

Estudio de Operación

Modificación de EDAC Baja frecuencia y Contingencia extrema

Subgerencia de Operación Transmisión
Ingeniería de Operación Transmisión
Alejandro Collao Maldonado



ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	2
2.	OBJETIVO	2
3.	CONSIDERACIONES	2
4.	DEFINICIONES	3
5.	REQUERIMIENTO NORMATIVO PARA LA HABILITACIÓN EDAC	3
6.	REORDENAMIENTO EDAC	5
6.1	<i>EDAC Chilquinta Distribución – Zona Quinta y Troncal Centro</i>	5
6.2	<i>EDAC Litoral – Zona Quinta</i>	8
6.3	<i>EDAC LuzLinares y LuzParral - Zona Sistema 154 - 66 kV</i>	10
7.	CONCLUSIÓN	12
8.	REFERENCIAS	13
A.	ANEXO A: DISTRIBUCIÓN ACTUAL DE BLOQUES EDAC	14
B.	ANEXO B: REASIGNACIÓN DE BLOQUES EDAC	15
C.	ANEXO C: CAMBIOS DE ALIMENTADORES EN BLOQUES EDAC	16
D.	ANEXO D: MODELO DE OPTIMIZACIÓN PARA LA SELECCIÓN DE ALIMENTADORES	18

1. INTRODUCCIÓN

El Esquema de Desconexión Automática de Carga (EDAC) es una medida esencial para mantener la estabilidad del sistema eléctrico en situaciones de emergencia, desconectando cargas específicas para evitar colapsos y apagones totales. Su objetivo es proteger el sistema al reducir la demanda y aliviar el estrés sobre los generadores y líneas de transmisión.

Un esquema de desprendimiento de carga efectivo debe estar bien planificado y basado en un análisis detallado del sistema eléctrico, incluyendo la identificación de las cargas críticas y no críticas. Por lo tanto, en el documento se presenta el análisis correspondiente a la adecuación de esquema EDAC según los lineamientos instruidos a través de la carta DE02698-21.

En resumen, el desprendimiento de carga es esencial para la estabilidad y seguridad del sistema eléctrico, permitiendo gestionar eficazmente situaciones críticas.

2. OBJETIVO

Definir un nuevo ordenamiento del Esquema de Desconexión Automática de Cargas por baja frecuencia y contingencia extrema del grupo de empresas Chilquinta (EDAC BF y CEx), debido a los lineamientos entregados por el Coordinador Eléctrico Nacional a través del documento “Estudio-EDAC-2020-Informe-Final” [1], cuyo objetivo es homogeneizar los criterios de operación en todas las zonas del SEN y hacer equiparables y equitativos los montos porcentuales de carga a desconectar entre las distintas zonas del sistema eléctrico.

3. CONSIDERACIONES.

El presente análisis se realiza considerando lo indicado en la “Estudio-EDAC-2020-Informe-Final” [1] el cual define las características de operación para los escalones declarados en escenario de baja frecuencia y contingencias extremas.

La evaluación se realiza aplicando un modelo de optimización (ver anexo D) que maximiza el nivel de cumplimiento manteniendo el desprendimiento dentro de los rangos definidos en el “ANEXO TÉCNICO: Verificación de la Activación Óptima de los EDAC, EDAG y ERAG” [2].

Se define la asociación empresa → zona:

- 1) Chilquinta Distribución → Zona Quinta Región
- 2) Chilquinta Distribución → Zona Troncal Centro
- 3) Litoral Distribución → Zona Quinta Región
- 4) Luz Linares/Luz Parral → Zona Sistema 154-66 kV

Para el análisis del EDAC de Chilquinta Distribución se definen dos Zonas para el caso de Chilquinta correspondiente a Zona Quinta y Zona Troncal Centro (S/E San Sebastian y San Antonio).

Además, para la Zona Troncal Centro basta con cumplir el 25% del desprendimiento de carga. Por otra parte, las cargas disponibles para el EDAC pueden ser distribuidas en todos o algunos de los escalones, procurando participar en escalones de mayor y menor probabilidad de actuación.

Con respecto a Litoral Transmisión y Filiales Sur basta con cumplir el 25% del desprendimiento de carga del total de los consumos de cada empresa.

El modelo de optimización considera el mantener el monto de desprendimiento entre el 80 y 120%.

Finalmente, para el cumplimiento del EDAC existió coordinación con las empresas distribuidoras del grupo y con el equipo de Mantenimiento Transmisión a cargo de los equipos de protección que se deberán reprotocolizar según el requerimiento considerado por el CEN y resultados entregados en el presente informe.

4. DEFINICIONES

- CNE: Comisión Nacional de Energía
- EDAC: Esquema de Desconexión Automática de Carga
- EDACxCEx: Esquema de Desconexión Automática de Carga para Contingencias Extremas.
- NT de SyCS: Norma Técnica de Calidad y Seguridad de Servicio
- NT de SSCC: Norma Técnica de Servicios Complementarios
- SEN: Sistema Eléctrico Nacional
- SI: Sistema Interconectado

5. REQUERIMIENTO NORMATIVO PARA LA HABILITACIÓN EDAC

La NT de SyCS establece en el artículo 5-10 que los propietarios de las instalaciones que participen de la prestación de los SSCC de Control de Contingencias de EDAC por subfrecuencia, subtensión o contingencia específica serán los responsables de instalar, administrar y operar los equipamientos, a fin de dar cumplimiento con los montos o porcentajes requeridos para dichas prestaciones.

Del mismo modo, la NT de SyCS establece los principales criterios para la implementación de los EDAC:

Artículo 5-11:

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 mediante la habilitación de los EDAC disponibles por subfrecuencia deberá ser determinado por el Coordinador de conformidad a lo dispuesto en la NT SSCC.

El monto o porcentaje requerido de EDAC será distribuido en escalones, con el objeto de que el monto efectivamente racionado sea incremental en función de la gravedad creciente de la falla.

Artículo 5-12:

En las Instalaciones de Clientes se implementará el aporte al EDAC por subfrecuencia a través de:

a) Instalación de equipamientos que deben medir la frecuencia en un tiempo no mayor a 6 ciclos, mediante un proceso de muestreo y filtrado que elimine comportamientos oscilatorios o inestables, y enviar luego la señal de apertura a los interruptores que desconectan los consumos habilitados para participar del EDAC por subfrecuencia, cuando ellas alcanzan los niveles de ajuste y retardo determinados en el Estudio de EDAC.

La operación del esquema en su conjunto, incluyendo la apertura de interruptores, no deberá superar los 200 [ms].

b) En forma complementaria, el Cliente podrá utilizar o acreditar el uso de Equipos de Compensación de Energía Activa que permitan aportar con un tiempo de respuesta equivalente, y sostener durante el tiempo que requiera el Coordinador, una potencia al menos equivalente a la desconexión de consumo que le asigna el Estudio de EDAC en el respectivo escalón de subfrecuencia.

No obstante, lo anterior, el Coordinador podrá solicitar la instalación de equipamientos que, además de medir la frecuencia, midan su derivada en las mismas condiciones indicadas en a).

Los equipos de medición de frecuencia deberán contar con registros oscilográficos de fallas y registros de eventos debidamente sincronizados mediante GPS.

Artículo 5-13:

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 mediante la habilitación de los EDAC disponibles por subtensión deberá ser determinado por el Coordinador de conformidad a lo dispuesto en la NT SSCC.

El monto o porcentaje de EDAC que debe disponer cada Coordinado para cubrir este total será distribuido en escalones, en lo posible de similar magnitud, con el objeto de que el monto efectivamente racionado sea incremental en función de la gravedad creciente de la falla.

Artículo 5-14:

En instalaciones de Clientes se implementará el aporte al EDAC por subtensión a través de la instalación de equipamientos que deben medir la tensión en no más de 6 ciclos (120 [ms]), y operar con un tiempo de retardo ajustable entre 0 y 1 [s], enviando la señal de apertura a los interruptores que desconectan los consumos habilitados para participar del EDAC por subtensión determinados en el Estudio de EDAC.

Los equipos de medición de tensión deberán contar con registros oscilográficos de fallas y registros de eventos debidamente sincronizados mediante GPS.

Finalmente, en lo establecido en la propuesta de EDAC [1]. Esta propuesta consiste en los ajustes y montos de carga asociados por escalón mostrados en la siguiente tabla:

Tabla 1: Nuevos escalones EDAC BF.

