

Prepared by



FINAL

Informe de Auditoría del Parámetro Mínimo Técnico de Unidades de Central Guacolda

Preparado Para:



Coordinador Eléctrico Nacional

55 East Monroe Street
Chicago, Illinois 60603-5780

SL-014007
Septiembre 2017

AVISO LEGAL

Este informe ("Entregable") fue preparado por Sargent & Lundy, L.L.C. ("Sargent & Lundy"), expresamente para el único uso del Coordinador Eléctrico Nacional ("Cliente") de acuerdo con el Contrato entre Sargent & Lundy y el Cliente. Este producto se preparó utilizando el grado de habilidad y cuidado que ejercen normalmente los ingenieros que practican en circunstancias similares. El cliente reconoce: (1) Sargent & Lundy preparó este producto sujeto a los alcances particulares, plazos y objetivos del cliente; (2) la información y los datos proporcionados por otros pueden no haber sido verificados independientemente por Sargent & Lundy; Y (3) la información y los datos contenidos en este Entregable son sensibles al tiempo y los cambios en los datos, códigos aplicables, estándares y prácticas de ingeniería aceptables pueden invalidar los resultados de este Entregable. Cualquier uso o dependencia de este Entregable por parte de terceros será bajo su propio riesgo.



REGISTRO DE REVISIONES

Revisión	Fecha de Emisión
1	08-23-17
2	08-25-17
3	09-07-17
4	09-14-17



Informe de Auditoria del Parámetro Mínimo Técnico de Unidades de Central Guacolda

CONTENIDO

<u>Sección</u>	<u>Página</u>
RESUMEN EJECUTIVO	ES-1
1. INTRODUCCION.....	1-1
2. PRUEBAS DE MINIMO TECNICO	2-1
2.1 Limite de la Turbina de Vapor	2-1
2.2 Unidad 5.....	2-1
2.3 Unidad 4.....	2-1
2.3.1 Pruebas Realizadas en Marzo de 2017 de la Unidad 4.....	2-5
2.4 Unidad 3.....	2-5
2.4.1 Pruebas Realizadas en Marzo de 2017 de la Unidad 3.....	2-7
2.5 Unidad 2.....	2-7
2.5.1 Pruebas Realizadas en Marzo de 2017 de la Unidad 2.....	2-9
2.6 Unidad 1.....	2-10
2.6.1 Pruebas Realizadas en Marzo de 2017 de la Unidad 1.....	2-12
2.7 Muestras de Carbon.....	2-13
3. CONCLUSIONES.....	3-1
3.1 Pruebas.....	3-1
3.2 Recomendaciones.....	3-2
 APÉNDICES	
A. ACTA DE PRUEBAS PARA EL 31 DE JULIO AL 01 DE AGOSTO DE 2017	
B. ACTA DE PRUEBAS PARA EL 08 DE MARZO AL 11 DE MARZO DE 2017	



TABLAS Y FIGURAS

<u>Tabla o Figura</u>	<u>Página</u>
Tabla ES-1 – Resultados de la Prueba para las Unidades 1 a 4	2
Tabla 1-1 – Unidades de Guacolda.....	1-1
Tabla 2-1 – Límites y variaciones reales a 45 MW de la Unidad 4.....	2-4
Tabla 2-2 – Límites y variaciones reales a 38 MW de la Unidad 3.....	2-6
Tabla 2-3 – Límites y variaciones reales a 53 MW de la Unidad 2.....	2-8
Tabla 2-4 – Límites y variaciones reales a 50 MW de la Unidad 1.....	2-10
Tabla 2-5 – Resultados del Análisis de Muestras de Carbón	2-13
Tabla 3-1 – Resultados de la Prueba para las Unidades 1 a 4	3-1
Figura 2-1 – Presión de Vapor Principal de la Unidad 4 (14:24 a 19:12 horas)	2-2
Figura 2-2 - Presión de Vapor Principal de la Unidad 4 (13:40 a 19:40 horas)	2-3

ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

Termino	Definición y Clarificación
Coordinador	Coordinador Eléctrico Nacional
DCS	Sistema de Control Distribuido
FGD	Desulfuración de Gases de Combustión
Guacolda	Guacolda Energía S.A.
MHPS	Mitsubishi Hitachi Power Systems
mg/Nm ³	Miligramos por Metro Cubico Estándar
mmWG	Presión medida en columna de agua
mmH ₂ O	Presión medida en milímetros Agua
MPR	MPR Associates, Inc.
m/s	Metros por Segundo
MT	Mínimo Técnico
MW	Megavatios
NOx	Óxidos de Nitrógeno
O ₂	Oxígeno
OFA	Aire de Sobre Fuego
PA/SA	Aire Primario / Aire Secundario
S&L	Sargent & Lundy, L.L.C.
SCR	Reducción Catalítica Selectiva para abatir NOx
TPH	Toneladas por Hora



RESUMEN EJECUTIVO

Las Unidades 1 a 5 de la Central Guacolda son Unidades de carbón de 150 MW cada una, instaladas entre 1995 y 2016. Las cinco Unidades son similares y fueron diseñadas, suministradas e instaladas por MHPS. Las unidades 1, 4 y 5 utilizan un sistema de SCR (Reducción Catalítica Selectiva). Las Unidades 1 a 4 tienen sistemas para Desulfuración de Gases de Combustión (FGD) secos y la Unidad 5 tiene un sistema FGD de piedra caliza húmeda (wet limestone). De acuerdo a lo informado por Guacolda, cada unidad tenía un Mínimo Técnico de 60 MW.

El Coordinador encargó a S&L, en adelante el Auditor, ejecutar una Auditoría Técnica que permitiera verificar y establecer el Mínimo Técnico alcanzable por cada unidad, utilizando para ello, como referencia, los requerimientos del Anexo Técnico “Determinación de Mínimos Técnicos en Unidades Generadoras”.

En el mes de marzo de 2017, se efectuaron pruebas para establecer el Mínimo Técnico (MT) de las unidades de Central Guacolda. Como resultado de la ejecución de la Auditoría, mediante documento “Reporte de Pruebas de Mínimo Técnico” de fecha 31 de marzo de 2017, el Auditor dio cuenta de que la reducción de la carga por debajo de 60 MW no fue exitosa y recomendó el ajuste del pulverizador y la caldera para permitir cargas menores, conforme se requirió en el Protocolo de Pruebas. Guacolda contrató a la empresa MPR Associates (MPR) para llevar a cabo los ajustes de las Unidades de Guacolda, lo que Guacolda ejecutó en julio de 2017. El 31 de julio de 2017 y el 1 de agosto 2017, se realizaron pruebas en las Unidades 1 a 4 de Guacolda para determinar el Mínimo Técnico de cada Unidad, habiendo previamente confirmado la realización de los ajustes, los días 24 y 25 de Julio de 2017 por parte del Coordinador y el Auditor. Las pruebas fueron realizadas por Guacolda en presencia del Auditor, el Coordinador, el especialista de MPR, MHPS y los observadores Coordinados

Cabe destacar que, durante las pruebas, Guacolda informó que la Unidad 5 todavía estaba bajo garantía de MHPS, garantía que limita la operación de la unidad a una carga mínima a 60 MW, y por lo tanto, la Unidad 5 no fue probada. Durante la reunión de coordinación de pruebas, Guacolda informó que estaba en gestiones con MHPS para levantar la garantía, lo que permitiría realizar pruebas en la Unidad 5.

Los resultados de la prueba para las Unidades 1 a 4 se resumen a continuación:

Tabla ES-1 – Resultados de la Prueba para las Unidades 1 a 4

Unidad	Mínimo Técnico, MW	Comentarios
1	50	Limitado por la válvula de agua de alimentación
2	53	Limitado por la estabilidad de la llama
3	38	Limitada por la turbina de vapor que según MHPS es de 38 MW, limitada a 45 MW para cumplir con las emisiones de NOx
4	45	Limitada por la estabilidad de la presión del vapor principal

Durante la ejecución de las pruebas, se implementaron ajustes de control, tales como inclinaciones del quemador, exceso de aire y otros cambios que se realizan rutinariamente por los operadores para mejorar el funcionamiento.

Cabe destacar que, sin perjuicio de haber determinado el Mínimo Técnico, que es posible alcanzar con las unidades de Guacolda conforme a los requerimientos del Anexo Técnico, se prevé que mediante investigaciones de ingeniería detalladas que apunten a modificaciones de la planta, sería posible explorar el reducir el valor de Mínimo Técnico en algunas unidades.

MHPS ha establecido una carga mínima de turbina de vapor de 37,5 MW, no existiendo antecedentes específicos que expliquen cuál es el factor limitante para la turbina de vapor. Sin mayores antecedentes o aprobación por parte de MHPS, no se recomienda operar la turbina de vapor por debajo de 38 MW.

**SARGENT & LUNDY, L.L.C.**Preparado
Por:
Ray E. Henry
Consultor Principal Senior
Marco A. Cruz
ConsultorRevisor
Por:
Tomás Vázquez
Consultor PrincipalAprobado
Por:
David W. Cohn
Vice Presidente14 de septiembre de 2017
Fecha

1. INTRODUCCION

Guacolda tiene cinco Unidades de carbón con fechas iniciales de operación como se muestra a continuación.

Tabla 1-1 – Unidades de Guacolda

Unidad	Combustible	Fabricante	Inicio de Operaciones	Capacidad
1	Carbón	MHPS	29 de Julio de 1995	152 MW
2	Carbón	MHPS	22 de Agosto de 1996	152 MW
3	Carbón	MHPS	31 de Julio de 2009	152 MW
4	Carbón	MHPS	31 de Marzo de 2010	152 MW
5	Carbón	MHPS	2016	152 MW

Las cinco Unidades tienen la misma capacidad nominal pero no son Unidades idénticas.

Las Unidades 1 y 2 son muy similares. La Unidad 3 está diseñada para quemar una mezcla de carbón y petcoke, pero ahora solo quema carbón. Los pulverizadores de carbón de las Unidades 3, 4 y 5 son modelos más nuevos con clasificadores rotativos, mientras que los de las Unidades 1 y 2 tienen clasificadores estáticos. La Unidad 1 tiene un SCR que se agregó después de que la Unidad fue instalada, y no tiene una derivación (bypass) del economizador. Las Unidades 1 a 4 tienen sistemas FGD secos y la Unidad 5 tiene un sistema FGD de piedra caliza húmeda (wet limestone).

El propósito de la Auditoría fue verificar el Mínimo Técnico actual de 60 MW y determinar mediante nuevos ajustes y pruebas si se puede lograr un Mínimo Técnico inferior. El alcance de la Auditoría incluyó la realización de pruebas, revisión y análisis de antecedentes y observaciones de las condiciones de operación realizadas a las unidades con base en el Protocolo modificado, sin incluir cambios ni recomendaciones para modificaciones de plantas o equipos.

Sargent & Lundy desarrolló un Protocolo de Pruebas para realizar las pruebas de Mínimo Técnico de las cinco Unidades. El Protocolo de prueba se proporcionó al Coordinador y Guacolda S.A. para su revisión y comentarios. Los comentarios fueron revisados, discutidos e incorporados en el Protocolo final de la prueba.



Dos ingenieros de Sargent & Lundy llegaron a la Central Guacolda el 31 de julio de 2017 y las pruebas se llevaron a cabo el 31 de julio y el 1 de agosto de 2017.

Las pruebas fueron supervisadas por representantes de las siguientes organizaciones:

- Coordinador
- Sargent & Lundy
- Acciona Energía Chile
- ENEL Green Power
- Engie Energía Chile
- MHPS

Adjuntos como apéndices A y B se encuentran las Acta de Pruebas que documentan los cambios de carga y las observaciones hechas durante el 31 de Julio al 01 de agosto de 2017, al igual que los resultados de la visita del 08 de marzo al 11 de marzo de 2017, respectivamente.

Las pruebas de Mínimo Técnico se realizaron originalmente por Sargent & Lundy en marzo de 2017, y ninguna de las unidades pudo operar por debajo de 60 MW por varias razones que fueron expuestas en el Reporte de Pruebas de Mínimo Técnico. S&L recomendó realizar algunos ajustes a las unidades para permitir cargas más bajas. Guacolda llevó a cabo los ajustes y sintonizaciones en julio de 2017 y conforme a esto fue posible reducir la carga en todas las unidades de Central Guacolda.

2. PRUEBAS DE MINIMO TECNICO

2.1 LIMITE DE LA TURBINA DE VAPOR

El fabricante de la turbina de vapor MHPS ha declarado que la carga mínima de seguridad en la turbina de vapor de las cinco unidades es de 37,5 MW, conforme a lo cual Guacolda ha establecido 38 MW como valor mínimo a revisar. MHPS no ha entregado antecedentes que expliquen cuál es el parámetro de la turbina de vapor establece este límite. El límite podría deberse a una frecuencia de resonancia en los álabes de la última etapa, sobrecalentamiento de estos álabes o algún otro límite. No se recomienda operar las turbinas de vapor por debajo de 38 MW, a menos que MHPS proporcione nueva información.

2.2 UNIDAD 5

La unidad 5 aún está bajo la garantía de Mitsubishi Hitachi Power Systems (MHPS) y Guacolda S.A. presentó documentos de MHPS durante las pruebas de marzo de 2017, conforme a lo cual no se operó la Unidad por debajo de 60 MW. Por la misma razón, no se realizaron pruebas en la Unidad 5 durante la visita de S&L en julio y agosto de 2017. Durante la reunión de coordinación de pruebas, Guacolda informó que estaba en gestiones con MHPS para levantar la garantía, lo que permitiría establecer el mínimo técnico de la Unidad 5.

2.3 UNIDAD 4

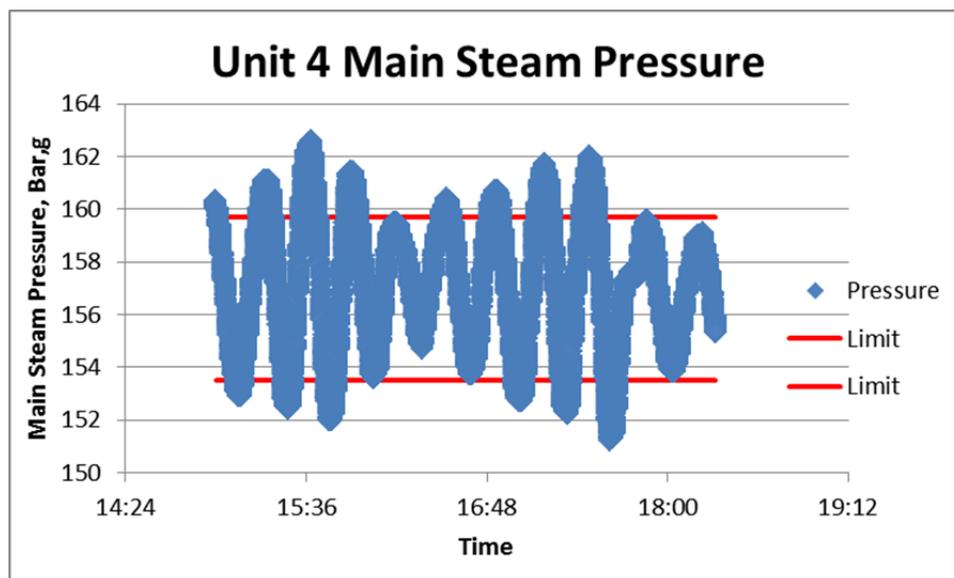
Se llevó a cabo una prueba en la Unidad 4 el 31 de julio de 2017 de 9:19 a 18:30 horas. Antes del comienzo de la prueba, la Unidad 4 había estado operando a 150 MW. La carga se redujo a 60 MW al comienzo de la prueba. La operación de la Unidad 4 durante la prueba se describe a continuación:

- a. Los ajustes y modificaciones requeridos se realizaron de acuerdo con el Protocolo.
- b. A las 9:19 horas la reducción de la carga comenzó a 60 MW y se redujo a 50 MW alcanzando este valor a las 10:30 horas
- c. La carga se mantuvo estable y a las 11:21 horas empezó la reducción de la carga y a las 11:42 horas se alcanzó una carga de 45 MW. La unidad se mantiene en 45 MW desde las 11:42 hasta las 12:15 horas.

