

TRACTEBEL ENGINEERING S.A.

Avenida Andrés Bello 2325, piso 7, Providencia
Providencia, Zip Code 7511308 - Santiago – CHILE
tel. +56 2 2715 8000 - fax +56 2 2715 8001
engineering-cl@tractebel.engie.com
tractebel-engie.com

INFORME TÉCNICO

Código de Documento: P0018609-2-GE-INF-0001

Cliente: Coordinador Eléctrico Nacional
Proyecto: Prueba de Consumo Especifico en Central Térmica Cardones
Asunto: Informe de Prueba
Comentarios:

B	24/11/2021	Comentarios del Cliente	Pablo Moreira	Diego Larraín	Luis Garrido	Eduardo Andrzejewski
A	12/11/2021	Revisión Interna	Pablo Moreira	Diego Larraín	Luis Garrido	Eduardo Andrzejewski

REV.	DD/MM/AA	ESTATUS	AUTOR	VERIFICADOR	APROBADOR	VALIDADOR
------	----------	---------	-------	-------------	-----------	-----------

Informe de Prueba

TABLA DE CONTENIDO

1. OBJETIVO Y ALCANCE DE LA PRUEBA.....	1
2. DEFINICIONES Y ABREVIACIONES.....	1
3. DESCRIPCIÓN DE LA CENTRAL.....	2
4. DOCUMENTOS Y NORMAS APLICADAS	2
5. PARTICIPANTES DEL ENSAYO	3
6. DESCRIPCION DEL ENSAYO.....	3
7. MEDICIONES.....	4
7.1. Mediciones Eléctricas.....	4
7.2. Mediciones de Temperatura y Humedad	5
7.3. Mediciones de Consumo de Combustible.....	6
8. CÁLCULOS	9
8.1. Consumo Específico Neto Medido.....	9
8.2. Consumo Específico Neto Corregido	9
9. RESULTADOS.....	11
10. ANEXO.....	12

1. OBJETIVO Y ALCANCE DE LA PRUEBA

Conforme resolución del Coordinador Eléctrico Nacional, las empresas generadoras deberán validar el valor de consumo específico de sus unidades en conformidad a las disposiciones del Anexo Técnico: “Determinación de Consumos Específicos de Unidades Generadoras” de la Norma Técnica de Seguridad y Calidad De Servicio - Resolución exenta N°375.

El presente documento tiene como objetivo reportar los resultados obtenidos durante el ensayo de la **Central Térmica Cardones**, ubicada en la comuna de Copiapó, Región de Atacama.

2. DEFINICIONES Y ABREVIACIONES

Definiciones

Unidad	Unidad Generadora (turbina de gas acoplada a su respectivo generador eléctrico)
Variables Primarias	Son datos utilizados para los cálculos y correcciones de consumo específico.
Variables Secundarias	Son datos utilizados para verificar, diagnosticar o demostrar que la unidad opera normalmente.

Tabla 1: Definiciones

Abreviaciones

CEN	Consumo Específico Neto
Pmax	Potencia máxima
MT	Mínimo técnico
FP	Factor de Potencia
HR	Humedad Relativa [%]
PCI	Poder Calorífico Inferior
PCS	Poder Calorífico Superior
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
SSAA	Servicios Auxiliares

Tabla 2: Abreviaciones

3. DESCRIPCIÓN DE LA CENTRAL

La Central Cardones es una central térmica compuesta por una turbina de combustión en ciclo abierto acoplada a su respectivo generador eléctrico. En la Tabla 3 se indican las características principales de la unidad y en la Figura 1 una vista general.

Central Cardones	Información	Referencia
Turbina a Gas en Ciclo Abierto	Siemens SGT5-2000E	Manual de la unidad
Potencia Máxima Bruta	154,945 [MW]	Informe Potencia Máxima 2017
Mínimo Técnico	60 MW	Coordinador Eléctrico
Combustible	Diésel	
Velocidad Nominal	3.000 [rpm]	Información de la Unidad
Generador Eléctrico	SGEN5 – 100A – 2P	Información de la Unidad
Punto de Conexión al SI	S/E Cardones	Infotécnica Coordinador

Tabla 3: Características de la unidad de Central Cardones



Figura 1: Central Cardones, vista aérea

4. DOCUMENTOS Y NORMAS APLICADAS

Los documentos, que son aplicables para la realización de las pruebas, son los siguientes:

- Anexo Técnico “Determinación de Consumos Específicos de Unidades Generadoras”.
- Protocolo de Prueba de CEN Central Cardones: P018609-2-GE-PRG-0001.
- Norma ISO 2314 - “Gas Turbines – Acceptance Test”.

- Norma ASME PTC 22 - "Performance Test Code on Gas Turbines".

5. PARTICIPANTES DEL ENSAYO

Participante	Cargo	Nombre
Tractebel	Ingeniero de Pruebas Líder	Eduardo Andrzejewski
	Ingeniero de Pruebas y Coordinador	Luis Garrido
	Ingeniero de Pruebas	Pablo Moreira
Inkia Energy Central Cardones	Jefe de Operaciones	Agustín Guerra
	Jefe de Mantenimiento	Paulo Olivares
Coordinador Eléctrico Nacional	Ingeniero Dpto. Control de la Operación	Eduardo González
	Ingeniero Dpto. Control de la Operación	Nicolás Silva

Tabla 4: Participantes del ensayo

En el ANEXO B se encuentra el Acta de Prueba con el listado de asistencia.

6. DESCRIPCION DEL ENSAYO

La prueba de Consumo Específico se realizó los días 3 y 4 de noviembre de 2021, en rampa de carga ascendente con siete estados de carga. La prueba se realizó de acuerdo con el cronograma indicado en la Tabla 5.

Estado de carga	Carga Referencial [MW]	Hora Inicio	Hora Término
01	60	19:10	19:40
02	76	20:15	20:45
03	92	20:55	21:25
04	108	21:35	22:05
05	123	22:15	22:45
06	139	22:55	23:25
07	155	23:40	00:10

Tabla 5: Cronograma de prueba

Previo a al inicio de cada estado de carga, se mantuvo periodo de estabilización por al menos 10 minutos.

Se registraron las variables primarias y secundarias de acuerdo con el listado de instrumentos encontrado en el ANEXO A.

Los certificados de calibración de los instrumentos utilizados se encuentran en el ANEXO F.

7. MEDICIONES

Para efectos de cálculos, se consideran la totalidad de las mediciones registradas durante cada estado de carga.

7.1. Mediciones Eléctricas

Mediciones Potencia Neta, Bruta, Factor de Potencia y Consumos Auxiliares

En el lado de alta tensión de la SE elevadora de la central se conecto un medidor *Schneider ION 6000* el cual registró la potencia neta generada en periodos de 5 segundos.

Se utilizo un medidor *Schneider ION 6850* clase 0.2 externo para las mediciones de potencia activa bruta y factor de potencia en el generador. Los registros fueron realizados cada 5 segundos. Las mediciones de consumos auxiliares se registraron cada 5 segundos con un medidor *Schneider ION 6850* clase 0.2 externo.

Estado de carga	Carga Referencial [MW]	Potencia Bruta [kW]	Factor de Potencia	Consumos Auxiliares [kW]	Potencia Neta [kW]
01	60	59.977	0,992	643	58.956
02	76	75.969	0,985	694	74.819
03	92	92.023	0,989	708	90.762
04	108	108.013	0,992	727	106.647
05	123	123.026	0,995	748	121.525
06	139	139.045	0,996	770	137.369
07	155	155.041	0,998	792	153.242

Tabla 6: Mediciones primarias eléctricas promedio

En la Figura 2 se grafican las mediciones de Potencia Bruta y Potencia Neta. En la Figura 3 las mediciones de consumos auxiliares.

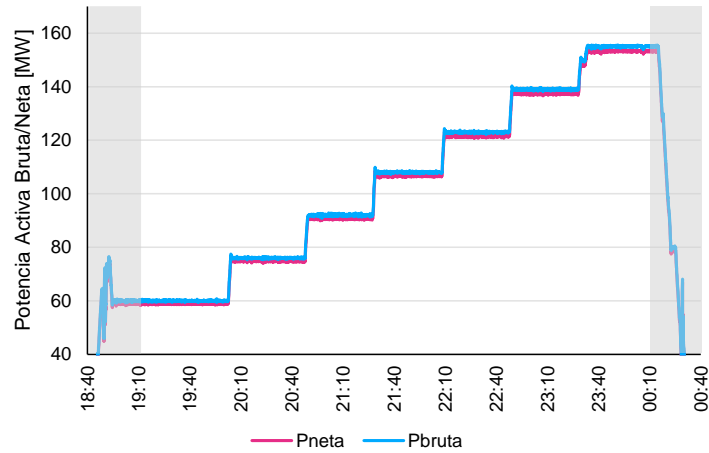


Figura 2: Potencia Bruta y Potencia Neta

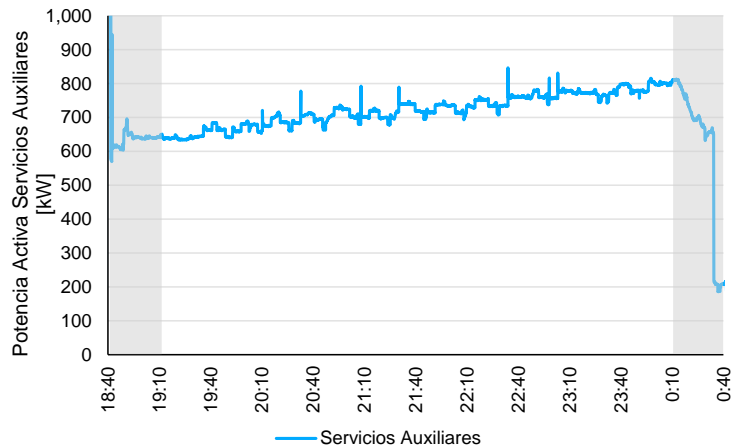


Figura 3: Consumos Auxiliares

7.2. Mediciones de Temperatura y Humedad

Medición de Temperatura de Aire de Aspiración

Se registró la temperatura y humedad del aire de aspiración cada 5 minutos a través de la estación meteorológica NovaLynx que fue instalada en la central. En la Figura 4 se grafican las mediciones durante el período de la prueba, y en la Tabla 7 se indican los valores de esta temperatura y humedad promedio para cada estado de carga.

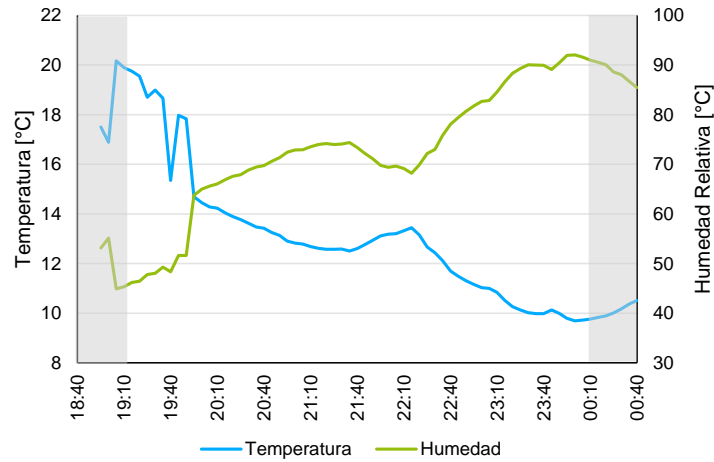


Figura 4: Temperatura promedio y humedad relativa de aire de aspiración

Estado de carga	Carga Referencial [MW]	Temperatura Aire Aspiración [°C]	Humedad Relativa [%]
01	60	18,7	38,95
02	76	13,6	40,13
03	92	12,7	52,53
04	108	12,9	53,92
05	123	12,4	47,12
06	139	10,7	46,22
07	155	9,9	48,29

Tabla 7: Temperatura y humedad aire de aspiración promedio en cada estado de carga

En el ANEXO F se pueden encontrar los certificados de calibración para la estación.

7.3. Mediciones de Consumo de Combustible

Las mediciones de consumo de combustible se realizaron a través de los caudalímetros KUPPERS VIEG-3A existentes de la central, ver Figura 5.

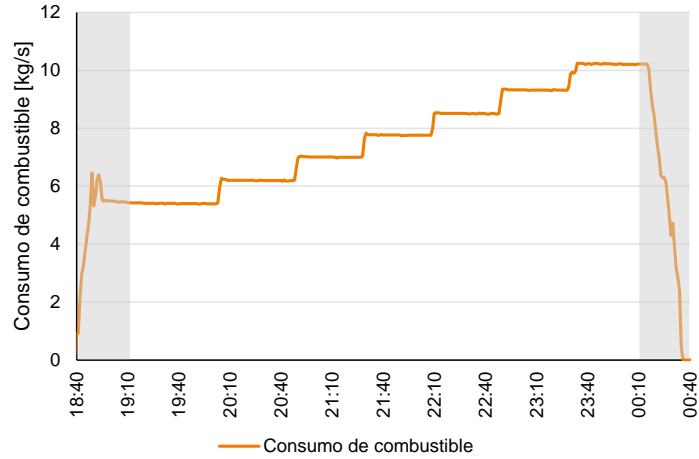


Figura 5: Consumo de combustible

Durante la prueba, se registró la variable del sistema T-3000 que calcula el consumo de combustible en base a 3 medidores de flujo instalados en las líneas de suministro y retorno. Los valores promedio durante cada estado de carga se indican en la Tabla 8.