Escalón	Ajuste	Porcentaje de Carga [%]
N°1	48.9 Hz	2%
N°2	48.7 Hz	3%
N°3	48.5 Hz	4%
N°4	48.3 Hz	6%
N°5	49.0 Hz / -0.6 Hz/s	5%
N°6	48.8 Hz / -0.6 Hz/s	5%

Adicionalmente el esquema de desprendimiento con el fin de hacer frente a una contingencia extrema fue definido como EDAC CEx, los montos se deben cumplir a nivel de Coordinado, por lo que Chilquinta Energía deberá cumplir con las siguientes cuotas de potencia:

Tabla 2: Escalones EDAC CEx.

Escalon	Valor	Potencia MW
7	49,5 Hz y -0,9 [Hz/seg]	13
8	49,5 Hz y -1,2 [Hz/seg]	18
9	49,5 Hz y -1,9 [Hz/seg]	25

Estos montos indicados en el cuadro deberán estar disponibles durante las 24 horas del día.

6. REORDENAMIENTO EDAC

El reordenamiento EDAC para cada una de las zonas definidas se realiza obteniendo la potencia total de cada una de las zonas y considerando el cambio de ajustes de los bloques del EDAC de BF, este cambio induce el generar la carga de ajustes y la protocolización de los relés, ver 8.C.

Tabla 3: Escalones EDAC BF. (a) antiguo y (b) nuevo.

Escalón	Ajuste	Porcentaje
E1	49 Hz y -0,6 [Hz/seg]	7,2%
E2	48,9 Hz	1,8%
E3	48,8 Hz y -0,6 [Hz/seg]	7,2%
E4	48,7 Hz	1,8%
E5	48,5 Hz	1,8%
E6	48,3 Hz	1,8%



Escalón	Ajuste	Porcentaje de Carga [%]
Nº1	48.9 Hz	2%
Nº2	48.7 Hz	3%
Nº3	48.5 Hz	4%
Nº4	48.3 Hz	6%
Nº5	49.0 Hz / -0.6 Hz/s	5%
Nº6	48.8 Hz / -0.6 Hz/s	5%

(a)
(b)

Con base en lo mencionado, se utilizó un modelo matemático para seleccionar de manera óptima los alimentadores, maximizando el cumplimiento del EDAC durante la evaluación. Este análisis considera las definiciones establecidas en la sección 3.

6.1 EDAC Chilquinta Distribución – Zona Quinta y Troncal Centro

6.1.1 Restricciones

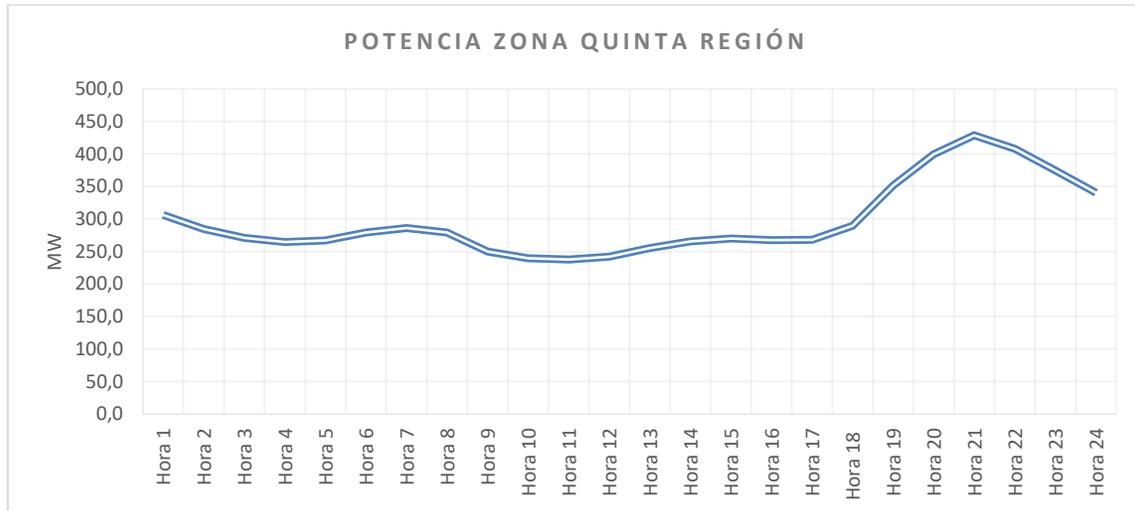
Para reordenar el EDAC se consideran las siguientes restricciones de alimentadores que cuentan con Hospitales, que no se usan en el modelo.

Tabla 4: Restricciones de alimentadores para el EDAC.

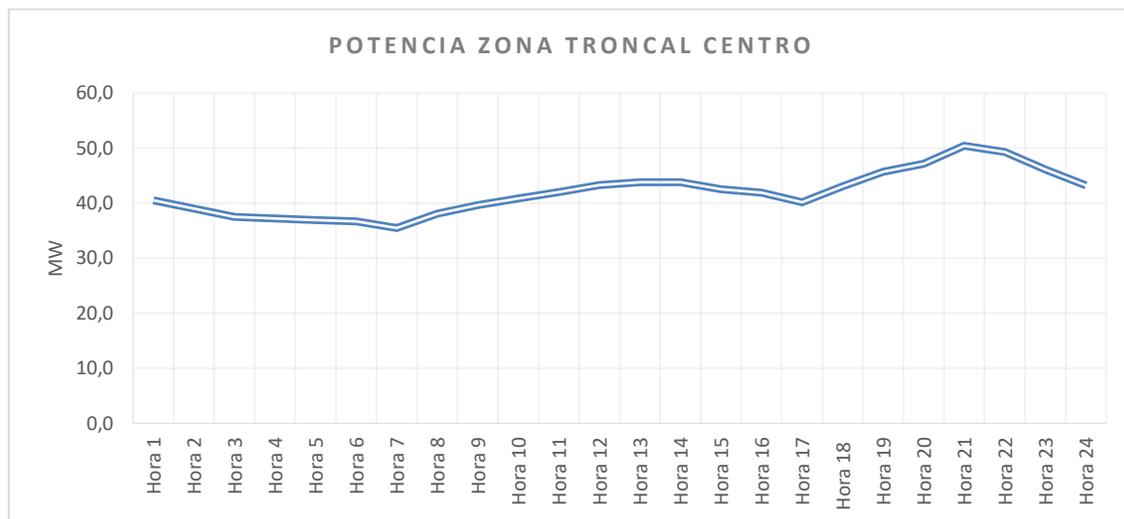
S/E	ALIMENTADOR	SED	CUSTOMER_TYPE	ESTADO
SAN ANTONIO	AGUAS_BUENAS	SEP HOSPITAL-51338	Hospital	Activo
MAYACA	BOCO	Hospital San Martin-35025	Hospital	Activo
VALPARAISO	BRASIL	Hospital Van Buren-11001	Hospital	Activo
SAN FELIPE	EL_ALMENDRAL	Resonador Hospital San Camilo-45661	Hospital	Activo
PEÑABLANCA	HUANHUALI	Hospital Marga Marga-23736	Hospital	Activo
LA CALERA	LA_CRUZ	Hospital Calera	Hospital	Activo
SAN FELIPE	PALOMAR	Hospital San Camilo-41209	Hospital	Activo
PEÑABLANCA	PANGAL	Hospital Limache-35381	Hospital	Activo
QUILPUE	PASO_HONDO	HOSPITAL DE QUILPUE N°2-23483	Hospital	Activo
PLAYA ANCHA	PLAYA_ANCHA	Hospital Naval 1-11070	Hospital	Activo
SAN FELIPE	PUTAENDO	Hospital San Antonio_Putaendo-45340	Hospital	Activo
SAN PEDRO	QUILLOTA	Hospital Quillota Petorca-36694	Hospital	Activo
QUINTERO	QUINTERO	Hospital de Quintero-22043	Hospital	Activo
REÑACA	JORGE_MONTT	Hospital Naval-22252	Hospital	Activo
SAN RAFAEL	SAN_ESTEBAN	Hospital Los Andes-41565	Hospital	Activo
LAS VEGAS	SANTA_TERESA	Hospital Llay Llay-41374	Hospital	Activo
VALPARAISO	URUGUAY	Edificio Oncológico Hospital Van Buren-11211	Hospital	Activo

