

**GUACOLDA ENERGÍA S.A.**

PROYECTO: CGU-IN-110		<b><u>PRUEBAS DE POTENCIA MÁXIMA Y CONSUMO ESPECIFICO NETO</u></b>
CAPEX: -		

ORDEN DE COMPRA / CONTRATO	CONTRATISTA

NOTA
El documento podría contener o hacer referencia a información proporcionada en forma confidencial a Guacolda Energía S.A. La información indicada anteriormente no debe ser reproducida, transmitida, compartida o usada ya sea totalmente o en parte sin la autorización por escrito de Guacolda Energía S.A.

**PARA REVISION**

11 páginas incluyendo esta portada

Subgerencia de Ingeniería		Nombre de documento:	
Diseñó E. Muñoz		<b>UNIDAD GENERADORA GUACOLDA N°1 - OBSERVACIONES INFORME PRUEBA DE CONSUMO ESPECÍFICO</b>	
Revisó	-	Número de documento:	Rev.
Aprobó	-	<b>GGU-IN-110-DOC-015</b>	0
Fecha	14-11-2018		

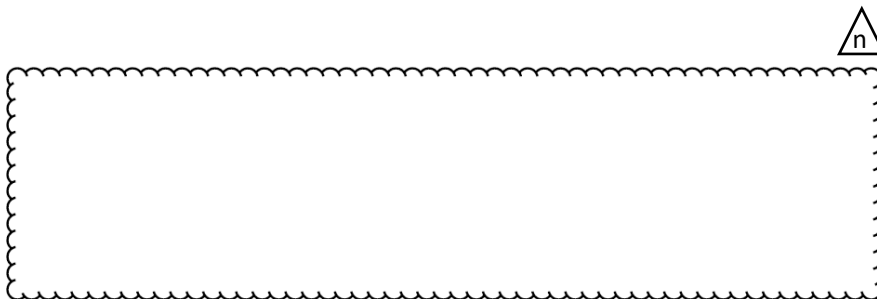
REGISTRO DE REVISIONES

Revisión	Fecha	Descripción	Diseñó	Revisó	Aprobó
B	12-11-18	Primera emisión	EMS	-	-
0	14-11-18	Emitido al Coordinador	EMS	-	-

DOCUMENTOS REFERENCIALES

#	Número de documento	Descripción	Revisión
1	IFE – CRDEN 20180430-G1 – CEN	UNIDAD GENERADORA GUACOLDA N°1 – INFORME PRUEBA DE CONSUMO ESPECIFICO	0
2			
3			
4			

Los cambios de esta revisión se indican mediante una nube:



**ALCANCE**

El presente documento tiene el siguiente alcance:

- Presentar las observaciones al Informe de Pruebas de Consumo Específico, en conformidad a lo señalado en el artículo 23 del Anexo Técnico “Determinación de Consumos Específicos en Unidades Generadoras”

Con texto en *cursiva* se hace referencia a la sección y/o texto del Informe, mientras que las observaciones se muestran en texto normal.

