CerTa Veritas

Former PTM team of KEMA

# Acta de la Prueba Pruebas de Consumo Especifico de las Unidades Generadoras Ventanas 1

## Coordinador Eléctrico Nacional

**Referencia del Cliente:** Pruebas de Consumo Especifico de las Unidades Generadoras Ventanas 1, Ventanas 2 y Nueva Ventana
**Doc No:** 19-0008 Rev.1
**Fecha de emisión:** 2019-10-03
**Fecha de última revisión:** 2019-01-18

## Detalles del Cliente

| | |
|---|---|
| Nombre del Cliente: | Coordinador Eléctrico Nacional |
| Dirección del Cliente: | Teatinos 280, Piso 11°<br>Santiago, Chile |
| Persona de contatcto: | Cristian Reyes Vigh |

## Detalles de Certa Veritas

| | |
|---|---|
| Entidad Legal: | CerTa Veritas B.V. (former KEMA PTM) |
| Dirección: | 't Veld 13, 6666 MK<br>Heteren, los Países Bajos |
| Telefono: | +31 6 1506 3348 |

## Sobre este documento

| | |
|---|---|
| Titulo de la proyecto: | Pruebas de Consumo Especifico de las Unidades Generadoras Ventanas 1, Ventanas 2 y Nueva Ventanas |
| Titulo de la acta: | Pruebas de Consumo Especifico de las Unidades Generadoras Ventanas 1 |
| Fecha de emisión: | 2019-01-18 |
| Fecha de última revisión: | 2019-10-03 |
| Protocolo No.: | 19-0008 Rev.1 |

Tarea y objetivo

| Preparado por: | Aprobado por: |
|---|---|
| M.J.G Snippert<br>Experto Técnico | S.P.N van Rijen<br>Experto Técnico |

☒ Distribución ilimitada (interna y externa)
☐ Distribución ilimitada dentro de CerTa Veritas
☐ Distribución limitada dentro de CerTa Veritas después de 3 años
☐ No distribución (confidencial)
☐ Secreto

No está permitida la referencia a partes de este informe que puedan dar lugar a interpretaciones erróneas.

| Rev. No. | Fecha | Motivo de la emisión | Preparado por | Aprobado por |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 2019-01-18 | Primera edición | M.J.G. Snippert | S.P.N. Rijen |
| 1 | 2019-10-03 | Nuevas pruebas CEN | M.J.G. Snippert | S.P.N. Rijen |

# Índice

1 INTRODUCTION / INTRODUCCIÓN ..... 1

2 TEST PROGRAM HEAT RATE TESTS / PROGRAMA DE PRUEBAS CEN ..... 2

3 OBSERVATIONS BEFORE AND DURING THE TESTS / OBSERVACIONES ANTES Y DURANTE LAS PRUEBAS ..... 3

Anexo A Participants / Participantes

# 1 INTRODUCTION / INTRODUCCIÓN

In close operation and by order of AES Gener S.A., the net heat rate measurements at Ventanas Unit#1, as per Coordinador Eléctrico Nacional (the Coordinator) requirement, have been conducted by CerTa Veritas (- former PTM team of KEMA -) as an independent party in the period from the 14th of January 2019 until the 16th of January 2019 and in the period from the 1st of October 2019 until the 2nd of October.

En estrecha operación y por orden de AES Gener S.A., las mediciones de consumo específico neto (CEN) en la Unidad Ventanas #1, según el requerimiento del Coordinador Eléctrico Nacional (el coordinador), han sido realizadas por CerTa Veritas (-antiguo equipo del PTM de KEMA-) como independiente parte en el período comprendido entre el 14 de enero de 2019 y el 16 de enero de 2019 y en el período comprendido entre el 1 de octubre de 2019 hasta el 2 de octubre de 2019.

The test procedure, with reference 18-0084 Protocolo de Pruebas CEN La Unidad 1 de Ventanas rev.3, dated the 3th of December 2018, which has been agreed by parties involved, has been used as a guideline.

Se ha utilizado como guía el procedimiento de ensayo, con referencia 18-0084 Protocolo de Pruebas CEN La Unidad 1 de Ventanas rev.3, fechado el 3 de diciembre de 2018, mismo que ha sido acordado por las partes implicadas.