6.1.2 Resultados análisis

Para determinar la potencia de Chilquinta distribución y analizar el comportamiento de la potencia a desprender es que se considera la evaluación en el día de mayor inyección del 2024 esta data se obtiene considerando todos los consumos y retiros tanto para la Zona Quinta región y Troncal Centro, el cual se detallan a continuación:



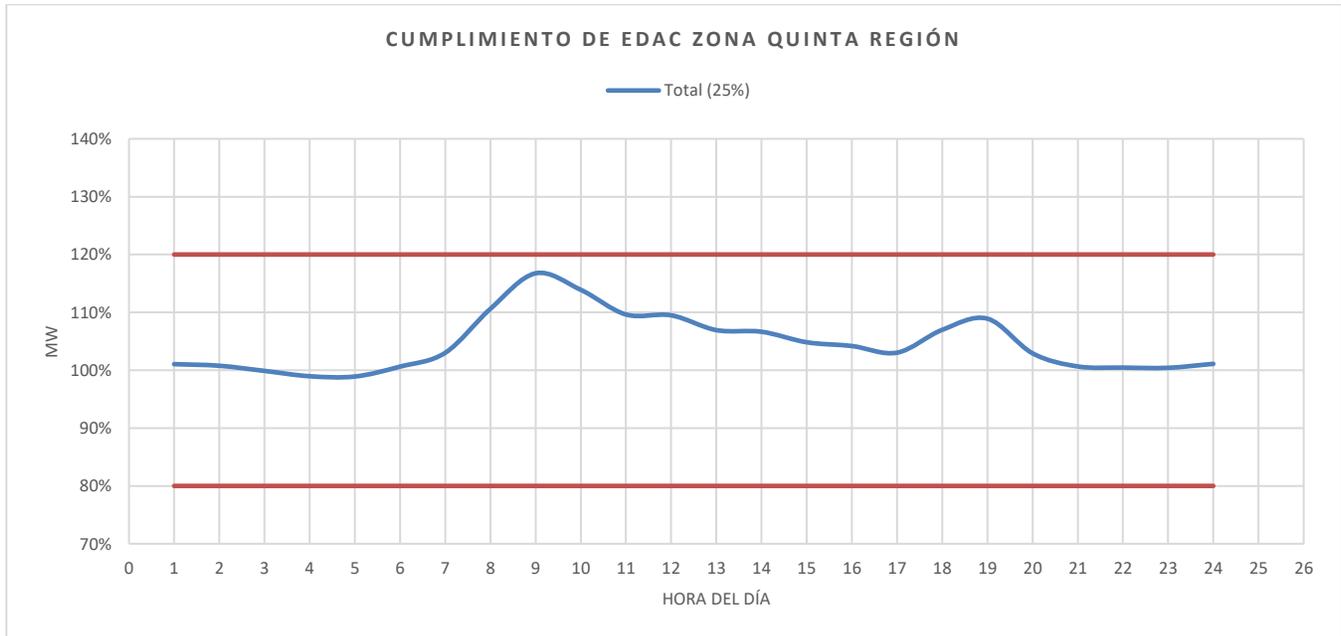
Gráfica 1: Potencia Zona Quinta.



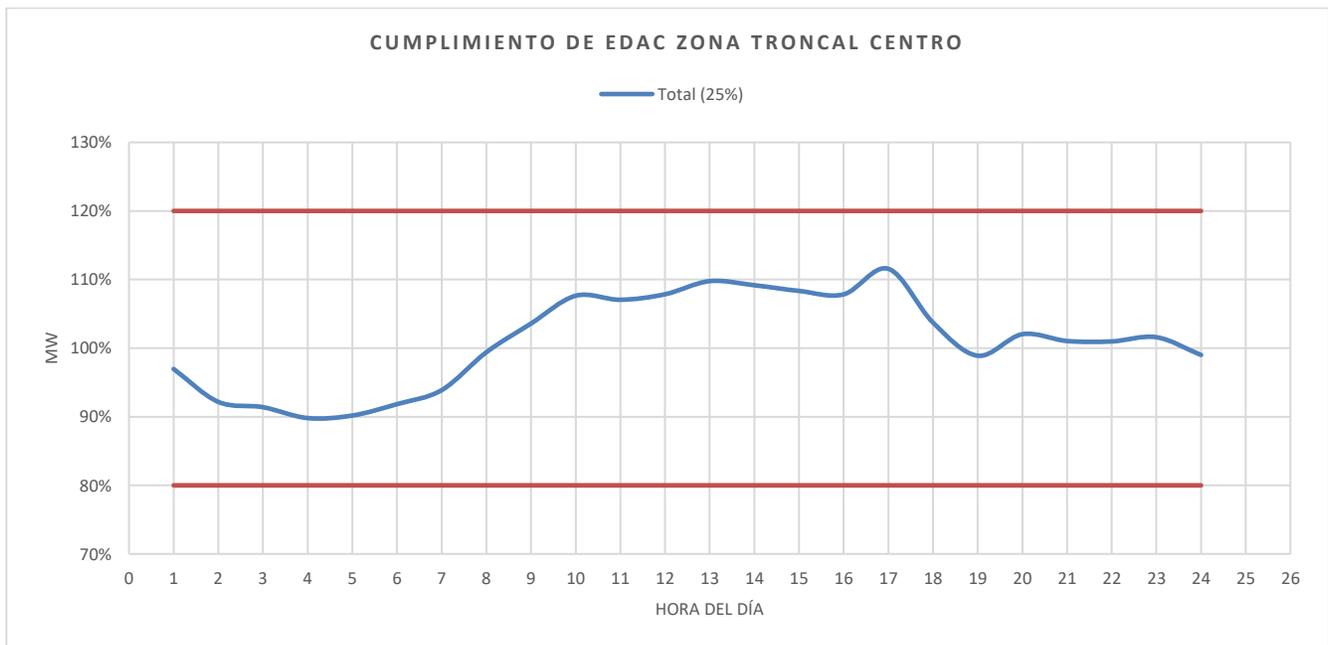
Gráfica 2: Potencia Zona Troncal Centro.

El resultado de la ejecución del algoritmo de optimización proporciona la configuración final para el EDAC correspondiente a las Zonas que se encuentra implicada Chilquinta Distribución. La configuración final se encuentra detallada en el ANEXO B: Reasignación de bloques EDAC.

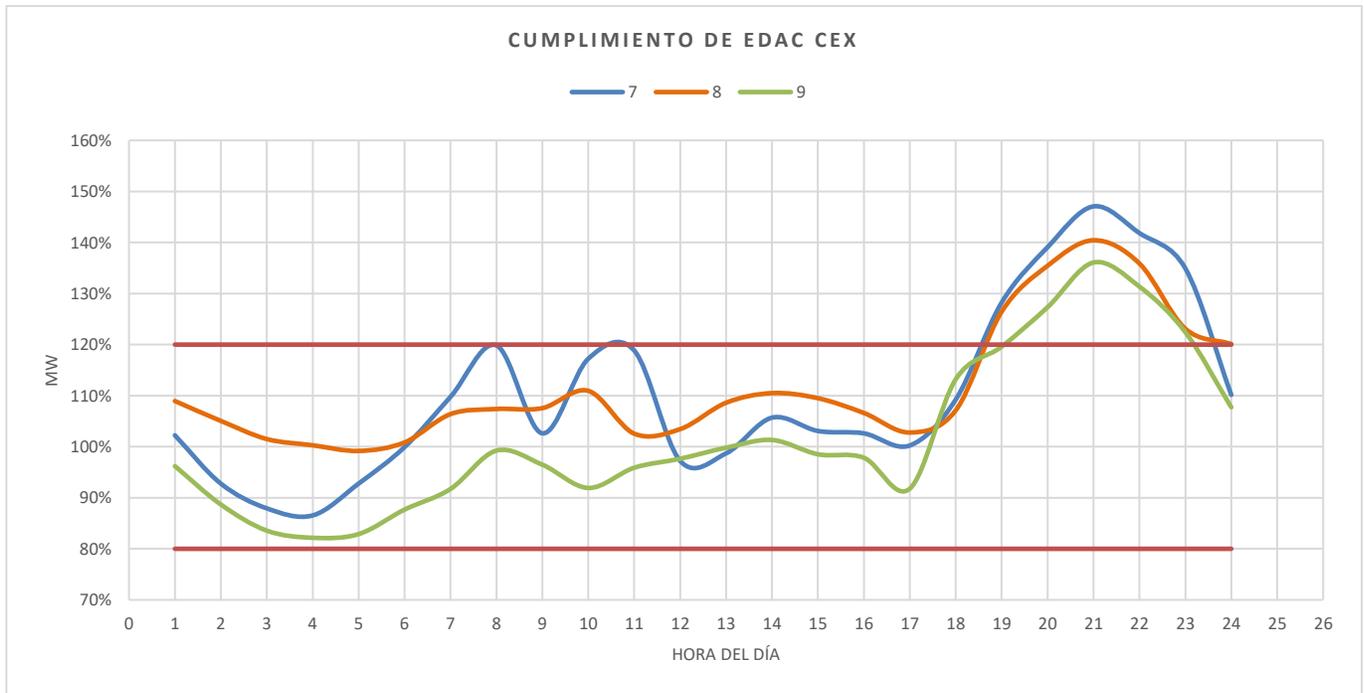
A continuación, se muestra el desempeño de la implementación de la nueva configuración en las cuotas de desprendimiento de carga, tanto para EDAC BF como para CEx."