**OBSERVACIONES**

N°	Sección documento	Subsección documento	Ítem	Observación
1	4 Resultados y cálculos de la prueba	4.1 Cálculo de la Potencia Neta		La Fórmula de Potencia de excitación debe ser $CPE = V_{ex} \cdot I_{ex}$ , porque es un sistema DC y no un sistema trifásico, entonces todos los valores calculados de CPE (ítem 8) en las tablas “relevantes” deben ser ajustados adecuadamente.
2	4 Resultados y cálculos de la prueba	4.1 Cálculo de la Potencia Neta		La Fórmula de pérdidas del transformador: ¿cuál es la fuente y antecedentes de referencia de esta fórmula general? Para obtener las perdidas-kW, por ejemplo, para el step-up del transformador (alrededor 550 kW a full load), el factor $6 \cdot 10^{-9}$ , debería ser $6 \cdot 10^{-10}$ .
3	4 Resultados y cálculos de la prueba	4.1 Cálculo de la Potencia Neta		Para los valores presentados para la Potencia de excitación se debe indicar la fuente o la justificación: las medidas de corriente y voltaje no están disponibles para Guacolda 1.
4	4 Resultados y cálculos de la prueba	4.1 Cálculo de la Potencia Neta		El procedimiento de corrección de Potencia Neta de Guacolda 1 no es correcto: la metodología de corrección debe ser la misma aplicada en Guacolda 5. Las correcciones deben ser aplicadas solamente a: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura ambiente</li> <li>• Presión ambiente</li> <li>• Humedad ambiente</li> <li>• Temperatura entrada de agua enfriamiento</li> <li>• Factor de potencia del Generador</li> </ul> La Curva de corrección de carbón no aplica, ya que la mezcla de carbón es representativa de lo que actualmente se usa.
5	4 Resultados y cálculos de la prueba	4.1 Cálculo de la Potencia Neta	4.1.1 Cálculo de Potencia Neta Escalón 154MW.	Ítem 11. Explicar la fuente del valor calculado para potencia de excitación. Ítem 13B: Revisar las pérdidas del transformador B: resultan muy altas. Ítem 17 al ítem 20: Reemplazar las correcciones de igual metodología como la aplicada para Guacolda 5.

<b>N°</b>	<b>Sección documento</b>	<b>Subsección documento</b>	<b>Ítem</b>	<b>Observación</b>
6	4 Resultados y cálculos de la prueba	4.1 Cálculo de la Potencia Neta	4.1.2 Cálculo de Potencia Neta Escalón 135MW.	Ítem 11. Explicar la fuente de valor calculado para potencia de excitación Ítem 17 al ítem 20: Reemplazar las correcciones de igual metodología como la aplicada para Guacolda 5.
7	4 Resultados y cálculos de la prueba	4.1 Cálculo de la Potencia Neta	4.1.3 Cálculo de Potencia Neta Escalón 120MW.	Ítem 11. Explicar la fuente de valor calculado para potencia de excitación Ítem 17 al ítem 20: Reemplazar las correcciones de igual metodología como la aplicada para Guacolda 5.
8	4 Resultados y cálculos de la prueba	4.1 Cálculo de la Potencia Neta	4.1.3 Cálculo de Potencia Neta Escalón 105MW.	Ítem 11. Explicar la fuente de valor calculado para potencia de excitación Ítem 17 al ítem 20: Reemplazar las correcciones de igual metodología como la aplicada para Guacolda 5.
9	4 Resultados y cálculos de la prueba	4.1 Cálculo de la Potencia Neta	4.1.3 Cálculo de Potencia Neta Escalón 85MW.	Ítem 11. Explicar la fuente de valor calculado para potencia de excitación Ítem 17 al ítem 20: Reemplazar las correcciones de igual metodología como la aplicada para Guacolda 5.
10	4 Resultados y cálculos de la prueba	4.1 Cálculo de la Potencia Neta	4.1.3 Cálculo de Potencia Neta Escalón 65MW.	Ítem 11. Explicar la fuente de valor calculado para potencia de excitación Ítem 17 al ítem 20: Reemplazar las correcciones de igual metodología como la aplicada para Guacolda 5.
11	4 Resultados y cálculos de la prueba	4.1 Cálculo de la Potencia Neta	4.1.3 Cálculo de Potencia Neta Escalón 50MW.	Ítem 11. Explicar la fuente de valor calculado para potencia de excitación Ítem 17 al ítem 20: Reemplazar las correcciones de igual metodología como la aplicada para Guacolda 5.
12	4 Resultados y cálculos de la prueba	4.2 Cálculo Consumo Específico Neto	Formulario OUTPUT	Para los cálculos de entalpías de vapor y agua deber ser aplicada la presión absoluta. Los valores de presiones relativas (manométrica) no han sido convertidas a presiones absolutas.

