

## Minuta DAOP N° 01/2019

Operación de la Zona Quinta Región Costa con  
Indisponibilidad de Generación Local programada.  
Complemento de Minuta DOp N° 01/2013



## Minuta DAOP N° 01/2019

### Operación de la Zona Quinta Región Costa con Indisponibilidad de Generación Local programada. Complemento de Minuta DOp N° 01/2013.

#### 1 Introducción

El presente documento complementa la Minuta DOp N° 01/2013, que en su momento analizó la operación de la Zona Quinta Región Costa con indisponibilidad de las unidades N°1 y N°2 de central Ventanas, adecuando las condiciones operativas de los escenarios actuales con el objetivo de mantener condiciones de seguridad para el abastecimiento de esta zona frente a la ocurrencia de contingencias simples.

#### 2 Antecedentes

La denominada Zona Quinta Región Costa, para los fines de análisis de esta minuta, se abastece de energía eléctrica a través del sistema de transmisión compuesto por las líneas 2x220 kV San Luis - Agua Santa, 2x110 kV Las Vegas - San Pedro y 1x110 kV Quillota - San Pedro, por el transformador 220/110 kV de S/E Ventanas, además de la generación local de las centrales Ventanas (unidades 1 y 2), Colmito, Los Vientos, Laguna Verde y algunos PMG.

Las restricciones de transmisión más relevantes impuestas por protecciones de esta zona corresponden a la línea 1x110 kV Quillota - San Pedro en el extremo Quillota, la línea 1x110 kV San Pedro - Miraflores en el extremo San Pedro y la línea 1x110 kV San Pedro - Peñablanca en el extremo San Pedro, correspondientes a 1440 [A] (274 [MVA] a 110 [kV]), 640 [A] (122 [MVA] a 110 [kV]) y 1200 [A] (229 [MVA] a 110 [kV]), respectivamente. Cabe señalar que las transferencias por la línea 1x110 kV Quillota - San Pedro, se ven afectadas por la demanda de la Zona Quinta Región Costa y por las demandas asociadas a la línea 2x110 kV San Pedro - Las Vegas.

Por otra parte, la demanda de la Zona Quinta Región Costa se calcula como la suma algebraica de las transferencias a través del transformador 220/110 kV de S/E Ventanas en el lado de 220 kV, del transformador 220/110 kV de S/E Agua Santa en el lado de 220 kV, de la línea 1x110 kV Quillota - San Pedro en S/E Quillota, de la línea 2x110 kV Las Vegas - San Pedro en S/E San Pedro, y del total de generación local.

#### 3 Análisis de la Operación

Se realizaron simulaciones de contingencias simples en el sistema de transmisión que abastece a la Zona Quinta Región Costa, para dos escenarios operativos diferenciados entre sí por la presencia o ausencia de la central Nueva Renca en servicio. En ambos casos se identificó que la desconexión intempestiva del transformador 220/110 kV de S/E Agua Santa es la contingencia más crítica que compromete la redundancia de abastecimiento de esta zona, al poner en riesgo la desconexión por protecciones de la línea 1x110 kV Quillota - San Pedro.

Con este antecedente, los montos de generación local obtenidos para que dicha contingencia no provoque la operación de protecciones en la línea 1x110 kV Quillota - San Pedro, para distintos rangos de demanda en la zona, se resume en la siguiente tabla:

Central Nueva Renca En Servicio					
Demanda Zona Quinta Región Costa [MW] (*)	Línea 2x110 kV San Pedro-Las Vegas [MVA]	Línea 1x110 kV Quillota-San Pedro [MVA]	Generación Central Ventanas (1 y/o 2) [MW]	Generación Central Los Vientos [MW]	Generación Central Colmito [MW]
0 - 340	162	177	F/S	F/S	F/S
341 - 422	162	174	1 - 100	F/S	F/S
423 - 484	164	168	101 - 200	F/S	F/S
0 - 340	162	177	F/S	F/S	F/S
341 - 435	80	158	F/S	1 - 120	F/S
436 - 486	80	158	F/S	120	1 - 57
0 - 340	162	177	F/S	F/S	F/S
341 - 393	161	177	F/S	F/S	1 - 57
394 - 486	80	158	F/S	1 - 120	57
0 - 422	162	174	1 - 100	F/S	F/S
423 - 519	79	157	100	1 - 120	F/S
0 - 422	162	174	1 - 100	F/S	F/S
423 - 472	162	174	100	F/S	1 - 57
473 - 568	79	156	100	1 - 120	57
Central Nueva Renca Fuera de Servicio					
Demanda Zona Quinta Región Costa [MW] (*)	Línea 2x110 kV San Pedro-Las Vegas [MVA]	Línea 1x110 kV Quillota-San Pedro [MVA]	Generación Central Ventanas (1 y/o 2) [MW]	Generación Central Los Vientos [MW]	Generación Central Colmito [MW]
0 - 277	204	187	F/S	F/S	F/S
278 - 355	206	182	1 - 100	F/S	F/S
356 - 421	208	175	101 - 200	F/S	F/S
422 - 487	211	169	201 - 300	F/S	F/S
0 - 277	204	187	F/S	F/S	F/S
278 - 376	121	167	F/S	1 - 120	F/S
377 - 428	120	167	F/S	120	1 - 57
0 - 277	204	187	F/S	F/S	F/S
278 - 330	205	185	F/S	F/S	1 - 57
331 - 428	120	167	F/S	1 - 120	57
0 - 355	206	182	1 - 100	F/S	F/S
356 - 457	121	165	100	1 - 120	F/S
458 - 507	120	164	100	120	1 - 57
0 - 355	206	182	1 - 100	F/S	F/S
356 - 406	206	182	100	F/S	1 - 57
407 - 507	120	164	100	1 - 120	57
0 - 421	208	175	1 - 200	F/S	F/S
422 - 520	123	158	200	1 - 120	F/S
0 - 421	208	175	1 - 200	F/S	F/S
422 - 471	208	175	200	F/S	1 - 57
472 - 569	123	151	200	1 - 120	57