Gráfica 3: Cumplimiento EDAC BF Zona Quinta.



Gráfica 4: Cumplimiento EDAC BF Zona Troncal Centro.



Gráfica 5: Cumplimiento EDAC Cex Zona Quinta.

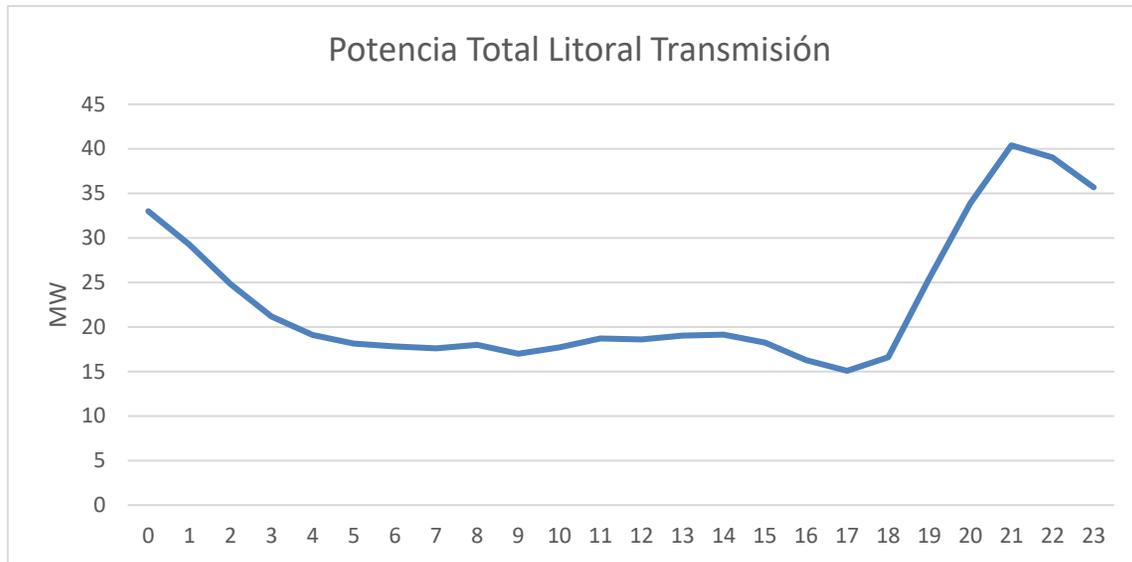
Finalmente se puede observar en las Gráfica 3, Gráfica 4 y Gráfica 5 se logra el cumplimiento entre el 80% y 120% del monto de desprendimiento [2].

En consecuencia, al integrar estos cambios al esquema EDAC BF y CEx se espera cubrir la potencia requerida, por ello que en el (*) El alimentador las brisas 23 kV no está disponible actualmente, sin embargo, se regularizará su situación antes de su implementación.

ANEXO C se definen la nueva carga de ajustes de los bloques EDAC en los relés.

6.2 EDAC Litoral – Zona Quinta

Para determinar la potencia de Litoral Transmisión y analizar el comportamiento de la potencia a desprender es que se considera la evaluación en el día de mayor inyección del 2024 está data se obtiene considerando todos los consumos de las subestaciones pertenecientes a Litoral Transmisión, el cual se detallan a continuación:



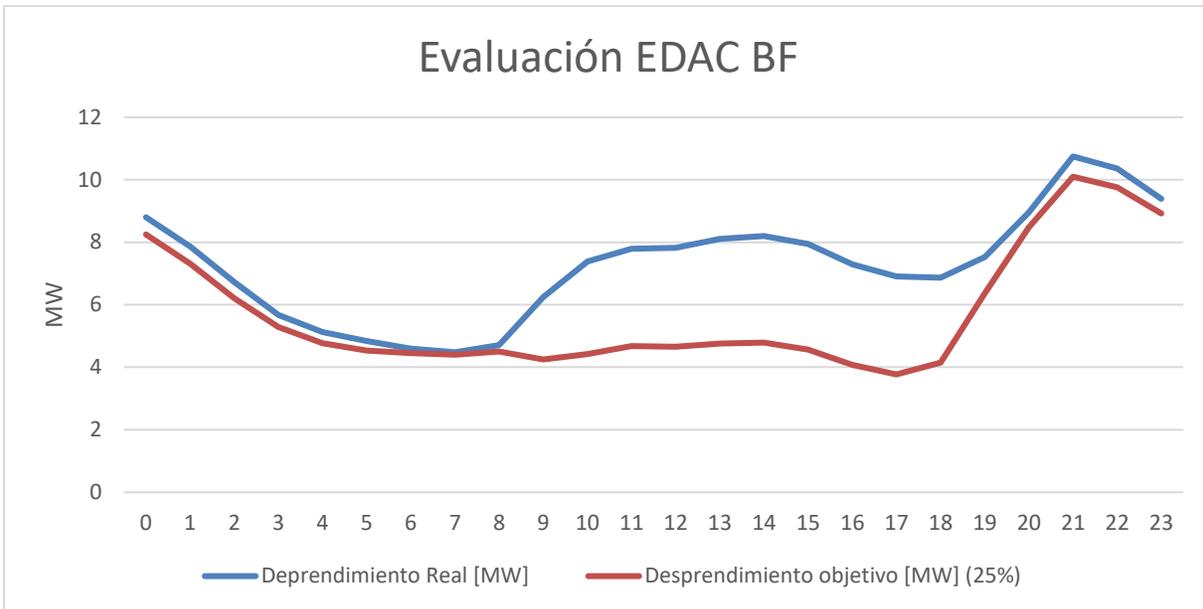
Gráfica 6: Potencia Litoral Transmisión.

El resultado de la ejecución del código proporciona la configuración final es la siguiente:

Tabla 5: Configuración final EDAC.

S/E	Número de Alimentador (NEMA)	ALIMENTADOR	BLOQUES EDAC BF						BLOQUES EDAC CEX			
			Umbral	48,9 Hz	48,7 Hz	48,5 Hz	48,3 Hz	49 Hz	48,8 Hz	49,5 Hz	49,5 Hz	49,5 Hz
			Gradiente	-	-	-	-	-0,6 Hz/s	-0,6 Hz/s	-0,9 Hz/s	-1,2 Hz/s	-1,9 Hz/s
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Las Balandras	C2	Zañartu	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-
San Jerónimo	C1	San Jerónimo	INHABILITAR									
El Totoral	C2	Esmeralda	-	-	-	-	-	-	-	X	-	
El Totoral	C1	Punta de Tralca	-	-	-	-	-	-	X	-	-	
San Sebastián	C1	Cartagena	-	-	-	-	-	-	-	-	X	
San Sebastián	C2	El Tabo	-	-	-	-	-	X	-	-	-	

