las empresas en demanda alta.

-Se destaca en rojo y azul aquellos escalones deficitarios y excedentarios por más de 10 MW, respectivamente.

Para el caso en que la tasa de caída de frecuencia es mayor o igual a 0.6 [Hz/seg], es decir, se cumplieren las condiciones para operar los seis escalones del EDAC, se observa que el EDAC final dispondría de un monto total de carga, en demanda alta, de 1906 MW, con lo cual excedería un 8.6% (151 MW) el monto de carga total (1755 MW) solicitado para el SIC.

El análisis del monto de carga total disponible por zona, muestra que serían deficitarias la zona Quinta Región (-77 MW), la zona Metropolitana (-24 MW) y la zona Charrúa (-17 MW), por otra parte, las zonas más excedentarias serían el Sistema 154-66 kV (135 MW), la zona Concepción (48 MW) y la zona Atacama (90 MW).

El análisis del monto de carga total disponible en el SIC, por escalón, muestra que sería deficitario el escalón N°6 (-15 MW). Por otra parte, los escalones excedentarios son los escalones N°1 (69 MW), N°2 (48 MW), N°3 (28 MW) y N°4 (12 MW).

Analizando en detalle los escalones de cada zona, se aprecia que los más deficitarios son los escalones N°2 (-22 MW), N°3 (-11 MW) y N°6 (-12 MW) de la zona Metropolitana, los escalones N°1 (-21 MW), y N°3 (-40 MW) de la zona Quinta Región, y el escalón N°3 de la zona Charrúa (-11 MW).

Por otra parte, los escalones más excedentarios serían los escalones N°1 (16 MW), N°2 (23 MW), N°3 (35 MW), y N°4 (13 MW) de la zona Atacama; el escalón N°2 de la zona de Coquimbo (13 MW), el escalón N°1 de la zona Metropolitana (38 MW), los escalones N°1 (31 MW), N°2 (25 MW), N°3 (47 MW), N°5 (10 MW) y N°6 (11 MW) del Sistema 154-66 kV y los escalones N°2 (22 MW) y N° 3 (13 MW) de la zona Concepción.

De acuerdo con los análisis anteriores, y en caso de comprobarse un exceso efectivo de desprendimiento de carga a través de los datos recopilados mediante el SITR, se podrá analizar la conveniencia de una readecuación de los montos de carga por escalón del EDAC BF, con el objeto de ajustarse a los montos de carga solicitados por la DO y de esa manera minimizar eventuales desprendimientos excesivos de consumo. Cabe señalar, sin embargo, que la NT de SyCS establece como exigencia para las instalaciones de clientes, en su artículo 5-15, que "La demanda total disponible para el EDAC por subfrecuencia no deberá ser menor al 30 % de la demanda conjunta del SI", es decir, dado que el esquema actual exige para cada cliente un total de carga a desprender del orden de 21.6%, todos los clientes debiesen tener disponible como reserva al menos del orden de un 8.4% adicional de su demanda para afrontar situaciones imprevistas o eventuales futuros requerimientos adicionales de desprendimiento de carga y poder así cumplir, en cada instante de tiempo, el desprendimiento de carga solicitado.

### ***7. Conclusiones generales EDAC BF***

De acuerdo con la revisión del EDAC operativo y de los factores que pudieran afectar su diseño, se determinó que los porcentajes de participación en el EDAC BF definido en el estudio publicado el 12 de Enero de 2006, mantienen su validez para el próximo periodo de 24 meses. Sin embargo, evaluaciones en desarrollo (esquema de Regulación Primaria Distribuida de Frecuencia), así como la implementación final de las fases 1, 2 y 3 del Plan de Defensa contra Contingencias Extremas (PDCE) en el SIC, podrían conllevar una revisión anticipada del EDAC BF vigente.

Considerando los montos de desconexión de carga referenciales informados por cada cliente, el análisis del EDAC por subfrecuencia operativo a la fecha muestra que habría una mayor desconexión de carga disponible en el SIC (242 MW), que podría bajar a 151 MW una vez que todos los nuevos proyectos hayan habilitado su esquema en el periodo comprendido desde Noviembre de 2013 a Octubre de 2015. Particularmente, para los casos en que se produzca un decaimiento de la frecuencia con una tasa de caída menor a 0.6 [Hz/seg] (casos con mayor probabilidad de ocurrencia), el excedente total sería menor, bajando de 185 MW a 119 MW.

Cabe señalar que, para minimizar eventuales desprendimientos innecesarios de carga, permanentemente se revisan los montos de carga disponibles por escalón de manera de realizar redistribuciones o deshabilitación de cargas (dejadas como reserva), en caso que ello sea posible.



### **8. Centros de Control encargados de Comunicaciones de Voz para Recuperación de Consumos**

En el Anexo 4 se muestra el detalle de los Centros de Control encargados de las comunicaciones de voz operativas definidas en el Capítulo 4 de la NT, a los cuales corresponde, entre otras funciones, comunicar las instrucciones impartidas por el CDC para la normalización de los consumos a cada uno de los Coordinados con EDAC BF operado.

#### **IV Análisis mediante simulaciones dinámicas del EDAC BF**

Para distintos porcentajes de pérdida de generación, respecto de la demanda total del SIC, se analizó el comportamiento de la evolución de la frecuencia a lo largo del sistema, mediante la realización de simulaciones dinámicas, tanto en escenarios de demanda alta como baja, considerando el EDAC actualmente vigente.

Los siguientes cuadros resumen los resultados obtenidos:

<b>Demanda Alta (7250 MW)</b>					
<b>Contingencia</b>	<b>Pérdida de Generación</b>	<b>Frecuencia Mínima</b>	<b>Frecuencia a los 60 seg</b>	<b>Grad. Frec. Registrado a 49 Hz (*)</b>	<b>Escalones EDAC BF Operados</b>
	<b>%</b>	<b>Hz</b>	<b>Hz</b>	<b>Hz/seg</b>	
Desconexión de una unidad de central Pehuenche (275 MW)	3.79%	49.42	49.809	-	Ninguno
Desconexión de una central de ciclo combinado (390 MW)	5.37%	49.13	49.77	-	Ninguno
Desconexión de complejo Pehuenche-Loma Alta (580 MW)	8.0%	48.83	49.795	-0.14	Esc. 2 SIC
Desconexión de dos unidades de central Ralco (680 MW)	9.37%	48.66	49.65	-0.29	Esc. 2 SIC. Esc. 1, 3 y 4 Zona Atacama
Desconexión dos centrales ciclo combinados más TG (690 MW)	9.51%	48.68	49.83	-0.26	Esc. 2 y 4 SIC
Desconexión de tres centrales de ciclo combinado (1091 MW)	15.04%	48.51	49.69	-0.63	Esc. 1, 2 y 4 SIC

(\*) Valores corresponden al gradiente de frecuencia en zona centro del SIC, medida en barra 500 kV de S/E Alto Jahuel.

<b>Demanda Baja ( 4660 MW)</b>					
<b>Contingencia</b>	<b>Pérdida de Generación</b>	<b>Frecuencia Mínima</b>	<b>Frecuencia a los 60 seg</b>	<b>Grad. Frec. Registrado a 49 Hz (*)</b>	<b>Escalones EDAC BF Operados</b>
	<b>%</b>	<b>Hz</b>	<b>Hz</b>	<b>Hz/seg</b>	
Desconexión de una unidad de central Colbún (200 MW)	4.2%	49.57	49.86	-	Ninguno
Desconexión de una unidad de central Pehuenche (275 MW)	5.9%	49.24	49.82	-	Ninguno
Desconexión de una central de ciclo combinado (390 MW)	8.3%	49.025	49.759	-	Ninguno
Desconexión de dos unidades de central Pehuenche (500 MW)	10.72%	48.74	49.76	-0.2	Esc. 2 SIC
Desconexión de dos centrales de ciclo combinado (720 MW)	15.45%	48.46	49.76	-0.674	Esc. 1,2,4 y 5
Desconexión de tres centrales de ciclo combinado (1091 MW)	23.4%	48.28	49.66	-1.23	Esc. 1, 2, 3, 4, 5 SIC. Esc. 6 Zona Atacama

(\*) Valores corresponden al gradiente de frecuencia en zona centro del SIC, medida en barra 500 kV de S/E Alto Jahuel.

En los Anexos 2 y 3 se muestra el detalle de las simulaciones dinámicas.

Estas simulaciones dinámicas permiten observar la efectividad del EDAC BF vigente para mantener la estabilidad del SIC ante las contingencias analizadas.

## **V EDAC por Baja Tensión (EDAC BT)**

De acuerdo con el análisis de estabilidad de tensión en régimen permanente desarrollado en el último estudio de Control de Tensión y Requerimientos de Potencia Reactiva, no se detectó la necesidad, asociada al fenómeno de colapso de tensión por insuficiencia de reactivos, de implementar un EDAC por baja tensión.

## **VI Límites Mínimos de Seguridad y Calidad de Servicio**

La revisión de tales límites se fundamenta en la NT vigente, la cual establece en su artículo 1-9, la realización del Estudio Específico "Límites mínimos de SyCS". Al respecto, para los EDAC de baja frecuencia y baja tensión, la NT señala:

- La demanda total disponible para el EDAC por subfrecuencia no deberá ser menor al 30% de la demanda conjunta del SI. El porcentaje de demanda a afectar ante cada contingencia deberá ser determinado por la DO en base a una evaluación técnica y económica, conforme a lo exigido en los Estudios Específicos correspondientes. (Art.5-15).

- La demanda total disponible para el EDAC por subtensión no deberá ser menor al 20% de la demanda conjunta del SI. El porcentaje de demanda a afectar ante cada contingencia deberá ser determinada por la DO en base a una evaluación técnica y económica, conforme a lo exigido en los Estudios Específicos para la determinación de los límites mínimos de SyCS. (Art.5-18).

Conforme lo señalado, los resultados del estudio presentado en este informe muestran que los límites mínimos de demanda disponible para los EDAC, establecidos en los artículos señalados, son adecuados para el alcance definido para esos recursos generales de control de contingencias, incluyendo niveles adecuados de reserva en los consumos, por lo que no se establece la necesidad de una revisión de esos límites.

Por otra parte, cabe destacar que las contingencias más severas o críticas, en general tienen su origen en fallas múltiples de las principales instalaciones del sistema de transmisión troncal, provocando efectos diversos en cada zona del sistema como importantes variaciones y gradientes de frecuencia o tensión, y eventuales pérdidas de sincronismo de unidades generadoras, lo cual requiere de soluciones específicas locales con tiempos de respuesta muy cortos, definidas como Recursos Especiales, las que están en el ámbito del análisis que se realiza en el "Estudio para el Diseño de Detalle y Definición de los requerimientos específicos del PDCE 2011 – 2012", Diciembre 2011, cuyas primeras fases se encuentran actualmente en etapa de implementación.

# **ANEXO 1**

## **Detalle del EDAC BF habilitado al 30 de Septiembre de 2013**



**Anexo 1. Detalle del EDAC BF habilitado al 30 de Septiembre de 2013**

Subestación	Alimentador	Ajuste	Carga Informada (Demanda Alta)	ESCALÓN	CLIENTE	Observaciones
		Umbral de Disparo	[MW]			
<b>ZONA ATACAMA</b>						
Diego de Almagro	MantoVerde	49 Hz, -0.6 Hz/seg	3,400	1	ANGLOAMERICAN (DIV MANTO VERDE)	
Huasco	Planta Pellet	49 Hz, -0.6 Hz/seg	4,000	1	C. MINERA DEL PACÍFICO	
Cardones	Minera La Candelaria	49 Hz, -0.6 Hz/seg	6,000	1	CM CANDELARIA y MIN. OJOS DEL SALADO	
Cerrillos	El Yeso	49 Hz, -0.6 Hz/seg	3,379	1	E MELAT	
Los Loros	Hornitos	49 Hz, -0.6 Hz/seg	1,712	1	E MELAT	
Paipote	Fundición HV Lira	f < 49 y df/dt > 0,6 Hz/seg o 48.7 (lo primero que ocurra)	4,900	1	ENAMI HV LIRA	
Carrera Pinto	La Coipa	49 Hz, -0.6 Hz/seg	3,000	1	MIN. MANTOS DE ORO	
El Refugio	Chancado Primario	f < 49 y df/dt > 0,6 Hz/seg o 48,5 (lo primero que ocurra)	1,700	1	MINERA MARICUNGA	
Diego de Almagro	Salvador	49 Hz, -0.6 Hz/seg	6,500	1	CODELCO SALVADOR	
Diego de Almagro	Lixiviación	49 Hz, -0.6 Hz/seg		1	CODELCO SALVADOR	
Huasco	Planta Pellet	48.9 Hz	4,000	2	C. MINERA DEL PACÍFICO	
Cardones	Minera La Candelaria	48.9 Hz	1,500	2	CM CANDELARIA y MIN. OJOS DEL SALADO	
Diego de Almagro	Salvador	48.9 Hz	1,400	2	CODELCO SALVADOR	
Plantas	Alicanto	48.9 Hz	2,897	2	E MELAT	
Carrera Pinto	La Coipa	48.9 Hz	0,400	2	MIN. MANTOS DE ORO	
Diego de Almagro	S/E Franke	48.9 Hz	7,000	2	Franke Min Cent Cooper	Pendiente Solicitud Formal de Habilitación
Diego de Almagro	MantoVerde	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	1,800	3	ANGLOAMERICAN (DIV MANTO VERDE)	
Cardones	Minera La Candelaria	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	6,000	3	CM CANDELARIA y MIN. OJOS DEL SALADO	
Cerrillos	Elibor	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	2,400	3	E MELAT	
Los Loros	Amolanas	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	2,900	3	E MELAT	Ex alimentador el Tranque Lautaro.

Diego de Almagro	Salvador	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	5,100	3	CODELCO SALVADOR	
Diego de Almagro	Lixiviación	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg		3	CODELCO SALVADOR	
Diego de Almagro		$f < 48,8$ y $df/dt > 0,6$ Hz/seg o 48.5 (lo primero que ocurra)	8,000	3	ELECTRICA CENIZAS	Pendiente Solicitud Formal de Habilitación
Diego de Almagro	MantoVerde	48.7 Hz	1,600	4	ANGLOAMERICAN (DIV MANTO VERDE)	
Cardones	Minera La Candelaria	48.7 Hz	1,500	4	CM CANDELARIA y MIN. OJOS DEL SALADO	
Diego de Almagro	Salvador	48.7 Hz	5,700	4	CODELCO SALVADOR	
Plantas	El Inca	48.7 Hz	3,000	4	EMELAT	
Plantas	T.Amarilla	48.7 Hz	1,600	4	EMELAT	
Paipote	Fundición HV Lira	$f < 49$ y $df/dt > 0,6$ Hz/seg o 48.7 (lo primero que ocurra)	4,900	4	ENAMI HV LIRA	
Cardones	Minera La Candelaria	48.5 Hz	1,500	5	CM CANDELARIA y MIN. OJOS DEL SALADO	Ex alimentador Sur
Vallenar	Torreblanca	48.5 Hz	3,000	5	EMELAT	
Carrera Pinto	La Coipa	48.5 Hz	1,400	5	MIN. MANTOS DE ORO	
El Refugio	Chancado Primario	$f < 49$ y $df/dt > 0,6$ Hz/seg o 48.5 (lo primero que ocurra)	1,700	5	MINERA MARICUNGA	
Diego de Almagro		$f < 48,8$ y $df/dt > 0,6$ Hz/seg o 48.5 (lo primero que ocurra)	8,000	5	ELECTRICA CENIZAS	Pendiente Solicitud Formal de Habilitación
Cardones	Minera La Candelaria	48.3 Hz	1,500	6	CM CANDELARIA y MIN. OJOS DEL SALADO	
Alto del Carmen	El Transito	48.3 Hz	1,713	6	EMELAT	

### ZONA COQUIMBO

Romeral	CMP Romeral	$f < 49$ y $df/dt > 0,6$ Hz/seg o 48.7 (lo primero que ocurra)	1,800	1	C. MINERA DEL PACÍFICO	
Dos Amigos	Cemin Planta Dos Amigos	49 Hz, -0.6 Hz/seg	0,442	1	CEMIN	
CDA	Molino de Bolas N°1	$f < 49$ y $df/dt > 0,6$ Hz/seg o 48.5 (lo primero que ocurra)	14,170	1	CIA MINERA CARMEN DE ANDACOLLO	
Andacollo 110 kV	Min. Carmen de Andacollo	49 Hz, -0.6 Hz/seg	0,600	1	CIA MINERA CARMEN DE ANDACOLLO	
Marquesa	Talcuna	49 Hz, -0.6 Hz/seg	6,800	1	CONAFE	
Illapel	Huente Canela	49 Hz, -0.6 Hz/seg	2,200	1	CONAFE	
Casas Viejas	Maitencillo	49 Hz, -0.6 Hz/seg	1,667	1	CONAFE	
El Peñón	Cerrillos	49 Hz, -0.6 Hz/seg	4,453	1	CONAFE	Opera sólo entre 00:00 y 08:00 hrs.
Dos Amigos	Cemin Planta Dos Amigos	48.9 Hz	0,272	2	CEMIN	
Andacollo	Min. Carmen de Andacollo	48.9 Hz	0,600	2	CIA MINERA CARMEN DE ANDACOLLO	
Marquesa	Tambo	48.9 Hz	1,300	2	CONAFE	
Illapel	Plan de Hornos	48.9 Hz	0,992	2	CONAFE	
Casas Viejas	Quebradilla	48.9 Hz	0,700	2	CONAFE	
Marquesa	Las Rojas	48.9 Hz	4,725	2	CONAFE	
El Peñón	Guaqueros	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	4,829	3	CONAFE	
Ovalle	Recoleta	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	4,698	3	CONAFE	
Vicuña	Diaguitas	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	3,200	3	CONAFE	
Quereo	Cavilolen	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	1,215	3	CONAFE	
Quínquimo	Papudo	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	2,297	3	CONAFE	
Cabildo	Lautaro	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	2,738	3	CONAFE	Opera sólo entre 00:00 y 08:00 hrs.
El Peñón	Las Tacas	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	2,160	3	CONAFE	
Marquesa	Dos Pinos	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	3,043	3	CONAFE	Opera sólo entre 00:00 y 08:00 hrs.
Romeral	CMP Romeral	$f < 49$ y $df/dt > 0,6$ Hz/seg o 48.7 (lo primero que ocurra)	1,800	4	C. MINERA DEL PACÍFICO	
CDA	Chancado Primario – Transporte de Mineral	48.7 Hz	3,020	4	CIA MINERA CARMEN DE ANDACOLLO	
Andacollo	Min. Carmen de Andacollo	48.7 Hz	0,500	4	CIA MINERA CARMEN DE ANDACOLLO	
Ovalle	Sotaqui	48.7 Hz	4,329	4	CONAFE	

Quereo	Quilimarí	48.7 Hz	2,000	4	CONAFE	
Casas Viejas	Zapallar	48.7 Hz	2,609	4	CONAFE	
CDA	Molino de Bolas N°1	f < 49 y df/dt > 0,6 Hz/seg o 48.5 (lo primero que ocurra)	14,170	5	CIA MINERA CARMEN DE ANDACOLLO	
Ovalle	Quebrada Seca	48.5 Hz	5,520	5	CONAFE	Opera sólo entre 00:00 y 08:00 hrs.
CDA	Bomba Impulsión a Hidrociclones	48,3	2,220	6	CIA MINERA CARMEN DE ANDACOLLO	
El Peñón	Tambillos	48,3	2,024	6	CONAFE	
Quillota	Min. Pelambres	f < 49 y df/dt > 0,6 Hz/seg o 48.3 (lo primero que ocurra)	15,000	1 (6)	MINERA PELAMBRES	
Quillota	Min. Pelambres	48.9 Hz	6,000	2 (6)	MINERA PELAMBRES	
Quillota	Min. Pelambres	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	15,000	3 (6)	MINERA PELAMBRES	
Quillota	Min. Pelambres	48.7 Hz	1,100	4 (6)	MINERA PELAMBRES	
Quillota	Min. Pelambres	f < 49 y df/dt > 0,6 Hz/seg o 48.3 (lo primero que ocurra)	15,000	6 (6)	MINERA PELAMBRES	

### ZONA QUINTA REGIÓN

El Soldado	OXIDO-Rectificador Merlin Gerin	49 Hz, -0.6 Hz/seg	1,500	1	ANGLOAMERICAN (DIV CHAGRES - EL SOLDADO)	
Calera Centro	Cemento Melón	f < 49 y df/dt > 0,6 Hz/seg o 48.7 (lo primero que ocurra)	5,000	1	CEM MELON	
Quilpué	Alim. Belloto_B2	49 Hz, -0.6 Hz/seg	5.2	1	CHILQUINTA	
Calera	Alim. Calera	49 Hz, -0.6 Hz/seg	3.9	1	CHILQUINTA	
Calera	Línea Calera - Melón	49 Hz, -0.6 Hz/seg	5.5	1	CHILQUINTA	
Miraflores	Alim. Salinas_B2	49 Hz, -0.6 Hz/seg	7.0	1	CHILQUINTA	
Quilpue	Villa Alemana	49 Hz, -0.6 Hz/seg	7.6	1	CHILQUINTA	
Reñaca	Alim Reñaca	49 Hz, -0.6 Hz/seg	3.5	1	CHILQUINTA	Disponible a partir de Noviembre 2013
Aconcagua	Codelco Andina y PDA-F1	49 Hz, -0.6 Hz/seg (8)	2,131	1	CODELCO DIVISION ANDINA	
Enami	Codelco Ventanas	49 Hz, -0.6 Hz/seg (14)	5,400	1	CODELCO DIVISION VENTANAS	
Miraflores	Forestal	49 Hz, -0.6 Hz/seg	3,386	1	CONAFE	
Miraflores	Chorrillos	49 Hz, -0.6 Hz/seg	4,024	1	CONAFE	
Llay Llay	Cristalerías Chile	49 Hz, -0.6 Hz/seg (7)	0,430	1	CRISTALERIAS CHILE	



