



GMC N°217/2018

Santiago, 18 de mayo de 2018

Señor

Rodrigo Espinoza V.

Subgerente Aseguramiento de la Operación

Coordinador Eléctrico Nacional

Presente

Ref.: **Observaciones al Informe de Mínimo Técnico de Central Térmica Nehuenco 1**

De nuestra consideración:

En relación a su Carta DE01749-18 de fecha 25 de abril de 2018, en la cual nos solicita enviar una nueva versión del informe de Mínimo Técnico para Central Térmica Nehuenco 1 el cual debe incluir los antecedentes indicados en el documento “Observaciones al Informe de Mínimo Técnico de Central Térmica Nehuenco 1, Código CEN-GO-DCO-MT-Nehuenco 1”, a continuación, informamos a usted lo siguiente:

1. En términos generales, señalamos a Ud. que Colbún ha tomado contacto con los actores involucrados, SIEMENS e INERCO, de manera de ejecutar las actividades necesarias para determinar los valores de Mínimos Técnicos en las configuraciones de operación observadas.
2. Cabe mencionar que la CT Nehuenco 1 fue Puesta en Servicio el año 1999 como unidad prototipo, presentando cambios respecto a sus condiciones de diseño entregadas y garantizadas por el fabricante, de forma tal que la información disponible en los distintos manuales facilitados por el fabricante, no necesariamente representan después de 20 años la realidad de la unidad.
3. Adicionalmente, a continuación respondemos a sus observaciones de manera particular:

3.1 Observaciones generales

- a) **Conforme a lo indicado en el manual de operación de la central Nehuenco 1, documento [2], ésta cuenta con válvula de by-pass de chimenea, lo que permitiría operar la turbina a gas en ciclo abierto, sin embargo, el informe no considera esa configuración. Al respecto, se solicita enviar todos los antecedentes incluyéndolos en una nueva versión del Informe Técnico entregado, para la determinación del Mínimo Técnico en esta configuración (ciclo abierto).**



Respuesta:

El año 2016 COLBUN S.A. contrató la empresa INERCO para realizar las pruebas y Estudios con el fin de comprobar los valores de algunos parámetros operacionales en las Centrales Térmoelectricas Nehuenco 1, Nehuenco 2 y Santa María. El Proyecto también consideraba la posibilidad de determinar nuevos valores de estos parámetros en caso de que se detecte que los valores anteriormente considerados no fueron determinados con la precisión necesaria o que han cambiado por posibles deterioros y/o modificaciones aplicadas durante los mantenimientos.

En ese momento, el objetivo principal para la CT Nehuenco 1 era realizar las pruebas y estudios en configuración de ciclo combinado considerando que desde la puesta en servicio la central casi siempre ha operado en esa configuración. Sin embargo, se consideró también realizar las pruebas en configuración de ciclo abierto lo que no se efectuó, producto de que en el momento de realizar las pruebas, a fines de enero de 2017, el Sistema Interconectado se encontraba en condiciones extremas de operación ocasionada por incendios a nivel nacional, tal y cómo se muestra en Informe de Novedades – se adjunta en Anexo -, por lo cual la salida de la Unidad Generadora Nehuenco 1 TV y operación en ciclo abierto a bajos niveles de carga no era lo más apropiado.

Al no contar con los antecedentes históricos de registros operacionales en configuración de ciclo abierto operando bajo el mínimo técnico actualmente declarado, se hace necesaria la realización de pruebas para poder determinar el parámetro solicitado, lo que se está gestionando con los involucrados, SIEMENS e INERCO.

- b) La unidad 1 de Central Nehuenco dispone de Fuel oil como combustible de respaldo según sus especificaciones (combustible dual), el informe entregado por su representada no considera la operación con combustible de respaldo (petróleo diésel). Al respecto, se solicita enviar los antecedentes incluyéndolos en una nueva versión del Informe técnico entregado según [1], para la determinación del mínimo técnico en todas sus configuraciones considerando la operación con combustible líquido.**

Respuesta:

Por los mismos motivos indicados en el punto anterior, no se realizaron las pruebas y estudios en la CT Nehuenco 1 con el combustible DIESEL, lo que esperamos solucionar durante las mismas pruebas antes mencionadas.