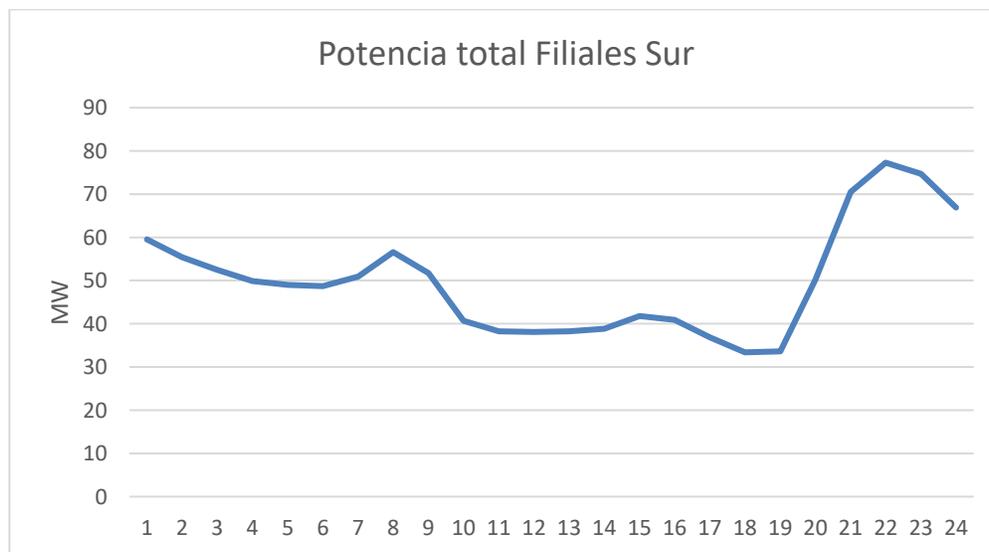
A continuación, se describe el desempeño de la implementación de la nueva configuración en las cuotas de desprendimiento de carga.



Gráfica 7: Cumplimiento EDAC BF Litoral Transmisión.

6.3 EDAC LuzLinares y LuzParral - Zona Sistema 154 - 66 kV

Para determinar la potencia de LuzLinares y LuzParral, analizar el comportamiento de la potencia a desprender es que se considera la evaluación en el día de mayor inyección del 2024 esta data se obtiene considerando todos los consumos de las subestaciones pertenecientes a Filiales Sur, los cuales se detallan a continuación:



Gráfica 8: Potencia Filiales Sur.

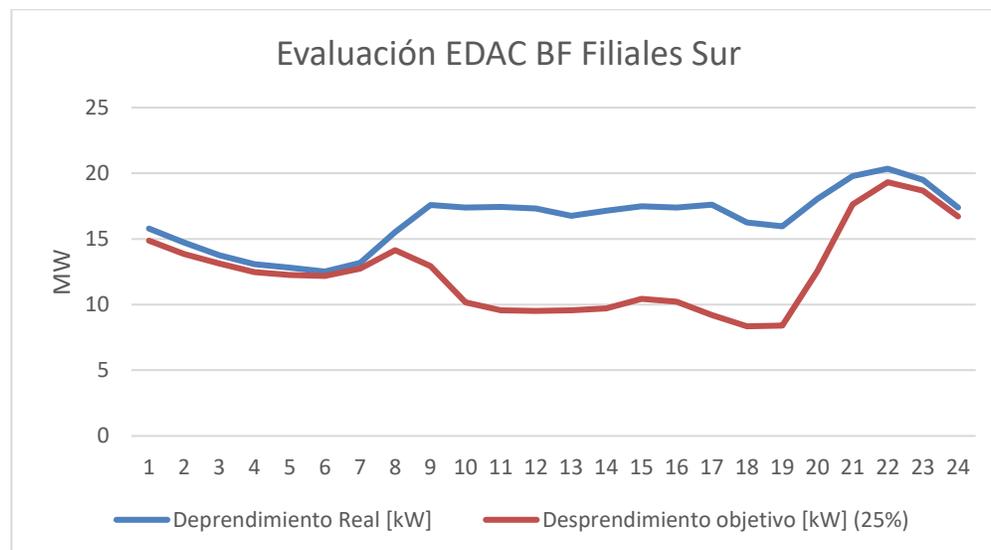
Con base en lo mencionado, se ha utilizado un modelo de optimización para reordenar de forma óptima los alimentadores para maximizar el cumplimiento del EDAC durante el periodo de evaluación. Este análisis considera las definiciones establecidas en el punto 3.

El resultado de la ejecución del código proporciona la configuración óptima del EDAC BF:

Tabla 6: Configuración final EDAC BF.

		BLOQUES EDAC BF						BLOQUES EDAC CEX		
Umbral		48,9 Hz	48,7 Hz	48,5 Hz	48,3 Hz	49 Hz	48,8 Hz	49,5 Hz	49,5 Hz	49,5 Hz
Gradiente		-	-	-	-	-0,6 Hz/s	-0,6 Hz/s	-0,9 Hz/s	-1,2 Hz/s	-1,9 Hz/s
S/E	ALIMENTADOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9
LINARES NORTE	LINARES SUR	-	-	-	X	-	-	-	-	-
	BARRIO INDUSTRIAL	INHABILITAR								
	LINARES NORTE	INHABILITAR								
LONGAVI	LONGAVI	-	X	-	-	-	-	-	-	-
YERBAS BUENAS	LLANO BLANCO	INHABILITAR								
	PEÑUELAS	INHABILITAR								
PASO HONDO	CARDO VERDE	INHABILITAR								
	UNICAVEN	INHABILITAR								

A continuación, se muestra el desempeño de la implementación de la nueva configuración en las cuotas de desprendimiento de carga para tanto para EDAC BF.



Gráfica 9: Cumplimiento EDAC BF Filiales Sur.

7. CONCLUSIÓN

Para implementar el reordenamiento de los bloques EDAC, considerando los nuevos ajustes indicados en el estudio de Esquema de Desconexión Automática de Carga realizado por el CEN [1], se desarrolló un código utilizando el modelo de optimización en Python y utilizando la librería Gurobi. Este código permitió encontrar la configuración óptima del EDAC de BF y Cex, asegurando que la mayor parte del tiempo se logre un desprendimiento de carga entre el 80% y el 120%, según lo estipulado por la normativa.

La solución encontrada para Chilquinta distribución permitió reducir en la cantidad de alimentadores usados en el EDAC de un 67,5% a un 55% respecto al total de alimentadores disponibles.

Se analizó el desempeño de la configuración final del EDAC para las empresas implicadas en este reporte, donde en la Tabla 1 se muestra el desempeño de los cumplimientos EDAC en un periodo de evaluación entre noviembre 2023 y marzo 2024.

Tabla 7: Cumplimientos EDAC.

Bloque	Evaluación			
	Sobre actuación >120%	Correcta 80% - 120%	Deficiente 20% - 80%	Incorrecta <20%
EDAC BF Chilquinta distribución - Zona Quinta	14,6%	75,8%	9,4%	0,2%
EDAC BF Chilquinta distribución - Zona Troncal Centro	4,3%	91,9%	3,7%	0,0%
EDAC Cex Chilquinta distribución	8,7%	67,1%	24,2%	0,0%
EDAC BF Luzparral y Luzlinares	50,0%	50,0%	0,0%	0,0%
EDAC BF Litoral distribución	41,7%	58,3%	0,0%	0,0%

Finalmente, es necesario realizar la carga de los ajustes indicados en el ANEXO B: Reasignación de bloques EDAC, y, además, protocolizar los nuevos ajustes del EDAC BF según se indica en la Tabla 1.

8. REFERENCIAS

- [1] CEN, «ESTUDIO DE ESQUEMA DE DESCONEXIÓN AUTOMÁTICA DE CARGA,» [En línea]. Available: <https://www.coordinador.cl/wp-content/uploads/2020/11/Estudio-EDAC-2020-Informe-Final.pdf>.
- [2] CNE, «ANEXO TÉCNICO: Verificación de la Activación Óptima de los EDAC, EDAG y ERAG,» [En línea]. Available: <https://www.cne.cl/wp-content/uploads/2015/06/VERIFICACI%C3%93N-DE-LA-ACTIVACI%C3%93N-%C3%93PTIM>.
- [3] CNE, «Norma Técnica de seguridad y calidad de servicio,» Septiembre 2020. [En línea]. Available: <https://www.cne.cl/wp-content/uploads/2020/09/NTSyCS-Sept20.pdf>.
- [4] CEN, «Solicita implementar adecuaciones al Esquema de Desconexión Automática de Carga (EDAC) por Subfrecuencia (BF).,» *Carta DE 02698-21*.

