



INFORME TÉCNICO

Ensayo de Consumo Específico Neto

Central TER Newen

19 de enero de 2024
Inf03E3.I-23-081



DATOS DEL PROYECTO

Empresa : Gas Sur S.A.

Planta : Central Newen

Coordinador Eléctrico Nacional : David Rivas

Coordinador de planta C. Newen : José Rivas D.

Experto Técnico : Alberto Piel W.

Ingeniero de Apoyo : Gabriel Hellwig W.

Fecha ensayos : Gas Natural 13/11/2023
Petróleo Diesel 14/11/2023
Gas Propano 15/11/2023

Emisión	Datos	Preparó	Revisó	Aprobó
1	Nombre	GHW	APW	APW
	Fecha	06/12/2023	07/12/2023	07/12/2023
2	Nombre	GHW	APW	APW
	Fecha	04/01/2024	05/01/2024	05/01/2024
3	Nombre	GHW	APW	APW
	Fecha	18/01/2024	19/01/2024	19/01/2024



ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	5
2	OBJETIVO	5
3	DOCUMENTOS Y NORMAS APLICADAS	5
4	DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD	6
4.1	Información general del establecimiento.....	6
4.2	Descripción de la unidad de generación	7
4.3	Condiciones de Referencia.....	7
5	MÉTODO	9
5.1	Procedimiento general.....	9
5.2	Cálculo Consumo Específico	10
5.3	Corrección Consumo Específico.....	10
5.4	Incertidumbre.....	11
5.5	Desviación de los datos	12
6	RESULTADOS	12
6.1	Gas natural	12
6.1.1	Periodo de pruebas.....	12
6.1.2	Análisis del combustible.....	13
6.1.3	Consumo específico	13
6.1.4	Desviación datos.....	15
6.2	Petróleo Diésel	16
6.2.1	Periodo de pruebas.....	16
6.2.2	Análisis de combustible	16
6.2.3	Consumo específico	17
6.2.4	Desviación de datos.....	18
6.2.5	Corrección flujo combustible	18
6.3	Propano	20
6.3.1	Periodo de pruebas.....	20
6.3.2	Análisis combustible	20
6.3.3	Consumo específico	21
6.3.4	Desviación de datos.....	22
6.4	Resumen Consumo Específico.....	23



7	CONCLUSION.....	25
	Anexo 01: Disposición de planta	27
	Anexo 02: Curvas de corrección - CEN.....	28
	Anexo 03: Análisis de muestras de combustibles	30
	Anexo 04: Protocolo de prueba	41
	Anexo 05: Resgistro de datos de las pruebas y cálculos realizados.	41
	Anexo 06: Informe de fabricante Soler.....	41
	Anexo 07: Actas de ensayos consumo específico neto	41
	Anexo 08: Certificados de contrastación de instrumentación.....	42



1 INTRODUCCIÓN

El siguiente informe resume el método y resultados de la Prueba de Consumo Específico Neto (CEN) llevados a cabo desde el 13 al 15 de noviembre de 2023 a la turbina a gas de la central de generación eléctrica Newen, propiedad de Gas Sur S.A., ubicada en la comuna de Talcahuano, región del Bío-Bío.

Estos ensayos son realizados a pedido del Coordinador Eléctrico Nacional. Quien establece la periodicidad necesaria y puede hacer uso de esta información para determinar los costos de operación de la central.

Newen posee la capacidad de operar con tres combustibles: Gas Natural, Petróleo Diésel y Gas Propano. Se realizaron ensayos independientes para cada uno de estos tres combustibles.

2 OBJETIVO

El objetivo del ensayo consiste en determinar el valor del Consumo Específico Neto (C.E.N.) de la central de generación eléctrica Newen operando con los combustibles Gas Natural, Petróleo Diésel y Gas Propano. El parámetro de C.E.N. debe ser informado al Coordinador Eléctrico Nacional de acuerdo con lo señalado en el artículo 6-13 de la NTSyCS. Conforme al Artículo 22 del Anexo Técnico, el informe técnico de la prueba informa por separado los siguientes resultados:

- a) Consumo Específico Bruto medido
- b) Consumo Específico Bruto corregido
- c) Consumo Específico Neto medido
- d) Consumo Específico Neto corregido

3 DOCUMENTOS Y NORMAS APLICADAS

La realización del presente protocolo tiene como referencias las siguientes normas y documentación oficial:

- a) Norma ASME PTC 22 – 2014 “Performance test Code on Gas Turbine.
- b) Norma ASME PTC 19.1 – 2013 “Test Uncertainty”.
- c) Resolución Exenta número 427 de 2017, de la Comisión Nacional de Energía, que establece el Anexo Técnico de Determinación Consumo Específico en Unidades Generadoras.



4 DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD

4.1 Información general del establecimiento

La información general del establecimiento se resume en la siguiente tabla:

Tabla 4.1 Resumen datos establecimiento.

Empresa generadora	Gas Sur S.A.
Unidad generadora	Central Newen
Ubicación	Gran Bretaña 5691, Talcahuano, Región del Biobío
Coordenadas UTM WGS84	668439.00 m E 5928375.00 m S
Tipo de Ciclo	Turbina a gas de ciclos abierto
N° unidades	1 unidad
Combustibles informados ¹	Gas Natural, Petróleo Diésel y Gas Propano
Potencia del establecimiento	15 [MW].



Figura 4.1 Ubicación Central Termoelectrica Newen.

La disposición general de la planta se presenta en el Anexo 01.

¹ Para la ejecución de los ensayos de verificación de Consumo Específico Neto.



4.2 Descripción de la unidad de generación

La unidad generadora Newen consiste en una turbina a Gas Natural marca SolarTurbinas modelo Titan 130, pudiendo utilizar también Petróleo Diésel y Gas Propano como combustibles alternativos. La turbina está acoplada a un generador eléctrico marca ABB. Estos equipos poseen las siguientes características.

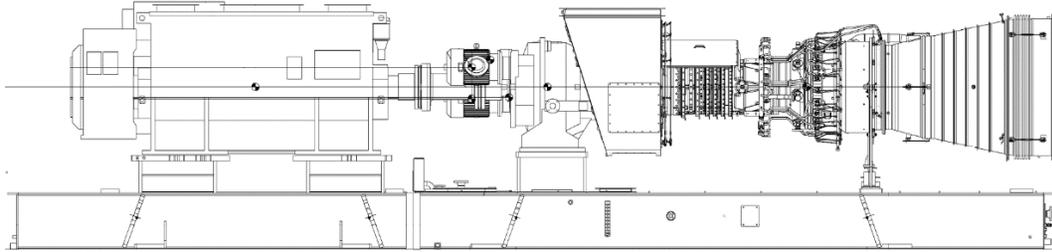


Figura 4.2 Esquema partes Turbina.

Tabla 4.2 Características técnicas Turbina.

Turbina	
Marca	: SolarTurbinas
Modelo	: Titan 130
Potencia nominal	: 15 [MWe]
Generador eléctrico	: ABB AMS 900LE
Combustible	: Gas Natural, Petróleo Diésel y Gas Propano
Factor de Potencia	: 0,8
Tensión Salida	: 11.500 [V]
Intensidad nominal	: 787 [A]
Frecuencia	: 50 [Hz]

4.3 Condiciones de Referencia

El fabricante de la turbina indica los resultados del Performance Test del equipo para combustible gaseoso y líquido por separado, indicando las condiciones de referencia del test:



Tabla 4.3: Condiciones de referencia del fabricante para combustible gas

Solar Turbines - Desoto, Texas					
One-Shaft Gas Turbine Certified Test Report					
Corrected to Sea Level, No Duct Losses, 80% Rel. Humidity and Standard Temp.					
Equipment Summary					
Date	2016/09/08	Time	22:28:46	Version	20501 AXI
GP S/N	OHI10-L1667	GP P.O.	DOCL00041	CS Curve	PT30332A
RGB S/N	T079	RGB P.O.	DOCL00041	Test Spec	ES2243
Std Temp.	80	FuelType	Gas	Data Pt.	9
Corrected Performance Summary					
Parameter Name	Units	Results	Min	Max	
Corrected NGP	%	100.1	99.9	100.1	
Corrected kW	kW	13777	13436		
Corrected SFC	Btu/kW-hr	9942		10259	
Corrected TRIT	deg F	2150.6	2147	2153	
Thermal Efficiency	%	34.322	33.261		
Final IGV Angle	deg	5.0	0	10	

Tabla 4.4: Condiciones de referencia del fabricante para combustible líquido

Solar Turbines - Desoto, Texas					
One-Shaft Gas Turbine Certified Test Report					
Corrected to Sea Level, No Duct Losses, 60% Rel. Humidity and Standard Temp.					
Equipment Summary					
Date	2016/09/08	Time	23:23:27	Version	20501 AXI
GP S/N	OHI10-L1667	GP P.O.	DOCL00041	CS Curve	PT30333A
RGB S/N	T079	RGB P.O.	DOCL00041	Test Spec	ES2243
Std Temp.	80	FuelType	Liquid	Data Pt.	12
Corrected Performance Summary					
Parameter Name	Units	Results	Min	Max	
Corrected NGP	%	100.0	99.9	100.1	
Corrected kW	kW	12616	12330		
Corrected SFC	Btu/Kw-Hr	10308		10563	
Corrected TRIT	deg F	2098.7	2097	2103	
Thermal Efficiency	%	33.102	32.304		
Final IGV Angle	deg	5.0	0	10	



5 MÉTODO

5.1 Procedimiento general

La prueba de Consumo Específico Neto (CEN) consideró la realización de mediciones en 7 niveles de carga de la unidad generadora, de forma ascendente, entre mínimo técnico y potencia máxima de la unidad. En la tabla 5.1. se indican los escalones de potencia propuestos en el protocolo de pruebas aprobado por las partes para los ensayos.

Tabla 5.1 Estados de Carga para pruebas de CEN.

Estados de Carga						
Mín. Tec.	50%	60%	70%	80%	90%	100%
3,0 MW	7,5 MW	8,0 MW	9,0 MW	10,5 MW	12,0 MW	15,0 MW

Durante este periodo, se tomaron mediciones periódicas de la potencia bruta y neta, consumo de combustible y otras variables de interés de la unidad. En este caso se utilizaron Gas Natural, Petróleo Diésel y Gas Propano como combustible, por lo que se realizó la prueba CEN para cada tipo de combustible.

Dentro de los parámetros requeridos para el cálculo de los CEN, se encuentra el poder calorífico superior de los combustibles. Estos valores se obtuvieron de análisis en laboratorio externo de muestras tomadas durante los ensayos.

Cada uno de los niveles de carga que se ensayó se denominó “test run”, que se mantuvo en cada nivel de carga durante 30 minutos. Entre escalones se respetó un periodo de estabilización, el cual en este ensayo fue de 5 minutos.

