MINUTA DE RESPUESTA A OBSERVACIONES
INFORMES DE VERIFICACIÓN DE CONTROL DE FRECUENCIA DE LA CENTRAL TER MAPA NUP 1435
22 DE AGOSTO DE 2025

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento tiene por objetivo dar respuesta a las observaciones del Coordinador respecto de los informes de SSCC de Control primario de frecuencia (CPF) y Control terciario de frecuencia (CTF) de la TER Arauco MAPA. En concreto, se aborda lo indicado en el documento "COR-GO-DCO-SSCC-TER MAPA CF - V1", titulado "Observaciones a los Informes de Verificación de Control de Frecuencia de la Central TER MAPA NUP 1435" emitido con fecha 29 de julio de 2025.

2. RESPUESTA A OBSERVACIONES

En primer término, cabe hacer presente que el informe de Verificación del Servicio Complementario de Control de Frecuencia al que se refieren las observaciones del Coordinador corresponde a la central TER MAPA cuya instalación tiene el carácter de autoproductor. Las características del Autoproductor están definidas en el artículo 2 b) del Reglamento de la Coordinación y Operación del Sistema Eléctrico Nacional (DS 125/2017) y en el se indica que:

"*Autoproductor: Todo propietario, arrendatario, usufructuario o quien explote a cualquier título centrales generadoras, cuya generación de energía eléctrica ocurra como resultado o con el objetivo de abastecer los consumos asociados a procesos productivos propios, en el mismo punto de conexión a la red, y que puedan presentar excedentes de energía a ser inyectados al sistema eléctrico*".

Esta definición es relevante porque reconoce que este tipo de instalación no corresponde a una central generadora convencional. Mientras que el objetivo de estas últimas es generar energía eléctrica para abastecer al sistema eléctrico, **la generación del Autoproductor ocurre como resultado de un proceso productivo** y con el objetivo de abastecer sus propios consumos. En este contexto, la generación eléctrica de la planta TER MAPA no puede gestionarse como una unidad convencional del sistema eléctrico, ya que depende directamente del ritmo de producción de celulosa y de la disponibilidad y calidad de los combustibles residuales que resultan del proceso.

Además, el vapor que producen las calderas es demandado por el mismo proceso y requiere ser suministrado en distintos niveles de presión, los cuales son controlados por el sistema de control de cada turbina en el modo de control denominado "control de presión". Este es el único que permite dar estabilidad a las presiones del vapor que se suministra al proceso. En consecuencia, la generación eléctrica producida por el Autoproductor, que primeramente abastece sus propios consumos y que dispone de excedentes de energía

eléctrica que se inyectan al sistema eléctrico, resulta ser que estos excedentes de energía son el resultado de un proceso continuo e integrado y dependen de las variaciones del proceso.

En este contexto, no resulta factible un control externo al proceso productivo que regule el nivel de generación de energía eléctrica de las unidades generadoras, como podría ser un control de frecuencia primario o secundario. Esto se debe a que introducir señales de control externas no estaría en sintonía con el control de presión del vapor al proceso ni con el nivel de producción del combustible residual, lo que pondría en serio riesgo la estabilidad del proceso productivo, haciéndolo finalmente inviable.

A continuación, se procede a dar respuesta a las observaciones contenidas en el documento indicado en la sección anterior:

2.1 OBSERVACIONES CONTROL PRIMARIO DE FRECUENCIA (CPF)

Observación a):

La Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio (NTSyCS) establece en su Capítulo 3: "Exigencias mínimas para diseño de instalaciones", Artículo 3-6 letra f), que las unidades sincrónicas deberán disponer de los equipamientos necesarios para participar en el CPF. Asimismo, en el Artículo 3-17 se definen las características mínimas que debe cumplir el Controlador de Carga/Velocidad de unidades generado-ras sincrónicas.

