

O&MI FLUJO ENERGÍA LIMITADA: HRO CRDEN 20181121-G5-CE

COORDINADOR ELECTRICO NACIONAL

UNIDAD GENERADORA GUACOLDA 5

HOJA RESPUESTA A OBSERVACIONES
INFORME PRUEBA CONSUMO ESPECÍFICO



O&MI *Flujo Energía Limitada*

CONTRATO PRESTACION DE SERVICIOS DE PRUEBAS DE POTENCIA MÁXIMA					DOCUMENTO N°	
					HRO CRDEN 20181121-G5-CE	
					Revisión N°	0
EMITIDO	FLUJO ENERGÍA LTDA.	J VALDIVIA				
	FECHA DE EMISIÓN	21/11/2018				



HOJA RESPUESTA A OBSERVACIONES

En este documento se da respuesta a las observaciones del Coordinado; para ello, bajo el párrafo de la observación, se da la respuesta en azul.

3. OBSERVACIONES DEL COORDINADOR

Del documento de la Ref. [1] el Coordinador tiene la siguiente observación:

- a) Al presentar en la página 9 las fronteras de la prueba, el Experto Técnico menciona la unidad como Nueva Renca, debe decir Guacolda 5. Se solicita corregir esto para el informe final.

Respuesta: se corrige según lo indicado.

- b) Se solicita incluir información del punto 6. Apéndices, que se presenta con la etiqueta "Se incluirá en el informe Final"

Respuesta: se incluye como se indica.

4. OBSERVACIONES DE GUACOLDA ENERGÍA S.A.

El Coordinador Eléctrico recibió del Coordinado Guacolda Energía S.A. el documento de observaciones de la Ref. [3], las que pueden ser revisadas en detalle en la referencia indicada, la cual se adjunta a la presente minuta. El coordinado Guacolda Energía S.A. observa lo siguiente:

- a) El coordinado expresa que en los cuadros correspondientes a los numerales 3.2.3.1 (carga de 140 MW) y 3.2.7.1 (carga de 38 MW) la potencia neta medida muestra valores que no corresponden a las lecturas tomadas, en el caso de la carga medida a 140 MW, la potencia neta medida debe ser 126,144 MW y en el caso de la medición a 38 MW debe ser 27,809 MW (en este caso los valores deben corresponderse a las medidas tomadas desde las 00:10 hasta las 2:10 según lo indicado en el acta de inicio de las pruebas).

Comentario del Coordinador: El experto técnico debe aclarar las diferencias en los valores y corregirlos según sea el caso.

Respuesta:

Escalón 140 MW: La tabla a la que se refiere el Coordinado 3.2.3.1 en realidad es la tabla 3-2.2.1. Cálculo Potencia Neta Escalón 140 MW. En el punto 6 de esta tabla se indica la potencia neta medida 126,0 MW que corresponde al redondeo de 125,9855 MW, valor que resulta al descontar 0,1585 MW (consumo del desulfurizador desde Guacolda 3) del valor medido 126,144 MW.

Escalón 38 MW: Tabla 3-2.7.1, punto 3, lectura inicial (20.540.238) desplazada en un renglón (20.542.634) de los datos de terreno, se corrige; esto modifica la línea 6 potencia neta medida 28,573 MW, se deja 27,217 MW.

- b) El coordinado solicita que en el punto 7 de los cuadros resumen de cada carga ensayada, se corrija la fórmula añadiendo el factor del consumo del desulfurador expresado en kW.

Comentario del Coordinador: El valor expresado en el punto 7 ya incluye este factor según lo expresa en la nota 1 mostrada bajo el cuadro resumen. El experto técnico debe expresar esto en la fórmula de cálculo del punto 7.

Respuesta: El valor está incluido en el punto 6 por ser este un consumo auxiliar que afecta la potencia neta y en consecuencia el consumo específico neto; no afecta la potencia bruta. Se modifica la fórmula incluida en la línea 6.