N°	Sección documento	Subsección documento	Ítem	Observación
13	4 Resultados y cálculos de la prueba	4.2 Cálculo Consumo Específico Neto	Formulario OUTPUT	<p>Comentario general: El valor de flujo de vapor utilizado W18 no es correcto; según ASME PTC 6, debe basarse en una medida de flujo de agua alimentación de caldera (o como alternativa el método del flujo de condensado), siendo para el propósito de las pruebas igual a W7. La medida del flujo de vapor (U1-SF) no es confiable y adecuada para aplicar según la ASME PTC. Se podría considerar la sustracción al flujo de agua de alimentación de una pequeña cantidad por concepto de fuga de caldera (boiler leakage) de alrededor de 1,5 t/h. Normalmente el valor de Boiler Leakage se determina mediante un test de fugas (leakage test, según DIN1943) dividiendo las fugas del sistema en:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 40% fugas del sistema: fugas de caldera</li> <li>- 60% fugas del sistema: fugas de turbina de vapor incluyendo líneas de vapor.</li> </ul> <p>Dado que esta prueba no fue realizada, para este propósito se podrían utilizar las fugas estimadas según se menciona anteriormente.</p>

N°	Sección documento	Subsección documento	Ítem	Observación
14	4 Resultados y cálculos de la prueba	4.2 Cálculo Consumo Específico Neto	Formulario OUTPUT	<p>Ítem W18: debe ser igual a W7, como se mencionó anteriormente</p> <p>Ítem Q18 no es correcto, la entrada de energía calórica a la caldera por medio de la energía del flujo de agua alimentación entrando al límite del sistema de caldera, y la energía de ambas atemperaciones de alta presión entrando al límite del sistema de caldera, no están correctamente implementadas.</p> <p>Ítem W23 es poco claro o no aplicable y debe ser eliminado</p> <p>Ítem 23A al ítem 24D: flujos de fugas de vapor:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El flujo de vapor aplicado debe ser el “verdadero” flujo de vapor, basado en el flujo de agua alimentación.</li> <li>- Vapor A no es aplicable: este vapor es inyectado nuevamente en la línea de recalentado frío.</li> <li>- Vapor E faltante, flujo de vapor al eyector AEJ.</li> </ul> <p>Ítem W25 no es correcto: la cantidad flujo de agua de las 2 atemperaciones de alta presión (HP spray water) deben ser restadas.</p> <p>Ítem W34 no es aplicable para el cálculo de producción de calor para la caldera, por lo cual los ítems 30 al 34 deben ser eliminados.</p> <p>Ítem W35 no es correcto: debería ser igual a <math>W35 = W18 - W24 - W29</math> (W18 basado en W7).</p>
15	4 Resultados y cálculos de la prueba	4.2 Cálculo Consumo Específico Neto	Formulario CMBSTNa	<p>Ítem 2 CNQ debe ser tomado de hoja RES ítem 11. La misma observación es aplicable para el <i>Formulario CMBSTNb</i> ítem 30b.</p> <p>Ítem 18A: El valor de entrada del contenido de O2 debe ser explicado y justificado; por ejemplo, no hay correspondencia con los valores promedios de la malla medida. Especial preocupación para U1 en cargas de 65 y 50 MW, los valores de O2 resultan en eficiencias de caldera improbables.</p>