Estado de carga	Carga Referencial [MW]	Consumo de Combustible [kg/s]
01	60	5,41
02	76	6,20
03	92	7,00
04	108	7,76
05	123	8,51
06	139	9,32
07	155	10,22

Tabla 8: Consumo Neto Promedio registrado en cada estado de carga

Muestras de Combustible

Durante el primer y último estado de carga, se tomó una muestra de combustible desde un arranque de la línea de combustible disponible al pie de la unidad, ver Figura 6. El procedimiento y análisis fue ejecutado por Laboratorio OTI, ver informe en ANEXO G.

	Método	Poder Calorífico Superior [kcal/kg]
Muestra 1: 03/11/2021 18:50	ASTM D4868-17	10.920
Muestra 2: 03/11/2021 23:30	ASTM D4868-17	10.920

Tabla 9: Resumen de resultados del análisis de combustible¹



Figura 6: Toma de muestras de combustible

Conforme al Artículo 20 del Anexo Técnico, para el cálculo del Consumo Específico Neto se aplicará el Poder Calorífico Superior.

¹ Ver certificado en el ANEXO G.

8. CÁLCULOS

8.1. Consumo Específico Neto Medido

Durante cada estado de carga, es posible calcular el Consumo Específico Neto según la siguiente expresión:

$$CEN = \frac{\text{Consumo de Combustible} \cdot \text{Poder Calorífico Superior}}{\text{Potencia Neta}}$$

En la Tabla 10 se indican los valores de CEN medido para cada estado de carga.

Estado de carga	Potencia Neta Medida [MW]	Consumo Específico Neto Medido [kg/kWh]	Consumo Específico Neto Medido [kcal/kWh]
01	58,96	0,3305	3608,85
02	74,82	0,2982	3255,98
03	90,76	0,2777	3032,54
04	106,65	0,2621	2862,08
05	121,53	0,2520	2752,14
06	137,37	0,2443	2667,22
07	153,24	0,2401	2621,46

Tabla 10: Consumo Específico Neto en cada estado de carga

8.2. Consumo Específico Neto Corregido

Condiciones de Referencia

El consumo específico neto determinado en el capítulo anterior debe ser corregido a fin de homologarlo a las condiciones de referencia de la central.

Las condiciones de referencia para las unidades de la Central Cardones son las siguientes:

Parámetro	Valor	Observación
Temperatura Ambiente	15 °C	Condición de Referencia Fabricante
Humedad Relativa	60%	Condición de Referencia Fabricante
Presión Barométrica	925,8 mbar	Condición de Referencia Fabricante
Factor de Potencia Generador	0,95	Condición Anexo Técnico

Tabla 11: Condiciones de referencia para Central Cardones

Corrección por Factor de Potencia

Durante la prueba, no fue posible operar la unidad en factor de potencia 0,95 como valor constante, por lo cual se aplica la corrección a la potencia bruta según las curvas de pérdidas del generador.

Consumo Específico Neto Corregido

A partir de los valores de CEN medidos en el Capítulo 8.1 y según las condiciones dadas durante cada estado de carga (Capítulo 7.2), se aplican las correcciones utilizando las curvas de corrección. La corrección del CEN se hace de la siguiente forma:

- Se calcula el conjunto “pérdidas + auxiliares” restando la Potencia Bruta con la Potencia Neta medidas.
- Se aplica la corrección por Factor de Potencia a la Potencia Bruta medida según la expresión

$$P_{B,corregida} = P_{B,medida} \cdot \frac{FFP_R}{FFP_M}$$

- Se calcula la Potencia Neta corregida a través de la Potencia Bruta corregida según:

$$P_{N,corregida} = P_{B,corregida} - (Pérdidas + P_{SSAA})$$

- Luego calcula el Consumo Específico Neto corregido por Factor de Potencia

$$CEN_{corregido\ FP} = \frac{CC \cdot PCS}{P_{N,corregida}}$$

- Las curvas de corrección por temperatura y humedad del fabricante de la turbina corrigen la eficiencia de la turbina. El inverso del CEN es equivalente a la eficiencia, haciendo los respectivos cambios de unidades.
- Se aplican correcciones por temperatura de aire de entrada y humedad relativa a la eficiencia:

$$\eta_{corregida} = \eta_{corregida,FP} \cdot \frac{FAT_R}{FAT_M} \cdot \frac{FRH_R}{FRH_M}$$

- Finalmente, el CEN corregido por Factor de Potencia, temperatura y humedad a la entrada de la turbina se obtiene invirtiendo la eficiencia corregida y haciendo los respectivos cambios de unidades.

$$CEN_{corregido} = \frac{1}{\eta_{corregida}}$$

En la Tabla 12 se indican los resultados y en el ANEXO H se detallan las mediciones y cálculos.

Estado de carga	Factor de Corrección Factor de Potencia	Factor de Corrección Temperatura Ambiente	Factor de Corrección Humedad Relativa
01	0,9986	1,0059	0,9996
02	0,9990	0,9983	1,0002
03	0,9991	0,9969	1,0003
04	0,9991	0,9972	1,0003
05	0,9991	0,9964	1,0003
06	0,9991	0,9936	1,0005
07	0,9991	0,9926	1,0006

Tabla 12: Correcciones aplicadas al Consumo Específico Neto

9. RESULTADOS

Los resultados de Consumo Específico Neto medido y corregido para la Central Cardones se indican en la Tabla 13.

Estado de carga	Carga Referencial [MW]	CEN Medido [kg/kWh]	CEN Medido [kcal/kWh]	CEN Corregido [kg/kWh]	CEN Corregido [kcal/kWh]
01	60	0,3305	3.608,85	0,3292	3.594,40
02	76	0,2982	3.255,98	0,2989	3.264,25
03	92	0,2777	3.032,54	0,2787	3.043,85
04	108	0,2621	2.862,08	0,2630	2.871,91
05	123	0,2520	2.752,14	0,2531	2.763,63
06	139	0,2443	2.667,22	0,2459	2.685,41
07	155	0,2401	2.621,46	0,2419	2.641,76

Tabla 13: Resultados de Consumo Específico Neto de la Central Cardones

En el ANEXO H se muestran en detalle las mediciones, cálculos y gráficos.

10. ANEXO

ANEXO A - Listado de instrumentos y variables

ANEXO B - Acta de prueba

ANEXO C - Diagramas eléctricos unilineales

ANEXO D - Datos técnicos de la unidad

ANEXO E - Curvas de corrección

ANEXO F - Certificados de calibración de instrumentos

ANEXO G - Análisis de combustible

ANEXO H - Memoria de cálculos y gráficos

ANEXO A - LISTADO DE INSTRUMENTOS Y VARIABLES

Anexo A	Listado de instrumentos y variables				Prueba de Consumo Específico		
Descripción	Identificación del Instrumento (Marca, Modelo)	TAG	Tipo deVariable	Precisión del instrumento	N° de sensores	Intervalo de Medición	Observaciones
Consumo Neto de Combustible	KUPPERS VIEG-3A	11MBN13CF101 // 17CF101 // 51CF101	PRIMARIA	± 1% o superior	3	5 minutos	Flujo masico combustible TG
Potencia Neta lado Alta Tensión	Shceneider ION 8600	PT-0805A435-01	PRIMARIA	Class 0.2		5 segundos	
Potencia Activa Bruta	Shceneider ION 8650	MW-2102A493-02	PRIMARIA	Class 0.2		5 segundos	
Factor de Potencia del Generador	Shceneider ION 8650	MW-2102A493-02	PRIMARIA	Class 0.2		5 segundos	
Consumos Auxiliares de la Unidad	Shceneider ION 8650	MW-1811A713-02	PRIMARIA	Class 0.2		5 segundos	
Temperatura Aire Ambiente	Nova Lynx 225-HMP60-A	T3350730	PRIMARIA	± 0,5°C		5 minutos	
Humedad Relativa Ambiente	Nova Lynx 225-HMP60-A	T3350730	PRIMARIA	± 0,5°C / ± 2%HR		5 minutos	
Depresión en Aspiración	Siemens Sitrans P420	7MF0410-1PL11-5BM2-Z-D20+E47+H02	PRIMARIA	± 10%		5 minutos	
Contrapresión de Escape	Siemens Sitrans P210	7MF155-3AA00-1AA1	PRIMARIA	± 10%		5 minutos	
Presión Atmosférica	Vaisala PTB110	PTB110 NS T3540602	SECUNDARIA	No Aplica	--	5 minutos	Estación meteorológica contratada para la prueba
Potencia Reactiva Bruta del Generador	SISTEMA T-3000	11MKC01DE502 XQ01	SECUNDARIA	No Aplica	--	5 minutos	
Frecuencia del Generador	SISTEMA T-3000	11MBY10CS901 ZQ11	SECUNDARIA	No Aplica	--	5 minutos	
Temperatura Aire de Aspiración	SISTEMA T-3000	11MBA11CT901 ZQ01	SECUNDARIA	No Aplica	4	5 minutos	Temperatura aire de entrada compresor
Temperatura de Agua de Refrigeración	SISTEMA T-3000	11MPR40CT001	SECUNDARIA	No Aplica	1	5 minutos	
Temperatura Aceite de Lubricación	SISTEMA T-3000	11MBV26CT101A XQ01	SECUNDARIA	No Aplica	1	5 minutos	
Temperatura del Combustible	SISTEMA T-3000	11MBN11CT101A XQ01	SECUNDARIA	No Aplica	1	5 minutos	
Temperatura de Gases de Escape	SISTEMA T-3000	11MBA22CT900 ZQ01	SECUNDARIA	No Aplica	6	5 minutos	Promedio de las temperaturas de los gases escape TG
Presión de Descarga del Compresor	SISTEMA T-3000	11MBA12FP100 ZQ03	SECUNDARIA	No Aplica	1	5 minutos	
Presión del Combustible	SISTEMA T-3000	11MBN12CP107 XQ01	SECUNDARIA	No Aplica	1	5 minutos	
Velocidad de rotación	SISTEMA T-3000	11MBY10CS901 ZQ11	SECUNDARIA	No Aplica	--	5 minutos	

NOTA: Las Variables PRIMARIAS son datos utilizados para calcular el Consumo Específico. Las Variables SECUNDARIAS, son datos utilizados para verificar que la unidad está operando en condición normal y estable.

ANEXO B - ACTA DE PRUEBA

TRACTEBEL ENGINEERING S.A.

Avenida Andrés Bello 2325, piso 7, Providencia
Providencia, Zip Code 7511308 - Santiago – CHILE
tel. +56 2 2715 8000 - fax +56 2 2715 8001
engineering-cl@tractebel.engie.com
tractebel-engie.com

ACTA DE PRUEBA

Código Proyecto: P.018609

Pruebas	Consumo Específico Neto
Central	Cardones
Tipo de Unidad	Turbina de ciclo abierto.
Lugar	Comuna de Copiapó, región de Atacama.
Anexos	Anexo 01 – Lista de Asistentes

Cronograma de eventos de la prueba

Evento	Hora [HH:MM]
Hora de Inicio Jornada	16:00 (03-nov)
Hora de Arranque	18:38
Sincronización	18:43
Inicio Estabilización	18:56
Inicio Prueba	19:10
Hora de Toma de Combustible 1	18:50
Hora de Toma de Combustible 2	23:30
Fin Prueba	00:10 (04-nov)
Hora Término Jornada	00:30 (04-nov)



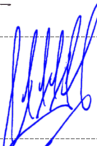



Observaciones Generales:

- El coordinado indica que no se puede fijar factor de potencia en 0,95 (valor fijo), por consiguiente, se aplicaran correcciones utilizando las curvas de corrección correspondientes.
- Mantenimiento mayor de la unidad ejecutado en Octubre (Upgrade sistema control + mediciones eléctricas + pruebas de válvulas + Mantenimiento anual + inspecciones equipos auxiliares). Cambio de filtros de aire realizados el 2019.
- La central deberá enviar los registros de prueba lo antes posible al Coordinador Eléctrico quien luego remitirá a Tractebel.