- c) El coordinado señala que en el Cálculo de la Potencia los valores 3 y 4 de la tabla 3-2.2.1 correspondiente al escalón de 140 MW no corresponden con el intervalo medido, por lo que debe corregirse.

Comentario del Coordinador: El Coordinador no cuenta aún con esta data, el experto técnico debe aclarar las diferencias en los valores y corregirlos según sea el caso.

Respuesta: No se modifica.

El acta indica:

- Escalón 140MW:
 Inicio Prueba → martes 19 junio 2018; 23:38 hrs.
 Término Prueba → miércoles 20 junio 2018; 01:38 hrs.
 Duración prueba → 2 horas

Datos de terreno indican:

PRUEBA DE CEN U5

Nivel Gen.: 140 MW

HORA	POTENCIA ACTIVA NETA MÉDIDOR LOCAL GIS [kWh]
23:38	15905724
01:28	15936377
01:33	15946869
01:38	15958012
01:43	15968033
01:48	15978839

Tabla 3-2.2.1 indica:

3	Potencia Neta integrada del Medidor aguas abajo del Transformador Elevador medida al comienzo de la prueba	kWh	15705724	PNM1	Dato Tomado Manualmente Medidor Instalado Temporalmente
4	Potencia Neta integrada del Medidor aguas abajo del Transformador Elevador medida al término de la prueba	kWh	15958012	PNM2	Dato Tomado Manualmente Medidor Instalado Temporalmente

- d) El coordinado señala que en la tabla 3-2.5.1 correspondiente al escalón de 80 MW, en el punto 4, el valor del contador debe ser tomado a las 3:15 horas lo que representa un valor de 18.587.568 kW en lugar de 18.581.838 kW.

Comentario del Coordinador: El Coordinador no cuenta aún con esta data, el experto técnico debe aclarar las diferencias en los valores y corregirlos según sea el caso, ya que, en el acta de prueba se evidencia que la medición de este escalón culmina a las 3:15 horas.

Respuesta: No se modifica.

El acta indica:

- Escalón 80MW:
 Inicio Prueba → jueves 21 junio 2018; 01:15 hrs.
 Término Prueba → jueves 21 junio 2018; 03:15 hrs.
 Duración prueba → 2 horas



Los datos indican

PRUEBA DE CEN US

Nivel Gen.: 80 MW

HORA		POTENCIA ACTIVA NETA MEDIDOR LOCAL GIS [kWh]
01:10	01:10	18438920
01:10	01:15	18440652
01:15	01:20	18450364
01:20	01:25	18458098
01:25	01:30	18461788
03:00	03:05	18510418
03:05	03:10	18516122
03:10	03:15	18581838
03:15	03:20	18583208
03:20	03:25	18593234
03:25	03:30	18598460
03:30	03:35	18604750

La tabla 3-2.5.1 indica:

4	Potencia Neta integrada del Medidor aguas abajo del Transformador Elevador medida al término de la prueba	kWh	18581838	PNM2	Dato Tomado Manualmente Medidor Instalado Temporalmente
---	---	-----	----------	------	---

- e) El coordinado señala que para la determinación de la producción de calor para las distintas cargas se menciona que se aplicarán los valores calculados del flujo de agua de atemperación y flujo de vapor recalentado, sin embargo, para efectos de los resultados se utilizaron los valores medidos de dichos parámetros, de igual forma ocurre con los calores de las temperaturas de vapor, de forma análoga, para las cargas de 140 MW e inferiores los flujos de agua de atemperación son los mismos, lo que debe corregirse.

Comentario del Coordinador: El Coordinador no cuenta aún con esta data, el experto técnico debe aclarar el uso de los diferentes valores y corregirlos según sea el caso.

Respuesta: Para el flujo de agua de atemperación, se revisa y se reemplaza, en todas las hojas de cálculo, el valor medido por el valor calculado. Para el caso del vapor recalentado, el valor indicado es el valor calculado; ya que este parámetro no se mide.

- f) El coordinado señala que, para el cálculo de las entalpías de agua y vapor, se usó el valor de presión manométrica cuando debió usarse el de presión absoluta.