San Jerónimo, Las Balandras o Las Piñatas	Alimentadores San Jerónimo, Balandras, Zañartu o Las Piñatas	$f < 49$ y $df/dt > 0,6$ Hz/seg o 48.7 (lo primero que ocurra)	1,200	1	EL LITORAL	
Con Con	Refinería Aconcagua	$f < 49$ y $df/dt > 0,6$ Hz/seg o 48.7 (lo primero que ocurra)	4,000	1	ENAP REFINERIAS ACONCAGUA	
El Soldado	OXIDO-Rectificadores Themco	48.9 Hz	1,300	2	ANGLOAMERICAN (DIV CHAGRES - EL SOLDADO)	
Casablanca	Alim. Cooperativa Agrícola	48.9 Hz	4.7	2	CHILQUINTA	
Playa Ancha	Alim. Tomás Ramos	48.9 Hz	4.2	2	CHILQUINTA	
Quilpue	Alim. Quilpue	48.9 Hz	5.5	2	CHILQUINTA	
Aconcagua	Codelco Andina y PDA-F1	48.9 Hz (8)	0,533	2	CODELCO DIVISION ANDINA	
Miraflores	Sausalito	48.9 Hz	3,755	2	CONAFE	
Llay Llay	Cristalerías Chile	48.9 Hz (7)	0,050	2	CRISTALERÍAS CHILE	
El Soldado	PRINCIPAL-Bombeo Melón	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	1,000	3	ANGLOAMERICAN (DIV CHAGRES - EL SOLDADO)	
Chagres	S/E 11 Chagres-Motor Princ. Pta Oxígeno #1	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	4,200	3	ANGLOAMERICAN (DIV CHAGRES - EL SOLDADO)	
San Pedro	Alim. Quillota_B2	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	6.8	3	CHILQUINTA	
Quilpue	Alim. Margamarga_B1	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	6.5	3	CHILQUINTA	
San Rafael	Alim. San Esteban_B1	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	6.1	3	CHILQUINTA	
Playa Ancha	Alim. La Pólvora	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	5.0	3	CHILQUINTA	
Calera	Alim. La Palmilla	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	4.0	3	CHILQUINTA	
San Pedro	Alim. San Isidro	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	4.6	3	CHILQUINTA	
Aconcagua	Codelco Andina y PDA-F1	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg (8)	2,131	3	CODELCO DIVISION ANDINA	
Marga-Marga	Villanelo Alto	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	3,496	3	CONAFE	Opera sólo entre 00:00 y 08:00 hrs.
Llay Llay	Cristalerías Chile	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg (7)	0,430	3	CRISTALERÍAS CHILE	
Quintero	GNL Quintero	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	0,800	3	GNL QUINTERO	
El Soldado	OXIDOS-Chancado Óxidos	48.7 Hz	0,800	4	ANGLOAMERICAN (DIV CHAGRES - EL SOLDADO)	
Calera Centro	Cemento Melón	$f < 49$ y $df/dt > 0,6$ Hz/seg o 48.7 (lo primero que ocurra)	5,000	4	CEM MELON	
Quilpué	Alim. Peñablanca_B1	48.7 Hz	7.0	4	CHILQUINTA	

Reñaca	Alim. J Montt	48.7 Hz	4.6	4	CHILQUINTA	Disponible a partir de Nov 2013
Aconcagua	Codelco Andina y PDA-F1	48.7 Hz (8)	0,533	4	CODELCO DIVISION ANDINA	
Enami	Codelco Ventanas	48.7 Hz (14)	2,800	4	CODELCO DIVISION VENTANAS	
Llay Llay	Cristalerías Chile	48.7 Hz (7)	0,054	4	CRISTALERÍAS CHILE	
San Jerónimo, Las Balandras o Las Piñatas	Alimentadores San Jerónimo, Balandras, Zañartu o Las Piñatas	$f < 49$ y $df/dt > 0,6$ Hz/seg o 48.7 (lo primero que ocurra)	1,200	4	EL LITORAL	
Con Con	Refinería Aconcagua	$f < 49$ y $df/dt > 0,6$ Hz/seg o 48.7 (lo primero que ocurra)	4,000	4	ENAP REFINERIAS ACONCAGUA	
San Felipe	Alim. Tocalma_B2	48.5 Hz	6,000	5	CHILQUINTA	
Miraflores	Alim Viña del Mar Alto	48.5 Hz	6.1	5	CHILQUINTA	
Aconcagua	Codelco Andina y PDA-F1	48.5 Hz (8)	0,533	5	CODELCO DIVISION ANDINA	
Enami	Codelco Ventanas	48.5 Hz (14)	2,800	5	CODELCO DIVISION VENTANAS	
Marga-Marga	El Bosque	48.5 Hz	5,573	5	CONAFE	
Llay Llay	Cristalerías Chile	48.5 Hz (7)	0,118	5	CRISTALERÍAS CHILE	
El Soldado	PRINCIPAL-Chancado Secundario Terciario Sulfuros	48.5 Hz	1.300	5	ANGLOAMERICAN (DIV CHAGRES - EL SOLDADO)	
El Soldado	PRINCIPAL-Chancador Primario Sulf. + Compresor Filtro Larox	48.3 Hz	0,400	6	ANGLOAMERICAN (DIV CHAGRES - EL SOLDADO)	
San Felipe	Alim. Putaendo_B1	48.3 Hz	4.5	6	CHILQUINTA	
Aconcagua	Codelco Andina y PDA-F1	48.3 Hz (8)	0,533	6	CODELCO DIVISION ANDINA	
Llay Llay	Cristalerías Chile	48.3 Hz (7)	0,118	6	CRISTALERÍAS CHILE	
Quintero	GNL Quintero	48.3 Hz	1,150	6	GNL QUINTERO	
El Sol	MERVAL	48.3 Hz	3,880	6	MERVAL	

### ZONA METROPOLITANA

Polpaico	Los Bronces-Rectificador A-Lix2	49 Hz, -0.6 Hz/seg	4,000	1	ANGLOAMERICAN (DIV LOS BRONCES)	
Polpaico	Los Bronces-Rectificador A-Lix1	49 Hz, -0.6 Hz/seg	1,500	1	ANGLOAMERICAN (DIV LOS BRONCES)	
Polpaico	Molino 5 KVS y Grúa Carbón	49 Hz, -0.6 Hz/seg	0,550	1	CEMENTO POLPAICO	
La Pintana	Alim. Mariscal	49 Hz, -0.6 Hz/seg	5,600	1	CGED	

La Pintana	Alim. Santa Elvira	49 Hz, -0.6 Hz/seg	4,500	1	CGED	
San Bernardo	Alim. América	49 Hz, -0.6 Hz/seg	6,700	1	CGED	
San Bernardo	Alim. Gral Urrutia	49 Hz, -0.6 Hz/seg	7,000	1	CGED	
Alonso Cordova	Alim. A. Cordova	49 Hz, -0.6 Hz/seg	3,560	1	CHILECTRA	
Alonso Cordova	Alim. Balaguer	49 Hz, -0.6 Hz/seg	6,370	1	CHILECTRA	
Alonso Cordova	Alim. El Golf	49 Hz, -0.6 Hz/seg	6,160	1	CHILECTRA	
Alonso Cordova	Alim. Esc. Militar	49 Hz, -0.6 Hz/seg	5,980	1	CHILECTRA	
Altamirano	Alim. Panamericana	49 Hz, -0.6 Hz/seg	1,779	1	CHILECTRA	
Apoquindo	Alim. Apoquindo	49 Hz, -0.6 Hz/seg	2,810	1	CHILECTRA	
Apoquindo	Alim. Lo Arcaya	49 Hz, -0.6 Hz/seg	6,370	1	CHILECTRA	
Santa Elena	Alim. J.D. Cañas	49 Hz, -0.6 Hz/seg	7,560	1	CHILECTRA	
Santa Elena	Alim. Las Acacias	49 Hz, -0.6 Hz/seg	7,320	1	CHILECTRA	
Santa Elena	Alim. Villaseca	49 Hz, -0.6 Hz/seg	5,900	1	CHILECTRA	
Santa Elena	Alim. Zañartu	49 Hz, -0.6 Hz/seg	7,360	1	CHILECTRA	
Santa Elena	Alim. Marathon	49 Hz, -0.6 Hz/seg	7,540	1	CHILECTRA	
Santa Marta	Alim. Campanario	49 Hz, -0.6 Hz/seg	3,370	1	CHILECTRA	
Vitacura	Alim. 11 Septiembre	49 Hz, -0.6 Hz/seg	5,290	1	CHILECTRA	
Vitacura	Alim. Canal S.Carlos	49 Hz, -0.6 Hz/seg	7,350	1	CHILECTRA	
Vitacura	Alim. El Bosque	49 Hz, -0.6 Hz/seg	6,440	1	CHILECTRA	
Vitacura	Alim. Eleodoro Yañez	49 Hz, -0.6 Hz/seg	6,910	1	CHILECTRA	
Vitacura	Alim. Holanda	49 Hz, -0.6 Hz/seg	6,080	1	CHILECTRA	
Colbún	Planta Maule	49 Hz, -0.6 Hz/seg (1)	7,700	1	CMPC CARTULINAS	
Maipo	CMPC Papeles	49 Hz, -0.6 Hz/seg (1)	1,510	1	CMPC PAPELES CORDILLERA	
Polpaico	Codelco Andina y PDA-F1	49 Hz, -0.6 Hz/seg (8)	6,120	1	CODELCO DIVISION ANDINA	
Colón y Cordillera	A-43;H9; H10; H11; H12;H14	49 Hz, -0.6 Hz/seg	15,600	1	CODELCO DIVISION EL TENIENTE	
Las Vizcachas	Las Vizcachas	49 Hz, -0.6 Hz/seg	3,600	1	E.E. PUENTE ALTO	
Metro Lord Crochane	Tracción Línea 5	49 Hz, -0.6 Hz/seg	13,000	1	METRO	
Polpaico	Los Bronces-Romana	48.9 Hz	5,600	2	ANGLOAMERICAN (DIV LOS BRONCES)	
Polpaico	Molino 2-7 KVS	48.9 Hz	0,730	2	CEMENTO POLPAICO	

San Bernardo	Alim. Balmaceda	48.9 Hz	1,500	2	CGED	
San Bernardo	Alim. Palmeras	48.9 Hz	7,000	2	CGED	
Santa Rosa Sur	Alim. Acceso Sur	48.9 Hz	5,200	2	CGED	
Cisterna	Alim. Ciencias	48.9 Hz	2,800	2	CHILECTRA	
Cisterna	Alim. Cisterna	48.9 Hz	4,500	2	CHILECTRA	
Cisterna	Alim. Dávila	48.9 Hz	6,100	2	CHILECTRA	
Cisterna	Alim. El Parrón	48.9 Hz	5,300	2	CHILECTRA	
Cisterna	Alim. Fdez. Albano	48.9 Hz	8,300	2	CHILECTRA	
Cisterna	Alim. General Freire	48.9 Hz	7,200	2	CHILECTRA	
Cisterna	Alim. J. J. Prieto	48.9 Hz	2,100	2	CHILECTRA	
Cisterna	Alim. J. M. Carrera	48.9 Hz	6,200	2	CHILECTRA	
Cisterna	Alim. La Granja	48.9 Hz	6,800	2	CHILECTRA	
Cisterna	Alim. Lo Espejo	48.9 Hz	5,800	2	CHILECTRA	
Cisterna	Alim. Uruguay	48.9 Hz	4,800	2	CHILECTRA	
Ochagavía	Alim. Caro	48.9 Hz	4,407	2	CHILECTRA	
Ochagavía	Alim. Gran Avenida	48.9 Hz	8,080	2	CHILECTRA	
Ochagavía	Alim.P.Aguirre Cerda	48.9 Hz	4,274	2	CHILECTRA	
Santa Marta	Alim. Carvallo	48.9 Hz	3,941	2	CHILECTRA	
Santa Marta	Alim. Naciones	48.9 Hz	6,029	2	CHILECTRA	
Santa Marta	Alim. Satélite	48.9 Hz	4,901	2	CHILECTRA	
Colbún	Planta Maule	48.9 Hz (1)	1,760	2	CMPC CARTULINAS	
Polpaico	Codelco Andina y PDA-F1	48.9 Hz (8)	1,530	2	CODELCO DIVISION ANDINA	
Colón	H1 y H15	48.9 Hz	4,200	2	CODELCO DIVISION EL TENIENTE	
Metro Lord Crochane	Alumbrado y Fuerza	48.9 Hz	1,500	2	METRO	
Polpaico	Los Bronces-Rectificador B-Lix2	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	4,000	3	ANGLOAMERICAN (DIV LOS BRONCES)	
Polpaico	Los Bronces-Rectificador C-Lix1	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	0,800	3	ANGLOAMERICAN (DIV LOS BRONCES)	
Polpaico	Molino 3-4 KVS	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	0,735	3	CEMENTO POLPAICO	
Rosa Sur	Alim. La Cumbre	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	4,300	3	CGED	
Rosa Sur	Alim. Luis Matte	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	1,900	3	CGED	

Rosa Sur	Alim. Primavera	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	4,600	3	CGED	
Santa Rosa Sur	Alim. Lo Blanco	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	2,300	3	CGED	
Altamirano	Alim. Barros Arana	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	6,428	3	CHILECTRA	
Apoquindo	Alim. El Alba	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	5,150	3	CHILECTRA	
Apoquindo	Alim. Las Condes	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	5,400	3	CHILECTRA	
Macul	Alim. Chacarillas	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	5,140	3	CHILECTRA	
Macul	Alim. Codornices	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	4,920	3	CHILECTRA	
Macul	Alim. Departamental	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	5,450	3	CHILECTRA	
Macul	Alim. Las Torres	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	5,310	3	CHILECTRA	
Macul	Alim. Punitaqui	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	4,410	3	CHILECTRA	
Macul	Alim. Ramón Cruz	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	5,230	3	CHILECTRA	
Macul	Alim. San Luis	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	3,290	3	CHILECTRA	
Macul	Alim. Torneros	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	2,540	3	CHILECTRA	
Macul	Alim. Alessandri	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	5,620	3	CHILECTRA	
Macul	Alim. Froilán Roa	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	2,930	3	CHILECTRA	
Maipú	Alim. Lonquen	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	5,600	3	CHILECTRA	
Maipú	Alim. Rinconada	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	4,100	3	CHILECTRA	
Santa Marta	Alim. Milagro	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	4,960	3	CHILECTRA	
Vitacura	Alim. Fco.de Aguirre	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	6,730	3	CHILECTRA	
Vitacura	Alim. Marchan.Pereira	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	4,970	3	CHILECTRA	
Maipo	CMPC Papeles	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg (1)	2,950	3	CMPC PAPELES CORDILLERA	
Polpaico	Codelco Andina y PDA-F1	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg (8)	6,120	3	CODELCO DIVISION ANDINA	
Colón y Cordillera	A-48 y A-47; H16	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	16,500	3	CODELCO DIVISION EL TENIENTE	
Polpaico	Los Bronces-PHI & Refino	48.7 Hz	4,500	4	ANGLOAMERICAN (DIV LOS BRONCES)	
Polpaico	Molino 6 de Cemento	48.7 Hz	1,200	4	CEMENTO POLPAICO	
La Pintana	Alim. Quitalmahue	48.7 Hz	4,400	4	CGED	
Rosa Sur	Alim. Florida Sur	48.7 Hz	5,700	4	CGED	
Rosa Sur	Alim. La Pintana	48.7 Hz	5,900	4	CGED	
Rosa Sur	Alim. Nvo. Pte. Alto	48.7 Hz	3,100	4	CGED	
Alonso Cordova	Alim. Espoz	48.7 Hz	4,490	4	CHILECTRA	

Alonso Cordova	Alim. La Pirámide	48.7 Hz	8,600	4	CHILECTRA	
Alonso Cordova	Alim. Nevería	48.7 Hz	5,110	4	CHILECTRA	
Alonso Cordova	Alim. Rosario	48.7 Hz	8,350	4	CHILECTRA	
Alonso Cordova	Alim. Tamarugo	48.7 Hz	3,380	4	CHILECTRA	
Apoquindo	Alim. Centenario	48.7 Hz	4,000	4	CHILECTRA	
Apoquindo	Alim. Lo Salde	48.7 Hz	4,860	4	CHILECTRA	
Apoquindo	Alim. Manquehue	48.7 Hz	6,240	4	CHILECTRA	
Club Hípico	Alim. Nataniel	48.7 Hz	5,211	4	CHILECTRA	
Club Hípico	Alim. U. Americana	48.7 Hz	3,106	4	CHILECTRA	
Club Hípico	Alim. Viel	48.7 Hz	5,606	4	CHILECTRA	
San Jose	Alim. Barrancas	48.7 Hz	4,647	4	CHILECTRA	
San Jose	Alim. Dorsal	48.7 Hz	5,300	4	CHILECTRA	
San Jose	Alim. J. J. Perez	48.7 Hz	4,084	4	CHILECTRA	
San Jose	Alim. Las Rejas	48.7 Hz	3,352	4	CHILECTRA	
San Jose	Alim. P. Seguro	48.7 Hz	6,147	4	CHILECTRA	
San Jose	Alim. Valdovinos	48.7 Hz	7,758	4	CHILECTRA	
Santa Marta	Alim. Agua Santa	48.7 Hz	2,894	4	CHILECTRA	
Vitacura	Alim. Carmencita	48.7 Hz	7,780	4	CHILECTRA	
Colbún	Planta Maule	48.7 Hz (1)	1,760	4	CMPC CARTULINAS	
Polpaico	Codelco Andina y PDA-F1	48.7 Hz (8)	1,530	4	CODELCO DIVISION ANDINA	
Colón	H2 y H7	48.7 Hz	4,200	4	CODELCO DIVISION EL TENIENTE	
Polpaico	Molino 5 de Cemento	48.5 Hz	1,286	5	CEMENTO POLPAICO	
La Pintana	Alim. Vizcachas	48.5 Hz	2,500	5	CGED	
Rosa Sur	Alim. Gabriela	48.5 Hz	3,000	5	CGED	
Santa Rosa Sur	Alim. Concha y Toro	48.5 Hz	2,700	5	CGED	
Santa Rosa Sur	Alim. El Peñon	48.5 Hz	3,400	5	CGED	
Santa Rosa Sur	Alim. Lo Martinez	48.5 Hz	3,200	5	CGED	
Altamirano	Alim. El Trabajo	48.5 Hz	7,342	5	CHILECTRA	
Altamirano	Alim. Hirmas	48.5 Hz	7,082	5	CHILECTRA	
Altamirano	Alim. Los Aromos	48.5 Hz	5,583	5	CHILECTRA	

Altamirano	Alim. Vivaceta	48,5 Hz	3,378	5	CHILECTRA	
Club Hípico	Alim. Fabrica	48,5 Hz	2,362	5	CHILECTRA	
Club Hípico	Alim. Lincoyan	48,5 Hz	6,070	5	CHILECTRA	
Club Hípico	Alim. Luis Cousiño	48,5 Hz	1,657	5	CHILECTRA	
Lo Valledor	Alim. Zurich	48,5 Hz	4,370	5	CHILECTRA	
Maipú	Alim. Frontera	48,5 Hz	4,900	5	CHILECTRA	
Maipú	Alim. La Blanca	48,5 Hz	5,200	5	CHILECTRA	
Maipú	Alim. Las Parcelas	48,5 Hz	3,800	5	CHILECTRA	
Panamericana	Alim. Frontera	48,5 Hz	4,900	5	CHILECTRA	
San Joaquín	Alim. Cabildo	48,5 Hz	7,078	5	CHILECTRA	
San Joaquín	Alim. Industrias	48,5 Hz	7,525	5	CHILECTRA	
San Joaquín	Alim. Los Copihues	48,5 Hz	7,207	5	CHILECTRA	
San Joaquín	Alim. Santa Rosa	48,5 Hz	3,595	5	CHILECTRA	
San Joaquín	Alim. Schubert	48,5 Hz	5,115	5	CHILECTRA	
Santa Elena	Alim. Diez de Julio	48,5 Hz	8,960	5	CHILECTRA	
Santa Elena	Alim. Sucre	48,5 Hz	8,440	5	CHILECTRA	
Santa Elena	Alim. Villa Olímpica	48,5 Hz	7,400	5	CHILECTRA	
Colbún	Planta Maule	48,5 Hz (1)	1,760	5	CMPC CARTULINAS	
Polpaico	Codelco Andina y PDA-F1	48,5 Hz (8)	1,530	5	CODELCO DIVISION ANDINA	
Colón	H3 y H4	48,5 Hz	4,200	5	CODELCO DIVISION EL TENIENTE	
Polpaico	Los Bronces-Rectificador C-Lix2	48,3 Hz	1,540	6	ANGLOAMERICAN (DIV LOS BRONCES)	
Polpaico	Los Bronces-Rectificador B-Lix1	48,3 Hz	1,500	6	ANGLOAMERICAN (DIV LOS BRONCES)	
Panamericana	Alim. Aviación	48,3 Hz	6,500	6	CGED	
Panamericana	Alim. Covarrubias	48,3 Hz	8,600	6	CGED	
Alonso Cordova	Alim. Kennedy	48,3 Hz	6,560	6	CHILECTRA	
Alonso Cordova	Alim. L. Pasteur	48,3 Hz	7,220	6	CHILECTRA	
Alonso Cordova	Alim. Recabarren	48,3 Hz	6,670	6	CHILECTRA	
Alonso Cordova	Alim. Renato Sanchez	48,3 Hz	7,250	6	CHILECTRA	
Altamirano	Alim. Aldunate	48,3 Hz	7,250	6	CHILECTRA	
Altamirano	Alim. B. de Saravia	48,3 Hz	6,252	6	CHILECTRA	