Detalles del procedimiento se encuentran en el protocolo de pruebas aprobado por el Coordinador Eléctrico Nacional, el que se adjunta en archivo Anexo 04 al presente documento.



5.2 Cálculo Consumo Específico

Para cada nivel de carga considerado para la prueba se calculó el Consumo Específico Neto de la unidad en conformidad a la siguiente fórmula:

$$CEN = \frac{CC * PCS}{P_{neta}} \quad (1)$$

Donde:

CEN	Consumo específico neto [Kcal/kWh]
CC	Consumo de combustible [u/h]
PCS	Poder calorífico superior [Kcal/u]
P_{neta}	Potencia neta medida lado alta tensión del transformador [kW]

El CEN de cada nivel de carga se calculó con el valor promedio obtenido para cada variable durante los 30 minutos del ensayo para dicho nivel de carga.

Para el cálculo del Consumo Específico Bruto (CEB), se realizó de la misma manera que el CEN, pero con los valores brutos de la potencia eléctrica.

5.3 Corrección Consumo Específico

Dado que las condiciones del ensayo son diferentes a las definidas como referencia por el fabricante de la turbina, se aplicaron cuatro factores de corrección, de forma tal que el CEN corregido es igual a:

$$CEN_{corr} = \frac{CEN_{med}}{F_T * F_H * F_{P,en} * F_{P,sal}} \quad (2)$$

Donde:

CEN_{corr}	Consumo Específico Neto corregido
CEN_{med}	Consumo Específico Neto medido
F_T	Factor de corrección por temperatura de aire de aspiración
F_H	Factor de corrección por humedad relativa
$F_{P,en}$	Factor de corrección por depresión en aspiración
$F_{P,sal}$	Factor de corrección por contrapresión de escape

Las condiciones de referencia para el cálculo del CEN corregido se presentan en la tabla 4.3. Los factores de corrección aplicados se obtienen de las curvas de corrección del fabricante de la turbina adjuntos en Anexo 02.

El cálculo del Consumo Específico Bruto (CEB) corregido, se realizó de forma similar que el CEN corregido, pero utilizando los valores brutos de la potencia eléctrica.



5.4 Potencia Neta Medida

La Potencia Neta considerada como resultado de la prueba corresponde al promedio de valores de Potencia Neta obtenido en cada test-run. Dichos valores son a su vez el promedio de todas las lecturas de potencia netas tomada durante la ejecución de cada test-run.

5.5 Potencia Neta Corregida

La Potencia Neta determinada en la prueba correspondiente será corregida según lo indicado en el Anexo Técnico de la prueba, en su artículo 34. Para ello se hace uso de las curvas de corrección provistas por el fabricante. La potencia neta corregida será calculada según la siguiente fórmula:

$$P_{corr} = P_{med} * F_T * F_H * F_{FP} \quad (1)$$

Donde:

P_{corr}	Potencia corregida
P_{med}	Potencia medida
F_T	Factor de corrección por temperatura de aire de aspiración
F_H	Factor de corrección por humedad relativa
F_{FP}	Factor de corrección por factor de potencia, aplica sólo si valor del ensayo se aleja de 0,95

5.6 Incertidumbre

La incertidumbre de los resultados obtenidos fue calculada según las directrices de las normas ASME PTC 22 Y ASME PTC 19.1.

Las incertidumbres sistemáticas se determinaron a partir de las incertidumbres propias de cada instrumento de medición y su respectivo certificado de contrastación. Certificados de contrastación de instrumentos en Anexo 08.

Las incertidumbres aleatorias se calcularon mediante el análisis estadístico de los datos registrados para cada parámetro con un intervalo de confianza mediante t-Student de 95%.

Finalmente, para cada combustible se informa una incertidumbre resultante propia.



5.7 Desviación de los datos

La norma ASME PTC 22 define en su numeral 3.3-5 la desviación máxima aceptable para los parámetros medidos durante la prueba. La tabla 5.5 es un extracto de la norma. La desviación de cada parámetro se calcula respecto al promedio de cada test-run.

Tabla 5.5: Desviación máxima permisible durante la Prueba (ASME PTC 22).

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%

6 RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados de los Consumos Específico Brutos y Netos ensayados para los tres combustibles declarados. El detalle de los registros de las pruebas y los cálculos realizados se adjuntan en los archivos del Anexo 05.

6.1 Gas natural

6.1.1 Periodo de pruebas

En la tabla 6.1.1 se resume los periodos de medición y los valores de promedio de parámetros utilizados en la corrección del CEN.

Tabla 6.1.1: Periodos de medición Test Run y valores promedio de parámetros de corrección.

Test Run	Día	Hora inicio	Hora término	Temp. admisión [°C]	Humedad Relativa [%]	Depresión admisión [mbar]	Contrapresión escape [mbar]
1	13-11-2023	20:15	20:45	11,92	60,37	-1,03	0,14
2	13-11-2023	20:50	21:20	11,61	58,35	-1,02	0,10
3	13-11-2023	21:25	21:55	11,67	55,56	-1,03	0,13
4	13-11-2023	22:00	22:30	11,55	58,61	-1,03	0,20
5	13-11-2023	22:35	23:05	11,30	65,92	-1,04	0,30
6	13-11-2023	23:10	23:40	11,16	73,82	-1,05	0,39
7	13 a 14/11/23	23:45	0:15	10,86	74,57	-1,05	0,59



6.1.2 Análisis del combustible

La siguiente tabla presenta de forma resumida los resultados del análisis de poder calorífico superior (PCS) e inferior (PCI) del combustible Gas Natural utilizado en el ensayo. En Anexo 03 se presentan los informes de resultados de loa análisis de laboratorio.

Tabla 6.1.2: Poder calorífico superior (PCS) Gas Natural.

Día	Hora	PCS [kcal/m ³ S]	PCI [kcal/m ³ S]
13-11-2023	20:55	9.432	8.514
13-11-2023	23:05	9.427	8.510
14-11-2023	1:00	9.417	8.500
14-11-2023	4:05	9.431	8.424
Promedio		9.427	8.487

El poder calorífico superior utilizado en los cálculos es de 9.427 kcal/m³S.

6.1.3 Consumo específico

Los valores de consumo específico obtenidos de los ensayos se presentan a continuación.

Tabla 6.1.3: Consumo Específico Bruto (CEB) Gas Natural.

TestRun	Consumo Comb. [m ³ S/h]	Potencia Bruta [kWe]	CEB medido [kcal/kWh]	F _T	F _H	FP,en	FP,sal	CEB Corregido [kcal/kWh]	Incertidumbre [%]
1	1.900	3.010	5.950	0,99	1,00	1,00	1,00	5.979	0,440
2	2.765	7.517	3.467	0,99	1,00	1,00	1,00	3.485	0,440
3	2.848	8.019	3.348	0,99	1,00	1,00	1,00	3.365	0,440
4	3.062	9.021	3.200	0,99	1,00	1,00	1,00	3.217	0,440
5	3.380	10.525	3.027	0,99	1,00	1,00	1,00	3.044	0,442
6	3.718	12.027	2.914	0,99	1,00	1,00	1,00	2.930	0,440
7	4.266	14.466	2.780	0,99	1,00	1,00	1,00	2.796	0,440

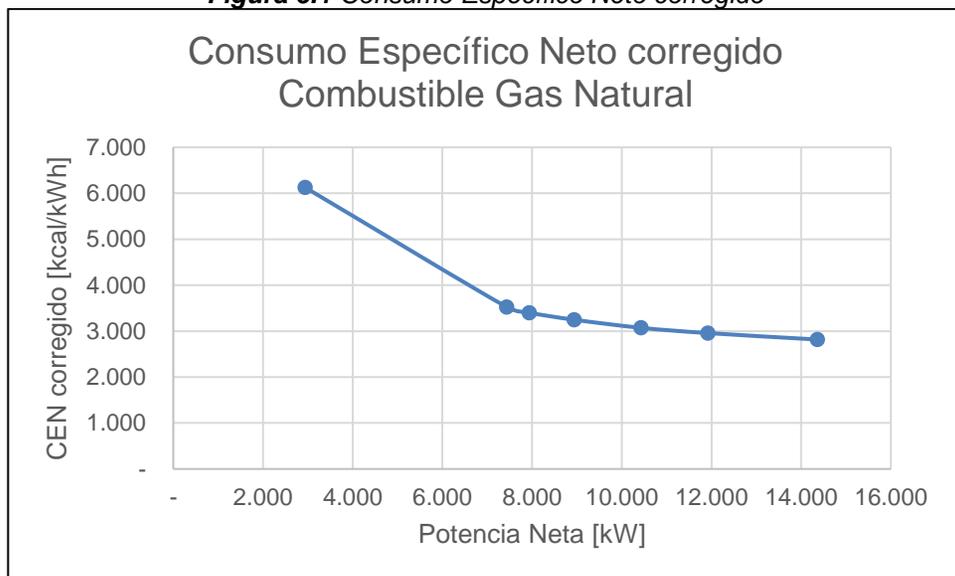


Tabla 6.1.4: Consumo Específico Neto (CEN) Gas Natural.

TestRun	Consumo Comb. [m3S/h]	Potencia Neta [kWe]	CEN medido [kcal/kWh]	F _T	F _H	FP _{,en}	FP _{,sal}	CEN Corregida [kcal/kWh]	Incertidumbre [%]
1	1.900	2.936	6.099	0,99	1,00	1,00	1,00	6.128	0,460
2	2.765	7.434	3.506	0,99	1,00	1,00	1,00	3.524	0,459
3	2.848	7.937	3.382	0,99	1,00	1,00	1,00	3.400	0,460
4	3.062	8.936	3.230	0,99	1,00	1,00	1,00	3.247	0,459
5	3.380	10.430	3.055	0,99	1,00	1,00	1,00	3.071	0,461
6	3.718	11.919	2.941	0,99	1,00	1,00	1,00	2.957	0,460
7	4.266	14.357	2.801	0,99	1,00	1,00	1,00	2.817	0,460

Acorde a lo esperado el consumo específico de la unidad disminuye conforme aumenta la potencia eléctrica generada. En el siguiente gráfico se representa los resultados de CEN corregido obtenidos en el ensayo.

Figura 6.1 Consumo Específico Neto corregido





6.1.4 Desviación datos

La desviación estándar de los datos medidos se resume en la siguiente tabla.

Tabla 6.1.5: Desviación estándar.