Comentario del Coordinador: El experto técnico debe aclarar el uso de los diferentes valores y corregirlos según sea el caso.

Respuesta: No se modifica. En el protocolo de la prueba se indica que se calcularán las entalpías en base a la presión manométrica, tal como lo hizo el fabricante en su Performance Test.

- g) El coordinado observa que el valor utilizado para el flujo de vapor (W18 de la tabla 3-3.1.1) para el cálculo de la carga térmica no es correcto, sino que debió usarse el flujo de agua de alimentación a caldera (W7 de la misma tabla), de la misma forma, señala el coordinado que el valor a usar en la aplicación de la figura 6.6 del protocolo que rige la prueba (flujo de pérdida de vapor) es el correspondiente a W7 y no a W18, todo lo anterior afecta directamente al valor de calor Q18.



Comentario del Coordinador: El experto técnico debe aclarar el uso de los diferentes valores y corregirlos según sea el caso.

Respuesta: Se descarta el flujo de vapor principal medido y se utiliza el flujo de agua de alimentación más los flujos de atemperación sobrecalentado.

- h) El coordinado señala que las entradas de energía a la caldera por los siguientes métodos no son correctas: a) El flujo de agua de alimentación entrando a la frontera del sistema caldera (entalpía diferente), y b) las energías de ambos flujos de atemperación entrando en la frontera del sistema caldera.

Comentario del Coordinador: El experto técnico debe aclarar el uso de los diferentes valores y corregirlos según sea el caso.

Respuesta: Se revisa a) se corrige, b) no se modifica.

- i) El coordinado observa que para el ítem W23, no queda claro cómo se aplica al cálculo y debería ser eliminado.

Comentario del Coordinador: El experto técnico debe justificar el uso de este valor.

Respuesta: No debe ser eliminado. Corresponde a la suma de los drenajes A y F que se extraen desde el recalentado frío (uno va al condensador y el otro a los eyectores) y debe ser descontado para el cálculo del flujo de vapor recalentado.

- j) Señala el coordinado que el valor de flujo de drenaje de vapor A (23a) no debe ser descontado ya que es reinyectado al proceso en la línea de recalentado en frío, de igual forma señala que el ítem W25 no es correcto: los valores de los dos flujos de atemperación se deben sustraer.

Comentario del Coordinador: El experto técnico debe aclarar el uso de los diferentes valores en las ecuaciones correspondientes (algebraicamente deben sumarse) y corregirlos según sea el caso.

Respuesta: Debe ser descontado. El flujo de drenaje A sale del recalentado frío hacia el condensador. Se recomienda revisar "HEAT BALANCE DIAGRAM COAL FIRING 100% TMCR", DWG N° TXH1A-101028.

Se revisa la fórmula de cálculo del flujo de agua de alimentación que entra a los calentadores de alta presión N°1 y N°2.

- k) El coordinado señala que se deben revisar los valores correspondientes a los flujos de vapor de los drenajes C y D).

Comentario del Coordinador: El experto técnico debe aclarar la fuente de estos datos (medidos o calculados) y corregirlos según sea el caso.

Respuesta: Los datos se obtienen desde la Figura 6.6 Steam Leakage Flow (incluida en el informe) entrando con el flujo de vapor principal. El Coordinado debe ser más específico. Se revisará.

- l) De la tabla 3-3.1.2, el coordinado tiene las siguientes observaciones:
- i. Explicar cómo se obtiene el valor para el ítem 2 Carbón No quemado, en la hoja RES, ítem 11, equivale a 0.378. Se aplica la misma observación a la tabla 3-3.1.3 ítem 30B.

Respuesta: En la misma línea 11 está desplegada la fórmula de cálculo que entrega el carbón no quemado por cada 100kg de combustible, para lo cual considera el contenido de cenizas del combustible tomado del análisis del combustible, el % de carbón no quemado en las cenizas informado por el laboratorio.

- ii. Ítem 18A: explicar cómo se obtiene valor de O₂.