Altamirano	Alim. Gambino	48.3 Hz	5,917	6	CHILECTRA	
Altamirano	Alim. La Union	48.3 Hz	5,715	6	CHILECTRA	
Altamirano	Alim. Renca	48.3 Hz	5,825	6	CHILECTRA	
Altamirano	Alim. Yungay	48.3 Hz	4,306	6	CHILECTRA	
Club Hípico	Alim. Zaror Marsella	48.3 Hz	6,190	6	CHILECTRA	
La Reina	Alim. D. Oriente	48.3 Hz	6,480	6	CHILECTRA	
La Reina	Alim. Egaña	48.3 Hz	5,510	6	CHILECTRA	
La Reina	Alim. J. Arrieta	48.3 Hz	4,680	6	CHILECTRA	
La Reina	Alim. Oriental	48.3 Hz	5,110	6	CHILECTRA	
La Reina	Alim. Quillagua	48.3 Hz	2,560	6	CHILECTRA	
Lo Valledor	Alim. Suiza	48.3 Hz	8,060	6	CHILECTRA	
Lo Valledor	Alim. Villa México	48.3 Hz	2,740	6	CHILECTRA	
Colbún	Planta Maule	48.3 Hz (1)	1,760	6	CMPC CARTULINAS	
Polpaico	Codelco Andina y PDA-F1	48.3 Hz (8)	1,530	6	CODELCO DIVISION ANDINA	
Colón	H5; A-5 y A-7	48.5 Hz	5,700	6	CODELCO DIVISION EL TENIENTE	

### ZONA TRONCAL CENTRO

San Antonio	Alim. Emporchi_B1	49 Hz, -0.6 Hz/seg	5.8	1	CHILQUINTA	
El Monte	El Monte	49 Hz, -0.6 Hz/seg	5,303	1	EMELECTRIC	
Melipilla	Puangué	49 Hz, -0.6 Hz/seg	1,698	1	EMELECTRIC	
San Antonio	Alim. Las Brisas_B2	48.9 Hz	5.1	2	CHILQUINTA	
Las Arañas	San Pedro	48.9 Hz	2,738	2	EMELECTRIC	
San Antonio	Alim. San Antonio	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	7.0	3	CHILQUINTA	
El Monte	Tegualda	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	1,865	3	EMELECTRIC	Ex alimentador Talagante
Marchigüe	Peñablanca	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	1,514	3	EMELECTRIC	
San Antonio	Alim. Barrancas_B2	48.7 Hz	4.5	4	CHILQUINTA	
Marchigüe	La Estrella	48.7 Hz	4,618	4	EMELECTRIC	
San Antonio	Alim. Lillole_B2	48.5 Hz	4,300	5	CHILQUINTA	
Melipilla	Huechún	48.5 Hz	5,298	5	EMELECTRIC	
San Antonio	Alim. Pesqueras_B2	48.3 Hz	6.7	6	CHILQUINTA	



Las Arañas	Entel	48,3 Hz	1,442	6	EMELECTRIC	
------------	-------	---------	-------	---	------------	--

### ZONA SISTEMA 154-66 kV

Licantén	Planta Licantén	$f < 49$ y $df/dt > 0,6$ Hz/seg o 48.5 (lo primero que ocurra) (2)	0,200	1	ARAUCO	
Constitución	Planta Viñales	49 Hz, -0.6 Hz/seg (2)	0,245	1	ARAUCO	
Curicó	52C6	$f < 49$ y $df/dt > 0,6$ Hz/seg o 48.9 (lo primero que ocurra)	2,200	1	CEC	
Cachapoal	El Cobre	49 Hz, -0.6 Hz/seg	4,962	1	CGED	
Cachapoal	La Puente Alta	49 Hz, -0.6 Hz/seg	9,925	1	CGED	
Graneros	Indura	49 Hz, -0.6 Hz/seg	7,456	1	CGED	
Alameda	La Palma	49 Hz, -0.6 Hz/seg	5,716	1	CGED	
Alameda	República de Chile	49 Hz, -0.6 Hz/seg	4,417	1	CGED	
Talca	Varoli	49 Hz, -0.6 Hz/seg	8,314	1	CGED	
Talca	Vaccaro	49 Hz, -0.6 Hz/seg	7,664	1	CGED	
Curicó	Aguas Negras	49 Hz, -0.6 Hz/seg	4,595	1	CGED	
Curicó	Zapallar	49 Hz, -0.6 Hz/seg	6,470	1	CGED	
Machalí	El Guindal	49 Hz, -0.6 Hz/seg	3,326	1	CGED	
Machalí	Nogales	49 Hz, -0.6 Hz/seg	2,286	1	CGED	
Paniahue	Chépica	49 Hz, -0.6 Hz/seg	3,955	1	EMELECTRIC	
Paniahue	Santa Cruz 2	49 Hz, -0.6 Hz/seg	4,435	1	EMELECTRIC	
Constitución	Santa María	49 Hz, -0.6 Hz/seg	5,498	1	EMELECTRIC	
Linares Norte	Linares Sur	49 Hz, -0.6 Hz/seg	1,500	1	LUZ LINARES/PARRAL	
Minera Valle Central	Alim. motores de molinos	49 Hz, -0.6 Hz/seg	1,850	1	MINERA VALLE CENTRAL	
Teno	Planta de Paneles MDP	$f < 49$ y $df/dt > 0,6$ Hz/seg o 48.7 (lo primero que ocurra)	2,800	1	ARAUCO	
Nueva Aldea	Paneles Nva. Aldea	48.9 Hz (2)	0,450	2	ARAUCO	
Constitución	Planta Viñales	48.9 Hz (2)	0,070	2	ARAUCO	
Curicó	52C6	$f < 49$ y $df/dt > 0,6$ Hz/seg o 48.9 (lo primero que ocurra)	2,200	2	CEC	
Buín	Villaseca	48.9 Hz	6,339	2	CGED	
Cachapoal	Lo Conty	48.9 Hz (1)	4,001	2	CGED	No participa en Marzo-Abril

Lo Miranda	Plazuela	48.9 Hz	3,585	2	CGED	
Talca	Tabaco	48.9 Hz	5,456	2	CGED	
Rauquén	Quilvo	48.9 Hz	7,545	2	CGED	
Retiro	Copihue	48.9 Hz	2,218	2	EMELECTRIC	Ex alimentador Retiro
Linares Norte	Barrio Industrial	48.9 Hz	2,500	2	LUZ LINARES/PARRAL	
Minera Valle Central	Alim. motores de molinos	48.9 Hz	1,850	2	MINERA VALLE CENTRAL	
Maestranza	Fundición Talleres	48.9 Hz	4,000	2	FUNDICIÓN TALLERES	
Longaví	Longaví	48.9 Hz	1,500	2	LUZ LINARES/PARRAL	En servicio por reemplazo Alim Linares Norte
Nva. Aldea	Planta Celulosa Nva. Aldea	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg (2) (9)	2,000	3	ARAUCO	
Constitución	Planta Viñales	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg (2) (9)	0,245	3	ARAUCO	
Curicó	52C7	f < 48.8 y df/dt > 0,6 Hz/seg o 48.7 (lo primero que ocurra)	3,500	3	CEC	
Buín	Guindos	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	6,859	3	CGED	
Cachapoal	El Olivar	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	4,365	3	CGED	
Colchagua	Maggi	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	5,482	3	CGED	
Colchagua	Enap	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	2,520	3	CGED	
Lo Miranda	Faenadora	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	13,432	3	CGED	
Lo Miranda	El Milagro	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg (1)	4,910	3	CGED	No participa en Marzo-Abril
Graneros	Codegua	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	4,183	3	CGED	
Alameda	Trapiche	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg (1)	4,027	3	CGED	No participa en Marzo-Abril
Talca	Duao	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	6,937	3	CGED	
Chillán	Limarí	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	7,768	3	CGED	
Chillán	Huambalí	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	6,235	3	CGED	
Rauquén	Sarmiento	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	5,441	3	CGED	
Rauquén	Los Vidales	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	6,813	3	CGED	Ex alimentador Rauquén
Cauquenes	Pilén	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	5,144	3	EMELECTRIC	Ex alimentador Cauquenes
Constitución	Purapel	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	11,075	3	EMELECTRIC	
Linares Norte	Linares Norte	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	0 MW	3	LUZ LINARES/PARRAL	Deshabilitado parcialmente. En servicio alimentador Longaví

Constitución	Planta Viñales	48.7 Hz (2)	0,070	4	ARAUCO	
Curicó	52C7	f < 48.8 y df/dt > 0,6 Hz/seg o 48.7 (lo primero que ocurra)	3,500	4	CEC	
Buín	Javiera Carrera	48.7 Hz	2,806	4	CGED	
Alameda	Diego Portales	48.7 Hz (1)	5,794	4	CGED	No participa en Marzo-Abril
Piduco	Prado	48.7 Hz	6,028	4	CGED	
Curicó	Rucatreño	48.7 Hz	3,041	4	CGED	
Talca	Piedras Blancas	48.7 Hz	2,789	4	EMETAL	Ex alimentador Talca Sur
Indura	Indura	48.7 Hz	3,600	4	INDURA	
Teno	Planta de Paneles MDP	f < 49 y df/dt > 0,6 Hz/seg o 48.7 (lo primero que ocurra)	2,800	4	ARAUCO	
Licantén	Planta Licantén	f < 49 y df/dt > 0,6 Hz/seg o 48.5 (lo primero que ocurra) (2)	0,200	5	ARAUCO	
Nva. Aldea	Planta Celulosa Nva. Aldea	48.5 Hz (2) (9)	0,550	5	ARAUCO	
Constitución	Planta Viñales	48.5 Hz (2)	0,070	5	ARAUCO	
Colchagua	Tinguiririca	48.5 Hz	4,079	5	CGED	
Graneros	La Compañía	48.5 Hz	3,274	5	CGED	
Graneros	Santa Julia	48.5 Hz (1)	3,689	5	CGED	No participa en Marzo-Abril
Piduco	Arenal	48.5 Hz	7,508	5	CGED	
Cauquenes	Quella	48.5 Hz	3,590	5	EMELECTRIC	
Cauquenes	Pocillas	48.5 Hz	1,578	5	EMELECTRIC	
Nueva Aldea	Paneles Nva. Aldea	48.3 Hz (2)	2,400	6	ARAUCO	
Nva. Aldea	Planta Celulosa Nva. Aldea	48.3 (2) (9)	0,550	6	ARAUCO	
Constitución	Planta Viñales	48.3 Hz (2)	0,070	6	ARAUCO	
Buín	Arturo Prat	48.3 Hz (1)	2,602	6	CGED	No participa en Marzo-Abril
Cachapoal	Requinoa	48.3 Hz	4,754	6	CGED	
Colchagua	Miraflores	48.3 Hz	4,131	6	CGED	
Chillán	Los Puelches	48.3 Hz	8,002	6	CGED	Ex alimentador Andacollo
Cauquenes	Tabolguén	48.3 Hz	3,187	6	EMELECTRIC	Ex alimentador Cauquenes-Pelluhue

### ZONA CHARRÚA

Los Ángeles	Alcazar	49 Hz, -0.6 Hz/seg	6,755	1	CGED	
El Avellano	Laja	49 Hz, -0.6 Hz/seg	3,466	1	CGED	
Planta Celulosa Laja	Planta Celulosa Laja	49 Hz, -0.6 Hz/seg	16,000	1	CMPC CELULOSA Y CMPC MADERAS	
Planta Pacifico	Planta	49 Hz, -0.6 Hz/seg	0,000	1	CMPC CELULOSA Y CMPC MADERAS	
Planta Pacifico	ERCO	49 Hz, -0.6 Hz/seg	0,000	1	CMPC CELULOSA Y CMPC MADERAS	
Planta Pacifico	Plywood	49 Hz, -0.6 Hz/seg	0,000	1	CMPC CELULOSA Y CMPC MADERAS	
Los Ángeles	Los Ángeles 13 kV	$f < 49.0$ y $df/dt > 0,6$ Hz/seg o 48.7 (lo primero que ocurra)	2,100	1	COPELAN	
Tres Esquinas Bulnes	52C7 Alim. G	49 Hz, -0.6 Hz/seg	1,330	1	COPELEC	
Cocharcas	52C2 Alim. L	49 Hz, -0.6 Hz/seg		1	COPELEC	
Cabrero	Yumbel	49 Hz, -0.6 Hz/seg	3,600	1	GRUPO SAESA	
Planta Santa Fé	Línea 1	49.4 Hz (considerado como EDAC si frecuencia llega a 48.9 Hz)	0,000	2	CMPC CELULOSA Y CMPC MADERAS	
Confluencia	52C82 Alim. K	48.9 Hz	0,300	2	COPELEC	
Cabrero	Cabrero	48.9 Hz	1,700	2	GRUPO SAESA	
Cholguán 66 kV	Paneles Arauco	$f < 48.8$ y $df/dt > 0,6$ Hz/seg o 48.7 (lo primero que ocurra) (2)	3,000	3	ARAUCO	
Cholguán 220 kV	Paneles Arauco	$f < 48.8$ y $df/dt > 0,6$ Hz/seg o 48.7 (lo primero que ocurra)	4,000	3	ARAUCO	
Los Ángeles	Paillihue	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	7,223	3	CGED	
Planta AMSA	Planta AMSA	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	0,000	3	CMPC CELULOSA Y CMPC MADERAS	
Confluencia	52C14 y 52C68 Alim. U	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	1,400	3	COPELEC	
Cocharcas	52C3 Alim. N	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg		3	COPELEC	
Cholguán 66 kV	Paneles Arauco	$f < 48.8$ y $df/dt > 0,6$ Hz/seg o 48.7 (lo primero que ocurra) (2)	3,000	4	ARAUCO	
Cholguán 220 kV	Paneles Arauco	$f < 48.8$ y $df/dt > 0,6$ Hz/seg o 48.7 (lo primero que ocurra)	4,000	4	ARAUCO	
Los Ángeles	Los Ángeles 13 kV	$f < 49.0$ y $df/dt > 0,6$ Hz/seg o 48.7 (lo primero que ocurra)	2,100	4	COPELAN	

Recinto	52C80 Alim. Q	48.7 Hz	0,380	4	COPELEC	
El Avellano	Sor Vicenta	48.5 Hz	6,755	5	CGED	
Tres Esquinas Bulnes	52C6 Alim. H	48.5 Hz	0,520	5	COPELEC	
Cholguán	Tucapel	48.3 Hz	3,700	6	GRUPO SAESA	

### ZONA CONCEPCIÓN

Horcones	Planta Arauco	f < 49.0 y df/dt > 0,6 Hz/seg o 48.7 (lo primero que ocurra) (2)	4,500	1	ARAUCO	
Talcahuano	San Vicente	49 Hz, -0.6 Hz/seg	1,689	1	CGED	
Talcahuano	Lenga	49 Hz, -0.6 Hz/seg	6,495	1	CGED	
Andalién	Irarrázaval	49 Hz, -0.6 Hz/seg	3,741	1	CGED	
Chiguayante	Manuel Rodríguez	49 Hz, -0.6 Hz/seg (2)	6,261	1	CGED	No participa entre Junio y Agosto
Chiguayante	Hualqui	49 Hz, -0.6 Hz/seg	7,976	1	CGED	
Chiguayante	Villuco	49 Hz, -0.6 Hz/seg	3,455	1	CGED	
Latorre	La Marina	49 Hz, -0.6 Hz/seg	1,481	1	CGED	
Ejercito	21 de mayo	49 Hz, -0.6 Hz/seg (2)	3,741	1	CGED	No participa entre Junio y Agosto
Petropower	Enap Bio Bio-Alimentador Boc.-SE Cab.9	49 Hz, -0.6 Hz/seg	1,370	1	ENAP REFINERIAS BIO BIO	
Lota	Lota Alto	49 Hz, -0.6 Hz/seg	1,900	1	GRUPO SAESA	
San Vicente	Inchalam	49 Hz, -0.6 Hz/seg	0,452	1	INCHALAM	
Planta MAPAL	Línea Terminacion	49 Hz, -0.6 Hz/seg	0,980	1	MASISA	
San Vicente	Moly Cop	f < 49.0 y df/dt > 0,6 Hz/seg o 48.7 (lo primero que ocurra) (4)	0,080	1	MOLY COP	
Papeles Bío Bio	Papeles Bío Bio	49 Hz, -0.6 Hz/seg (5)	1,224	1	PAPELES NORSKE SKOG BIO BIO	
Petropower	Petroquim -Extrusora Mex	49 Hz, -0.6 Hz/seg	2,000	1	PETROQUIM	
EKA CHILE	EKA CHILE	49 Hz, -0.6 Hz/seg (9)	4,000	2	EKA CHILE	Configuración Provisoria (Existe Propuesta)
San Vicente	CAP Huachipato	48.9 Hz	15,000	2	CAP HUACHIPATO - INSTAPANEL	
Cementos Bio Bio	Cementos Bio Bio	48.9 Hz (3)	1,000	2	CEMENTOS BIO BIO	
San Pedro	Villa	48.9 Hz (2)	6,703	2	CGED	No participa entre Junio y Agosto

Talcahuano	Chome	48.9 Hz	4,625	2	CGED	
Manso de Velasco	Quilque	48.9 Hz	6,755	2	CGED	
Petropower	Enap Bio Bio-J1165 Cab.29A	48.9 Hz	0,380	2	ENAP REFINERIAS BIO BIO	
Petropower	Enap Bio Bio-OLE Cab.23	48.9 Hz	0,320	2	ENAP REFINERIAS BIO BIO	
San Vicente	Inchalam	48.9 Hz	0,145	2	INCHALAM	
Planta MAPAL	Georgia Pacific	48.9 Hz	0,300	2	MASISA	
Papeles Bío Bio	Papeles Bío Bio	48.9 Hz (5)	0,306	2	PAPELES NORSE SKOG BIO BIO	
DOW	DOW	48.9 Hz (7)	1,400	2	PETROQUÍMICA DOW	
Cementos Bio Bio	Cementos Bio Bio	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg (3)	0,560	3	CEMENTOS BIO BIO	
Andalién	Lo Galindo	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	6,729	3	CGED	
Latorre	Puerto	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	6,651	3	CGED	
Ejercito	Chepe	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	3,715	3	CGED	
Ejercito	Paicaví	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	5,716	3	CGED	
Perales	Hualpencillo	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	6,937	3	CGED	
Perales	Salinas	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	6,079	3	CGED	
Petropower	Enap Bio Bio-BombaJ585 Cab.108B	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	3,040	3	ENAP REFINERIAS BIO BIO	
Lota	Colcura	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	3,300	3	GRUPO SAESA	
San Vicente	Inchalam	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	0,355	3	INCHALAM	
Planta MAPAL	Viruterias, Clasificado y Secado Mende	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	0,540	3	MASISA	
OXY	OXY	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg (8)	17,500	3	OCCIDENTAL CHEMICAL	
Papeles Bío Bio	Papeles Bío Bio	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg (5)	1,224	3	PAPELES NORSE SKOG BIO BIO	
Horcones	Planta Arauco	f < 49.0 y df/dt > 0,6 Hz/seg o 48.7 (lo primero que ocurra) (2)	4,500	4	ARAUCO	
Coronel	Calabozo	48.7 Hz	3,845	4	CGED	
Andalién	Cosmito	48.7 Hz	5,898	4	CGED	
Petropower	Enap Bio Bio-OLE Cab.18	48.7 Hz	0,290	4	ENAP REFINERIAS BIO BIO	
Petropower	Enap Bio Bio-Bomba al Río J1329 Cab.107A	48.7 Hz	0,390	4	ENAP REFINERIAS BIO BIO	
San Vicente	Inchalam	48.7 Hz	0,180	4	INCHALAM	

Planta MAPAL	Aserrín, Picador, Formación, Encolado y Prensa Mende	48.7 Hz	0,500	4	MASISA	
San Vicente	Moly Cop	f < 49.0 y df/dt > 0,6 Hz/seg o 48.7 (lo primero que ocurra) (4)	0,080	4	MOLY COP	
Papeles Bío Bío	Papeles Bío Bío	48.7 Hz (5)	0,306	4	PAPELES NORSKE SKOG BIO BIO	
Talcahuano	Gaete	48.5 Hz	8,262	5	CGED	
Chiguayante	Bio bio	48.5 Hz (2)	5,170	5	CGED	No participa entre Junio y Agosto
San Vicente	Inchalam	48.5 Hz	0,171	5	INCHALAM	
Papeles Bío Bío	Papeles Bío Bío	48.5 Hz (5)	0,306	5	PAPELES NORSKE SKOG BIO BIO	
San Pedro	Santa Juana	48.3 Hz	5,950	6	CGED	
Coronel	La Obra	48.3 Hz	6,885	6	CGED	
Petropower	Enap Bio Bio-J1202B MHC	48.3 Hz	2,070	6	ENAP REFINERIAS BIO BIO	
San Vicente	Inchalam	48.3 Hz	0,233	6	INCHALAM	
Papeles Bío Bío	Papeles Bío Bío	48.3 Hz (5)	0,306	6	PAPELES NORSKE SKOG BIO BIO	

### ZONA ARAUCANÍA

Ciruelos	Planta Valdivia	49 Hz, -0.6 Hz/seg (2)	0,210	1	ARAUCO	
Pumahue	Santa Rosa	49 Hz, -0.6 Hz/seg	6,755	1	CGED	
Pumahue	Los Cantaros	49 Hz, -0.6 Hz/seg	6,755	1	CGED	
Padre Las Casas	Las Quilas	49 Hz, -0.6 Hz/seg	6,755	1	CGED	
Temuco	Los Cantaros y Pte. Ahogado	f < 49.0 y df/dt > 0,6 Hz/seg o 48.7 (lo primero que ocurra)	1,546	1	CODINER	Alimentador Los Cántaros no opera en demanda baja
Valdivia	Balmaceda	49 Hz, -0.6 Hz/seg	6,000	1	GRUPO SAESA	
Osorno	Germán Hube	49 Hz, -0.6 Hz/seg	5,230	1	GRUPO SAESA	
Melipulli	Mirasol	49 Hz, -0.6 Hz/seg	6,740	1	GRUPO SAESA	
Ciruelos	Planta Valdivia	48.9 Hz (2)	0,210	2	ARAUCO	
Pumahue	Pueblo Nuevo	48.9 Hz	6,755	2	CGED	
Pid Pid	Piriquina	48.9 Hz	3,400	2	GRUPO SAESA	
Ciruelos	Planta Valdivia	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg (2)	0,210	3	ARAUCO	
Padre Las Casas	Pleiteado	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	6,755	3	CGED	

Villarrica	Volcán	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	3,267	3	CGED	
Pucón	Curarrehue	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	8,724	3	CGED	
CMPC Planta Valdivia	Desfibrador 1	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	1,000	3	CMPC CARTULINAS	
Negrete	Nacimiento	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	4,700	3	GRUPO SAESA	
Valdivia	Las Ánimas	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	5,000	3	GRUPO SAESA	
Osorno	Los Carrera	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	9,180	3	GRUPO SAESA	
Osorno	Antonio Varas	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	4,300	3	GRUPO SAESA	
Melipulli	Cayenel	48.8 Hz, -0.6 Hz/seg	8,140	3	GRUPO SAESA	
Villarrica	Ñancul	48.7 Hz	3,267	4	CGED	
Temuco	Los Cantaros y Pte. Ahogado	$f < 49.0$ y $df/dt > 0,6$ Hz/seg o 48.7 (lo primero que ocurra)	1,546	4	CODINER	Alimentador Los Cántaros no opera en demanda baja
Negrete	Renaico	48.7 Hz	1,700	4	GRUPO SAESA	
Pid Pid	Castro Alto	48.7 Hz	6,550	4	GRUPO SAESA	
Padre Las Casas	Metrenco	48.5 Hz	6,755	5	CGED	
Picarte	Picarte Sur	48.5 Hz	4,240	5	GRUPO SAESA	
Pucón	Antumalal	48.3 Hz	3,267	6	CGED	
CMPC Planta Valdivia	Desfibrador 2	48.3 Hz	1,000	6	CMPC CARTULINAS	
Picarte	Schneider	48.3 Hz	4,190	6	GRUPO SAESA	

(1) Valor referencial. El detalle del EDAC conjunto entre CMPC Papeles Cordillera y CMPC Cartulinas Planta Maule se muestra abajo

(2) No se pondrá operativo el EDAC cuando estas plantas autoproductoras estén aportando energía al sistema y no retirándola (es decir, funcionen como centrales generadoras) o, mientras se esté en el proceso de partida y toma de carga con posterioridad a la pérdida intempestiva de generación en la planta ( sin exceder un periodo de 8 horas). En caso contrario, cuando sus unidades generadoras estén indisponibles y se encuentre retirando energía del sistema deberán cumplir con los montos de desconexión de carga del EDAC que se indican en la presente planilla.