N°	Sección documento	Subsección documento	Ítem	Observación
16	4 Resultados y cálculos de la prueba	4.2 Cálculo Consumo Específico Neto	Formulario CMBSTNb	<p>Ítem 30B: como fue mencionado en la observación anterior, CNQ debe ser igual al ítem 11 de la hoja RES. Consecuentemente, ítem 30C “Cq” no es correcto. Los valores de entrada para los ítems 30E, 30F, 30G deben ser revisados. Los componentes de Hidrogeno y Oxigeno no han sido convertidos correctamente. El peso molar de hidrogeno (1,007947 g/mol) y oxigeno (15,99943 g/mol) deben ser utilizados, convertir ambos valores.</p> <p>Los otros componentes no deben convertirse y deben seguir siendo los mismos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El valor del ítem 30F, siendo H2O total debe ser mantenido igual que el valor por certificado.</li> <li>- El valor del ítem 30G, siendo H2Ov debe ser igual a 0 (ya fue incluido en la humedad total).</li> </ul> <p>Ítem 53: el oxígeno en gas de combustión está en base seca, entonces los resultados de este cálculo deben dar como resultado 0.</p>
17	4 Resultados y cálculos de la prueba	4.2 Cálculo Consumo Específico Neto	Formulario RES	<p>Ítem 23A y 23B: las entalpías presentadas de ceniza de fondo y ceniza volante no son correctas y por consiguiente las pérdidas residuales de calor sensible deben ser recalculadas.</p>



N°	Sección documento	Subsección documento	Ítem	Observación
18	4 Resultados y cálculos de la prueba	4.2 Cálculo Consumo Específico Neto	Formulario EFFa	<p>Ítem 2: valor debería ser igual al ítem 44 de EFFa</p> <p>Ítem 35A: temperatura de entrada de aire primario (entrada ventilador) no corresponde al valor medido. Se debe incluir la potencia del eje del ventilador primario en la potencia auxiliar total; el ventilador está dentro de los límites del sistema (ver también el ítem 44)</p> <p>Ítem 36A: revisar valor de entrada (no es el valor promedio)</p> <p>Ítem 38A: valor no ha sido llenado; o cuando llenado, es siempre el mismo valor de 18,98°C. Justificar valor.</p> <p>Ítem 44: revisar valor de cálculo: es menor que la combinación de la temperatura primaria y el promedio de temperatura secundaria. Además: para el cálculo del promedio de temperatura de entrada, la temperatura de aire primario se usa medido a la entrada del ventilador de aire primario, entonces, el ventilador de aire primario está dentro de los límites del sistema. Por esta razón, la potencia del eje del ventilador de aire primario debe ser considerado en 'Aux Equip Power'.</p>
19	4 Resultados y cálculos de la prueba	4.2 Cálculo Consumo Específico Neto	Formulario EFFb	<p>Ítem 65: el resultado de carbón no quemado no es correcto, especialmente para Unidad 1 es extremadamente alto.</p> <p>Ítem 66: no es correcto, porque el ítem 25 en <i>Formulario RES</i> no fue calculado correctamente.</p> <p>Ítem 75: el valor de pérdidas por radiación no se presenta adecuadamente: es mejor que sea presentado en la segunda columna como un "porcentaje" en lugar de GJ/hr, por ejemplo, como se presenta en el ítem 110. A cargas parciales el porcentaje de perdidas por radiación aumenta (ver figura 8 de la tabla de perdidas ABMA); este no ha sido implementado y sigue siendo necesario implementar en todas las hojas de cálculo.</p>
20	4 Resultados y cálculos de la prueba	4.2 Cálculo Consumo Específico Neto	Formulario EFFc	<p>Ítem 110A: En general, cálculo a ser revisado. En la mayoría de los casos el valor es muy bajo, entre 1 y 2 órdenes de magnitud.</p>