- d. A las 12:15 horas, la carga se redujo de 45 MW a 42 MW a las 12:29 horas. A esta carga se observa una oscilación de la presión de vapor principal por encima del límite indicado en el Protocolo. Se registró una alarma de nivel alto del tanque de piritas.
- e. A las 13:02 horas la caldera fue conmutada a control manual para tratar de controlar la fluctuación observada.
- f. A las 14:36 horas, la carga se redujo de 42 MW, y alcanzó 40 MW a las 14:41 horas.
- g. A las 15:00 horas la carga se redujo de 40 MW y alcanzó 38 MW a las 15:03 horas. Esta carga es el límite establecido por el fabricante de la turbina, MHPS. Se alcanza un caudal mínimo de 115 tph (toneladas por hora). El mínimo establecido en el sistema de control es de 105 tph, que es el punto en el que se abre la válvula de recirculación de agua de alimentación. Si ocurre esta situación, existe el riesgo de un disparo.
- h. A las 15:11 horas la carga de la unidad se incrementa hasta alcanzar un punto más estable, siendo este punto de 45 MW que se alcanzó a las 17:45 horas.
- i. Se observa un funcionamiento estable a este nivel de carga.

Como se muestra en el siguiente gráfico, la oscilación en la presión de vapor principal excedió el límite en el protocolo, 4% desde la cima hasta el punto bajo, hasta que la carga se incrementó a 45 MW, a las 17:45 horas.

Figura 2-1 – Presión de Vapor Principal de la Unidad 4 (14:24 a 19:12 horas)

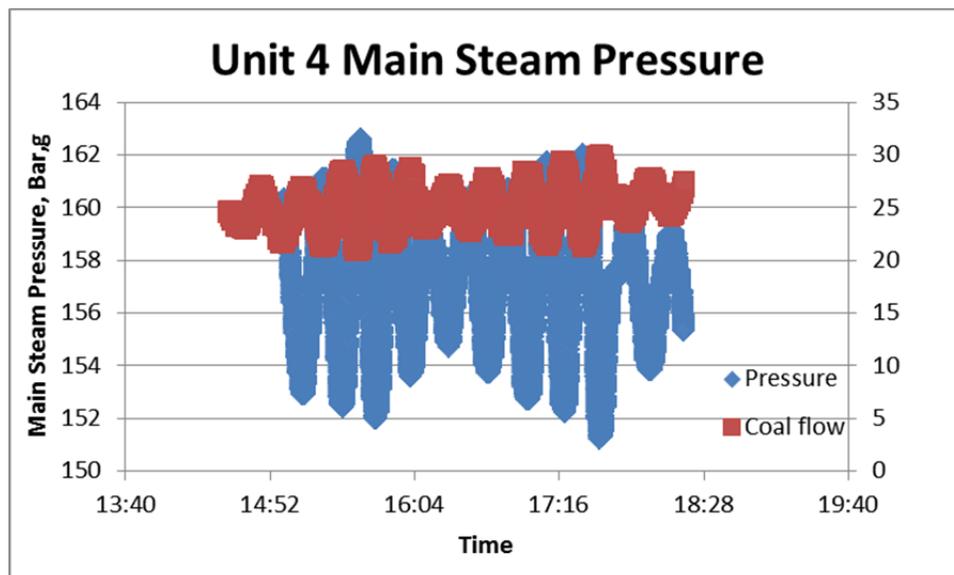


A este nivel de carga, la Unidad puede cumplir con los requisitos de la norma de emisiones.

j. Se toma una muestra final de carbón del Molino 4A.

La conclusión de la prueba es que 45 MW (bruto) es un mínimo técnico estable para la Unidad 4. Como se muestra a continuación, el caudal de carbón oscilaba junto con la presión de vapor principal. La presión de vapor principal es controlada por el caudal de carbón, y este bucle de control es inestable por debajo de 45 MW. La optimización de este control podría mejorarse para eliminar esta inestabilidad y el Mínimo Técnico de la Unidad 4 podría reducirse a 38 MW.

Figura 2-2 - Presión de Vapor Principal de la Unidad 4 (13:40 a 19:40 horas)



A continuación se enumeran los límites y la variación real de las variables a 45 MW.

Tabla 2-1 – Límites y variaciones reales a 45 MW de la Unidad 4

Variable	Límite (de Arriba a Abajo, Corto Plazo)	Actual 45 MW
Presión de vapor principal	4% (Variación máxima desde cima hasta el punto bajo)	2.5%
Flujo de agua de alimentación	10% (Variación máxima desde cima hasta el punto bajo)	12%
O ₂ saliendo de la caldera (por volumen)	1 (punto porcentual)	0.89
Temperatura del vapor principal	11°C (20°F) (Variación máxima desde cima hasta el punto bajo)	2°C
Temperatura del vapor recalentado caliente	11°C (20°F) (Variación máxima desde cima hasta el punto bajo)	4.1°C
Diferencial de temperatura entre vapor principal y vapor recalentado caliente a plena carga	28°C (50°F)	17°C
Potencia Bruta	3 MW (Variación máxima desde cima hasta el punto bajo)	3
Flujo de aire de combustión	5% (Variación máxima desde cima hasta el punto bajo)	6.7%
Flujo de carbón, por molino	10% (Variación máxima desde cima hasta el punto bajo)	12.8%
Nivel del domo	100 mm	35mm
Diferencial de presión entre Caja de aire/caldera	10mmWG (Variación máxima desde cima hasta el punto bajo)	8.9mm
Proporción de aire/carbón	10% (Variación máxima desde cima hasta el punto bajo)	16%
Temperatura de gas a la entrada al SCR	Mínimo Continuo: 330°C	328°C
Temperatura de flujo de gas a la entrada al FGD	125°C a 170°C	147°C

Aunque algunas de las variables excedieron el límite, las variables fueron generalmente estables con unos pocos valores atípicos. A 60 MW la variación en el caudal de agua de alimentación fue del 3,2%, lo que está dentro de los criterios, pero la variación del flujo de aire fue del 6,9% y la variación en la proporción de aire/carbón fue del 13%. De este modo, la estabilidad a 45 MW era esencialmente la misma que a 60 MW.



Las observaciones visuales, incluyendo la estabilidad de la llama y el carbón en las piritas fueron aceptables.

2.3.1 Pruebas Realizadas en Marzo de 2017 de la Unidad 4

La prueba de la Unidad 4 se realizó el 11 de marzo de 2017 de 09:05 a 15:23 horas. La Unidad comenzó a 60 MW y se observó en esta carga la inestabilidad del flujo de carbón y la presión del vapor principal. Guacolda indicó que esto podría deberse a un tiempo prolongado en que la Unidad había estado en el mínimo técnico (9:00 horas del día anterior). Se realizó un procedimiento de soplado de la caldera (sootblow) para ver si esto podría mejorar las inestabilidades. Esto eliminó la inestabilidad en las temperaturas del vapor principal y del vapor recalentado caliente. Esto también eliminó la inestabilidad de la presión principal del vapor.

La prueba continuó y la carga disminuyó gradualmente en pasos de 1 MW hasta 55 MW comprobando los parámetros de operación cada vez. Una vez a 55 MW, la Unidad operó a esta carga desde las 13:58 a las 14:45 horas, momento en el cual la alarma de alta piritas se disparó. Hubo alta acumulación de carbón mezclado con pirita en el molino B como se vio durante una inspección visual. La conclusión fue que había un flujo bajo del aire primario. No se pudo realizar una sintonización o ajuste durante la prueba y se tomó la decisión de no continuar ya que esto presentaba un riesgo de operación.

2.4 UNIDAD 3

Se llevó a cabo una prueba en la Unidad 3 el 31 de julio de 2017 de 10:29 a 18:30 horas. Antes del comienzo de la prueba, la Unidad 3 había estado operando a 150 MW. La carga se redujo a 60 MW al comienzo de la prueba. El funcionamiento de la Unidad 3 durante la prueba se describe a continuación:

- a. Los ajustes y modificaciones requeridos se realizaron de acuerdo con el Protocolo y adicionalmente se realizaron otros cambios detectados por Guacolda.
- b. A las 10:29 horas, la Unidad 3 estaba a 60 MW y la reducción de carga comenzó ya las 11:40 horas alcanzando una carga de 45 MW a las 11:54 horas.
- c. La carga se mantuvo en 45 MW desde las 11:54 hasta las 12:16 horas.
- d. A partir de las 12:16 horas la carga se redujo, alcanzando 40 MW a las 15:50 horas.

- e. A las 15:58 horas la carga se redujo y a las 16:03 horas la unidad estaba en 38 MW, que es el límite establecido por el fabricante de la turbina MHPS.
- f. Se observó una operación estable a este nivel de carga, con una alarma de alto nivel de pirita en funcionamiento. El caudal de agua de alimentación de la caldera fue de 123 tph (toneladas por hora). El mínimo establecido en el sistema de control es de 105 tph, que es el punto en el que se abre la válvula de recirculación de agua de alimentación. Un margen de 18 tph se considera adecuado.
- g. En 38 MW, se superó el límite ambiental de 500 mg / Nm³ de NO_x alcanzando un valor de 630 mg / Nm³.
- h. El OFA, el flujo de aire total y la inclinación de los quemadores fueron modificados para intentar disminuir el nivel de NO_x. La emisión de NO_x disminuyó en 20 mg / Nm³, lo que no fue suficiente para mantenerse dentro del límite. La unidad 3 no tiene un SCR, por lo que el único control sobre las emisiones de NO_x son los controles de combustión.
- i. La carga se incrementó a partir de las 17:00 horas y se alcanzaron 45 MW a las 17:40 horas, momento en el que la emisión de NO_x se redujo por debajo del límite de 500 mg / Nm³.
- j. Se toma una muestra final de carbón del molino 3A.

Los límites y la variación real de las variables a 38 MW se enumeran a continuación.

Tabla 2-2 – Límites y variaciones reales a 38 MW de la Unidad 3

Variable	Límite (de Arriba a Abajo, Corto Plazo)	Actual 38 MW
Presión de vapor principal	4% (Variación máxima desde cima hasta el punto bajo)	2.7%
Flujo de agua de alimentación	10% (Variación máxima desde cima hasta el punto bajo)	6.5%
O ₂ saliendo de la caldera (por volumen)	1 (punto porcentual)	1.3
Temperatura del vapor principal	11°C (20°F) (Variación máxima desde cima hasta el punto bajo)	0.5C
Temperatura del vapor recalentado caliente	11°C (20°F) (Variación máxima desde cima hasta el punto bajo)	2.3C
Diferencial de temperatura entre vapor principal y vapor recalentado caliente a plena carga	28°C (50°F)	15.4C

Variable	Limite (de Arriba a Abajo, Corto Plazo)	Actual 38 MW
Potencia Bruta	3 MW (Variación máxima desde cima hasta el punto bajo)	2.9
Flujo de aire de combustión	5% (Variación máxima desde cima hasta el punto bajo)	10.5%
Flujo de carbón, por molino	10% (Variación máxima desde cima hasta el punto bajo)	9.3%
Nivel del domo	100 mm	25mm
Diferencial de presión entre Caja de aire/caldera	10mmWG (Variación máxima desde cima hasta el punto bajo)	
Proporción de aire/carbón	10% (Variación máxima desde cima hasta el punto bajo)	16.5%
Temperatura de gas a la entrada al SCR	Mínimo Continuo: 330°C	N/A
Temperatura de flujo de gas a la entrada al FGD	125°C a 170°C	142°C

La unidad 3 estuvo estable a 38 MW como se muestra en la tabla anterior. Algunas variables estaban fuera del intervalo preferido, pero eran estables y la variación podría reducirse aún más con el ajuste de los controles. Las variables fuera del límite (O₂, caudal de aire y relación aire / carbón) también estaban fuera de los límites a 60 MW. La reducción del Mínimo Técnico de 60 MW a 38 MW no produjo ninguna inestabilidad. Sin embargo, a ese nivel de operación no se cumple el límite de NO_x y este límite sólo se logra cumplir a un nivel de operación mínimo de 45 MW.

Las observaciones visuales, incluyendo la estabilidad de la llama y el carbón en las piritas fueron aceptables.

2.4.1 Pruebas Realizadas en Marzo de 2017 de la Unidad 3

Las pruebas en la Unidad 3 no se realizaron ya que la Unidad estaba fuera de servicio en el momento de la visita debido a un fallo relacionado con los descansos de la turbina de vapor.

2.5 UNIDAD 2

Se realizó una prueba en la Unidad 2 el 1 de agosto de 2017 de 9:10 a 13:44 horas. Antes del comienzo de la prueba, la Unidad 2 había estado operando a 60 MW. La operación de la Unidad 2 durante la prueba se describe a continuación:

- a. La unidad 2 estaba operando a 60 MW al comienzo de la prueba.
- b. Los ajustes y modificaciones requeridos se realizaron de acuerdo con el Protocolo y adicionalmente se realizaron otros cambios detectados por Guacolda.
- c. A las 09:10 horas comenzó la reducción de carga y la carga se redujo a 55 MW a las 09:16 horas.
- d. A las 09:33 horas comenzó la reducción de carga y a las 9:43 horas la carga fue de 50 MW. A esta carga, se observó inestabilidad de la llama en las esquinas 1 y 2 de la caldera, presentando esta última una operación no recomendada.
- e. En esta condición, las mejoras posibles se evalúan junto con el Auditor intentando los siguientes ajustes para superar la condición de inestabilidad, pero sin efecto.
- f. Inclinación de los quemadores 5 grados hacia abajo (10% en consigna de control).
- g. Ajustes en los registros A y B, desde 15 a 10% de apertura.
- h. Ajustes en el registro superior, desde 20 a 25% de apertura.
- i. Se tomó la decisión de aumentar la carga hasta 52 MW para evaluar la inestabilidad, alcanzando esta carga a las 13:18 horas.
- j. La llama fue inspeccionada visualmente y se tomó la decisión de aumentar la carga en 1 MW. A este nivel de carga de 53 MW se logró una condición de combustión operativa aceptable para el especialista de MPR y el Auditor.
- k. A este nivel de carga de 53 MW la unidad fue capaz de cumplir con los requisitos de la norma de emisión.
- l. Se toma una muestra final de carbón del molino 2A.

Los límites y la variación real de las variables a 53 MW se enumeran a continuación.

Tabla 2-3 – Límites y variaciones reales a 53 MW de la Unidad 2

Variable	Límite (de Arriba a Abajo, Corto Plazo)	Actual 53 MW
Presión de vapor principal	4% (Variación máxima desde cima hasta el punto bajo)	0.6%
Flujo de agua de alimentación	10% (Variación máxima desde cima hasta el punto bajo)	18%
O ₂ saliendo de la caldera (por volumen)	1 (punto porcentual)	1.4
Temperatura del vapor principal	11°C (20°F) (Variación máxima desde cima hasta el punto bajo)	1.3°C

Variable	Limite (de Arriba a Abajo, Corto Plazo)	Actual 53 MW
Temperatura del vapor recalentado caliente	11°C (20°F) (Variación máxima desde cima hasta el punto bajo)	3.6°C
Diferencial de temperatura entre vapor principal y vapor recalentado caliente a plena carga	28°C (50°F)	5°C
Potencia Bruta	3 MW (Variación máxima desde cima hasta el punto bajo)	2.6 MW
Flujo de aire de combustión	5% (Variación máxima desde cima hasta el punto bajo)	3.5%
Flujo de carbón, por molino	10% (Variación máxima desde cima hasta el punto bajo)	11.2%
Nivel del domo	100 mm	30mm
Diferencial de presión entre Caja de aire/caldera	10mmWG (Variación máxima desde cima hasta el punto bajo)	8.3mm
Proporción de aire/carbón	10% (Variación máxima desde cima hasta el punto bajo)	9.7%
Temperatura de gas a la entrada al SCR	Mínimo Continuo: 330°C	N/A
Temperatura de flujo de gas a la entrada al FGD	125°C a 170°C	138°C

A 53 MW, la variación en O₂, el caudal de agua de alimentación y el caudal de carbón superaron el límite del protocolo. Sin embargo, la variación en las tres variables fue menor que la variación a 60 MW. El especialista de MPR y el Auditor convinieron en que la Unidad 2 era estable en 53 MW. El ajuste de los controles podría reducir la variación en la variable identificada anteriormente.