(3) Valor referencial. El detalle del EDAC de Cementos Bio Bio se muestra abajo

(4) Desprendimiento en Horas de Punta (19:00 a 22:00 hrs.) 0.08 MW, desprendimiento en horas fuera de punta 2.4 MW

(5) EDAC de Norske Skog Papeles Bío Bío selecciona de un conjunto de cargas predefinidas aquellas que cumplen con porcentajes



**(1) Detalle EDAC conjunto de Papeles Cordillera y CMPC Cartulinas Planta Maule**

El EDAC de Papeles Cordillera CMPC es medido y calculado por el sistema descrito de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\text{Desp.C} = [ ( \text{DmM} + \text{DmInicio} ) * \% / 1 - \text{Desp.M} ] \pm 15 \%$$

En que las variables son :

Desp.C = Desprendimiento de Cordillera por Escalón de Frecuencia

DmInicio = Demanda Registrada en Subestación Cordillera al inicio de los eventos EDAC

El sistema discrimina entre horas de punta y fuera de punta seleccionando las constantes dentro de las tablas siguientes:

	E1	E2	E3	E4	E5	E6
<b>Demanda Baja de CMPC Cartulinas-Planta Maule</b>						
<b>Papeles Cordillera</b>	4.82	1.21	4.82	1.21	1.21	1.21
<b>Planta Maule</b>		3.64				
<b>Demanda Alta de CMPC Cartulinas-Planta Maule</b>						
<b>Papeles Cordillera</b>	1.51	0	2.75	0	0	0
<b>Planta Maule</b>	15.7*	1.76**	0	1.76**	1.76**	1.76**

\* sólo si tasa de caída de la frecuencia es menor a -0.6 Hz/seg

\*\* sólo si tasa de caída de la frecuencia es mayor a -0.6 Hz/seg

**(3) Detalle EDAC de Cementos BIO BIO**

*Tabla 3: Escalones para EDAC BF en horas de punta y fuera de Punta*

	Horario	Condición	Escalón 1(*)	Escalón 2	Escalón 3 (*)	Escalón 4	Escalón 5	Escalón 6	Total
			49.0 Hz	49.0 Hz	49.0 Hz	49.0 Hz	49.0 Hz	49.0 Hz	
			MW	MW	MW	MW	MW	MW	
			0.52	0.13	0.52	0.13	0.13	0.13	1.56(**)
Fuera de Punta	1		0	0.7	1.3	0	0	0	2.0
	2		0	1.3	1.4	0	0	0	2.7
	3		0	0.7	1.4	0	0	0	2.1
	4		0	1.4	0.6	0	0	0	2.0
	5		0	3.0	0	0	0	0	3.0
	6		0	2.0	0	0	0	0	2.0
En Punta	7		0	1.0	0	0	0	0	1.0
	8		0	0.8	0	0	0	0	0.8

(\*) : Escalón ajustado por gradientes de tensión  
(\*\*): Desprendimiento de carga solicitado

**(6) Detalle EDAC de Min. Pelambres**

Escala- lón	Frec. Operación	% despren.	ESCENARIO 1					ESCENARIO 2					ESCENARIO 3					ESCENARIO 4				
			1 Línea en producción P=60 (MW)					2 Líneas en producción 60<P<120					3 Líneas en producción 120<P<160					3 Líneas y sin correas regenerativas P=180				
			REQUERIDO		DESPRENDIMIENTO PROPUESTO			Circuito	REQUERIDO		DESPRENDIMIENTO PROPUESTO			Circuito	REQUERIDO		DESPRENDIMIENTO PROPUESTO			Circuito	REQUERIDO	
Parcial MW	Acum.	Parcial MW	% despren.	Parcial MW	Acum.	Parcial MW	% despren.		Parcial MW	Acum.	Parcial MW	% despren.	Parcial MW		Acum.	Parcial MW	% despren.	Parcial MW	Acum.		Parcial MW	% despren.
1	49Hz - 0.6Hz/seg	7.204	4.3	4.3	4.5	7.5%	52-34	8.6	8.6	15.0	12.5%	52-4/20/32	11.5	11.5	15.0	9.4%	52-4/20/32	13.0	13.0	15.0	8.3%	52-4/20/32
2	48.9	1.801	1.1	5.4	1.1	1.8%	52-17	2.2	10.8	1.1	0.9%	52-17	2.9	14.4	6.0	3.8%	52-34	3.2	16.2	6.0	3.3%	52-34
3	48.8Hz - 0.6Hz/seg	7.204	4.3	9.7	4.5	7.5%	52-34	8.6	19.5	15.0	12.5%	52-4/20/32	11.5	25.9	15.0	9.4%	52-4/20/32	13.0	29.2	15.0	8.3%	52-4/20/32
4	48.7	1.801	1.1	10.8	3.8	6.3%	52-23	2.2	21.6	5.0	4.2%	52-34	2.9	28.8	1.1	0.7%	52-17	3.2	32.4	1.1	0.6%	52-17
5	48.5	1.801	1.1	11.9			No Habilitado	2.2	23.8			No Habilitado	2.9	31.7			No Habilitado	3.2	35.7			No Habilitado
6	48.3	1.801	1.1	13.0			No Habilitado	2.2	25.9	15.0	12.5%	52-4/20/32	2.9	34.6	15.0	9.4%	52-4/20/32	3.2	38.9	15.0	8.3%	52-4/20/32
TOTALES			21.6	13.0	13.9	23.2%		25.9		51.1	30.1%		34.6		52.1	23.2%		38.9		52.1	20.6%	
			potencia max 60 MW		potencia max 120 MW		potencia max 160 MW		potencia max 180 MW													
			DEMANDA MEDIA		DEMANDA MEDIA		DEMANDA MEDIA		DEMANDA MEDIA													
			circuito MW		circuito MW		circuito MW		circuito MW													
circuitos sustitutos entre si			MOLINO SAG 1	52-4	15		MOLINO SAG 1	52-4	15			MOLINO SAG 1	52-4	15			MOLINO SAG 1	52-4	15			
			MOLINO SAG 2	52-20	15		MOLINO SAG 2	52-20	15			MOLINO SAG 2	52-20	15			MOLINO SAG 2	52-20	15			
			MOLINO SAG 3	52-32	15		MOLINO SAG 3	52-32	15			MOLINO SAG 3	52-32	15			MOLINO SAG 3	52-32	15			
			CAMPAMENTO	52-17	1.1		CAMPAMENTO	52-17	1.1			CAMPAMENTO	52-17	1.1			CAMPAMENTO	52-17	1.1			
			TRANQUE QUILLAYES	52-23	3.8		TRANQUE QUILLAYES	52-23	6.6			TRANQUE QUILLAYES	52-23	10			TRANQUE QUILLAYES	52-23	10			
			RECIRCULACION 2	52-34	4.5		RECIRCULACION 2	52-34	5			RECIRCULACION 2	52-34	6			RECIRCULACION 2	52-34	6			

La lógica de operación sobre los molinos SAG es la siguiente (circuitos 52-4, 52-20, 52-32):

- Existen 3 molinos SAG en MLP. Por tal motivo es necesario alambrar los trip a los tres, dado que uno de ellos (o dos) podría estar en mantención al momento de ocurrir una operación del EDAC
- Los escenarios 2, 3 y 4 están afectos a la salida de 2 molinos SAG como máximo
- Para los escenarios 2, 3 y 4, el desprendimiento de carga del SAG durante el primer escalón, se repite en el sexto escalón (es el mismo SAG)
- La señal de TRIP a los SAG se realizará mediante "vuelta de llave", primero dando orden de apagado a los semiconductores del convertidor respectivo. Esto introduce un retardo de 60 ms

**(7) Detalle cargas disponibles EDAC de Cristalerías Chile**

Edac selecciona cargas de acuerdo a los porcentajes de la demanda total en cada instante

Nº	Cargas Desprendibles por EDAC	KW (promedio)
1	Calef. Petroleo Estanque	50
2	Batch House	132
3	Precipitador	54
4	Ventilador E1	118
5	Ventilador E3	118
6	Compresor N°1	651
7	Compresor N°2	651
8	Compresor N°5	430
9	Compresor N°6	430
10	Compresor N°7	430
11	Electro Boosting	800

**(8) Detalle EDAC de Codelco - Div Andina**Cargas del EDAC Integral 66 Kv

CARGAS EN 66 KV (AONCAGUA)	MW
<b>DEMANDA</b>	<b>29.600</b>
MOBA 3, MOBA 7 y 8 Seccion 14 S/E Molinos	3.336
Seccion 1 S/E Molinos	3.434
Cuatenario Seccion 16 S/E Molinos	0.950
Remolienda 1 Sala Electrica C	1.300
Remolienda 2 Sala Electrica C	1.300
Molinos barras 2	0.700
Hilton, Hatt, km 28, secc 4 S/E principal molinos	0.230
Molinos bolas 6	1.300
<b>POTENCIA EDAC 66 kv</b>	<b>12.550</b>

Cargas del EDAC Integral 220 Kv.

CARGAS EN 220 KV (POLPAICO)	MW
<b>DEMANDA</b>	<b>85.000</b>
MOBO1 Seccion2 MT M1 S/E SAG	5.600
MOBO2 Seccion4 MT M1 S/E SAG	5.595
Chancado Don Luis	1.200
S/E 16 1/2 E Ventilacion	2.500
Caverna Descarga	0.200
S/E 16 1/2 D	2.451
Estacion de Maniobra 1	1.233
Estacion de Maniobra 2	1.233
SwitchGear 13,2 KV	1.505
Sala Electrica Cabezal VDF A7	2.025
Sala Electrica Chancado Secundario	2.916
Molino Unitario	8.101
Bomba 15 de Impulsion Espesador 3	0.360
Bomba 16 de Impulsion Espesador 3	0.360
Bomba 17 de Impulsion Espesador 3	0.360
S/E 8A 13,2 kv (traslado de carga)	0.400
<b>POTENCIA EDAC 220 kv</b>	<b>35.319</b>

Por cada EDAC a implementar (de 66 KV y de 220 KV), se implementa un código similar. Estos programas (dos) se ejecuta en la RTU Telvent maestra EDAC (de la Sala SCADA de Cordillera. Los pasos, en pseudocódigo, son los siguientes.

- Paso 1: Se reciben las prioridades de todas las cargas desde la consola de operación. Se ordenan las cargas de menor a mayor prioridad. La prioridad 0 (cero) significa carga no considerada en la rutina.
- Paso 2: Se suman las cargas, desde la menor prioridad a la mayor, hasta tener la potencia deslastrable que pide el Escalón 2. Este subconjunto de cargas queda asignado entonces al Escalón 2
- Paso 3: Con las cargas restantes, se suman cargas desde la menor prioridad a la mayor hasta lograr la potencia del Escalón 2+4 menos la Potencia real del Escalón 2. Este subconjunto de cargas queda asignado al Escalón 4
- Paso 4: Con las cargas restantes, se suman cargas desde la menor prioridad a la mayor hasta lograr la potencia del Escalón 2+4+5 menos la Potencia real del Escalón 2 menos la Potencia real del Escalón 4. Este subconjunto de cargas queda asignado al Escalón 5
- Paso 5: Con las cargas restantes, se suman cargas desde la menor prioridad a la mayor hasta lograr la potencia del Escalón 2+4+5+6 menos la Potencia real del Escalón 2 menos la Potencia real del Escalón 4 menos la Potencia real del Escalón 5. Este subconjunto de cargas queda asignado al Escalón 6
- Paso 6: Con las cargas restantes, se suman las cargas, desde la menor prioridad a la mayor, hasta tener la potencia deslastrable que pide el Escalón 1. Este subconjunto de cargas queda asignado entonces al Escalón 1.
- Paso 7: Con las cargas restantes, se suman las cargas, desde la menor prioridad a la mayor, hasta tener la potencia deslastrable que pide el Escalón 3. Este subconjunto de cargas queda asignado entonces al Escalón 3.

**(9) Detalle EDAC Planta Celulosa Nueva Aldea II**

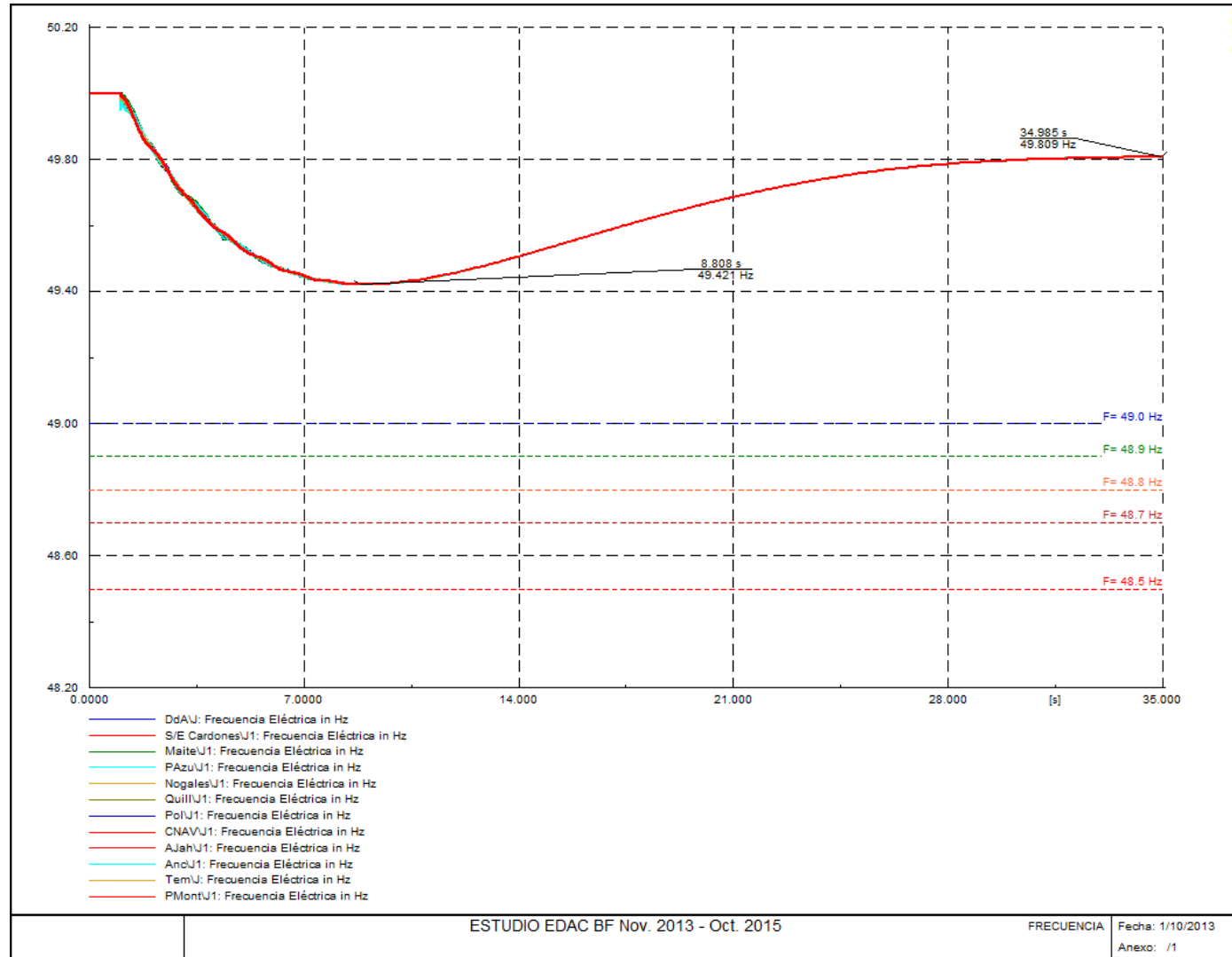
Demanda total planta de 9 MW					
Escalón	Alimentadores	Potencia (MW)	% de Carga	Frecuencia (Hz)	df/dt
3	2-11	2	22.2	48.8	-0.6Hz/s
5	2-4 y 2-6	0.55	6.1	48.5	-
6	2-7 y 2-8	0.55	6.1	48.3	-
Tabla 1: Cuadro de desprendimiento de carga para demanda de 9MW					
Demanda total planta de 6 MW					
Escalón	Alimentadores	Potencia (MW)	% de Carga	Frecuencia (Hz)	df/dt
3	2-11	0.33	5.5	48.8	-0.6Hz/s
5	2-4 y 2-6	0.55	9.2	48.5	-
6	2-7 y 2-8	0.55	9.2	48.3	-
Tabla 2: Cuadro de desprendimiento de carga para demanda de 6MW					