The purpose of the heat rate test is to determine the net heat rate (Consumo Especifico Neto, CEN) of the unit according to the requirements of the Coordinator. To fulfil the Coordinator requirements, the heat rate is corrected and adjusted for the common auxiliaries, support auxiliaries and facilities, which are not directly involved to produce fuel related net electrical power of the unit.

El propósito de la prueba de consumo específico es determinar el Consumo Específico Neto (CEN o Heat Rate) de la unidad de acuerdo con los requisitos del Coordinador. Para cumplir con los requisitos del Coordinador, el Consumo Específico Neto es corregido y ajustado para los auxiliares comunes, auxiliares de soporte e instalaciones que no están directamente involucrados en la producción de energía eléctrica neta relacionada con el combustible de la unidad.

In this report the observations are presented of the conducted heat rate tests of Ventanas Unit#1. The results of these test will be presented in separate report.

En este informe se presentan las observaciones de las pruebas de CEN realizadas en la Unidad Ventanas #1. Los resultados de estas pruebas se presentarán en un informe separado.

# 2 TEST PROGRAM HEAT RATE TESTS / PROGRAMA DE PRUEBAS CEN

The net specific consumption determination test is performed at Ventanas Unit #1. This test is performed as follows:

La prueba de determinación de consumo específico neto se realiza en la en la Unidad Ventanas #1. Esta prueba se realiza de la siguiente manera:

**Monday 14th of January / lunes 14 de enero**

| Numero de Prueba | Potencia bruta (MW) | Inicio Prueba | Termino Prueba |
|---|---|---|---|
| 4 | 85 | 11:00 | 13:00 |
| 5 | 75 | 15:45 | 17:45 |

**Tuesday 15th of January / martes 15 de enero**

| Numero de Prueba | Potencia bruta (MW) | Inicio Prueba | Termino Prueba |
|---|---|---|---|
| 3 | 95 | 06:15 | 08:15 |
| 6 | 65 | 12:30 | 14:30 |

**Wednesday 16th of January / miercoles 16 de enero**

| Numero de Prueba | Potencia bruta (MW) | Inicio Prueba | Termino Prueba |
|---|---|---|---|
| 7 | 55 | 09:15 | 11:15 |

**Tuesday 1st of October / martes 1 de octubre**

| Numero de Prueba | Potencia bruta (MW) | Inicio Prueba | Termino Prueba |
|---|---|---|---|
| 1 | 104 | 13:30 | 15:30 |
| 2 | 74 | 19:15 | 21:15 |

**Wednesday 2nd of October / miercoles 2 de octubre**

| Numero de Prueba | Potencia bruta (MW) | Inicio Prueba | Termino Prueba |
|---|---|---|---|
| 5.1 | 115 | 00:45 | 02:45 |

# 3 OBSERVATIONS BEFORE AND DURING THE TESTS / OBSERVACIONES ANTES Y DURANTE LAS PRUEBAS

With respect to the execution of the heat rate test measurements and the heat rate test measurements itself, the following observations have been perceived:

Con respecto a la ejecución de las mediciones de las pruebas de CEN y las mediciones de las pruebas de CEN en sí, se han percibido las siguientes observaciones:

## 1.1. Observaciones antes y durante las pruebas de enero

- On the 18th of December 2018 the declared minimum load of the unit was changed from 60 MW to 55 MW. Therefore, the load points as described in the test procedure were changed to the following load points:
- El día 18 de diciembre 2018, la carga mínima declarado de la unidad fue cambiada de 60 MW a 55 MW. Por esta razón, los puntos de carga descritos en el protocolo de pruebas fueron cambiados a los siguientes puntos de carga.

| Numero de Prueba | Potencia bruta (MW) | Potencia bruta (MW) |
|---|---|---|
| 1 | 114.2 (max) | 114.2 (max) |
| 2 | ~~105.2~~ | 104.3 |
| 3 | ~~96.1~~ | 94.5 |
| 4 | ~~87.1~~ | 84.6 |
| 5 | ~~78.1~~ | 74.7 |
| 6 | ~~69.0~~ | 64.9 |
| 7 | ~~60.0 (min)~~ | 55.0 (min) |

- Prior to the heat rate tests, on Tuesday the 10th of January 2019 and on Friday 11th of January 2019 several meetings with Operations and Laboratorio Combustibles were attended to coordinate the heat rate test. Special attention was made to the sampling of the coal, fly ash, bottom ash and the measurements of the $O_2$, CO and temperature at the outlets of the air heater.