N°	Sección documento	Subsección documento	Ítem	Observación																																													
21	4 Resultados y cálculos de la prueba	4.2 Cálculo Consumo Específico Neto	Formulario EFFcorr	<p>Ítem 4 al ítem 6: Las correcciones para las propiedades del carbón no son aplicables. Esto fue observado en el Protocolo de Pruebas de Guacolda 4, y finalmente aceptado.</p> <table border="1" data-bbox="884 370 1835 634"> <tr> <td>35</td> <td>Eficiencia de la caldera</td> <td>%</td> <td>EFF</td> <td><math>(100 - L + C) \times HL / (HL + HLS + HLO - HCA)</math></td> </tr> <tr> <td>36</td> <td>Corrección por la temperatura del aire ambiente</td> <td>[ - ]</td> <td>CF21</td> <td>Determinado por la figura 6.7</td> </tr> <tr> <td>37</td> <td>Corrección por la humedad absoluta</td> <td>[ - ]</td> <td>CF22</td> <td>Determinado por la figura 6.8 [Nota 3]</td> </tr> <tr> <td>38</td> <td>Corrección por la presión barométrica</td> <td>[ - ]</td> <td>CF23</td> <td>Determinado por la figura 6.9</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td>43</td> <td>Eficiencia corregida de la caldera</td> <td>%</td> <td>BEFF</td> <td><math>EFF \times (1 + (CF21 + CF22 + CF23) / 100)</math></td> </tr> </table> <p>Las curvas de corrección de propiedades del carbón fueron desarrolladas por el fabricante para demostrar su garantía según contrato de la unidad, la cual es basada en propiedades también llamadas “carbón de performance”, de modo que, al valor de consumo específico calculado, se aplicaban estas correcciones para llevar la base de cálculo al carbón de diseño.</p> <p>Las propiedades del carbón, quemado durante las pruebas de consumo específico neto, son asumidas como representativo para una calidad de carbón promedio de un año, para la presente situación y para el futuro.</p> <p>La metodología de corrección de la eficiencia de caldera en el reporte de Unidad 1 debería ajustarse a la misma metodología de corrección que las Unidades Guacolda 3, Guacolda 4 y Guacolda 5.</p> <p>Las correcciones aplicables serían las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Temperatura ambiente</li> <li>○ Presión ambiental</li> <li>○ Humedad ambiental</li> </ul>	35	Eficiencia de la caldera	%	EFF	$(100 - L + C) \times HL / (HL + HLS + HLO - HCA)$	36	Corrección por la temperatura del aire ambiente	[ - ]	CF21	Determinado por la figura 6.7	37	Corrección por la humedad absoluta	[ - ]	CF22	Determinado por la figura 6.8 [Nota 3]	38	Corrección por la presión barométrica	[ - ]	CF23	Determinado por la figura 6.9																					43	Eficiencia corregida de la caldera	%	BEFF	$EFF \times (1 + (CF21 + CF22 + CF23) / 100)$
35	Eficiencia de la caldera	%	EFF	$(100 - L + C) \times HL / (HL + HLS + HLO - HCA)$																																													
36	Corrección por la temperatura del aire ambiente	[ - ]	CF21	Determinado por la figura 6.7																																													
37	Corrección por la humedad absoluta	[ - ]	CF22	Determinado por la figura 6.8 [Nota 3]																																													
38	Corrección por la presión barométrica	[ - ]	CF23	Determinado por la figura 6.9																																													
43	Eficiencia corregida de la caldera	%	BEFF	$EFF \times (1 + (CF21 + CF22 + CF23) / 100)$																																													
22	7 Apéndices	7.10 Análisis de incertidumbre	-	<p>Para la unidad Guacolda 1 no se presenta en el informe el cálculo de incertidumbre. <u>Se debe incorporar.</u></p>																																													

N°	Sección documento	Subsección documento	Ítem	Observación
23	7 Apéndices	7.10 Análisis de incertidumbre	-	<p><u>Nota:</u> La mejor manera de tener un cálculo de incertidumbre sólido es usar la antigua versión de ASME PTC 19.1 (1998), porque las incertidumbres sistémicas aplicadas (B) de los instrumentos en las tablas están basadas en la definición de 1998 con un 95% de nivel de confianza (<math>2\sigma</math>).</p> <p>En la versión de 2013 la incertidumbre sistémica es definida como una incertidumbre sistémica estándar (bx) con un 68% de nivel de confianza (<math>\sigma</math>).</p> <p>Como se menciona, ambos métodos han sido mezclados en los reportes, y por conveniencia sería mejor usar la definición de 1998 solamente.</p>