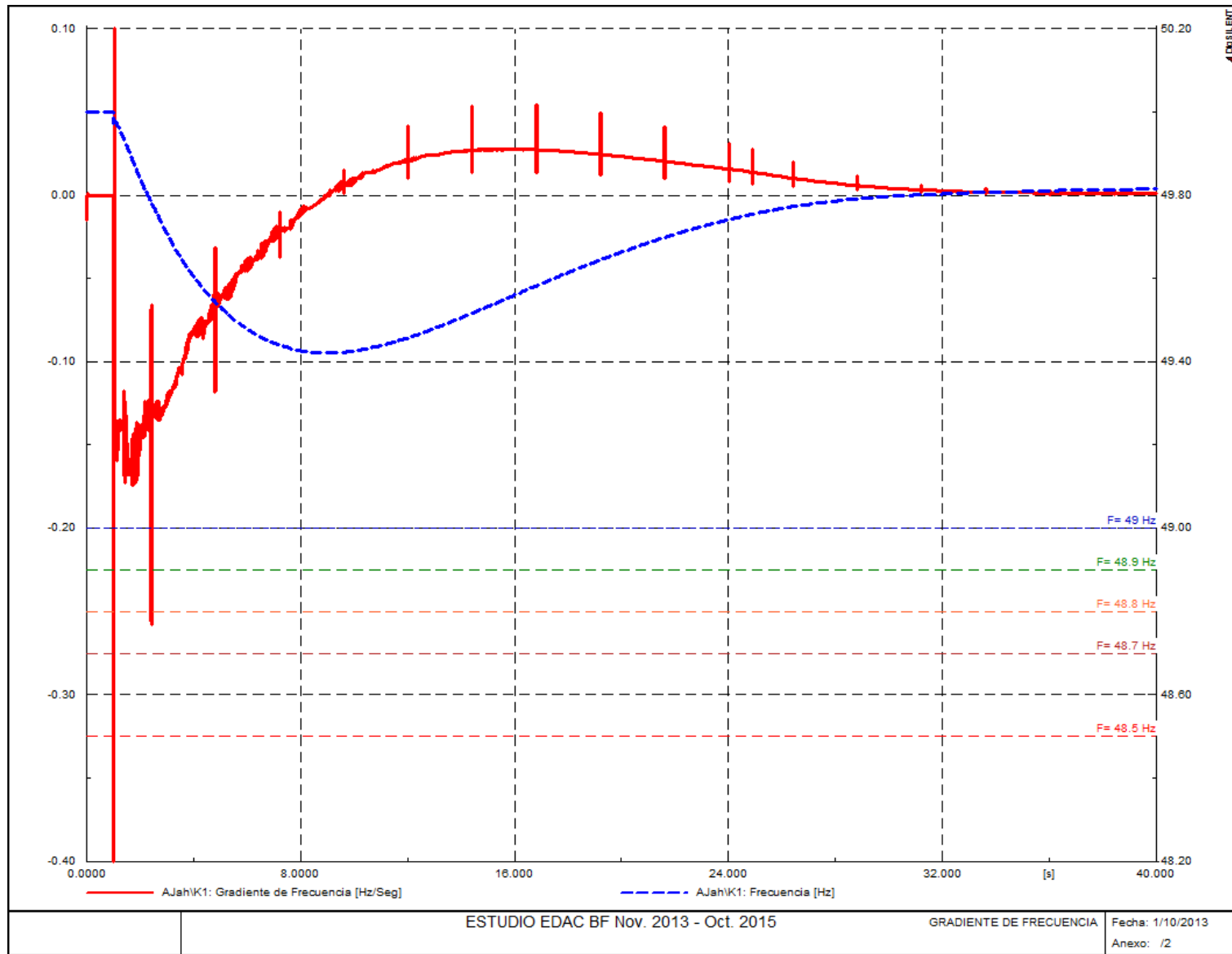
# **ANEXO 2**

## **Detalle Simulaciones Dinámicas Escenario de Demanda Alta**



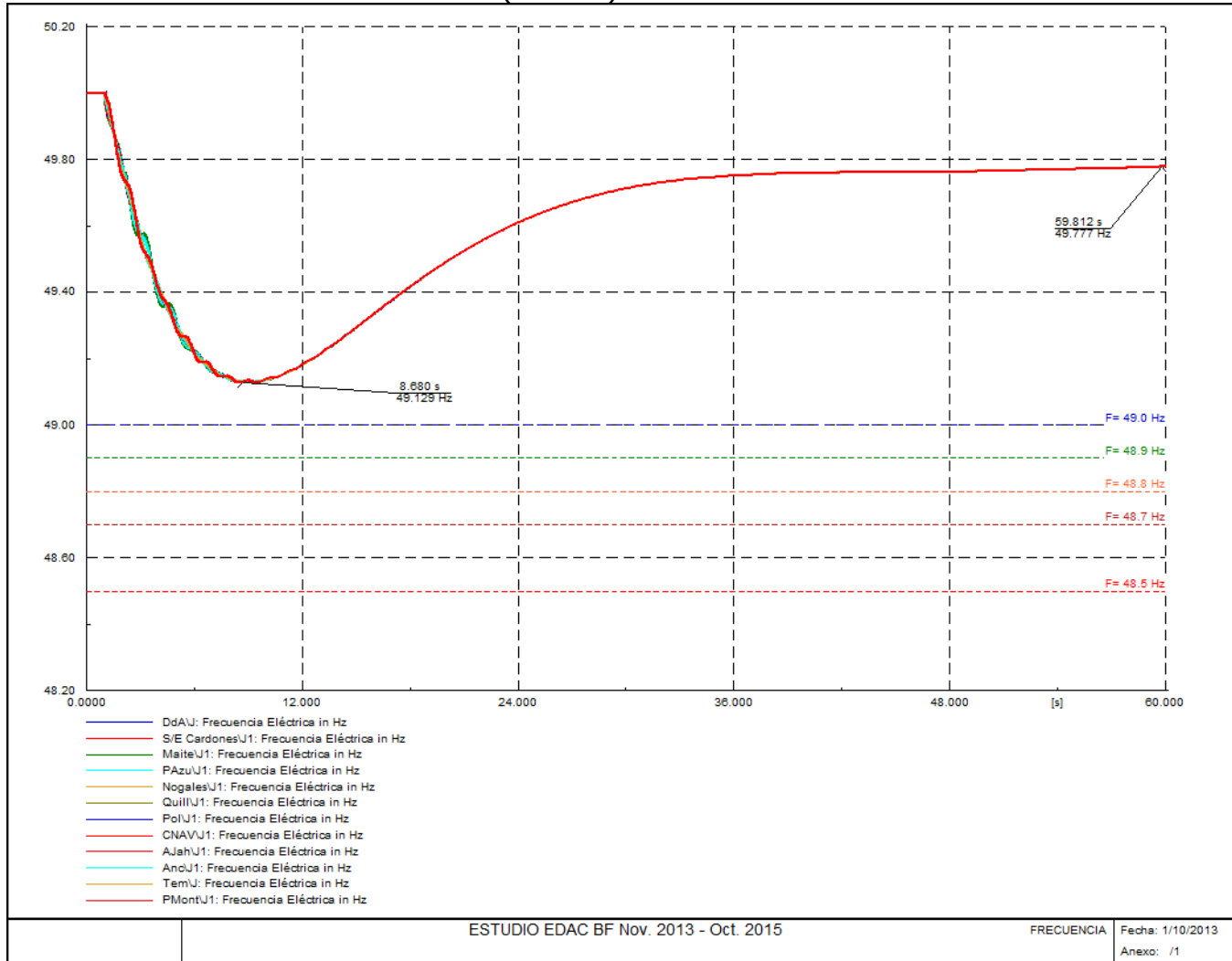
a) Desconexión de una unidad de central Pehuenche (275 MW) – 3.79% de la demanda

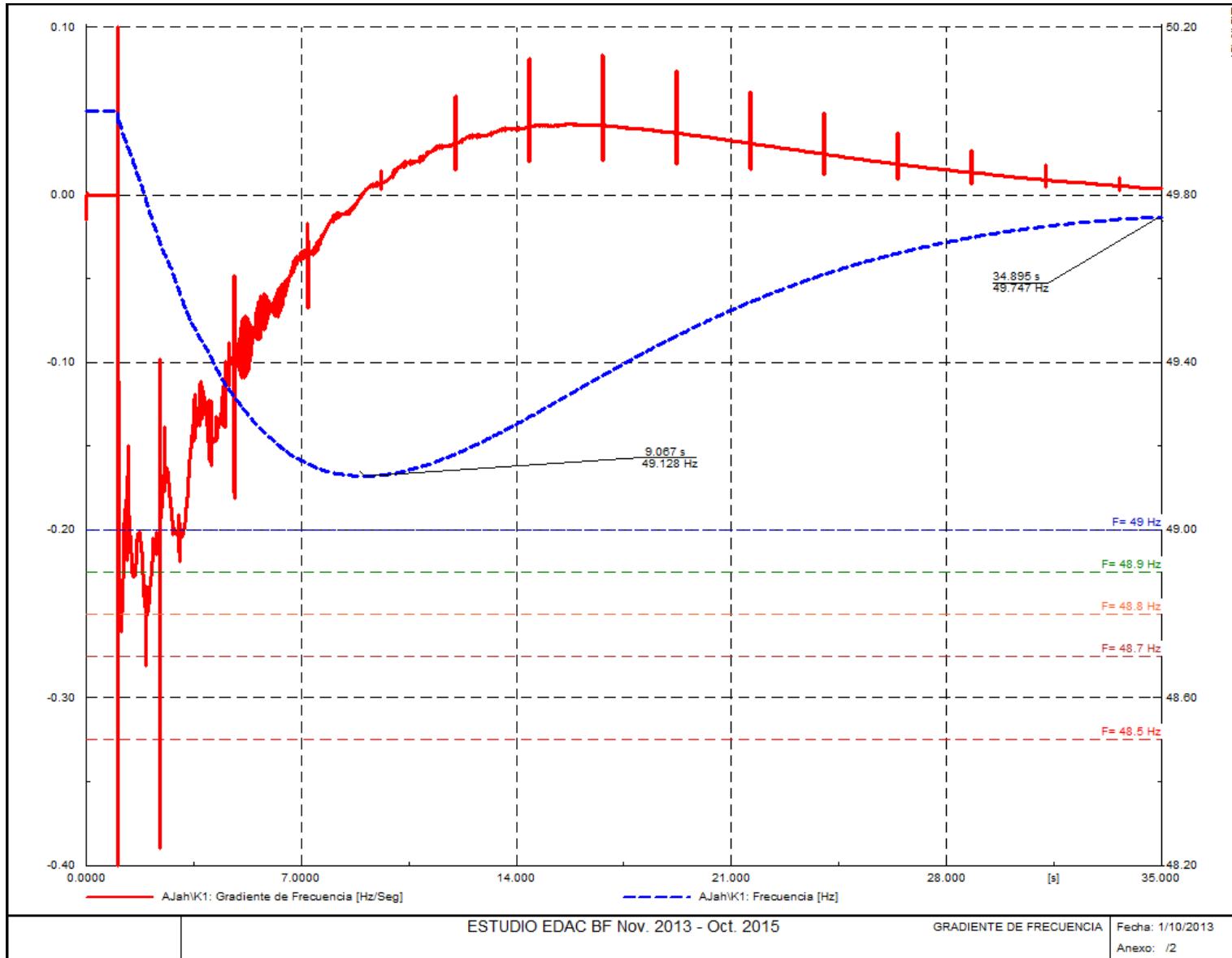






b) Desconexión de una central de ciclo combinado (390 MW) – 5.37% de la demanda

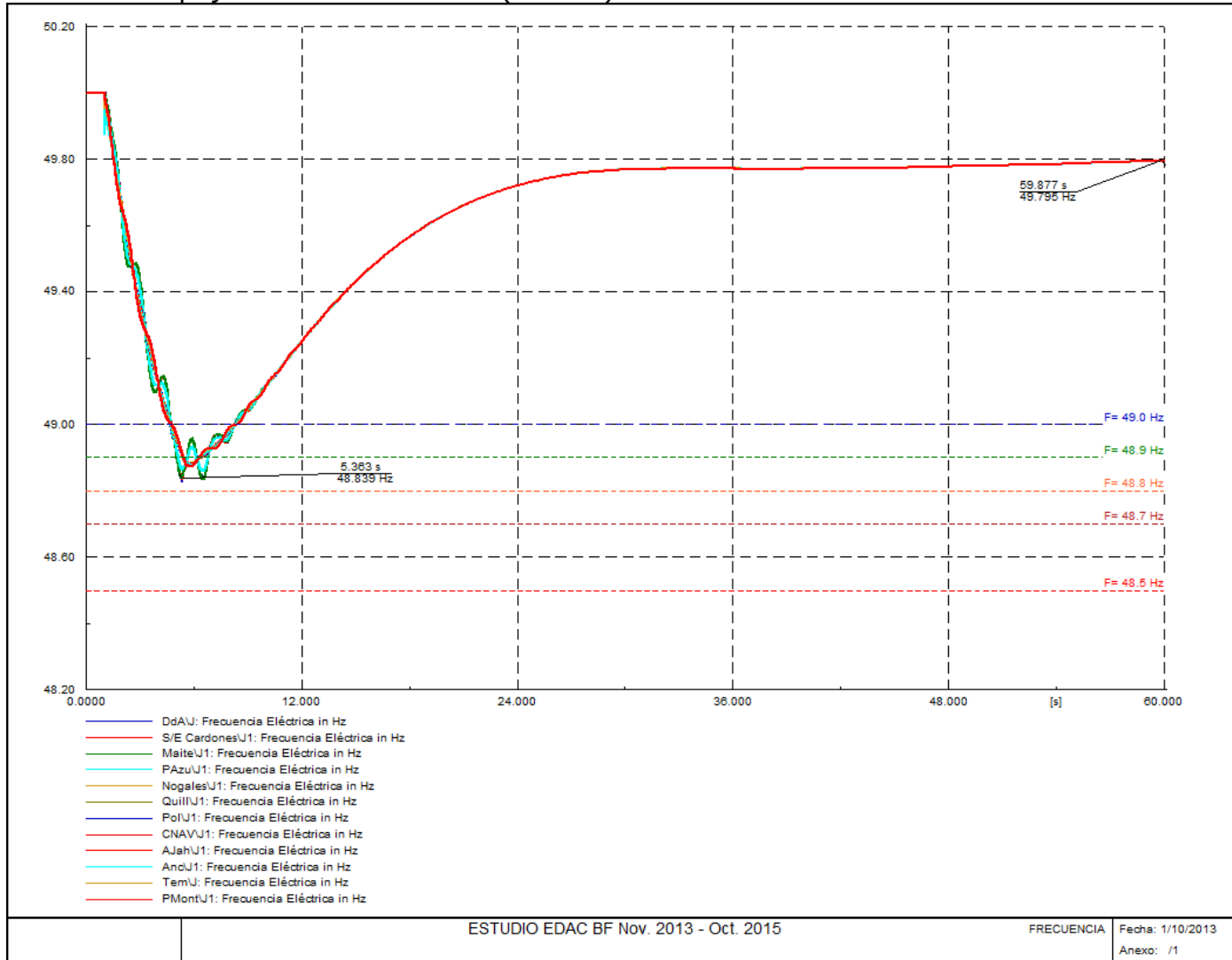


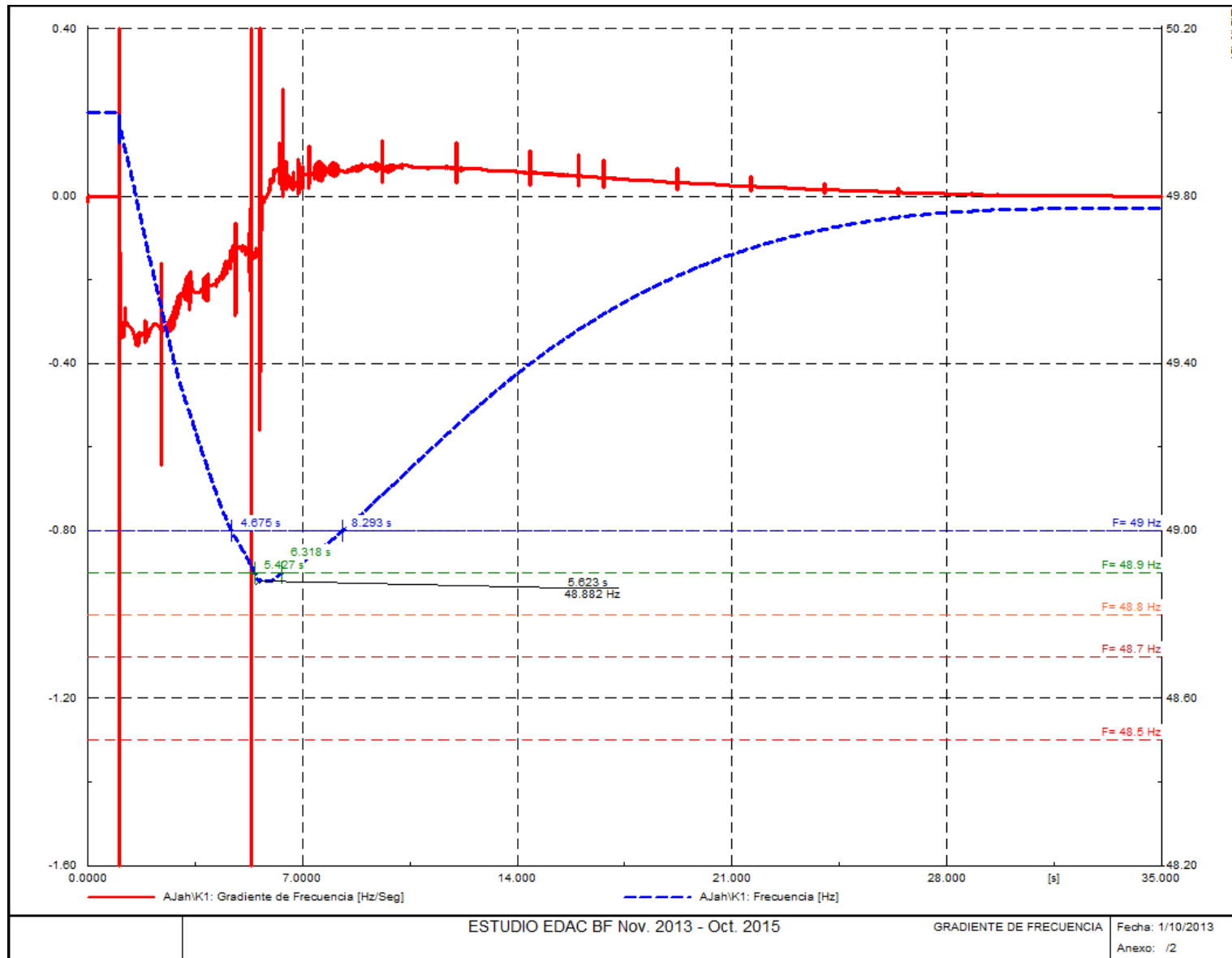


ESTUDIO EDAC BF Nov. 2013 - Oct. 2015

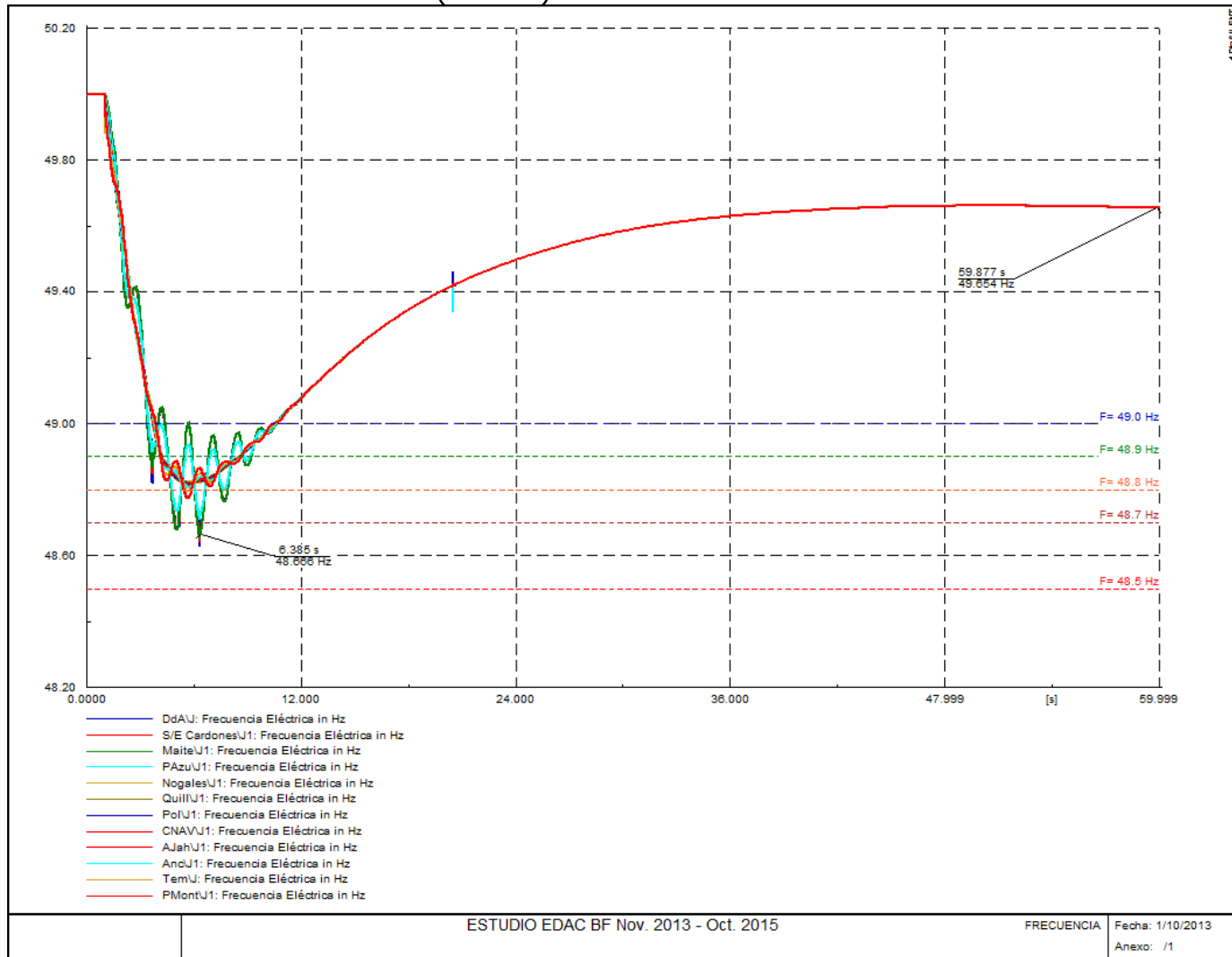
GRADIENTE DE FRECUENCIA  
 Fecha: 1/10/2013  
 Anexo: /2

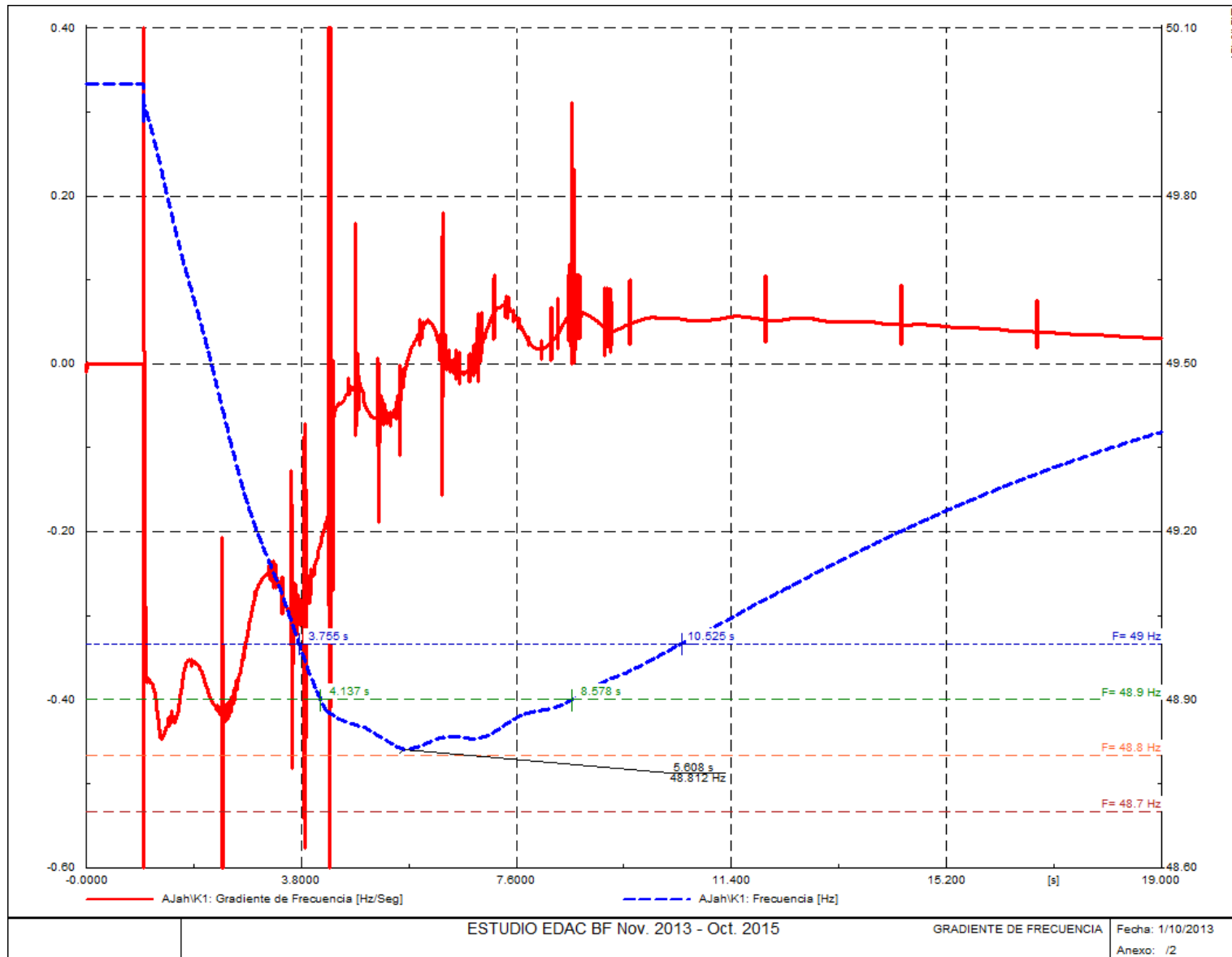
c) Desconexión de complejo Pehuenche-Loma Alta (580 MW) – 8.0% de la demanda