  Antes de las mediciones del consumo especifico, el martes 10 de enero del 2019 y el viernes 11 de enero del 2019 se asistieron a varias reuniones con "Operaciones y Laboratorio Combustibles" para coordinar las pruebas CEN. Se prestó especial atención al muestreo del carbón, las cenizas volantes, las cenizas de fondo y las mediciones de $O_2$, CO y la temperatura en las salidas del calentador de aire.

- Sampling of the coal and fly ash were tested, and the amount of fly ash in two hours was less than described in the protocol. Although the fly ash sample is a representative sample and the amount is enough for analyzing.

  Se analizó el muestreo del carbón y de las cenizas volantes, y la cantidad de ceniza volante en dos horas fue menor que la descrita en el protocolo. Aunque la muestra de cenizas volantes es una muestra representativa y la cantidad es suficiente para el análisis.

- In the night before the test days the normal soot blowing schedule was performed and the condenser was cleaned.

  En la noche antes de los días de prueba el programa de soplado de hollín se realizó de forma normal y se limpió el condensador.

- In the early morning before the test days the silos of the unit where filled up (100 – 150 ton) to have enough coal to perform the two tests.

  Temprano en la mañana antes de la realización de la prueba los silos de la unidad fueron llenados (100 – 150 ton) para tener suficiente carbón para llevar a cabo la ejecución las dos pruebas.

- During the test days the boiler was fired with a coal blend of 90% Cerrejón coal (Columbia) and 10% Mina Invierno coal (Chile).

  Durante los días de prueba, la caldera fue encendida con una mezcla de carbón de 90% cerrajón (Columbia) y 10% Mina Invierno (Chile).

- There is restriction on the cooling seawater temperature at the outlet of the unit (into the sea). This temperature can't be higher than 30ºC. In January it's summertime and the inlet of the seawater is higher than in the winter period and the outlet seawater temperature of 30ºC will be reached faster. On Monday morning the 14th of January the unit was ramped up from minimum load to maximum load, but the maximum what the unit reached around 8:30 hour was 99 MW. The maximum seawater temperature outlet of 30ºC was reached. Therefore, the load of the unit was decreased to 95 MW. At around 10:00 hour the seawater temperature reached again the 30ºC. So, it was decided to go down in the load to 85 MW and to start with test number 4, followed by test number 5 (75 MW).

- Existe una restricción en la temperatura de agua de mar para refrigeración en la salida de la unidad (al mar). Esta temperatura no puede ser más alta que 30ºC. Debido al verano la temperatura del agua de mar en la entrada de la unidad es más alta que en invierno, por ello la temperatura en la salida de la unidad de 30° C será alcanzada de manera más rápida. En la mañana de lunes 14 de enero la unidad arrancó desde la carga mínima a la carga máxima, pero el máximo que pudo alcanzar la unidad fue de 99MW alrededor de las 8:30 horas en la mañana, sin embargo, la temperatura del agua era todavía de 30°C. por lo tanto la carga de la unidad se redujo a 95 MW, sin embargo, se mantuvo la temperatura máxima del agua en 30°C.; alrededor de 10:00 horas, la temperatura alcanzó de nuevo los 30°C. Por lo tanto, se decidió reducir la carga a 85MW y comenzar con la prueba número 4, seguida de la prueba número 5 (75MW).

- During the test days the Steam Coil Air Heaters were in service, this is normal operation for this unit to have a more stable inlet temperature at the FGD.

  Durante los días de pruebas, los calentadores de aire del serpentín de vapor estuvieron en servicio, esto es normal para que esta unidad tenga una temperatura de entrada más estable al FGD.