En este contexto, los informes correspondientes a las unidades TG7 y TG8 señalan que estas no cuentan con la capacidad de responder ante variaciones de frecuencia en la red, y que, por lo tanto, no pueden prestar el Servicio Complementario de Control Primario de Frecuencia. Sin embargo, en los mismos informes se indica que la lógica de control sí dispone de un modo de control de velocidad, aunque este solo está disponible cuando la unidad opera en modo isla.

Se solicita ejecutar ensayos habilitando el modo de control de velocidad de las unidades bajo condiciones normales de operación de la planta. La ausencia de un controlador de carga/velocidad funcional representa un incumplimiento de la NTSyCS.

En caso de que no sea posible realizar dichos ensayos, se deberá presentar una justificación técnica, junto con un plan de trabajo que contemple los ajustes necesarios en la lógica de control de las unidades, con el fin de dar cumplimiento a la normativa.

Respuesta:

Tal como lo indica el informe elaborado por el experto técnico Estudios Eléctricos, las unidades generadoras TG7 y TG8 cuentan con un equipo controlador de carga/velocidad o regulador de velocidad (GOV) marca Siemens modelo T3000 funcional, encargado de regular todas las válvulas de control de la turbina. Dicho equipo cuenta con un modo de control de velocidad, el cual se utiliza única y exclusivamente para una operación en isla eléctrica que se da en una condición de emergía y **no es posible habilitarlo** cuando se está

operando sincronizado al SEN en condiciones normales de operación de la planta de celulosa. Lo anterior se fundamenta en el carácter de autoproductor de esta planta, en que la producción de energía eléctrica de las unidades generadoras son **dependientes e integradas al proceso productivo de celulosa**, y ello significa que la operación de las unidades se realiza en el modo de control de presión, con lo cual la generación es el resultado del proceso productivo, situación que se encuentra ampliamente explicada en la minuta de respaldo adjunta.

Cabe destacar que la operación en modo isla de Planta Arauco es una situación de emergencia que ocurre cuando una perturbación del sistema eléctrico produce una pérdida del vínculo eléctrico con el SEN y su objetivo es preservar el suministro eléctrico al proceso productivo. En concreto, las unidades generadoras de la Línea 3 de producción de celulosa operan normalmente conectadas al SEN, en modo control de presión del colector de alta, media y baja presión y su generación depende de la demanda de vapor del proceso.

Con lo anterior, se establece que **no es posible** habilitar el modo control de velocidad del regulador de velocidad estando las unidades sincronizadas al SEN y en condiciones normales de producción de celulosa, por lo tanto, las unidades no pueden prestar el servicio complementario de Control Primario de Frecuencia y no existe necesidad de repetir los ensayos, por cuanto el informe en comento da cuenta precisamente de este hecho.

2.2 OBSERVACIONES CONTROL TERCIARIO DE FRECUENCIA (CTF)

Observación a):

El informe indica que la unidad TG7 presenta una potencia máxima y un mínimo técnico de 131,4 [MW], lo que implica que opera enclavada en dicho punto operativo. Sin embargo, durante los ensayos realizados en la unidad TG8, se observa que las condiciones iniciales de operación de la unidad TG7 fueron de 119,5 [MW] y 110,3 [MW] para los ensayos de toma y bajada de carga, respectivamente. Se solicita repetir los ensayos considerando como condición inicial los 131,4 [MW] informados como potencia nominal y fija de operación de la unidad TG7 o en su defecto corregir declaración respecto a los límites operativos de la unidad TG7.

Respuesta:

Tal como es explicado en la minuta de respaldo adjunta y en los párrafos iniciales de esta minuta, la generación de energía eléctrica de las unidades generadoras de la Línea 3 de producción de celulosa de Planta Arauco es totalmente **dependiente e integrada del proceso productivo de celulosa.** Lo anterior implica que la generación es un resultado del proceso productivo de celulosa y en consecuencia el nivel de generación de cada turbina es esencialmente variable. El valor de 131,4 MW del TG7 corresponde a un balance de energía teórico y para una cierta condición de operación de la planta de celulosa, pero como se ha mencionado reiteradamente las condiciones de operación de la planta son variables y no existe un parámetro para ajustar un cierto valor.