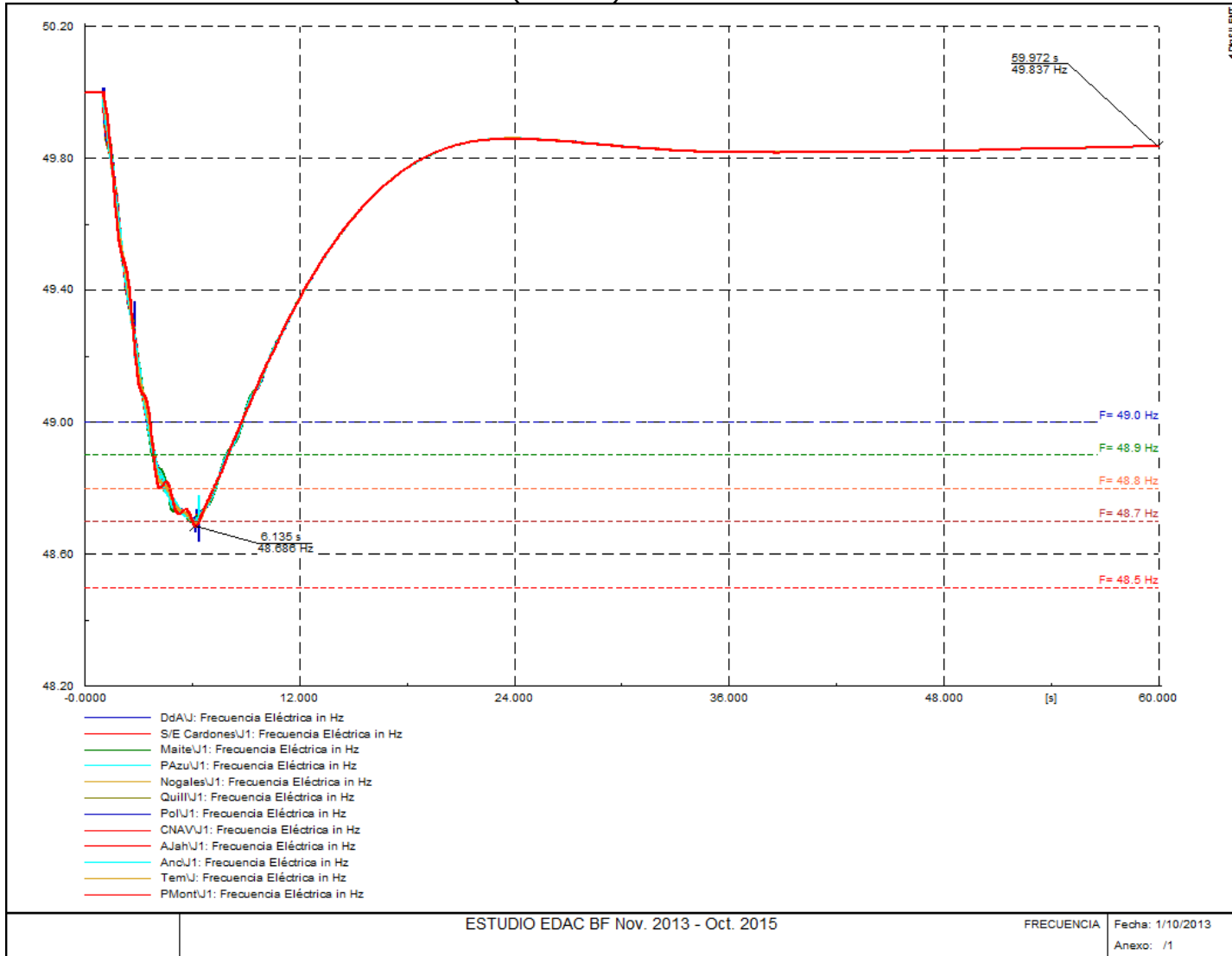


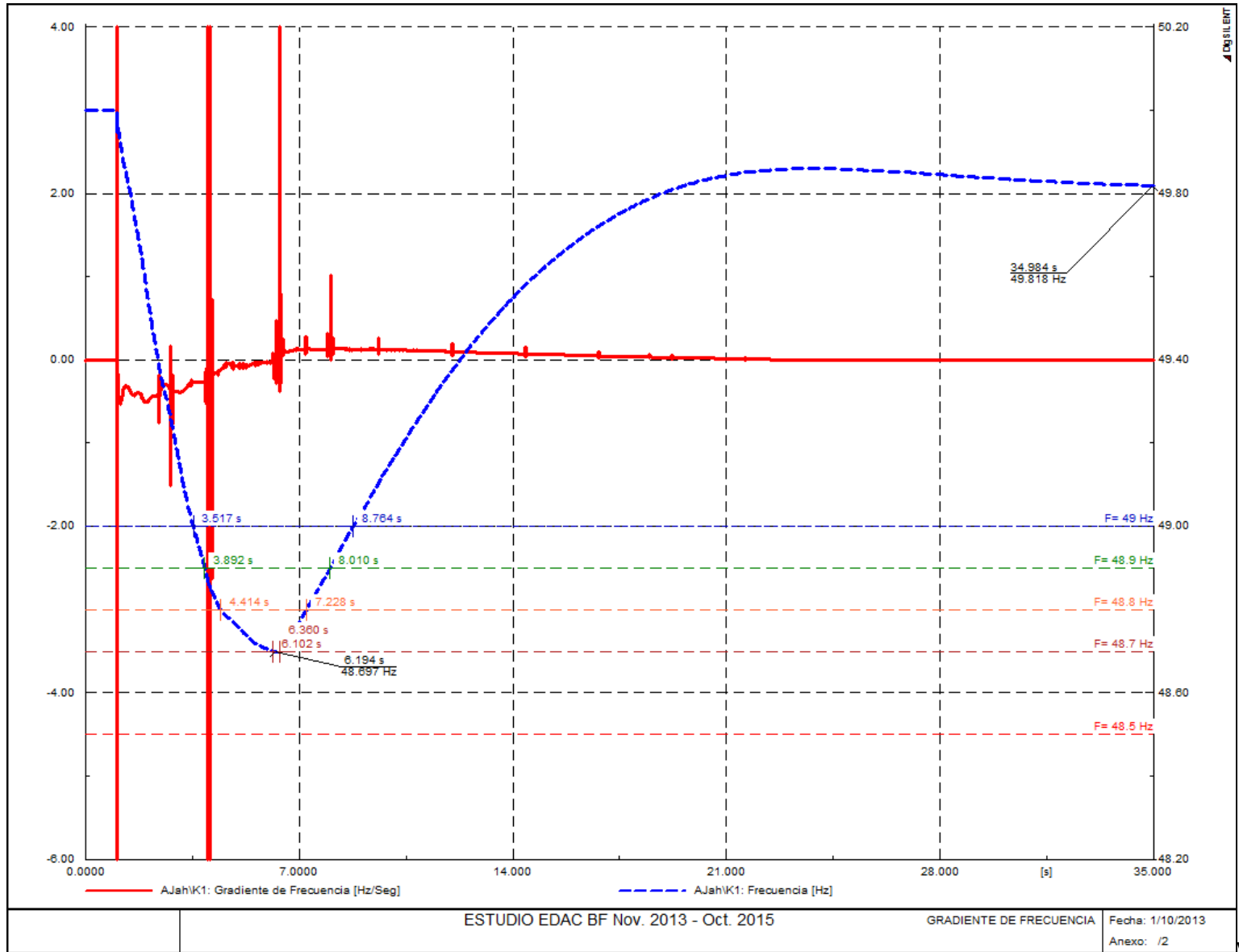
d) Desconexión de dos unidades de central Ralco (680 MW) -9.37% de la demanda





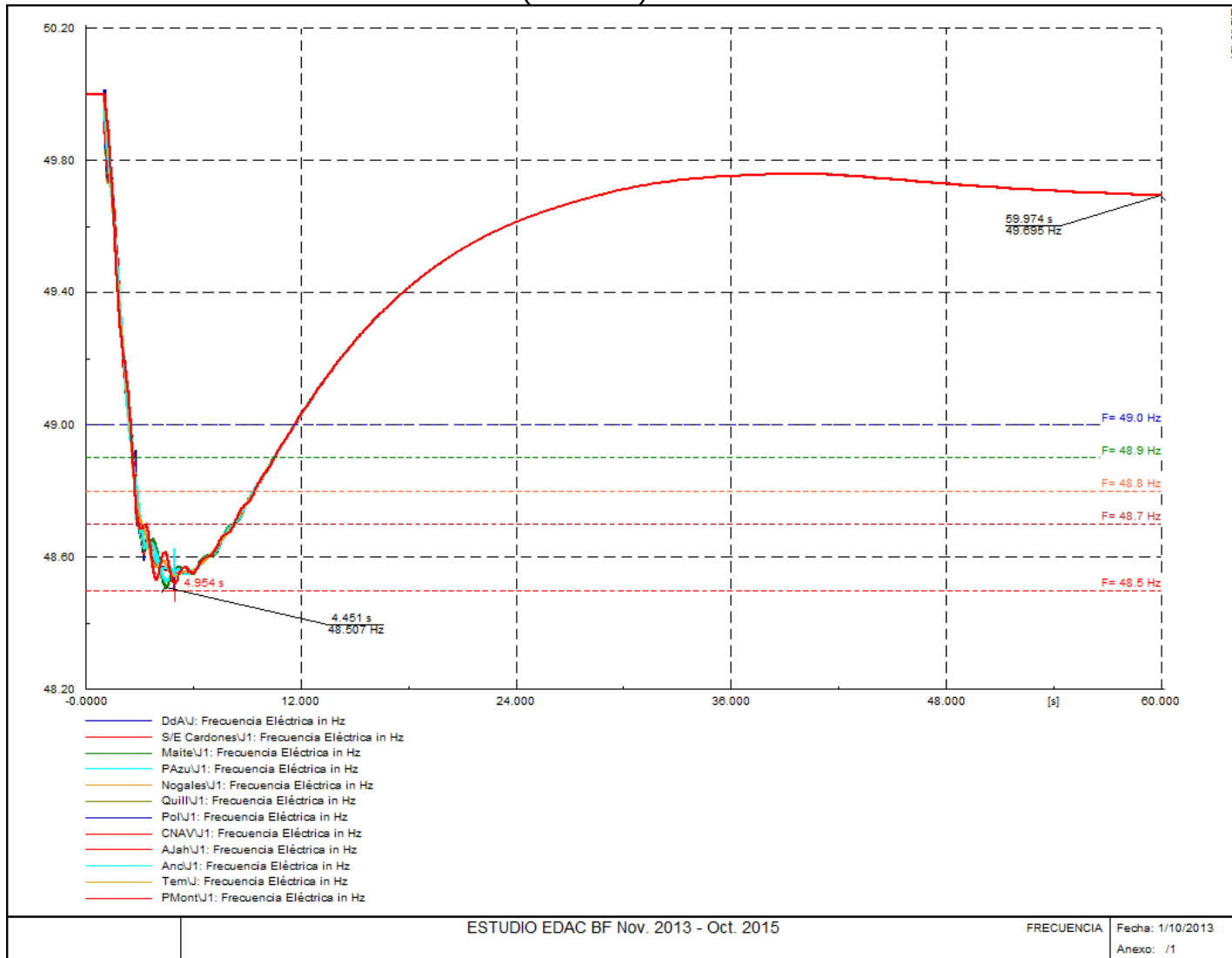
e) Desconexión dos centrales ciclo combinados más TG (690 MW) – 9.51% de demanda

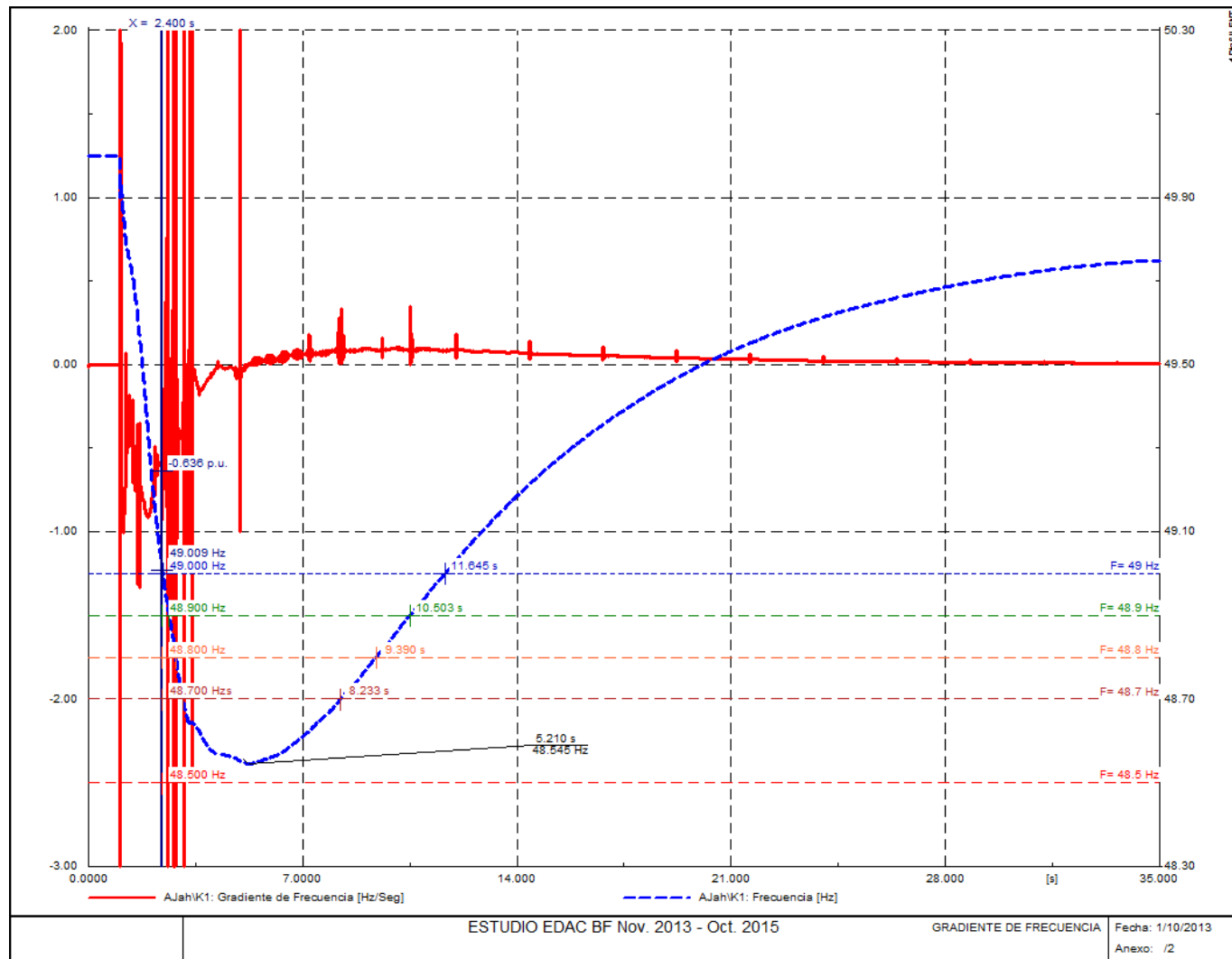






f) Desconexión de tres centrales de ciclo combinado (1091 MW) – 15.04% de la demanda