- During the test days next to SJAE the hogging ejector which is normally used for starting of the unit to reach the good vacuum level was also in service, but the steam pipeline was squeezed. This ejector was in operation because there is a leakage in the condenser and otherwise the normal vacuum can't be reached.

- Durante los días de pruebas al lado de SJAE, el eyector de hogging que normalmente se utiliza para el arranque de la unidad y también para obtener un buen nivel de vacío estaban en servicio, pero la

canalización de vapor fue ligeramente bloqueada. Este eyector estaba en funcionamiento porque existe una fuga en el condensador y de lo contrario no se podía alcanzar el vacío normal.

- 30 minutes before each test the BAHS system was pumped empty, this took around 30 minutes. 30 minutes before the end of each test the BAHS system was pumped empty and samples of the bottom ash were taken.

  30 minutos antes de cada prueba, el sistema BAHS fue bombeaba al vacío, lo que tardó alrededor de 30 minutos. 30 minutos antes del final de cada prueba, el sistema BAHS se bombeaba vacío y se tomaban muestras de escoria.

- On Tuesday the 15th of January, in the early morning another attempt was done to execute the base load test, but at 05:30 at 98 MW the outlet seawater temperature was already 29.5ºC. Therefore, the load of the unit was decreased to 95 MW and it was decided to execute test number 3 (95 MW). The two higher load points were postponed to May and will be executed before or after the heat rate tests of Ventanas unit#2 and Nueva Ventanas.

  El martes 15 de enero, a primera hora de la mañana, se realizó un nuevo intento para realizar la prueba de carga base, pero a las 05:30 a 98 MW la temperatura de salida del agua de mar ya era de 29.5ºC, Por lo tanto, la carga de la unidad se redujo a 95 MW y se decidió ejecutar la prueba número 3 (95 MW). Los dos puntos de carga más altos se pospusieron hasta mayo y se ejecutarán antes o después de las pruebas de CEN de la Unidad Ventanas #2 y Nueva Ventanas.

- On Tuesday the 15th of January, a water/steam leakage test was performed. From 09:00 till 10:30 hour the cycle isolation test was executed; the cycle losses were determined on 1.16 kg/s.

  El martes de 15 de enero se realizó una prueba de hermeticidad del sistema agua/vapor. Desde las 09:00 hasta las 10:30 horas se realizó la prueba de aislamiento del ciclo; las pérdidas del ciclo se determinaron en 1,16 kg/s.

## 1.2. Observaciones antes y durante las pruebas de octubre

- In the evening of Saturday the 28th of September, the unit was started so the unit would be completely warmed up for the first heat rate test on the 1st of October.

  En la noche del sábado 28 de septiembre se puso en marcha la unidad para que se calentara completamente para efectuar la primera prueba de consumo especifico el 1 de octubre.

- In the night before the test day the condenser was cleaned, the normal soot blowing schedule was not performed because of malfunction of the system.

  En la noche antes del día de prueba se limpió el condensador, sin emabrgo el programa normal de soplado de hollín no se llevó a cabo debido al mal funcionamiento del sistema.

- In the early morning before the test days the silos of the unit where filled up (100 – 150 ton) to have enough coal to perform the two tests.

  Temprano en la mañana antes de la realización de la prueba los silos de la unidad fueron llenados (100 – 150 ton) para tener suficiente carbón para llevar a cabo la ejecución las dos pruebas.

- Before the start of the first test of the day, the continuous blow down was closed manual.

  Antes del inicio de la primera prueba del día, la purga continua se cerró manualmente.

- Before the start of the first test of the day, the auxiliary steam valve from the drum to the deaerator and to the air steam coil heaters was manual closed. So, the auxiliary steam needed for the unit was supplied from steam turbine extraction no. 4.

  Antes del inicio de la primera prueba del día, la válvula de vapor auxiliar del tambor al desaireador y a los calentadores de aire del serpentín se cerró manualmente. Por lo tanto, el vapor auxiliar necesario para la unidad fue suministrado por la extracción de la turbina de vapor nº 4.

- Before the start of the first test on the 1st October, pre-heater 4 was found to be out of service and it was not possible to put this in service again. Therefore, the drain water of pre-heater 2 was going complete to the deaerator and not to pre-heater 4 as this one was out of service. A consequence of this is that the drain water of pre-heater 1 was not going to pre-heater 2 as normal but directly to deaerator.

  Antes del inicio de la primera prueba, se descubrió que el precalentador 4 estaba fuera de servicio y por ello no fue posible ponerlo en servicio. Por lo tanto, el agua de drenaje del precalentador 2 va a parar completamente al desaireador y no al precalentador 4, debido a que este está fuera de servicio. Como consecuencia, el agua de drenaje del precalentador 1 no va al precalentador 2 como seria lo normal, sino va directamente al desaireador.

- Before the first test on the 1st October the re-heat spray water flow is not in service but according the DCS measurement there was a flow. The manual valve of re-heat spray water flow was closed and the re-heat spray water flow signal was reset and after the reset the manual valve was opened again.

  Antes de la primera prueba del 1 de octubre, el flujo de agua de rociado de atemperacion a la re-calentador no está en servicio, pero de acuerdo con el DCS todavía existía un flujo. La válvula manual de agua de rociado de recalentamiento se cerró y la señal de flujo de agua de rociado de recalentamiento se reajustó y después del reajuste se volvió a abrir la válvula manual.

- Before the first test on the 1st October the steam temperatures of the superheated steam and re-heat steam were too low ≈ 515°C and the recirculation fan was started to reach the steam temperatures of 538°C as described in the tests procedure.

  Antes de la primera prueba del 1 de octubre, las temperaturas del vapor sobrecalentado y del vapor re-calentado fueron demasiado bajas ≈ 515°C y por ello el ventilador de recirculación se pone en marcha para alcanzar las temperaturas de vapor de 538°C tal y como se describe en el procedimiento de pruebas.

- During the test days the Steam Coil Air Heaters were in service, this is normal operation for this unit to have a more stable inlet temperature at the FGD. The steam used for the Steam Coil Air Heaters was coming from extraction 4 from the steam turbine.

  Durante los días de pruebas, los calentadores de aire del serpentín de vapor estuvieron en servicio, esto es normal para que esta unidad tenga una temperatura de entrada más estable al FGD. El vapor utilizado para los calentadores de aire de serpentín de vapor provenía de la extracción 4 de la turbina de vapor.

- During the test days the boiler was fired with a coal of 100% Cerrejón coal (Colombia).

  Durante los días de prueba, la caldera fue encendida con de carbón cerrajón (Colombia) 100%.

- 30 minutes before each test the BAHS system was pumped empty, this took around 30 minutes. 30 minutes before the end of each test the BAHS system was pumped empty and samples of the bottom ash were taken.

30 minutos antes de cada prueba, el sistema BAHS fue bombeaba al vacío, lo que tardó alrededor de 30 minutos. 30 minutos antes del final de cada prueba, el sistema BAHS se bombeaba vacío y se tomaban muestras de escoria.

- There is restriction on the cooling seawater temperature at the outlet of the unit (into the sea). This temperature can't be higher than 30ºC. In January it's summertime and the inlet of the seawater is higher than in the winter period and the outlet seawater temperature of 30ºC will be reached faster. In October (spring time) the outlet seawater temperature of 30ºC when increasing the load to 114 MW (maximum load) was also achieved and to stay just under the 30ºC, cold sea water was going via a bypass back to outlet.

  Existe una restricción en la temperatura de agua de mar para refrigeración en la salida de la unidad (al mar). Esta temperatura no puede ser más alta que 30ºC. Debido al verano la temperatura del agua de mar en la entrada de la unidad es más alta que en invierno, por ello la temperatura en la salida de la unidad de 30° C será alcanzada de manera más rápida. En octubre (tiempo de primavera) se alcanzó la temperatura de salida del agua de mar de 30ºC también al aumentar la carga a 114 MW (carga máxima) y para permanecer justo debajo de 30ºC, el agua de mar fría se iba por un bypass de vuelta a la salida.

- As the unit does not have an automatic system operation, mostly has to be manual controlled and there are bigger fluctuation in the process during the tests, and because of these fluctuactions the test stability criterias (ASME-PTC 4) are not met during the tests.

  Debido a que la unidad no tiene un control automático de funcionamiento y en la mayoría de los casos tiene que ser controlado manualmente, hay una mayor fluctuación en el proceso durante las pruebas, y debido a estas fluctuaciones los criterios de estabilidad de la prueba (ASME-PTC 4) no se han cumplido durante las pruebas.

# APÉNDICE A PARTICIPANTS / PARTICIPANTES

CerTa Veritas

Power Plant Performance Services

| PRUEBA DE CONSUMO ESPECIFICO NETO | | |
|---|---|---|
| | | |
| Nombre Unidad | Ventanas #1 AES Gener | |
| Feacha de Prueba | 14 de enero de 2019 | |
| Nivel de Potencia | No. 4 85 mW | |
| | | |
| Participantes | Empresa | Firma |
| Cristian Reyes V. | Coordinador | Reyes V. |
| Eglis Hernandez | Coordinador | |
| ENIO BELMONTE | " | |
| MATHIJS SNIPPERT | CERTA VERITAS | |
| ANIBAL SEPULVEDA. | AES GENER | |
| FABIÁN JARA BELLO | " " | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| Hora Inicio: | 11:00 | |
| Hora Termino: | 13:00 | |

CerTa Veritas

Power Plant Performance Services

## PRUEBA DE CONSUMO ESPECIFICO NETO

| | |
|---|---|
| Nombre Unidad | Ventanas #1 AES Gener |
| Feacha de Prueba | 01 - OCT - 2019 |
| Nivel de Potencia | 75 MW |

| Participantes | Empresa | Firma |
|---|---|---|
| MATHIJS SNIPPERT | CERTA VERITAS | |
| AUIBAL SERRANO | AES GENER | |
| FABIÁN JARA BELLO | AES GENER | |
| Carlos Duran G | Aes Gener | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

| | | |
|---|---|---|
| Hora Inicio: | 19:15 hr | 1 OCT. 2019 |
| Hora Termino: | 21:15 hr | 1 OCT. 2019 |

| HORA | POTENCIA ACTIVA [MW] | POTENCIA SS/AA [MW] | POTENCIA NETA [MW] |
|---|---|---|---|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| POTENCIA MEDIA | | | |

Page 1 of 2

CerTa Veritas

Power Plant Performance Services

## PRUEBA DE CONSUMO ESPECIFICO NETO

| | |
|---|---|
| Nombre Unidad | Ventanas #1 AES Gener |
| Feacha de Prueba | 01-OCT. 2019 |
| Nivel de Potencia | 104 MW |

| Participantes | Empresa | Firma |
|---|---|---|
| MATHIJS SNIPPERT | CERTA VERITAS | |
| ANIBAL SERRANO | AES GENER | |
| FABIÁN JARA BELLO | AES GENER | |
| Carlos Durán G | Aes Gener | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

| | | |
|---|---|---|
| Hora Inicio: | 13:30 | 01-OCT 2019 |
| Hora Termino: | 15:30 | 01-OCT 2019 |

| HORA | POTENCIA ACTIVA [MW] | POTENCIA SS/AA [MW] | POTENCIA NETA [MW] |
|---|---|---|---|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| POTENCIA MEDIA | | | |

Page 1 of 2

CerTa Veritas

Power Plant Performance Services

| PRUEBA DE CONSUMO ESPECIFICO NETO | | No I |
|---|---|---|
| Nombre Unidad | Ventanas #1 AES Gener | |
| Feacha de Prueba | 2 - OCT - 2019 | |
| Nivel de Potencia | ± 114 MW | |

| Participantes | Empresa | Firma |
|---|---|---|
| MATHIJS SNIPPERT | CERTA VERITAS | |
| ANIBAL SOTARNO | AES GENER | |
| Carlos Durán G | Aes Gener | |
| FABIÁN JARA BELLO | AES GENER | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

| | | |
|---|---|---|
| Hora Inicio: | 00:45 hr | 2-OCT 2019 |
| Hora Termino: | 02:45 hr | 2-OCT 2019 |

| HORA | POTENCIA ACTIVA [MW] | POTENCIA SS/AA [MW] | POTENCIA NETA [MW] |
|---|---|---|---|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| POTENCIA MEDIA | | | |

Page 1 of 2