La Unidad 2 es un duplicado de la Unidad 1, y la Unidad 1 puede funcionar a 50 MW con una llama estable. Creemos que el ajuste de los pulverizadores y el ajuste de los controles de combustión de la Unidad 2 deberían permitir que la Unidad 2 funcione al menos tan bajo como la Unidad 1: 50 MW.

2.5.1 Pruebas Realizadas en Marzo de 2017 de la Unidad 2

La prueba de la Unidad 2 se realizó el 10 de marzo de 2017 de 08:30 horas a 10:38 horas. La Unidad comenzó a partir de 60 MW con una caída en la presión diferencial entre la caja de aire y la Caldera (límite informado de 20 mmH₂O, valores detectados hasta 12 mmH₂O). Se observaron niveles de presión diferencial ligeramente por encima de 20 mmH₂O. Durante las 2 horas de espera para que la

Unidad se estabilice a 60 MW la presión diferencial bajó por debajo de 20 mmH₂O y se decidió que era arriesgado continuar con el Protocolo. La presión diferencial fue debajo de 20 mmH₂O, la variación de la presión diferencial fue superior al 20% (límite del Protocolo) y la velocidad en la tubería de carbón fue debajo de 18 m / s. Guacolda indicó que la sintonización no podía hacerse en el momento y la prueba terminó.

2.6 UNIDAD 1

Se realizó una prueba en la Unidad 1 el 1 de agosto de 2017 de 10:02 a 15:29 horas. Antes del comienzo de la prueba, la Unidad 1 había estado operando a 60 MW. El funcionamiento de la unidad 1 durante la prueba se describe a continuación:

- a. La unidad 1 se encontraba operando a 60 MW al comienzo de la prueba.
- b. Los ajustes y modificaciones requeridos se realizaron de acuerdo con el Protocolo y adicionalmente se realizaron otros cambios detectados por Guacolda.
- c. A las 10:02 horas comenzó la reducción de la carga y se alcanzó 55 MW a las 10:06 horas.
- d. A las 12:49 horas comenzó la reducción de carga y se alcanzó 54 MW a las 12:51 horas.
- e. A las 13:04 horas comenzó la reducción de carga y se alcanzó 53 MW a las 13:06 horas.
- f. A las 13:28 horas comenzó la reducción de carga y se alcanzó 50 MW a las 13:40 horas.
- g. A 50 MW se observa que la válvula de control de agua de alimentación tenía una posición real de 5% de apertura, aunque el DCS indicaba un 10% de apertura. El caudal de agua de alimentación era estable, pero el 5% es la apertura mínima recomendada por el especialista de MPR y el auditor. Un menor porcentaje de apertura de la válvula representa una condición del disparo de la unidad como resultado de la pérdida de control del flujo de agua de alimentación.
- h. A este nivel de carga de 50 MW la unidad puede cumplir con los requisitos de la norma de emisión.
- i. Se toma una muestra final de carbón del molino 1A.

Tabla 2-4 – Límites y variaciones reales a 50 MW de la Unidad 1

Variable	Límite (de Arriba a Abajo, Corto Plazo)	Actual 50 MW
Presión de vapor principal	4% (Variación máxima desde cima hasta el	0.7%

Variable	Limite (de Arriba a Abajo, Corto Plazo)	Actual 50 MW
	punto bajo)	
Flujo de agua de alimentación	10% (Variación máxima desde cima hasta el punto bajo)	9.2%
O2 saliendo de la caldera (por volumen)	1 (punto porcentual)	1.23
Temperatura del vapor principal	11°C (20°F) (Variación máxima desde cima hasta el punto bajo)	.5C
Temperatura del vapor recalentado caliente	11°C (20°F) (Variación máxima desde cima hasta el punto bajo)	3.4C
Diferencial de temperatura entre vapor principal y vapor recalentado caliente a plena carga	28°C (50°F)	35C
Potencia Bruta	3 MW (Variación máxima desde cima hasta el punto bajo)	1.9MW
Flujo de aire de combustión	5% (Variación máxima desde cima hasta el punto bajo)	19.3%
Flujo de carbón, por molino	10% (Variación máxima desde cima hasta el punto bajo)	11.6%
Nivel del domo	100 mm	40 mm
Diferencial de presión entre Caja de aire/caldera	10mmWG (Variación máxima desde cima hasta el punto bajo)	N/A
Proporción de aire/carbón	10% (Variación máxima desde cima hasta el punto bajo)	20.5%
Temperatura de gas a la entrada al SCR	Mínimo Continuo: 330°C	315 °C
Temperatura de flujo de gas a la entrada al FGD	125°C a 170°C	140 °C

Al igual que las otras Unidades, la variación de algunas de las variables superó el límite definido como referencia en el Protocolo, pero el especialista de MPR y el Auditor convinieron en que la unidad era estable en 50 MW. Los datos electrónicos a 60 MW no fueron suficientes para comparar la variación de 60 MW a 50 MW.

Una preocupación con las variables a 50 MW es la diferencia de las temperaturas entre el vapor principal y el vapor recalentado caliente. El límite, fijado por MHPS, es de 28 °C como máximo. Durante las primeras pruebas, la diferencial se encontró entre 31 °C y 35 °C, lo que no se evidenció



durante las últimas pruebas realizadas. Cuando comenzó la prueba, la diferencial fue de 27 °C, que está cerca del límite, y cuando la carga se redujo la diferencia aumentó a 35 °C, como se esperaba. Esta es una restricción en la turbina de vapor, pero no debe limitar la carga porque se pueden hacer ajustes para reducir esta diferencia de temperatura. En comparación con las otras Unidades, la temperatura de recalentado caliente en la unidad 1 fue baja. Creemos que el ajuste de las inclinaciones del quemador podría aliviar este problema.

La unidad 1 tiene un SCR pero no tiene un by-pass del economizador para controlar la temperatura de los gases de combustión al SCR. El SCR tiene una temperatura mínima de entrada de gas de combustión de 330 °C, y por debajo de esta temperatura el catalizador no funciona y la alimentación de amoníaco se apaga automáticamente. Durante la prueba, la temperatura de los gases de combustión fue debajo de 330 °C (315 °C) y el SCR de la unidad 1 no estaba en funcionamiento. Durante la prueba, las emisiones de NOx de la Unidad 1 estaban por debajo del límite de 500 mg / Nm³.

2.6.1 Pruebas Realizadas en Marzo de 2017 de la Unidad 1

La prueba de la unidad 1 se realizó el 09 de marzo de 2017 de 09:15 horas a 18:25 horas. La Unidad comenzó a partir de 60 MW y los datos fueron registrados durante la espera de 2 horas para la estabilidad. La prueba continuó y la carga disminuyó gradualmente en pasos de 1 MW hasta 55 MW comprobando los parámetros de funcionamiento cada vez. Se observaron problemas durante la disminución de la carga, pero éstos no impidieron reducir aún más la carga.

A las 16:52 horas, el punto de consigna de la Unidad se fijó en 55 MW para las 2 horas de estabilidad de acuerdo con el Protocolo. A las 17:27 horas se disparó una alarma de alta presión para el molino B, con un interruptor de presión. Se evaluó la presión y se determinó que era normal. A las 18:25 horas, el molino B disparó y se informó de un incendio y una pequeña explosión. La prueba se suspendió y la inspección visual se llevó a cabo al día siguiente. Se observó el interior del molino B y no se identificaron condiciones anormales. La cantidad de carbón y piritas en el molino era normal. En opinión del Auditor, no había evidencia de que la falla del molino estuviera necesariamente relacionada con la prueba de Técnico Mínimo realizada. Este mismo evento también era probable que ocurriera para la Unidad 4, pero no se pudo hacer el ajuste/sintonización de la Unidad en ese momento.

2.7 MUESTRAS DE CARBON

Durante las pruebas de Técnico Mínimo, se utilizó una mezcla de carbones que consistió en el siguiente carbón individual:

- 40% Invierno
- 30% Signal Peak
- 30% Cerrejon

Se recogieron muestras de las unidades 1 a la 4 después de cada prueba de Técnico Mínimo para cada una de las unidades, y las muestras fueron analizadas por un laboratorio independiente.

Antes de la prueba de Técnico Mínimo, Guacolda proporcionó un análisis típico del 2016 de cada uno de los carbones mencionados, los cuales son los carbones que la central ha estado utilizando.

A continuación se enumeran los resultados del análisis de las muestras recogidas durante las pruebas y el análisis calculado de una mezcla 40/30/30 basada en las muestras del 2016. La tabla muestra que el carbón utilizado durante las pruebas fue esencialmente el mismo que se utilizó en el 2016.

Tabla 2-5 – Resultados del Análisis de Muestras de Carbón

		G-173	G-174	G-175	G-176	Típico 2016
Invierno	%	40	40	40	40	40
Signal Peak	%	30	30	30	30	30
Cerrejon	%	30	30	30	30	30
Humedad Total	%	16.42	15.9	16.55	15.78	17.05
Materia Volátil	% (en seco)	38.62	38.54	38.75	37.43	39.61
Carbono Fijo	% (en seco)	45.32	44.84	43.8	46.55	44.59
Cenizas	%	13.53	13.98	14.56	13.5	13.08
Poder Calorífico Superior (HHV)	Kcal/kg	5338	5347	5247	5401	5231
HGI		52	52	52	52	50



Los resultados de los análisis de muestras de carbón efectuados indican que el carbón utilizado para las pruebas de Técnico Mínimo es la misma mezcla de carbón que típicamente se usa en la Central Guacolda.

ÚLTIMA PÁGINA DE LA SECCIÓN 2.

3. CONCLUSIONES

3.1 PRUEBAS

Las pruebas de las Unidades 1 a 4 se realizaron el 31 de julio de 2017 y el 1 de agosto de 2017. Conforme a los resultados obtenidos en estas pruebas, el Auditor estableció el Mínimo Técnico en cada una de estas unidades, en presencia del Coordinado, del especialista de MPR, MHPS, Guacolda y los observadores Coordinados. Un resumen de los resultados es el siguiente:

Tabla 3-1 – Resultados de la Prueba para las Unidades 1 a 4

Unidad	Mínimo Técnico, MW	Comentarios
1	50	Limitado por la válvula de agua de alimentación
2	53	Limitada por la estabilidad de la llama
3	38	Limitada por la turbina de vapor que según MHPS es de 38 MW, limitada a 45 MW para cumplir con las emisiones de NOx
4	45	Limitada por la estabilidad de la presión del vapor principal

Respecto a la unidad 2, debido a su similitud con la unidad 1 y considerando que el SCR no tiene efecto sobre la estabilidad de llama, se prevé que, mediante una sintonización y mantenimiento normal del sistema de combustión, esta unidad podría lograr operar a 50 MW.

En el caso de la unidad 4, el valor de MT de 45 MW se estableció para efectos de evitar problemas de estabilidad de presión del vapor principal, que fueran evidenciados a valores de operación de cargas menores a 45 MW. No obstante, se prevé que esta restricción podría resolverse mediante una sintonización de los pulverizadores y sistema de suministro de combustible, sin que esto signifique una modificación mayor. Este nivel de sintonización estaba fuera del alcance de estas pruebas y los ajustes requeridos conforme a protocolo. Considerando que la unidad 4 es similar a la unidad 3, y que esta última era estable a 38 MW, se prevé que la Unidad 4 también podría ser capaz de operar en forma estable a 38 MW al realizar esta sintonización.

En cuanto a la unidad N° 5, esta no pudo ser sometida a pruebas, debido a que Guacolda mantiene la restricción de no operar bajo 60 MW por estar esta unidad en garantía con el fabricante. No obstante, durante el desarrollo de las pruebas de las unidades 1 a la 4, Guacolda informó que se



encontraría gestionando con MHPS la factibilidad de levantar esta garantía, para lo cual realizó pruebas con MHPS, durante el mes de julio, cuyo resultado aún no ha sido informado al Coordinador.

3.2 RECOMENDACIONES

A continuación, se entregan algunas recomendaciones que podrían mejorar las condiciones de operación a bajas cargas de las unidades 1 y 3 de Guacolda, pudiendo eventualmente reducir los valores de MT establecidos en la presente Auditoría, lo que requeriría estudios de ingeniería y en otros casos modificaciones, que se consideran fuera el alcance de la Auditoría.

- a. Unidad 1: modificaciones al sistema de agua de alimentación de la Unidad 1, así como a la válvula de derivación (bypass).
- b. La unidad 3: considerando que la unidad es estable a 38 MW (límite establecido por el fabricante de la turbina a vapor), si la unidad 3 tuviera un SCR y una derivación (bypass) del economizador, la unidad podría funcionar a 38 MW, evitando de con este equipamiento adicional exceder el límite de emisiones.





Apéndice A. Acta de Pruebas para el 31 de Julio al 01 de Agosto de 2017

Acta De Pruebas

Proyecto: Auditoria de Mínimo Técnico unidades 1, 2, 3 y 4 de la Central Guacolda.

- 1) Unidad probada para el Mínimo Técnico: Unidad 1
- 2) Fecha y hora de inicio de la prueba: 01 de Agosto de 2017; 10:02 horas.
- 3) Fecha y hora de fin de la prueba: 01 de Agosto de 2017; 15:29 horas.
- 4) Descripción de las actividades realizadas durante la prueba:

Las actividades fueron realizadas según los requerimientos del Protocolo. Se realizaron los movimientos de carga en la Unidad de acuerdo con la tabla 5-2 del Protocolo. Se verificó la estabilidad de los parámetros según la tabla 4-4 del protocolo.

- a. La Unidad se encuentra operando en **60 MW** al inicio de la prueba.
- b. Se realizaron los ajustes y modificaciones requeridas según el protocolo y adicionalmente se realizaron los cambios detectados por Guacolda.
- c. A las 10:02 horas se inicia reducción de carga hasta **55 MW** alcanzando este valor a las 10:06 horas.
- d. A las 12:49 horas se inicia la reducción hasta **54 MW** alcanzando este valor a las 12:51 horas.
- e. A las 13:04 horas se reduce la carga hasta **53 MW**, logrando alcanzar esta carga a las 13:06 horas.



- f. A las 13:28 horas se reduce la carga hasta **50 MW**, logrando alcanzar esta carga a las 13:40 horas.
- g. Se observa en esta carga una operación de la válvula de control de agua de alimentación con un 5% real de apertura lo cual es considerado como un porcentaje de apertura mínima recomendable por el especialista de MPR y por el Auditor. Un menor porcentaje de apertura representa una condición de riesgo de disparo de la unidad por pérdida de control de flujo de agua de alimentación.
- h. En este nivel de carga de **50 MW** la unidad logra cumplir los requerimientos de la norma de emisiones
- i. Se toma una muestra final de carbón desde el molino **1A**.

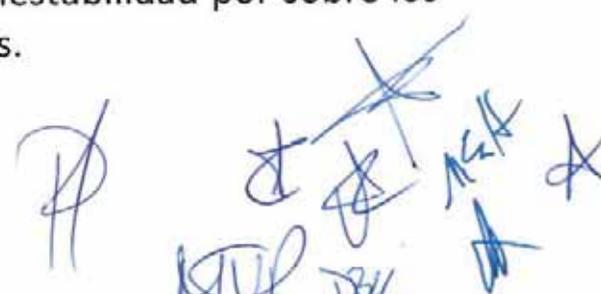
5) Registro de variables durante la Prueba. Valores de las mediciones realizadas:

- Datos del DCS (Apéndice A del Protocolo):

- S&L recibió en DVD el registro de datos entre las 10:00 a 15:30 horas (3 seg).
- Se entrega copia del registro de los datos operacionales del apéndice A, al Coordinador.