El informe elaborado por el experto técnico Estudios Eléctricos no indica que la unidad TG7 opera enclavada en un valor fijo, por el contrario, indica en la pagina 16 que: *el regulador de velocidad cuando opera sincronizado a la red opera en modo control de presión, en base al vapor disponible del proceso interno de Celulosa Arauco*.

El informe señala más adelante en la pagina 17:

Tal como se ha comentado en la sección 4.4 la variación de excedentes de la planta se realiza mediante el ajuste de la generación de la unidad TG8, sin embargo, este cambio de despacho se realiza mediante el control de presión de la unidad y su desempeño depende de las condiciones de operación del proceso industrial de la planta de celulosa.

Frente a esta situación se producen desviaciones en la generación de la unidad TG7 y tasas de toma y bajada de carga variables, ya que el cambio de despacho no está asociado a un modo de control de potencia activa y el gradiente de carga no es un parámetro de ajuste en el sistema de control.

Por lo tanto, las generaciones registradas para la unidad TG7 y TG8 son las que resultaron del proceso productivo de celulosa en el momento que se realizaron las pruebas y dan cuenta de la forma en la que opera una planta Autoproductora.

En base a la explicación anterior, se establece que el ensayo fue correctamente realizado y da cuenta de la forma de operar de un Autoproductor y en consecuencia no existe necesidad de repetir el ensayo.

Observación b):

Se solicita explicar técnicamente por qué la tasa de toma de carga de la unidad TG8 es considerablemente mayor que su tasa de bajada de carga. En particular, explicar por qué en el ensayado realizado de bajada de carga la potencia neta de la central se mantiene sin una variación significativa, es decir, con una tasa de bajada de carga equivalente de 0,2 MW/min, en comparación con la tasa de subida de carga equivalente de 4,16 MW/min. Si lo anterior, está asociado a un parámetro de control u operación que debe ser corregido, se solicita normalizar y repetir los ensayos de CTF.

Respuesta:

Tal como se ha indicado en este informe y el informe adjunto, las unidades generadoras de la Línea 3 de producción de celulosa de Planta Arauco operan en modo control de presión (de los colectores de alta, media y baja presión) cuando están conectadas al SEN. Adicionalmente, se debe recordar que la generación de energía eléctrica de dichas unidades generadoras es totalmente **dependiente e integrada del proceso productivo de celulosa**, por lo que los cambios operacionales que se realizan deben mantener la seguridad y continuidad operacional del proceso productivo.

Por su parte el informe del experto técnico señala en la página 20 respecto de la bajada de carga que el ensayo se realiza mediante el control de presión de la unidad TG8 **y no existe un valor de gradiente de carga en el controlador** que ajustar.

Además, es importante *notar que la disminución de generación en la unidad TG8 produce cambios en las condiciones de presión de la planta y esto se traduce en leve aumento de generación de la unidad TG7*, lo que disminuye la tasa de bajada del TG8 hasta que cuando el TG7 termina su subida, el TG8 aumenta nuevamente su tasa de bajada de carga. Toda esta forma de comportamiento de las unidades se explica porque las unidades operan con un control de presión que es lo que permite mantener la operación continua y estable del proceso productivo.

En base a la explicación anterior, se establece que el ensayo fue correctamente realizado y da cuenta de la forma de operar en un proceso dependiente e integrado con un control de presión y como indica el experto técnico no existe ningún parámetro que ajustar.

Observación c):

Se solicita revisar y ajustar el cálculo del Aporte CTF presentado en la tabla 5.6, considerando la repetición de los ensayos y utilizando correctamente las tasas de toma y bajada de carga, así como los límites operacionales de la central.

Respuesta:

Tal como ha sido establecido en los argumentos entregados en el presente documento y lo indicado en la minuta de respaldo adjunta, no hay necesidad de repetir ensayos ni corregir los valores indicados por el experto técnico de la tabla 5.6.