(\*) Los resultados se obtuvieron considerando una demanda máxima histórica de hasta 480 [MW] para la Zona Quinta Región Costa.

La tabla anterior muestra que la Zona Quinta Región Costa, con demandas del orden de 340 [MW] y 277 [MW], y las correspondientes demandas asociadas a la línea 2x110 kV San Pedro - Las Vegas, se pueden abastecer prescindiendo de generación local con central Nueva Renca en servicio y fuera de servicio, respectivamente.

A su vez, estas demandas se pueden abastecer en su totalidad sólo recurriendo a la generación base de las centrales Ventanas 1 y 2, siempre que sus excedentes totalicen al menos montos de 200 [MW].

Es importante hacer notar que, en ausencia de la central Ventanas 1 y 2, si bien la mayor efectividad corresponde al aporte de la central Colmito, las inyecciones de la central Los Vientos inciden directamente en las transferencias de potencia a través de la línea 2x110 kV San Pedro - Las Vegas y, por ende, en los flujos de carga a través de la línea 1x110 kV Quillota - San Pedro, uno de los elementos que limita el abastecimiento de la Zona Quinta Región Costa.

Por otra parte, frente a la contingencia del transformador 220/110 kV de S/E Agua Santa, la carga por la línea 1x110 kV Quillota - San Pedro aumenta en un valor que equivale a un 52% de la carga del transformador desconectado. Esto significa que en todo momento será necesario respetar la relación de los flujos de potencia entre ambas instalaciones, adicionando un factor de seguridad sobre el pick up de la protección de sobrecorriente asociada al paño San Pedro de S/E Quillota:

$$Tx \text{ (LT 110 kV Quillota-San Pedro)} + 0.52 * Tx \text{ (ATR 220/110 kV S/E Agua Santa)} < 274 \text{ [MVA]} * \text{Factor de Seguridad}$$

Tomando en consideración un Factor de Seguridad de 0.9 (margen de 10% bajo el pick up), se tiene:

$$Tx \text{ (LT 110 kV Quillota-San Pedro)} + 0.52 * Tx \text{ (ATR 220/110 kV S/E Agua Santa)} < 246.6 \text{ [MVA]} \approx 250 \text{ [MVA]}$$

En función de lo anterior, en caso que la última expresión no se pueda cumplir ni tampoco existan disponibles otras inyecciones de generación locales, se perderá el nivel de redundancia para la seguridad de abastecimiento de la zona. En este caso, se deberán efectuar maniobras de apertura en el sistema de transmisión para minimizar la profundidad de falla, optando por radializar la carga del transformador 220/110 kV de S/E Agua Santa del resto, esto es:

- Apertura de la línea 2x110 kV Torquemada - Miraflores en alguno de sus extremos.
- Apertura de los circuitos que componen las líneas 1x110 kV San Pedro - Peñablanca - Miraflores y 1x110 kV San Pedro - Miraflores, ya sea en el extremo San Pedro o de manera cruzada, según la carga previa del transformador 220/110 kV de S/E Agua Santa.
- Traspaso de cargas, en la medida que las condiciones sistémicas lo permitan, de los consumos de S/E Chagres hacia la Zona de Aconcagua.
- Apertura del circuito N°1 de la línea 2x110 kV Las Vegas - Cerro Navia, en S/E Santiago Solar o en S/E Las Vegas.

Cabe señalar que las maniobras correspondientes a traspasos de carga y radialización en S/E Santiago Solar, pueden ser utilizadas, dependiendo de las condiciones sistémicas, en forma previa a las aperturas en S/E Miraflores. Con las dos primeras maniobras ejecutadas, se debe tener en cuenta lo siguiente:

- La desconexión intempestiva del transformador 220/110 kV de S/E Agua Santa provocará la pérdida de la totalidad de los consumos que abastece.
- La desconexión intempestiva del transformador 220/110 kV de S/E Ventanas es la contingencia más crítica que compromete la redundancia de abastecimiento de la sub-zona resultante, al poner en riesgo la desconexión por protecciones ya sea de la línea 1x110 kV Quillota - San Pedro, o bien del transformador N°5 220/110 kV de S/E Quillota. Esto significa que en todo momento será necesario respetar la relación de los flujos de potencia entre estas instalaciones, adicionando un factor de seguridad bajo el pick up de las protecciones involucradas:

$$Tx \text{ (LT 110 kV Quillota-San Pedro)} + 0.85 * Tx \text{ (ATR 220/110 kV S/E Ventanas)} < 274 \text{ [MVA]} * \text{Factor de Seguridad}$$

$$Tx \text{ (ATR N°5 220/110 kV S/E Quillota)} + 0.45 * Tx \text{ (ATR 220/110 kV S/E Ventanas)} < 171 \text{ [MVA]} * \text{Factor de Seguridad}$$

, donde 171 [MVA] equivale a la potencia aparente a tensión nominal del pick up de la protección de sobrecorriente del transformador N°5 220/110 kV de S/E Quillota (ajustado en 900 [A]).

Tomando en consideración un Factor de Seguridad de 0.9 (margen de 10% bajo el pick up), se tiene:

$$Tx \text{ (LT 110 kV Quillota-San Pedro)} + 0.85 * Tx \text{ (ATR 220/110 kV S/E Ventanas)} < 246.6 \text{ [MVA]} \approx 250 \text{ [MVA]}$$

$$Tx \text{ (ATR N°5 220/110 kV S/E Quillota)} + 0.45 * Tx \text{ (ATR 220/110 kV S/E Ventanas)} < 153.9 \text{ [MVA]} \approx 155 \text{ [MVA]}$$

## 4 Conclusiones

Este documento ha presentado una actualización del análisis operacional, para verificar las condiciones que permiten mantener condiciones de seguridad para el abastecimiento de la Zona Quinta Región Costa frente a contingencias simples, identificando que, para ciertos niveles de demanda, se requiere disponer del despacho forzado de generación local adicional.

Dichas demandas corresponden a la suma algebraica de las transferencias a través del transformador 220/110 kV de S/E Ventanas, del transformador 220/110 kV de S/E Agua Santa, de la línea 1x110 kV Quillota - San Pedro, de la línea 2x110 kV Las Vegas - San Pedro, y del total de generación local.

La generación local adicional dependerá de la relación de los flujos de potencia entre el transformador 220/110 kV de S/E Agua Santa (medido en 220 kV) y la línea 1x110 kV Quillota - San Pedro (medido en Quillota), de manera de procurar que no se active el pick up de la protección de sobrecorriente asociada al paño San Pedro de S/E Quillota frente a contingencia simple. Dicha relación es la siguiente:

$$Tx \text{ (LT 110 kV Quillota-San Pedro)} + 0.52 * Tx \text{ (ATR 220/110 kV S/E Agua Santa)} < 250 \text{ [MVA]} \quad (1)$$

Para contribuir a la reducción de las transferencias por la línea 1x110 kV Quillota - San Pedro, en forma previa a la decisión de despachar generación local fuera del orden económico, se puede recurrir a la ejecución de maniobras operacionales de traspasos de carga (consumos de S/E Chagres transferidos hacia la Zona de Aconcagua), como también a la apertura del circuito N°1 de la línea 2x110 kV Las Vegas - Cerro Navia, en S/E Santiago Solar o en S/E Las Vegas, en la medida que las condiciones sistémicas lo permitan.

Esta última maniobra demuestra la influencia de las transferencias por la línea 2x110 kV San Pedro - Las Vegas sobre el control de las transferencias a través de la línea 1x110 kV Quillota - San Pedro. Resultado similar ocurre con el efecto de las inyecciones de la central Los Vientos.

En caso que no sea posible cumplir con la relación anterior (1), se perderá el nivel de redundancia para la seguridad de abastecimiento de la zona, requiriendo efectuar maniobras operacionales para minimizar la profundidad de falla. Estas maniobras son:

- Apertura de la línea 2x110 kV Torquemada - Miraflores en alguno de sus extremos.
- Apertura de los circuitos que componen las líneas 1x110 kV San Pedro - Peñablanca - Miraflores, ya sea en el extremo San Pedro o de manera cruzada, según la carga previa del transformador 220/110 kV de S/E Agua Santa.

Con estas maniobras ejecutadas, se deberá monitorear la carga por el transformador 220/110 kV de S/E Agua Santa (radial) y la relación de los flujos de potencia entre el transformador 220/110 kV de S/E Ventanas (medido en 220 kV) con la línea 1x110 kV Quillota - San Pedro (medido en Quillota) o bien con el transformador N°5 220/110 kV de S/E Quillota (medido en 110 kV), de manera de procurar que no se activen los respectivos pick up de las protecciones de sobrecorriente. Dicha relación es la siguiente:

$$\begin{aligned} & \mathbf{T_x (LT 110 kV Quillota-San Pedro) + 0.85 * T_x (ATR 220/110 kV S/E Ventanas) < 250 [MVA]} \\ & \mathbf{T_x (ATR N°5 220/110 kV S/E Quillota) + 0.45 * T_x (ATR 220/110 kV S/E Ventanas) < 155 [MVA]} \end{aligned}$$