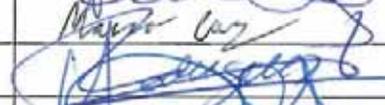
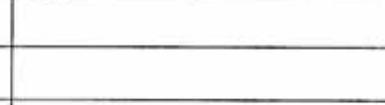
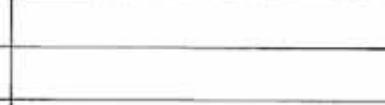
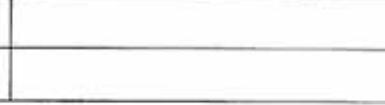
- Observaciones Visuales (Apéndice B del Protocolo):

- Estabilidad de llama para cada nivel en operación:
Durante la prueba no se registra inestabilidad por sobre los límites que S&L considera normales.
- Estabilidad del nivel del domo:
Durante la prueba no se registra inestabilidad por sobre los límites que S&L considera normales.



- Estabilidad del flujo de aire de combustión:
Durante la prueba no se registra inestabilidad por sobre los límites que S&L considera normales.

6) Firma y constancia de los participantes:

<u>Nombre</u>	<u>Empresa</u>	<u>Firma</u>
PATRICIO VALENZUELA EDUARDO RIVAS	COORDINADOR GUACOLDA	
Ray Henry	S&L	
ENIO BELMONTE	MAXBEL	
Marco Cruz	S&L	
Oscar Rodríguez	Guacolda	
RICHARDA TAPIA P.	GUACOLDA	
EDUARDO A. GONZÁLEZ	COORDINADOR ELECTRICOS/ME	
Marco Detor	Engie Energía	
DANIEL BARRA C.	EGP	
Guillermo Rojas	Accione	

Acta De Pruebas

Proyecto: Auditoria de Mínimo Técnico unidades 1, 2, 3 y 4 de la Central Guacolda.

- 1) Unidad probada para el Mínimo Técnico: Unidad 2
- 2) Fecha y hora de inicio de la prueba: 01 de Agosto de 2017; 09:10 horas
- 3) Fecha y hora de fin de la prueba: 01 de Agosto de 2017; 13:44 horas
- 4) Descripción de las actividades realizadas durante la prueba:

Las actividades fueron realizadas según los requerimientos del Protocolo. Se realizaron los movimientos de carga en la Unidad de acuerdo con la tabla 5-2 del Protocolo. Se verificó la estabilidad de los parámetros según la tabla 4-4 del protocolo.

- a. La Unidad se encuentra operando en **60 MW** al inicio de la prueba.
- b. Se realizaron los ajustes y modificaciones requeridas según el protocolo y adicionalmente se realizaron los cambios detectados por Guacolda.
- c. A las 09:10 horas se inicia reducción de carga hasta **55 MW** alcanzando este valor a las 09:16 horas.
- d. A las 09:33 horas inicia la reducción hasta **50 MW** alcanzando este valor a las 09:43 horas. En esta carga se presenta inestabilidad de la llama en las esquinas 1 & 2 de la caldera presentando esta última una operación no recomendable.



Handwritten signatures and initials in blue ink, including 'MAC' and 'ASL'.

- e. En esta condición se evaluaron posible mejoras junto con el Auditor intentando los siguientes ajustes para superar la condición de inestabilidad, pero sin efecto.
- i. Inclinación de quemadores en 5 grados hacia abajo (10% en consigna de control).
 - ii. Ajustes en los registros A y B, desde 15 a 10% de apertura.
 - iii. Ajustes en el registro superior, desde 20 a 25% de apertura.
- f. Se toma la decisión de incrementar la carga hasta **52 MW** para evaluar la inestabilidad, alcanzando esta carga a las 13:18 horas.
- g. Se inspecciona visualmente la llama recomendando subir **1 MW** adicional. En este nivel de carga de **53 MW** se logra una condición de operación de combustión aceptable según el especialista de MPR y el Auditor.
- h. En este nivel de carga de **53 MW** la unidad logra cumplir los requerimientos de la norma de emisiones.
- i. Se toma una muestra final de carbón desde el molino **2A**.
- 5) Registro de variables durante la Prueba. Valores de las mediciones realizadas:

- Datos del DCS (Apéndice A del Protocolo):

- S&L recibió en DVD el registro de datos entre las 09:00 a 14:00 horas (3 seg).
- Se entrega copia del registro de los datos operacionales del apéndice A, al Coordinador.

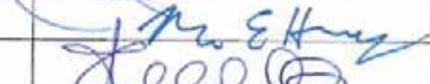
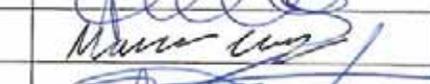
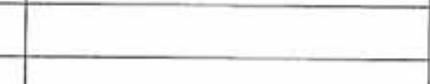
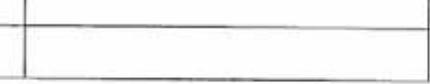
- Observaciones Visuales (Apéndice B del Protocolo):

- Estabilidad de llama para cada nivel en operación:

Las observaciones visuales de la llama se realizan a través de las mirillas de inspección de caldera.

- Estabilidad del nivel del domo:
Durante la prueba no se registra inestabilidad por sobre los límites que S&L considera normales.
- Estabilidad del flujo de aire de combustión:
Durante la prueba no se registra inestabilidad por sobre los límites que S&L considera normales.

6) Firma y constancia de los participantes:

<u>Nombre</u>	<u>Empresa</u>	<u>Firma</u>
EDUARDO RIVAS	GUACOLDA	
Ray Henry	S&L	
ENIO BELTRONTE	MAXDEL	
Marco Cruz	S&L	
Patricia Valdivia	Coordinador	
Oscar Rodríguez V	Suacolda	
RICHARD TAPIA R.	COJACOLDA	
EDUARDO A. GONZÁLEZ VARGAS	COORDINADOR Electricidad	
Marco Velazco	Eng. Energía	
Guillermo Rosas	Accione	
Daniel BAZIN	EGP	

<u>Nombre</u>	<u>Empresa</u>	<u>Firma</u>

Acta De Pruebas

Proyecto: Auditoria de Mínimo Técnico unidades 1, 2, 3 y 4 de la Central Guacolda.

- 1) Unidad probada para el Mínimo Técnico: Unidad **3**
- 2) Fecha y hora de inicio de la prueba: 31 de Julio de 2017; 10:29 horas
- 3) Fecha y hora de fin de la prueba: 31 de Julio de 2017; 18:30 horas
- 4) Descripción de las actividades realizadas durante la prueba:

Las actividades fueron realizadas según los requerimientos del Protocolo. Se realizaron los movimientos de carga en la Unidad de acuerdo con la tabla 5-2 del Protocolo. Se verificó la estabilidad de los parámetros según la tabla 4-4 del protocolo.

- a. La Unidad se encuentra operando en **60 MW** al inicio de la prueba.
- b. Se realizaron los ajustes y modificaciones requeridas según el protocolo y adicionalmente se realizaron los cambios detectados por Guacolda.
- c. A las 10:29 horas se inicia reducción de carga hasta **50 MW**. A las 11:40 se inicia la reducción hasta 45 MW.
- d. La unidad se queda a carga 45 MW desde las 11:54 hasta las 12:16 horas.
- e. Desde las 12:16 horas se reduce la carga hasta 40 MW, logrando alcanzar esta carga a las 15:50 horas.
- f. A las 15:58 horas se reduce carga hasta 38 MW, que es el límite establecido por el fabricante de la turbina por MHPS, logrando alcanzar este nivel a las 16:03 horas.

Handwritten signatures and initials in blue ink:
A circular signature on the left.
A signature with "DB" above it.
A signature with "METH" written vertically to its right.
A signature with "MAC" written below it.

- g. Se observa una operación estable en este nivel de carga, con operación de alarma de alto nivel del tanque de piritas, alcanzando un flujo mínimo de agua de alimentación de 123 tph (toneladas por hora). El mínimo establecido en el sistema de control es de 105 tph, punto en el cual la válvula de recirculación de agua de alimentación abre. Si esta situación se presenta hay un riesgo de disparo.
- h. En este nivel de carga también se supera el límite ambiental de NOx que es de 500 mg/Nm³, alcanzando los 630 mg/Nm³.
- i. El OFA, el flujo de aire total y la inclinación de quemadores fueron modificados para intentar bajar el nivel de NOx sin éxito. El nivel bajó 20 mg/Nm³ sin solucionar el problema.
- j. Se reduce las emisiones de NOx por debajo del límite cuando la unidad alcanza 45 MW.
- k. Se toma una muestra final de carbón desde el molino 3A.

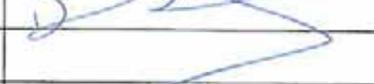
5) Registro de variables durante la Prueba. Valores de las mediciones realizadas:

- Datos del DCS (Apéndice A del Protocolo):
 - o S&L recibió en DVD el registro de datos entre las 08:00 a 18:20 horas (3 sec).
 - o Se entrega copia del registro de los datos operacionales del apéndice A, al Coordinador.
- Observaciones Visuales (Apéndice B del Protocolo):
 - o Estabilidad de llama para cada nivel en operación:
Durante la prueba no se registra inestabilidad por sobre los límites que S&L considera normales.

Handwritten signatures and initials in blue ink, including a large signature on the left, several initials in the center, and a signature on the right.

- Estabilidad del nivel del domo:
Durante la prueba no se registra inestabilidad por sobre los límites que S&L considera normales.
- Estabilidad del flujo de aire de combustión:
Durante la prueba no se registra inestabilidad por sobre los límites que S&L considera normales. El flujo total de aire total llega al límite inferior recomendado por la NFPA 85.

6) Firma y constancia de los participantes:

<u>Nombre</u>	<u>Empresa</u>	<u>Firma</u>
EDUARDO RIVAS	GUACOLDA S.A.	
Ray Henry	S&L	
PATRICIO VALENZUELA	Coordinador	
ENIO BELMONTE	MAXBEL	
Marco Cruz	S&L	
EDUARDO A. GONZALEZ U.	COORDINADOR ELECTRICOS	
Marco Upey de	Engio Engigie	
Oscar Rodriguez X	Guaco/da	
REYNALDO TABA E.	GUACOLDA	
Guillermo Rosas	Acciona	
DANIEL BARRA	EGP	

Acta De Pruebas

Proyecto: Auditoria de Mínimo Técnico unidades 1, 2, 3 y 4 de la Central Guacolda.

- 1) Unidad probada para el Mínimo Técnico: Unidad 4
- 2) Fecha y hora de inicio de la prueba: 31 de Julio de 2017; 9:19 horas
- 3) Fecha y hora de fin de la prueba: 31 de Julio de 2017; 18:30 horas
- 4) Descripción de las actividades realizadas durante la prueba:

Las actividades fueron realizadas según los requerimientos del Protocolo. Se realizaron los movimientos de carga en la Unidad de acuerdo con la tabla 5-2 del Protocolo. Se verificó la estabilidad de los parámetros según la tabla 4-4 del protocolo.

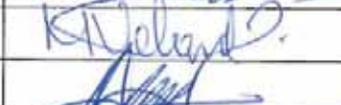
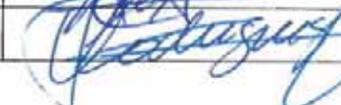
- a. La Unidad se encuentra operando en **60 MW** al inicio de la prueba.
- b. Se realizaron los ajustes y modificaciones requeridas según el protocolo y adicionalmente se realizaron los cambios detectados por Guacolda.
- c. A las 9:19 horas se inicia reducción de carga hasta **50 MW** alcanzando este valor a las 10:30.
- d. A las 11:21 inicia la reducción hasta 45 MW alcanzando este valor a las 11:42.
- e. La unidad se queda a carga 45 MW desde las 11:42 hasta las 12:15 horas.
- f. Desde las 12:15 horas se reduce la carga hasta 42 MW, logrando alcanzar esta carga a las 12:29 horas. En esta carga se presenta oscilación de la presión del vapor principal por

Handwritten signatures and initials in blue ink, including names like 'MAY', 'KUP', and 'MAC'.

- sobre el valor límite indicado en el protocolo y consecuentemente de la potencia. Se registra operación de alarma de alto nivel del tanque de piritas
- g. A las 13:02 horas se cambia a control manual el maestro de caldera para intentar controlar la fluctuación observada.
 - h. A las 14:36 horas se reduce carga hasta 40 MW alcanzando este valor a las 14:41 horas.
 - i. A las 15:00 horas la unidad reduce carga para llegar a 38 MW (el límite establecido por el fabricante de la turbina por MHPS) y alcanza este valor a las 15:03 horas. Se alcanzó un flujo mínimo de agua de alimentación de 115 tph (toneladas por hora). El mínimo establecido en el sistema de control es de 105 tph, punto en el cual la válvula de recirculación de agua de alimentación abre. Si esta situación se presenta hay un riesgo de disparo.
 - j. A las 15:11 horas se incrementa la carga de la unidad para alcanzar un punto más estable, siendo este punto 45 MW el cual fue alcanzado a las 17:47 horas.
 - k. Se observa una operación estable en este nivel de carga.
 - l. En este nivel de carga se cumple la norma de emisiones.
 - m. Se toma una muestra final de carbón desde el molino 4A.
- 5) Registro de variables durante la Prueba. Valores de las mediciones realizadas:

- Datos del DCS (Apéndice A del Protocolo):
 - o S&L recibió en DVD el registro de datos entre las 08:00 a 18:20 horas (3 sec).
 - o Se entrega copia del registro de los datos operacionales del apéndice A, al Coordinador.
- Observaciones Visuales (Apéndice B del Protocolo):

- Estabilidad de llama para cada nivel en operación:
Durante la prueba no se registra inestabilidad por sobre los límites que S&L considera normales.
 - Estabilidad del nivel del domo:
Durante la prueba no se registra inestabilidad por sobre los límites que S&L considera normales en 45 MW.
 - Estabilidad del flujo de aire de combustión:
Durante la prueba no se registra inestabilidad por sobre los límites que S&L considera normales.
- 6) Nota: Considerando la oscilación presentada, que implicó buscar un punto de operación más estable, el Auditor recomienda realizar una sintonización del flujo de carbón, como posible fuente de oscilación de manera de bajar el valor de mínimo técnico recomendado por el Auditor. Guacolda acepta la recomendación y muestra disposición para realizar ajuste.
- 7) Firma y constancia de los participantes:

<u>Nombre</u>	<u>Empresa</u>	<u>Firma</u>
EDUARDO RIVAS	GUACOLDA	
Ray Henry	S&L	
PATRICIO VALENZUELA	COORDINADOR	
ENIO BELTRONTE	MAXBEL	
Marco Cruz	S&L	
Marco Velarde	Engie	
EDUARDO A. GONZALEZ J.	COORDINADOR OBJETIVOS	
Oscar Rodríguez	Guacolda	

Nombre	Empresa	Firma
RICARDO TAPIA R.	GUACALDA	
Guillermo Rosas	Acciona	
DANIEL BARRA C.	EGP	



Apéndice B. Acta de Pruebas para el 08 de Marzo al 11 de Marzo de 2017

Acta De Pruebas

Proyecto: Auditoria de Mínimo Técnico unidades 1, 2, 3, 4 y 5 de la Central Guacolda.

- 1) Unidad probada para el Mínimo Técnico: Unidad 1
- 2) Fecha y hora de inicio de la prueba:
09 de Marzo de 2017; 09:15 horas
- 3) Fecha y hora de fin de la prueba:
09 de Marzo de 2017; 18:25 horas
- 4) Descripción de las actividades realizadas durante la prueba:

Las actividades fueron realizadas según los requerimientos del Protocolo. Se realizaron los movimientos de carga en la Unidad de acuerdo con la tabla 5-1 del Protocolo. Se verificó la estabilidad de los parámetros según la tabla 4-4 del protocolo.

- A. El Coordinador Eléctrico solicita a Guacolda S.A, consigna de la unidad en 60 MW, de acuerdo al Protocolo. La unidad queda en este punto de operación entre las 9:15 y las 11:15 horas. Se registran las variables del apéndice A del protocolo. La presión diferencial entre la caja de aire y la caldera es reportada como fluctuante pero posteriormente se estabilizó. El lugar donde se tomó la muestra de carbón tuvo que ser cambiado debido a una condición de peligro para la seguridad de las personas, ya que el molino estaba baja presión y había preocupación por un potencial retroceso de llama. Se decidió tomar la muestra de otro molino que estaba recientemente en servicio, molino C. El SCR no funcionaba, pero no se debía a la

baja carga. No había flujo de amoniaco y había estado fuera de servicio por algunos días. La medición de NOx para la unidad 1 se encuentra en la chimenea común con la unidad 2, que no tiene un SCR. Con el SCR de la Unidad 1 fuera de servicio, el NOx medido en la pila estaba por debajo del límite. Todas las emisiones estuvieron dentro de los límites de todas las pruebas, el 9 de marzo de 2017.