ESTUDIO EDAC BF Nov. 2013 - Oct. 2015

GRADIENTE DE FRECUENCIA

Fecha: 1/10/2013

Anexo: /2

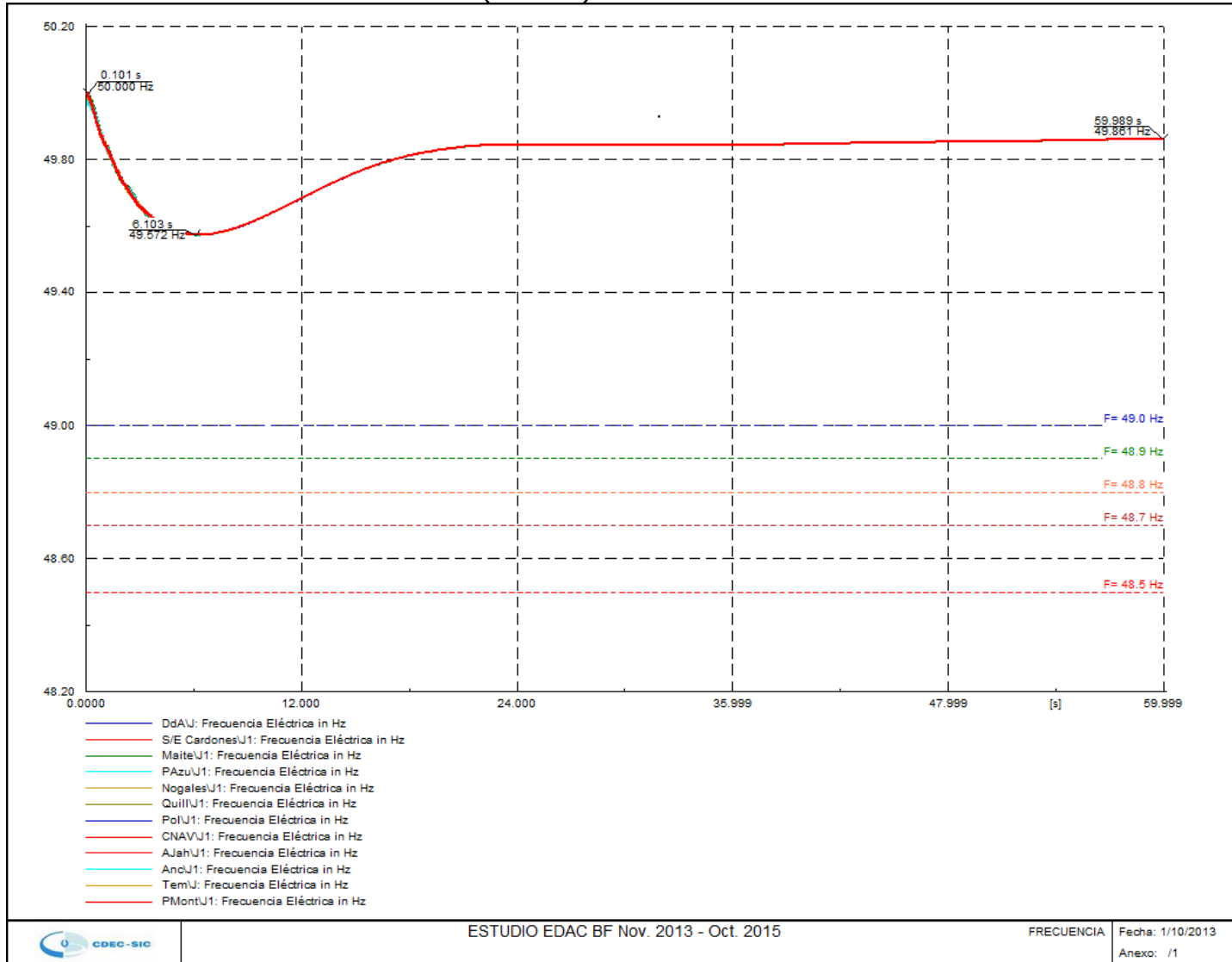


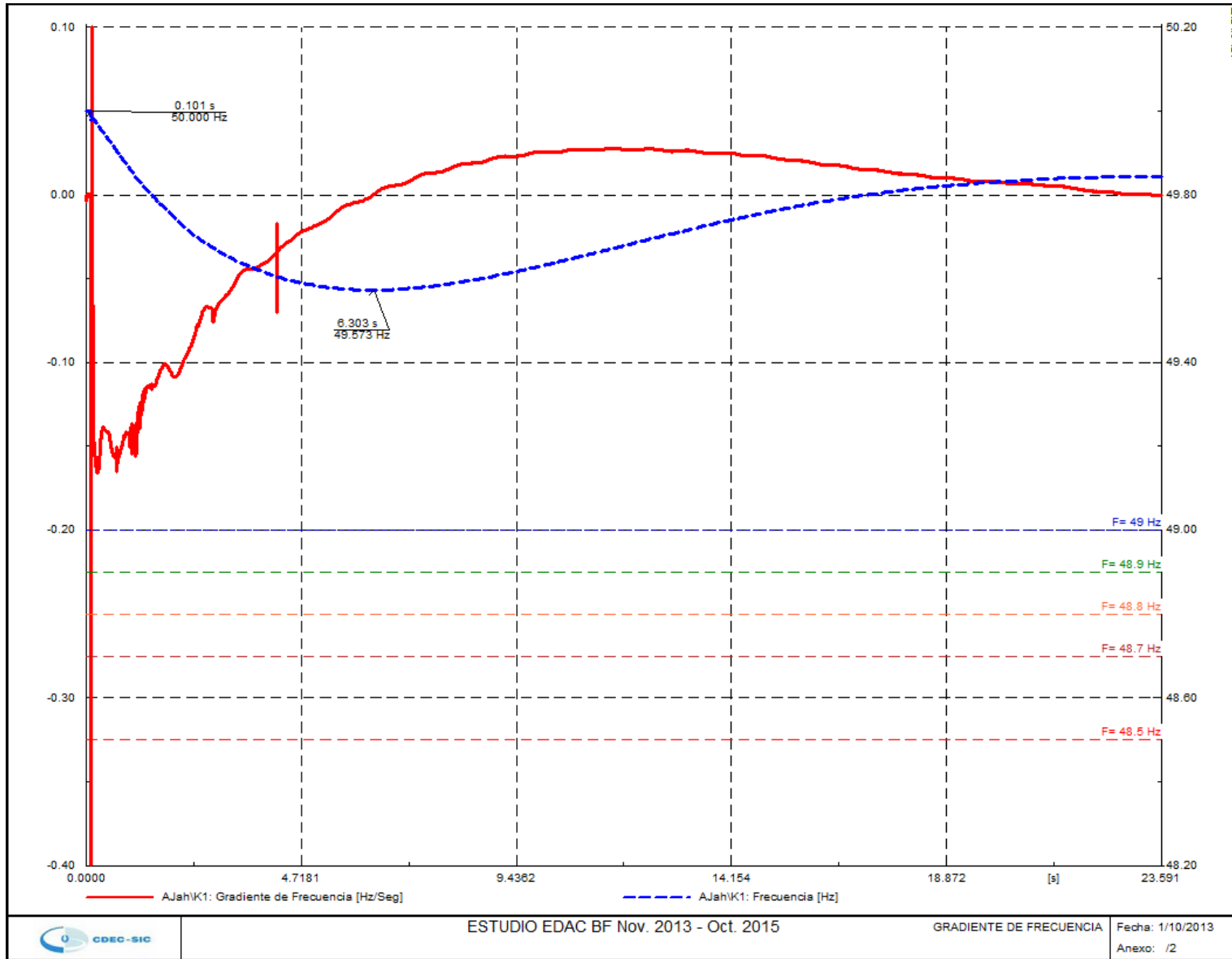
# **ANEXO 3**

## **Detalle Simulaciones Dinámicas Escenario de Demanda Baja**

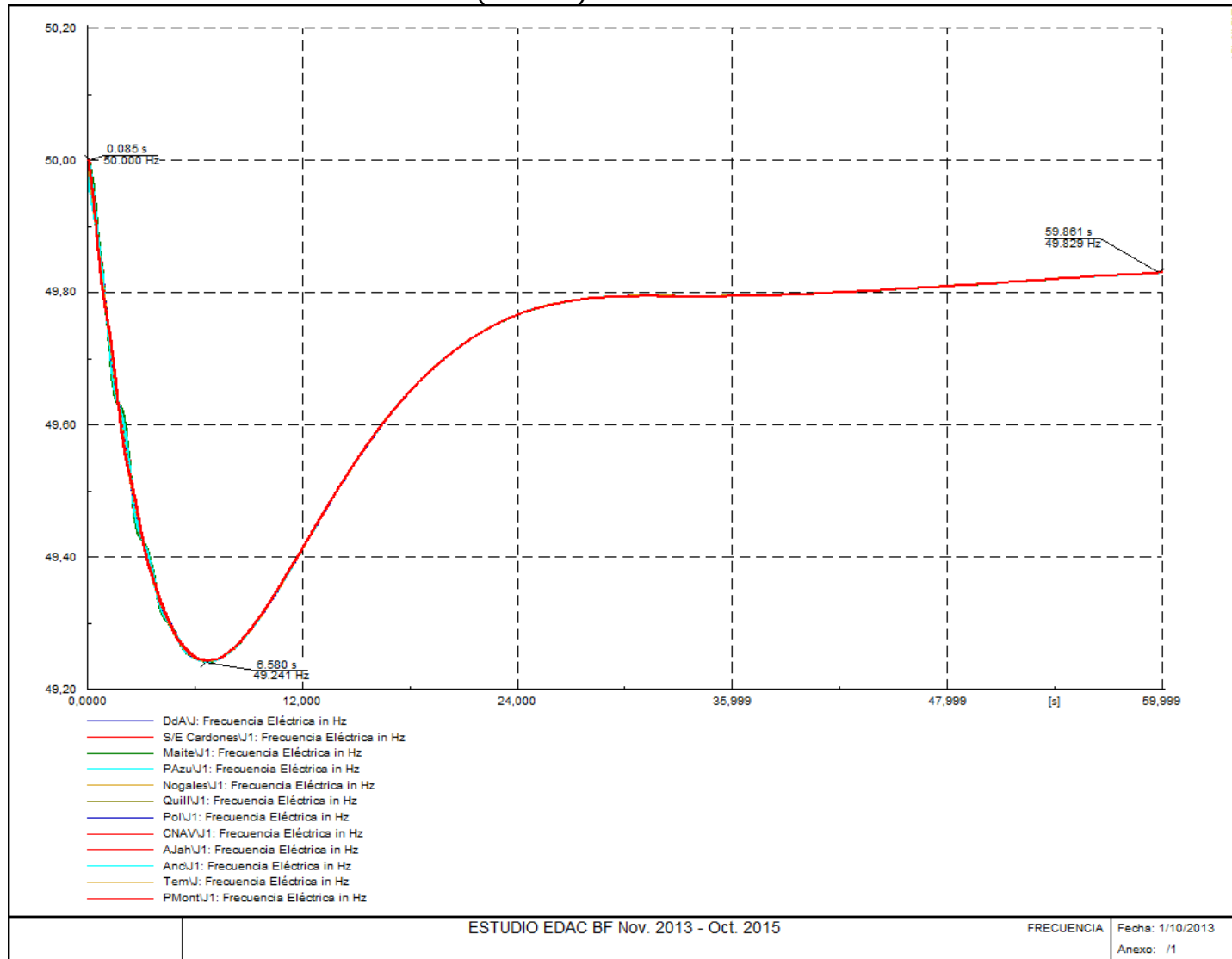


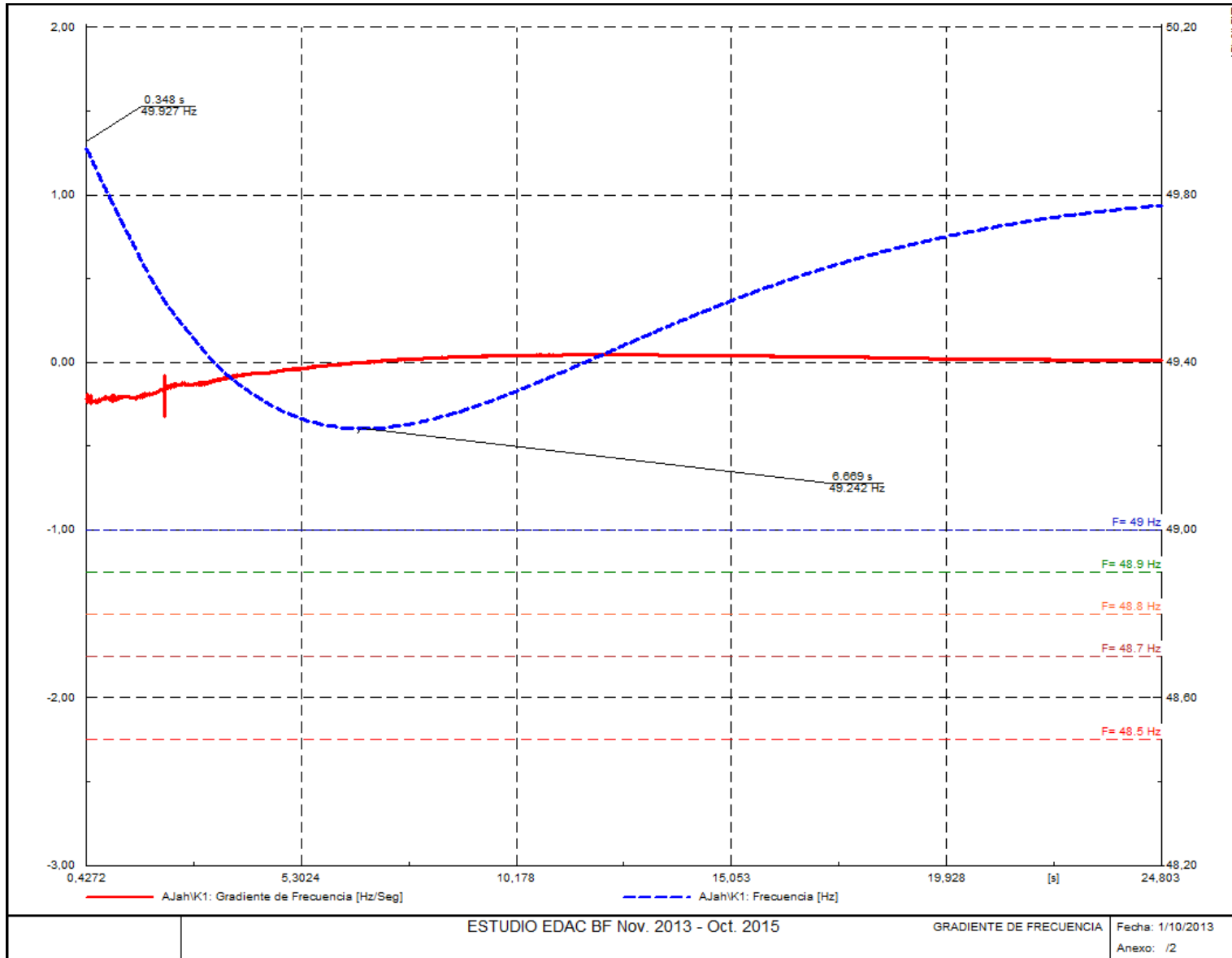
a) Desconexión de una unidad de central Colbún (200 MW) – 4.2% de la demanda



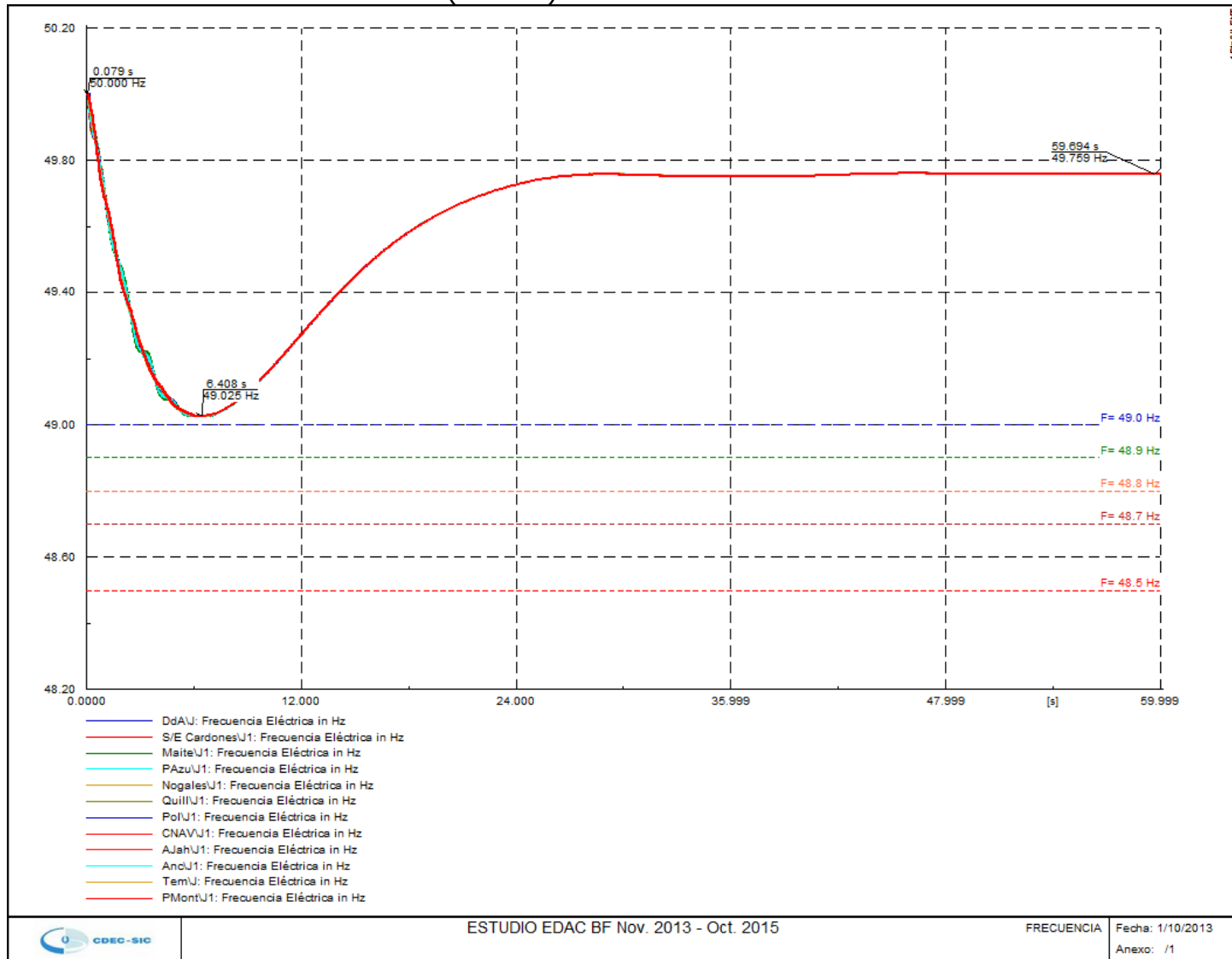


b) Desconexión de una unidad de central Pehuenche (275 MW) – 5.9% de la demanda

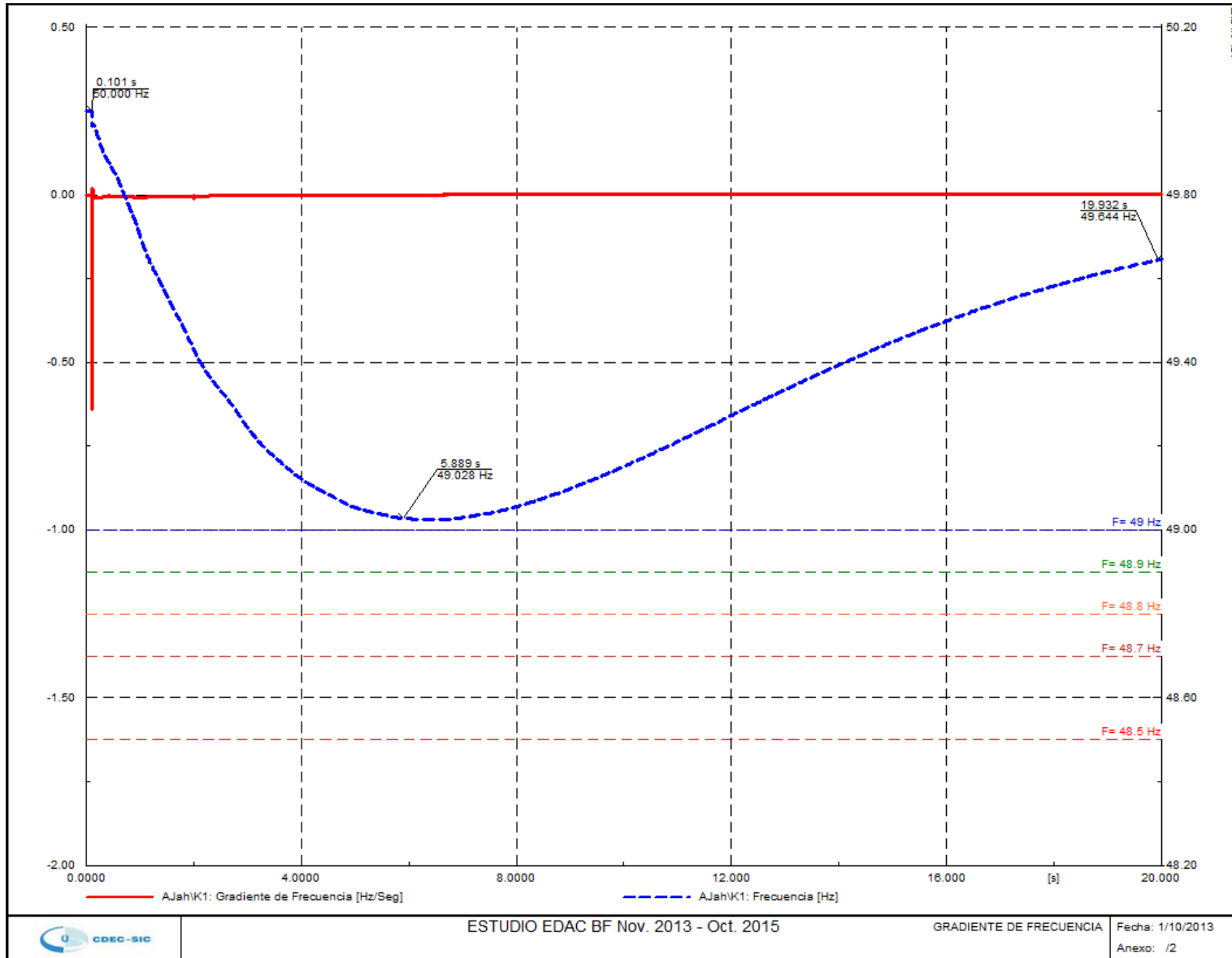




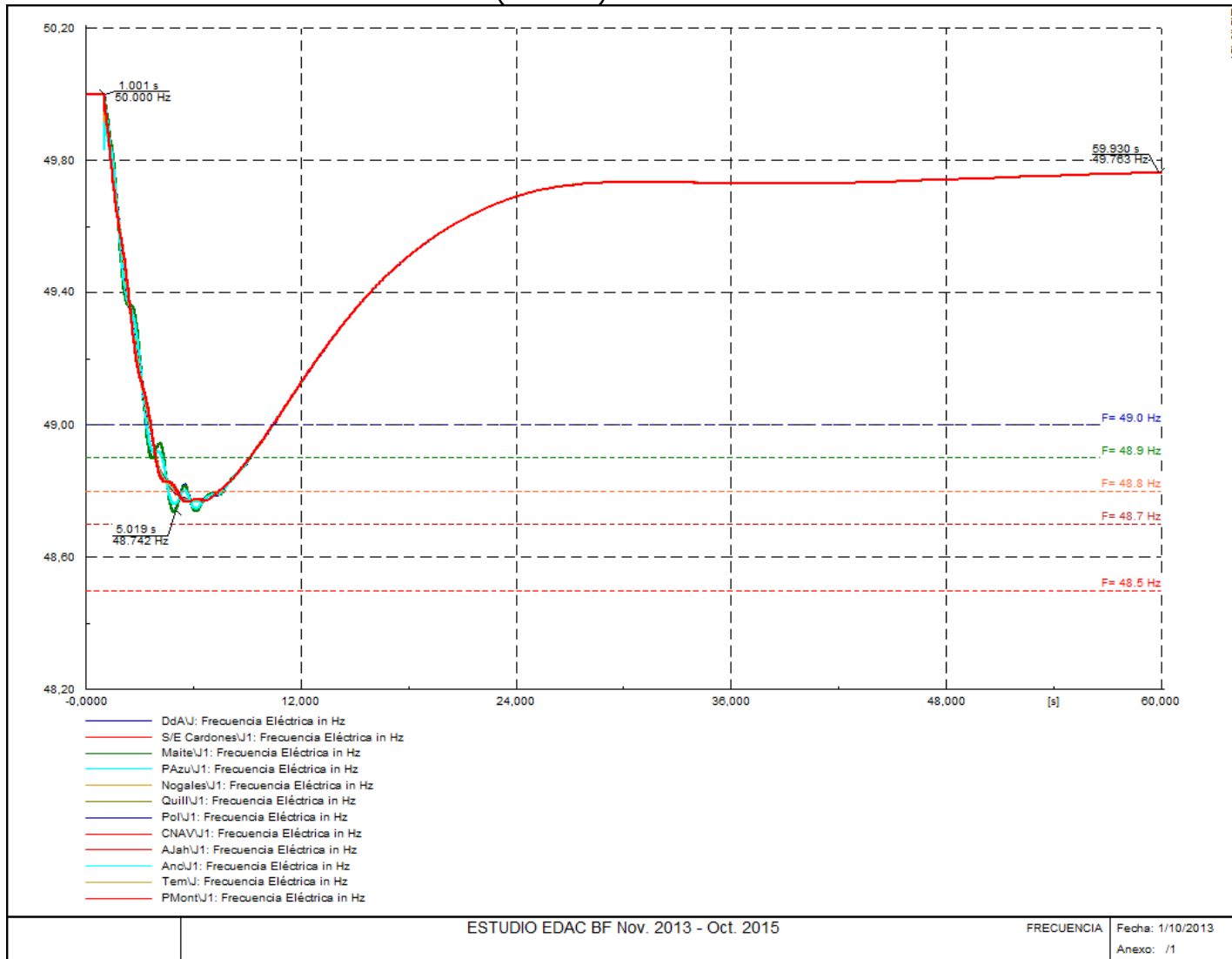
c) Desconexión de una central de ciclo combinado (390 MW) –8.3% de la demanda