3.2 Observaciones particulares

- a) En el documento [1] preparado por SIEMENS “Descripción de la central completa” perteneciente al manual de operaciones de la central Nehuenco I, incluido en el Anexo 1, se indica lo siguiente (página 20 del archivo): “Si la carga se reduce aún más y cae a la carga mínima del ciclo combinado, la CRC y la turbina a vapor deben pararse. La carga mínima de ciclo combinado se alcanza cuando la temperatura de entrada del vapor vivo de la turbina se acerca a la temperatura mínima admisible (aprox. 450°C), por debajo de la cual podrían**

producirse condiciones propicias al vapor húmedo, una vez que el vapor se ha expandido a lo largo de la sección de AP. ” Adicionalmente en el informe de INERCO se advierte, “En el control distribuido de C.C. Nehuenco I está fijado un valor de mínima carga a la que puede operar de forma coordinada la turbina de gas y la turbina de vapor de 150 MWe Netos (156 MWe Brutos). Dicho límite fue establecido originalmente para garantizar un adecuado nivel de sobrecalentamiento del vapor que ingresa en el cuerpo de baja presión de la turbina de vapor, considerando la presión de trabajo de diseño en dicho cuerpo.

INERCO no cuenta con documentación específica de dicho límite, ni de las condiciones de sobrecalentamiento requeridas para operación en los cuerpos de baja, intermedia y alta presión de la TV”.

Conforme a lo anterior, el Mínimo Técnico Termodinámico se obtendría cuando la temperatura de entrada de vapor operando en Ciclo Combinado alcance un valor de 450°C. Sin embargo durante las pruebas, INERCO informa que se mantuvo una carga de 163.8 MW para una temperatura de 495,6 °C, superior al límite indicado, por lo que no se alcanzó las restricciones para alcanzar la mínima carga.

Al respecto se sólo informa las condiciones operativas de la unidad operando en un nivel de carga de 150 MW, considerando la temperatura de vapor indicada como la limitación y la factibilidad de alcanzar el mínimo técnico de 150 MW.

Respuesta:

Los comentarios apuntan a realizar nuevas pruebas en las cuales se reduzca la carga de la Unidad hasta un valor tal que se alcancen temperaturas de vapor en el entorno de 450 °C, que es el único valor que el fabricante indica en sus manuales como limitación para que se opere de forma coordinada en modo Ciclo Combinado. En función de lo conversado con los técnicos de SIEMENS presentes en las pruebas, para las condiciones de diseño original de Nehuenco 1, se alcanzaría una carga en torno a 150 MWe.

Esta condición operativa a la que se llegaría es radicalmente distinta a la recomendada por INERCO, en la cual se fijaba un Mínimo Técnico Termodinámico en el que no se produjese un deterioro drástico de la calidad del vapor respecto a valores habituales a Mínimo Técnico (en el entorno de 520°C), lo cual redundaría en un notable incremento del consumo específico y en potenciales situaciones de formación de gotas en los últimos escalonamientos del cuerpo de baja presión de la TV.

Si finalmente COLBÚN decide llevar a cabo las pruebas de bajada drástica de carga del Ciclo Combinado conforme a la petición del CEN, INERCO recomienda que se revise con el fabricante los valores de presión y temperatura de vapor límites que son admisibles en las entradas de los cuerpos de la TV. Estos valores serán la referencia para llevar a cabo las nuevas pruebas de determinación del Mínimo Técnico que solicita el CEN garantizando mínimamente la integridad de la TV.

Asimismo, una condición operativa en torno a 150 MWe implica que los quemadores funcionen en modo MEZCLA, el cual conlleva una generación de NOx de al menos dos veces lo admitido por el

DS 13, y además una emisión másica de NOx 1,5 veces superior a lo admisible por la RCA de la planta y de CO más de 20 veces superior a lo permitido por la RCA. Esta circunstancia, que se identificó durante los ajustes operativos para alcanzar las condiciones de ensayo Nh1-009, quedaría documentada en unas eventuales pruebas que se llevasen a cabo según lo que está solicitando el CEN en su carta.

- b) En los antecedentes entregados en el documento [5], en lo que respecta al Mínimo Técnico Termodinámico, (página 20 del informe de INERCO, anexo 6), se informa lo siguiente: *“durante los ensayos del mes de enero, partiendo de una potencia neta de 212 MWe Netos (218 MWe Brutos), se ha reducido la carga de la Unidad hasta que los dampers IGV han cerrado por completo (valor registrado 2%), en torno a 189 MWe Netos (195 MWe Brutos). Dado que a cargas inferiores no queda margen de regulación para controlar las temperaturas de vapor que entran en la turbina, 189 MWe Netos constituiran, para las condiciones ambientales de verano ensayadas, el valor de Mínimo Técnico Termodinámico (MTTermo), lo que equivale al 58% de la Potencia Máxima (en condiciones de diseño).”*

Adicionalmente indica que al reducir la carga a 164 MW se evidenció un deterioro de los parámetros del vapor que ingresa a los cuerpos de alta, media y baja presión.