- B. 12:09 horas: El Coordinador Eléctrico solicita a Guacolda S.A, consigna de la unidad en 59 MW, de acuerdo a Protocolo. Se observó que la presión de descarga del ventilador de tiro forzado aumentaba y bajaba. El Auditor cree que el transmisor de presión estaba defectuoso porque las presiones indicadas no eran razonables.
- C. 12:51 horas: El Coordinador Eléctrico solicita a Guacolda S.A, consigna de la unidad en 58 MW, de acuerdo al Protocolo. Se informó por parte de Guacolda S.A. sobre la posibilidad de recirculación del sistema del FGD. La válvula estaba casi completamente abierta, pero más tarde Guacolda S.A. determinó que no sería un problema continuar con la prueba. Los parámetros del FGD estaban dentro del alcance.
- D. 13:30 horas: El Coordinador Eléctrico solicita a Guacolda S.A, consigna de la unidad en 57 MW, de acuerdo al Protocolo. Se informaron problemas con medidas de alta temperatura en la caja de aire. El Coordinador opinó que las temperaturas no debían ser correctas porque algunas de las temperaturas indicadas estaban arriba del punto de fusión del acero. Algunos de las termocuplas muestran circuitos abiertos. Aquellas temperaturas que presentaban lecturas fiables mostraban temperaturas cercanas a la normal y a la

temperatura de la caja de aire de la unidad 2. Después de un análisis adicional, se decidió seguir bajando la carga.

- E. 16:10 horas: El Coordinador Eléctrico solicita a Guacolda S.A, consigna de la unidad en 56 MW, de acuerdo al Protocolo. La unidad estuvo estable y las variables monitoreadas estuvieron dentro de los límites.
- F. 16:52 horas: El Coordinador Eléctrico solicita a Guacolda S.A, consigna de la unidad en 55 MW por 2 horas, de acuerdo al Protocolo. Se registran las variables del apéndice A del protocolo. A las 17:27 horas se presenta una alarma de alta presión en el molino B, de un interruptor de presión. Se revisa la presión, que resulta ser normal. No se encontraron otras indicaciones de ningún problema. A las 18:25 horas, se informa el trip del molino B y un incendio / explosión. La prueba se suspende y el coordinador solicita datos del DCS del evento del disparo para su revisión. Se acuerda la posibilidad de acompañar la inspección en terreno del molino fallado, en la mañana del 10 de marzo de 2017 ya que tiene que enfriarse antes de la inspección. El Coordinador también solicitó observar la inspección incluyendo la obtención de fotografías del interior del molino y de la tubería del carbón.
- G. El 10 de marzo de 2017, se observó el interior del molino B y no se identificaron condiciones anormales. La cantidad de carbón y pirita en el molino era normal. El único daño observado fue en el codo de una tubería de descarga con la etiqueta de 1B-2. El codo tiene un revestimiento de cerámica que fue dañado y había un agujero en el codo. Una revisión del conjunto de datos PI para el molino B no indicó condiciones anormales minutos antes del incidente, el flujo de aire

primario, la temperatura y las presiones eran normales y estables.

H. En opinión de Auditor, no hay evidencia de que la falla del molino descrita antes esté necesariamente relacionada con la prueba de mínimo técnico llevada a cabo.

5) Registro de variables durante la Prueba. Valores de las mediciones realizadas:

- Datos del DCS (Apéndice A del Protocolo):

- S&L recibió en pendrive el registro de datos entre las 09:15 a 11:15 horas (1 sec).
- S&L recibió en pendrive el registro de datos entre las 09:15 a 18:28 horas (1 sec), en distintos set de información de acuerdo con los niveles de carga.
- S&L recibió en pendrive el registro operacional del evento trip, del molino B.
- El Coordinador Eléctrico entrega copia del registro de los datos operacionales del apéndice A, a los observadores de las pruebas.
- 10.03.2017, el Auditor solicita incluir en el registro de las variables operacionales del apéndice A del protocolo, el porcentaje % de apertura de los dampers. Guacolda S.A compromete entrega durante el día 10.03.2017.

- Observaciones Manuales (Apéndice B del Protocolo):

- Estabilidad de llama para cada nivel en operación:
Durante la prueba no se registra inestabilidad por sobre los límites que S&L considera normales.

- Estabilidad del nivel del tambor:
Durante la prueba no se registra inestabilidad por sobre los límites que S&L considera normales.
- Estabilidad del flujo de aire de combustión:
Grandes fluctuaciones de la presión diferencial entre Windbox y caldera estuvieron presentes durante toda la prueba, pero la magnitud de las fluctuaciones no cambió significativamente mientras la carga se redujo desde 60 MW a 55 MW.
- Acumulación de escorias y cenizas en las distintas zonas de la caldera y backpass:

No se realizó una inspección sobre estos parámetros.

- 6) Firma y constancia de las observaciones de los participantes si las hubiese:

Nombre: *Ray E Henry*

Firma: *Ray E Henry*

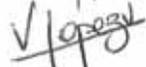
Compañía / Organización: *Sargent & Lundy*

Observación:

[Handwritten mark]

Nombre: *Marco Cruz*

Nombre: VICTOR LOPEZ V.

Firma: 

Compañía / Organización: Coordinador Eléctrico Nacional

Observación: Dado que las variables de presión diferencial y velocidad del ducto de carbón estaban a punto de superar los límites establecidos por Guacolda S.A., en opinión del Coordinador Eléctrico que de Continuar con la prueba dichos límites se excederían, por lo que la misma no aportaría ningún antecedente adicional, antes de tener que darle por finalizada. El límite de 20 mm/H₂O del diferencial de presión entre Windbox y caldera, se pudo observar que se excedió tanto en pantallas del operador como en los datos del DCS.

Respecto de la velocidad del ducto de carbón, se pudo ~~consultar~~ revisar el cálculo efectuado por Guacolda S.A., para obtener este parámetro

Nombre:  IVAN ZAMBRANO MOLL

Firma:

Compañía / Organización: Coordinador Eléctrico Nacional.

Observación: Adicionalmente a lo anteriormente observado por el Representante del Coordinador E. Nacional Victor Lopez, se hace notar que se consultó a Guacolda si podía realizar alguna acción operacional para mantener el diferencial de presión y velocidad del carbón dentro de los límites, e lo que nos respondieron que ello no era posible por esta razón se estimó que no era conveniente continuar con la prueba o realizar otra prueba.

Nombre: EDUARDO A. GARCÍA V.

Firma:

Compañía / Organización: COORD. ESC. MAINT

Observación:



Nombre:

Firma:

Compañía / Organización:

Observación:

Nombre: Eduardo Rivas A.

Firma:

Compañía / Organización: Guacolda Energía S.A.

Observación:

A. Carga en 60MW.

1. Se define tomar dos muestras de carbón, una antes de la prueba (en el molino C) y otra al final de la prueba (en el molino B)

B.- Carga en 59 MW

2. SCR presenta gases de entrada menor a 320°C a partir de este punto.
3. Guacolda verifica presión de descarga del ventilador VTF (DCS y el transmisor) los que responden correctamente.

C.- Carga en 58 MW

1. Se cierra el flujo el damper de aire frio del pulverizador B, quedando sin posibilidad de controlar temperatura
2. La bomba de agua alimentación B queda recirculando flujo
3. La presión del windbox está siempre negativa a partir de este punto

D.- Carga en 57 MW

1. Temperaturas de metal en cajas de aire comenzaron a subir, a medida que se baja carga. Las planillas de toma de lecturas fueron entregadas al auditor.
2. Para comparar se tomaron lecturas de temperaturas en cajas de aire de unidad 2, las cuales eran más bajas. Dichas planillas de lecturas también fueron entregadas al auditor.
3. Diferencial de presión windbox hogar permanentemente alrededor de 20 [mmH2O]
4. Se evidencia aumento de temperatura de metal de las cajas quemadores

5. El equipo de Guacolda manifiesta que existen suficientes antecedentes que a su juicio ameritan detener las pruebas; principalmente, velocidad de carbón en tuberías y presión diferencial de caja de aire-hogar fuera de los límites aceptables, pero si el auditor lo solicita se bajará carga. Antecedentes que fueron entregados.

E.- Carga en 56 [MW]

1. Las variables no se encontraban dentro de los límites mínimos aceptados, especialmente la presión diferencial del windbox-furnace (por debajo de 20mmH2O) y la velocidad del flujo de carbón (por debajo de 18m/S)
2. Se cambia automáticamente el suministro de vapor auxiliar desde tercer sobrecalentador a la alimentación de recalentado frío, por lo que empieza a aumentar la temperatura del descanso de empuje alcanzando un valor de 73 [°C];
3. Diferencial de presión windbox-hogar continua con valores bajo los 20 [mmH2O]
4. Se presenta una variabilidad mayor al 50 [%] de la diferencial windbox-hogar
5. La velocidad de carbón dentro del ducto baja de los 18[m/s] alcanzando los 17,1 [m/s] de acuerdo a cálculos de MHPS.

F.- Carga en 55[MW]

1. 17:28 primera alarma por MILL B DIFF. PRESS. H SW ABN
2. Presión diferencial windbox-hogar no supera los 20 [mmH2O],
3. No se alcanza temperatura de setpoint de temperatura de salida de pulverizador A
4. 18:25 alarma por MILL B DIFF. PRESS. H SW ABN
5. 18:27 se produce una explosión dentro del pulverizador y se cancelan las pruebas. Se controla la unidad sin pérdida de generación, se coloca combustible de respaldo y se pone en servicio pulverizador C. La

información del evento y las curvas de incremento de temperatura y presión que motivaron el trip del desulfurizador fueron entregados al auditor.

10 de marzo 2017

Ante la consulta del auditor sobre la posibilidad de variar los ajustes de combustión, Guacolda indica que no es una práctica operacional normal, que amerita un estudio especializado, cuyo resultado no está garantizado y que podría involucrar obras e inversiones, por lo que no forma parte del alcance de la presente auditoría. El Auditor confirma con esta respuesta y en las condiciones actuales de operación, que no recomienda seguir bajando carga con motivo de las pruebas, por lo que las pruebas concluyen.

Nombre: Richard Tapia R.

Firma:

Compañía / Organización: Guacolda Energía S.A.

Observación:

Nombre: Oscar Rodriguez V.

Firma:

Compañía / Organización: Guacolda Energía S.A.

Observación:

Nombre: DANIEL BARRA C.

Firma:

Compañía / Organización: ~~ENEL GREEN POWER.~~

Observación: Se recibe la información de los registros

operacionales obtenidos durante las pruebas de la U1, pero no se recibe la información indicada en el Programa de Protocolo de Pruebas relacionado a los datos de operación de la unidad, por lo tanto, no es posible corroborar formalmente los resultados y conclusiones que definen el término de la prueba de MT para esta unidad.

Nombre:

Firma:

Compañía / Organización:

Observación:

Nombre: Guillermo Rosas V.

Firma: 

Compañía / Organización: Acciona Energía Chile

Observación:

Si bien se recibe de parte del Coordinador la información de los registros de operación obtenidas durante las pruebas de la U1, no se hace entrega de parte del mismo de la información indicada en el Programa de Protocolo de pruebas, por ende no es posible corroborar los resultados versus los límites operacionales definidos por Guacolda y por tanto las conclusiones que definen el término de la prueba de MT para esta unidad.

Acta De Pruebas

Proyecto: Auditoria de Mínimo Técnico unidades 1, 2, 3, 4 y 5 de la Central Guacolda.

- 1) Unidad probada para el Mínimo Técnico: Unidad 2
- 2) Fecha y hora de inicio de la prueba:
10 de Marzo de 2017; 08:30 horas
- 3) Fecha y hora de fin de la prueba:
10 de Marzo de 2017; 10:38 horas
- 4) Descripción de las actividades realizadas durante la prueba:

Las actividades fueron realizadas según los requerimientos del Protocolo. Se realizaron los movimientos de carga en la Unidad de acuerdo con la tabla 5-1 del Protocolo. Se verificó la estabilidad de los parámetros según la tabla 4-4 del protocolo.

- A. Coordinador Eléctrico solicita a Guacolda S.A., consigna de la unidad en 60 MW, de acuerdo al Protocolo. La unidad queda en este punto de operación entre las 8:30 y las 10:30 horas. Se registran las variables del apéndice A del protocolo.
Se toma una muestra inicial de carbón desde el molino A.
Se toma una muestra final de carbón desde el molino C.

Se produce una bajada del diferencial de presión entre Windbox y caldera (límite informado de 20 mmH₂O; valores detectados hasta 12 mmH₂O). Durante el transcurso de este escalón este diferencial de presión sube a niveles un poco por sobre 20 mmH₂O.



Se acompaña inspección de molino fallado en prueba de unidad 1.

Diferencial de presión vuelve a bajar de 20 mmH₂O

Al completar las dos horas, Guacolda S.A. señala que es riesgoso continuar con el protocolo por las siguientes razones

- i. Diferencial de presión por debajo de 20 mmH₂O
- ii. Variaciones en diferencial de presión mayores a 20% (límite del protocolo)
- iii. Velocidad de alimentación del carbón menor que 18 m/s

El Coordinador pregunta si es posible hacer algún ajuste a la unidad para mejorar el diferencial de presión y la velocidad de alimentación, en particular respecto de la inyección de aire. Guacolda S.A. señala que eso no es posible, ya que no se dispone de un ingeniero en combustión y que incluso intentando variar las inyecciones de aire primario y secundario, no hay garantía que se logre mejorar el diferencial de presión y la velocidad de alimentación.

El Coordinador toma la decisión, basado en lo expuesto por Guacolda S.A. y en la recomendación del Auditor, de no continuar con el protocolo, teniendo en consideración las siguientes observaciones:

- La unidad 2 estaba funcionando al mínimo técnico actual (60 MW bruto). La presión diferencial de la caja de aire a la de la caldera estaba fluctuando (aproximadamente 54% de mínimo a máximo) y el

4

of

valor promedio estaba por debajo del límite operativo de 20 mmH₂O informado por Guacolda S.A.

- La gran fluctuación es una indicación que el control del sistema de tiro necesita ser ajustado, pero estas fluctuaciones no restringirían la reducción adicional de la carga para una prueba.
- El límite de operación informado por Guacolda S.A. (20 mmH₂O) es razonable, en opinión del Auditor, y debe ser respetado. Además, la velocidad calculada del ducto de carbón estaba por debajo del mínimo recomendado por MHPS de 18 m/s. En opinión del Auditor, esto también podría ser controlado por un ajuste del flujo de la división del aire primario / aire secundario.
- Guacolda S.A. estuvo de acuerdo en que las sugerencias del Auditor eran razonables pero declaró que requerían estudios y eventualmente obras adicionales.
- Teniendo en cuenta estas dos cuestiones, no fue recomendado continuar con el Protocolo de pruebas y una reducción en la carga.

Se hace notar que estas restricciones se activan, incluso en un nivel de carga de 60 MW, que es una condición de operación normal de despacho.

5) Registro de variables durante la Prueba. Valores de las mediciones realizadas:

- Datos del DCS (Apéndice A del Protocolo):

4

A

- El Auditor recibió en medio magnético (pendrive) el registro de datos entre las 08:30 a 10:30 horas (con frecuencia de muestreo de 1 segundo).
 - El Coordinador Eléctrico, entregó copia del registro de los datos operacionales del apéndice A, a los observadores de las pruebas.
 - El Auditor solicitó a Guacolda S.A. el registro de datos de operación de 2 horas de operación a mínimo técnico de hace 6 meses. Fecha de entrega 13 de marzo de 2017.
 - El Auditor recibió en medio magnético (pendrive) los datos del porcentaje de apertura de Dampers de registros de aire.
- Observaciones Manuales (Apéndice B del Protocolo):
- Estabilidad de llama para cada nivel en operación:
Durante la prueba no se registra inestabilidad por sobre los límites que el Auditor considera normales.
 - Estabilidad del nivel del tambor:
Durante la prueba no se registra inestabilidad por sobre los límites que el Auditor considera normales.
 - Estabilidad del flujo de aire de combustión:
Grandes fluctuaciones de la presión diferencial entre Windbox y caldera estuvieron presentes durante toda la prueba, pero la magnitud de las fluctuaciones no cambió significativamente mientras la carga se mantuvo en 60 MW.