A. ANEXO A: DISTRIBUCIÓN ACTUAL DE BLOQUES EDAC.

S/E	Número de Alimentador (NEMA)	ALIMENTADOR	BLOQUES EDAC BF						BLOQUES EDAC CEX			
			Umbral	49 Hz	48,9 Hz	48,8 Hz	48,7 Hz	48,5 Hz	48,3 Hz	49,5 Hz	49,5 Hz	49,5 Hz
			Gradiente	-0,6 Hz/s	-	-0,6 Hz/s	-	-	-	-0,9 Hz/s	-1,2 Hz/s	-1,9 Hz/s
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
CASABLANCA	C1	CASABLANCA										
	C2	C. AGRICOLA										
	C3	CORPORA										
	C4	EMELCA		x (OUT208)								
CALERA	C2	LA CRUZ										
	C4	ARTIFICIO									x (OUT209)	
	C5	HIJUELAS									x (OUT211)	
	C3	LA PALMILLA			x (OUT205)							
MIRAFLORES	C1	CALERA	x (OUT203)									
	F1	CALERA-MELON	x (OUT207)									
	C3	ACHUPALLAS							x (OUT203)			
	C2	VILLA DULCE								x (OUT205)		
P ANCHA	C1	VIÑA DEL MAR ALTO						x (OUT207)				
	C4	SALINAS	x (OUT201)									
	C2	T. RAMOS		x (P2)								
	C1	PLAYA ANCHA									x (P1)	
QUILPUE	C3	LA POLVORA			x (P3)							
	C4	PACIFICO										
	C6	PASO HONDO										
	C7	EL CARMEN										
	C9	FREIRE							x (OUT105)		x (OUT213)	
	C4	QUILPUE		x (OUT207)								
	C2	VILLA ALEMANA										
	C3	BELLOTO			x (OUT205)							
REÑACA	C5	M. MARGA			x (OUT209)							
	C1	PEÑABLANCA				x (OUT201)						
	C8	EL SOL								x (OUT101)		
	C3	G. NAVALES									x (OUT205)	
	C4	A. NAVARRETE										
	C6	COSTA BRAVA							x (OUT211)		x (OUT207)	
	C7	G. CARREÑO										
	C5	MONTEMAR					x (OUT209)					
SAN ANTONIO	C8	JORGE MONTT										
	C2	REÑACA	x (OUT203)									
	E2	SANTO DOMINGO									x (OUT105)	
	C8	AGUAS BUENAS										
	E1	SAN JUAN 23									x (OUT103)	
	C3	EMPORCHI						x (OUT205)				
	E4	LAS BRISAS 23										
	C2	SAN ANTONIO				x (OUT203)						
SAN FELIPE	C6	BARRANCAS		x (OUT211)								
	C4	LLOLLEO	x (OUT207)									
	C5	PESQUERAS							x (OUT209)			
	E3	PUERTO CENTRAL										
	C7	PUERTO INDUSTRIAL							x (OUT209)			
	C6	TRASLAVIÑA								x (OUT211)		
	C5	BUCALEMU									x (OUT209)	
	C1	PALOMAR									x (OUT201)	
SAN PEDRO	C4	TOCORNAL						x (OUT207)				
	C2	PUTAENDO										
	C3	SAN FELIPE									x (OUT205)	
	C2	LIMACHE										
PEÑABLANCA	C4	OLMUE										
	C3	SAID										
	C6	SAN ISIDRO										
	C1	QUILLOTA										
	C5	LLIJULLI										
SAN RAFAEL	C3	HUANHUALI									X (81:81U-8)	
	C2	WILSON										
	C1	EL RINCON									X	
	C4	EL PANGAL										
BOSQUEMAR	C1	CORMECANICA	x (OUT201)									
	C3	LOS ANDES								x (OUT205)		
	C4	S. VICENTE									x (OUT207)	
	C5	S. ESTEBAN										
	E1	CHACABUCO									x (OUT105)	
	E2	LAS JUNTAS										
MAYACA	C2	SAN RAFAEL								x (OUT203)		
	C6	CENTENARIO			x (OUT211)							
	C5	MANANTIALES			x (OUT 201)							
LAS VEGAS	C6	LILENES					x (OUT203)					
	C1	PRAT									x (VO6)	
	C2	BOCO										
LAS VEGAS	C3	POCOCHAY					x (VO4)					
	C5	PACHACAMA									X	
	C2	SANTA TERESA										
	C1	LLAYLLAY								x (VO6)		
LAS VEGAS	C3	PORVENIR									x (VO16)	

B. ANEXO B: REASIGNACIÓN DE BLOQUES EDAC

S/E	Número de Alimentador (NEMA)	Umbral Gradiente	48,9 Hz	48,7 Hz	48,5 Hz	48,3 Hz	49 Hz	48,8 Hz	49,5 Hz	49,5 Hz	49,5 Hz
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
CASABLANCA	C1	CASABLANCA									
	C2	C. AGRICOLA									
	C3	CORPORA									
	C4	EMELCA									
CALERA	C2	LA CRUZ									
	C4	ARTIFICIO	-	X	-	-	-	-	-	-	-
	C5	HIJUELAS	-	-	-	-	-	-	-	X	-
	C3	LA PALMILLA	-	-	-	-	-	X	-	-	-
	C1	LA CALERA	-	-	-	X	-	-	-	-	-
MIRAFLORES	F1	CALERA-MELON									
	C3	ACHUPALLAS									
	C2	VILLA DULCE	-	-	-	-	-	-	-	-	X
	C1	VIÑA DEL MAR ALTO	-	-	X	-	-	-	-	-	-
PLAYA ANCHA	C4	SALINAS									
	C2	T. RAMOS									
	C1	PLAYA ANCHA									
	C3	LA POLVORA									
QUILPUE	C4	PACIFICO	X	-	-	-	-	-	-	-	-
	C6	PASO HONDO									
	C7	EL CARMEN	-	-	-	-	-	X	-	-	-
	C9	FREIRE									
	C4	QUILPUE	-	-	X	-	-	-	-	-	-
	C2	VILLA ALEMANA									
	C3	BELLOTO	-	-	-	-	-	-	-	X	-
	C5	M. MARGA	X	-	-	-	-	-	-	-	-
REÑACA	C1	PEÑABLANCA	-	-	-	-	-	-	X	-	-
	C8	EL SOL	-	-	-	-	-	-	-	-	X
	C3	G.NAVALES	-	-	-	-	X	-	-	-	-
	C4	A. NAVARRETE									
	C6	COSTA BRAVA	-	-	-	X	-	-	-	-	-
	C7	G. CARREÑO									
	C5	MONTEMAR	-	-	X	-	-	-	-	-	-
	C8	JORGE MONTT									
SAN ANTONIO	C2	REÑACA	-	-	-	-	-	-	-	X	-
	E2	SANTO DOMINGO	-	-	-	-	-	-	-	-	X
	C8	AGUAS BUENAS									
	E1	SAN JUAN 23	-	-	-	-	-	-	-	X	-
	C3	EMPORCHI	-	-	-	-	-	-	-	-	X
	E4	LAS BRISAS 23	-	X	-	-	-	-	-	-	-
	C2	SAN ANTONIO									
	C6	BARRANCAS	X	-	-	-	-	-	-	-	-
SAN FELIPE	C4	LLOLLEO	-	-	-	-	-	-	-	-	X
	C5	PESQUERAS	-	-	-	-	-	-	X	-	-
	E3	PUERTO CENTRAL	-	-	-	-	-	-	X	-	-
	C7	PUERTO INDUSTRIAL	-	-	X	-	-	-	-	-	-
	C6	TRASLAVIÑA	-	X	-	-	-	-	-	-	-
	C5	BUCALEMU	-	-	X	-	-	-	-	-	-
	C1	PALOMAR									
SAN PEDRO	C4	TOCORNAL									
	C2	PUTAENDO									
	C3	SAN FELIPE	-	-	-	X	-	-	-	-	-
	C2	LIMACHE	-	-	-	X	-	-	-	-	-
	C4	OLMUE	-	-	-	-	X	-	-	-	-
	C3	SAID	-	-	-	-	-	X	-	-	-
PEÑABLANCA	C6	SAN ISIDRO	-	-	-	-	-	-	-	-	X
	C1	QUILLOTA									
	C5	LLIU LLIU	-	-	-	-	X	-	-	-	-
	C3	HUANHUALI	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SAN RAFAEL	C2	WILSON	-	-	-	-	-	-	-	-	X
	C1	EL RINCON	-	-	-	-	-	X	-	-	-
	C4	EL PANGAL									
	C1	CORMECANICA									
	C3	LOS ANDES									
	C4	S.VICENTE									
	C5	S. ESTEBAN									
	E1	CHACABUCO									
BOSQUEMAR	E2	LAS JUNTAS									
	C2	SAN RAFAEL									
	C6	CENTENARIO									
MAYACA	C4	LILIENES	-	-	-	-	X	-	-	-	-
	C5	MANANTIALES	-	X	-	-	-	-	-	-	-
	C6	BLANCA ESTELA	-	-	-	-	-	-	-	-	X
LAS VEGAS	C1	PRAT									
	C2	BOCO									
	C3	POCOCHAY	-	-	-	X	-	-	-	-	-
LAS VEGAS	C5	PACHACAMA	-	-	-	-	-	-	X	-	-
	C2	SANTA TERESA	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	C1	LLAYLLAY	-	-	-	-	-	X	-	-	-
LAS VEGAS	C3	PORVENIR	-	-	-	-	X	-	-	-	-

(*) El alimentador las brisas 23 kV no está disponible actualmente, sin embargo, se regularizará su situación antes de su implementación.