Fecha: 03/11/2021 – 04/11/2021

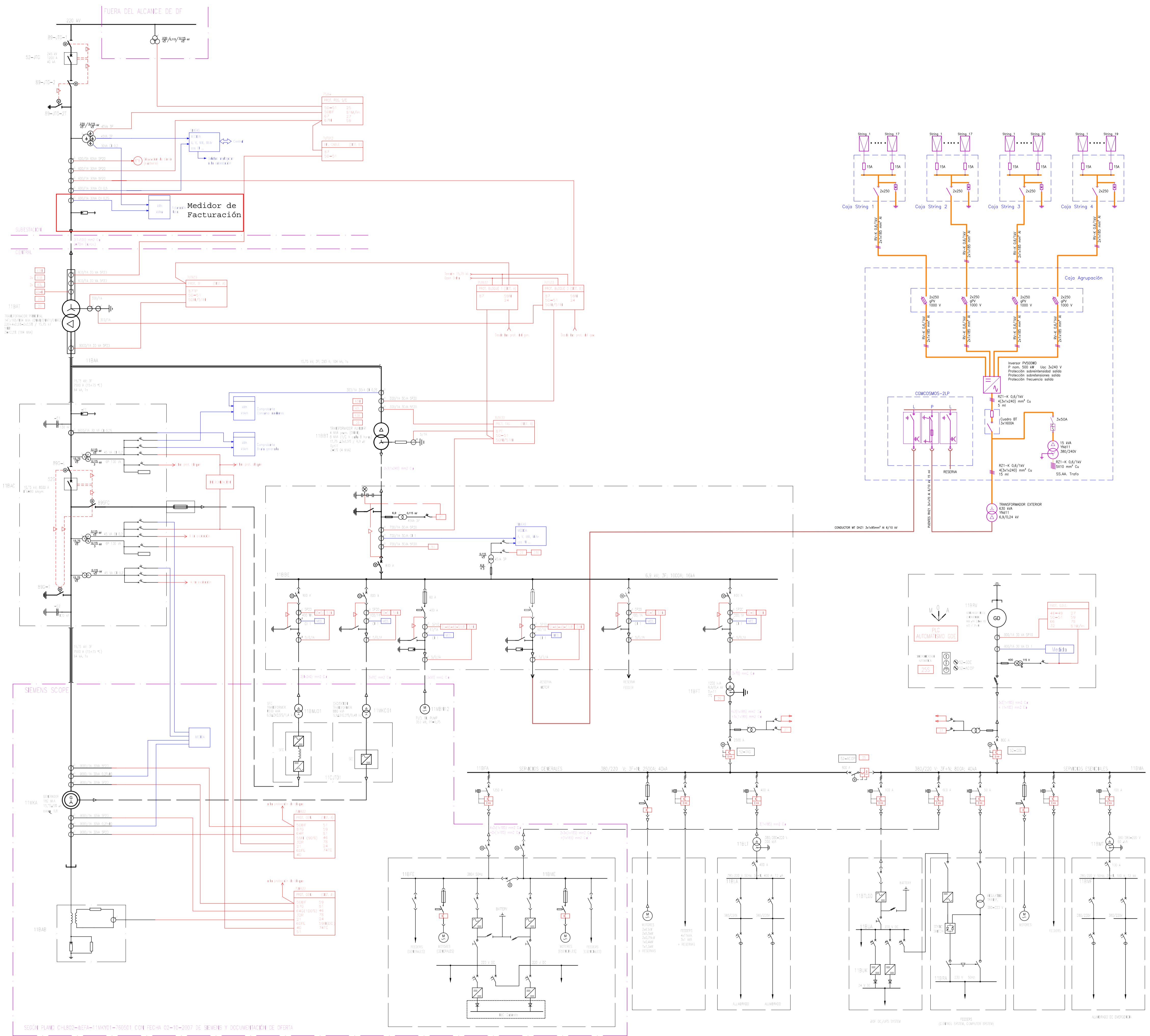
Estado de Carga (P.Bruta) [MW]	Intervalo HH:MM – HH:MM	Flujo de Combustible [kg/s]	Tamb [°C]	HR [%]	Potencia Neta [MW]
60 (PMIN)	19:10 – 19:40	5,399	18,7	47,7	59,172
76	20:15 – 20:45	6,194	13,6	68,8	74,654
92	20:55 – 21:25	7,005	12,7	73,6	91,514
108	21:35 – 22:05	7,734	12,9	71,1	106,543
123	22:15 – 22:45	8,498	12,4	74,0	121,518
139	22:55 – 23:25	9,320	10,8	84,5	137,435
155 (PMAX)	23:40 – 00:10	10,206	10,0	90,4	153,471

ANEXO 01: LISTA DE ASISTENTES

Nombre	Empresa	Cargo	Firma
Eduardo Andrzejewski	Tractebel Chile	Experto Técnico Remoto	
Luis Garrido	Tractebel Chile	Ing. De Pruebas y Coordinador	
Pablo Moreira	Tractebel Chile	Ing. De Pruebas	
Agustín Guerra	Inkia Energy	Jefe de Operaciones	
Paulo Olivares	Inkia Energy	Jefe de Mantenimiento	
Eduardo González	Coordinador Eléctrico Nacional	Ingeniero Dpto. de Control de la Operación	
Nicolás Silva	Coordinador Eléctrico Nacional	Ingeniero Dpto. de Control de la Operación	



ANEXO C - DIAGRAMAS ELÉCTRICOS UNILINEALES



SEGUN PLANO CH1802-BETA-11MY01-TR001 CON FECHA 02-10-2007 DE SIEMENS Y DOCUMENTACION DE OFERTA

PUNTO DE CONEXIÓN
 BARRA 11BBE DE MT A 6.9kV EN SALA ELÉCTRICA DE
 LA CENTRAL TÉRMICA CARDONES
 INTERRUPTOR DE RESERVA MOTOR. ABB VSC7/P DCO

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DEBILADO	REVISADO	APROBADO	REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DEBILADO	REVISADO	APROBADO
00	EMISION INICIAL	BLF	BLF								

PÁRQUE SOLAR FOTOVOLTAICO CARDONES - 437,6 kWp			
UNILINEAL GENERAL CENTRAL TÉRMICA CARDONES			
SITUACIÓN: lot 27-487 S - lot 70-384 W			
CONTACTO:			

ingenestrum
Renovable Energy

NOMBRE	FECHA	TIPO A3
PROYECTADO: BLF	14/09/2015	TRAZA
DEBILADO: BLF	14/09/2015	S/E
REVISADO:		
APROBADO:		

HP DE PLANO: EL-201-04

INGENESTRUM S.A. AUTORIZADO PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS DE INGENIERIA EN EL AREA DE SISTEMAS DE ENERGIAS RENOVABLES EN EL MARCO DE LA AUTORIZACION DE INGENIERIA EN SISTEMAS DE ENERGIAS RENOVABLES OTORGADA POR EL COMITE NACIONAL DE ELECTRICIDAD Y ENERGIA. ESTE PLANO Y LA INGENIERIA QUE SE DERIVA DE EL SON PROPIEDAD INTELECTUAL DE INGENESTRUM S.A. CABA. TRANSFERIRAMENTE PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL MISMO O LA CESION A TERCEROS SIN LA AUTORIZACION DE INGENESTRUM S.A.

ANEXO D - DATOS TÉCNICOS DE LA UNIDAD

Datos de Turbina SGT5-2000E (V94.2)
Fuente: MANUAL TG SIEMENS (STG5-2000E)

Motor de la Turbina de Gas SGT5 – 2000E (V94.2)

La función de la turbina de gas es convertir la energía química en los combustibles fósiles a energía mecánica rotatoria para energizar un generador eléctrico. Adicionalmente, la salida de los gases de alta temperatura de las turbinas puede ser utilizada como una fuente de calor para un generador de vapor de recuperación de calor (HRSG) en una aplicación de ciclo combinado.

La turbina de gas SGT5 – 2000E (V94.2) tiene un rango de carga base de aproximadamente 168.6 MW en una operación de ciclo abierto cuando se opera con combustible bajo las condiciones ISO. El rango de la placa en su turbina de gas es 143.89 MW a condiciones de entrada de aire de 15°C y 925.8 milibares. Es impuesto un límite de carga del eje mecánico de aproximadamente 173 MW. La turbina de gas está diseñada para asegurar una operación continua, segura y económica entregando un máximo de confiabilidad y sin ruido, vibración o calor indebido.

Datos de Placa del Generador SGEN5 -10A-2P

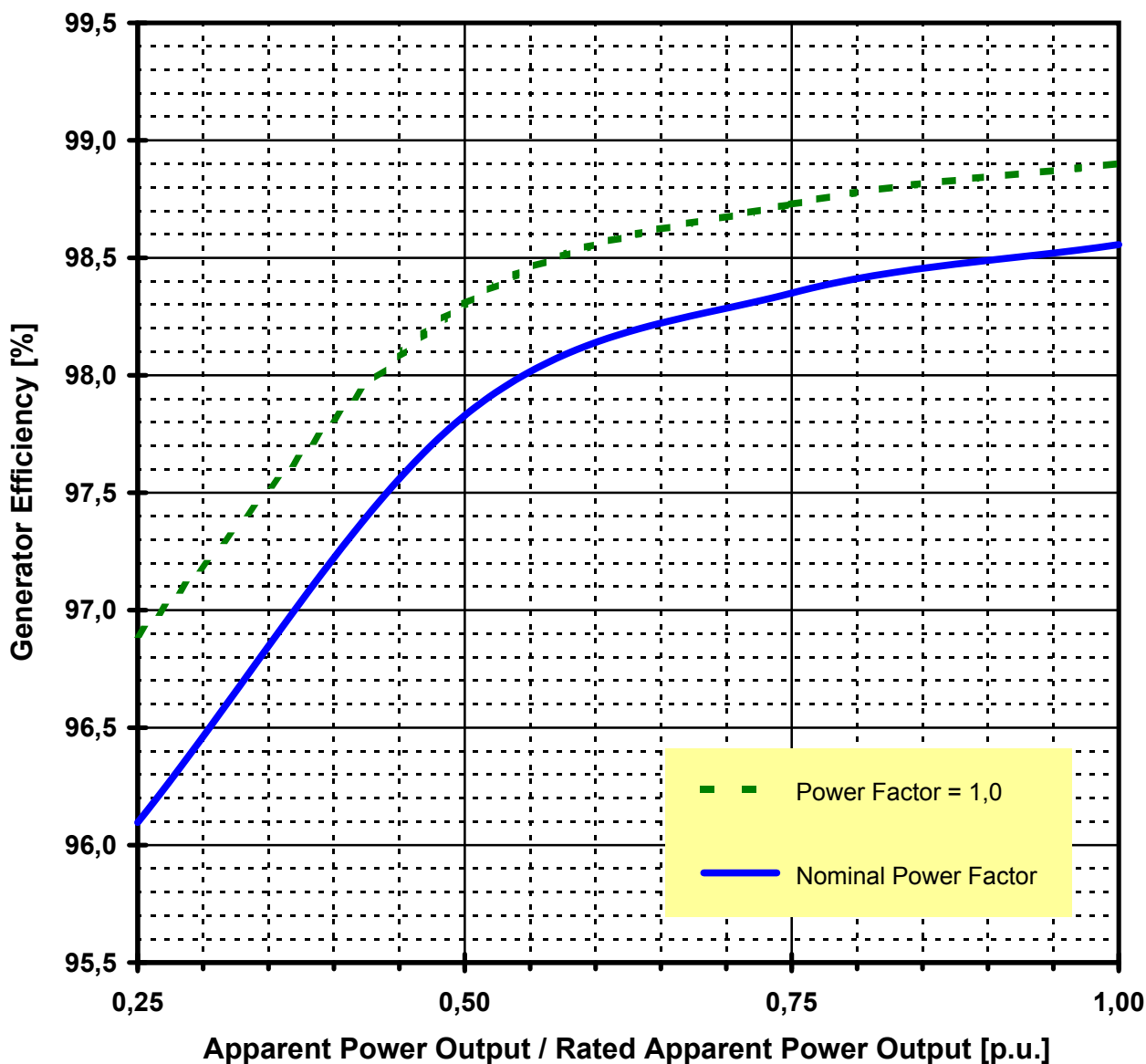
KIND OF MACHINE: GENERATOR		SERIAL NO.: 12009262 / 12008422	YEAR OF MANUFACTURE: 2008
MACHINE CODE: SGEN 5-100A-2P		FREQUENCY: 50 Hz	DIRECTION OF ROTATION: CW
NUMBER OF PHASES: 3	CONNECTION: YY	PHASE SEQUENCE: U1 V1 W1	RATED SPEED: 3000 min⁻¹
RANGE OF RATED VOLTAGE: 15750 V +5/-5%	RATED CURRENT: 6672 A	CLASS OF RATING: S1	
RATED POWER: 182000 kVA	RATED POWER FACTOR: cos φ = 0,80		
TYPE OF EXCITATION: EXTERNAL EXCITATION		TYPE OF COOLING: AIR COOLING	
CLASS OF INSULATION DESIGN: F	COOLING AIR TEMP.: 35 °C	DERGREE OF PROTECTION: IP 54	
TEMP. RISE CORRESP. TO CLASS: B	TYPE OF CONSTRUCTION: IM 7215		
TOTAL WEIGHT: 251.000 kg	RATING AND PERFORMANCE STANDARD:		IEC 60034 (2004)
ROTOR WEIGHT: 46.300 kg	STATOR WEIGHT: 169.200 kg		

ANEXO E - CURVAS DE CORRECCIÓN

Generator - Type: SGen5-100A-2P 115-36

$S_N = 182,00$ MVA	PF = 0,80	$T_{Cold Air} = 35,0$ °C
$U_N = 15,75$ kV	$f_N = 50$ Hz	Efficiency acc. to:
$I_N = 6,672$ kA	$n_N = 3000$ rpm	IEC 34

Apparent Power Output		MVA	45,5	91,0	136,5	182,0
		p.u.	0,25	0,50	0,75	1,00
Efficiency at	P.F. = 1,00	%	96,90	98,30	98,73	98,90
Efficiency at	nominal P.F. = 0,80	%	96,10	97,83	98,35	98,56