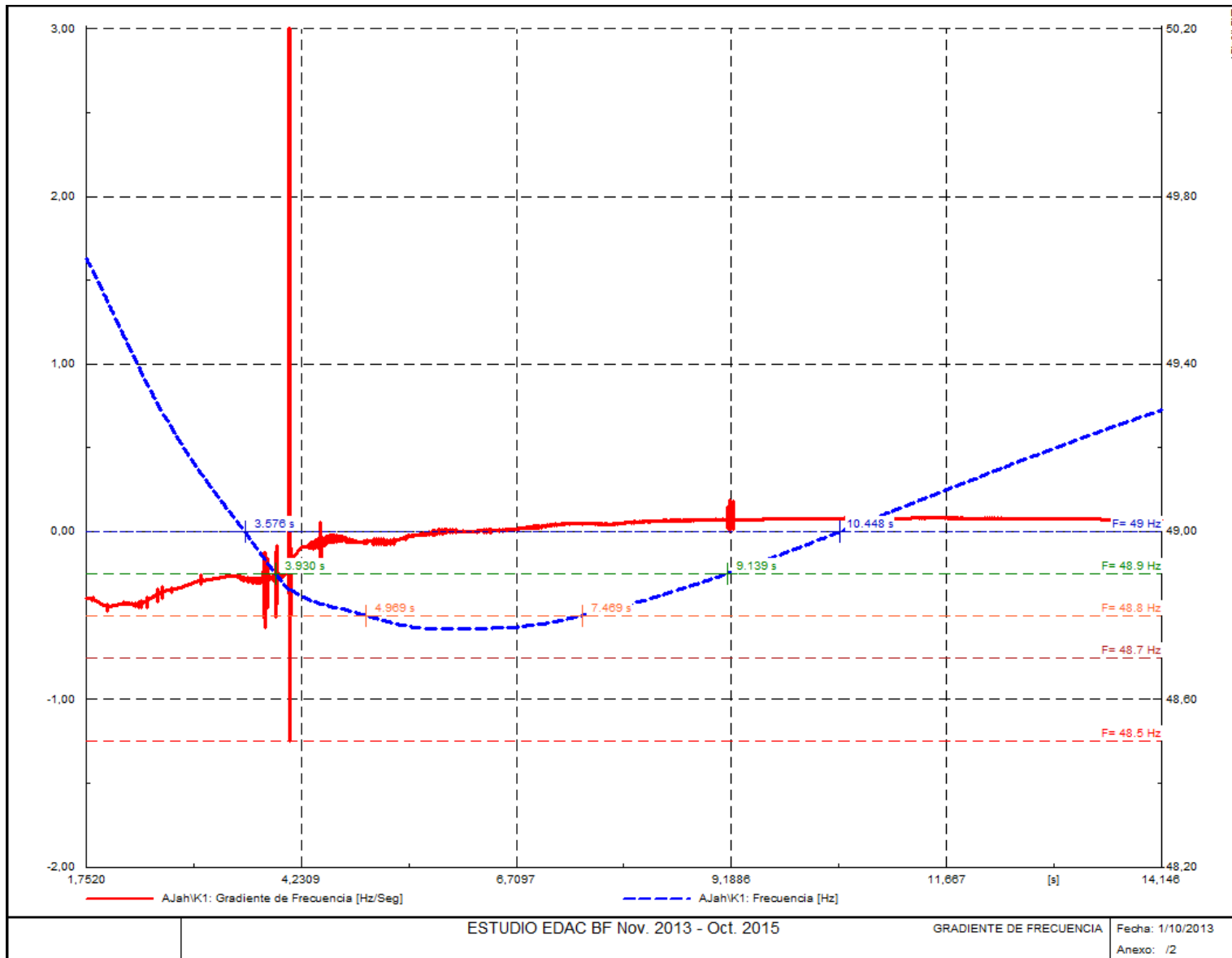






d) Desconexión de dos unidades de central Pehuenche (500 MW) – 10.72% de la demanda

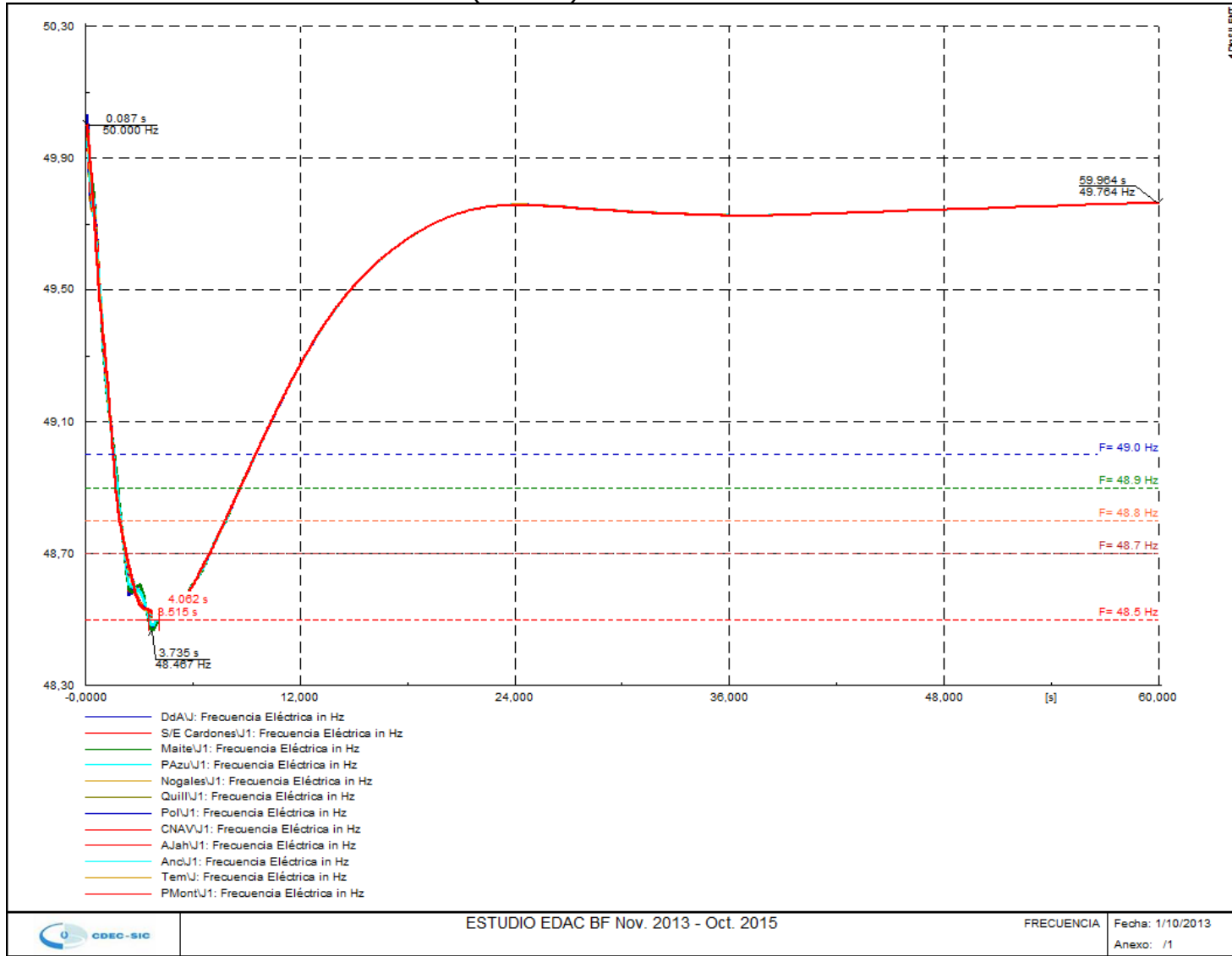


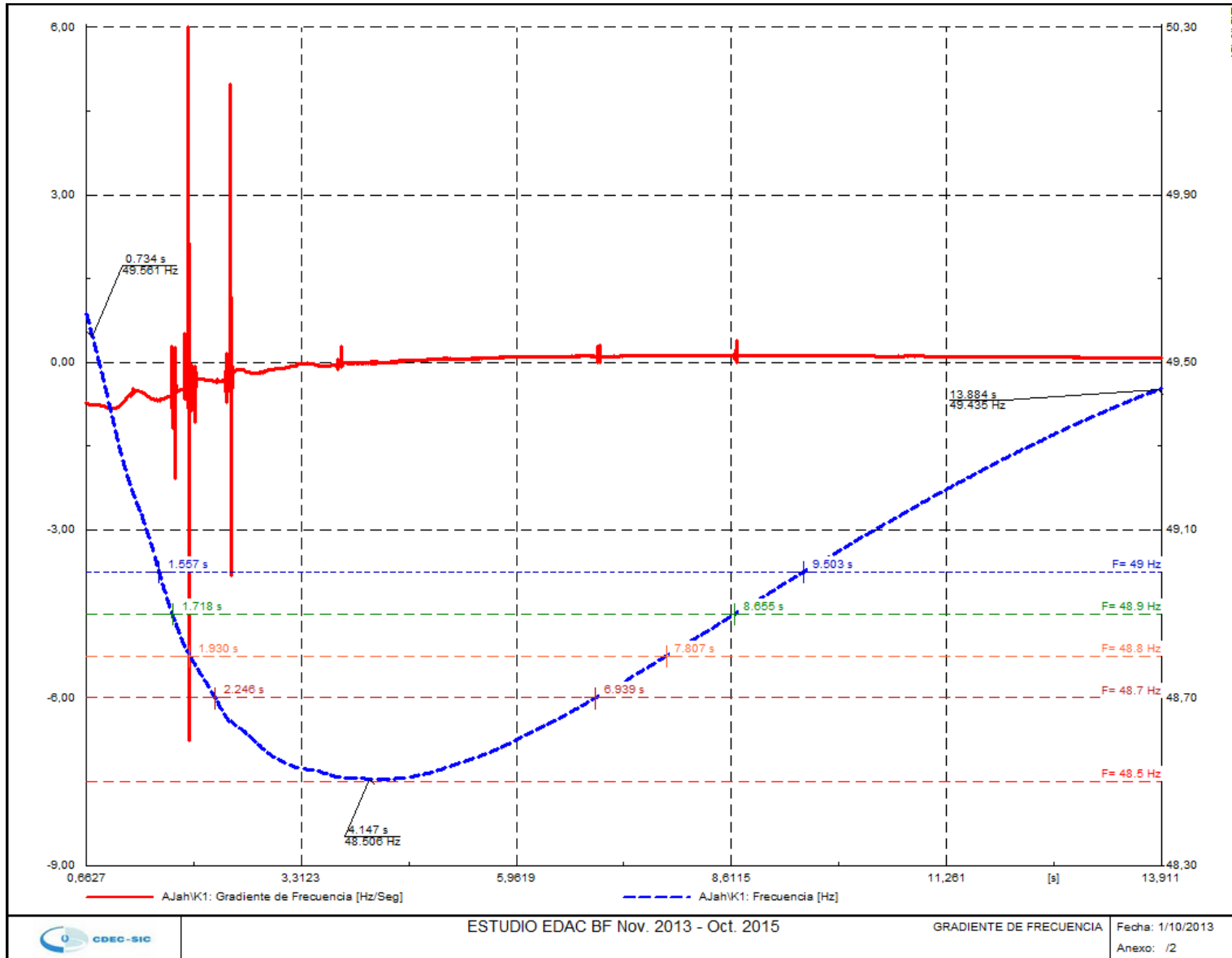


ESTUDIO EDAC BF Nov. 2013 - Oct. 2015

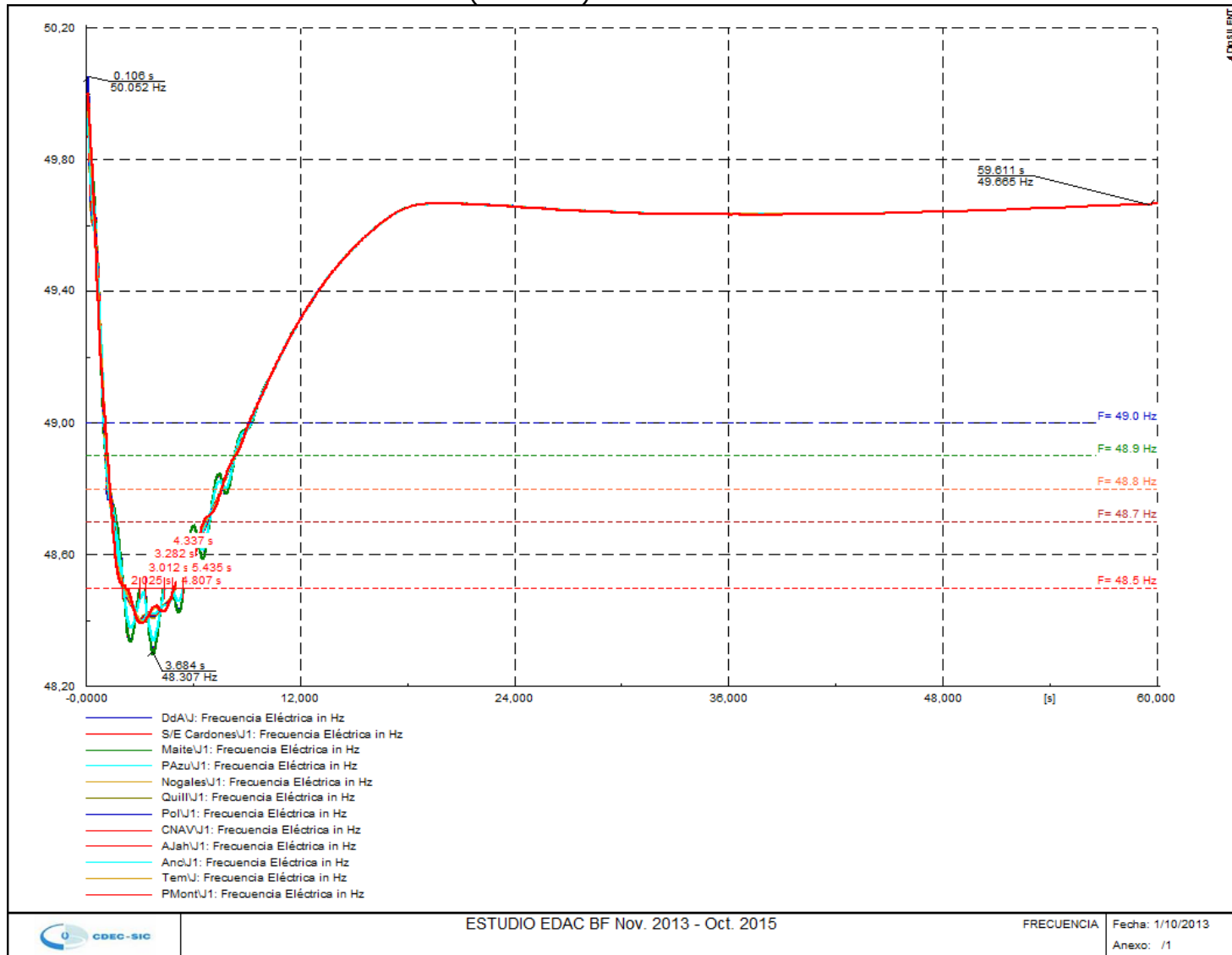
GRADIENTE DE FRECUENCIA  
 Fecha: 1/10/2013  
 Anexo: /2

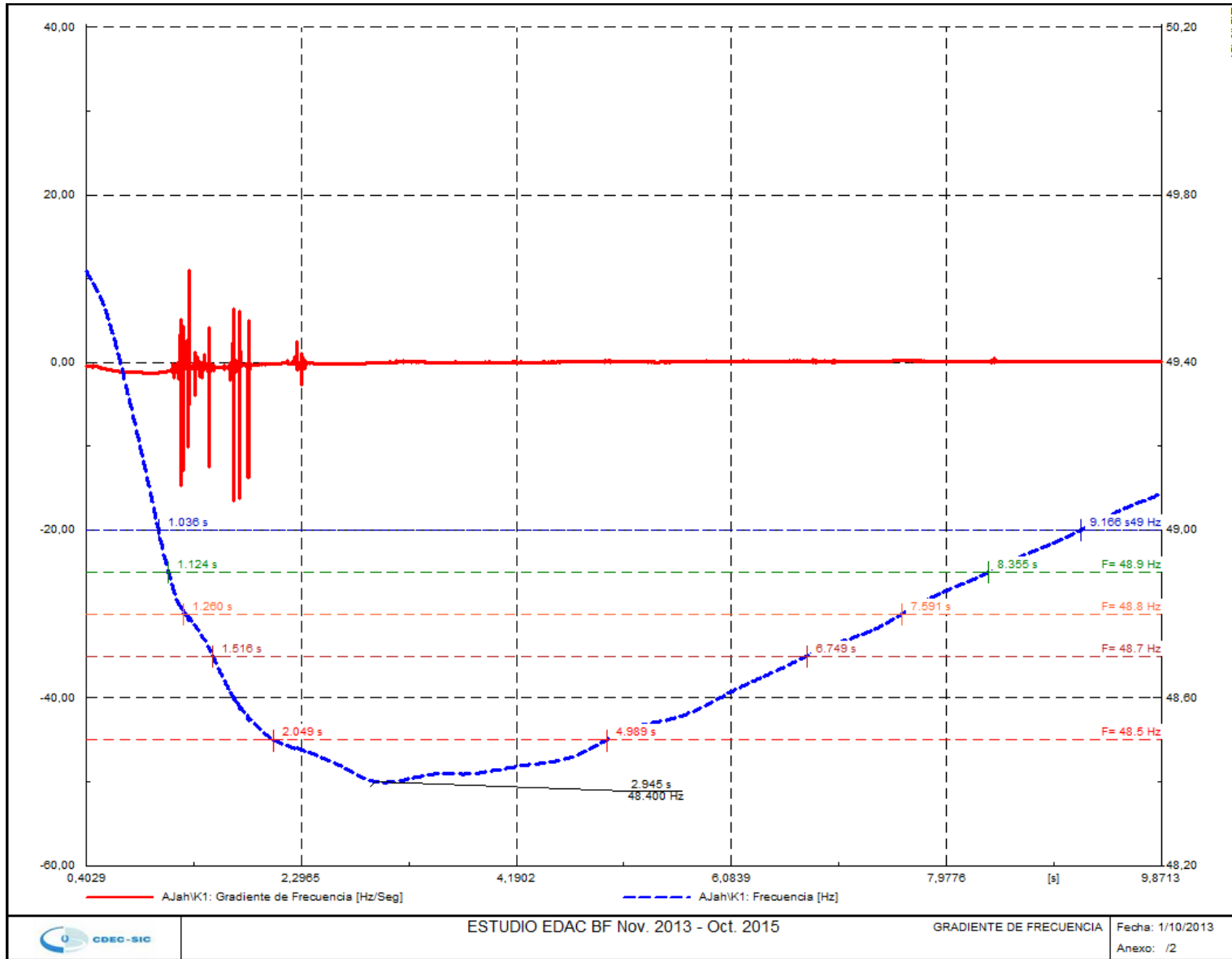
e) Desconexión de dos centrales de ciclo combinado (720 MW) – 15.45% de la demanda





f) Desconexión de tres centrales de ciclo combinado (1091 MW) – 23.4% de la demanda







# **ANEXO 4**

## **Tabla de Comunicaciones Operativas entre los Coordinados y el CDC (CC, COR)**



CENTRO DE CONTROL	SE COMUNICA CON:
<b>CDC</b>	COR NORTE
	COR CENTRO
	COR SUR
	COR QUINTA REGIÓN
	CC ARAUCO BIOENERGÍA
	CC TRANSNET
	CC COLBUN
	CC CHILECTRA
	CC CHILQUINTA
	CC GUACOLDA
	CC IBENER
	CC STS-SGA
	CC PETROPOWER
	CC ENDESA
	CC PUYEHUE
	CC E. CENIZAS
	CC PACIFIC HYDRO
	CC ELEKTRAGEN - CONSTITUCIÓN
	CC ELEKTRAGEN - CHILOÉ
	CC GEN. COLIHUES
	CC NEWEN
	CC BARRICK
	CC POTENCIA
	CC LICÁN
	CC HIDROMAULE
	CC TERMOPACÍFICO
	CC COYANCO
	CC CAMPANARIO
	CC EMELDA
	CC ENLASA
	CC MONTE REDONDO
	CC TOTOTAL (NORVIND)
	CC COMASA
CC NUEVA ENERGIA	
CC ENERGÍA PACÍFICO	
<b>COR NORTE (Transelec)</b>	CODELCO CHILE – DIV. SALVADOR
	MIN. MANTOS DE ORO
	C.M.P.
	ANGLOAMERICAN CHILE - DIV. MANTOVERDE
	CEMIN

<b>COR CENTRO (Transelec)</b>	MIN. VALLE CENTRAL
	MIN. PELAMBRES
	CEMENTO MELON
	CAP RENGO
<b>COR SUR (Transelec)</b>	CAP HUACHIPATO
	INSTAPANEL
	CEMENTOS BIO BIO
	CMPC CELULOSA
	PETROQUÍMICA DOW
	OCCIDENTAL CHEMICAL CHILE (OXY)
	MOLY-COP
	INCHALAM
	CARTULINAS CMPC – PLANTA VALDIVIA
	MASISA
	<b>COR QUINTA REGIÓN (AES Gener)</b>
CMPC MADERAS(COPIHUE- MININCO)	
E.E. PTE. ALTO	
PAPELES NORSKE SKOG BIO BIO	
ANGLO AMERICA - EL SOLDADO	
ANGLO AMERICA – DIV. CHAGRES	
LUZ LINARES	
LUZ PARRAL	
<b>CC ARAUCO BIOENERGÍA</b>	ASERRADEROS ARAUCO - ASERRADEROS VIÑALES
	PANELES ARAUCO S.A.
	CELULOSA ARAUCO
	EKA CHILE
<b>CC TRANSNET</b>	CGE DISTRIBUCIÓN
	COPELEC
	COOP. CURICO
	COPELAN
	CODINER
	ELECDA
	EMELAT
	EMELECTRIC
	CONAFE
	INDURA
	EFE

<b>CC COLBUN</b>	CMPC PAPELES CORDILLERA
	ANGLO AMERICA – DIV. LOS BRONCES
	CARTULINAS CMPC – PLANTA MAULE
	CODELCO CHILE – DIV. ANDINA
	CODELCO CHILE – DIV. EL TENIENTE
	COOP. LLANQUIHUE
<b>CC CHILQUINTA</b>	C.E. DEL LITORAL
	ENAP REFINERÍAS ACONCAGUA
	CRISTALERÍAS CHILE
	MERVAL
<b>CC GUACOLDA</b>	CIA. MINERA LA CANDELARIA
	ENAMI H.V. LIRA
	MIN. OJOS DEL SALADO
	CIA. MINERA CARMEN DE ANDACOLLO
	MINERA MARICUNGA
<b>CC PUYEHUE</b>	CODELCO VENTANAS
<b>CC ENDESA</b>	GNL QUINTERO
<b>CC STS-SGA</b>	LUZ CHARRÚA
	COOP. OSORNO
	FRONTEL
	SAESA
	MINERA TRES VALLES
<b>CC CHILECTRA</b>	CGE DISTRIBUCIÓN (Centro Despacho Zonal Río Maipo)
	METRO
<b>CC PETROPOWER</b>	PETROQUIM
	ENAP REFINERÍAS BIO BIO
	AGA
<b>CC ELÉCTRICA CENIZAS</b>	MINERA CENIZAS
<b>CC NUEVA ENERGÍA</b>	FPC
<b>CC PACIFIC HYDRO</b>	MINERA CENTENARIO COPPER