TestRun	Pot. Act. (bruta) [%]	Pot. Act. (Neta) [%]	Presión barométrica [%]	Temp. aire admisión [°C]	Caudal comb. [%]	Vel. Rot. [%]	Temp. cám. Comb. [°C]
1	0,75%	1,17%	0,01%	0,01 °C	0,73%	0,18%	1,67 °C
2	0,37%	0,64%	0,01%	0,09 °C	0,14%	0,10%	1,16 °C
3	0,36%	1,02%	0,01%	0,11 °C	0,59%	0,07%	1,15 °C
4	0,32%	0,92%	0,01%	0,11 °C	0,25%	0,14%	1,02 °C
5	0,29%	1,10%	0,01%	0,10 °C	0,46%	0,10%	1,13 °C
6	0,20%	1,20%	0,01%	0,13 °C	0,21%	0,22%	0,32 °C
7	0,20%	1,20%	0,01%	0,13 °C	0,21%	0,22%	0,32 °C

En casi todos los TestRun la Potencia Neta alcanza una desviación estándar algo mayor a la recomendación de la norma ASME de 0,65%, con valor entre 0,64 y 1,2%. Esta variabilidad es atribuible a que los datos de energía recopilados de forma minutal corresponden a un totalizador de energía sin decimales. No obstante, la Potencia Bruta registrada sí se encuentra con desviaciones inferiores a 0,65%. Si bien las desviaciones del cálculo de la Potencia Neta sobrepasan la recomendación de la norma para la medición de potencia, se considera que estos son plenamente consistentes y siguen siendo válidos y representativos para los objetivos del ensayo.



6.2 Petróleo Diésel

6.2.1 Periodo de pruebas

La siguiente tabla resume los periodos de medición y los valores promedio de parámetros utilizados en la corrección del Consumo Específico con combustible Petróleo Diésel.

Tabla 6.2.1: Periodos de medición Test Run y valores promedio de parámetros de corrección.

TestRun	Día	Hora inicio	Hora término	Temp. Admisión [°C]	Humedad Relativa [%]	Depresión admisión [mbar]	Contrapresión escape [mbar]
1	14-11-2023	20:15	20:45	11,16	65,04	-1,04	0,12
2	14-11-2023	20:50	21:20	10,92	69,31	-1,03	0,11
3	14-11-2023	21:25	21:55	10,74	66,48	-1,04	0,14
4	14-11-2023	22:00	22:30	10,49	64,38	-1,04	0,22
5	14-11-2023	22:35	23:05	10,19	65,21	-1,04	0,30
6	14-11-2023	23:10	23:40	9,93	65,33	-1,05	0,41
7	14 a 15-11-2023	23:45	0:15	9,67	67,55	-1,06	0,57

6.2.2 Análisis de combustible

La siguiente tabla presenta de forma resumida los resultados del análisis de poder calorífico superior (PCS) e inferior (PCI) del combustible Petróleo Diésel utilizado en el ensayo. En Anexo 03 se presentan los informes de resultados de loa análisis de laboratorio.

Tabla 6.2.2: Poder calorífico superior (PCS) Petróleo Diesel.

Día	Hora	PCS [kJ/kg]	PCI [kJ/kg]
14-11-2023		45.890	42.950
18-11-2023		45.800	42.950
	Promedio	45.845	42.950

El poder calorífico superior utilizado en los cálculos es de 45.845 kJ/kg.



6.2.3 Consumo específico

Los valores obtenidos de los ensayos se presentan a continuación.

Tabla 6.2.3: Consumo Específico Bruto (CEB) Petróleo Diesel.

TestRun	Consumo Comb. [kg/s]	Potencia Bruta [kWe]	CEB medido [kcal/kWh]	F _T	FH	FP,en	FP,sal	CEB Corregido [kcal/kWh]	Incertidumbre [%]
1	0,43	3.008	5.690	0,99	1,00	1,00	1,00	5.722	0,440
2	0,64	7.519	3.356	0,99	1,00	1,00	1,00	3.376	0,440
3	0,66	8.021	3.265	0,99	1,00	1,00	1,00	3.285	0,440
4	0,71	9.023	3.110	0,99	1,00	1,00	1,00	3.129	0,440
5	0,79	10.525	2.943	0,99	1,00	1,00	1,00	2.962	0,440
6	0,86	12.029	2.823	0,99	1,00	1,00	1,00	2.842	0,440
7	0,93	13.320	2.746	0,99	1,00	1,00	1,00	2.764	0,446

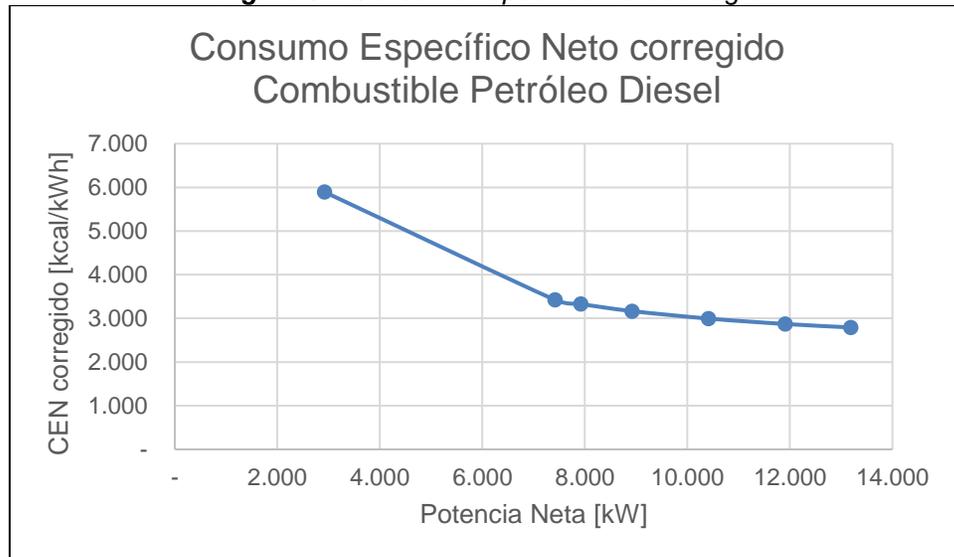
Tabla 6.2.4: Consumo Específico Neto (CEN) Petróleo Diesel.

TestRun	Consumo Comb. [kg/s]	Potencia Neta [kWe]	CEN medido [kcal/kWh]	F _T	FH	FP,en	FP,sal	CEN Corregida [kcal/kWh]	Incertidumbre [%]
1	0,43	2.921	5.860	0,99	1,00	1,00	1,00	5.893	0,460
2	0,64	7.419	3.402	0,99	1,00	1,00	1,00	3.422	0,459
3	0,66	7.920	3.307	0,99	1,00	1,00	1,00	3.327	0,459
4	0,71	8.921	3.146	0,99	1,00	1,00	1,00	3.165	0,459
5	0,79	10.413	2.975	0,99	1,00	1,00	1,00	2.994	0,459
6	0,86	11.909	2.852	0,99	1,00	1,00	1,00	2.870	0,459
7	0,93	13.190	2.773	0,99	1,00	1,00	1,00	2.792	0,465

En el siguiente gráfico se representan los resultados de CEN corregido obtenidos en el ensayo con combustible Petróleo Diésel.



Figura 6.2 Consumo Específico Neto corregido



6.2.4 Desviación de datos

La desviación estándar de los datos medidos se resume en la siguiente tabla.

Tabla 6.2.5: Desviación estándar.

TestRun	Pot. Act. (bruta) [%]	Pot. Act. (Neta) [%]	Presión barométrica [%]	Temp. aire admisión [°C]	Caudal comb. [%]	Vel. Rot. [%]	Temp. cám. Comb. [°C]
1	0,68%	0,98%	0,01%	0,12 °C	0,61%	0,09%	1,52 °C
2	0,56%	0,65%	0,01%	0,11 °C	0,33%	0,09%	1,16 °C
3	0,59%	0,62%	0,01%	0,10 °C	0,36%	0,10%	1,15 °C
4	0,68%	0,53%	0,01%	0,12 °C	0,29%	0,11%	1,16 °C
5	0,58%	0,29%	0,01%	0,08 °C	0,26%	0,10%	1,03 °C
6	0,81%	0,52%	0,01%	0,09 °C	0,24%	0,07%	1,08 °C
7	0,49%	0,17%	0,00%	0,09 °C	1,04%	0,12%	0,11 °C

La desviación registrada en su mayoría se encuentra bajo lo recomendado por ASME PTC 22. En algunos parámetros sobrepasan levemente esta recomendación.

6.2.5 Corrección flujo combustible

Al finalizar la prueba CEN, el experto técnico detectó un posible error en el registro de consumo de combustible Petróleo Diesel, por aparente bajo rendimiento térmico de la turbina. En conjunto con Coordinado se revisaron



antecedentes del nuevo caudalímetro de combustibles líquidos instalado, encontrando un error en la configuración de la escala de lectura de éste en relación con el antiguo caudalímetro. En la tabla 6.2.6 se presenta la configuración de ambos caudalímetros.

Tabla 6.2.6: Caudalímetro de combustibles líquidos

Descripción	Caudalímetro Antiguo	Caudalímetro Nuevo
Marca	Emerson	Emerson
Código producto	R05S239NCAAEZZZZ	R05S239NCAAEZYZZ
Número de pieza	1079683-200	1079683-200
N° Serie	14772842	21345318
Rango medición	0 a 250 lb/min 0 a 113,3981 kg/min	0 a 150 lb/min 0 a 68,0388 kg/min
Certificado	2018.04.20	2023.05.08

Consultando al fabricante de la turbina y proveedor del caudalímetro, se define reconfigurar el rango de medición del nuevo caudalímetro al rango 0 a 250 lb/min, en Anexo 06 de indica el informe presentado por el fabricante Solar de la turbina. Con lo cual, los datos recopilados durante los TestRun de la prueba CEN debieron ser corregidos por el factor $150/250 = 0,6$.

En reunión del 15.11.23 con el Coordinador Eléctrico, Coordinado y Experto técnico, se plantea el error de configuración detectado y el factor de corrección a implementar en el registro para validar la prueba como aceptable. Al término de la reunión el Coordinador Eléctrico acepta los términos planteados, por lo cual se valida la prueba CEN realizada.



6.3 Propano

6.3.1 Periodo de pruebas

La siguiente tabla resume los periodos de medición y los valores de promedio de parámetros utilizados en la corrección del Consumo Específico.

Tabla 6.3.1: Periodos de medición Test Run y valores promedio de parámetros de corrección.

TestRun	Día	Hora inicio	Hora término	Temp. Admisión [°C]	Humedad Relativa [%]	Depresión admisión [mbar]	Contrapresión escape [mbar]
1	15-11-2023	20:20	20:50	11,78	66,84	-1,02	0,13
2	15-11-2023	20:57	21:27	11,33	71,98	-1,02	0,11
3	15-11-2023	21:30	22:00	11,28	74,31	-1,02	0,15
4	15-11-2023	22:05	22:35	11,19	76,84	-1,02	0,26
5	15-11-2023	22:40	23:10	11,17	78,04	-1,01	0,38
6	15-11-2023	23:15	23:45	11,23	78,71	-1,02	0,46
7	15 a 16-11-2023	23:50	0:20	11,08	80,69	-1,03	0,64

6.3.2 Análisis combustible

La siguiente tabla presenta de forma resumida los resultados del análisis de poder calorífico superior (PCS) e inferior (PCI) del combustible Gas Propano utilizado en el ensayo. En Anexo 03 se presentan los informes de resultados de lo análisis de laboratorio.

Tabla 6.3.2: Poder calorífico superior (PCS) Gas Propano.

Día	Hora	PCS [kJ/mol]	PCI [kJ/mol]	Masa Molar [g/mol]	PCS [kJ/kg]	PCI [kJ/kg]
15-11-2023		2.271	2.091	45,40	50.016	46.056
16-11-2023		2.247	2.068	44,82	50.126	46.130
16-11-2023		2.237	2.059	44,61	50.157	46.154
Promedio		2.252	2.072	44,94	50.099	46.113

El poder calorífico superior utilizado en los cálculos es de 50.099 kJ/kg



6.3.3 Consumo específico

Los valores obtenidos de los ensayos se presentan a continuación.

Tabla 6.3.3: Consumo Específico Bruto (CEB) Gas Propano.

TestRun	Consumo Comb. [kg/s]	Potencia Bruta [kWe]	CEB medido [kcal/kWh]	F _T	FH	FP,en	FP,sal	CEB Corregido [kcal/kWh]	Incertidumbre [%]
1	0,41	3.008	5.806	0,99	1,00	1,00	1,00	5.835	0,261
2	0,60	7.519	3.422	0,99	1,00	1,00	1,00	3.440	0,260
3	0,62	8.019	3.333	0,99	1,00	1,00	1,00	3.352	0,260
4	0,67	9.021	3.178	0,99	1,00	1,00	1,00	3.195	0,260
5	0,73	10.527	3.007	0,99	1,00	1,00	1,00	3.023	0,260
6	0,81	12.029	2.883	0,99	1,00	1,00	1,00	2.898	0,260
7	0,87	13.448	2.796	0,99	1,00	1,00	1,00	2.811	0,260

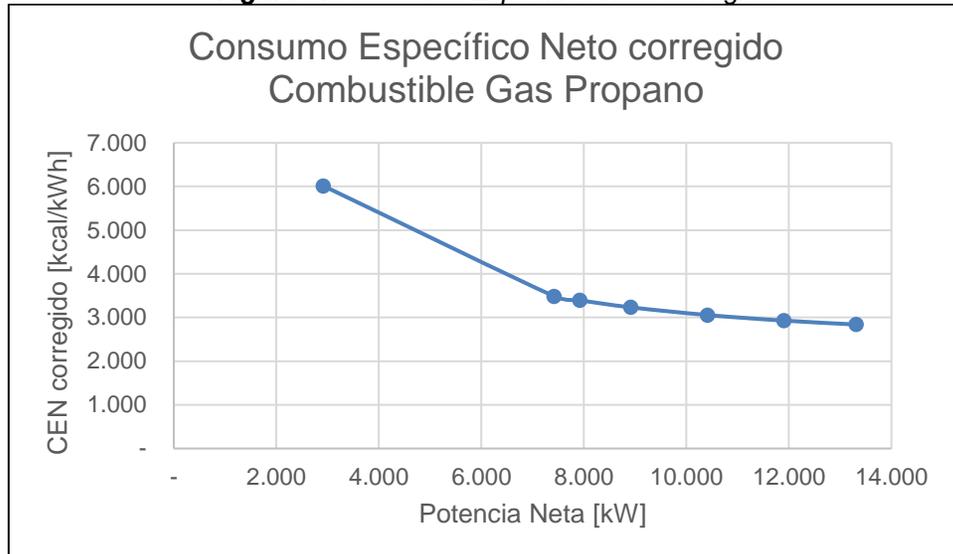
Tabla 6.3.4: Consumo Específico Neto (CEN) Gas Propano.

TestRun	Consumo Comb. [kg/s]	Potencia Neta [kWe]	CEN medido [kcal/kWh]	F _T	FH	FP,en	FP,sal	CEN Corregida [kcal/kWh]	Incertidumbre [%]
1	0,41	2.919	5.983	0,99	1,00	1,00	1,00	6.013	0,293
2	0,60	7.421	3.467	0,99	1,00	1,00	1,00	3.486	0,292
3	0,62	7.920	3.375	0,99	1,00	1,00	1,00	3.393	0,291
4	0,67	8.919	3.215	0,99	1,00	1,00	1,00	3.232	0,292
5	0,73	10.413	3.040	0,99	1,00	1,00	1,00	3.056	0,292
6	0,81	11.903	2.913	0,99	1,00	1,00	1,00	2.929	0,291
7	0,87	13.314	2.824	0,99	1,00	1,00	1,00	2.839	0,291



En el siguiente gráfico se representa los resultados de CEN corregido obtenidos en el ensayo.

Figura 6.3 Consumo Específico Neto corregido



6.3.4 Desviación de datos

La desviación estándar de los datos medidos se resume en la siguiente tabla.

Tabla 6.3.5: Desviación estándar.

TestRun	Pot. Act. (bruta) [%]	Pot. Act. (Neta) [%]	Presión barométrica [%]	Temp. aire admisión [°C]	Caudal comb. [%]	Vel. Rot. [%]	Temp. cám. Comb. [°C]
1	1,23%	1,00%	0,01%	0,11 °C	0,70%	0,14%	1,83 °C
2	0,75%	0,38%	0,01%	0,07 °C	0,37%	0,08%	1,24 °C
3	0,53%	0,34%	0,01%	0,07 °C	0,34%	0,07%	1,23 °C
4	0,70%	0,77%	0,01%	0,06 °C	0,31%	0,08%	1,17 °C
5	0,69%	0,59%	0,01%	0,06 °C	0,27%	0,08%	1,02 °C
6	0,25%	0,25%	0,01%	0,10 °C	0,24%	0,06%	1,12 °C
7	0,15%	0,14%	0,01%	0,07 °C	0,09%	0,06%	0,15 °C

El primer y cuarto TestRun presentaron algunas desviaciones mayores a las recomendadas por ASME PTC 22, pero su gran mayoría se encuentra bajo la recomendación.



6.4 Resumen Consumo Específico

A continuación, se resume el Consumo Específico Bruto para cada uno de los tres combustibles utilizados en la turbina a gas de central TER Newen y la incertidumbre para cada TestRun.

Tabla 6.4.1: Resumen Consumo Específico Bruto (CEB)

TestRun	CEB medido [kcal/kWh]			CEB corregido [kcal/kWh]		
	Gas Natural	Petróleo Diesel	Gas Propano	Gas Natural	Petróleo Diesel	Gas Propano
1	5.950	5.690	5.806	5.979	5.722	5.835
2	3.467	3.356	3.422	3.485	3.376	3.440
3	3.348	3.265	3.333	3.365	3.285	3.352
4	3.200	3.110	3.178	3.217	3.131	3.195
5	3.027	2.943	3.007	3.044	2.962	3.023
6	2.914	2.823	2.883	2.930	2.842	2.898
7	2.780	2.746	2.796	2.796	2.764	2.811

Tabla 6.4.2: Resumen Incertidumbre Consumo Específico Bruto corregida (CEB)

TestRun	Incertidumbre - CEB corregido [%]		
	Gas Natural	Petróleo Diesel	Gas Propano
1	0,440	0,440	0,261
2	0,440	0,440	0,260
3	0,440	0,440	0,260
4	0,440	0,440	0,260
5	0,442	0,440	0,260
6	0,440	0,440	0,260
7	0,440	0,446	0,260

En la siguiente tabla se resume el Consumo Específico Neto para los tres combustibles utilizados y las incertidumbres para cada TestRun del ensayo.



Tabla 6.4.3: Resumen Consumo Específico Neto (CEN)

TestRun	CEN medido [kcal/kWh]			CEN corregido [kcal/kWh]		
	Gas Natural	Petróleo Diesel	Gas Propano	Gas Natural	Petróleo Diesel	Gas Propano
1	6.099	5.860	5.983	6.128	5.893	6.013
2	3.506	3.402	3.467	3.524	3.422	3.486
3	3.382	3.307	3.375	3.400	3.327	3.393
4	3.230	3.146	3.215	3.247	3.167	3.232
5	3.055	2.975	3.040	3.071	2.994	3.056
6	2.941	2.852	2.913	2.957	2.870	2.929
7	2.801	2.773	2.824	2.817	2.792	2.839

Tabla 6.4.4: Resumen Incertidumbre Consumo Específico Bruto (CEB)

TestRun	Incertidumbre - CEB corregido [%]		
	Gas Natural	Petróleo Diesel	Gas Propano
1	0,460	0,460	0,293
2	0,459	0,459	0,292
3	0,460	0,459	0,291
4	0,459	0,459	0,292
5	0,461	0,459	0,292
6	0,460	0,459	0,291
7	0,460	0,465	0,291



7 CONCLUSIONES

A continuación, se describen las principales conclusiones obtenidas de los ensayos de Consumo Específico en Central TER Newen.

- Los ensayos de Consumo Específico Bruto y Neto para los combustibles Gas Natural Licuado, Petróleo Diesel y Gas Propano fueron desarrollados siguiendo las directrices de las normas ASME PTC 22, ASME 19.1 y el Anexo Técnico de Determinación de Consumo Específico en Unidades Generadoras de la Comisión Nacional de Energía entre los días 13 y 15 de noviembre de 2023. Durante la ejecución de los ensayos no se detectaron alarmas que pudiesen haber generado perturbaciones operacionales.
- En todos los ensayos de Consumo Específico Neto, los Test Run de menor potencia, así como los registros de potencia bruta y neta arrojaron una variabilidad con desviación estándar levemente mayor a 0,65%, recomendada por ASME PTC 22. Esta observación sin embargo, no resta validez a los registros ni a los resultados de los ensayos realizados. Las desviaciones estándar de la variabilidad de los registros de los demás TestRun se encontraron bajo la recomendación de la ASME PTC 22.
- Los Consumos Específicos Netos medidos y corregidos para los combustibles Gas Natural, Petróleo Diesel y Gas Propano son los que se presentan en las siguientes tablas.

Tabla 7.1: *Parámetros CEN Central TER Newen U1 – Combustible Gas Natural*

Escalón Potencia Bruta [MW]	Potencia Neta Medida [MW]	Potencia Neta Corregida [MW]	CEN Medido [kcal/kWh]	CEN Corregido [kcal/kWh]
3,000	2,936	2,963	6.098,802	6.128,342
7,500	7,434	7,513	3.505,869	3.524,126
8,000	7,937	8,020	3.382,453	3.399,839
9,000	8,936	9,033	3.230,495	3.247,323
10,500	10,430	10,556	3.054,760	3.071,193
12,000	11,919	12,070	2.940,701	2.956,719
15,000	14,357	14,558	2.800,944	2.816,695



Tabla 7.2: Parámetros CEN Central TER Newen U1 – Combustible Petróleo Diesel

Escalón Potencia Bruta [MW]	Potencia Neta Medida [MW]	Potencia Neta Corregida [MW]	CEN Medido [kcal/kWh]	CEN Corregido [kcal/kWh]
3,000	2,921	2,958	5.859,658	5.892,656
7,500	7,419	7,522	3.401,688	3.421,621
8,000	7,920	8,037	3.306,920	3.326,863
9,000	8,921	9,062	3.145,843	3.165,397
10,500	10,413	10,593	2.975,164	2.994,337
12,000	11,909	12,128	2.851,512	2.870,367
15,000	13,190	13,447	2.772,814	2.791,509

Tabla 7.3: Parámetros CEN Central TER Newen U1 – Combustible Gas Propano

Escalón Potencia Bruta [MW]	Potencia Neta Medida [MW]	Potencia Neta Corregida [MW]	CEN Medido [kcal/kWh]	CEN Corregido [kcal/kWh]
3,000	2,919	2,947	5.982,899	6.012,727
7,500	7,421	7,510	3.467,351	3.486,241
8,000	7,920	8,017	3.374,872	3.393,351
9,000	8,919	9,032	3.214,558	3.232,221
10,500	10,413	10,545	3.039,704	3.056,263
12,000	11,903	12,050	2.913,245	2.928,763
15,000	13,314	13,487	2.824,091	2.839,259

- Las incertidumbres calculadas para los ensayos a máxima carga de CEN fueron de 0,460%, 0,465% y 0,291% para los combustibles Gas Natural, Petróleo Diesel y Gas Propano respectivamente.

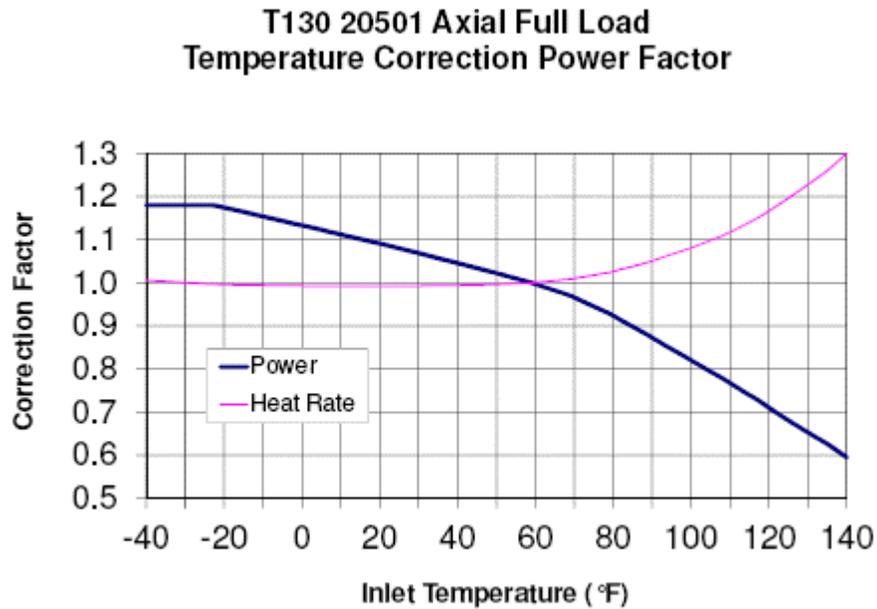
Alberto Piel Westermeyer
Gerente de Ingeniería
Proterm S.A.

Gabriel Hellwig Wendler
Jefe Proyectos
Proterm S.A.

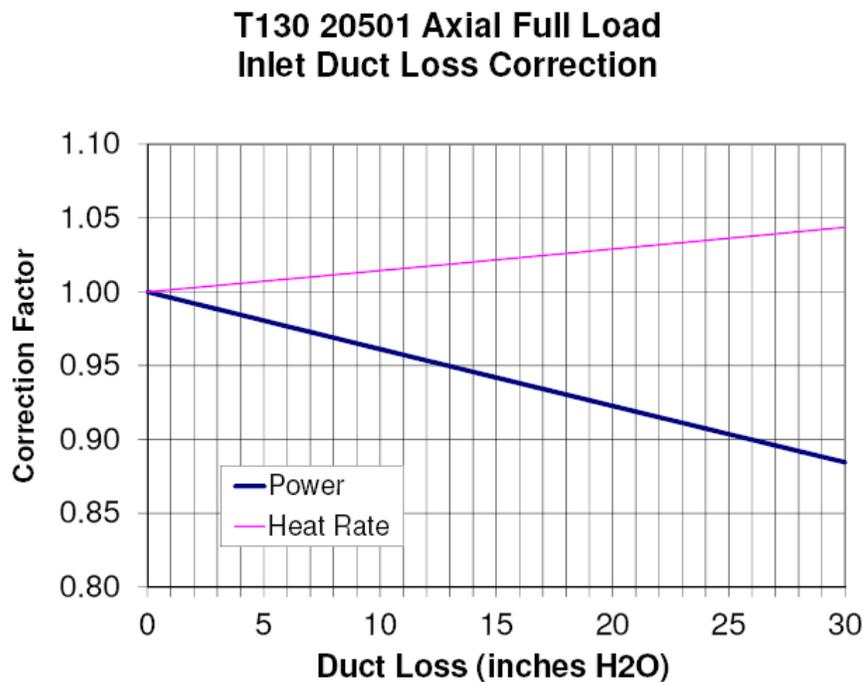


ANEXO 02: CURVAS DE CORRECCIÓN - CEN

a) Curva de corrección por Temperatura de aire de aspiración:



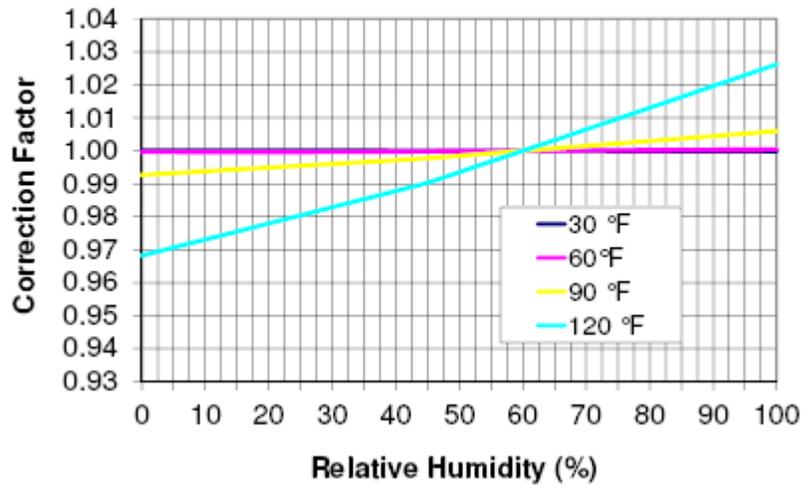
b) Curva de corrección por depresión en la aspiración:





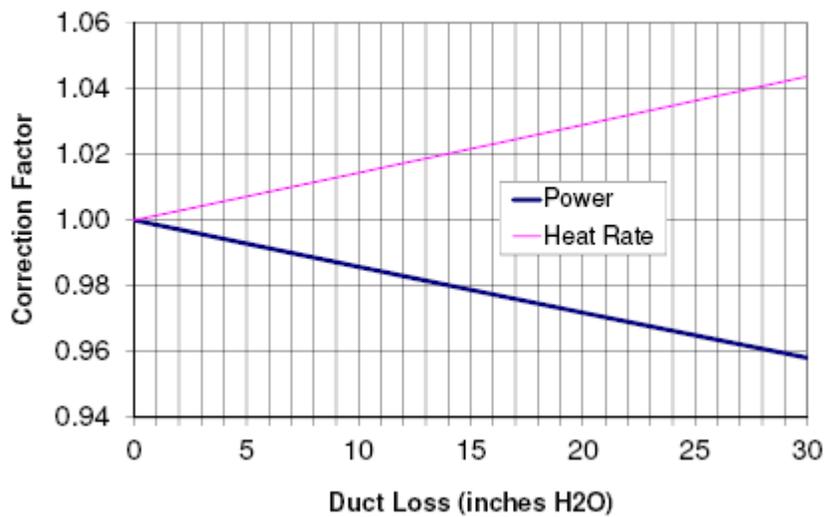
c) Curva de corrección por Humedad Relativa

**T130 20501 Axial Full Load
Humidity Power Correction Factor**



d) Curva de corrección por contrapresión de escape

**T130 20501 Axial Full Load
Exhaust Duct Loss Correction Factor**





ANEXO 03: ANÁLISIS DE MUESTRAS DE COMBUSTIBLES

A3.1. Gas Natural



METROGAS S.A.
EL REGIDOR 54 LAS CONDES
SANTIAGO - CHILE
 Tel: (56-2) 2337 8348 Fax: (56-2) 2683 40 90



METROGAS S.A.
EL REGIDOR 54 LAS CONDES
SANTIAGO - CHILE
 Tel: (56-2) 2337 8348 Fax: (56-2) 2683 40 90

INFORME

ANÁLISIS COMPONENTIAL DE MUESTRAS GASEOSAS

Solicitado por: Gas Sur S.A.
 Contacto: Daniel Chaves, Área de Producción y Distribución, Área Operaciones
 Metodología: Empiezas
 1.- Cronografía Gaseosa, estándar interno.
 Detector TCD y FID
 2.- Cronografía Gaseosa, estándar externo.
 Detector Quimioluminiscencia
 3.- Programa DewPoint
 Función de Estado Gaseo de Peng-Robinson (1976)
 Trazoado y Applied Gas 880142822
 Aplicación Gas 870841168

Nº Certificado: 450465100
 Fecha Informe: 20-11-2023
 Fecha Recepción muestra: 15-11-2023
 Muestra: Proporcionada por el cliente

Identificación de las muestras

Auto de Muestra	Control Interno
Operador	José Rivas Quera
Fecha	13-11-2023
Hora	20:55
P.C.S. (Kcal/m ³)	9000
W.P. (Kcal/m ³)	12128
Densidad Reducida	0,564

Resultados:

COMPOSICIÓN	Muestra	
CO ₂	0,00	
Dióxido de carbono	CO ₂	1,73
Nitrogeno	N ₂	1,42
Metano	CH ₄	96,79
Etileno	C ₂ H ₄	10,02
Etano	C ₂ H ₆	0,00
Propano	C ₃ H ₈	0,06
Isobutano	i-C ₄ H ₁₀	0,00
Normalbutano	n-C ₄ H ₁₀	0,00
Isopentano	i-C ₅ H ₁₂	0,00
Normalpentano	n-C ₅ H ₁₂	0,00
Hexano	C ₆ H ₁₄	0,00
Alquitrán de carbono	CO	0,00
Hidrogeno	H ₂	0,00
TOTAL		100,00
P.C.S.	Kcal/m ³	9491,07
P.C.I.	Kcal/m ³	8514,45
Densidad Reducida (20°C)	G/L	0,607
Índice Wobbe	Kcal/m ³	11012,08
WGS	mg/m ³	0,000
Acidez Total	mg/m ³	0,000
Punto de Rociado de H ₂ O	°C	-129,0

Fovad Mardones Arcejo
 Analista Químico

Paula Vega
 Sup. Control Balance, Energía & Cambio

INFORME

ANÁLISIS COMPONENTIAL DE MUESTRAS GASEOSAS

Solicitado por: Gas Sur S.A.
 Contacto: Daniel Chaves, Área de Producción y Distribución, Área Operaciones
 Metodología: Empiezas
 1.- Cronografía Gaseosa, estándar interno.
 Detector TCD y FID
 2.- Cronografía Gaseosa, estándar externo.
 Detector Quimioluminiscencia
 3.- Programa DewPoint
 Función de Estado Gaseo de Peng-Robinson (1976)
 Trazoado y Applied Gas 880142822
 Aplicación Gas 870841168

Nº Certificado: 450465100
 Fecha Informe: 20-11-2023
 Fecha Recepción muestra: 15-11-2023
 Muestra: Proporcionada por el cliente

Identificación de las muestras

Punto de Muestra	Control Interno
Operador	José Rivas Quera
Fecha	13-11-2023
Hora	20:55
P.C.S. (Kcal/m ³)	9000
W.P. (Kcal/m ³)	12128
Densidad Reducida	0,564

Resultados:

COMPOSICIÓN	Muestra	
CO ₂	0,00	
Dióxido de Carbono	CO ₂	1,73
Nitrogeno	N ₂	1,42
Metano	CH ₄	96,79
Etileno	C ₂ H ₄	10,02
Etano	C ₂ H ₆	0,00
Propano	C ₃ H ₈	0,06
Isobutano	i-C ₄ H ₁₀	0,00
Normalbutano	n-C ₄ H ₁₀	0,00
Isopentano	i-C ₅ H ₁₂	0,00
Normalpentano	n-C ₅ H ₁₂	0,00
Hexano	C ₆ H ₁₄	0,00
Alquitrán de carbono	CO	0,00
Hidrogeno	H ₂	0,00
TOTAL		100,00
P.C.S.	Kcal/m ³	9491,07
P.C.I.	Kcal/m ³	8514,45
Densidad Reducida (20°C)	G/L	0,607
Índice Wobbe	Kcal/m ³	11012,08
WGS	mg/m ³	0,000
Acidez Total	mg/m ³	0,000
Punto de Rociado de H ₂ O	°C	-129,0

Fovad Mardones Arcejo
 Analista Químico

Paula Vega
 Sup. Control Balance, Energía & Cambio



A3.2. Petróleo Diesel



Reporte Analítico MAI23-00339.001

Fecha: 22-Nov-2023

GAS SUR S A
AV. GRAN BRETAÑA 5691
TALCAHUANO CONCEPCIÓN
CHILE

Los resultados mostrados en este reporte de ensayo se refieren específicamente a la muestra (s) ensayadas según se han recibido, a menos que se indique lo contrario. Todos los ensayos se han realizado utilizando la última revisión de los métodos indicados, a menos que se indique lo contrario en el reporte. Los parámetros de precisión se aplican en la determinación de los resultados anteriores. Los consumidores de los resultados analíticos, cuando establezcan la conformidad con los requisitos comerciales o regulatorios, deben tener en cuenta las disposiciones completas de ASTM D 3244, IP367 e ISO 4259 en ese contexto, el nivel de confianza predeterminado de las pruebas de petróleo se ha establecido en el nivel de confianza del 95%. Ponga especial atención a las secciones 7.3.6, 7.3.7 y 7.3.8 de la ASTM D 3244. Este reporte de ensayo ha sido publicado bajo las Condiciones Generales de Servicio de la Compañía (copia disponible en la página web de la compañía en www.sgs.com o bajo solicitud). Se recomienda la atenta lectura de las cláusulas sobre la limitación de responsabilidad, indemnización y jurisdicción definida en el mismo. El presente reporte no podrá ser reproducido parcialmente o en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio.

La muestra(s) a la que se refieren los resultados obtenidos en el presente documento fueron tomadas por el cliente o por un tercero que actúa bajo la dirección del cliente. Los resultados no constituyen garantía de representatividad de la muestra de la mercancía y se refieren estrictamente a la muestra(s). La Compañía no asume ninguna responsabilidad en relación con el origen o la fuente de la muestra(s) extraída.

Este laboratorio está acreditado de acuerdo a la Norma Internacional ISO/IEC 17025:2017 y opera bajo un sistema de gestión de calidad reconocido demostrando competencia técnica para la ejecución de los ensayos contenidos en el alcance TL-871. (*) los que no se encuentran dentro de nuestro alcance de acreditación

Localidad:	VIII Región del Biobío	Descripción del producto:	Diesel
Origen de la Muestra:	Tanque	Origen ID:	Gas sur
Tipo de Muestra:	Corrida	Muestreado por:	Cliente
Muestreado:	18-Nov-2023	Recibido:	21-Nov-2023
Analizado:	22-Nov-2023	Completado:	22-Nov-2023
Nº Precinto / Sello:	113016		
Comentario reporte:	LÍMITES DE ESPECIFICACIÓN, REFERIDOS AL DECRETO 60 Y N°48 DE USO EN REGIONES.		

Análisis	Método	Resultado	Unidad	Min.	Max.
Contenido de azufre	ASTM D6463	7,5	mg/kg	--	16
Contenido de Agua y Sedimentos	ASTM D2709	<0,01	% v/v	--	0,06
Gravedad API a 60°F	ASTM D1298	38,1	*API	--	--
Densidad a 15°C	ASTM D1298	0,8340	g/mL	0,82	0,86
Destilación de Productos del Petróleo a Presión Atmosférica (Método Automático)	ASTM D86				
Punto inicial de ebullición (IBP)		162,7	°C	--	--
10% Recuperado a		200,4	°C	--	--
20% Recuperado a		216,9	°C	--	--
30% Recuperado a		233,0	°C	--	--
40% Recuperado a		247,3	°C	--	--
60% Recuperado a		261,8	°C	--	--
60% Recuperado a		276,1	°C	--	--
70% Recuperado a		291,3	°C	--	--
80% Recuperado a		308,2	°C	--	--
90% Recuperado a		329,8	°C	282	360
Punto final de ebullición (FBP)		356,1	°C	--	--
Residuo final		1,4	% v/v	--	--
% Recuperado		97,8	% v/v	--	--
% Perdido		0,8	% v/v	--	--

Firma Autorizada

Valentina Gutierrez
Encargado de Reportabilidad

Firma Autorizada

Nicole Tapia
Jefe de Laboratorio



SGS



Reporte Analítico MAI23-00339.001

Fecha: 22-Nov-2023

GAS SUR S A
AV. GRAN BRETAÑA 6691
TALCAHUANO CONCEPCIÓN
CHILE

Este laboratorio está acreditado de acuerdo a la Norma Internacional ISO/IEC 17025:2017 y opera bajo un sistema de gestión de calidad reconocido demostrando competencia técnica para la ejecución de los ensayos contenidos en el alcance TL-571. (*) los que no se encuentran dentro de nuestro alcance de acreditación

Localidad:	VIII Región del Biobío	Descripción del producto:	Diesel
Origen de la Muestra:	Tanque	Origen ID:	Gas sur
Tipo de Muestra:	Corrida	Muestreado por:	Cliente
Muestreado:	18-Nov-2023	Recibido:	21-Nov-2023
Analizado:	22-Nov-2023	Completado:	22-Nov-2023
Nº Precinto / Sello:	113016		
Comentario reporte:	LÍMITES DE ESPECIFICACIÓN, REFERIDOS AL DECRETO 60 Y N°48 DE USO EN REGIONES.		

Análisis	Método	Resultado	Unidad	Min.	Max.
Cenizas en Productos Petrolíferos	ASTM D482				
Peso Muestra		100,019	g	--	--
Cenizas		<0,010	% (m/m)	--	0,01
Poder Calorífico Bruto *	ASTM D4868	45,80	MJ/kg	--	--
Poder Calorífico Neto *	ASTM D4868	42,95	MJ/kg	--	--

Este documento solo es válido en su totalidad y se llama la atención a las Condiciones Generales de Servicio de la página 1 de este reporte.

Firma Autorizada

Firma Autorizada

Valentina Gutierrez
Encargado de Reportabilidad

Nicole Tapia
Jefe de Laboratorio



SGS



Reporte Analítico MAI23-00339.002

Fecha: 22-Nov-2023

GAS SUR S A
AV. GRAN BRETAÑA 6691
TALCAHUANO CONCEPCIÓN
CHILE

La muestra(s) a la que se refieren los resultados obtenidos en el presente documento fueron tomadas por el cliente o por un tercero que actúa bajo la dirección del cliente. Los resultados no constituyen garantía de representatividad de la muestra de la mercancía y se refieren estrictamente a la muestra(s). La Compañía no asume ninguna responsabilidad en relación con el origen o la fuente de la muestra(s) extraída.

Este laboratorio está acreditado de acuerdo a la Norma Internacional ISO/IEC 17025:2017 y opera bajo un sistema de gestión de calidad reconocido demostrando competencia técnica para la ejecución de los ensayos contenidos en el alcance TL-871. (*) los que no se encuentran dentro de nuestro alcance de acreditación

Localidad:	VIII Región del Biobío	Descripción del producto:	Diesel
Origen de la Muestra:	Tanque	Origen ID:	Gas sur
Tipo de Muestra:	Muestreo puntual	Muestreado por:	Cliente
Muestreado:	14-Nov-2023	Recibido:	21-Nov-2023
Analizado:	22-Nov-2023	Completado:	22-Nov-2023
N° Precinto / Sello:	113012		
Comentario reporte:	LÍMITES DE ESPECIFICACIÓN, REFERIDOS AL DECRETO 60 Y N°48 DE USO EN REGIONES.		

Análisis	Método	Resultado	Unidad	Min.	Max.
Contenido de azufre	ASTM D6463	7,5	mg/kg	--	16
Contenido de Agua y Sedimentos	ASTM D2709	<0,01	% v/v	--	0,06
Gravedad API a 60°F	ASTM D1298	38,1	*API	--	--
Densidad a 16°C	ASTM D1298	0,8340	g/mL	0,82	0,86
Destilación de Productos del Petróleo a Presión Atmosférica (Método Automático)					
Punto inicial de ebullición (IBP)		159,8	°C	--	--
10% Recuperado a		199,6	°C	--	--
20% Recuperado a		216,8	°C	--	--
30% Recuperado a		231,6	°C	--	--
40% Recuperado a		246,4	°C	--	--
60% Recuperado a		260,6	°C	--	--
60% Recuperado a		275,5	°C	--	--
70% Recuperado a		290,3	°C	--	--
80% Recuperado a		307,0	°C	--	--
90% Recuperado a		327,2	°C	282	360
Punto final de ebullición (FBP)		355,3	°C	--	--
Residuo final		1,4	% v/v	--	--
% Recuperado		98,2	% v/v	--	--
% Perdido		0,3	% v/v	--	--
Cenizas en Productos Petrolíferos					
Peso Muestra	ASTM D482	100,007	g	--	--
Cenizas		<0,010	% (m/m)	--	0,01
Poder Calorífico Bruto *	ASTM D4868	45,80	MJ/kg	--	--
Poder Calorífico Neto *	ASTM D4868	42,95	MJ/kg	--	--

Fin De Los Resultados Analíticos

Este documento solo es válido en su totalidad y se llama la atención a las Condiciones Generales de Servicio de la página 1 de este reporte.

Firma Autorizada

Firma Autorizada

Valentina Gutierrez
Encargado de Reportabilidad

Nicole Tapia
Jefe de Laboratorio



A3.3. Gas Propano



Reporte Analítico MAI23-00283.001

Fecha: 19-Nov-2023

GAS SUR S A
AV. GRAN BRETAÑA 6691
TALCAHUANO CONCEPCIÓN
CHILE

Los resultados mostrados en este reporte de ensayo se refieren específicamente a la muestra (s) ensayada(s) según se han recibido, a menos que se indique lo contrario. Todos los ensayos se han realizado utilizando la última revisión de los métodos indicados, a menos que se indique lo contrario en el reporte. Los parámetros de precisión se aplican en la determinación de los resultados anteriores. Los consumidores de los resultados analíticos, cuando establezcan la conformidad con los requisitos comerciales o regulatorios, deben tener en cuenta las disposiciones completas de ASTM D 3244, IP367 e ISO 4259 en ese contexto, el nivel de confianza predeterminado de las pruebas de petróleo se ha establecido en el nivel de confianza del 95%. Ponga especial atención a las secciones 7.3.6, 7.3.7 y 7.3.8 de la ASTM D 3244. Este reporte de ensayo ha sido publicado bajo las Condiciones Generales de Servicio de la Compañía (copia disponible en la página web de la compañía en www.sgs.com o bajo solicitud). Se recomienda la atenta lectura de las cláusulas sobre la limitación de responsabilidad, indemnización y jurisdicción definida en el mismo. El presente reporte no podrá ser reproducido parcialmente o en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio.

ID Cliente:	Tk-7201	Descripción del producto:	Propano f Butano - DIC
Localidad:	VIII Región del Biobío	Origen ID:	--
Origen de la Muestra:	Cylínder	Muestreado por:	SGS
Tipo de Muestra:	Muestreo puntual	Recibido:	16-Nov-2023
Muestreado:	16-Nov-2023	Completado:	19-Nov-2023
Analizado:	16-Nov-2023 - 19-Nov-2023	Nº Precinto / Sello:	113017
Solicitado por:	Jose Rivas	Comentario reporte: LÍMITES DE ESPECIFICACIÓN, REFERIDOS A NORMA CHILENA NCH 72 PARA GASES LICUADOS PETRÓLEO.	

Análisis	Método	Resultado	Unidad	Min.	Max.
Hidrocarburos en el GLP f mezclas de Propano/Propileno por GC	ASTM D2163				
Etano		0,67	% v/v	--	--
Etileno (Eteno)		<0,01	% v/v	--	--
Propano		93,07	% v/v	--	--
Ciclopropano		<0,01	% v/v	--	--
Propileno (Propeno)		0,13	% v/v	--	--
Acetileno (Etino)		<0,01	% v/v	--	--
Isobutano (2-Metilpropano)		2,49	% v/v	--	--
Propadieno		<0,01	% v/v	--	--
n-Butano		1,61	% v/v	--	--
Trans-2-buteno		0,49	% v/v	--	--
1-buteno		0,46	% v/v	--	--
Isobutileno (2-metilpropeno / isobuteno)		0,73	% v/v	--	--
Cis-2-buteno		0,35	% v/v	--	--
Neopentano (2,2-dimetil propano)		<0,01	% v/v	--	--
Isopentano (2-metil butano)		<0,01	% v/v	--	--
n-pentano		<0,01	% v/v	--	--
1,3 Butadieno		<0,01	% v/v	--	--
3metil 1-buteno		<0,01	% v/v	--	--
1-penteno		<0,01	% v/v	--	--
2metil 1-buteno		<0,01	% v/v	--	--
2metil 2-buteno		<0,01	% v/v	--	--
trans2-penteno		<0,01	% v/v	--	--

Firma Autorizada

Francisco Miranda
Supervisor de Laboratorio

Firma Autorizada

Nicole Tapia
Jefe de Laboratorio



SGS

Reporte Analítico MAI23-00283.001

Fecha: 19-Nov-2023
GAS SUR S A
AV. GRAN BRETAÑA 6691
TALCAHUANO CONCEPCIÓN
CHILE

ID Cliente:	Tk-7201	Descripción del producto:	Propano f Butano - DIC
Localidad:	VIII Región del Biobío	Origen ID:	--
Origen de la Muestra:	Cilinder	Muestreado por:	SGS
Tipo de Muestra:	Muestreo puntual	Recibido:	16-Nov-2023
Muestreado:	16-Nov-2023	Completado:	19-Nov-2023
Analizado:	16-Nov-2023 - 19-Nov-2023	N° Precinto / Sello:	113017
Solicitado por:	Jose Rivas	Comentario reporte: LÍMITES DE ESPECIFICACIÓN, REFERIDOS A NORMA CHILENA NCH 72 PARA GASES LICUADOS PETRÓLEO.	

Análisis	Método	Resultado	Unidad	Min.	Max.
cis-2-penteno		<0,01	% v/v	--	--
Butanos f más pesados		6,13	% v/v	--	30
Pentanos f más pesados		<0,01	% v/v	--	2
Diolefinas más acetileno		<100	ppm v/v	--	--
Total Olefinas		2,16	% v/v	--	--
Corrosión a la Lámina de Cobre (1 hr a 37,8°C)	ASTM D1838	1	Clasificación	--	1
Total Volatile Sulfur in LPG	ASTM D6667	36	mg/kg	--	--
Odorización	NCH 2394	si	--	Si	--
Presión de Vapor a 37,8°C	ASTM D1267	1175	kPa	917	1.430
Volatilidad (Temperatura Evaporación 96%)	ASTM D1837 (Withdrawn 2017)	-24,2	°C	--	2,2
Residuo de Evaporación	ASTM D2168	0,00	mL	--	0,06
Densidad Relativa 60/60 °F	NCH 1961	0,5110	--	0,6	--
Agua Libre	I-OGC-LAB-108	No Contiene	--	No Contiene	--
Gas Natural Real - Calc. de C.V, D, R.D, W.I de Composición	ISO 6976 (Real Gas)				
Presión		101,325	kPa	--	--
Valor Calorífico Superior		2246,75	kJ/mol	--	--
Valor Calorífico Inferior		2067,62	kJ/mol	--	--

Este documento solo es válido en su totalidad f se llama la atención a las Condiciones Generales de Servicio de la página 1 de este reporte.

Firma Autorizada

Firma Autorizada

Francisco Miranda
Supervisor de Laboratorio

Nicole Tapia
Jefe de Laboratorio



SGS

Reporte Analítico MAI23-00283.002

Fecha: 19-Nov-2023

GAS SUR S A
AV. GRAN BRETAÑA 6691
TALCAHUANO CONCEPCIÓN
CHILE

ID Cliente:	Tk-7201	Descripción del producto:	Propano \neq Butano - DIC
Localidad:	VIII Región del Biobío	Origen ID:	--
Origen de la Muestra:	Cilinder	Muestreado por:	SGS
Tipo de Muestra:	Muestreo puntual	Recibido:	16-Nov-2023
Muestreado:	16-Nov-2023	Completado:	19-Nov-2023
Analizado:	16-Nov-2023 - 19-Nov-2023	N° Precinto / Sello:	113016
Solicitado por:	Jose Rivas	Comentario reporte: LÍMITES DE ESPECIFICACIÓN, REFERIDOS A NORMA CHILENA NCH 72 PARA GASES LICUADOS PETRÓLEO.	

Análisis	Método	Resultado	Unidad	Min.	Max.
Hidrocarburos en el GLP \neq mezclas de Propano/Propileno por GC	ASTM D2163				
Etano		0,91	% v/v	--	--
Etileno (Eteno)		<0,01	% v/v	--	--
Propano		94,17	% v/v	--	--
Ciclopropano		<0,01	% v/v	--	--
Propileno (Propeno)		0,14	% v/v	--	--
Acetileno (Etino)		<0,01	% v/v	--	--
Isobutano (2-Metilpropano)		2,09	% v/v	--	--
Propadieno		<0,01	% v/v	--	--
n-Butano		1,19	% v/v	--	--
Trans-2-buteno		0,36	% v/v	--	--
1-buteno		0,34	% v/v	--	--
Isobutileno (2-metilpropeno / isobuteno)		0,55	% v/v	--	--
Cis-2-buteno		0,25	% v/v	--	--
Neopentano (2,2-dimetil propano)		<0,01	% v/v	--	--
Isopentano (2-metil butano)		<0,01	% v/v	--	--
n-pentano		<0,01	% v/v	--	--
1,3 Butadieno		<0,01	% v/v	--	--
3metil 1-buteno		<0,01	% v/v	--	--
1-penteno		<0,01	% v/v	--	--
2metil 1-buteno		<0,01	% v/v	--	--
2metil 2-buteno		<0,01	% v/v	--	--
trans2-penteno		<0,01	% v/v	--	--
cis2-penteno		<0,01	% v/v	--	--
Butanos \neq más pesados		4,78	% v/v	--	30
Pentanos \neq más pesados		<0,01	% v/v	--	2
Diolefinas más acetileno		<100	ppm v/v	--	--
Total Olefinas		1,64	% v/v	--	--
Corrosión a la Lámina de Cobre (1 hr a 37.8°C)	ASTM D1838	1	Clasificación		1

Este documento solo es válido en su totalidad \neq se llama la atención a las Condiciones Generales de Servicio de la página 1 de este reporte.

Firma Autorizada

Firma Autorizada

Francisco Miranda
Supervisor de Laboratorio

Nicole Tapia
Jefe de Laboratorio



SGS

Reporte Analítico MAI23-00283.002

Fecha: 19-Nov-2023

GAS SUR S A
AV. GRAN BRETAÑA 6691
TALCAHUANO CONCEPCIÓN
CHILE

ID Cliente:	Tk-7201	Descripción del producto:	Propano y Butano - DIC
Localidad:	VIII Región del Biobío	Origen ID:	--
Origen de la Muestra:	Cylinder	Muestreado por:	SGS
Tipo de Muestra:	Muestreo puntual	Recibido:	16-Nov-2023
Muestreado:	16-Nov-2023	Completado:	19-Nov-2023
Analizado:	16-Nov-2023 - 19-Nov-2023	Nº Precinto / Sello:	113016
Solicitado por:	Jose Rivas	Comentario reporte: LÍMITES DE ESPECIFICACIÓN, REFERIDOS A NORMA CHILENA NCH 72 PARA GASES LICUADOS PETRÓLEO.	

Análisis	Método	Resultado	Unidad	Min.	Max.
Total Volatile Sulfur in LPG	ASTM D6667	10,0	mg/kg	--	--
Olorización	NCH 2394	si	--	Si	--
Presión de Vapor a 37,8°C	ASTM D1267	1195	kPa	917	1.430
Volatilidad (Temperatura Evaporación 96%)	ASTM D1837 (Withdrawn 2017)	-24,8	°C	--	2,2
Residuo de Evaporación	ASTM D2158	0,00	mL	--	0,06
Densidad Relativa 60/60 °F	NCH 1961	0,5090	--	0,6	--
Agua Libre	I-LOGC-LAB-108	No Contiene	--	No Contiene	--
Gas Natural Real - Calc. de C.V, D, R.D, W.I de Composición	ISO 6976 (Real Gas)				
Presión		101,325	kPa	--	--
Valor Calorífico Superior		2237,47	kJ/mol	--	--
Valor Calorífico Inferior		2058,90	kJ/mol	--	--

Este documento solo es válido en su totalidad y se llama la atención a las Condiciones Generales de Servicio de la página 1 de este reporte.

Firma Autorizada

Firma Autorizada

Francisco Miranda
Supervisor de Laboratorio

Nicole Tapia
Jefe de Laboratorio



SGS

Reporte Analítico MAI23-00283.003

Fecha: 19-Nov-2023

GAS SUR S A
AV. GRAN BRETAÑA 6691
TALCAHUANO CONCEPCIÓN
CHILE

ID Cliente:	Tk-7201	Descripción del producto:	Propano y Butano - DIC
Localidad:	VIII Región del Biobío	Origen ID:	--
Origen de la Muestra:	Cylínder	Muestreado por:	SGS
Tipo de Muestra:	Muestreo puntual	Recibido:	16-Nov-2023
Muestreado:	15-Nov-2023	Completado:	19-Nov-2023
Analizado:	16-Nov-2023 - 19-Nov-2023	Nº Precinto / Sello:	113014
Solicitado por:	Jose Rivas	LÍMITES DE ESPECIFICACIÓN, REFERIDOS A NORMA CHILENA NCH 72 PARA GASES LICUADOS PETRÓLEO.	
Comentario reporte:			

Análisis	Método	Resultado	Unidad	Min.	Max.
Hidrocarburos en el GLP y mezclas de Propano/Propileno por GC	ASTM D2163				
Etano		0,37	% v/v	--	--
Etileno (Etano)		<0,01	% v/v	--	--
Propano		89,19	% v/v	--	--
Ciclopropano		<0,01	% v/v	--	--
Propileno (Propeno)		0,10	% v/v	--	--
Acetileno (Etino)		<0,01	% v/v	--	--
Isobutano (2-Metilpropano)		3,55	% v/v	--	--
Propadieno		<0,01	% v/v	--	--
n-Butano		2,94	% v/v	--	--
Trans-2-buteno		0,94	% v/v	--	--
1-buteno		0,84	% v/v	--	--
Isobutileno (2-metilpropeno / isobuteno)		1,35	% v/v	--	--
Cis-2-buteno		0,68	% v/v	--	--
Neopentano (2,2-dimetil propano)		<0,01	% v/v	--	--
Isopentano (2-metil butano)		<0,01	% v/v	--	--
n-pentano		<0,01	% v/v	--	--
1,3 Butadieno		0,04	% v/v	--	--
3metil 1-buteno		<0,01	% v/v	--	--
1-penteno		<0,01	% v/v	--	--
2metil 1-buteno		<0,01	% v/v	--	--
2metil 2-buteno		<0,01	% v/v	--	--
trans2-penteno		<0,01	% v/v	--	--
cis2-penteno		<0,01	% v/v	--	--
Butanos y más pesados		10,34	% v/v	--	30
Pentanos y más pesados		<0,01	% v/v	--	2
Diolefinas más acetileno		400	ppm v/v	--	--
Total Olefinas		3,91	% v/v	--	--
Corrosión a la Lámina de Cobre (1 hr a 37.8°C)	ASTM D1838	1	Clasificación		1

Este documento solo es válido en su totalidad y se llama la atención a las Condiciones Generales de Servicio de la página 1 de este reporte.

Firma Autorizada

Firma Autorizada

Francisco Miranda
Supervisor de Laboratorio

Nicole Tapia
Jefe de Laboratorio



SGS

Reporte Analítico MAI23-00283.003

Fecha: 19-Nov-2023

GAS SUR S A
AV. GRAN BRETAÑA 6691
TALCAHUANO CONCEPCIÓN
CHILE

ID Cliente:	Tk-7201	Descripción del producto:	Propano / Butano - DIC
Localidad:	VIII Región del Biobío	Origen ID:	--
Origen de la Muestra:	Cylinder	Muestreado por:	SGS
Tipo de Muestra:	Muestreo puntual	Recibido:	16-Nov-2023
Muestreado:	16-Nov-2023	Completado:	19-Nov-2023
Analizado:	16-Nov-2023 - 19-Nov-2023	Nº Precinto / Sello:	113014
Solicitado por:	Jose Rivas	LÍMITES DE ESPECIFICACIÓN, REFERIDOS A NORMA CHILENA NCH 72 PARA GASES LICUADOS PETRÓLEO.	
Comentario reporte:			

Análisis	Método	Resultado	Unidad	Min.	Max.
Total Volatile Sulfur in LPG	ASTM D6667	44	mg/kg	--	--
Odorización	NCH 2394	si	--	Si	--
Presión de Vapor a 37,8°C	ASTM D1267	1125	kPa	917	1.430
Volatilidad (Temperatura Evaporación 96%)	ASTM D1837 (Withdrawn 2017)	-22,9	°C	--	2,2
Residuo de Evaporación	ASTM D2168	0,00	mL	--	0,06
Densidad Relativa 60/60 °F	NCH 1961	0,5150	--	0,6	--
Agua Libre	I-OGC-LAB-108	No Contiene	--	No Contiene	--
Gas Natural Real - Calc. de C.V, D, R,D, W.I de Composición	ISO 6976 (Real Gas)				
Presión		101,325	kPa	--	--
Valor Calorífico Superior		2270,50	kJ/mol	--	--
Valor Calorífico Inferior		2090,76	kJ/mol	--	--

Fin De Los Resultados Analíticos

Este documento solo es válido en su totalidad si se llama la atención a las Condiciones Generales de Servicio de la página 1 de este reporte.

Firma Autorizada

Firma Autorizada

Francisco Miranda
Supervisor de Laboratorio

Nicole Tapia
Jefe de Laboratorio



ANEXO 04: PROTOCOLO DE PRUEBA

Se adjunta archivo Anexo al presente documento

ANEXO 05: RESGISTRO DE DATOS DE LAS PRUEBAS Y CÁLCULOS REALIZADOS.

Se adjunta archivos Anexo al presente documento

ANEXO 06: INFORME DE FABRICANTE SOLER

Se adjunta archivo Anexo al presente documento

ANEXO 07: ACTAS DE ENSAYOS CONSUMO ESPECÍFICO NETO

Se adjunta archivo Anexo al presente documento



ANEXO 08: CERTIFICADOS DE CONTRASTACIÓN DE INSTRUMENTACIÓN

Se adjunta archivos Anexo al presente documento Certificados de contrastación de instrumentación de la turbina.

A8.1.	Temperatura aire aspiración	RE-CLB-101 del 12.10.2023
A8.2.	Presión aire aspiración	LABC-PR-7625 del 10.10.2023
A8.3.	Presión diferencial aire aspiración	LABC-PR-7625 del 10.10.2023
A8.4.	Caudal combustible Líquido	21345318 del 20.04.2023
A8.5.	Temperatura combustible Líquido	LABC-TE-7302 del 04.10.2023
A8.6.	Presión combustible Líquido	TP-344 del 12.10.2023
A8.7.	Caudal combustible Gas	254060264-1 del 09.05.23
A8.8.	Temperatura combustible Gas	254060264-1 del 09.05.23
A8.9.	Presión combustible Gas	254060264-1 del 09.05.23
A8.10.	Temperatura gases de escape turbina	No requerido, solo observación
A8.11.	Presión gases de escape turbina	LABC-PR-7626 del 10.10.2023
A8.12.	Presión descarga compresor	TP 349 del 19.10.2022
A8.13.	Potencia bruta	522154 del 16.10.2023
A8.14.	Potencia activa	522154 del 16.10.2023
A8.15.	Potencia reactiva	522154 del 16.10.2023
A8.16.	Factor de potencia	522154 del 16.10.2023
A8.17.	Tensión	522154 del 16.10.2023
A8.18.	Frecuencia	522154 del 16.10.2023
A8.19.	Potencia Neta	522155 del 16.10.2023
A8.20.	Velocidad rotor	EF-001-02-F1 del 13.11.2020
A8.21.	Potencia Servicios Auxiliares	No requerido, se calculará.
A8.22.	Temperatura interior turbina	No requerido, solo observación
A8.23.	Humedad ambiental	AC-11525TE del 07.02.2023
A8.24.	Temperatura ambiental	AC-11525TE del 07.02.2023
A8.25.	Presión barométrica ambiental	AC-12532P del 29.11.2023