Conforme a lo anterior y considerando la imposibilidad de controlar las temperaturas de vapor que entran a la turbina una vez que los IGV llegan al cierre mínimo, que la regulación de carga térmica de los gases de salida de la turbina a gas se realiza solo a través del flujo de gas y que las condiciones límites de las condiciones de vapor no están descritas y solo se menciona un deterioro de los parámetros, no existe evidencia suficiente que permita afirmar que operar en cargas menores a 189 MW es infactible, considerando que en las pruebas se registraron limitaciones por baja temperatura de vapor en los 164 MW. Dado lo anterior, se solicita enviar un nuevo informe que contenga los antecedentes de la unidad operando en cargas inferiores a 189 MW e informando las condiciones técnicas límites de los parámetros de vapor que constituiran la limitante de continuar bajando carga en la unidad.

Respuesta:

Los comentarios apuntan a realizar nuevas pruebas en las cuales se reduzca la carga de la Unidad hasta un valor tal que se alcancen temperaturas de vapor en el entorno de 450 C, que es el único valor que el fabricante indica en sus manuales como limitación para que se opere de forma coordinada en modo Ciclo Combinado. En función de lo conversado con los técnicos de SIEMENS presentes en las pruebas, para las condiciones de diseño original de Nehuenco 1, se alcanzara una carga en torno a 150 MWe.

Esta condición operativa a la que se llegara es radicalmente distinta a la recomendada por INERCO, en la cual se fijaba un Mínimo Técnico Termodinámico en el que no se produjese un deterioro drástico de la calidad del vapor respecto a valores habituales a Mínimo Técnico (en el entorno de 520C), lo cual redundaba en un notable incremento del consumo específico y en potenciales situaciones de formación de gotas en los últimos escalonamientos del cuerpo de baja presión de la TV.



Si finalmente COLBÚN decide llevar a cabo las pruebas de bajada drástica de carga del Ciclo Combinado conforme a la petición del CEN, INERCO recomienda que se revise con el fabricante los valores de presión y temperatura de vapor límites que son admisibles en las entradas de los cuerpos de la TV. Estos valores serán la referencia para llevar a cabo las nuevas pruebas de determinación del Mínimo Técnico que solicita el CEN garantizando mínimamente la integridad de la TV.

Asimismo, una condición operativa en torno a 150 MWe implica que los quemadores funcionen en modo MEZCLA, el cual conlleva una generación de NOx de al menos dos veces lo admitido por el DS 13, y además una emisión másica de NOx 1,5 veces superior a lo admisible por la RCA de la planta y de CO más de 20 veces superior a lo permitido por la RCA. Esta circunstancia, que se identificó durante los ajustes operativos para alcanzar las condiciones de ensayo Nh1-009, quedaría documentada en unas eventuales pruebas que se llevasen a cabo según lo que está solicitando el CEN en su carta.

- c) En el documento [5] sección 4, se especifican los efectos sobre la operación de la TV al reducir la carga cuando los dámpers IGV están cerrados. Al respecto, se indica lo siguiente: *“Se ha estudiado el impacto sobre las condiciones de operación de la TV que tiene reducir la carga del ciclo combinado una vez que los damper IGV han cerrado por completo, y por lo tanto se agota el margen de actuación para mantener la temperatura de gas de escape de la TG en valores de consigna.*

Para ello se ha procedido a reducirla carga desde el entorno de 189 MWe Netos (195 MWe Brutos) hasta los 164 MWe Netos (170 MWe Brutos). En este proceso se ha evidenciado un deterioro en los parámetros del vapor que ingresa a los cuerpos de alta, intermedia y baja presión”.

Para potencias inferiores a 189 MWe Netos, carga a la cual la válvula de admisión al cuerpo de baja presión de la TV alcanza una posición del 21%, se ha verificado que dicha válvula no puede cerrar más.

Asimismo, se verificó que las válvulas de admisión de los cuerpos de alta e intermedia presión comienzan a cerrar una vez que la temperatura de gases de escape corregida (OTC) desciende de 560 °C, y no queda margen de actuación para el control de condiciones de vapores en alta e intermedia presión en modo “presión deslizante.