- Acumulación de escorias y cenizas en las distintas zonas de la caldera y backpass:
No se realizó una inspección sobre estos parámetros.

6) Firma y constancia de las observaciones de los participantes si las hubiese:

Nombre: Ray Henry

Firma: *Ray Henry*

Compañía / Organización: Sargent & Lundy

Observación:

Nombre: Marco Cruz

Firma: *Marco Cruz*

Compañía / Organización: Sargent & Lundy

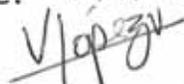
Observación:

4

[Handwritten mark]

[Handwritten mark]

Nombre: Víctor López V.

Firma: 

Compañía / Organización: Coordinador Eléctrico Nacional

Observación: _____

Nombre:  Ivan Zambrano Moll

Firma:

Compañía / Organización: Coordinador Eléctrico Nacional

Observación: _____



Nombre: EDUARDO A. GONZALEZ V

Firma: 

Compañía / Organización: COSID. EIEE. NACIONAL.

Observación:

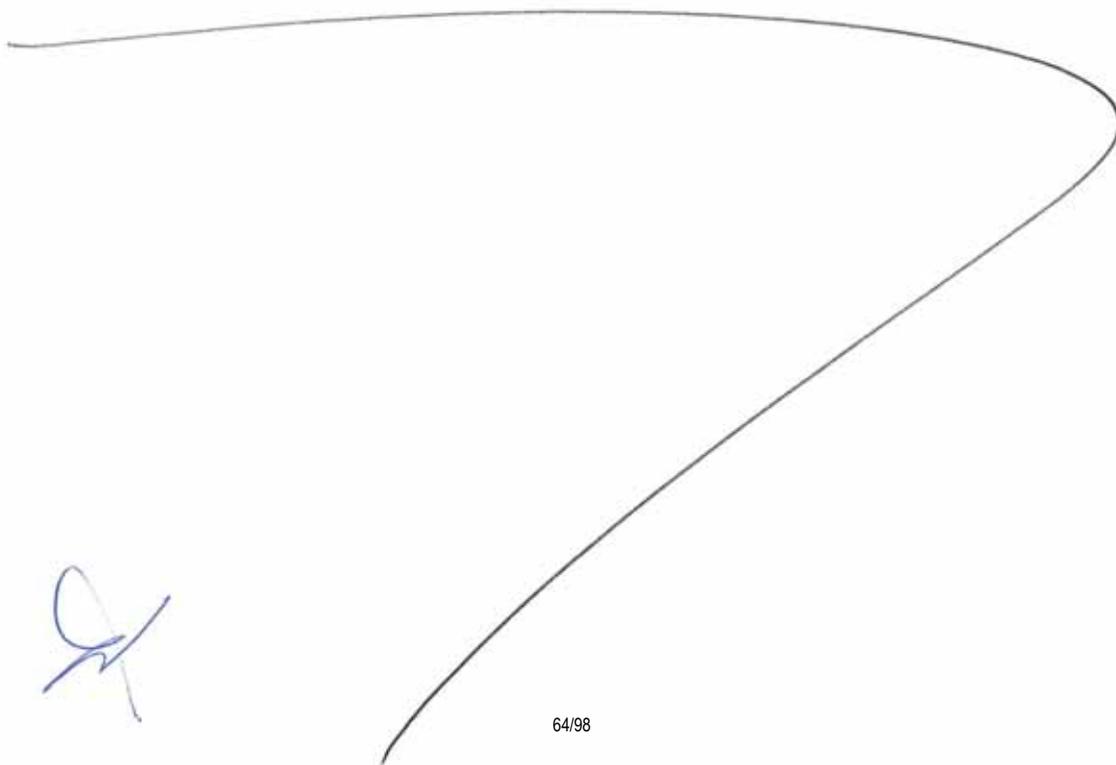


Nombre:

Firma:

Compañía / Organización:

Observación:



Nombre: DANIEL BARRA C.

Firma:

Compañía / Organización: ENEL GREEN POWER

Observación: Se recibe la información de los registros de operación obtenidos durante los pruebas de LA UR, pero no se recibe la información indicada en el programa de Protocolo de pruebas, por lo tanto, no es posible corroborar formalmente los resultados y conclusiones que definen el término de las pruebas de MT para esta unidad, ya que no es posible evaluar lo indicado por el Auditor, Coordinador, por GURCELDO SA.

Nombre:

Firma:

Compañía / Organización:

Observación:

Nombre: Guillermo Rosas V.

Firma:

Compañía / Organización: Acciona Energía Chile

Observación:

Se observa que no se ha recibido la información indicada en el protocolo de pruebas y se insiste que esta es de importancia para corroborar los límites operacionales definidos por Guacolda y por tanto las conclusiones que definen el término de la prueba de MT para esta unidad.



Nombre: Eduardo Rivas A.

Firma:

Compañía / Organización: Guacolda Energía S.A.

Observación:

Ante la consulta del auditor sobre la posibilidad de variar los ajustes de combustión, Guacolda indica que no es una práctica operacional normal, que amerita un estudio especializado, cuyo resultado no está garantizado y que podría involucrar obras e inversiones, por lo que no forma parte del alcance de la presente auditoría.

Durante la prueba y a la carga de mínimo técnico, el damper de aire frío del pulverizador C se encuentra cerrado, por lo que la temperatura de salida no puede ser controlada. El pulverizador B alcanza temperatura de 66,6°C y pulverizador C 65,7°C, siendo la consigna 69°C.

Las velocidades de salida de los pulverizadores se encontraban por debajo de 18 m/s, pulverizador B 17,58 m/s y el pulverizador C 17,7 m/s.

Se observaron variaciones del 25% (mínimo a máximo) de flujo de agua de alimentación (por sobre el 10% indicado en el protocolo de las pruebas)

Nombre: Richard Tapia R.

Firma:

Compañía / Organización: Guacolda Energía S.A.

Observación:

Nombre: Oscar Rodriguez V.

Firma:

Compañía / Organización: Guacolda Energía S.A.

Observación:



Acta De Pruebas

Proyecto: Auditoria de Mínimo Técnico unidades 1, 2, 3, 4 y 5 de la Central Guacolda.

- 1) Unidad probada para el Mínimo Técnico: Unidad 3
- 2) Fecha y hora de inicio de la prueba:
11 de Marzo de 2017; 09:30 horas
- 3) Fecha y hora de fin de la prueba:
11 de Marzo de 2017; 09:30 horas
- 4) Descripción de las actividades realizadas durante la prueba:

Guacolda S.A informa que la unidad se encuentra fuera de servicio, debido a una falla relacionada con los descansos del turbogenerador, desde el día 03 de febrero de 2017.

Guacolda S.A indica que una fecha probable de normalización y funcionamiento de la unidad sería alrededor del 20 de abril de 2017.

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, no se puede llevar a cabo el desarrollo de la prueba conforme al protocolo.



5) Registro de variables durante la Prueba. Valores de las mediciones realizadas:

- Datos del DCS (Apéndice A del Protocolo):

No aplica

- Observaciones Manuales (Apéndice B del Protocolo):

○ Estabilidad de llama para cada nivel en operación:
No aplica

○ Estabilidad del nivel del tambor:
No aplica

○ Estabilidad del flujo de aire de combustión:
No aplica

○ Acumulación de escorias y cenizas en las distintas zonas de la caldera y backpass:
No aplica

4

A

6) Firma y constancia de las observaciones de los participantes si las hubiese:

Nombre: *Ray E Henry*

Firma: *Ray E Henry*

Compañía / Organización: *Sargent & Lundy*

Observación: *Steam turbine casing open
for rotor replacement*

Nombre: *Marco A. Cruz*

Firma: *Marco Cruz*

Compañía / Organización: *Sargent + Lundy*

Observación: ~~La~~ *Turbina de vapor se observo
como fuera de servicio y sometida a
reparaciones.*



Nombre: DANIEL BARRILA

Firma:

Compañía / Organización: ENEL GREEN POWER

Observación: Unidad se aprecia en mantenimiento durante la presente auditoría

Nombre:

Gillermo Rosas V.

Firma:

Compañía / Organización: Acci na Energía Chile.

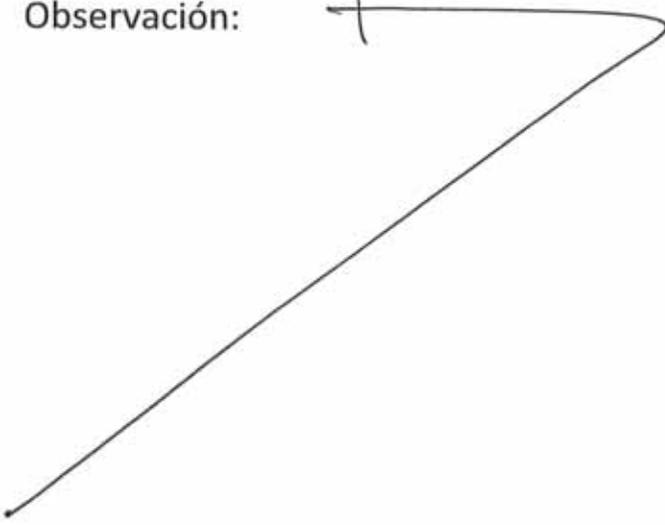
Observación: Durante la auditoría se comunicó y se aprecia que la unidad está en Mantenimiento.

Nombre: EDUARDO RIVAS

Firma:

Compañía / Organización: GUACOLDA ENERGÍA S.A.

Observación:

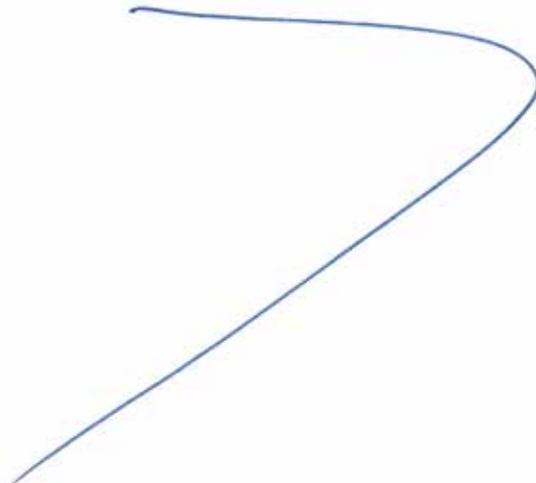


Nombre: RICHARD TAPIA R.

Firma:

Compañía / Organización: GUACOLDA ENERGÍA S.A.

Observación:

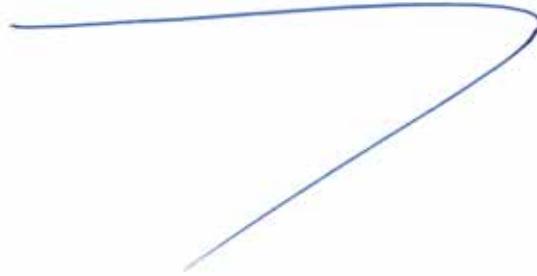


Nombre: Oscar Rodríguez

Firma:

Compañía / Organización: Guacolda energía S.A.

Observación:

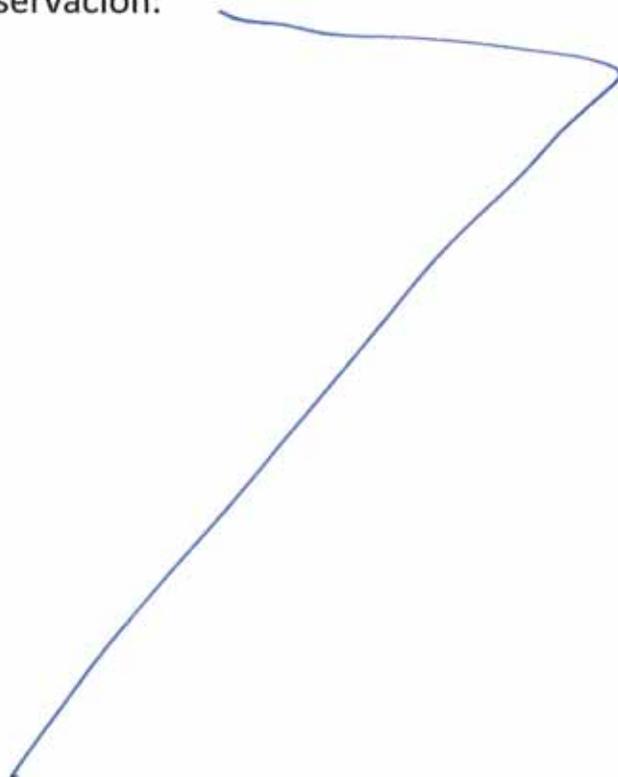


Nombre: Marco A. Velarde Revisich

Firma:

Compañía / Organización: Engie Energía Chile

Observación:



Nombre: EDUARDO A. GONZÁLEZ VARGAS

Firma: 

Compañía / Organización: COORDINADOR ELÉCTRICO NACIONAL.

Observación:



Nombre: VÍCTOR LÓPEZ

Firma: 

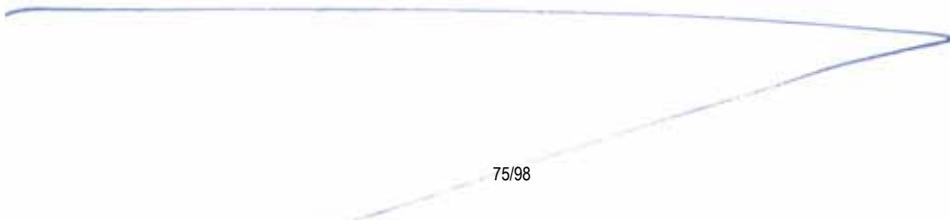
Compañía / Organización: Coordinador Eléctrico Nacional

Observación:



 IVAN RAMIRO MUÑOZ

COORDINADOR ELÉCTRICO NACIONAL



Acta De Pruebas

Proyecto: Auditoria de Mínimo Técnico unidades 1, 2, 3, 4 y 5 de la Central Guacolda.

- 1) Unidad probada para el Mínimo Técnico: Unidad 4
- 2) Fecha y hora de inicio de la prueba:
11 de Marzo de 2017; 09:05 horas
- 3) Fecha y hora de fin de la prueba:
11 de Marzo de 2017; 15:23 horas
- 4) Descripción de las actividades realizadas durante la prueba:

Las actividades fueron realizadas según los requerimientos del Protocolo. Se realizaron los movimientos de carga en la Unidad de acuerdo con la tabla 5-1 del Protocolo. Se verificó la estabilidad de los parámetros según la tabla 4-4 del protocolo.

- A. La unidad N°4 se mantuvo en 60 MW durante la madrugada. Se acuerda entre el Coordinador Eléctrico y Guacolda S.A. que dado que la unidad lleva más de 2 horas en condición de mínimo técnico, el inicio de registro de las variables indicadas en el apéndice A del protocolo se considerará a partir de las 7:05. Los observadores no presentan objeción a este hecho.

Se toma una muestra inicial de carbón desde el molino A.

Se observa inestabilidad de flujo de carbón y presión de vapor principal. Guacolda S.A. indica que esto podría deberse al tiempo prolongado que la unidad ha estado en condición de

R
4
X
MU

913
[Signature]

mínimo técnico (desde las 9:00am del día anterior). Guacolda S.A. indica que esta condición no es única y que comúnmente ocurre a 60 MW.