Respuesta: El valor de oxígeno indicado en [18A] corresponde al promedio de los valores medido mediante



la sonda en terreno.

Comentario del Coordinador: El experto técnico debe aclarar la fuente de estos datos y su fórmula de cálculo y corregirlos según sea el caso.

Respuesta: Se revisa.

m) De la tabla 3-3.1.3, el coordinado tiene las siguientes observaciones:

- i. Los valores de entrada para los ítems 30E, 30F, 30G y 30I son incorrectos. Los componentes Hidrógeno y Oxígeno no han sido convertidos correctamente. Se deben usar los pesos molares del hidrógeno (1.007947 g/mol) y oxígeno (15.99943), para convertir ambos valores (para el valor 30F debe ser igual a 14.58% y para 30G debe ser 0).

Respuesta: Los valores de entrada son el porcentaje en masa de cada componente según los análisis último y próximo del combustible. Se corrige en base al promedio de los informes de análisis de las muestras de combustible tomadas durante la prueba.

Las columnas [32] y [33] convierten a base molar los componentes que se utilizarán en cálculos posteriores según esta base.

El valor en [30G] corresponde a la humedad residual en el combustible que debe ser considerado para los cálculos.

- ii. Ítem 53: El oxígeno en el gas de combustión es en base seca, por lo que el resultado de este cálculo debe ser cero.

Respuesta: La línea [53] se refiere a la humedad contenida en el aire.

iii. Para el caso de 156 MW, los valores correctos son:

156 MW - Test	Corrected Values
Cenizas (%)	13.24
Azufre (%)	0.50
Carbono (%)	58.23
Hidrógeno (%)	4.38
Nitrógeno (%)	0.93
Oxígeno (%)	8.13
Humedad Total (%)	14.58
Total	99.99

Respuesta: Los datos ingresados provienen desde la siguiente tabla y corresponden al promedio de los tres análisis realizados a las muestras tomadas durante las pruebas:



RESULTADOS DEL ANÁLISIS Parámetro	NORMA	PROMEDIO		DESVIACIÓN ESTÁNDAR	
		Como Recibido	Base Seca	Como Recibido	Base Seca
Humedad Total (%)	ASTM D 3302	14,58		0,49	
Humedad Residual (%)	ASTM D 3173 /7582	6,19		0,53	
Cenizas (%)	ASTM D 3174 /7582	13,24	15,50	0,46	0,58
Materia Volátil (%)	ASTM D 3175 /7582	34,08	39,90	0,28	0,37
Carbono Fijo (%)	ASTM D 3172	38,10	44,60	0,64	0,51
Azufre(%)	ASTM D 4239	0,50	0,59	0,02	0,03
Poder Calorífico Superior (kcal/kg)	ASTM D 5865	5.579	6.531	71	63
Poder Calorífico Inferior (kcal/kg)	ASTM D 5865	5.237	6.231	70	60
Carbono (%)	ASTM D 5373	58,23	68,16	0,88	0,71
Hidrógeno (%)	ASTM D 5373	6,01	5,13	0,08	0,08
Nitrógeno (%)	ASTM D 5373	0,93	1,09	0,04	0,03
Oxígeno (%)	ASTM D 3180	21,09	9,53	0,62	0,27

Comentario del Coordinador: El experto técnico debe aclarar la fuente de estos datos y su fórmula de cálculo y corregirlos según sea el caso.

Respuesta: Se revisa y corrige donde corresponde.

n) De la tabla 3-3.1.5, el coordinado tiene las siguientes observaciones:

i. Ítem 35A: El valor deber ser revisado, para 156MW debería ser igual a 18.73°C.

Respuesta: El valor 18,98 °C indicado en [35A] corresponde al promedio de las temperaturas medidas en el lado derecho 19,227 °C y lado izquierdo 18,737 °C.

ii. Ítem 36A: El valor deber ser revisado, para 156MW debería ser igual a 341.2°C.