C. ANEXO C: CAMBIOS DE ALIMENTADORES EN BLOQUES EDAC

Tabla con cambios de alimentadores por readecuación.

Escalones EDAC de Chilquinta distribución.

Zona	Subestación	Alimentador	Escalón antiguo (Ajuste)	Escalón nuevo (Ajuste)	Protocolización	Inhabilitar	Habilitar
Quinta Región	Bosquemar	Manantiales	3 (48,8 Hz y -0,6 [Hz/seg])	2 (48,7 Hz)	SI		
Quinta Región	Bosquemar	Lilenes	4 (48,7 Hz)	5 (49 Hz y -0,6 [Hz/seg])	SI		
Quinta Región	Bosquemar	Blanca estela	1 (49 Hz y -0,6 [Hz/seg])	9 (49,5 Hz y -1,9 [Hz/seg])	SI		
Quinta Región	Calera	Artificio	9 (49,5 Hz y -1,9 [Hz/seg])	2 (48,7 Hz)	SI		
Quinta Región	Calera	La Calera	1 (49 Hz y -0,6 [Hz/seg])	4 (48,3 Hz)	SI		
Quinta Región	Calera	La Palmilla	3 (48,8 Hz y -0,6 [Hz/seg])	6 (48,8 Hz y -0,6 [Hz/seg])	SI		
Quinta Región	Calera	Hijuelas	9 (49,5 Hz y -1,9 [Hz/seg])	8 (49,5 Hz y -1,2 [Hz/seg])	SI		
Quinta Región	Calera	Línea Calera - Melón	1 (49 Hz y -0,6 [Hz/seg])	Libre	SI	SI	
Quinta Región	Calera	La Cruz	Libre	Libre	SI		
Quinta Región	Las Vegas	Porvenir	8 (49,5 Hz y -1,2 [Hz/seg])	5 (49 Hz y -0,6 [Hz/seg])	SI		
Quinta Región	Las Vegas	Llay Llay	6 (48,3 Hz)	6 (48,8 Hz y -0,6 [Hz/seg])	SI		
Quinta Región	Las Vegas	Pachacama	5 (48,5 Hz)	7 (49,5 Hz y -0,9 [Hz/seg])	SI		
Quinta Región	Las Vegas	Santa Teresa	Libre	Libre	SI		
Quinta Región	Mayaca	Pocochay	4 (48,7 Hz)	4 (48,3 Hz)	SI		
Quinta Región	Mayaca	Prat	7 (49,5 Hz y -0,8 [Hz/seg])	Libre	SI	SI	
Quinta Región	Mayaca	Bocco	Libre	Libre	SI		
Quinta Región	Miraflores	Viña del Mar Alto	5 (48,5 Hz)	3 (48,5 Hz)	SI		
Quinta Región	Miraflores	Villa Dulce	8 (49,5 Hz y -1,2 [Hz/seg])	9 (49,5 Hz y -1,9 [Hz/seg])	SI		
Quinta Región	Miraflores	Salinas	1 (49 Hz y -0,6 [Hz/seg])	Libre	SI	SI	
Quinta Región	Miraflores	Achupallas	7 (49,5 Hz y -0,8 [Hz/seg])	Libre	SI	SI	
Quinta Región	Peñablanca	El Rincón	9 (49,5 Hz y -1,9 [Hz/seg])	6 (48,8 Hz y -0,6 [Hz/seg])	SI		
Quinta Región	Peñablanca	Wilson	Libre	9 (49,5 Hz y -1,9 [Hz/seg])	SI		SI
Quinta Región	Peñablanca	Huanhualí	8 (49,5 Hz y -1,2 [Hz/seg])	Libre	SI	SI	
Quinta Región	Peñablanca	Pangal	Libre	Libre	SI		
Quinta Región	Playa Ancha	Pacífico	Libre	1 (48,9 Hz)	SI		SI
Quinta Región	Playa Ancha	Tomás Ramos	2 (48,9 Hz)	Libre	SI		
Quinta Región	Playa Ancha	La Pólvora	3 (48,8 Hz y -0,6 [Hz/seg])	Libre	SI	SI	
Quinta Región	Playa Ancha	Playa Ancha	9 (49,5 Hz y -1,9 [Hz/seg])	Libre	SI	SI	
Quinta Región	Quilpué	Quilpué	2 (48,9 Hz)	3 (48,5 Hz)	SI		
Quinta Región	Quilpué	El Carmen	8 (49,5 Hz y -1,2 [Hz/seg])	6 (48,8 Hz y -0,6 [Hz/seg])	SI		
Quinta Región	Quilpué	Peñablanca	4 (48,7 Hz)	7 (49,5 Hz y -0,9 [Hz/seg])	SI		
Quinta Región	Quilpué	Belloto	3 (48,8 Hz y -0,6 [Hz/seg])	8 (49,5 Hz y -1,2 [Hz/seg])	SI		
Quinta Región	Quilpué	El Sol	8 (49,5 Hz y -1,2 [Hz/seg])	9 (49,5 Hz y -1,9 [Hz/seg])	SI		
Quinta Región	Quilpué	Freire	7 (49,5 Hz y -0,8 [Hz/seg])	Libre	SI	SI	
Quinta Región	Quilpué	Paso Hondo	Libre	Libre	SI		
Quinta Región	Quilpué	Villa Alemana	Libre	Libre	SI		
Quinta Región	Quilpué	Marga marga	3 (48,8 Hz y -0,6 [Hz/seg])	1 (48,9 Hz)	SI		
Quinta Región	Reñaca	Montemar	5 (48,5 Hz)	3 (48,5 Hz)	SI		
Quinta Región	Reñaca	Costa Brava	6 (48,3 Hz)	4 (48,3 Hz)	SI		
Quinta Región	Reñaca	Glorias Navales	9 (49,5 Hz y -1,9 [Hz/seg])	5 (49 Hz y -0,6 [Hz/seg])	SI		
Quinta Región	Reñaca	Reñaca	1 (49 Hz y -0,6 [Hz/seg])	8 (49,5 Hz y -1,2 [Hz/seg])	SI		
Quinta Región	Reñaca	Alejandro Navarrete	8 (49,5 Hz y -1,2 [Hz/seg])	9 (49,5 Hz y -1,9 [Hz/seg])	SI		
Quinta Región	Reñaca	Gomez Carreño	Libre	Libre	SI		
Quinta Región	Reñaca	Jorge Montt	Libre	Libre	SI		
Troncal Centro	San Antonio	Puerto Industrial	Libre	3 (48,5 Hz)	SI		SI
Troncal Centro	San Antonio	Barrancas	2 (48,9 Hz)	1 (48,9 Hz)	SI		
Troncal Centro	San Antonio	Las Brisas	3 (48,8 Hz y -0,6 [Hz/seg])	Libre	SI	SI	
Troncal Centro	San Antonio	Pesqueras	6 (48,3 Hz)	7 (49,5 Hz y -0,9 [Hz/seg])	SI		SI
Troncal Centro	San Antonio	Puerto Central	Libre	7 (49,5 Hz y -0,9 [Hz/seg])	SI		
Troncal Centro	San Antonio	San Juan	9 (49,5 Hz y -1,9 [Hz/seg])	8 (49,5 Hz y -1,2 [Hz/seg])	SI		
Troncal Centro	San Antonio	Llolleo	1 (49 Hz y -0,6 [Hz/seg])	9 (49,5 Hz y -1,9 [Hz/seg])	SI		
Troncal Centro	San Antonio	Emporchi	5 (48,5 Hz)	9 (49,5 Hz y -1,9 [Hz/seg])	SI		
Troncal Centro	San Antonio	Santo Domingo	8 (49,5 Hz y -1,2 [Hz/seg])	9 (49,5 Hz y -1,9 [Hz/seg])	SI		
Troncal Centro	San Antonio	San Antonio	4 (48,7 Hz)	2 (48,7 Hz)	SI		
Troncal Centro	San Antonio	Aguas Buenas	Libre	Libre	SI		
Quinta Región	San Felipe	Traslaviña	7 (49,5 Hz y -0,8 [Hz/seg])	2 (48,7 Hz)	SI		
Quinta Región	San Felipe	Bucalemu	9 (49,5 Hz y -1,9 [Hz/seg])	3 (48,5 Hz)	SI		
Quinta Región	San Felipe	San Felipe	8 (49,5 Hz y -1,2 [Hz/seg])	4 (48,3 Hz)	SI		
Quinta Región	San Felipe	Tocornal	5 (48,5 Hz)	Libre	SI	SI	
Quinta Región	San Felipe	Palomar	9 (49,5 Hz y -1,9 [Hz/seg])	Libre	SI	SI	
Quinta Región	San Felipe	Putando	Libre	Libre	SI		
Quinta Región	San Felipe	El Almendral	Libre	Libre	SI		