- B. A las 09:30 horas Guacolda S.A toma la decisión de detener momentáneamente la prueba de mínimo técnico para realizar soplado de la caldera e intentar así mejorar la estabilidad de las variables. Las temperaturas de vapor principal y vapor de recalentamiento estaban fluctuantes, lo que fue la razón principal por la que Guacolda deseaba operar los sopladores. El soplado de la caldera se lleva a cabo entre las 10:52 horas y las 11:53 horas. A las 10:30 horas en servicio los ignitores (Diesel), los que salen fuera de servicio a las 11:56. Esto eliminó la inestabilidad de la temperatura del vapor principal y vapor de sobrecalentado y redujo la inestabilidad en la presión del vapor principal.
- C. A las 12:37 horas el Coordinador Eléctrico solicita a Guacolda S.A. continuar con la prueba de mínimo técnico, y reducir la carga de la unidad a 59 MW, de acuerdo a Protocolo.
- D. A las 12:52 horas el Coordinador Eléctrico solicita a Guacolda S.A. reducir la carga de la unidad a 58 MW, de acuerdo a Protocolo. Tras revisión de varios parámetros Guacolda S.A. inicia reducción de carga solicitada a las 12:57.
- E. A las 13:12 horas el Coordinador Eléctrico solicita a Guacolda S.A. reducir la carga de la unidad a 57 MW, de acuerdo a Protocolo. Tras revisión de varios parámetros Guacolda S.A. inicia reducción de carga solicitada a las 13:20 horas.

- F. A las 13:35 horas el Coordinador Eléctrico solicita a Guacolda S.A. reducir la carga de la unidad a 56 MW, de acuerdo a Protocolo. Tras revisión de varios parámetros Guacolda S.A. inicia reducción de carga solicitada a las 13:41 horas. Hubo una alarma por alto nivel de condensado del calentador de alta presión N°1 de agua de alimentación, abriendo el drenaje anormal. Se observó que el problema eventualmente desapareció.
- G. A las 13:56 horas el Coordinador Eléctrico solicita a Guacolda S.A. reducir la carga de la unidad a 55 MW, de acuerdo a Protocolo. Tras revisión de varios parámetros Guacolda S.A. inicia reducción de carga solicitada a las 13:58 horas. La unidad queda en este punto de operación durante 2 horas para el registro de variables de apéndice A del protocolo.
- H. A las 14:45 horas opera la alarma de alto nivel de pirita. Guacolda S.A. indica que hay una alta acumulación de carbón mezclado con pirita en el molino B. Guacolda S.A, en conjunto con los observadores y el Auditor realizan una inspección visual en terreno para constatar este evento. Esta acumulación se debería según explicación de Guacolda S.A. a una baja velocidad de aire primario en el vanewheel. El Auditor indicó que esto podría deberse a un bajo flujo de aire primario.
- I. El Coordinador Eléctrico consulta a Guacolda S.A. si este punto de operación y la constatación de este evento, representa un punto riesgoso para la operación. Guacolda S.A indica que la condición de operación presente es riesgosa.
- J. El Coordinador Eléctrico consulta a Guacolda S.A, si puede realizar alguna acción operacional o ajuste para aumentar la

inyección de aire primario, como por ejemplo volver al punto de operación que existía antes del ajuste hecho por Alstom. Guacolda S.A indica que no es posible realizar esto.

K. El Coordinador Eléctrico toma la decisión, basado en lo expuesto por Guacolda S.A. y en la recomendación del Auditor, de no continuar con el protocolo, teniendo en consideración lo indicado en los párrafos precedentes.

L. Se toma una muestra final de carbón desde el molino C.

M. Guacolda S.A pregunta a los observadores si se ha respondido a todas las consultas del Auditor y de los observadores durante el desarrollo de las pruebas. Los observadores indican que sus preguntas durante el desarrollo de las pruebas han sido respondidas.

5) Registro de variables durante la Prueba. Valores de las mediciones realizadas:

- Datos del DCS (Apéndice A del Protocolo):

- El Auditor recibió en medio magnético (pendrive) el registro de datos entre las 07:30 a 09:30 horas (con frecuencia de muestreo de 1 segundo).
- El Auditor recibió en medio magnético (pendrive) el registro de datos entre las 12:30 a 15:30 horas (con frecuencia de muestreo de 1 segundo).

H
R
MV

AS

- El Coordinador Eléctrico, entregó copia de los registros de los datos operacionales del apéndice A, a los observadores de las pruebas.
- El Auditor solicita incluir en el registro de las variables operacionales del apéndice A del protocolo, el porcentaje % de apertura de los dampers de registros de aire. Guacolda S.A indica que estas variables fueron incluidas en el registro de datos entregados.
- El Auditor solicita registro de datos operacionales del apéndice A del protocolo del día viernes 10 de marzo del 2017, cuando la unidad inició el proceso de bajada de carga a MT. (entre 08:00 horas y las 10:00 horas.). Guacolda S.A. entrega estos registros.
- El Auditor solicita registro de datos operacionales del apéndice A del protocolo del día miércoles 08 de marzo del 2017, cuando la unidad se mantuvo en MT (alrededor de las 13:30 hrs y las 15:30 hrs.). Guacolda S.A. entrega estos registros.
- El Auditor solicita el último informe de ajustes y sintonización de la caldera. Guacolda S.A. entrega este documento.
- El Auditor solicita el modelo de cálculo de velocidad de molino. Guacolda S.A. entrega esta información. Guacolda S.A. solicita confidencialidad sobre esta información y que sea entregada sólo al Auditor en el contexto de esta auditoría. El Coordinador accede a esta solicitud.

R
H
A
W

R

R

- Observaciones Manuales (Apéndice B del Protocolo):

- Estabilidad de llama para cada nivel en operación:
Durante la prueba no se registra inestabilidad por sobre los límites que el Auditor considera normales.
- Estabilidad del nivel del tambor:
Durante la prueba no se registra inestabilidad por sobre los límites que el Auditor considera normales. Hubo algún grado de fluctuaciones en el nivel del domo, pero estaba dentro de los límites y no cambió a medida que la carga se redujo.
- Estabilidad del flujo de aire de combustión:
La observación preliminar fue que era estable pero la revisión detallada de los datos está pendiente.
- Acumulación de escorias y cenizas en las distintas zonas de la caldera y backpass:

No se realizó una inspección sobre estos parámetros.

6) Firma y constancia de las observaciones de los participantes si las hubiese:

Nombre: Marco A. Cruz

Firma: *Marco Cruz*

Compañía / Organización: *Sargent + Lundy*

Observación: 

Nombre: *Ray E Henry*

Firma: *Ray E Henry*

Compañía / Organización: *Sargent & Lundy*

Observación: 

Handwritten initials/signature in blue ink.

Handwritten initials 'MW' in blue ink.

Handwritten initials/signature in blue ink.

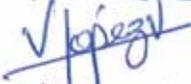
Nombre: *Edgar Zubizarain*
 Firma: *[Signature]*
 Compañía / Organización: *Coordinadora Electrónica Nacional*
 Observación: *[Large handwritten mark]*

Nombre: *EDUARDO A. GONZALEZ V.*
 Firma: *[Signature]*
 Compañía / Organización: *[Signature]*
 Observación: *Coord. EISE NACIONAL.*

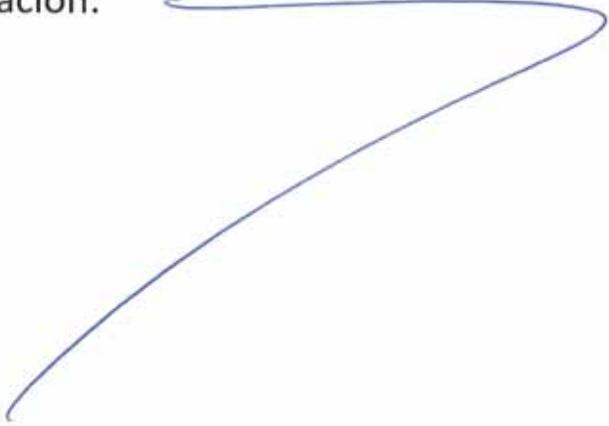
R
[Signature]
AV

[Signature] *[Signature]*

Nombre: Víctor López Vásquez

Firma: 

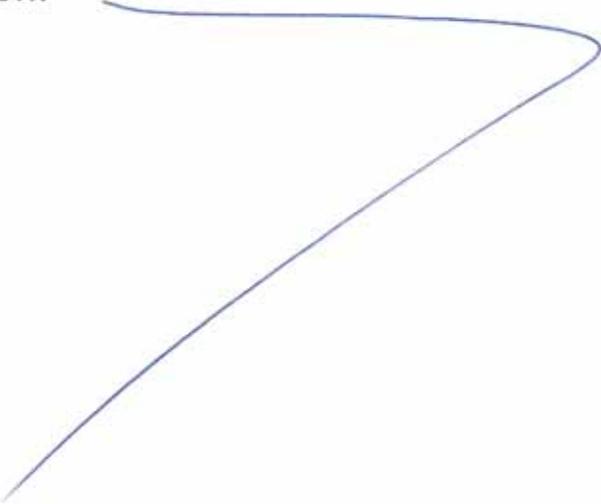
Compañía / Organización: Coordinador Eléctrico Nacional

Observación: 

Nombre: _____

Firma: _____

Compañía / Organización: _____

Observación: 







Nombre: Marco A. Velarde P.

Firma: *M. Velarde P.*

Compañía / Organización: Engie Energía Chile

Observación:

[Large handwritten scribble]

Nombre: _____

Firma: _____

Compañía / Organización: _____

Observación: *[Large handwritten scribble]*

R
AV

[Handwritten mark]

[Handwritten mark]

Nombre: Guillermo Rosas V.

Firma:

Compañía / Organización: Acciona Energía Chile

Observación:

Como observador de la prueba no desconozco la buena voluntad de Guacolda en contestar algunas preguntas respecto a los parámetros y las configuraciones particulares de los sistemas de cada unidad, pero este canal informal no garantiza que toda la información planteada pueda ser verificada con un respaldo técnico. Por lo anterior es necesario establecer una carpeta técnica mínima que justifique los criterios restrictivos señalados por Guacolda para esta auditoría. Lo anterior quedó establecido en el Programa de Protocolo de pruebas y al término de estas pruebas no he recibido por parte del Coordinador Eléctrico.

Se observa además que no es posible regular por ejemplo puntos críticos como el aire (flujo, presión) primario o Secundario por bajo las potencias en que terminaron las pruebas sin el apoyo del fabricante del equipo y estudios validados que lo permitan. Esto es muy entendido por Guacolda por lo que en estas pruebas difícilmente habría sido posible determinar un nuevo mínimo técnico para cada unidad.


1 MV





Nombre: DANIEL BARRA E.

Firma: 11.03.2017

Compañía / Organización: ENEL GREEN POWER

Observación:

- Se recibe la información de los registros de operación obtenidas durante las pruebas de la U4, pero aún no se recibe la información indicada en el Programa de Protocolo de pruebas, por lo tanto no es posible corroborar formalmente los resultados y conclusiones que definen el término de la prueba de MT para esta unidad. Destacar también que Guacolda solicitó que no se me entregara una copia del cálculo para determinar la velocidad de flujo a los molinos, lo cual también está contra la transparencia de la información.
- Llamó la atención que transcurrido un poco más de una hora desde iniciada las pruebas en la U4, el personal de Guacolda informó que existía una anomalía en la T° y P° del vapor de SH y RH, lo cual se detectó app. a contar de las 07:00 hrs. y que para solucionarlo y lograr la estabilizar la unidad, se debía realizar un retrosoplado en la caldera, debido al ensuciamiento de los quemadores producto de que la unidad llevaba más de 24 hrs. en MT (60 MW). El retrosoplado se inició a las 10:52 hrs. y finalizó a las 11:53 hrs. Creo que Guacolda no actuó de manera correcta con esta situación, debido a que de acuerdo a lo indicado por ellos, no era una condición normal el operar por más de 24 hrs. seguidas en MT, por lo tanto, es muy probable que se necesitara un retrosoplado, lo cual, ellos deberían haber previsto con anticipación para haber hecho este proceso de limpieza previo al inicio de las pruebas y no durante las pruebas, lo cual retrasó y ensució el proceso de auditoría.
- Respecto a la suspensión de las pruebas, se observa que la respuesta dada por Guacolda a la consulta del Coordinador y del Auditor sobre si era posible cambiar la curva de inyección de aire y combustible, fue la misma que la dada para la suspensión de las pruebas en las unidades 1 y 2, es decir, que ellos "en estos momentos, no poseen los recursos necesarios para ajustar estos parámetros de manera segura y confiable, ya que no se tiene a un experto que pueda evaluar y ejecutar lo solicitado". Este punto va en contra de lo solicitado en el Dictamen del H. Panel de Expertos, ya que en éste documento se menciona que el auditado deberá disponer de todos los recursos necesarios para llevar a cabo de la mejor manera posible el proceso de auditoría, además, existe una incongruencia en la justificación dada por Guacolda respecto de no tener especialistas, ya que durante todas las pruebas, estuvo presente un especialista de Mitsubishi que si bien, no se nos indicó cuál era su función, si estuvo participando de discusiones técnicas entre los especialistas de Guacolda en reiteradas ocasiones. Además, el motivo del término de las pruebas, a mi juicio, no concluye que tanto esta unidad como las otras unidades, pueden operar a una carga menor de 60Mw, solo se deja en evidencia que con los recursos que se tienen en estos momentos, no es posible por ahora continuar con esta auditoría.

Nombre: Eduardo Rivas A.

Firma:

Compañía / Organización: Guacolda Energía S.A.

Observación:

Al iniciar las pruebas se aprecian varias variables inestables, entre ellas la presión de vapor principal, temperatura de sobrecalentado y recalentado, potencia de generación, aire de combustión, entre otras variables. Ante ello, Guacolda sugiere al Auditor, realizar un soplado de caldera, siendo esto una operación que se realiza normalmente cuando la unidad se encuentra a plena carga todos los días. El Auditor y el Coordinador aprueban la propuesta.

El soplado se realiza de manera normal, con fuegos suplementarios en servicio para mantener una llama estable. Al término del proceso se aprecia una mejora en algunos parámetros y se inicia la prueba de bajadas de carga.

Durante la prueba, cuando la unidad se encontraba en 59 MW, la unidad queda con la bomba B de agua de alimentación, en condiciones de recirculación.

En 55MW, a las 14:21 y 14:26 horas, opera bajo nivel del calentador de alta presión 1. A las 15:14 horas, se produce un cambio automático de vapor desde la extracción de media presión 2 a vapor auxiliar.

En esta misma condición de carga, se observa acumulación de material anormal en el turborreactor del FGD, cuya posible causa se debería a la pérdida de sustentación del lecho, por baja en la presión diferencial entre entrada y salida del turborreactor.

En condiciones de 55 MW, la unidad presentaba velocidades del suministro de carbón en el interior de la tubería de carbón de 17,5 m/s en el molino 4B y 18,91 m/s en el molino 4C.

La unidad durante todo el proceso se mantuvo en condiciones de operación automática.

Se entregan los registros manuales de tomas de datos de las presiones de aire de entrada a windbox, en formato papel al auditor.

Observaciones Generales del proceso.

Durante todo el período de las pruebas, se contó con la presencia de los observadores de las empresas Enel Green Power (Daniel Barra) y Acciona (Guillermo Rozas). No obstante, el observador de la empresa Monte Redondo – Engie (Marco Velarde) solo participó en la prueba del día 11 de marzo. Por último, el observador de la empresa LAP (Maximiliano Miranda), solo participó de la charla de inducción el primer día de pruebas y luego se retiró de las instalaciones de Guacolda, quedando de regresar, cosa que no ocurrió.

Durante todas las pruebas, se entregaron al Auditor impresiones de pantallas del DCS con la información que fue solicitada por el Auditor y además aquella que mostraba las desviaciones de los valores mínimos aceptables de presión diferencial de windbox-hogar y cálculos de velocidad de carbón en tuberías.

Durante todo el proceso de las pruebas, se respondieron todas las consultas de índole técnico a los observadores y se realizó una presentación con la explicación de las limitaciones existentes en las unidades de Guacolda a todos los observadores que asistieron presencialmente a las pruebas.

Nombre: Richard Tapia R.

Firma:

Compañía / Organización: Guacolda Energía S.A.