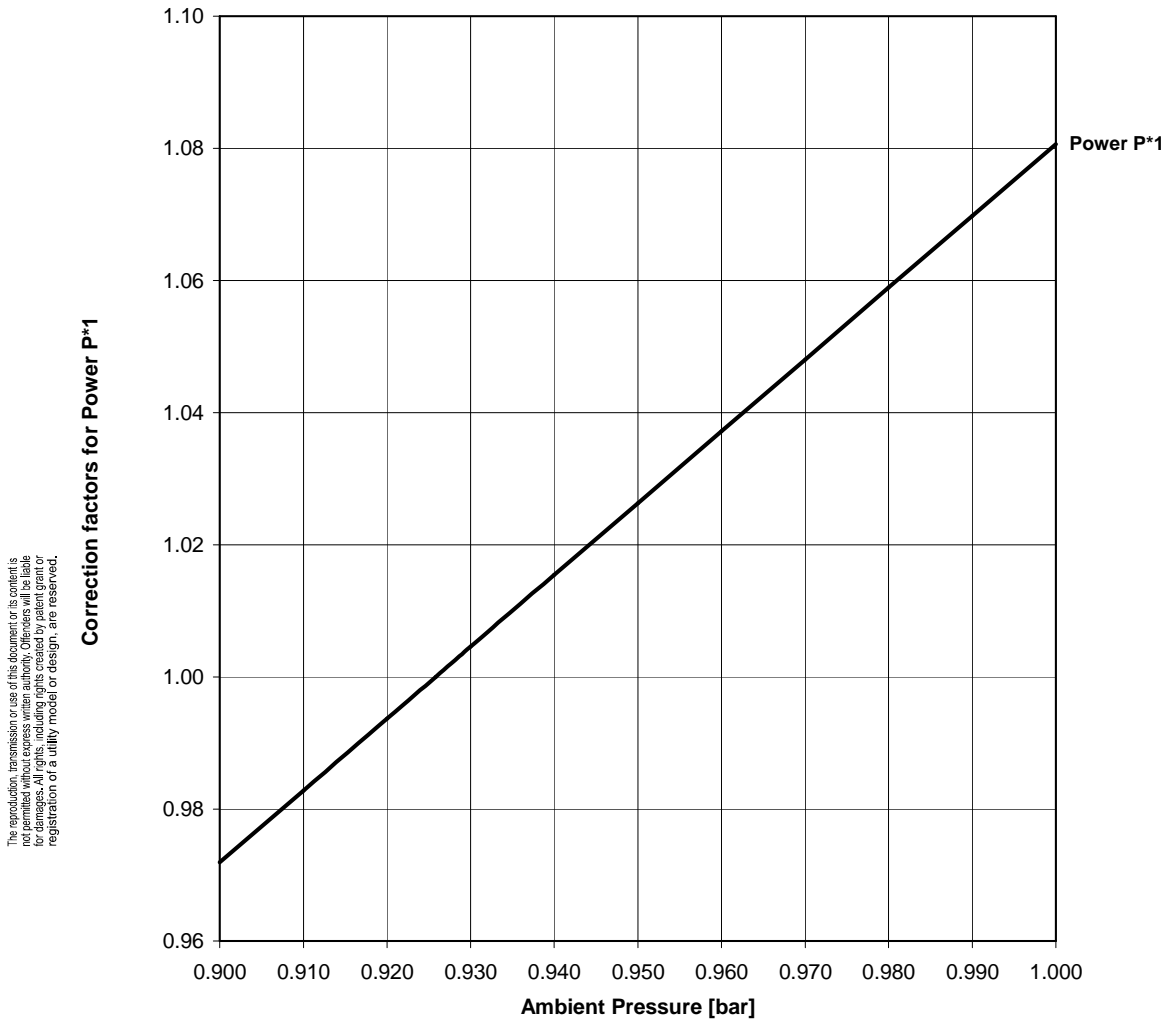
CORRECCIÓN DE POTENCIA POR PRESIÓN ATMOSFÉRICA

Thermodynamics
Effect of ambient pressure deviation

SIEMENS

SGT5-2000E Tierra Amarilla

Gas Turbine



The reproduction, transmission or use of this document or its content is not permitted without express written authority. Offenders will be liable for damages. All rights, including rights created by patent grant or registration or a utility model or design, are reserved.

Class : RESTRICTED
Klasse : RESTRIKTIV

Base Reference Conditions:

Compressor Inlet Temperature: 15 °C
 Rel. Humidity: 60 %
 Barometric Pressure: 0.9258 bar
 Engine Speed: 50 Hz

Power P*₁

$$-8.04175E-03 \times^2 + 1.10246E+00 \times^1 - 1.37648E-02$$

P17-1.1:CHL802;-1

Equations are only valid in the displayed range of the curves.

a1065ctu.942;a52-5:1;LXV

20081105GT EN 14

Curve1 / 1

© Siemens Energy, Inc. 2008. All Rights Reserved. This document contains information confidential and proprietary to Siemens Energy, Inc. It is submitted in confidence and is to be used solely for the purpose for which it is furnished and returned upon request. This document and such information is not to be reproduced, transmitted, disclosed or used otherwise in whole or in part without the written authorization of Siemens Energy, Inc. Confidential			
Title: GT PERF TEST SPEC – TIERRA AMARILLA			DG40T-000515
Project: DURO FELGUERA – TIERRA AMARILLA			Issued: Nov. 5, 2008
Siemens Energy, Inc., Orlando, FL	Type: SPE	Part: EN	Version: A Page 18 of 26

CORRECCIÓN DE P_{MAX} Y EFICIENCIA POR TEMPERATURA ENTRADA COMPRESOR

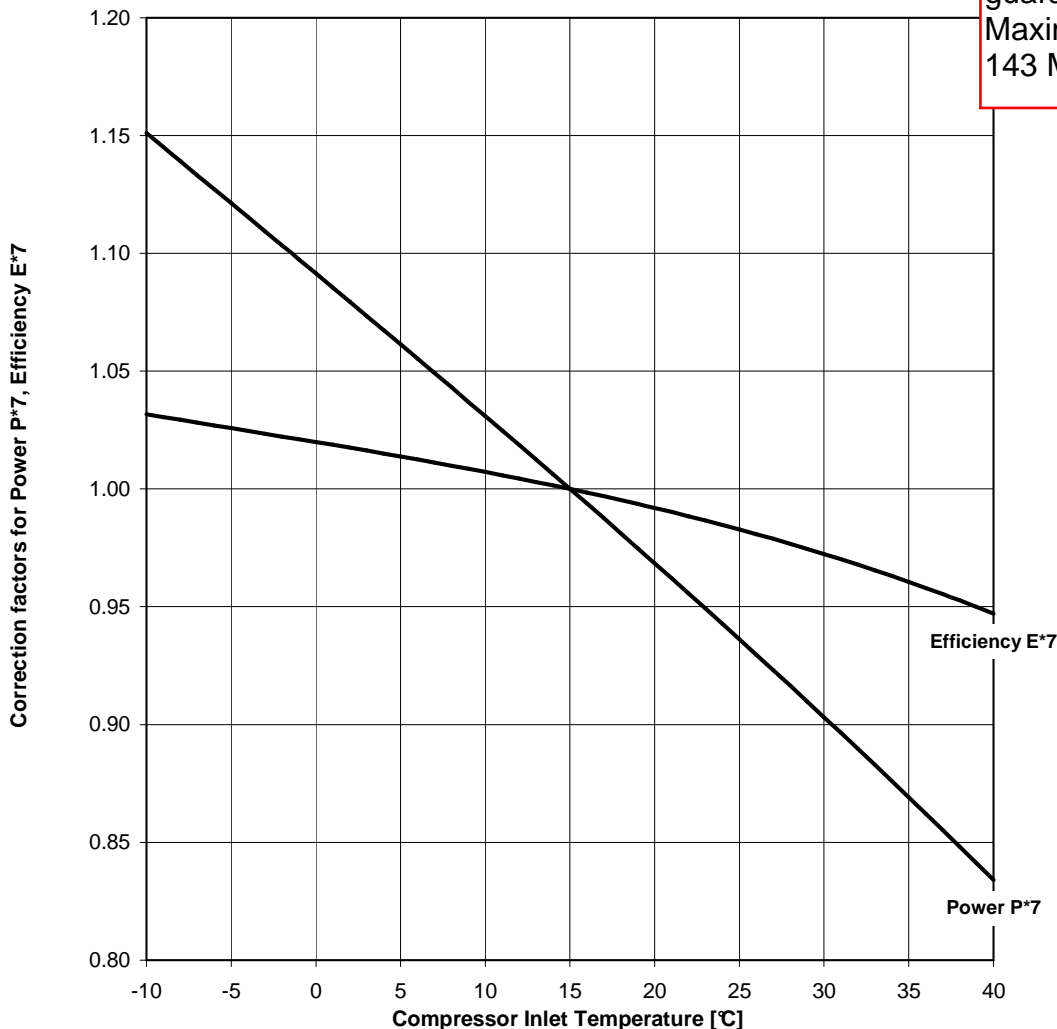
Thermodynamics
 Effect of compressor inlet temperature deviation
 Fuel Oil
 SGT5-2000E Tierra Amarilla



Gas Turbine

THE CURVES ONLY APPLY TO A MAXIMUM LOAD OF 173 MW.

guaranteed value for
 Maximum load is
 143 MW



The reproduction, transmission or use of this document or its content is not permitted without express written authority. Offenders will be liable for damages. All rights are reserved. Copyright © 2008 Siemens Energy, Inc.

Class : RESTRICTED
 Klasse : RESTRIKTIV

Base Reference Conditions:

Compressor Inlet Temperature: 15 °C
 Rel. Humidity: 60 %
 Barometric Pressure: 0.9258 bar
 Engine Speed: 50 Hz
 Fuel Type: Fuel Oil

Power P*₇

$$-1.53237E-07x^3 - 5.05802E-06x^2 - 5.99010E-03x^1 + 1.09151E+00$$

Efficiency E*₇

$$-2.71125E-07x^3 - 4.78471E-06x^2 - 1.19621E-03x^1 + 1.01993E+00$$

P17-1.1;CHL802;-1

Equations are only valid in the displayed range of the curves.

a1065ctu.942;a52-5;1;LXV

20081105GT EN 14

Curve2 / 1

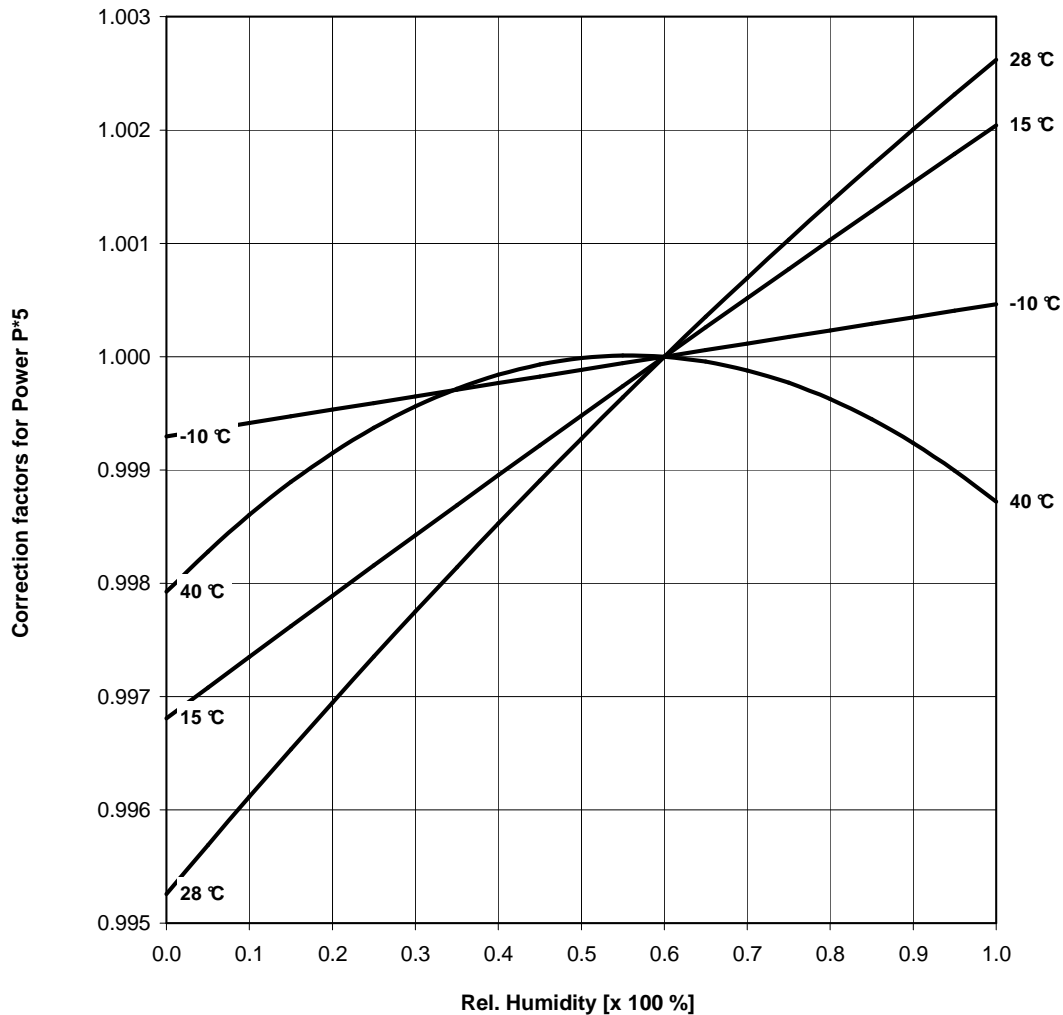
© Siemens Energy, Inc. 2008. All Rights Reserved. This document contains information confidential and proprietary to Siemens Energy, Inc. It is submitted in confidence and is to be used solely for the purpose for which it is furnished and returned upon request. This document and such information is not to be reproduced, transmitted, disclosed or used otherwise in whole or in part without the written authorization of Siemens Energy, Inc. Confidential			
Title: GT PERF TEST SPEC – TIERRA AMARILLA			DG40T-000515
Project: DURO FELGUERA – TIERRA AMARILLA			Issued: Nov. 5, 2008
Siemens Energy, Inc., Orlando, FL	Type: SPE	Part: EN	Version: A Page 19 of 26

CORRECCIÓN DE POTENCIA MÁXIMA POR HUMEDAD RELATIVA

Thermodynamics
Effect of ambient humidity deviation
 Fuel Oil
 SGT5-2000E Tierra Amarilla

SIEMENS

Gas Turbine



The reproduction, transmission or use of this document or its content is not permitted without express written authority. Offenders will be liable for damages. All rights, including rights created by patent grant or registration or a utility model or design, are reserved.