Zona	Subestación	Alimentador	Escalón antiguo (Ajuste)	Escalón nuevo (Ajuste)	Protocolización	Inhabilitar	Habilitar
Quinta Región	San Rafael	Cormecánica	1 (49 Hz y -0,6 [Hz/seg])	Libre	SI	SI	
Quinta Región	San Rafael	Centenario	3 (48,8 Hz y -0,6 [Hz/seg])	Libre	SI	SI	
Quinta Región	San Rafael	Los Andes	7 (49,5 Hz y -0,8 [Hz/seg])	Libre	SI	SI	
Quinta Región	San Rafael	San Rafael	7 (49,5 Hz y -0,8 [Hz/seg])	Libre	SI	SI	
Quinta Región	San Rafael	Las Juntas	8 (49,5 Hz y -1,2 [Hz/seg])	Libre	SI	SI	
Quinta Región	San Rafael	San Vicente	8 (49,5 Hz y -1,2 [Hz/seg])	Libre	SI	SI	
Quinta Región	San Rafael	Chacabuco	Libre	Libre	SI		
Quinta Región	San Rafael	San Esteban	Libre	Libre	SI		
Quinta Región	Casablanca	Casablanca	Libre	Libre	SI		
Quinta Región	Casablanca	Corpora	Libre	Libre	SI		
Quinta Región	Casablanca	C. Agrícola	Libre	Libre	SI		
Quinta Región	Casablanca	Emelca	2 (48,9 Hz)	Libre	SI	SI	
Quinta Región	San Pedro	Limache	Libre	4 (48,3 Hz)	SI		
Quinta Región	San Pedro	Olmue	Libre	4 (48,3 Hz)	SI		
Quinta Región	San Pedro	Lliu lliu	Libre	5 (49 Hz y -0,6 [Hz/seg])	SI		
Quinta Región	San Pedro	SAID	Libre	6 (48,8 Hz y -0,6 [Hz/seg])	SI		
Quinta Región	San Pedro	San Isidro	Libre	9 (49,5 Hz y -1,9 [Hz/seg])	SI		
Quinta Región	San Pedro	Quillota	Libre	Libre	SI		

Escalones EDAC Litoral Distribución

Zona	Subestación	Alimentador	Escalón antiguo (Ajuste)	Escalón nuevo (Ajuste)	Protocolización	Inhabilitar	Habilitar
Quinta Región	Las Balandras	Zañartu	1 (49 Hz y -0,6 [Hz/seg]) y 4 (48,7 Hz)	2 (48,7 Hz)	SI		
Quinta Región	San Jerónimo	San Jerónimo	1 (49 Hz y -0,6 [Hz/seg]) y 4 (48,7 Hz)	Libre	SI		
Quinta Región	El Totoral	Esmeralda	8 (49,5 Hz y -1,2 [Hz/seg])	8 (49,5 Hz y -1,2 [Hz/seg])	SI		
Quinta Región	El Totoral	Punta de Tralca	Libre	7 (49,5 Hz y -0,9 [Hz/seg])	SI		SI
Quinta Región	San Sebastian	Cartagena	9 (49,5 Hz y -1,9 [Hz/seg])	9 (49,5 Hz y -1,9 [Hz/seg])	SI		
Quinta Región	San Sebastian	El Tabo	7 (49,5 Hz y -0,9 [Hz/seg])	6 (48,8 Hz y -0,6 [Hz/seg])	SI		

Escalones EDAC Luzparral y Luz Linares

Zona	Subestación	Alimentador	Escalón antiguo (Ajuste)	Escalón nuevo (Ajuste)	Protocolización	Inhabilitar	Habilitar
Sistema 154 - 66 kV	Linares Norte	LINARES SUR	1 (49 Hz y -0,6 [Hz/seg])	4 (48,3 Hz)	SI		
Sistema 154 - 66 kV	Linares Norte	BARRIO INDUSTRIAL	2 (48,9 Hz)	Libre	SI	SI	
Sistema 154 - 66 kV	Linares Norte	LINARES NORTE	3 (48,8 Hz y -0,6 [Hz/seg])	Libre	SI	SI	
Sistema 154 - 66 kV	LONGAVI	LONGAVI	Libre	2 (48,7 Hz)	SI		SI
Sistema 154 - 66 kV	YERBAS BUENAS	LLANO BLANCO	Libre	Libre	SI		
Sistema 154 - 66 kV	YERBAS BUENAS	PEÑUELAS	Libre	Libre	SI		
Sistema 154 - 66 kV	PASO HONDO	CARDO VERDE	Libre	Libre	SI		
Sistema 154 - 66 kV	PASO HONDO	UNICAVEN	Libre	Libre	SI		

D. ANEXO D: MODELO DE OPTIMIZACIÓN PARA LA SELECCIÓN DE ALIMENTADORES

Modelo de optimización implementado es el siguiente.

1) Definición de Conjuntos.

Conjuntos:

I : Conjunto de todos los alimentadores "i" que participan del EDAC.

T : Conjunto de los intervalos de tiempo "t" considerados en el horizonte de evaluación.

S : Conjunto de bloques "s" de desconexión.

Parámetros:

P_S : Porcentaje de desprendimiento exigido para el bloques "s" de desconexión.

d_{it} : Demanda del alimentador "i" en el tiempo "t".

Q_t : Demanda total del sistema en el tiempo "t".

M : Parámetro auxiliar (M grande)

2) Variables.

$$X_{is} = \begin{cases} 1 & \text{Si el alimentador "i" se conecta al bloque "s".} \\ 0 & \text{Si el alimentador "i" no se conecta al bloque "s".} \end{cases}$$

$$Z_{ts} = \begin{cases} 1 & \text{Si no se cumple la cuota de desprendimiento en el tiempo "t" para el bloque "s".} \\ 0 & \text{Si se cumple la cuota de desprendimiento en el tiempo "t" para el bloque "s".} \end{cases}$$

3) Función objetivo.

$$\text{Minimizar: } \sum_S \sum_T Z_{ts}$$

4) Restricciones.

a) Todo alimentador "i" puede participar sólo de 1 bloque de desprendimiento.

$$\sum_S X_{is} \leq 1 \quad \forall i \in I$$

b) Se debe cumplir la cuota mínima de desprendimiento requerida para cada bloque y tiempo de evaluación.

$$\sum_I (X_{IS} \cdot d_{it}) + M \cdot Z_{tS} \geq P_S \cdot Q_t \quad \forall t \in T \wedge \forall s \in S$$

c) Se debe evitar desprender más de un 120% de la cuota de potencia requerida (sobreactuación).

$$\sum_I (X_{IS} \cdot d_{it}) \leq P_S \cdot Q_t \cdot 1,2 + M \cdot Z_{tS} \quad \forall t \in T \wedge \forall s \in S$$

Por último los archivos correspondientes al modelo se pueden encontrar en el siguiente enlace:
[Modelo optimización.](#)