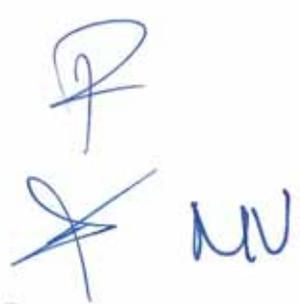
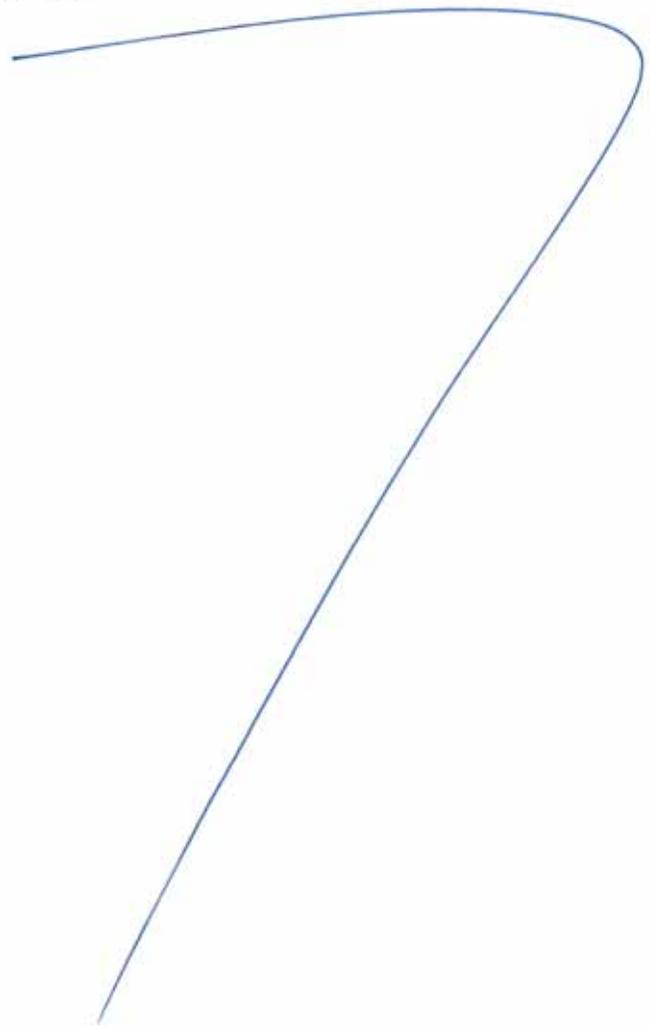
Observación:

Nombre: Oscar Rodriguez V.

Firma: 

Compañía / Organización: Guacolda Energía S.A.

Observación:



11/03/2017

Generación: Pinedo UBilla

Jefe Turno: Cristian Nieves

Cristian Nieves Meneses
 Jefe de Turno
 Subgerencia de Operaciones
 Complejo Guacolda - AES Gener

TABLA DE DATOS UNIDAD 4							
HORA	GENERACION [MWH]	PRESION WIND BOX IZQ [mmh20]			PRESION WIND BOX DER [mmh20]		
		Minimo	Medio	Maximo	Minimo	Medio	Maximo
8:30	60	0		10			10
09:30	60	0	8	18	3	10	18
09:45	60	-2	10	18	5	11	20
09:50	60	10	15	25	15	19	28
10:00	60	2	10	18	7	15	22
10:10	60	10	18	25	10	15	25
10:20	60	-2	8	12	5	11	22
10:30	60	12	21	28	2	12	22
10:40	60	9	16	18	12	14	25
10:50	60	0	8	15	-2	5	15
11:00	60	15	17	22	8	17	22
11:10	60	8	12	18	5	7	10
11:20	60	5	12	18	10	15	18
11:30	60	2	5	10	5	9	15
11:40	60	8	13	20	2	7	12
11:50	60	0	10	15	-2	3	10
12:00	60	5	12	22	5	10	18
12:10	60	0	8	18	-10	10	20
12:20	60	5	10	15	0	7	12
12:30	60	0	5	18	5	10	18
12:40	55	3	8	16	8	8	12
12:50	55	8	12	22	0	15	25
13:00	55	5	12	15	0	5	12
13:10	55	14	18	30	8	15	18
13:20	55	5	10	12	3	18	20
13:30	55	12	15	20	10	13	21
13:40	55	15	20	22	12	15	25
13:50	55	12	10	20	7	12	18
14:00	55	4	12	18	3	18	22
14:10	55	12	20	25	10	15	28
14:20	55	10	12	18	9	12	18
14:30	55	5	10	19	10	12	15
14:40	55	4	12	18	9	10	22
14:50	55	3	10	19	3	12	12
15:00	55	12	20	28	10	12	22
15:10	55	6	12	22	7	13	18
15:20	55	3	12	21	4	14	19

Acta De Pruebas

Proyecto: Auditoria Técnica de Los Parámetros de Mínimo Técnico

Unidades 1-5 de la Central Guacolda

- 1) Unidad probada para el Mínimo Técnico: **5**
- 2) Fecha y hora de inicio de la prueba: **8 de Marzo de 2017 / 15:30 horas**
- 3) Fecha y hora de fin de la prueba: **8 de Marzo de 2017 / 17:30 horas**
- 4) Descripción de las labores realizadas:

Fueron realizadas según los requerimientos del protocolo pero la carga mínima no fue reducida menos de 60 MW por resultado de la garantía establecida por MHPS. Estos detalles del contrato entre Guacolda y MHPS también fueron revisados por Sargent y Lundy y El Coordinador durante las pruebas y fue determinado como aceptable.

Los datos de operación fueron revisadas de las pantallas de los operadores y fueron imprimidas y entregadas para revisión por Sargent y Lundy. Las pantallas del coordinado fueron revisadas hasta las 18:00 horas pero los datos obtenidos por CD fueron registrados hasta las 17:30 horas, tal como fue requerido por Sargent y Lundy.



1/7

5) Valores de las mediciones realizadas:

- Datos del DCS (Apéndice A del Protocolo): Recibidos en CD con datos de 15:30 a 17:30 horas (1 sec)
- Observaciones Manuales (Apéndice B del Protocolo):

- Estabilidad de llama para cada nivel en operación:

Como se discutió, la unidad no se redujo en carga por debajo de 60 MW debido a la garantía establecida por MHPS. La unidad fue reducida a 60 MW y todos están de acuerdo que la llama es estable.

- Estabilidad del nivel del tambor:

El nivel es estable

- Estabilidad del flujo de aire de combustión:

La estabilidad del flujo fue observada como estable.

- Acumulación de escorias y cenizas en las distintas zonas de la caldera y backpass:

No hubo acumulación significativa de escoria.

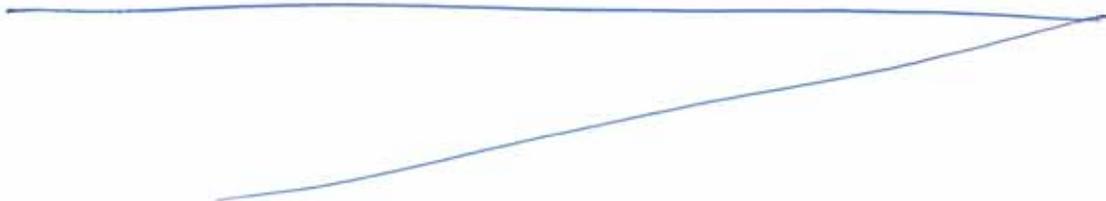
6) Firma y constancia de las observaciones de los participantes si las hubiese:

Nombre: Ray Henry

Firma: *Ray Henry*

Campania/Organización: Sargent & Lundy

Observación:

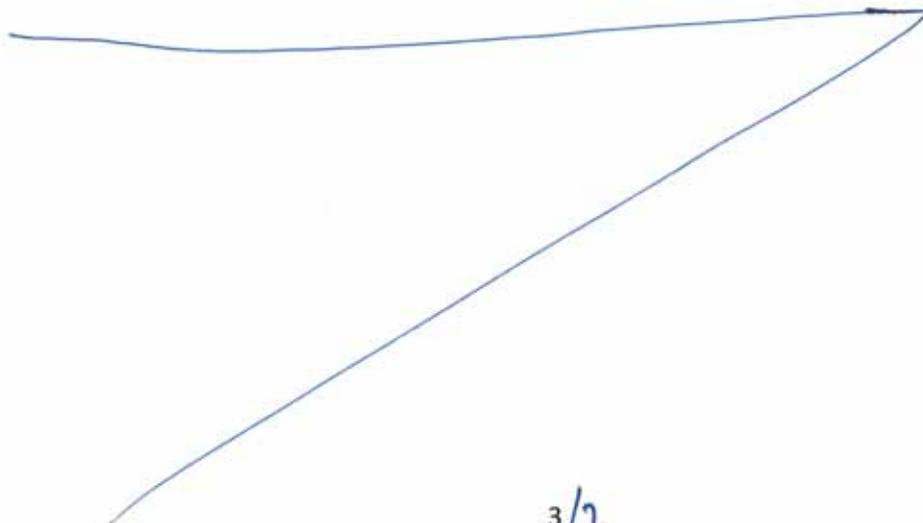


Nombre: Marco A Cruz

Firma: *Marco Cruz*

Campania/Organización: Sargent & Lundy

Observación:

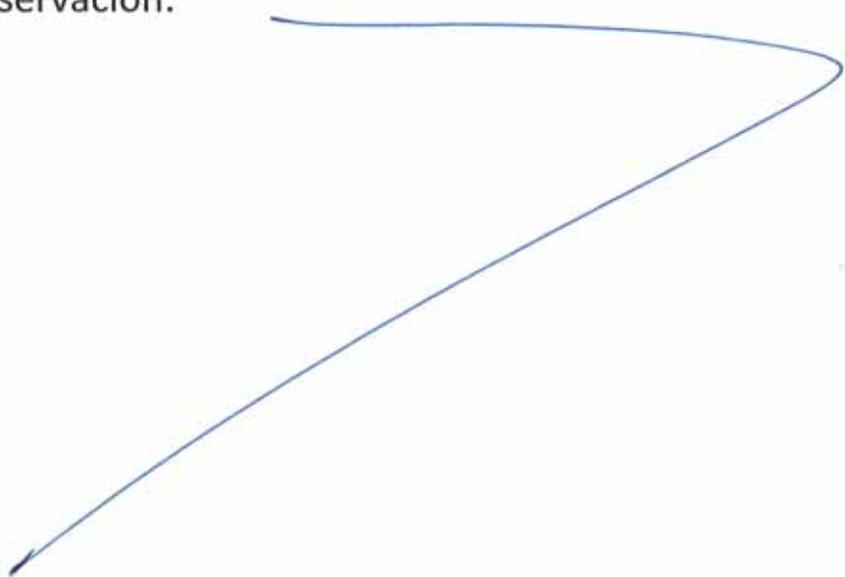


3/7

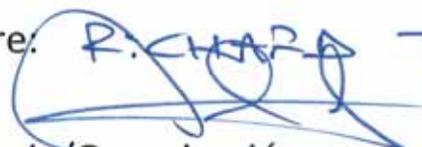
Nombre: EDUARDO RIVAS

Firma: 

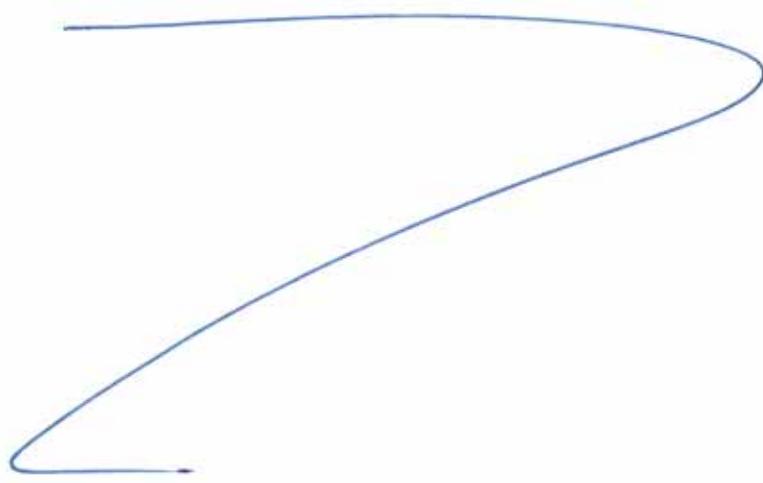
Campania/Organización: GUACOLDA ENERGIA S.A.

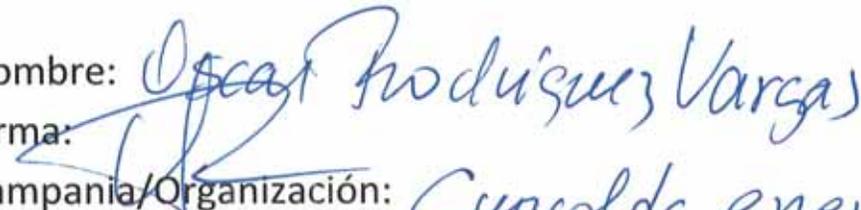
Observación: 

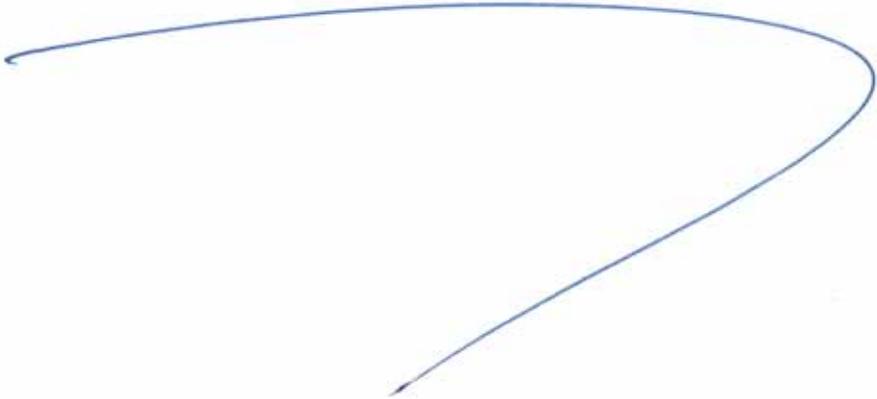
Nombre: RICHARDA TAPSA R.

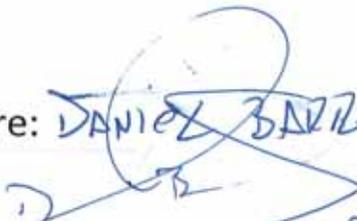
Firma: 

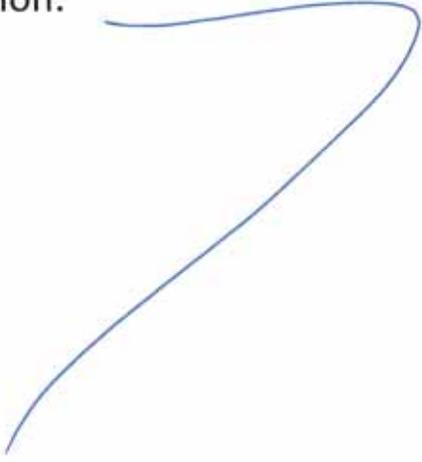
Campania/Organización: GUACOLDA ENERGIA S.A.

Observación: 

Nombre: Oscar Rodríguez Vargas
Firma: 
Campania/Organización: Guacolda energía
Observación:



Nombre: DANIEL BARRA C.
Firma: 
Campania/Organización: ENEL GREEN POWER
Observación:



Nombre: *Co. Hermano Posas*

Firma: *[Signature]*

Campania/Organización: *Academia*

Observación: *[Large handwritten mark]*

Nombre: *Ivan Zubizar*

Firma: *[Signature]*

Campania/Organización: *Coordinador eléctrico Nacional*

Observación: *[Large handwritten mark]*

Nombre: EDUARDO A. GONZALEZ JARGAS

Firma: 

Campania/Organización: CONS. ELEC. VAE.

Observación:



Nombre: VICTOR LÓPEZ VÁSQUEZ

Firma: 

Campania/Organización: Coordinador Eléctrico Nacional

Observación:

