

Empresa: Coordinador Eléctrico Nacional

País: Chile

Proyecto: Central Térmica Candelaria

Descripción: Informe de Pruebas de Potencia Máxima - Gas

Código de Proyecto: EE-2020-113

Código de Informe: EE-EN-2020-2374

Revisión: A



23 de diciembre de 2020



Este documento EE-EN-2020-2374-RA fue preparado para Coordinador Eléctrico Nacional por Estudios Eléctricos. Para consultas técnicas respecto del contenido del presente comunicarse con:

Ing. Andrés Capalbo
Coordinador Dpto. Ensayos e Ingeniería
andres.capalbo@estudios-electricos.com

Ing. Pablo Rifrani
Gerente Dpto. Ensayos e Ingeniería
pablo.rifrani@estudios-electricos.com

www.estudios-electricos.com

Este documento contiene 71 páginas y ha sido guardado por última vez el 24/12/2020 por Andrés Capalbo, sus versiones y firmantes digitales se indican a continuación:

Rev.	Fecha	Comentarios	Realizó	Revisó	Aprobó
A	23/dic/2020	Informe para entregar	FG	AC	PR

Todas las firmas digitales pueden ser validadas y autenticadas a través de la web de Estudios Eléctricos;
<http://www.estudios-electricos.com/certificados>.



Índice

1	INTRODUCCIÓN.....	5
2	RESUMEN EJECUTIVO.....	6
3	OBJETIVO GENERAL Y RESPONSABLES DE LA PRUEBA.....	7
3.1	Objetivo.....	7
3.2	Condiciones Particulares	7
3.3	Experto Técnico.....	7
3.4	Representante empresa generadora	7
3.5	Representante del Coordinador Eléctrico Nacional.....	8
3.6	Observador de otro Coordinado	8
4	DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD Y CONDICIONES DE PRUEBA	9
4.1	Descripción general de la planta	9
4.2	Descripción de las unidades de generación	10
4.3	Condiciones de referencia y curvas de corrección.....	13
4.3.1	Operación con gas natural	13
4.3.2	Operación con petróleo diésel	16
4.3.3	Metodología de corrección	17
4.4	Instrumentación y mediciones.....	18
4.4.1	Metodología	18
4.4.2	Instrumentación principal	20
4.4.3	Mediciones complementarias	21
4.5	Toma de muestras del combustible	21
5	REALIZACIÓN DE LA PRUEBA.....	22
5.1	Chequeos preliminares	22
5.2	Desarrollo de las pruebas.....	22
5.2.1	Verificaciones previas.....	22
5.3	Incremento de potencia, estabilización e inicio de la prueba	23
5.4	Período de prueba.....	24
6	CALCULOS REALIZADOS Y RESULTADOS	26
6.1	Reducción de datos y estabilidad.....	26
6.2	Determinación de la potencia de pérdidas totales (SSAA)	26



6.3	Correcciones aplicables a la potencia bruta.....	28
6.4	Calculo referencial de la potencia neta.....	30
6.5	Cálculo del promedio final	31
6.6	Tabla Resumen general.....	31
6.7	Incertidumbre	34
7	CONCLUSIONES	35
8	NORMATIVA	36
9	ANEXOS	37
9.1	Puntos de medición.....	37
9.1.1	Potencia bruta	37
9.1.2	Potencia neta	40
9.1.3	Temperatura de aire de entrada al compresor	42
9.1.4	Humedad relativa	43
9.2	Certificados de calibración de instrumentos de medición.....	44
9.2.1	Potencia bruta/FP.....	44
9.2.2	Potencia neta	47
9.2.3	Temperatura de aire de aspiración	49
9.2.4	Humedad relativa	53
9.3	Registro fotográfico.....	54
9.3.1	Potencia bruta/FP.....	54
9.3.2	Estación meteorológica	56
9.4	Curvas de corrección	57
9.4.1	Operación con gas	58
9.4.2	Operación con diésel	60
9.5	Acta de ensayos.....	62
9.5.1	Unidad TG1.....	62
9.5.2	Unidad TG2.....	66
9.6	Análisis de combustibles	69



1 INTRODUCCIÓN

El presente documento describe las tareas, ensayos y cálculos realizados para obtener el valor de **Potencia Máxima de las unidades TG1 y TG2 de la Central Térmica Candelaria operando en combustible gas** en los términos establecidos en el “ANEXO TÉCNICO: Pruebas de Potencia Máxima en Unidades Generadoras”.

Para la ejecución de las pruebas se siguió el protocolo:

EE-EN-2020-1764-RC_Procedimiento_Potencia_Maxima_CT_Candelaria_TG1_TG2

La Central Térmica Candelaria, perteneciente a Colbún, está ubicada en la comuna de Mostazal en la región del Libertador Bernardo O’Higgins y consta de dos turbinas General Electric, modelo GT-93.03, cada una vinculada a un generador 9A5 TEWAC



2 RESUMEN EJECUTIVO

En la etapa de diseño del protocolo de pruebas se exploraron distintas alternativas tendientes a efectuar las mediciones necesarias para determinar la potencia bruta máxima de acuerdo con las especificaciones establecidas por el Anexo Técnico “*Pruebas de Potencia Máxima en Unidades Generadoras*” y la norma aplicable ASME PTC22.

Finalmente, se diseñó una alternativa que permitió realizar la determinación buscada en las mejores condiciones técnicas posibles. Para esto, el Coordinado contrató a la empresa Tecnored para la instalación de medidores externos de potencia (bruta) y para las variables temperatura ambiente y humedad relativa.

Las pruebas se ejecutaron el 26 de noviembre de 2020 en presencia de Claudio Pineda por parte del Coordinado (Colbún) y Andrés Capalbo como Experto Técnico (Estudios Eléctricos).

Las mismas fueron programadas con la misma hora de inicio para ambas unidades, es decir se realizaron las pruebas en forma simultánea.

Durante el período de pruebas se verificó que las unidades logren controlar en forma estable su potencia en bornes desde la sincronización hasta el fin de la prueba. En total se registraron 5 Hs en condiciones de potencia máxima, luego de finalizado el período de estabilización. Durante el desarrollo de las pruebas se operó la unidad en carga base (control por temperatura), regulación de frecuencia insensibilizada y se mantuvo el FP en 0.95 utilizando el modo de control de factor de potencia del AVR.

Para la determinación del valor de Potencia Máxima se procesaron los datos registrados en terreno, verificación de estabilidad, promediado y finalmente las correcciones por factor de potencia, humedad y temperatura tal como indica el Anexo Técnico.

Finalmente, se determinó un valor de **Potencia Máxima Bruta de 125,1 MW** para la unidad TG1 y un valor de **Potencia Máxima Bruta de 124,7 MW** para la unidad TG2 de la Central Térmica Candelaria operando en combustible gaseoso.



3 OBJETIVO GENERAL Y RESPONSABLES DE LA PRUEBA

3.1 Objetivo

El Anexo Técnico indica que se debe determinar por ensayo el valor de Potencia Máxima que será aquel valor de potencia activa bruta que sea sostenible durante al menos 5 horas, dentro del período de medición de la prueba y en conformidad con el protocolo de prueba.

3.2 Condiciones Particulares

Debido al contexto sanitario de pandemia COVID-19, según lo indicado por el Coordinador, el experto técnico no se presentó en las instalaciones del coordinado, sino que guio y supervisó su desarrollo de forma remota.

Desde planta las pruebas fueron dirigidas, con la supervisión del experto técnico, por el inspector sustituto designado por el Coordinado. Para las pruebas de la Central Térmica Candelaria el inspector sustituto fue **Claudio Pineda**, quién se desempeña como Supervisor de Mantenimiento de la central.

En este contexto, se utilizó en todo momento un canal de comunicación bidireccional de audio y video entre el experto técnico y el inspector sustituto.

3.3 Experto Técnico

La empresa Estudios Eléctricos fue seleccionada para llevar adelante los ensayos y tareas relacionadas con la determinación de la Potencia Máxima de las unidades TG1 y TG2 de la CT Candelaria. El Experto Técnico designado fue el Ing. Andrés Capalbo y fue el responsable de desarrollar el protocolo de pruebas, supervisar la ejecución de todas las actividades descriptas en el mismo y redactar el presente informe. Adicionalmente, se contó con el soporte del Ing. Federico García.

3.4 Representante empresa generadora

Por parte de Colbún, el Coordinado, estuvo presente durante las pruebas el Sr. Claudio Pineda como inspector sustituto. Él fue el responsable de coordinar al personal bajo su mando en la operación de la central generadora, y de corroborar que exista personal calificado en la central de forma de poder efectuar íntegramente la prueba tal lo establecido en el protocolo. Adicionalmente, se contó con el soporte del Ing. Julián Larrea.



3.5 Representante del Coordinador Eléctrico Nacional

Los Sres. Jorge Da Costa y Eduardo González se hicieron presentes en planta durante el desarrollo de las pruebas.

3.6 Observador de otro Coordinado

No hubo representación de otro Coordinado en terreno durante el desarrollo de las pruebas.



4 DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD Y CONDICIONES DE PRUEBA

4.1 Descripción general de la planta

La Central Térmica Candelaria, perteneciente a Colbún, está ubicada en la comuna de Mostazal en la región del Libertador Bernardo O'Higgins.

Se presenta a continuación, el plano de disposición general de la planta y la conexión de las unidades a la Subestación Candelaria 220kV.

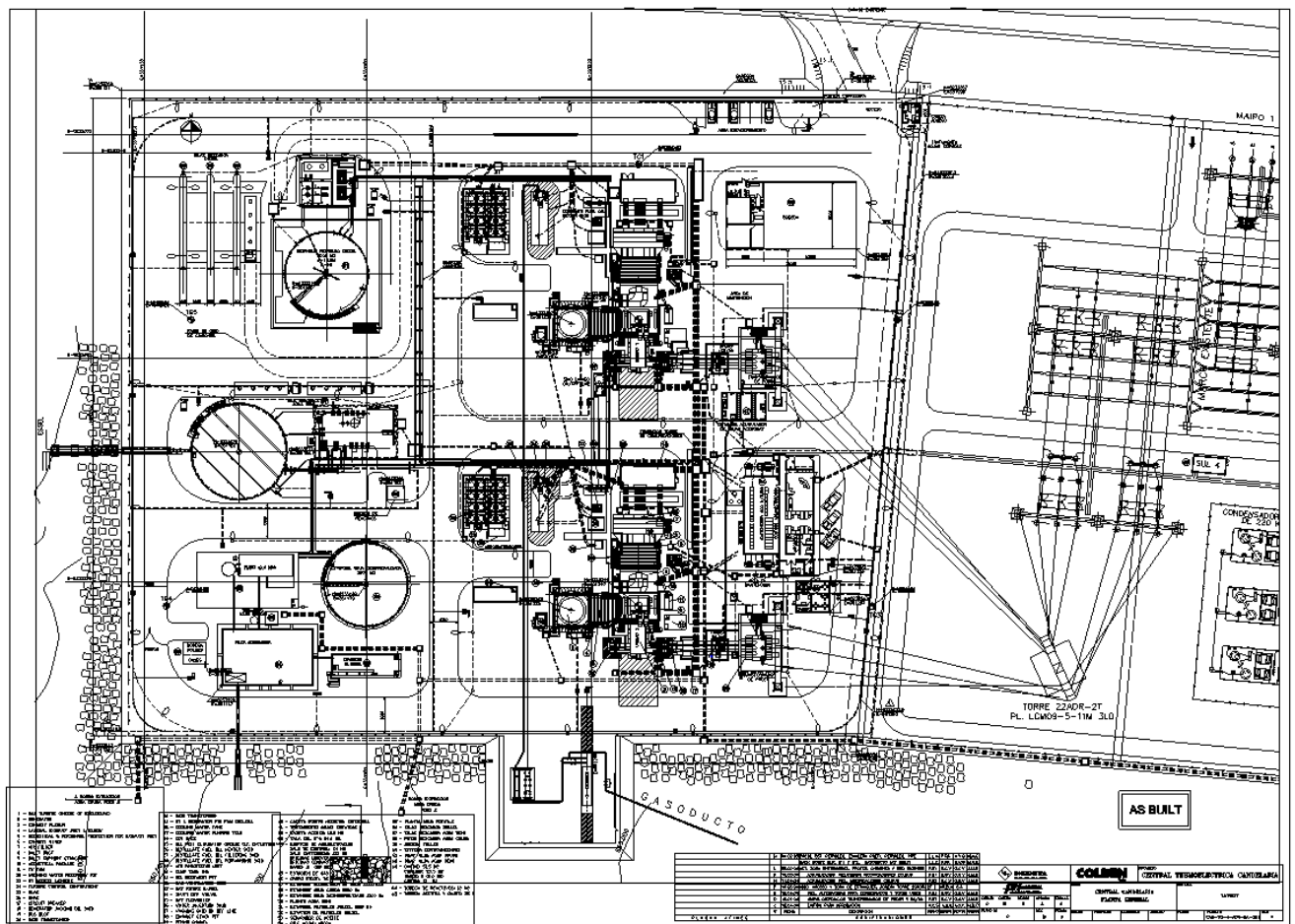


Figura 4.1 – Plano de disposición general de planta



4.2 Descripción de las unidades de generación

Cada unidad está compuesta por una turbina General Electric modelo GT-9E.03 vinculada a un generador General Electric modelo 9A5 TEWAC, que juntos entregan una potencia bruta aproximada de 127.5MW y 127.8MW para las unidades TG1 y TG2 respectivamente¹.

Se presenta a continuación el diagrama unilineal de la unidad TG1. El unilineal de la unidad TG2 es análogo al presentado para la unidad TG1.

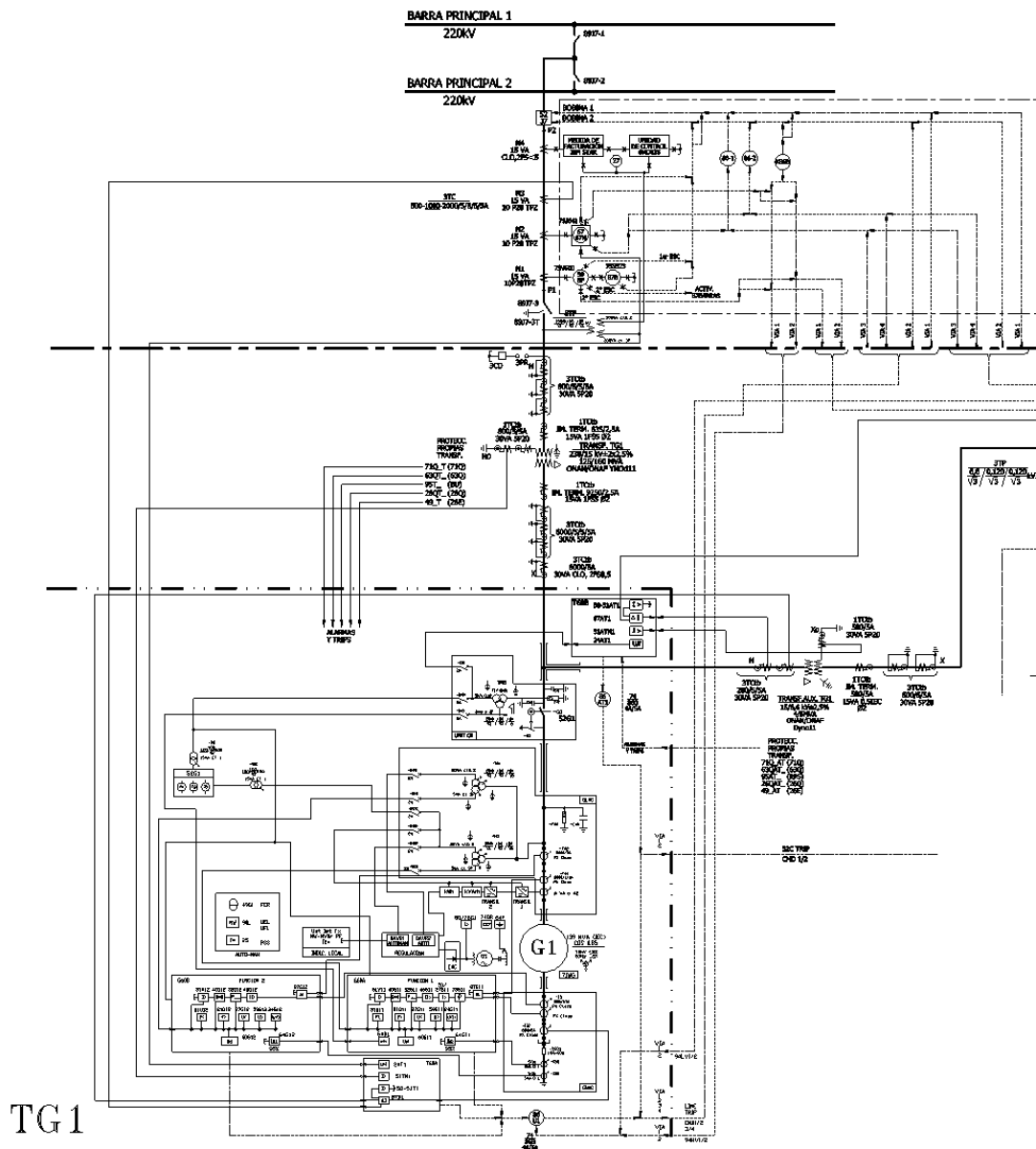


Figura 4.2 – Diagrama unilineal unidad TG1

¹ Fuente: <https://infotecnica.coordinador.cl/>



Se presenta a continuación el diagrama unilineal de los servicios auxiliares. Como se observa en la Figura 4.3, ambas barras de 6.6kV pueden funcionar acopladas y alimentadas desde cualquiera de las unidades de generación.

Considerando la propuesta del Coordinado para realizar las pruebas en simultáneo en ambas unidades, se operó con las barras de servicios auxiliares (LGA y LGB) desacopladas con tal de poder estimar por separado el consumo de los servicios auxiliares para cada unidad.

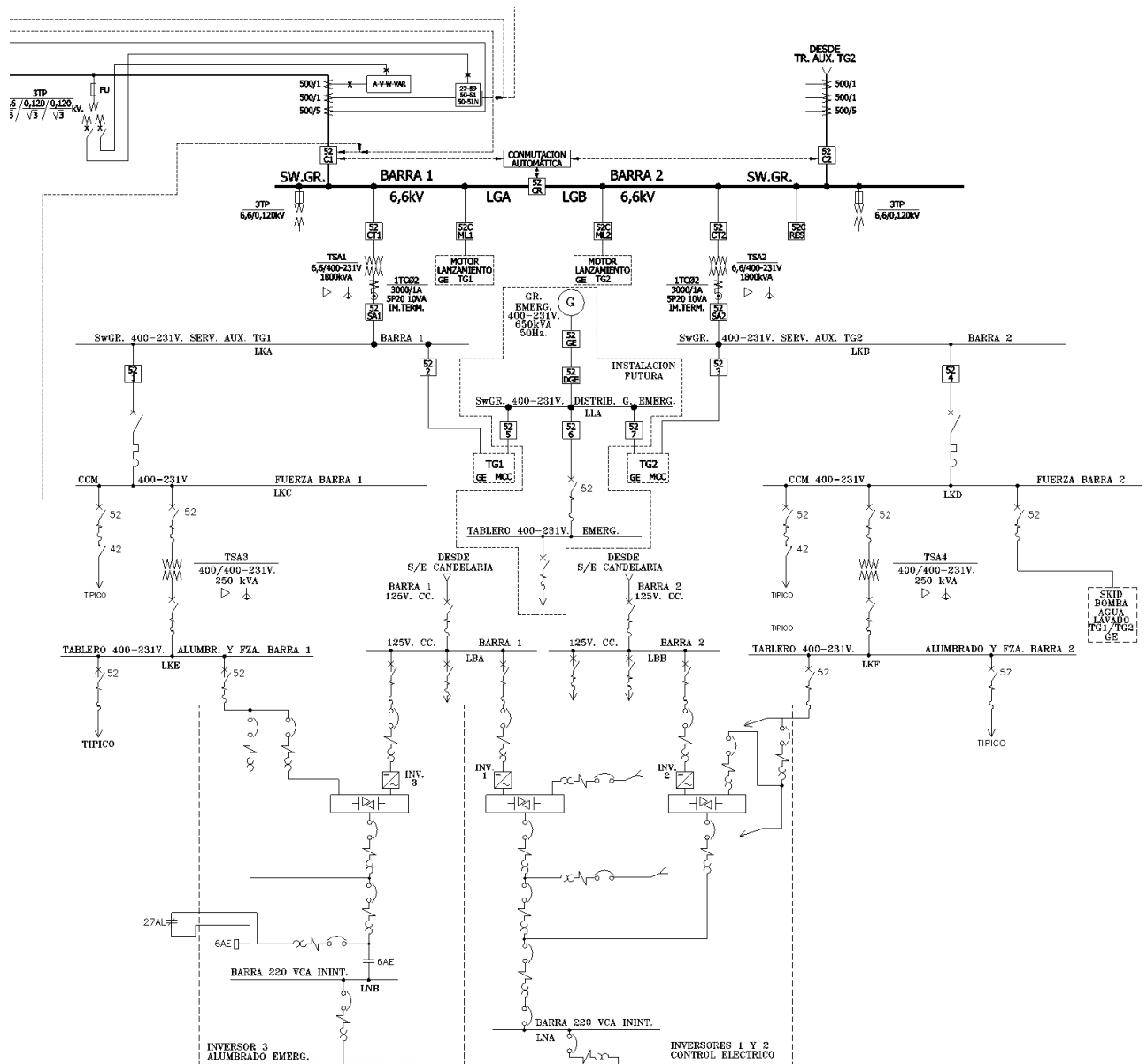


Figura 4.3 – Diagrama unilineal de servicios auxiliares

Los datos de placa de ambos generadores son iguales y se presentan a continuación.



GE			Air-Cooled Generator		
GENERATOR NO. 954X022				RATING	PEAK CAPABILITY
2 POLES	3 PHASE	WYE CONN.	50 HERTZ	KVA:	139000 154290
TOTAL TEMPERATURE AT RATING				ARMATURE AMPS:	5350 5939
GUARANTEED NOT TO EXCEED:				ARMATURE VOLTS:	15000 15000
121° C ON ARMATURE BY DETECTOR				FIELD AMPS:	859 928
120° C ON FIELD BY RESISTANCE				EXCITATION VOLTS:	298 322
MAXIMUM COLD AIR TEMPERATURE 45° C				POWER FACTOR:	0.85 0.85
INLET WATER: 41° C				RPM:	3000
CAUTION! BEFORE INSTALLING, OPERATING OR DISMANTLING, READ INST. GEK- 112861					
GE Power Systems General Electric Company			ELIN in Weiz, Austria Manufactured by Elin S/N		

Figura 4.4 – Datos de placa de los generadores.

Así mismo, los datos de placa de turbina también son iguales para ambas unidades y se presentan a continuación, considerando la operación con gas natural y combustible líquido respectivamente.

		GE GAS TURBINE	
GREENVILLE, S.C. USA			
NO: <u>①</u>	AIR IN: <u>58.46° F</u>	ALT: <u>2155.5 FT</u>	
BASE: <u>123,300 KW</u>	PEAK: <u>137,100 KW</u>	FUEL: <u>NATURAL GAS</u>	
TURBINE EXHAUST:BASE: <u>N/A</u>	PEAK: <u>N/A</u>	PRESS: <u>0 mm H2O</u>	
CPRSR:STAGES: <u>17</u>	RPM <u>3000</u>	CPRSR TURBINE:STAGES: <u>3</u>	
POWER TURBINE:STAGES: <u>N/A</u>	RPM <u>N/A</u>		
CAUTION! BEFORE INSTALLING, OPERATING, OR DISMANTLING-READ GEK _____			
SCHENECTADY, NY – GREENVILLE, SC N.P. 275800			

Figura 4.5 – Datos de placa de turbina para operación con gas.



 GE GAS TURBINE GREENVILLE, S.C. USA	
NO: <u>①</u>	AIR IN: <u>58.46° F</u> ALT: <u>2,155.5 FT</u>
BASE: <u>122,800 KW</u>	PEAK: <u>N/A</u> FUEL: <u>DISTILLATE</u>
TURBINE EXHAUST:BASE: <u>N/A</u>	PEAK: <u>N/A</u> PRESS: <u>0 mm H2O</u>
CPRSR:STAGES: <u>17</u> RPM <u>3000</u>	CPRSR TURBINE:STAGES: <u>3</u>
POWER TURBINE:STAGES: <u>N/A</u>	RPM <u>N/A</u>
CAUTION! BEFORE INSTALLING, OPERATING, OR DISMANTLING-READ GEK _____	
 SCHENECTADY, NY – GREENVILLE, SC N.P. 275800	

Figura 4.6 – Datos de placa de turbina para operación con combustible líquido

La turbina no cuenta con sistema *anti-icing* y *evaporative cooler* para el aire de entrada.

4.3 Condiciones de referencia y curvas de corrección

Las turbinas de ambas unidades fueron sometidas a un proceso de aumento de potencia a finales del año 2014. Posteriormente, durante el año 2015, se realizaron pruebas de performance sobre ambas unidades utilizando gas natural y combustible líquido. A partir de las mismas, se consideran los siguientes valores de potencia máxima esperables.

Unidad	Combustible	Potencia [kW]
TG1	Gas Natural	127.609
	Petróleo Diésel	116.669
TG2	Gas Natural	127.849
	Petróleo Diésel	123.564

Figura 4.7 – Valores base de potencia por unidad y combustible

Los valores presentados en la Figura 4.7 se corresponden a los valores de potencia obtenidos durante las pruebas de performance, corregidos a condiciones ISO.

4.3.1 Operación con gas natural

En el documento “DRAFT_GT_Thermal_Performance_Test_Procedure_(Candelaria_GT1-2_SN890906-890907_Relative_Rev_-)[1]”, provisto por el Coordinado, se presentan las curvas de



corrección que se deben considerar para la operación en carga base con gas natural a ciclo abierto, las cuáles se refieren las condiciones nominales mostradas en la Figura 4.1.

Parámetro	Valor nominal
Temperatura de aire de entrada al compresor	58.5 °F
Humedad relativa de aire de entrada al compresor	60.0%
Factor de potencia	0.85 (lagging)

Tabla 4.1 – Condiciones nominales para operación con gas

Según el mismo documento, las curvas de corrección que relacionan la potencia activa con las variables de la Tabla 4.1 son las presentadas a continuación (conjunto 103H6000).

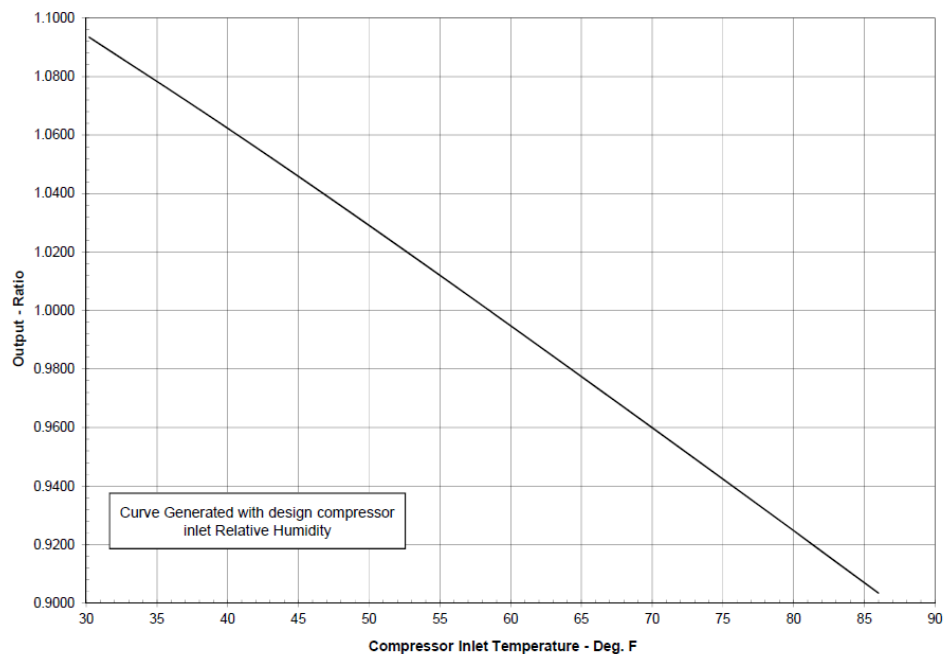


Figura 4.8 – Curva de corrección por temperatura de aire de entrada al compresor – Operación con gas

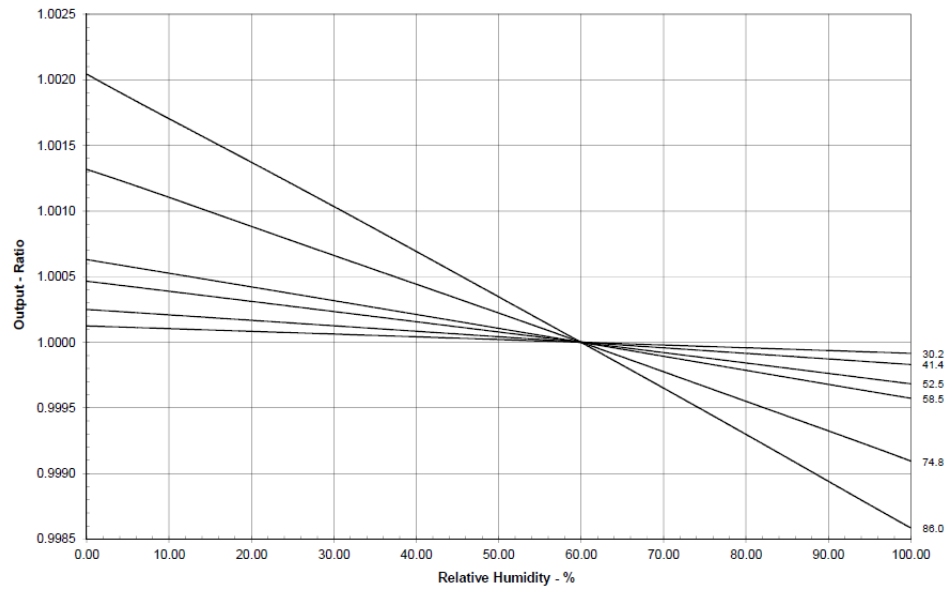


Figura 4.9 – Curva de corrección por humedad relativa – Operación con gas

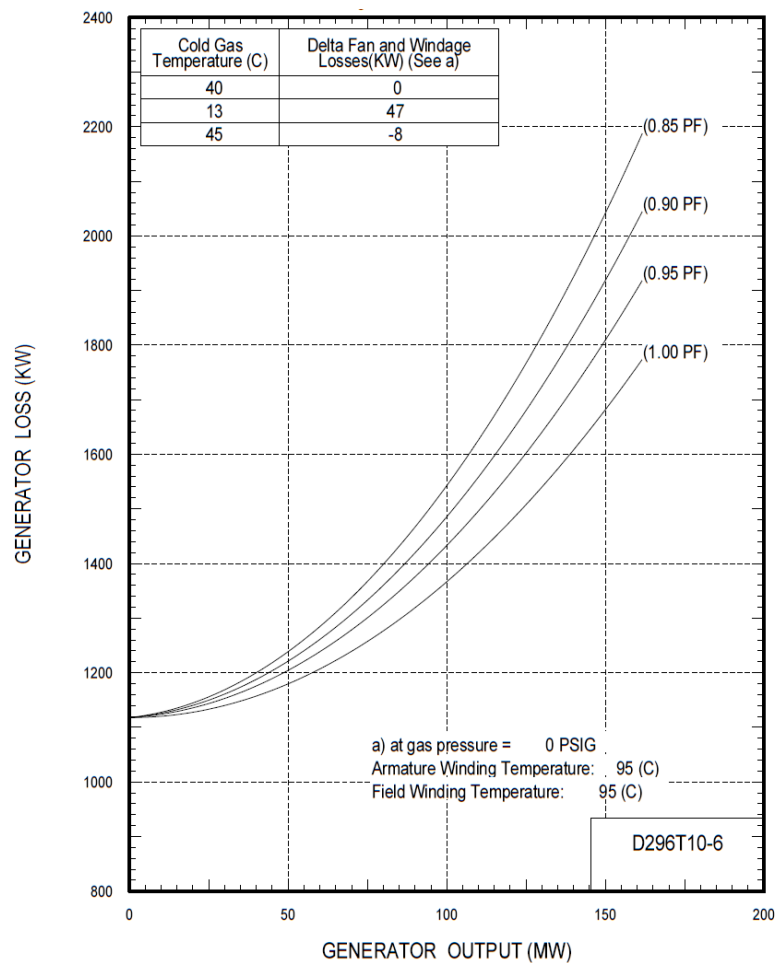


Figura 4.10 – Curva de pérdidas de generador según despacho y factor de potencia



4.3.2 Operación con petróleo diésel

No se cuenta con curvas de corrección para la operación con combustible líquido asociadas a las unidades de la Central Térmica Candelaria, frente a esto se utilizarán curvas de corrección de unidades similares.

Las curvas de corrección que se presentan a continuación son extraídas del informe: “Informe-Técnico-Prueba-de-CEN-de-Unidad-Candelaria-1_v2.pdf”, disponible en el sitio web del CEN correspondiente al proceso de auditoría de consumo específico, y serán consideradas para los procesos de corrección de ambas unidades.

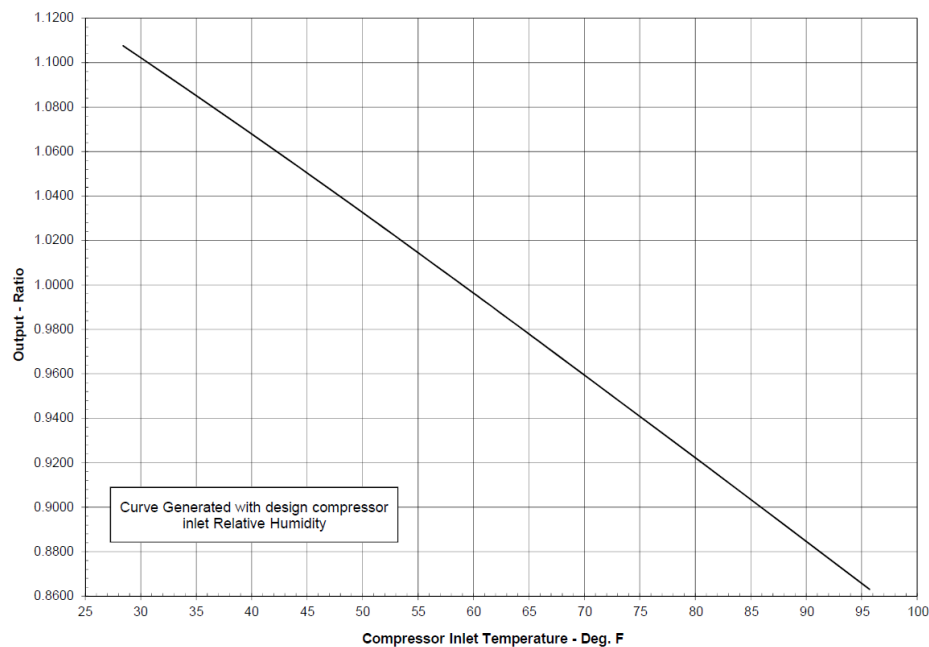


Figura 4.11 – Curva de corrección por temperatura de aire de entrada al compresor – Operación con diésel

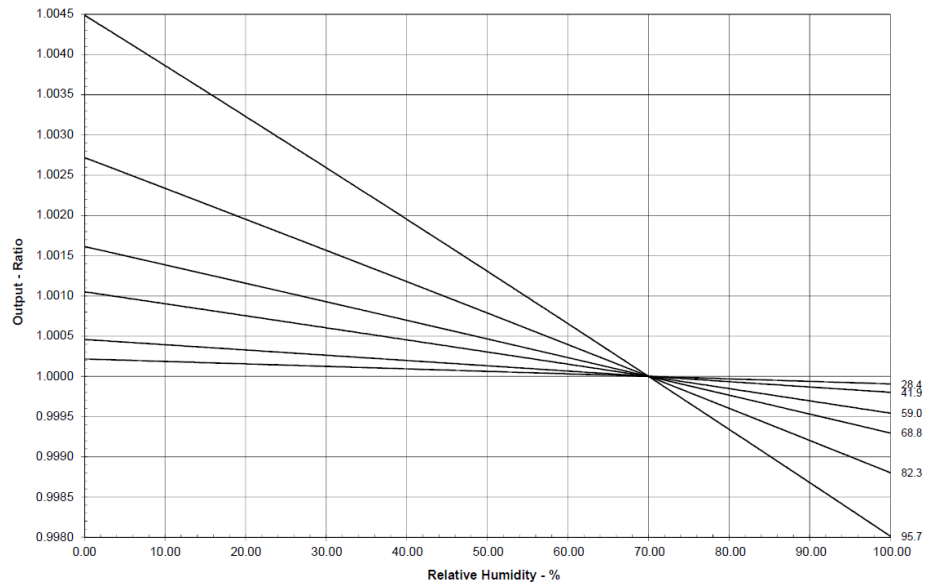


Figura 4.12 – Curva de corrección por humedad relativa – Operación con diésel

La corrección por factor de potencia se realizará utilizando la curva presentada en la Figura 4.10.

De acuerdo con lo observado en las curvas de las Figura 4.11 y Figura 4.12, las condiciones ambientales de referencia son las resumidas en la siguiente tabla.

Parámetro	Valor nominal
Temperatura de aire de entrada al compresor	59.0 °F
Humedad relativa de aire de entrada al compresor	70.0%

Tabla 4.2 – Condiciones nominales para curvas presentadas

Cabe mencionar que las condiciones de referencia mostradas en la Tabla 4.2 no están asociadas a las unidades de la Central Térmica Candelaria y no coinciden con los presentados en la Tabla 4.1. Se informa, por lo tanto, que las correcciones del valor de potencia máxima se realizarán considerando las condiciones de referencia asociadas a las unidades (Tabla 4.2).

4.3.3 . Metodología de corrección

Para las correcciones del valor de potencia bruta se utilizará, cuando corresponda, las condiciones de referencia junto con las curvas mostradas anteriormente y un factor de potencia de 0.95 tal lo solicitado por el Anexo Técnico.



4.4 Instrumentación y mediciones

Según lo establecido en el Anexo Técnico (art 31) las mediciones de potencia y factor de potencia deberán realizarse con instrumentos clase 0.2, mientras que la norma ASME PTC 22 establece que la clase de los transformadores de instrumentación debe ser 0.3 o mejor.

En la Figura 4.13 se presenta un diagrama unilineal simplificado de planta donde se distinguen los elementos de interés.

Considerando este diagrama junto con el levantamiento de información realizado, los requerimientos del Anexo Técnico y la norma ASME PTC22 se describe la metodología utilizada.

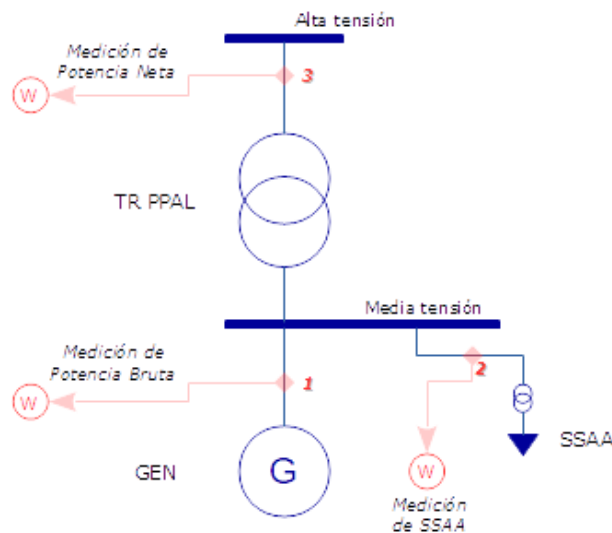


Figura 4.13 – Unilineal de planta esquemático

4.4.1 Metodología

Se realizó la medición de potencia bruta en bornes del generador (punto 1) tal como se solicita en el Anexo Técnico. Adicionalmente, se tomó medida de la potencia neta (punto 2) con la cual se calcula indirectamente la potencia de servicios auxiliares.

Los transformadores de instrumentación (PTs, CTs) son clase 0.3 o mejor, tanto para la medición de potencia bruta como para la de potencia neta (punto "1" y "2" en la Figura 4.13).

Para la medición de potencia neta de cada unidad se utilizará el medidor de facturación respectivo, el cual cumple con los requerimientos establecidos en el anexo técnico.



El Coordinado no cuenta, dentro de su instalación permanente, con instrumentos de medición de clase 0.2 con certificado de calibración vigente. Para subsanar este punto el Coordinado ha contratado el servicio de medición, el cual cumple con las exigencias de precisión requeridas y ha enviado los antecedentes de los equipos instalados (especificaciones técnicas y certificados de calibración).

Según lo mencionado se ha considerado la instalación de equipos externos de forma simultánea en ambas unidades.

Para la medición de la temperatura se han identificado las termocuplas CT-F1 y CT-F2 como equipos de medición de la temperatura de aire de entrada al compresor, ubicadas después de los filtros de aire como exige el anexo técnico.

Para la medición de humedad relativa el Coordinado ha contratado el servicio de medición que cumple con las exigencias requeridas y ha enviado el certificado de calibración vigente.

En la sección de anexo 9.1 se detallan los puntos desde donde se realizan las mediciones de cada variable, en tanto en la sección de anexo 9.2 se muestran los antecedentes técnicos y certificados de calibración asociados a los equipos de medición.



4.4.2 Instrumentación principal

Se instrumentó tal como se resume en la Tabla 4.3. La misma indica la instrumentación principal a ser utilizada, magnitud medida, tipo y clase, y ubicación.

#	Magnitud	Instrumento	Tipo, clase y muestreo	Propietario y certificado	Ubicación	Tipo de registro
1	Potencia activa bruta	Unidad TG1: ION 8650 Serie: PT-0807A564-01 Unidad TG2: ION 8650 Serie: PT-0807A491-01	A, 0.2, 1 min (o superior)	Tecnored S.A., Unidad TG1: Figura 9.11 Unidad TG2: Figura 9.12	Conectado a PTs CTs clase 0.2 en punto 1 del unilineal de la Figura 9.1 Borneras y puntos de conexión a confirmar. Ver trifilar anexo 9.1.	Digital
2	Factor de potencia	Unidad TG1: ION 8650 Serie: PT-0807A564-01 Unidad TG2: ION 8650 Serie: PT-0807A491-01	A, 0.2, 1 min (o superior)	Tecnored S.A., Unidad TG1: Figura 9.11 Unidad TG2: Figura 9.12	Conectado a PTs CTs clase 0.2 en punto 1 del unilineal de la Figura 9.1 Borneras y puntos de conexión a confirmar. Ver trifilar anexo 9.1.	Digital
3	Potencia activa neta	Unidad TG1: ION 7650 Serie: PT-0911A501-02 Unidad TG2: ION 7650 Serie: PT-0911A489-02	A, 0.2, 1 min (o superior)	Colbún S.A., Unidad TG1: Figura 9.13 Unidad TG2: Figura 9.14	Conectado a PTs CTs clase 0.2 en punto 3 del unilineal de la Figura 9.6. Borneras y puntos de conexión a confirmar. Ver trifilar anexo 9.1.	Digital
4	Temperatura aire entrada	Unidad TG1: Termocuplas CTF1-CTF2 Unidad TG2: Termocuplas CTF1-CTF2	0.3°C	Colbún S.A., Unidad TG1: Figura 9.15 Figura 9.16 Unidad TG2: Figura 9.17 Figura 9.18	Ubicadas tras filtros de aire. Ver anexo 9.1.3.	Digital
5	Humedad relativa	Vaisala HMP-155 Serie: L0640497	1%	Tecnored S.A. Figura 9.19	Estación meteorológica externa instalada en planta.	Digital

Tabla 4.3 – Instrumentación principal

Las características principales de estos equipos y sus certificados de calibración vigentes a la fecha de los ensayos pueden consultarse en el Anexo 9.2

Los puntos físicos de conexión están identificados en los trifilares del anexo 9.1. y se corresponden con los indicados en la Figura 4.13.

Los equipos medidores de potencia bruta y neta fueron instalados, configurados y operados por el Coordinado o el propietario de los equipos. Se solicitó la entrega de los registros digitales de las pruebas durante y luego de la ejecución de las mismas.



Asimismo, el Coordinado fue responsable de entregar los registros digitales correspondientes a las variables de temperatura aire entrada y humedad relativa durante y luego de la ejecución de las pruebas.

4.4.3 Mediciones complementarias

Se utilizó el sistema de registro de planta para tomar las siguientes variables durante el período de pruebas:

1. Potencia activa y reactiva en bornes de la unidad
2. Factor de potencia en bornes de la unidad.
3. Velocidad del rotor.
4. Tensión.
5. Frecuencia.
6. Consumos propios.
7. Temperatura de gases de escape.
8. Temperatura del combustible.
9. Temperatura de aire de ingreso al compresor.
10. Presión de descarga del compresor.
11. Presión de ingreso del fluido de trabajo.
12. Potencia neta
13. Potencia de SSAA
14. Presión barométrica
15. Temperatura de aire de ingreso
16. Humedad relativa
17. Caudal de combustible

Finalizadas las pruebas se requirió al Coordinado la entrega del registro digital de datos correspondiente.

4.5 Toma de muestras del combustible

A solicitud del Coordinador, el Coordinado fue el responsable del muestreo y análisis del combustible.

Los resultados entregados se incluyen en el anexo 9.6.



5 REALIZACIÓN DE LA PRUEBA

Como se indicó, debido al contexto sanitario de pandemia COVID-19, el experto técnico no se presentó en las instalaciones del coordinado y, por lo tanto, guio y supervisó su desarrollo de forma remota.

La comunicación se materializó vía reunión de **Microsoft Teams**: Llamada de voz, video e interfaz para compartir medios digitales.

5.1 Chequeos preliminares

En una reunión previa a la ejecución de las pruebas en las unidades se realizó una inspección virtual en dónde se verificó que todo quede adecuadamente dispuesto para el inicio de las pruebas.

Se verificó:

1. Disposición de los medidores, números de serie y certificados de calibración.
2. Lectura de los equipos de medición principales.
3. Sincronización horaria entre los distintos equipos de medición.
4. Se confirmó que el sistema de adquisición de datos de planta estaba operativo.

5.2 Desarrollo de las pruebas

Lo indicado en el presente apartado aplica por igual a las pruebas a desarrollar en ambas unidades para los dos combustibles previstos.

5.2.1 Verificaciones previas

1. El experto Técnico, inspector sustituto, operador de planta y representantes del Coordinador estaban listos para dar comienzo a la prueba.
2. Se verificó funcionamiento desacoplado de las barras de servicios auxiliares de 6,6kV
3. Se verificó que se cumplan las condiciones de prueba establecidas:
 - a. Todas las protecciones deben estar operativas y sin falla.
 - b. No deben existir alarmas relevantes.
 - c. La unidad disponible para operar a máxima potencia.
 - d. El control de frecuencia (CPF) fue insensibilizado aumentando el valor de estatismo al 10%.
 - e. Se operó en modo factor de potencia (FP) ajustado en 0.95



5.3 Incremento de potencia, estabilización e inicio de la prueba

Previo al inicio de las pruebas la unidad se encontraba detenida. El operador dio orden de partida, sincronizó la misma e incrementó carga paulatinamente hasta alcanzar el valor correspondiente a Carga Base.

En dicho punto se verificaron las condiciones de prueba establecidas en Tabla 4.1 del procedimiento, las cuales son: lazo de control activo correspondiente a limitación por temperatura, se insensibilizó el Control Primario de Frecuencia, se ajustó el factor de potencia a 0.95 controlando en modo factor de potencia.

Finalizados estos ajustes se dio inicio al período de estabilización de la unidad. Durante el mismo se monitoreó la evolución de las principales variables hasta que se verificó la estabilidad, dando inicio formal al período de pruebas.

La Tabla 5.1 y Tabla 5.2 resume los períodos resultantes para las unidades TG1 y TG2.

Arranque de la unidad	26/nov/2020 20:36 Hs
Inicio del período de estabilización	20:36 Hs
Fin del período de estabilización	21:20 Hs
Inicio del período de prueba	21:20 Hs
Fin del período de prueba	02:20 Hs

Tabla 5.1 – Etapas de la prueba para la unidad TG1

Arranque de la unidad	26/nov/2020 20:00 Hs
Inicio del período de estabilización	20:00 Hs
Fin del período de estabilización	21:00 Hs
Inicio del período de prueba	21:00 Hs
Fin del período de prueba	02:00 Hs

Tabla 5.2 – Etapas de la prueba para la unidad TG2



La operación durante toda la prueba para ambas unidades fue a ciclo abierto y utilizando gas natural.

5.4 Período de prueba

Finalmente, la prueba se extendió por un período total de 5 horas divididas en 10 test run de 30 minutos. En cada uno de los mismos se verificó la estabilidad de la unidad según lo establecido por la norma ASME PTC 22-2014:

Table 3-3.5-1 Maximum Permissible Variations in Operating Conditions

Variable	Sample Standard Deviation
Power output (electrical)	0.65%
Torque	0.65%
Barometric pressure	0.16%
Inlet air temperature	1.3°F (0.7°C)
Fuel flow	0.65%
Rotating speed	0.33%

Figura 5.1 – Máximas variaciones permisibles en las condiciones de operación

Las Tabla 5.3 y la Tabla 5.4 muestran el resumen de las verificaciones de estabilidad realizadas:

Períodos

Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hora		21:20	21:50	22:20	22:50	23:20	23:50	00:20	00:50	01:20	01:50
Verificación de condiciones de estabilidad											
P _{Neta}	Potencia Neta medido en Alta	0,65%	0,41%	0,44%	0,38%	0,39%	0,41%	0,44%	0,25%	0,29%	0,29%
P _{BRUTA}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	0,65%	0,41%	0,39%	0,40%	0,30%	0,23%	0,51%	0,25%	0,29%	0,32%
P _{atm}	Presión Atmosférica	0,16%	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%	0,00%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%
T _{AA}	Temperatura aire aspiración	1,3°F	0,70°F	0,70°F	0,52°F	0,80°F	0,24°F	0,63°F	0,65°F	0,43°F	0,39°F
Frec	Velocidad de Rotación	0,33%	0,05%	0,06%	0,07%	0,06%	0,06%	0,06%	0,05%	0,07%	0,06%
Fuel Flow	Caudal de combustible	0,65%	0,20%	0,09%	0,06%	0,06%	0,08%	0,10%	0,05%	0,05%	0,06%
Estabilidad	¿Se cumplen los criterios para todas las variables?	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Tabla 5.3 – Verificación de estabilidad para la unidad TG1

Períodos

Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hora		21:00	21:30	22:00	22:30	23:00	23:30	00:00	00:30	01:00	01:30
Verificación de condiciones de estabilidad											
P _{Neta}	Potencia Neta medido en Alta	0,65%	0,67%	0,49%	0,37%	0,29%	0,21%	0,34%	0,31%	0,25%	0,29%
P _{BRUTA}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	0,65%	0,66%	0,49%	0,38%	0,27%	0,23%	0,31%	0,31%	0,28%	0,28%
P _{atm}	Presión Atmosférica	0,16%	0,01%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%	0,00%	0,01%
T _{AA}	Temperatura aire aspiración	1,3°F	1,09°F	0,51°F	0,39°F	0,23°F	0,27°F	0,28°F	0,57°F	0,24°F	0,39°F
Frec	Velocidad de Rotación	0,33%	0,04%	0,05%	0,08%	0,06%	0,05%	0,05%	0,05%	0,06%	0,09%
Fuel Flow	Caudal de combustible	0,65%	0,31%	0,32%	0,04%	0,04%	0,04%	0,18%	0,01%	0,01%	0,01%
Estabilidad	¿Se cumplen los criterios para todas las variables?	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Tabla 5.4 – Verificación de estabilidad para la unidad TG2



En general, todos los test run registrados verificaron las condiciones de estabilidad. A excepción del primer test run de la unidad TG2, todos serán utilizados para el cálculo final de los resultados.

Finalizadas las pruebas se labró un acta reflejando las principales condiciones del ensayo. Dicha acta puede consultarse en el Anexo 9.5



6 CALCULOS REALIZADOS Y RESULTADOS

6.1 Reducción de datos y estabilidad

Se procesaron los datos en búsqueda de valores atípicos, para cada período se evaluó la estabilidad de las principales variables tal como se indicó en 5.4, determinando los test run aptos para ser considerados en el cálculo final del valor de potencia bruta.

6.2 Determinación de la potencia de pérdidas totales (SSAA)

Considerando que se cuenta con la medición de potencia bruta y potencia neta, pueden calcularse las pérdidas totales como:

$$L_{\text{Totales}} = P_{\text{Neta, No Corr}} - P_{\text{Bruta, No Corr}}$$

Donde:

- $P_{\text{Neta, No Corr}}$: Potencia Neta No Corregida (medición directa)
- $P_{\text{Bruta, No Corr}}$: Potencia Bruta No Corregida (medición directa)
- L_{Totales} : Pérdidas y consumos internos de la planta en todo concepto



La Tabla 6.1 y Tabla 6.2 detallan los cálculos realizados para las unidades TG1 y TG2 respectivamente.

Períodos

Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hora		21:20	21:50	22:20	22:50	23:20	23:50	00:20	00:50	01:20	01:50

Variables Primarias

FP	Factor de potencia en bornes de máquina	-	0,938	0,941	0,942	0,943	0,942	0,951	0,943	0,940	0,947	0,939
P _{BRUTA}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	[MW]	118,33	120,03	120,92	121,55	121,95	122,86	123,37	123,68	123,59	123,57
P _{Neta}	Potencia Neta medido en Alta	[MW]	117,47	119,12	120,01	120,58	121,00	121,81	122,48	122,79	122,63	122,53
T _{AA}	Temperatura aire aspiración	[°F]	71,45	68,63	67,79	66,86	66,27	65,40	63,72	63,39	63,94	63,71
RH	Humedad relativa	[%]	21,02	22,39	22,38	23,09	23,64	25,30	26,39	26,29	25,31	25,43

Determinación pérdidas totales

L _{TOTALES}	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos (SSAA)	[MW]	0,86	0,91	0,91	0,97	0,95	1,05	0,89	0,88	0,96	1,03
----------------------	---	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Tabla 6.1 – Cálculos de Potencia de pérdidas para la unidad TG1

Períodos

Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hora		21:00	21:30	22:00	22:30	23:00	23:30	00:00	00:30	01:00	01:30

Variables Primarias

FP	Factor de potencia en bornes de máquina	-	0,952	0,955	0,953	0,953	0,954	0,956	0,953	0,941	0,947	0,948
P _{BRUTA}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	[MW]	116,74	118,57	120,21	120,65	121,07	121,38	122,60	122,95	122,87	122,52
P _{Neta}	Potencia Neta medido en Alta	[MW]	115,83	117,71	119,32	119,77	120,21	120,48	121,72	122,11	121,97	121,68
T _{AA}	Temperatura aire aspiración	[°F]	74,05	71,12	69,09	67,91	66,82	66,80	64,78	63,70	64,11	64,47
RH	Humedad relativa	[%]	25,29	27,14	28,51	29,10	29,67	29,45	32,30	33,60	31,69	31,01

Determinación pérdidas totales

L _{TOTALES}	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos (SSAA)	[MW]	0,91	0,86	0,89	0,88	0,86	0,90	0,88	0,84	0,90	0,84
----------------------	---	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Tabla 6.2 – Cálculos de Potencia de pérdidas para la unidad TG2



6.3 Correcciones aplicables a la potencia bruta

Las correcciones mencionadas en este capítulo fueron aplicadas a cada uno de los períodos (test run) registrados y válidos de acuerdo con las condiciones de estabilidad (10 períodos) y el resultado final resultó del promedio de todos ellos.

Según lo establece el anexo técnico pueden aplicarse correcciones por:

1. Corrección por temperatura de aire de aspiración.
2. Corrección por factor de potencia.
3. Corrección por humedad relativa.

Los factores de corrección de cada una de las magnitudes antes mencionadas, y para cada período, se obtuvieron de las curvas indicadas en 4.3 (Anexo 9.3).

La Potencia Bruta Corregida de la unidad se calculará según la siguiente ecuación:

$$P_{Bruta,Corr} = (P_{Bruta} - L_{FP}) \times \frac{F_{Temp_rated}}{F_{Temp_meas}} \times \frac{F_{RH_rated}}{F_{RH_meas}}$$

Dónde:

- $P_{Bruta,Corr}$: Potencia Bruta Corregida
- P_{Bruta} : Potencia Bruta Medida
- L_{FP} : Pérdidas relacionadas a no operar en el factor de potencia (FP) establecido por el Anexo Técnico. Se aplica sólo si durante los ensayos no se logró alcanzar $FP = 0.95$. Se calcula como la diferencia de potencia entre la correspondiente al FP del ensayo menos la potencia correspondiente al FP de referencia ambos valores obtenidos de las curvas del capítulo 4.3. El factor de potencia que se utilizará como referencia es el indicado por el medidor #2 de Tabla 4.3
- F_{Temp_rated} : Factor de corrección de la potencia activa por temperatura del aire obtenido de las curvas del capítulo 4.3 referido al valor nominal
- F_{Temp_meas} : Factor de corrección de la potencia activa por temperatura del aire obtenido de las curvas del capítulo 4.3 referido al valor medido
- F_{RH_rated} : Factor de corrección de la potencia activa por Humedad Relativa obtenido de las curvas del capítulo 4.3 referido al valor nominal
- F_{RH_meas} : Factor de corrección de la potencia activa por Humedad Relativa obtenido de las curvas del capítulo 4.3 referido al valor medido



La Tabla 6.3 y la Tabla 6.4 detallan las correcciones realizadas para las unidades TG1 y TG2 respectivamente.

Períodos												
Test Run n°		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hora			21:20	21:50	22:20	22:50	23:20	23:50	00:20	00:50	01:20	01:50
Variables Primarias												
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	-	0,938	0,941	0,942	0,943	0,942	0,951	0,943	0,940	0,947	0,939
P _{BRUTA}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	[MW]	118,33	120,03	120,92	121,55	121,95	122,86	123,37	123,68	123,59	123,57
P _{Neta}	Potencia Neta medido en Alta	[MW]	117,47	119,12	120,01	120,58	121,00	121,81	122,48	122,79	122,63	122,53
T _{AA}	Temperatura aire aspiración	[°F]	71,45	68,63	67,79	66,86	66,27	65,40	63,72	63,39	63,94	63,71
RH	Humedad relativa	[%]	21,02	22,39	22,38	23,09	23,64	25,30	26,39	26,29	25,31	25,43
Correcciones a la Potencia bruta												
L _{FP}	Diferencia en pérdidas por FP	[kW]	-20,47	-15,49	-15,77	-13,80	-14,95	1,96	-14,68	-19,89	-6,70	-21,06
1 / F _{TEMP_meas}	Factor de corrección por temperatura	-	1,0458	1,0351	1,0319	1,0284	1,0262	1,0231	1,0170	1,0158	1,0178	1,0169
F _{RH_rated} / F _{RH_meas}	Factor de corrección por humedad	-	0,9992	0,9993	0,9993	0,9994	0,9994	0,9994	0,9995	0,9995	0,9995	0,9995
P Bruta, Corr	Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico	[MW]	123,68	124,17	124,70	124,93	125,09	125,62	125,41	125,58	125,72	125,61

Tabla 6.3 – Correcciones a la Potencia Bruta para la TG1

Períodos												
Test Run n°		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hora			21:00	21:30	22:00	22:30	23:00	23:30	00:00	00:30	01:00	01:30
Variables Primarias												
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	-	0,952	0,955	0,953	0,953	0,954	0,956	0,953	0,941	0,947	0,948
P _{BRUTA}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	[MW]	116,74	118,57	120,21	120,65	121,07	121,38	122,60	122,95	122,87	122,52
P _{Neta}	Potencia Neta medido en Alta	[MW]	115,83	117,71	119,32	119,77	120,21	120,48	121,72	122,11	121,97	121,68
T _{AA}	Temperatura aire aspiración	[°F]	74,05	71,12	69,09	67,91	66,82	66,80	64,78	63,70	64,11	64,47
RH	Humedad relativa	[%]	25,29	27,14	28,51	29,10	29,67	29,45	32,30	33,60	31,69	31,01
Correcciones a la Potencia bruta												
L _{FP}	Diferencia en pérdidas por FP	[kW]	3,04	8,04	4,78	3,98	5,80	8,40	4,75	-17,28	-5,39	-3,46
1 / F _{TEMP_meas}	Factor de corrección por temperatura	-	1,0559	1,0446	1,0368	1,0323	1,0283	1,0282	1,0208	1,0169	1,0183	1,0197
F _{RH_rated} / F _{RH_meas}	Factor de corrección por humedad	-	0,9993	0,9994	0,9994	0,9995	0,9995	0,9995	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996
P Bruta, Corr	Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico	[MW]	123,17	123,76	124,56	124,47	124,43	124,73	125,08	124,99	125,08	124,88

Tabla 6.4 – Correcciones a la Potencia Bruta para la TG2



6.4 Cálculo referencial de la potencia neta

El cálculo mencionado en este capítulo se aplicó a cada uno de los períodos (test run) registrados (10 períodos) y el resultado final será el promedio de todos ellos.

La Potencia Neta Corregida de la Unidad Generadora se calcula usando la siguiente ecuación:

$$P_{\text{Neta, Corr}} = P_{\text{Bruta, Corr}} - L_{\text{Totales}}$$

$$L_{\text{Totales}} = P_{\text{Neta, No Corr}} - P_{\text{Bruta, No Corr}}$$

Dónde:

- $P_{\text{Neta, Corr}}$: Potencia Neta Corregida
- $P_{\text{Neta, No Corr}}$: Potencia Neta No Corregida (medición directa)
- $P_{\text{Bruta, Corr}}$: Potencia Bruta Corregida
- $P_{\text{Bruta, No Corr}}$: Potencia Bruta No Corregida (medición directa)
- L_{Totales} : Pérdidas y consumos internos de la planta en todo concepto

Períodos												
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Hora		21:20	21:50	22:20	22:50	23:20	23:50	00:20	00:50	01:20	01:50	
Determinación pérdidas totales												
L _{TOTALES}	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos (SSAA)	[MW]	0,86	0,91	0,91	0,97	0,95	1,05	0,89	0,88	0,96	1,03
Cálculo promedio final												
P _{Bruta, Corr}	Valores utilizados para	[MW]	123,68	124,17	124,70	124,93	125,09	125,62	125,41	125,58	125,72	125,61
P _{Neta, Corr}	cálculo de promedio final	[MW]	122,82	123,26	123,79	123,97	124,14	124,57	124,52	124,70	124,77	124,58

Tabla 6.5 – Cálculos de Potencia Neta corregida para la unidad TG1

Períodos												
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Hora		21:00	21:30	22:00	22:30	23:00	23:30	00:00	00:30	01:00	01:30	
Determinación pérdidas totales												
L _{TOTALES}	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos (SSAA)	[MW]	0,91	0,86	0,89	0,88	0,86	0,90	0,88	0,84	0,90	0,84
Cálculo promedio final												
P _{Bruta, Corr}	Valores utilizados para	[MW]	-	123,76	124,56	124,47	124,43	124,73	125,08	124,99	125,08	124,88
P _{Neta, Corr}	cálculo de promedio final	[MW]	-	122,91	123,66	123,59	123,56	123,82	124,21	124,15	124,18	124,04

Tabla 6.6 – Cálculos de Potencia Neta corregida para la unidad TG2



6.5 Cálculo del promedio final

Finalmente, se realiza el promedio final de aquellos períodos que verificaron las condiciones de estabilidad para obtener un valor final de **Potencia Máxima Bruta de 125,1 MW** y de *Potencia Máxima Neta de 124,1 MW* para la unidad TG1 y para la unidad TG2 un valor final de **Potencia Máxima Bruta de 124,7 MW** y de *Potencia Máxima Neta de 123,8 MW*.

Las Tabla 6.7 y Tabla 6.8 detallan los valores utilizados para los correspondientes promedios.

Períodos												
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Hora		21:20	21:50	22:20	22:50	23:20	23:50	00:20	00:50	01:20	01:50	
Cálculo promedio final												
P _{Bruta, Corr}	Valores utilizados para	[MW]	123,68	124,17	124,70	124,93	125,09	125,62	125,41	125,58	125,72	125,61
P _{Neta, Corr}	cálculo de promedio final	[MW]	122,82	123,26	123,79	123,97	124,14	124,57	124,52	124,70	124,77	124,58
P _{MAX, Bruta}	Potencia Máxima Bruta	[MW]	125,1									
P _{MAX, Neta}	Potencia Máxima Neta	[MW]	124,1									

Tabla 6.7 – Promedio Final para la unidad TG1

Períodos												
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Hora		21:00	21:30	22:00	22:30	23:00	23:30	00:00	00:30	01:00	01:30	
Cálculo promedio final												
P _{Bruta, Corr}	Valores utilizados para	[MW]	-	123,76	124,56	124,47	124,43	124,73	125,08	124,99	125,08	124,88
P _{Neta, Corr}	cálculo de promedio final	[MW]	-	122,91	123,66	123,59	123,56	123,82	124,21	124,15	124,18	124,04
P _{MAX, Bruta}	Potencia Máxima Bruta	[MW]	124,7									
P _{MAX, Neta}	Potencia Máxima Neta	[MW]	123,8									

Tabla 6.8 – Promedio Final para la unidad TG2

6.6 Tabla Resumen general

Todos los cálculos presentados anteriormente se resumen a continuación.



Períodos		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run nº	ref	21:20	21:50	22:20	22:50	23:20	23:50	00:20	00:50	01:20	01:50
Variables Primarias											
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	0,938	0,941	0,942	0,943	0,942	0,951	0,943	0,940	0,947	0,939
P _{BRUTA}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	[MW] 118,33	[MW] 120,03	[MW] 120,92	[MW] 121,55	[MW] 121,95	[MW] 122,86	[MW] 123,37	[MW] 123,68	[MW] 123,59	[MW] 123,57
P _{NETA}	Potencia Neta medida en Alta	[MW] 117,47	[MW] 119,12	[MW] 120,01	[MW] 120,58	[MW] 121,00	[MW] 121,81	[MW] 122,48	[MW] 122,79	[MW] 122,63	[MW] 122,53
T _{AA}	Temperatura aire aspiración	[°F] 71,45	[°F] 68,63	[°F] 67,79	[°F] 66,86	[°F] 66,27	[°F] 65,40	[°F] 63,72	[°F] 63,39	[°F] 63,94	[°F] 63,71
RH	Humedad relativa	[%] 21,02	[%] 22,39	[%] 22,38	[%] 23,09	[%] 23,64	[%] 25,30	[%] 26,39	[%] 26,29	[%] 25,31	[%] 25,43
Variables Secundarias											
P _{atm}	Presión Atmosférica - Para estabilidad	[inHg] 27,689	[inHg] 27,691	[inHg] 27,664	[inHg] 27,665	[inHg] 27,663	[inHg] 27,661	[inHg] 27,652	[inHg] 27,645	[inHg] 27,638	[inHg] 27,631
Frec	Velocidad de Rotación - Para estabilidad	[Hz] 49,96	[Hz] 49,98	[Hz] 50,00	[Hz] 49,98	[Hz] 50,00	[Hz] 50,07	[Hz] 50,05	[Hz] 50,04	[Hz] 50,09	[Hz] 50,05
FFlow	Caudal de Combustible - Para estabilidad	[lbm/s] 17,95	[lbm/s] 18,05	[lbm/s] 18,11	[lbm/s] 18,14	[lbm/s] 18,18	[lbm/s] 18,23	[lbm/s] 18,27	[lbm/s] 18,30	[lbm/s] 18,32	[lbm/s] 18,19
Verificación de condiciones de estabilidad											
P _{Neta}	Potencia Neta medida en Alta	0,65%	0,44%	0,38%	0,39%	0,41%	0,44%	0,25%	0,29%	0,29%	0,26%
P _{BRUTA}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	0,65%	0,39%	0,40%	0,30%	0,23%	0,51%	0,25%	0,29%	0,32%	0,22%
P _{atm}	Presión Atmosférica	0,16%	0,00%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%
T _{AA}	Temperatura aire aspiración	1,3°F	0,70°F	0,52°F	0,80°F	0,24°F	0,63°F	0,65°F	0,43°F	0,39°F	0,26°F
Frec	Velocidad de Rotación	0,33%	0,06%	0,07%	0,06%	0,06%	0,06%	0,05%	0,07%	0,06%	0,08%
Fuel Flow	Caudal de combustible	0,65%	0,09%	0,06%	0,06%	0,08%	0,10%	0,05%	0,05%	0,06%	0,29%
Estabilidad	¿Se cumplen los criterios para todas las variables?	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Determinación pérdidas totales											
L _{TOTALES}	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos (SSAA)	[MW] 0,86	[MW] 0,91	[MW] 0,91	[MW] 0,97	[MW] 0,95	[MW] 1,05	[MW] 0,89	[MW] 0,88	[MW] 0,96	[MW] 1,03
Correcciones a la Potencia bruta											
L _{FP}	Diferencia en pérdidas por FP	[KW] -20,47	[KW] -15,49	[KW] -15,77	[KW] -13,80	[KW] -14,95	[KW] 1,96	[KW] -14,68	[KW] -19,89	[KW] -6,70	[KW] -21,06
1 / F _{TEMP_meas}	Factor de corrección por temperatura	-	1,0458	1,0351	1,0284	1,0262	1,0231	1,0170	1,0158	1,0178	1,0169
F _{RH_rated} / F _{RH_meas}	Factor de corrección por humedad	-	0,9992	0,9993	0,9994	0,9994	0,9994	0,9995	0,9995	0,9995	0,9995
P _{Bruta, Corr}	Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico	[MW] 123,68	[MW] 124,17	[MW] 124,70	[MW] 124,93	[MW] 125,09	[MW] 125,62	[MW] 125,41	[MW] 125,58	[MW] 125,72	[MW] 125,61
Cálculo promedio final											
P _{Bruta, Corr}	Valores utilizados para cálculo de promedio final	[MW] 123,68	[MW] 124,17	[MW] 124,70	[MW] 124,93	[MW] 125,09	[MW] 125,62	[MW] 125,41	[MW] 125,58	[MW] 125,72	[MW] 125,61
P _{Neta, Corr}		[MW] 122,82	[MW] 123,26	[MW] 123,79	[MW] 123,97	[MW] 124,14	[MW] 124,57	[MW] 124,52	[MW] 124,70	[MW] 124,77	[MW] 124,58
P _{MAX, Bruta}	Potencia Máxima Bruta	[MW] 125,1									
P _{MAX, Neta}	Potencia Máxima Neta	[MW] 124,1									

Tabla 6.9 – Resumen general para la unidad TG1



Períodos		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°	ref	21:00	21:30	22:00	22:30	23:00	23:30	00:00	00:30	01:00	01:30
Variables Primarias											
FP	-	0,952	0,955	0,953	0,954	0,956	0,953	0,941	0,947	0,948	
P _{Bruta}	[MW]	116,74	118,57	120,21	120,65	121,07	121,38	122,60	122,95	122,87	122,52
P _{Neta}	[MW]	115,83	117,71	119,32	119,77	120,21	120,48	121,72	121,97	121,97	121,68
T _{AA}	[°F]	74,05	71,12	69,09	67,91	66,82	66,80	64,78	64,11	64,11	64,47
RH	[%]	25,29	27,14	28,51	29,10	29,67	29,45	32,30	31,69	31,69	31,01
Variables Secundarias											
P _{atm}	[inHg]	27,690	27,686	27,685	27,684	27,682	27,668	27,664	27,660	27,656	27,648
Frec	[Hz]	49,96	49,97	50,00	49,99	49,98	50,03	50,07	50,03	50,07	50,08
FFlow	[lbm/s]	17,59	17,82	17,90	17,92	17,95	18,11	18,15	18,15	18,14	18,04
Verificación de condiciones de estabilidad											
P _{Neta}	0,65%	0,67%	0,49%	0,37%	0,29%	0,21%	0,34%	0,31%	0,25%	0,29%	0,33%
P _{Bruta}	0,65%	0,66%	0,49%	0,38%	0,27%	0,23%	0,31%	0,31%	0,28%	0,28%	0,30%
P _{atm}	0,16%	0,01%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%	0,00%	0,01%	0,01%
T _{AA}	1,3°F	1,09°F	0,51°F	0,39°F	0,23°F	0,27°F	0,28°F	0,57°F	0,24°F	0,39°F	0,40°F
Frec	0,33%	0,04%	0,05%	0,08%	0,06%	0,05%	0,05%	0,05%	0,06%	0,09%	0,03%
Fuel Flow	0,65%	0,31%	0,32%	0,04%	0,04%	0,04%	0,18%	0,01%	0,01%	0,01%	0,23%
Estabilidad	¿Se cumplen los criterios para todas las variables?	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Determinación pérdidas totales											
L _{TOTALES}	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos (SS44)	0,91	0,86	0,89	0,88	0,86	0,90	0,88	0,84	0,90	0,84
Correcciones a la Potencia bruta											
L _{FP}	Diferencia en pérdidas por FP	3,04	8,04	4,78	3,98	5,80	8,40	4,75	-17,28	-5,39	-3,46
1 / F _{TEMP_meas}	Factor de corrección por temperatura	-	1,0559	1,0446	1,0368	1,0283	1,0282	1,0208	1,0169	1,0183	1,0197
F _{RH_rated} / F _{RH_meas}	Factor de corrección por humedad	-	0,9993	0,9994	0,9995	0,9995	0,9995	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996
P _{Bruta, Corr}	Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico	123,17	123,76	124,56	124,47	124,43	124,73	125,08	124,99	125,08	124,88
Cálculo promedio final											
P _{Bruta, Corr}	Valores utilizados para cálculo de promedio final	-	123,76	124,56	124,47	124,43	124,73	125,08	124,99	125,08	124,88
P _{Neta, Corr}		-	122,91	123,66	123,59	123,56	123,82	124,21	124,15	124,18	124,04
P _{MAX, Bruta}	Potencia Máxima Bruta		124,7								
P _{MAX, Neta}	Potencia Máxima Neta		123,8								

Tabla 6.10 – Resumen general para la unidad TG2



6.7 Incertidumbre

El cuadro siguiente calcula la incertidumbre del resultado para la unidad TG1.

Variable	Unidad	Valores medidos			Incertidumbre			Sensibilidad		
		Valor Medio	Desvío Std / Media	Medidores	Sistemática Bx	Aleatoria Sx	Sx _{t95}	θ	$(B*\theta)^2$	$(Sx_{t95}*\theta)^2$
P _{BRUTA}	MW	122,86	0,51%	0,35%	0,4256	0,114	0,234	1,0000	0,181129	0,054565
FP	-	0,95	0,25%	0,35%	0,0033	0,000	0,001	1,7240	0,000032	0,000002
T _{AA}	°F	65,40	0,962%	0,3	0,5400	0,115	0,235	-0,4481	0,058564	0,011050
RH	%	25,30	4,53%	1%	0,0100	0,209	0,427	-0,0017	0,000000	0,000001
N	30									Σ
t ₉₅	2,042									0,2397
									0,0656	
									U _R	0,25 MW

El cuadro siguiente calcula la incertidumbre del resultado para la unidad TG2.

Variable	Unidad	Valores medidos			Incertidumbre			Sensibilidad		
		Valor Medio	Desvío Std / Media	Medidores	Sistemática Bx	Aleatoria Sx	Sx _{t95}	θ	$(B*\theta)^2$	$(Sx_{t95}*\theta)^2$
P _{BRUTA}	MW	118,57	0,49%	0,35%	0,4107	0,107	0,219	1,0000	0,168703	0,047824
FP	-	0,96	0,30%	0,35%	0,0033	0,001	0,001	1,6242	0,000029	0,000003
T _{AA}	°F	71,12	0,512%	0,3	0,5400	0,067	0,136	-0,4566	0,060784	0,003848
RH	%	27,14	2,57%	1%	0,0100	0,127	0,260	-0,0027	0,000000	0,000000
N	30									Σ
t ₉₅	2,042									0,2295
									0,0517	
									U _R	0,24 MW



7 CONCLUSIONES

Se realizó con éxito la prueba de Potencia Máxima en las unidades TG1 y TG2 de la CT Candelaria utilizando combustible gas.

Las unidades fueron capaces de sostener en forma estable la potencia en sus bornes de salida por un período de tiempo superior a las 5 horas.

Se determinó un valor de Potencia Máxima Bruta de 125,1 MW para la unidad TG1 y un valor de Potencia Máxima Bruta de 124,7 MW para la unidad TG2.



8 NORMATIVA

- Anexo Técnico: “Res.-Ex.-N°375_20160422_AT-Pruebas-de-Potencia-Máxima-en-Unidades-Generadoras”.
- Norma ASME PTC 22 “Performance Test Code on Gas Turbines
- Norma ASME PTC 19.1 “Test Uncertainty”



9 ANEXOS

9.1 Puntos de medición

9.1.1 Potencia bruta

En el siguiente unilineal general se pueden identificar los puntos de medición de la potencia bruta, los cuales son análogos para ambas unidades. Se muestran en círculos rojos los núcleos de los transformadores de corriente y tensión de clase 0.2.

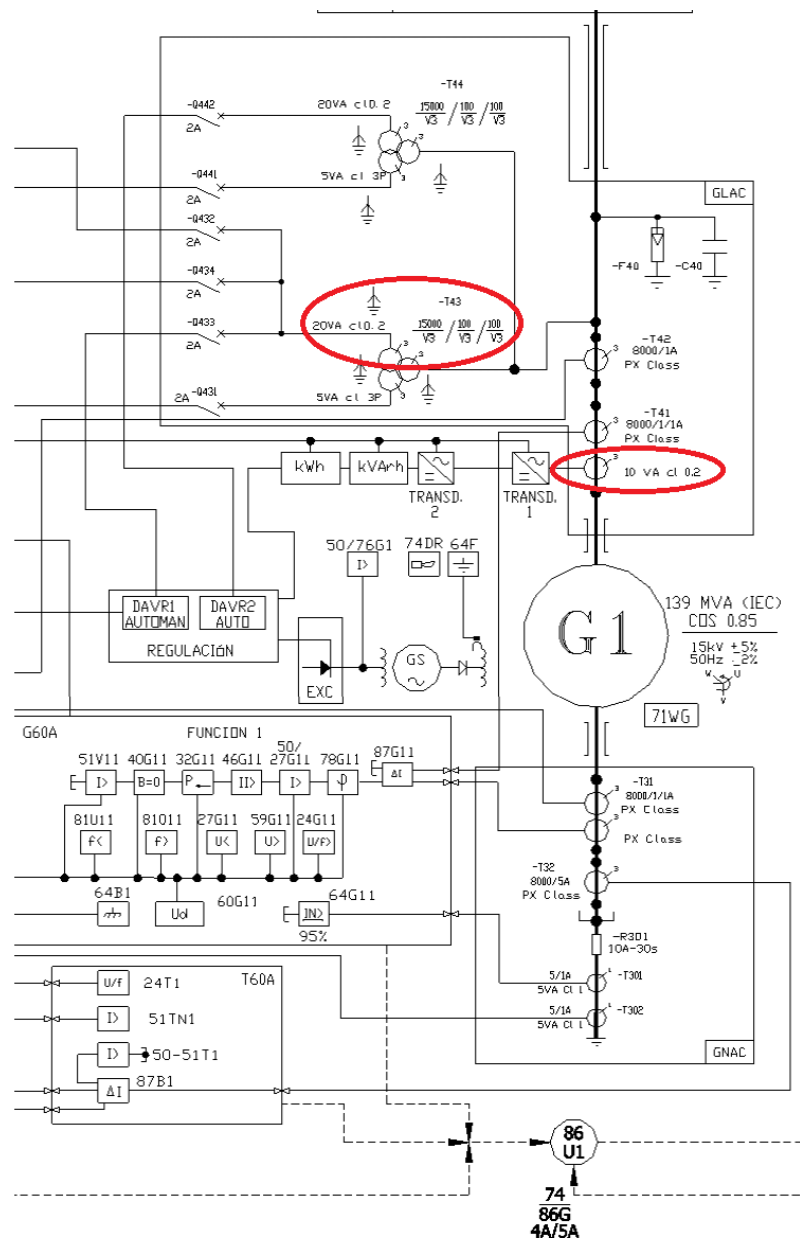


Figura 9.1 – Unilineal para mediciones de potencia bruta



El Coordinado ha informado que el medidor externo de potencia bruta y factor de potencia se instalará en la misma ubicación que el equipo “96GW”, el cual se encuentra conectado en los núcleos de clase 0.2 de los TC y TP. En la Figura 9.2 se muestra el punto de conexión de corrientes y en la Figura 9.3 el punto de conexión de tensiones.

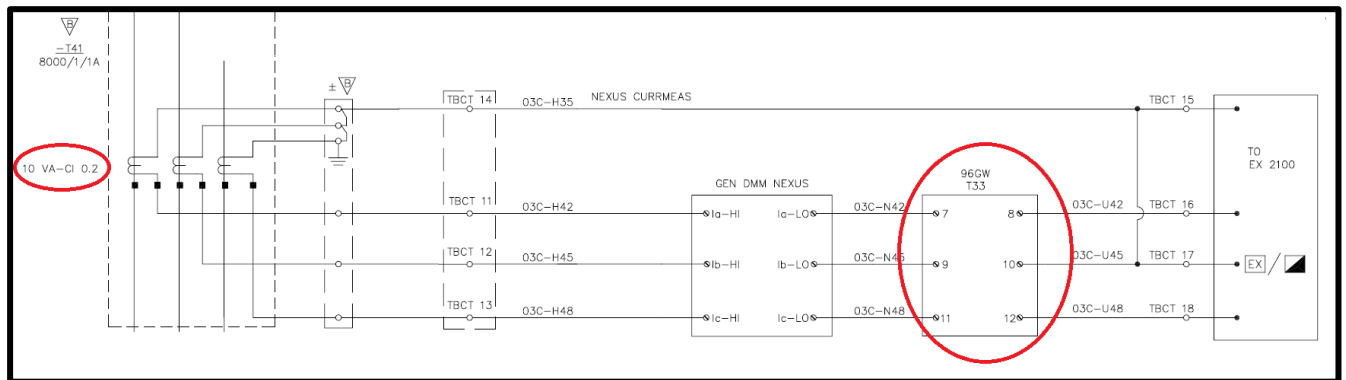


Figura 9.2 – Puntos de medición de corriente para medidor de Potencia bruta y Factor de potencia

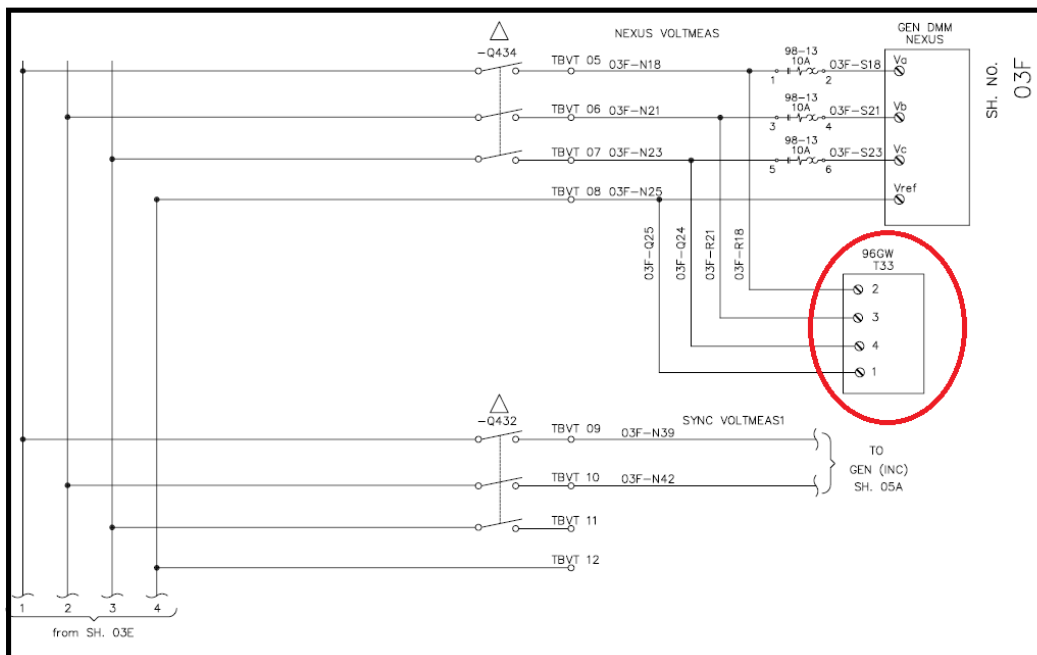
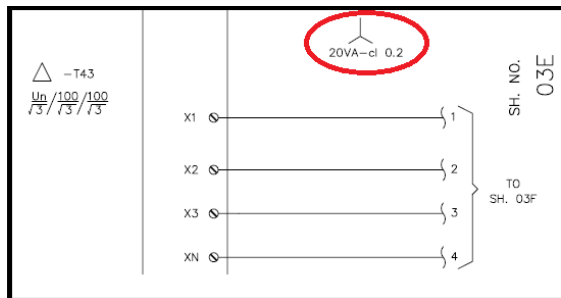


Figura 9.3 – Puntos de medición de tensión para medidor de Potencia bruta y Factor de potencia



Finalmente se presentan los datos de placa de los transformadores de corriente y tensión respectivos. Cabe mencionar que dichos equipos son iguales en ambas unidades.



Figura 9.4 – Datos de placa del transformador de tensión para medición de potencia bruta

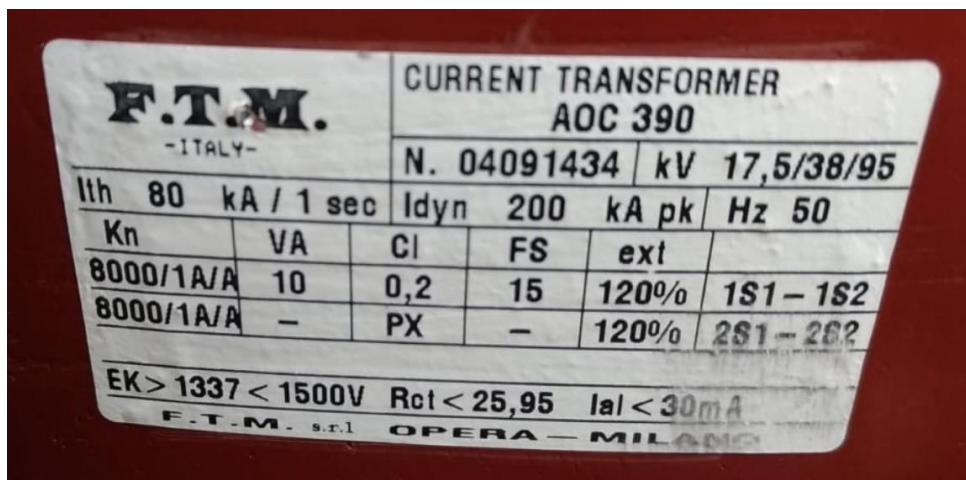


Figura 9.5 – Datos de placa del transformador de corriente para medición de potencia bruta



9.1.2 Potencia neta

En el siguiente unilíneal general se pueden identificar los puntos de medición de la potencia neta, los cuales son análogos para ambas unidades. Se muestran en círculos rojos los núcleos de los transformadores de corriente y tensión de clase 0.2.

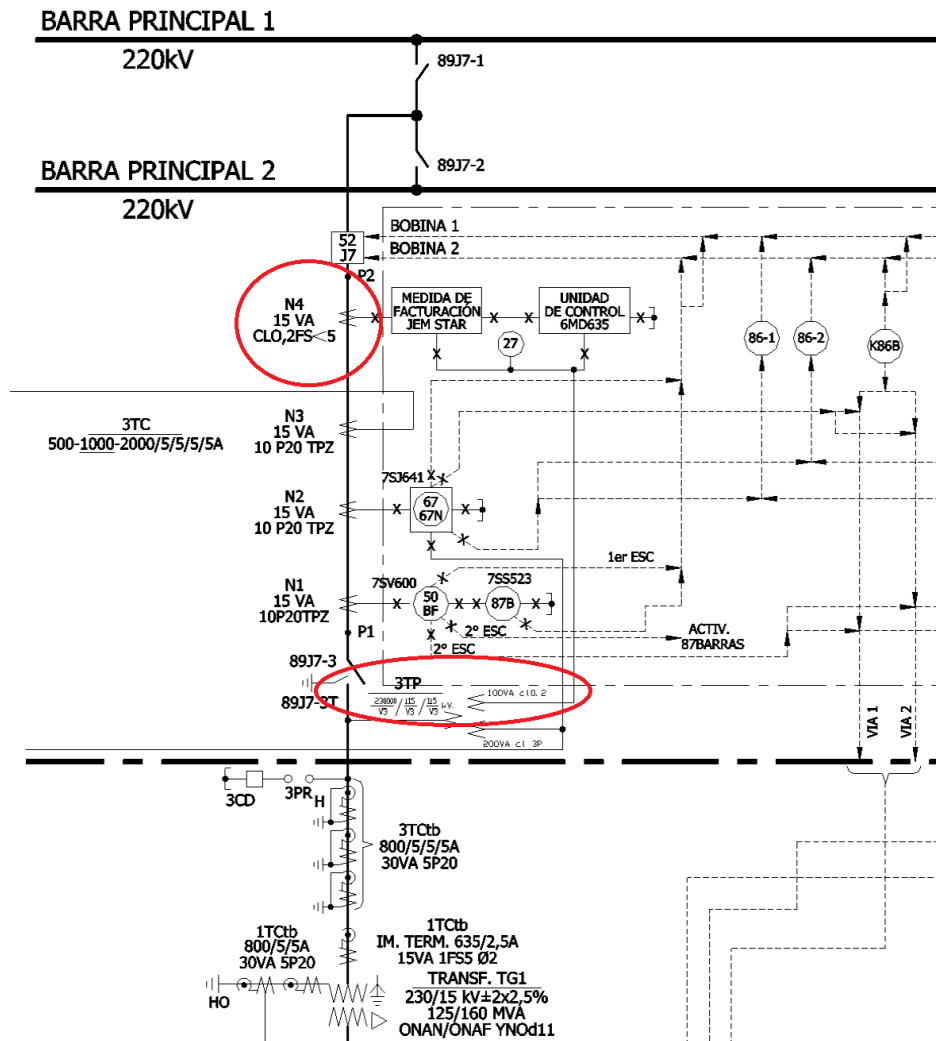


Figura 9.6 – Unilíneal para mediciones de potencia neta



Finalmente se presentan los datos de placa de los transformadores de corriente y tensión respectivos. Cabe mencionar que dichos equipos son iguales en ambas unidades.

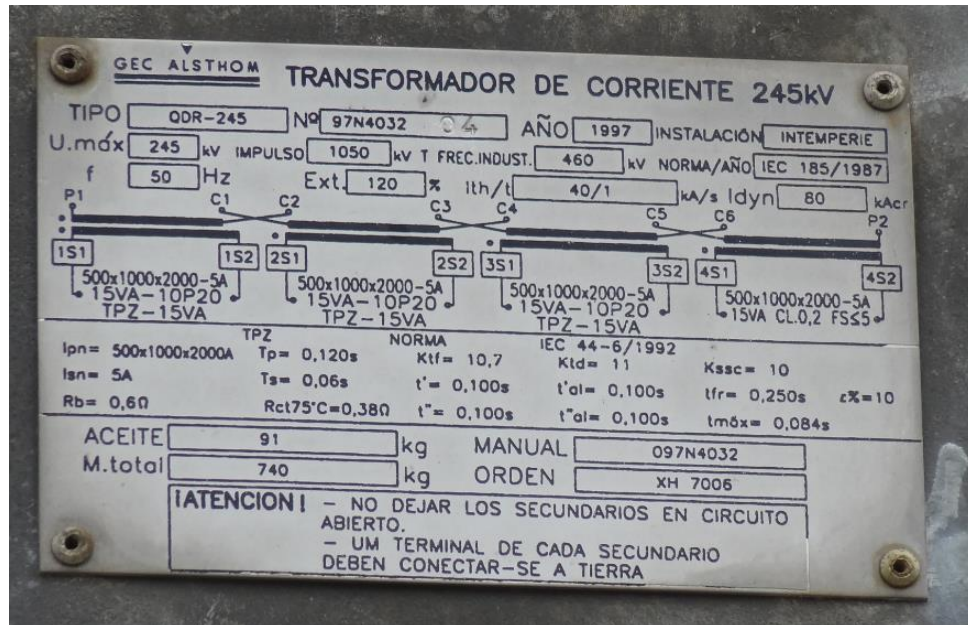


Figura 9.7 – Datos de placa del transformador de tensión para medición de potencia neta

ANTECEDENTES	FECHA EJECUCION	27-jul-16			
	GERENCIA	CENTRO SUR	SUBESTACION :		CANDELARIA
	SERVICIO	PAÑO J7	JEFE FAENA (CONTRATISTA):		PATRICIO PIZARRO OPAZO
	DESIGNACION UNILINEAL Y SAP	TPJ7	INSPECTOR DE COLBUN		OSCAR CÁDIZ
	CARACTERISTICAS DEL EQUIPO				
	MARCA	RITZ	ENROLLADO	RELACIÓN TRANSF.	BURDEN VA
	TIPO	OTCF_245.IM	1a - 1n	115 / √3	200 VA SIMULTANEOS
	TENSION NOMINAL	245 KV	2a - 2n	115 / √3	200 VA
	N° DE SERIE	642140501 / 02 / 03			
	VOLTAJE PRIMARIO	230000 / √3			
					CLASE PRECISIÓN
					0.2
					3P

Figura 9.8 – Datos de placa del transformador de corriente para medición de potencia neta



9.1.3 Temperatura de aire de entrada al compresor

En el siguiente esquema se presenta la ubicación de las termocuplas que permiten medir la temperatura del aire de entrada al compresor.

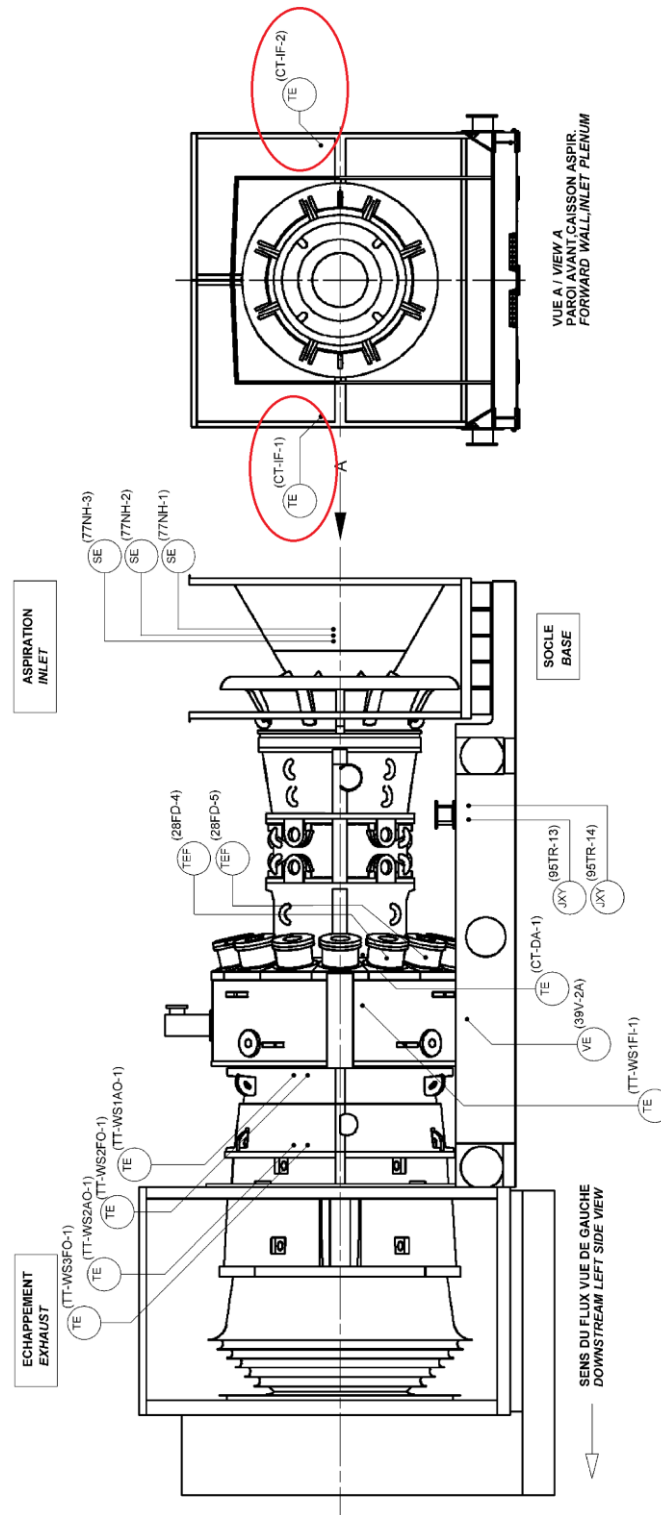


Figura 9.9 – Ubicación de termocuplas para medición de temperatura de aire de aspiración



9.1.4 Humedad relativa

El Coordinado ha contratado el servicio de medición a un proveedor externo y se ha instalado el equipo Vaisala HMP-155 para la medición de humedad relativa del aire. Se presentan a continuación, los antecedentes técnicos del equipo instalado, donde se verifica una incertidumbre de medición menor al 2% descrito en la norma PTC 22.

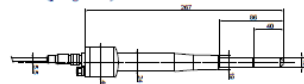
Información técnica

Rendimiento

HUMEDAD RELATIVA	
Rango de mediciones	0 ... 100 %RH
Precisión (no incluye linealidad, histéresis y repetibilidad) a	
+15 ... +25 °C (+59 ... +77 °F)	±1 %RH (0 ... 90 %RH) ±1,7 %RH (90 ... 100 %RH)
-20 ... +40 °C (-4 ... 104 °F)	±(1,0 + 0,008 x lectura) %RH
-40 ... -20 °C (-40 ... -4 °F)	±(1,2 + 0,012 x lectura) %RH
+40 ... +60 °C (+104 ... +140 °F)	±(1,2 + 0,012 x lectura) %RH
-60 ... -40 °C (-76 ... -40 °F)	±(1,4 + 0,032 x lectura) %RH
Incertidumbre de la calibración	±0,6 %RH (0 ... 40 %RH) *
de fábrica (+20 °C / +68 °F)	±1,0 %RH (40 ... 97 %RH) *
* Definido como límites de desviación estándar ±2. Puede haber pequeñas variaciones. Véase también el certificado de calibración.	
Sensor de humedad recomendado	HUMICAP® 180R(C)
Tiempo de respuesta a +20 °C sin viento con un filtro	
PTFE sinterizado	
63 %	20 s
90 %	60 s
TEMPERATURA	
Rango de medición	-80 ... +60 °C (-112 ... +140 °F)
Precisión con salida de voltaje a	
-80 ... +20 °C	±(0,226 - 0,0028 x temperatura) °C
+20 ... +60 °C	±(0,055 + 0,0057 x temperatura) °C
salida pasiva (resistiva)	
según IEC 751	±(0,1 + 0,00167 x temperatura) °C
1/3 Class B	
salida RS485	
-80 ... +20 °C	±(0,176 - 0,0028 x temperatura) °C
+20 ... +60 °C	±(0,07 + 0,0025 x temperatura) °C
Precisión sobre rango de temperatura (opuesta)	
Sensor de temperatura	Pt100 RTD Clase F0.1 IEC 60751
Tiempo de respuesta con sonda de temperatura adicional	
en flujo de aire de 3 m/s	
63 %	<20 s
90 %	<35 s
OTRAS VARIABLES	
Temperatura del punto de rocío, Temperatura del punto de congelación	
Temperatura de bulbo húmedo, relación de mezcla	

Dimensiones

Dimensiones en mm (pulgadas)

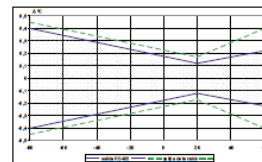


General

Rango de temperatura de operación	-80 ... +60 °C (-112 ... +140 °F)
Rango de temperatura de almacenamiento	-80 ... +60 °C (-112 ... +140 °F)
Conexión	Conector macho de 8 pines M12
Cables de conexión	3,5; 10 y 30 m
Material del cable	PUR
Tamaño del cable	AWG26
Cables de servicio	Cable de conexión USB Cable de conexión M170
Longitud de cable de sonda T adicional	2 m
Material del gabinete	PC
Clasificación del gabinete	IP66
Protección de sensor	PTFE sinterizado
Peso (sonda)	86 g
Compatibilidad electromagnética: cumple con el estándar EMC EN61326-1, equipo eléctrico para control de mediciones y uso en laboratorio, requisito EMC para uso en locales industriales.	

Entradas y salidas

Voltaje de operación	7 ... 28 VCC*
*Nota: voltaje de operación mínimo de 12 V con salida de 0 ... 5 V y de 16 V con salida de 0 ... 10 V, calentamiento de sonda, purga química o XHEAT.	
Salidas	
salida de voltaje	0 ... 1 V, 0 ... 5 V, 0 ... 10 V
Pt100 resistiva (conexión de 4 hilos)	
RS485	
Consumo de corriente promedio (+15 VCC, carga 100 kOhm)	
salida 0 ... 1 V	<3 mA
salida 0 ... 10 V	+0,5 mA
RS485	<4 mA
durante la purga química	máx. 110 mA
con sonda calentada	máx. 150 mA
Tiempo de estabilización durante el encendido	
salida de voltaje	2 s
RS485	3 s



VAISALA
www.vaisala.com

Favor contactarnos en
es.vaisala.com/pedirinfo



Escanea el código para más información

Ref. B210752ES-E ©Vaisala 2013
El presente material está protegido por la legislación de derechos de autor. Todos los derechos de autor son propiedad de Vaisala y de sus socios individuales. Todos los derechos reservados. Algunos logotipos y/o nombres de productos son marcas registradas de Vaisala y de sus socios individuales. Está estrictamente prohibida la reproducción, transferencia, distribución o almacenamiento de información contenida en este folleto, en cualquier forma, sin el consentimiento previo y por escrito de Vaisala. Todas las especificaciones, incluyendo las técnicas, están sujetas a modificaciones sin previo aviso. La presente es una traducción de la versión original en idioma inglés. En caso de ambigüedad, prevalecerá la versión del documento en inglés.



Figura 9.10 – Hoja de datos Vaisala HMP-155



9.2 Certificados de calibración de instrumentos de medición

En este apartado se describen las características principales de los instrumentos a utilizar y se presentan sus certificados actualizados de calibración.

9.2.1 Potencia bruta/FP

El coordinado ha contratado a un proveedor externo el servicio de medición de potencia bruta y factor de potencia, en concordancia a lo estipulado en el Artículo 31 del anexo técnico. Se muestran a continuación, los certificados de calibración vigentes de los equipos externos instalados en cada unidad.



FT-LAB-7.8c

CERTIFICADO DE EXACTITUD
LABORATORIO DE TECNORED S.A.
MEDIDORES DE ENERGÍA ELECTRICA

FOLIO: 504885

ANTECEDENTES DEL CLIENTE

Nº / Fecha de Solicitud : Correo
Fecha Calibración : 30-10-2020
Medidor : ION 8600
Cliente : Tecnored S.A
Instalación :
Subestación :

ANTECEDENTES DEL MEDIDOR

Marca : Schneider Electric
Modelo : 8650
Nº de Serie : PT-0807A564-01
Estado : N/A
Año Fabricación : 2008
Clase Exactitud (%) : 0.2
Constante Med. : 1

PATRON DE CALIBRACIÓN

Marca : Clou
Modelo : C13115
Nº Serie : 20171801
Clase de Exactitud : 0,05
Trazabilidad : Laboratorio Tecnored

CONDICIONES DE MEDIDA

Lugar de Calibración : Laboratorio Tecnored
Tipo de Medida : W, ESTRELLA/ACTIVO
Tensión Aplicada : 63,5 (V)
Corriente Nominal : 5 (A)
Nº de Elementos : 3
Método Calibración : Comparación Directa
Frecuencia (Hz) : 50 (HZ)
Temperatura (Cº) : 22.5
Humedad (%) : 45.2
Calibrador : B. Santibañez

RESULTADOS DE LA COMPONENTE ACTIVA

				Componente Activa Directa		Componente Activa Reversa	
N	Fase	Cte. %	Factor	Error (%)	Limite Norma (%)	Error (%)	Limite Norma (%)
1	123	100	1	-0.052	± 0.2	-0.054	± 0.2
2	123	100	0.5	-0.061	± 0.3	-0.072	± 0.3
3	123	10	1	-0.063	± 0.2	-0.062	± 0.2
4	123	10	0.5	-0.111	± 0.3	-0.063	± 0.3
5	1	100	1	-0.021	± 0.3	-0.083	± 0.3
6	2	100	1	-0.051	± 0.3	-0.065	± 0.3
7	3	100	1	-0.072	± 0.3	-0.057	± 0.3
8	1	100	0.5	-0.057	± 0.4	-0.129	± 0.4
9	2	100	0.5	-0.043	± 0.4	-0.022	± 0.4
10	3	100	0.5	-0.097	± 0.4	-0.094	± 0.4

RESULTADOS DE LA COMPONENTE REACTIVA

				Componente Reactiva Directa		Componente Reactiva Reversa	
N	Fase	Cte. %	Factor	Error (%)	Limite Norma (%)	Error (%)	Limite Norma (%)
1	123	100	1	-0.059	± 2.0	-0.051	± 2.0
2	123	100	0.5	-0.043	± 2.0	-0.041	± 2.0
3	123	10	1	-0.068	± 2.0	-0.043	± 2.0
4	123	10	0.5	-0.061	± 2.0	0.001	± 2.0
5	1	100	1	-0.066	± 3.0	-0.024	± 3.0
6	2	100	1	-0.039	± 3.0	-0.036	± 3.0
7	3	100	1	-0.065	± 3.0	-0.064	± 3.0
8	1	100	0.5	-0.040	± 3.0	-0.055	± 3.0
9	2	100	0.5	-0.094	± 3.0	-0.015	± 3.0
10	3	100	0.5	-0.104	± 3.0	-0.017	± 3.0

OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES

Los errores encontrados cumplen con la Normativa Vigente IEC 62053-22 (ITEM 8.1). Tecnored S.A., declina toda responsabilidad por el uso indebido que se hicieran de este certificado. Este documento no puede ser reproducido en forma parcial.

Jaime Eduardo García Collao
Jefe Área Certificación y Medidas

TECNORED S.A.
 Cerro El Plomo 3819 Barrio Industrial Curauma, Valparaíso
 Fono: 56-32-2452580 fax: 56-32-2452571
 www.tecnored.cl ventas@tecnored.cl

Figura 9.11 – Certificado de calibración de medidor de potencia bruta – Unidad TG1



FT-LAB-7.8c



CERTIFICADO DE EXACTITUD
LABORATORIO DE TECNORED S.A.
MEDIDORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA

FOLIO: 504884

ANTECEDENTES DEL CLIENTE				
Nº / Fecha de Solicitud	: Correo			
Fecha Calibración	: 30-10-2020			
Medidor	: ION 8600			
Cliente	: Tecnored S.A			
Instalación	:			
Subestación	:			

ANTECEDENTES DEL MEDIDOR				
Marca	: Schneider Electric			
Modelo	: 8650			
Nº de Serie	: PT-0807A491-01			
Estado	: N/A			
Año Fabricación	: 2008			
Clase Exactitud (%)	: 0.2			
Constante Med.	: 1			

PATRON DE CALIBRACIÓN				
Marca	: Clow			
Modelo	: C13115			
Nº Serie	: 20171801			
Clase de Exactitud	: 0,05			
Trazabilidad	: Laboratorio Tecnored			

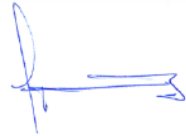
CONDICIONES DE MEDIDA				
Lugar de Calibración	: Laboratorio Tecnored			
Tipo de Medida	: W, ESTRELLA/ACTIVO			
Tensión Aplicada	: 63,5	(V)		
Corriente Nominal	: 5	(A)		
Nº de Elementos	: 3			
Método Calibración	: Comparación Directa			
Frecuencia (Hz)	: 50	(HZ)		
Temperatura (C°)	: 22.5			
Humedad (%)	: 45.2			
Calibrador	: B. Santibañez			

RESULTADOS DE LA COMPONENTE ACTIVA							
				Componente Activa Directa		Componente Activa Reversa	
N	Fase	Cte. %	Factor	Error (%)	Límite Norma (%)	Error (%)	Límite Norma (%)
1	123	100	1	-0.062	± 0.2	-0.047	± 0.2
2	123	100	0.5	-0.071	± 0.3	-0.101	± 0.3
3	123	10	1	-0.054	± 0.2	-0.055	± 0.2
4	123	10	0.5	-0.121	± 0.3	-0.082	± 0.3
5	1	100	1	-0.039	± 0.3	-0.025	± 0.3
6	2	100	1	-0.080	± 0.3	-0.084	± 0.3
7	3	100	1	-0.058	± 0.3	-0.042	± 0.3
8	1	100	0.5	-0.089	± 0.4	0.045	± 0.4
9	2	100	0.5	-0.151	± 0.4	-0.132	± 0.4
10	3	100	0.5	-0.059	± 0.4	-0.126	± 0.4

RESULTADOS DE LA COMPONENTE REACTIVA							
				Componente Reactiva Directa		Componente Reactiva Reversa	
N	Fase	Cte. %	Factor	Error (%)	Límite Norma (%)	Error (%)	Límite Norma (%)
1	123	100	1	-0.061	± 2.0	-0.070	± 2.0
2	123	100	0.5	-0.063	± 2.0	-0.025	± 2.0
3	123	10	1	-0.088	± 2.0	-0.044	± 2.0
4	123	10	0.5	-0.063	± 2.0	-0.015	± 2.0
5	1	100	1	-0.068	± 3.0	-0.043	± 3.0
6	2	100	1	-0.050	± 3.0	-0.063	± 3.0
7	3	100	1	-0.092	± 3.0	-0.040	± 3.0
8	1	100	0.5	-0.061	± 3.0	-0.077	± 3.0
9	2	100	0.5	-0.066	± 3.0	0.012	± 3.0
10	3	100	0.5	-0.067	± 3.0	0.000	± 3.0

OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES

Los errores encontrados cumplen con la Normativa Vigente IEC 62053-22 (ITEM 8.1). Tecnored S.A., declina toda responsabilidad por el uso indebido que se hicieran de este certificado. Este documento no puede ser reproducido en forma parcial.


 Jaime Eduardo García Colhao
 Jefe Área Certificación y Medidas

TECNORED S.A.
 Cerro El Plomo 3819 Barrio Industrial Curauma, Valparaíso
 Fono: 56-32-2452580 fax: 56-32-2452571
 www.tecnored.cl ventas@tecnored.cl

Figura 9.12 – Certificado de calibración de medidor de potencia bruta – Unidad TG2



9.2.2 Potencia neta

Se utilizará el medidor de facturación respectivo a cada unidad, los cuales cumplen con los requerimientos establecidos en el anexo técnico. El Coordinado ha realizado pruebas de certificación de ambos equipos previo al desarrollo de las pruebas. Se incluyen los certificados de calibración de ambos equipos, correspondientes a unidades TG1 y TG2 respectivamente (pañes J7 y J8).

CB202011000003



CERTIFICADO DE EXACTITUD DEL MEDIDOR

FECHA SERVICIO		04/11/2020		IDENTIFICACIÓN DEL MEDIDOR	
IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE				Marca	
Nombre		Colbún		Tipo	
S/E o Central		S/E Candelaria		Número de Serie	
PATRÓN DE REFERENCIA				Ubicación	
Consola		MTE PTS 3.3C		Nº Serie	
				37974	
Clase de Exactitud		+/- 0,05		Clase de Exactitud	
				0,2	
				Estado	
				Activo	
CONDICIONES DE LA MEDIDA					
Tipo de Medida		Estrella		Constante Medidor	
Tensión Aplicada		3 x 66,4 (115) [V] 50 [Hz]		Temperatura	
Corriente Nominal		3 x 5 (10) [A]		Nº de Elementos	
				3E - 4H	
RESULTADOS DE LA VERIFICACIÓN					
Componente Activa					
Nº	Fase	Cte. [%]	Factor	Error [%]	Límite Norma [%]
1	123	100	1,0	-0,067	+/- 0,2
2	123	100	0,5	-0,068	+/- 0,3
3	123	10	1,0	-0,090	+/- 0,2
4	1	100	1,0	-0,078	+/- 0,3
5	2	100	1,0	-0,09	+/- 0,3
6	3	100	1,0	-0,058	+/- 0,3
7	1	100	0,5	-0,095	+/- 0,4
8	2	100	0,5	-0,083	+/- 0,4
9	3	100	0,5	-0,023	+/- 0,4
10	123	10	0,5	-0,08	+/- 0,3
Componente Reactiva					
Nº	Fase	Cte. [%]	Factor	Error [%]	Límite Norma [%]
1	123	100	1,0	-0,068	+/- 2,0
2	123	100	0,5	-0,091	+/- 2,0
3	123	10	1,0	-0,078	+/- 2,0
4	1	100	1,0	-0,092	+/- 3,0
5	2	100	1,0	-0,063	+/- 3,0
6	3	100	1,0	-0,107	+/- 3,0
7	1	100	0,5	-0,085	+/- 3,0
8	2	100	0,5	-0,023	+/- 3,0
9	3	100	0,5	-0,085	+/- 3,0
10	123	10	0,5	-0,023	+/- 3,0
Cumple Clausula 8.1 Norma IEC 62053-22 Clase 0,2			Cumple Clausula 8.1 Norma IEC 62053-23 Clase 2		
Energía en Display		Tipo de Display		Electronico	
CONCLUSIONES					
El medidor cumple con la cláusula 8.1 de la Norma IEC 62053-22 referente a los límites de error para su clase de exactitud, en la componente Activa. El medidor cumple con la cláusula 8.1 de la Norma IEC 62053-23 referente a los límites de error para su clase de exactitud, en la componente Reactiva.					



CB202011000004

CERTIFICADO DE EXACTITUD DEL MEDIDOR

FECHA SERVICIO		04/11/2020		IDENTIFICACIÓN DEL MEDIDOR	
IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE				Marca	
Nombre		Colbún		Tipo	
S/E o Central		S/E Candelaria		Número de Serie	
PATRÓN DE REFERENCIA				Ubicación	
Consola		MTE PTS 3.3C		Clase de Exactitud	
N° Serie		37974		Estado	
Clase de Exactitud		+/- 0,05		Activo	
CONDICIONES DE LA MEDIDA					
Tipo de Medida		Estrella		Constante Medidor	
Tensión Aplicada		3 x 66,4 (115) [V] 50 [Hz]		Temperatura	
Corriente Nominal		3 x 5 (10) [A]		N° de Elementos	
RESULTADOS DE LA VERIFICACIÓN				Conexión	
Componente Activa				Componente Reactiva	
N°	Fase	Cte. [%]	Factor	Error [%]	Límite Norma [%]
1	123	100	1,0	-0,059	+/- 0,2
2	123	100	0,5	-0,055	+/- 0,3
3	123	10	1,0	-0,075	+/- 0,2
4	1	100	1,0	-0,064	+/- 0,3
5	2	100	1,0	-0,1	+/- 0,3
6	3	100	1,0	-0,058	+/- 0,3
7	1	100	0,5	-0,068	+/- 0,4
8	2	100	0,5	-0,053	+/- 0,4
9	3	100	0,5	-0,025	+/- 0,4
10	123	10	0,5	-0,058	+/- 0,3
1	123	100	1,0	-0,064	+/- 2,0
2	123	100	0,5	-0,051	+/- 2,0
3	123	10	1,0	-0,077	+/- 2,0
4	1	100	1,0	-0,066	+/- 3,0
5	2	100	1,0	-0,095	+/- 3,0
6	3	100	1,0	-0,06	+/- 3,0
7	1	100	0,5	-0,083	+/- 3,0
8	2	100	0,5	-0,08	+/- 3,0
9	3	100	0,5	-0,028	+/- 3,0
10	123	10	0,5	-0,05	+/- 3,0
Cumple Clausula 8.1 Norma IEC 62053-22 Clase 0,2				Cumple Clausula 8.1 Norma IEC 62053-23 Clase 2	
Energía en Display		Tipo de Display		Electronico	
CONCLUSIONES					
El medidor cumple con la cláusula 8.1 de la Norma IEC 62053-22 referente a los límites de error para su clase de exactitud, en la componente Activa.					
El medidor cumple con la cláusula 8.1 de la Norma IEC 62053-23 referente a los límites de error para su clase de exactitud, en la componente Reactiva.					

Página 1 de 2

Los resultados consignados se refieren exclusivamente a la muestra ensayada y CAM Chile S.p.a. declina toda responsabilidad por el uso indebido que se hiciere del presente Certificado.

Figura 9.14 – Certificado de calibración de medidor de Potencia neta – Unidad TG2



9.2.3 Temperatura de aire de aspiración

Se utilizarán las termocuplas CT-F1 y CT-F2 de cada unidad, las cuáles se ubican según lo mostrado en la Figura 9.9. Se presentan a continuación los informes de verificación de ambas termocuplas de cada unidad, los cuales tienen fecha del 12 de junio de 2019 y por lo tanto se encuentran vigentes para la fecha de ensayos prevista.



INFORME DE VERIFICACIÓN



VERIFICACION TEMPERATURA					
SERVICIO		VERIFICACION LABORATORIO		TAG	
DESCRIPCIÓN		TG-1		JB20AB TG-1	
				FECHA	
				12 de junio de 2019	
DESCRIPCIÓN			CONDICIONES DE PROCESO		
MARCA	-		RANGO CALIBRADO	100 / 400 [°C]	
MODELO	TG-1		SALIDA	NO APLICA	
TIPO	TIPO K		MONTAJE	MONTAJE HORIZONTAL ESTANDAR	
N/S	-		FLUIDO	NO APLICA	
RANGO MAXIMO	-270 / 1372 [°C]		DAMPING	0	
INSTRUMENTOS PATRONES Y OBSERVACIONES					
DESCRIPCION / MARCA / MODELO / N°SERIE / N° - CERTIFICADO POR					OBSERVACIÓN
HORNO DE CALIBRACIÓN / FLUKE 9144 / B17784 / SMI-97829TE SMI					DIAMETRO:6mm, LONGITUD:150mm,
CALIBRADOR MULTI LAZO / MARTEL / DMC 1400 / 1027002 / N° 8887 VETO					
VALORES PATRONES		CONDICIONES ENCONTRADAS		CONDICIONES DEJADAS	
% RANGO	VALOR PATRON [°C]	LECTURA MEDIDA [°C]	DIFERENCIA [°C]	LECTURA MEDIDA [°C]	DIFERENCIA [°C]
0	100	99,00	1,00	99,00	1,00
50	250	249,60	0,40	249,60	0,40
100	400	399,70	0,30	399,70	0,30
INSTRUMENTISTA Carlos Contreras VESET Ventas y Servicios Técnicos www.veset.cl TIMBRE					

Figura 9.15 – Informe de verificación termocupla CTF1 – Unidad TG1



INFORME DE VERIFICACIÓN



VERIFICACION TEMPERATURA					
SERVICIO	VERIFICACION LABORATORIO		TAG	JB20AC TG-1	
DESCRIPCIÓN	TG-1		FECHA	12 de junio de 2019	
DESCRIPCIÓN			CONDICIONES DE PROCESO		
MARCA	-		RANGO CALIBRADO	100 / 400 [°C]	
MODELO	TG-1		SALIDA	NO APLICA	
TIPO	TIPO K		MONTAJE	MONTAJE HORIZONTAL ESTANDAR	
N/S	-		FLUIDO	NO APLICA	
RANGO MAXIMO	-270 / 1372 [°C]		DAMPING	0	
INSTRUMENTOS PATRONES Y OBSERVACIONES					
DESCRIPCION / MARCA / MODELO / N°SERIE / N° - CERTIFICADO POR					OBSERVACIÓN
HORNO DE CALIBRACIÓN / FLUKE 9144 / B17784 / SMI-97829TE SMI					DIAMETRO:6mm, LONGUITUD:150mm,
CALIBRADOR MULTI LAZO / MARTEL / DMC 1400 / 1027002 / N° 8887 VETO					
VALORES PATRONES		CONDICIONES ENCONTRADAS		CONDICIONES DEJADAS	
% RANGO	VALOR PATRON [°C]	LECTURA MEDIDA [°C]	DIFERENCIA [°C]	LECTURA MEDIDA [°C]	DIFERENCIA [°C]
0	100	100,10	-0,10	100,10	-0,10
50	250	250,40	-0,40	250,40	-0,40
100	400	400,40	-0,40	400,40	-0,40
INSTRUMENTISTA Carlos Contreras			VESET Ventas y Servicios Técnicos www.veset.cl TIMBRE		

Figura 9.16 – Informe de verificación termocupla CTF2 – Unidad TG1



INFORME DE VERIFICACIÓN



VERIFICACIÓN TEMPERATURA					
SERVICIO	VERIFICACION LABORATORIO		TAG	CTF1-1 TG-2	
DESCRIPCIÓN	TG-2		FECHA	12 de junio de 2019	
DESCRIPCIÓN			CONDICIONES DE PROCESO		
MARCA	-		RANGO CALIBRADO	100 / 400 [°C]	
MODELO	TG-2		SALIDA	NO APLICA	
TIPO	TIPO K		MONTAJE	MONTAJE HORIZONTAL ESTANDAR	
N/S	-		FLUIDO	NO APLICA	
RANGO MAXIMO	-270 / 1372 [°C]		DAMPING	0	
INSTRUMENTOS PATRONES Y OBSERVACIONES					
DESCRIPCION / MARCA / MODELO / N°SERIE / N° - CERTIFICADO POR					OBSERVACIÓN
HORNO DE CALIBRACIÓN / FLUKE 9144 / B17784 / SMI-97829TE SMI					DIAMETRO: 6mm, LONGITUD: 150mm,
CALIBRADOR MULTI LAZO / MARTEL / DMC 1400 / 1027002 / N° 8887 VETO					
VALORES PATRONES		CONDICIONES ENCONTRADAS		CONDICIONES DEJADAS	
% RANGO	VALOR PATRON [°C]	LECTURA MEDIDA [°C]	DIFERENCIA [°C]	LECTURA MEDIDA [°C]	DIFERENCIA [°C]
0	100	100,00	0,00	100,00	0,00
50	250	250,20	-0,20	250,20	-0,20
100	400	400,20	-0,20	400,20	-0,20
INSTRUMENTISTA Carlos Contreras			VESET Ventas y Servicios Técnicos www.veset.cl TIMBRE		

Figura 9.17 – Informe de verificación termocupla CTF1 – Unidad TG2



INFORME DE VERIFICACIÓN



VERIFICACION TEMPERATURA					
SERVICIO	VERIFICACION LABORATORIO		TAG	CT-FI-2 TG-2	
DESCRIPCIÓN	TG-2		FECHA	12 de junio de 2019	
DESCRIPCION			CONDICIONES DE PROCESO		
MARCA	-		RANGO CALIBRADO	100 / 400 [°C]	
MODELO	TG-2		SALIDA	NO APLICA	
TIPO	TIPO K		MONTAJE	MONTAJE HORIZONTAL ESTANDAR	
N/S	-		FLUIDO	NO APLICA	
RANGO MAXIMO	-270 / 1372 [°C]		DAMPING	0	
INSTRUMENTOS PATRONES Y OBSERVACIONES					
DESCRIPCION / MARCA / MODELO / N°SERIE / N° - CERTIFICADO POR					OBSERVACIÓN
HORNO DE CALIBRACIÓN / FLUKE 9144 / B17784 / SMI-97829TE SMI					DIAMETRO:6mm, LONGITUD:150mm,
CALIBRADOR MULTI LAZO / MARTEL / DMC 1400 / 1027002 / N° 8887 VETO					
-					
VALORES PATRONES		CONDICIONES ENCONTRADAS		CONDICIONES DEJADAS	
% RANGO	VALOR PATRON [°C]	LECTURA MEDIDA [°C]	DIFERENCIA [°C]	LECTURA MEDIDA [°C]	DIFERENCIA [°C]
0	100	100,10	-0,10	100,10	-0,10
50	250	249,50	0,50	249,50	0,50
100	400	399,80	0,20	399,60	0,40
INSTRUMENTISTA Carlos Contreras			VESET Ventas y Servicios Técnicos www.veset.cl TIMBRE		

Figura 9.18 – Informe de verificación termocupla CTF2 – Unidad TG2



9.2.4 Humedad relativa

El coordinado contratará a un proveedor externo el servicio de medición de humedad relativa en concordancia a lo estipulado en el Artículo 31 del anexo técnico.

Se presenta a continuación el certificado de calibración del equipo externo instalado.

	CERTIFICADO CALIBRACION HIORÓMETRO																																			
Nº Certificado: AB-042																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Ubicación: LABORATORIO</td> <td style="width: 33%;">Instrumentista: Arlette Bravo Fernandez</td> <td style="width: 34%;">Fecha Certificado: 02-11-2020</td> </tr> <tr> <td>Temperatura: 20</td> <td>Presión: 710mmhg</td> <td>Fecha Calibración: 02-11-2020</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Método Utilizado: IGC-SCM-16</td> <td></td> </tr> </table>		Ubicación: LABORATORIO	Instrumentista: Arlette Bravo Fernandez	Fecha Certificado: 02-11-2020	Temperatura: 20	Presión: 710mmhg	Fecha Calibración: 02-11-2020	Método Utilizado: IGC-SCM-16																												
Ubicación: LABORATORIO	Instrumentista: Arlette Bravo Fernandez	Fecha Certificado: 02-11-2020																																		
Temperatura: 20	Presión: 710mmhg	Fecha Calibración: 02-11-2020																																		
Método Utilizado: IGC-SCM-16																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Datos Del Calibrando</th> </tr> <tr> <td>Marca:</td> <td>Vaisala</td> </tr> <tr> <td>Modelo:</td> <td>HMP-155</td> </tr> <tr> <td>Nº Serie :</td> <td>L0640497</td> </tr> <tr> <td>Nº Serpram:</td> <td>THR-070</td> </tr> </table>	Datos Del Calibrando		Marca:	Vaisala	Modelo:	HMP-155	Nº Serie :	L0640497	Nº Serpram:	THR-070	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Patrón de Humedad</th> </tr> <tr> <td>Marca:</td> <td>Vaisala</td> </tr> <tr> <td>Modelo:</td> <td>HMP155</td> </tr> <tr> <td>Nº Serie :</td> <td>M1940622</td> </tr> <tr> <td>Nº Serpram:</td> <td>THR133</td> </tr> </table>	Patrón de Humedad		Marca:	Vaisala	Modelo:	HMP155	Nº Serie :	M1940622	Nº Serpram:	THR133															
Datos Del Calibrando																																				
Marca:	Vaisala																																			
Modelo:	HMP-155																																			
Nº Serie :	L0640497																																			
Nº Serpram:	THR-070																																			
Patrón de Humedad																																				
Marca:	Vaisala																																			
Modelo:	HMP155																																			
Nº Serie :	M1940622																																			
Nº Serpram:	THR133																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">Hora Inicio: 9:00</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <th colspan="5" style="text-align: center;">Calibración Final</th> </tr> <tr> <th>Patrón Corregido (%RH)</th> <th>Respuesta Sensor (%RH)</th> <th>Exactitud (%)</th> <th>Error (%RH)</th> <th>U Expandida (%RH k=2)</th> </tr> <tr> <td>12,5</td> <td>13,8</td> <td>10,4</td> <td>1,3</td> <td>0,9</td> </tr> <tr> <td>60,8</td> <td>61,3</td> <td>1,0</td> <td>0,6</td> <td>1,7</td> </tr> <tr> <td>89,0</td> <td>87,8</td> <td>-1,4</td> <td>-1,3</td> <td>4,5</td> </tr> <tr> <td colspan="5">Hora Término: 17:00</td> </tr> </table>		Hora Inicio: 9:00					Calibración Final					Patrón Corregido (%RH)	Respuesta Sensor (%RH)	Exactitud (%)	Error (%RH)	U Expandida (%RH k=2)	12,5	13,8	10,4	1,3	0,9	60,8	61,3	1,0	0,6	1,7	89,0	87,8	-1,4	-1,3	4,5	Hora Término: 17:00				
Hora Inicio: 9:00																																				
Calibración Final																																				
Patrón Corregido (%RH)	Respuesta Sensor (%RH)	Exactitud (%)	Error (%RH)	U Expandida (%RH k=2)																																
12,5	13,8	10,4	1,3	0,9																																
60,8	61,3	1,0	0,6	1,7																																
89,0	87,8	-1,4	-1,3	4,5																																
Hora Término: 17:00																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">Validación respuesta del Sensor de Humedad</th> </tr> <tr> <td style="width: 60%;">m: Pendiente de la recta</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">1,032</td> <td style="width: 20%;"></td> </tr> <tr> <td>b: Intersección con el eje Y</td> <td style="text-align: center;">-1,958</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Umax : 4,5</td> <td style="text-align: center;">(k=2)</td> </tr> </table>		Validación respuesta del Sensor de Humedad			m: Pendiente de la recta	1,032		b: Intersección con el eje Y	-1,958		Umax : 4,5		(k=2)																							
Validación respuesta del Sensor de Humedad																																				
m: Pendiente de la recta	1,032																																			
b: Intersección con el eje Y	-1,958																																			
Umax : 4,5		(k=2)																																		

Arlette Bravo Fernandez
 Cargo : Instrumentista

Figura 9.19 – Informe de verificación medidor de humedad relativa



9.3 Registro fotográfico

9.3.1 Potencia bruta/FP

Se muestran imágenes de los equipos de medición externos y su disposición.







Conexionado:



9.3.2 Estación meteorológica





9.4 Curvas de corrección

La curva de corrección por factor de potencia corresponde es propia del generador y no depende del combustible utilizado como fuente primaria de energía. Además, la curva declarada es válida para ambas unidades.

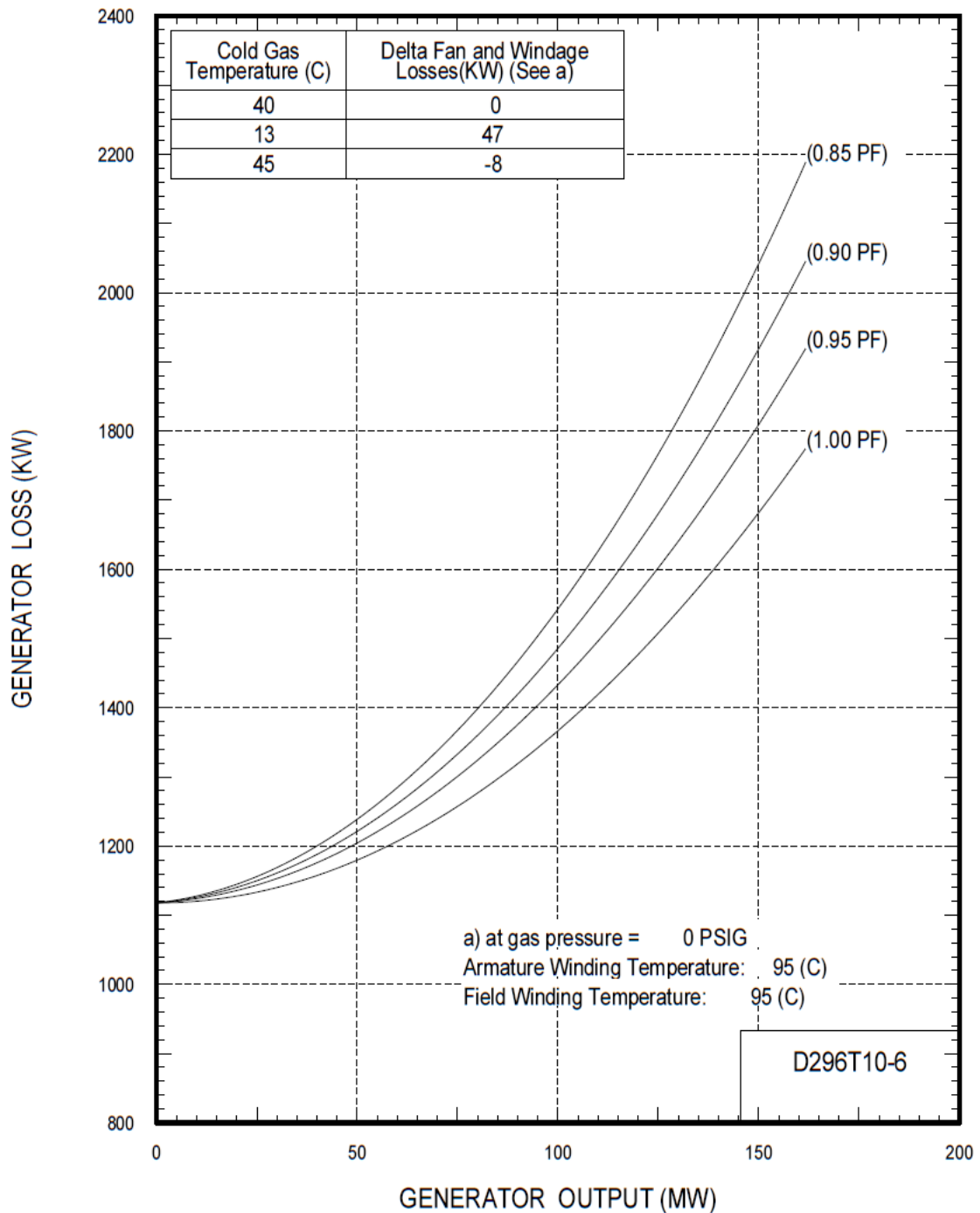


Figura 9.20 – Curva de pérdidas eléctricas según despacho y factor de potencia



9.4.1 Operación con gas

- **Corrección por temperatura de aire de entrada al compresor:**

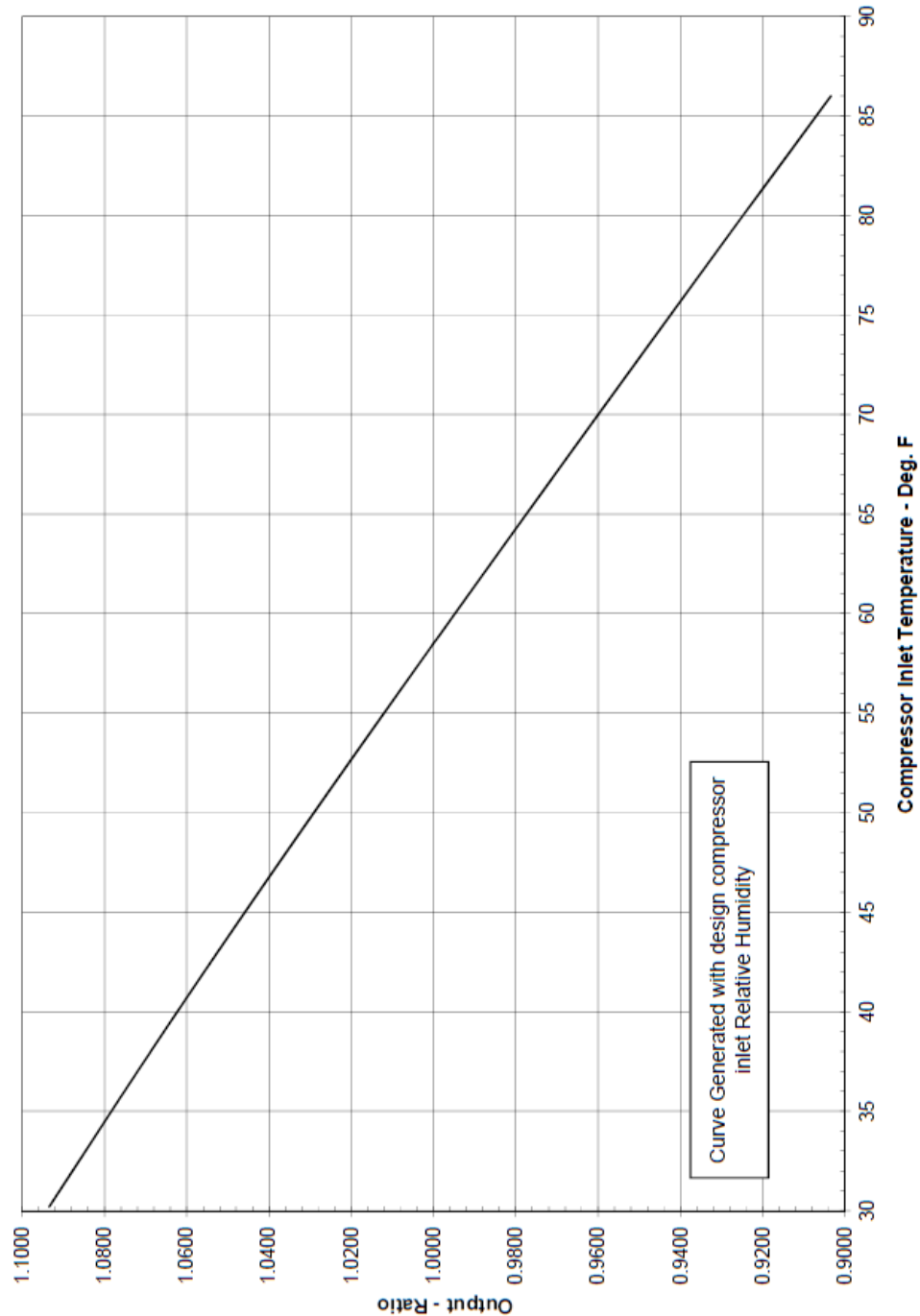


Figura 9.21 – Curva de corrección por temperatura de aire de entrada al compresor para operación con gas

	Units										
Compressor Inlet Temperature	F	30.20	36.40	42.60	48.80	55.00	58.50	67.40	73.60	79.80	86.00
Output Ratio		1.09342	1.07391	1.05378	1.03313	1.01205	1.00000	0.96906	0.94731	0.92546	0.90336

Tabla 9.1 – Valores de curva de corrección por temperatura de aire de entrada al compresor para operación con gas



- Corrección por humedad relativa del aire:**

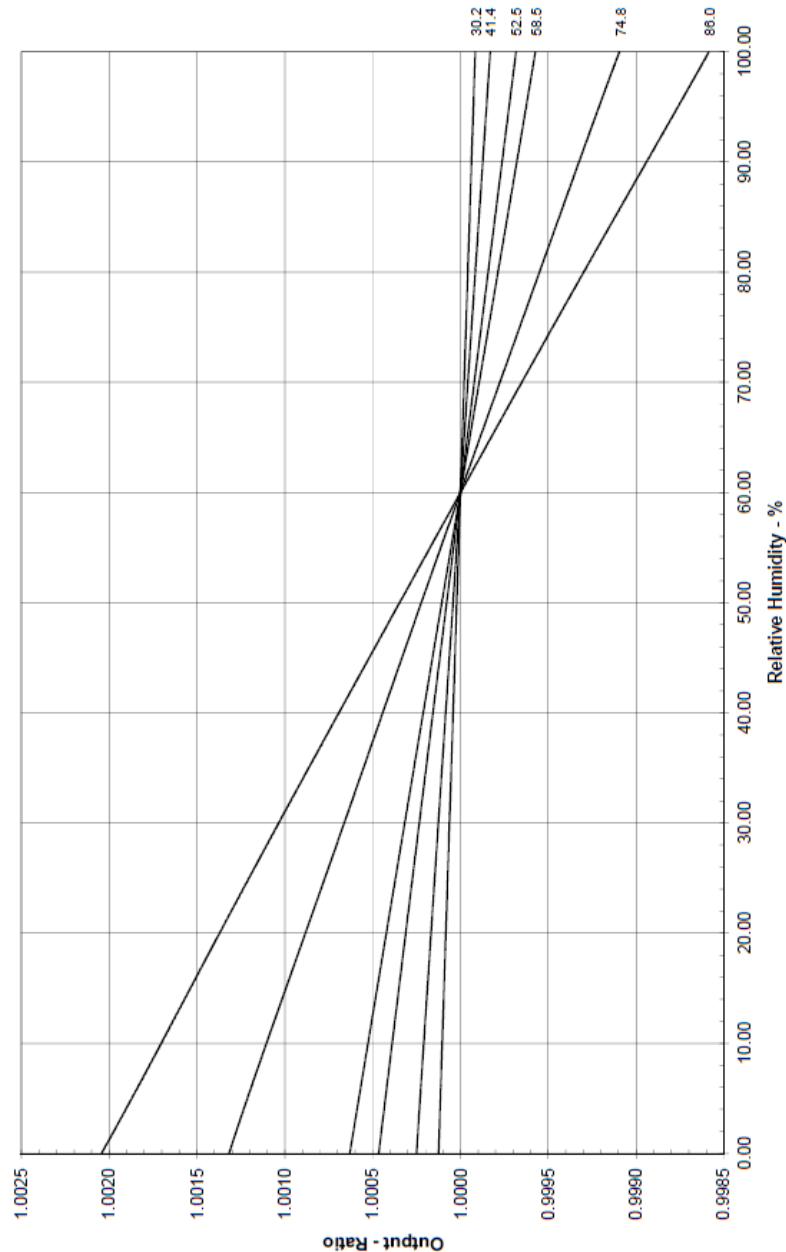


Figura 9.22 – Curva de corrección por humedad relativa del aire para operación con gas

	Compressor Inlet Temperature - Deg. F					
	30.2	41.4	52.5	58.5	74.8	86.0
Relative Humidity - %						
60.0	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000
0	1.00012	1.00025	1.00047	1.00063	1.00132	1.00204
20	1.00008	1.00017	1.00031	1.00042	1.00088	1.00137
40	1.00004	1.00008	1.00016	1.00021	1.00044	1.00069
50	1.00002	1.00004	1.00008	1.00011	1.00022	1.00035
60	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000
70	0.99998	0.99996	0.99992	0.99989	0.99978	0.99965
80	0.99996	0.99992	0.99984	0.99979	0.99955	0.99930
100	0.99992	0.99983	0.99968	0.99957	0.99910	0.99859

Tabla 9.2 – Valores de curva de corrección por humedad relativa del aire para operación con gas



9.4.2 Operación con diésel

- **Corrección por temperatura de aire de entrada al compresor:**

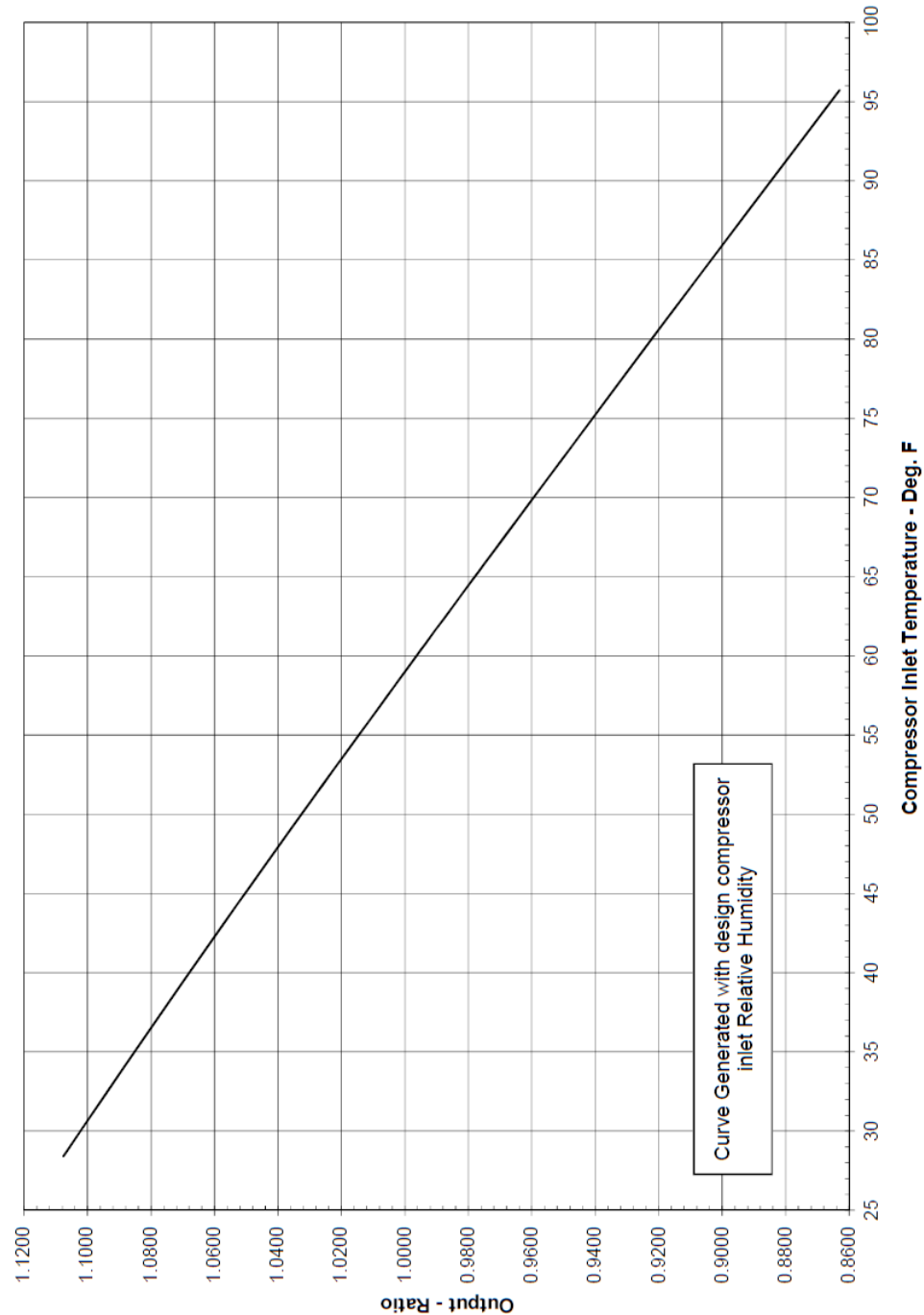


Figura 9.23 – Curva de corrección por temperatura de aire de entrada al compresor para operación con diésel

	Units										
Compressor Inlet Temperature	F	28.40	35.88	43.36	50.84	59.00	65.80	73.28	80.76	88.24	95.72
Output Ratio		1.10765	1.08222	1.05618	1.02957	1.00000	0.97502	0.94727	0.91941	0.89127	0.86301

Tabla 9.3 – Valores de curva de corrección por temperatura de aire de entrada al compresor para operación con diésel



- **Corrección por humedad relativa del aire:**

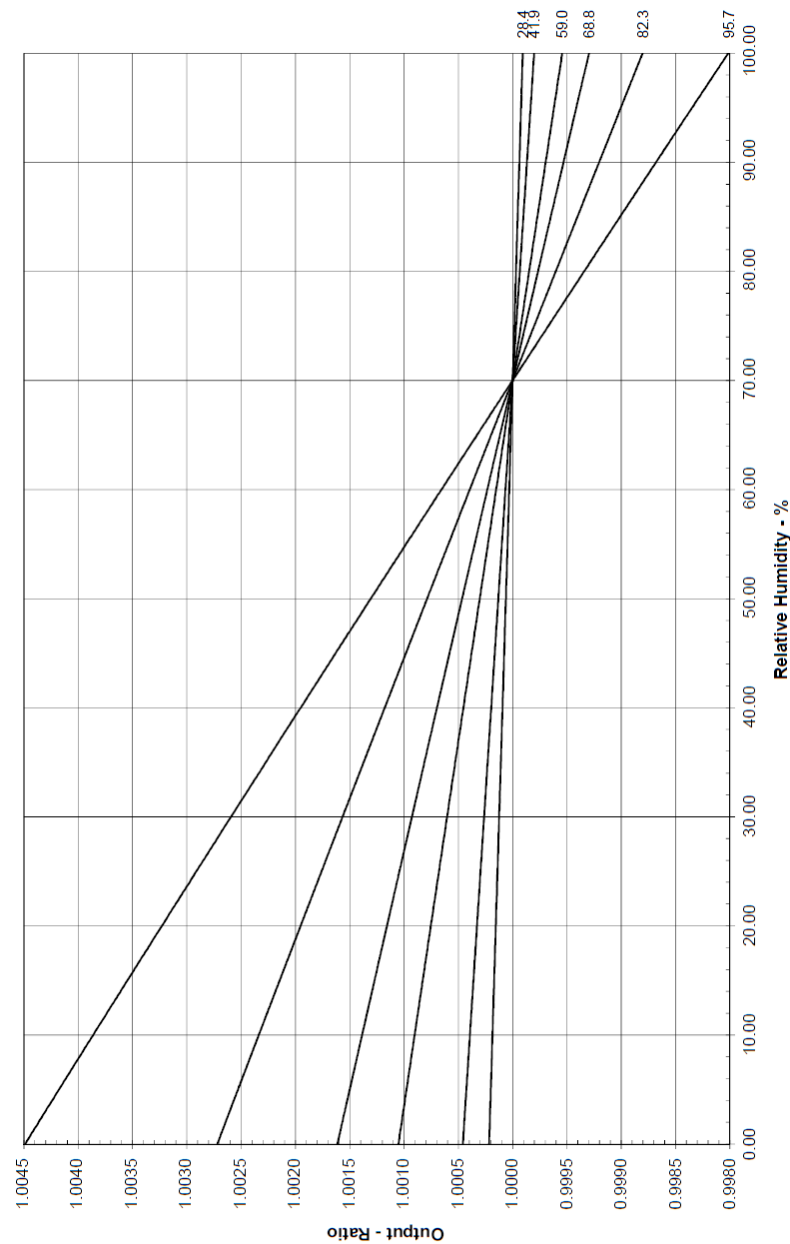


Figura 9.24 – Curva de corrección por humedad relativa del aire para operación con diésel

Relative Humidity - %	Compressor Inlet Temperature - Deg. F					
	28.4	41.9	59.0	68.8	82.3	95.7
70.0	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000
0	1.00022	1.00046	1.00105	1.00161	1.00272	1.00449
20	1.00015	1.00033	1.00075	1.00116	1.00195	1.00323
40	1.00009	1.00020	1.00045	1.00070	1.00118	1.00195
50	1.00006	1.00013	1.00030	1.00047	1.00079	1.00131
60	1.00003	1.00007	1.00015	1.00023	1.00039	1.00066
70	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000
80	0.99997	0.99993	0.99985	0.99977	0.99960	0.99934
100	0.99991	0.99980	0.99954	0.99930	0.99880	0.99801

Tabla 9.4 – Valores de curva de corrección por humedad relativa del aire para operación con diésel



9.5 Acta de ensayos

Se incluye a continuación el acta labrada al finalizar los ensayos en planta.

9.5.1 Unidad TG1



ESTUDIOS ELECTRICOS
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

ACTA DE ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

Fecha	26/nov/2020	Empresa	Colbún - CT Candelaria
ID Proyecto	EE-2020-113	Ubicación	Mostazal, Chile
Denominación Unidad	TG1		

Datos unidad

Potencia aparente nominal [MVA]	139	Factor de potencia nominal	0.85
Tensión de estator nominal [kV]	15	Corriente de campo nominal [A]	859
Potencia activa máxima [MW]	127.5 <i>declarado CEN</i>	Tensión de campo nominal [V]	298
Corriente de estator nominal [kA]	5.35	Tipo de excitación	Brushless

Responsables durante la prueba

Coordinado	Claudio Pinedo - Supervisor de Mantenimiento - Colbún SA Julian Larrea - Ingeniero Especialista - Colbún SA
Coordinador	Jorge Da Costa - Coordinador Eléctrico Nacional Eduardo Gonzalez - Coordinador Eléctrico Nacional
Experto técnico	Andrés Capalbo - Estudios Eléctricos Federico García - Estudios Eléctricos
Otros	-

Datos de la prueba

Estado previo de la unidad	Detenida	Arranque de la unidad (fecha-hora)	26/nov/2020 20:36 Hs
Inicio del período de estabilización	20:36 Hs	Fin del período de estabilización	21:20 Hs
Inicio del período de prueba	21:20 Hs	Fin del período de prueba	02:20 Hs
Protocolo aplicable	EE-EN-2020-1764 Rev C Combustible Gas	Desvíos del protocolo	Sin desvíos.

Firmas Aclaración/Empresa			
	Claudio Pinedo	Andrés Capalbo	

www.estudios-electricos.com



ESTUDIOS ELECTRICOS
ENSAYOS DE POTENCIA MAXIMA

Instrumental

Magnitud	Descripción de equipos y punto de conexión
Potencia Neta	ION 7650 - N° Serie: PT-0911A501-02. Equipo de medición (facturación) de planta utilizando TC y TP clase 0.2
Potencia Bruta y FP	ION 8650 - N° Serie: PT-0807A564-01. Conectado en la bornera TBVT (05, 06, 07 y 08) y bornera TBCT (11, 12 y 13) utilizando TP y TC clase 0.2
Potencia SSAA	No se mide.
Temperatura aire de entrada al compresor.	Termocuplas CTF1-CTF2. Instrumentos de planta ubicados luego de los filtros de aire.
Humedad	Vaisala HMP-155 - N° Serie: L0640497. Estación meteorológica externa instalada en planta.

Valores preliminares

La potencia bruta tuvo los siguientes valores promedio sin corrección durante el desarrollo de las pruebas.

Período	1	2	3	4	5
P.Bruta [MW]	119.2	121.2	122.4	123.5	123.5

Para el mismo período la temperatura ambiente experimento una variación entre 73°F y 64°F.

Firmas Aclaración/Empresa			
	Claudio Pinedo	Andrés Capalbo	



ESTUDIOS ELECTRICOS
ENSAYOS DE POTENCIA MAXIMA

Observaciones

Desvíos del protocolo: No se registraron desvíos.

Desarrollo de la prueba: Se realiza una primer partida y sincronización que resulta en una salida de servicio de la unidad. Inmediatamente se parte nuevamente con éxito. La unidad logra controlar en forma estable su potencia en bornes desde la sincronización hasta el fin de la prueba. En total se registraron 5 Hs en condiciones de potencia máxima luego de finalizado el período de estabilización. Durante el desarrollo de las pruebas se operó la unidad en carga base (control por temperatura), regulación de frecuencia estuvo operativa con estatismo ajustado en 10% y se consignó el FP en 0.95.

Estabilidad durante las pruebas: Se observó operación estable. El análisis preciso de la estabilidad en todas las variables establecidas será realizado en el informe final.

Comentarios: se verificó sincronización horaria. El sistema de registro de planta y los medidores de potencia neta y bruta se encuentran sincronizados. La estación meteorológica está 2 minutos atrasada respecto de estos.

Colbún entregó la totalidad de los registros digitales de esta prueba. La entrega se compone de cuatro archivos: medición de Pneta, medición de Pbruta, estación meteorológica y sistema de planta. Queda pendiente de entrega por parte de Colbún los resultados del análisis de combustible utilizado para ser anexado al informe final.

Conclusiones: Se verificó con éxito que la unidad puede operar a máxima potencia por un período superior a las 5 horas requeridas en el Anexo Técnico. Se obtuvieron los datos necesarios para realizar el cálculo formal del valor de Potencia Máxima.

Firmas Aclaración/Empresa			
	Claudio Pinedo	Andrés Capalbo	

www.estudios-electricos.com



9.5.2 Unidad TG2

ESTUDIOS ELECTRICOS
ENSAYOS DE POTENCIA MAXIMA

ACTA DE ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

Fecha	26/nov/2020	Empresa	Colbún - CT Candelaria
ID Proyecto	EE-2020-113	Ubicación	Mostazal, Chile
Denominación Unidad	TG2		

Datos unidad

Potencia aparente nominal [MVA]	139	Factor de potencia nominal	0.85
Tensión de estator nominal [kV]	15	Corriente de campo nominal [A]	859
Potencia activa máxima [MW]	127.8 <i>declarado CEN</i>	Tensión de campo nominal [V]	298
Corriente de estator nominal [kA]	5.35	Tipo de excitación	Brushless

Responsables durante la prueba

Coordinado	Claudio Pinedo - Supervisor de Mantenimiento - Colbún SA Julian Larrea - Ingeniero Especialista - Colbún SA
Coordinador	Jorge Da Costa - Coordinador Eléctrico Nacional Eduardo Gonzalez - Coordinador Eléctrico Nacional
Experto técnico	Andrés Capalbo - Estudios Eléctricos Federico García - Estudios Eléctricos
Otros	-

Datos de la prueba

Estado previo de la unidad	Detenida	Arranque de la unidad (fecha-hora)	26/nov/2020 20:00 Hs
Inicio del período de estabilización	20:00 Hs	Fin del período de estabilización	21:00 Hs
Inicio del período de prueba	21:00 Hs	Fin del período de prueba	02:00 Hs
Protocolo aplicable	EE-EN-2020-1764 Rev C Combustible Gas	Desvíos del protocolo	Sin desvíos.

Firmas Aclaración/Empresa			
	Claudio Pinedo	Andrés Capalbo	



ESTUDIOS ELECTRICOS
ENSAYOS DE POTENCIA MAXIMA

Instrumental

Magnitud	Descripción de equipos y punto de conexión
Potencia Neta	ION 7650 - N° Serie: PT-0911A489-02. Equipo de medición (facturación) de planta utilizando TC y TP clase 0.2
Potencia Bruta y FP	ION 8650 - N° Serie: PT-0807A491-01. Conectado en la bornera TBVT (05, 06, 07 y 08) y bornera TBCT (11, 12 y 13) utilizando TP y TC clase 0.2
Potencia SSAA	No se mide.
Temperatura aire de entrada al compresor.	Termocuplas CTF1-CTF2. Instrumentos de planta ubicados luego de los filtros de aire.
Humedad	Vaisala HMP-155 - N° Serie: L0640497. Estación meteorológica externa instalada en planta.

Valores preliminares

La potencia bruta tuvo los siguientes valores promedio sin corrección durante el desarrollo de las pruebas.

Período	1	2	3	4	5
P.Bruta [MW]	117.6	120.4	121.2	122.8	122.7

Para el mismo período la temperatura ambiente experimento una variación entre 76°F y 63°F.

Firmas Aclaración/Empresa			
	Claudio Pinedo	Andrés Capalbo	



ESTUDIOS ELECTRICOS
ENSAYOS DE POTENCIA MAXIMA

Observaciones

Desvíos del protocolo: No se registraron desvíos.

Desarrollo de la prueba: La unidad logra controlar en forma estable su potencia en bornes desde la sincronización hasta el fin de la prueba. En total se registraron 5 Hs en condiciones de potencia máxima luego de finalizado el período de estabilización. Durante el desarrollo de las pruebas se operó la unidad en carga base (control por temperatura), regulación de frecuencia estuvo operativa con estatismo ajustado en 10% y se consignó el FP en 0.95.

Estabilidad durante las pruebas: Se observó operación estable. El análisis preciso de la estabilidad en todas las variables establecidas será realizado en el informe final.

Comentarios: se verificó sincronización horaria. El sistema de registro de planta y los medidores de potencia neta y bruta se encuentran sincronizados. La estación meteorológica está 2 minutos atrasada respecto de estos.

Colbún entregó la totalidad de los registros digitales de esta prueba. La entrega se compone de cuatro archivos: medición de Pneta, medición de Pbruta, estación meteorológica y sistema de planta. Queda pendiente de entrega por parte de Colbún los resultados del análisis de combustible utilizado para ser anexado al informe final.

Conclusiones: Se verificó con éxito que la unidad puede operar a máxima potencia por un período superior a las 5 horas requeridas en el Anexo Técnico. Se obtuvieron los datos necesarios para realizar el cálculo formal del valor de Potencia Máxima.

Firmas Aclaración/Empresa	Claudio Pinedo	Andrés Capalbo	
------------------------------	----------------	----------------	--

www.estudios-electricos.com



9.6 Análisis de combustibles

Se presentan a continuación los antecedentes del análisis del combustible gaseoso entregado por el Coordinado.

Cromatografía Horaria

Nombre: MS660-GQ
Perfil de Unidad: GasAndesReportes

Cromatografía de: 2020-11-26
Perfil de Precisión: GasAndesReportes



Composición																						
Fecha	Gravedad Específica	Poder Calorífico (KCAL/ITM)	H2O (%)	H2 (%)	He (%)	N2 (%)	CO2 (%)	H2S (%)	Metano C1 (%)	Eano C2 (%)	Propano C3 (%)	i-Butano iC4 (%)	n-Butano nC4 (%)	i-Pentano iC5 (%)	n-Pentano nC5 (%)	Hexano C6 (%)	Heptano C7 (%)	Octano C8 (%)	Nonano C9 (%)	Decano C10 (%)	Total (%)	Diferencia (%)
2020-11-26 06:00:00	0.571	9241.255	0	0	0	0.033	0	0	97.129	2.523	0.246	0.031	0.027	0.005	0.003	0.003	0	0	0	0	100.000	0.000
2020-11-26 07:00:00	0.571	9237.411	0	0	0	0.043	0	0	97.158	2.489	0.243	0.03	0.026	0.005	0.003	0.003	0	0	0	0	100.000	0.000
2020-11-26 08:00:00	0.571	9239.259	0	0	0	0.04	0.004	0	97.138	2.503	0.246	0.031	0.027	0.005	0.003	0.004	0	0	0	0	100.001	0.001
2020-11-26 09:00:00	0.57	9234.769	0	0	0	0.042	0	0	97.197	2.454	0.24	0.03	0.026	0.005	0.002	0.004	0	0	0	0	100.000	0.000
2020-11-26 10:00:00	0.57	9233.75	0	0	0	0.036	0	0	97.223	2.436	0.238	0.03	0.026	0.005	0.003	0.003	0	0	0	0	100.000	0.000
2020-11-26 11:00:00	0.57	9234.024	0	0	0	0.037	0	0	97.217	2.44	0.239	0.03	0.026	0.005	0.003	0.003	0	0	0	0	100.000	0.000
2020-11-26 12:00:00	0.57	9233.897	0	0	0	0.036	0	0	97.219	2.44	0.24	0.029	0.025	0.005	0.003	0.003	0	0	0	0	100.000	0.000
2020-11-26 13:00:00	0.57	9235.38	0	0	0	0.035	0.005	0	97.194	2.455	0.243	0.03	0.026	0.005	0.002	0.003	0	0	0	0	99.998	0.002
2020-11-26 14:00:00	0.57	9233.072	0	0	0	0.045	0	0	97.208	2.441	0.24	0.029	0.025	0.005	0.003	0.003	0	0	0	0	99.999	0.001
2020-11-26 15:00:00	0.57	9231.395	0	0	0	0.061	0	0	97.194	2.441	0.239	0.029	0.025	0.005	0.003	0.003	0	0	0	0	100.000	0.000
2020-11-26 16:00:00	0.57	9232.626	0	0	0	0.049	0	0	97.205	2.441	0.239	0.029	0.025	0.006	0.002	0.003	0	0	0	0	99.999	0.001
2020-11-26 17:00:00	0.57	9233.299	0	0	0	0.036	0	0	97.222	2.44	0.238	0.029	0.025	0.005	0.002	0.003	0	0	0	0	100.000	0.000
2020-11-26 18:00:00	0.57	9232.373	0	0	0	0.043	0	0	97.217	2.439	0.237	0.029	0.025	0.004	0.002	0.003	0	0	0	0	99.999	0.001
2020-11-26 19:00:00	0.57	9233.5	0	0	0	0.04	0	0	97.215	2.439	0.24	0.029	0.026	0.005	0.003	0.003	0	0	0	0	100.000	0.000
2020-11-26 20:00:00	0.57	9232.776	0	0	0	0.049	0	0	97.2	2.446	0.24	0.029	0.026	0.005	0.002	0.003	0	0	0	0	100.000	0.000
2020-11-26 21:00:00	0.57	9231.489	0	0	0	0.054	0	0	97.207	2.436	0.238	0.029	0.025	0.005	0.002	0.003	0	0	0	0	99.999	0.001
2020-11-26 22:00:00	0.569	9213.929	0	0	0	0.084	0.002	0	97.368	2.261	0.223	0.028	0.024	0.005	0.002	0.003	0	0	0	0	100.000	0.000
2020-11-26 23:00:00	0.57	9221.921	0	0	0	0.07	0	0	97.302	2.333	0.232	0.029	0.025	0.005	0.002	0.003	0	0	0	0	100.001	0.001
2020-11-27 00:00:00	0.57	9227.72	0	0	0	0.061	0	0	97.245	2.393	0.236	0.029	0.025	0.005	0.003	0.003	0	0	0	0	100.000	0.000
2020-11-27 01:00:00	0.57	9233.038	0	0	0	0.058	0.002	0	97.18	2.451	0.242	0.03	0.026	0.005	0.003	0.003	0	0	0	0	100.000	0.000
2020-11-27 02:00:00	0.571	9234.204	0	0	0	0.078	0	0	97.122	2.489	0.244	0.03	0.026	0.005	0.003	0.003	0	0	0	0	100.000	0.000
2020-11-27 03:00:00	0.571	9241.519	0	0	0	0.041	0	0	97.111	2.53	0.249	0.031	0.027	0.005	0.003	0.003	0	0	0	0	100.000	0.000
2020-11-27 04:00:00	0.571	9244.461	0	0	0	0.03	0	0	97.098	2.549	0.252	0.032	0.027	0.005	0.003	0.003	0	0	0	0	99.999	0.001
2020-11-27 05:00:00	0.57	9237.012	0	0	0	0.037	0	0	97.178	2.474	0.244	0.03	0.026	0.005	0.003	0.003	0	0	0	0	100.000	0.000
								</														



Normal Hourly Turbine Station Data

Daily Volumes from: 2020/11/26 to 2020/11/27



Estación: MS660-DP

Estación de Medición: Candelaria

Unit Profile: GasAndesReportes

Presicion Profile: GasAndesReportes

Date/Time	Volume (E3M3)	9300 Kcal Volume(15 C) (E3M3)
2020/11/27 03:00:00	0	0
2020/11/27 02:00:00	27,004	26,821
2020/11/27 01:00:00	78,334	77,794
2020/11/27 00:00:00	78,361	77,776
2020/11/26 23:00:00	77,703	77,074
2020/11/26 22:00:00	77,444	76,751
2020/11/26 21:00:00	75,491	74,958
2020/11/26 20:00:00	39,377	39,104
2020/11/26 19:00:00	0,009	0,008
2020/11/26 18:00:00	0	0

Total 453,723 450,286



Esta página ha sido intencionalmente dejada en blanco