Class : RESTRICTED
 Klasse : RESTRIKTIV

Base Reference Conditions:

Compressor Inlet Temperature: 15 °C
 Rel. Humidity: 60 %
 Barometric Pressure: 0.9258 bar
 Engine Speed: 50 Hz
 Fuel Type: Fuel Oil

Power P*₅

-10 °C: $-1.05436E-05x^2 + 1.17717E-03x^1 + 9.99297E-01$
 15 °C: $-2.17554E-04x^2 + 5.45078E-03x^1 + 9.96808E-01$
 28 °C: $-1.34816E-03x^2 + 8.71004E-03x^1 + 9.95259E-01$
 40 °C: $-6.66181E-03x^2 + 7.45500E-03x^1 + 9.97925E-01$

P17-1.1:CHL802;-1

Equations are only valid in the displayed range of the curves.

a1065ctu.942;a52-5:1;LXV

20081105GT EN 14

Curve3 / 1

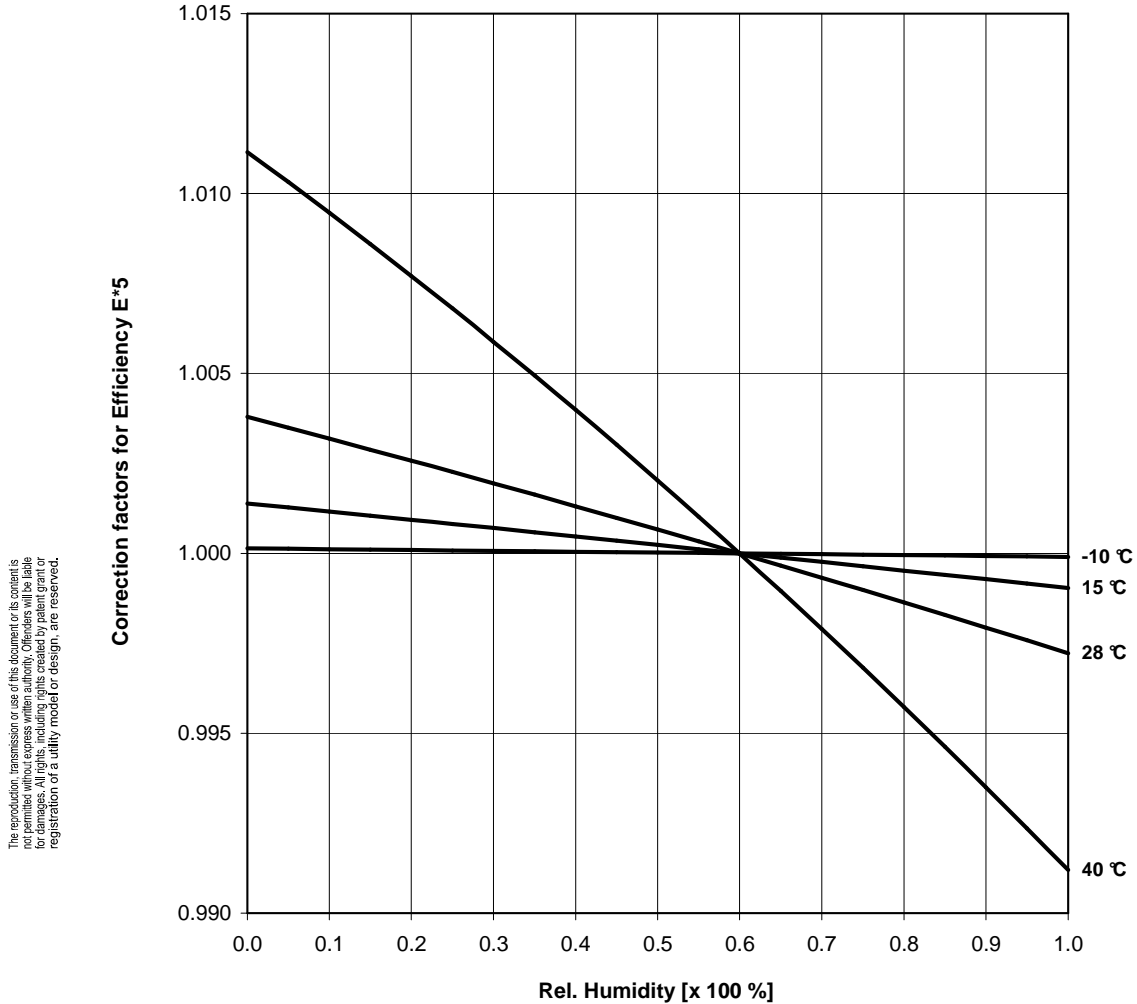
© Siemens Energy, Inc. 2008. All Rights Reserved. This document contains information confidential and proprietary to Siemens Energy, Inc. It is submitted in confidence and is to be used solely for the purpose for which it is furnished and returned upon request. This document and such information is not to be reproduced, transmitted, disclosed or used otherwise in whole or in part without the written authorization of Siemens Energy, Inc. Confidential			
Title: GT PERF TEST SPEC – TIERRA AMARILLA			DG40T-000515
Project: DURO FELGUERA – TIERRA AMARILLA			Issued: Nov. 5, 2008
Siemens Energy, Inc., Orlando, FL	Type: SPE	Part: EN	Version: A Page 20 of 26

CORRECCIÓN DE LA EFICIENCIA POR HUMEDAD RELATIVA

Thermodynamics
 Effect of ambient humidity deviation
 Fuel Oil
 SGT5-2000E Tierra Amarilla



Gas Turbine



The reproduction, transmission or use of this document or its content is not permitted without express written authority. Offenders will be liable for damages. All rights are reserved. Copyright © 2008 Siemens Energy, Inc.

Class: RESTRICTED
Klasse: RESTRIKTIV

Base Reference Conditions:

Compressor Inlet Temperature: 15 °C
 Rel. Humidity: 60 %
 Barometric Pressure: 0.9258 bar
 Engine Speed: 50 Hz
 Fuel Type: Fuel Oil

Efficiency E*5

-10 °C: $-6.38964E-06x^2 - 2.30846E-04x^1 + 1.00014E+00$
 15 °C: $-8.06392E-05x^2 - 2.27267E-03x^1 + 1.00139E+00$
 28 °C: $-5.94894E-04x^2 - 5.96746E-03x^1 + 1.00379E+00$
 40 °C: $-3.40556E-03x^2 - 1.65463E-02x^1 + 1.01115E+00$

P17-1.1;CHL802;-1

Equations are only valid in the displayed range of the curves.

a1065ctu.942;a52-5;1;LXV

20081105GT EN 14

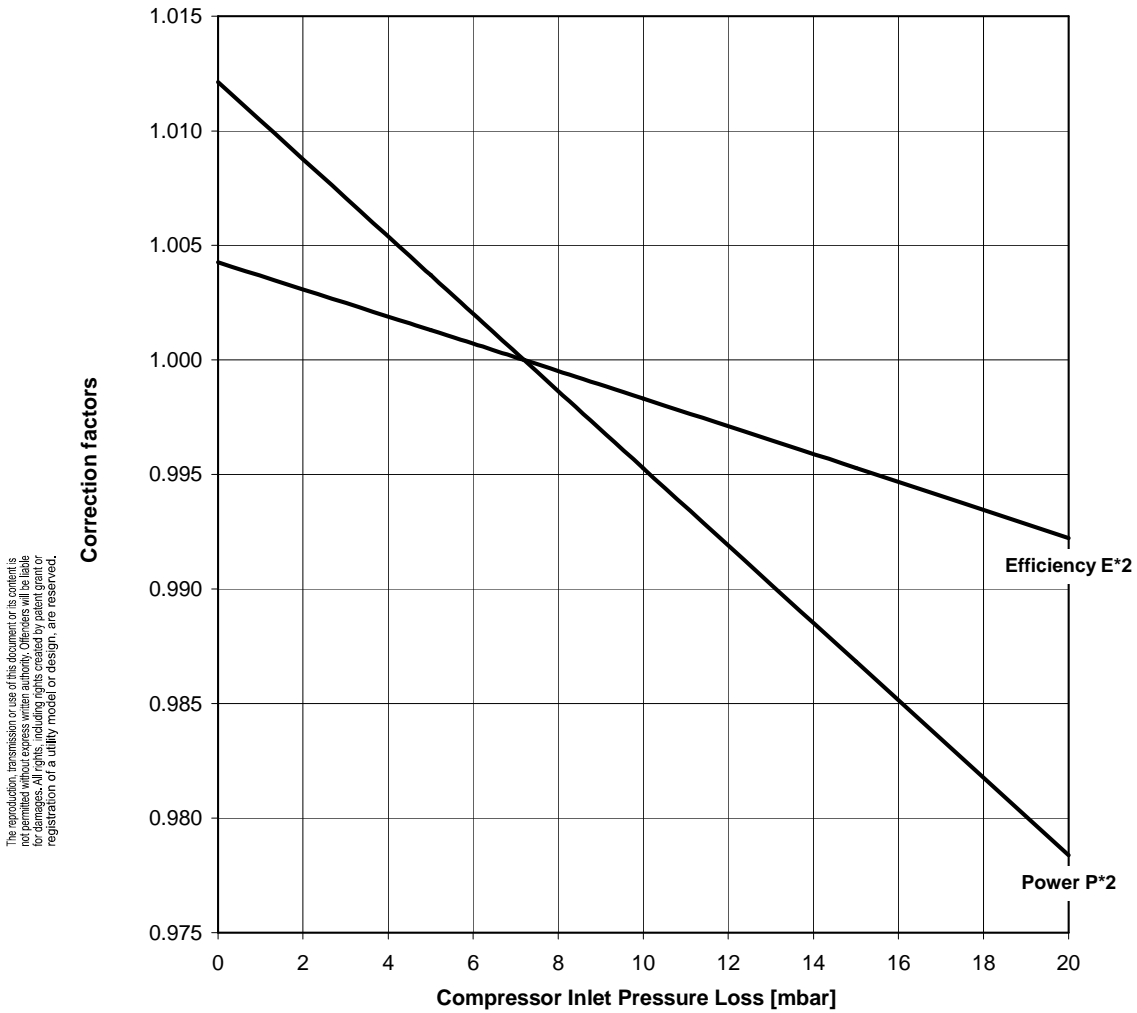
Curve3 / 2

© Siemens Energy, Inc. 2008. All Rights Reserved. This document contains information confidential and proprietary to Siemens Energy, Inc. It is submitted in confidence and is to be used solely for the purpose for which it is furnished and returned upon request. This document and such information is not to be reproduced, transmitted, disclosed or used otherwise in whole or in part without the written authorization of Siemens Energy, Inc. Confidential				
Title: GT PERF TEST SPEC – TIERRA AMARILLA				DG40T-000515
Project: DURO FELGUERA – TIERRA AMARILLA				Issued: Nov. 5, 2008
Siemens Energy, Inc., Orlando, FL	Type: SPE	Part: EN	Version: A	Page 21 of 26

Thermodynamics
Effect of compressor inlet pressure loss deviation
 Fuel Oil
 SGT5-2000E Tierra Amarilla

SIEMENS

Gas Turbine



The reproduction, transmission or use of this document or its content is not permitted without express written authority. Offenders will be liable for damages. All rights, including rights related to patent, trade or registration or a utility model or design, are reserved.

Class : RESTRICTED
 Klasse : RESTRIKTIV

Base Reference Conditions:

Compressor Inlet Temperature: 15 °C
 Rel. Humidity: 60 %
 Barometric Pressure: 0.9258 bar
 Engine Speed: 50 Hz
 Fuel Type: Fuel Oil

Power P*₂ P*_{GT2}

$$-1.24975E-07x^2 - 1.68479E-03x^1 + 1.01213E+00$$

Efficiency E*₂

$$-7.81677E-07x^2 - 5.86779E-04x^1 + 1.00426E+00$$

P17-1.1;CHL802;-1

Equations are only valid in the displayed range of the curves.

a1065ctu.942;a52-5:1;LXV

20081105GT EN 14

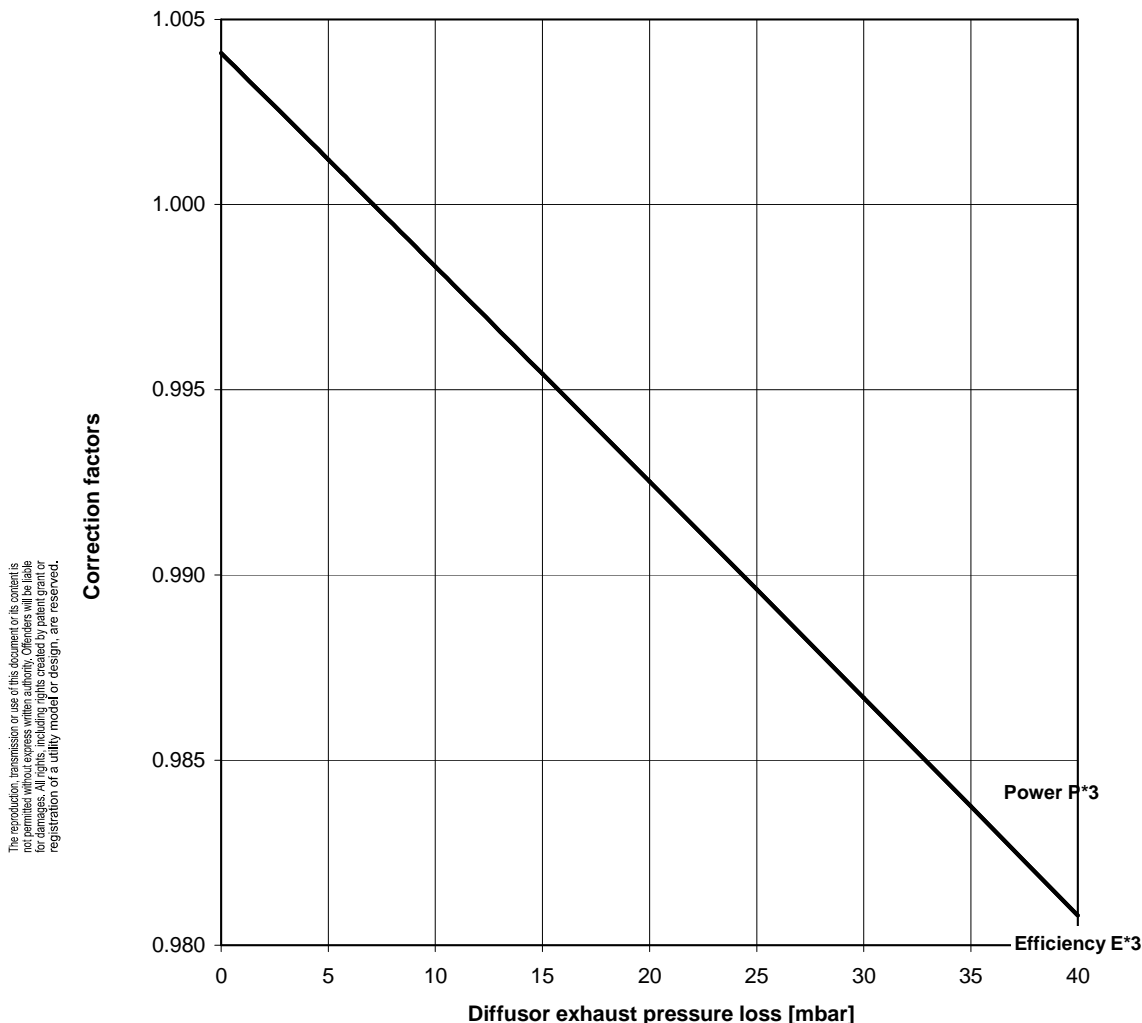
Curve5 / 1

© Siemens Energy, Inc. 2008. All Rights Reserved. This document contains information confidential and proprietary to Siemens Energy, Inc. It is submitted in confidence and is to be used solely for the purpose for which it is furnished and returned upon request. This document and such information is not to be reproduced, transmitted, disclosed or used otherwise in whole or in part without the written authorization of Siemens Energy, Inc. Confidential			
Title: GT PERF TEST SPEC – TIERRA AMARILLA			DG40T-000515
Project: DURO FELGUERA – TIERRA AMARILLA			Issued: Nov. 5, 2008
Siemens Energy, Inc., Orlando, FL	Type: SPE	Part: EN	Version: A Page 24 of 26

Thermodynamics
 Effect of diffusor exhaust pressure loss deviation
 Fuel Oil
 SGT5-2000E Tierra Amarilla

SIEMENS

Gas Turbine



The reproduction, transmission or use of this document or its content is not permitted without express written authority. Offenders will be liable for damages. All rights are reserved. Registration of a utility model or design, are reserved.

Class: RESTRICTED
Klasse: RESTRIKTIV

Base Reference Conditions:

Compressor Inlet Temperature: 15 °C
 Rel. Humidity: 60 %
 Barometric Pressure: 0.9258 bar
 Engine Speed: 50 Hz
 Fuel Type: Fuel Oil

Power P*₃

$$-1.96726E-07x^2 - 5.74371E-04x^1 + 1.00409E+00$$

Efficiency E*₃

$$-1.96861E-07x^2 - 5.74365E-04x^1 + 1.00409E+00$$

P17-1.1;CHL802;-1

Equations are only valid in the displayed range of the curves.

a1065ctu.942;a52-5;1;LXV

20081105GT EN 14

Curve6 / 1

© Siemens Energy, Inc. 2008. All Rights Reserved. This document contains information confidential and proprietary to Siemens Energy, Inc. It is submitted in confidence and is to be used solely for the purpose for which it is furnished and returned upon request. This document and such information is not to be reproduced, transmitted, disclosed or used otherwise in whole or in part without the written authorization of Siemens Energy, Inc. Confidential			
Title: GT PERF TEST SPEC – TIERRA AMARILLA			DG40T-000515
Project: DURO FELGUERA – TIERRA AMARILLA			Issued: Nov. 5, 2008
Siemens Energy, Inc., Orlando, FL	Type: SPE	Part: EN	Version: A Page 25 of 26

ANEXO F - CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE INSTRUMENTOS

ANTECEDENTES DEL CLIENTE			
N° / Fecha de Solicitud	: 0413_26.05.2021		
Fecha Calibración	: 27-05-2021		
Medidor	: ION 8650		
Cliente	: Tecnored S.A.		
Instalación	:		
Subestación	:		

ANTECEDENTES DEL MEDIDOR			
Marca	: Schneider Electric		
Modelo	: M8650A4C0H5E1B0A-AA566		
N° de Serie	: MW-1811A713-02		
Estado	: Usado		
Año Fabricación	: 2018		
Clase Exactitud (%)	: 0.2		
Constante Med.	: 1		

PATRON DE CALIBRACIÓN			
Marca	: Clou		
Modelo	: CI3115		
N° Serie	: 20171801		
Clase de Exactitud	: 0,05		
Trazabilidad	: Laboratorio Tecnored		

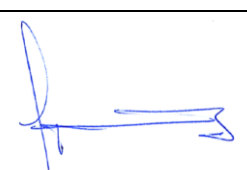
CONDICIONES DE MEDIDA			
Lugar de Calibración	: Laboratorio Tecnored		
Tipo de Medida	: WESTRELLA/ACTIVO		
Tensión Aplicada	: 63,5 (V)		
Corriente Nominal	: 5 (A)		
N° de Elementos	: 3		
Método Calibración	: Comparación Directa		
Frecuencia (Hz)	: 50 (HZ)		
Temperatura (C°)	: 21.7		
Humedad (%)	: 42.5		
Calibrador	: E.López		

RESULTADOS DE LA COMPONENTE ACTIVA							
N	Fase	Cte.%	Factor	Componente Activa Directa		Componente Activa Reversa	
				Error (%)	Límite Norma (%)	Error(%)	Límite Norma (%)
1	123	100	1	0.031	± 0.2	0.027	± 0.2
2	123	100	0.5	0.025	± 0.3	0.040	± 0.3
3	123	10	1	0.034	± 0.2	0.036	± 0.2
4	123	10	0.5	0.043	± 0.3	0.043	± 0.3
5	1	100	1	0.031	± 0.3	0.030	± 0.3
6	2	100	1	0.040	± 0.3	0.043	± 0.3
7	3	100	1	0.017	± 0.3	0.023	± 0.3
8	1	100	0.5	0.058	± 0.4	0.080	± 0.4
9	2	100	0.5	0.094	± 0.4	0.096	± 0.4
10	3	100	0.5	-0.027	± 0.4	-0.010	± 0.4

RESULTADOS DE LA COMPONENTE REACTIVA							
N	Fase	Cte.%	Factor	Componente Reactiva Directa		Componente Reactiva Reversa	
				Error (%)	Límite Norma (%)	Error(%)	Límite Norma (%)
1	123	100	1	0.021	± 2.0	0.032	± 2.0
2	123	100	0.5	0.002	± 2.0	0.019	± 2.0
3	123	10	1	0.009	± 2.0	0.050	± 2.0
4	123	10	0.5	-0.012	± 2.0	0.058	± 2.0
5	1	100	1	0.020	± 3.0	0.031	± 3.0
6	2	100	1	0.029	± 3.0	0.041	± 3.0
7	3	100	1	0.008	± 3.0	0.012	± 3.0
8	1	100	0.5	0.059	± 3.0	0.029	± 3.0
9	2	100	0.5	-0.033	± 3.0	0.017	± 3.0
10	3	100	0.5	0.035	± 3.0	0.004	± 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

Fecha de Emisión de Certificado: 26.08.2021

FOLIO: 506476

ANTECEDENTES DEL CLIENTE			
N° / Fecha de Solicitud	: 0447_25.08.2021		
Fecha Calibración	: 26.08.2021		
Medidor	: ION 8650		
Cliente	: Tecnored S.A.		
Instalación	:		
Subestación	:		

ANTECEDENTES DEL MEDIDOR			
Marca	: Schneider Electric		
Modelo	: M8650A4C0H5E1B0A		
N° de Serie	: MW-2102A493-02		
Estado	: Nuevo		
Año Fabricación	: 2021		
Clase Exactitud (%)	: 0.2		
Constante Med.	: 1		

PATRON DE CALIBRACIÓN			
Marca	: Clou		
Modelo	: CI3115		
N° Serie	: 20171801		
Clase de Exactitud	: 0,05		
Trazabilidad	: Laboratorio Tecnored		

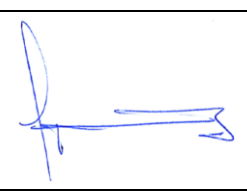
CONDICIONES DE MEDIDA			
Lugar de Calibración	: Laboratorio Tecnored		
Tipo de Medida	: W. ESTRELLA/ACTIVO		
Tensión Aplicada	: 63,5 (V)		
Corriente Nominal	: 5 (A)		
N° de Elementos	: 3		
Método Calibración	: Comparación Directa		
Frecuencia (Hz)	: 50 (HZ)		
Temperatura (C°)	: 23.6		
Humedad (%)	: 56.3		
Calibrador	: M. Piñones		

RESULTADOS DE LA COMPONENTE ACTIVA							
N	Fase	Cte.%	Factor	Componente Activa Directa		Componente Activa Reversa	
				Error (%)	Límite Norma (%)	Error(%)	Límite Norma (%)
1	123	100	1	0.024	± 0.2	0.029	± 0.2
2	123	100	0.5	0.048	± 0.3	0.065	± 0.3
3	123	10	1	0.028	± 0.2	0.032	± 0.2
4	123	10	0.5	0.049	± 0.3	0.052	± 0.3
5	1	100	1	0.033	± 0.3	0.029	± 0.3
6	2	100	1	0.024	± 0.3	0.039	± 0.3
7	3	100	1	0.017	± 0.3	0.017	± 0.3
8	1	100	0.5	0.028	± 0.4	0.046	± 0.4
9	2	100	0.5	0.053	± 0.4	0.064	± 0.4
10	3	100	0.5	0.065	± 0.4	0.067	± 0.4

RESULTADOS DE LA COMPONENTE REACTIVA							
N	Fase	Cte.%	Factor	Componente Reactiva Directa		Componente Reactiva Reversa	
				Error (%)	Límite Norma (%)	Error(%)	Límite Norma (%)
1	123	100	1	0.025	± 2.0	0.035	± 2.0
2	123	100	0.5	-0.039	± 2.0	0.016	± 2.0
3	123	10	1	0.013	± 2.0	0.043	± 2.0
4	123	10	0.5	-0.018	± 2.0	0.041	± 2.0
5	1	100	1	0.031	± 3.0	0.034	± 3.0
6	2	100	1	0.010	± 3.0	0.040	± 3.0
7	3	100	1	0.022	± 3.0	0.030	± 3.0
8	1	100	0.5	-0.008	± 3.0	0.058	± 3.0
9	2	100	0.5	-0.033	± 3.0	0.009	± 3.0
10	3	100	0.5	-0.032	± 3.0	0.038	± 3.0

OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos están relacionados únicamente al ítem calibrado y descrito en "Antecedentes del Medidor", Los resultados cumplen con la norma IEC 62053-22 (ITEM 8.1 y 8.3). 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

ANTECEDENTES DEL CLIENTE

N° / Fecha de Solicitud : Correo
 Fecha Calibración : 05.08.2021
 Medidor : ION 8600
 Cliente : Tecnored S.A.
 Instalación :
 Subestación :

ANTECEDENTES DEL MEDIDOR

Marca : Schneider Electric
 Modelo : P8600A4C0H5E0B0A
 N° de Serie : PT-0805A435-01
 Estado : En Servicio
 Año Fabricación : 2008
 Clase Exactitud (%) : 0,2
 Constante Med. : 1

PATRON DE CALIBRACIÓN

Marca : MTE
 Modelo : PTS 3.3 genX
 N° Serie : 95502
 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)
 N° de Elementos : 3
 Método Calibración : Comparación Directa
 Frecuencia (Hz) : 50 (HZ)
 Temperatura (C°) : 25,0°C
 Humedad (%) : 58,8%
 Calibrador : G. Vega -

RESULTADOS DE LA COMPONENTE**ACTIVA**

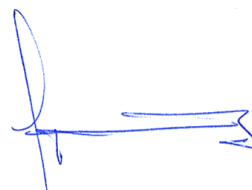
N	Fase	Cte. %	Factor	Componente Activa Directa		Componente Activa Reversa	
				Error (%)	Límite Norma (%)	Error (%)	Límite Norma (%)
1	123	100	1	0,013 %	± 0,2	0,010 %	± 0,2
2	123	100	0,5	0,015 %	± 0,3	0,012 %	± 0,3
3	123	10	1	0,002 %	± 0,2	0,004 %	± 0,2
4	123	10	0,5	0,031 %	± 0,3	0,009 %	± 0,3
5	1	100	1	0,020 %	± 0,3	0,043 %	± 0,3
6	2	100	1	0,006 %	± 0,3	0,010 %	± 0,3
7	3	100	1	0,010 %	± 0,3	0,040 %	± 0,3
8	1	100	0,5	0,067 %	± 0,4	0,064 %	± 0,4
9	2	100	0,5	0,059 %	± 0,4	0,040 %	± 0,4
10	3	100	0,5	0,032 %	± 0,4	0,064 %	± 0,4

RESULTADOS DE LA COMPONENTE**REACTIVA**

N	Fase	Cte. %	Factor	Componente Reactiva Directa		Componente Reactiva Reversa	
				Error (%)	Límite Norma (%)	Error (%)	Límite Norma (%)
1	123	100	1	0,034 %	± 2,0	0,003 %	± 2,0
2	123	100	0,5	0,058 %	± 2,0	0,026 %	± 2,0
3	123	10	1	0,007 %	± 2,0	0,003 %	± 2,0
4	123	10	0,5	0,008 %	± 2,0	0,005 %	± 2,0
5	1	100	1	0,005 %	± 3,0	0,001 %	± 3,0
6	2	100	1	0,015 %	± 3,0	0,006 %	± 3,0
7	3	100	1	0,014 %	± 3,0	0,022 %	± 3,0
8	1	100	0,5	0,006 %	± 3,0	0,017 %	± 3,0
9	2	100	0,5	0,018 %	± 3,0	0,039 %	± 3,0
10	3	100	0,5	0,104 %	± 3,0	0,012 %	± 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 Laboratorio 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

COPY



Factory Checkout Test Sheet

Instrument Details :

Instrument : **Temperature / Humidity Sensor**

Serial No T3350730

Model No. : 225-HMP60-A

Model No. : 110-WS-16THB

Model No. : 110-WS-25THA

Test Results:

Test Value	Expected Voltage Reading	Test Results Actual Readings	Acceptable	Limit
Humidity				
Ambient RH <u>38.5</u> %	<u>38.5</u> V dc	<u>0.388</u> Vdc Pass <input checked="" type="checkbox"/>	± 3 %	@ 20°C
Temperature	~~~~~	~~~~~	~~~~~	~~~~~
Ambient Temp <u>23.3</u> °C	<u>0.633</u> V dc	<u>0.636</u> Vdc Pass <input checked="" type="checkbox"/>	1.1°F / ± 0.6°C	@ 20°C

All Tests performed at the NovaLynx Corporation Grass Valley, California

Technician : WDB Date 8/24/2021

CALIBRATION CERTIFICATE

COPY

Instrument PTB110 Barometer
Serial number T3540602
Manufacturer Vaisala Oyj, Finland
Calibration date 2nd September 2021

The above instrument was calibrated by comparing the readings of the instrument to the factory working standard of Vaisala.

The pressure readings of the factory working standard have been calibrated at an ISO/IEC 17025 accredited calibration laboratory (FINAS), Vaisala Measurement Standards Laboratory (MSL), by using MSL working standards traceable to NIST.

Calibration results

Reference pressure hPa	Calculated pressure hPa	Observed voltage Vdc	Correction* hPa	Uncertainty** hPa
610.1	610.1	0.055	0.0	± 0.15
700.2	700.2	0.545	0.0	± 0.15
810.1	810.1	1.142	0.0	± 0.15
900.2	900.2	1.631	0.0	± 0.15
1000.1	1000.1	2.174	0.0	± 0.15
1060.3	1060.3	2.502	0.0	± 0.15

*To obtain the true pressure, add the correction to the barometer reading. Interpolated corrections may be used at intermediate readings of the scale of the barometer.

**The calibration uncertainty given at 95 % confidence level, k = 2

Equipment used in calibration

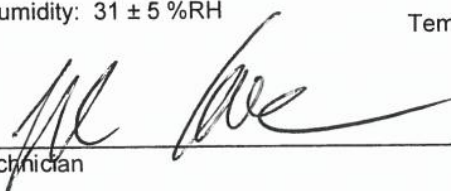
Type	Serial number	Calibration date	Certificate number
HP34970A	EM 14033	2021-03-16	4117285-1
PTB220	PA 14019	2020-09-09	K008-D03269

Ambient conditions

Humidity: 31 ± 5 %RH

Temperature: 23 ± 2 °C

Pressure: 1007 ± 20 hPa



Technician

Kalibrierschein

Calibration Certificate

Testgerät / Device under test (DUT)

Kalibrierschein Nr.: 20201029-012
Certificate No.

Schallwandler: CDM1NZ7 Ser. Nr.: 120426
Transducer Ser. No.

Reflektorabstand [mm] 203,81
reflector distance [mm]

Flüssigkeit / Fluid Wasser / Water
Temperatur / Temperature 20,5 °C

Messergebnisse / Test results

Sensorkonstante	Mittelwert / Mean value	4093,17	m/s	±	0,15%
Transducer Constant	Standard Abweichung / standard deviation	0,005%			Passed

Die angegebene Messunsicherheit ist die erweiterte Messunsicherheit basierend auf dem Erweiterungsfaktor $k = 2$ (95% Vertrauensbereich).
The uncertainty listed is the expanded uncertainty based on a coverage factor of $k=2$ (95% confidence).

Das angegebene Messgerät erfüllt die in der Spezifikation angegebenen Genauigkeitsdaten (Passed / Failed).
The indicated instrument meets the accuracy data published in the specification (passed / failed).

Passed

Calibration result as left

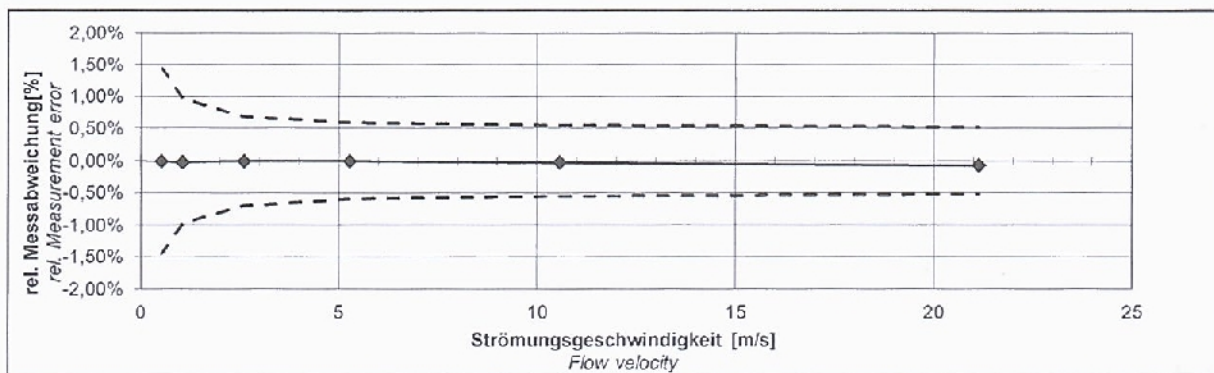
Messpunkt Meas. Point	Strömungsgeschwindigkeit [m/s] Flow velocity	Durchfluß [m³/h] Flow		rel. Messwertabweichung % rel. measurement error		
	Normal / Standard	Normal / Standard	Prüfling / DUT	Fehler / Error	Grenze / Limit ¹⁾	
1	0,53	134,37	134,37	0,00%	1,45%	Passed
2	1,05	268,68	268,63	-0,02%	0,97%	Passed
3	2,61	663,87	663,87	0,00%	0,89%	Passed
4	5,28	1343,25	1343,24	0,00%	0,59%	Passed
5	10,56	2686,87	2686,20	-0,02%	0,55%	Passed
6	21,13	5376,53	5372,69	-0,07%	0,52%	Passed

Pipe ID used in flow velocity calculation

300,00 mm

¹⁾ Justagegrenze / Adjustment limit: 0,50% ± 0,005 m/s

Überschreitet der Fehler bei As Found Kalibrierung diese Grenze wird die Justage der Sensorkonstante empfohlen.
If the error exceeds this limit, adjustment of the transducer constant is recommended.



Die Kalibrierung des oben angegebenen Messgerätes wurde gegen Normale ausgeführt, die sich auf nationale Normale rückführen lassen. Die Kalibrierung erfolgte nach Vorgaben, die im Rahmen unseres zertifizierten QM-Systems nach DIN EN ISO 9001 überwacht werden.
The instrument specified above was calibrated against measurement standards which are traceable to national measurement standards. The calibration was carried out according to the guidelines monitored by our certified QM system in compliance with DIN EN ISO 9001.

Normal / Standard Flexim Ser. Nr. / Ser. No 10342
Kalibriert bis / Calibration due 01.09.2021 Zertifikat Nr. / Certificate No. VXX1NHO10342 20200901

Datum: 29.10.2020
Date

Prüfer: Seifert
Test eng.

Unterschrift: [Signature]
Signature

Calibration Certificate

Kalibrierschein



Device under test (DUT) / Testgerät

Certificate No. FT20201104.005
Kalibrierschein Nr.:

Transmitter: Fluxus F601 Ser. No. 60111660
Messumformer Ser. Nr.:

Simulation parameter / Simulationsparameter

Transducer: cal_02 Frequency 4,00 MHz
Schallwandler Frequenz

Pipe [inch]: 2,36 Flow range [m³/h]: 50
Rohr Di [mm] 60,0 sim. Fluss Bereich

Fluid Water Sound velocity [m/s]: 1500
Fluid Wasser sim. Schallgeschw.

Environmental conditions / Umgebungsbedingungen
Temperature / Temp. 25 ± 5 °C

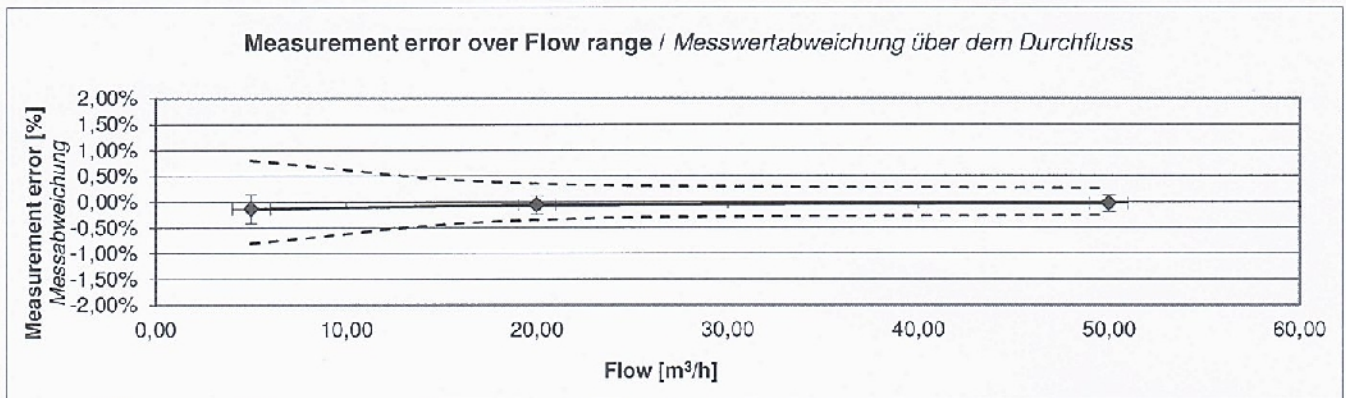
Test results Flow/ Messergebnisse Durchfluss

Meas. Uncertainty u(Q) 0,004% +- 0,201 cm/s
Error Limit Q 0,20% +- 0,5 cm/s

The uncertainty listed is the expanded uncertainty based on a coverage factor of k=2 (95% confidence).

Die angegebene Messunsicherheit ist die erweiterte Messunsicherheit basierend auf dem Erweiterungsfaktor k = 2 (95% Vertrauensbereich).

Meas. point Messpunkt	Flow velocity [m/s] Strömungsgeschwindigkeit	Flow [m³/h] Durchfluss				Limit incl. uncertainty Grenze inkl. Messunsicherheit	Result Ergebnis
	Standard	Standard	DUT	Measurement error Messabweichung			
	V	Q _n	Q _{DUT}	Q _{DUT} -Q _n (Q _{DUT,n})/Q _n			
1	0,00	0,00	0,00	0,004	-	0,03	p
2	0,49	5,00	4,99	-0,007	-0,136%	0,04	p
3	1,96	20,00	19,99	-0,012	-0,060%	0,07	p
4	4,91	50,00	49,99	-0,014	-0,029%	0,13	p



The indicated instrument meets the accuracy data published in the specification (passed / failed).

passed

Das angegebene Messgerät erfüllt die in unserer Spezifikation angegebenen Genauigkeitsdaten (passed / failed).

The instrument specified above was calibrated against measurement standards which are traceable to national measurement standards. The calibration was carried out according to the guidelines monitored by our certified QM system in compliance with DIN EN ISO 9001.

Die Kalibrierung des oben angegebenen Messgerätes wurde gegen Normale ausgeführt, die sich auf nationale Normale rückführen lassen. Die Kalibrierung erfolgte nach Vorgaben, die im Rahmen unseres zertifizierten QM-Systems nach DIN EN ISO 9001 überwacht werden.

Standard	Manufacturer	Type	Ser. No.	Calibration due:	Certificate No.
Normal	Hersteller	Typ	Ser. Nr.	Kalibriert bis	Zertifikat Nr.
Transit Time Calibrator	Flexim	FS100	123	01.01.2021	F201001PM1537_FS123

Date: 04.11.2020 Test eng.: Meineke
Datum Prüfer

Signature: Unterschrift

ANEXO G - ANÁLISIS DE COMBUSTIBLE

REPORTE DE ANÁLISIS

Nuestra Referencia :	OTICH21-21087	Cliente :	Central Cardones S.A.
Producto ⁽¹⁾ :	Petróleo Diesel	Contacto (s) :	Agustin Guerra
Identificación de la Muestra :	9054	Email :	agustin.guerra@inkia.energy.com
N° de Sello :	1736301	Dirección :	Cerro El Plomo 5680 Piso 15, Oficina 1501, Las Condes
Muestra Obtenida por ⁽²⁾ :	Cliente	Ref. Cliente :	COTICH21-276 / OC N° CTC-2021-0140
Ubicación del Muestreo :	Central Cardones	Fecha de Recepción de Muestra :	05/11/2021
Tipo de Muestreo :	Muestra Puntual	Fecha Inicio de Análisis :	10/11/2021
Fecha de Muestreo :	03/11/2021 18:50	Fecha Término de Análisis :	10/11/2021
Plan/Método de Muestreo :	Sin Antecedentes	Análisis realizados en :	Laboratorio OTI / Externo
Responsable de Muestreo :	Cliente	Fecha de Emisión de Reporte :	11/11/2021
Muestra Obtenida de :	Pipeline Alimentación TG Muestra 1		

<input checked="" type="checkbox"/> Analizado	<input type="checkbox"/> Atestiguado ⁽³⁾	<input type="checkbox"/> Preliminar	<input checked="" type="checkbox"/> Final	
Ensayos	Unidades	Métodos	Especificaciones	Resultados
Poder Calorífico Bruto (Superior)	KJ/Kg (Kcal/Kg)	ASTM D4868-17	Informar	45,70 (10920)
Poder Calorífico Neto (Inferior)	KJ/Kg (Kcal/Kg)	ASTM D4868-17	41500 Mín - 43500 Máx.	42,88 (10242)
Gravedad API	°API	ASTM D4052-18a	Informar	36,98
Gravedad Específica 60/60		ASTM D4052-18a	Informar	0,8399
Densidad a 15°C	Kg/m ³	ASTM D4052-18a	750 Mín. - 880 Máx.	839,4
*** Fin de los resultados de análisis***				

Condiciones ambientales de los ensayos:
Observaciones:

Gerente de Laboratorio

(1) Declarado según el cliente.

(2) Los análisis reportados corresponden a la muestra suministrada al laboratorio por: Cliente; donde la misma se ha analizado por solicitud para verificar el cumplimiento de las especificaciones detalladas, sin aceptar ninguna responsabilidad adicional por parte de nuestro laboratorio.

(3) Nuestra responsabilidad en el ATESTIGUAMIENTO de Análisis se limita a presenciar que el análisis se esté practicando a la muestra correcta y de acuerdo al método previamente establecido. Por lo que el cliente acepta que OIL TEST INTERNACIONAL DE CHILE S.A. no es responsable de las condiciones del equipo, instrumento o aparatos de medición y que acepta los datos de calibración, reactivos y otros instrumentos o materiales utilizados tal como se presentan.

OIL TEST INTERNACIONAL DE CHILE S.A. no es responsable de cualquier información proporcionada por el cliente que pueda afectar la validez de los resultados de análisis.

* Ensayo dentro del Alcance de Acreditación ISO 17025:2017

** Ensayo subcontratado a otro laboratorio

Todos los resultados contenidos dentro de este reporte corresponden exclusivamente a la muestra descrita.

Se prohíbe la reproducción total o parcial de este reporte sin la autorización escrita de OIL TEST INTERNACIONAL DE CHILE S.A.

Fin del Reporte

REPORTE DE ANÁLISIS

Nuestra Referencia :	OTICH21-21087	Cliente :	Central Cardones S.A.
Producto ⁽¹⁾ :	Petróleo Diesel	Contacto (s) :	Agustin Guerra
Identificación de la Muestra :	9055	Email :	agustin.guerra@inkia.energy.com
N° de Sello :	1736302	Dirección :	Cerro El Plomo 5680 Piso 15, Oficina 1501, Las Condes
Muestra Obtenida por ⁽²⁾ :	Cliente	Ref. Cliente :	COTICH21-276 /OC N° CTC-2021-0140
Ubicación del Muestreo :	Central Cardones	Fecha de Recepción de Muestra :	05/11/2021
Tipo de Muestreo :	Muestra Puntual	Fecha Inicio de Análisis :	10/11/2021
Fecha de Muestreo :	03/11/2021 23:30	Fecha Término de Análisis :	10/11/2021
Plan/Método de Muestreo :	Sin Antecedentes	Análisis realizados en :	Laboratorio OTI / Externo
Responsable de Muestreo :	Cliente	Fecha de Emisión de Reporte :	11/11/2021
Muestra Obtenida de :	Pipeline Alimentación TG Muestra 2		

<input checked="" type="checkbox"/> Analizado	<input type="checkbox"/> Atestiguado ⁽³⁾	<input type="checkbox"/> Preliminar	<input checked="" type="checkbox"/> Final	
Ensayos	Unidades	Métodos	Especificaciones	Resultados
Poder Calorífico Bruto (Superior)	KJ/Kg (Kcal/Kg)	ASTM D4868-17	Informar	45,70 (10920)
Poder Calorífico Neto (Inferior)	KJ/Kg (Kcal/Kg)	ASTM D4868-17	41500 Mín - 43500 Máx.	42,88 (10242)
Gravedad API	°API	ASTM D4052-18a	Informar	36,97
Gravedad Específica 60/60		ASTM D4052-18a	Informar	0,8399
Densidad a 15°C	Kg/m ³	ASTM D4052-18a	750 Mín. - 880 Máx.	839,5
*** Fin de los resultados de análisis***				

Condiciones ambientales de los ensayos:
Observaciones:

Gerente de Laboratorio

(1) Declarado según el cliente.

(2) Los análisis reportados corresponden a la muestra suministrada al laboratorio por: Cliente; donde la misma se ha analizado por solicitud para verificar el cumplimiento de las especificaciones detalladas, sin aceptar ninguna responsabilidad adicional por parte de nuestro laboratorio.

(3) Nuestra responsabilidad en el ATESTIGUAMIENTO de Análisis se limita a presenciar que el análisis se esté practicando a la muestra correcta y de acuerdo al método previamente establecido. Por lo que el cliente acepta que OIL TEST INTERNACIONAL DE CHILE S.A. no es responsable de las condiciones del equipo, instrumento o aparatos de medición y que acepta los datos de calibración, reactivos y otros instrumentos o materiales utilizados tal como se presentan.

OIL TEST INTERNACIONAL DE CHILE S.A. no es responsable de cualquier información proporcionada por el cliente que pueda afectar la validez de los resultados de análisis.

* Ensayo dentro del Alcance de Acreditación ISO 17025:2017

** Ensayo subcontratado a otro laboratorio

Todos los resultados contenidos dentro de este reporte corresponden exclusivamente a la muestra descrita.

Se prohíbe la reproducción total o parcial de este reporte sin la autorización escrita de OIL TEST INTERNACIONAL DE CHILE S.A.

Fin del Reporte

ANEXO H - MEMORIA DE CÁLCULOS Y GRÁFICOS

Unidad de la Central		U01						
Inicio		03/11/2021 19:10:00	03/11/2021 20:15:00	03/11/2021 20:55:00	03/11/2021 21:35:00	03/11/2021 22:15:00	03/11/2021 22:55:00	03/11/2021 23:40:00
Término		03/11/2021 19:40:00	03/11/2021 20:45:00	03/11/2021 21:25:00	03/11/2021 22:05:00	03/11/2021 22:45:00	03/11/2021 23:25:00	04/11/2021 0:10:00
Duración Estado de Carga		0:30:00	0:30:00	0:30:00	0:30:00	0:30:00	0:30:00	0:30:00
Mediciones	Unidad	E1 (Mínimo Técnico)	E2	E3	E4	E5	E6	E7 (Potencia Máxima)
Potencia Bruta Turbina	[kW]	59.977	75.969	92.023	108.013	123.026	139.045	155.041
Potencia Reactiva Bruta Turbina	[kVAr]	7.743	13.262	13.457	13.439	12.522	12.399	10.831
Factor de Potencia	[-]	99.156	98.50	98.95	99.23	99.48	99.60	99.76
Potencia Neta Central	[kW]	58.956	74.819	90.762	106.647	121.525	137.396	153.242
Potencia Servicios Auxiliares totales	[kW]	643	694	708	727	748	770	792
Consumo de Combustible	[Kg/s]	5,41	6,20	7,00	7,76	8,51	9,32	10,22
Temperatura Ambiente Promedio	[°C]	18,7	13,6	12,7	12,9	12,4	10,7	9,9
Humedad Relativa Ambiente	%	47	69	73	71	74	85	91
PCS	[kcal/kg]	10920,0	10920,0	10920,0	10920,0	10920,0	10920,0	10920,0
CEN	[kg/kWh]	0,330	0,298	0,278	0,262	0,252	0,244	0,240
	[kcal/kWh]	3608,8	3256,0	3032,5	2862,1	2752,1	2667,2	2621,5
Cálculos y correcciones		E1 (Mínimo Técnico)	E2	E3	E4	E5	E6	E7 (Potencia Máxima)
Factor de Potencia Ref		0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Factor de Potencia Med		0,9916	0,9850	0,9895	0,9923	0,9948	0,9960	0,9976
Potencia Bruta Turbina	[kW]	59.977	75.969	92.023	108.013	123.026	139.045	155.041
Potencia Aparente Bruta Turbina	[kVAr]	7.743	13.262	13.457	13.439	12.522	12.399	10.831
Potencia Aparente Bruta Turbina	[MVA]	60,475	77,118	93,001	108,846	123,662	139,507	155,418
Capacidad generador	[MVA]	182,000	182,000	182,000	182,000	182,000	182,000	182,000
% de carga	-	33,23%	42,37%	51,10%	59,81%	67,95%	76,70%	85,39%
Eficiencia generador FP @ 0.95	%	97,22	97,80	98,22	98,44	98,56	98,66	98,73
Eficiencia generador FP @ Medido	%	97,35	97,90	98,31	98,53	98,65	98,74	98,82
Factor Corr/ Factor de Potencia (FFP _p /FFP _u)	-	0,9986	0,9990	0,9991	0,9991	0,9991	0,9991	0,9991
Temperatura de referencia	[°C]	15,0000	15,0000	15,0000	15,0000	15,0000	15,0000	15,0000
Temperatura succión	[°C]	18,6968	13,6402	12,7109	12,9030	12,4276	10,7052	9,8663
Factor Corr/ Temperatura succión referencia	-	1,0004	1,0004	1,0004	1,0004	1,0004	1,0004	1,0004
Factor Corr/ Temperatura succión medido	-	0,9944	1,0021	1,0035	1,0032	1,0039	1,0068	1,0078
Factor Corr por Temperatura (R/M)	-	1,0059	0,9983	0,9969	0,9972	0,9964	0,9936	0,9926
Humedad referencia	%	60	60	60	60	60	60	60
Humedad ambiente medida	%	47	69	73	71	74	85	91
Factor Corr/ Humedad Ambiente referencia	-	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Factor Corr/ Humedad Ambiente medida	-	1,0005	0,9998	0,9997	0,9998	0,9997	0,9995	0,9994
Factor Corr por Humedad (R/M)	-	0,9996	1,0002	1,0003	1,0003	1,0003	1,0005	1,0006
Potencia Bruta corregida	[kW]	59.891	75.895	91.938	107.919	122.917	138.926	154.907
Variación (Corregido/Medido % - 1)		-0,14%	-0,10%	-0,09%	-0,09%	-0,09%	-0,09%	-0,09%
Potencia Neta medida	[kW]	58.956	74.819	90.762	106.647	121.525	137.396	153.242
Pérdidas + Servicios auxiliares totales	[kW]	1.021	1.150	1.261	1.366	1.501	1.649	1.799
Potencia Neta Corregida	[kW]	58.870	74.745	90.678	106.553	121.416	137.277	153.109
Variación (Corregido/Medido % - 1)		-0,15%	-0,10%	-0,09%	-0,09%	-0,09%	-0,09%	-0,09%
CEN Potencia Corregida	[kcal/kWh]	3.614	3.259	3.035	2.865	2.755	2.670	2.624
	[kg/kWh]	0,3310	0,2985	0,2780	0,2623	0,2523	0,2445	0,2403
Rendimiento Pot. Corr.	%	23,81%	26,40%	28,35%	30,04%	31,24%	32,23%	32,79%
Rendimiento Corregido	%	23,94%	26,36%	28,27%	29,96%	31,13%	32,04%	32,57%
CEN corregido	[kcal/kWh]	3,594	3,264	3,044	2,872	2,764	2,685	2,642
	[kg/kWh]	0,3292	0,2989	0,2787	0,2630	0,2531	0,2459	0,2419
Variación (Corregido/Medido % - 1)		-0,55%	0,16%	0,28%	0,26%	0,33%	0,60%	0,69%
Variación (Corregido/Medido % - 1)		-0,55%	0,16%	0,28%	0,26%	0,33%	0,60%	0,69%