Particularmente, para el ensayo Nh 1-009, las válvulas de admisión de los cuerpos de alta e intermedia presión alcanzaron posiciones de 21% y 86%> respectivamente. Desde Potencia Máxima hasta 189 MWe “Al respecto, en el anexo 2 página 4, en la prueba Nh1-009 en que la turbina a gas estaba con 103 MW, la temperatura del vapor sobrecalentado fue de 495,6°C. Esta temperatura está por sobre el mínimo recomendado por SIEMENS de 450°C (anexo 1, página 20).

Además, en la página 5 del anexo 1, se señala que bajo el 60 % de la carga, el control es a presión constante y no “deslizante “El sistema de vapor de AP/MP/recalentador funciona en régimen de presión variable, por encima del 60% de la presión nominal. Por debajo de este punto de carga, el sistema de AP/MP/recalentador funciona en régimen de presión constante. El sistema de vapor de BP funciona en régimen de presión constante a lo largo de todo el rango

de carga Conforme a lo anterior, es factible operar en cargas menores a 189 MW, por lo que se solicita enviar en un nuevo informe todos los antecedentes de la unidad operando a cargas cercanas a los 103 MW, con las restricciones y justificaciones técnicas limitantes en esta condición o en otra mayor que permitan concluir que ésta es la carga mínima límite de la unidad.

Respuesta:

La operación de la TG a 103 MWe Brutos es el mismo escenario que la operación del CC a 164 MWe Netos (170 MWe Brutos). Entendiendo que se pide operar el CC por debajo de esa carga, la demanda del CEN es igual a 3.2 a) y b). En cualquier caso, habría que aclarar con el CEN que no se está pidiendo operar el CC de forma coordinada por debajo de 103 MWe, lo cual no es posible tal y como está configurado el control de la Unidad.

- d) En el punto 7.1 del documento [5] (anexo 6, página 22), se señala lo siguiente: “Atendiendo a los resultados de los ensayos en diferentes condiciones ambientales, se podría recomendar una operación futura a Mínimo Técnico en valores de potencia neta en el entorno de 247 MWe (253 MWe Brutos) sin acometer ninguna inversión. Esta potencia recomendada, que supone el 76% de la Potencia Máxima en condiciones de diseño, considera el establecimiento de un cierto grado de cobertura respecto de los condicionantes puestos de manifiesto en este documento. ” Por otro lado, en el punto 3 del mismo informe, se señala: “Modos de operación de los quemadores de la cámara de combustión de la TG Una vez que el ciclo combinado está operando en coordinado, solo existen dos modos de funcionamiento de los quemadores de la cámara de combustión de la TG: el modo MEZCLA y el modo PREMIX. El modo PREMIX es el de menor generación de NO_x, y se activa una vez que la temperatura calculada de los gases de escape de la TG superan los 530° C en subida de carga (en torno a 116 MWe Brutos de la TG), y vuelve al modo MEZCLA cuando dicha temperatura es inferior a 510° C en bajada de carga (por debajo de 109 MWe Brutos de la TG)” Respecto a lo anterior, y dado que en las pruebas los límites de emisión de NO_x se alcanzan a valores mayores que los que el fabricante entrega (116 MW en la TG que deben representar 180 MW en el ciclo combinado), se solicita más evidencia y una nueva versión del informe técnico entregando todos los antecedentes técnicos que justifiquen esta situación para determinar el valor real del mínimo técnico.**

Respuesta:

En esta petición se está confundiendo el hecho de que los quemadores de la TG operen en modo PREMIX, el cual supone menor generación de NO_x que el modo MEZCLA, con que ese modo PREMIX garantice el cumplimiento del DS 13 o la RCA en todo el rango de cargas. Todas las pruebas efectuadas por INERCO, salvo al que alcanzó 164 MWe netos, se realizaron con los quemadores operando en modo PREMIX. Sin embargo en todas las pruebas con quemadores en modo PREMIX que la carga de la Unidad fue inferior a 229 MWe netos, se superó el límite de NO_x que establece el DS 13. A criterio de INERCO no procede el requerimiento del CEN.



En este punto, llamar la atención que el valor recomendado de Mínimo Técnico Ambiental fue de 247 MWe netos, superior a los 229 MWe indicados en el párrafo anterior, para establecer un margen de operación suficiente que asegurase el cumplimiento del DS 13 incluso en condiciones ambientales muy desfavorables -madrugadas en invierno-. Esta circunstancia se explica en el apartado 4 del informe de INERCO, dentro del epígrafe “Influencia de las condiciones ambientales sobre las emisiones.

Sin otro particular, saluda atentamente a usted,

Iván Cabrera Pavez
Encargado Titular
COLBÚN S.A.

Incl: Anexos