Respuesta: El valor 336,51 °C indicado en [36A] corresponde al promedio de las temperaturas medidas en el lado derecho 330,85 °C y lado izquierdo 342,17 °C.

iii. Ítem 44: Para el cálculo de la temperatura de entrada promedio, la temperatura de aire primario se usa medida a la entrada del ventilador de aire primario, por lo que el ventilador de aire primario está dentro de la frontera del sistema. Por esa razón, la potencia en el eje se debe considerar (alrededor de 560kW para el caso de 156MW), por lo que el valor de 3826 GJ/hr debe ser ajustado. El mismo valor de 3826 GJ/hr se usa para todas las otras cargas, debe ser ajustado.

Respuesta: Esa información no es correcta, se utiliza la temperatura promedio a la salida del precalentador de aire a vapor 05HLA04CT001 y 05HLA04CT002.

iv. Para los otros 6 casos de carga, los ítems 37A y 38A no son correctos (no se cambiaron).

Respuesta: Se revisa y corrige.

v. Para el caso de 140MW, el valor de entrada del ítem 40 no es correcto.

Respuesta: Se revisa y corrige.

Comentario del Coordinador: El experto técnico debe aclarar la fuente de estos datos y su fórmula de cálculo y corregirlos según sea el caso.

Respuesta: Se revisa y corrige donde corresponde.

o) De la tabla 3-3.1.6, el coordinado tiene las siguientes observaciones:

i. Ítem 66 a ser revisado, entregar cálculo.



Respuesta: Como está indicado en la línea [66] este cálculo proviene desde la Tabla 3-3.1.8 Formulario RES. En este cálculo se utilizaron los mismos supuestos utilizados por el fabricante en el "Performance Test" de la Unidad; esto es, la ceniza de fondo equivale a un 15% y la ceniza volante al 85%, la temperatura de la ceniza de fondo es igual a 800°C y para la ceniza volante 376 °C.

- ii. Falta Ítem 68.

Respuesta: Se agrega.

- iii. Ítem 75 se presenta en la columna incorrecta; es mejor presentarlo en EEFc, como ítem 110H.

Respuesta: Se corrige.

Comentario del Coordinador: El experto técnico debe aclarar la fuente de estos datos y su fórmula de cálculo y corregirlos según sea el caso.

Respuesta: Se revisa y corrige donde corresponde.

- p) De la tabla 3-3.1.7, el coordinado tiene las siguientes observaciones:

- i. Ítem 110A debe ser alrededor de 0.01% para 156MW.

Respuesta: Este valor resulta de aplicar la formula siguiente:

$$QpLCO = DVpCO * MoDFg * MwCO * HHVCO / HHVF = 0,001448\%$$

Donde:

QpLCO = pérdida debida al monóxido de carbono en el flujo de gases de combustión.

DVpCO = porcentaje en volumen de CO medido en base seca = 25,96ppm/10000 = 2,596E-03%

MoDFg = moles de gas seco = 0,04602 mol/kg (desde el formulario CMBSTNb línea [43])

MwCO = peso molecular del CO = 28,01 mol/kg

HHVCO = poder calorífico superior del CO = 10111 kJ/kg

HHVF = poder calorífico superior del combustible = 23357 kJ/kg

- ii. Ítem 110B debe ser alrededor de 0.03% para 156MW.

Respuesta: Este valor resulta de aplicar la formula siguiente:

$$QpLNOx = DVpNOx * MoDFg * MwNOx * HrNOx / HHVF = 0,0147578\%$$

Donde:

QpLNOx = pérdida debida a la formación de NOx.

DVpNOx = porcentaje en volumen de NOx medido en base seca = 27,78ppm/10000 = 2,778E-03%

MoDFg = moles de gas seco = 0,04602 mol/kg (desde el formulario CMBSTNb línea [43])

HrNOx = calor de formación de NO = 89 850 kJ/kg

MwNOx = peso molecular del NO = 30,006 kg/mol

HHVF = poder calorífico superior del combustible = 23357 kJ/kg

Comentario del Coordinador: El experto técnico debe aclarar la fuente de estos datos y su fórmula de cálculo y corregirlos según sea el caso.



Respuesta: Se revisa.

- q) De la tabla 3-3.1.8, el coordinado tiene las siguientes observaciones:
- i. Ítems 23A y 23C: Las entalpías de la ceniza de fondo y ceniza volante no son correctas.

5. Respuesta: Las entalpías referidas no se muestran porque están dentro de la fórmula de cálculo que se muestra en el rótulo de la columna. Se genera una nueva columna para mostrar las entalpías y se revisa el cálculo.

Comentario del Coordinador: El experto técnico debe aclarar la fuente de estos datos y su fórmula de cálculo y corregirlos según sea el caso.

- a) En cuanto a las curvas de corrección, el coordinado tiene las siguientes observaciones:
- i. Fig. 6.2: Esta curva de corrección es para potencia. La curva que debe ser utilizada es la CF21. La corrección es alrededor de 0.037% en vez de 1.0.
 - ii. Fig. 6.3: Esta curva de corrección también es para potencia. Se debe usar la curva CF22.
 - iii. Fig. 6.10 hasta Fig. 6.13: Las correcciones de propiedades de carbón no son aplicables para el cálculo de consumo específico. Las curvas de corrección de carbón fueron elaboradas por el fabricante para demostrar su garantía contractual, que está basada en un “carbón de garantía”. Las propiedades del carbón, como el quemado durante las pruebas de consumo específico neto, se asume que son representativas para un carbón promedio, para la situación actual y futura.

Comentario del Coordinador: Se solicita al Experto Técnico considerar lo indicado por el Coordinado en i y ii, además respecto de la observación iii se solicita no efectuar las correcciones por propiedades del carbón.

Respuesta: Se cambian las curvas de corrección y corrigen los valores para los puntos i) e ii). Se elimina la corrección por los factores asociados a las Figuras 6.10 hasta 6.13.

- b) De la tabla 3-3.1.9 Eficiencia Corregida de la Caldera, el coordinado tiene las siguientes observaciones:
- i. Los ítems 1 al 34 ya están desarrollados en la tabla 3-3-1-6 EFFb. El resultado principal, ítem 35, debe ser igual al ítem 100 de la tabla 3-3.1.6. Como no es el caso, los cálculos de ambas tablas 3-3.1.6 y 3-3.1.9 deben ser revisados completamente, para ser consistentes, sería mejor enfocarse en una forma correcta de calcular la eficiencia de la caldera como en la tabla 3—3-1-6 EFFb, en vez de presentar la tabla 3-3.1.9.
 - ii. Las deficiencias entre ambos cálculos son:
 - 1) Ítem 8: Muy alto, debería ser alrededor de 0.01%
 - 2) Ítems 23A y 23C: Las entalpías de la ceniza de fondo y ceniza volante no son correctas.
 - 3) Ítem 9, valores son diferentes, 0.2% vs 0.0017%. Un valor de 0.02% es plausible.
 - 4) Ítem 23 hasta ítem 27. Unidad debe ser en porcentaje.
 - 5) Ítem 32: Pudo ser tomado como el doble (ver ítem 15 vs 32)
 - 6) Ítem 23. Este valor de 3.68 se añade como porcentaje al ítem 35 lo que no es correcto.

Comentario del Coordinador: El experto técnico debe aclarar la fuente de estos datos y su fórmula de cálculo y corregirlos según sea el caso.



Respuesta: Se revisa y corrige.

c) Para otros niveles de carga, el coordinado tiene las siguientes observaciones:

- i. Caso 120MW: en la tabla 3-3.3.10 el valor de la eficiencia corregida no corresponde con el valor de la tabla 3-3.3.9.
- ii. Caso 38MW: no se encuentra la tabla 3-3.7.10 y también parte de la tabla 3-3.7.9.

Comentario del Coordinador: El experto técnico debe aclarar la fuente de estos datos y su fórmula de cálculo y corregirlos según sea el caso.

Respuesta: Se revisa y corrige.